フィリピン国

運輸省（DOTr）

フィリピン国

メガマニラ圏地下鉄事業準備調査

ドラフトファイナルレポート

平成 29 年 8 月

(2017 年)

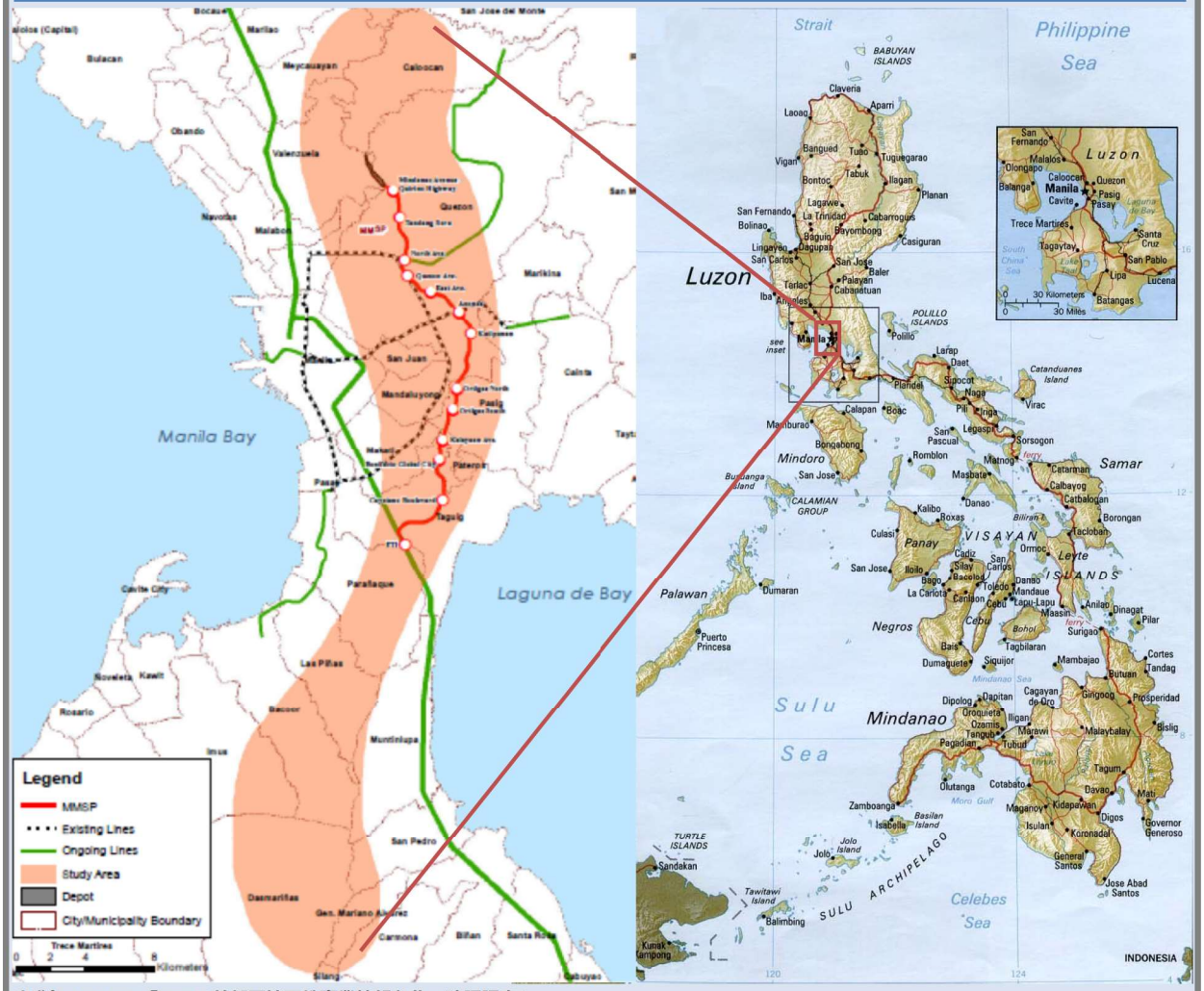
独立行政法人　国際協力機構（JICA）

株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル
東　京　地　下　鉄　株　式　会　社
日　本　コ　ン　サ　ル　タ　ン　ツ　株　式　会　社
株　式　会　社　ア　ル　メ　ッ　ク　ＶＰＩ
株　式　会　社　ト　ー　ニ　チ　コ　ン　サ　ル　タ　ン　ト
株式会社片平エンジニアリング・インターナショナル
パ　シ　フ　ィ　ッ　ク　コ　ン　サ　ル　タ　ン　ツ　株　式　会　社



フィリピン共和国　Republic of the Philippines

調査対象地域　位置図



出典）ＪＩＣＡ「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」

フィリピン共和国の基礎データ　　出典）外務省「各国・地域情勢」ほか　　※注記のない数字は 2014 年

■面積　29.9 万 km2（日本の約 0.8 倍）
7,109 の島々からなる島嶼国である

■人口　約 1 億 98 万人（国勢調査、2015 年）

■首都　マニラ　首都圏人口約 1,288 万人（同上）

■民族　ﾏﾚｰ系が主体。ほかに中国系、ｽﾍﾟｲﾝ系およびこれらとの混血並びに少数民族がいる

■言語　国語はﾌｨﾘﾋﾟﾉ語、公用語はﾌｨﾘﾋﾟﾉ語および英語。80 前後の言語がある

■宗教　ｷﾘｽﾄ教（ｶﾄﾘｯｸ 83%、その他 10%）、ｲｽﾗﾑ教（5%）

■主要産業　農林水産業、ｻｰﾋﾞｽ業

■1 人当たり GDP　2,858 ﾄﾞﾙ（IMF、2015 年）

■経済成長率　5.8%（国家統計局、2015 年）

■物価上昇率　1.4%（同上）

■総貿易額（FOB ﾍﾞｰｽ）（国家統計局、2015 年）
（1）輸出：586.5 億ドル
（2）輸入：666.9 億ドル

■主要貿易品目
（1）輸出：電子・電気機器（半導体が大半を占める）
（2）輸入：原料・中間財（化学製品等の半加工品が大部分）、資本財（通信機器、電子機器等が大部分）、燃料（原油等）、消費財

■通貨　フィリピンペソ
1 ペソ=2.70 円（JICA、2015 年 4 月）

■日本の援助（2014 年までの累計）
（1）有償資金協力：24,404.25 億円（E/N ﾍﾞｰｽ）
（2）無償資金協力：2,790.13 億円（E/N ﾍﾞｰｽ）
（3）技術協力実績：2,191.07 億円（JICA ﾍﾞｰｽ）

フィリピン国

メガマニラ圏地下鉄事業準備調査

ドラフトファイナルレポート

目　次

第 1 章　事業の必要性と背景の確認

1.1　マニラ首都圏における運輸セクターの現状と課題 1-1
1.1.1　運輸インフラの状況 1-1
1.1.2　鉄道プロジェクト 1-2
1.2　事業実施の必要性 1-8
1.2.1　地域・都市開発における MMSP の意義と役割 1-8

第 2 章　線形オプションの比較検討

2.1　線形の決定について 2-1
2.1.1　検討の概要 2-1
2.1.2　最適案の決定 2-2
2.2　需要予測・交通機関別需要分担予測 2-5
2.2.1　予測の方法 2-5
2.2.2　前提条件の整理 2-6
2.2.3　予測結果 2-11
2.2.4　予測結果（オプション線形決定後） 2-13
2.3　公共交通サービス圏域拡大ポテンシャル 2-21
2.4　駅勢圏の拡大 2-22
2.4.1　需要を創出する CBD への接続 2-22
2.4.2　他の公共交通機関からの乗り換え環境の改善 2-23
2.4.3　駅周辺の都市開発・社会経済活動の促進 2-25
2.5　環境社会配慮 2-26
2.6　事業費積算 2-27
2.7　災害リスク評価 2-29
2.7.1　災害リスク評価に関する資料収集 2-29
2.7.2　近年の洪水・氾濫履歴 2-29
2.8　洪水に関する影響分析 2-37
2.8.1　事業対象地域の治水安全度 2-37
2.8.2　主要洪水発生時の氾濫範囲 2-38
2.8.3　外水・内水に対する安全性評価 2-40
2.9　地震による影響分析 2-54

第 3 章　事業計画

3.1　線　形 3-1

3.1.1　線形計画の概要 3-1
3.1.2　ルートの個別調整 3-5
3.1.3　各区間の個別線形設定結果 3-11
3.1.4　今後の課題 3-35
3.2　車両設計諸元 3-37
3.2.1　車両システム計画 3-37
3.2.2　車両定員の算出 3-41
3.2.3　車両基本仕様 3-45
3.3　運行計画 3-56
3.3.1　運行計画の前提条件 3-56
3.3.2　地下鉄における快速列車運転の例 3-56
3.3.3　運行計画の基本方針 3-57
3.3.4　路線計画 3-58
3.3.5　需要予測 3-59
3.3.6　列車定員 3-60
3.3.7　列車運行計画 3-60
3.3.8　列車運転時分 3-62
3.3.9　列車ダイヤ 3-64
3.3.10　車両調達計画 3-66
3.4　土木施設計画 3-67
3.4.1　地質調査（実施中） 3-67
3.4.2　支障物調査（実施中） 3-67
3.4.3　測量調査（実施中） 3-67
3.4.4　計画概要 3-68
3.4.5　駅の構造計画 3-80
3.4.6　軌道構造 3-84
3.5　車両基地計画 3-86
3.5.1　車両基地計画の基本方針 3-86
3.5.2　車両基地位置の選定 3-87
3.5.3　車両基地の線路施設 3-91
3.5.4　車両基地施設配置配置結果 3-100
3.5.5　今後の課題 3-104
3.6　電力供給システム 3-105
3.6.1　概要 3-105
3.6.2　き電変電所 3-107
3.6.3　架空電車線システム 3-112
3.6.4　配電設備 3-116
3.6.5　照明設備 3-117
3.6.6　電力 SCADA 3-117
3.6.7　迷走電流 3-119

3.7　信号・通信設備計画 3-122
3.7.1　信号設備 3-122
3.7.2　通信設備 3-141
3.8　研修センター 3-148
3.8.1　総論 3-148
3.8.2　フィリピンの研修センター 3-149
3.9　MMSP における研修センターの概要 3-151
3.9.1　コンセプト 3-151
3.9.2　設備概要 3-151
3.10　研修センターの利用見込み 3-155
3.11　研修センター開業に関するスケジュール 3-155

第 4 章　事業実施計画

4.1　施工計画 4-1
4.1.1　建設時の道路交通への負担軽減 4-1
4.1.2　建設工法及び施工手順 4-3
4.2　事業費積算 4-22
4.2.1　コストブレークダウン 4-22
4.2.2　現地/海外調達比率の設定 4-26
4.2.3　事業パッケージ分け 4-27
4.2.4　前提条件 4-27
4.2.5　事業費積算 4-28
4.3　事業実施スケジュール 4-36

第 5 章　事業実施体制・運営維持管理体制

5.1　事業実施体制について 5-1
5.1.1　公営事業のメリット 5-1
5.1.2　鉄道事業管理体制 5-2
5.1.3　Supporting Structure of MMSP PMO メトロマニラ地下鉄の PMO の体制 5-3
5.2　運営維持管理体制について 5-4
5.2.1　O&M 事業体の組織体制 5-4
5.3　O&M 事業体の要員計画 5-6

第 6 章　地下街・駅ビル開発事業コンセプトデザイン/エキナカ事業計画

6.1　TOD のアプローチ 6-1
6.1.1　TOD とは 6-1
6.1.2　MMSP における TOD のアプローチ 6-2
6.1.3　TOD の基本理念 6-3
6.1.4　TOD の目的と主な内容 6-3
6.1.5　TOD 事業 6-5
6.1.6　主な交通結節施設 6-6

6.1.7　都市開発 6-7
6.1.8　TOD にかかる日本の経験 6-10
6.2　沿線・各駅の駅周辺状況のレビューと現状把握 6-11
6.2.1　上位の地域・都市・交通計画 6-11
6.2.2　沿線土地利用・ゾーニング計画図 6-12
6.2.3　沿線の都市・交通開発計画及びプロジェクト 6-15
6.2.4　MMSP における TOD 可能性 6-16
6.2.5　沿線クラスターの特徴と計画課題 6-17
6.3　TOD コンセプトプラン 6-25
6.3.1　TOD の基本戦略 6-25
6.3.2　MMSP で提案する TOD 事業 6-27
6.3.3　各駅の TOD ニーズ・計画用地・提案 6-27
6.3.4　ミンダナオアベニュー駅 6-29
6.3.5　タンダンソラ駅 6-30
6.3.6　ノースアベニュー駅 6-31
6.3.7　ケソンアベニュー駅 6-32
6.3.8　イーストアベニュー駅 6-33
6.3.9　アノナス駅 6-35
6.3.10　カティプナン駅 6-36
6.3.11　オルティガス北駅 6-37
6.3.12　オルティガス南駅 6-38
6.3.13　カラヤンアベニュー駅 6-39
6.3.14　ボニファシオグローバルシティ駅 6-40
6.3.15　カエタノブールバール駅 6 43
6.3.16　FTI 駅 6-44
6.4　優先駅における TOD コンセプトデザインの検討 6-45
6.4.1　ノースアベニュー駅 - ケソンアベニュー駅 6-45
6.4.2　アノナス駅 6-48
6.4.3　オルティガス北駅 -オルティガス南駅 6-51
6.4.4　カエタノブールバール駅 6-56
6.5　非鉄道事業の提案 6-62
6.5.1　非鉄道事業とは 6-62
6.5.2　フィリピンの地下空間の現状 6-65
6.5.3　日本企業の進出を促進する施策 6-66
6.5.4　各駅エキナカ開発提案 6-67
6.5.5　駐車場・駅ビルの整備・運営事業 6-73
6.6　TOD 実現化に向けた展開の提案 6-77
6.6.1　MMSP 本体事業での TOD 施設建設 6-77
6.6.2　TOD 推進に向けた対応 6-81

第 7 章　環境社会配慮

7.1　環境影響評価 7-1
7.1.1　環境社会影響を与えるコンポーネント概要 7-1
7.1.2　ベースとなる環境及び社会の状況 7-2
7.1.3　フィリピン国の環境社会配慮制度・組織 7-24
7.1.4　代替案の比較検討 7-32
7.1.5　スコーピング及び環境社会配慮調査の基本方針 7-36
7.1.6　環境社会配慮調査結果 7-41
7.1.7　影響評価 7-49
7.1.8　緩和策及び緩和策実施のための費用 7-57
7.1.9　モニタリング計画 7-61
7.1.10　ステークホルダー協議 7-67
7.2　用地取得・住民移転 7-75
7.2.1　用地取得・住民移転の必要性 7-75
7.2.2　用地取得・住民移転にかかる法的枠組み 7-76
7.2.3　社会経済調査結果 7-84
7.2.4　補償及び支援の具体策 7-87
7.2.5　苦情処理メカニズム 7-92
7.2.6　実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務） 7-94
7.2.7　実施スケジュール 7-96
7.2.8　費用と財源 7-99
7.2.9　実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム 7-99
7.2.10　住民協議 7-100

第 8 章　事業効果の算定

8.1　運用・効果指標の算出 8-1
8.1.1　事業評価の目的 8-1
8.1.2　事業評価の手法 8-3
8.1.3　運用指標 8-4
8.1.4　効果指標 8-5
8.1.5　算出結果 8-7
8.2　プロジェクト評価 8-8
8.2.1　経済評価 8-8
8.2.2　財務評価 8-13

第 9 章　運営方式の検討

9.1　各国地下鉄・鉄道事業手法の分析 9-1
9.1.1　フィリピン及び諸外国の鉄道運営方式 9-1
9.1.2　運営開始済事業 9-2
9.1.3　計画中・整備中事業 9-12
9.2　フィリピンにおける PPP 制度 9-16

9.2.1　フィリピンにおける PPP 形態 9-16
9.2.2　フィリピンにおける鉄道事業 PPP 案件 9-17
9.3　地下鉄事業に適用可能性のある運営方式と期待効果・留意点の考察 9-18
9.3.1　運営事業体設立等 9-20
9.3.2　その他（関連事業の実施） 9-22
9.3.3　各スキームの財務的観点の検討 9-23
9.3.4　まとめ 9-23

第 10 章 ファイナンシャルスキームの検討
10.1　ファイナンススキームの検討 10-1
10.1.1　考慮すべきリスク 10-1
10.2　想定される資金調達手法 10-5
10.2.1　資金調達手法の考え方 10-5
10.2.2　想定される資金調達手法 10-6
10.2.3　資金調達方法の比較 10-9
10.3　運営事業体の財務分析 10-12
10.3.1　運営事業体の財務分析の目的 10-12
10.3.2　検討対象の事業方式及び主な設定条件 10-12
10.3.3　損益計算書の分析 10-13
10.3.4　貸借対照表の分析 10-14
10.3.5　キャッシュフロー計算書の分析 10-15
10.3.6　まとめ 10-15

図一覧

図 1.1.1　大首都圏エリアの既存および計画鉄道路線..... 1-1
図 1.1.2　LRT1 号線カヴィテ延伸事業..... 1-3
図 1.1.3　LRT1 号線北部延伸事業..... 1-3
図 1.1.4　MRT3 号線新型車両..... 1-4
図 1.1.5　MRT7 号線路線図..... 1-6
図 1.1.6　ITS ターミナル位置図..... 1-7
図 1.2.1　地域・都市開発における MMSP の意義と役割..... 1-9
図 2.1.1　最終決定時 3 案..... 2-1
図 2.1.2　線形オプション案の検討推移..... 2-3
図 2.1.3　線形決定用評価シート..... 2-3
図 2.2.1　需要予測フロー..... 2-5
図 2.2.2　需要予測で考慮する将来交通プロジェクト..... 2-7
図 2.2.3　時間集中率の設定..... 2-9
図 2.2.4　本調査のゾーンシステムとゾーン細分化..... 2-10
図 2.2.5　都市交通ネットワーク完成時の輸送キロ..... 2-11
図 2.2.6　MMSP の需要..... 2-12
図 2.2.7　2025 年の日当たり乗降人員と駅間交通量..... 2-16
図 2.2.8　2035 年の日当たり乗降人員と駅間交通量..... 2-16
図 2.2.9　2025 年のピーク時乗降人員と駅間交通量..... 2-18
図 2.2.10　2035 年のピーク時乗降人員と駅間交通量..... 2-18
図 2.2.11　2025 年のオフピーク時乗降人員と駅間交通量..... 2-20
図 2.2.12　2035 年のオフピーク時乗降人員と駅間交通量..... 2-20
図 2.3.1　公共交通サービス拡大のイメージ..... 2-21
図 2.4.1　メトロ首都圏中心部におけるオプション別駅勢圏..... 2-22
図 2.4.2　現況土地利用図（左）及び将来ゾーニング図（右）..... 2-25
図 2.6.1　オプション別事業費概算..... 2-28
図 2.7.1　事業対象路線とパシッグ－マリキナ川水系模式図..... 2-30
図 2.7.2　Sto.Nino 観測の日最大水位（2013 年）..... 2-32
図 2.7.3　Sto.Nino 観測の日最大水位（2014 年）..... 2-33
図 2.7.4　Sto.Nino 観測の日最大水位（2015 年）..... 2-34
図 2.7.5　パッシング－マリキナ川流域分割と時間雨量観測所位置図..... 2-35
図 2.7.6　ティーセン分割図..... 2-36
図 2.8.1　事業候補路線とサン・ホアン川流域の位置関係..... 2-37
図 2.8.2　2009 年洪水氾濫シミュレーション結果（最大浸水図）..... 2-38
図 2.8.3　外水氾濫と内水氾濫(イメージ図)..... 2-39
図 2.8.4　事業対象路線の候補地と主要河川・支川との位置関係..... 2-40
図 2.8.5　マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査　解析範囲..... 2-42
図 2.8.6　マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査..... 2-43

図 2.8.7　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　解析範囲 2-44
図 2.8.8　確率別浸水図（30 年超過確率） 2-45
図 2.8.9　確率別浸水図（100 年超過確率） 2-46
図 2.8.10　PAGASA 提供-洪水ハザードマップ　解析範囲（PAGASA―HP） 2-48
図 2.8.11　確率別浸水図（10 年超過確率） 2-49
図 2.8.12　確率別浸水図（25 年超過確率） 2-50
図 2.8.13　確率別浸水図（50 年超過確率） 2-51
図 2.9.1　プロジェクト対象地域の活断層位置図..... 2-54
図 2.9.2　マニラ首都圏全体地質図 2-55
図 2.9.3　事業対象路線と M6.5 の地震時の揺れの関係..... 2-57
図 2.9.4　事業対象路線と M7.2 の地震時の揺れの関係..... 2-58
図 2.9.5　事業対象路線と地震発生時の液状化発生地域の関係..... 2-60
図 3.1.1　車両限界・建築限界図 3-3
図 3.1.2　配線概要図 3-4
図 3.1.3　全体ルート図 3-6
図 3.1.4　North Ave 付近ルート変更図..... 3-7
図 3.1.5　Katipunan 付近ルート変更図..... 3-8
図 3.1.6　Bonifacio Global City 付近ルート検討図 3-10
図 3.1.7　Bayani Road 駅位置図..... 3-11
図 3.1.8　DEPOT 部配線略図..... 3-12
図 3.1.9　DEPOT 付近概略縦断図..... 3-12
図 3.1.10　Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅部断面図 3-13
図 3.1.11　Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅部平面図 3-14
図 3.1.12　Tandang Sora Ave 駅断面図..... 3-14
図 3.1.13　North Ave 駅断面図..... 3-15
図 3.1.14 トンネル配置断面図 3-16
図 3.1.15　Tandang Sora Ave 駅 ～ North Ave 駅間概要図 3-16
図 3.1.16　Quezon Ave 駅断面図..... 3-17
図 3.1.17　Line3 Depot 入出庫線交差部平面図..... 3-18
図 3.1.18　East Ave 駅断面図..... 3-19
図 3.1.19　Quezon Ave ～ East Ave 駅間平面図..... 3-20
図 3.1.20　East Ave 駅部平面図..... 3-20
図 3.1.21　Anonas 駅部平面図..... 3-21
図 3.1.22　Anonas 駅断面図..... 3-21
図 3.1.23　Katipunan 駅断面図..... 3-22
図 3.1.24　Katipunan 駅部平面図..... 3-23
図 3.1.25　Katipunan Ave 部平面図..... 3-23
図 3.1.26　Ortigas North 駅断面図..... 3-24
図 3.1.27　Ortigas North ～Ortigas south 間平面図..... 3-25
図 3.1.28　Ortigas south 駅断面図..... 3-25

図 3.1.29　Ortigas North 駅付近陸橋配置図 3-26
図 3.1.30　Kalayaan Ave 駅断面図 3-27
図 3.1.31　Ortigas South 駅終点側 2 層トンネル移行部平面図 3-27
図 3.1.32　Ortigas South～Cayatano Boulevard　2 層トンネル配置概要図 3-28
図 3.1.33　Pasig 川横断部断面図 3-29
図 3.1.34　Bonifacio Global City 駅断面図 3-30
図 3.1.35　Bonifacio Global City 駅部平面図 3-30
図 3.1.36　SM Aura 通過部付近平面図 3-31
図 3.1.37　SM Aura 通過部想定断面図 3-32
図 3.1.38　Cayatano Boulevard 駅平面図 3-33
図 3.1.39　Cayatano Boulevard 駅平面図 3-33
図 3.1.40　FTI 駅断面図 3-34
図 3.1.41　FTI 駅付近平面図 3-35
図 3.1.42　南側延伸概念図 3-36
図 3.2.1　東京で運用される地下鉄車両の事例 3-38
図 3.2.2　メガマニラ地下鉄/NSCR 車両向け車両限界 3-42
図 3.2.3　東京メトロ 10000 系車両形式図（標準車両仕様ガイドライン準拠車両） 3-43
図 3.2.4　メトロマニラ地下鉄　車内レイアウト 3-43
図 3.2.5　アルミニウム合金製車両 3-48
図 3.2.6　日本国内/海外におけるアルミニウム合金製車体の採用例 3-48
図 3.2.7　ボルスタ台車 3-49
図 3.2.8　永久磁石同期電動機 3-50
図 3.2.9　引張力曲線 3-50
図 3.2.10　高効率 IM 及び SiC 適用 VVVF インバータの消費電力削減効果 3-51
図 3.2.11　信号装置の切り替え 3-52
図 3.2.12　東京メトロ南北線ホームドア（フルハイトタイプ） 3-53
図 3.2.13　運転台の例 3-53
図 3.2.14　8 両編成時の車両構成 3-54
図 3.2.15　10 両編成時の車両構成 3-54
図 3.2.16　非常貫通路　開扉状態 3-55
図 3.2.17　非常用全面貫通路を用いた地下区間における異常時想定訓練の様子 3-55
図 3.3.1　候補路線配線案 3-58
図 3.3.2　快速列車と各停列車の停車駅、運転時分 3-63
図 3.3.3　ピーク時列車ダイヤ案（2025-29） 3-64
図 3.3.4　ピーク時列車ダイヤ案（2030-34） 3-65
図 3.4.1　階段およびエスカの幅員構成(案) 3-76
図 3.4.2　本路線に適用する構造物の構成 3-78
図 3.4.3　路線縦断の設定に影響する支障物例 3-79
図 3.4.4　TYPE1 軌道階平面図 3-81
図 3.4.5　Katipunan 駅の計画図 3-83

図 3.4.6　弾性まくらぎ直結軌道 3-85
図 3.4.7　他形式のバラストレス軌道 3-85
図 3.5.1　車両基地候補地位置図 3-87
図 3.5.2　Option１ 車両基地配置概要図 3-88
図 3.5.3　Option2 車両基地配置概要図 3-89
図 3.5.4　Option3 車両基地配置概要図 3-89
図 3.5.5　車両基地入出庫線延長比較図 3-90
図 3.5.6　検修庫外観および内部状況 3-92
図 3.5.7　自動洗浄機、手動洗浄線 3-92
図 3.5.8　在姿車輪旋盤装置 3-93
図 3.5.9　気噴線建屋および庫内の圧縮空気ノズル 3-93
図 3.5.10　車体用クレーン設備 3-94
図 3.5.11　台車枠磁気探傷装置・輪重測定装置 3-94
図 3.5.12　車軸超音波探傷装置 3-95
図 3.5.13　入換機 3-95
図 3.5.14　保守用車両および車庫 3-99
図 3.5.15　入出庫線高架案車両基地全体図 3-100
図 3.5.16　入出庫線地下案車両基地全体図 3-100
図 3.5.17　入出庫線地下案（高速道路支障回避）車両基地全体図（最終形状） 3-101
図 3.5.18　車両基地北側拡大図 3-101
図 3.5.19　車両基地南側拡大図 3-101
図 3.6.1　電力供給システムの概要 3-106
図 3.6.2　集中受電方式の概要 3-107
図 3.6.3　個別受電方式の概要 3-107
図 3.6.4　列車位置とその負荷電流 3-110
図 3.6.5　トロリー線付Ｔ型断面き電線方式鋼体架線 3-114
図 3.6.6　導電レール方式鋼体架線 3-115
図 3.6.7　ループ方式の例 3-116
図 3.6.8　ループ並列方式の例 3-117
図 3.6.9　並列方式の例 3-117
図 3.6.10　帰線電流による電触 3-119
図 3.6.11　自動帰線電流装置及び２極断路器による漏れ電流削減 3-120
図 3.6.12　排流装置の概要 3-121
図 3.7.1　駅配線 3-122
図 3.7.2　各駅の進路 3-125
図 3.7.3　有絶縁軌道回路の構成 3-126
図 3.7.4　車上列車位置検知構成図 3-127
図 3.7.5　固定閉そく式 3-128
図 3.7.6　移動閉そく式 3-128
図 3.7.7　ETCS の構成 3-130

図 3.7.8　CBTC の構成 3-131
図 3.7.9　Automatic Train Control (ATC) hierarchy 3-134
図 3.7.10　システムが異なる場合の相互乗入れイメージ 3-135
図 3.7.11　信号システム構成図 3-139
図 3.7.12　運行管理システム構成図 3-140
図 3.7.13　通信システム構成図 3-147
図 3.9.1　研修センターのレイアウト 3-151
図 3.11.1　スケジュール 3-155
図 4.1.1　連壁施工時の作業ヤード幅 4-2
図 4.1.2　開削工法の施工順序図 4-8
図 4.1.3　施工ヤードおよび切り廻し道路の切り替えイメージ図 4-11
図 4.1.4　非開削工法のイメージ（シールド工法、NATM 工法） 4-13
図 4.1.5　シールドトンネルの掘削計画 4-14
図 4.1.6　泥土式と泥水式機械の例 4-15
図 4.1.7　泥水式シールド地下設備配置例 4-17
図 4.1.8　泥水式シールド地上設備配置例 4-17
図 4.1.9　RRR 工法の施工手順 4-21
図 4.2.1　路線計画図 4-23
図 4.3.1　事業実施スケジュール 4-37
図 5.1.1　プロジェクトオーナー(規制機関)、プロジェクトマネジメントオフィス(PMO)、
運営維持（O&M）事業体の体制 5-2
図 5.1.2　ナレッジハブとしての MMSP 5-2
図 5.1.3　MMSP PMO の体制 5-3
図 5.2.1　O&M 事業体の組織構造 5-4
図 6.1.1　TOD イメージ 6-1
図 6.1.2　TOD コンセプトデザインの作業フロー 6-2
図 6.1.3　TOD 概念図 6-3
図 6.1.4　都市鉄道沿線の TOD コンセプト 6-3
図 6.1.5　駅周辺地区の TOD コンセプト 6-4
図 6.1.6　TOD の範囲 6-4
図 6.1.7　駅前広場のイメージ 6-6
図 6.1.8　パークアンドライドのイメージ 6-7
図 6.1.9　土地区画整理事業のしくみ 6-9
図 6.1.10　市街地再開発事業のしくみ 6-10
図 6.1.11　東京都市圏の都市鉄道ネットワーク図 6-10
図 6.2.1　ロードマップ調査で提案された都市鉄道(左)・道路(右)ネットワーク 6-11
図 6.2.2　MMSP フェーズ 1 区間沿線の現況土地利用図 6-13
図 6.2.3　MMSP フェーズ 1 区間沿線の将来ゾーニング計画図 6-14
図 6.2.4　沿線クラスター 6-17
図 6.2.5　ケソン北クラスター周辺の現況図 6-18

図 6.2.6　ケソントライアングルクラスター周辺の現況図..... 6-20
図 6.2.7　カティプナンクラスター周辺の現況図..... 6-21
図 6.2.8　オルティガスクラスター周辺の現況図..... 6-22
図 6.2.9　BGC クラスター周辺の現況図..... 6-23
図 6.2.10　タギグクラスター周辺の現況図..... 6-24
図 6.3.1　MMSP 沿線の主要 TOD 提案位置図..... 6-26
図 6.3.2　MMSP で提案する TOD 事業と ODA 事業範囲..... 6-27
図 6.3.3　ミンダナオアベニュー駅 周辺現況..... 6-29
図 6.3.4　ミンダナオアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-29
図 6.3.5　タンダンソラ駅周辺現況..... 6-30
図 6.3.6　タンダンソラ駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-30
図 6.3.7　ノースアベニュー駅 周辺現況..... 6-31
図 6.3.8　ノースアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-31
図 6.3.9　ケソンアベニュー駅周辺現況..... 6-32
図 6.3.10　ケソンアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-32
図 6.3.11　イーストアベニュー駅周辺現況..... 6-33
図 6.3.12　イーストアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-34
図 6.3.13　アノナス駅周辺現況..... 6-35
図 6.3.14　アノナス駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-35
図 6.3.15　カティプナン駅周辺現況..... 6-36
図 6.3.16　カティプナン駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-36
図 6.3.17　オルティガス北駅周辺現況..... 6-37
図 6.3.18　オルティガス北駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-37
図 6.3.19　オルティガス南駅周辺現況..... 6-38
図 6.3.20　オルティガス南駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-38
図 6.3.21　カラヤンアベニュー駅 周辺現況..... 6-39
図 6.3.22　カラヤンアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-39
図 6.3.23　ボニファシオグローバルシティ駅周辺現況..... 6-40
図 6.3.24　ボニファシオグローバルシティ駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-41
図 6.3.25　BGC 駅のマルチモーダルターミナル整備基本コンセプト..... 6-42
図 6.3.26　カエタノブールバール駅周辺現況..... 6-43
図 6.3.27　カエタノブールバール駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-43
図 6.3.28　FTI 駅周辺現況..... 6-44
図 6.3.29　FTI 駅の TOD プロジェクト(案)..... 6-44
図 6.4.1　ノースアベニュー駅・ケソンアベニュー駅周辺の現況写真..... 6-45
図 6.4.2　ノースアベニュー駅 - ケソンアベニュー駅　TOD コンセプト図..... 6-46
図 6.4.3　アノナス駅周辺の現況写真..... 6-48
図 6.4.4　ケソン市ディストリクト 3 ゾーニング図..... 6-49
図 6.4.5　アノナス駅周辺 TOD コンセプト図..... 6-49
図 6.4.6　A-A’ 断面イメージ図..... 6-50

図 6.4.7　B 地点イメージ図（歩行者専用道路、商業・住宅開発）..... 6-50
図 6.4.8　オルティガス北駅・オルティガス南駅周辺の現況写真..... 6-52
図 6.4.9　パシグ市ゾーニング計画図 6-52
図 6.4.10　オルティガス北駅 - オルティガス南駅周辺 TOD コンセプト図..... 6-53
図 6.4.11　オルティガス北駅(MMSP) - オルティガス駅(MRT3)　断面イメージ図..... 6-54
図 6.4.12　オルティガス北駅地下道・地下街イメージ図..... 6-54
図 6.4.13　オルティガス駅（MRT3）接続ペデストリアンデッキイメージ図..... 6-55
図 6.4.14　カエタノブールバール駅周辺の現況写真..... 6-57
図 6.4.15　タギグ市ゾーニング計画図 6-58
図 6.4.16　カエタノブールバール駅周辺の BCDA 用地図..... 6-58
図 6.4.17　カエタノブールバール駅周辺 TOD コンセプト図..... 6-59
図 6.4.18　TOD コンセプトの段階的整備図 6-59
図 6.4.19　TOD コンセプト鳥瞰イメージ図 6-60
図 6.4.20　駅前広場・フィーダーサービスのイメージ図..... 6-61
図 6.5.1 エキナカ事業の概要（東京メトロ表参道駅）..... 6-63
図 6.5.2　東京メトロの非鉄道事業に関する組織図..... 6-64
図 6.5.3　東京メトロのエキナカ事業モデル..... 6-64
図 6.5.4　作業ヤード・シールド基地用地を活用した駅ビル建設提案位置..... 6-76
図 6.6.1　MMSP 事業対象とする TOD 施設のイメージ..... 6-77
図 6.6.2　TOD 推進に向けた対応..... 6-81
図 6.6.3　官民共有土地における複合交通施設整備..... 6-83
図 6.6.4　TOD ブレイクアウトグループの業務内容（案）..... 6-90
図 7.1.1　フィリピンの気候分布 7-2
図 7.1.2　Valenzuela デポ候補地..... 7-4
図 7.1.3　Mindanao Avenue の中央分離帯..... 7-5
図 7.1.4　AFP Medical Center 7-5
図 7.1.5　Diego Silang C-5 Service Road 沿いの緑地 7-6
図 7.1.6　ガソリンスタンド脇に存在する Narra および Manila Palm 7-6
図 7.1.7　Valenzuela デポ候補地内で確認された絶滅危惧植物種 7-8
図 7.1.8　2010-2015 年の人口動態：沿線の市..... 7-9
図 7.1.9　経済成長率の推移：1980 年- 2014 年..... 7-9
図 7.1.10　Valenzueala 市（デポ予定地）土地利用状況 7-10
図 7.1.11　土地利用状況：Quezon 市..... 7-10
図 7.1.12　土地利用状況：Pasig 市..... 7-11
図 7.1.13　土地理状況：Makati 市..... 7-11
図 7.1.14　土地理状況：Taguig 市..... 7-12
図 7.1.15　フィリピン国のセクターおよび大気汚染物質別の排出状況..... 7-13
図 7.1.16　大気、水質、騒音および振動の調査地点..... 7-14
図 7.1.17　環境天然資源省の組織図 7-25
図 7.1.18　PEISS のフローチャート..... 7-28

図 7.1.19　各オプションの土地利用状況 7-33
図 7.1.20　デポ候補地 7-35
図 7.1.21　地下鉄走行に伴う個体伝搬音のイメージ..... 7-43
図 7.1.22　モニタリング体制 7-63
図 8.1.1　PDCA サイクルとモニタリング・事業評価 8-2
図 9.1.1　Taipei Metro 利用者数の推移 9-3
図 9.1.2　TRTC の収益及び利益の推移 9-3
図 9.1.3　DORTS の土地開発状況 9-4
図 9.1.4　バンコク MRT の運営方式（左：ブルーライン、右：パープルライン） 9-5
図 9.1.5　ブルーラインの一日当たり輸送人員の推移..... 9-6
図 9.1.6　ブルーラインの収益推移 9-6
図 9.1.7　BEM の収入構造（2016 年度） 9-7
図 9.1.8　スカイトレインの路線図と各線延長..... 9-8
図 9.1.9　スカイトレインの一日あたり輸送実績の推移..... 9-8
図 9.1.10　BTSGIF のストラクチャー 9-9
図 9.1.11　BTS の収益推移 9-9
図 9.1.12　DOTr の MRT3 運営体制 9-10
図 9.1.13　Financial Performance - MRT3（MRTC） 9-12
図 9.1.14　計画路線図 9-14
図 9.1.15　南線の想定路線図 9-15
図 9.3.1　公社方式の事業スキーム例 9-19
図 9.3.2　O&M コンセッション方式（アベイラビリティ・ペイメント方式）の事業スキーム例 9-19
図 9.3.3　O&M コンセッション方式（独立採算制）の事業スキーム例 9-19
図 9.3.4　東京地下鉄株式会社の営業利益の推移..... 9-20
図 9.3.5　香港 MTR の事業別収入（2016 年） 9-21
図 9.3.6　一般的なインフラプロジェクトにおけるリスク移転..... 9-21
図 10.2.1　都市交通システム事業における資金調達イメージ例..... 10-5

表一覧

表 2.1.1　ステアリングコミッティーとインターエージェンシーワーキンググループの開催（線形決定まで） 2-2
表 2.1.2　スコア集計結果 2-4
表 2.2.1　将来交通プロジェクト 2-6
表 2.2.2　運賃設定（Php） 2-8
表 2.2.3　支払い意志額による運賃比較 2-8
表 2.2.4　MRT3 の輸送力の増強計画 2-9
表 2.2.5　ゾーン数 2-9
表 2.2.6　PCU と平均乗車人員の設定 2-10
表 2.2.7　MRT3 の需要 2-12
表 2.2.8　渋滞緩和効果 2-12
表 2.2.9　経済コストの算定 2-13
表 2.2.10　MMSP の需要 2-14
表 2.2.11　渋滞緩和効果 2-14
表 2.2.12　日当たり駅別乗降人員 2-15
表 2.2.13　ピーク時駅別乗降人員 2-17
表 2.2.14　オフピーク時駅別乗降人員 2-19
表 2.4.1　メトロ首都圏中心部に占める駅勢圏面積割合 2-22
表 2.4.2　沿線の CBD 接続状況 2-23
表 2.4.3　他の鉄道と接続する交通結節駅 2-24
表 2.4.4　沿線土地利用の現況・将来ゾーニング計画 2-25
表 2.5.1　環境社会配慮に係るルート線形代替案の比較検討結果 2-26
表 2.7.1　2000 年～2012 年のメトロマニラ近郊の主要洪水と流域平均雨量 2-31
表 2.7.2　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2013 年） 2-31
表 2.7.3　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2014 年） 2-32
表 2.7.4　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2015 年） 2-33
表 2.7.5　2000 年～2015 年のメトロマニラ近郊の主要洪水 2-34
表 2.7.6　2000 年～2015 年のメトロマニラ近郊の主要洪水 2-35
表 2.7.7　ティーセン分割面積 2-35
表 2.8.1　2009 年台風オンドイ発生時の事業対象範囲の外水・内水の影響 2-39
表 2.8.2　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　氾濫解析結果 2-47
表 2.8.3　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　氾濫解析結果 2-47
表 2.8.4　PAGASA 提供-確率別浸水図 2-52
表 2.8.5　PAGASA 提供-確率別浸水図 2-52
表 2.8.6　PAGASA 提供-確率別浸水図 2-52
表 2.9.1　事業対象路線（候補地の駅付近）の揺れの評価 2-56
表 2.9.2　事業対象路線と地震発生時の駅候補地の液状化の影響 2-59
表 3.1.1　設計条件 3-2

表 3.1.2　本線分岐配置位置一覧表 3-4
表 3.2.1　既存車両の仕様および車両納入メーカ..... 3-39
表 3.2.2　車両計画策定の前提条件 3-41
表 3.2.3　日本の混雑率と平均乗車人員の関係..... 3-44
表 3.2.4　メトロマニラ地下鉄　標準旅客定員..... 3-45
表 3.2.5　メトロマニラ地下鉄車両諸元 3-46
表 3.3.1　地下鉄における快速列車運転の例..... 3-57
表 3.3.2　候補路線概要 3-58
表 3.3.3　需要予測結果 3-59
表 3.3.4　MUCEP における時間帯別鉄道利用者数 3-59
表 3.3.5　列車定員 3-60
表 3.3.6　快速列車停車駅 3-60
表 3.3.7　快速列車の需要予測結果(2025) 3-61
表 3.3.8　ピーク時列車運転本数 3-61
表 3.3.9　終日運転本数案 3-62
表 3.3.10　列車運転時分(2025) 3-62
表 3.3.11　一行程に要する時分(2025) 3-64
表 3.3.12　必要編成数 3-66
表 3.3.13　車両調達計画 3-66
表 3.3.14　推定列車走行キロ 3-66
表 3.4.1　駅部の構造形式比較表 3-68
表 3.4.2　駅間の構造形式比較表 3-69
表 3.4.3　トンネル構造の選定結果 3-70
表 3.4.4　ホーム形式の選定 3-70
表 3.4.5　各種検討から導かれた結果一覧 3-72
表 3.4.6　ホーム幅員の一般論 3-72
表 3.4.7　本路線の１日あたりの乗降者数推計..... 3-73
表 3.4.8　東京メトロ単独路線駅の１日あたりの乗降者数..... 3-73
表 3.4.9　地下鉄建設ハンドブックから算出される必要ホーム幅..... 3-74
表 3.4.10　群集密度とサービスレベル 3-75
表 3.4.11　階段幅員簡略式から算定されるホーム幅員..... 3-76
表 3.4.12　シールドトンネルの構成選定 3-77
表 3.4.13　各駅の条件一覧 3-80
表 3.4.14　駅タイプ一覧表（その 1） 3-81
表 3.4.15　駅タイプ一覧表（その 2） 3-82
表 3.4.16　バラスト軌道とバラストレス軌道の比較..... 3-84
表 3.5.1　必要列車編成数 3-86
表 3.5.2　設定施設規模一覧表 3-87
表 3.5.3　車両基地候補地選定比較表 3-90
表 3.5.4　要求される車両基地の線路施設 3-96

表 3.5.5　検査種別及び周期 3-97
表 3.5.6　Phase1 時必要施設規模算定表 3-97
表 3.5.7　Phase2 時必要施設規模算定表 3-98
表 3.5.8　最終 DEPOT 設定結果一覧 3-102
表 3.5.9　検査修繕用機材リスト 3-103
表 3.6.1　フィリピンにおける既設電気鉄道システムの比較 3-105
表 3.6.2　消費電力量算出のための仮定条件 3-108
表 3.6.3　必要電力量 3-109
表 3.6.4　IEC における標準電圧と最大電圧と最低電圧 3-109
表 3.6.5　必要変電所容量 3-111
表 3.6.6　フィリピンの電力の現状 3-111
表 3.6.7　地域別電源建設設備容量 3-111
表 3.6.8　シンプルカテナリーシステムの概要 3-113
表 3.6.9　フィーダメッセンジャーシステムの概要 3-113
表 3.6.10　架空剛体架線システムの概要 3-114
表 3.6.11　監視制御項目の例 3-118
表 3.7.1　CBTC と ETCS Level 2 の比較表 3-133
表 3.7.2　既存都市鉄道との比較 3-134
表 3.7.3　アジア地域での CBTC 3-135
表 3.7.4　同種と異種システムの乗入についての比較表 3-136
表 3.7.5　NSCR と MMSP の条件比較表 3-136
表 3.8.1　各国の研修所の状況 3-148
表 3.9.1　設備一覧 3-152
表 3.9.2　主な設備の用途 3-153
表 4.1.1　各駅の比較 4-2
表 4.1.2　土留工法の比較 4-3
表 4.1.3　掘削工法の比較 4-4
表 4.1.4　シールドトンネルの構成選定 4-13
表 4.1.5　泥土式と泥水式の特徴比較 4-16
表 4.1.6　シールド基地の場所選定結果 4-18
表 4.1.7　擁壁の構造形式の比較 4-20
表 4.2.1　各地下駅建物のレイアウト 4-24
表 4.2.2　地下駅施設 4-24
表 4.2.3　現地/海外調達比率の設定 4-26
表 4.2.4　事業パッケージ分け 4-27
表 4.2.5　事業費積算 4-29
表 4.2.6　事業費積算 4-30
表 4.2.7　CW-1 における本邦調達比率 4-31
表 4.2.8　CW-2 における本邦調達比率 4-31
表 4.2.9　CW-3 における本邦調達比率 4-32

表 4.2.10　CW-4 における本邦調達比率 4-32
表 4.2.11　CW-5 における本邦調達比率 4-33
表 4.2.12　CW-6 における本邦調達比率 4-33
表 4.2.13　CW-7 における本邦調達比率 4-34
表 4.2.14　CW-8 における本邦調達比率 4-34
表 4.2.15　CW-9 における本邦調達比率 4-35
表 5.2.1　主要部門の一般的な機能 5-5
表 5.3.1　O&M 事業体の要員計画 5-6
表 6.1.1　TOD 事業リスト 6-5
表 6.1.2　日本の鉄道会社の非鉄道事業の占有率 6-10
表 6.2.1　沿線の都市・交通開発計画及びプロジェクト 6-15
表 6.3.1　各駅の TOD ニーズ・TOD 計画用地・TOD 提案の一覧 6-28
表 6.5.1　駐車場の需要と供給台数 6-74
表 6.5.2　作業ヤード・シールド基地用地を活用した駅ビルの収益部分延床面積 6-75
表 6.6.1　MMSP 事業対象となる TOD 施設と建設費一覧 6-78
表 6.6.2　TOD 実現に向けた役割分担 6-82
表 7.1.1　マニラ首都圏の気象データ（1981-2010） 7-3
表 7.1.2　調査対象地域の人口 7-8
表 7.1.3　大気分析結果 7-15
表 7.1.4　河川水の水質分析結果 7-18
表 7.1.5　地下水の水質分析結果 7-19
表 7.1.6　騒音測定結果 7-21
表 7.1.7　振動測定結果 7-23
表 7.1.8　環境社会配慮に係る主な政策および法規 7-24
表 7.1.9　環境影響評価システムにおけるプロジェクトの分類 7-25
表 7.1.10　プロジェクト別の報告書の種類、担当機関および審査期間 7-27
表 7.1.11　フィリピン国と JICA ガイドラインの比較及び相違点を埋めるための方針 7-29
表 7.1.12　フィリピン国のおよび WHO の大気質に係る環境基準 7-30
表 7.1.13　淡水の水質基準 7-31
表 7.1.14　DENR 最大許容騒音レベル 7-32
表 7.1.15　デポ建設候補地の比較検討結果 7-34
表 7.1.16　Mindanao Avenue – Quirino Highway 駅の構造の比較検討結果 7-35
表 7.1.17　スコーピング結果 7-36
表 7.1.18　予測及び評価の基本方針 7-39
表 7.1.19　建設工事に伴う騒音レベルの予測結果 7-43
表 7.1.20　建設工事に伴う振動ベルの予測結果 7-45
表 7.1.21　計画路線の車両走行に伴う振動ベルの予測結果 7-46
表 7.1.22　地下鉄建設により発生する CO2 の排出量 7-48
表 7.1.23　地下鉄導入による CO2 の削減量 7-49
表 7.1.24　スコーピングおよび調査結果 7-50

表 7.1.25　緩和策と概算費用 7-57
表 7.1.26　モニタリング計画 7-64
表 7.1.27　モニタリングフォーム（案） 7-66
表 7.1.28　Information, Education and Communication 協議の概要 7-67
表 7.1.29　Public Scoping 協議の概要 7-70
表 7.1.30　Public Scoping 協議における質疑の概要 7-73
表 7.2.1　駅ごとの用地取得・住民移転の必要性 7-75
表 7.2.2　フィリピンの用地取得及び非自発的住民移転に係る法令等 7-77
表 7.2.3　ＪICA ガイドライン/世銀セーフガードポリシーとフィリピン法制度との比較 7-78
表 7.2.4　第 1 回住民協議会日程/ センサス調査開始日 7-84
表 7.2.5　MMPS によって影響を受ける LGU とバランガイ 7-85
表 7.2.6　駅別の移転対象の建物数と調査回答者数 7-86
表 7.2.7　MMSP の PAPs のタイプ 7-87
表 7.2.8　エンタイトルメント・マトリクス案 7-89
表 7.2.9　想定される苦情処理委員会の構成 7-92
表 7.2.10　MMSP 住民移転実施スケジュール 7-97
表 7.2.11　モニタリングの実施時期と頻度 7-100
表 7.2.12　第 1 回住民協議会概要 7-100
表 7.2.13　バランガイ・レベルのフォローアップ説明会の概要 7-101
表 7.2.14　第 2 回住民協議会の概要 7-101
表 8.1.1　鉄道に関する指標 8-3
表 8.1.2　運用効果指標算出結果一覧表 8-7
表 8.2.1　フィリピンの単位走行経費（2017） 8-9
表 8.2.2　乗客の時間価値(2017) 8-9
表 8.2.3　想定 CO2 削減量 と効果 8-9
表 8.2.4　本プロジェクト対象エリア内の主な病院 8-10
表 8.2.5　想定健康便益（呼吸系医療費削減額） 8-11
表 8.2.6　工事期間中の交通渋滞による経済損失 8-11
表 8.2.7　経済評価の結果 8-12
表 8.2.8　経済評価の感度分析 8-13
表 8.2.9　運賃設定（Php） 8-13
表 8.2.10　MMSP 運賃収入 8-14
表 8.2.11　キャッシュフロー 8-16
表 9.1.1　各国地下鉄・鉄道事業手法の分析の視点、収集事例一覧 9-1
表 9.1.2　バンコク MRT 運営手法の概要 9-5
表 9.1.3　MRT3 保守契約の変遷 9-11
表 9.2.1　フィリピンにおける PPP 形態 9-17
表 9.2.2　フィリピンにおける PPP 事業のステータス 9-17
表 9.3.1　比較対象とする運営手法および特徴 9-18
表 9.3.2　O&M 実施段階における運営方式間の比較 9-22

表 9.3.3　その他（関連事業の実施）における運営方式間の比較..... 9-22
表 9.3.4　各想定ビジネスモデルの財務的観点の特徴..... 9-23
表 10.1.1　事業期間全般にわたって生じるリスク..... 10-2
表 10.1.2　計画段階で生じるリスク 10-3
表 10.1.3　建設段階で生じるリスク 10-3
表 10.1.4　運営段階で生じるリスク 10-4
表 10.1.5　事業譲渡段階で生じるリスク 10-4
表 10.2.1　JICA 円借款 STEP スキーム（融資） 10-6
表 10.2.2　ADB 融資スキーム（融資） 10-6
表 10.2.3　JICA 海外投融資スキーム（出資・融資） 10-7
表 10.2.4　JBIC 投融資スキーム（融資） 10-7
表 10.2.5　JOIN 出資スキーム（出資） 10-8
表 10.2.6　IFC 投融資スキーム（出資・融資） 10-8
表 10.2.7　市中銀行スキーム（融資） 10-9
表 10.2.8　比較対象となる資金調達方法の主な条件..... 10-10
表 10.2.9　資金調達方式検討におけるインフラ別資金調達設定..... 10-10
表 10.2.10　STEP の元利返済額合計とその他の資金調達の元利返済額合計との差額 10-11
表 10.3.1　運営事業体の財務分析検討のための主な条件..... 10-12
表 10.3.2　損益計算書結果概要 10-13
表 10.3.3　ケース別採算性比較表（2025 年度-2060 年度） 10-13
表 10.3.4　貸借対照表結果概要 10-14
表 10.3.5　キャッシュフロー計算表結果概要..... 10-15

略語表

略称	正式名称（英）
AC	Alternating Current
ADB	Asian Development Bank
AFC System	Automatic Fare Collection System
ATC	Automatic Train Control
ATO	Automatic Train Operation
ATP	Automatic Train Protection
ATS	Automatic Train Stop
AW	Added Weight
BC	Beginning of Curve
BCC	Beginning of Circular Curve
BCDA	Bases Conversion and Development Authority
BGC	Bonifacio Global City
BP	Beginning Point
BTC	Beginning of Transition Curve
BPO	Business Process Outsourcing
BRT	Bus Rapid Transit
CALA	Cavite Laguna
CAPEX	Capital Expenditures
CBD	Central Business District
CBTC	Communication Based Train Control
CBR	Cost Benefit Ratio
CCTV	Closed Circuit Television
CLUP	Comprehensive Land Use Plan
CTC	Centralized Traffic Control
DC	Direct Current
DENR	Department of Environment and Natural Resources
DOF	Department of Finance
DOTr	Department of Transportation
DPWH	Department of Public Works and Highways
E&M	Electrical and Mechanical
EC	End of Curve
ECC	Environmental Compliance Certificate
EOCC	End of Circular Curve
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return

略称	正式名称（英）
EP	End Point
ER	Electric Room
ETC	End of Transition Curve
FAR	Floor Area Ratio
FBDC	Fort Bonifacio Development Corporation
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FRP	Fiber Reinforced Plastics
FS	Feasibility Study
FTI	Food Terminal Incorporated
GAA	General Appropriations Act
GCR	Greater Capital Region
GDP	Gross Domestic Product
GL	Ground Elevation
GOP	Government of Philippines
GRDP	Gross Regional Domestic Product
IEE	Initial Environmental Examination
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
IM	Induction Motor
IP	Intersection Point
IRAR	Implementing Rules and Regulations
IRR	Internal Rate of Return
ITS	Integrated Transport System
JBIC	Japan Bank For International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JOIN	Japan Overseas Infrastructure Investment Corporation for Transport and Urban Development
JPY	Japanese Yen
JV	Joint Venture
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LGU	Local Government Unit
LRT	Light Rail Transit
MC	Motorcycle
MERALCO	Manila Electric Railroad and Light Company
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority
MMSP	Manila Metropolitan Subway Project

略称	正式名称（英）
MMTC	Metro Manila Transit Cooperation
MMUTIS	Metro Manila Urban Transportation Integration Study
MRT	Metro Rail Transit
MUCEP	Project for Capacity Development on Transportation Planning and Database Management in the republic of the Philippines
MVA	Mega Volt Ampere
MW	Mega Watt
NAIA	Ninoy Aquino International Airport
NCR	National Capital Region
NEDA	National Economic Development Authority
NLEX	North Luzon Expressway
NLRC	North Luzon Railways Corporation
NPV	Net Present Value
NSCR	North-South Commuter Railway
O&M	Operation & Maintenance
OCC	Operation Control Center
OCS	Overhead Catenary System
OD	Origin-Destination
ODA	Official Development Assistance
OFC	Optical Fiber Cable
OPEX	Operating Expenditure
ORC	Overhead Rigid Conductor Rail System
PA	Public Address
PAP	Project Affected Person
PC	Personal Computer
PDP	Philippines Development Plan
PhP, PHP, Pesos	Philippine Pesos
PMO	Project Management Office
PNR	Philippine National Railways
PPHPD	Passengers Per Hour Per Direction
PPP	Public Private Partnership
P&R	Park & Ride
PSO	Percentage Site Occupancy
PUJ	Public Utility Jeepney
R	Radius of Curve
RA	Republic Act
RAP	Resettlement Action Plan

略称	正式名称（英）
R&D	Research & Development
ROW	Right-of-Way
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
TASC	Train Auto Stop Control
TOD	Transit Oriented Development
TSS	Traction Substation
TTC	Travel Time Cost
TX	Tsukuba Express
UG	Underground
UR	Urban Renaissance Agency
VAT	Value Added Tax
VOC	Vehicle Operation Costs
VOT	Value of Time
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency

Appendix リスト

Appendix 1	Inter Agency Working Group (1) Preparatory Survey (F/S) for Mega Manila Subway Project (Stage 1)
Appendix 2	Inter Agency Working Group 1 Minutes of Meeting
Appendix 3	Inter Agency Working Group (2) - Discussion on Route Option -
Appendix 4	Inter Agency Working Group 2 Minutes of Meeting
Appendix 5	Inter Agency Working Group (3) Feasibility Study for Mega Manila Subway Project
Appendix 6	Inter Agency Working Group 3 Minutes of Meeting
Appendix 7	Inter Agency Working Group (4) Preparatory Study for Metro Manila Subway Project
Appendix 8	Inter Agency Working Group 4 Minutes of Meeting
Appendix 9	Steering Committee (1) - Discussion on Route Options -
Appendix 10	Steering Committee 1 Minutes of Meeting
Appendix 11	Steering Committee (2) - Discussion on the alignment -
Appendix 12	Steering Committee 2: Minutes of Meeting
Appendix 13	Steering Committee (3) - Discussion on the alignment -
Appendix 14	Steering Committee 3 Minutes of Meeting
Appendix 15	Steering Committee (4) - Discussion on the alignment -
Appendix 16	Steering Committee 4 Minutes of Meeting
Appendix 17	Feasibility Study for Mega Manila Subway Project Fifth Steering Committee
Appendix 18	Steering Committee 5 Minutes of Meeting
Appendix 19	Feasibility Study for Mega Manila Subway Project Sixth Steering Committee
Appendix 20	Steering Committee 6 Minutes of Meeting
Appendix 21	Preparatory Study for Metro Manila Subway Project Seventh Steering Committee
Appendix 22	Steering Committee 7 Minutes of Meeting
Appendix 101	Mindanao_underground Case Ver3_4_1

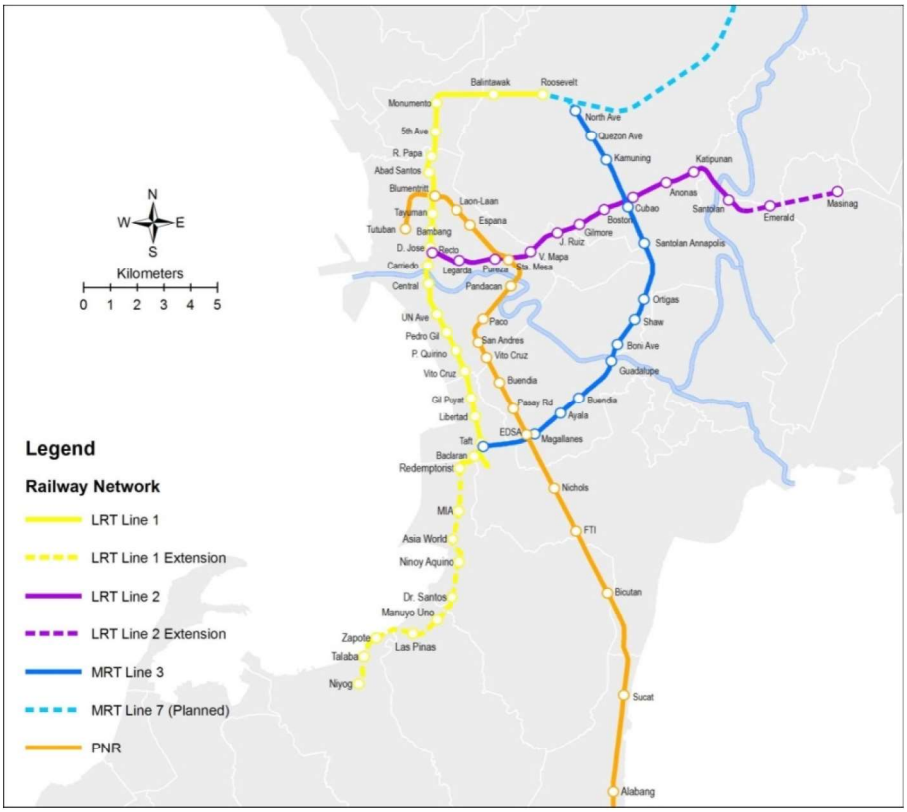
第1章　事業の必要性と背景の確認

1.1　マニラ首都圏における運輸セクターの現状と課題

1.1.1　運輸インフラの状況

大首都圏（Greater Capital Region, GCR）の既存鉄道網は、PNR とマニラ首都圏内の都市公共輸送路線からなる。マニラ首都圏内の現在運行中、また将来計画あるいは提案されている鉄道路線は、以下図 1.1.1 に示すとおりである。

- PNR のマニラ首都圏―アラバン間通勤路線、および PNR ルソン島内長距離路線
- LRT 1 号線―ルーズベルト（ケソン市）とバクララン（パサイ市）を結ぶ南北線
- LRT 2 号線―サントラン（パッシグ市）とレクト（マニラ市）を結ぶ東西線
- MRT 3 号線―ノースアベニュー（ケソン市）と EDSA（パサイ市）を結ぶ半環状南北線



出典：LRTA のウェブサイトからのデータに調査団が加工

図 1.1.1　大首都圏エリアの既存および計画鉄道路線

1.1.2　鉄道プロジェクト

✧　NSRP サウスライン（NSRP South Line）

NSRP サウスラインの目的は、ルソン島南部における既存鉄道を復興・改良することで鉄道旅客輸送サービスを向上させ、ルソン島南部地域全体の生産的な活動を促すことである。NSRP サウスラインの事業主体は DOTC と PNR で、PPP 事業として実施される。フィリピン政府の輸送計画の要となるプロジェクトとして、2015 年 2 月 16 日 NEDA によって承認された。

NSRP サウスラインプロジェクトでは、ルソン島南部の州がマニラまで直結する路線の以下の 3 つの区間において、鉄道の建設、財務、運営、維持管理が行われる。

- 通勤線：マニラ－カランバ間（56km）
- 長距離輸送線：マニラ－レガスピ間（478km）
- 長距離輸送線延伸：レガスピ市－マトノグ間（117km）およびカランバ－バタンガス市間の支線（58km）

事業スケジュールは、2017 年第 2 四半期着工、2021 年第 2 四半期に竣工する予定となっている。

✧　ノースレール（Northrail）

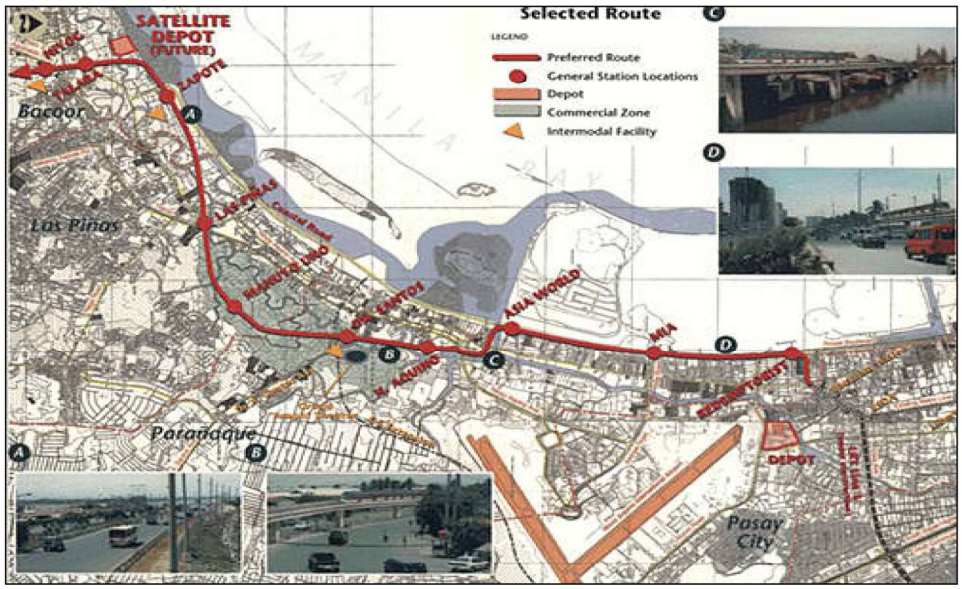
ノースレールプロジェクトは元々、マニラ首都圏から中央ルソンおよび北部ルソンに至る沿線の輸送能力拡大のために構想された。本プロジェクトの全体スコープは、本線の総距離約 470km、支線区間およそ 110km で、次の 4 段階に分けて実施される。フェーズ I はマニラ首都圏のカローカンからパンパンガ州のクラーク経済フリーポートゾーン間、フェーズ II はスービック経済フリーポートゾーンまでの支線建設、フェーズ III はカローカンからボニファシオ・グローバルシティおよび NAIA（ニノイ・アキノ国際空港）までの延伸、フェーズ IV はパンパンガからサンフェルナンド（ラウニオン）までの延伸となっている。フェーズ I はセクション I：カローカン―マロロス区間の再生／改良／新設、セクション II：マロロスからクラーク経済特別区までの延伸の 2 区間に分けられる。

フェーズ I は PNR 用地に沿って計画されている。本プロジェクトには既存の単線区間の複線化、狭軌から標準軌への改軌が含まれる。

✧　LRT1 号線の南北への延伸

LRT1 号線の南方面の延伸はカヴィテ延伸事業と呼ばれ、現在の終着駅であるバクララン駅からバコル市のニヨグ駅までを結ぶ 11.7 kmの延伸事業である。そのうち約 10.5 kmは高架構造形式、1.2 kmは地平形式で計画され、8 駅の新設と追加 2 駅の準備を含む。

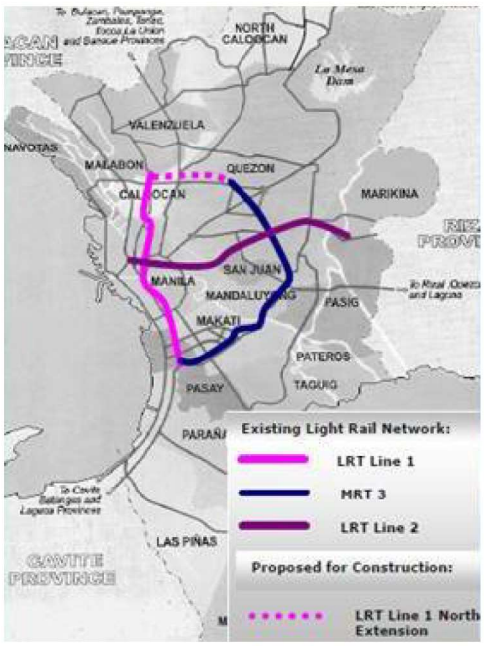
コンセッション契約はライトレールマニラコンソーシアム（LRMC）により署名され、ODA コンサルタント（CMX）への着工命令は 2015 年 1 月に発行される予定である。また現在、IC（独立コンサルタント）の入札が進行中である。



出典：DOTr

図 1.1.2　LRT1 号線カヴィテ延伸事業

LRT1 号線の北方面への延伸事業は、LRT1 号線のモニュメント駅から MRT3 号線のノースアベニュー駅まで 5.5 kmにわたる複線高架の建設事業で、現在、バリンタワク駅とルーズベルト駅は開業中、マルバル駅とコモンステーション駅が建設中である。本事業の完成により、MRT3 号線と接続され、MRT3 号線と LRT1 号線の相互直通運転が可能になる予定である。



出典：DOTr

図 1.1.3　LRT1 号線北部延伸事業

✧　LRT2 号線の東西への延伸

LRT2 号線の東方面への延伸事業は、マニラ首都圏交通総合調査（MMUTIS）で交通開発の長期マスタープランにおける優先プロジェクトの一つに位置づけられている。本プロジェクトは、現在の終点サントランから東へ約 4.2 kmを延伸し、アンティポロ市マシナグへ至るもので、エメラルド及びマシナグ駅の新設を含む。パッケージ 1 の高架構造物の建設は 2015 年 6 月に着工された。パッケージ 2 の駅建設の土木工事は入札された。円借款による車両、E&M 工事コンサルティング業務は調達手続き中である。

LRT2 号線の西方面への延伸事業は、現在の西側の終点レクト駅からレクト通り沿いに港湾地区のピア 4 まで約 3Km を延伸するもので、ツツバンにて NSCR 終点のツツバン駅との接続、また駅前開発事業がフィリピン政府事業として計画されている。2014 年 5 月に NEDA-ICC に承認された。

✧　MRT3 号線の輸送力増強

MRT3 号線の需要は既に設計ピーク輸送量の 23,000 PPHPD（一時間一方向あたりの乗客数）に達し、これを超過する状況も多くみられる。輸送力増強の目標は、推定される需要増加率 36%に対応して、32,160 PPHPD へと輸送力を増強することである。本プロジェクトには MRTC が保有している 73 台のライトレール車両（LRV）の増強も含まれており、現在の 3 両編成 3 分ヘッドの運行を、4 両編成 2 分ヘッドにする必要があるとされている。

DOTC は近日、レール交換のための約 7.3Km のレールを調達する予定である。また、2015 年 8 月より新たな維持管理業者 6 社が業務を開始し、①車両および車両基地設備、信号設備、②軌道および構造物、③駅建物および設備、④配電設備および架線、⑤通信設備、⑥改札機の更新を予定している。また、中国製新型車両 48 両を導入予定で、プロトタイプは 2015 年 8 月に搬入され、11 月から 12 月の試験運転と承認を経て、2016 年 1 月より順次納入される予定である。



出典：DOTr プレスリリース（2015 年 9 月 9 日）

図 1.1.4　MRT3 号線新型車両

✧ LRT4 号線および 6 号線建設事業[1]

2015 年 9 月 4 日、NEDA は LRT4 号線および 6 号線の PPP 事業を承認した。

LRT4 号線はリザール州タイタイ市の SM シティからオルティガス市のオルティガス/EDSA 交差点へ至る 11.3Km、事業費 429 億ペソ（91.4 億ドル）のプロジェクトである。予定ルートはタイタイ Diversion 通りとオルティガス通りを通り、MRT3 号線との乗換駅となる EDSA、メラルコ・アベニュー、パッシグ、ボニファシオアベニュー、L ウッドロード、SM タイタイの 6 駅を含む。

LRT4 号線は、大幅な人口増が見込まれているタイタイ地区の地域交通の改善と、マニラ都市圏へのアクセス向上への寄与が期待されている。

LRT6 号線はカヴィテ延伸事業の終点であるバコル市のニヨグ駅からダスマリニャス市へ至る 19Km、事業費 651 億ペソ（145 億ドル）のプロジェクトである。予定ルートはエミリオ・アギナルドハイウェイを通り、ニヨグ、ティロナ、イムス、ダアングハリ、サリトラン、コングレッショナルアベニュー、ガバナーズドライブの 7 駅を含む。

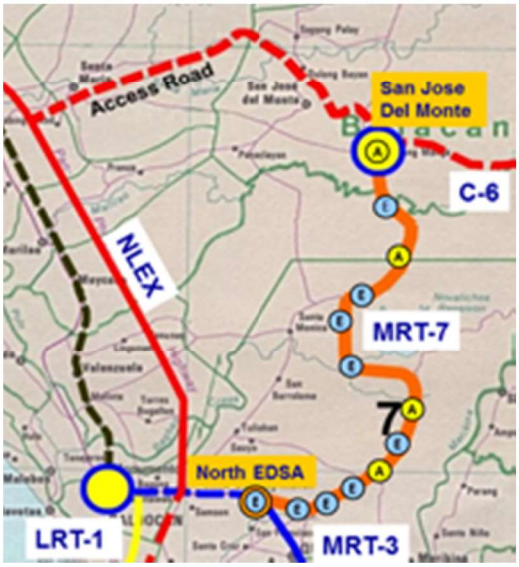
LRT6 号線は、輸送力の大きなマストランジットシステムの導入により、旅客移動の利便性向上とカヴィテ地区の道路交通の削減、さらには当該回廊沿線の経済発展の促進への寄与が期待されている。

✧ MRT7 号線建設事業

MRT7 号線建設事業は 22.8 kmの複線鉄道を建設するもので、ケソン市北部とカローカン地区の 200 万人の通勤輸送サービスを提供することが期待されている。路線はケソン市の EDSA の端にあるノースアヴェニュー駅から、コモンウェルス通り、リガラド通り、クイリノ高速道路を通過して、インターモーダル輸送ターミナルであるブラカン州のサンホセデルモンテ市を結ぶ。当事業は 2013 年 9 月に NEDA によって承認され、14 駅の新設、第三軌条方式の電力供給システムおよび信号設備の建設を含んでいる。

本事業は当初、丸紅と D.M. Consunji Inc.のコンソーシアムが 10 億ドルの建設請負契約を 2012 年 5 月に調印していたが、2014 年 9 月の事業費の見直しに伴い、契約を取り消した。そののち、Universal LRT Corporation (ULC) が 2014 年 10 月にフィリピン政府からプロジェクトの事業権を取得した。ULC の最大株主である San Miguel によると、本事業の着工は 2016 年中頃を目指しているとのことである。

[1] *"LRT Line 4, Line 6 set for roll-out" PPP Center, September 7, 2015*



出典：DOTr

図 1.1.5　MRT7 号線路線図

✧　統合輸送システム（Integrated Transport System）

統合輸送システム（Integrated Transport System: ITS）が目指しているのは、マニラ首都圏の主要道路、特に EDSA 通りの交通量を減少し、交通状況を改善することで道路交通の効率を最大化することである。そのために、混雑している回廊の外郭に複合ターミナルを設け、マニラ首都圏への長距離バスの流入を避けることで実現可能と構想されている。

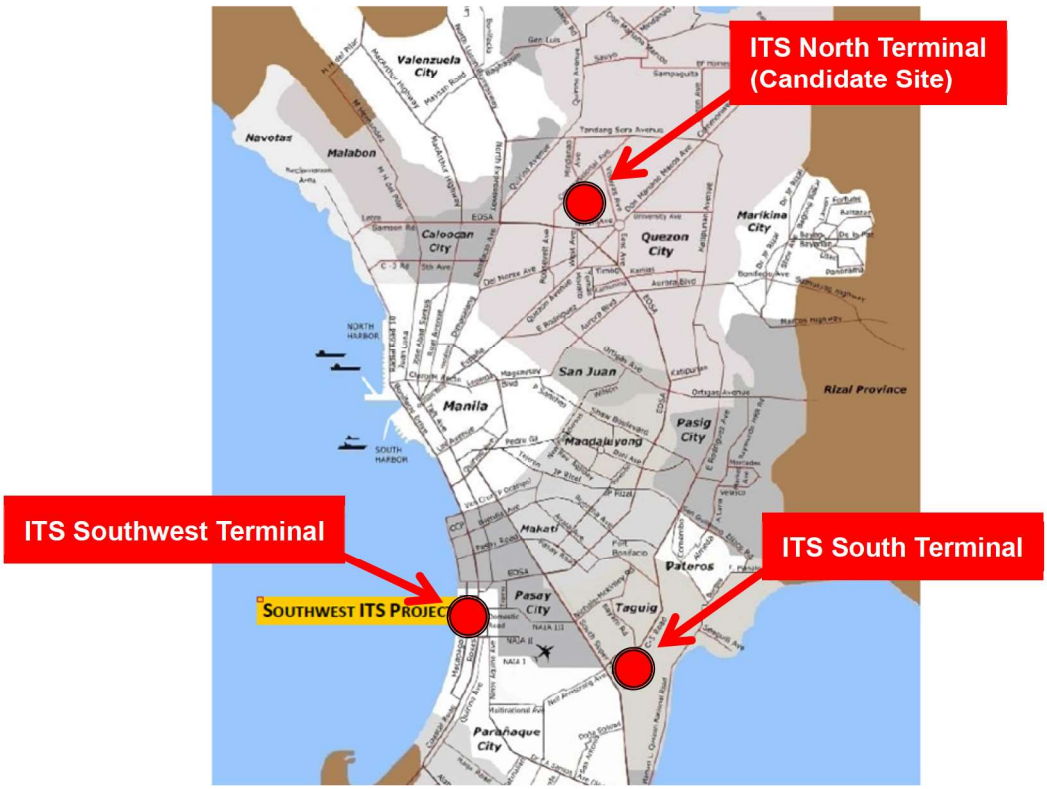
本構想においては、地方からの乗客が他の都市交通システム（鉄道や市バス、タクシー、公共車両（PUV））へ乗り換えるための、大量複合輸送ターミナルをマニラ首都圏郊外に以下 3 箇所に設置することとしている。

(1) 北 ITS ターミナルは EDSA 北部に設置し、北ルソン方面の乗客を対象とする。建設候補地は以下 3 箇所である。
- LRT1 号線バリンタワック駅周辺
- バレンズエラ市内食料局（National Food Authority）所有地
- サムソンロード、フィリピン国鉄車両基地

(2) 南 ITS ターミナルはラグナ～バタンガス方面からの乗客に利するものである。現在詳細設計中であり、建設は 2017 年 9 月に着工、18 か月後に開業予定である。

(3) 南西 ITS ターミナルはカヴィテ方面からの乗客に利するものである。現在建設中であり、2018 年 4 月に開業予定である。

このうち南 ITS ターミナルは、5.5 ヘクタール、40 億ペソの建設と運営に係る 35 年間のコンセッション契約を Ayala Land Inc. が 2015 年 8 月に落札した。南西 ITS ターミナルは Megawide Corp. と WM Property Management Inc. のコンソーシアムが 2015 年 1 月に 32 億ペソで落札し、2017 年 6 月に完成予定とされている。北 ITS ターミナルは DOTr が候補地取得の調整段階にある。



出典：DOTr 資料に調査団加筆

図 1.1.6　ITS ターミナル位置図

1.2　事業実施の必要性

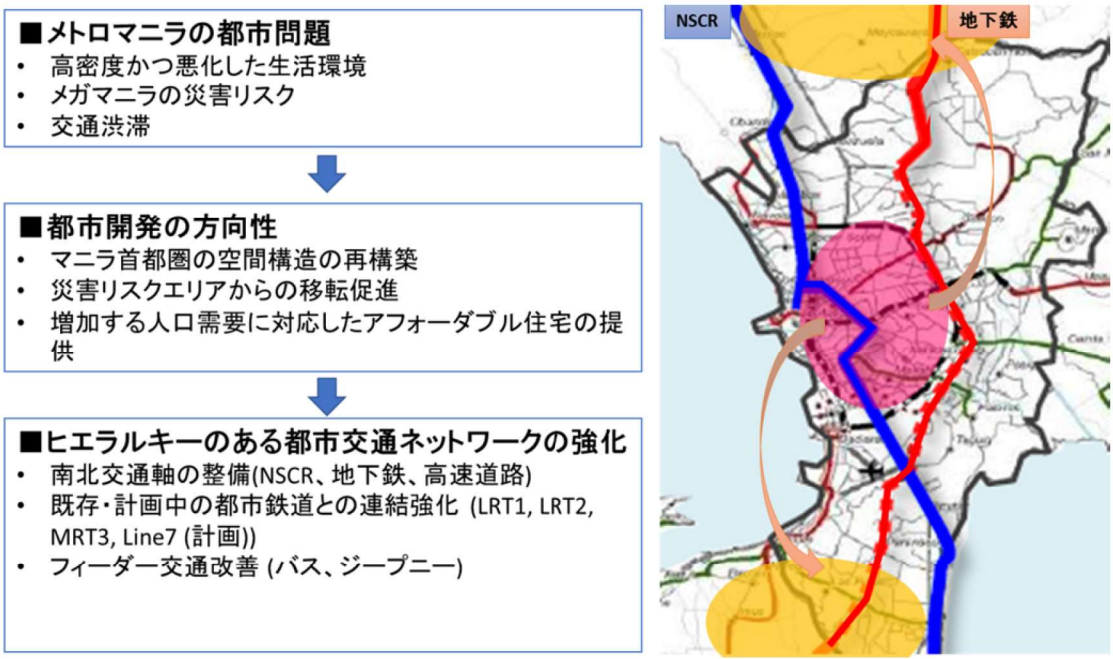
1.2.1　地域・都市開発における MMSP の意義と役割

「マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ策定支援調査」(2013 年、JICA)において、2030 年までに理想的な交通ネットワークを構築することを目的として、マニラ大首都圏 (GCR (Greater Capital Region): マニラ首都圏(NCR)、リージョン 3、リージョン 4A を含む)の持続的開発を目的として、2 本の南北線が提案されている。その一つがマニラ首都圏地下鉄事業であり、その路線は北部のサンホセデルモンテからマニラ首都圏を通じて、南部のダスマリニャスと想定されている。

マニラ首都圏においては、深刻化する交通渋滞の解消、都市内の再開発/再活性化、アフォーダブル住宅、災害リスクエリアの改善が課題とされている。高速道路と鉄道からなる南北交通コリドーによって相互に連結された都市郊外クラスター開発 (北部ブラカン州、南部ラグナ州) によって、マニラ首都圏の低密度化と市街地の持続的な拡大を推進することを提言している。交通渋滞が深刻化する原因のひとつは、交通需要が年々増大しているためである。上述のロードマップでは、何も対策がなされない場合の 2030 年の状況を示している。全ての道路の交通容量が飽和状態になる共に、マニラ首都圏の経済、社会、環境面に多大な負の影響をもたらし、成長拠点及び生活拠点としての機能を妨げるとされ、平面道路や高速道路の整備を始め、路線間の連結や駅へのアクセス改善を含む都市/郊外鉄道の整備、交通管理を推進することを提言している。計画されたマストランジットネットワークのうち、マロロス (ブラカン州) -トゥトゥバン (マニラ市) 間の通勤線鉄道は整備に向けた詳細設計の検討が進行中である。

(1)　都市交通ネットワークへの影響

計画されている都市鉄道ネットワークが完成すると、MMSP の輸送人キロは図 2.1.5 に示すように全体の 25%程度を示す。このことから、①MMSP、NSCR からなる幹線鉄道、②マニラ市中心地部の都市鉄道、③BRT とフィーダーサービスという交通サービスの役割が明確化し、公共交通利用の効率化が期待される。



出典：調査団

図 1.2.1　地域・都市開発における MMSP の意義と役割

このような MMSP を含むヒエラルキーのある都市交通ネットワークの強化による交通渋滞緩和への影響は大きい。鉄道から自家用車へのモーダルシフトを抑制する施策、及び鉄道へのモーダルシフトを推進する施策を、これら鉄道整備と同時に行うことことによって、より効果を高めることが可能であり、そのような施策の実施が望まれる。

第2章　線形オプションの比較検討

2.1　線形の決定について

2.1.1　検討の概要

「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」において 3 つの線形オプションが提案されている。すなわち EDSA ルート、グリーンヒルズルート、マンダルヨンルートである。これらのオプションは、ノースアベニュー駅とオルティガス北駅の区間における代替案として提示されている。本調査において調査団は、提案された線形オプションについて、評価基準を検討し比較検討を実施し、フィ国政府の決定支援を行った。

なお EDSA ルートは既存の鉄道である MRT 3 号線と並行した路線が提案されている。これは「フィリピン国マニラ首都圏の持続発展に向けた運輸交通ロードマップ作成支援調査」において、提案された線形であり、「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」において、本地下鉄により MRT 3 号線の需要に影響がでることはほとんどないことが確認されたためである。本調査においてもこの点を精査する。

提案された線形オプションについての比較検討を行ったが、2016 年 5 月の大統領選挙に伴う政権交代により、EDSA ルートに東側に新たなオプションが追加された。その後、フィ国政府による協議の結果、2016 年 12 月にカティプナンルートが最適案として決定された。



出典:調査団

図 2.1.1　最終決定時 3 案

2.1.2　最適案の決定

フィ国政府による線形決定に際し、関係する省庁である運輸省（DOTr）、公共事業・道路省（DPWH）、マニラ首都圏開発庁（MMDA）、基地転換開発公社（BCDA）の高官により構成されるステアリングコミッティ（SC）が決定権を有し、線形オプションの比較検討についてSCとインターエージェンシーワーキンググループ（IAWG）の会合における複数回の議論を通じて決定された。



表2.1.1　ステアリングコミッティーとインターエージェンシーワーキンググループの開催（線形決定まで）

2016年	3月16日	IAWG（第一回）：キックオフ
	4月26日	IAWG（第二回）：線形案検討
	4月27日	SC（第一回）：線形案検討
	政権交代	
	8月12日	SC（第二回）：線形案検討
	10月12日	SC（第三回）：線形案検討
	12月16日	線形案決定（トゥガデ運輸大臣署名）
2017年	1月27日	SC（第四回）線形確認

出典：調査団

本調査の開始にあたって、調査団はフィ国政府よる最適線形案の決定を2016年の4月末と想定していた。しかし2016年5月の政権交代を受け、新たに発足した政権が決定を行うこととなった。新政権は2016年6月に発足したが、プロジェクトの検討経緯を確認し、線形オプションの再検討、再評価に時間を要した。最終的には、2017年1月27日の第4回ステアリングコミッティーにおいて最適線形案が公式に承認された。これは当初の予定より9か月間の遅れであった。

新たに発足した政権は、提示された代替案のすべてを検討した。「マニラ首都圏情報地下鉄事業情報収集・確認調査」おいて提案された線形オプション案は、下の図に示す通りである。2016年8月12日の第二回ステアリングコミッティーにおいて、フィ国政府はEDSAルートのさらに東側に新たな線形オプション案を追加するように調査団に依頼をした。これを受け調査団は追加代替案の検討を実施した。最終的には2016年10月12日に開催された第3回ステアリングコミッティーにおいて、カティプナンルートが提案された。そして、このカティプナンルートのほか、EDSAルート、グリーンヒルズルートの3案が最終に代替案として検討された。線形決定時に使用された第三回SC需要予測資料等は、巻末資料を参照のこと。

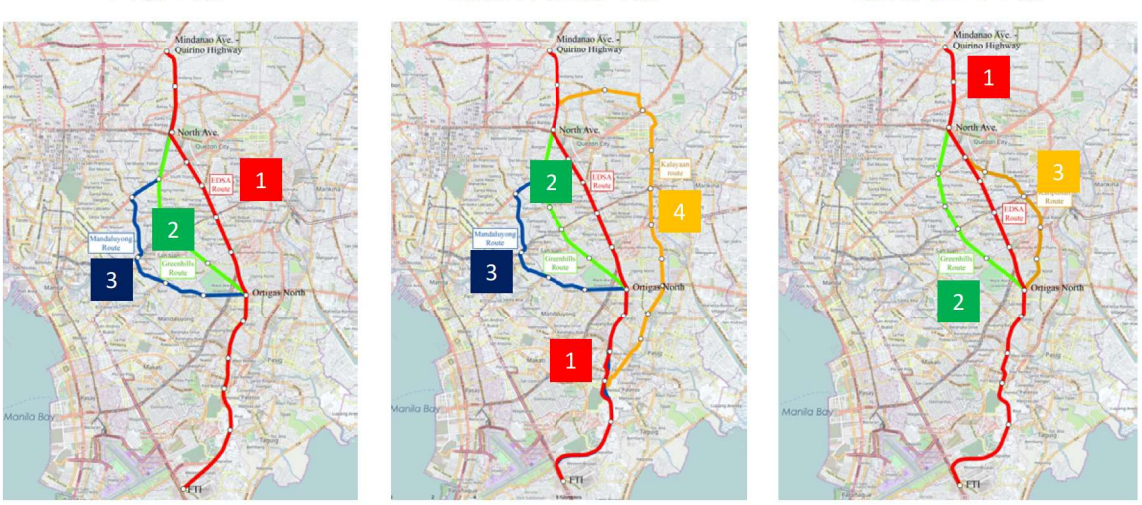


図 2.1.2　線形オプション案の検討推移

最終的に線形を決定するために運輸省は、評価基準を設定し、評価シートを作成の上、ステアリングコミッティーのメンバーへ送付した。運輸省が送付した評価シートは以下の通りである。

Agency	
Name	
Position	

Summary	
Option 1	0%
Option 2	0%
Option 3	0%

Note:
1. This is a quantitative and qualitative analysis of the options considering the criteria developed on a series of meetings.
2. Click each category for a brief description, refer to the presentation materials for more details.

Criterion		Weight		Weighted Score								
				Option 1			Option 2			Option 3		
Main Category	Sub Category	Main Category	Sub Category(X)	Evaluation ("A", "B" or "C")	Score (Y)	Weighted Score (X*Y)	Evaluation	Score	Weighted Score	Evaluation	Score	Weighted Score
Demand Forecast (total weight of sub categories should equal 50)	(1) Urban Transport Network	0			0	0		0	0		0	0
	(2) Demand of MM Subway and MRT3 (Phase 1)				0	0		0	0		0	0
	(2a) Demand of MM Subway and MRT3 (with North and South Zones)				0	0		0	0		0	0
	(3) Assessment of Road and Rail Network (Phase 1)				0	0		0	0		0	0
	(3a) Assessment of Road and Rail Network (with North and South Zones)				0	0		0	0		0	0
						0			0			0
Coverage (total weight of sub categories should equal 30)	(4) Expansion of station catchment area	0			0	0		0	0		0	0
	(5) Connectivity to CBDs				0	0		0	0		0	0
	(6) Connectivity potential with transportation network				0	0		0	0		0	0
	(7) Potential for land use conversion and urban development				0	0		0	0		0	0
						0			0			0
Social and Environmental Impacts (should equal 15)	(8) Potential Social and Environmental Impacts	0			0	0		0	0		0	0
	(9) Rough estimate of the number of resettlement				0	0		0	0		0	0
	(10) Traffic Impact during construction				0	0		0	0		0	0
	(11) Station location				0	0		0	0		0	0
						0			0			0
Cost (should equal 5)	(12) Exceptional cost	0			0	0		0	0		0	0
						0			0			0
TOTAL	Raw Total		0			0			0			0
	Percentage Total		0%			0%			0%			0%

図 2.1.3　線形決定用評価シート

貴機構フィリピン事務所の代表伊藤氏は運輸省のドゥガデ大臣より 2016 年 12 月 16 日付の文書を受領した。文章は本プロジェクトの中央ゾーンの線形案がカティプナンルートに決定されたことの通知であった。下表は、関係機関から提示された線形最終決定に係る評価シートの集計結果である。

表 2.1.2　スコア集計結果

関係機関名	スコア		
	オプション 1	オプション 2	オプション 3
運輸省	75%	65%	88%
公共事業・道路省	78%	70%	83%
マニラ首都圏開発庁	66%	50%	93%
基地転換開発公社	90%	76%	87%

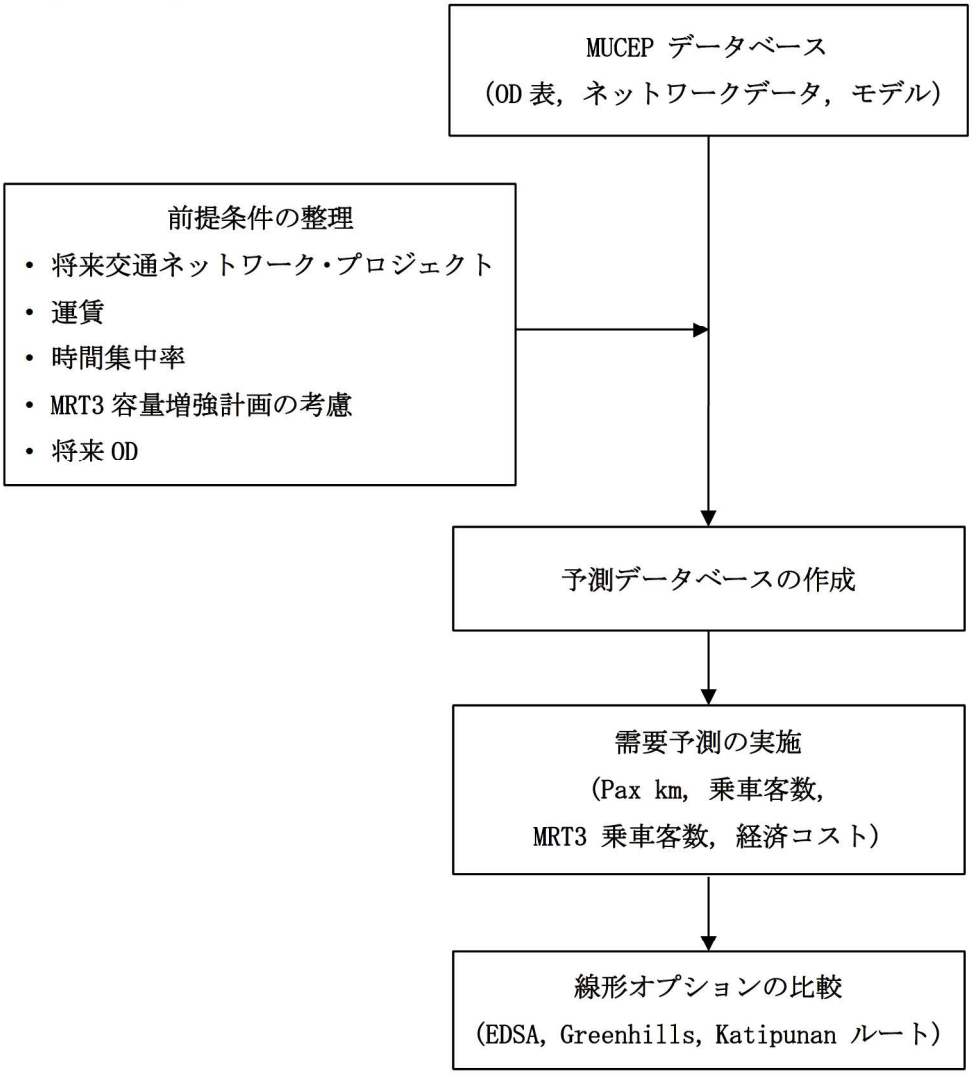
出典：調査団

2.2　需要予測・交通機関別需要分担予測

2.2.1　予測の方法

MMSP の交通需要予測は、JICA が 2015 年に実施した「フィリピン国総合交通計画管理能力向上プロジェクト」(以下 MUCEP と略)で作成された需要予測ネットワーク、OD 交通量、モデルをベースに需要予測を実施した。以下に作業フローを示す。

なお、線形オプションは Option1：EDSA ルート、Option2：Greenhills ルート、Option3：Katipunan ルートの 3 つで比較検討を行った。



出典：調査団

図 2.2.1　需要予測フロー

2.2.2　前提条件の整理

(1)　ネットワークデータ

1)　将来交通プロジェクトの整理

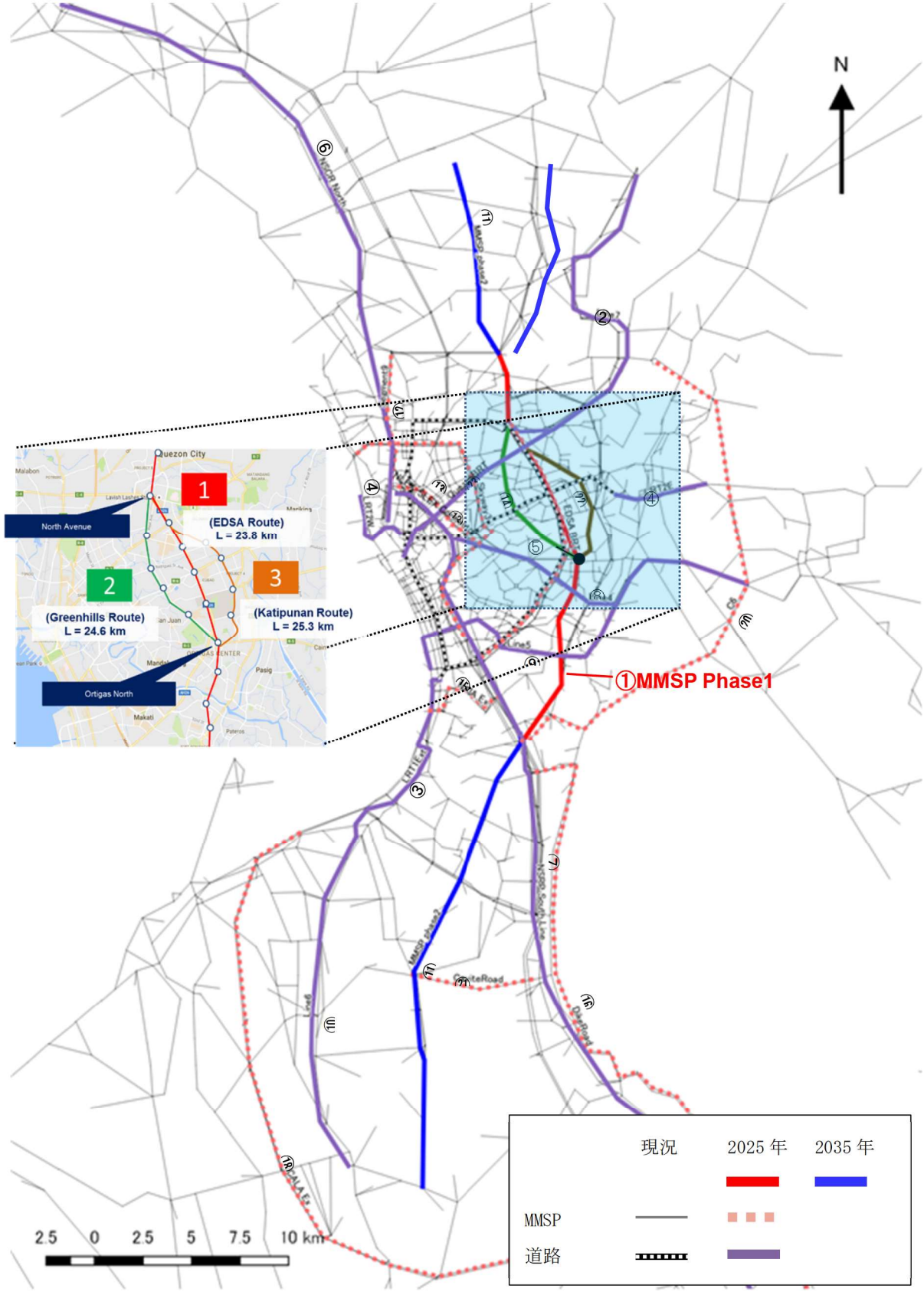
MUCEP で作成されたネットワークに基づき、補足調査、既存資料、及び DOTr の指示を反映して、各予測年次で供用するプロジェクトを反映した。以下に反映した将来交通プロジェクトを示す。

表 2.2.1　将来交通プロジェクト

年度	鉄道プロジェクト	区間
2025	① メガマニラ圏地下鉄（フェーズ 1）	クイリノハイウェイ～FTI
	② 7 号線	トライノマ～サンホセデルモンテ
	③ LRT1 号線延伸	バクララン～ニオグ
	④ LRT2 号線延伸（東側/西側）	サントラン～マシナグ、レクト～ツツバン
	⑤ MRT 3 号線　輸送能力拡充（4 両編成、110 運行間隔 110 秒ごと）	タフト～ノースアベニュー
	⑥ NSCR	マロロス～ツツバン
	⑦ NSRP（南線）	ソリス～カランバ
	⑧ 4 号線	SM タイタイ～メサ駅
	⑨ 5/5a 号線	ボニファシオグローバルシティ～マカティ
	⑩ 6 号線	ニオグ～ダスマリナス
2035	⑪ メガマニラ圏地下鉄（フェーズ 2）	サンホセデルモンテ～ダスマリナス
年度	道路プロジェクト	
2020	⑫ ノースハーバーリンク（セグメント 9、10）	
	⑬ NLEX-SLEX コネクター道路	
	⑭ スカイウェイステージ 3	
	⑮ NAIA 高速道路	
	⑯ ラグナ湾堤防高速道路	
	⑰ カランバ～ラスバノス間	
	⑱ カビテ～ラグナ高速道路	
	⑲ プラリデルバイパス	
	⑳ C6	
	㉑ カビテ道路	
年度	その他プロジェクト	
2020	㉒ EDSA BRT	ノースアベニュー～EDSA
	㉓ ケソン BRT	ケソンサークル～セントラル（シティホール）

出典：DOTr の情報をもとに調査団作成

次ページに、プロジェクトの位置図を示す。



出典：DOTr の情報をもとに調査団作成

図 2.2.2　需要予測で考慮する将来交通プロジェクト

2)　運賃設定

MUCEP データベースを基に運賃価格を設定した。このデータベースでは、「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」(JICA、2015 年)と同様に、鉄道路線の特徴が南北通勤線と類似していると考え、MMSP の運賃設定は同額とし、LRT1 号線、MRT3 号線の 2 倍と設定した。

表 2.2.2　運賃設定 (Php)

	2015	2025	2035
MMSP	22.0+2.0/km	36.6+3.2/km	56.2+4.2/km
LRT1	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
LRT2	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
MRT3	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
Line 6	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
Line 7	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
NSCR	22.0+2.0/km	36.6+3.2/km	56.2+4.2/km

出典：調査団

また、妥当な運賃設定を検討するため、支払い意志額調査[1]を実施した。ジープニー、バス、LRT/MRT 利用者の現在の平均運賃(B)、及び MMSP 整備による時間短縮効果に対して支払える運賃(E)を集計した。一方、現在の交通手段(B)から MMSP に転換したときの運賃を想定した(C: 11peso+1peso/km and D: 22peso+2peso/km(2015 年価格))。想定される平均トリップ長での運賃(C,D)と支払い意志額(E)を比較した結果、(E)の支払意志額は推計ケースで設定している 22peso+2peso/km(D)と同様のレベルであることから、妥当性のある価格と考えられる。このため、需要予測では「22peso+2peso/km」という運賃設定を適用した。

表 2.2.3　支払い意志額による運賃比較

公共交通手段	(A)	(B)	(C) [1)]	(D) [12)]	(E)
	サンプル数	現在の平均運賃 (Php)	MMSP 運賃 (11+1/km) (Php)	MMSP 運賃 (22+2/km) (Php)	支払意志額 (Php)
Jeepney	162	27.1	19.2	38.4	57.0
Bus	195	68.2	38.7	77.5	74.8
LRT/MRT	257	60.3	26.5	52.9	79.6

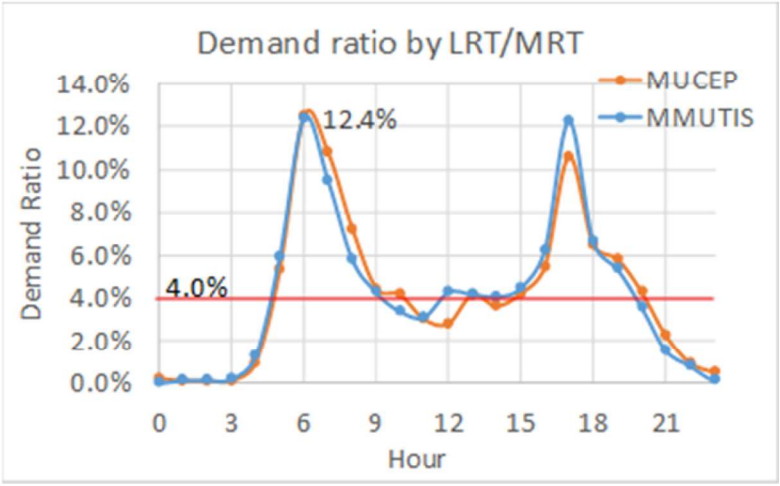
出典：調査団

3)　時間集中率の設定

配分結果を用いてピーク時交通量を算出するためには時間集中率を整理し、ピーク率を設定する必要がある。このため、MUCEP のパーソントリップ調査の結果をもとに時間集中率を算出した。その結果、ピーク率は 12.5%、オフピーク率は 4.0%となった。

---

[1] *2016 年 4/15-23 に 6 地点を対象として 1,200 サンプルのアンケート調査結果を実施した。*
[2] *MMSP 運賃は、各交通手段の平均トリップ長から推定した。*



出典：調査団

図 2.2.3　時間集中率の設定

4)　MRT3 容量増強計画の考慮

MMSP の現計画は MRT3 と平行するように計画されているが、MRT3 は近年中に追加の車両導入が計画されており、MMSP の需要に影響を与えることが想定される。このため、以下の通り輸送力増強を考慮し、需要予測を行った。

表 2.2.4　MRT3 の輸送力の増強計画

	輸送能力 PPHPD (時間/片)	運転間隔	時間当たり運行本数	1 編成両数	1 両当たり輸送力	1 編成輸送力
現　在	23,640 人	3 分	20 本	3 両	394 人 座席 74 立数 320	1,182 人
48 両調達事業	47,280 人	2 分	30 本	4 両	同上	1,576 人

出典：MRT3 の 48 両車両調達輸送増強事業計画（DOTr）をもとに調査団作成

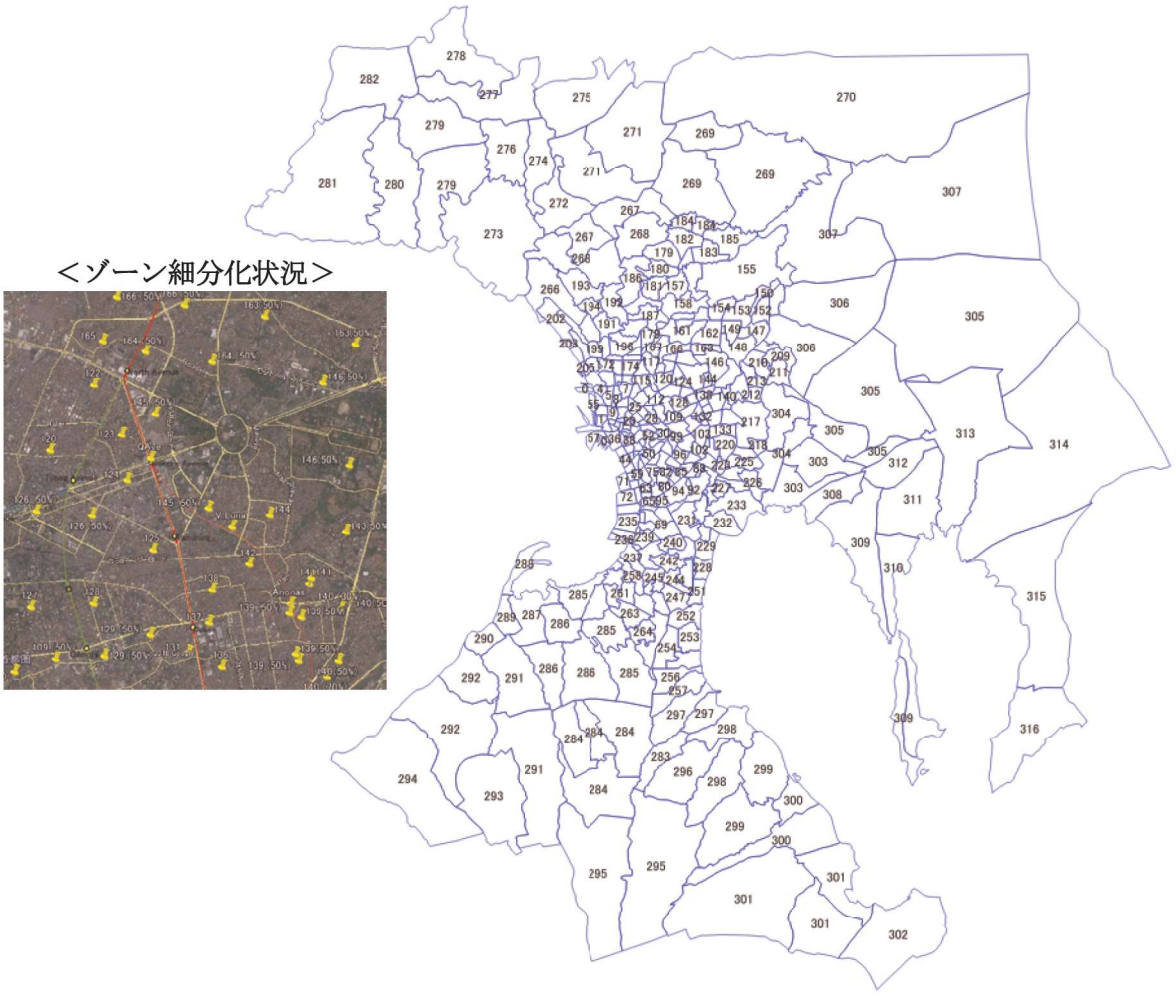
(2)　ゾーン設定

MUCEP はバランガイをベースとしたゾーニングシステムを採用しているが、MMSP の Phase1 区間は他鉄道路線が多く交わっており、利用者が複数の交通手段・路線・駅を選択できるため、ゾーンを細分化し、精緻化する必要がある。このため、本調査では、MMSP 沿線約 1km の範囲についてゾーニングのメッシュ細分化・中心点の設定を行った。その結果、ゾーン数は 414 ゾーンとなった。

表 2.2.5　ゾーン数

	NCR	Province	Outside the Study Area	Total
MUCEP	272	82	67	432
MMSP	311	97	6	414

出典：調査団



出典：調査団

図 2.2.4　本調査のゾーンシステムとゾーン細分化

(3)　配分パラメータの作成

配分パラメータは、MUCEP を参考に以下の通り設定した。以下に設定値を示す。なお、交通量配分モデルは均衡配分とした。

表 2.2.6　PCU と平均乗車人員の設定

	PCU/台	平均乗車人員（人/台）
Motor Cycle	0.3	1.2
Private Car	1	1.6
Jeepney	1.5	8.8
Bus	2.5	34.2
Truck	2.5	2.2

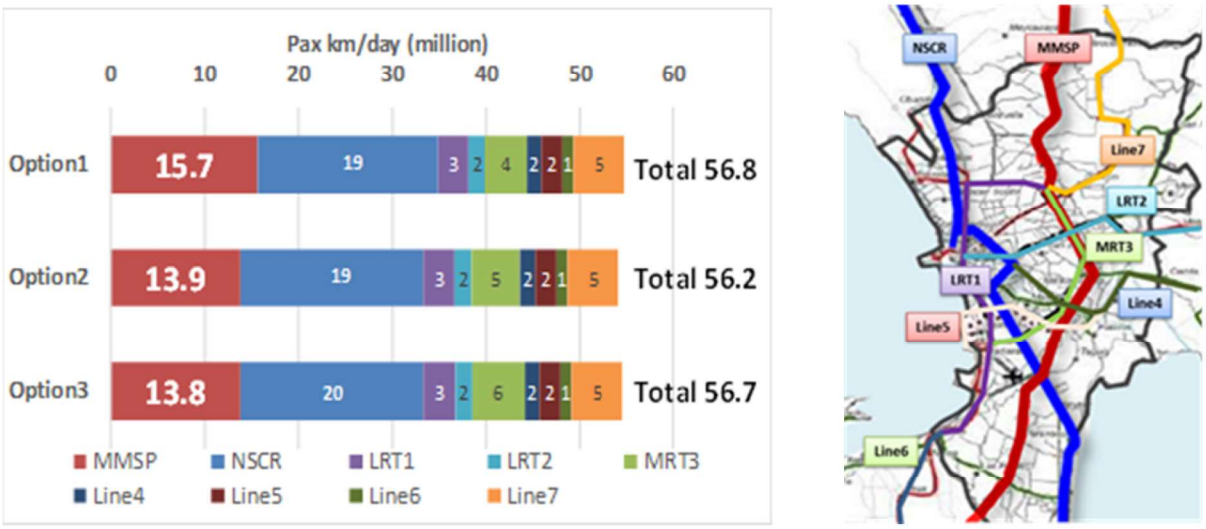
出典：調査団

2.2.3　予測結果

需要予測の結果に基づき、線形オプションを、1)都市交通ネットワークへの影響、2)MMSP 需要、3)MRT3 需要への影響、4)経済コストの視点から比較した。

(1)　都市交通ネットワークへの影響

計画されている都市鉄道ネットワークが完成すると、MMSP の輸送人キロは図 2.2.5 に示すように全体の 25%程度を示す。このことから、①MMSP、NSCR からなる幹線鉄道、②マニラ市中心地部の都市鉄道、③BRT とフィーダーサービスという交通サービスが明確化し、公共交通の利用促進が期待される。



出典：調査団

図 2.2.5　都市交通ネットワーク完成時の輸送キロ

(2)　MMSP の需要

2025 年、2035 年における MMSP の需要を以下に示す。各オプションの MMSP 乗車人数は 2025 年で約 40-50 万人/日、2035 年では約 110-120 万人/日となる見込みである。オプションで最も需要が高いのはオプション 1 となっている。

図 2.2.6　MMSP の需要

指標	2025 年(Phase1)			2035 年(Phase 1, 2)		
	Option 1	Option 2	Option 3	Option 1	Option 2	Option 3
ルート距離 (km)	22.7	23.7	23.6	59.1	60.1	60.1
乗車人数 (000 人/日)	532	405	428	1,234	1,127	1,145
PPHPD[3] (000 人/時間/方向)	19.3	14.0	15.7	28.6	27.1	26.6
輸送密度[4] (000 人/日/km) (人キロ/ルート距離)	242	165	165	265	231	230
運賃収入(百万 peso/km/日)[5]	0.70	0.54	0.67	0.50	0.46	0.46

出典：調査団

(3)　MRT3 需要

MMSP は MRT3 に平行して整備された場合、MRT3 の需要の影響が想定されるため、MRT3 の需要について整理した。結果、MRT3 の乗車人数は、MRT3 と平行区間が長いオプション 1 が最も少なくなり、2025 年で Without と比較して 66.9%、2035 年で 63.8%となる見込みである。

表 2.2.7　MRT3 の需要

MRT3 指標	2025 年 (Phase1)				2035 年 (Phase 1, 2)			
	W/O	Option 1	Option 2	Option 3	W/O	Option 1	Option 2	Option 3
PPHPD (000 人/時間/方向)	34.3	23.8	26.7	28.6	39.2	27.2	31.4	32.5
乗車人数(000 人/日)	717	480	561	589	874	558	644	651
乗車比率 (%)[6]	100.0	66.9	78.2	82.1	100.0	63.8	73.7	73.2

出典：調査団

(4)　渋滞緩和効果

メガマニラにおける各オプションの渋滞緩和率を以下に示す。MMSP 建設後では、Pax*hour が減少しているため、旅行時間の削減、Pax*km が減少しているため、迂回交通の減少が期待できる。最も緩和効果が高いのは、2025 年ではオプション 3、2035 年ではオプション 1 となった。

表 2.2.8　渋滞緩和効果

渋滞緩効果	2025 年 (Phase1)				2035 年 (Phase 1, 2)			
	W/O	Option 1	Option 2	Option 3	W/O	Option 1	Option 2	Option 3
Pax*hour 削減率(%)	100.0	99.4	99.7	99.2	100.0	96.2	96.3	97.9
Pax*km 削減率(%)	100.0	98.8	99.4	98.6	100.0	94.8	94.9	97.2

出典：調査団

---

[3] *PPHPD: Passengers per hour per direction, 方向別時間あたり乗車人数*
[4] *輸送密度 = Σ (駅間距離×乗車人数) / ルート距離*
[5] *2015 年価格による。*
[6] *乗車比率 (%) : Without ケースを 100%としたときの乗車比率*

(5)　経済コスト

メトロマニラの交通渋滞は膨大であり、経済コストを増大させているが、鉄道整備によって、メトロマニラの経済コストの減少が期待される。経済コストは自動車走行経費(Vehicle Operation Cost, VOC)、走行時間費用(Travel Time Cost, TTC)から計算され、Without ケースとの差分が大きいほど、MMSP の効果が高いことを意味する。

オプション別でみるとオプション３の経済コストが Without ケースと比較して最も差分が大きく、2025 年で 46 百万 peso/日、2035 年で 108 百万 peso/日となった。

表 2.2.9　経済コストの算定[7]

指標	2025 年 (Phase1)				2035 年 (Phase 1,2)			
	W/O	Option 1	Option 2	Option 3	W/O	Option 1	Option 2	Option 3
経済コスト (百万 peso/日)	3,512	3,490	3,470	3,466	4,171	4,064	4,071	4,063
W/O ケースとの差 (百万 peso/日)	―	22	42	46	―	107	100	108

出典：調査団

2.2.4　予測結果（オプション線形決定後）

(1)　路線選定後の精緻化

オプション線形が決定した後、駅の構造や見直しなどの検討がなされた。これを踏まえ、需要予測データのアップデートを行い、推計を実施した。

- 駅位置の見直しを反映
- 供用駅の変更（Temple drive 駅を削除）

(2)　MMSP の需要

2025 年、2035 年における MMSP の需要を以下に示す。各オプションの MMSP 乗車人数は 2025 年で 36.5 万人/日、Phase2 区間が供用する予定の 2035 年では約 100 万人/日となる見込みとなった。

[7] *2015 年価格による。*

表 2.2.10　MMSP の需要

指標	2025 年 (Phase1)	2035 年 (Phase 1,2)
ルート距離（km）	25.3	61.5
乗車人数（000 人/日）	365	973
PPHPD[8]（000 人/時間/方向）	12.6	26.6
輸送密度[9]（000 人/日/km）（人キロ/ルート距離）	140	187
運賃収入（百万 peso /日）[10]	15.5	44.3

出典：調査団

(3)　渋滞緩和効果

渋滞緩和率を以下に示す。MMSP 建設後の 2025 年では、メガマニラ全体で Pax*hour が 0.6%減少し、Pax*km が 1.1%減少、2035 年では Pax*hour が 2.7%減少し、Pax*km が 3.6%減少していることから、旅行時間短縮、迂回交通の減少が期待できる。

表 2.2.11　渋滞緩和効果

渋滞緩効果	2025 年 (Phase1)		2035 年 (Phase 1,2)	
	W/O	With	W/O	With
Pax*hour 削減率(%)	100.0	99.4	100.0	97.3
Pax*km 削減率(%)	100.0	98.9	100.0	96.4

出典：調査団

(4)　駅別乗降人員の推定

需要予測結果に基づき、日当たり、ピーク時当たり、オフピーク時当たり駅別・駅間乗降人員を算出した。以下に示す。

[8] *PPHPD: Passengers per hour per direction, 方向別時間あたり乗車人数*
[9] *輸送密度 = Σ（駅間距離×乗車人数）/ ルート距離*
[10] *経済成長率を考慮した値。*

表 2.2.12　日当たり駅別乗降人員

000pax/day		2025				2035			
No.	Comment	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound
1	Bahay Pare road					81	142	81	142
2	Mt.Sarrat Road					4	5	83	145
3	Llano Road					15	16	86	149
4	Gen. Luis					48	48	104	167
5	Tatalon					22	24	116	182
6	Qurino Highway	47	82	47	82	43	58	126	207
7	Tandang Sora	11	13	58	95	22	23	132	213
8	North Ave.	55	36	67	86	120	78	124	163
9	Quezon Ave.	29	10	74	74	59	26	120	126
10	East Ave.	10	7	77	73	23	14	126	122
11	Anonas	23	37	63	73	44	58	103	113
12	Katipunan	46	35	82	80	63	43	131	121
13	Ortigas North	25	15	93	81	37	24	151	128
14	Ortigas South	16	12	100	84	28	21	162	132
15	Kalayaan Ave.	10	12	95	80	15	13	157	126
16	Bonifacio Global city	20	25	83	73	37	35	152	120
17	Cayetano Boulevard	4	7	76	69	10	10	146	114
18	FTI	69	76	0	0	134	116	124	75
19	Dona Soledad Ave.					32	34	116	68
20	Dr. Arcadio Santos Ave.					35	35	101	54
21	Alabang-Zapote Road					35	32	80	29
22	Talon Singko					5	5	78	28
23	Molino Road					17	40	43	16
24	Daang Hari Road					4	3	41	11
25	Jose Abad Santos Ave.					8	20	39	22
26	Paliparan Road					15	20	29	17
27	Governor's Drive St.					17	29	0	0

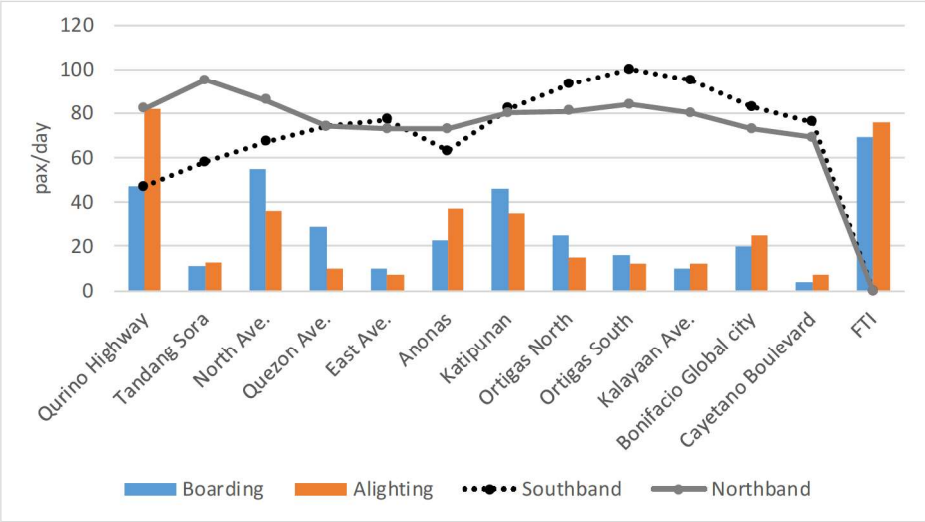


図 2.2.7　2025 年の日当たり乗降人員と駅間交通量

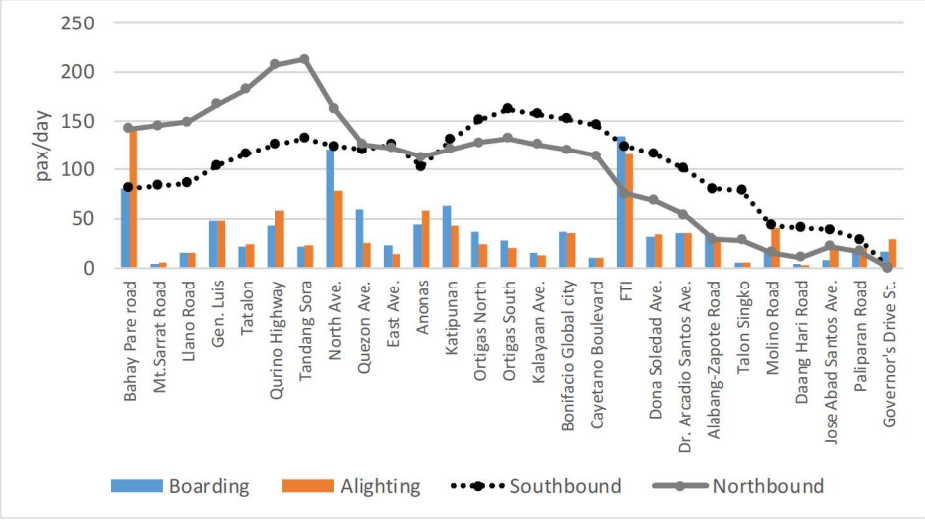


図 2.2.8　2035 年の日当たり乗降人員と駅間交通量

表 2.2.13　ピーク時駅別乗降人員

000pax/hour		2025				2035			
No.	Comment	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound
1	Bahay Pare road					10.1	17.8	10.1	17.8
2	Mt.Sarrat Road					0.5	0.6	1.1	18.1
3	Llano Road					1.9	2.0	3.9	18.6
4	Gen. Luis					6.0	6.0	12.0	20.9
5	Tatalon					2.8	3.0	5.8	22.8
6	Qurino Highway	5.9	10.3	5.9	10.3	5.4	7.3	12.6	25.9
7	Tandang Sora	1.4	1.6	7.3	11.9	2.8	2.9	5.6	26.6
8	North Ave.	6.9	4.5	8.4	10.8	15.0	9.8	24.8	20.4
9	Quezon Ave.	3.6	1.3	9.3	9.3	7.4	3.3	10.6	15.8
10	East Ave.	1.3	0.9	9.6	9.1	2.9	1.8	4.6	15.3
11	Anonas	2.9	4.6	7.9	9.1	5.5	7.3	12.8	14.1
12	Katipunan	5.8	4.4	10.3	10.0	7.9	5.4	13.3	15.1
13	Ortigas North	3.1	1.9	11.6	10.1	4.6	3.0	7.6	16.0
14	Ortigas South	2.0	1.5	12.5	10.5	3.5	2.6	6.1	16.5
15	Kalayaan Ave.	1.3	1.5	11.9	10.0	1.9	1.6	3.5	15.8
16	Bonifacio Global city	2.5	3.1	10.4	9.1	4.6	4.4	9.0	15.0
17	Cayetano Boulevard	0.5	0.9	9.5	8.6	1.3	1.3	2.5	14.3
18	FTI	8.6	9.5	0.0	0.0	16.8	14.5	31.3	9.4
19	Dona Soledad Ave.					4.0	4.3	8.3	8.5
20	Dr. Arcadio Santos Ave.					4.4	4.4	8.8	6.8
21	Alabang-Zapote Road					4.4	4.0	8.4	3.6
22	Talon Singko					0.6	0.6	1.3	3.5
23	Molino Road					2.1	5.0	7.1	2.0
24	Daang Hari Road					0.5	0.4	0.9	1.4
25	Jose Abad Santos Ave.					1.0	2.5	3.5	2.8
26	Paliparan Road					1.9	2.5	4.4	2.1
27	Governor's Drive St.					2.1	3.6	5.8	0.0

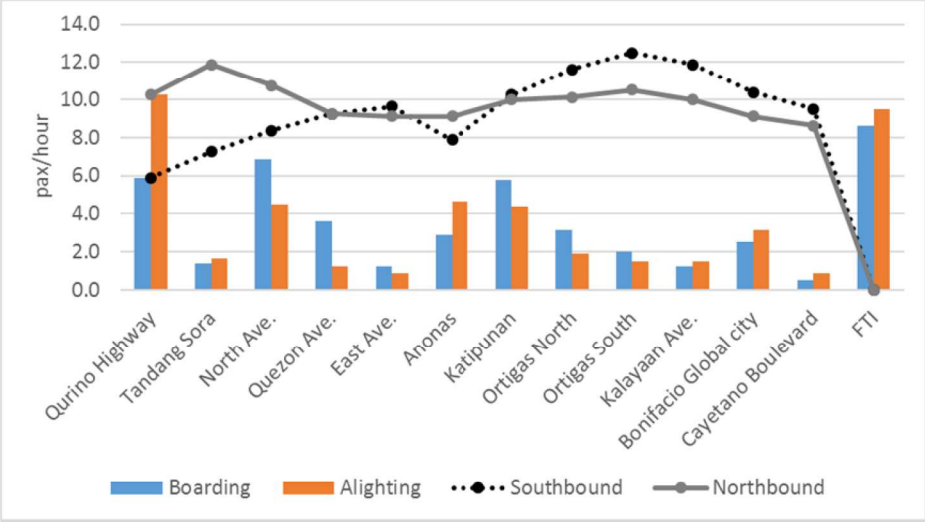


図 2.2.9　2025 年のピーク時乗降人員と駅間交通量

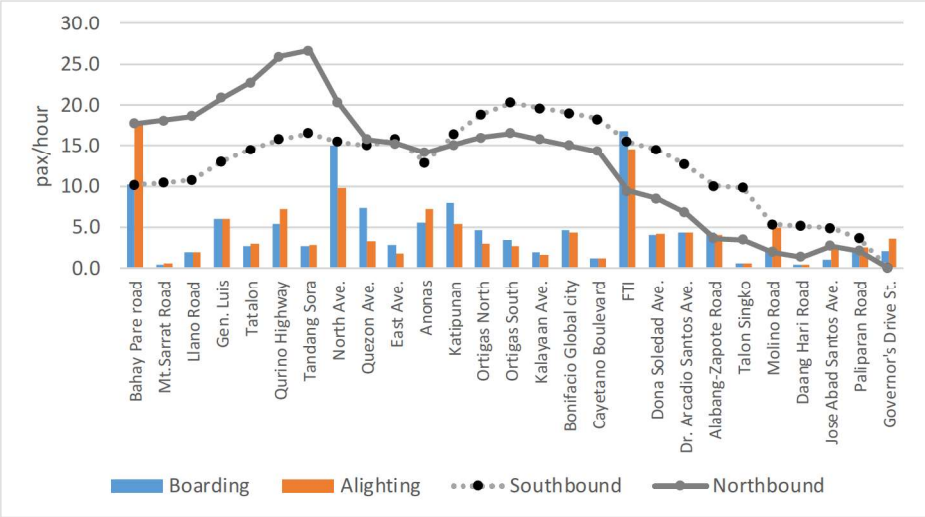


図 2.2.10　2035 年のピーク時乗降人員と駅間交通量

表 2.2.14　オフピーク時駅別乗降人員

000pax/hour		2025				2035			
No.	Comment	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound	Boarding	Alighting	Southbound	Northbound
1	Bahay Pare road					3.2	5.7	3.2	5.7
2	Mt.Sarrat Road					0.2	0.2	3.3	5.8
3	Llano Road					0.6	0.6	3.4	6.0
4	Gen. Luis					1.9	1.9	4.2	6.7
5	Tatalon					0.9	1.0	4.6	7.3
6	Qurino Highway	1.9	3.3	1.9	3.3	1.7	2.3	5.0	8.3
7	Tandang Sora	0.4	0.5	2.3	3.8	0.9	0.9	5.3	8.5
8	North Ave.	2.2	1.4	2.7	3.4	4.8	3.1	5.0	6.5
9	Quezon Ave.	1.2	0.4	3.0	3.0	2.4	1.0	4.8	5.0
10	East Ave.	0.4	0.3	3.1	2.9	0.9	0.6	5.0	4.9
11	Anonas	0.9	1.5	2.5	2.9	1.8	2.3	4.1	4.5
12	Katipunan	1.8	1.4	3.3	3.2	2.5	1.7	5.2	4.8
13	Ortigas North	1.0	0.6	3.7	3.2	1.5	1.0	6.0	5.1
14	Ortigas South	0.6	0.5	4.0	3.4	1.1	0.8	6.5	5.3
15	Kalayaan Ave.	0.4	0.5	3.8	3.2	0.6	0.5	6.3	5.0
16	Bonifacio Global city	0.8	1.0	3.3	2.9	1.5	1.4	6.1	4.8
17	Cayetano Boulevard	0.2	0.3	3.0	2.8	0.4	0.4	5.8	4.6
18	FTI	2.8	3.0	0.0	0.0	5.4	4.6	5.0	3.0
19	Dona Soledad Ave.					1.3	1.4	4.6	2.7
20	Dr. Arcadio Santos Ave.					1.4	1.4	4.0	2.2
21	Alabang-Zapote Road					1.4	1.3	3.2	1.2
22	Talon Singko					0.2	0.2	3.1	1.1
23	Molino Road					0.7	1.6	1.7	0.6
24	Daang Hari Road					0.2	0.1	1.6	0.4
25	Jose Abad Santos Ave.					0.3	0.8	1.6	0.9
26	Paliparan Road					0.6	0.8	1.2	0.7
27	Governor's Drive St.					0.7	1.2	0.0	0.0

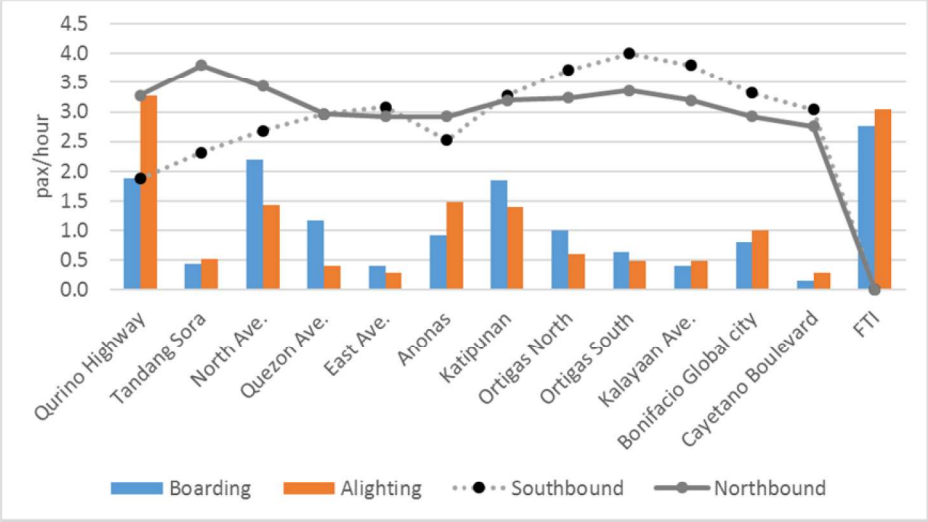


図 2.2.11　2025 年のオフピーク時乗降人員と駅間交通量

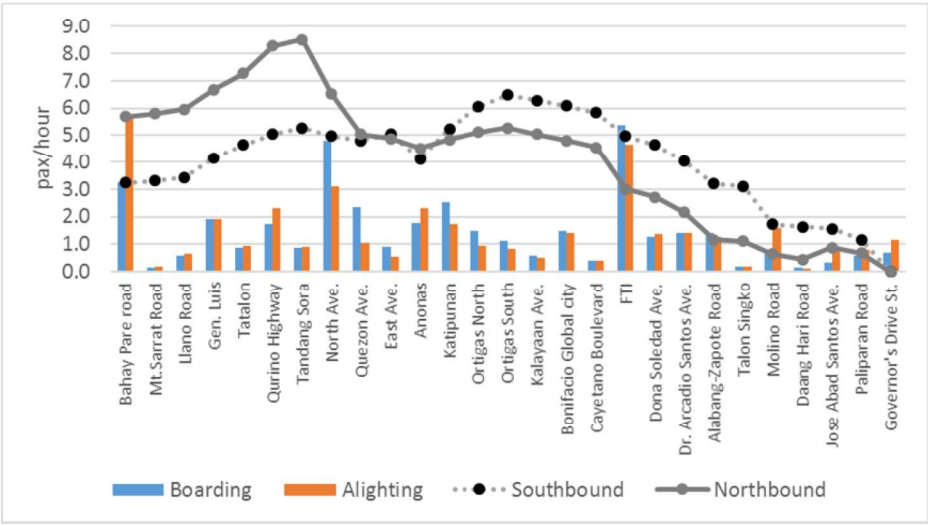


図 2.2.12　2035 年のオフピーク時乗降人員と駅間交通量

2.3　公共交通サービス圏域拡大ポテンシャル



出典：調査団

図 2.3.1　公共交通サービス拡大のイメージ

共交通サービス圏域の拡大を、次の 4 つの視点から評価した。(ｲ)駅勢圏の拡大、(ﾛ)需要を創出する CBD への接続、(ﾊ)他の公共交通機関からの乗り換え環境の改善、(ﾆ)駅周辺の都市開発・社会経済活動の促進。

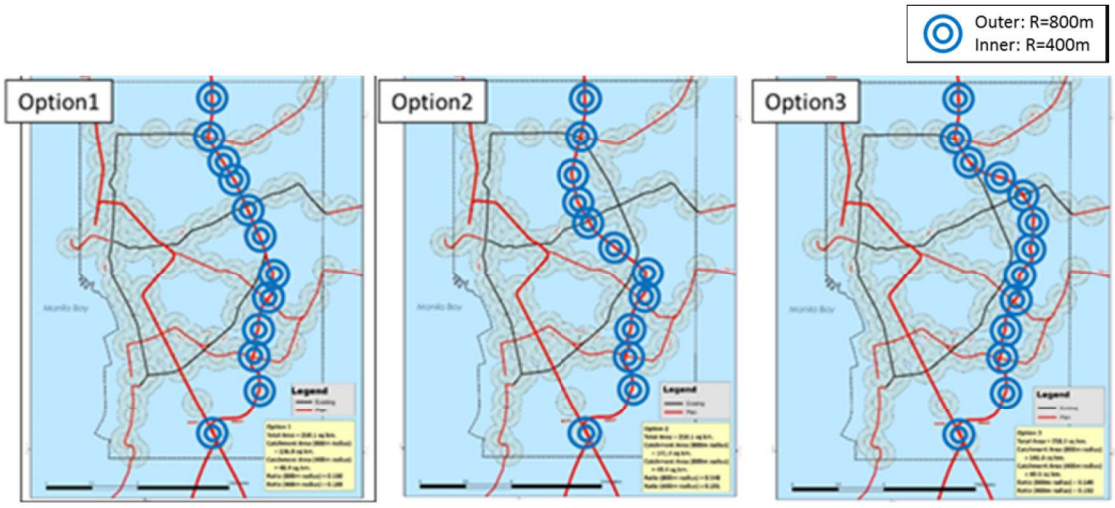
2.4　駅勢圏の拡大

鉄道ネットワークの完成により、駅勢圏が拡大する。フィリピン国のゾーニング規制(Zoning Ordinance)における TOD コンセプトによると、商業地区の駅勢圏(駅から 400m-800m)においては、地権者・開発業者により歩行者施設が整備される必要があり、また容積率ボーナスが付与される(400m 圏域内は 3 倍まで、800m 圏域内は 1.5 倍まで)。

表 2.4.1　メトロ首都圏中心部に占める駅勢圏面積割合

(%)	Option1	Option2	Option3
R=400m	18.8	19.1	19.2
R=800m	53.0	54.8	54.9

出典：調査団



出典：調査団

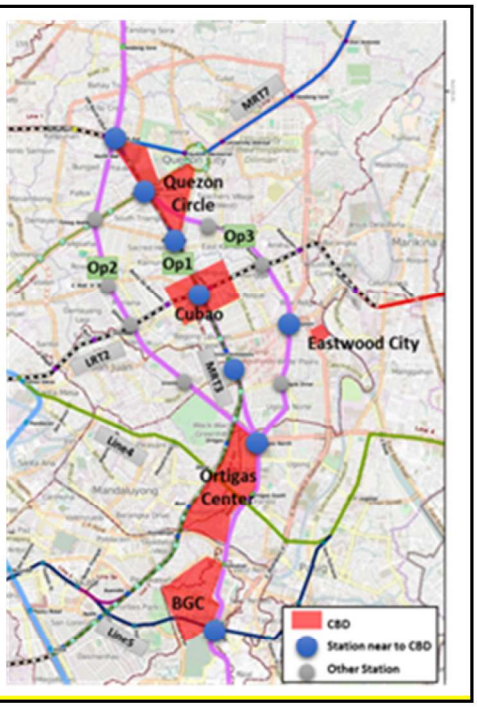
図 2.4.1　メトロ首都圏中心部におけるオプション別駅勢圏

2.4.1　需要を創出する CBD への接続

地下鉄需要を創出するためには、多くの雇用者や来街者が様々な目的で集まる中心商業業務地区(CBD)に地下鉄駅が接続することが望ましい。各路線の CBD への接続状況を、CBD 面積及び CBD に接続する駅の数で比較した。

表 2.4.2　沿線の CBD 接続状況

CBD[1]	面積 (ha)[2]	CBD に接続する駅の数		
		Op1	Op2	Op3
Quezon Circle	160	3	1	2
Cubao	150	1	—	—
Eastwood City	20	—	—	1
Ortigas Center	300	1	1	1
BGC	200	1	1	1
合計 CBD に接続する駅の数		6	3	5
合計 沿線の CBD 総面積（ha）		810	660	680



1）「フィリピン国マニラ首都圏ビジネス中心地区マストランジット建設事業準備調査」（JICA、2015 年）
2）将来土地利用を示す各市のゾーニング図より算出した。

出典：調査団

2.4.2　他の公共交通機関からの乗り換え環境の改善

鉄道利用者の乗り換え利便性を高めるために、鉄道・道路交通ネットワークの接続は不可欠である。駅での交通結節機能確保のためには、駅へのアクセス道路が存在しないこと（ミッシングリンク）は障害となる。

表 2.4.3　他の鉄道と接続する交通結節駅

駅タイプ	Option 1	Option 2	Option 3
(A) 大規模結節駅(2本の鉄道と接続)	• North Ave. (LRT1, MRT3, MRT7)		
	• Cubao (LRT2, MRT3) • Quezon Avenue (MRT3, Quezon BRT)	-	• Quezon Avenue (MRT3, Quezon BRT)
駅の数	3	1	2
(B) 結節駅(1本の鉄道と接続)	• Kamuning (MRT3) • Santolan-Anapolis (MRT3)	• Timog Ave. (Quezon BRT) • Gilmore (LRT2)	• Anonas (LRT2)
駅の数	2	2	1
(C) 一般駅(接続なし)	• Ortigas North		
	-	• Rodrigues SR. Ave. • Greenhills	• V. Luna • Katipunan • Temple Drive
駅の数	1	3	4



出典：調査団

2.4.3　駅周辺の都市開発・社会経済活動の促進

駅周辺での複合開発（商業、業務、居住、娯楽等）を推進することで、都市サービスが集約し、より効率的な経済活動が促進される。

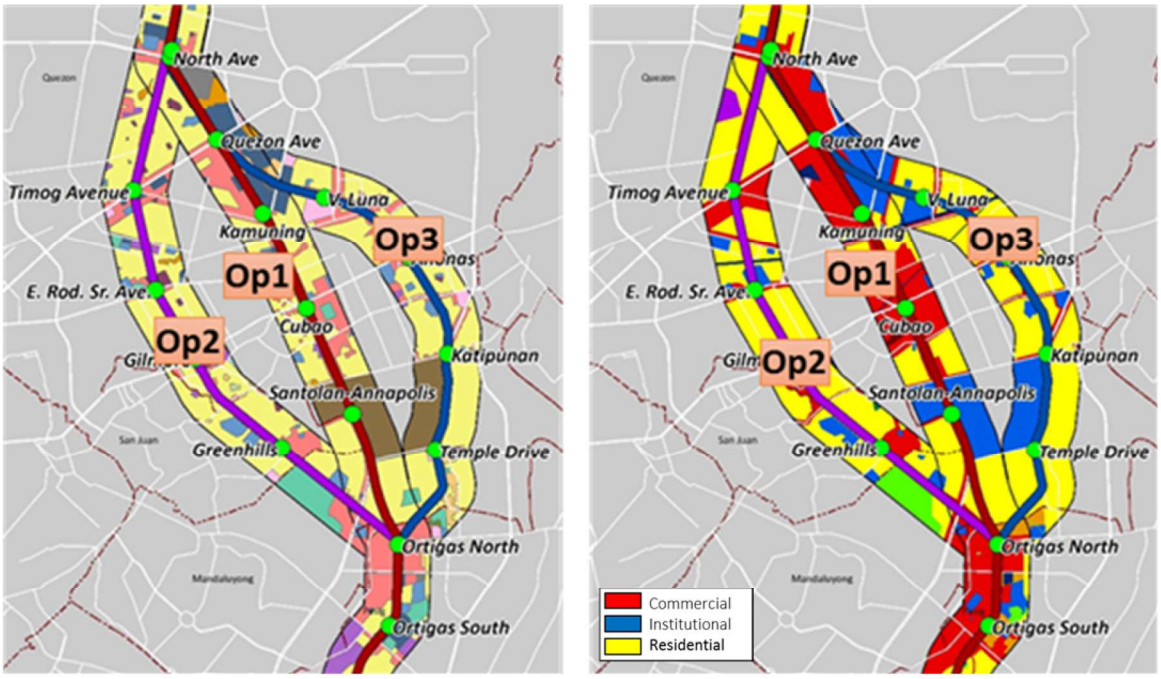
ゾーニング計画に基づく土地利用転換による都市開発可能性について精査した。商業地区においては容積率が 400-700%となっており、商業床の増加が期待される。機関系用地（政府用地、軍用地など）は施設の移転や有効活用による、都市開発可能性がある。一方で住宅地は、私有地の用地取得が困難なことから、都市開発の可能性は比較的低いと考えられる。

表 2.4.4　沿線土地利用の現況・将来ゾーニング計画

割合（%）	Option1		Option2		Option3	
	現況	計画	現況	計画	現況	計画
商業地区	27	46	22	31	22	26
機関系地区	21	18	6	6	21	18
住宅地区	39	32	57	55	45	52
その他	13	4	15	8	12	4
合計	100	100	100	100	100	100

1）路線から 1km 範囲

出典：2015 年現況土地利用図、将来ゾーニング計画



出典：調査団

図 2.4.2　現況土地利用図（左）及び将来ゾーニング図（右）

2.5　環境社会配慮

環境社会配慮に係るルート線形代替案の比較検討結果を表 2.5.1 に示す。

表 2.5.1　環境社会配慮に係るルート線形代替案の比較検討結果

代替案	Option-1 (EDSA Route)	Option-2 (Greenhills Route)	Option-3 (Katipunan Route)
概算用地取得面積（m^2）*1	19,000	46,000	54,000
被影響建物数（推定値）*2	20	170	320
見なし被影響住民数（推定値）*3	120	320	1,490
沿線の居住地区の長さ（m）	990	2,541	2,168
騒音・振動の影響	現状の騒音・振動レベルが高く、新たに発生する騒音・振動の影響は軽微である。	多くの住宅地を通過するので騒音・振動の住民への影響は Option-1 より大きい。	多くの住宅地を通過するので騒音・振動の住民への影響は Option-1 より大きい。

*1 概算用地取得面積の算出方法：以下の 2 つを合計した。①駅建設（出入口・排気口を含む）に必要な用地：1 駅 1,000m^2×各オプションに設定された駅数、②ROW 取得に必要な面積：駅を除いた路線長×幅 12m。地下鉄の駅用地と ROW が既存の道路の下にある場合は、算出対象から除外した。

*2 被影響建物数（推定値）の算出方法：各オプションの線形と駅位置に従って、衛星画像とゾーニングマップを使って、その上に位置する建物を数えた。

*3 見なし被影響住民数（推定値）の算出方法：上記被影響建物のうち商業用及び工業用とみられる建物は除外し、住宅と推定される建物数にフィリピンの 1 世帯平均人数 6 人を掛けて算出した。

出典：調査団

2.6　事業費積算

2.7　災害リスク評価

2.7.1　災害リスク評価に関する資料収集

災害リスクの評価にあたり、フィリピン国公共事業道路省（以下、「DPWH」）ならびにフィリピン火山地震研究所（以下、「PHIVOLCS」）等への資料収集を実施した。収集内容は近年発生した洪水履歴に関する情報や最新の洪水被害予測を実施した数値シミュレーション結果、また地震被害予測として事業対象地域の地震時の揺れ・液状化予測結果を入手した。

- PHIVOLCS（フィリピン火山地震研究所）地震・液状化に関する評価資料
- フィリピン国マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査（2015.12- JICA 調査）
- マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査（2014.12-JICA 調査）
- フィリピン国マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査（2015.12-JICA 調査）
- PAGASA（フィリピン気象天文庁）日最大雨量データ
- MMDA（マニラ首都圏開発庁）降雨観測所データ

2.7.2　近年の洪水・氾濫履歴

(1)　事業対象地域内の河川の概要

マニラ首都圏を流下するパッシング川は本川上流にマリキナ川流域を抱え、右岸下流よりサン・ホアン川流域が流入している。事業対象地域の候補路線は、パッシング川に流入するサン・ホアン川の流域に概ね含まれる。以下に事業対象の候補路線と主要幹川との位置関係を示す。

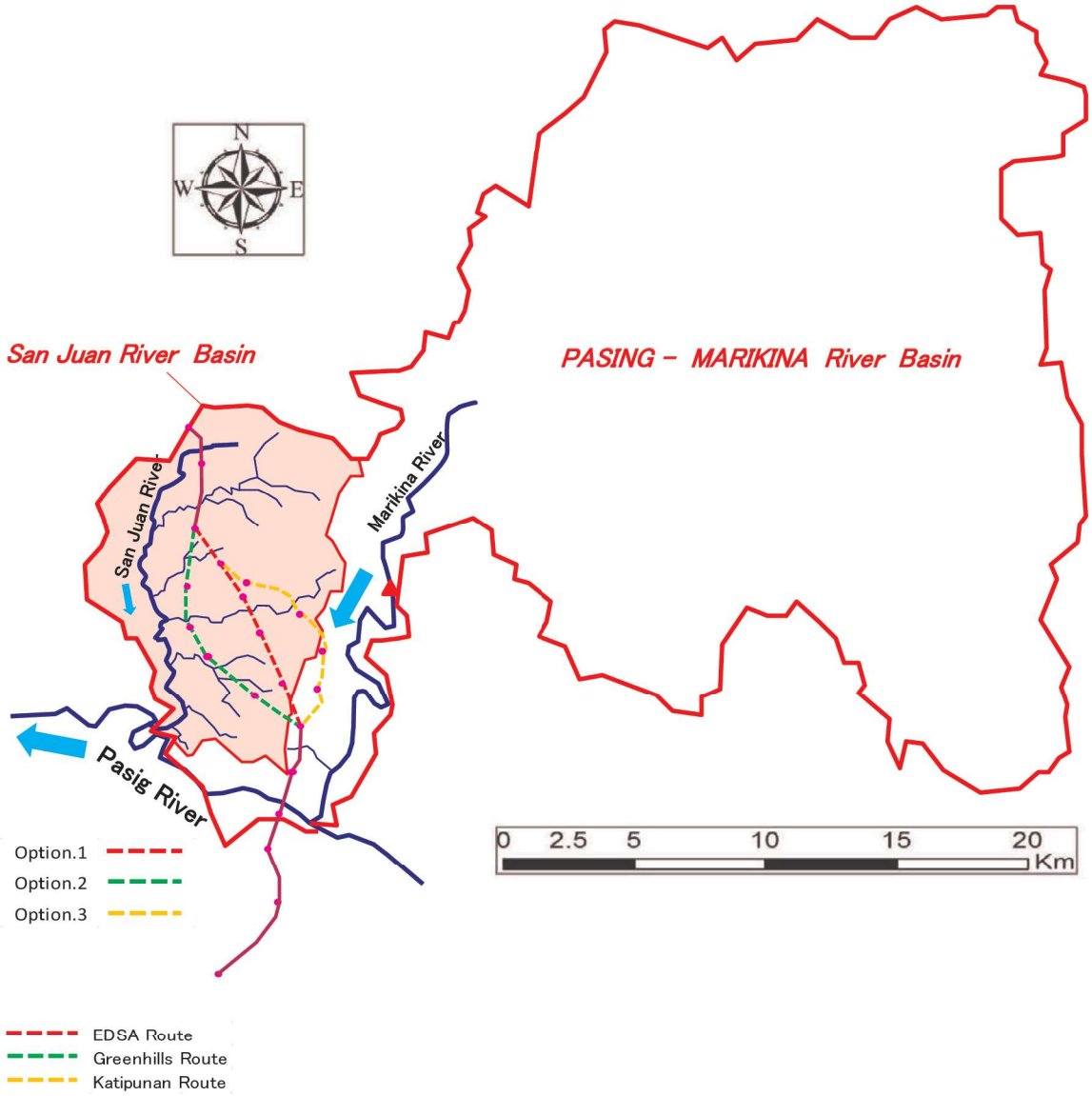


図 2.7.1　事業対象路線とパシッグーマリキナ川水系模式図

(2)　主要洪水の確認

本地下鉄の事業対象の候補となる路線は、マニラ首都圏を流下するパッシング - マリキナ川水系の右支川のサン・ホアン川流域に含まれ、本川や支川では大規模な出水等により浸水被害が発生している。マニラ首都圏で発生した 2000 年以降の代表的な洪水を抽出すると 2009 年に最大級の台風オンドイが襲来し甚大な被害が発生している。洪水は雨季の 5 月～11 月の数ヶ月に至る期間で発生しており、その要因は主に熱帯低気圧や南西モンスーンの影響によるものである。JICA では、「マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査(2014 年)」により、2000 年～2012 年にフィ国に被害をもたらした主要洪水に関するとりまとめを行っている。本事業の路線検討にあたり、2012 年以降（2013 年～2015 年）に発生した主要洪水を確認し、以降の影響分析に用いる最新の洪水に関する降雨状況等について整理する。

1)　主要洪水の抽出方法

マニラ首都圏では、2009 年 9 月に襲来した台風オンドイの影響で甚大な水害が発生している。JICA で実施された既往の治水関係調査では、パッシングーマリキナ川及びラグナ湖流域を含む代表観測地点である Sto. Nino 観測所のピーク水位を確認し主要洪水の抽出を行っている。そして、ピーク水位が確認された日時の雨量を PASAGA・MMDA の観測所データを活用し流域平均雨量を算定している。

表 2.7.1　2000 年～2012 年のメトロマニラ近郊の主要洪水と流域平均雨量

Year	Month	Storm	Sto.Nino Peek WL(m)	Average-Rainfall over watershed (mm/1day)
2000	11	Seniang	19.02	178.0
2003	5	Chedeng	17.76	189.4
2004	11	Winnie	19.08	190.2
2009	9	Ondoy	22.16	290.8
2012	8	Kirogi	20.42	271.7

出典：JICA 調査団（2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査）

従って、2013 年～2015 年にかけての主要洪水の抽出についても過年の考え方と同様の手法によって主要洪水ならびに流域平均雨量を求めるものとした。

2)　2013 年の主要洪水

フィリピン国に 2013 年に襲来した台風・熱帯低気圧は表 2.7.2 に示すとおりである。台風の襲来は 20 回、熱帯低気圧による降雨が 2 回発生している。

表 2.7.2　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2013 年）

台風・熱帯低気圧	アジア名・フィリピン名	台風・熱帯低気圧発生時期	最大風速	最低気圧
台風1号	Sonamu, Auring	1月	25m/s(95km/h)	990hPa
熱帯低気圧	Bising	1月	15m/s(55km/h)	1002hPa
台風2号	Shanshan, Crising	2月	18m/s(65km/h)	1002hPa
台風3号	Yagi, Dante	6月	23m/s(85km/h)	990hPa
台風4号	Leepi, Emong	6月	20m/s(75km/h)	994hPa
台風5号	Bebinca, Fabian	6月	20m/s(75km/h)	990hPa
台風6号	Rumbia, Gorio	6月	25m/s(95km/h)	985hPa
台風7号	Soulik, Huaning	7月	50m/s(185km/h)	925hPa
台風8号	Cimaron, Isang	7月	20m/s(75km/h)	1000hPa
台風9号	Jebi, Jolina	7月	25m/s(95km/h)	985hPa
台風10号	Mangkhut, Kiko	8月	20m/s(75km/h)	992hPa
台風11号	Utor, Labuyo	8月	55m/s(195km/h)	925hPa
台風12号	Trami, Maring	8月	30m/s(110km/h)	965hPa
台風15号	Kong-rey, Nando	8月	30m/s(100km/h)	980hPa
台風19号	Usagi, Odette	9月	55m/s(205km/h)	910hPa
台風21号	Wutip, Paolo	9月	35m/s(120km/h)	965hPa
台風23号	Fitow, Quedan	9月	40m/s(140km/h)	960hPa
台風25号	Nari, Santi	10月	40m/s(140km/h)	965hPa
台風29号	Krosa, Vinta	10月	40m/s(140km/h)	970hPa
熱帯低気圧	Wilma	11月	15m/s(55km/h)	1004hPa
台風30号	Haiyan, Yolanda	11月	65m/s(230km/h)	895hPa
台風31号	Podul, Zoraida	11月	18m/s(65km/h)	1000hPa

出典：JICA 調査団

襲来した台風・熱帯低気圧にともなう Sto. Nino の水位変動との関係について以下の日最大水位のグラフに整理し、主要となる洪水を選定した。2013 年で Sto. Nino の水位が最も高くなった日は 8 月 25 日であり台風 12 号が襲来し、もたらした降雨によるものである。

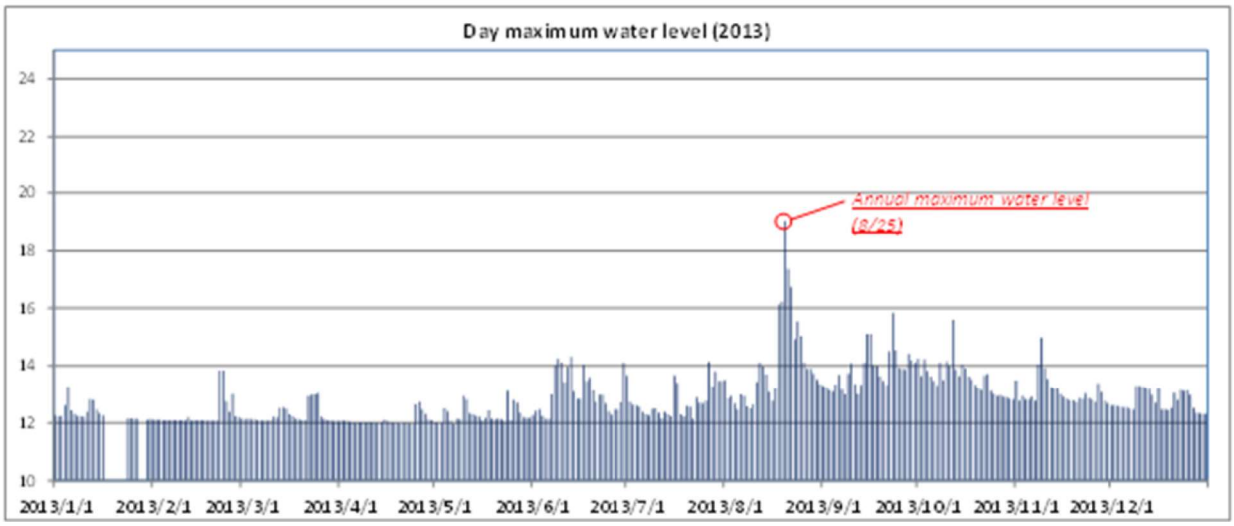


図 2.7.2　Sto. Nino 観測の日最大水位（2013 年）

3)　2014 年の主要洪水

フィリピン国に 2014 年に襲来した台風・熱帯低気圧は表 2.7.3 に示すとおりである。台風の襲来は 15 回、熱帯低気圧による降雨が 2 回発生している。

表 2.7.3　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2014 年）

台風・熱帯低気圧	アジア名・フィリピン名	台風・熱帯低気圧発生時期	最大風速	最低気圧
台風1号	Lingling, Agaton	1月	18m/s(65km/h)	1002hPa
台風2号	Kajiki, Basyang	1月	18m/s(65km/h)	1000hPa
熱帯低気圧	Caloy	3月	N.A.	1004hPa
台風4号	Peipah, Domeng	4月	18m/s(65km/h)	998hPa
台風6号	Mitag, Ester	6月	20m/s(75km/h)	994hPa
台風7号	Hagibis	6月	20m/s(75km/h)	996hPa
台風9号	Rammsun, Glenda	7月	45m/s(165km/h)	935hPa
台風10号	Matmo, Henry	7月	35m/s(130km/h)	965hPa
台風11号	Halong, Jose	8月	55m/s(195km/h)	920hPa
熱帯低気圧	Karding	9月	15m/s(55km/h)	1002hPa
台風15号	Kalmaegi, Luis	9月	40m/s(140km/h)	960hPa
台風16号	Fung-wong, Mario	9月	23m/s(85km/h)	985hPa
台風19号	Vongfong, Ompong	10月	60m/s(215km/h)	900hPa
台風20号	Nuri, Paeng	10月	55m/s(205km/h)	910hPa
台風21号	Sinraku, Queenie	11月	23m/s(85km/h)	990hPa
台風22号	Hagupit, Ruby	12月	60m/s(215km/h)	905hPa
台風23号	Jangmi, Seniang	12月	20m/s(75km/h)	996hPa

襲来した台風・熱帯低気圧にともなう Sto. Nino の水位変動との関係について以下の日最大水位のグラフに整理し、主要となる洪水を選定した。2014 年で Sto. Nino の水位が最も高くなった日は 9 月 19 日であり台風 16 号が襲来し、もたらした降雨によるものである。

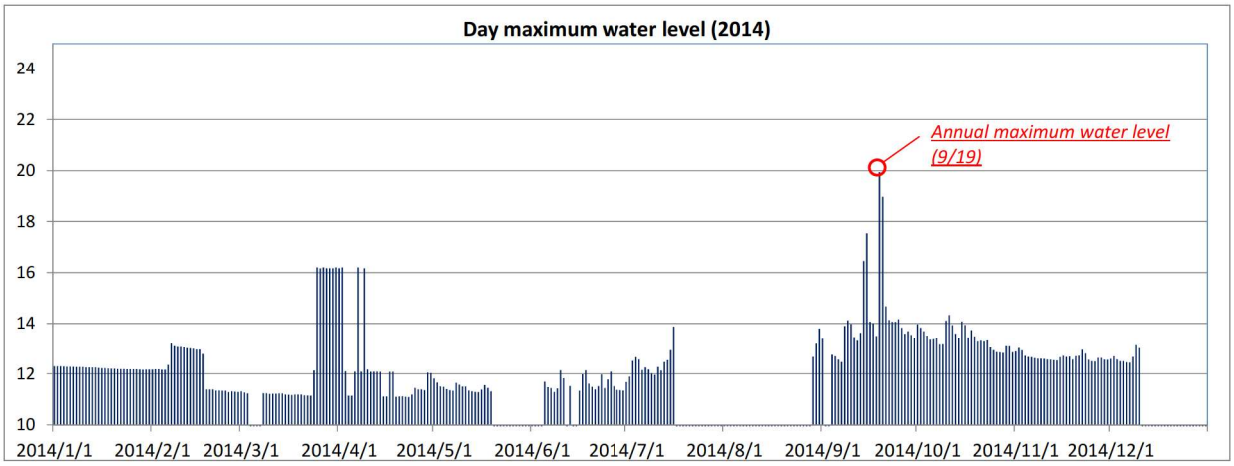


図 2.7.3　Sto.Nino 観測の日最大水位（2014 年）

4)　2015 年の主要洪水

フィリピン国に 2015 年に襲来した台風は表 2.7.4 に示すとおりである。台風が 10 回襲来している。

表 2.7.4　フィリピン国に上陸した台風及び降雨をもたらした熱帯低気圧（2015 年）

台風・熱帯低気圧	アジア名・フィリピン名	台風・熱帯低気圧発生時期	最大風速	最低気圧
台風1号	Mekkhala, Amang	1月	30m/s(60kt)	975hPa
台風3号	Bavi, Betty	3月	23m/s(45kt)	990hPa
台風4号	Maysak, Chedeng	3月	55m/s(110kt)	910hPa
台風6号	Noul, Dodong	5月	55m/s(110kt)	920hPa
台風10号	Linfa, Egay	7月	25m/s(50kt)	980hPa
台風15号	Goni, Ineng	8月	50m/s(100kt)	930hPa
台風21号	Dujuan, Jenny	9月	55m/s(110kt)	925hPa
台風22号	Mujigae, Kabayan	9月	45m/s(85kt)	950hPa
台風24号	Koppu, Lando	10月	50m/s(100kt)	925hPa
台風27号	Melor, Nona	12月	50m/s(95kt)	935hPa

襲来した台風にともなう Sto.Nino の水位変動との関係について以下の日最大水位のグラフに整理し、主要となる洪水を選定した。2015 年で Sto.Nino の水位が最も高くなった日は 10 月 17 日であり台風 24 号が襲来し、もたらした降雨によるものである。

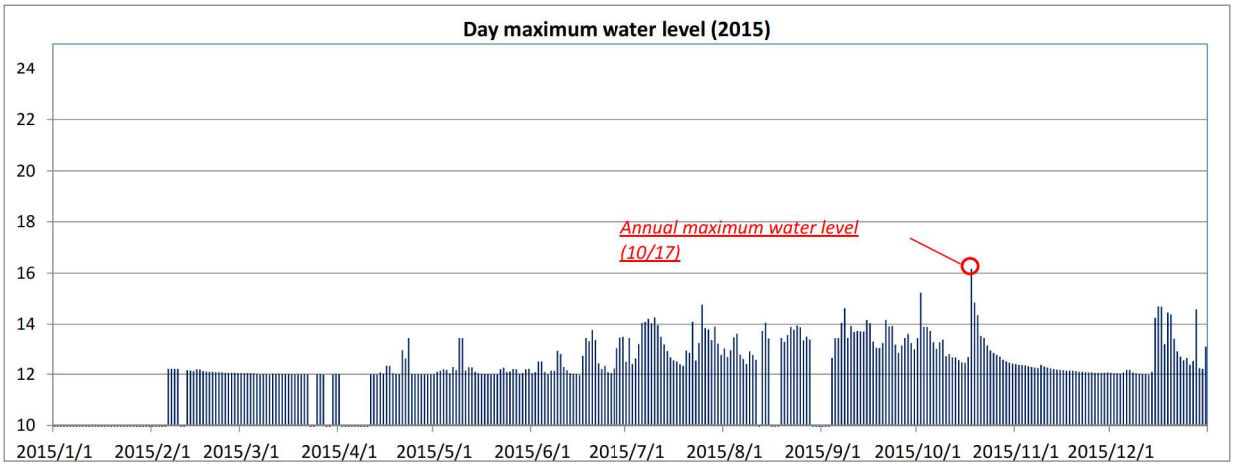


図 2.7.4　Sto.Nino 観測の日最大水位（2015 年）

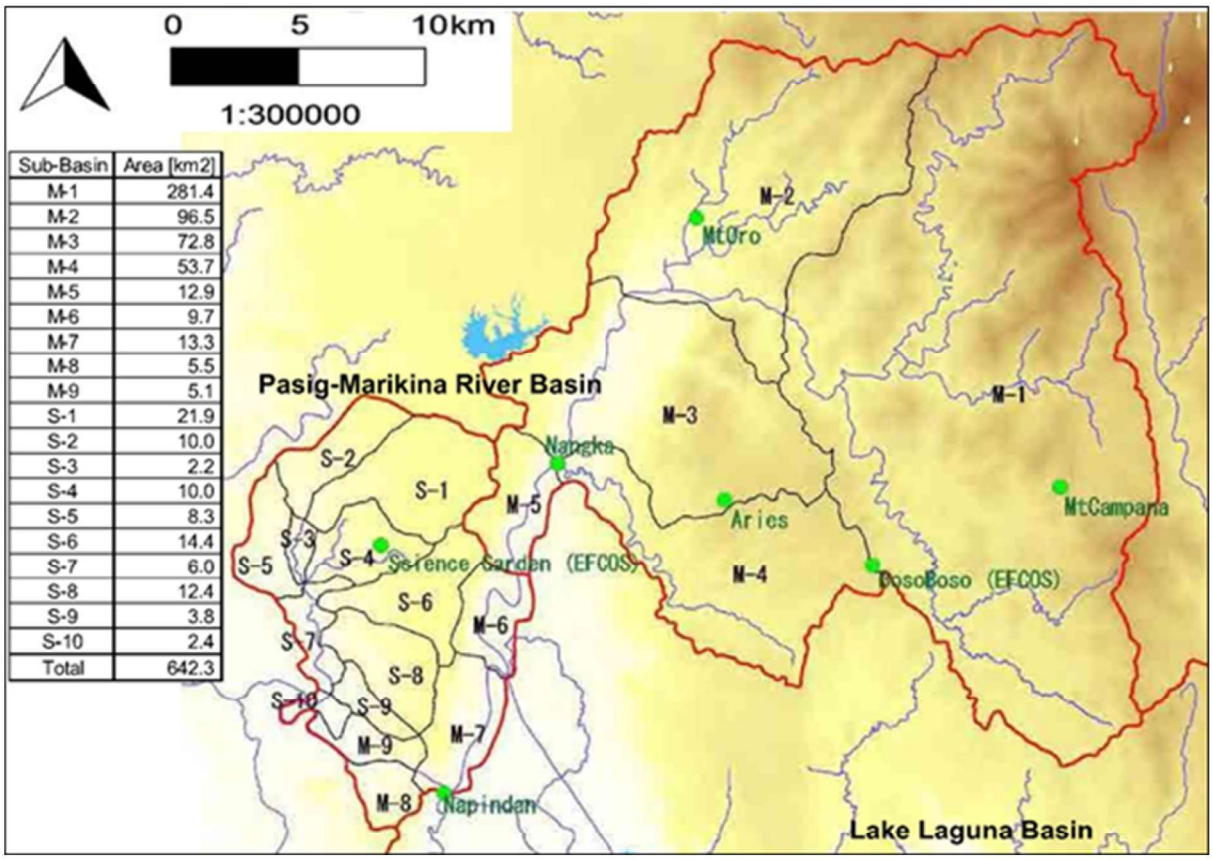
2013 年から 2015 年にフィリピン国に襲来し、規模の大きな降雨をもたらした台風は、2013 年は 8 月に襲来した台風 12 号（Trami）、2014 年は 9 月に襲来した台風 16 号(Fung-Wong)、2015 年は 10 月に襲来した台風 24 号（Koppu）であった。これらの台風襲来時には、中小出水等の被害が生じた記録があるが、2009 年に襲来した台風オンドイの場合に比べると Sto.Nino の観測所水位は低いことが確認された。

表 2.7.5　2000 年～2015 年のメトロマニラ近郊の主要洪水

Year	Month	Storm	Sto.Nino Peek WL(m)
2000	11	Seniang	19.02
2003	5	Chedeng	17.76
2004	11	Winnie	19.08
2009	9	Ondoy	22.16
2012	8	Kirogi	20.42
2013	8	Trami	19.03
2014	9	Fung-Wong	19.94
2015	10	Koppu	16.16

5)　主要洪水発生時の流域平均雨量の算定

2013～2015 年の主要洪水に対する流域平均雨量を算定する。流域平均雨量は PASAGA（フィリピン気象天文庁）で観測されているパッシングーマリキナ川周辺の降雨観測所データを用いるものとする。算定手法は、2013 年に JICA で実施された治水計画検討の算定手法と同様に簡便な単純平均法を採用する。図 2.7.5 に時間雨量観測所を示す。水位データが存在する Sto.Nino 観測所よりも上流域の観測所は Mt.Campana, Aries, Nangka, BosoBoso, Mt.Oro の 5 箇所である。



出典：JICA 調査（2013 年 フィリピン国マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査（水収支解析等）

図 2.7.5　パッシングーマリキナ川流域分割と時間雨量観測所位置図

5 箇所の観測所に対してティーセン分割を行い、主要洪水時の流域平均日雨量を算定した結果を以下に示す。

表 2.7.6　2000 年～2015 年のメトロマニラ近郊の主要洪水

Year	Month	Storm	Sto.Nino Peek WL(m)	Average-Rainfall over watershed (mm/1day)
2000	11	Seniang	19.02	178.0
2003	5	Chedeng	17.76	189.4
2004	11	Winnie	19.08	190.2
2009	9	Ondoy	22.16	290.8
2012	8	Kirogi	20.42	271.7
2013	8	Trami	19.03	44.3
2014	9	Fung-Wong	19.94	157.0
2015	10	Koppu	16.16	53.3

表 2.7.7　ティーセン分割面積

	Aries	Nangka	BosoBoso	Mt.Oro
Area(km^2)	74.1	46.5	190.4	206.3



図 2.7.6　ティーセン分割図

2000 年～2015 年までの主要洪水を抽出した結果、近年最もマニラ首都圏へ洪水被害をもたらした代表的な洪水は 2009 年の台風オンドイであることが確認できた。従って洪水に関する氾濫解析は、2009 年台風オンドイをモデルとして作成された洪水シミュレーションを用いて評価する。

2.8　洪水に関する影響分析

2.8.1　事業対象地域の治水安全度

事業対象の候補路線はマニラ首都圏を流下するサン・ホアン川とパッシングーマリキナ川に挟まれた地域であり、降雨集水流域としてはサン・ホアン川流域に概ね含まれている。パッシグーマリキナ川の現況流下能力の平均値はPMRCIP(パッシグーマリキナ川河川改修事業)の計画流量に対してパッシグ川では約50%、マリキナ川下流では約80%、マリキナ川上流、マリキナ川上流上流では約20%でありパッシング川、マリキナ川上流、マリキナ川上流上流のにおいて整備率が低く治水安全度が高くない状況である。事業対象の候補路線はサン・ホアン川流域にほぼ全域が含まれているが、過去の浸水被害の実績を見るとサン・ホアン川流域沿川では外水・内水の被害が発生しており、治水安全度は高くないものと推定される。

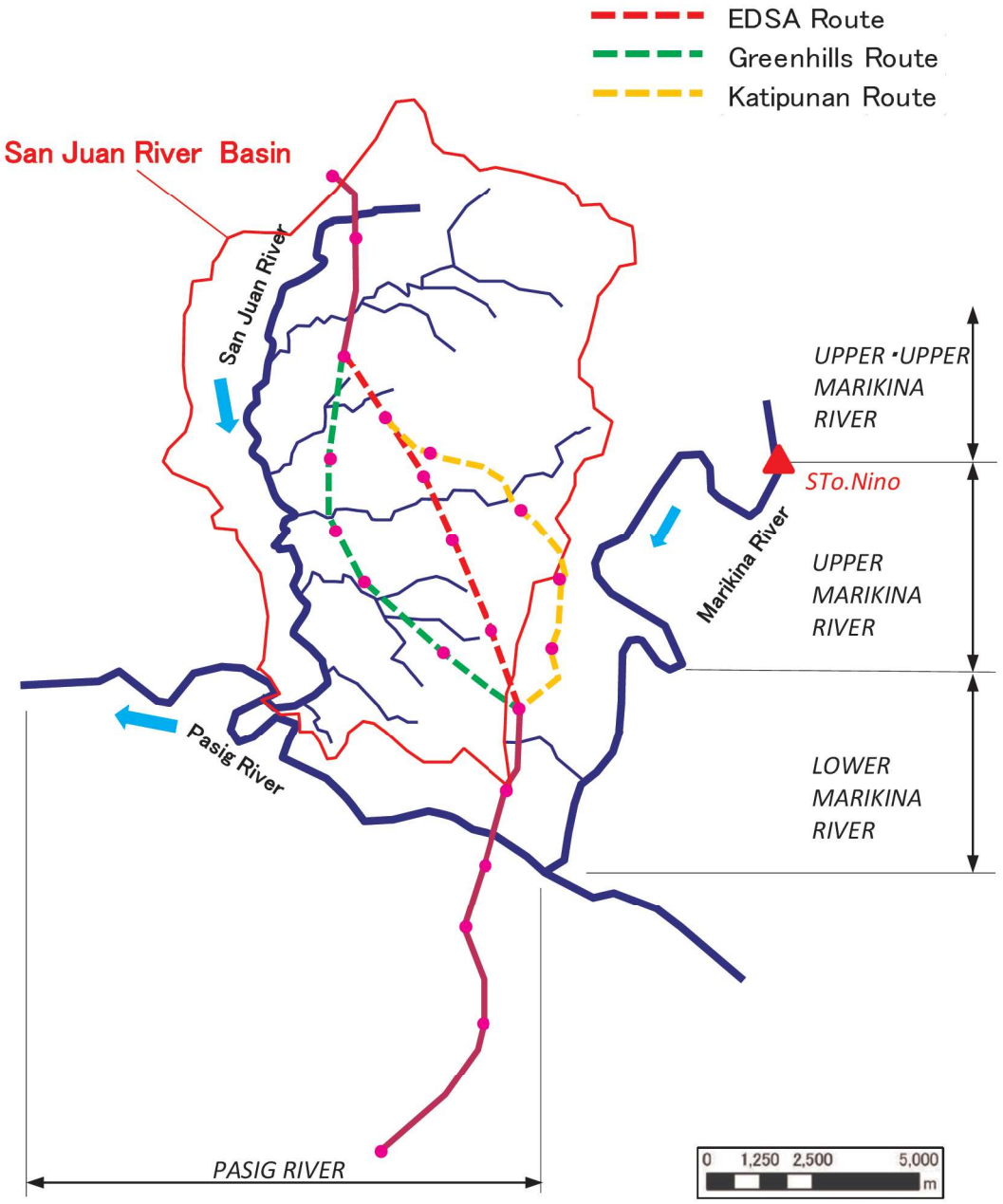
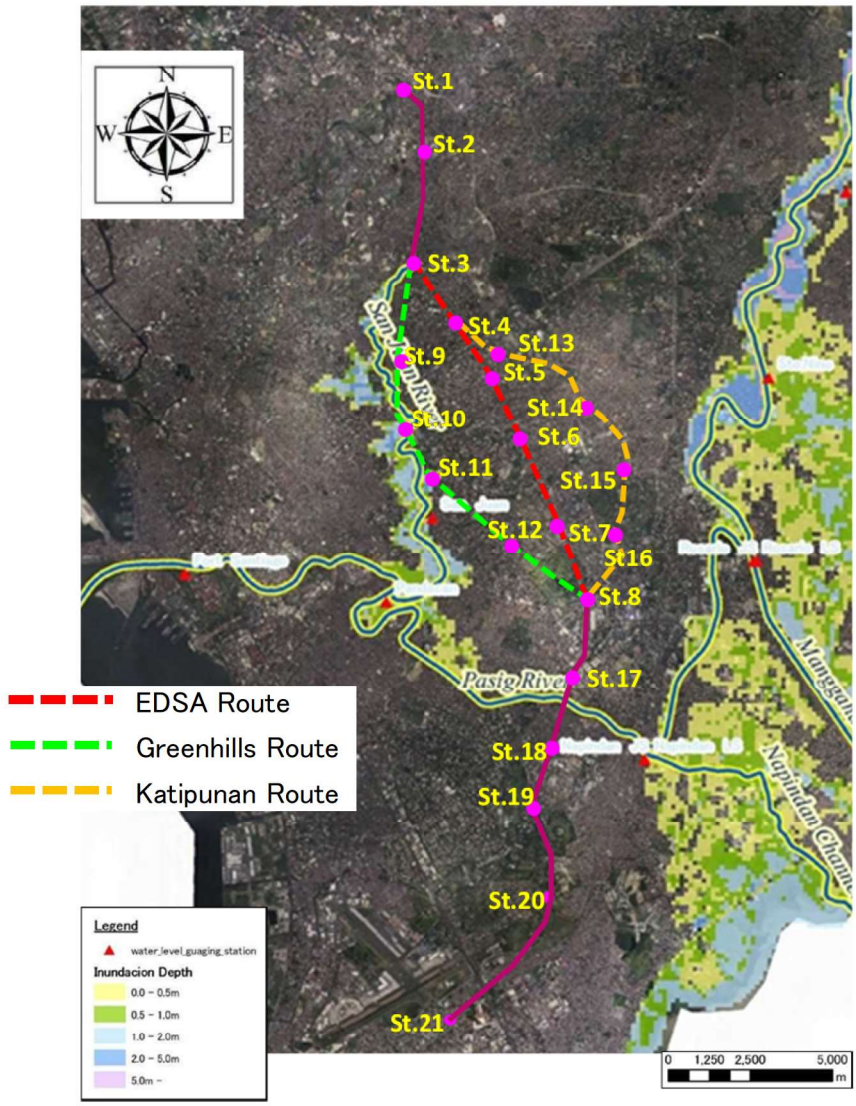


図 2.8.1　事業候補路線とサン・ホアン川流域の位置関係

2.8.2　主要洪水発生時の氾濫範囲

近年で最大規模の洪水が発生した 2009 年台風オンドイ襲来時の最大浸水実績図を以下に示す。

Option.1 及び Option.2 の路線は外水の影響はないものと考えられるが Option.3 の路線の一部は最大 2.0～5.0m 冠水しており、この経路を選択した場合は浸水による被害を想定しておく必要がある。



出典：JICA 調査団（2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査）

図 2.8.2　2009 年洪水氾濫シミュレーション結果（最大浸水図）

2009 年の台風オンドイ襲来時のサン・ホアン川沿いの谷底平野では外水を主体とする水害が発生している。サン・ホアン川は洪水発生時の流量観測データ等が存在しないが、現況河川の流下能力を上回る出水（河道計画は 30 年確率規模（600m^3/sec））により氾濫が生じている。外水発生時の浸水深さは高さ 2m 程度のコンクリートの特殊堤（パラペット堤防）を越流しており、周辺人家等では、人家の 1 階が水没している記録等から一時的に 3m 程度の冠水が発生したものと推定される。これらの水害実績については洪水シミュレーションの再現計算結果と概ね一致する。



出典：防災科学研究所　調査団 HP より引用

写真　サン・ホワン川下流の河道状況



出典：JICA 調査団

写真　台風オンドイ襲来時の河川氾濫状況

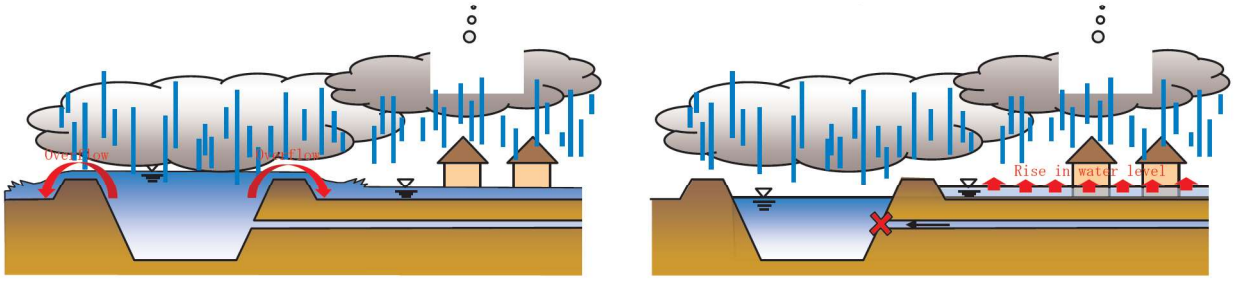
表 2.8.1　2009 年台風オンドイ発生時の事業対象範囲の外水・内水の影響

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	–	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	–	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

洪水発生時の記録は外水による影響が比較的流量規模の大きいサン・ホアン川であり、サン・ホアン川へ流入する支川については記録が残っていないが内水による影響が発生したものと推定される。この結果から、事業対象路線の選定にあたり、サン・ホアン川の沿川や流入する支川が交差する路線部図 2.8.3 では内水による影響が懸念される。

【外水及び内水のイメージ】



Outside Water(image)　　Inland Water(image)

図 2.8.3　外水氾濫と内水氾濫(イメージ図)

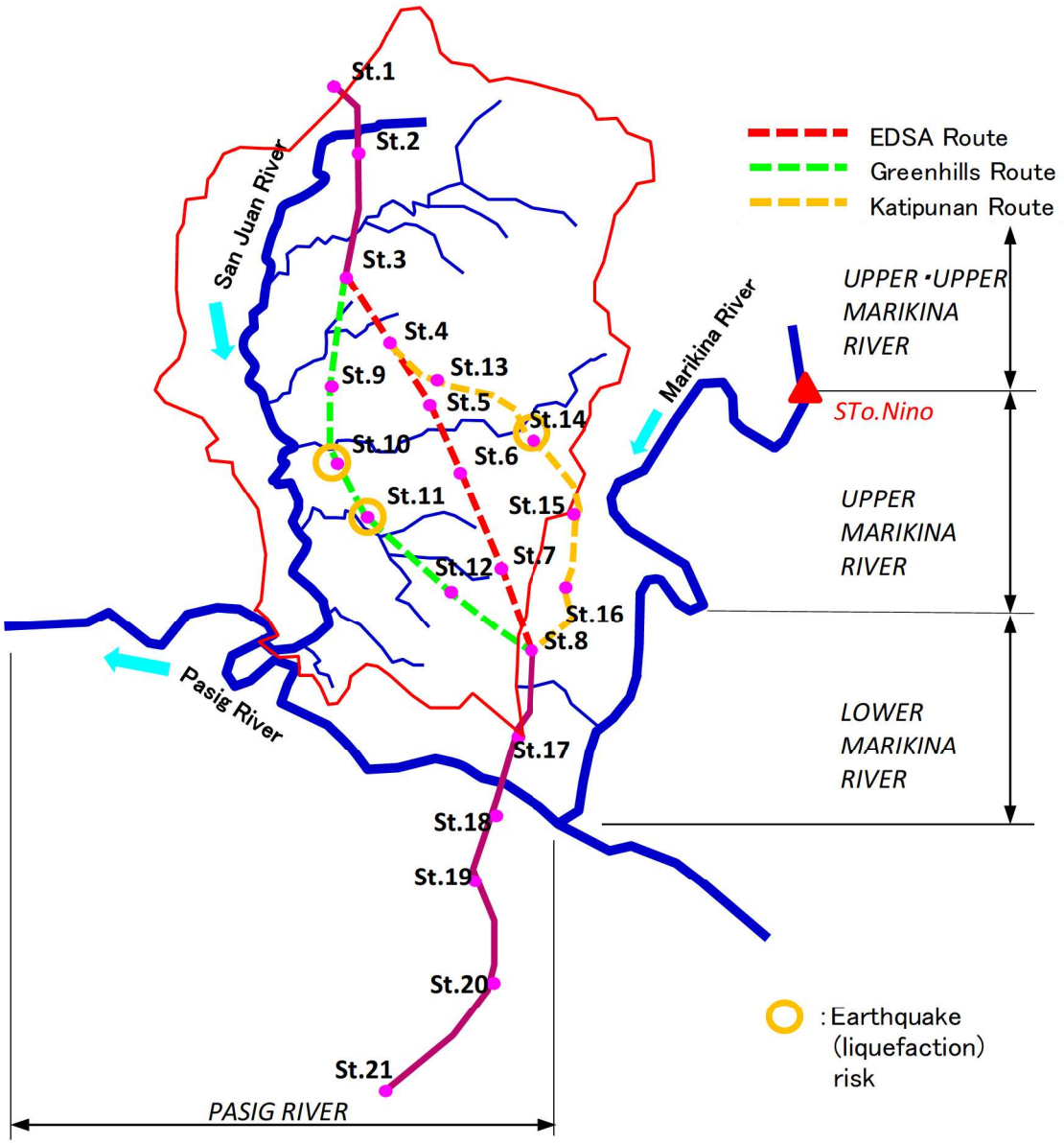


図 2.8.4　事業対象路線の候補地と主要河川・支川との位置関係

2.8.3　外水・内水に対する安全性評価

フィリピン国は台風や熱帯低気圧の影響による集中豪雨が毎年発生し浸水被害をもたらしている。

浸水被害は、パッシグ－マリキナ川流域の沿川、サン・ホアン川の沿川の外水被害の他、これらの河川の流入支川で内水被害が発生している。これらの洪水による浸水被害は地下鉄事業を行ううえで、工事中ならびに完成後のリスクを増大させるため、浸水による影響を回避できるルートの選定が望ましい。ここでは、事業対象の候補路線と既往の洪水シミュレーションの結果を踏まえ、浸水に関する影響分析を行う。前項までに整理したように、近年、最大級の洪水被害をもたらしたのは 2012 年の台風オンドイであり、この台風被害を再現し、洪水シミュレーションを行っているいくつかの既往成果が存在する。本検討では、これらの既往成果の洪水被害予測を確認し、事業対象の路線について浸水リスクを評価する。洪水に関する既往調査は以下のとおり実施されている。

1) フィリピン国マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査（2015.12　JICA 調査）
2) マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査（2014.3　JICA 調査）
3) マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査（2013.3　JICA 調査）
4) PHILIPPINE ATMOSPHERIC GEOPHYSICAL and ASTRONOMICAL SERVICES ADMINISTRATION (PAGASA) RISK ANALYSIS MAPS

(1)　マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査（2015.12-JICA 調査）

マニラ首都圏の中心地域（Buendia-Maricaban-NAIA,Espana-UST）及び周辺の河川流域（Zapote-Las Pinas, Paranaque, Tullahan, San Juan）では、長年にわたり排水対策が進められてきている。サン・ホアン川を除くこれらの河川は 10 年確率規模の雨水を排水できるように設計されているが、実際には 2 年確率規模以下に低下しており内水氾濫が発生する常襲地域となっている。既存の排水設備として、水路やポンプ設備が整備されているが設備そのものの老朽化や機能低下により十分な排水対策ができていない。また、排水対策上、地上域での対応においては、以下の課題に直面している。

【排水対策上の課題】
① 土地収用の困難性
② 様々な地下埋設物管理者(公共・商用含む)との調整の煩雑さ
③ プロジェクト実施時の場所の制限（狭い道路下での施工等）
④ 交通渋滞下での施工及び道路占用による渋滞の悪化
⑤ 新たな排水機場・増強と建設用地問題
⑥ 排水能力向上には排水機場に加えて貯留施設が必要

この状況を受け、マニラ首都圏の内水氾濫の解消ならびに現況河川の流下能力の向上を目的とした地下排水トンネルを計画している。地下排水トンネルの計画ルートや事業効果を確認するため、マニラ首都圏の中心地域及び周辺河川流域の氾濫解析モデルを構築し、2009 年の台風オンドイの再現計算及び確率規模 25 年の洪水氾濫解析を実施している。

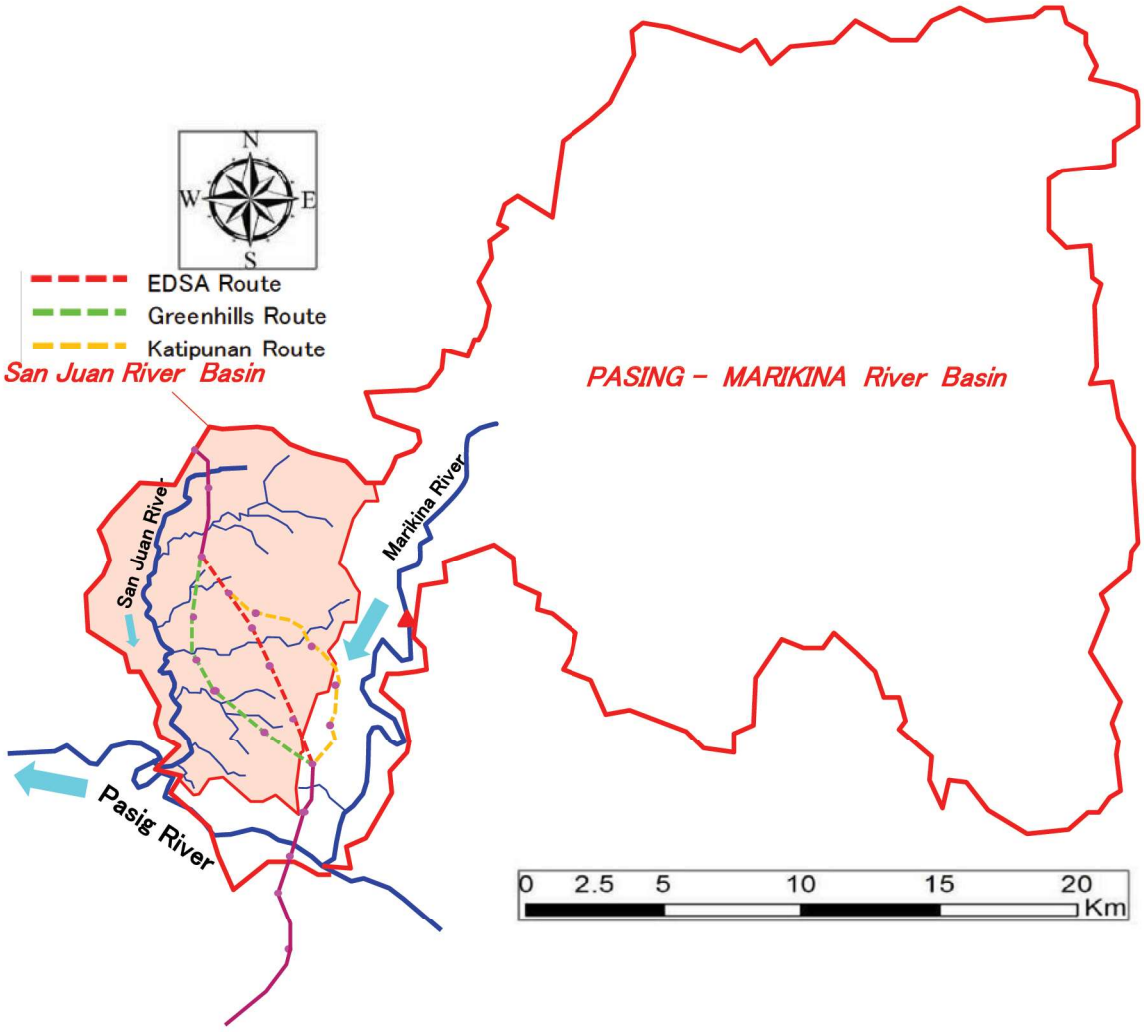
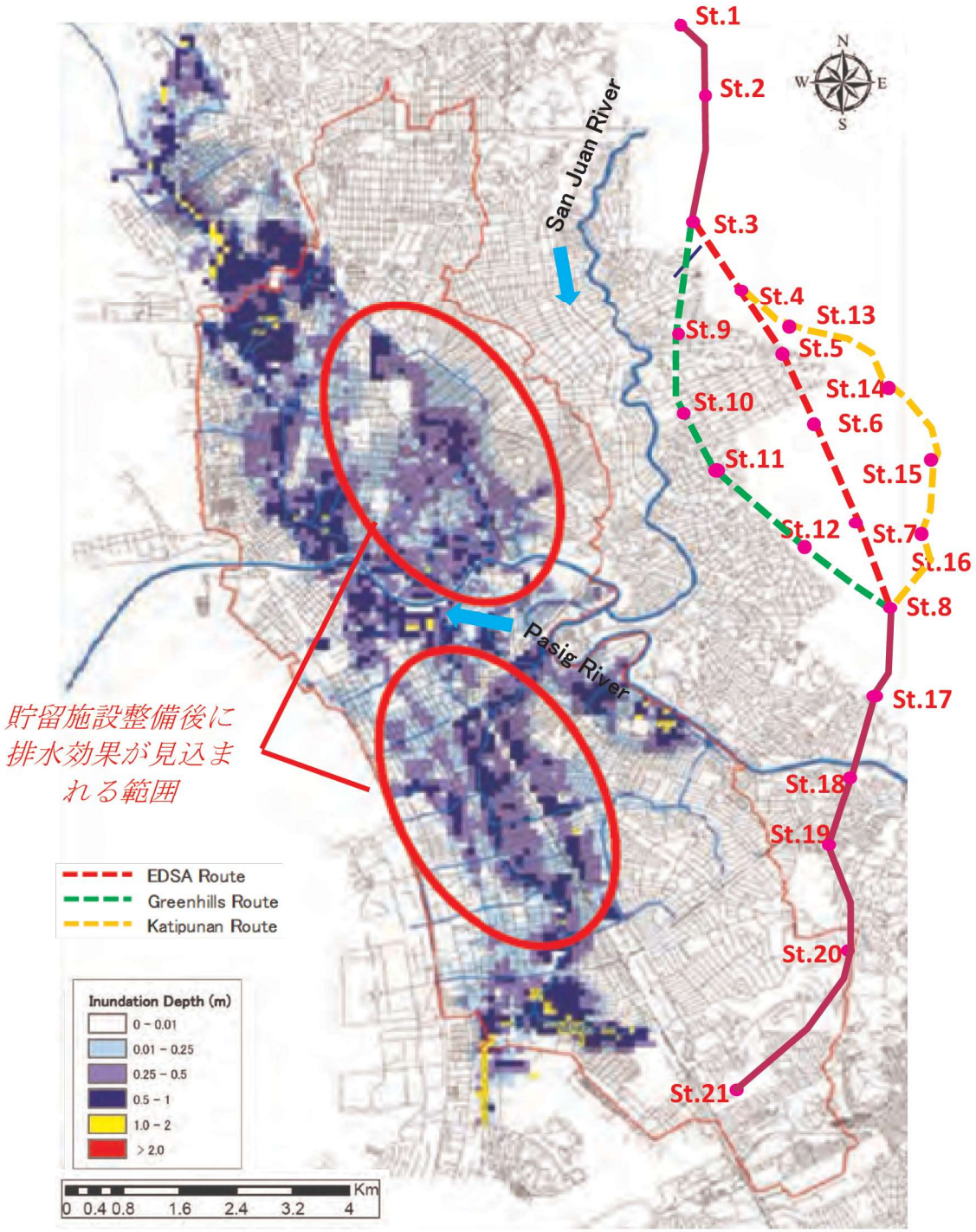


図 2.8.5　マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査　解析範囲

図 2.8.5 に氾濫解析の解析対象範囲、図 2.8.6 に氾濫解析結果を示す。本検討での氾濫解析範囲は、サン・ホアン川の右岸流域界付近が含まれ、事業対象の候補路線 OPTION.3 の路線沿いが含まれている。この地点は、パッシグ－マリキナ川の合流点付近となるが解析範囲内での浸水による影響はないものと判断される。流域境界付近であり、本検討の解析エリア内では比較的標高が高いため内水による影響はないものと考えられる。また OPTION.1 及び OPTION.2 については、サン・ホアン川の流域内であり、本検討結果の解析範囲には含まれていないため評価はできない。



想定氾濫区域図（降雨 25 年規模／水路・現状・ポンプ改修（貯留管無の場合）

図 2.8.6　マニラ首都圏における排水施設整備に係る情報収集・確認調査

(2)　マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査（水収支解析等）

地下鉄計画路線の外水による影響を分析するために、JICA で調査された「マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査（水収支解析等）」に示される 30 年確率・100 年確率等の計画降雨群による計算条件による結果を用いた。本調査では計画基準点を Sto.Nino 地点とし計画降雨継続時間については相関の良い 1 日雨量として Sto.Nino のピーク水

位との関係を整理している。また降雨波形については中央集中型に加えて実績降雨波形（7 波形）を検討しこれらの波形のうち最も被害をもたらす計画降雨波形を設定している。これらの条件に基づいて実施された 30 年ならびに 100 年超過確率規模の降雨による外水による洪水被害想定範囲を図 2.8.7、図 2.8.8 に示す。

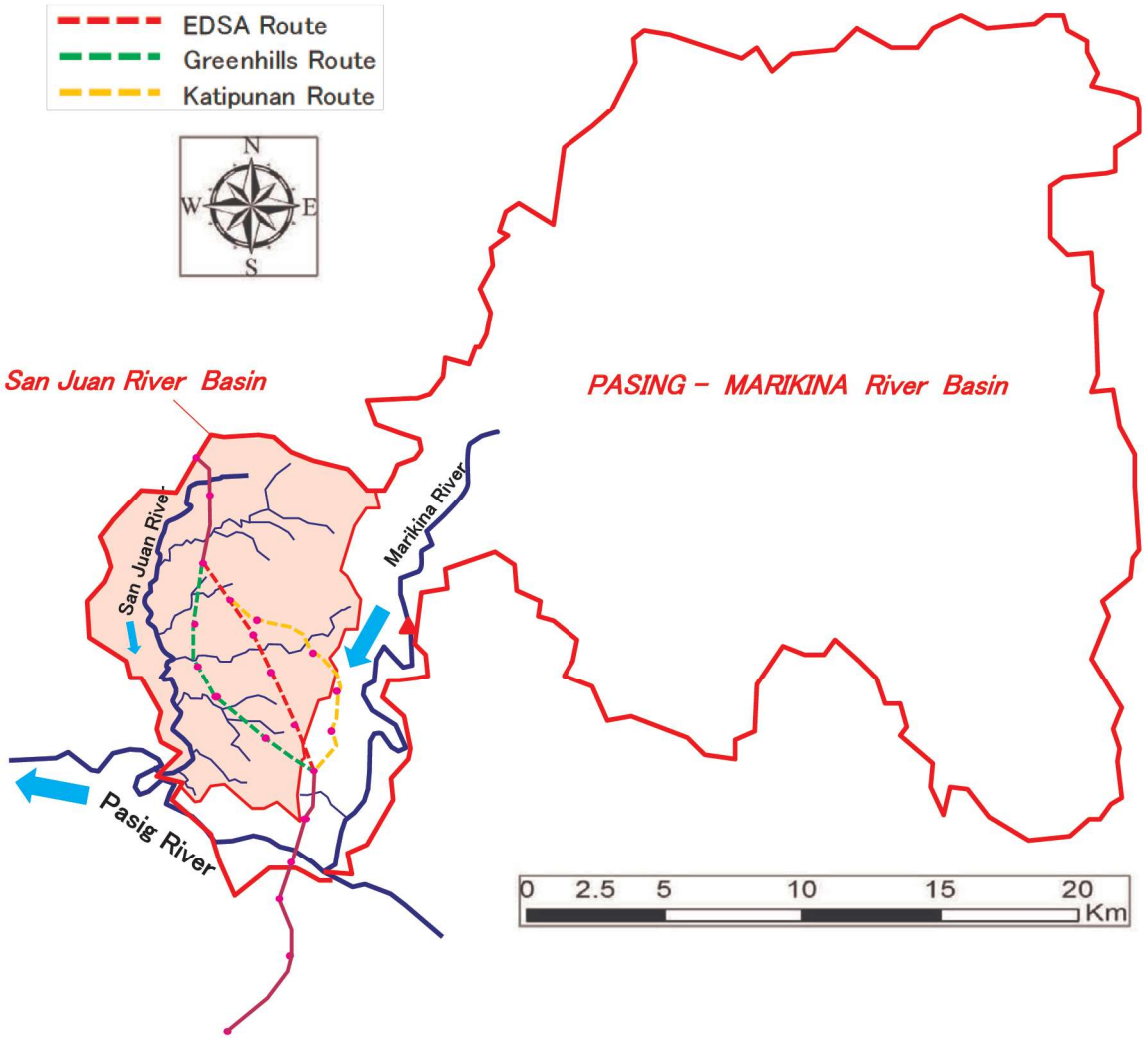
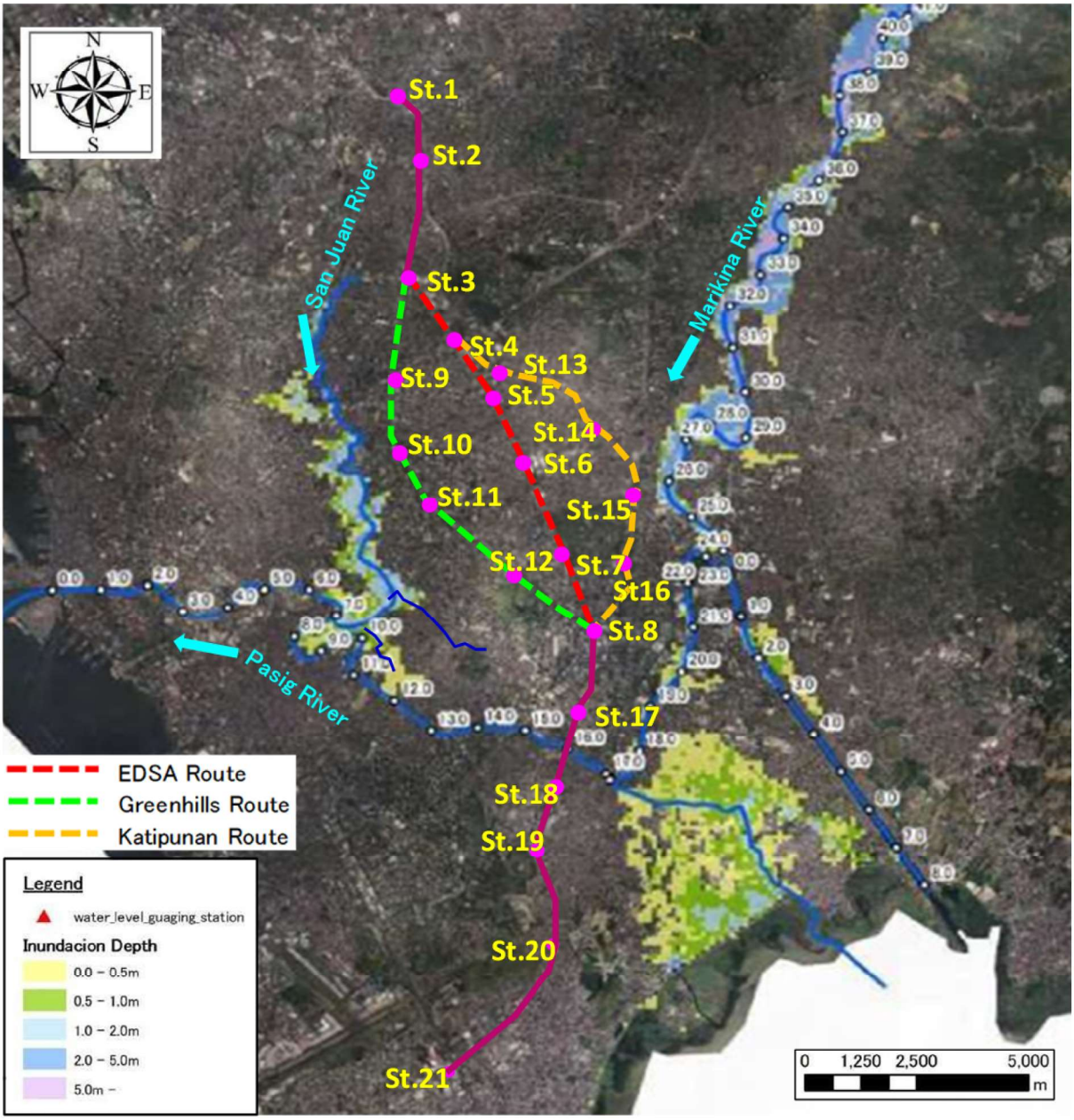
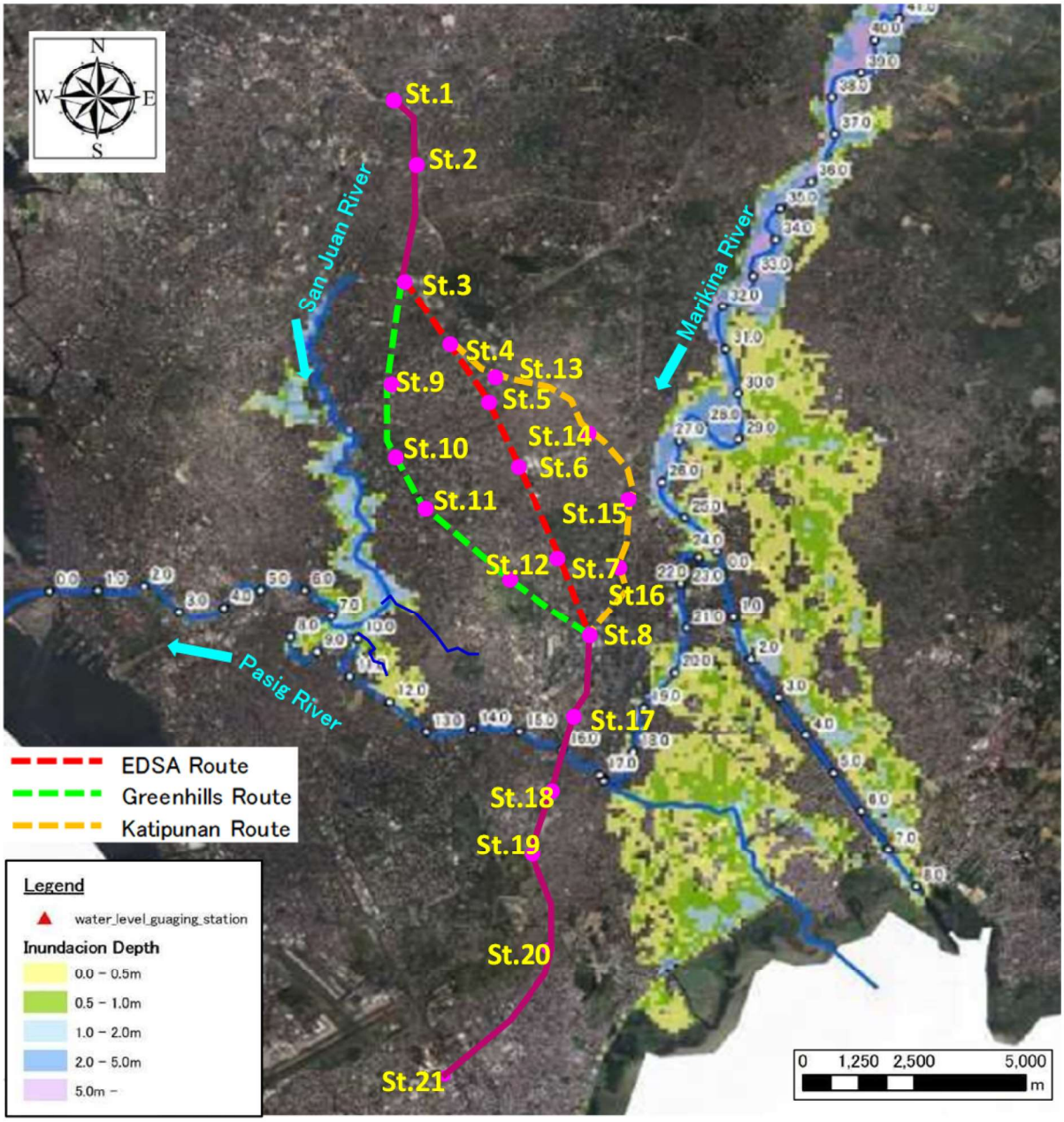


図 2.8.7　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　解析範囲



出典：JICA 調査団（2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査）

図 2.8.8　確率別浸水図（30 年超過確率）



出典：JICA 調査団（2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査）

図 2.8.9　確率別浸水図（100 年超過確率）

表 2.8.2　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　氾濫解析結果

(30 年超過確率規模の降雨時の事業候補路線の浸水想定箇所)

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	–	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	–	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

表 2.8.3　2014 年マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査　氾濫解析結果

(100 年超過確率規模の降雨時の事業候補路線の浸水想定箇所)

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	–	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	–	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

氾濫解析の結果、事業対象の候補路線 MandaluyongRoute 及び KalayaanRoute は、30 年超過確率及び 100 年超過確率規模の降雨で浸水被害の恐れがある。推定浸範囲は前項で示した台風オンドイの浸水被害発生時の同様にサン・ホアン川沿いであり推定浸水深は 0.5m～2.0m である。その他のルートについては、比較的標高が高い地域でありサン・ホアン川の外水による被害はないものと判断される。

(3)　PHILIPPINE ATMOSPHERIC GEOPHYSICAL and ASTRONOMICAL SERVICES ADMINISTRATION(PAGASA) RISK ANALYSIS MAPS

PAGASA では 2012 年以降に熱帯低気圧・洪水による被害予測を行うためにメトロ・マニラ地域における洪水ハザードマップを作成している。ハザードマップに用いた作成基図は 2011 年 3～4 月に計測した航空レーザー計測結果を用いており、計算モデル作成にあたり 2009 年の台風オンドイの再現計算を実施している。洪水氾濫解析は、25 年超過確率～200 年超過確率まで実施されており、水深の再現性は台風オンドイの浸水実績との相関を確認している。

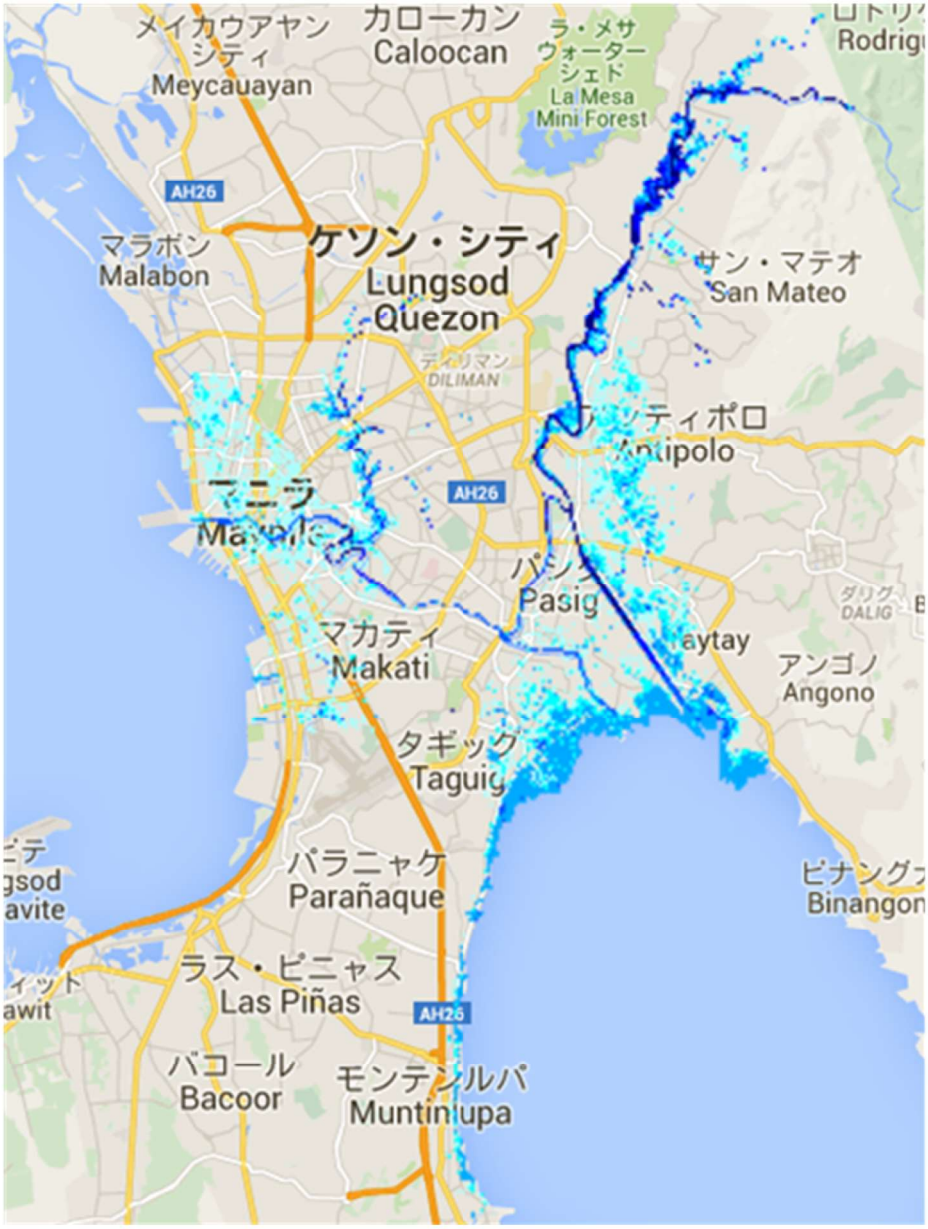
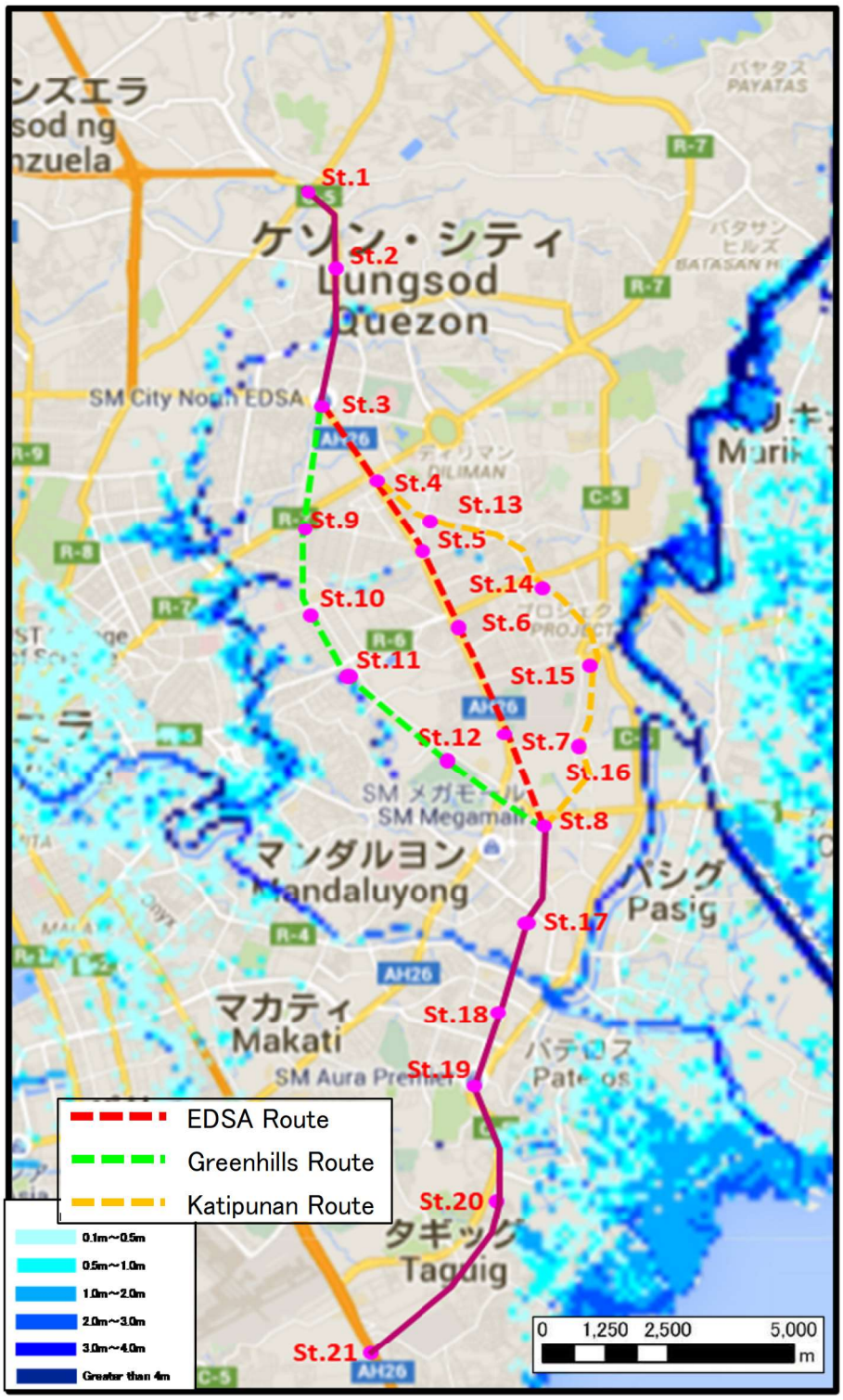


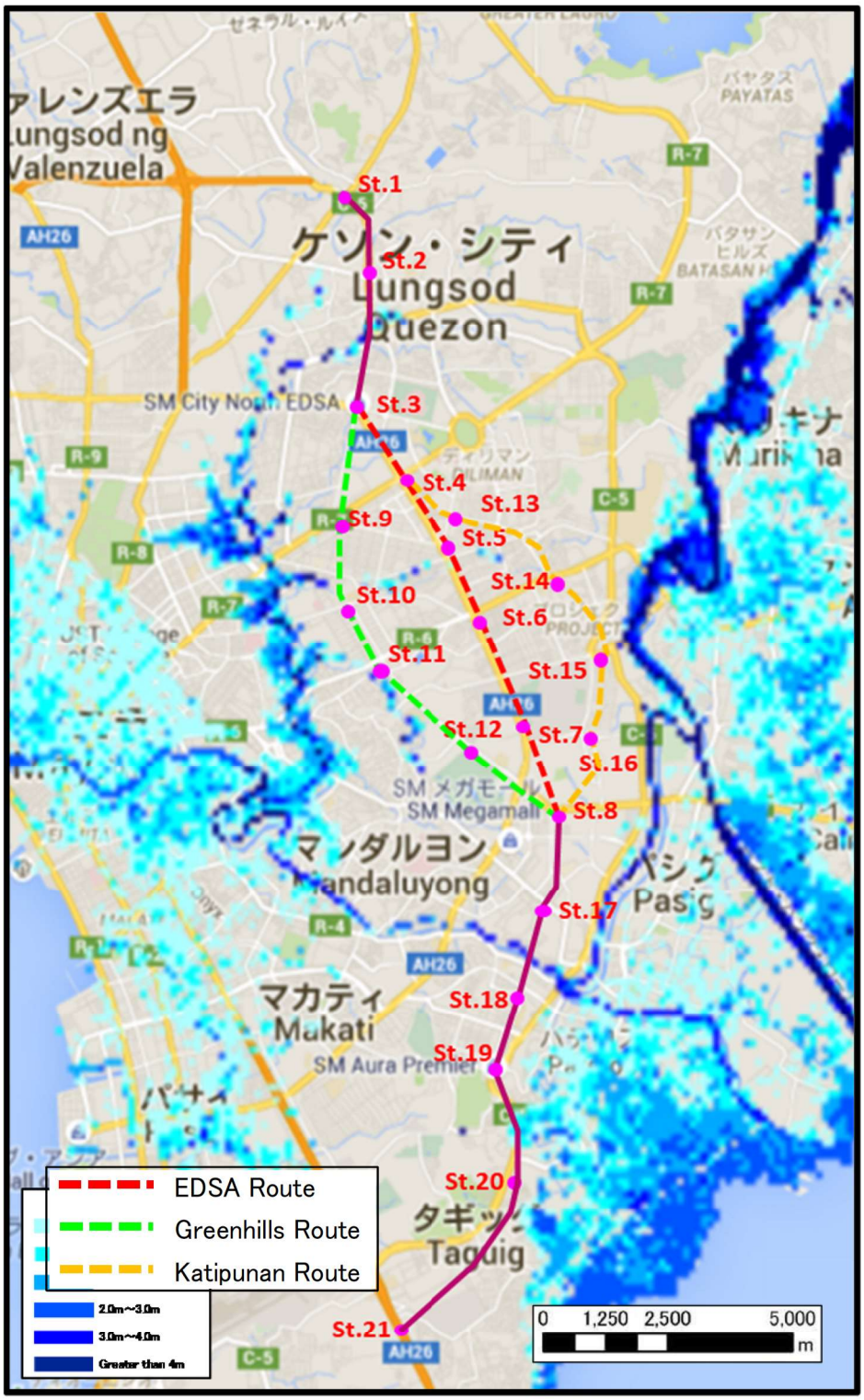
図 2.8.10　PAGASA 提供-洪水ハザードマップ　解析範囲（PAGASA―HP）

この解析モデルは事業対象の候補路線と交差する支川流域まで表現されており、特に内水に関する影響分析に用いることができる。以下に想定される内水被害として、10 年、25 年、50 年の確率年毎の推定浸水範囲の結果を示す。



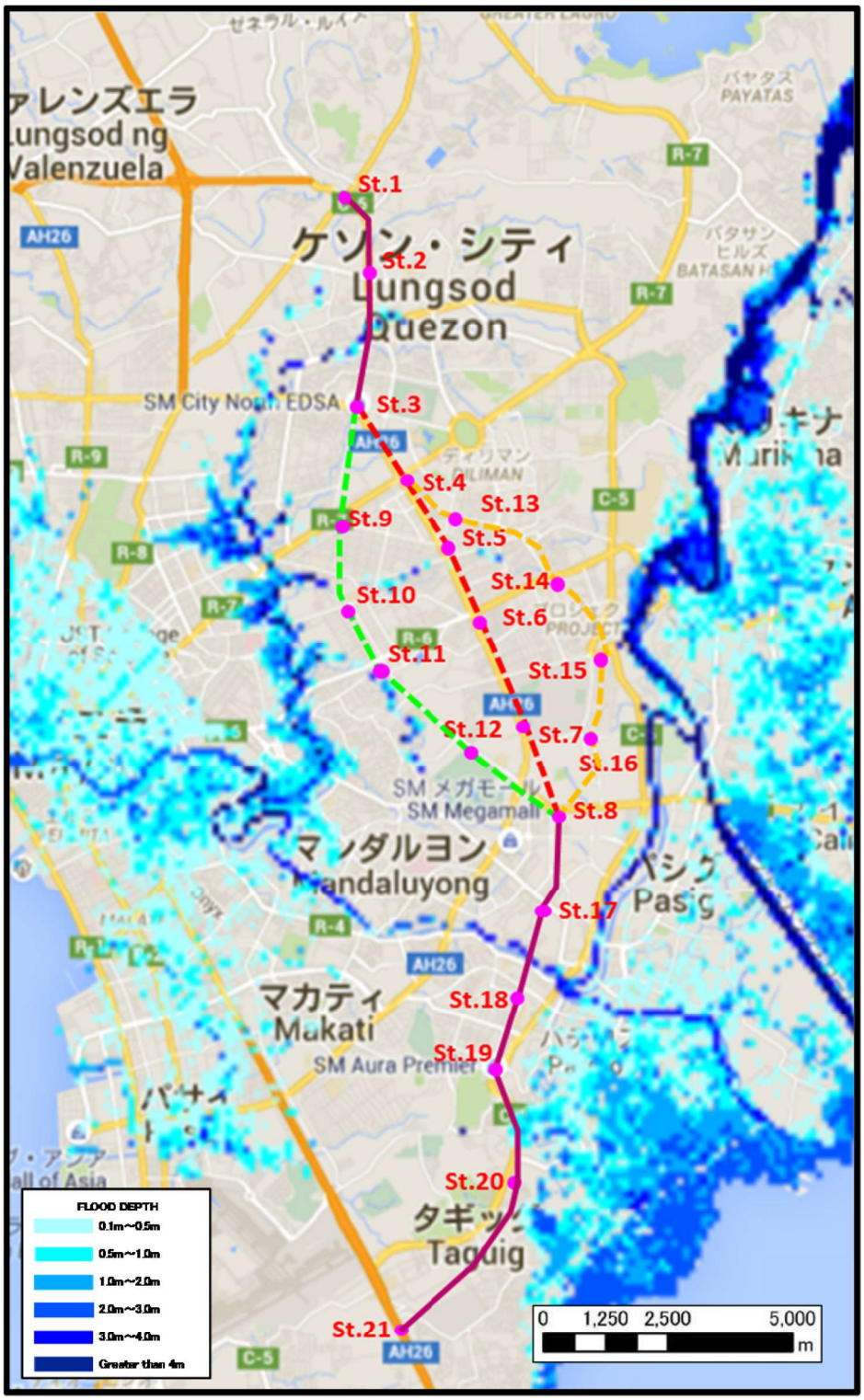
出典：PAGASA

図 2.8.11　確率別浸水図（10 年超過確率）



出典：PAGASA

図 2.8.12　確率別浸水図（25 年超過確率）



出典：PAGASA

図 2.8.13　確率別浸水図（50 年超過確率）

表 2.8.4　PAGASA 提供-確率別浸水図

(10 年超過確率規模の降雨時の事業候補路線の浸水想定箇所)

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	○	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	○	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

表 2.8.5　PAGASA 提供-確率別浸水図

(25 年超過確率規模の降雨時の事業候補路線の浸水想定箇所)

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	○	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	○	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

表 2.8.6　PAGASA 提供-確率別浸水図

(50 年超過確率規模の降雨時の事業候補路線の浸水想定箇所)

EDSA Route			Greenhills Route			Katipunan Route		
No	Outside	Inland	No	Outside	Inland	No	Outside	Inland
St.1	–	–	St.1	–	–	St.1	–	–
St.2	–	–	St.2	–	–	St.2	–	–
St.3	–	–	St.3	–	–	St.3	–	–
St.4	–	–	St.9	–	–	St.4	–	–
St.5	–	–	St.10	–	○	St.13	–	–
St.6	–	–	St.11	–	○	St.14	–	–
St.7	–	–	St.12	–	–	St.15	–	–
St.8	–	–	St.8	–	–	St.16	–	–
St.17	–	–	St.17	–	–	St.8	–	–
St.18	–	–	St.18	–	–	St.17	–	–
St.19	–	–	St.19	–	–	St.18	–	–
St.20	–	–	St.20	–	–	St.19	–	–
St.21	–	–	St.21	–	–	St.20	–	–
						St.21	–	–

○ : Influence

PAGASA 提供の氾濫解析の結果、事業対象の候補路線 Greenhills Route,Mandaluyong Route,Kalayaan Route では 10 年・25 年・50 年の解析結果で支川流域の内水氾濫被害の可能性があり、推定浸水深は 3m 以下と見込まれる。これらの外水や内水の被害の恐れのある箇所は地形が低標高であることが見込まれるため、駅等の施設整備においては浸水深に配慮した止水構造にすることや浸水深より高い位置での進入路・開口部の設置等の配慮が必要である。

2.9　　地震による影響分析

フィリピン国は西大西洋のプレートの沈み込み帯に位置する世界有数の地震・火山の活動が活発な国の一つである。地震の発生原因は、東側のフィリピン海溝ではフィリピン海プレートが、西側のマニラ海溝ではユーラシアプレートが沈み込み、その中央には国を南北に縦断するフィリピン断層が存在する。これまでに数多くの地震災害が発生しており多くの死者が発生している。従って、事業対象の路線検討にあたっては多発する地震に対する影響や地震による地盤の影響を確認し、その影響を分析しておく必要がある。本項ではフィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）から入手した最新の地震に関する評価結果を用いて耐震対策や液状化対策の影響について分析する。

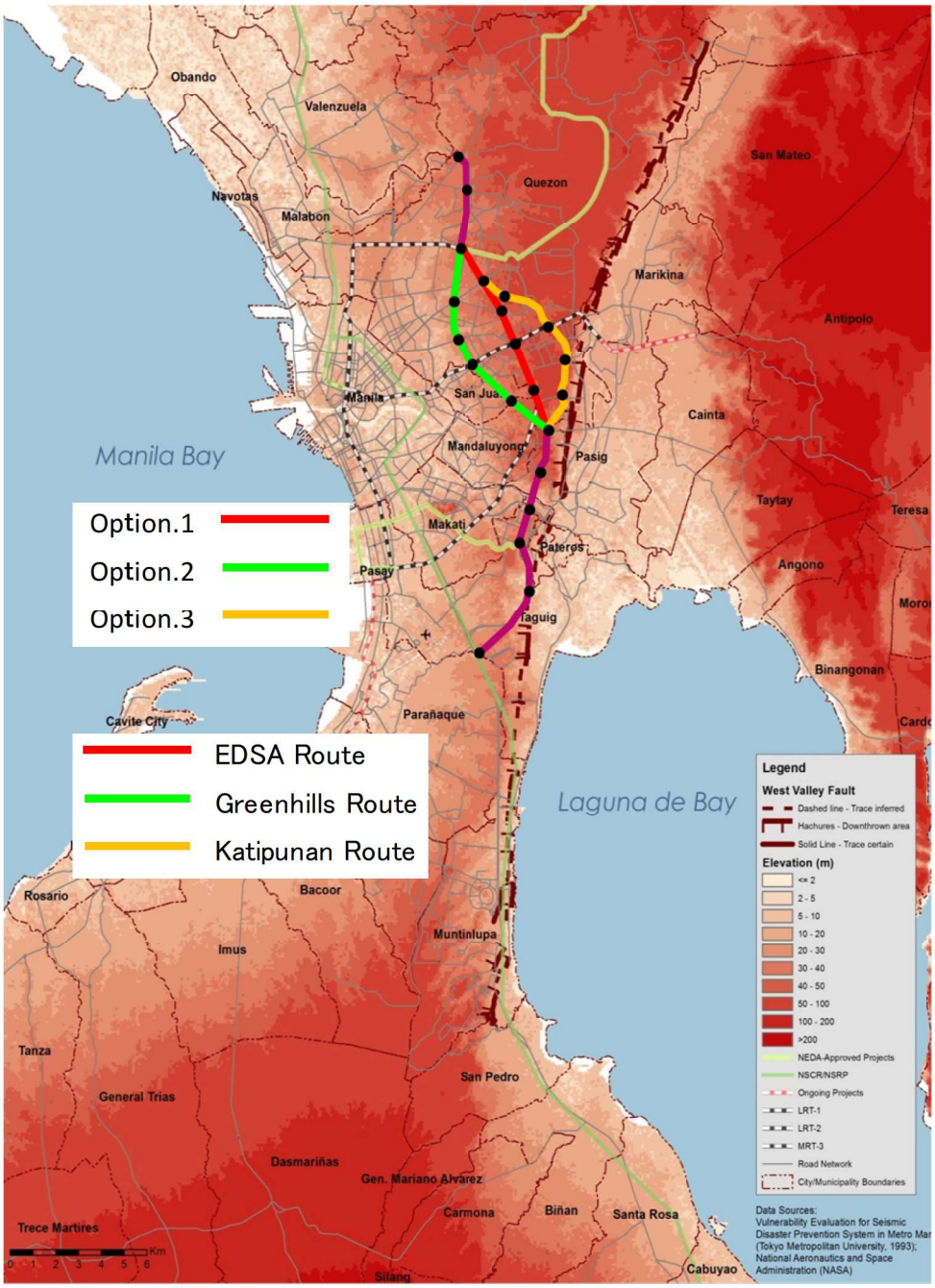


図 2.9.1　プロジェクト対象地域の活断層位置図

(1)　事業対象区間の地質

事業対象エリアは、ルソン島の北部・中央・南東の 3 つの地形学的地域のうち、マニラ首都圏が位置する中央にあたり、構造地質学上、西部のザンバレスレンジ、中央部のセントラルバレー、東部のシエラマドレの南部拡張域に分類される。これら地域は全体的に凝灰岩もしくは火山砕屑物が広がっている。

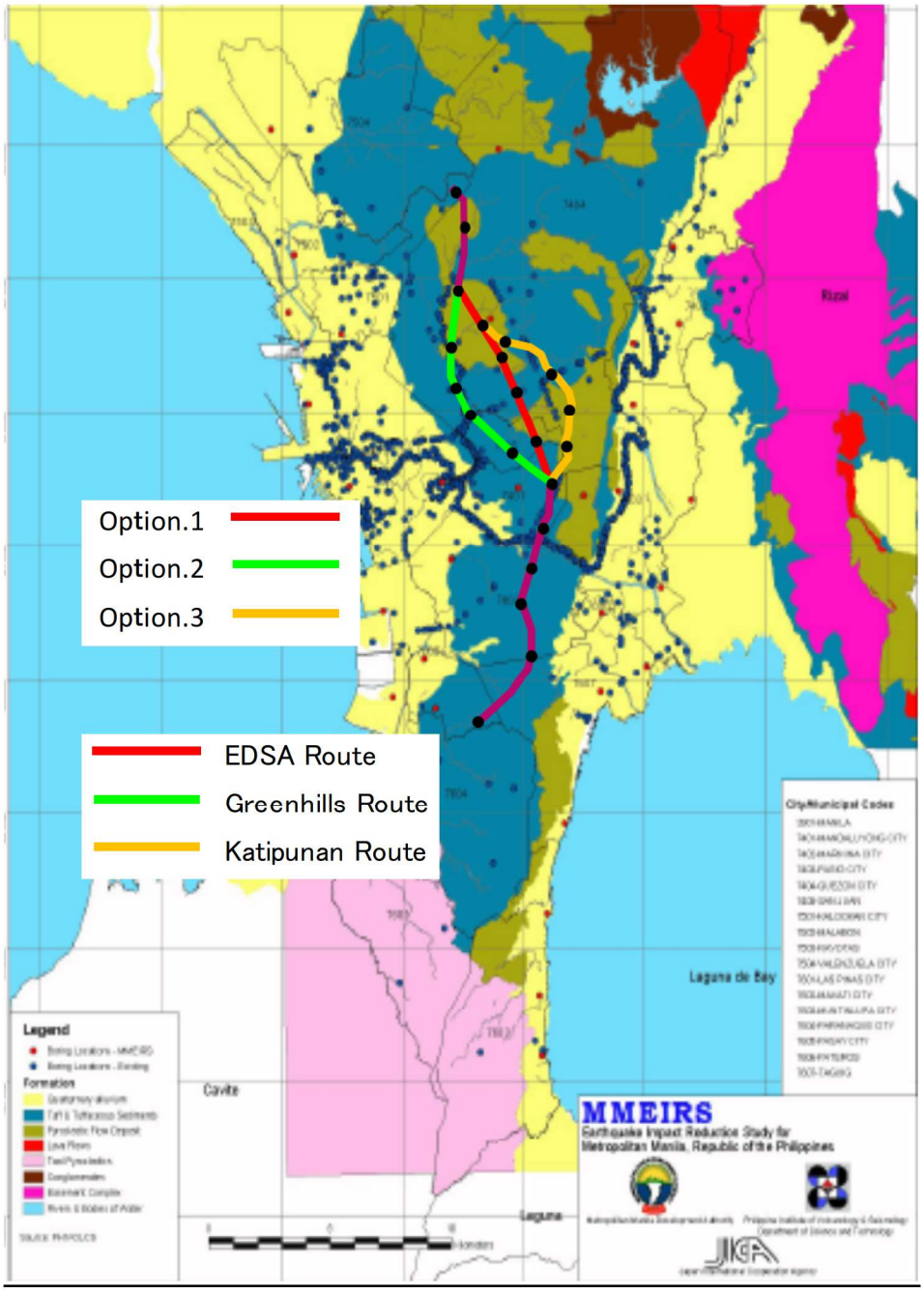


図 2.9.2　マニラ首都圏全体地質図

(2)　地震の影響

地震の影響については、フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）が独自の調査でハザード評価を行っている。地震による揺れの考え方は以下の 10 段階の評価を設けている。

Intensity 1	Scarcely Perceptible
Intensity 2	Slightly Felt
Intensity 3	Weak
Intensity 4	Moderately Strong
Intensity 5	Strong
Intensity 6	Very Strong
Intensity 7	Destructive
Intensity 8	Very Destructive
Intensity 9	Devastating
Intensity 10	Completely Devastating

出典：フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）HP

地震発生時の揺れの評価はマグニチュード（Magnitude）6.5 及び 7.2 の場合の 2 ケースに対して実施している。事業対象路線に対する揺れ（Intensity）の大きさは以下の結果となる。

表 2.9.1　事業対象路線（候補地の駅付近）の揺れの評価

M6.5 の場合

EDSA Route		Greenhills Route		Katipunan Route	
St.1	○	St.1	○	St.1	○
St.2	○	St.2	○	St.2	○
St.3	○	St.3	○	St.3	○
St.4	○	St.9	○	St.4	○
St.5	○	St.10	○	St.33	○
St.6	○	St.11	○	St.34	○
St.7	○	St.12	○	St.35	○
St.8	○	St.8	○	St.36	○
St.18	○	St.18	○	St.8	○
St.19	○	St.19	○	St.18	○
St.20	○	St.20	○	St.19	○
St.21	○	St.21	○	St.20	○
St.22	○	St.22	○	St.21	○
				St.22	○

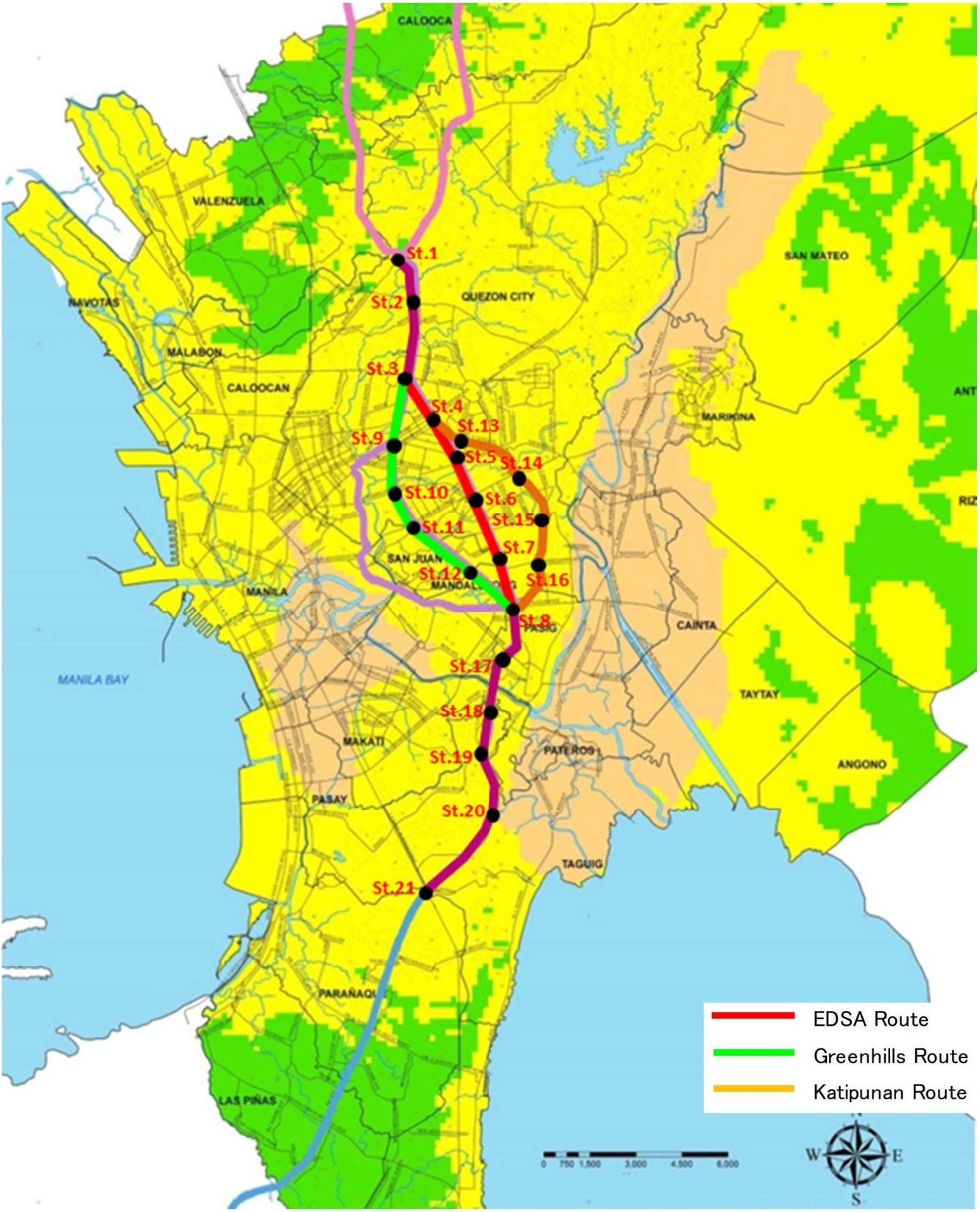
○：Very Destructive

M7.2 の場合

EDSA Route		Greenhills Route		Katipunan Route	
St.1	○	St.1	○	St.1	○
St.2	○	St.2	○	St.2	○
St.3	○	St.3	○	St.3	○
St.4	○	St.9	○	St.4	○
St.5	○	St.10	○	St.33	○
St.6	○	St.11	○	St.34	○
St.7	○	St.12	○	St.35	○
St.8	○	St.8	○	St.36	○
St.18	○	St.18	○	St.8	○
St.19	○	St.19	○	St.18	○
St.20	○	St.20	○	St.19	○
St.21	○	St.21	○	St.20	○
St.22	○	St.22	○	St.21	○
				St.22	○

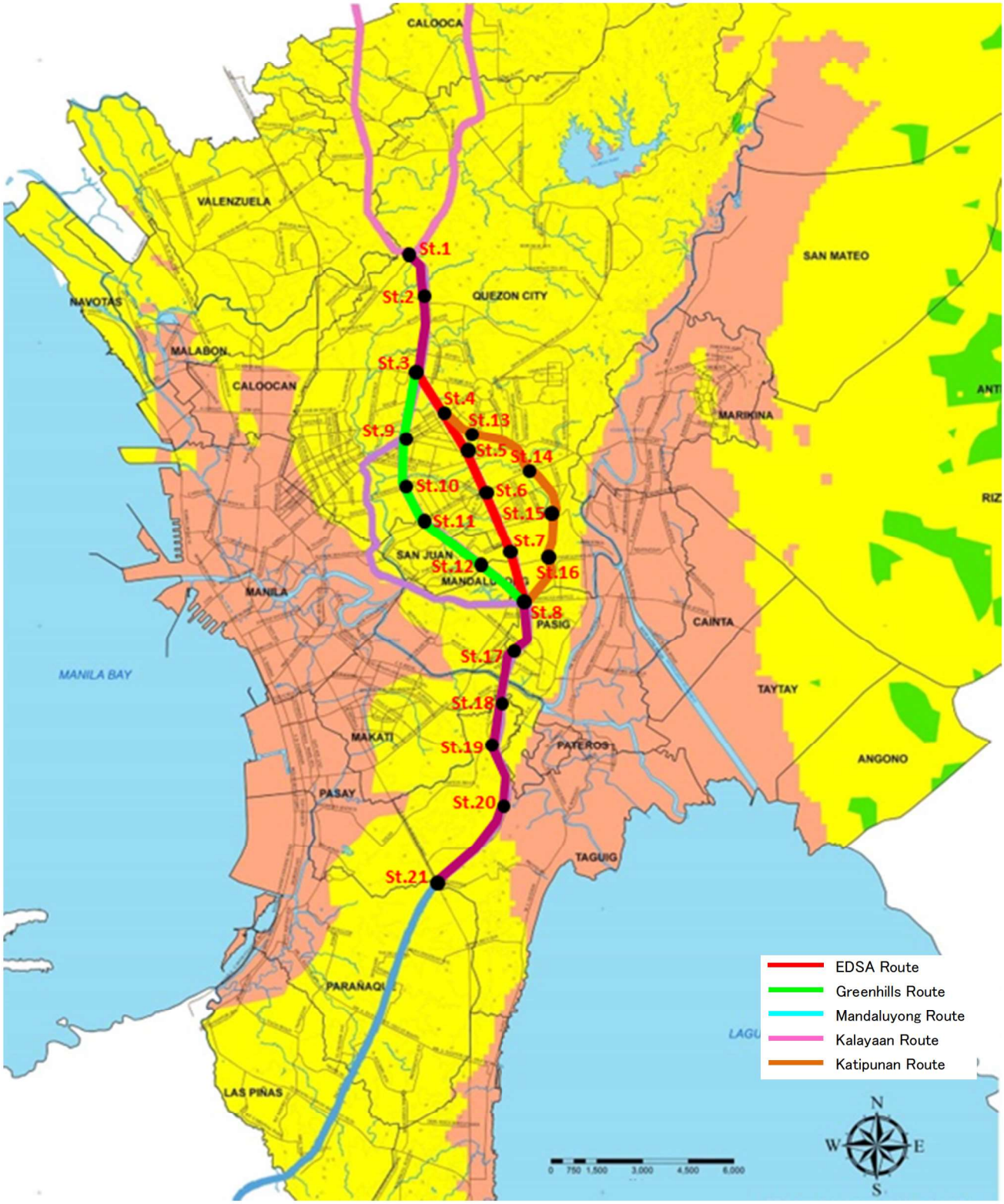
○：Very Destructive

揺れ関する評価の結果、事業対象路線の全ルートは破壊的な揺れ（Very Destructive）の地域に含まれるため、揺れの想定規模に応じた耐震対策が必要となる。Kalayaan Route の St.27～31 付近はサン・ホアン川沿川を通過するルートであり、壊滅的な揺れ（Devastating）との境界付近となる。この範囲は扇状地の堆積物が多く基盤が緩い可能性があり評価結果よりも強い揺れが発生する可能性がある。



出典：フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）によるハザード評価を基に JICA 調査団が加工

図 2.9.3　事業対象路線と M6.5 の地震時の揺れの関係



出典：フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）によるハザード評価を基に JICA 調査団が加工

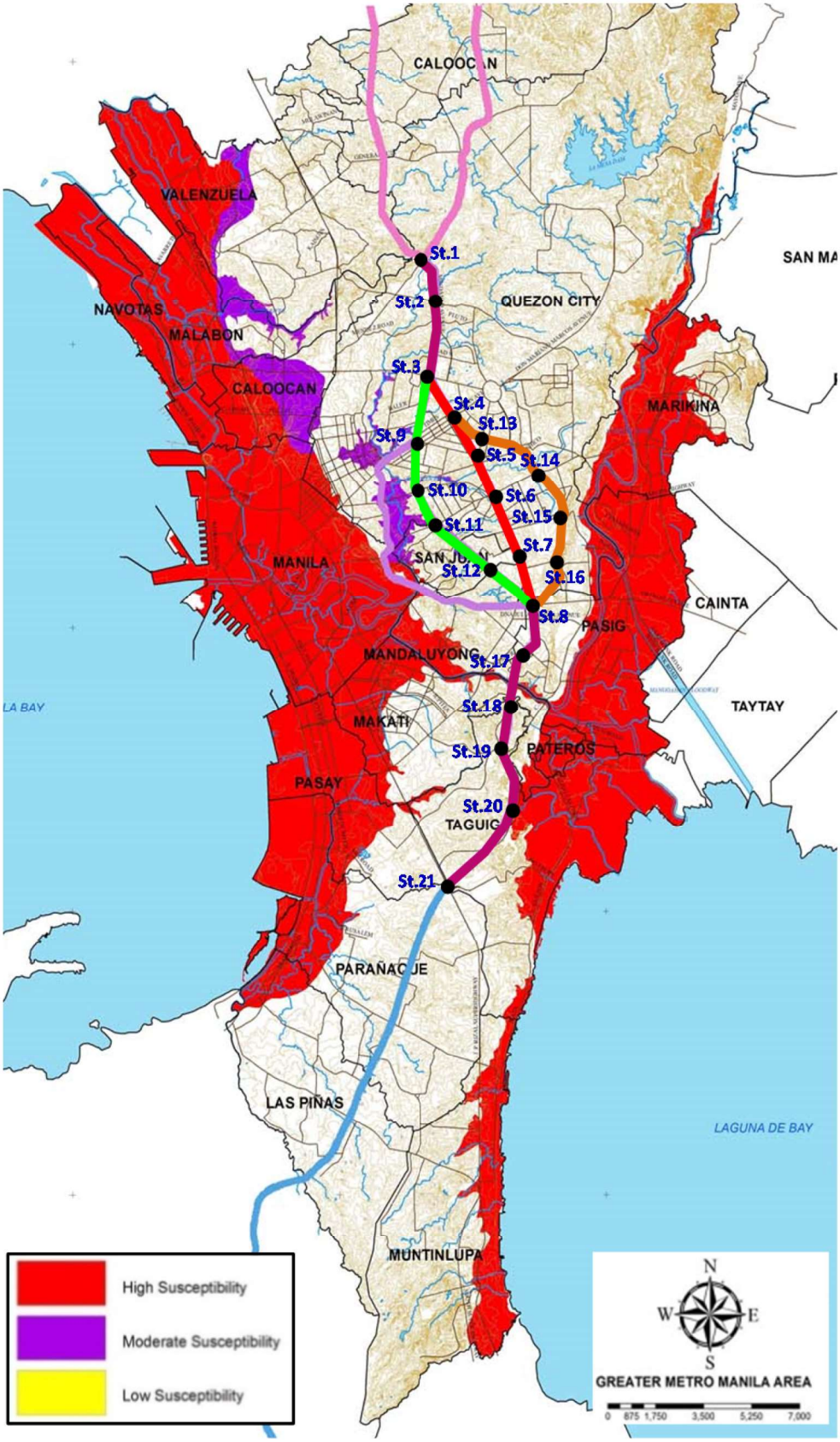
図 2.9.4　事業対象路線と M7.2 の地震時の揺れの関係

(3)　液状化の影響

事業対象地域及び地震時の液状化の予測範囲を図 2.9.5 ならびに液状化の影響を受ける駅候補地との関係を表 2.9.2 に示す。事業対象範囲の大半の区間は液状化の可能性がほぼない地域に位置するが、Mandaluyong Route,Kalayaan Route の一部はサンホアン川の沿川となり砂地盤の堆積が見込まれる地域であり液状化の影響がある。

表 2.9.2　事業対象路線と地震発生時の駅候補地の液状化の影響

EDSA Route		Greenhills Route		Katipunan Route	
St.1	－	St.1	－	St.1	－
St.2	－	St.2	－	St.2	－
St.3	－	St.3	－	St.3	－
St.4	－	St.9	－	St.4	－
St.5	－	St.10	－	St.33	－
St.6	－	St.11	－	St.34	－
St.7	－	St.12	－	St.35	－
St.8	－	St.8	－	St.36	－
St.18	－	St.18	－	St.8	－
St.19	－	St.19	－	St.18	－
St.20	－	St.20	－	St.19	－
St.21	－	St.21	－	St.20	－
St.22	－	St.22	－	St.21	－
				St.22	－



出典：フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）によるハザード評価を基に JICA 調査団が加工

図 2.9.5　事業対象路線と地震発生時の液状化発生地域の関係

第3章　事業計画

3.1　線　形

3.1.1　線形計画の概要

線形計画においては、Mindanao Ave. – Quirino Highway 北側の DEPOT から FTI までの約 27km の区間の線形計画を実施している。路線は起点側の DEPOT 付近を除き、地下路線として計画する。

地下路線とした理由は通過ルート上に適当と思われる導入空間が十分に存在しないため、高架構造とした場合は地表での建物支障と用地買収が膨大となるためである。

また通過区間は人口の密集地が多く、高架構造とした場合、騒音振動の影響範囲が拡大するものと考えられ、地下構造とすることで騒音などの環境に与える影響を最小限とすることが可能となるためである。

線形計画の実施にあたっては周辺の高層建築、道路高架橋などの状況を把握して既存構造物への影響の回避と、速度制限が発生する曲線を可能な限り回避することを主眼として検討している。

路線計画の概要は以下の通りである。

路　線　長　：Mindanao Avenue – Qurino Highway St (0k000m) – FTI(25k101m)
　　延長　25k101m (Mindanao Avenue – Qurino Highway 駅中心
　　～FTI 駅中心間距離)
線 路 形 態　：全線複線　地下構造（車両基地付近のみ一部地平）電車専用線
設計最高速度　：地下区間：80km/h　将来延伸時高架区間：120km/h
車 両 基 地　：Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅北側部

(1)　線形計画の基本方針

線形設計の実施に当たっては、速達化達成のため列車への速度制限が発生する曲線の配置を可能な限り排除することを念頭に実施している。

しかしながら既存の道路下もしくは民地を通過するため、道路用地の逸脱と既存の構造物との支障を回避することを最優先としたため、部分的に速度制限が発生してしまう。

速度制限の発生箇所は可能な限り駅付近の速度が低下する箇所に留め、全体的な列車の運行速度の低下が発生しないよう留意した線形設計とした。

(2)　線形計画上の基本条件

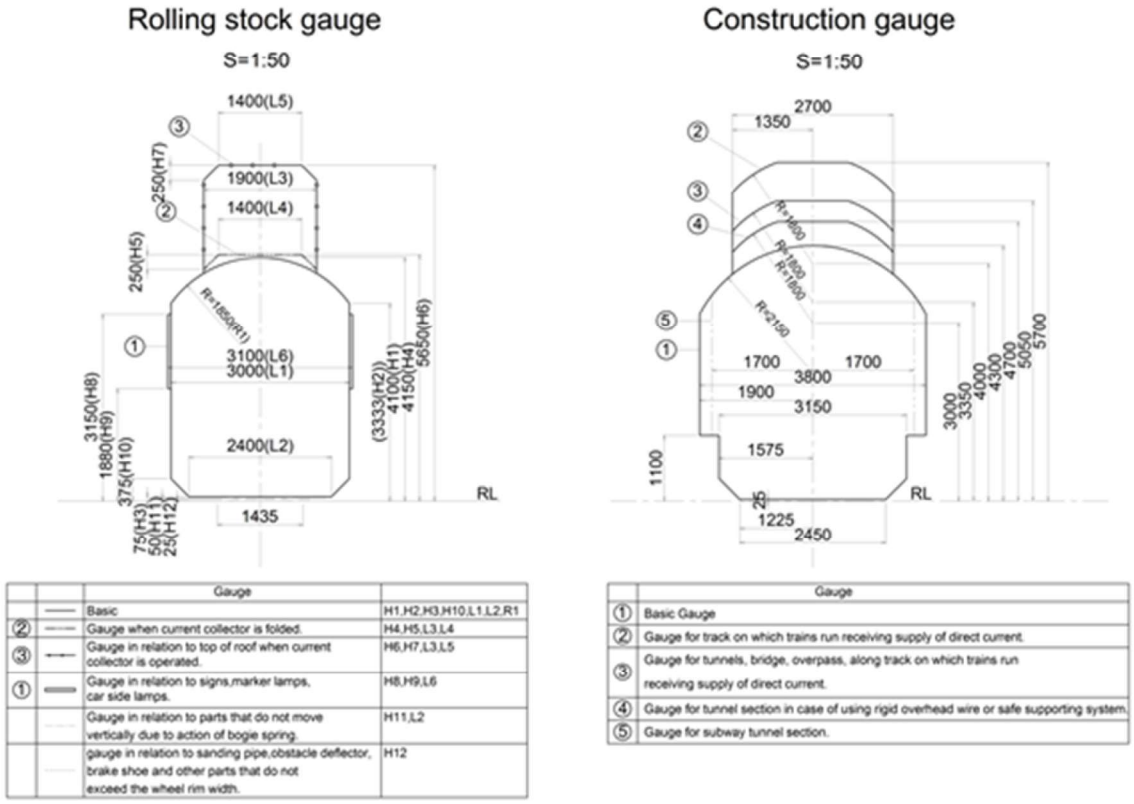
本路線の線形計画上の基本方針は、将来的な相互直通運転の可能性を考慮して、別途設計中の南北通勤線と基本的には合致させるが、本路線は地下区間であるためそのまま南北通勤線の規格を適用すると不経済と考えられることから線形設計における設計条件を表 3.1.1 のように設定する。

特に建築限界においては地下区間であり、側方限界の縮小は事業費に直結するため建築限界の縮小を行っている。側方建築限界は、東京メトロの例を参考に車両限界より 200mm の位置を縮小限界として設定を行っている。

表 3.1.1　設計条件

Item	Contents		Remarks
	MMSP	NSCR（Reference）	
Maximum speed	80km/h	—	Underground section
	120km/h	←	Future Vaiaduct section.
Gauge	1435mm	←	
Length of a rolling stock.	20m	←	
The car number of trains.	8 cars	←	Max 10 car.
Minimum curve radius	160m	—	Underground section
	300m	←	Future Vaiaduct section.
The minimum curve radius of a platform section	400m	←	Minimum
	800m	—	Normal
Cant	Ca max=180mm	←	Maximum Cant
	Cd max=90mm	←	Cant deficiency (maximum)
Widening of gauge	5mm	—	In the case of less than 200 m of curves radius .
Type of transition curve.	Clothoid curve	Cubic Parabola	
Maximum gradient	35.0‰	←	A curve resistance is calculated separately.
Minimum gradient	0.5‰	LEVEL	Tunnel section, for a drainage
Train stop section maximum gradient.	5.0‰	←	
Electrical type	DC 1500V	←	Overhead wire system
Catenary system.	Simple catenary	←	Ground or Viadubt section.
	Rigid overhead catenary	—	Underground section.
Turnout	More than 10# turnout	←	Main track
	8# tournout	←	Depot
Rolling stock gauge	Same NSCR car	←	
Construction gauge	The reduction construction gauge for underground sections.	Normal construction gauge	

出典：「解説　鉄道に関する技術基準（土木編）第二版　（2007 年国土交通省鉄道局監修）」、「土木構造物設計示方書［13 号線（池袋～渋谷間）］2004 年東京地下鉄株式会社」を元に調査団にて設定。



出典：「土木構造物設計示方書［13 号線（池袋～渋谷間）］2004 年東京地下鉄株式会社」を元に調査団にて設定。

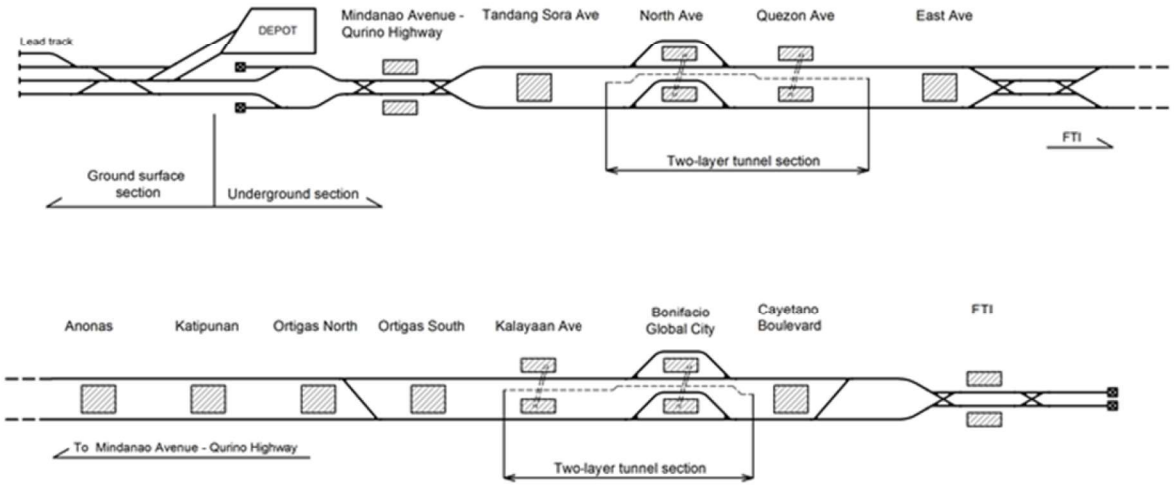
図 3.1.1　車両限界・建築限界図

(3)　平面線形

平面線形は基本的に既存道路通過部においては道路用地内、道路の存在しない民地部は通過区間を可能な限り最小となるよう考慮して設定を行った。

全体の配線略図は図 3.1.2 に示す結果となっており、途中駅の折り返し設備、待避設備は運転計画担当と調整の上決定している。

ただし、Ortigas North の引上線、渡り線については本検討実施時の構造形式をシールドトンネルとして計画しているため配置が困難となっているが、山岳工法である NATM が採用可能であれば、引上線および渡り線の配置は可能である。



出典：調査団

図 3.1.2　配線概要図

表 3.1.2　本線分岐配置位置一覧表

駅　名	配置分岐	配置理由
Mindanao Avenue – Qurino Highway	列車折返し用 シーサスクロッシング 駅前後 2 箇所	列車の折返し用に配置する。 将来の延伸時における異常時対応のため、駅列車がどちら方向へも出発可能な配線としている。
North Ave	急行用待避線 片開き分岐 4 箇所	急行列車待避用の待避線設置のため
East Ave	渡り線、留置線 片開き分岐 4 箇所 シーサスクロッシング 2 箇所	列車の夜間留置および異常時の列車の収スペースとして留置線を 2 線配置する。
Ortigas North	渡り線用 片開き分岐 2 箇所	非常時の列車折返し用として配置する。
Bonifacio Global City	急行用待避線 片開き分岐 4 箇所	急行列車待避用の待避線設置のため
Cayetano Boulevard	渡り線 片開き分岐 2 箇所	上下 2 層構造の終端部分のため非常渡りとして配置する。
FTI	列車折返し用 シーサスクロッシング 駅前後 2 箇所	列車の折返し用に配置する。 将来の延伸時における異常時対応のため、駅列車がどちら方向へも出発可能な配線としている。

出典：調査団

(4)　縦断線形

縦断線形は地下路線であり、駅間部においてはトンネルの最小土被りを確保することが絶対条件となる。

通常はトンネル外径以上の土被りを確保する必要があり、これより浅い土被りとした場合は、地表面の沈下対策のため別途地盤改良を実施する必要があり事業費の増加に直結するためこれを回避する。

また地下区間は湧水対策のため、駅間の湧水を駅部のポンプ室に流下させる必要があることから、可能な限り駅間には最下点を設けない事に留意する。

ただし河川の横断部や高級住宅街の直下（サブディビジョン）等地形上、縦断線形的に最下点が発生する箇所については中間ポンプ室を設置することでこれに対応する。

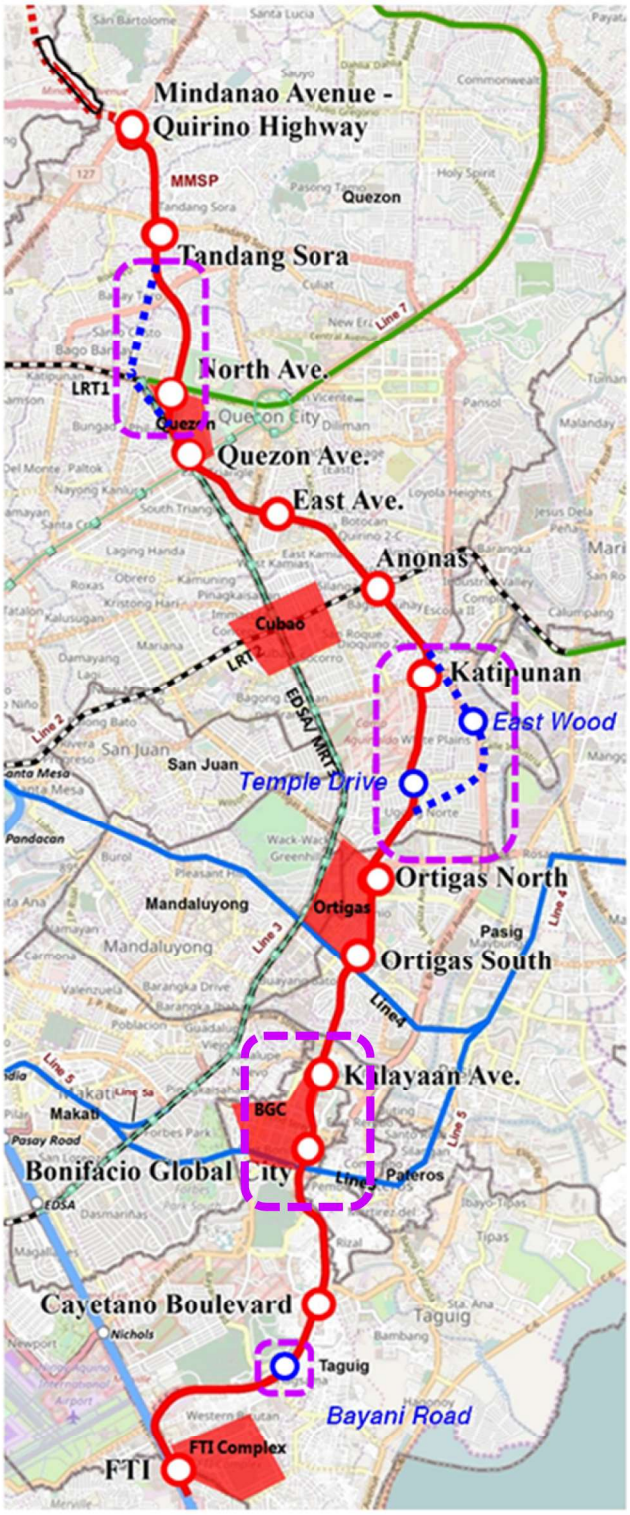
縦断線形における最小勾配は 0.5‰(5/10000)として水平区間は設置せず、湧水の流下が可能な勾配を確保することとする。

3.1.2　ルートの個別調整

線形の設定においては別途決定した全体ルートを受けて、線形の成立上問題となる箇所および駅位置の調整を行った。

調整を行ったのは以下の 4 カ所であり、位置については図 3.1.3 に示す。

- Tandan Sora - North Ave - Quezon Ave area
- Anonas - Katiputan -Ortigas North area
- Kalayan Ave - Bonifacio Global City - Cayetano Boulevard area
- Bayani Road St



出典：調査団

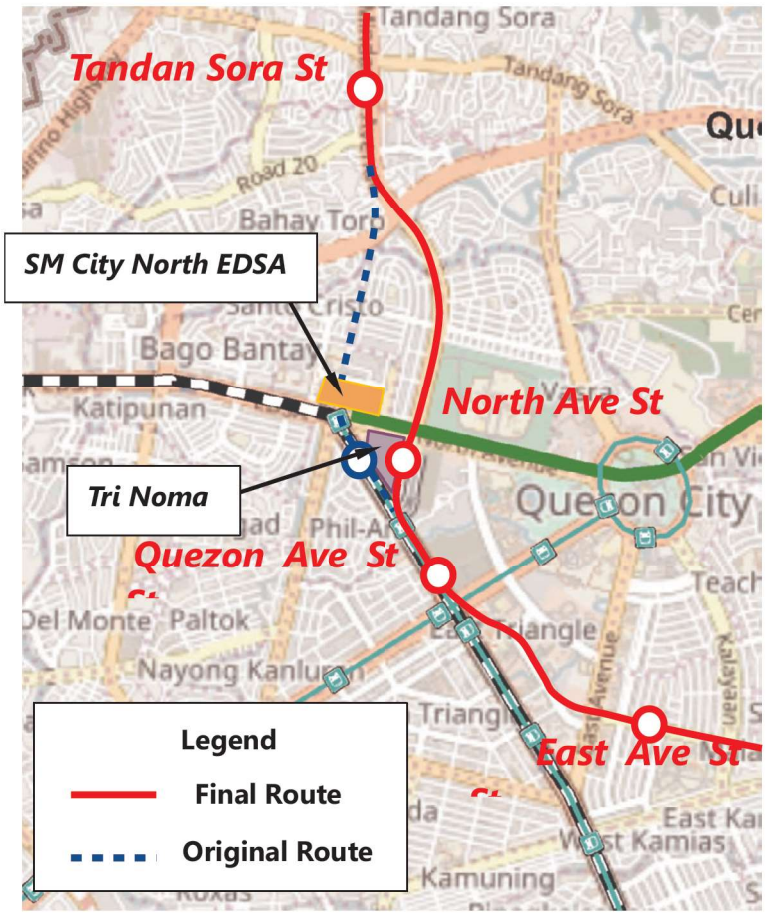
図 3.1.3　全体ルート図

(1)　Tandan Sora - North Ave - Quezon Ave area

本区間で調整したのは、North Ave 駅近辺であり、当初の計画では既存の SM City North EDSA の直下を通過するルートとなっていたが、既存の大型建物の直下を通過させることは技術的に困難を伴う。

また駅設置予定地付近は EDSA で Line3 と併走する区間であり、駅施設の配置が困難であったため、本区間では当初のルートより東側を通過させ、North Ave の駅位置を Tri Noma の東側の道路上に変更を行った。(図 3.1.4)

この変更により、当初ルートでは North　Ave の北側では民地を通過する必要が有ったものの、変更により全区間を Mindanao Ave の道路用地内にトンネルを配置することとなり、大幅な支障家屋の削減を行っている。



出典：調査団

図 3.1.4　North Ave 付近ルート変更図

(2)　Anonas - Katiputan -Ortigas North area

本区間では Katiputan 駅を南東に移設して、East Wood の商業施設に近接して駅を配置することを検討した。

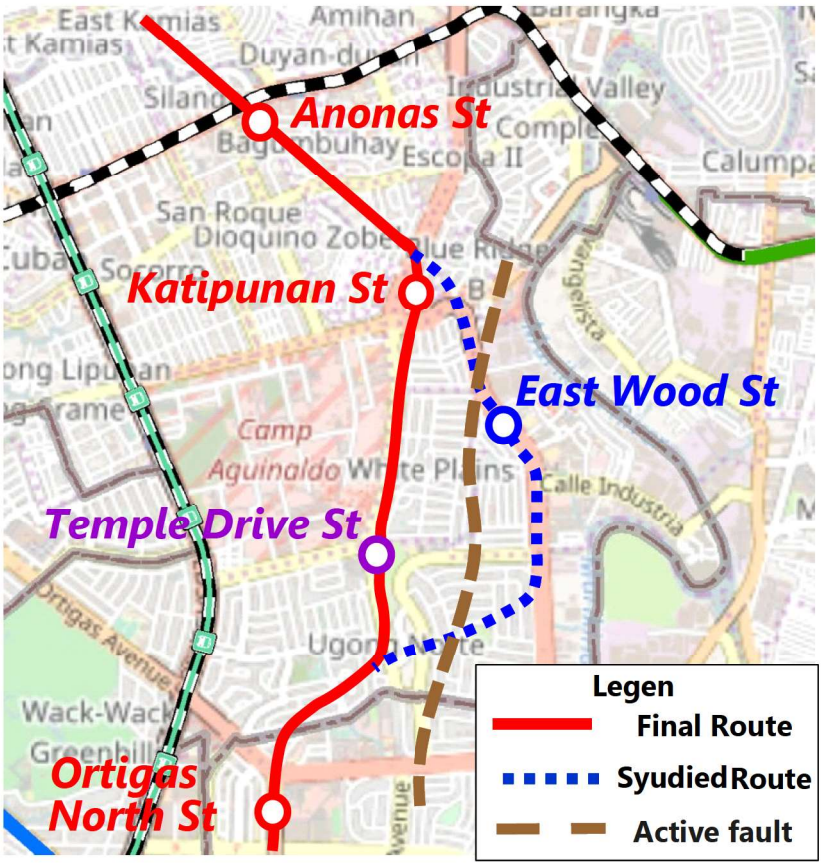
本ルートの検討は DOTr より East Wood へのアクセスの向上を要望され検討したものであり、全体的にルートを東側に移設する案である。(図 3.1.5)

検討の結果 East Wood に駅を設置するためのルート上には活断層が存在している事が判明しており、本ルートの採用により活断層を 2 回通過する必要が発生するため安全性の観点から、ルートの設定を断念している。

別途活断層を横断せずに可能な限り、East Wood に近づけるケースも想定したが、その場合における駅の配置予定位置は民家の密集したエリアであり、幅の広い道路が存在しないことから、駅設置には多数の家屋が支障する。

また適切なアクセス道路も存在せず、駅の設置は現実的ではないことから、East Wood への接続は断念するものとしている。

また当初計画では Temple Drive 駅の設置を計画していたものの、周辺は高級ザブディビジョン(壁で囲まれた住宅街)であり地下鉄利用者が見込まれないことから駅を配置しないこととしている。



出典：調査団

図 3.1.5　Katipunan 付近ルート変更図

(3)　Kalayan Ave - Bonifacio Global City - Cayetano Boulevard area

本区間では Bonifacio Global City 駅を西側の 11thAve に移設して、Kalayan Ave 駅から直線的に、Bonifacio Global City 駅に接続させ、Bonifacio Global City 駅の南側では SM Aura の建物直下の通過を回避するルートの検討を行った（図 3.1.6)。

しかしながら、当初の駅予定地である Mackinley Parkway の東側の商業施設の Market! Market! は将来 BCDA (Bases Conversion and Development Autthority) に返還されることが予定*[2] されており、駅との一体での開発が容易となっている。

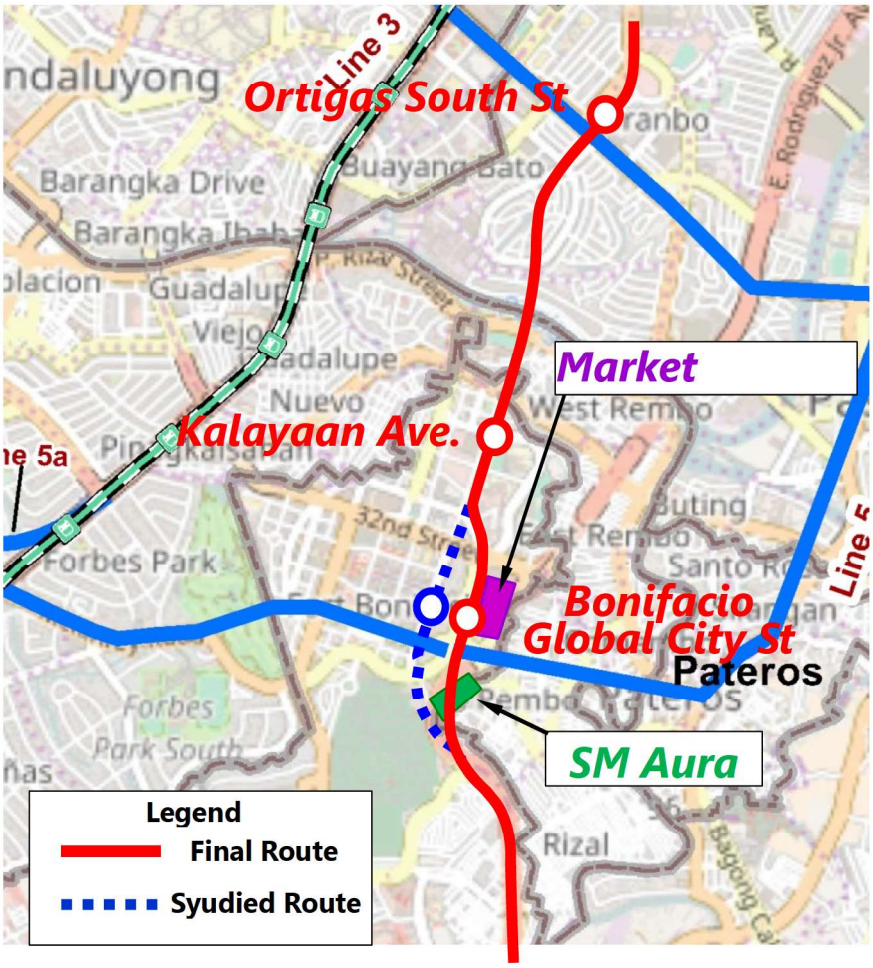
また、Market Market の南側にはジプニーとバスのターミナルの整備が予定*[3] されており、将来的な他交通機関との結節の点からも有利となる。

以上の利点より最終ルート案は当初の東側ルートで決定した。

ただし Bonifacio Global City 駅の南側で既存の SM Aura の建物直下を通過する必要がある。

*[2]: 駅東側の用地はBCDA所有地となっており、2000年よりMarket！Market!についてはAyalaに 25 年間、その他用地は学校等に 25 年間のリース契約がされている（双方の合意により 25 年間延長可)。
Ayala との契約は 2025 年までであり、その後は BCDA に返還される予定。

*[3]：フォートボニファシオ株式会社(FBDC)の管理する BGC マスタープランによると、BGC 駅の東側街区（現在の Market! Market!及び駐車場用地）は、"Multi-modal Station/ Conventional Center Parking"として、バス・ジープニー及び計画中の Line5 駅を含むマルチモーダル駅の整備を位置付けられているが、具体的な計画は進んでいない。

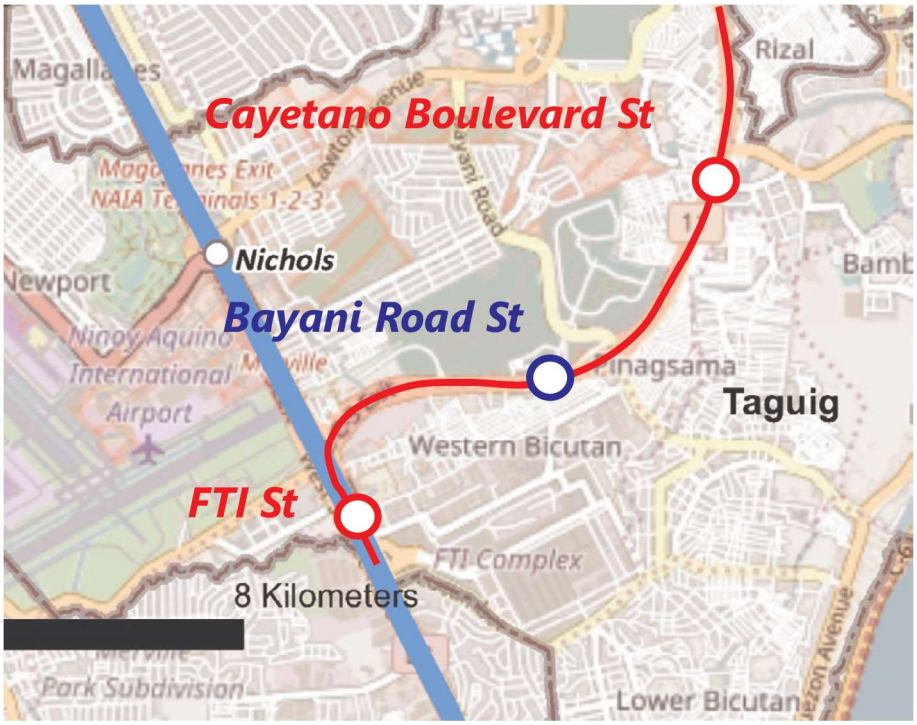


出典：調査団

図 3.1.6　Bonifacio Global City 付近ルート検討図

(4)　Bayani Road St

Cayetano Boulevard 駅 －FTI 駅間においては、駅間が長いことから、追加駅として Bayani Road 駅を配置することを計画したが、駅配置予定地は、北側が広大な墓地となっており、駅勢圏が広く期待できない点と、周辺の旅客需要が余り見込めないことから、DOTr より駅の設置は不要との要望もあり、配置しないこととしている（図 3.1.7）。



出典：調査団

図 3.1.7　Bayani Road 駅位置図

3.1.3　各区間の個別線形設定結果

線形計画における各区間の概要を以下に示す。
全線の配線結果は Appendix 101 を参照。

(1)　DEPOT (-2k800m) ～ Mindanao Ave. - Quirino Highway 駅間 (0km000m)

ここでは DEPOT から Mindanao Ave. - Quirino Highway 駅までの区間について述べる。

1)　本線から DEPOT へのアクセス

本線から DEPOT へのアクセスは地平部から入出庫線が地下に進入し、地下区間で将来延伸用の本線と合流する。

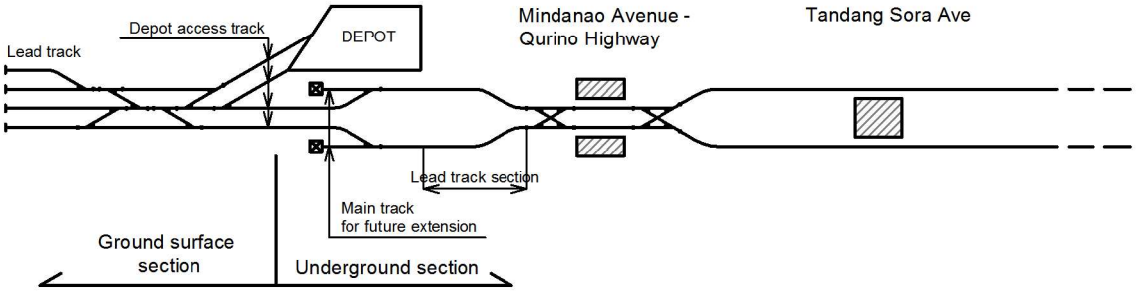
入出庫線は複線で配置しており入庫、出庫ともに対向線に対して支障しない配線とした。

これは将来の北側方面への延伸時に入出庫列車と本線列車の支障が最小限となるように配慮した結果である。

将来の北側への延伸部分は入出庫線から分岐後、将来の延伸工事が可能な位置まで、地下の土木構築を完成させておく。

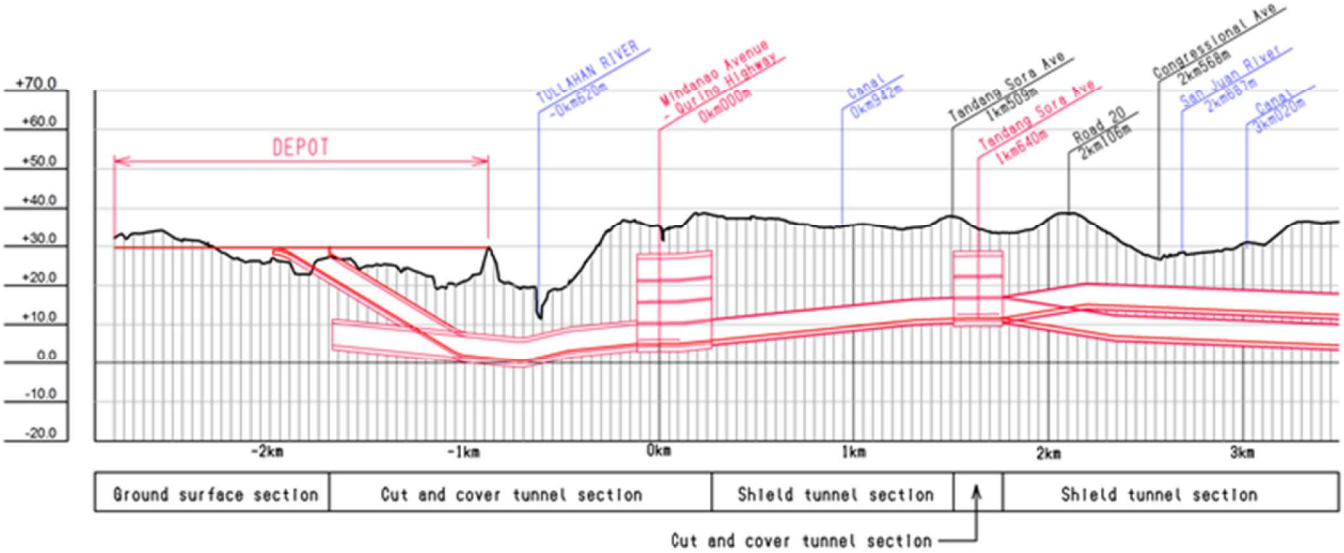
DEPOT の入出庫線は本線から分岐後、35‰の最急勾配で地平部に到達し、引上線で折返し後 DEPOT へ接続する。

DEPOT 前の引上線は、ラッシュ時の出庫に対応するため、4 線配置として余裕を持った列車の運行が可能となるよう配慮した（図 3.1.8）。



出典：調査団

図 3.1.8　DEPOT 部配線略図



出典：調査団

図 3.1.9　DEPOT 付近概略縦断図

2)　DEPOT アクセス線合流部～Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅間

DEPOT アクセス線の合流部から Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅までの区間は地下区間として計画するが DEPOT の南側でツルハン川の下を通過する必要がある。

該当部のトンネル構造は開削トンネルとして、川床に対して離隔を最小となるように設定する。(河川とトンネルの位置関係については(図 3.1.9 を参照)

河川の交差区間をシールドトンネル等の非開削工法とした場合は、河床に対してトンネル外形の 1.5 倍*[1] の離隔が必要となるため、トンネル位置が深くなり、DEPOT 入出庫線の地平到達までの距離が長くなるため、DEPOT 引上線を北側に延伸する必要があり、得策ではない。

また、Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅も同様に駅位置がより深くなるため、事業費抑

制の観点からも開削トンネルが有利であると判断して決定している。

*1：シールドトンネル等の非開削工法の場合、掘削に伴い、トンネル上部の地盤が緩むため、緩み範囲を通常部で、トンネル外形の 1.0 倍、河川下横断では河川水の流出を防ぐため 1.5 倍の離隔を設定することが求められる。

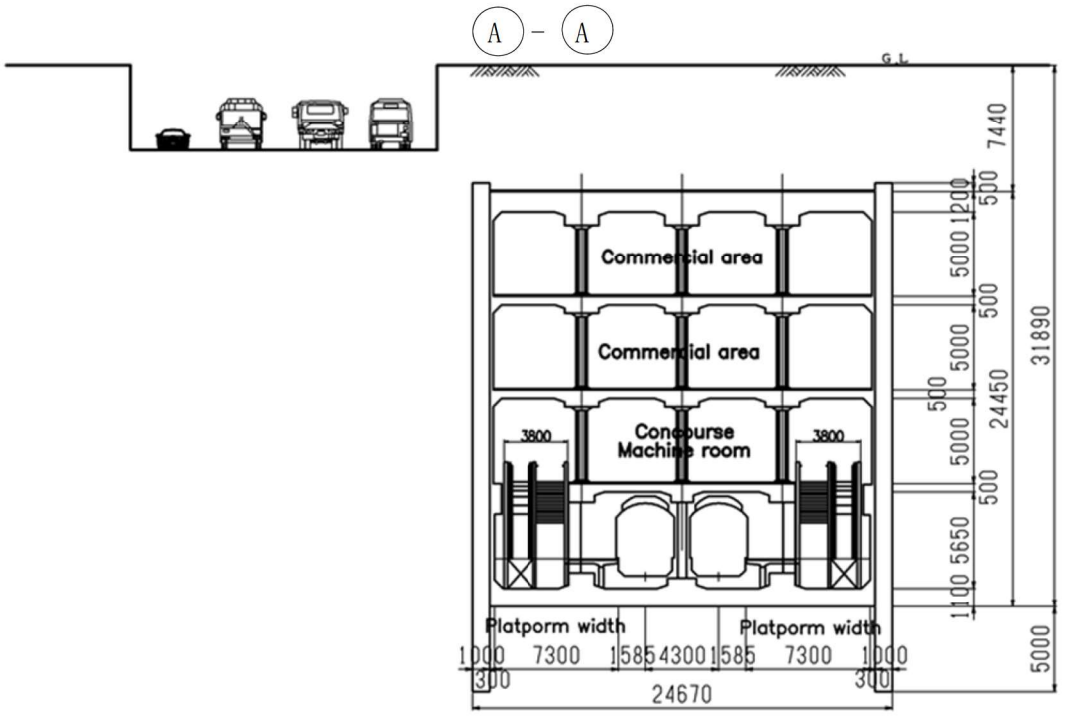
3)　Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅部

DEPOT 南側の河川の横断部付近より南側については基本的に民地を通過する。

特に、Mindanao Ave.交差点直下にはアンダーパスが配置されている関係上、道路直下に駅を配置することが困難であり、仮にシールド駅として配置した場合でも立坑をアンダーパスの前後部に配置すると非常に駅延長が長くなってしまい現実的ではない。そのため Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅については Mindanao Ave.の西側の民地部に駅を配置する。(図 3.1.10 参照)

駅の前後にはシーサスクロッシングを配置し、将来的に延伸した場合でも起点、終点のどちら側にも列車が折り返し出来る配線とする。

Phase 1 開業時においては、Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅の起点側（北側）の本線部に列車の折り返しが可能なスペースを確保しており、FTI 側(南側)から到着した列車は駅北側の本線上に引上てから、折り返しを行う。(図 3.1.11 参照)



出典：調査団

図 3.1.10　Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅部断面図



出典：調査団

図 3.1.11　Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅部平面図

駅部の縦断線形は基本的に DEPOT 側の河川横断部での河床との離隔により決定し、河川横断部から本駅まで区間に列車の停止区域を配置するため、駅位置の縦断上昇が行いにくいため深い駅となる。

(2)　Mindanao Ave.-Quirino Highway 駅(0km000m)～Tandang Sora Ave 駅(1km640m)間

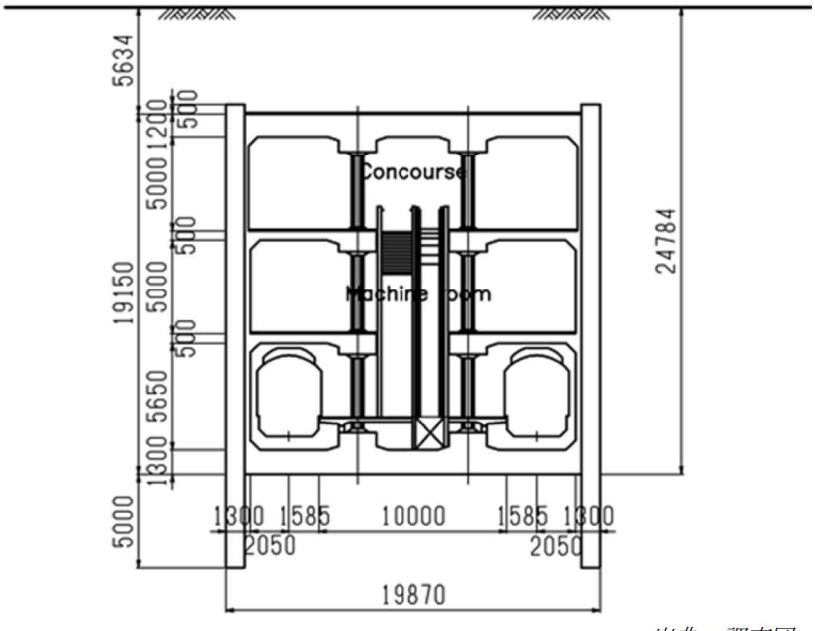
本駅間は Mindanao Ave. – Quirino Highway 駅から地下の Tandang Sora Ave 駅に至る区間であり、基本的には Mindanao Ave の道路敷地内に配置される。

全区間地下区間であり、駅間においては地平の道路への影響は特に発生しない。

Tandang Sora Ave 駅は Tandan Sora Ave. と Mindanao Ave. の交差点南側に配置する。

交差点直下に配置した場合は、交差点内の開削工事が必要となり、施工中の道路渋滞の原因となることから交差点内への配置を回避している

駅形態は 3 層構造の島式ホーム駅である。(図 3.1.12 を参照)



出典：調査団

図 3.1.12　Tandang Sora Ave 駅断面図

駅間の縦断線形については、Mindanao Ave 駅が縦断的に深い位置になるため、Mindanao Ave 駅から Tandan Sora Ave.駅に対して上り勾配として設定し、Mindanao Ave 駅にトンネル湧水を集水する計画とする。

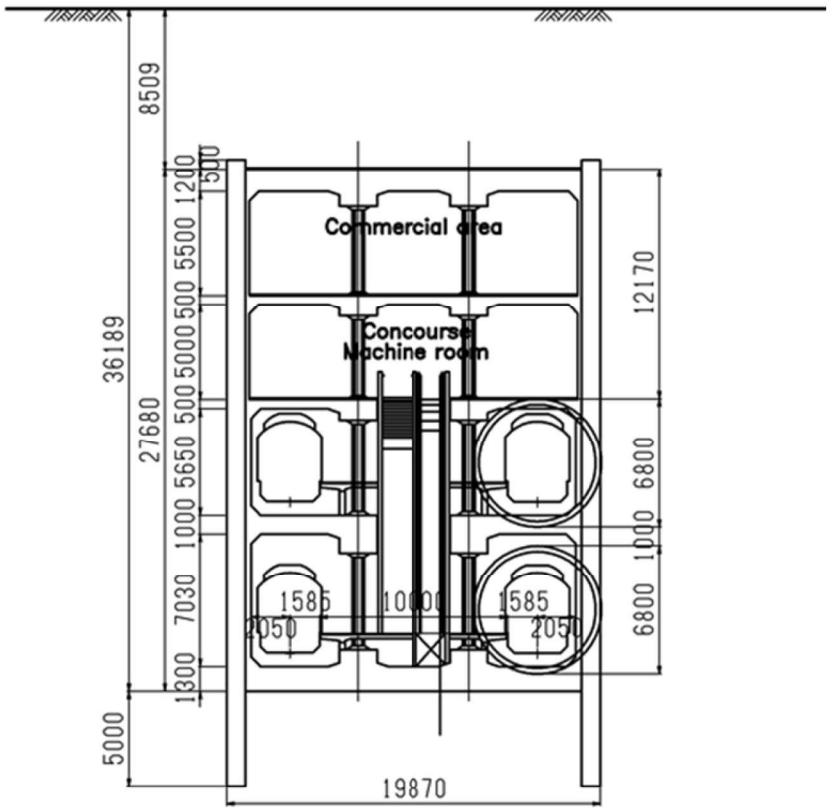
勾配は比較的緩やかであり、本区間の最急勾配は 5‰となる。

(3)　Tandang Sora Ave 駅(1km640m) ～North Ave 駅 (4km279m) 間

本区間は Tandang Sora Ave 駅から North Ave 駅に至る区間である。

本区間は全線にわたり、Mindanao Ave の道路敷内に配置される。

終点側の North　Ave 駅は急行運転実施時の待避駅とするため、上下 2 層構造の 2 面 4 線配置としている。(図 3.1.13 参照)



出典：調査団

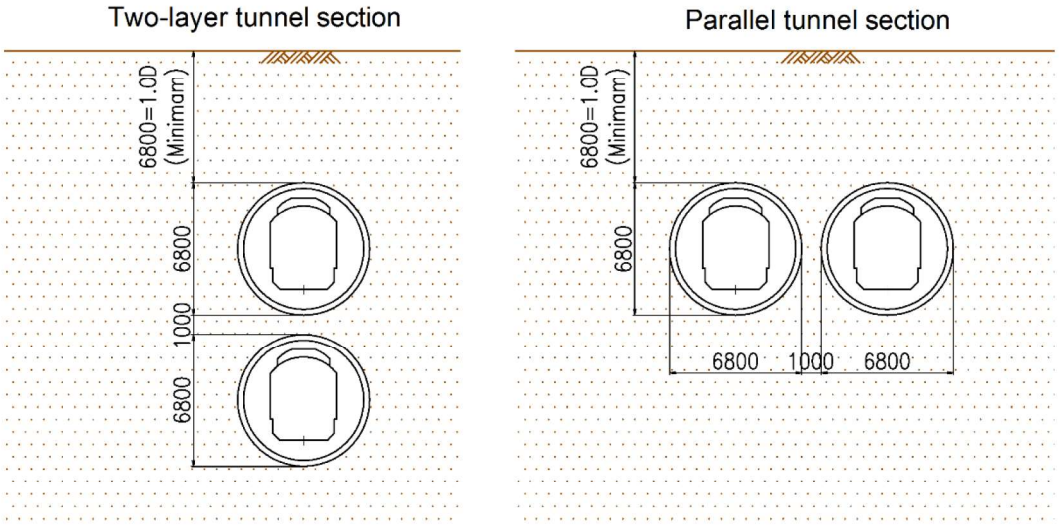
図 3.1.13　North Ave 駅断面図

一般的な軌道階を 1 層構造とした 2 面 4 線では駅部の幅員が大きくなるため、道路内に配置することが非常に困難となるため、上下 2 層ホームとして配置を行っている。

2 層構造の採用により本駅の駅平面図は見かけ上、単線駅のような配線に見える形状となっている。

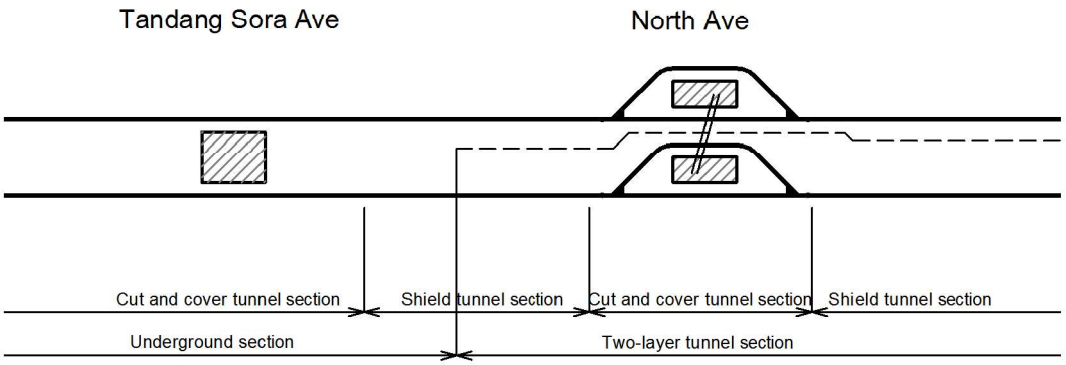
縦断線形的には Tandang Sora Ave 駅から North Ave 駅に対して下り勾配とし、トンネル湧水は North Ave 駅で集水を行う。

North Ave 駅の軌道階が 2 層構造であることから、駅間のシールドトンネルも 2.2km 付近より上下 2 層の配置としている。(図 3.1.14、図 3.1.15 参照)



出典：調査団

図 3.1.14 トンネル配置断面図



出典：調査団

図 3.1.15　Tandang Sora Ave 駅 ～ North Ave 駅間概要図

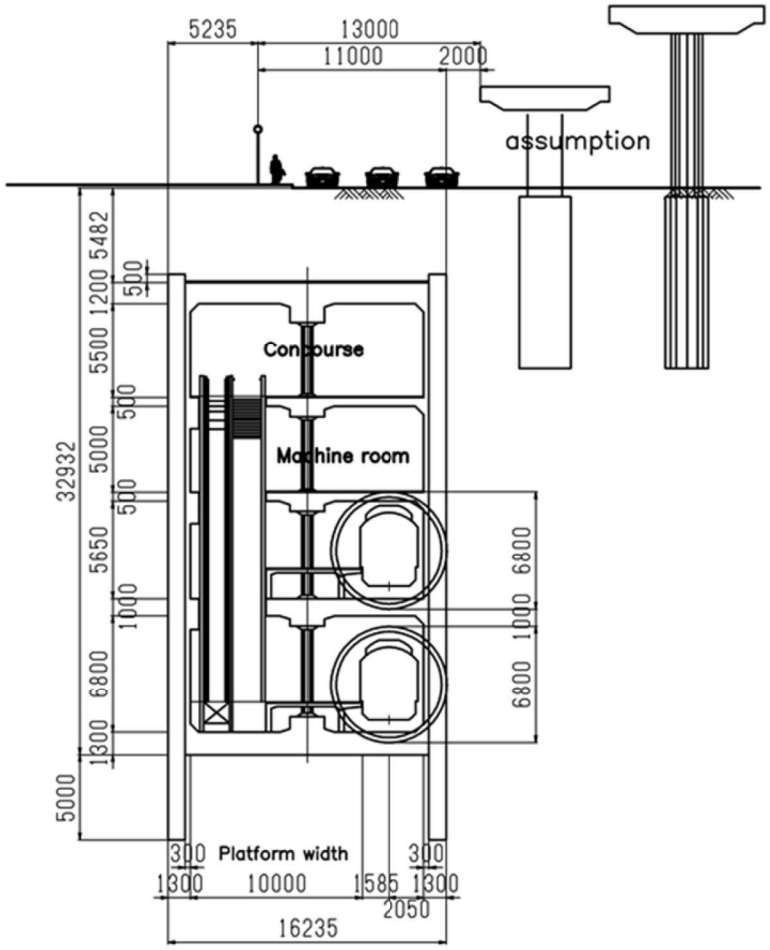
(4)　North Ave 駅(4km279m) ～ Quezon Ave 駅(5km199m)間

本区間は North Ave 駅から Quezon Ave 駅に至る区間である。

本区間は全線に渡って上下 2 層構造の区間である。

特に終点側の Quezon Ave 駅は設置箇所が狭隘であり、通常の軌道階が 1 層となった形状での配置が困難である。

Quezon Ave 駅は駅躯体の幅が狭くなっていることから、機器類の配置を考慮して 4 層構造の駅としている。(図 3.1.16 参照)



出典：調査団

図 3.1.16　Quezon Ave 駅断面図

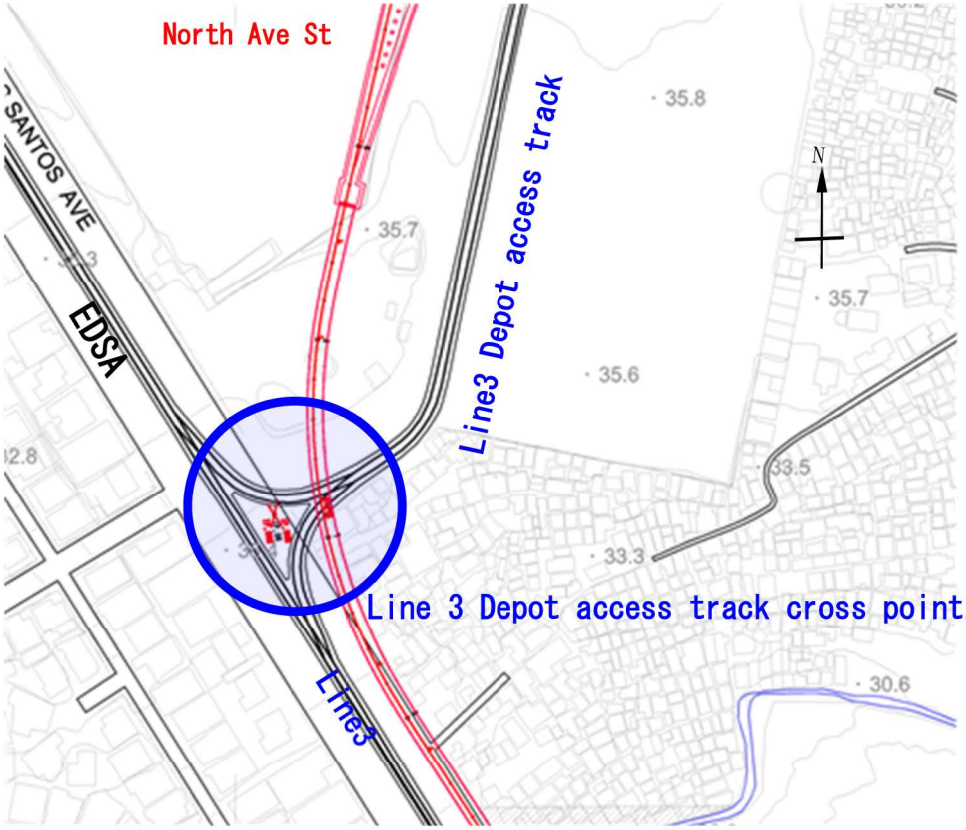
平面的には North Ave 駅の終点側で既存の MRT3 号線の DEPOT アクセス線の高架橋と交差する。

平面線形上のコントロールポイントは高架橋の橋脚への支障回避であり、橋脚への支障回避を主眼に線形を設定している。

該当部の平面形状は、図 3.1.17 を参照。

縦断線形としては、本区間においては急勾配を採用せず、比較的緩い勾配としている。

排水勾配は Quezon Ave 駅に向かって排水勾配を確保し、Quezon Ave 駅にて排水を行う。



出典：調査団

図 3.1.17　Line3 Depot 入出庫線交差部平面図

(5)　Quezon Ave 駅(5km199m) ～ East Ave 駅(6km763m)間

ここでは、Quezon Ave 駅～East Ave 駅間について述べる。

本区間の起点側となる Quezon Ave 駅部は上下 2 層構造のため、駅からしばらくの区間は上下 2 層構造の平面線形とする。(図 3.1.19 参照)

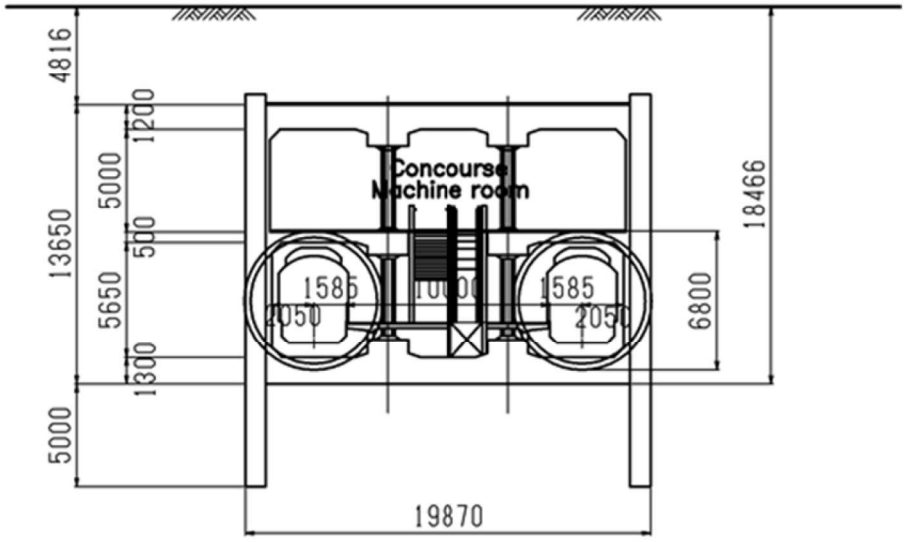
Quezon Ave 駅から約 650m の区間は民地部を通過する区間であり、上下 2 層構造であることから、投影面積を最小化する面からも 2 層構造であることが好ましいと考える。

EDSA の東側に併走する NIA Road 直下で 2 層構造のトンネルから通常の 1 層構造区間に移行する。

その後若干民地下を通過して、V. Runa Ave に入り、直後に East Ave 駅となる。

East Ave 駅は 1 面 2 線の配置とし、終点側に引上線配置の開削トンネル区間が長く続くことから、機器配置スペース上も余裕があるため、本駅は 2 層構造の計画を行う。(出典：調査団
図 3.1.18 参照)

周辺部は病院施設が集積していることから、病院の建物への支障がないよう留意して線形を設定している。



出典：調査団

図 3.1.18　East Ave 駅断面図

縦断的線形的には、深い駅となる Quezon Ave 駅から、浅い East Ave 駅に接続する関係上、Quezon Ave 駅から上り勾配となる。

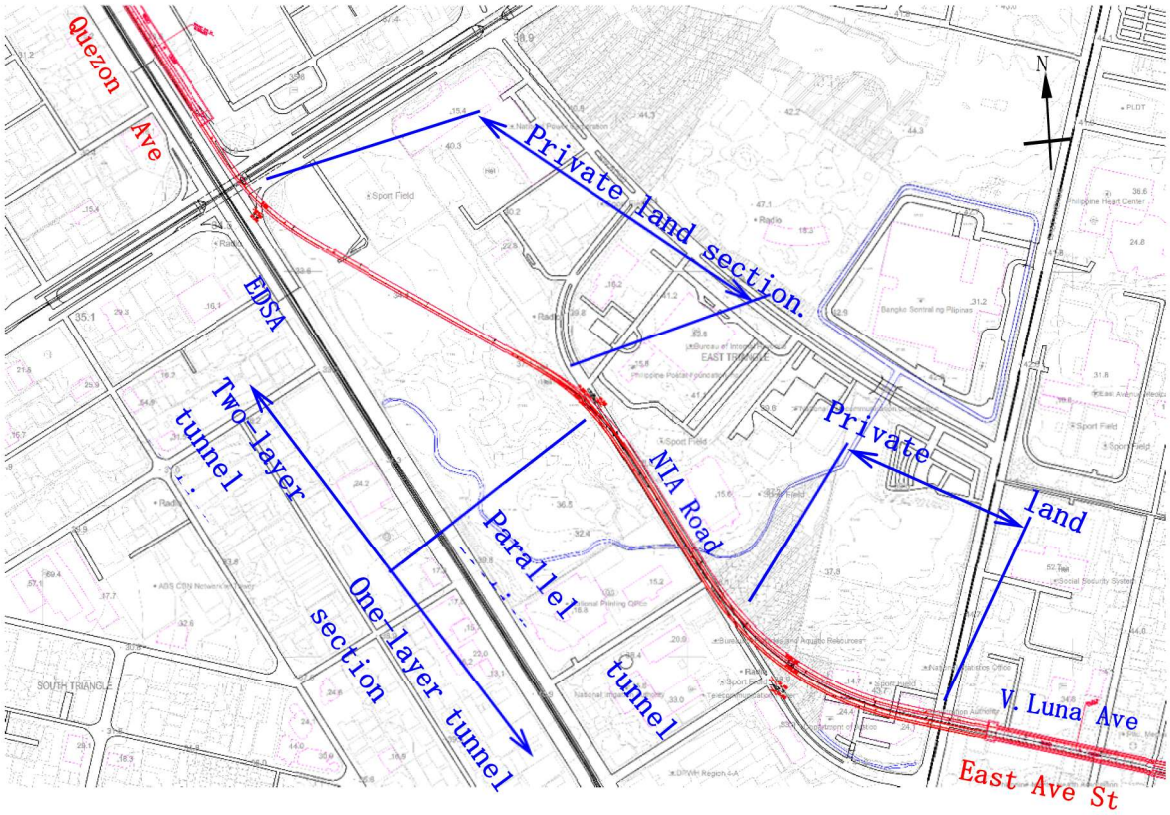
排水については最下点となる Quezon Ave 駅で集水を行う。

される区間、交差する区間があり高架橋道路と非常に近接した区間である。

対して終点側区間は 6k590m 付近でマッカーサーハイウェイを上越しする区間以外は、西側にマッカーサーハイウェイが併走する他、特に配線上問題となる箇所は発生しない区間である。

本区間では将来設置駅としてマリラオ、ハセレンズエラポロ駅が計画されており、線形設計においてはこれらの将来駅についても考慮して設計を行う。

本区間の配置概要については図 3.1.19 を参照。



出典：調査団

図 3.1.19　Quezon Ave ～ East Ave 駅間平面図

(6)　East Ave 駅(6km763m)～Anonas 駅(9km030m)間

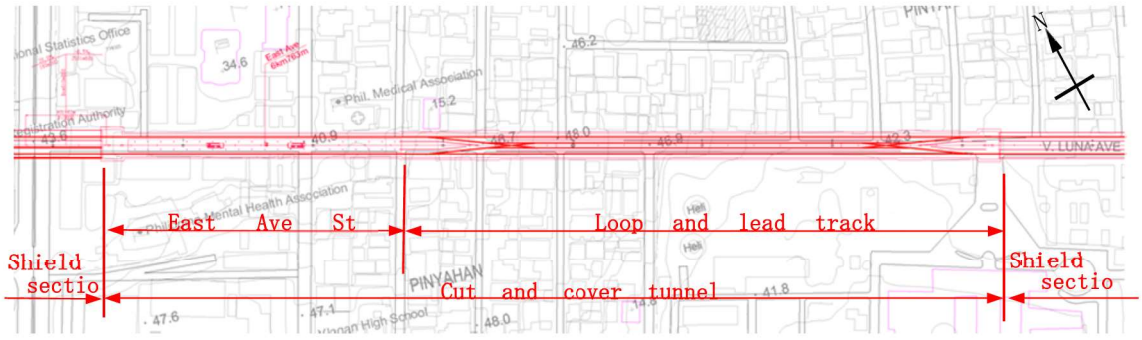
ここでは、East Ave 駅～Anonas 駅間について述べる。

East Ave 駅が配置される V.Luna Ave 付近は既存道路内を通過するが、East Ave 駅付近を除き路線上に併走する道路がほとんど無いことから、本区間の大部分が民地下の通過区間となる。

East Ave 駅の終点側区間には非常時の列車待避施設として、2 線の留置線を設置している。

運転上からは 1 線の配置でも問題ないが、本線間に十分なスペースが有り、1 線配置、2 線配置でも駅建設時の掘削範囲は同一となることから、余裕のある 2 線配置としている。

本留置線は異常時における故障車の留置、夜間における編成の滞泊や、日中の運転本数削減時の列車の収容場所として活用する。(図 3.1.20 参照)



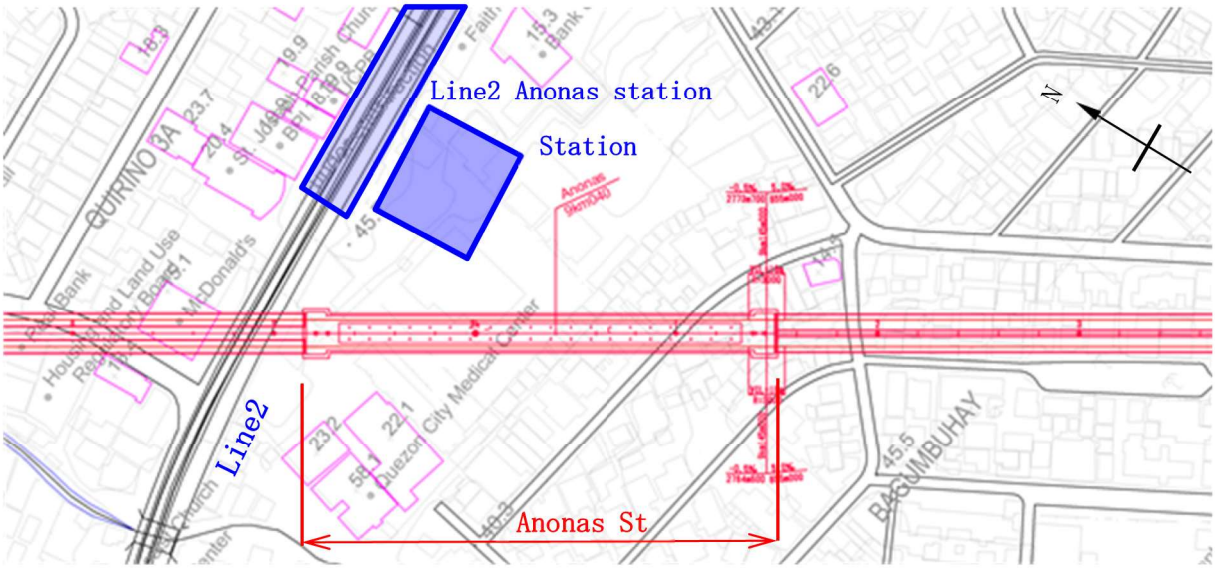
出典：調査団

図 3.1.20　East Ave 駅部平面図

駅間については基本的に民地下の通過となるため、支障が想定される建物を回避しつつ、次駅の Anonas まで最短距離でルートを設定している。

終点側の Anonas 駅は Line2 Anonas 駅との乗換駅となるため、既存駅の直近で高層建築物等のない地点を駅として選定している。(図 3.1.21 参照)

該当部も道路が存在しないことから、民地部を買収する必要がある。

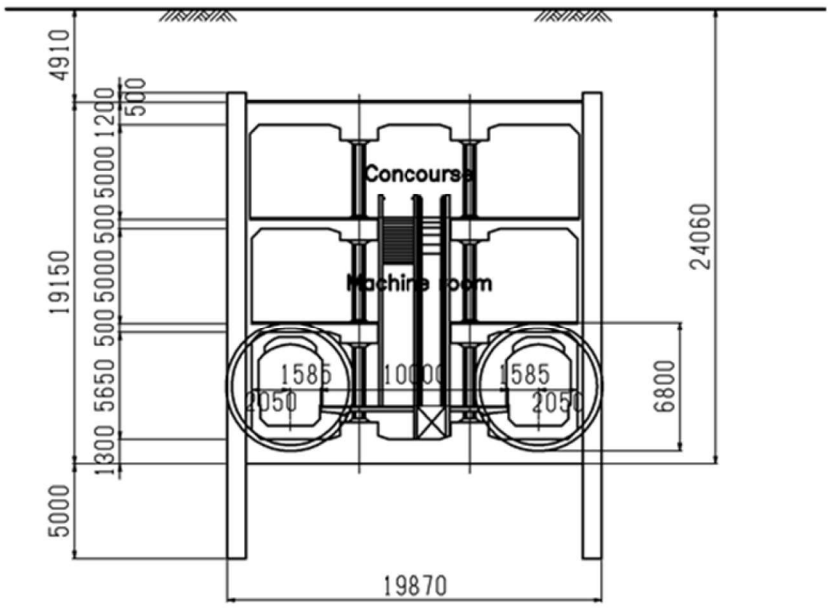


出典：調査団

図 3.1.21　Anonas 駅部平面図

本区間の縦断線形は、地形的にほぼ平坦であるため、終点側の Anonas 駅に向かって緩い下り勾配として設定を行っている。

よってトンネル湧水の集水は Anonas 駅部で行う。



出典：調査団

図 3.1.22　Anonas 駅断面図

(7)　Anonas 駅(9km030m)～Katipunan 駅(10km575m)間

ここでは、Anonas 駅～Katipunan 駅間について述べる。

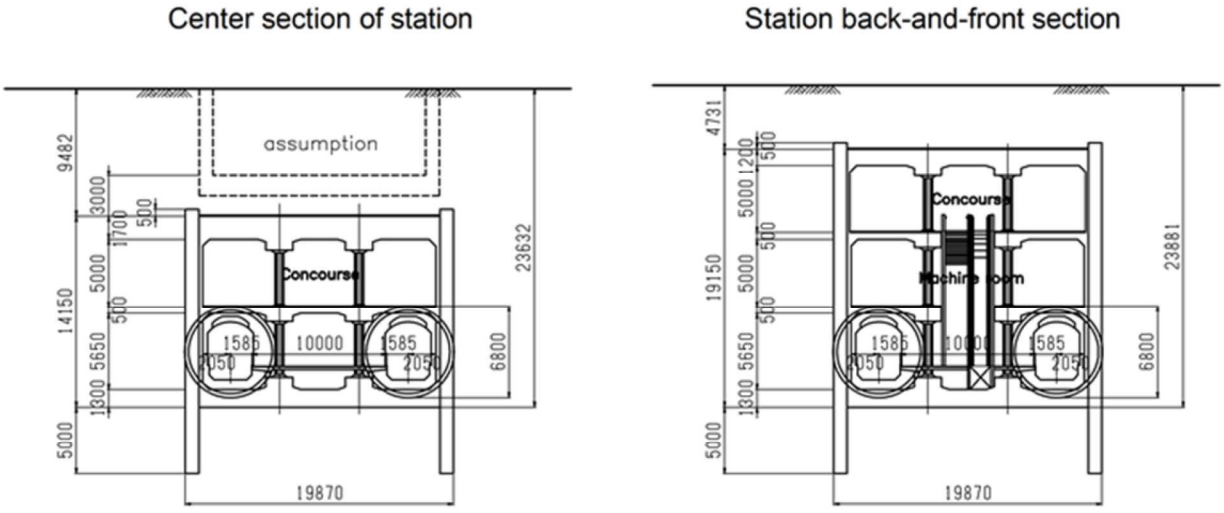
本区間も基本的にルート上には併走する道路は存在しないため、Katipunan 駅配置予定部の C5 道路までは、直線的に線形を設定し、支障する民地が最小となるように計画している。

（図 3.1.23 参照）

終点側の Katipunan 駅は C5 道路脇に設置を行っており、道路敷内には駅が収まっていない。

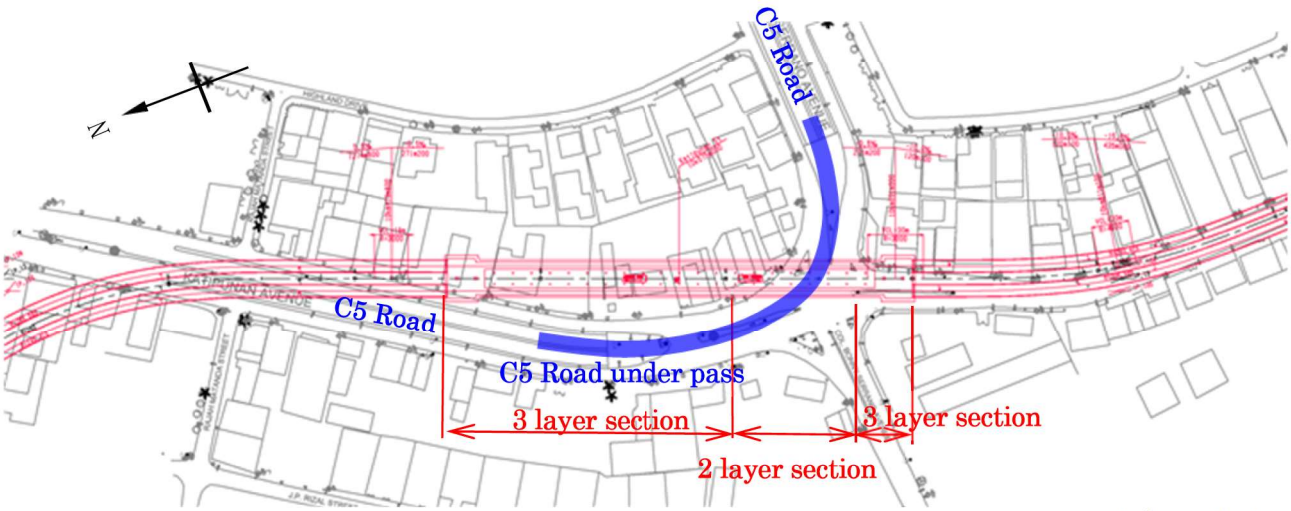
該当部の道路形状は平面的に急曲線となっており、道路敷地内に駅を配置しようとした場合、駅部の曲線半径がホームの最小曲線半径以下となってしまうことから、駅部が直線配置となるよう、C5 道路の東側に沿わせる形で配置している。さらに駅配置部の交差点にはアンダーパスが複雑に配置されているため、アンダーパスとの交差が最小限となる区間を通過させた。駅構造はアンダーパス交差部のみ 2 層構造して、前後 3 層構造の開削駅として計画した。(図 3.1.24 参照)

駅配置を予定している民地部は用地の取得が困難である可能性が有るため、今後の詳細設計においても用地の取得を考慮して引き続き、配置の再検討を行う事が必要となる。



出典：調査団

図 3.1.23　Katipunan 駅断面図



出典：調査団

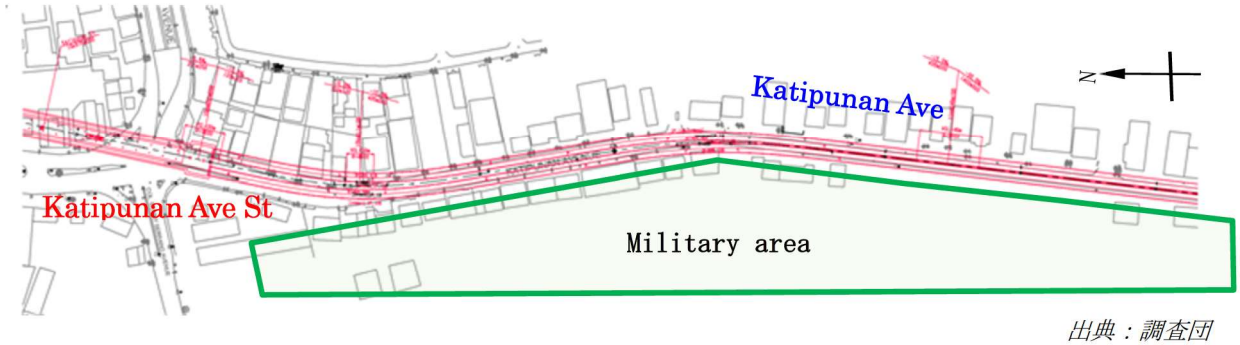
図 3.1.24　Katipunan 駅部平面図

(8)　Katipunan 駅(10km575m)～Ortigas North 駅(13km946m)間

ここでは、Katipunan 駅～Ortigas North 駅間について述べる。

本区間の起点側では、フィリピン軍基地に沿った Katipunan Ave の直下に配置する。

Katipunan Ave は道路幅員が十分ではなく、単線並列の配置としたため道路幅員内には収まりきらない。(図 3.1.25 参照)



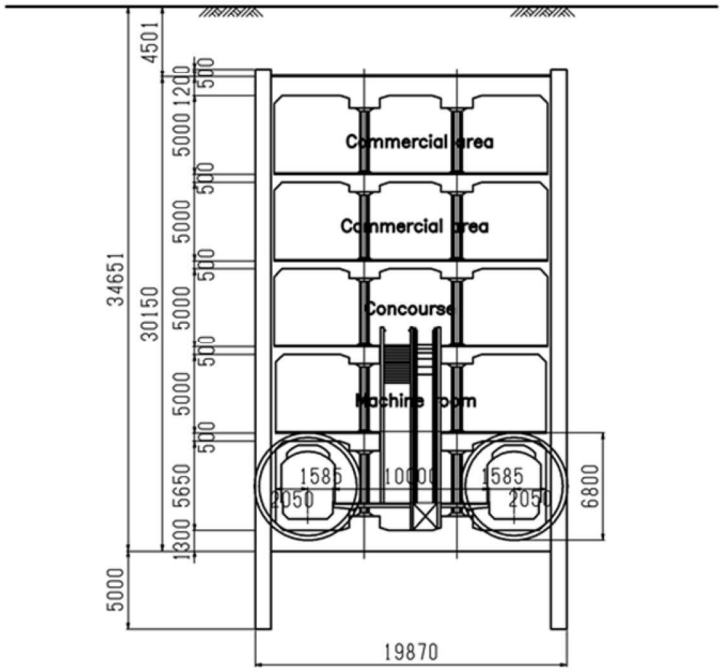
出典：調査団

図 3.1.25　Katipunan Ave 部平面図

本区間の終点側には高級サブディビジョン(壁で囲まれた住宅街)を通過する区間が存在するが、該当部は幹線道路が存在しないため、民地部を最短ルートで通過させる。

またサブディビジョンは地下鉄の通過に対して消極的であるため、可能な限り深い区間を通過させ、地表面への影響を最小にするよう配慮している。

Ortigas North 駅は Meralco Ave の北端部分に配置するが駅の北側直ぐの位置には Meralco の大型の建物が存在するため、建物に支障させないよう駅直前部は R=250m の急曲線を採用してこれを回避している。急曲線の採用により速度制限が発生するが、急行列車の停車駅として想定しているため、通過列車もないことから駅直近であり通過速度が 60km/h を確保できることからこれを許容した。



出典：調査団

図 3.1.26　Ortigas North 駅断面図

Ortigas North 駅は 1 面 2 線の島式構造として開削構造を予定しているが、駅の終点側（南側）の道路上には陸橋が配置されているため、本駅の施工を含めた検討の深度化が必要となる（図 3.1.26 参照）。

本区間の縦断線形はサブディビジョンでの地表面への騒音振動等の影響を可能な限り回避するため駅間に最低地点を設定している。

そのためトンネル湧水に対する中間ポンプ室の配置が必要となる。

サブディビジョン直下となる最低地点付近での土被はおよそ 50m、Ortigas North 側の最浅部でも約 30m の土被りを確保しており、本路線中で最も土被りが厚い区間となる。

(9)　Ortigas North(13km946m)～OrtigasSouth 駅(15km203m)間

ここでは、Ortigas North 駅～Ortigas South 駅間について述べる。

本区間は全区間が Meralco Ave の直下となる区間である。

駅間では 1 カ所道路が急曲線となっており、道路の曲線半径が小さいため該当部付近のみ一部民地下にトンネルが入り込んでしまうが、基本的に高層建築物を避けた配置として周辺建物への影響を回避する線形としている（図 3.1.27 参照）。

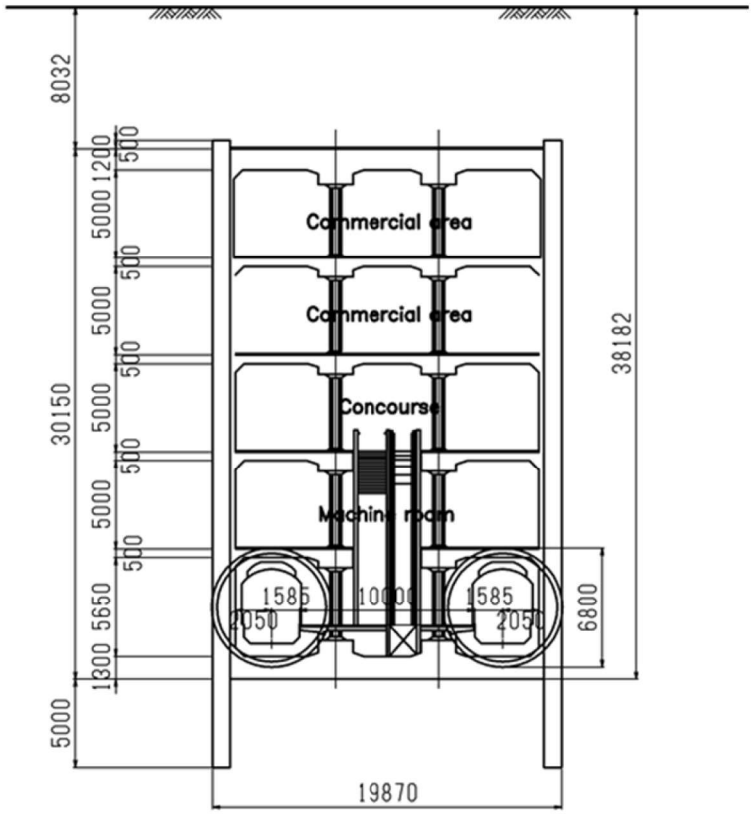


出典：調査団

図 3.1.27　Ortigas North ～Ortigas south 間平面図

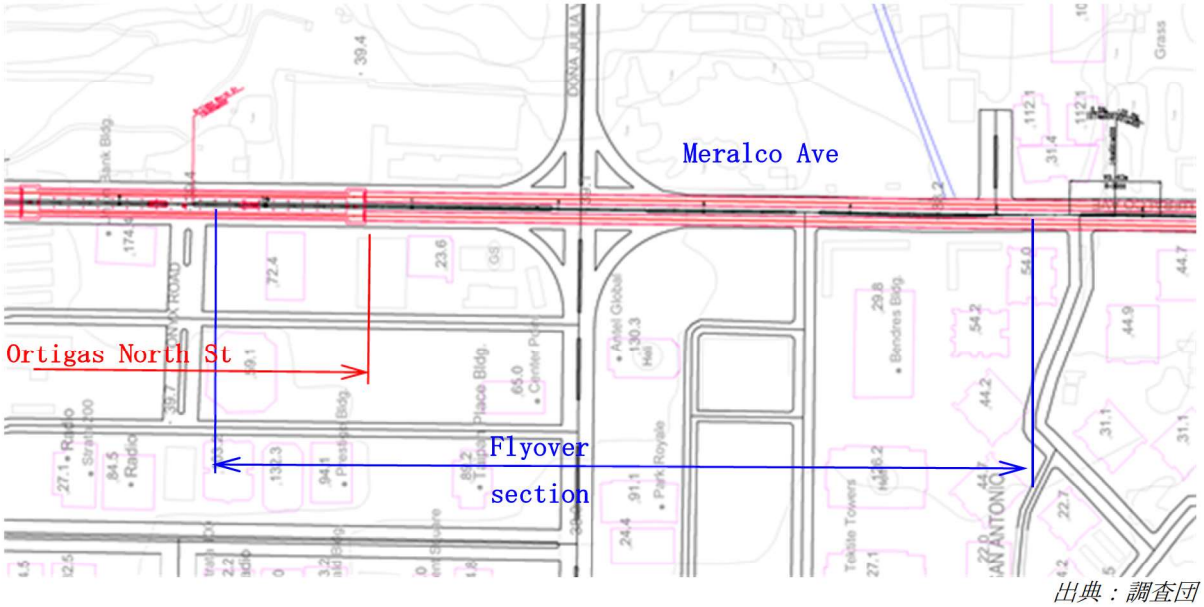
終点側の Ortigas South 駅については通常の 1 面 2 線の島式ホーム構造とし、Meralco Ave と Shew Blvd 通りの交差点北側に配置している（図 3.1.28 参照）。

縦断線形としては、引上線の配置を考慮して、Ortigas North 付近は列車の留置が可能な緩い勾配として設定し、引上線配置部の終点側となる Ortigas South 駅側の区間は Ortigas South 駅の終点側に存在する Pasig 川を通過する必要があることから、駅位置を低くする必要があり、Ortigas South に対して下り勾配として設定している。



出典：調査団

図 3.1.28　Ortigas south 駅断面図



出典：調査団

図 3.1.29　Ortigas North 駅付近陸橋配置図

(10) Ortigas South 駅(15km203m) ～ Kalayaan Ave 駅(17km171m)間

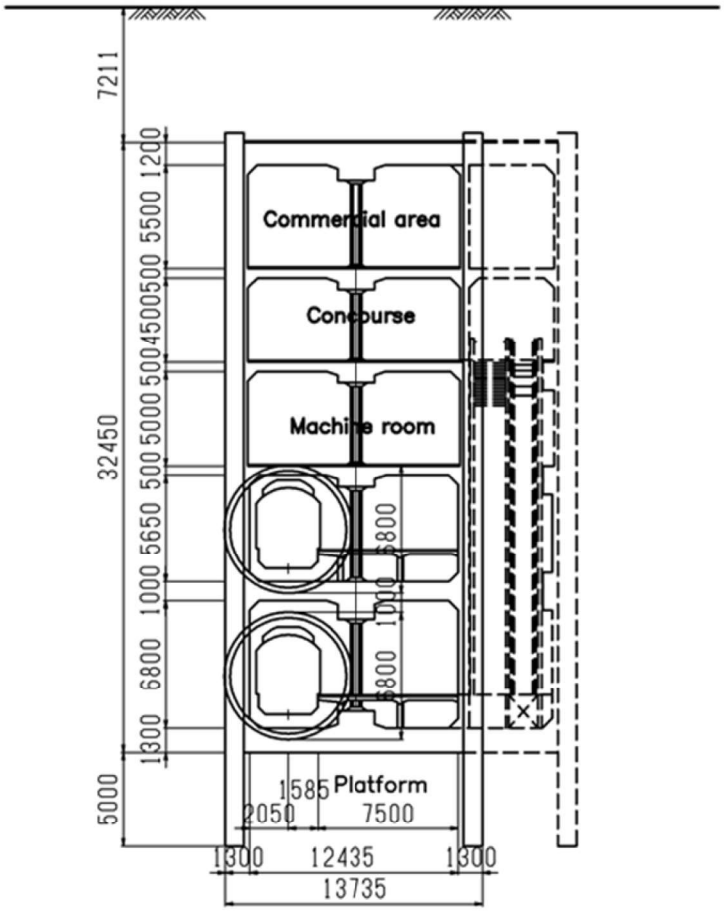
ここでは、Ortigas South 駅～ Kalayaan Ave 駅間について述べる。

本区間は基本的にルート上に導入空間となる道路が存在しない区間であり、基本的に民地部を通過することとなる。

また途中では Pasig 川を横断する必要があり、基本的に縦断線形を低くする必要が有る区間となっている。

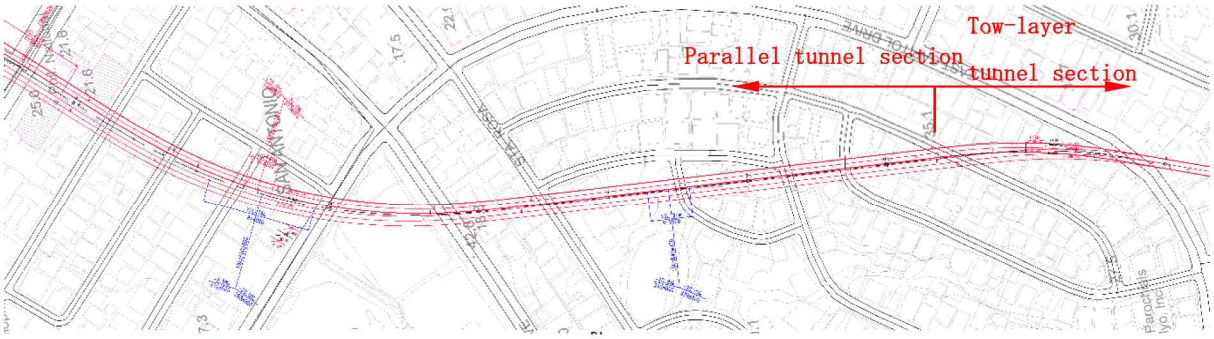
終点側の KalayaanAve 駅は道路幅員が十分ではないため、上下 2 層構造のホーム配置としている。(図 3.1.30 参照)

そのため駅に取り付くシールドトンネルも 2 層構造とする必要があり、民地部の通過が大半であることから、Ortigas South から縦断的に離隔が確保可能な地点でシールドトンネルを 2 層構造に移行させ、民地部での投影面積の縮小を図っている。(図 3.1.32 参照)



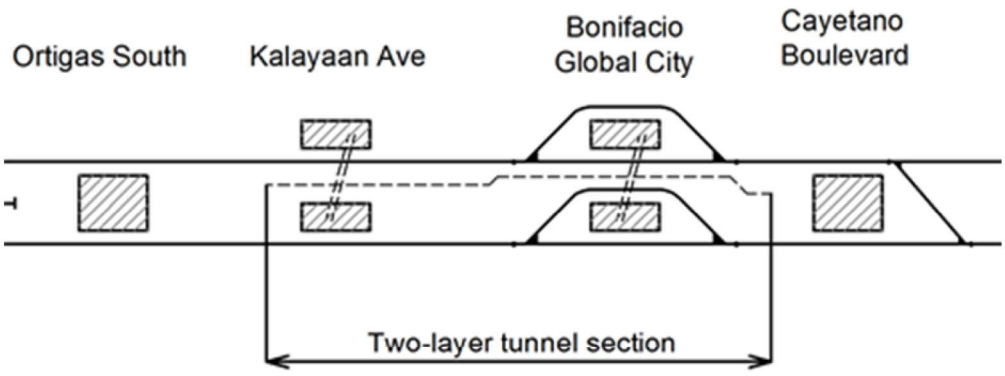
出典：調査団

図 3.1.30　Kalayaan Ave 駅断面図



出典：調査団

図 3.1.31　Ortigas South 駅終点側 2 層トンネル移行部平面図



出典：調査団

図 3.1.32　Ortigas South～Cayatano Boulevard　2 層トンネル配置概要図

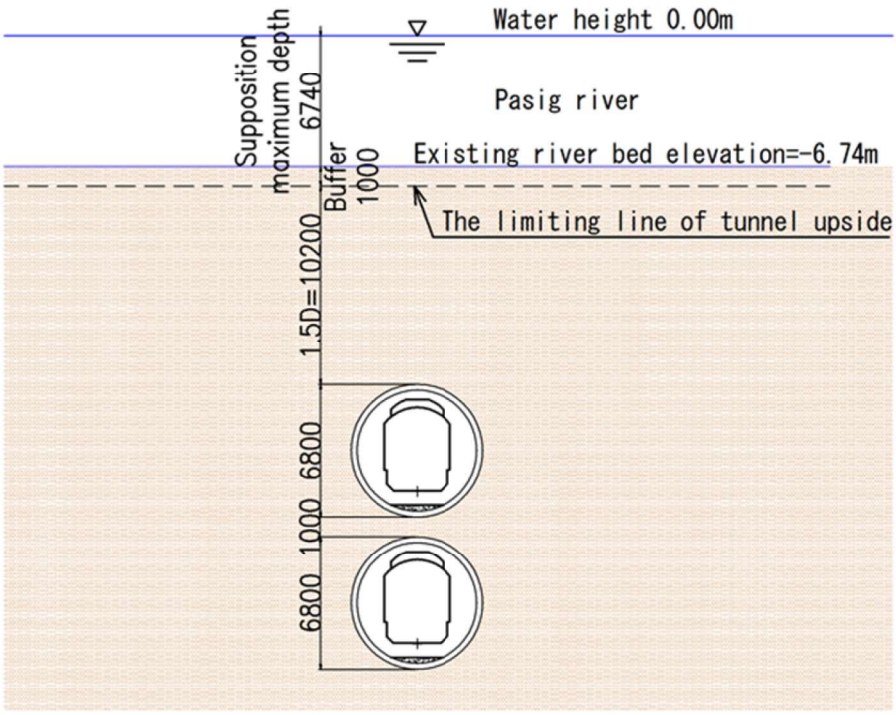
縦断線形的には、地形的に Pasig 川付近が低くなっていることから、河川横断部付近を最下点として、両側の駅から 33～35‰の最急勾配で河川横断部に対して下り勾配として縦断線形を設定している。

最下点が、河川下付近の駅間となることから、トンネル湧水の集水のため、中間ポンプ室の配置が必要となる。

本区間のシールド外径は標準的なφ6800 を採用しているため、トンネル内は排水設備を配置する余裕が無いため、別途シールドトンネルを部分的に切り拡げてポンプ室を設置する必要がある。

Pasig 川横断部の川床からの離隔はトンネル外形の 1.5 倍に余裕を 1m 見込んだ 11.2m 以上を確保した。（トンネル外形 6.8m x 1.5 + 余裕 1.0m = 11.2m）（図 3.1.33 参照）

本区間の縦断線形は河床位置により大きく影響を受けるため、今後の課題として河床位置のより詳細な調査の実施が必要となる。



出典：調査団

図 3.1.33　Pasig 川横断部断面図

(11) Kalayaan Ave 駅(17km171m) ～ Bonifacio Global City 駅(18km374m)間

ここでは、KalayaanAve 駅～Bonifacio Global City 駅間について述べる。

本区間は駅間距離が約 1.2km と本路線では比較的短く、11th Ave と Mckiley Pkwy の道路敷地内を通過する。

KalayaanAve 駅付近の 11th Ave は道路幅員が十分では無いため、上下 2 層構造の配線を採用しないと、道路内への配置が困難となっている。

11th Ave と Mckiley Pkwy の移行部は 34th St 付近を通過するものの、急曲線が連続し、付近の高層建築を避ける必要もあることから道路直下への配置が困難となっており、既存建物が配置されていない民地部を通過させる。

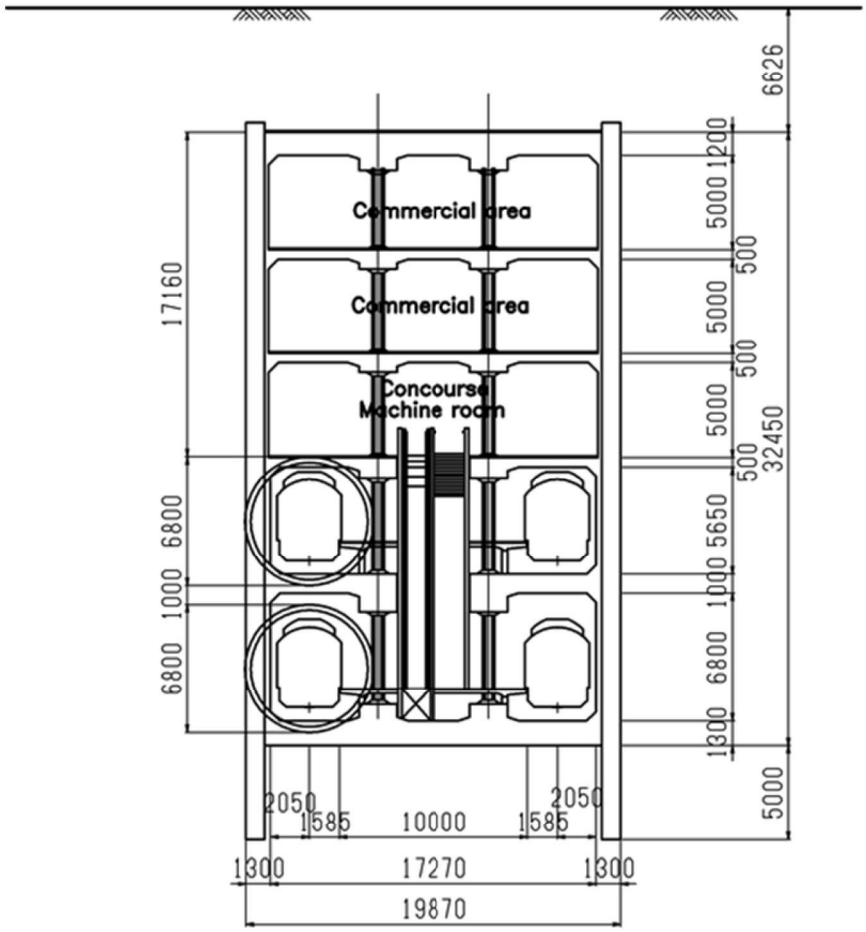
次駅の Bonifacio Global City 駅は Market Market と隣接させることを DOTr より強く求められたことから、Mckiley Pkwy の直下に配置する。

Bonifacio Global City 駅は待避設備を配置する駅となるが、駅配置部となる Mckiley Pkwy の道路幅員は Kalayaan Ave 駅付近の 11th Ave より広いものの上下線に待避設備を追加した 2 面 4 線の配置を行うほどの幅員は無いため、Mckiley Pkwy の直下区間も上下 2 層構造を採用し本駅間は完全な 2 層構造の配線となる。(図 3.1.34 参照)

縦断線形的には、KalayaanAve 駅が Pasig 川横断部の影響により深い駅となっている。

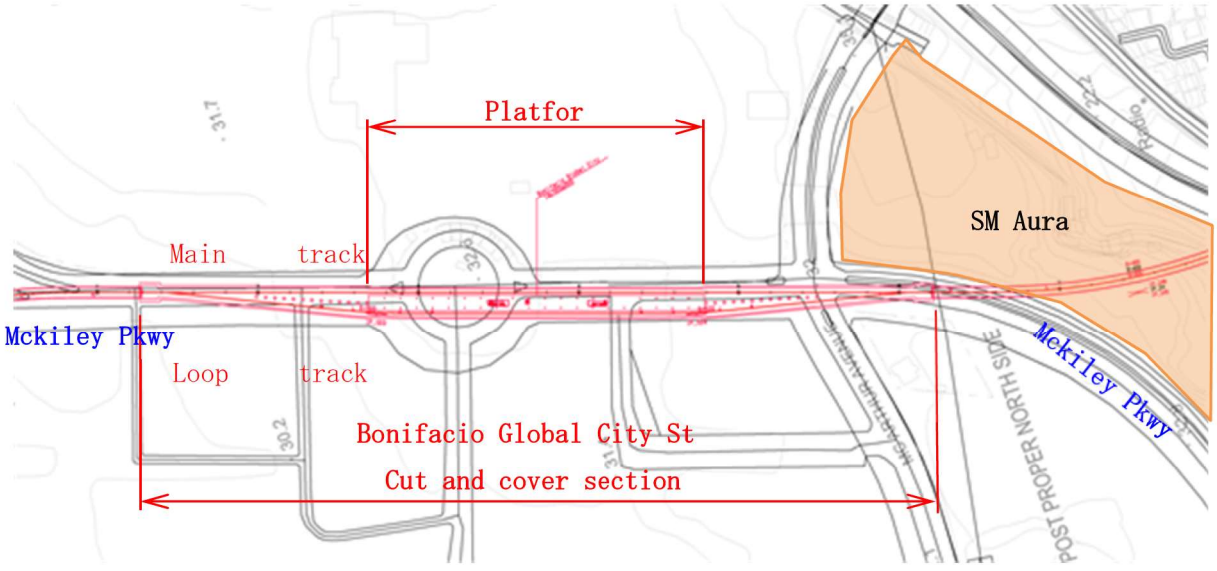
また Bonifacio Global City 駅も終点側で既存のショッピングモール SM Aura 直下を通過させる必要があり、こちらについても駅位置が深くなる。(図 3.1.35、図 3.1.36、図 3.1.37 参照)

駅間の勾配についてはより深い Kalayaan Ave 駅から Bonifacio Global City 駅に対して 11‰の上り勾配として、トンネル湧水の排水は、Kalayaan Ave 駅にて集水する。



出典：調査団

図 3.1.34　Bonifacio Global City 駅断面図



出典：調査団

図 3.1.35　Bonifacio Global City 駅部平面図

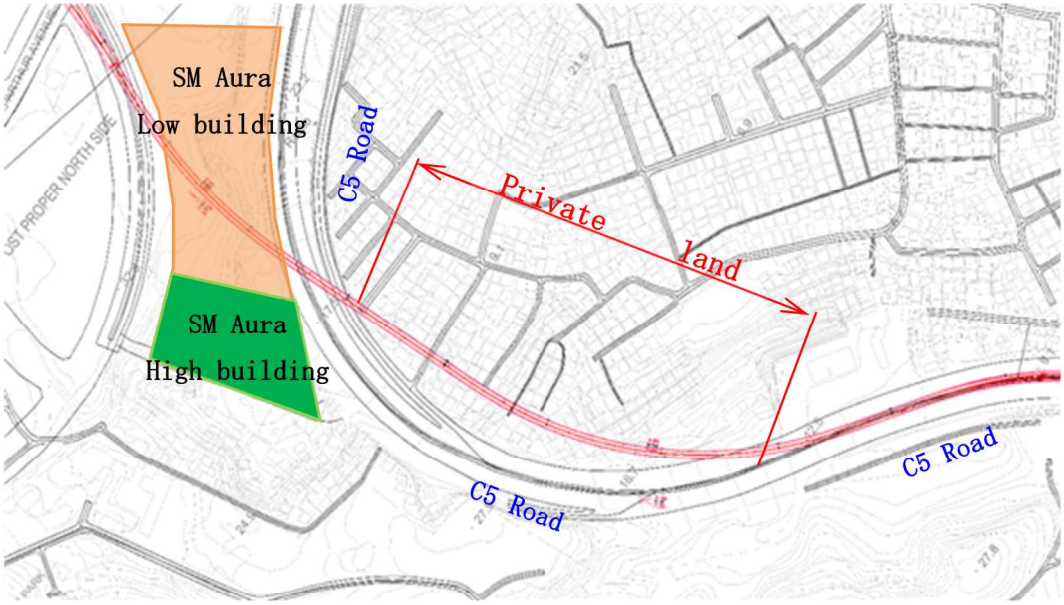
(12) Bonifacio Global City(18km374m)～ Cayatano Boulevard 駅(20km822m)間

ここでは、Bonifacio Global City 駅～Cayetano Boulevard 駅間について述べる。

本区間は駅間が 2.5km 程度と比較的長い駅間距離となっている。

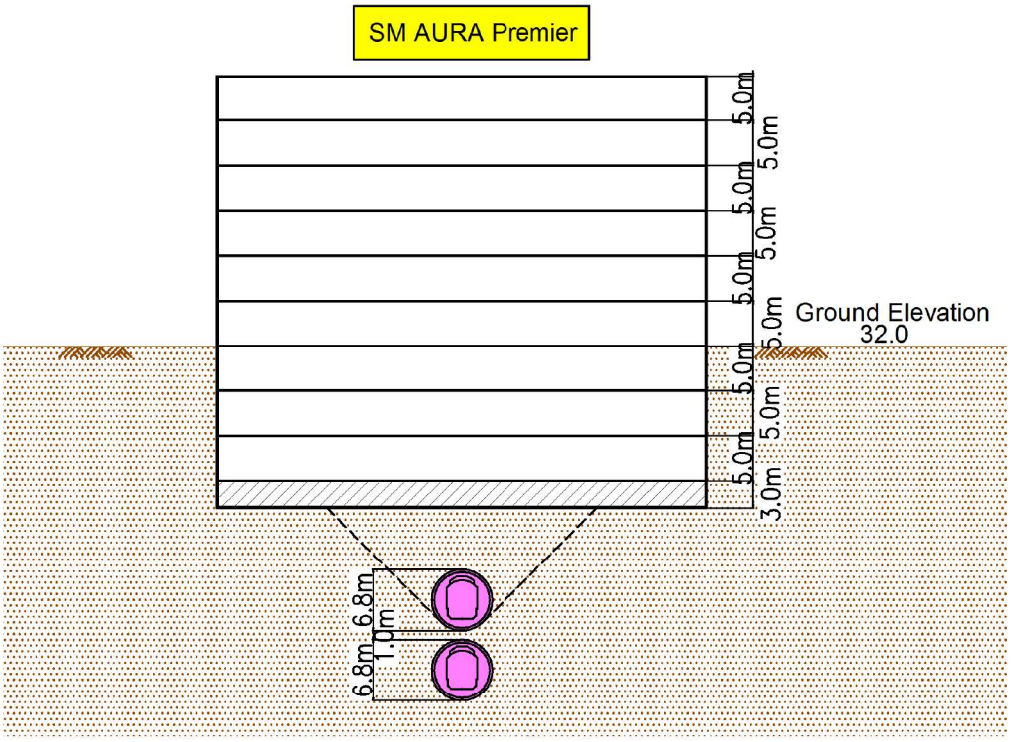
Bonifacio Global City 駅の終点側では、既存のショッピングモール SM Aura の直下を通過させる。(図 3.1.36、図 3.1.37 参照)

SM Aura は低層部と高層部 2 種類の建物で構成されていることから、トンネル通過位置は上載荷重の低減が期待できる低層階を通過させる。



出典：調査団

図 3.1.36　SM Aura 通過部付近平面図



出典：調査団

図 3.1.37　SM Aura 通過部想定断面図

SM Aura の低層部を通過させるため、SM Aura の終点側では隣接する C5 道路の直下には線形的に配置しづらく、部分的に民地を通過させる必要がある。(図 3.1.36 参照)

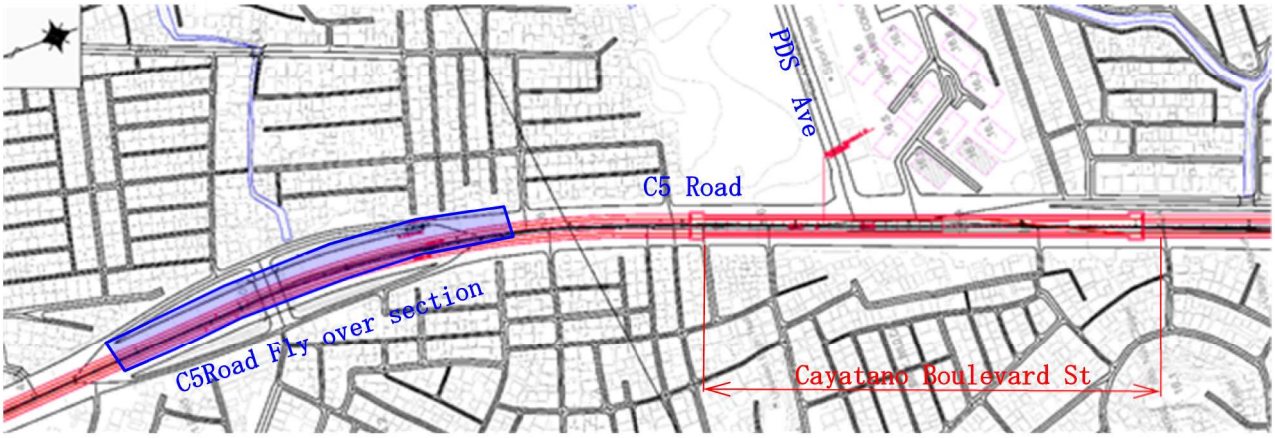
C5 道路敷地内に復帰後は次駅の Cayatano Boulevard 駅まで C5 道路敷地内に配置する。

Cayatano Boulevard 駅は C5 道路と PDS Ave の交差点付近に配置する。

駅位置は当初 300m 程度起点側(北側)を想定していたが、該当部の C5 道路には立体交差が存在し施工時の道路切り回しが非常に困難であると判断したため、施工上特に問題のない現在の位置に変更を行った。(図 3.1.38 参照)

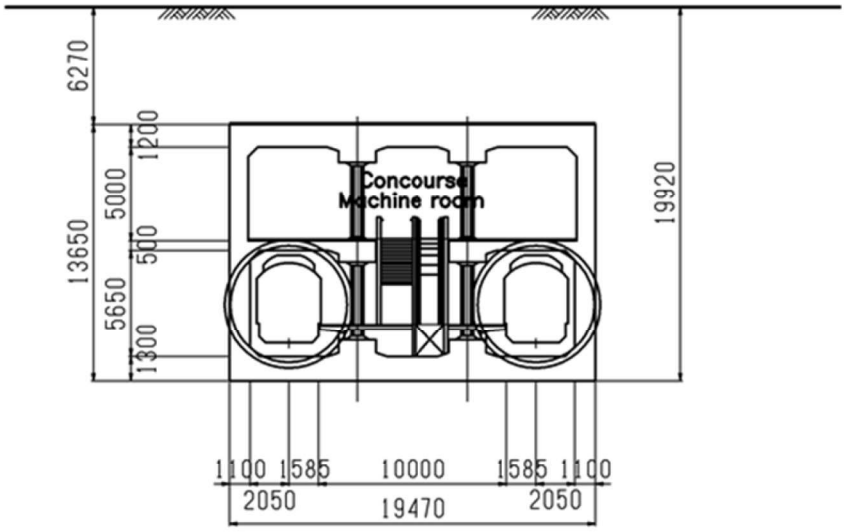
縦断線形は地形的に Cayetano Boulevard 駅が低くなっていることもあり、Cayetano Boulevard 駅に対して下り勾配の配置となる。

トンネル湧水は Cayetano Boulevard 駅にて行う。



出典：調査団

図 3.1.38　Cayatano Boulevard 駅平面図



出典：調査団

図 3.1.39　Cayatano Boulevard 駅平面図

(13) Cayatano Boulevard 駅(20km822m)～FTI 駅(25k101m)間

ここでは、Cayetano Boulevard 駅～FTI 駅間について述べる。

本駅間は約 4.3km の駅間長であり、本路線中で最長の区間である。

当初は中間に Bayani Rd 駅を予定していたが、DOTr より需要が期待できないため不要との要望により駅の設置を取りやめている。

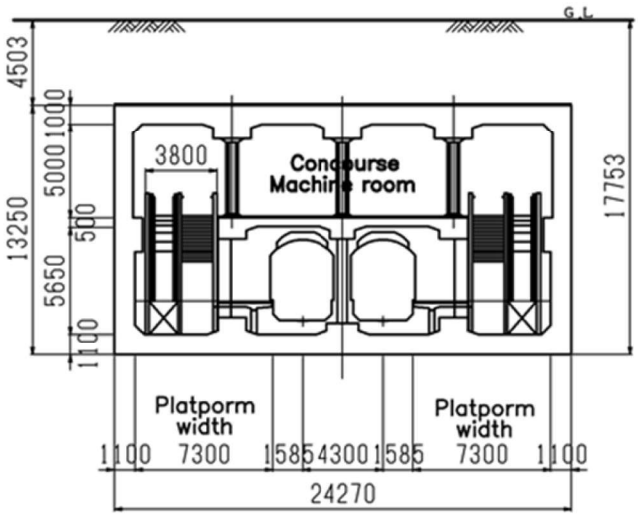
平面的線形としては基本的に C5 道路の直下に配置するが、FTI 駅の直前区間で大きく方向を変えるため、急曲線で一部民地下を通過する。(図 3.1.41 参照)

FTI 駅部は PNR の用地と East Service Road にまたがって配置する。

FTI 駅の起点側は高架道路が複雑に配置されており、トンネルを並列で配置することが困難なであり高架道路の基礎を避けるためにも、北行、南行線のトンネルの間隔を広げた配置としている。

FTI 駅直前区間の北行線は East service road の直下、南行き線は PNR の線路直下に配置する計画としており、既存の道路と鉄道下を通過することで、高架橋基礎との支障を回避することとしている。(図 3.1.41 参照)

FTI 駅の配線は、2 面 2 線の相対式ホームとして計画する。(図 3.1.40 参照)



出典：調査団

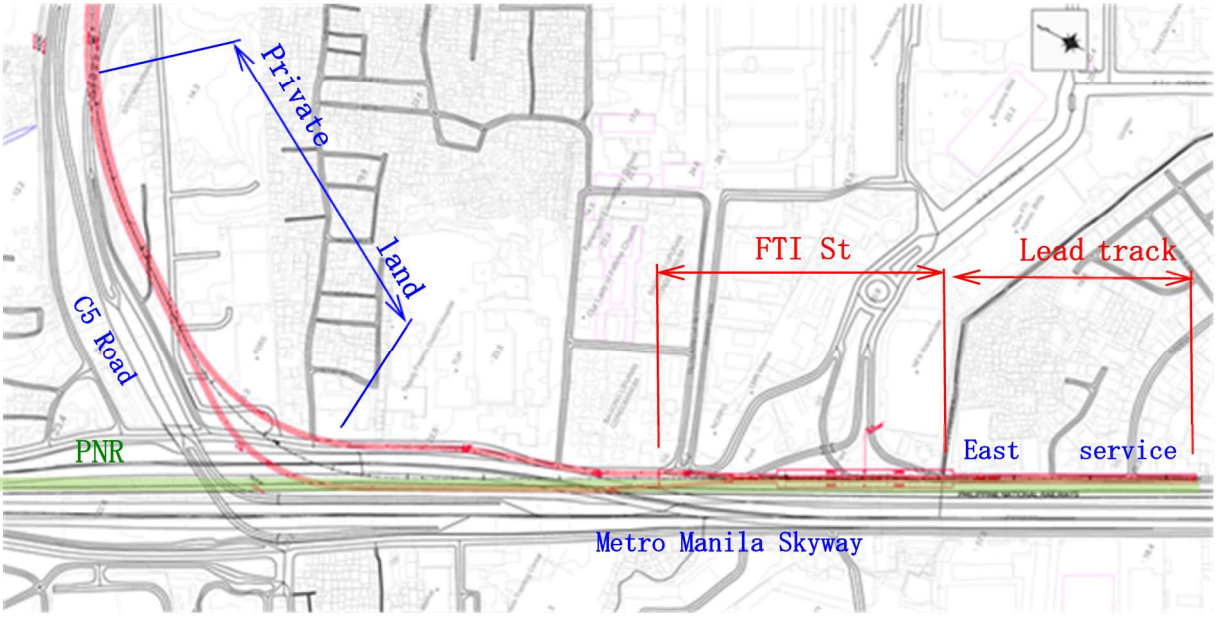
図 3.1.40　FTI 駅断面図

駅の前後にはシーサスクロッシングを配置し、将来的に延伸した場合でも起点、終点のどちら側にも列車が折り返し出来る配線とする。

引上線を駅の終点側に配置しており、乗降客の分離による混乱回避のため到着した列車は一度駅終点側の引上線まで進出して折り返しを行い、北行き列車としてホームに進入する。

縦断線形としては、Cayetano Boulevard 駅の方が低いため、7‰の緩い上り勾配で FTI 駅に至る。

トンネル湧水については、全て Cayetano Boulevard 駅に集水する。



出典：調査団

図 3.1.41　FTI 駅付近平面図

3.1.4　今後の課題

詳細設計に対する今後の課題を以下に述べる。

- 河川の詳細測量の実施による河床位置の確定
  本線形計画においてコントロールポイントとなる河川の横断部は部分的に測量された物であり、線路横断位置付近のより詳細な河床位置の確定を行い、離隔の再調整を行うことが必要である。

- 交差支障物件の詳細情報の入手と技術的検討
  一部既存建物直下の通過、他路線鉄道高架橋、道路高架橋との近接が発生していることから、近接施工の影響について詳細設計において検討する必要があり、支障構造物の資料収集と詳細な構造物の調査が必要である。

- 将来延伸に対する対応
  本調査では Phase1 開業区間の調査を実施しているが、将来的に Phase2 延伸区間が構想されているものの、具体的な計画は未確定の状態である。
  Phase1 区間の終端駅部は将来の延伸を考慮した形状としているが、延伸の方向については想定の状態であり、Phase2 延伸計画を反映出来ている訳ではない。
  Phase2 計画の延伸ルートの設定と、起終点駅での延伸に対する完全な対応について今後対応する必要がある。
  特に南側の延伸については、地下鉄延伸の他に、PNR 南線との乗り入れ、空港接続についても構想されていることから、他路線との相互直通運転、将来延伸が可能となるよう詳細設計において、運行路線、系統の再整理を行うことが必要となる。



出典：調査団

図 3.1.42　南側延伸概念図

- 地質調査の深度化とトンネル構造の最終決定

  本路線のトンネルは基本的に駅部については開削工法、駅間についてはシールドトンネルとして計画を行っている。

  本調査でも地質調査を実施しているが、地下鉄の詳細設計においては、追加地質調査の実施を行い、適用するトンネル構造検討の深度化が必要となる。

3.2　車両設計諸元

3.2.1　車両システム計画

(1)　メトロマニラ地下鉄車両に求められる仕様

鉄道システムは複数のサブシステムの集合体であり、車両もひとつのサブシステムである。よって車両を部分最適化するのではなく、他のシステムと協調し全体最適を考えた車両システムとする必要がある。

本案件の路線は地下鉄となることから、メトロマニラ地下鉄車両に求められる性能は一般通勤線向け車両とは異なる。地下鉄は一般的に駅間距離が短いため、加減速の頻度が非常に高く、また急勾配も多く設定されることから高い加減速性能が求められる。車両の加速には多くの電力を消費することから優れた省エネ性能が求められる。また、主として道路下にトンネルを敷設する地下鉄路線の構成上、急曲線が多く設定されることから、一般通勤線向け車両以上の優れた曲線通過性能が求められる。さらに、フェーズ 2 での郊外への延伸で必要となる 120km/h 運転等も考慮に入れる必要がある。

本路線はフィリピンの首都マニラを走行する路線であり、都市交通の大動脈となる路線である。そのため導入する車両についても、安全・安定輸送を担うべく、十分な性能が必要である。メトロマニラ地下鉄車両のコンセプトは以下の通りとする。

- 高い安全性と冗長性
- 高い省エネルギー性能
- 乗客および乗務員に対する高いユーザビリティ
- メンテナンス・スタッフに対する保守の容易性、軽保守性
- 十分な実績持つシステムと最先端のシステムにより構成された車両
- 優れたライフサイクルコスト
- 他路線車両との互換性

上記の考えに基づきメトロマニラ地下鉄向け車両の仕様について提案を行う。



出典：東京メトロ

図 3.2.1　東京で運用される地下鉄車両の事例

(2)　既存車両のレビュー

マニラ首都圏においては LRT1 号線、LRT2 号線、MRT3 号線の車両が運行されている。主要諸元を表 3.2.1 に示す。LRT1 号線と MRT3 号線はライトレール方式の中量輸送向け車両システムであり、大量輸送を目的としたメトロマニラ地下鉄向け車両の要求仕様とは合致しない。

LRT2 号線については MRT 方式の車両システムであり、車内信号方式や ATO 運転、き電システム等、一般的に地下鉄に用いられている車両システムの仕様に近い。しかしながら、車体寸法が車体長さ 22,500 mm×車体幅 3,200mm と日本で一般的に用いられている車両よりも大きく、高い曲線通過性能が求められる地下鉄線区には向かない。また最大軸重も 16.6t と大きく、高頻度の加速・減速が求められる地下鉄線区には向かない。さらに最高速度も 80km/h と一般的な都市鉄道車両の最高速度と比較し低いため、特にメトロマニラ地下鉄 Phase2 における高速運転は不可能である。

上記のように現在のマニラ首都圏においては、地下鉄の要求仕様に適合する既存車両はなく、またそれぞれの車両仕様が異なるものとなっている。よってメトロマニラ地下鉄向け車両については、既存車両のそれぞれの仕様を参考にしつつ、日本で広く用いられている地下鉄車両と通勤車両の仕様の両立を基本に提案することとする。

表 3.2.1　既存車両の仕様および車両納入メーカ

	LRT1 号線（第 3 世代車両）	LRT2 号線	MRT3 号線
			
車両システム	LRT 方式	MRT 方式	LRT 方式
導入年	2007 年	2003 年	1999 年
軌間	1,435mm	1,435mm	1,435mm
電圧	DC 750V	DC 1,500V	DC 750V
き電システム	架空電車線式	架空電車線式	架空電車線式
信号	地上信号（ATP, ATS）	車上信号（ATP, ATS, ATO）	地上信号（ATP）
運転方式	手動運転 （ワンマン）	ATO による自動運転 （ワンマン）	手動運転 （ワンマン）
車両編成	4 両（2 連接車体×4） Mc-M-M-Mc	4 両 Mc1-M1-M2-Mc2	3 両（3 連接車体×3） Mc+M+Mc
車体長さ	26,000 mm（2 連接車体）	22,500 mm	31,720 mm（3 連接車体）
車体幅	2,590 mm	3,200 mm	2,500 mm
車両高さ	3,835 mm （屋根高さ） 3,950mm（パンタ折り畳み高さ）	4,100 mm(最大高さ)	3,250 mm（屋根高さ） 3,650 mm （車体高さ） 3,724 mm（パンタ折り畳み高さ）
定員	先頭車両：221 人 中間車両：223 人	先頭車両：392 人 中間車両：422 人	394 人/両
輸送力	888 人/編成	1,628 人/編成	1,182 人/編成
最大軸重	9.9 t	16.6 t	8.8 t
車体材料	ステンレス製 （先頭側面部はＦＲＰ）	ステンレス製	鋼性
乗降口	両引き戸,開口幅 1,500mm、 戸袋式	両開き戸、戸袋式	両開き戸、プラグドア式
戸閉装置	電気式	空気式	電気式
座席方式	ロングシート、FRP 製	ロングシート、FRP 製	ロングシート、FRP 製
非常貫通路	なし	あり（オフセット配置）	なし
最高運転速度	60km/h	80km/h	65km/h
加速度	1.0 m/s^2	1.3 m/s^2	常用 1.03 - 1.50 m/s^2 最大 1.24 - 1.79 m/s^2
常用減速度	1.3 m/s^2	1.3 m/s^2	1.01 -1.47 m/s^2
非常減速度	1.3 m/s^2	1.5 m/s^2	1.58 -2.39 m/s^2
集電装置	シングルアームパンタグラフ	シングルアームパンタグラフ	シングルアームパンタグラフ
制御装置	VVVF 制御（IGBT）	VVVF 制御	チョッパ制御
主電動機	外扇形全閉式誘導電動機 (105kW)	交流モータ （120kW）	直流モータ （64.5kw×8 台 /両）
歯車比	7.48	7.93	7.43
ブレーキ装置	ディスクブレーキ （1 軸 1 ディスク）	踏面ブレーキ	ディスクブレーキ（MM 軸） レールブレーキ
台車	インダイレクトマウント式 （ボルスタ付台車）	ボルスタレス方式	インダイレクトマウント式 （ボルスタ付台車）

	LRT1 号線（第 3 世代車両）	LRT2 号線	MRT3 号線
連結器	先頭車：なし 中間車：棒状連結器	先頭車：密着連結器 中間車：半永久連結器	先頭車：電気連結器 中間車：電気連結器
補助電源	静止形インバータ	静止形インバータ	Aux Chopper, Static Converter
蓄電池	焼結式 Ni-Cd 電池	Ni-Cd 電池	Ni-Cd 電池
空調装置	47.7kW/ユニット	屋根上分散式（2 台/両） 46.5kW/ユニット	43kW/ユニット
車外表示装置	前面：高輝度 LED 式 側面：なし	前面：幕式 側面：幕式	前面：幕式 側面：なし
車内表示装置	なし	なし	なし
CCTV	なし	なし	なし
灯装置	蛍光灯	蛍光灯	蛍光灯
車両制御 情報装置	ＴＭＳ （モニタ機能が主）	ＴＭＳ （モニタ機能が主）	車両診断システム （モニタ、記録）
放送装置	車外：なし 車内：あり	車外：なし 車内：あり	車外：なし 車内：あり
車両納入企業	住友商事 伊藤忠商事 近畿車輛（車両） 日本車輛（車両） 三菱電機（主回路）	丸紅 ロテム（車両） 東芝等（電機品）	住友商事 三菱重工 CKD タトラ (チェコ製)

出典：JICA 調査団作成

(3)　車両計画策定の前提条件

メトロマニラ地下鉄の車両計画については、表 3.2.2 に記載する項目を前提として計画を行うものとする。なお Pre-F/S の報告書においては、6 両編成で開業し、その後の需要増加に合わせて 8 両編成、10 両編成と 2 回の中間車両増備を計画していた。需要予測に基づき 1 編成あたりのキャパシティを増やすのは当然の考えであるが、一方で中間車両の増備組込みは以下の点で非常に不経済であり多くの労力を要するため、中間車両増備は可能な限り回数を減らすこととしたい。よって開業時を 8 両編成とし、将来 10 両化できるような仕様で検討をすることとする。

【車両側の問題点】

- 既存車両と新たに組み込んだ中間車両の機器仕様が異なり保守効率が悪化
- 中間車両の組込みのために工事費用、工事期間、施工場所を要する
- 全編成の自動運転装置の再調整を要する

【施設側の問題点】

- ホームドアの追加設置もしくは改造工事を要する
- 車両/施設の伝送装置（バリス、ミリ波装置）などの追設・移設を要する
- 駅案内表記の変更を要する

表 3.2.2　車両計画策定の前提条件

No.	項目	条件	備考
1	軌間	標準軌(1,435mm)	
2	最少曲線半径（本線）	R200m	
3	最少曲線半径（側線）	R120m	
4	最大勾配	35‰	
5	路線長	25.1km	フェーズ 1
6	駅数	13 駅	フェーズ 1
7	平均駅間距離	2.1km	フェーズ 1
8	最大駅間距離	4.3km	フェーズ 1
9	最少駅間距離	0.9km	フェーズ 1
10	車両編成構成	8 両編成	開業時
		10 両編成	将来対応
11	電力供給方式	架空電車線　直流 1,500V	地下区間は剛体架線方式
12	信号方式	CBTC（ETCS Level2）	地下鉄線内は CBTC NSCR 乗り入れ時は ETCS Level2 を別途搭載
13	ホームドア	設置	フルハイト方式
14	定点停止装置	ATO による	CBTC に含まれる
15	運転方式	ワンマン運転	

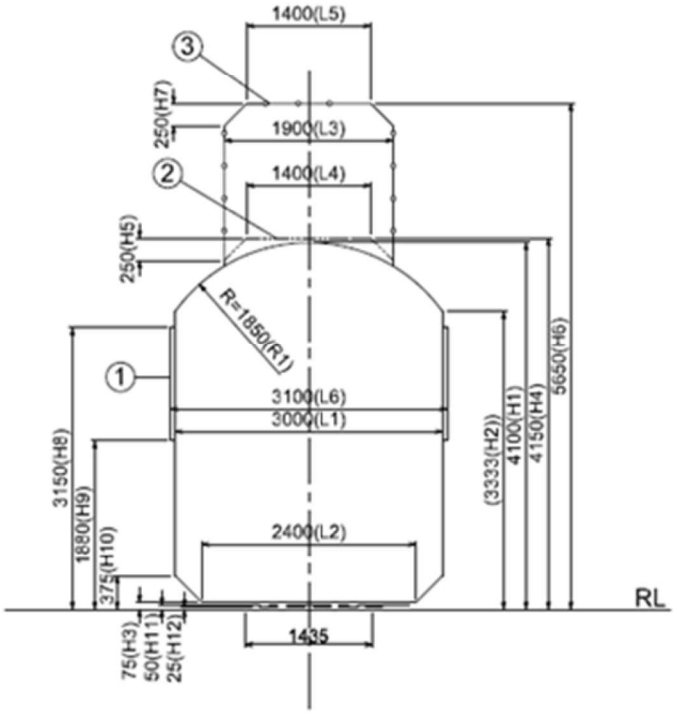
出典：JICA 調査団作成

3.2.2　車両定員の算出

(1)　車両寸法

本路線の車両限界（図 3.2.2）はインターオペラビリティの観点から NSCR と同様のものとなっており、車両寸法についても NSCR 車両と同様に「車体長さ 19,500mm（連結面間距離 20,000mm)、車体幅 2,950mm」とする。

なお、JR 東日本の E233 系等の車両幅は 2,950mm であるが、車体下部にかけて裾絞りの構造となっている。これは車体下部近傍の車両限界が小さくなることに車両の形状を合わせたためである。本案件の車両限界は図 3.2.2 の通りであり、車体下部での縮小もなくストレートであるため、車両加工性と床面積を確保することを考慮し「車両幅 2,950mm のストレート車体」とする。



		Gauge	
	——	Basic	H1,H2,H3,H10,L1,L2,R1
②	——	Gauge when current collector is folded.	H4,H5,L3,L4
③	——	Gauge in relation to top of roof when current collector is operated.	H6,H7,L3,L5
①	——	Gauge in relation to signs,marker lamps, car side lamps.	H8,H9,L6
	——	Gauge in relation to parts that do not move vertically due to action of bogie spring.	H11,L2
	——	gauge in relation to sanding pipe,obstacle deflector, brake shoe and other parts that do not exceed the wheel rim width.	H12

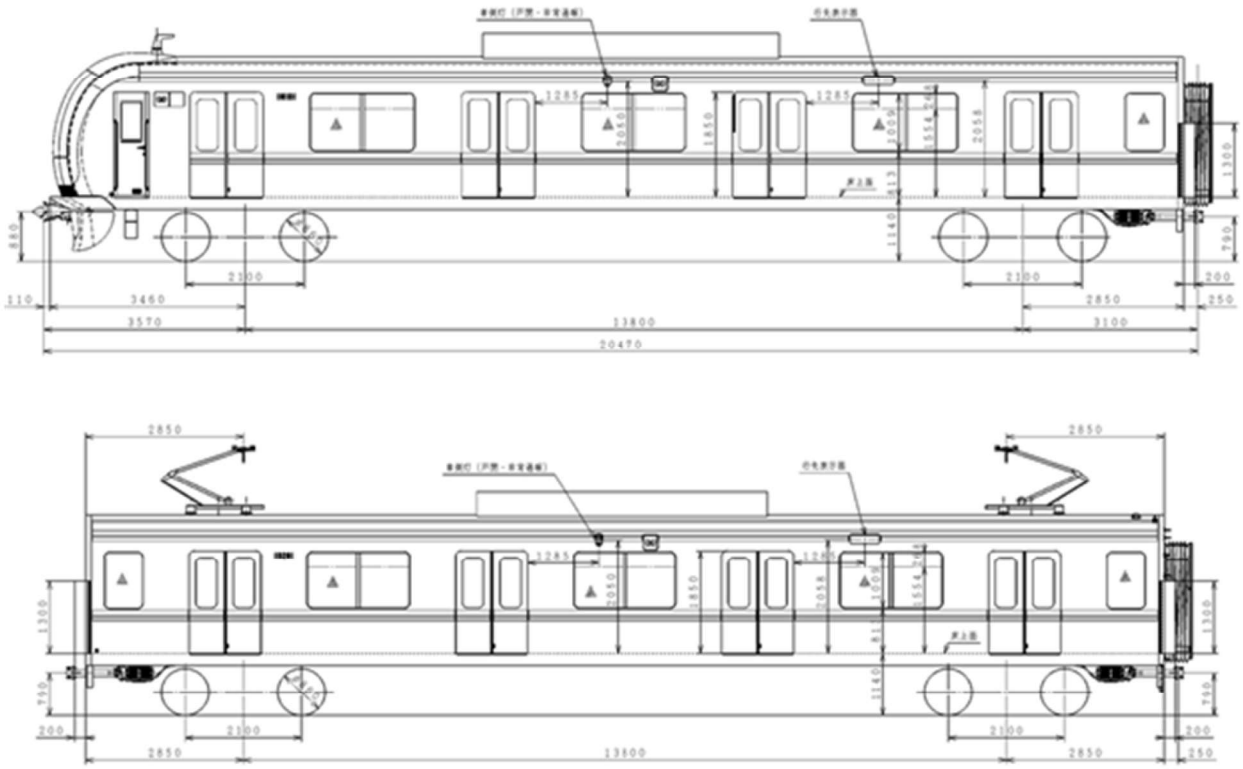
出典：JICA 調査団作成

図 3.2.2　メガマニラ地下鉄/NSCR 車両向け車両限界

(2)　車両のドアピッチ

メトロマニラ地下鉄にはホームドアが設置されることから、ホームドアの開口位置と車両ドアの開口位置を合わせる必要がある。また 8 両編成から 10 両編成へと編成両数の変更（中間車両の増備と既存車両への組込み）が計画されており、編成両数の変更により車両の駅停止位置が変更された場合でも、ホームドアの開口位置と車両ドアの開口位置が一致しなければならない。また 8 両編成と 10 両編成の車両を混在して運用する場合においてもホームドア開口と車両ドア開口の位置は一致していなければならない。

そのためには、先頭車両及び中間車両ともにドアピッチを等間隔とする必要があるため、日本鉄道車輌工業会が定めた「JRIS-R1001　鉄道車両－通勤・近郊電車の標準仕様ガイドライン」にあわせた仕様を提案する。図 3.2.3 に標準仕様ガイドラインに基づいた車体図面を示す。図の通りすべてのドアピッチが等間隔となっている。

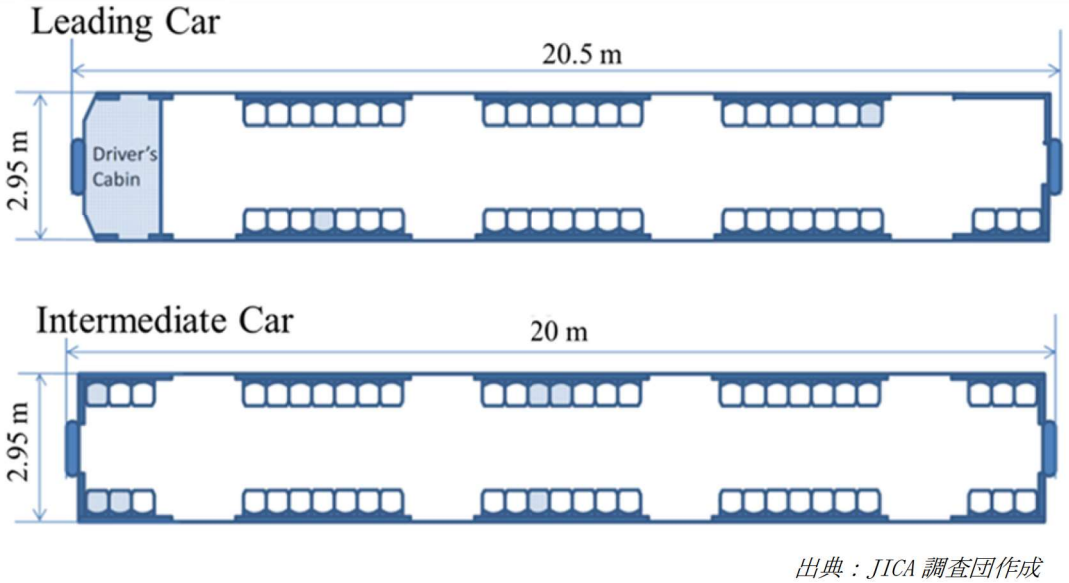


出典：東京メトロ

図 3.2.3　東京メトロ 10000 系車両形式図（標準車両仕様ガイドライン準拠車両）

(3)　車内レイアウト（ドア配置および座席配置）

図 3.2.4 にメトロマニラ地下鉄車両の車内レイアウトを示す。車両ドアについては片側 4 扉（ドア幅 1,300mm）の「JRIS 標準仕様ガイドライン」に合わせた仕様とする。座席については、両側「3 席―7 席―7 席―7 席―3 席」のロングシートを基本とする。なお本路線は駅間距離が短いため、車内トイレは設置しない。



出典：JICA 調査団作成

図 3.2.4　メトロマニラ地下鉄　車内レイアウト

(4)　標準旅客定員の算出方法

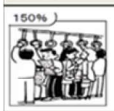
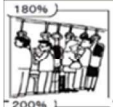
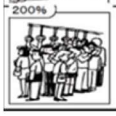
旅客定員の算出にあたっては、立席定員の定義が必要となる。立席定員については一般的に 1 平方メートル当たりの乗車定員で定義する。車両の乗車重量を検討する上で、次のような 4 段階の概念を用いることが多い。

- AW0：空車重量
- AW1：座席定員重量
- AW2：ピーク時乗客重量
- AW3：強度限界重量

＊AW:Added Weight

日本においては、標準乗車定員は有効床面積に対し一人あたりの専有面積を 0.3m^2 としており、これは3.3人/m^{2}に相当する。そして、この標準乗車人員をもとに定義された乗車率で混雑度を測っており、その体感度は表 3.2.3 に示すとおりである。本表では AW を平均乗車人員（人/m^2）として、体感イメージに対応する数値を示している。日本では、ピーク時混雑率の将来目標を 150%（平均乗車人員 6 人/m^2）と定められている。
上記を踏まえ、単位面積あたりの乗車人員について「AW2：4 人/m^2」、「AW3：7 人/m^2」と定義し、定員を算出する。なお、この数値はフィリピン LRT1 号線車両の設計時に用いた数値と同様のものである。

表 3.2.3　日本の混雑率と平均乗車人員の関係

日本における混雑率（%）	体感イメージ	対応する平均乗車人員 AW（pax./m2）
	乗客は、着席または吊革およびドア付近の柱につかまることができる	AW: 3.3
113%	Standard	AW:4
	乗客は、新聞や本を読むことが可能であるが、互いに体が触れ合う	AW:6
170%	Maximum	AW:7
	乗客は、体を押し合い窮屈感、または不快な気持ちを持つ	AW:7.5
	乗客は、圧迫感を感じる。また混雑の中で容易に体を動かせない	AW:9

出典：国土交通省資料をもとに JICA 調査団作成

(5)　標準旅客定員の算出

上記の車両寸法及び車内レイアウト、また上述の定員算出方法に基づき算出した定員を表 3.2.4 に示す。

表 3.2.4　メトロマニラ地下鉄　標準旅客定員

種別	両数	車両定員	備考（車両定員内訳）
着席定員 (AW1)	8 両編成	414 人	先頭車：着席 45 人 中間車：着席 54 人
	10 両編成	522 人	
定員 (AW2)	8 両編成	1,460 人（着席 414 人）	先頭車：着席 45 人＋立席 127 人=172 人 中間車：着席 54 人＋立席 132 人=186 人
	10 両編成	1,832 人（着席 522 人）	
定員 (AW3)	8 両編成	2,242 人（着席 414 人）	先頭車：着席 45 人＋立席 221 人=266 人 中間車：着席 54 人＋立席 231 人=285 人
	10 両編成	2,812 人（着席 522 人）	

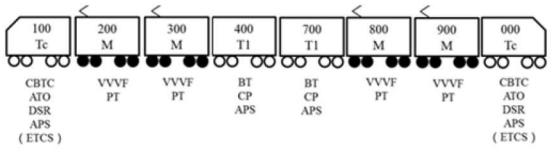
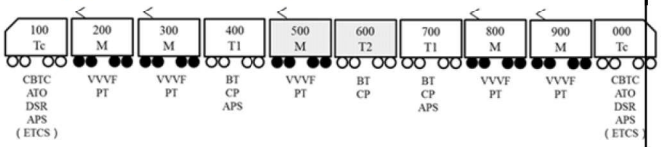
出典：JICA 調査団作成

3.2.3　車両基本仕様

(1)　基本車両諸元

前述の前提条件などを踏まえて提案する、メトロマニラ地下鉄の車両諸元について表 3.2.5 に示す。また下記車両仕様のうち、NSCR 車両と仕様が異なる重要な項目については網掛けで表示し、次項以降に詳細を記載する。

表 3.2.5　メトロマニラ地下鉄車両諸元

	項目		諸元	備考	設定根拠
1	編成形態	8 両編成	Tc-M-M-T-T-M-M-Tc（4M4T） 		編成両数:運転計画による MT 比：走行性能、冗長性、保守性、省エネ性を考慮
		10 両編成	Tc-M-M-T-M-T-T-M-M-Tc（5M5T） 		
2	主要寸法	車体長（先頭車）	20,470 mm		JRIS 標準仕様ガイドラインに合わせて設定
		車体長（中間車）	19,500 mm	連結面間　20,000mm	
		車体幅	2,950 mm	ストレート車体	車両限界による
3	着席定員	8 両	414 人		日本国内の車両座席配置に準拠
		10 両	522 人		
	定員（AW2）	8 両	1,460 人（着席 414 人）	AW2:立席人員(4 人/m^2)	1 平米あたりの立席定員数は LRT1 号線の設計仕様に準拠
		10 両	1,832 人（着席 522 人）		
	定員（AW3）	8 両	2,242 人（着席 414 人）	AW3:立席人員(7 人/m^2)	
		10 両	2,812 人（着席 522 人）		
4	車体材料		アルミニウム合金		車体重量の軽量化
	車内設備	乗降口	両側に 4 か所ずつ	JRIS 標準仕様 ガイドラインに準拠	ホームドアと車両ドアピッチの適合
		扉形状	両引戸、開口幅 1,300mm、 戸袋式	JRIS 標準仕様 ガイドラインに準拠	
		座席方式	ロングシート（3-7-7-7-3）	JRIS 標準仕様 ガイドラインに準拠	
		非常貫通路	設置	車内からの 非常脱出時に使用	同左
5	設計最高速度		120 km/h	地下区間 運転最高速度 80km/h	運転計画による
	走行性能	起動加速度	0.92 m/s^2（3.3km/h/s）	定加速領域 42km/h まで	高加速性能
		常用減速度	1.17 m/s^2（4.2km/h/s）		NSCR と同じ
		非常減速度	1.31 m/s^2（4.7km/h/s）		NSCR と同じ
6-1	動力システム	集電装置	シングルアームパンタグラフ	各 M 車に 1 基搭載	一般的仕様
6-2		主制御装置	VVVF インバータ制御 (1C x 4 MM)	オプション：SiC 要 高圧引き通し母線	SiC：省エネ性能向上 高圧引き通し母線:剛体架線でのパンタグラフ離線対策
6-3		主電動機	高効率全閉型誘導電動機 （軸受非分解交換）	ギア比 6.53（98/15）	省エネ性能向上と保守性能向上

	項目		諸元	備考	設定根拠
7-1	ブレーキ装置		電気ブレーキ優先 電気指令式電空・回生併用ブレーキ	発電ブレーキは搭載しない	一般的仕様
7-2	基礎ブレーキ	T車	ディスクブレーキ	踏面清掃子併用	制動力の安定化
		M車	踏面ブレーキ	ユニットブレーキ	一般的仕様
7-3	滑走防止装置		搭載		滑走対策
8-1	台車		ボルスタ付台車		輪重調整の容易化
8-2	軌間		1,435mm		軌道条件による
8-3	車上塗油装置		一部編成に搭載	車輪/レール摩耗対策	同左
8-4	駆動装置		TD 継手 or WN 継手		一般的仕様
9	連結器		密着連結器（両先頭車両） 半永久連結器（中間車両）		一般的仕様
10	給電方式		直流 1,500V	地下区間 剛体架線方式	給電方式の仕様による。
11	信号方式		CBTC	将来の NSCR 乗り入れ時に ETCS Level2 車上装置搭載	信号方式の仕様による
12	無線方式		デジタル列車無線		無線方式の仕様による
13	ATO 装置		搭載（CBTC に標準装荷）	信号装置手配品	ホームドア設置のため
14	補助電源装置		静止型インバータ（SIV）		一般的仕様
15	蓄電池		Ni-Cd 蓄電池		一般的仕様
16	空気圧縮器		スクリュー式 or スクロール式		一般的仕様
17	空調装置		屋根上空調　43kW×2 台/両程度	容量は詳細設計にて再検討のこと	マニラの気候条件による
18	車内表示装置		17 インチワイド液晶 2 画面（ドア上部）	16 画面/両、旅客案内、運行情報および広告用	お客様サービス
19	車外表示装置		フルカラーLED	前面・側面行先表示器	視認性向上
20	セキュリティカメラ		車内 CCTV（4 台/両）	イーサネット経由で運転台モニタに表示およびメモリに蓄積	防犯対策
21	灯装置		LED 式	客室灯、前部標識灯、 後部標識灯	省エネ性向上と保守性向上
22	車両制御情報管理装置		TIS	イーサネット、冗長系運転状況記録含む	省エネ性向上と冗長性向上
23	放送装置		自動放送機能 非常通報装置　2 台/両	非常通報装置は指令所との通話機能付	一般的仕様

出典：JICA 調査団作成

(2)　車体材料

メガマニラ地下鉄路線は平均駅間距離が 2.1km と短いため、高い加減速度が求められる。加速の際には多くの電力を消費することから、消費電力の削減のために車両重量の低減が重要となる。車体材料については「軽量ステンレス」と「アルミニウム合金」が近年の主流となっているが、車両構体重量を比較すると、アルミニウム合金構体のほうが軽量ステンレス構体と比較し 1 両あたり約 1.5 トン軽くなる。日本における地下鉄事業者の多くは上記の理由から車両構体材料にアルミニウム合金を採用しており、東京メトロが保有するすべての車両はアルミニウム合金製である（図 3.2.5）。またアルミニウム合金はステンレスに比べて加工がしやすいため意匠性の高い複雑な先頭形状が製造可能であり、日本国内のみならず、バンコクやドーハにおいてもアルミニウム合金製の意匠性の高い車両が納入される計画である（図 3.2.6）。

車体軽量化とメガマニラ地下鉄の顔となる意匠性の高い車両の導入を目的とし、メガマニラ地下鉄の車両にはアルミニウム合金を推奨する。



出典：東京メトロ

図 3.2.5　アルミニウム合金製車両



出典：JICA 調査団作成

図 3.2.6　日本国内/海外におけるアルミニウム合金製車体の採用例

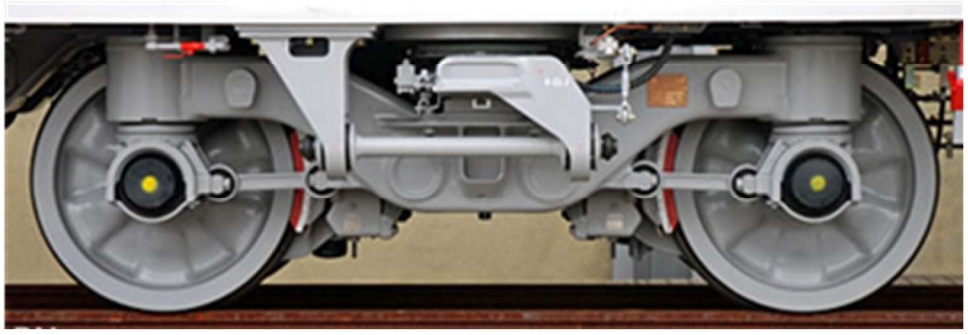
(3)　台車および車上塗油装置

1)　台車

台車については「ボルスタレス台車」と「ボルスタ台車」が一般的に使用されている。

「ボルスタレス台車」は台車と車体を空気ばねでつなぎ、揺れ枕（ボルスタ）を省略した構造となっており、部品点数の削減、台車重量の削減を図ったものである。そのため、多くの路線で広く採用されている。しかしながら車体と台車が 2 つの空気ばねにより支持されているため、輪重調整が難しく、また輪重管理に細心の注意が必要となる。

「ボルスタ台車（図 3.2.7)」は揺れ枕（ボルスタ）を介して車体と台車が支持されており、ボルスタレス台車と比較し輪重調整が容易である。また中心ピンが台車の回転中心となることから、スムースに曲線を走行することができるため、急曲線を走行する線区向けの台車と言える。メトロマニラ地下鉄の路線においても急曲線が設定されることから、車両の走行安全性、曲線通過性能、メンテナンス性能を鑑み「ボルスタ台車」を推奨する。



出典：東京メトロ

図 3.2.7　ボルスタ台車

2)　車上塗油装置

メガマニラ地下鉄の車両は急曲線を走行することから、急曲線におけるレール及び車輪フランジの摩耗抑制、急曲線走行中における走行騒音の抑制が必要となる。いずれの問題に対しても車輪/レール間の潤滑が重要となるが、一方で潤滑過多になると車両の空転・滑走を誘発し、ATO による停止精度の悪化や滑走による車輪フラットの発生などの悪影響も懸念される。よって高い精度の潤滑が望ましいことから、車上式塗油装置の搭載を推奨する。なお塗油の効果はある程度の持続性があるため、車上塗油装置を全編成には搭載する必要はなく、一部の編成に搭載すれば十分である。

(4)　プロパルジョン

1)　主電動機

主電動機については、従来は誘導電動機（定格時効率約 92%）が一般的であったが、さらなるモータ効率の向上を図った高効率誘導電動機（定格時効率約 94%）や永久磁石を用いた永久磁石同期電動機（定格時効率約 96%）（図 3.2.8）などが開発され、日本国内においては新造車両やリニューアル車両などへの採用が拡大している。高効率誘導電動機及び永久磁石同期電動

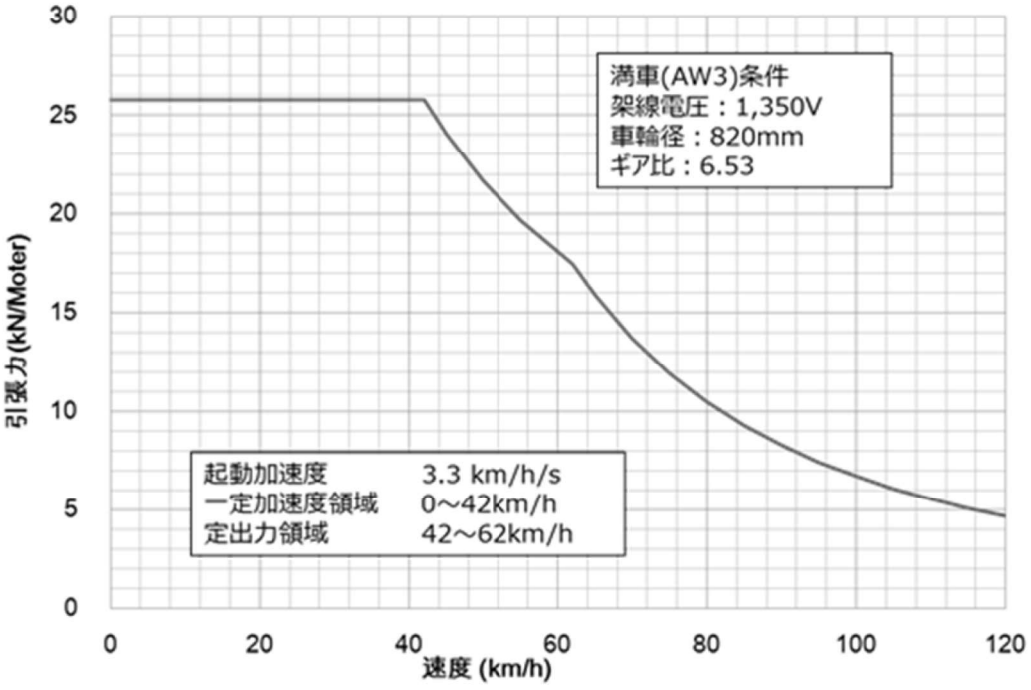
機は従来の開放型主電動機と異なり全閉構造となっていることから、モータ騒音の低減が可能であると同時に、塵埃などによって生じる主電動機の内部汚損の防止や、塵埃に起因する故障の低減が可能となる。また定期検査時の主電動機内部の気吹き清掃が不要となることから、メンテナンス性が大幅に向上する。よってメンテナンス性・環境性を考慮し、主電動機については「全閉構造」のものを推奨する。また軸受を非分解で交換できる構造も各メーカから普及しており、軽保守性の観点からこれを推奨する。



出典：東京メトロ

図 3.2.8　永久磁石同期電動機

主電動機の特性（引張力）については、駅間距離が短く、高い加速性能が求められるため、図 3.2.9 の引張力曲線のように設定する。



出典：JICA 調査団

図 3.2.9　引張力曲線

ギア比については、Phase1 の地下区間では高加速性能が、Phase2 の郊外部では高速走行性能が求められるため、加速性能と高速走行性能の両立性を鑑み、6.53（98/15）とする。

2)　制御装置

制御装置については IGBT 素子を用いた VVVF インバータ制御が広く使用されているため、本案件においても同仕様を推奨する。モータ制御の単位は冗長性を考慮し、各 M 車に搭載された VVVF 制御装置により各車両の 4 個モータを制御する独立制御方式（1C×4M 制御）とする。

また近年、日本国内においてはパワー半導体素子に SiC（シリコンカーバイド：Silicon Carbide）を用いた制御装置が開発され、JR 東日本 E235 系山手線車両や東京メトロ銀座線 1000 系車両等で採用されている。図 3.2.10 に東京メトロ東西線における消費電力削減効果の事例を示す。SiC の採用により高速度域での回生ブレーキが使用可能となり、これまでの VVVF 制御と比較し約 26%の消費電力の削減が図られている。また高乗車率時や中高速領域での回生負担性能は省エネ性能に大きく寄与するため、回生負担性能は主回路性能検討時に十分配慮するべきである

なお、地下区間における給電方式は剛体架線方式となり、カテナリー方式と比較してパンタグラフが架線から離線しやすくなるため、編成内の高圧引き通し母線が必要となる。また NSCR に乗り入れる場合は、高圧引き通し線を切る必要があるため、このための遮断器（BLB）が必要になる。



東京メトロ05 系



東京メトロ15000系

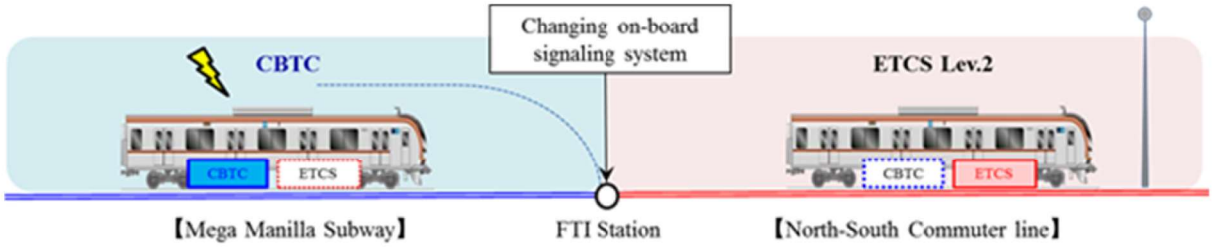
車両形式	力行 電力量 kWh/c・km	回生 電力量 kWh/c・km	回生率 %	電力量 （原単位） kWh/c・km	電力量 削減効果 %
05系（VVVF）	2.04	0.83	40.1%	1.21	
15000系（VVVF＋高効率IM）	1.87	0.84	45.4%	1.03	-14.9
15000系（SiC+高効率IM）	1.82	0.93	51.1%	0.89	**-26.4**

出典：東京メトロ資料より JICA 調査団作成

図 3.2.10　高効率 IM 及び SiC 適用 VVVF インバータの消費電力削減効果

(5)　信号保安装置

メトロマニラ地下鉄の信号保安装置は CBTC となるため、CBTC の車上装置を車両に搭載する。また、NSCR の信号保安装置が ETCS Level2 であり、メトロマニラ地下鉄の信号保安装置と異なることから、将来想定される NSCR への乗入れの際には合わせて ETCS Level2 の車上装置を搭載する。そのため先頭車（Tc 車）については、将来の ETCS Level2 車上装置の搭載を考慮し運転台および床下の艤装スペースの確保を行う。なお、NSCR への将来の乗入れ境界駅となる FTI 駅において車上の信号を切り替えることにより、二つの信号システムに対応することとする（図 3.2.11）。ただし、境界駅における信号装置の切り替えは運転保安上非常に重要であり、間違いのない確実な信号システム設計が必要となる。また ETCS Level2 は運転台に専用のモニタ画面が必要となるため、運転台のレイアウトについては将来の搭載を考慮した設計が望ましい。



出典：JICA 調査団作成
（車両イラストは東京メトロ提供）

図 3.2.11　信号装置の切り替え

(6)　ホームドア対応設備

1)　自動運転装置（ATO 装置）

メトロマニラ地下鉄にはホームドア（図 3.2.12）が設置されることから高い定点停止の精度が求められる。ホームドアが設置されている東京メトロ南北線の停止精度は±350mm である。そのためホームドアが設置された路線の車両においては自動列車停止制御（TASC）機能を備えた自動列車運転装置（ATO）は必須である。この ATO 装置は上述の CBTC 装置に含まれる装置である。

また本路線においては変電設備側に回生吸収機能を設けないため、定点停止に関しては、回生失効時の空制ブレーキの安定性はもちろんのこと、主回路、ブレーキ、ATO の相互協調と、回生失効を十分考慮した試運転における各機器の調整が極めて重要である。



出典：JICA 調査団

図 3.2.12　東京メトロ南北線ホームドア（フルハイトタイプ）

2)　ホーム画像モニタ

ホームドアが設置され、かつワンマン運転を実施する場合のドア開閉操作は、運転台のホーム画像モニタを確認しながら行う。図 13 に運転台構成の例を示す。画像データはホームに設置されたカメラの画像を、ホーム上のミリ波送信装置を通じて車両に搭載されたミリ波受信装置で受信し、画像モニタに映し出す仕組みである。



出典：東京メトロ

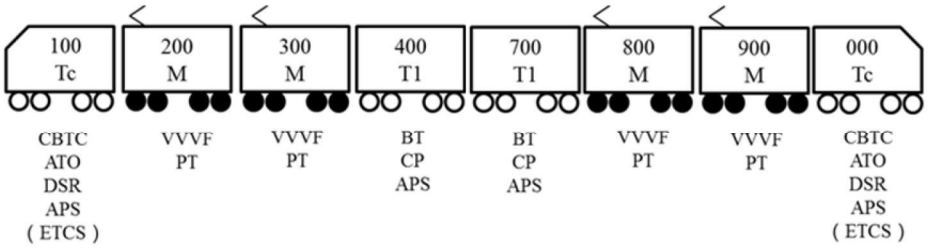
図 3.2.13　運転台の例

(7)　車両構成（MT 比）

MT 比の構成については、車両性能を決定づける重要な要素である。MT 比決定にあたっては路線で求められる走行性能を満たしながら、冗長性、省エネ性、保守性、列車救援時の性能およびコスト等を鑑みて決定される。日本国内においては 10 両編成車両の場合、コスト低減を図った 4M6T、冗長性に重点をおいた 6M4T、またその中間かつ一般的な 5M5T が主に採用されている。

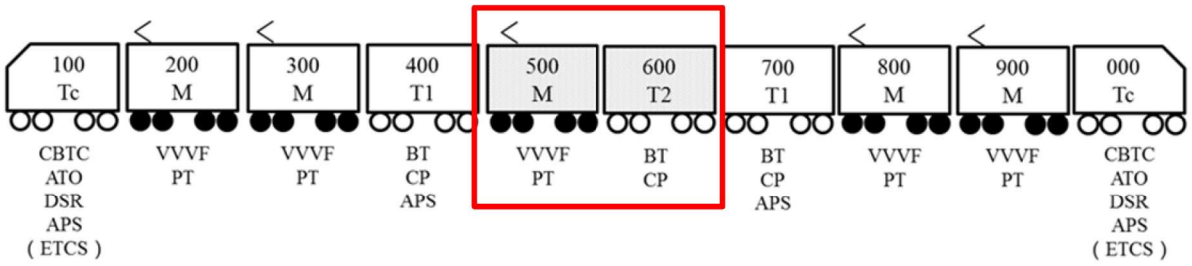
4M6T の場合、制御電動車（M 車）が減ることからイニシャルコスト・ランニングコストの低減が図れるが、冗長性については相対的に劣る。その反対に、6M4T の場合は冗長性に優れるが M 車の比率があがることからイニシャルコスト・ランニングコストが増加することとなる。メガマニラ地下鉄については多くの鉄道事業者で採用されており、最も性能的にバランスのとれた 1:1 の MT 比構成を推奨する。

メトロマニラ地下鉄の運転計画では Phase1 の開業時は 8 両編成とし、需要増加後もしくは南北に延伸を行う Phase2 の段階で 10 両編成とする計画となっている。将来の 8 両編成の 10 両化を考慮し、MT 配置、機器配置は図 3.2.14 および図 3.2.15 の通りとする。



出典：JICA 調査団作成

図 3.2.14　8 両編成時の車両構成



車両構成図凡例

Tc：運転台付付随車　T：付随車　M：電動車　　数字：車両（号車）番号

●：駆動軸（主電動機付車軸）　○：付随軸（主電動機なし）

CBTC：信号保安装置　APS：電源装置　BT：蓄電池　CP：空気圧縮機　VVVF：制御装置

PT（＜）：パンタグラフ　（ETCS）：乗り入れ先信号保安装置搭載予定箇所

出典：JICA 調査団作成

図 3.2.15　10 両編成時の車両構成

8 両編成時の車両構成については 4M4T とし、可能な限り NSCR 車両の車両構成と同様のものとしたが、将来の NSCR の乗入れの際の Tc 車両の改造工事を考慮し、バッテリ搭載位置の変更を行った。10 両編成時の車両構成は 5M5T とし、既存の 8 両編成の車両については 400 号車と 700 号車の間に M 車（500 号車）、T2 車（600 号車）を追加する。

(8)　非常脱出口

日本国内の地下鉄車両は、トンネル内において非常事態が発生し車両から乗客を避難させるような事態を想定し、先頭車両前面に非常出口を設けている。これはトンネル内では停車した位置により、車両側面に十分な避難スペースが確保できないケースが想定されるためである。メトロマニラ地下鉄においてもこのような非常事態を想定し、車両前面に脱出口を設けることを推奨する。



出典：JICA 調査団

図 3.2.16　非常貫通路　開扉状態



出典：東京メトロ

図 3.2.17　非常用全面貫通路を用いた地下区間における異常時想定訓練の様子

3.3　運行計画

本地下鉄事業の計画路線は鉄道利用の潜在需要が高く、集客が有望な地域を結ぶ為、当該路線の輸送計画は朝・夕の通勤・通学等での多客集中・混雑集中時間帯輸送に対応可能であること、閑散帯でも旅客の利便性を確保する為、適当な運行間隔を維持すること等の要件を満たす輸送サービスを提供する必要がある。また道路渋滞が頻繁に発生している地域であるため、自動車交通からのモード転換を促す必要があり、利便性、速達性等での競争優位も考慮しなければならない。

運行計画は、上記のような路線の特状を踏まえ、需要予測結果を満たす輸送力に応じた列車定員や運転本数を策定することにある。また車両性能や路線条件を元に運転時分を計算し、車両の調達規模を策定することも行う。そして想定する輸送力を実現するための運行計画は、鉄道システムを設計する上での諸条件となる。

3.3.1　運行計画の前提条件

本調査での列車運行計画の前提条件は以下のとおりである。

- 2 つのフェーズに分けて施工される。
- フェーズ 1 は Mindanao Avenue-Quirino Highway～FTI 間で 2025 年開業予定。ほぼ全線が地下区間。
- フェーズ 2 は 2035 年開業。2035 年以降、全区間営業開始。北ゾーンは Mindanao Avenue-Quirino Highway ～L. Langit Road、または Mindanao Avenue-Quirino Highway ～Bahay Pare Road。南ゾーンは FTI～Governor’s Drive。
- 列車種別は快速タイプと各停タイプを想定。

3.3.2　地下鉄における快速列車運転の例

本調査で快速列車運転を検討するにあたり、快速列車の実施例を調査した。地下鉄であっても快速運転を実施し、他交通機関よりも速達性の面で競争力を高めている。

表 3.3.1　地下鉄における快速列車運転の例

事業者	線区名	線区長 (km)	各停			快速		
			停車駅数	到達時分	表定速度	停車駅数	到達時分	表定速度
東京都市交通局	浅草線（西馬込～押上）	18.3	20	34 分	32.3	8	21 分	32.6※1
	新宿線（新宿～本八幡）	23.5	21	40 分	35.3	8	29 分	48.6
東京メトロ	副都心線（和光市～渋谷）	20.2	16	35 分	34.6	6	26 分	46.6
	東西線（中野～西船橋）	30.8	23	49 分	37.7	16 (3)	43 分 (15 分)	43.0 (60※2)
横浜市交通局	ブルーライン（あざみ野～湘南台）	40.4	32	66 分	36.7	18	60 分	40.4

※1：エアポート快速　泉岳寺～押上の 18.3km 区間
※2：実際に快速運転をする　東陽町～西船橋 15km 区間

出典：2017.1 JR 時刻表 2 月号 交通新聞社を元に JICA 調査団作成

3.3.3　運行計画の基本方針

本調査での基本方針は、各国の都市鉄道・地下鉄道の現状・事例を参考にし、策定した。

(a) 列車運行時間

営業列車の運行時間は 4:30～22:30 とし、営業列車の運行終了後に施設・設備の保守作業時間帯を集中的に確保する。

(b) ピーク時間帯集中率

計画路線では朝・夕の通勤・通学需要が想定される。乗客の集中時間帯のピークは朝の 6 時～8 時と想定され、本検討でも需要予測での値と同じ 12.5%の利用客が集中することにする。

(c) 列車定員

列車定員については本調査では NSCR の詳細設計で策定した列車定員の考え方を適用する。

(d) 許容混雑率

混雑率は AW3 の乗車定員で 100%までを許容する。

(e) 列車種別

列車種別は快速タイプ、各停タイプを想定する。

(f) 運転速度

地下鉄道は、既存の地下構造物を避けるために主要道路下などの狭隘区間への建設が余儀ないものである。そのため急曲線と急こう配が多く、駅間距離も短く、車両性能は高速性能より高加減速性能や登坂性能が重視される。なお、列車の最高運転速度は地下区間では剛体架線適用のため 80km/h に制限される。

3.3.4　路線計画

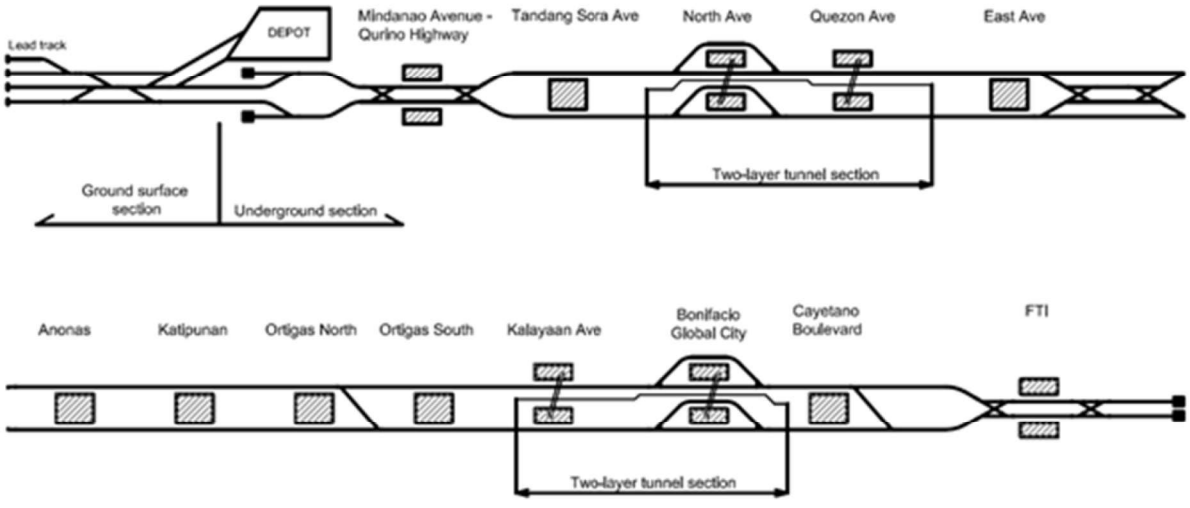
今回の調査ではフェーズ 1 のみの路線案が確定している。フェーズ 1 における路線の概要を表 3.3.2 に示す。

表 3.3.2　候補路線概要

路線長		25.1km（駅中心間距離）
駅数		13
最大駅間距離		4.3km（駅中心間距離）
最小駅間距離		0.9km（駅中心間距離）
平均駅間距離		2.1km
本線構造	**地下**	25.1km
	地上	0.0km

出典：JICA 調査団

フェーズ 1 における配線案を下図に示す。Mindanao Ave. および FTI では旅客流動を円滑にするため乗降分離型のホーム形状を取ることとしている。このため引き上げ、転線用に駅の後方に分岐器および引き上げ線が設置されている。駅の前方に分岐器が設置されているのは土地の制約が理由であるが、転線することなしで直接折り返すことも可能にする。North Ave. や Bonifacio Global City では待避線を設けている。これは快速運転をする場合、普通列車が待避するためである。East Ave. では夜間留置や異常時の折り返し用に 2 つの留置線を設けている。Ortigas North や Cayatano Boulevard では異常時の折り返し用に渡り線を設けている。フェーズ 2 区間の配線案とあわせて今後更なる検討を必要とする。



出典：JICA 調査団

図 3.3.1　候補路線配線案

3.3.5　需要予測

今回の調査で定められた路線情報をもとに需要予測の見直しが行われている。下表は需要予測の結果である。10 年単位での値しか求められていなかったためその間の需要予測値は線形的に増加するものとして仮定している。

表 3.3.3　需要予測結果

	Phase1										全区間
年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
路線長（km）	25.1										61.5
総利用者数（1,000Pax/日）	365	426	487	547	608	669	730	791	851	912	973
PPHPD(1,000)	12.6	14	15.4	16.8	18.2	19.6	21	22.4	23.8	25.2	26.6
記事						仮定値					

出典：JICA 調査団

需要予測では旅客の時間集中率は MUCEP の調査結果を利用している。下表は MUCEP における時間ごとの鉄道利用者の調査結果である。この調査結果には上下の別がない点や、路線ごとの別がないため、実際の利用とは多少の乖離がある可能性があるが、概ね利用傾向を表すものと考えられる。この表に基づき、営業時間を 4:30 から 22:30 までとすることで、利用者を多く取り込むことができ、また保守の時間も確保することができる。なお、ピーク時間帯は 6:00 から 8:00 までと 17:00 から 18:00 までとし、その間の日中時間帯をオフピーク時間帯として定義する。

表 3.3.4　MUCEP における時間帯別鉄道利用者数

Time	Hourly rate	sample	Time	Hourly rate	sample
0	0.2%	11	13	4.1%	184
1	0.1%	4	14	3.6%	162
2	0.1%	5	15	4.2%	207
3	0.1%	4	16	5.5%	254
4	0.9%	41	17	10.6%	497
5	5.3%	246	18	6.5%	343
6	12.5%	570	19	5.8%	257
7	10.8%	504	20	4.3%	225
8	7.2%	366	21	2.2%	127
9	4.4%	213	22	0.9%	48
10	4.2%	198	23	0.5%	18
11	3.0%	127	24	0.0%	1
12	2.8%	134			

出典：JICA (2015)；MUCEP person trip survey

3.3.6　列車定員

本プロジェクトで検討している列車定員は以下の表のとおりである。既往の報告書では 6 両、8 両、10 両と段階的に編成を増やし、列車定員を頻繁に変更することを考えられていた。しかし、改造費用がその都度かかり不経済であること、改造期間中は車両が使えなくなる等の理由があるため、本調査では 8 両編成での運行計画を基本とし、将来需要の伸びに応じて 10 両に増やすこととする。

表 3.3.5　列車定員

編成両数	車両数		列車定員	備考
	先頭車 定員 266	中間車 定員 285		
8 両	2	6	2,242	本調査の基本
10 両	2	8	2,812	

出典：JICA 調査団

3.3.7　列車運行計画

(1)　快速列車停車駅

本調査では快速運転を検討する。路線上マニラ市街中心部の需要が旺盛となる駅、他路線との結節上有効であると判断した駅を急行停車駅として選定した。急行停車駅として設定した駅を下表に示す。

表 3.3.6　快速列車停車駅

No.	Station	Express stop station.	Remark
1	Mindanao Avenue – Qurino Highway	◎	
2	Tandang Sora Ave		
3	North Ave	◎	Commercial complex、Other Line ,Bus transfer stations.
4	Quezon Ave	◎	MRT3 transfer stations.
5	V.Luna		
6	Anonas	◎	LRT2 transfer stations.
7	Katipunan		
8	Ortigas North	◎	Commercial complex
9	Ortigas South		
10	Kalayaan Ave		
11	Bonifacio Global City	◎	Commercial complex
12	Cayetano Boulevard		
13	Bayani Rd		
14	FTI	◎	PNR ,Bus transfer stations.

出典：JICA 調査団

(2)　快速列車利用者数と快速列車本数

列車運転本数は、最大断面輸送量に対応可能な輸送力を確保できる本数を設定する。フェーズ1において区間輸送量に若干段差はあるが、途中駅での折り返しを考慮するほど極端ではない為、区間内同一本数とする。

快速列車の運転本数の検討も行った。快速列車が運転された場合、快速列車の停車駅を踏まえ、総利用者数のうち快速列車を利用するものの数を表したものが下表である。下表を元にするとおよそ快速列車1本に対して普通列車を2本設定すればよいことが分かる。なお、2035年以降については未検討である。

表 3.3.7　快速列車の需要予測結果(2025)

	片方向最大断面輸送量(1000PAX/日)	最大 PPHPD(1000PAX)
快速列車	32.4	4.0
各停列車	76.8	9.6

出典：JICA 調査団

(3)　各列車のピーク時運転本数

以上の結果を踏まえ需要を満足するようピーク時運転本数を設定した。結果は以下のとおりである。2030年に運転本数を増やすことを検討するべきと考える。2035年以降は更なる検討を必要とする。

表 3.3.8　ピーク時列車運転本数

年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
PPHPD (1,000)	12.6	14	15.4	16.8	18.2	19.6	21	22.4	23.8	25.2
ピーク時運転本数	快速3／各停6					快速4／各停8				
列車定員	2,242									
輸送力 (1,000)	20.2					26.9				
乗車率 (%)	62.4	69.3	76.2	83.2	90.1	72.9	78.1	83.3	88.5	93.7

出典：JICA 調査団

(4)　オフピーク時および終日の運転本数

ピーク時の運転本数は、旅客需要を満足するように決定するものである。一方、オフピーク時の運転本数は、多少旅客需要よりは過大になるかもしれないが、ある程度の利便性を確保できる程度に定める。日本の多くの鉄道事業者はピーク時の運転本数の50%～60%程度の運転本数をオフピーク時には設定しており、同様の考えでMMSPのオフピーク時間帯の運転本数を検討した。下表に2025年と2030年のオフピーク時も含む終日の運転本数の案を示す。

表 3.3.9　終日運転本数案

		2025		2030	
		No. of operated trains		No. of operated trains	
Time	Hourly rate	Express	Local	Express	Local
4:30-4:59	0.9%		1		1
5:00-5:59	5.3%	2	3	2	4
Peak hour:6:00-6:59	12.5%	3	6	4	8
Peak hour:7:00-7:59	10.8%	3	6	4	8
8:00-8:59	7.2%	2	4	3	6
9:00-9:59	4.4%	1	3	2	4
10:00-10:59	4.2%	2	3	2	4
11:00-11:59	3.0%	1	3	2	4
12:00-12:59	2.8%	2	3	2	4
13:00-13:59	4.1%	1	3	2	4
14:00-14:59	3.6%	2	3	2	4
15:00-15:59	4.2%	1	3	2	4
16:00-16:59	5.5%	2	3	2	4
Peak hour:17:00-17:59	10.6%	3	6	4	8
18:00-18:59	6.5%	2	4	3	6
19:00-19:59	5.8%	2	3	2	4
20:00-20:59	4.3%	1	3	2	4
21:00-21:59	2.2%	1	2	1	2
22:00-22:30	0.9%		1		1
sum		31	63	41	84
total			94		125

出典：JICA 調査団

3.3.8　列車運転時分

(1)　列車運転時分

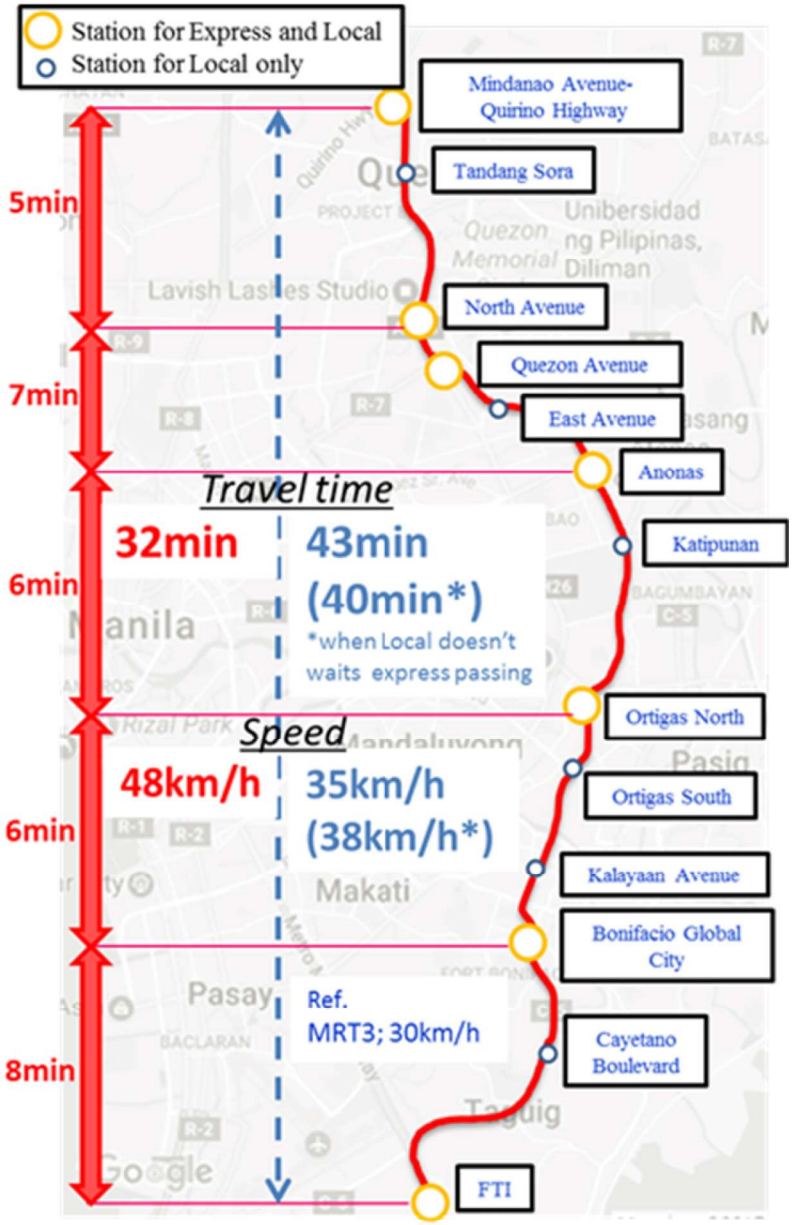
各停列車と快速列車の運転時分を、コンピュータシミュレーションにより計算した。シミュレーションは本調査で定められたフェーズ 1 のアライメントデータと車両スペックを用いている。運転時分はシミュレーションで得られた時分に一定の余裕時分を加え定めている。結果を以下の表に示す。なお、2035 年以降はデータがそろっていないため算出することができない。今後更なる調査を必要とする

表 3.3.10　列車運転時分(2025)

	区間	駅数	運転時分	表定速度
快速列車	Mindanao Ave. – FTI	7	31 分 5 秒	48.5km/h
各停列車	Mindanao Ave. – FTI	13	42 分 20 秒 (待避なし 39 分 20 秒)	35.6km/h

出典：JICA 調査団

列車種別、停車駅、運転時分と表定速度を図示したものが下図である。



出典：JICA 調査団

図 3.3.2　快速列車と各停列車の停車駅、運転時分

(2)　往復行程所要時間

終端駅での折り返しは配線案上転線を必要とする。旅客乗降、入換、乗務員の移動を考慮すると折り返し時分は 8 分と仮定するのがよい。往復 1 行程に要する時間は下表のようになる。

表 3.3.11　一行程に要する時分(2025)

	区間	一行程時分
快速列車	Mindanao Ave. – FTI	78 分 10 秒
各停列車	Mindanao Ave. – FTI	100 分 40 秒 (待避なし 94 分 40 秒)

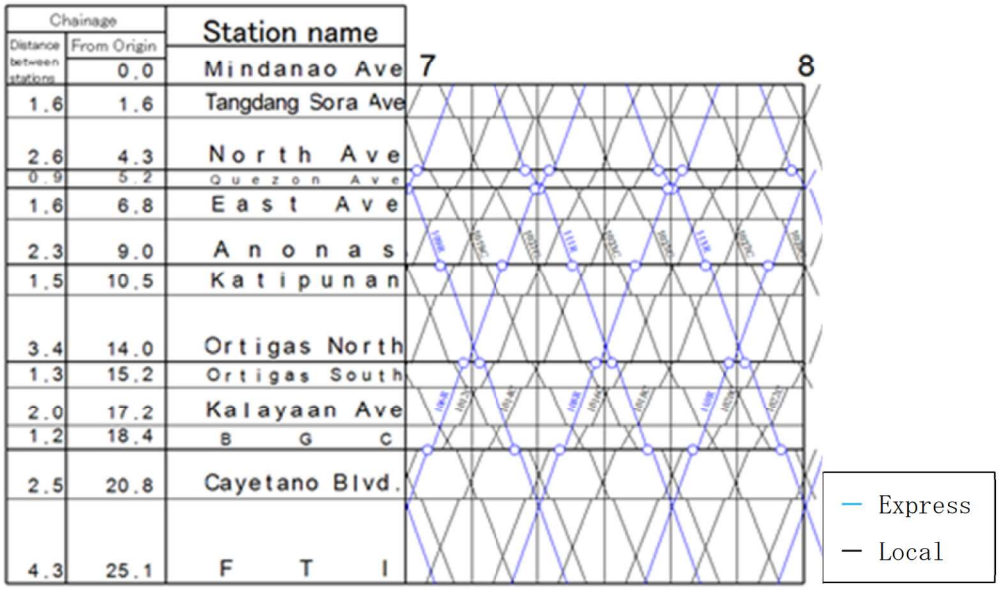
出典：JICA 調査団

3.3.9　列車ダイヤ

上記で検討した結果を元に作成した各想定年でのピーク時の列車ダイヤ案を下図に示す。ダイヤとは横軸が停車場、縦軸が時間を表すものであり、斜めに引かれている線が列車を表す。走行する各列車の出発到着時刻、時間あたりの運転本数などを読み取ることができる。この列車ダイヤ案を元に鉄道システムを検討していくことになるが、実際には開業後旅客数にあわせて列車ダイヤは調整される。

(1)　2025-29

快速 3／各停 6 のダイヤ案を示す。設定列車本数に余裕があるため、普通列車の待避は BGC だけでよい。

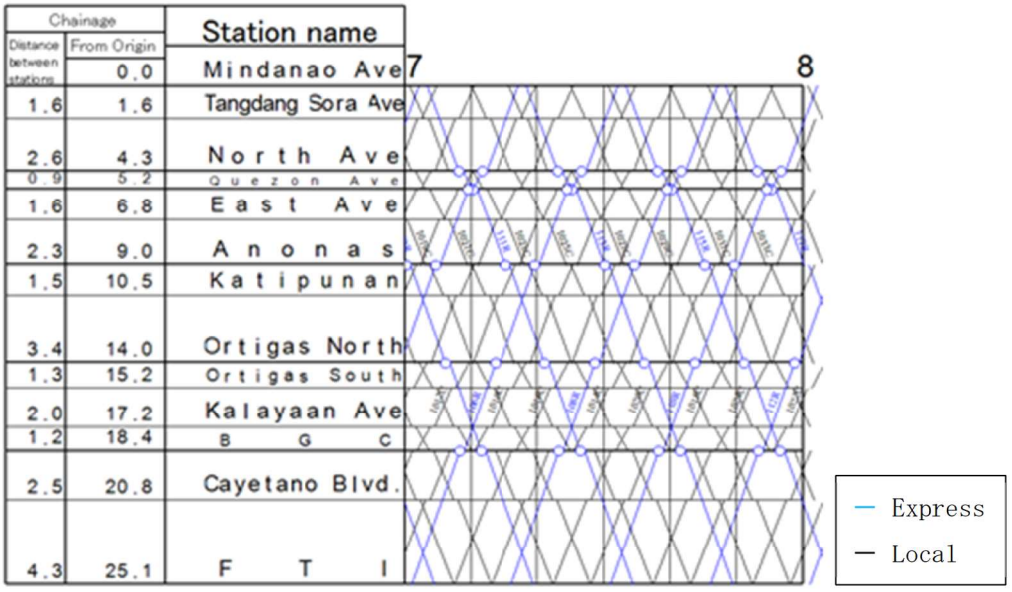


出典：JICA 調査団

図 3.3.3　ピーク時列車ダイヤ案（2025-29）

(2)　2030-34

快速 4／各停 8 のダイヤ案を示す。普通列車の待避は North Ave. と BGC で行う。



出典：JICA 調査団

図 3.3.4　ピーク時列車ダイヤ案（2030-34）

3.3.10　車両調達計画

(1)　必要編成数

各想定年での列車運行計画で必要となる編成数及び車両数の推移を表に示す。予備編成数は所要編成数の 20%程度としている。なお、2035 年以降の必要編成数は既往報告書に基づくものであり、今後更なる調査を要する。

表 3.3.12　必要編成数

	2025	2030	2035	2045
必要編成数	19 (15+予備 4)	24 (20+予備 4)	46	58
編成構成	8 両	8 両	8 両	10 両
車両数	152 両	192 両	368 両	580 両

出典：JICA 調査団

(2)　車両調達計画

上記の運行計画に基づく車両調達計画を下表に示す。開業に備えて 8 両 19 編成の購入が必要となる。その後需要の伸びが一定であると過程した場合 2030 年に 8 両 5 編成の購入が必要となる。2035 年以降は延伸北部および南部に延伸するため、その分の車両編成を増備しなければならないが、今後更なる調査を要する。

表 3.3.13　車両調達計画

	2025	2030	2035	2045
調達編成数	19	5	23	12
編成構成	8 両	8 両	8 両	10 両
車両数	152 両	40 両	184 両	120 両+92 両

出典：JICA 調査団

(3)　推定列車走行キロ（1 日）

各想定年での列車運行計画上推定される列車走行キロ（1 日）の推移を表に示す。これを基に列車の検査計画を立てる。本表では列車運転本数にあわせ走行キロを見直している。なお、2035 年以降の列車走行キロは既往報告書に基づくものであり、今後更なる調査を要する。

表 3.3.14　推定列車走行キロ

	2025	2030	2035	2045
総走行キロ/日	4,719	6,275	11,172	13,994
編成数	19	24	46	58
平均走行キロ/日	248	261	243	242

出典：JICA 調査団

3.4　土木施設計画

3.4.1　地質調査　（実施中）

3.4.2　支障物調査　（実施中）

3.4.3　測量調査　（実施中）

3.4.4　計画概要

(1)　トンネル構造の選定

地下構造物の工法においては、地上から掘削して空間を形成する開削工法と、シールドトンネルやNATMなど地中を掘削して空間形成する非開削工法が存在する。このため、本事業路線で採用する駅部および駅間のトンネル構造については、これらを比較して工法を選定するものとする。

1)　駅部の構造選定

表 3.4.1　駅部の構造形式比較表

	開削トンネル	非開削トンネル（シールド・NATM）
概要	• 地下連続壁など土留めを打設して地上から掘削する工法である。 • 駅構造で一般的に適用される工法であり、実績は非常に多い。 • 掘削した空間を有効に活用できるため、エキナカ空間や設備室等の確保が容易にできる。 ◎	• シールドトンネルなどにより先行して土中を掘削し、土中から切り広げ工事をおこない所定の空間を形成する工法である。 • 上部を開削できない特殊条件で採用される工法である。また駅の前後に旅客捌きのための立坑が必要となる。 • 左案に比べて形成される空間が小さくなり、設備配置等に苦慮する。 △
コスト	• 形成される空間に比べ安価である ○	• 左案に比べ高価である。 △
工期	• 駅間シールドトンネルと同時並行で施工が可能であるため、全体工程は右案に比べて短い。 ◎	• シールドトンネル等の工事が終了した後から切り広げ工事が行われるため、全体工程は左案に比べて長くなる。 △
環境社会配慮	• 開削工事に伴う道路交通への悪影響を抑えるため、切り廻し道路の確保が必要となり、12m程度の用地買収が必要となる。 —	• 駅部のみを着目すると、道路交通への悪影響は無いが、前後に立坑があることから、道路交通への影響は左案と同程度である。住民移転の量はおかれている状況による。 —
総合評価	○	△

出典：JICA 調査団

2)　駅間の構造選定

表 3.4.2　駅間の構造形式比較表

	開削トンネル	非開削トンネル（シールド・NATM）
概要	• コスト面では、深度が浅い箇所（15m 以浅）での採用が一般的に言われているが、開削工事に伴う交通渋滞が懸念されることから、駅間ではあまり採用されない工法である。 △	• シールドトンネルなどの非開削工法により地上の状況に関係なく土中で掘削できる工法である。 • 工事に伴う交通渋滞は比国の最大の懸念事項であるため、本工法が望まれている。 ◎
コスト	• 用地買収が多く発生し、高コストとなる。 • また事業路線の縦断線形を考慮すると、土木費でも高価となる。 △	• 用地買収の必要がない。 • 土木費は左案に比べ安価である。 ◎
工期	• 用地買収、掘削速度の点で工期がかかる。 △	• 左案に比べ、工期はかなり短くなる。 ◎
環境社会配慮	• 開削工事に伴う道路交通への悪影響を抑えるため、切り廻し道路の確保が必要となり、12m程度の用地買収が必要となる。 △	• 用地買収の必要がない。 ○
総合評価	△	◎

出典：JICA 調査団

【非開削工法の選定について】

以下の理由により、本調査における非開削トンネル工法については「シールド工法」を前提に整理する。詳細設計時の詳細な土質調査により NATM 適用が望ましいと総合的に判断された場合は工法変更をおこなうものとする。以下にその具体を示す。

① 本調査における土質調査の結果から、全区間でシールド工法の適用が可能と考えられる。ただし、詳細設計時の追加ボーリングを実施後、地質、用地取得、近接構造物などの状況により、どこにどの工法を適用するかを最終決定するものとする。

② 一般的に、シールド工法は NATM よりも高価で施工速度は速い。NATM の施工コストは補助工法が支配的となるが、概ねシールド工法の 70%程度である。施工速度はシールド工法が NATM の 3 倍程度であるものの、シールドは発進までの準備にかなりの時間が必要となるため一概には判断できない。他方、両工法発進基地の土地収用が必要となるが、完成後は駅前広場として利活用できる。

③ 一般的にシールド工法の方が水理・地盤条件に左右されず、近接構造物や地上への影響が少ない。

上述した検討を整理すると以下の工法となる。

表 3.4.3　トンネル構造の選定結果

適用区間	トンネル構造
駅部	開削トンネル
駅間	非開削トンネル（シールドトンネル） (NATM の可能性については詳細設計時に判断)

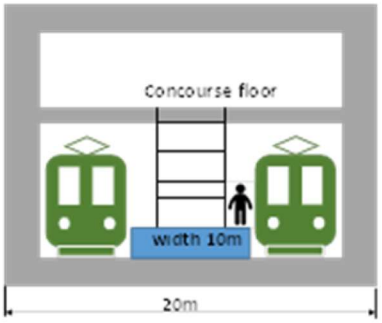
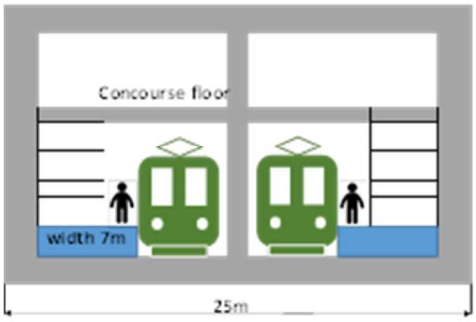
出典：JICA 調査団

(2)　ホームの設定

1)　ホーム形式

本路線では、島式ホームを標準として採用する。

表 3.4.4　ホーム形式の選定

	島式ホーム	相対式ホーム
概要図		
旅客利便性	• 1 つのホームで両方向の電車に乗ることができるため迷うことが少ない。また、間違えた場合でも乗り換えが容易である。 • ホーム面積を効率的に活用することができる。 ◎	• 電車の方向によりホームが異なるため、迷うことが多くなる。また、間違えた場合に移動が大変である。 • 朝夕で混雑するホームが異なり、ホーム面積を合理的に活用できない。 △
構築コスト	安価（幅員約 20m） ○	高価（幅員約 25m） （左案の 1.3 倍） △
設備コスト	安価 • エスカ、エレベーター、階段などの昇降施設が少なくできる。 ○	高価 • 左案に比べて、2 倍の設備が必要となり、コストも 2 倍かかる。 △
ホーム拡幅・延伸への対応	• 対応は難しい（計画当初から考慮する必要あり） △	• 対応は可能である。 ○
総合評価	○	△

出典：JICA 調査団

上記に示すように、一般的には島式ホームを適用するケースが多いが、たとえば駅前後での鉄道占用幅を小さくしたい場合や、頭端駅などで旅客捌きの効率化、分岐設置に伴う開削範囲の縮小化を図るために適用される。

【頭端駅で相対式ホームを適用している理由】

頭端駅での相対式ホームの採用については、現地の既存路線の混雑状況を勘案して、採用している。具体的には、既存の Line3 において、相対式の North Ave 駅と島式の Taft Ave 駅を参考にした。

相対式の North Ave 駅では特に混乱は見られないものの、島式の Taft Ave 駅では乗降客の分離を行うために、入場規制を常時行っている。

これは折り返し列車の保安チェック上、全乗客の降車を確認後に乗車を開始させるためで、島式ホームを採用した場合には同様の措置が発生することが予想された。

そのため、乗降客を分離し、列車の折り返しをホーム上で行わずに一度引き上げ線に転線後に再度出発用ホームに入線できる相対式ホームで計画した。

相対式の場合は、乗車客の滞留スペースについても島式よりも大きく設定できることから、異常時においても乗客の流動上有利として、終端駅を相対式としている。

その他配線上、有利となる点として相対式ホームの場合は上下線の間隔が島式よりもホームが無い分狭くできるため、シーサスクロッシングの渡り線配置などでは、設置スペースを短くすることが可能となる。

島式ホームではホームから線間を狭くするために相応の距離が必要であり、開削駅延長が伸びるほか、ホームから分岐までの距離が長くなるケースが多くなり列車の折り返し等の交差支障時分の設定上も不利となる。

以上 2 点の理由により終端駅は相対式ホームとして設定を行った。

2)　ホーム幅員

ホーム幅員は、日本や他の東南アジア諸国における地下鉄駅の実績を考慮し、以下のように標準寸法を設定した。

- ■　島式ホーム：10m
- ■　相対式ホーム：7m

ホーム幅員の設定には様々な知見があるが、その妥当性について以下の４項目について検討をおこなった。今後の検討において、乗降客数の推計、用地や施工性の深度化された段階でホーム幅員を変更することも考えられる。

ホーム幅員の一般論
地下鉄ホーム幅員の実績（日本国内）
地下鉄建設ハンドブック記述式から算定されるホーム幅員
階段幅員簡略式から算定されるホーム幅員

表 3.4.5　各種検討から導かれた結果一覧

駅名	結果	今後の対応策
FTI	再検討	• 駅位置や空港直結、相互直通運転の可能性を検討し、需要予測を再検討する。 • 需要から定まる階段エスカの基数および幅員、さらに避難安全検証も念頭において検討を実施する。
North Avenue	深度化	• 詳細設計時に検討を深度化する。
Anonas		
Katipunan		
その他の駅	問題なし	——

出典：JICA 調査団

以下に諸々の側面から検討した結果を示す。

①　ホーム幅員の一般論

表 3.4.6　ホーム幅員の一般論

乗降場型式 / 駅の立地条件	島式	相対式（柱がない場合）	相対式（柱がある場合）
住宅地域を主とする小規模の駅	8m	4m	5m
住宅・商業地域を主とする中規模の駅	8～12m	4～5m	5～6m
商業・業務地域を主とする大規模の駅	10～12m	5～6m	6～6.5m
商業・業務地域を主とし、かつ他の鉄道との連絡駅	12m以上	6m以上	6.5m以上

出典：地下鉄建設ハンドブック

- 上表から判断すると、今回設定のホーム幅員で問題ないと判断できる。
- North Avenue 駅においては連絡駅の島式ホームであるが、上下線が別フロアとなっており、合計 20m の幅員があるため、問題ないと考えられる。

② 地下鉄ホーム幅員の実績（日本国内）

下表に本路線の１日あたりの乗降者数の推計を示す。

表 3.4.7　本路線の１日あたりの乗降者数推計

		型式		2035年推計(千人)、8両			2045年想定(人),10両	
No.	駅名	優等列車	駅形式	乗車	降車	合計	割増率	乗降合計
1	Qurino Highway	○	相対式	43	58	101	1.25	126,250
2	Tandang Sora	×	島式	22	23	45	1.25	56,250
3	North Ave.	○	島式2層	120	78	198	1.25	247,500
4	Quezon Ave.	○	相対2層	59	26	85	1.25	106,250
5	East Ave.	×	島式	23	14	37	1.25	46,250
6	Anonas	○	島式	44	58	102	1.25	127,500
7	Katipunan	×	島式	63	43	106	1.25	132,500
8	Ortigas North	○	島式	37	24	61	1.25	76,250
9	Ortigas South	×	島式	28	21	49	1.25	61,250
10	Kalayaan Ave.	×	相対2層	15	13	28	1.25	35,000
11	Bonifacio Global city	○	島式2層	37	35	72	1.25	90,000
12	Cayetano Boulevard	×	島式	10	10	20	1.25	25,000
13	FTI	○	相対式	134	116	250	1.25	312,500

出典：JICA 調査団

上表から、それぞれの駅型式で最も大きな需要のある駅について、下表の東京メトロの実績から以下のように評価した。

- 島式：Katipunan 駅→新宿駅等、実績が多数あるため問題なし。
- 相対式：FTI 駅→実績なし。再検討を要する。
- 島式２層（待避駅）：North Avenue 駅 →北千住駅の事例あり。２層分あるため問題なし。

表 3.4.8　東京メトロ単独路線駅の１日あたりの乗降者数

順位	線名	駅名	乗降客	ホーム形式	ホーム幅
3	千代田線	北千住	289,001	島式	10m
5	銀座線	新橋	241,041	島式＋降車専用	―
6	丸ノ内線	新宿	231,340	島式	12m
7	銀座線	渋谷	216,687	―	―
10	丸ノ内線	東京	196,687	島式	11m
11	東西線	高田馬場	196,613	相対式	4～9m
15	有楽町線	有楽町	167,929	島式	8～9m
17	千代田線	西日暮里	166,157	相対2層	8m
22	日比谷線	六本木	132,935	相対式	4～7m
25	東西線	東陽町	122,916	相対式	7m
26	銀座線	虎ノ門	121,292	相対式	7m
27	日比谷線	秋葉原	121,292	相対式	4m

出典：JICA 調査団

③　地下鉄建設ハンドブック記述式から算定されるホーム幅員

表 3.4.9　地下鉄建設ハンドブックから算出される必要ホーム幅

ピーク時間（7-8時）　　2035年　　2045年

		南行き		北行き		割増率	南行き		北行き	
	駅名	乗車	降車	乗車	降車		乗車	降車	乗車	降車
1	Qurino Highway	3,375	2,125	2,000	5,125	1.25	4,219	2,657	2,500	6,407
2	Tandang Sora	1,625	1,000	1,125	1,875	1.25	2,032	1,250	1,407	2,344
3	North Ave.	5,000	6,000	10,000	3,750	1.25	6,250	7,500	12,500	4,688
4	Quezon Ave.	2,000	2,500	5,375	750	1.25	2,500	3,125	6,719	938
5	East Ave.	1,500	875	1,375	875	1.25	1,875	1,094	1,719	1,094
6	Anonas	1,375	4,250	4,125	3,000	1.25	1,719	5,313	5,157	3,750
7	Katipunan	5,500	2,000	2,375	3,375	1.25	6,875	2,500	2,969	4,219
8	Ortigas North	3,375	875	1,250	2,125	1.25	4,219	1,094	1,563	2,657
9	Ortigas South	2,250	875	1,250	1,750	1.25	2,813	1,094	1,563	2,188
10	Kalayaan Ave.	750	1,375	1,125	250	1.25	938	1,719	1,407	313
11	Bonifacio Global city	2,250	2,750	2,375	1,625	1.25	2,813	3,438	2,969	2,032
12	Cayetano Boulevard	250	1,000	1,000	250	1.25	313	1,250	1,250	313
13	FTI	7,625	10,375	9,125	4,125	1.25	9,532	12,969	11,407	5,157

形式		車両条件				密度・流量設定			S		S'	
急行停車	ホーム形式	本/h	N	n	l	P	V	T	南行き	北行き	南行き	北行き
○	相対式	12	10	4	20	1.23	1.17	120	352	209	222	534
×	島式	8	10	4	20	1.23	1.17	150	254	176	157	293
○	島式2層	12	10	4	20	1.23	1.17	120	521	1042	625	391
○	相対2層	12	10	4	20	1.23	1.17	120	209	560	261	79
×	島式	8	10	4	20	1.23	1.17	150	235	215	137	137
○	島式	12	10	4	20	1.23	1.17	120	144	430	443	313
×	島式	8	10	4	20	1.23	1.17	150	860	372	313	528
○	島式	12	10	4	20	1.23	1.17	120	352	131	92	222
×	島式	8	10	4	20	1.23	1.17	150	352	196	137	274
×	相対2層	8	10	4	20	1.23	1.17	150	118	176	215	40
○	島式2層	12	10	4	20	1.23	1.17	120	235	248	287	170
×	島式	8	10	4	20	1.23	1.17	150	40	157	157	40
○	相対式	12	10	4	20	1.23	1.17	120	795	951	1081	430

B1(m)			B2(m)			B3(m)			2次幅員(m)			B(m)	計画幅員	判定
B1sb	B1nb	ΣB1	B2sb	B2nb	ΣB2	B3sb	B3nb	ΣB3	ホームドア	柱	合計		(m)	
1.2	1.0	–	2.1	1.3	–	1.0	2.2	–	0.5	0.80	1.30	5.8	7.0	OK
1.1	0.9	2.0	1.2	0.9	2.1	0.7	1.2	1.9	1.0	1.60	2.60	8.6	10.0	OK
1.5	2.1	–	3.1	6.1	–	2.6	1.6	–	1.0	1.60	2.60	12.4	10.0	NG
1.0	1.5	–	1.3	3.3	–	1.1	0.4	–	0.5	0.80	1.30	6.5	7.0	OK
1.0	1.0	2.0	1.1	1.0	2.1	0.6	0.6	1.2	1.0	1.60	2.60	7.9	10.0	OK
0.8	1.4	2.2	0.9	2.5	3.4	1.9	1.3	3.2	1.0	1.60	2.60	11.4	10.0	NG
1.9	1.3	3.2	4.0	1.8	5.8	1.3	2.2	3.5	1.0	1.60	2.60	15.1	10.0	NG
1.2	0.8	2.0	2.1	0.8	2.9	0.4	1.0	1.4	1.0	1.60	2.60	8.9	10.0	OK
1.2	0.9	2.1	1.7	1.0	2.7	0.6	1.2	1.8	1.0	1.60	2.60	9.2	10.0	OK
0.7	0.9	–	0.6	0.9	–	0.9	0.2	–	0.5	0.80	1.30	3.5	7.0	OK
1.0	1.0	–	1.4	1.5	–	1.2	0.7	–	1.0	1.60	2.60	6.2	10.0	OK
0.4	0.8	1.2	0.2	0.8	1.0	0.7	0.2	0.9	1.0	1.60	2.60	5.7	10.0	OK
1.8	2.0	–	4.7	5.6	–	4.4	1.8	–	0.5	0.80	1.30	12.2	7.0	NG

出典：JICA 調査団

上表から、最も注意を要する駅は FTI 駅であり、本駅については今後おこなう路線検討の動向をみて深度化を図る必要がある。

その他 North Avenue 駅の北行線ホーム、Anonas、Katipunan 駅については、階段・エスカ等の増設による旅客の流動を考慮した検討の深度化を行う必要がある。

ホーム幅員の考え方

ホーム幅員は，地下鉄建設ハンドブックにより算定した
地下鉄建設ハンドブックは，ドア周辺のい集・乗車客の流動・降車客の流動を考慮した
算定式であり，下記の４つの幅員を合計することで求めている。

・B_1：い集幅員　　$B_1 = 0.4\sqrt{\frac{S}{Nn}}$

・B_2：乗車客の流動幅員　　$B_2 = \frac{1}{P \cdot V} \cdot \frac{S}{T}$

・B_3：降車客の流動幅員　　$B_3 = \frac{1}{P} \cdot \frac{S'}{N \cdot}$

・2次幅員　　＝退避幅両側＋柱・ベンチ等

S：乗車客数（人/列車）　N：車両数（両）　n：扉数（箇所）　P：群集密度（人/㎡）
V：群集速度（m/sec）　S：通過させるべき人員（人）　T：通過させるべき時間（sec）
S'：通過させるべき人員（人）　l：車両長（m/両）

表 3.4.10　群集密度とサービスレベル

「歩行路」による指標

		基準評価	細分評価	
			数値	ランク
歩行空間モデュール	㎡/人	A	3.5以上	A
		B	3.5～3.0	B1
			3.0～2.5	B2
		C	2.5～2.0	C1
			2.0～1.5	C2
		D	1.5～1.25	D1
			1.25～1.0	D2
		E	1.0～0.75	E1
			0.75～0.5	E2
		F	0.5以下	F

●サービス水準D

歩行者空間モデュール：1.0～1.5平方メートル／人

流動係数：45～60人／メートル・分

サービス水準Dの歩行路においては，遅い人を追い抜いたり，衝突をさけることが困難なため，大部分の人の歩行速度は制限され低下する。対向流や交差流にまきこまれてしまうと衝突の危険にさらされ，その動きは極度に制約を受ける。このサービス水準の設計は，たえず歩幅や方向の修正をしなければならないような最も混雑する公共空間に相当する。このサービス水準では，時々非常な密度に達し，流れが一瞬停止してしまうこともありうる。このサービス水準での設計は，最も混雑する公共空間にのみあてられる。

出典：歩行者の空間　（ジョン・Ｊ・フルーン）

④　階段幅員簡略式から算定されるホーム幅員

階段部の旅客流動について 2,500 人／/時につき、幅員 1ｍとする簡便式を適用した検討を実施した。

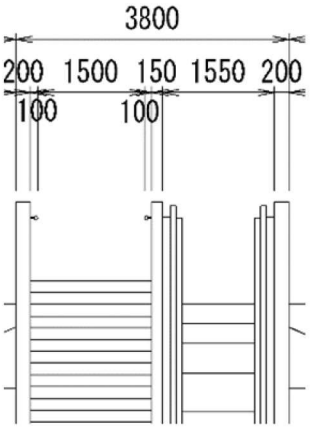
表 3.4.11　階段幅員簡略式から算定されるホーム幅員

ピーク時間（7-8時）		2035年					2045年			
		south bound		north bound		割増率	south bound		north bound	
	駅名	Boarding	Alighting	Boarding	Alighting		Boarding	Alighting	Boarding	Alighting
1	Qurino Highway	3,375	2,125	2,000	5,125	1.25	4,219	2,657	2,500	6,407
2	Tandang Sora	1,625	1,000	1,125	1,875	1.25	2,032	1,250	1,407	2,344
3	North Ave.	5,000	6,000	10,000	3,750	1.25	6,250	7,500	12,500	4,688
4	Quezon Ave.	2,000	2,500	5,375	750	1.25	2,500	3,125	6,719	938
5	East Ave.	1,500	875	1,375	875	1.25	1,875	1,094	1,719	1,094
6	Anonas	1,375	4,250	4,125	3,000	1.25	1,719	5,313	5,157	3,750
7	Katipunan	5,500	2,000	2,375	3,375	1.25	6,875	2,500	2,969	4,219
8	Ortigas North	3,375	875	1,250	2,125	1.25	4,219	1,094	1,563	2,657
9	Ortigas South	2,250	875	1,250	1,750	1.25	2,813	1,094	1,563	2,188
10	Kalayaan Ave.	750	1,375	1,125	250	1.25	938	1,719	1,407	313
11	Bonifacio Global city	2,250	2,750	2,375	1,625	1.25	2,813	3,438	2,969	2,032
12	Cayetano Boulevard	250	1,000	1,000	250	1.25	313	1,250	1,250	313
13	FTI	7,625	10,375	9,125	4,125	1.25	9,532	12,969	11,407	5,157

形式		乗降数計算		ホーム幅員設定							計画幅員	評価
急行停車	ホーム形式	島式乗降	相対乗降	階段数	必要幅員	設定幅員	階段 +ESC	ホームドア	通路幅員	合計		
○	相対式	-	8,907	2	1.8	1.8	4.1	0.5	1.2	5.8	7.0	OK
×	島式	7,033	-	2	1.5	1.5	3.8	1.0	2.4	7.2	10.0	OK
○	島式2層	-	17,188	2	3.5	3.5	5.8	1.0	2.4	9.2	10.0	OK
○	相対2層	-	7,657	2	1.6	1.6	3.9	0.5	1.2	5.6	7.0	OK
×	島式	5,782	-	2	1.2	1.5	3.8	1.0	2.4	7.2	10.0	OK
○	島式	15,939	-	2	3.2	3.2	5.5	1.0	2.4	8.9	10.0	OK
×	島式	16,563	-	2	3.4	3.4	5.7	1.0	2.4	9.1	10.0	OK
○	島式	9,533	-	2	2	2	4.3	1.0	2.4	7.7	10.0	OK
×	島式	7,658	-	2	1.6	1.6	3.9	1.0	2.4	7.3	10.0	OK
×	相対2層	-	2,657	2	0.5	1.5	3.8	0.5	1.2	5.5	7.0	OK
○	島式2層	-	6,251	2	1.3	1.5	3.8	1.0	2.4	7.2	10.0	OK
×	島式	3,126	-	2	0.7	1.5	3.8	1.0	2.4	7.2	10.0	OK
○	相対式	-	22,501	2	4.6	4.6	6.9	0.5	1.2	8.6	7.0	NG

出典：JICA 調査団

上表の結果から、FTI 駅については設置する階段・エスカの基数についてレイアウトを含めて検討を深度化する必要がある。



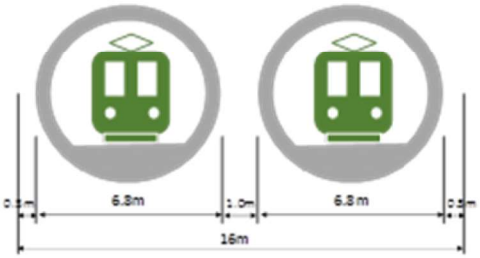
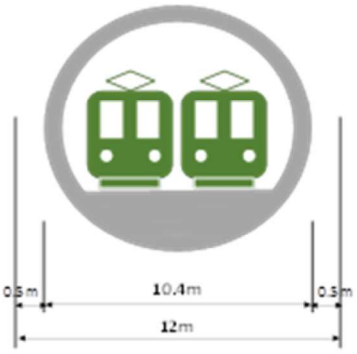
出典：JICA 調査団

図 3.4.1　階段およびエスカの幅員構成（案）

(3)　シールドトンネルの構成

本路線で採用するシールドトンネル配置は、単線並列型とする。

表 3.4.12　シールドトンネルの構成選定

	単線並列トンネル	複線トンネル
概要図		
工事コスト	安価である。 • A=πr2＝36m^2　×2 本 ＝72m^2/m • 島式ホームと駅との接続において、駅の掘削延長を短くすることができる。 ○	高価である。 • A=πr2＝85m^2/m • 左案に比べ、約 1.2 倍のコストがかかる。 • 複線トンネルから島式ホームに移る場合、軌道間隔を開く必要があり、開削による駅延長が 50m以上長くなるためコストがかかる。 △
工期	• 外径φ6.8m のシールドマシン 2 機で時期を少しずらしながら掘削ができるため、工期は短縮する。 ○	• 外径 10.4m のシールドマシン 1 機で掘削するため、左案に比べて工期が長くなる。 △
占用幅員	• 占用幅員 16m • 縦列配置にした場合、8m となる。 ○（状況により△）	• 占用幅員 12m ○
換気設備など	• 換気設備の規模については、断面積に比例して小さくできるが、その他の設備は右案と比べて２倍かかる。 ―	• 換気設備の規模については、左案に比べて大きくする必要があるが、その他の設備は左案の半分で済む。 ―
総合評価	○	△

出典：JICA 調査団

なお、上記検討は一般的な比較論である。詳細設計時においては、当該路線建設の制約条件（工期短縮、施工ヤード、線路の配線等）を考慮して、柔軟に対応していくことが必要である。

(4)　標準的な構造物構成

上述した内容より、本事業における標準的な構造物の構成は以下の組み合わせとする。

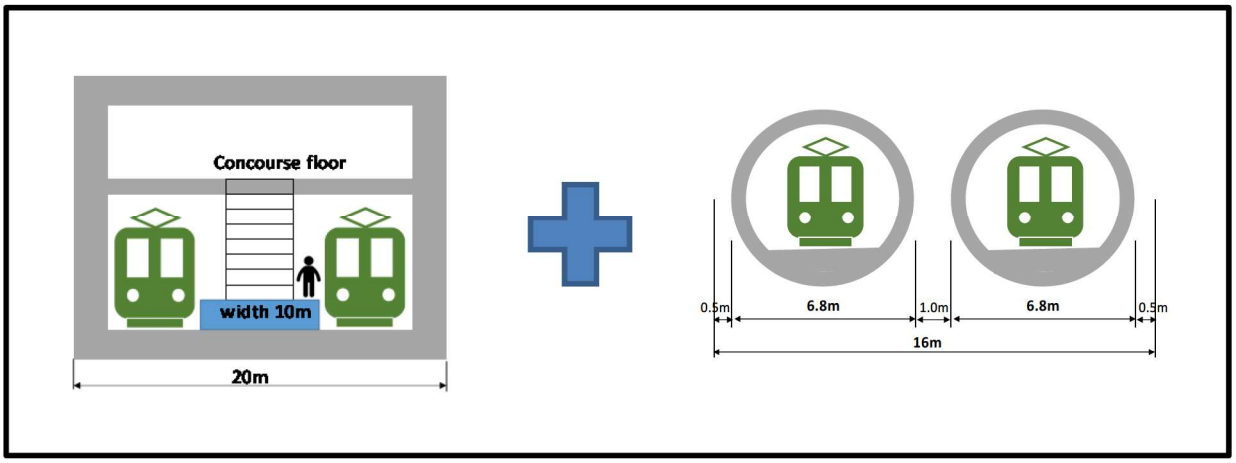
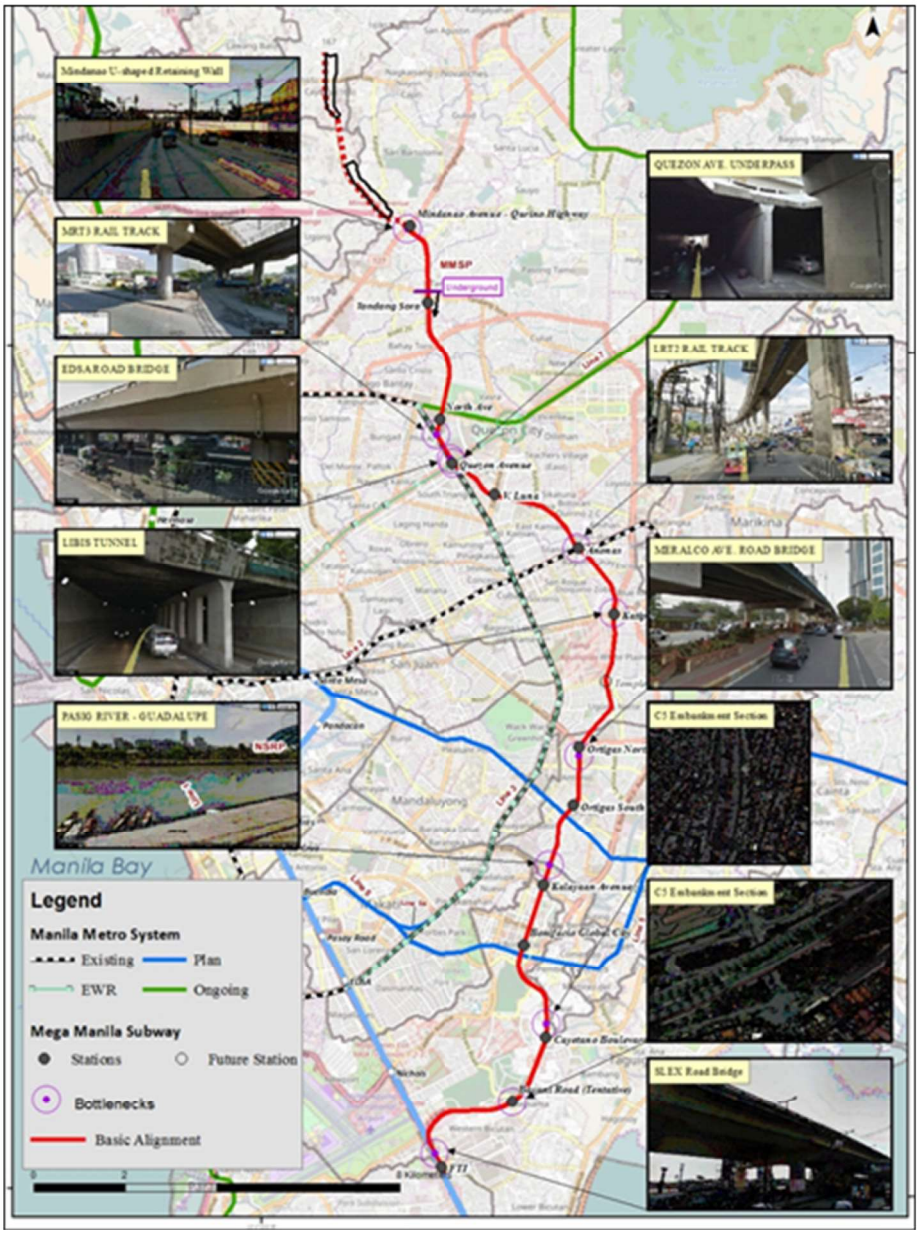


図 3.4.2　本路線に適用する構造物の構成

1)　駅部開削トンネル

駅で必要とされる階層について、延長の短い駅では、最下層に軌道階が存在し、その上層に換気機械室ほか諸設備室を設け、更にその上層にコンコースおよび駅務諸室を設けるため、３層は必要となる。しかし、待避駅や分岐を設けている駅などの延長の長い駅では、設備室とコンコースを同じフロアに設置することでホーム位置を浅くすることが可能となる。各駅の必要フロアの詳細については、今後の設備配置検討および駅レイアウト検討を実施して決定されるため、現時点のアウトプットはこれまでの実績から想定したものである。

駅の深度は、道路の土被りおよび駅として必要なフロアを確保する共に、路線に存在する各種支障物などによって決まる縦断線形によって定まる。



出典：JICA 調査団

図 3.4.3　路線縦断の設定に影響する支障物例

3.4.5　駅の構造計画

(1)　各駅の諸元一覧

以下の表に、各駅の諸元の一覧を示す。

表 3.4.13　各駅の条件一覧

番号	駅名	駅中心	駅形式	必要階数	構築幅 (m)	道路幅員 (m)	駅延長 (m)	シールド径 (m)	備考
1	Mindanao Avenue	0k000m	2	2	25	38+民地	385	開削－φ6.8	分岐
2	Tandang Sora	1k642m	1	3	25	40	250	φ6.8－φ6.8	--
3	North Avenue	4k280m	3	3	20	31	490	φ6.8－φ6.8	待避駅 掘割道路計画
4	Quezon Avenue	5k202m	4	3	20	13+民地	250	φ6.8－φ6.8	--
5	East Avenue	6k767m	1	2	20	14+民地	680	φ6.8－φ6.8	留置・分岐
6	Anonas	9k040m	1	3	20	民地	250	φ6.8－φ6.8	--
7	Katipunan	10k549m	1	3	20	民地,20	250	φ6.8－φ6.8	掘割道路
8	Ortigas North	13k950m	1	3	20	35	250	φ6.8－φ6.8	既設道路橋梁
9	Ortigas South	15k205m	1	3	20	27	250	φ6.8－φ6.8	--
10	Kalayaan Avenue	17k165m	4	4	14	20	250	φ6.8－φ6.8	近接施工
11	Bonifacio Global City	18k367m	3	3	20	30	490	φ6.8－φ6.8	待避駅
12	Cayetano Boulevard	20k829m	1	2	20	45	400	φ6.8－φ6.8	分岐
13	FTI	25k108m	2	2	25	民地	710	φ6.8－	分岐

出典：JICA 調査団

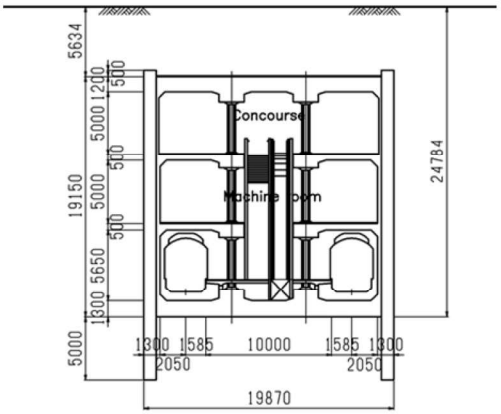
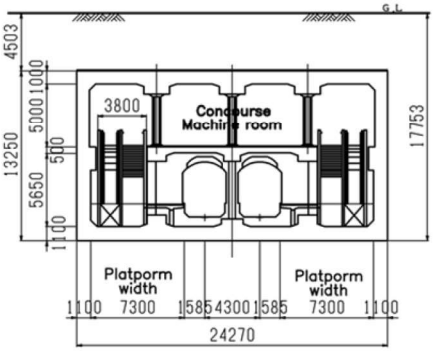
駅の延長設定は以下の理由による。

- 標準駅：250m
- Mindanao Avenue 駅：分岐配置
- North Avenue 駅・Bonifacio Globai City 駅：待避駅
- East Avenue 駅：留置線配置
- Cayatano Boulevard 駅：分岐配置

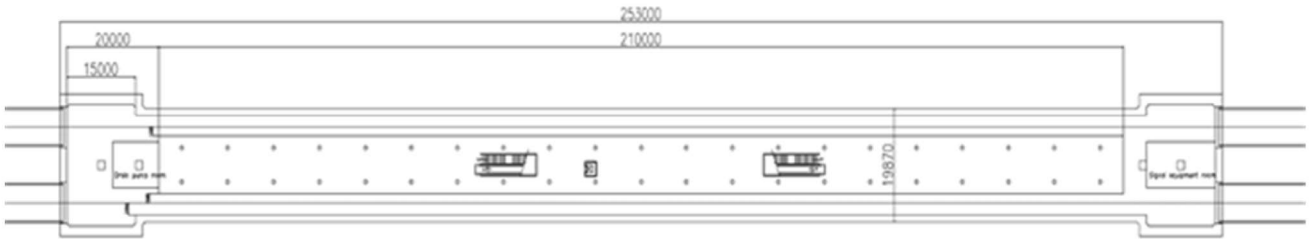
(2)　各駅形式

1)　標準タイプ駅（TYPE-1、2）

表 3.4.14　駅タイプ一覧表（その 1）

駅形式	TYPE 1 開削トンネル（島式ホーム）	TYPE 2 開削トンネル（相対式ホーム）
概要	■ 島式ホームで構成される標準タイプの駅である。 ■ 本路線で最も適用駅数が多い。	■ 相対式ホームで構成される標準タイプの駅である。 ■ 乗降客の流動を分離するために頭端駅で適用する。
適用駅	02. Tandang Sora 05. East Avenue 06. Anonas 07. Katipunan 08. Ortigas North 09. Ortigas South 12. Cayetano Boulevard	01. Mindanao Avenue 13. FTI
断面図		

出典：JICA 調査団

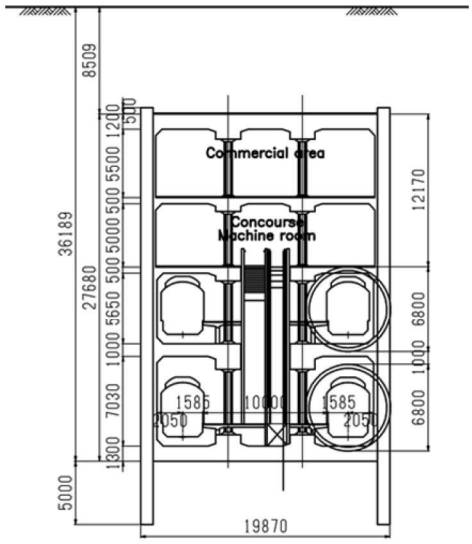
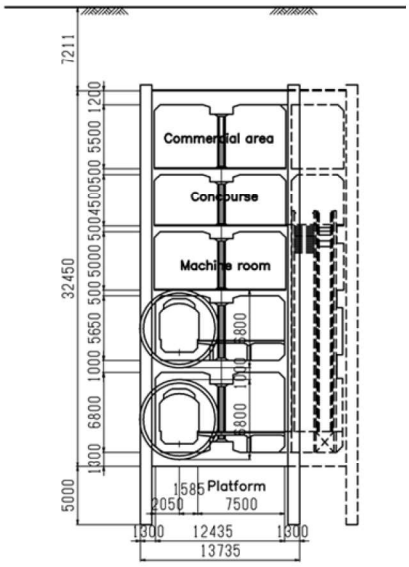


出典：JICA 調査団

図 3.4.4　TYPE1 軌道階平面図

2)　上下２層駅（TYPE-3、4）

表 3.4.15　駅タイプ一覧表（その 2）

駅形式	TYPE 3 開削トンネル（4 線・待避駅）	TYPE 4 開削トンネル(上下 2 層配置)
概要	■ 急行線が緩行線を待ち合わせる待避駅であるため、島式２層ホームで構成される構造となる。	■ 線形上の制約、また道路が狭いなど、島式ホームの計画が不可能であるため、上下２層の相対式ホームで構成される駅である。 ■ 換気機械室などの設備室や出入口等については、民地利用が避けられない。
適用駅	03. North Avenue 11. Bonifacio Global City	04. Quezon Avenue 10. Kalayaan Avenue
断面図		

出典：JICA 調査団

3)　Katipunan 駅構造と施工ヤード

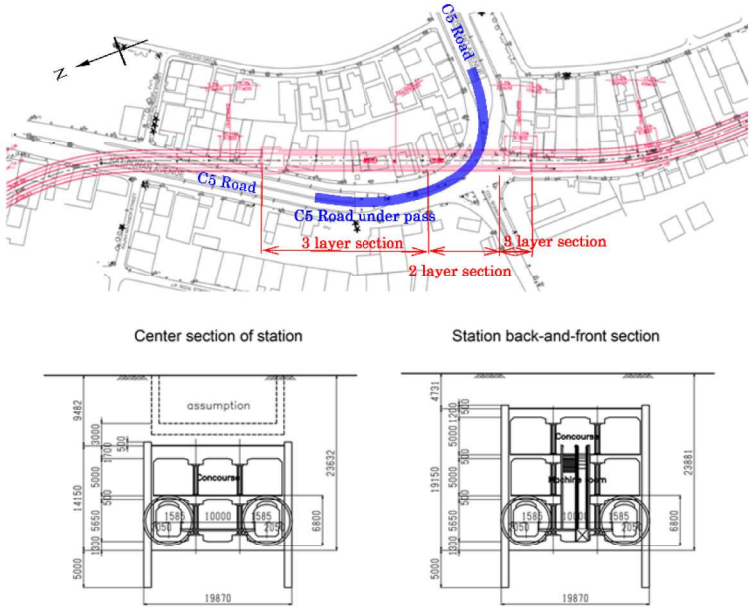
当該駅については、全体工期短縮、特定地域の用地買収の難航を考慮して、詳細設計時に以下の点に留意してを再検討する必要がある。

①　当初計画と進行作業

- 現行のシールド通過駅計画は、現時点で適正な位置が判明できていないため、併行して走る道路アンダーパスへの支障を回避するために設定した。
- なお、用地買収範囲は、仮に開削駅となった場合でも対応できるように示しており、併せて切り廻し道路、出入口の計画もその範囲に含めている。
- 現計画では、シールド駅として計画しているが、工期短縮命題もあるため、開削＋一部非開削工法を工程計画で検討中である。この場合は、大きなシールド発進基地が必要となるため、用地買収が容易な反対側用地を利用する。

②　対応策

- 先ずは反対側の用地から道路直下に入れる線形で解決できるかを模索するが、既存ビルもあるためその設定には留意する必要がある。
- 線形に関して微妙な変更しかできない場合は、構造形式、施工方法、施工ヤードを考慮して線形を設定する必要がある。
- 用地買収範囲は、買収が困難な地区の反対側に設けるように検討する必要がある。
- 工期短縮命題があるため、前後の駅間はφ6.8m のシールドで構成させ、駅のみ短区間でφ8.1m のシールドをＵターン施工し、切り広げてホームを設置することを検討する。
- いずれにしても、線形計画とのセットであるため、本調査においては課題と解決策の提示に留める。
- なお、用地買収が困難な地区の地下空間占用は問題ない旨、DOTr 側に確認済みである。



出典：JICA 調査団

図 3.4.5　Katipunan 駅の計画図

3.4.6　軌道構造

(1)　概要

世界の鉄道において広く適用されている軌道を比較すると、バラスト軌道とバラストレス軌道（BLT）と呼ばれる軌道がある。これらはそれぞれの機能、適応性を有しコストは異なっている。各軌道は最適なライフサイクルコストを持つ。すなわち建設コストおよび保守コストの合計の小さい軌道が設計され採用される。

バラスト軌道の主な優位性は、比較的に建設コストが低く、変位に対する修正、小まめな線形修復、材料交換も容易で排水性も良く振動騒音に対する減衰性を有している点である。一方、バラスト軌道の問題点は高架橋、橋梁に対する死荷重が大きいこと、列車荷重による変形（高低および通り変位など）が生じ易く、保守が継続的に必要とされることである。

バラストレス軌道の優位性は、変位発生が小さく安定性と信頼性が高く、耐久性があり、運営後の保守の必要性が非常に少ないことである。

高架橋上コンクリート路盤のバラストレス軌道は、都市内の大量輸送および高速通勤鉄道において、近年広く標準的に採用されている。バラストレス軌道はバラスト軌道より軽量である。過去の実績からこの初期建設コストはバラスト軌道より 20～30%高いが、長期の低い保守コストを合計すると解消される。バラストレス軌道は変形が発生し難いため、最初の建設時に高い精度が求められる。

バラスト軌道とバラストレス軌道を比較すると下表のようになる。

表 3.4.16　バラスト軌道とバラストレス軌道の比較

	バラスト軌道	バラストレス軌道
軌道構造	1. PC まくらぎ 2. 砕石バラスト	1. RC/PC まくらぎ 2. 弾性材支持
建設コスト	比較的低い	バラスト軌道より+20～30%高い
振動騒音	比較的低い	基準値は満足される
乗り心地	良好	非常に優れている
寿命	15-20 年	30-40 年
保守管理	• 変位整正は容易 • 路盤強度、精度が良好であれば保守量は軽減される	• 基本的にメンテナンスフリー • 路盤不同沈下が発生する場合、保守作業に時間がかかる

出典：JICA 調査団

上表に示すようにそれぞれの軌道構造に利点と欠点がある。現段階では選択肢を広げておき、今後それぞれの特徴と適用箇所を含めて検討を深度化することとする。

現時点の見解として、デポ、分岐部、またサブディビジョン直下などの振動抑制箇所についてはバラスト軌道を、それ以外の箇所についてはバラストレス軌道を採用することを考えている。

(2)　バラストレス軌道

バラストレス軌道の分類中にはスラブ軌道、プリンス軌道、レーダ軌道、弾性まくらぎ直結軌道、（下図参照）が含まれる。適用に対し施工性、機能性、保守性、トータルコストの視点から検討する必要がある。



図 3.4.6　弾性まくらぎ直結軌道



(a) プリンス軌道



(b) レーダ軌道

出典：JICA 調査団

図 3.4.7　他形式のバラストレス軌道

3.5　車両基地計画

3.5.1　車両基地計画の基本方針

車両基地は列車運転の中核をなす施設であり、車両の収容、日常的な検査、保守業務、数年おきの大規模な修繕を行う施設類を配置するため、広大な用地が必要となる。

運転上の見地からは無用な回送列車の走行を低減させるため、本線の近傍で駅に比較的近い場所が車両基地の立地上からは好ましい。

車両基地の施設規模としては、本検討の実施範囲である Phase1 区間以外にも、将来延伸に対応した設備として Phase2 区間の延伸が行われても本車両基地で対応可能なことが望ましい。
また車両搬入等を考慮して、比較的大きな道路と接続可能なことが求められる。
以上の条件を加味して、車両基地の立地および施設規模の算定を行う。

(1)　車両基地計画上の基本条件

車両基地の施設規模は運行される列車の収容、検査、修繕が確実に行えることが求められる。

本検討における施設規模の設定に使用する列車編成数は運行計画より決定する必要編成数の算定結果を使用する。

その結果は下表　表 3.5.1 に示す通りである。

表 3.5.1　必要列車編成数

年度	編成数	運転区間	備 考
2034 年 (Phase1)	28 編成	Mindanao Ave ～ FTI	8 両編成
2045 年 (Phase2)	58 編成	将来延伸部を含む	8 両編成

出典：調査団フィリピン国 マニラ首都圏地下鉄事業 情報収集・確認調査 ファイナル・レポート (2015 年 9 月　JICA)

運転計画における 1 編成の連結両数は 8 両であるが、ホーム延長等は 10 両編成対応としているため、車両基地の施設も 10 両編成に対応した施設として計画を行う。

車両基地の施設規模の設定においては、以下の方針により設定を行う。

- Phase1

  Phase1 (2034 年)までは、車両基地は 1 箇所のみ設置し、車両収容、検査、修繕等全てに対応した施設を配置する。

  列車の収容可能本数は Phase1 での必要編成数以上となる 28 編成以上を確保する。

- Phase2

  Phase2 (2035 年以降) 路線の延伸がなされた場合には、別途延伸区間に留置設備を配置する。

  これは車両基地を 1 箇所ににしてしまうと、朝の運行開始時の車両基地から遠い側の終端駅まで車両の送り込みに時間を要するため無用な運転時間の延長が必要になる。

  同様に夜間の運転終了時に列車の車両基地への収容に時間が掛かることを回避するためである。

ただし、列車の検査と修繕は基本的に本車両基地で実施する方針とする。

特に修繕施設を複数配置する事は、事業費の観点から得策でないため、車両工場は本車両基地で将来の延伸に対しても対応可能なよう配慮する。

以上の方針を考慮して、車両基地の施設規模は表 3.5.2 のように整理する。

表 3.5.2　設定施設規模一覧表

項　　目	対応編成数	備　考
留置線可能編成数	28 編成以上	Phase1 の全編成の収容に対応 Phase2 は別途留置線を延伸部に配置
検査対応可能編成数	58 編成以上	Phase2 まで対応
修繕対応可能編成数	58 編成以上	Phase2 まで対応

出典：調査団

3.5.2　車両基地位置の選定

3.5.3　車両基地の線路施設

(1)　車両基地の線路関連施設の概要

1)　留置線

列車の留置を行う線路であり、車両基地での車両収容の主な線路である。
夜間の滞泊、オフラッシュ時等の運用外となる列車を停止させておく。

2)　検修線（検車庫）

日常的な軽保守を行う施設であり、6 日以内に実施する日常検査、3 月以内に実施する月検査を主に担当する。

車体下部の点検が容易となるよう、検修庫内の線路にはピットが設置され、車体の下回りへのアクセスが容易となる構造としている。

車体上のパンタグラフ、エアコンの点検用には上部点検架台を配置し、架線の電気を遮断する断路機により架線の電気を切断してから点検を行う。

検修庫で行われる検査は日常検査の場合は運行の合間に列車を入線させて検査を実施し、月検査の場合は運用から外して主要機器の動作試験等を実施するケースが日本では一般的である。



出典：東京メトロ

図 3.5.6　検修庫外観および内部状況

3)　洗浄線

機械による列車の車体を洗浄する自動洗浄機と手洗いにて車体の洗浄および車内の清掃を行う、手動洗浄線を配置する。

機械洗浄は 10 日に 1 度程度実施し、日常検査の際に検修庫への入出場の際に実施する。

そのため検修庫から留置線に至る経路上に配置することが、構内運転の簡素化につながるため有利でとなる。

手動洗浄線は線路の両側に洗浄を行う作業員用の足場を配置し、車体の前面等機械洗浄では洗浄しきれない箇所の洗浄を重点的に行う。

また、車内清掃、消毒作業なども洗浄線で実施する。

一般的には手動洗浄線での洗浄は 1 ヶ月に 1 度程度の頻度で実施される。



出典：東京メトロ

図 3.5.7　自動洗浄機、手動洗浄線

4)　車輪削正線

日常的な列車の走行により車輪は摩耗する。

そのため車輪の編摩耗や、ブレーキ滑走によりフラット（車輪当面の損傷）が発生した場合に車輪の踏面形状が正規の形状になるように車輪用の旋盤で削正を行う。

旋盤装置は線路下に配置され、作業時は編成の状態で車両から台車を取り外さずに、車輪を削正できる



出典：東京メトロ

図 3.5.8　在姿車輪旋盤装置

5)　気噴線

列車の車体下部に配置される機器類は、走行中は外気にさらされるため、埃や塵等が蓄積する。

検査時の作業員の作業環境の改善と、検査時における機器類へ異物の侵入を避けるために検査の実施前に気噴線にて異物の除去を行う。

気噴線は建屋で覆われた庫内に圧縮空気を噴出するノズルを配置し、列車下部の異物を圧縮空気にて吹き飛ばし集塵機で回収を行う。



出典：東京メトロ

図 3.5.9　気噴線建屋および庫内の圧縮空気ノズル

6)　車両工場

車両工場は定期的な大規模メンテナンスで車両を分解整備する施設である。

台車等の重要部品を分解整備するセミオーバーホール、ほとんど全ての車体機器を解装し、機器の詳細な検査を実施するオーバーホールを担当する。

車体と台車を切り離すためのクレーン、各種検査機器等が配置され、それらの機器を以下の図 3.5.10、図 3.5.11、図 3.5.12 の写真に示す。



出典：東京メトロ

図 3.5.10　車体用クレーン設備



台車枠磁気探傷装置



輪重測定装置

出典：東京メトロ

図 3.5.11　台車枠磁気探傷装置・輪重測定装置




出典：調査団

図 3.5.12　車軸超音波探傷装置

7)　臨時検査線

突発的な車両の故障・事故等において検修線での修理等の対応が困難な場合、工場に隣接した臨時検査線に入場させて車両の修理、検査を行う。

8)　入換機

車両工場内は架線が設置されていないため、車両の自走が出来ないことから入換機により車両の移動を行う。

また、入換機は小馬力の物で一般的にはシャンターと呼ばれている。




出典：調査団

図 3.5.13　入換機

9)　試運転線

工場での修繕作業後に、機器類の動作試験を走行状態で行うため、専用の試運転線を配置する。

試運転線は最高速度 45km/h での運転が可能な配線として計画する。

(2)　列車運行に必要な施設の設定

列車の運行に伴い、車両基地に必要とされる線路施設を表 3.5.4 に示す。

表 3.5.4　要求される車両基地の線路施設

項目	設定内容	備考
留置線 (Storage track)	22 線	検車庫と洗浄線（手洗） にも留置を行う。
引き込み線 (Lead track)	3 線	入出庫用 2 線 工場用 1 線
検車庫 (Light repair track)	5 線	日常点検用(Phase2 に対応)
洗浄線(自動) (Car washing track)	1 線	
洗浄線(手洗) (Car washing track)	2 線	
車輪削正線 (Wheel re-profiling track)	1 線	
工場出場検査線 (Final adjustment track)	1 線	工場(workshop)内(Phase2 に対応)
臨時検査線 (Unscheduled repair track)	1 線	工場(workshop)内(Phase2 に対応)
入場・出場検査線 (Shop-in/ -out track)	2 線	工場(workshop)内(Phase2 に対応)
気吹き線 (Underfloor cleaning track)	1 線	工場(workshop)内(Phase2 に対応)
試運転線 (Test track)	1 線	
保線車両用線 (Track maintenance car track)	3 線	保守用基地
架線保守車両用線 Stabling track for OCS	1 線	保守用基地

出典：調査団

上記線路施設の算定は、表 3.5.5 に示される検査周期に対応した施設の算定結果より、設定している。施設規模の算定結果は表 3.5.6、表 3.5.7 に示す。

留置線を除く施設規模は基本的に Phase2 延伸時の必要施設規模により設定を行っている。なお保線車両用線と架線保守用車両線は南北通勤の設計結果を踏襲した。

表 3.5.5　検査種別及び周期

検査種別		周期	検査内容
出庫点検		出庫前	運転台モニターによる確認及び主要部品の目視検査
軽保守	日常検査	6 日以内	在姿状態おいて、台車、車輪、パンタグラフ、ドア等の状態確認。ブレーキ、パンタグラフ等の消耗品交換を実施。
	月検査	3 ヶ月以内	在姿状態における、車両の状態、機能等の確認 消耗品の交換を行うとともに、補助回路、制御回路等の電圧測定、主回路の機能検査等を実施。
重保守	ｾﾐｵｰﾊﾞｰﾎｰﾙ	4 年又は 60 万 km 以下	台車を取り外し、車輪、車軸、ブレーキ、電動機等について詳細な調査および部品交換を実施。
	ｵｰﾊﾞｰﾎｰﾙ	8 年又は 120 万 km 以下	ほとんど全ての車体機器を解装し、機器の詳細な検査を実施。
	ﾘﾆｭｰｱﾙ	15 ～ 20 年毎	主な電気機器を新しい物に置き換える。必要であれば、室内設備も新しい物に更新する。
その他保守	臨時修繕	必要の都度	故障した部品を交換する（台車、パンタグラフ、AC 等）
	車輪転削	必要の都度	車輪転削機を用いて、車輪の形状を正し、乗り心地レベルを保つ。

出典：調査団

表 3.5.6　Phase1 時必要施設規模算定表

Input

Train number: **28**
Cars per Train: **8**

Calculation

Inspection	Contents	Cycle	Inspection time	Overlap ratio of inspection	Capacity/Line/cycle	No. of Track	
Inspection at start	Inspection at the daily start	365 *days*	10 *mins*				
Daily Inspection	Visual inspection from outside for mainly running equipments such as power collection, grounding, bogie traction usitn, braking unit, coupling device, and door opening unit.	6 *days*	0.25 *days*	93.3%	24	1.09	2
Monthly Inspection	The inspection of condition and function of the main equipments such as power collection traction motor, braking, on-board signalling, ATO, bogie traction unit, door opening unit. Insulation resistance test for electric circuit and cable.	90 *days*	2 *days*	100.0%	45	0.63	1
Important parts inspection	The main equipments such as power collection, traction motor, braking, signalling and ATO, bogie traction unit, coupling device, car body, public address system and so on which are dismounted for the inspection of their conditon and function. Insulation resistance test for the equipment of electric circuit and cable.	1460 *days* 4 *Yyaers*	30 *days*	50.0%	48	0.3	1
General Inspection	The important equipments such as power collection, traction motor, braking, signaling and ATO, bogie traction, door opening, auxiliary rotating machine, battery and so on, which are dismounted for the inspection of the mechanism and function carefully. The insulation resistance test and dielectric stress test. After completion of heavy maintenance, integration test and the commissioning test on main line.	2920 *days* 8 *Yyaers*	45 *days*	100%	64	0.44	1
Unscheduled Maintenance	To repair the brokendown cars and irregularities						1
Manual car washing		30 *days*	0.5 *day*		60		1
Machine car washing	Car washing automatically by machine	10 *days*	0.17 *day*		58		
Total Number of Lines							7

出典：調査団

表 3.5.7　Phase2 時必要施設規模算定表

Input

Train number: **58**
Cars per Train: **8**

Calculation

Inspection	Contents	Cycle	Inspection time	Overlap ratio of inspection	Capacity/Line/cycle	No. of Track	
Inspection at start	Inspection at the daily start	365 *days*	10 *mins*				
Daily Inspection	Visual inspection from outside for mainly running equipments such as power collection, grounding, bogie traction usitn, braking unit, coupling device, and door opening unit.	6 *days*	0.25 *days*	93.3%	24	2.26	3
Monthly Inspection	The inspection of condition and function of the main equipments such as power collection traction motor, braking, on-board signalling, ATO, bogie traction unit, door opening unit. Insulation resistance test for electric circuit and cable.	90 *days*	2 *days*	100.0%	45	1.29	2
Important parts inspection	The main equipments such as power collection, traction motor, braking, signalling and ATO, bogie traction unit, coupling device, car body, public address system and so on which are dismounted for the inspection of their conditon and function. Insulation resistance test for the equipment of electric circuit and cable.	1460 *days* 4 *Yyaers*	30 *days*	50.0%	48	0.61	1
General Inspection	The important equipments such as power collection, traction motor, braking, signaling and ATO, bogie traction, door opening, auxiliary rotating machine, battery and so on, which are dismounted for the inspection of the mechanism and function carefully. The insulation resistance test and dielectric stress test. After completion of heavy maintenance, integration test and the commissioning test on main line.	2920 *days* 8 *Yyaers*	45 *days*	100%	64	0.91	1
Unscheduled Maintenance	To repair the brokendown cars and irregularities						1
Manual car washing		30 *days*	0.5 *day*		60		2
Machine car washing	Car washing automatically by machine	10 *days*	0.17 *day*		58		
Total Number of Lines							10

出典：調査団

(3)　その他考慮する車両基地施設

ここでは線路施設以外に必要となる施設を示す。

1)　運行管理所(OCC)

OCC は輸送管理の中心的な役割を担っている。OCC の設置場所は、車両保守基地、留置線、その他保守設備が集約されている本車両基地が望ましいと考えられる。OCC は輸送管理のみならず、電源供給、通信、旅客情報や自然災害情報など、本路線に関する様々な情報を管理する。各種分野のスタッフ（専門家）との連携作業という観点からも、本車両基地が OCC 設置に最適な場所であると考えられる。

2)　トレーニングセンター

OCC の建物と一体でトレーニングセンターを本車両基地に配置する。

本施設設置の目的は、鉄道輸送の安全を確保するために必要な知識、技能を備えた人材を養成、訓練することにより、鉄道係員の知識、技能の保有とその向上に努め、安全で正確な列車運行に必要となる人材を確保することにある。

具体的には、電車運転シミュレーター等を利用した乗務員養成や、故障処置訓練、機器取扱い習熟訓練などを通じての鉄道係員の知識及び技術の向上等に勤めるための施設である。

なお本トレーニングセンターは地下鉄のみならず、フィリピン全土の鉄道関係者のトレーニングセンターとして活用する計画となっている。

3)　保守用基地

線路、架線のメンテナンスを行う保守用車両の基地を本基地内に配置する。

基本的にはNSCRの保守基地と同程度の規模として設定を行っている。



出典：東京メトロ

図 3.5.14　保守用車両および車庫

4)　構内道路

本車両基地内の施設を結ぶ構内道路を配置する。

構内道路は車両基地の外周部に幅員 10m の道路を配置し、別途車両、レール搬入が行われる経路についても 10m の幅員の道路を計画する。

その他構内道路については幅員 6m として、各施設を連絡するため構内道路を配置する。

5)　変電設備

車両基地構内の施設および、構内の列車運転用の電力供給のため受変電設備を設置する。

6)　排水設備

構内の雨水を直接排水した場合、周辺への洪水に対して問題となる事が考えられるため、一時的に雨水を貯留してから構外に流出させる貯留設備。

車体洗浄、工場から排水、各種建物から雑排水、汚水については構内に浄化設備を配置して、浄化後に構外に排水するため汚水浄化設備を配置する。

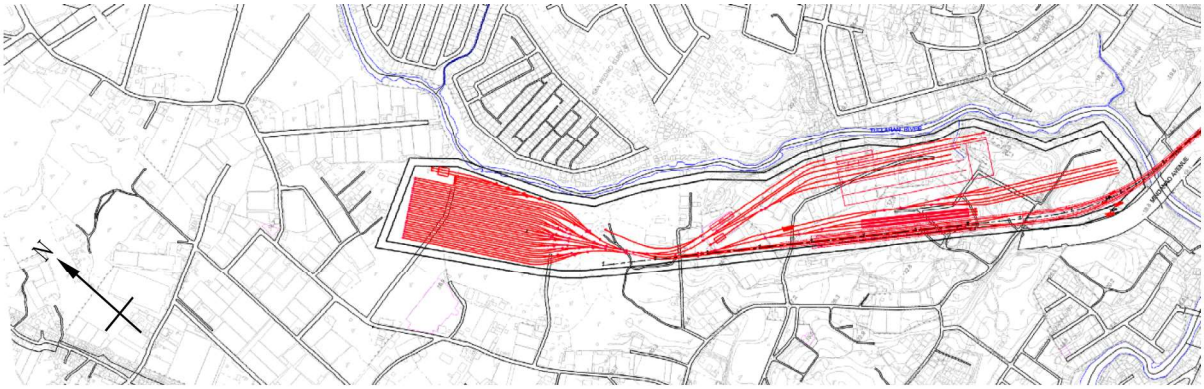
3.5.4　車両基地施設配置配置結果

車両基地の配置結果を図 3.5.15、図 3.5.16、図 3.5.17 に示す。

計画当初の入出庫線に Mindanao Ave-Quirino Highway 駅が高架構造で計画されていたため、高架構造の本線から地平の車両基地にアクセスする構造(図 3.5.15 参照)であったが、最終的には Mindanao Ave-Quirino Highway 駅が地下構造となったため、入出庫線も地下構造に変更となった（図 3.5.16 参照)。

入出庫線の地下構造への変更に伴い、車両基地へのアクセスが困難となったことから、北側に引上げ線を配置して、車両基地へはスイッチバックで進入する計画とした。

また、車両基地の南側では、高速道路のセグメント 8.2 の計画があり、当初想定した車両基地用地を通過することが判明したため、高速道路の通過部分は車両基地用から除外することとなっている（図 3.5.17 参照)。



出典：調査団

図 3.5.15　入出庫線高架案車両基地全体図



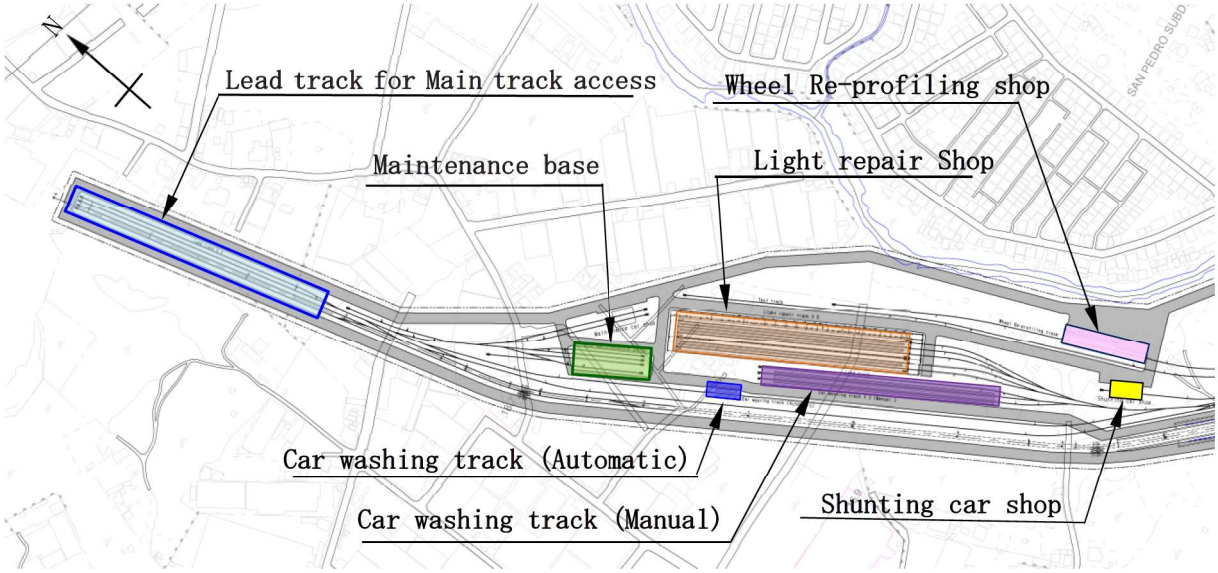
出典：調査団

図 3.5.16　入出庫線地下案車両基地全体図



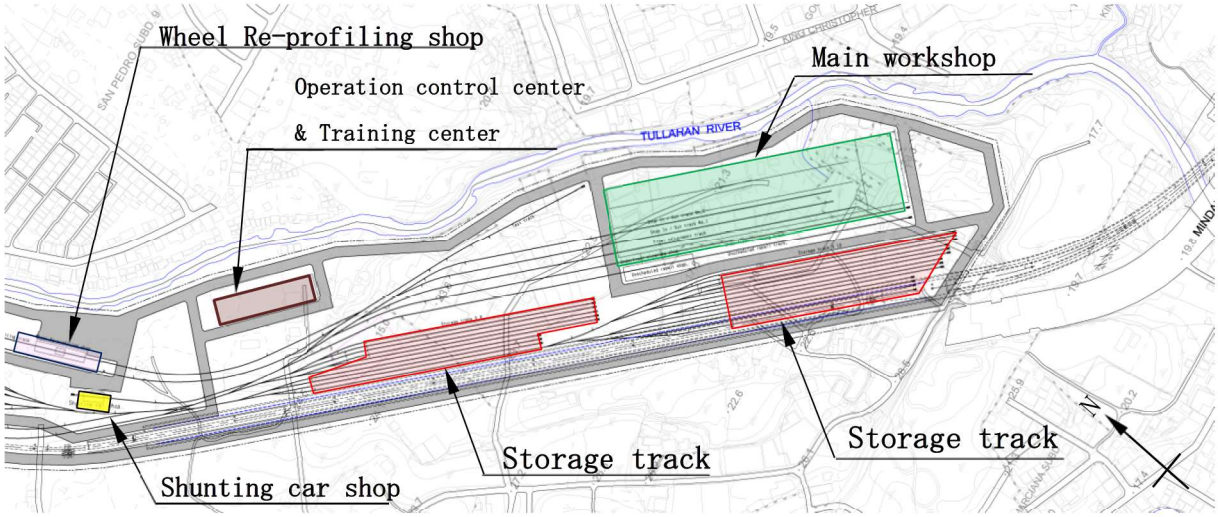
出典：調査団

図 3.5.17　入出庫線地下案（高速道路支障回避）車両基地全体図（最終形状）



出典：調査団

図 3.5.18　車両基地北側拡大図



出典：調査団

図 3.5.19　車両基地南側拡大図

表 3.5.8　最終 DEPOT 設定結果一覧

項目	設定内容	備考
面積	314,743m^2	
留置線数	22 線	10 両対応
検車庫	5 線	10 両対応、2 線は Phase2 用
工場線	5 線	10 両対応
車輪切削線	1 線	10 両対応
手動洗浄線	3 線	10 両対応
自動洗浄線	1 線	10 両対応
軌陸車車庫線	1 線	
試運転線	1 線	
訓練線	2 線	
保守用車両線	6 線	
本線接続用引上線	4 線	10 両対応

出典：調査団

表 3.5.9　検査修繕用機材リスト

	名　称	台数				名　称	台数	
A-1	天井クレーン0.5t	1	式		H-1	レールクレーン100kg	1	式
A-2	台車トラバーサ	1	式		H-2	空制部品洗浄装置	1	式
A-3	輪重測定装置(2式)	1	式		H-3	空制弁自動試験装置	1	式
A-4	天井クレーン12t/3t×2	1	式		H-4	ブレーキ制御器自動試験装置	1	式
A-5	天井クレーン0.5tB	1	式		H-5	超音波洗浄装置A	1	式
A-6	車内気吹集塵装置(2台1式)	1	式		H-6	超音波洗浄装置B	1	式
A-7	車体置台(5両分1式)	1	式		H-7	コック類試験装置	1	式
A-8	台車ターンテーブルA	1	台		H-8	オイルダンパー試験装置	1	式
A-9	台車ターンテーブルB(2台1式)	1	式		H-9	空制部品気吹集塵装置	1	式
A-10	輪軸ターンテーブル(6台1式)	1	式		I-1	レールクレーン100kg	1	式
A-11	台車輪軸搬送レール	1	式		I-2	警笛試験装置	1	式
A-12	車体塗装乾燥装置	1	式		I-3	速度発電機試験装置	1	式
B-1	台車洗浄装置.	1	式		I-4	配線用遮断器試験装置	1	式
B-2	台車分解組立装置	1	式		I-5	継電器試験装置	1	式
B-3	天井クレーン7.5t/3t	1	式		I-6	断流器試験装置	1	式
B-4	天井クレーン2t	1	式		I-7	電気部品気吹集塵装置	1	式
B-5	台車枠昇降装置	1	式		J-1	ATC/ATO他試験装置	1	式
B-6	台車枠置台(10台車分1式)	1	式		J-2	ATC信号発生器(可搬)	1	式
B-7	LIM分解組立装置	1	式		J-3	ATC受信部試験器	1	式
B-8	台車塗装装置	1	式		J-4	ATO送受信部試験器	1	式
B-9	磁粉探傷装置(台車枠用)	1	式		J-5	ATC/ATO制御部試験器	1	式
C-1	コンプレッサー	1	式		J。6	ジャンパー線試験装置	1	式
C-2	ボイラー	1	式		J-7	高速度遮断器試験装置	1	式
D-1	天井クレーン2.8t	1	式		K-1	立体格納庫	1	式
D-2	コロ軸受着脱装置	1	式		K-2	小物部品立体格納庫	1	式
D-3	超音波探傷装置	1	式		K-3	重量棚	1	式
D-4	車輪抜き-圧入プレス	1	式		L-1	BT充放電装置	1	式
D-5	輪心旋盤	1	式		M-1	在姿転削盤	1	式
D-6	中ぐり盤	1	式		M.2	LIM用リフター	1	式
D-7	汎用プレスA	1	式		M-3	ウインチ	1	式
D-8	軸箱洗浄装置	1	式		M-4	小型コンプレッサーA	1	式
D-9	レールクレーン100kg	1	式		N-1	床下気吹集塵装置	1	式
D-10	天井クレーン2.Ot	1	式		N-2	小型コンプレッサーB	1	式
E.1	ジェット洗浄機	2	台		P-1	車体自動洗浄機(薬洗)	1	式
E-2	ロールフィルタ洗浄装置	1	式		P-2	車体自動洗浄機(水洗)	1	式
E-3	汎用部品洗浄装置	1	式		P-3	前面洗浄台	1	式
E-4	LIM気吹集塵装置	1	式		R-1	LIMギャップ測定装置A	1	式
E-5	集塵作業台(2台)	2	台		R-2	LIMギャップ測定装置B	1	式
F-1	空気圧縮機試験装置	1	式		R-3	列車無線試験装置	1	式
F-2	ドアエンジン試験装置	1	式		R.4	絶縁-耐圧試験装置	1	式
F-3	磁粉探傷装置(部品用)	1	式		R-5	ATC信号発生装置(常設)	1	式
F-4	パンタグラフ試験装置	1	式		R-6	ATO試験装置	1	式
F-5	汎用プレスB	1	式		R-7	車輪形状測定装置	1	式
G-1	溶接機	1	式		R-8	LIMギャップ測定装置C	1	式
G-2	卓上ボール盤(2台)	2	台		R-9	フラット検知装置	1	式
G-3	ソフトブラスト	1	式		S-1	車両総合管理システム	1	式
G-4	ベルトサンダー(2台)	2	台		T-1	軌陸車	1	式
G-5	パフ盤	1	台		T-2	3.0tフォークリフト	1	式
G-6	汎用研削盤(4台)	4	台		T-3	1.5tフォークリフト	1	式
G-7	普通旋盤	1	式		T.4	1.0tフォークリフト(リーチ型)	1	式
G-8	フライス盤	1	式		T-5	運搬車	1	式
G-9	高速切断器	1	台		T-6	高所作業車A	1	式
G-10	気吹集塵装置	1	式		T-7	高所作業車B	1	式
					T-8	床下機器脱着搬送装置	1	式

出典：調査団

3.5.5　今後の課題

車両基地の今後の課題を以下に述べる。

(1)　車両基地に隣接するツルハン川の影響

本車両基地の東側にはツルハン川が存在する。

車両基地の縦断的な高さの設定には、河川の洪水に対して十分安全となる高さを設定する。

本車両基地は河川に近接したエリアに配置するが、基本的に河川区域には構造物は設置しない。

しかしながら河川に隣接したエリアでの施工を行うため河川管理者との協議により、将来河川整備計画との整合性に留意する必要がある。

また入出庫線から地下へ洪水等で浸水した場合は、トンネルが水没してしまうため、浸水対策として、入出庫線に防水扉等の防護施設を配置しておく必要がある。

(2)　構内運転計画の作成と配線規模の検証

本車両基地への本線からの入出庫は直接本線に出庫、入庫することができない配線となっており、入出庫の際は北側の引上線で折り返しを行う必要がある。

将来の増発を考慮して、引上線には余裕を持たせた線数としているが、今回設定の引上線の配線で将来的な増発時の列車間隔に対応可能か構内ダイヤの試案を作成し確認を行うことが必要となる。

(3)　トレーニングセンターの設置とそれに伴う施設規模の設定

本車両基地には円滑な列車運行に必要となる人材を育成するトレーニングセンターを併設する計画である。施設の配置においては、訓練規模等について別途フィリピン側と協議し、必要な施設の配置計画を詳細設計において詳細に検討する必要がある。

特に訓練施設規模の大規模化は本車両基地用地内では収まらなくなる可能性が有ることから、施設規模の設定は特に重要である。

(4)　隣接する高速道路計画との整合性

本車両基地の南側では高速道路が車両基地に隣接して、通過する計画である。

本件当時においては、詳細な位置関係の確認が出来ておらず、若干の余裕を見込んだ想定計画で位置関係を決定している。

詳細設計においては、道路位置関係の確認を行い、道路と車両基地施設の支障が発生しないよう、慎重に位置関係を決定する必要がある。

3.6　電力供給システム

3.6.1　概要

(1)　電力供給システムの概要

電力供給システムは電力会社からの受電及び電気車や駅電気設備への電力供給をするためのあらゆる電気システムを含むものである。

(2)　マニラ首都圏での既設路線の現状

マニラ首都圏では、LRT1 号線、LRT2 号線、及び MRT3 号線の 3 路線が実運用されている。メトロマニラ地下鉄計画（MMSP）に最適な鉄道システムを計画するにために、これ等の路線の特徴を調査し、表 3.6.1 にまとめた。

表 3.6.1　フィリピンにおける既設電気鉄道システムの比較

項目/記述	LRT 1 号線	LRT 2 号線	MRT 3 号線
システム	Light railway system	Heavy railway system	Light railway system
構造	PC-I 桁高架	PC コンクリート箱桁高架	PC-I 桁高架及び地下
線路長	19.65 km	13.8 km	16.8km
駅数	20	11	13
軌道幅	1435 mm	1435 mm	1435 mm
列車編成	最大 4 両／列車	4 両／列車	3 両／列車
乗車定員	1358 人／列車	1628 人／列車	1182 人／列車
列車最高速度	80km/h	80 km/h	65 km/h
表程速度	38 km/h	32.8 km/h	30 km/h
信号システム	ATP、 ATS	ATP、 ATO、 ATS	ATP、 CTC
受電電圧	34.5 kV	34.5 kV	34.5 kV
システム電圧	750 VDC	1500 VDC	750 VDC
架線システム	架空電車線	架空電車線	架空電車線
列車間隔	112 秒	最小 1.5 分	最小 3 分

出典：JICA 調査団

(3)　設計思想と提案システム

MMSP のき電方式の設計は、高品質で次の基準を満たすことを目指すように行われなければならない。

- 実績に裏付けされた高い安全性と信頼性の有る技術の導入
- 鉄道システム全体を最適化することによるコストダウン
- 最新技術の導入による環境に優しい省エネの実現
- 建設工事費の低減

電気的な観点より、電気鉄道は、車両、電力設備（電鉄用変電所、架空電車線）及び、電気鉄道に電力を供給する高圧配電網の３つの主要なシステムより構成される。

それ故、主な電気的なインターフェースはパンタグラフ及び送電網との接続箇所である。キーとなる技術的なパラメータはこれ等の２つのインターフェースを考慮した上で、主要な条件を検討しなくてはならない。

列車が負荷を取ると、牽引変電所および列車パンタグラフの間の架空式電車線路で電圧降下が発生する。

電圧降下によって規定された電圧が列車パンタグラフ点で得られない場合、列車の運行が不可能になったり、あるいは、列車の補機が作動しなくなったりする。

そのため、列車性能にふさわしい電圧が供給されるように、変電所間隔や架空式電車線路の抵抗を選定することが必要である。

さらに、電鉄負荷による電圧変動が電力会社の電力線に生じるので、同じ電源に接続された他のユーザに対し悪い影響を与えることが有る。

そのため、電力会社からの送電線は鉄道専用線として設ける必要がある。又、大電力供給能力を備えた系統から受電する必要がある。

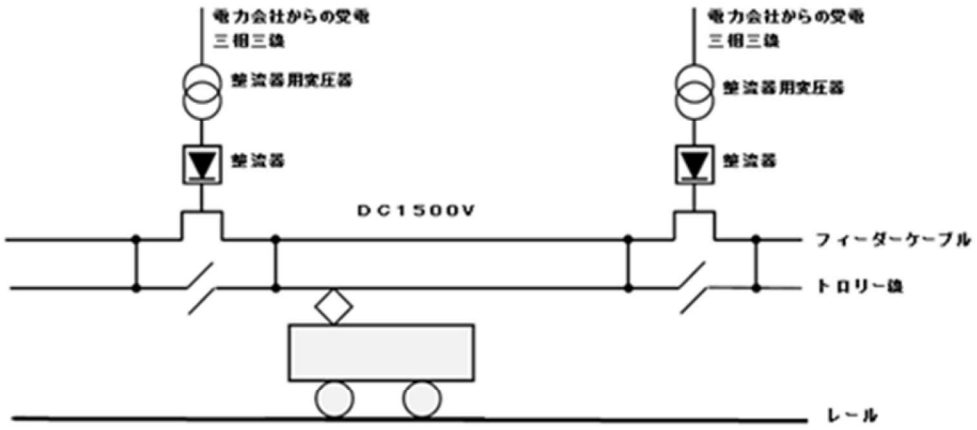
架空式電車線路は車両の性能で定義された範囲の電圧を供給するように設計されなければならない。

電力会社の送電網は、要求された必要な牽引電力を供給し、架空式電車線路を介して列車に列車性能にふさわしい電圧を供給しなければならない。

(4)　直流き電方式

直流き電方式は交流き電方式に比べ車両価格が安く、絶縁離隔距離を短くすることができるので、MMSP には直流き電方式を推奨する。

MMSP に採用可能な直流き電方式は 2 種類が考えられる。一つは直流 1500V き電方式で、もう一つは直流 750V き電方式である。直流 1500V き電方式と比較して、直流 750V き電方式は、電圧降下が大きく、変電所間隔も狭くなる。以上を鑑みると直流 1500V き電方式は直流 750V き電方式比べて電圧降下が大きく変電所間隔を長く取らなければならない時には優れている。それゆえ、コストパフォーマンスに優れた直流 1500V き電方式を MMSP のき電方式に採用することが望ましい。直流 1500V き電方式の概要を図 3.6.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.6.1　電力供給システムの概要

3.6.2　き電変電所

(1)　受電方式

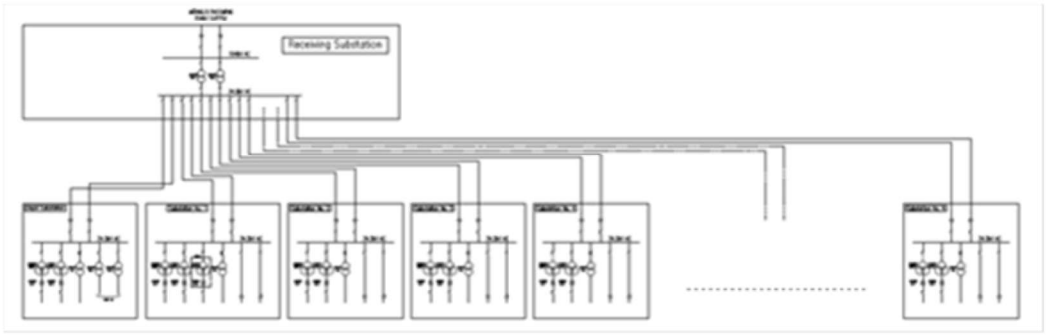
受電方式には 2 つの方法が有る。一つは、集中受電方式でもう一つは分散型受電方式である。
一般的に、鉄道のき電変電所は電力会社の専用回線で異なる 2 変電所から受電する。
1 系統は常用として使用し、もう 1 系統は予備として使用する。

1)　集中型受電方式

電力を各変電所で、個々に受電するのではなく、受電変電所を設け、一括して電力会社より電力を受電する方式である。

電力会社(MERALCO)より超高圧 110kV の電圧で受電し、電圧を受電変電所で 34.5kV に降圧して、34.5kV 電力ケーブルで各き電変電所に送電する方式である。

図 3.6.2 に集中型受電方式の概要を示す。

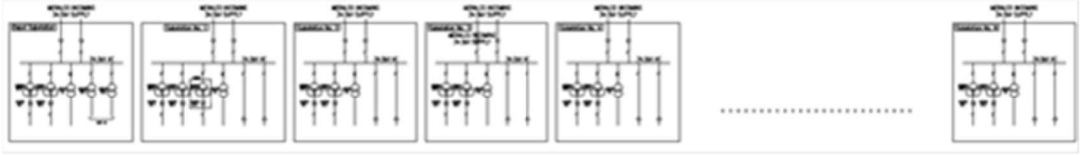


出典：JICA 調査団

図 3.6.2　集中受電方式の概要

2)　個別受電方式

電力は 34.5kV で電力会社(MERALCO)より電力を各々の変電所で個別に受電する方式である。
図 3.6.3 に個別受電方式の概要を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.6.3　個別受電方式の概要

集中受電方式はフィリピンの既存鉄道システムでは採用されていない。

個別受電方式が既存 LRT1、LRT2、及び MRT3 で採用されている。

これ等、マニラ首都圏の既設路線の変電所は、電力を電力会社から変電所毎に 34.5kV で受電しているので個別受電方式をＭＭＳＰの受電方式として推奨する。

受電方式及び受電回線数については、詳細設計時に電力会社と打合せの上決定する事。

(2)　設計条件

メトロマニラ地下鉄プロジェクトフェーズー１は、マニラの商業地および住宅密集地に建設が予定されている。

したがって、土地収用は非常に難しく。地上に変電所スペースを確保することは非常に難しい状況にある。

然しながら、駅は全て地下駅であるため地下に変電所スペースを確保することは比較的容易である。

この報告書では、車両基地を除き、適切な地下駅に地下変電所スペースを設け、変電所を設置する事を基本に記述する。

き電変電所の設計条件は、変電所間隔、整流器の容量決定が例として挙げられる。主な設計条件を下記に示す。

- 変電所が１か所脱落したときに、隣接変電所より電力供給ができること
- トロリー線電圧が IEC 規格で定められている最低電圧を下回らないこと
- 上記の条件を満たすことに加え、建設費を低減させるために、変電所間隔を出来る限り長くし変電所数を少なくすること

また、変電所の位置を検討する際は以下の条件を考慮しなくてはならない。

- 一般道路への接続が容易なこと
- 土地の取得が容易であること
- 直流変電所を地下に新設する場合は 541m^2 以上のスペースを確保できること
  （変電所：15m×35m、電力会社接続室：4m×4m）
  （変電所天井高さ：4.5m、電力ケーブルピット深さ：1m）
- 電力会社から受電が可能であること

(3)　変電所の変圧器容量

変電所の変圧器容量を算出するためには電車電力と駅で消費する電力を含めた総負荷容量が必要である。この容量は表 3.6.2 に示すような運転期間の最小列車間隔を想定し、列車編成と乗客混雑度をベースに算出される。

表 3.6.2　消費電力量算出のための仮定条件

年	2025-2034	2035-2044	After 2045
列車編成	8-Car	8-Car	10-Car
列車起動電流	3840 [A]	3840 [A]	4800 [A]
補機回路電流	493 [A]	493 [A]	493 [A]
電力消費量率	55 [kWh per 1000 t·km]	55 [kWh per 1000 t·km]	55 [kWh per 1000 t·km]
列車重量 （自重＋乗客）	411.7 [t]	411.7 [t]	512.8 [t]
運転間隔（分）	5	4	4

出典：JICA 調査団

電力需要は想定電車電力をベースに算出を行った。変電所変圧器の合計容量に、さらに１０％の余裕率を加味したものを電力需要としてある。駅配電電力は駅数に比例して算出を行った。計算結果を表 3.6.3 に示す。

表 3.6.3　必要電力量

営業年	2025-2034	2035-2044	After 2045
列車運転容量(MVA)	35	(80)	(95)
駅設備容量(MVA)	40	(50)	(50)

()内数値はフェーズ２線形未定の為参考値

出典：JICA 調査団

(4)　平均変電所間隔

変電所新設工事を計画する際は、変電所間隔を出来る限り大きく取ることで変電所の数を少なく計画することが望ましい。変電所数を少なくできればコストダウンになり、かつ保守管理が容易になる。

変電所間の電車線路の電圧降下は列車運行計画に大きく左右される。電車線路の電圧降下は変電所からの距離に比例する。そのため、き電電圧が高ければ、列車走行に必要な最低電圧を上回ることが容易になる。

表 3.6.4　IEC における標準電圧と最大電圧と最低電圧

き電電圧	最低電圧	標準電圧	最大電圧
1500VDC	1000VDC	1500VDC	1800VDC

出典：IEC 60850　Ed2

(5)　電圧降下計算

フェーズ１のセントラウゾーンに於いては地上に変電所用地を確保することは非常に難しい。フェーズ１のセントラルゾーンに於いては全ての駅が地下駅である。したがって、変電所用地の確保が困難な場合、フェーズ１おいては、地下駅に隣接し、変電所を設ける事が望ましい。

電圧降下計算は、列車運行ダイヤ、線形、列車条件、変電所条件を考慮して計算機によりシミュレーションを行う必要がある。

変電所間隔を決めるには電車線路が、今までに述べた条件を満たす他に、電圧降下を検討しなくてはならない。電圧降下は列車運行ダイヤから最も厳しい条件を探し出して算出する。厳しい条件の中で最も経済的な設計をしなくてはならない。

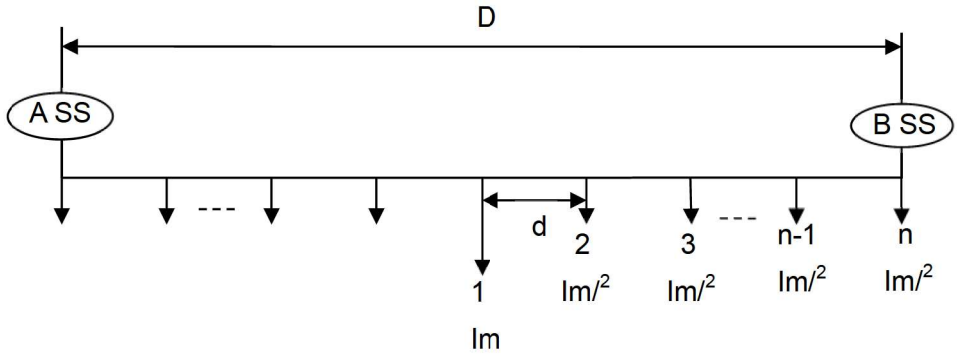
最も厳しいケースとして２０４５年の１０両編成の４分運転間隔で計算を実施した。変電所の設計を最も厳しい条件で行うのは変電所機器の寿命は２０年以上であることを考えると合理的である。

最大電圧降下は確率的要因であるので、以下の手法が、比較的に実情に近いものとして所要変電所間隔の目安を付ける電圧降下計算とした採用されている。

すなわち、最もダイヤが混雑した時間帯に於いて変電所は並列き電をおこなっているので、最

大電圧降下は列車が変電所間の中央部で最大電流を取っている時に生じる。

図 3.6.4 に示すように列車が変電所中央部で最大電流を取り、その他の列車は最大電流の半分を取る負荷パターンを考える。



出典：JICA 調査団

図 3.6.4　列車位置とその負荷電流

今回計算した電圧降下の許容値については、電車線路の最低電圧は基準では直流は 1,000VDC と定義されているが、安全確保のため余裕を見て平常運転時には電圧は 1,100VDC 以上と、許容最低電圧を上げた値で計算した。また、変電所が 1 か所脱落した時でも架線最低電圧は 1,000VDC を下回らないように計画する。

(6)　変電所位置

変電所位置は駅構造の設計や駅設置条件による駅間隔により大きく影響される。

MMSP の計算条件より変電所間隔は 6.3km となる。

変電所が一か所脱落しても通常運転を確保するためには変電所間隔を 3.15km 以下とする必要がある

更に、末端変電所が脱落した場合には片送りき電で正常電圧を確保する限界は 1.96km となる。

計算結果より、MMSP フェーズ 1 の変電所場所は Mindanao Avenue-Quirino Highway、North Avenue、Tandang Sora Avenue、North Avenue、Quezon Avenue、Anonas、Katipunan、Ortigas North、Kalayaan Avenue、Cayetano Boulevard、そして FTI の 9 地下駅と車両基地の合計 10 か所が考えられる。

Bayani Road 駅の取り消しが有った結果、Cayetano Boulevard 駅と FTI 駅の間の距離がは長くなった。

したがって、駅間の最大電圧降下が大きくなった。

フェーズ 2 では、電圧降下を補うために、Cayetano Boulevard 駅と FTI 駅の間に変電所を追加する必要がある。

すべての変電所が電力会社からの 2 回線で電力を受電して、変電所が如何なる場合にも脱落しないようにシステム構成を考える場合には変電所の追加は必要ない。

すべての条件が決定された後、コンピューターシミュレーションによって正式変電所の位置を決定する必要がある。

表 3.6.5 は、1500DC き電システムの場合の 1 時間当たりの列車負荷の最大電力を表したものである。又、正常運転時の 1 変電所の容量を示す。

表 3.6.5　必要変電所容量

営業年	2025-2034	2035-2044	After 2045
平常運転時における変電所容量 (MVA)	3.3MVA (3MW)	3.3MVA (3MW)	4.4MVA (4MW)

出典：JICA 調査団

変電所容量は最終運転形態により決定するので、必要変電所容量は 4.4MVA(4MW)となる。

(7)　MMSP の電力需給がメトロマニラ圏に与える影響について

1)　フィリピンの電力需給の現状

フィリピンの電力需給の現状について表 3.6.6 にまとめた。

表 3.6.6　フィリピンの電力の現状

首都	マニラ
面積	29 万 9404km^2
人口	9834 万人（2013 年）
電力事業の企業形態	発電：独立発電事業者(IPP) 送電：フィリピン送電会社(National Grid Corporation: NGCP) 配電：マニラ会社(MERALCO)、ビサヤス配電会社(VECO)、ダバオ配電会社(DLPC)他 17 の民間電力会社と 119 の地方電化協同組合(EC)及び 8 つの自治体が配電事業を実施
電力需給	
総発電設備容量	1845 万 kW　(2015 年 6 月)
発電電力量	754 億 kWh　(2013 年末)
販売電力量	616 億 kWh　(2013 年)

出典：一般社団法人　海外電力調査会(JEPIC)：(JAPAN ELECTRIC POWER INFORMATION CENTER, INC.)

2)　電源開発動向

フィリピンにおける各地区ごとの 2023 年までの最大需要電力と発電設備容量の動向を表 3.6.7 に示す。

表 3.6.7　地域別電源建設設備容量

地区		2008 年実績	2013 年実績	2023 年想定
ルソン系統	最大需要電力(万 kW)	667	831	1226
	発電設備容量(万 kW)		1279	1395 (+116)
ビサヤス系統	最大需要電力(万 kW)	118	157	257
	発電設備容量(万 kW)		245	288 (+43)
ミンダナオ系統	最大需要電力(万 kW)	120	143	231
	発電設備容量(万 kW)		209	261 (+52)
合計	最大需要電力(万 kW)	905	1131	1714
	発電設備容量(万 kW)		1733	1944 (+211)

出典：一般社団法人　海外電力調査会(JEPIC)：(JAPAN ELECTRIC POWER INFORMATION CENTER, INC.)及び フィリピン送電会社(National Grid Corporation: NGCP), Transmission Development Plan 2013

3)　MMSP の電力需給への影響

表 3.6.7 より MMSP が建設されるルソン系統の 2023 年での設備容量の増強は 116 万 kW が想定される。MMSP の第一期工事で必要とされる最大電力は 7 万 5 千 kW である。

この値は、設備増強の約 6.5%に相当する。

電気鉄道の負荷か間欠負荷であり平均すると最大時の 50%以下であり、MMSP の電力需給がメガマニラ圏に与える影響は無いものと想定される。

3.6.3　架空電車線システム

交通システムの開発において、MMSP は、中央の市街地および郊外の開発促進地域の間の接続ラインであると見なされます。

最も適切な牽引システムを選択する際に、市街地から郊外の開発促進地域までの線路延長を考慮に入れなければならない。

次のセクションで議論される比較の結果、MMSP では運行における次の利点に特に注目して、1500VDC 架空懸垂式吊架線方式（OCS）および架空剛体架線方式（ORC）が、架空電車線システムとして選ばれた。

- 高速運転
- 郊外地区への線路延長を考えた、より少ない建設費

(1)　架空懸垂式吊架線（OCS）

本 OCS 方式は世界のあらゆる鉄道で幅広く使用されている。

架空式電車線路は、永年の長い技術的な歴史を持ち、高速運転での高機能で知られている。

架空電車線路方式は世界中で採用されており、線区条件に応じて架空電車線路方式を検討する。

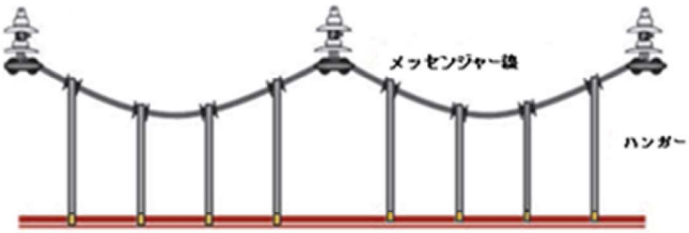
既設 LRT 及び MRT に於いても架空懸垂式吊架線が使用されている。

1)　シンプルカテナリーシステム

トロリー線、メッセンジャー線、ハンガーからなる単純なカテナリーシステムは、OCS における最も基本的なシステムである。このシステムはコスト面で有利であり、高速動作が要求されない線区、または車庫/留置線に適用される。

シンプルカテナリーシステムの概要を表 3.6.8 に示す。

表 3.6.8　シンプルカテナリーシステムの概要

タイプ	特徴	適用
シンプルカテナリー  	シンプルカテナリーはカテナリーシステムの基本形であり、メッセンジャー線、吊り金具、及びトロリー線らなる。 中速用(100km/h以上)	車両工場/車両基地

出典：JICA 調査団

2)　フィーダ・メッセンジャーシステム

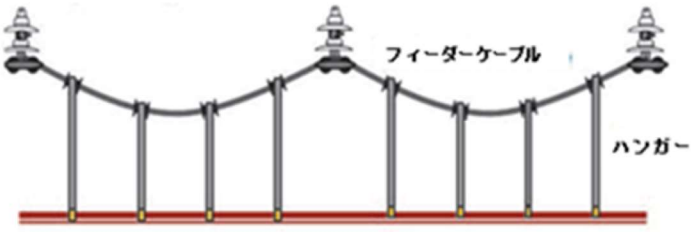
フィーダ・メッセンジャーシステムはシンプルカテナリーシステムの 1 つでメッセンジャーとフィーダーの両方の機能を備えたシステムである。建設費と保守費の軽減が可能である。

景観が良く、単純な外観をしている。

このタイプは直流き電システムとして推奨される。

表 3.6.9 にフィーダー・メッセンジャーシステムの外観を示す。

表 3.6.9　フィーダメッセンジャーシステムの概要

タイプ	特徴	適用
シンプルカテナリー(フィーダーメッセンジャシステム)  	フィーダーケーブルがメッセンジャー線の代わりに使用される。 本方式ではフィーダケーブルを別途張る負担費は無い 中速度運行に最適 (100km/h以上)	中速幹線

出典：JICA 調査団

(2)　架空鋼体架線（ORC）

オーバーヘッド剛性導体レールシステムは、底部にトロリー線を取り付けた硬いアルミニウム導体によって構成される。このシステムは、パンタグラフの高速動作における離線の弱点があるものの、シンプルな構造で保守性に優れ、トロリー線を切断する危険性が低く、トンネルの直径を小さく出来るというコストパフォーマンスが優れている。地下鉄のトンネル部など高速運転を必要としないトンネル線区で広く使用されている。

架空剛体架線システムの特徴は表 3.6.10 に示す。

表 3.6.10　架空剛体架線システムの概要

タイプ	特徴	適用
剛体架線システム 	下部にトロリー線を取り付け形成された簡単な構造のため、トンネルの直径を小さくでき、保守性に優れている。 高速を必要としない 地下鉄に最適である。 (80km/h 以上)	高速を必要としない地下鉄

出典：JICA 調査団

架空鋼体架線は２種類の構造に分類される。ひとつはトロリー線付Ｔ型断面き電線方式でもう一つは導電レール方式である。

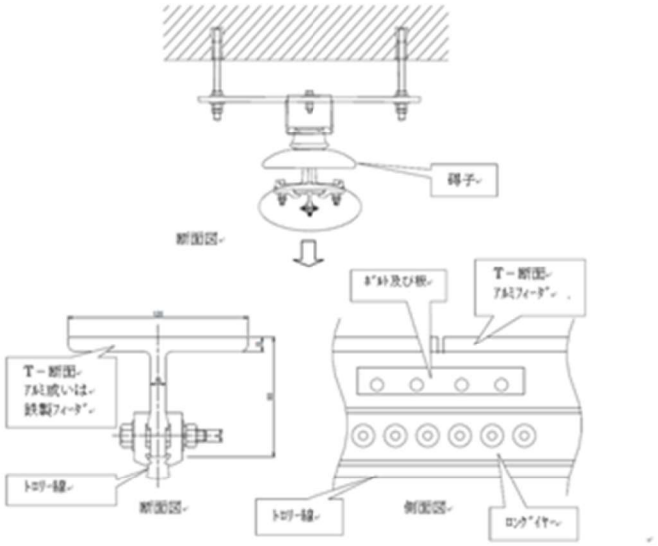
2 方式の標準的な外形を図 3.6.5 及び図 3.6.6 に示す

1)　トロリー線付 T 型断面き電線方式

き電線として機能する T 型断面構造のアルミあるいは鉄製の支持構造物にトロリー線が取り付けられたものである。

この方式は地下区間と OCS が適用された地上区間を運行する為に開発されたものである。

本方式は準高速運転に最適なものである。



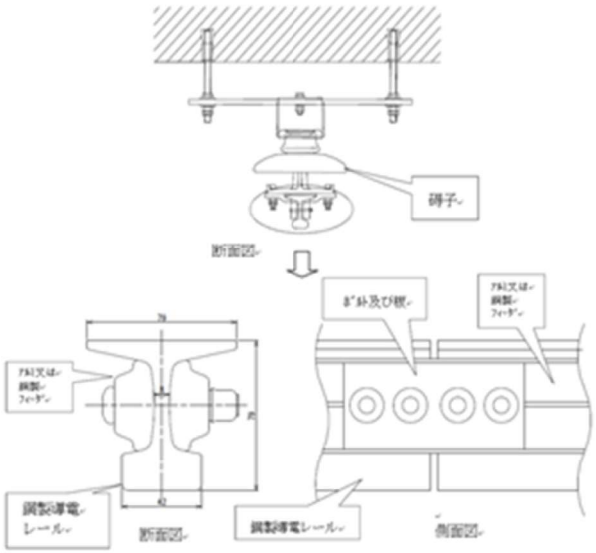
出典：JICA 調査団

図 3.6.5　トロリー線付 T 型断面き電線方式鋼体架線

2)　導電レール方式鋼体架線

導電レールの電流容量を増やすために平アルミ板あるいは平銅板を導電レールに取りつけたものである。

この方式は構造上高速運転には適していない。この方式は中速で高密度運転を必要とする路線に適用される。



出典：JICA 調査団

図 3.6.6　導電レール方式鋼体架線

地下区間に懸垂式吊架線（OCS）を設けると断線の危険性があり、安全性及び狭い空間での保守作業性の観点から問題を生じることがある。

断線の可能性が無い鋼体架線はトンネル内に設けるのに最適な新しい方式の吊架線として開発されたものである。

懸垂線架線には機械的な弾性があり、懸垂線はパンタグラフの押上げ力に対して持ち上がる性質がある。一方、鋼体架線では、トロリー線はアルミ導体に堅固に固定されるか導電レールがトロリー線の代わりに使用されている。

鋼体架線の主な特徴はつぎのものである：

- 鋼体架線（ORC）はトロリー線が導体として完全にまとめられているため、トロリー線の断線が無い。
- トロリー線の押上りの高さは非常に小さいため、トンネル断面をより小さく出来る。
- 自動張力調整装置が不要である。
- 鋼体架線（ORC）は懸垂式吊架線（OCS）と混在する路線に設けることが出来る。

1961 年に初めて ORC が東京メトロの日比谷線に導入された。

地下鉄だけではなくトンネル断面の小さい地下鉄の地上部にも設けられる。

ORC はトンネル区間での上記で述べたその使用上の有利性から、MMSP のトンネル部の電車線として推奨される。

従って、MMSP に最もふさわしいコンタクト・システムは、高架区間ではフィーダー・メッセンジャー方式の OCS、地下区間ではトロリー線式Ｔ型断面のフィーダー方式の ORC および車庫／留置線ではシンプルカテナリー方式である。

3.6.4　配電設備

本節に於いては、鉄道に関するシステムについてのみ記述する。

従って、非鉄道ビジネスに対する電気設備のシステム、つまり駅に通じる隣接するビジネスセンタ、地下街モール、駅中販売等の電気設備は計画が完成したのち、詳細設計で決定されるものとする。

非鉄道ビジネスのシステム用電気室は、鉄道システムとは別に設けられるべきで、電力会社から別途電力を受電するものとするす。

MMSP フェーズ 1 の建設区間は地下区間であり、すべての駅は地下駅である。

地下駅では、駅で必要される電力は、高架駅よりも多くなる。それに伴い配電システムの送電ケーブルに流れる電流も増大する。 電流容量の増加に伴い、ケーブルの断面積も必然的に大きくなる。

従って、配電ケーブルの直径を小さくし、ケーブルの取り扱いを容易にするために配電系統の電圧は低圧ではなく特別高圧の 34.5kV を採用する。

電気室には、冗長性を考慮して、異なるき電変電所から 34.5kV の 2 つのケーブルルートで電力が供給する。電気室で特別高圧を低電圧に変換する。

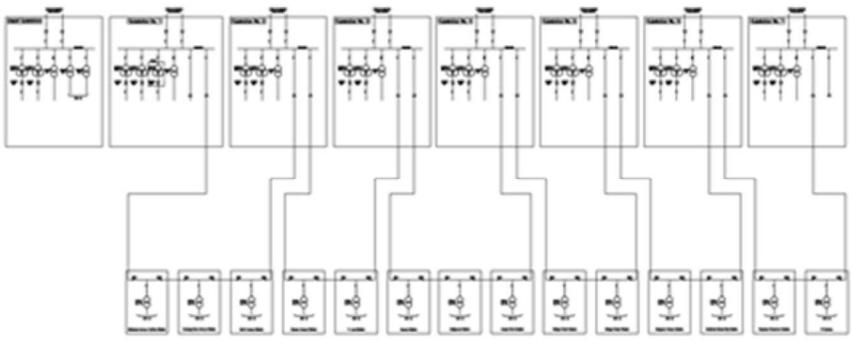
すべての駅の電気設備は、既存の路線と同様に電気室で 220V の単相と 380V の 3 相の低電圧に変換され、電力が供給される。また、地下には、偶発的な停電等による長期間の停電に対する防災に必要な最低限の負荷に対して、最低限の期間電力を供給できる緊急発電設備を設ける。本プロジェクトの各場所における発電機の実際の容量は、詳細設計段階で決定されるものとする

MMSP には、3 種類配電システムが考えられる。

先ず初めに、ループシステムであり、次にループ並列システムであり、最後に並列システムである。ループシステムは図 3.6.7 に、ループ並列は図 3.6.8 に、並列システムは図 3.6.9 にそれぞれ示す。

ループシステムでは、電気室の変圧器の数は 1 台である。

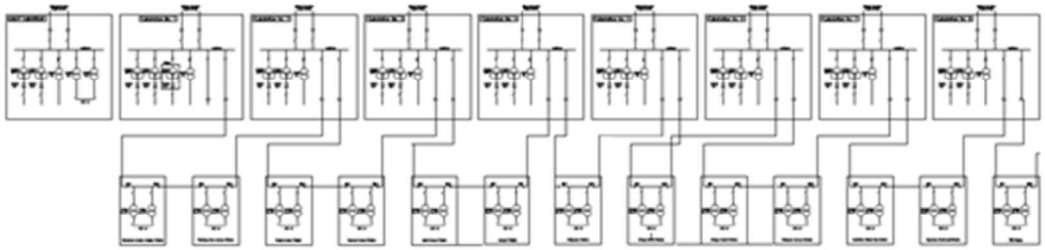
伝送路はループによる二重化で構成されるが、電気室の変圧器の数は 1 台である。
ループシステムは、他のシステムよりコスト面でメリットがある。



出典：JICA 調査団

図 3.6.7　ループ方式の例

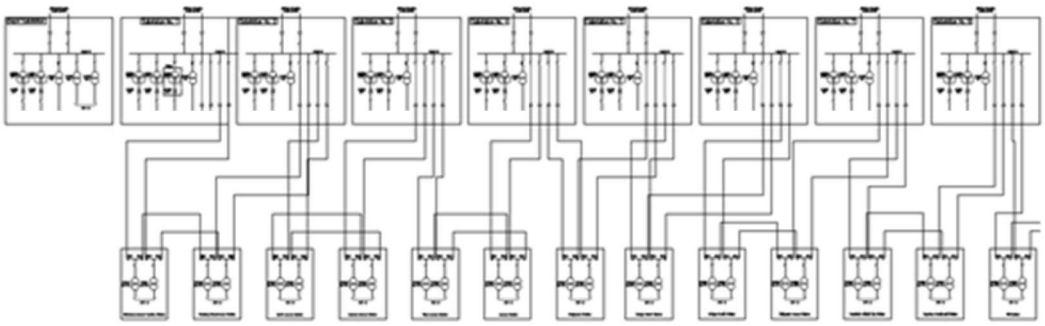
ループ並列方式は、電気室の変圧器数を 2 組に増やし、冗長性を高める方式である。
このシステムは、既存のマニラシステムで採用されている。



出典：JICA 調査団

図 3.6.8　ループ並列方式の例

さらに、並列システムではループも 2 倍にし、冗長性を最大限に引き上げている。
高信頼性ではあるがコスト面でのメリットは減少する。
MMSP の第一期工事は主に地下区間であるため、配電システムには高信頼性が要求される。



出典：JICA 調査団

図 3.6.9　並列方式の例

MMSP にループシステム或いはループ並列システムより高い信頼性が要求される場合には、並列方式を考慮する必要がる。

今回、信頼性、建設コスト、フィリピンの既設の運転実績を考慮して、図 3.6.8 に示すループ並列システムを推奨する。

3.6.5　照明設備

地下駅の各部の照明は、乗客の安全と快適さを考慮して設定する必要があります。 駅などの利用者数を考慮して、プラットホームやコンコースなどの部分に分け、２００～３００ルクス程度に設計する。

照明の電源は、複数系統の特別高圧及び防災システムから配電し、偶発的停電等による無点灯状態の発生を防止する。 また、防災システムから配電する照明は非常用照明であり、発電機を電源として電力を供給し、約４時間点灯し、乗客、駅員の避難、消防隊の活動を支援する。

3.6.6　電力 SCADA

電力 SCADA は変電所や電気室などの鉄道用電気設備の監視と制御を行うＭＭＳＰの電力供給システムを監理するための重要なシステムである。

電力 SCADA は非鉄道ビジネス用の電気設備の監視制御は行わない。
電力 SCADA は運行管理システムと同じ OCC で監理・制御される。

(1)　電力 SCADA の機能

電力 SCADA は装置や設備の状態を総括的な監視制御や省力化、電力システムの効率的な管理を可能にします。また、電力 SCADA は機器の異常を検知し、列車運行や信号システムなどの他のシステムと協力して運転員が適切な対応が取れるように検出情報を表示する。
電力供給システムの監視制御項目の一例を表 3.6.11 に示す。

表 3.6.11　監視制御項目の例

電気設備	監視制御項目
き電変電所及び電気室	全ての遮断器及び断路器状態表示 全ての保護装置の状態表示 保護装置及び警報の故障表示 各所の電圧及び電流表示 機器の自動制御

出典：JICA 調査団

電力 SCADA は、操作卓、情報処理装置、遠方制御装置の 3 つの装置で構成される。これ等のシステムは信号伝送ネットワークを除き、通信や信号システムとは独立している。

(2)　操作卓

操作卓は、オペレーター用のマンマシン・インタフェースとして、大画面ディスプレイ、LCD ディスプレイ、マイクロプロセッサーなどから構成される。
大画面ディスプレイは、リアルタイムで設備の電源系統図あるいは変電所の単線結線図などのシステム状況を総合的に表示する。
LCD ディスプレイ及びグラフィカルユーザーインターフェイスを備えた、ワークステーション或いは PC がオペレーターへのインターフェースとして装備をされる。

(3)　情報処理装置

情報処理装置は他のシステムに依存しない電力 SCADA 用の専用コンピューターである。
少なくとも、2 重系の冗長度構成はシステムの信頼度を確保するために必要である。
情報処理装置の主な機能は以下のとおりである:

- 電力供給装置の設備運転記録の管理
- 個々あるいはグループ化された設備の制御
- 予定された電源の自動切換
- 操作卓、情報処理装置、遠隔制御方式および伝送線路の状況のモニタリング
- 設備データの統計

(4)　遠隔制御システム

各 TSS および E R の電気機器は、光ケーブルを伝送線路に使用した遠隔端末装置(RTU)を通して監視・制御される。

各 TSS および ER には RTU が設置され、制御される機器に接続される。

電気通信より供給される OFC の一部が伝送線路として遠隔制御方式に使用される。

SM100C OFC の 4 本のコアが遠隔制御方式に必要である。

牽引変電所の設備、および駅と車庫の電気室機器は、OCC から遠隔に監視・制御される。

各変電所のいくつかのコンポーネントに機能不全が検知された場合、自動的に安全に相互鎖錠が働く機能を OCC の電力 SCADA に設けられるものとする。

3.6.7　迷走電流

迷走電流とは、レールを流れる電流がレールから漏れて、地面を流れる電流である。

電気化学的腐食が、漂遊電流のためにレールの周りの地下に埋設された金属管に発生する可能性がある。

さらに、レール帰線電流は、本線からデポや留置線に向かって流れる傾向がある。

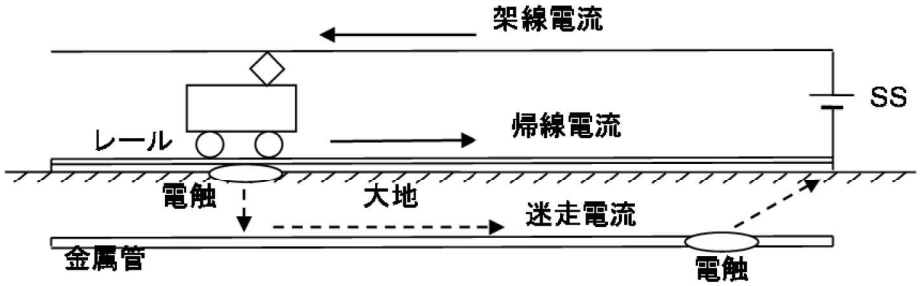
これは、多くのレールがデポや留置線では並行して敷設されているため、レール抵抗がメインラインよりも小さくなるためである。

そのため、帰線電流により車両基地で働く人間に感電事故を発生させることがある。

(1)　電食

電食とは直流電流により金属が電気分解を起こし、金属が腐食すること、或いは、異なる種類の金属を接続したものが電解質に満たされることで金属が腐食する現象の事を指す。

図 3.6.10 は金属製の配管に帰線電流を流す変電所が近くにあった場合、一般的に発生する電食の図である。レールが密集している車両工場や車両基地線では接地抵抗が低くなっているため電食が発生しやすい。その結果、電食の問題は車両基地や留置線で特に発生しやすい。



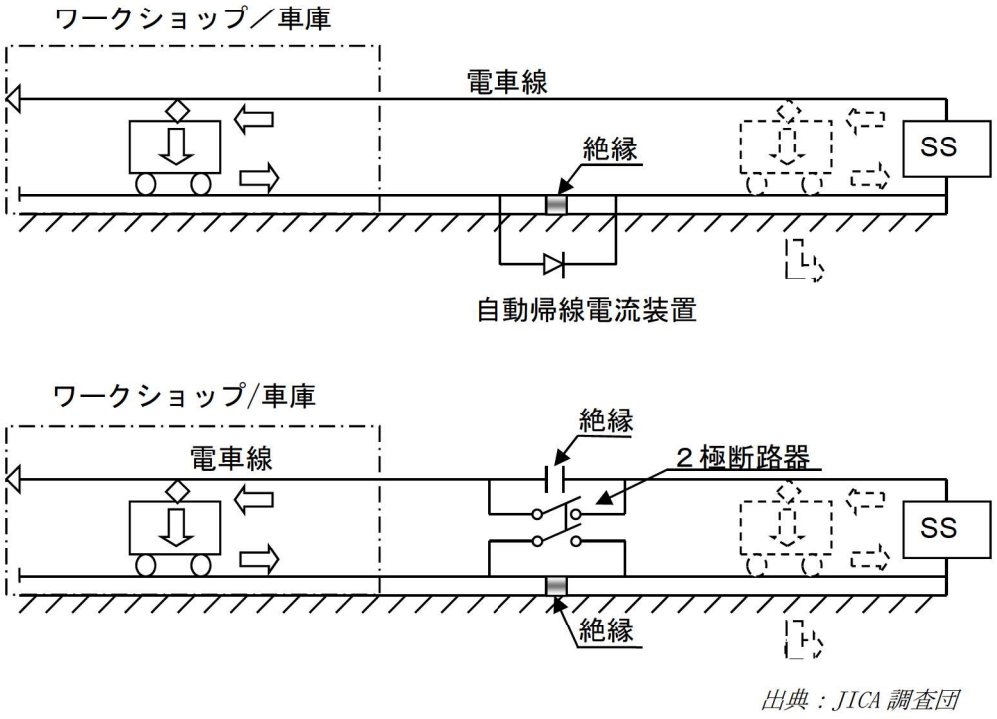
出典：JICA 調査団

図 3.6.10　帰線電流による電触

(2)　迷走電流対策

迷走電流を低減させることが最も基本的な電食防止対策である。対策として、漏洩電流を減らすこと、帰線電流の導体抵抗を低くすること、漏えい電時間を短くすることで電食防止が可能である。

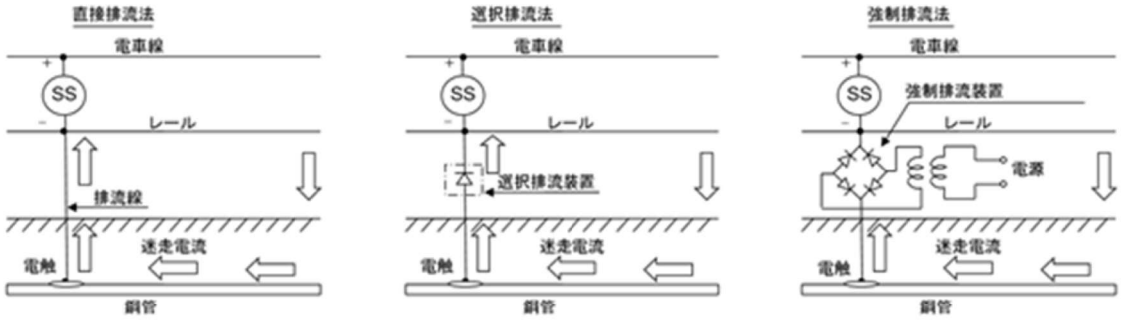
- 漏洩電流：道床の排水を良くする等、レールからの漏れ抵抗を大きくすることで、漏洩電流を減らすことができる。
- レール抵抗：大きいサイズのレールを設置し、レールボンドを適切に保守することで帰線電流の導体抵抗を減らし漏えい電流を減らすことができる。
- 漏洩時間：漏洩電流が流れる時間を減らすことは、本線上の列車運行計画を制限しなくてはならないためとても難しい。しかし、車両工場や車両基地線では適切な位置に帰線電流開閉装置を設けることで漏洩時間の低減を図ることができる。電車が車両基地や留置線に滞留していないときに、帰線電流開閉装置はレールと電車線路を絶縁する機能を持っている。



出典：JICA 調査団

図 3.6.11　自動帰線電流装置及び 2 極断路器による漏れ電流削減

電食は迷走電流の流れを制御する装置を設けることにより削減することができる。迷走電流は変電所周辺の金属管に電食を発生させる。埋設金属管やレールを電気的に接続することにより電食を防ぐ装置を排流装置と呼んでいる。直接的、選択的及び強制的に排流する 3 種類の装置の概要を図 3.6.12 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.6.12　排流装置の概要

日本における数々の案件における多くの経験において、電食に対するこれ等の緩和装置の設置が電食現象の発生後に行われている。

従って、排流装置による緩和対策は電食問題の発生した後、あるいは見つかった時点で実行することを推奨する。

3.7　信号・通信設備計画

3.7.1　信号設備

(1)　序文

信号設備は、列車運行の安全確保をする上で欠くことができないものであることは言うまでもなく、さらに、列車の定時運行を維持する上でも重要な設備となっている。本プロジェクトの対象区間のうち Phase 1 で施工する区間ではほとんどの部分が地下構造で、Phase 2 で施工する南北の区間では高架構造となる計画である。

一般的に都市鉄道として建設される鉄道では、利用客の利便性を考慮し都市内に多くの駅を配置するため、駅間距離が中長距離鉄道に比べ短い。また、車両の加減速性能の良い列車を導入するが乗客のために極端な加減速は出来ないので、最高速度はあまり高くすることは出来ない。そして、ラッシュ時には 2 分間隔程度の短い列車運転間隔で運転するなどの特徴がある。

一方、地下鉄は一般的に構造物を避けて、道路の下などに建設するため、急曲線、急勾配が多くなる。信号機を設置した場合、運転士からの見通し距離を確保することが難しいこと、短い運転時隔で運転することから、多くの地下鉄では車内信号方式とする場合が多い。

車内信号式の場合、地上から車上に送信する方式や、制御方法にいくつかの種類が存在するが、

近年建設される地下鉄等の都市鉄道では世界的に IEEE1474 で規定している CBTC を採用する事例が多くなっている。これは、CBTC が高い安全性と信頼性を持ち、工事費が従来の方式に比べ低廉化できる点にある。

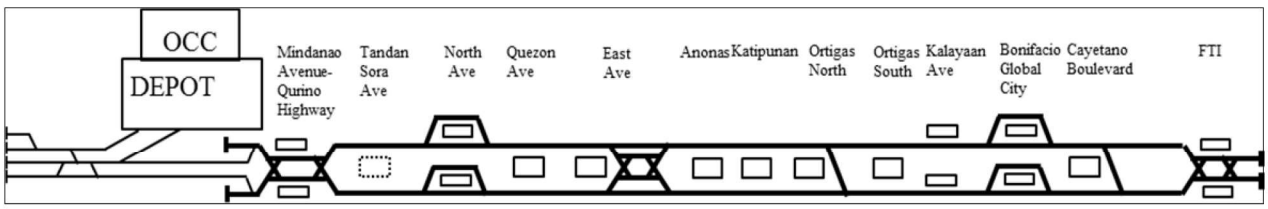
現在要求されている最少運転間隔は 4 分であるが、列車運転乱れ時の通常運転への早期回復、将来の需要増による列車運転間隔の短縮を考慮すると設計上は 2 分程度で運転できる設備として将来の変更に柔軟に対応できることが望ましい。

(2)　前提条件

本設計の前提条件を次に示す。

- 地下鉄、フェーズ 2 区間は高架区間
- 単線シールドトンネル
- き電方式： 地下部は剛体架線方式 ， 地上部は架線方式
- 電化方式：1500V DC
- 駅配線

非常時折り返しと急行運転時の退避を考慮した駅配線である。



出典：JICA 調査団

図 3.7.1　駅配線

(3)　信号設備の要件

(1) 高い安全性、信頼性、可用性、保守性を持つこと。
(2) 運転の要求を満たすこと。

信号設備の設計上重要な運転と設備の要求について次に示す。

(a) 最高速度: 80km/h(地下区間),120km/h(高架区間)
(b) 表定速度: 49km/h(Local), 34km/h(Express)
(c) 運行間隔: 4 分間隔, 設計値: 2 分間隔
(d) 車両編成: 開業時 6 両編成、その後 8 両編成,10 両編成 (2050) とする。
(e) 運転方向: 右側通行
(f) 逆方向運転:　逆方向には運転しない、但し車両基地への入出庫線は双方向に運転可能とする。
(g) 単線並列：実施しない。
(h) 急行運転を行う。North avenue station , Bonifacio global city station にて追い越す計画。
(i) 異常時運転: 途中駅折り返し
(j) 相互乗り入れ:考慮する。
(k) 車両基地内の運転方法
- 回送線から着発線への到着出発まで ATO 運転により制御する。但し、線路配線等の条件を考慮し詳細設計で範囲を決める。
- 着発線から工場や検修線との入換は DEPOT モードで手動運転する、このエリアでは ATP が使用できない場合があるためである。デポモードでは地上に設置した入換信号機の現示に従い運転士がマニュアル運転を行う。

(l) 定点停止：ホームドアを設置する予定であり、ATO による定点停止制御が必須となる。
(m) 列車防護装置:ホーム上に列車防護装置押釦を設置し、乗客及び駅係員の操作により対象となる列車に ATP 地上装置から非常停止信号を送信する。

(4)　信頼性要求

単一系故障時においても運転を継続することが可能な冗長なシステム構成とする。

(5)　安全要求

安全に関わるシステムの安全要求は SIL4 (IEC 61508)とする。

(6)　システム検討

1)　運転モード

列車は、次に示す 5 つの運転モードを持つ。

- ATO モード（ATO with driver）
  ATO 装置による自動運転を行うモード、ATO モードは ATP が正常に機能している場合で、ATP の制御下での自動運転を行う。ATO モードは本線上と本線から車両基地の着発線への到着、出発で使用することができる。

- LMD モード（Limited speed Manual Driving with ATP）
  ATP の制御下での運転士による手動運転。LMD モードは本線上と本線から車両基地の着発線への到着、出発で使用することができる。

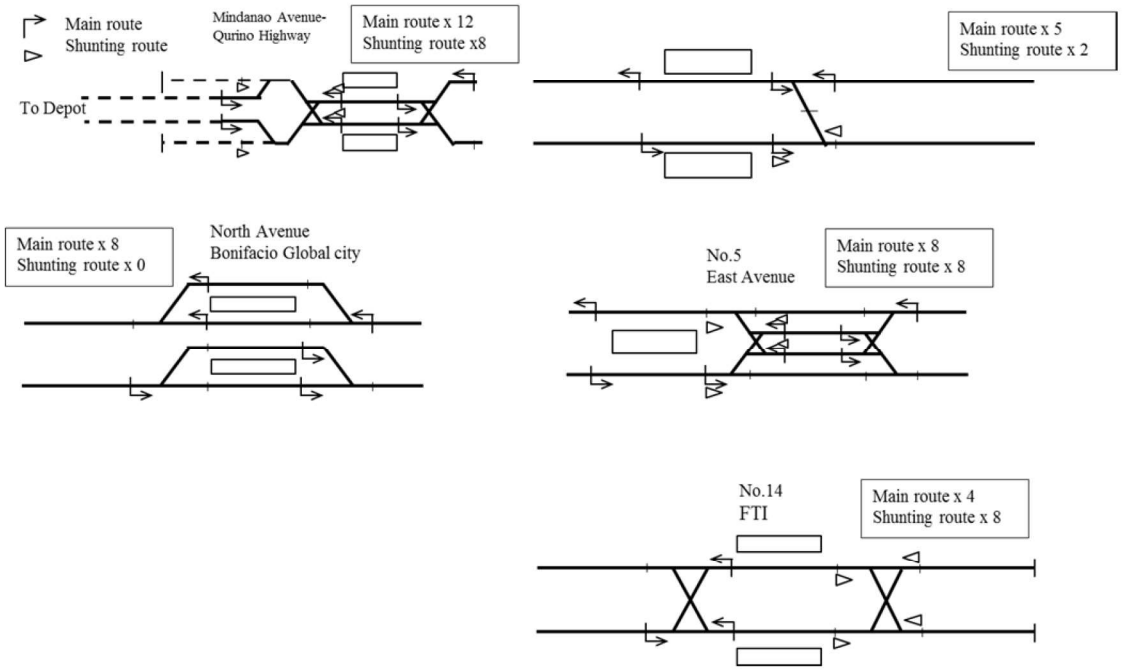
- ROS モード（Running On Sight with Ceiling Speed）
  ATP 車上装置が正常に動作している状態で尚且つ ATP 地上装置が部分的に故障している時、車内信号が停止を現示している状態で列車を走行させるために使用する。ATP 車上装置が 25km/h の速度制限を行う。ROS モードは本線上と本線から車両基地の着発線への到着、出発で使用することができる。ROS モードは LMD モードに設定した状態で、ROS ボタンを押している間機能する。

- DEPOT モード（This mode working in the depot only with Ceiling Speed）
  運転は地上信号機の現示を運転士が確認し車両を運転する。ATP 車上装置が 25km/h 又は定められた速度以下の速度制御を行う。車両基地内のみで設定することができるモード。

- ATP off モード(ATP OFF mode only applying for emergency situation)
  ATP 車上装置が故障している時に列車を走行させる。ATP は全て機能しないため運転手の手動運転となる。ATP OFF モードは全ての区間で使用することができる。ATP OFF モードのスイッチは他のモード設定スイッチとは別に用意し、容易にスイッチを扱うことができない構造とする。
  注：制限速度は事業者との協議事項

2)　各駅の進路

現在検討している線形での本線の主進路及び入換進路を次に示す。
逆方向の主進路は設けない。入換進路も必要最低限とした。



出典：JICA 調査団

図 3.7.2　各駅の進路

(7)　信号方式の検討

1)　都市鉄道向け信号システム概要

都市鉄道には日々の通勤利用だけではなく、旅行などで訪れる乗客も多いので、安全な事はもちろん多頻度、速達性、快適性が要求される。信号システムはこれらの要求を満たすための重要な要素の一つである。都市鉄道は都市内で大量の人々を比較的短い区間で頻繁に移動させる。一方中長距離の通勤線では、比較的長い距離を限られた本数で移動させる。このような性格の違う線区ではこれまでも採用するシステムに違いがあった。中長距離では列車間隔が長いため地上信号方式を採用し、地下鉄では、見通しが悪く、列車間隔が短いため、比較的早い時期から車内信号式の列車制御方式を採用していた。また、運転士は頻繁に運転操作を行うため、自動運転装置の採用にも積極的である。

2)　信号制御の基本的な目的

信号制御は同じ線路に複数の列車を走行させるための安全を確保することが主要な目的となる。これを実現するために運転士に進行、停止、速度指示等の信号を与える。これら信号の情報を作るために列車位置の検知が必要となる。列車の位置は閉そくという区間を決めて軌道回路や車軸検知装置により検知する。駅構内では、多くの進路があり分岐器によりそれらを区分するためより細かな列車位置検知が要求される。

利用客が増えて混雑の緩和を目的として線路の容量すなわち、列車本数を増やすために閉そく区間を細かく分割して多くの列車が走行できるようにする。列車の本数の増加による運転士のミスによる事故を防止するために自動列車防護装置を設備する。

省エネや乗客の乗り心地の向上、ホーム上の安全を確保する PSD のための定位置停止制御などを実現するために自動運転装置を設備する。

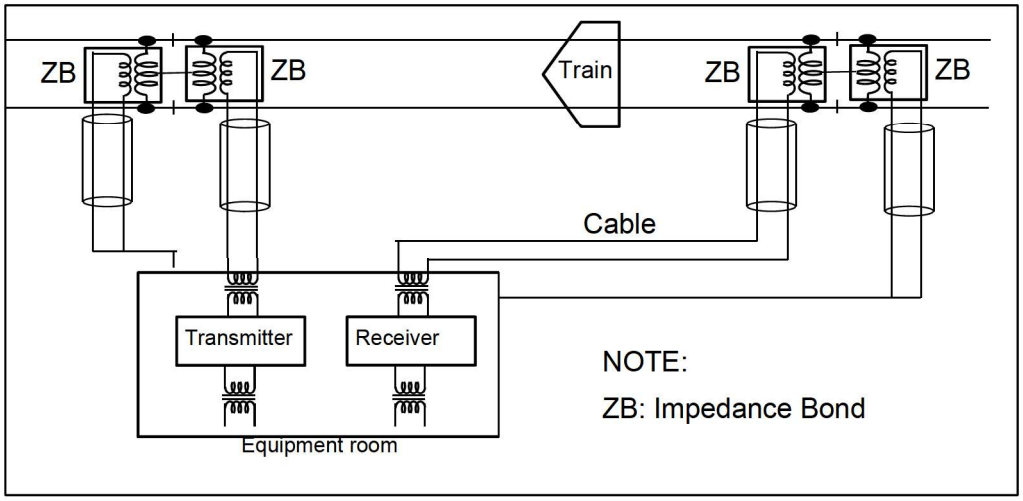
線区全体の運行を管理することを目的として運行管理センター（OCC）を設置し、線区全体の列車運行を監視する。列車運行に乱れが生じた時、災害時の緊急指示などに列車の運転士に OCC の運転指令から指示を行う。このような目的のために、運行管理装置を設置し、列車の在線表示、進路制御の状況など線区全体の情報を表示する。

3)　連動装置

駅構内には多くの線路が集中、分岐する。列車の運転に必要な全ての進路が設定できるように線路配線が決められている。線路の分岐には進路を制御するために転てつ機が設置され、進路の入り口には進路への許可を表示する信号機が配置されている。連動装置は複数の進路のある駅構内で、転てつ機や信号機を連鎖し列車の進路の安全を確保する装置である。連動装置は、列車位置と転てつ機の向き、信号機の現示などの条件を入力し進路制御を行う。最近ではコンピュータを使用しソフトウエアで制御する Computer Based Interlocking(CBI)が多く使用されている。都市鉄道では駅の線路配線が比較的簡単なため、各駅毎に連動装置を分散配置せずに OCC 等一か所へ集約し各駅には入出力部だけを設置しこの間を光ケーブル等で接続し制御を行う集中連動によりコストを抑制する方式も実用化されている。

4)　列車位置検知

固定閉そく式で連動装置や列車間隔制御の基本となる列車位置の検知を行う方法は軌道回路、車軸検知が長い間主流であったが、移動閉そく式では列車自身が線路上の位置を検知し地上の列車位置を管理する装置に無線を使って伝送する。軌道回路、車軸検知ではレールに電気回路を接続したり、車軸検知器を設置する必要があるが車上位置検知では列車自身で位置を検出するため地上設備が不要となる。代表的な有絶縁式軌道回路の機器構成を次に示す。

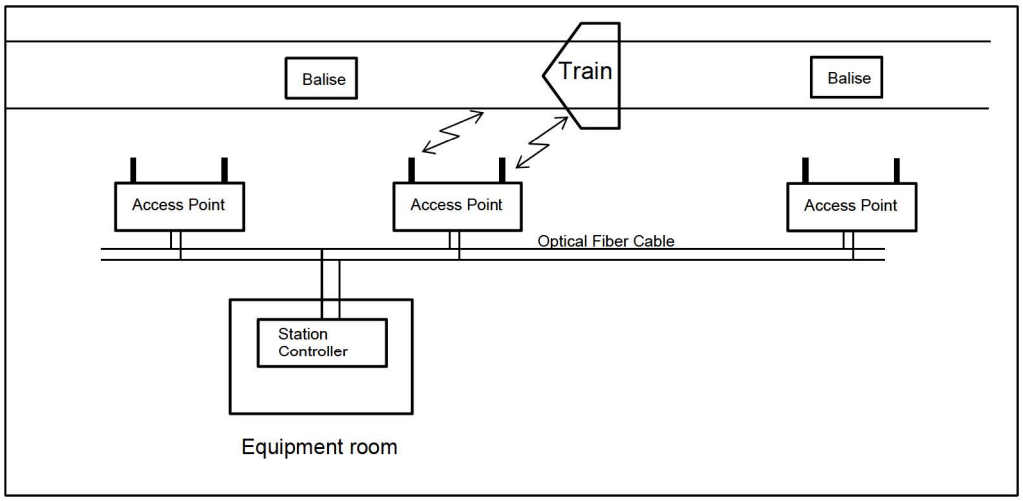


出典：JICA 調査団

図 3.7.3　有絶縁軌道回路の構成

この方式では、機器室の送信機から列車検知用の信号をケーブルを通して軌道回路境界に設置しているインピーダンスボンド（ZB）を通してレールに送信する。軌道回路の反対側の ZB を通じて軌道回路に流れている列車検知信号を受信しケーブルを通して機器室の受信器で受信する。この信号から列車がその軌道回路に在線しているか非在線かを検出する。軌道回路はレールに列車検知信号を流し、レールを列車の車軸が短絡することで、受信側の信号が変化することを利用し列車の有無を検出する装置である。

注：ZB は電車電流は隣接する区間に流すが信号電流を流さない装置。



出典：JICA 調査団

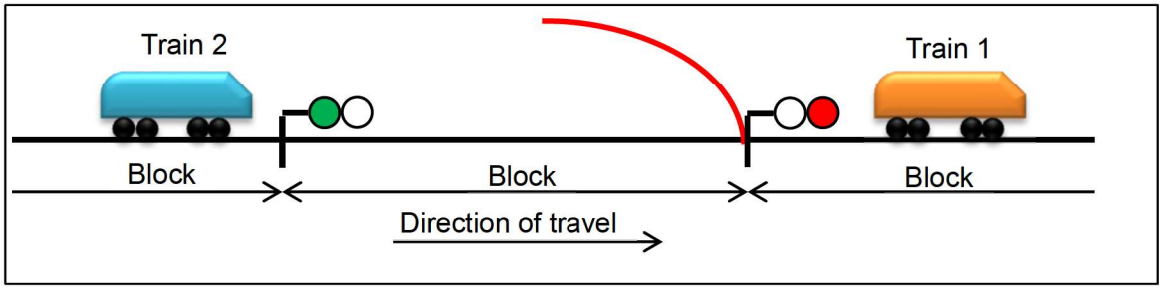
図 3.7.4　車上列車位置検知構成図

車上位置検知は図 3.7.4 の構成で、線路上の絶対位置はバリスによって車上に与えられる。列車上ではセンサーによって車輪の回転を検知して列車が進んだ距離を計算する。車輪の空転などによる誤差を考慮して 1km 毎程度にバリスを設置して誤差を補正する。

5)　列車間隔制御

線路に走行する列車の本数を増やすために、一定時間を空けて列車を駅から発車させる時間間隔法が鉄道を当初使用されたが、前方の途中で停止していると衝突の危険があることから、軌道回路が発明されると線路を複数の閉そくに区切りその入り口に信号機を設ける閉そく信号方式(図 3.7.6)が考案された。

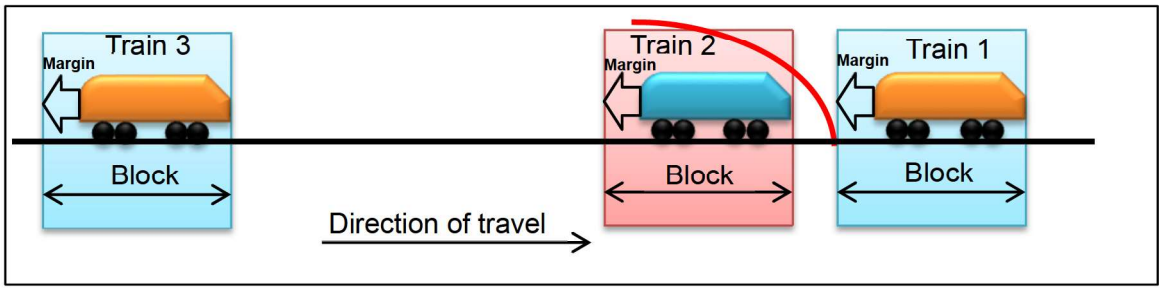
固定閉そく区間の列車検知は軌道回路又は車軸検知が用いられ、駅間に連続的に設置されて、固定閉そくを多く区分することで駅間に走行する列車の本数を増やすことが出来る。



出典：JICA 調査団

図 3.7.5　固定閉そく式

移動閉そく方式では駅間に無線の送受信器を設け列車と情報伝送を行うことで列車が列車位置を自ら検出し自動的に前方列車との間隔を制御する。



出典：JICA 調査団

図 3.7.6　移動閉そく式

6)　車内信号と地上と車上の情報伝送技術

信号は運転士に走行情報を伝えるものである。地上に設置する信号機では見える距離の制限があり、地下鉄では曲線、勾配のある箇所では見えなくなる。そこで地上から列車上に信号の情報を伝送し運転台に信号を現示する車内信号を使う。この方法では軌道回路で検知した列車の位置から後方の列車に指示する情報（速度情報や停止位置までの距離情報等）を計算し送信する。送信方式にはレールを通して伝送するものや電線を布設し電線に信号情報を送信し車上に伝送するものなどが使われてきた。送信する信号情報はアナログからデジタル情報に変わり情報が格段に増えた、CBTC では ISM 帯の周波数で Wi-Fi 技術を利用し伝送し、ETCS では携帯電話の技術を利用したGSM-Rにより伝送する。情報伝送量はGSM-Rは10kbps以下でWi-Fiが10Mbps以上であり伝送可能な情報量が多い。

7)　自動列車防護装置

ATP は運転士の誤認や誤操作による事故を機械的に防止することから始まった。信号機の内方に列車が在線している時にはその閉そく区間の後方に現示する信号は停止現示（赤信号）を現示する。運転士はこの信号機を超えないように列車を運転するが信号機の手前に停止するためには、信号機の現示は列車のブレーキ距離(600m 程度)以上手前から見える必要がある。古いタイプの ATP は信号機からブレーキ距離以上離れた位置の一点で赤信号の情報を列車上に伝送するものであった列車上に伝送する情報が増やせるようになると走行可能な速度を伝送し制限速度を車内信号に現示することができるようになった。運転士の速度調節が行われずに車内信

号の速度を超えた場合には自動的にその速度以下に調節する自動列車制御装置が開発された。この方式では速度の計算と速度指示は地上から送信し制御されるので地上主体形の制御方式である。伝送情報がデジタル化され多くの情報が伝送できるようになると走行可能な位置を車上に伝送し列車自身が自列車の位置と比較しながら速度を調整し走行することが可能となった、この方式を車上主体形の制御方式という。また走行可能な位置を指示することからDistance to Go方式ともいう。ETCSやCBTCではこの方式であり、列車毎に最適なブレーキ曲線を持ち走行することが可能となる。Distance to Go方式においても固定閉そく式の場合は走行可能な位置は閉そく境界となるため、前方の列車が閉そくを抜けるまでこの位置は更新されない。閉そくの長さが例えば500mであれば、列車が80km/hで走行すると500m＋列車長(10両だと200m)では列車が閉そくを抜けるまでに31.5秒かかるのでこの間は後方列車への走行可能な位置の情報は更新されない。

8)　自動列車運転装置

ATPができたことで､前方の列車に対する後方列車の速度制御が自動的に行われるようになったため、加速を自動的に行えば駅間を自動的に運転することができるようになった。ATOが加速と減速を最適に調整することで電車走行時のエネルギー消費を最適化することが可能となる。また、駅間走行時間が一定となり列車の乱れが無くなる。定点停止制御機能でホームへ正確に停止することが出来るため、ホームドアを設置する際に必須の設備となる。

9)　運行管理装置

ATSは線区全体の列車の位置を指令所（OCC）において管理し、線区のタイムテーブルに決められた時間に駅の進路を自動的に制御する。列車の乱れが生じた時の駅停車時間の調整や回復運転の指示を行い乱れの収束をする。線区全体の情報を集約するための情報伝送装置を使用し、各駅のATC装置へ進路制御情報を伝送し制御する。列車の在線位置及び各駅の信号の状態を各駅のATC装置から入力し運行画面に表示する。

10)　最近の列車制御技術のトレンド

最新の列車制御システムとして都市鉄道では、新規路線(Green field)路線でも老朽取替(Brown field)路線でもCBTCを採用する事例が多くみられる。日本における主要な地下鉄の一つである東京メトロにおいても、次期の列車制御装置にCBTCを採用することを表明している。一方で地上信号機により制御している中長距離鉄道では、ETCS Level1 or 2の採用をしている事例が多い。

11)　ETCS

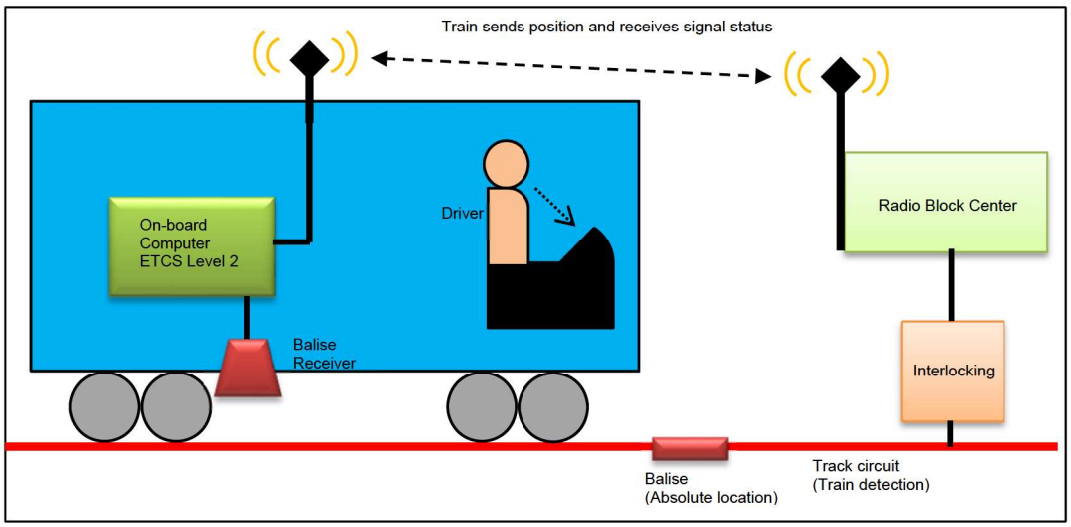
EU統合を契機にヨーロッパの鉄道の役割を強化し競争力を持たせるために､EUは共通の技術的基準を持つヨーロッパ単一鉄道システムを持つ必要があった。

EU内の鉄道の相互運用の最大の問題は鉄道運転方式の多様さとこれらを統一することの困難さにあった。この問題を解決するための方法として1996年に仕様が制定された。Alstom,

Ansaldo, Bombardier, Invensys, Siemens and Thales　がこの仕様を基に ETCS の最終化を行った。最初の ETCS 列車はパリ・フランクフルト間で 2007 年開業した、EU 諸国では ETCS を使用することが必須事項である。

EU 諸国以外でも Algeria, China, India, Israel, Kazakhstan, Korea, Mexico, New Zealand, and Saudi Arabia 等が ETCS の採用を決めたが、都市鉄道としての採用は少ない。

(a)　ETCS の特徴



出典：JICA 調査団

図 3.7.7　ETCS の構成

図 3.7.7 に ETCS の構成を示す。

GMS-R を通して無線基地局(RBC)と連続的なデータ伝送を行なう必要がある。信号情報は運転台のディスプレイに表示される。ユーロバリスは絶対位置を列車を決定するためだけに使用する。線路沿線に軌道回路、連動装置等の地上設備が必要となる。

(b)　ETCS の長所

ETCS の仕様策定段階から信号機器メーカーがかかわってきたため多くのメーカーから機器を調達し組み合わせることが出来る。都市間鉄道や高速鉄道の制御もできるように考慮されている。GDM-R 無線の到達距離が約 5km と長いためアンテナと基地局の数が少ない。

(c)　ETCS の短所

ETCS は国を超えて自由に列車運行を可能にすることが主目的であり、ATP の機能に限って実装しているため ATO と組み合わせる事例は無く ATS も仕様には含まれず（図 3.7.9 参照）インターフェースを作成しなければならない。列車検知を軌道回路で行うために列車間隔を軌道回路長以下にすることができない。地下区間では無線電波は LCX を通して伝送することになるため、LCX 布設費用が必要となる LCX と列車検知のために軌道回路が必要となることで、イニシャルコスト・メンテナンスコストが増える。軌道回路はレールを利用するためレールに接続する機器が増え雷害や地絡事故の影響で機器が故障する機会が増える。

列車制御の情報伝送で無線を利用するため妨害や成りすまし等の妨害を受ける可能性がある。

12) CBTC

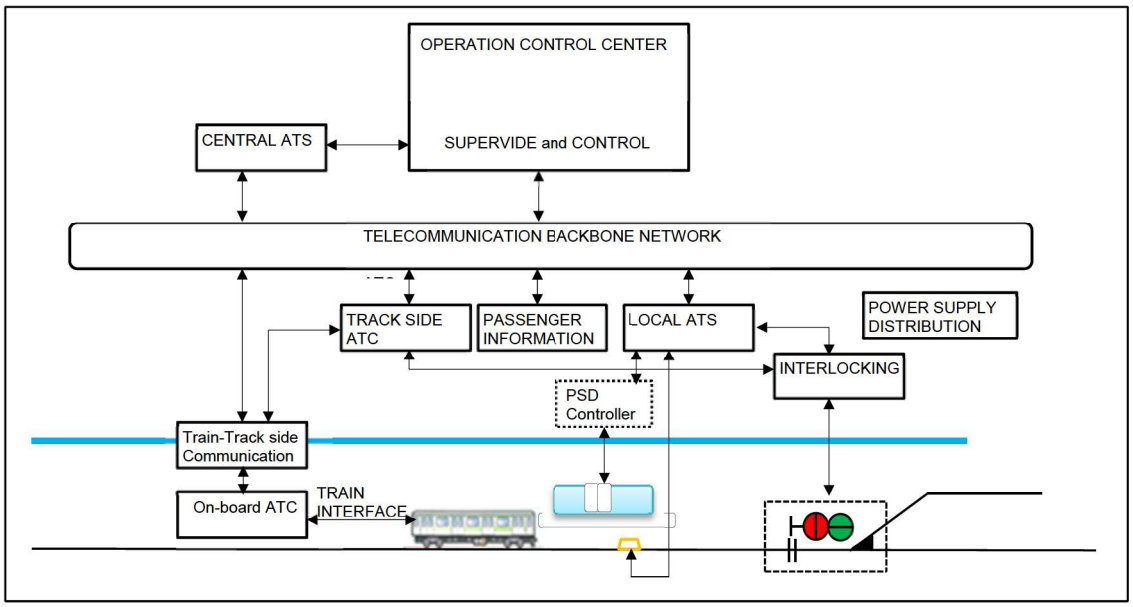
(a) CBTC の背景

デジタル無線通信技術の発展により列車と地上間の通信技術が高速に出来るようになったことから列車制御情報を車上に伝送しこの情報を基に列車自身が速度制御や停止制御を行うことが可能となった。車上から列車位置を地上に、地上から走行可能な位置を車上にリアルタイムに伝送することで移動閉そくを実現することが可能となった。これを IEEE において標準化し IEEE1474 では次のような特徴を備えるとしている。

a) 列車の位置検知は高精度で軌道回路に依存しない。
b) 列車と地上との連続的且つ高性能の双方向データ通信.
c) 重要な機能を実行する車載及び地上の処理装置及び連続的な自動列車防護装置(ATP)、自動列車運転装置(ATO)、運行管理装置(ATS)も提供する。

(b) CBTC の特徴

図 3.7.8 に CBTC の構成を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.7.8　CBTC の構成

CBTC は主に都市鉄道（ether Light or Heavy）に使われている洗練された近代的な信号システムである。車上装置のコンピュータが常に自分の位置と無線で伝送されてくるデータを基に計算を行い列車の制御を行う。地上から送られてくるデータは、前方の列車の位置を基に計算された走行可能な位置や停止しなければならない進路や線路の終端等である。地上に伝送された列車位置のデータは地上の ATC 装置に送信され、後方列車へのデータ送信、連動装置の制御や OCC の ATS で列車位置の表示などに利用される。ATO による自動運転は ATP の制限速度以下の範囲で運転できるように制御する。駅への停止は PSD の位置に合わせた定点停止機能を使い常に同じ位置に停止される。駅に停止している時にバリスを介して PSD の制御装置とインター

フェースしPSDのドア開閉と列車のドアを連動させて運転台から制御することができる。また、駅停車時にはバリスを通じでATSと通信を行い運転間隔調整のための発車の抑止等の運行調整を行う。

(c)　CBTCの長所

全てのシステムが冗長構成をとることで単一系の故障では運行に影響を与えることは無く信頼性が非常に高い。将来の需要の増加に柔軟に対応でき列車の運行密度を柔軟に追加の投資無しに変更することができる。さらに、ATOの効果と軌道回路が無いことによりCBTCシステム全体での電力消費はETCSに比べ非常に少ない。さらに軌道に直結する装置がないことから雷害や地絡事故により機器が破損する機会が減る。軌道回路に関係する機器が無くなり線路に沿った設備が減ることで設備の点検保守の作業が減りイニシャルコスト・メンテナンスコストが減少する。

(d)　CBTCの短所

列車制御の情報伝送に無線を利用していることから、妨害や成りすまし等の妨害のリスクがあるが各サプライヤーは暗号化や認証、通信方法に独自の方法をとるなど様々な方法で対処することが可能となっている。無線の到達距離が500～600m程度のため、線路沿線にアンテナが多く必要となるが機器が一般的に利用されているWi-Fi技術を活用しているため安価である。

13) ETCS と CBTC の比較

(a) 比較表

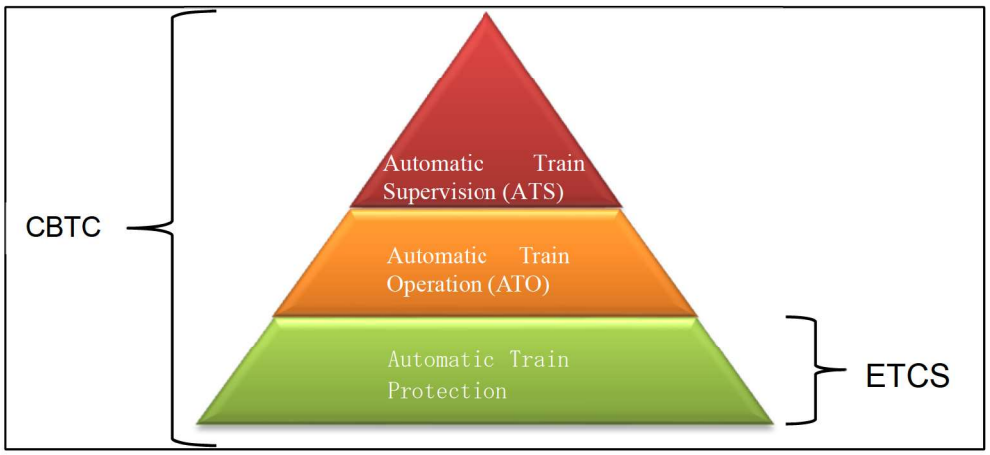
CBTC と ETCS Level 2 の運転、技術、コストなどについて以下に比較した。

表 3.7.1　CBTC と ETCS Level 2 の比較表

	CBTC	ETCS Level 2
規格	IEEE 1474	Technical Specification for Interoperability
運転		
閉そく	**移動閉そく**	固定閉そく
列車間隔	**2 分**	4 分
最高速度	120kn/h 以下	**500km/h 以下**
	120km/h(高架区間)	160km/h(NSCR 特急)
	80km/h(地下区間)	120kn/h(NSCR 普通)
運転方式	**ATO**	手動運転
ホームドア	**PSD と同期**	同期できない
技術		
信号方式	車内信号	車内信号
間隔制御	移動閉そく	固定閉そく
列車検知	**車上**	軌道回路、車軸検知
制御方式	連続制御	連続制御
ATO	**規格に含む**	規格外
通信方式	Wi-Fi	GSM-R
Interoperability method	CBTC on-board equipment	ETCS L2 on-board equipment
価格		
ホームドアー制御	**ATO に含む**	ATO は含まない.
輸送の要求	**CBTC は線区の最高密度まで制御できる。**	軌道回路を細分化する必要がある。
保守費用		軌道回路に保守費用がかかる軌道保守にも影響する、CBTC より高くなる。
メーカー	ALSTOM, SIEMENS, THALES, BOMBARDIER, ANSALDO STS, INVENSYS, NIPPON SIGNAL, HITACH, etc.	ALSTOM, SIEMENS, THALES, BOMBARDIER, CAF, ANSALDO STS, MERMEC, etc.
Procurement	Easy	Easy
Application Example	Metro/Urban Railway	Inter-city/High Speed
Recommendation	✔	

出典：JICA 調査団

CBTC と ETCS のシステム構成を下図にしめす。CBTC は図 3.7.9 のように ATP, ATO, ATS を含んだトータル列車制御システムであるが、ETCS は ATP のみの機能を提供する。ATO は ATP の制限下で列車の自動運転を提供する。ATS は ATP, ATO からの情報を集約し運行管理を実施する。



出典：JICA 調査団

図 3.7.9　Automatic Train Control (ATC) hierarchy

14) 既存都市鉄道との比較

現在マニラ首都圏で運転されている鉄道は、LRT 1 号線、LRT 2 号線、MRT 3 号線、フィリピン国鉄の 4 路線が運行されている。また、マニラ首都圏地下鉄と同時期に建設する計画の南北通勤線がある。これらの信号設備を次に示す。

表 3.7.2　既存都市鉄道との比較

	Mega Manila Subway	North and South Commuter Railway line	LRT 1	LRT 2	MRT 3	PNR
信号方式	車内信号	車内信号	地上信号	車内信号	地上信号	地上信号
閉そく方式	移動閉そく式	固定閉そく式	固定閉そく式	固定閉そく式	固定閉そく式	固定閉そく式
列車位置検知	車上検知	軌道回路	車軸検知	軌道回路	軌道回路	—
列車防護方式	ATP (CBTC)	ATP (ETCS L2)	ATP 地上子点制御	ATP 軌道回路重畳＋地上子	ATP 地上子点制御	—
運転方式	ATO 自動運転	手動運転	手動運転	ATO 自動運転	手動運転	手動運転
運行管理	ATS	CTC, PRC	CTC, PRC	CTC, PRC	CTC, PRC	Local Control
最高運転速度	100kn/h	160km/h	60km/h	80km/h	65km/h	—
最少運転間隔	4 minutes	7.5 minutes	112Sec	1.5 minutes	3 minutes	—
運転方向	右側通行	右側通行	右側通行	右側通行	右側通行	右側通行
他線区乗り入れ	計画あり	計画あり	無し	無し	無し	—
電化方式	DC1500V OCS	DC1500V OCS	DC750V OCS	DC1500V OCS	DC750V OCS	No Electrification

注：LRT 1 と MRT 3 はマニラを南北に通るルート。路面電車規模の設備であり、設備されてから 20 年ほど経過して設備更新時期である。LRT2 はマニラを東西に通るルート。2003 年開業でありこちらも 10 年以上が経過している。

出典：JICA 調査団

(a)　アジア地域で CBTC が採用されている線区のリストを次に示す。

表 3.7.3　アジア地域での CBTC

Location/System	Supplier	Commissioning	km	No. of trains	Level of Automation
Yongin	Bombardier	2011	19	30	UTO
Xian Metro	Ansaldo STS	2011	26.6	22	STO
Xian Metro	Siemens	2013 – 2014	25.4	80	STO
Wuxi Metro	Alstom	2015	58	46	STO
Wuhan Metro	Thales	2004	27	32	STO
Wuhan Metro	Alstom	2013	60	45	STO
Tianjin Metro	Bombardier	2012	52	40	STO
Taipei Metro	Bombardier	2009	26	76	UTO
Taipei Metro	Ansaldo STS	2015	15	17	UTO
Taichung Metro	Alstom	2017	18	29	UTO
Singapore MRT	Alstom	2003	20	43	UTO
Singapore MRT	Alstom	2009	35	64	UTO
Singapore MRT	Invensys	2013	42	92	UTO
Singapore MRT	Thales	2017	100	186	DTO
Singapore MRT	Alstom	2019	43	91	UTO
Shenzhen Metro	Bombardier	2011	42	43	STO
Shenzhen Metro	Alstom	2010 – 2011	76	65	STO
Shenzhen Metro	Thales Saic Transport	2014	25.38		
Shenyang Metro	Ansaldo STS	2010	27	23	STO
Shenyang Metro	Ansaldo STS	2011	21.5	20	STO
Shanghai Metro	Thales	2009	238	267	STO
Shanghai Metro	Alstom	From 2010 to 2015	120	152	UTO and STO
Ningbo Metro	Alstom	2014	21	22	ATO
NeoTrans Co. Ltd.	Thales	2014	30.5	12	UTO
Nanjing Metro	Thales	2014	36	15	STO
Nanjing Metro	Siemens	From 2010 to 2015	137	140	
Kunming Metro	Alstom	2013	42	38	ATO
Kuala Lumpur Metro (LRT)	Thales	2016	45.1	50	UTO

Location/System	Supplier	Commissioning	km	No. of trains	Level of Automation
Kuala Lumpur Metro (LRT)	Thales	2016	46.4	76	UTO
Kuala Lumpur Metro (LRT)	Thales	2020	36		UTO
Kochi Metro	Alstom	2016	26	25	ATO
Klang Valley Metro (MRT)	Bombardier	2017	51	74	UTO
Klang Valley Metro (MRT)	Bombardier	2021	52.2		UTO
Incheon Subway	Thales	2014	29	37	UTO
Hyderabad Metro Rail	Thales	2016	72	57	STO
Hong Kong MTRC	Thales	2014	4	14	UTO
Hong Kong MTR	Thales	2003	35.4	29	STO
Hong Kong MTR	Thales	2004	11.4	15	STO
Hong Kong MTR	Thales	2005	3	3	UTO
Hong Kong MTR	Alstom	2016	7	10	UTO
Hong Kong MTR	Siemens	2019	41.5	37	STO
Hong Kong MTR	Thales	2020			STO & DTO
Guangzhou Metro	Bombardier	2010	4	19	DTO
Guangzhou Metro	Thales	2010	67	40	DTO
Guangzhou Metro	Alstom	2012	24	27	ATO
Guangzhou Metro	Siemens		70		
Gimpo	Nippon Signal	2018	23.63		UTO
Delhi Metro	Bombardier	2015	55		
Chongqing Metro	Siemens	2011 – 2018	94	80	STO
Chengdu Metro	Alstom	2015	22.4		ATO
Beijing Subway	Thales	2009	29	40	STO
Beijing Subway	Thales	2010	22		STO
Beijing Subway	Nippon Signal	2010	41.4	28	UTO
Beijing Subway	Siemens	2013	84	150	STO
Beijing Subway	Alstom	From 2008 to 2015	159	240	STO and DTO
B&G Metro	Thales	2011	23.5	25	UTO

出典：JICA 調査団（ウイキペディア）

上記表によると中国を中心に、台湾、韓国、シンガポール、マレーシア、インドの都市鉄道、地下鉄で 2000 年以降に CBTC が採用されている。

15)　他線区との相互乗り入れ

(a)　相互直通運転の検討

相互乗り入れを将来ＦＴＩ駅において行う可能性がある。地上設備が異なる方式をとる場合には、車両に両方のシステムを搭載し境界の駅で車上設備を切換後、他の線区に進入する。

MMSP は CBTC 設備、他線区は ETCS を設備した場合の例を次に示す。

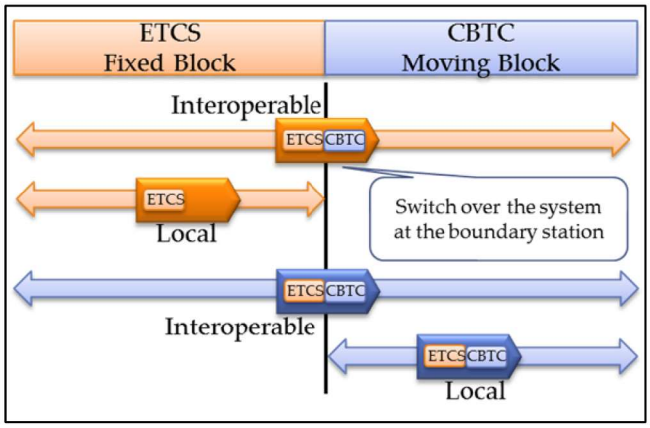


図 3.7.10　システムが異なる場合の相互乗入れイメージ

地上信号システムが異なる区間で相互直通運転を行う場合と同じシステムの場合について比較することでどちらの方式が適しているかを示す。

表 3.7.4　同種と異種システムの乗入についての比較表

ITEM	長所	短所	結論
地上側設備が異なるシステムを採用する場合。 (CBTC and ETCS)	それぞれの線区で最適な地上システムを選択できる。	直通車両は車上装置を２種類搭載する。 車上装置の追加費用が必要となる。 境界の駅でシステムを切換なければならない。	乗り入れを行う車両が限られていれば、地上設備の投資に比べ投資額は大きくないと考える。 日本での実績は多い。
共通の信号システムを採用する場合。 (ETCS or CBTC)	車上に搭載するシステムが１種類ですむ。 車両の相互融通ができる。	両方の区間に最適なシステムとならない。	相互直通運転時の運転に関しては適した方法である。

日本において車上装置を複数搭載し直通運転を行っている例を次に示す。

- 東武東上線（T-DATC)と地下鉄有楽町線と地下鉄副都心線（CS-ATC)を通り東急東横線（ATC-P)
- 西部池袋線（ATS)と地下鉄有楽町線と地下鉄副都心線（CS-ATC)を通り東急東横線（ATC-P)
- 小田急線（D-ATS-P）が地下鉄千代田線（CS-ATC)を通り常磐線（ATC)

ここに示した例は、首都圏とその周辺の地域に開発されたベッドタウンを結ぶ民営鉄道と東京都内に多くの路線を展開している東京メトロとの間で近年多くみられる直通運転を行っている路線である。

(b)　NSCR と MMSP の比較

同時期に建設される NSCR と MMSP の設計条件を比較する。

表 3.7.5　NSCR と MMSP の条件比較表

	MMSP	NSCR
目的	都市鉄道 マニラ都市圏の交通混雑緩和	都市間通勤線 中速鉄道、時間短縮
計画運転間隔	4 分	4 分
列車構成	10 両編成	10 両編成
最高速度	100 km/h	160 km/h
線区延長	FTI – Mindanao Avenue Quirino Highway 25km （フェーズ１）	Malolos – Tutuban 37km
駅数	13 駅 運転時間 43 分	14 駅 運転時間 43 分
土木構造	フェーズ１： 地下 フェーズ 2: 高架	高架
延長計画	フェーズ２で南北に延長	クラーク線　延伸
列車サービス	急行運転	空港特急（延伸時）
相互乗入	FTI で南線と接続	南線と空港線

この比較から、MMSP は NSCR に比べ、駅間距離が短く、最高速度が低いことがわかる。これは、NSCR の地下鉄や都市内鉄道としての性格が表れている。そして計画の運転間隔が 4 分と両線が同じであるため、MMSP の混雑が予想される。それを解消するために、運転間隔を短くする要求が出てくると考えられる。

16) バックアップシステム

CBTC 全体のシステムの可用性が 99.999 以上と非常に高いことからバックアップシステムを用意しなくても問題ないといえる。もし、バックアップシステムを設置する場合、信号システムのためには列車検知が不可欠である。バックアップシステムのために設置する軌道回路設備は運用頻度のわりに設備費、保守費が多額となるがレール破断検知が可能となる。車軸検知装置による列車検知方式では、一般的に駅間に 1 対の車軸検知装置を設置して駅間を 1 閉そく区間として列車を検知する。この場合はレール破断検知は出来ないため保守は容易となる。いずれの列車検知方式の場合にも、列車制御のために地上信号機などの設備が必要となる。ETCS Level 2 でも、システム故障時のバックアップシステムを用意しないことから、CBTC を採用した場合においても設備する必要は無いと考える。

(8)　まとめ

このレポートでは、信号設備の各サブシステムの役割を説明し都市鉄道が必要とする機能と能力を解説した。その結果、地下鉄では効率よく乗客を輸送するために、列車の密度が運転速度より重要となること、列車の密度が増やせると、混雑時間帯の列車本数を増やすことが出来、待ち時間が減り、顧客満足度が向上すること、軌道回路等のレガシーな信号設備の保守に手間がかかることなどが解った。

また、都市鉄道の乗客の安全を確保する設備であるホームドアを設備するには、運転台から列車のドアとホームドアを連動して開閉するために ATO が必要であること。ETCS での ATO の制御は例が無いこと。

さらに、ETCS は、列車検知に軌道回路を利用し、GSM-R の無線電波をトンネル内で利用するために LCX が必要となりイニシャルコスト以外にメンテナンスコストが必要となることを明らかにした。そして、ETCS と CBTC の比較から、都市鉄道としての適性が CBTC にあることも示された。

そのような条件のもと、NSCR が ETCS を選択した理由は、NSCR ではホームドア、ATO の計画もされていないこと、将来南線、クラーク空港延伸線と乗入れること、将来空港特急を 160km/h で走行させる計画があることが運転要求であったため CBTC では能力が不足することから ETCS の導入の判断の基準となった。

MMSP が実際に乗り入れを行うのは開業数年後のことでありそのシステムが何を搭載するのか、乗入れる列車の本数など未確定であるが中長距離通勤線となる可能性が高いため NSCR と同じ ETCS Level2 の搭載が考えられる。

異なる信号システムを採用する列車が相互乗入れを実現するために相互乗入れする車両には両方の信号システムを搭載することで乗り入れ可能でありシステム選択上の大きな制約にはならないし、それぞれの線区で最適なシステムを選択できることも示した。

現在運行中の LRT1,2 号線,MRT 3 号線の信号システム更新を将来行うケースを考えると、現在

の混雑を緩和するために容易に列車本数を増やすことが可能なCBTCが第1の候補となることは疑う余地が無い。同様にMMSPも当初の想定以上の需要増加を見越した設備であることが望ましい。

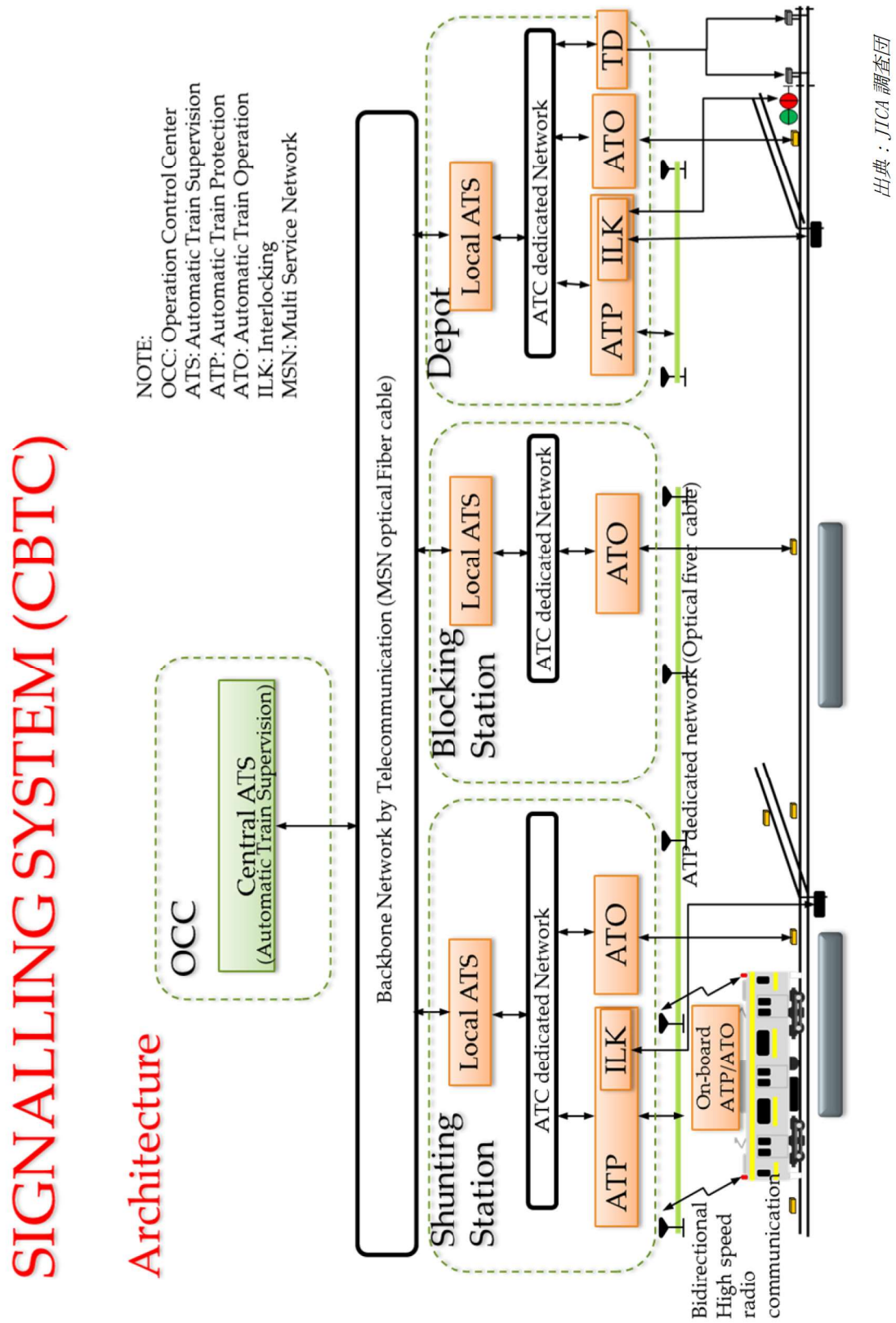
ETCSは相互直通運転を行う目的でその障害を除くために制定されたものであり、都市鉄道の性格を持つ線区ではCBTCが柔軟に需要の増加に対応可能で経済的に優れている点を評価し、MMSPの信号システムとしてはCBTCが最も適したシステムであると判断する。

信号設備の要件を満たすための信号設備は、最高レベルの安全性、信頼性、可用性を持ち、近代的で将来にわたり継続可能で世界標準のシステムを採用することとしてCBTCを基本とした次の構成とする。

- 自動列車防護装置（連動装置）
- 自動列車運転装置
- 自動列車管理装置
- 車両基地信号設備
- 電源装置
- 電線路設備
- 転てつ装置
- 信号装置

信号システム構成を図3.7.11に、運行管理システムの構成を図3.7.12に示す。

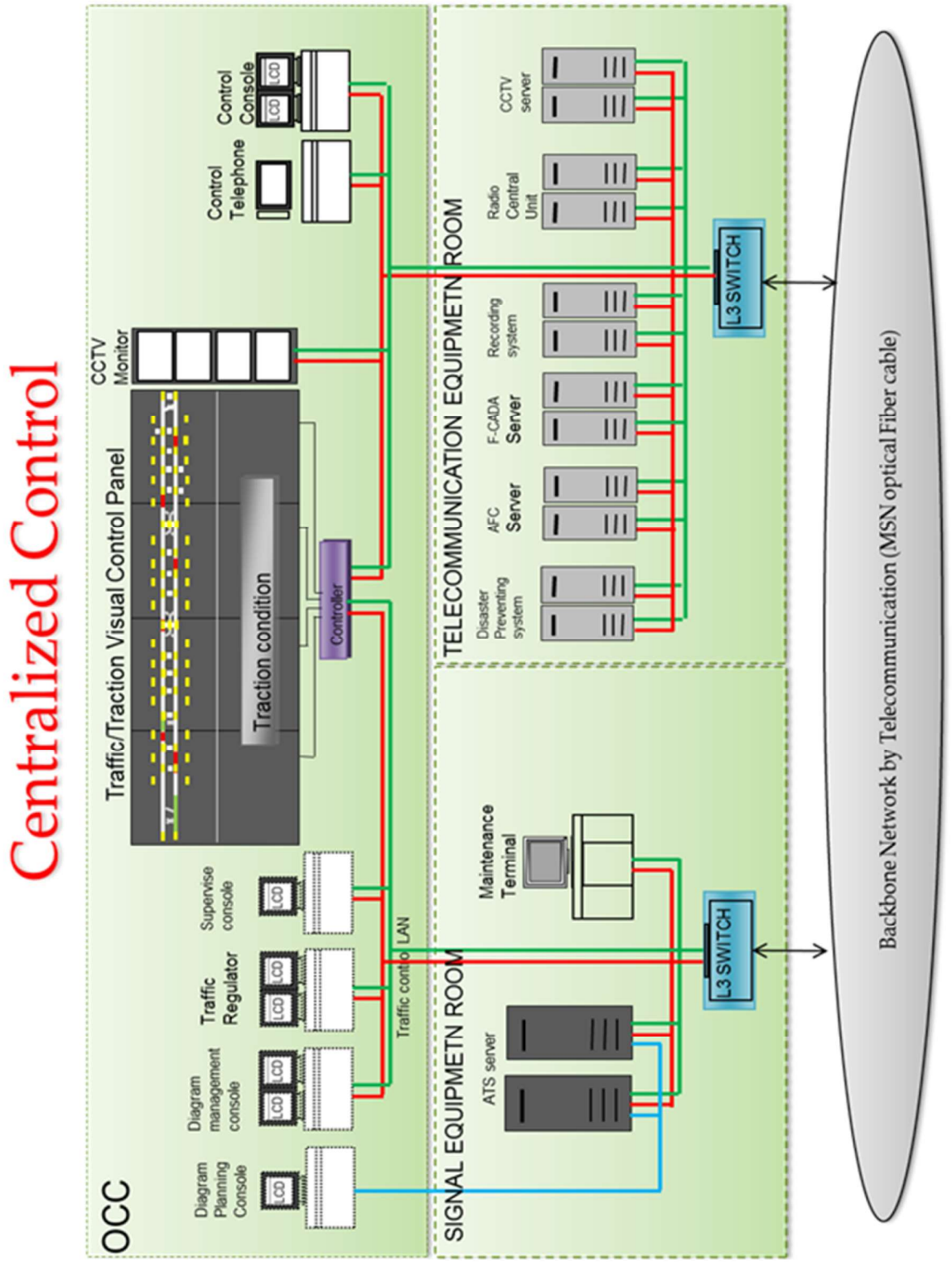
a)　信号システム



出典：JICA 調査団

図 3.7.11　信号システム構成図

b)　運行管理システム



出典：*JICA 調査団*

注：図には通信設備も表示

図 3.7.12　運行管理システム構成図

3.7.2　通信設備

(1)　序文

列車運行を安全に行うために OCC,駅、車両基地、変電所、保守区、その他列車運行に関係する場所相互間またはそれぞれの間で通信を行うために保安通信装置を設置する。有線通信設備と無線通信設備をそれぞれの必要な場所に設置する。

通信設備だけでなく、信号設備、電力設備、運転指令設備、駅設備など鉄道運行を行う上で重要な設備間の通信を行うための通信線路を設ける必要がある。この通信線路は、近年の高速・大容量通信を可能とするものでなければならない、そのため光ケーブルを基幹通信線路として設備する。特に通信容量はセキュリティーの強化のために画像伝送が要求されることなどからギガビットイーサネット技術の適用を検討する。また、運転上重要な設備の伝送路であるため、冗長性をもった伝送路の設計を行う。事故などで列車が異常な状態にある場合これを周囲の列車、指令所等に知らせ安全な処置をとるために防護無線設備を設備する。駅長、OCC において、ホーム上、階段、エスカレータ、改札、コンコース等の映像を確認するために CCTV システムを設備する。

旅客利用者のサービスレベル向上のため、運行状況表示装置を設備し様々な運行情報を旅客に提供する。

駅の主要な業務である運賃の収受は現在の都市鉄道においては自動化され、自動改札機、切符の自動販売機により無人で行われている。マニラにおいて既設の路線でも自動運賃収受システムが設備されている。乗車券は非接触 IC を利用した方式が採用されており、共通の非接触 IC を利用することで利用者の利便性を高めることになる。

通信システムは、高い弾力性と可用性を持ち、近代的で、簡単に運用でき、経済性、拡張性にすぐれたシステムとする。 通信システムは、単一系の故障では通信は継続する、冗長性を持つ。

(2)　前提条件

信号 3.7.1(2)と共通

(3)　通信設備の要件

1)　システム要求

通信設備は次のシステムで構成する。

(a) 安全のために必要とする通信設備
(b) 旅客の利便性向上のための通信設備
(c) 基幹通信設備

2)　可用性要求

基幹通信設備の 2 重化とループ構成により高い通信継続性を確保する。
運転関連システムの冗長化による運転継続性を確保する。

(4)　各通信設備の要求事項

鉄道の輸送業務上必要な駅、信号扱所、変電所、運転指令所、電力指令所その他の保安上又は運転上必要な箇所相互間には迅速に連絡通報することができる保安通信設備を設ける。保安通信設備は有線通信設備と無線通信設備があり、指令用電話、列車無線設備、構内作業用無線がある。

1)　基幹通信設備

光ケーブルを使用した基幹ネットワークを構成する。ネットワークの形態は主に次の形が利用されている。

(a) リング型ネットワーク

円環状の伝送路を形成して、この伝送路上に端末機器を接続して通信を行う接続形態。

(b) スター型ネットワーク

中央に設置した集線装置に複数の端末を接続して通信を行う接続形態。

リング型ネットワークは、ITU-T G841 で標準化されたネット枠形態であり、線路沿線に多くの設備が存在する鉄道施設の形態に適応する形態で、既存の鉄道では広く使用されている。1 か所の障害では逆向きの接続で伝送が可能となる。光ファイバーケーブルを 2 本布設し、それぞれのケーブルで冗長構成のネットワークを構成する。

(c) 伝送速度、伝送容量

OCC と各駅間の CCTV 映像のデータ転送が快適に視聴できるものであること。信号用回線、運行管理回線等の重要回線は他の回線とは分離し単独でファイバーを割り当てる。

(d) ネットワークプロトコル

通信プロトコル: SDH

(e) 線路設備

冗長構成のケーブルは可能な限り別の管路に収容し布設する。単線シールドトンネルでは、別々のトンネルにケーブル布設をする。

2)　電話設備

従来の回線交換機を利用した電話方式ではなく、インターネット技術を利用した IP 電話方式とする。回線交換機はデジタル交換器など高度なシステムが実用化されたが、価格が高価なため導入にコストがかかる、そこで、最近では、SIP(session Initial Protocol)サーバー、ルータ等の機器を使用した IP 電話が主流となっている。IP 電話では、光ケーブルを伝送回線に使用し高速にデータ伝送を行なうことが可能となるため、回線を多重化しても通話品質が確保できる。公衆回線との接続には VoIP ゲートウェイを通して接続する。

3)　無線装置

デジタル無線を列車無線、作業用無線に音声、データ伝送に使用する。地下区間では、無線の品質を高品質に保つため LCX を伝送路として布設する。信号設備において無線利用の列車制御システムが採用される事例が増えている。その中には通信設備で設置する無線システムを利用するものもあることから列車制御システムの設計と協調した無線方式を検討する。

無線のチャンネルは最低次の 5 チャンネルを最低確保する。

(a) 輸送指令―運転士間（音声）個別、一斉放送
(b) 輸送指令―運転士間（通告伝達）
(c) 列車相互（列車防護無線）
(d) 保守用又は入換用（地上ハンディターミナル）
(e) 車両故障情報伝達
(f) 制御回線

無線を使用する場合には空いている周波数帯域の割り当てが必要となる。フィリピンでの周波数割り当てに関する業務を行っているのは、National Telecommunications Commission (NTC) である。

4)　運転制御領域と一般公衆領域の分離

全ての無線をまとめることが可能となるシステムを利用する場合、運転上必要な通信は優先する制御が必要。現状では運転上必要な保安通信無線とそれ以外の無線通信の設備は分離すべき。なぜなら、現在鉄道における保安通信設備は音声とデータ通信を前提として開発されたシステムが主流であり、動画・画像を伝送するには帯域が不足する。

5)　記録装置

通常の業務においてだけでなく、事故などの異常時においても運転司令員と駅や列車の運転士との間で交わされる会話は安定した列車運行の確保と事故発生時の対応のために重要な会話となる。これらの会話を録音しサーバーに保存しておき、時間や相手などで検索できるように整理し保存して置く。事故原因の解析に利用し同種の事故を防止するために活用することなどを目的として指令所の指令との会話を自動的に記録する装置。電話や無線で運転士や駅長、駅員等と業務上の会話を行う際に記録する。

6)　監視カメラと画像伝送装置

駅構内において防犯、防災、事故防止を主な目的として CCTV システムと呼ばれる監視カメラシステムを設置する。設置する場所、目的に応じ適切な形式のカメラを選択する。ネットワーク接続形式の監視カメラシステムを採用し駅長事務室、指令所などでリアルタイムに監視することができるようにする。

ワンマン運転では、運転士がドアの開閉時のホームの安全確認を行う。そこで、ホームに設置した CCTV の監視画像を運転席に設置したモニターに表示する画像伝送システムを設備する。

ホームの列車扉付近の画像を映すカメラ、画像処理装置、ホームに設置する送信装置、運転台に設置する受信器、画像データ表示する運転台の画像モニターで構成する。伝送にはミリ波帯の電波等を利用したシステムとする。また、このホームの画像は OCC へも伝送される。そしてこのミリ波伝送装置は画像の伝送だけでなく客室内のモニターへ情報を表示するためのデータを伝送する。

7)　旅客案内装置

これまでは、列車の接近は駅員が信号の列車接近情報から放送装置を使用し音声で乗客に知らせていた。しかし、最近では接近案内放送を自動放送で行い視覚的に列車がどのあたりまで近づいているかを表示することで乗客に知らせることが行われている。

乗客に対する列車の遅延や事故発生等の運行情報の提供はこれまでは、駅員が放送装置により情報を提供し、駅員が乗客からの質問に直接回答する形式で行われてきた。これを駅員が行うために本来の駅業務が滞ってしまう等の影響が発生していた。そこで、コンコースや、改札、ホーム等の乗客が運行状況を知りたい場所において視覚的に提供することで正確に伝えることができるようにして乗客へのサービスを向上する。さらに、必要な情報提供の合間を使って広告を表示することなども可能となるので、商業利用が可能となるシステムとなる。

8)　放送装置

駅係員が様々な情報を乗客に提供するために放送装置を使用し伝えるシステムである。列車の接近を知らせる放送は、音声を合成して信号の列車位置情報をトリガーにして放送される。放送装置は非常時に乗客への速やかな情報提供、避難誘導など様々な用途で放送を使用する。また、車両基地では、工場や検修庫の作業員に対して事務所の係員から情報を提供するために放送することがあるために放送装置が設備されている。

9)　集中時計装置

鉄道運行を正確に行うためには、鉄道を構成する様々なシステムが正確な時間に基づいて稼働することが重要となる。正確な時刻を取得する手段として FM 放送から取得する方法と最近では GPS 衛星からの電波から取得する方法がある。GPS 衛星の方がより正確であり継続性が確保されていることから、GPS 衛星から基準の時間を取得して鉄道システム全体に配信し同期する。またこの時刻を駅、信号扱い所、OCC、車両基地などで時計を設置し表示する。

10)　インターコム装置

インターコムはハンデキャップを持つ乗客が駅を利用する場合に介助が必要とされる場所、何か異常なことが起こって緊急に駅員へ連絡したい時に、最近では人員削減などからプラットホーム上や駅構内に駅員が配置されていないため駅員への連絡手段として設ける設備である。インターコムはエレベータ出入り口、エレベータ内、プラットホーム等に設ける。

11） 防災情報装置

台風などの自然災害が近年多発傾向にあり、地球温暖化の影響からその威力も大きくなっている。列車運行の安全を確保するために、強風や激しい降雨時に列車の運転速度を規制する、線路沿線の風速や降雨量の状況を常時監視し情報を指令所へ表示する。 地下鉄として特に必要な監視項目として洪水の監視がある、河川の水位の上昇などを監視する機関から情報を入力する。

12） 設備監視装置

駅、沿線の電気・機械設備の故障情報や設備の状態を集約し指令所で監視することをF-SCADAにより可能にするとともに、故障発生時には警報を発して注意を促す。また、保守要員が常駐する事務所に関し端末を設置し設備の状態を監視することで、予防保全に役立てるとともに故障発生時に迅速な対応をとることが可能となる。

13） 運賃自動収受装置

駅の改札業務、切符の販売、乗り越し精算などの業務は運賃自動収受装置(Automatic Fare Collection system(AFC))により自動化され行われている。マニラ既存線区でも、以前は磁気切符を利用していたが、現在では共通のIC乗車券により乗車することが可能となっている。マニラ首都圏地下鉄においても利用者の利便性を確保するために既存線区と共通の IC 乗車券を使用できることが必要である。

また、自動改札機の形状が既存線区では回転バー式を採用しているが混雑時に待ち行列ができることもあり、輸送力が大きいマニラ首都圏地下鉄では処理能力の高いフラップ式の自動改札機の採用を検討すべき課題と考える。

14） 電源装置

通信機器へ電力系統の停電、瞬低、電圧低下の影響を通信機器に与えずに常に安定した電源を確保するために無停電電源装置を設備する。常時 UPS から電源を供給する方式として、機器が故障した時には無瞬断で冗長系に切り替わる。

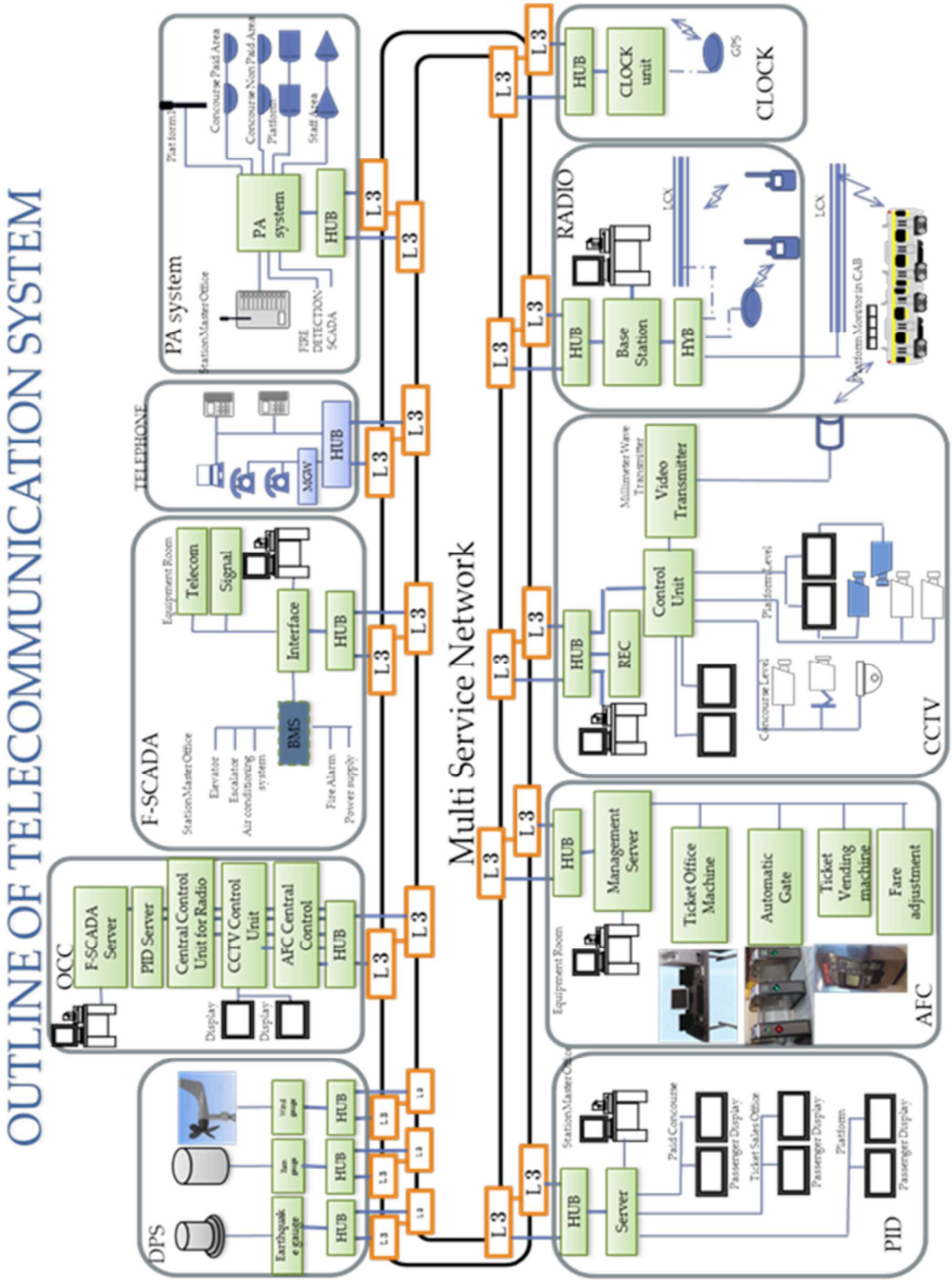
15） 通信システムの構成

システム構成は次の通りとする。

(a) 基幹通信設備
(b) 電話設備
(c) 無線装置
(d) 記録装置
(e) 監視カメラと画像伝送装置
(f) 旅客案内装置
(g) 放送装置

(h) 集中時計装置
(i) インターコム装置
(j) 防災情報装置
(k) 設備監視装置
(l) 料金自動収受装置
(m) 電源装置

(a)　システム構成図



出典：*JICA 調査団*

図 3.7.13　通信システム構成図

注：中央装置は図 3.7.6 に掲載

3.8　研修センター

3.8.1　総論

(1)　研修センターの意義

信頼性の高い鉄道運行を実現するためには、車両・信号をはじめとする優れた設備を導入する必要があるが、これらを制御し、操作するのは全て知識・技能を持った鉄道係員である。また、鉄道事業は労働集約型産業であり、多数の人員が必要とされる。このことから、鉄道事業にとって、人材の質は運営保守の質に直結する重要な要素である。鉄道係員には、常に自らの持つ知識・技能を維持し、最新の技術に対応していく努力が求められる。これを効率よくサポートするのが鉄道事業者の研修である。

実際の業務を通して知識・技能を習得・維持するということも非常に効果的である一方で、実際の業務においては失敗が許されないことから、試行錯誤を行うことが難しく、正しい手順で正しく行った結果が正しく反映されることのみの経験となる。研修センターでは、間違った手順が重大な結果を招くことを、身をもってかつ安全に体験できる。このようにして、単にマニュアルに沿った作業を行えるだけでなく、作業の根拠・仕組みを理解した上で、作業を遂行することができる人材を育成することができる。

(2)　各国の研修センター

研修センターのあり方を考察するために、各国の研修センターの実態を調査した。具体的には、政府で一括して鉄道従事者研修を行って各事業者に提供しているのか、それとも事業者毎に研修センターを設置して研修を行っているのかという聞き取り調査である。対象としたのは都市鉄道の先進国（地域であり）、東京、香港、シンガポール、台湾、英国、フランス、ロシア、インドから回答をえることができた。このうち完全民営化されているのはシンガポールの SMRT のみで、東京メトロ、香港メトロおよび台北メトロは株式会社化されているものの、その出資者の全部またはほとんどが公共セクターであり、事実上は公営会社である。またその他の都市鉄道事業者は、完全に公営である。調査の結果は表 3.8.1 のとおりとなった。

表 3.8.1　各国の研修所の状況

国（地域）	国立研修センター	事業者	概要	運転士免許発行
日本	なし	東京メトロ	研修所（1）	実施
中国	なし	香港 MTR	研修所（5）	実施
シンガポール	なし	SMRT	研修所（メイン 1 他）	実施
台湾	なし	台北メトロ	研修所（1）	無回答
英国	なし	ロンドン TFL	研修所（メイン 3 他）	実施
フランス	なし	パリ RATP	運転士用（1） 指令員用（2）他	実施
ロシア	なし	モスクワメトロ	研修所（1）	実施
インド	なし	デリーメトロ	研修所（1）	実施

出典：JICA 調査団

以上の調査から、下記のような考察が可能である。

(1) 公営／民営に関わらず、国際的には、鉄道事業者が、研修センターを自ら所有、運営・保守するのが通常である。各国とも、一定の基準には基づくものの各事業者・各線に仕様の異なる設備が導入されているため、研修センターを一か所に集約しても現場の状況に則した研修を行いにくいという問題があり、各事業者が研修センターを独自に持つことがもっとも効率的であると判断しているものと思料される。
(2) 鉄道事業者が独自の研修を行うことが可能なのは、政府が規制機関として機能し、技術基準や運転免許制度が整備されていることによるところが大きい。これによって、研修の質が担保され、実際の運行において一定以上の水準の信頼性が確保される。

3.8.2　フィリピンの研修センター

(1)　各鉄道事業者の状況

1)　軽量鉄道公社（LRTA）

2016 年に、LRTA のサントーラン基地内に、Philippine Railway Training Center (PRTC)が設置された。これは、フィリピン政府が計画している Philippine Railway Institute(PRI)の一部を構成するものとの位置づけである。研修の対象は、全ての鉄道従事者（運転士、駅係員、技術者）とされており、技術に関する認証も行うこととなっている。2017 年 12 月の全面稼働を予定している。現在、ドイツのコンサルタントの支援を受け、準備を進めている。

2)　MRT3

運転士および駅係員を養成する研修を行っている。分業が進んでいるため、駅においても発券、現金扱い、データ入力他の職種に分かれて研修行う。いずれも 10 日前後の短期間の研修で養成を終え、現場で実際の業務に従事することとなる。運転士の養成は 40 日で終了する。そのほかに、各従業員は年間数日のフォローアップ研修を受講する。ただし、メンテナンスは全て外注しているため、一切訓練を行っていない。

3)　フィリピン国鉄（PNR）

2003 年までは独自の研修をおこなっていたものの、現在は予算不足により停止されている。その代替策として、Technical Education Skills Development Authority(TESDA)において、PNR に雇用される前に訓練および認証を受けることが条件となっている。

(2)　考察

現状では、各事業者がそれぞれ独自の考え方および基準に基づき鉄道係員の養成・研修を行っていることが見て取れる。PRTC はこの現状を改善するための一つの解決策と考えられるものの、6.1.2 で挙げたような各鉄道先進国のような規制機関機能がフィリピン政府内に現状ないため、DOTr 等に規制機関を設置し、運転免許に関わる認証制度や安全・運行に関わる各種の技術基準の

制定、事故・災害等に関わる連絡・報告体制の確立、運行に関する年次計画の報告体制等を早急に実施し、これらに基づいた研修メニューを準備することが求められる。

3.9　MMSP における研修センターの概要

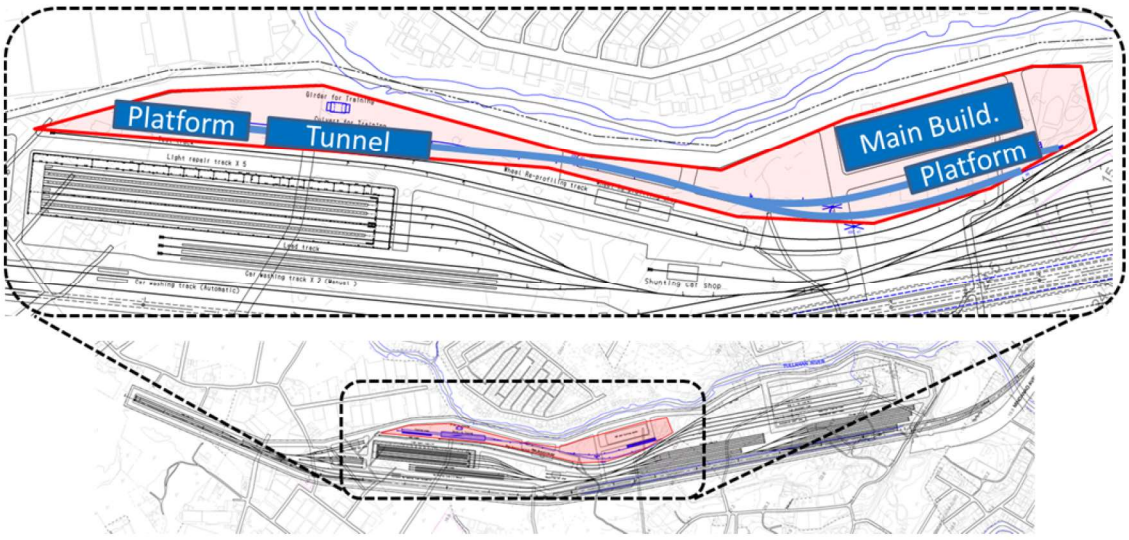
3.9.1　コンセプト

PRI の構想はあるものの、前述のように、各事業者の各線に対応した研修を行うためには、事業者独自の研修センターを設置し、規制に準拠しつつも事業や独自の研修を実施することがが効率的である。MMSP の研修センターは、最低限、事業者独自の研修センターとして建設することが必要であり、フィリピン政府の決定によっては、PRI の一翼を担う施設となることも可能である。いずれの場合も、公営事業体を想定しているメガマニラ地下鉄の運営保守、研修センター、規制機関としての DOTr が一体となることで、フィリピンにおける鉄道事業の川上から川下までの全てのノウハウを蓄積することができる。DOTr は、こうして蓄積したノウハウを、新たなプロジェクト形成、既存の鉄道事業者の監督、各種規制の見直しに活用することができる。

3.9.2　設備概要



MMSP の研修センターは、図 3.9.1 のように車両基地に設置される。設置される設備の一覧は、表 6.2.2 に示す。建物は指令所（OCC）との共用を想定している。（ただし、OCC は高度な機密を要求される設備であり、OCC との相互通行ができないなどのセキュリティを確保する必要がある。）建物内に、各種講義の可能な教室、運転士、駅係員、車両メンテナンス、電気・機械・信号・通信設備のメンテナンス、軌道・建築物のメンテナンス等あらゆる鉄道の分野の研修が可能な設備を設置する。また、屋外には実際の MMSP の路線で使用される機器を設置した訓練線・駅を設置し、営業線を想定した訓練を行う。設置する施設のうち、主な設備およびその用途については表 6.2.3 に記載する。



出典：JICA 調査団

図 3.9.1　研修センターのレイアウト

表 3.9.1　設備一覧

項目	設備	備考
訓練線	訓練線、駅	2 駅（駅間約 600m） ホームドア、エレベーター、エスカレーター、非常用設備等装備
	車両	3 両編成
	転轍機	
	軌道	
	ロングレール	
	カテナリ吊架線（1,500V）	
	剛体架線　（1,500V）	
	信号設備	MMSP 等と同じタイプの信号設備
	トンネル	
Training Building	運転士養成用教室,	シミュレーター（ホームドア付）
	駅係員訓練施設	改札、券売機、集計器、案内所、駅事務室
	シースルー設備	トイレ、エスカレーター、壁、天井、床
	浸水シミュレーター	スプリンクラー、防水板、排水システム
	電気設備	信号、通信、送電、変電、排気
	CAI 教室	
	車両メンテナンス教習室	台車、モーター、インバータ、空調
	書庫	
	講堂	500 名収容
	食堂	

出典：JICA 調査団

表 3.9.2　主な設備の用途

設備		写真	用途
総合訓練用施設	訓練線（駅）		• 旅客乗降扱い • 障害者対応 • 車両ドア開閉 • PSD 扱い
	訓練線 （軌道／架線）		• 通常運行 • 事故復旧訓練 • メンテナンス
	訓練線 （トンネル）		• 事故復旧訓練 • メンテナンス
駅営業用設備	AFC		• 券売機取扱い • 改札機取扱い • 精算機取扱い • 集計機取扱い • 接客 • 障害者対応
運転士用設備	運転シミュレーター		• 運転士養成 • 危険予測訓練

設備		写真	用途
技術者用設備	車両		• 車両の構造 • メンテナンス • 事故復旧
	電気設備		• 設備の構造 • メンテナンス
	機械設備	 （エスカレーター）	• 設備の構造 • メンテナンス
	建築設備	 （床・壁・天井構造）	• 設備の構造 • メンテナンス

出典：JICA 調査団

3.10　研修センターの利用見込み

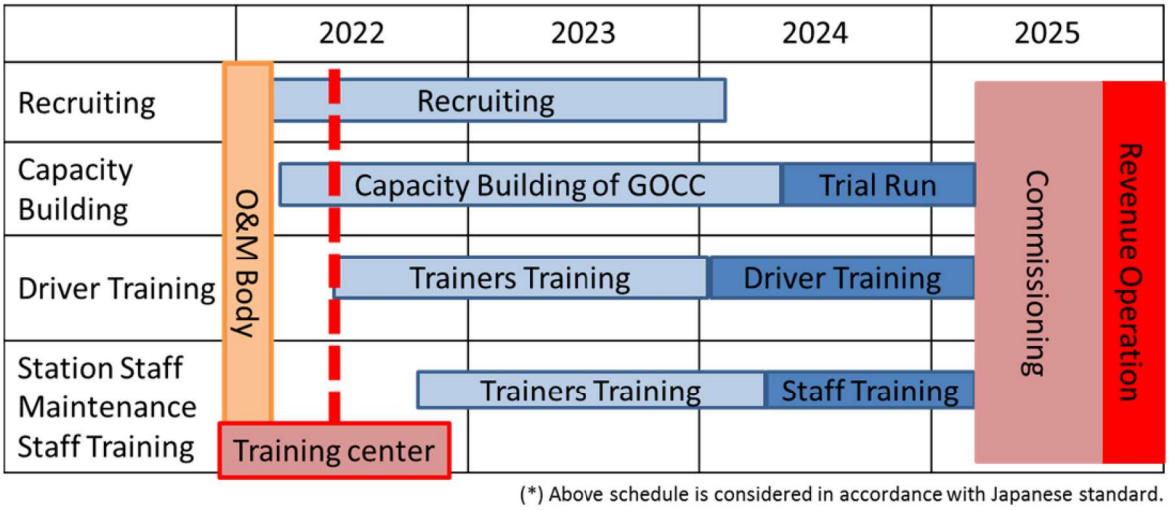
MMSP は、開業当初、本社・現業を合わせて、1400 名超の社員を必要とする。一時期にこれだけ大量の鉄道従事員を採用・育成することは、採用の実情や研修センターの容量上現実的ではないため、まずは海外等での鉄道従事経験者を中心に、指導員を育成し、その指導員がその他の従業員を数次に分けて育成する方法が望ましい。

また、開業後も、離職・事業拡大に合わせて毎年 140 人以上の新入社員教育が必要となることが予想される。これに加え、1400 名超の社員全員の知識・技能の維持向上のための定期教育（階層別、職種別）を行う必要もある。

さらに、PRI として南北通勤鉄道や LRTA 等他鉄道事業者の運転士養成等の訓練を受け入れる場合、さらに年間 100 名規模の研修生を受け入れる必要がある。。

3.11　研修センター開業に関するスケジュール

図 3.11.1 に示すように、日本の鉄道係員養成手法に準拠した場合、運転士や技術者の育成には、約 1 年を要することが想定され、その運転士や技術者を育てるための指導員を 2 年程度かけて養成することとなる。このスケジュールを勘案、また、MMSP が 2025 年末に開業することを前提とすると、研修センターは、2022 年前半の完成が望ましい。指導員の養成は主に海外において行うことが想定されることから、この時点で研修センターの施設自体が完成していることは必須ではないが、少なくとも、研修センターの運営をする MMSP の運営保守会社（O&M Body）はこの時点で存在する必要があり、この会社が責任を持って指導員候補を採用し、養成する必要がある。これと同時に、運営保守会社自体への技術支援（会社組織の整備、計画立案執行の仕組みの確立、鉄道運営保守に関わる業務フローの確立等）が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 3.11.1　スケジュール

第4章　事業実施計画

4.1　施工計画

4.1.1　建設時の道路交通への負担軽減

(1)　方針

本事業においては、工事に伴う道路の交通渋滞を極力減少させることが、大命題となっている。そのため、駅部は開削トンネルを、また駅間部については非開削工法（シールドトンネル等）を採用するものとしている。

駅部の施工においては、RC 連続壁の施工、路面覆工の設置、掘削、躯体構築に伴い、大型の建設機械を地上に設置することが必要となる。通常、日本では車線規制を行い、道路上に作業ヤードを設けて、昼間は作業機械や資材の設置、夜間は車線規制数を増やし、作業ヤードを拡幅し、地上からの工事や地下への資材や土砂の搬出入を行っている。但し、これらは現況の交通流動を阻害するため、以下の対策を考慮した。

① 現状の車線数を確保することを前提とし、また道路渋滞を抑制するため、沿道の民地を極力買収することで切廻し道路を設置し、作業ヤードを確保する。また、昼夜作業帯が確保できることから、作業ヤードの幅が必要な工事も昼夜施工可能である。
② 駅付近にはシールドを施工する際に必要なシールド基地を設置する必要がある。本基地は道路内に設置せず、民地を買収して設置するものとする。
③ 民地部に高層ビル等があり、切廻し道路の買収が困難な駅については、やむなく車線規制により作業帯を確保するものとする。

なお、上記により買収した土地については、工事完了時において、バス・タクシー・ジープニーなどの乗降場として、また出入口や換気塔の配置など、駅の利便性を向上させる用途に活用することが望ましい。

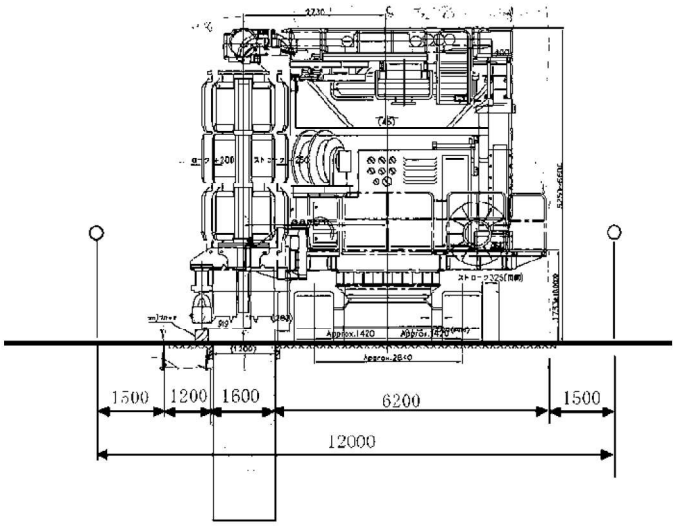
買収が不可能な場合は、車線制限が必要となる可能性があるため、地元との調整に留意する必要がある。

(2)　切回し道路幅の設定

施工ヤードは、必要な最大幅 12m を現道外側に確保し、施工中は切り回し道路として使用する。よって、工事中に施工ヤードを現道内に設置しても既存車線数は確保できるものとする。なお、12m の幅は、連壁の施工中が最大幅として設定した。

切り回し道路として摺り付け区間の延長を片側 70m 程度確保する。なお、摺り付け長については、DD 時に施工計画の深度化と合わせて、現地管理者または警察等と協議・確認のこと。

以上を踏まえ、切回し道路幅の設定は、対象駅で一律とした。



出典：連壁施工マシンパンフレット

図 4.1.1　連壁施工時の作業ヤード幅

(3)　各駅の切回し道路の設定

表 4.1.1　各駅の比較

	駅名称	駅延長 (m)	切回し道路 延長 (m)	切回し道路 幅 (m)	切回し道路 面積 (m^2)
1	Mindanao Avenue	390	民地内		
2	Tandang Sora	253	400	12	4,800
3	North Avenue	495	640	12	7,680
4	Quezon Avenue	253	400	12	4,800
5	East Avenue	693	840	12	10,080
6	Anonas	253	民地内		
7	Katipunan	253	300	12	3,600
8	Ortigas North	253	400	12	4,800
9	Ortigas South	253	400	12	4,800
10	Kalayaan Avenue	313	車線規制		
11	Bonifacio Global City	495	車線規制		
12	Cayetano Boulevard	409	550	12	6,600
13	FTI	708	850	12	10,200
		計	4,780	108	57,360

出典：JICA 調査団

4.1.2　建設工法及び施工手順

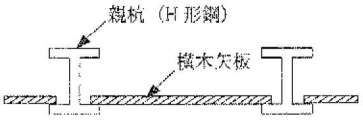
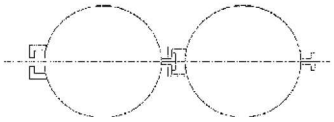
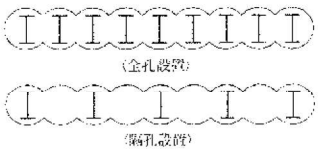
(1)　駅部の施工計画

1)　土留工法の比較

駅部の函形トンネルは、開削工法で施工することを基本として計画した。開削工法における土留め工の形式としては、支保工、土留め壁および掘削工に対する各種工法により、種々の工法があり、安全性、経済性、環境保全の観点から最適な工法が選定される。

ここでは、駅部 13 駅に共通する条件を踏まえ、本地下鉄路線での駅部の土留め工法の基本的考え方を示す。

表 4.1.2　土留工法の比較

親杭式土留め壁		H 形鋼や I 形鋼を、間隔を空けて打設し、間隔に対し横木矢板等を挿入する土留め壁
鋼矢板土留め壁		U 形、Z 形等の断面の鋼矢板を、継手部を噛み合わせながら、連続して地中に打ち込んだ土留め壁
鋼管矢板土留め壁		形鋼、パイプなどの継手を取り付けた鋼管杭同士を、継手を噛み合わせながら、連続して地中に打ち込んだ土留め壁
ソイルセメント壁		柱列式地下連続壁の一種で、モルタルの代わりにソイルセメントを用いた壁
地下連続壁		ベントナイト泥水あるいはポリマー泥水による地盤安定作用を利用して地盤を掘削し、鉄筋カゴを設置した後でコンクリートを充填することにより、地中に連続した土留め壁体を構築する方法

出典：鉄道構造物設計標準　開削トンネル(H13. 3)

駅部の施工においては、下記の理由から連続地中壁の採用を提案する。

① 周辺に民家等が接近しており、工事中の騒音、振動による影響が少ない
② 壁の剛性が高いため、周辺地盤および建物への変状等の影響が少ない。
③ 開削部の地盤はN値が 60 以上の非常に締まった（または硬い）軟岩であるが、施工性に問題がない。
④ 土留め壁単体では、工費、工期面でやや劣るとされているが本体構築の一部として利用することにより、これらのデメリットが改善できる。
⑤ 大規模開削工事において施工実績が多い。

連続地中壁を採用する場合は、経済性を考慮して本体兼用が望ましく、本設時の荷重および仮設時の荷重を考慮して設計する必要がある。

2)　掘削工法の比較

連続地中壁を利用した掘削方法には、一般的に順巻工法と逆巻工法がある。

① 各工法の概要

- 順巻き工法：切梁、腹起し等の支保工によって支持しながら、土留め壁内の土を掘削する。掘削後に本体構造物を構築する工法
- 逆巻き工法：掘削に並行して、本体構造物の床版を上から下へ順次施工し、これを切梁の代わりに利用して土留め壁を支保する工法

② 各工法の比較

表 4.1.3　掘削工法の比較

	利点	欠点
逆巻工法	- 剛性の高いコンクリートスラブで支えるため壁崩壊のリスクを最少にすることができる。 - 壁の変形を小さくすることができる。 - 仮設切梁の設置が最小限になり、盛替梁も必要としないため、一般的に順巻工法に比べ工費、工期を抑制できる。 - 上床版の下で作業するので雨水の影響を受けにくい。	- 掘削工事は上床版の開口を通して行うので生産性が悪く、場所が限定される。 - 工事が順巻工法に比べて難しい。 - 軟弱地盤では、上床版と下床版の間に仮設切梁が必要となり仮設工事が難しくなる。
順巻工法	- 工事が逆巻工法に比べて簡単である。 - 掘削工事は逆巻工法に比べ施工性、生産性が良い。 - 開削トンネルでは、駅部に比べ上床版の位置が低いため一般的に順巻工法が取られることが多い。	- 壁崩壊のリスクは逆巻工法より高い。 - 壁の変形は、逆巻工法に比べ大きい。 - 掘削工事は雨水の影響を受けやすい。

出典：JICA 調査団

上記の比較から、駅部の施工は逆巻工法で提案する。

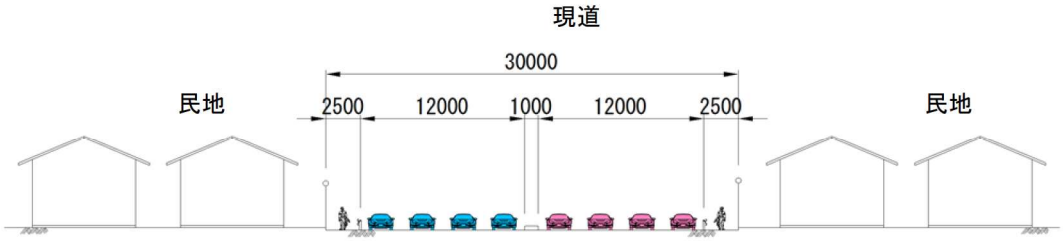
3)　開削工法の施工順序

【断面イメージ】

開削工事については、道路の交通渋滞を避けるため、切廻し道路を計画して各工事工程に合わせて工事ヤードを移動しながら施工をおこなう。

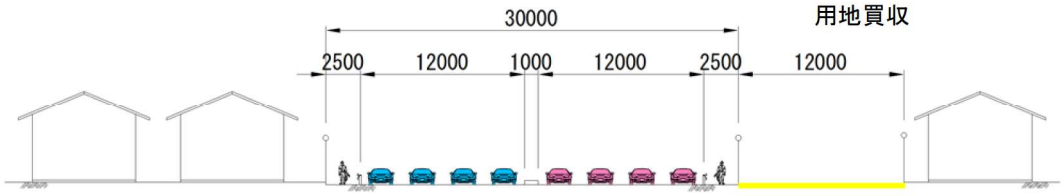
STEP 1

- 現況



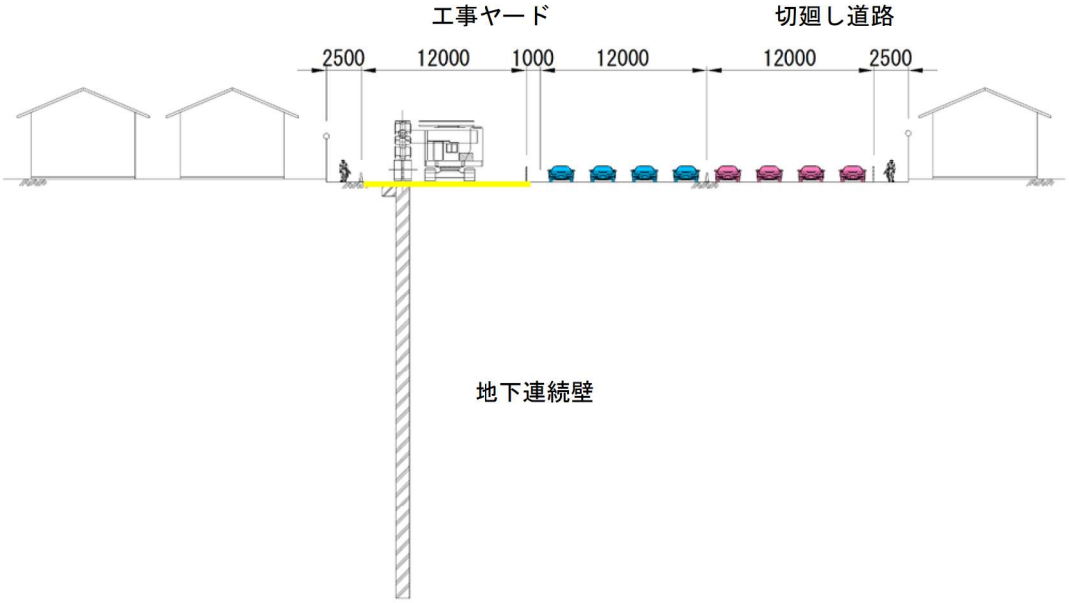
STEP 2

- 開削工事に伴い、施工ヤードおよび切り廻し道路を確保するために現道横に用地買収をおこなう。



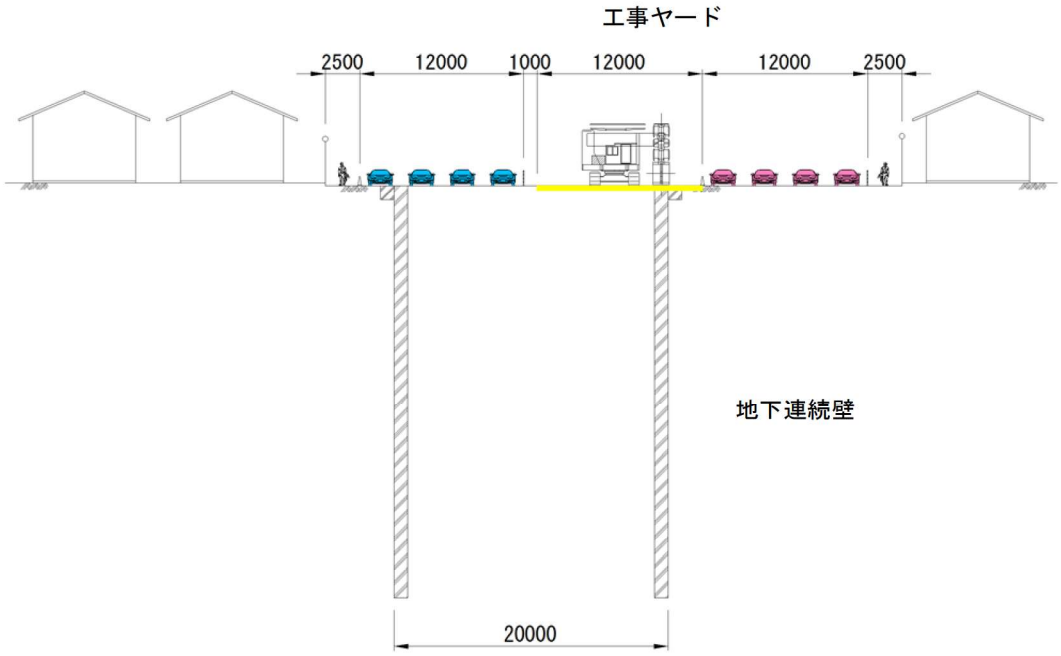
STEP 3

- 本体兼用土留めとなる RC 地下連続壁を路上から施工する。連壁機械を据え付け、現道を工事ヤードして利用するため、道路の切り廻しをおこなう。



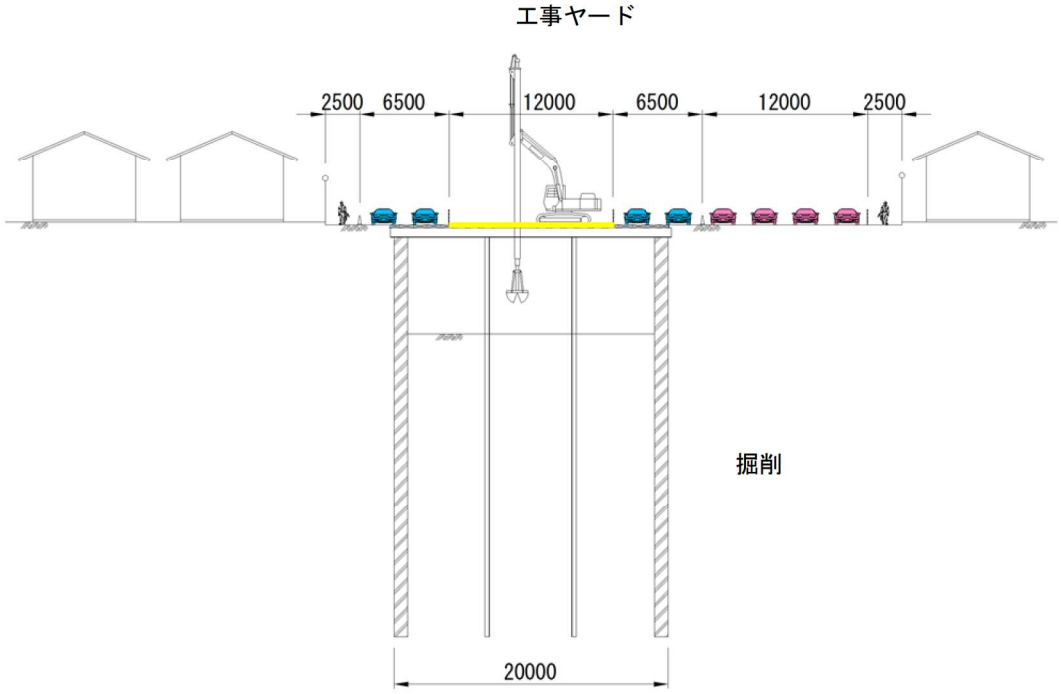
STEP 4

- STEP 3 と同様、逆側の RC 地下連続壁を施工するため、工事ヤードおよび切り廻し道路の位置を切り替える。



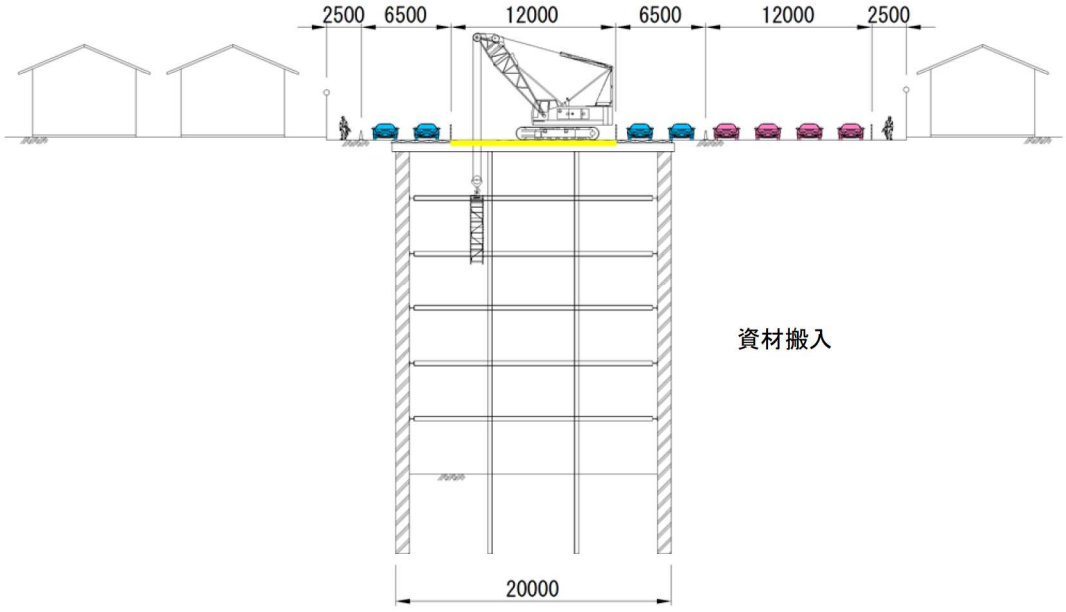
STEP 5

- 土留め内を掘削する際、路面覆工を設置し、土砂の掘削および搬出用の施工機械を据え付けるため、道路を適宜切り廻す。



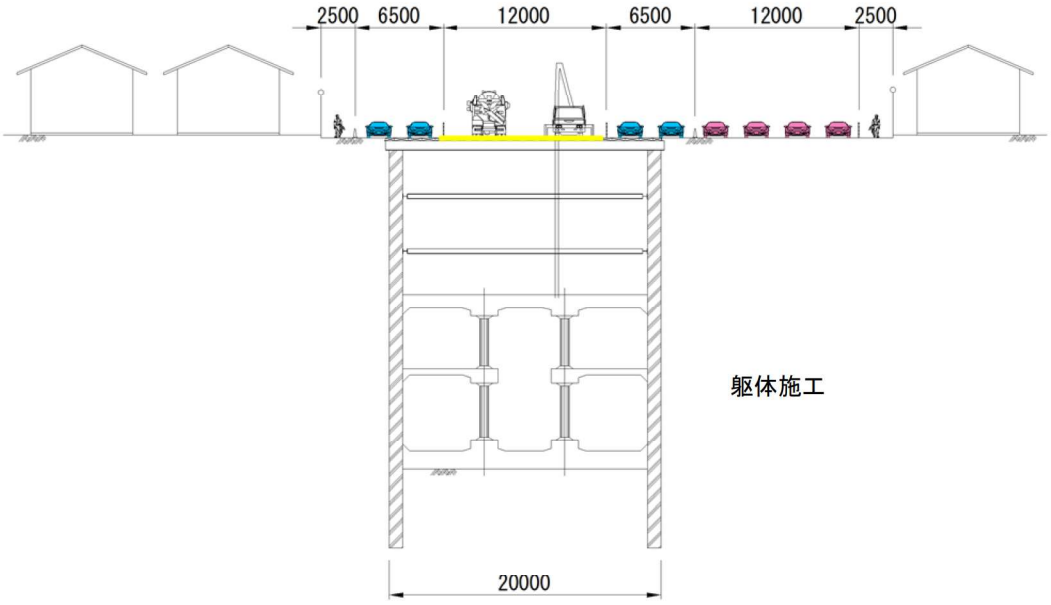
STEP 6

- 本体構造物を施工するにあたり、鉄筋等の資材を搬入する。クレーンなどの重機を据え付けるため、道路を適宜切り廻す。



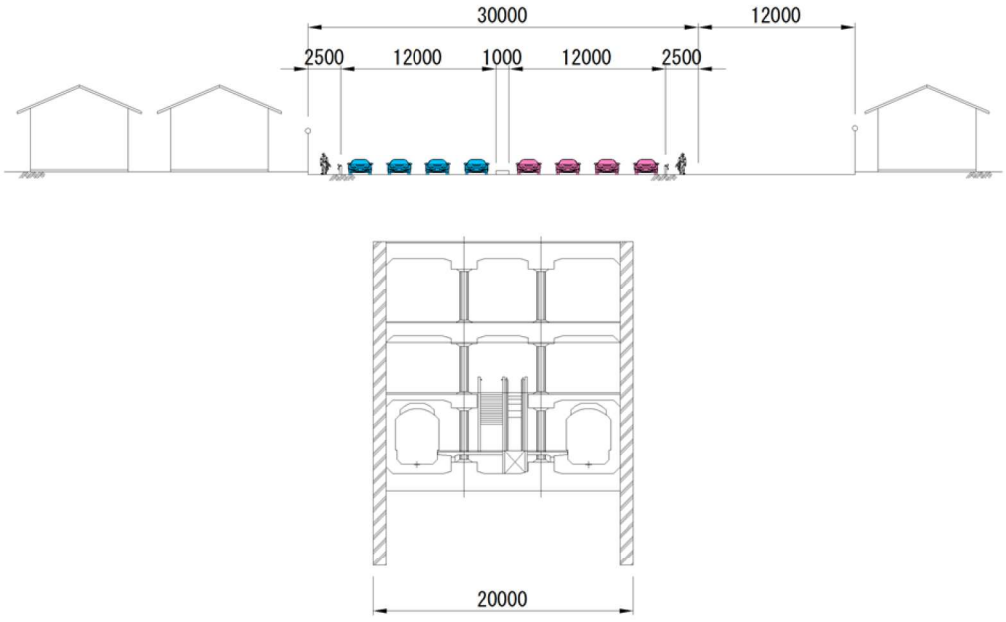
STEP 7

- コンクリートを打設するにあたり、コンクリートミキサー車やポンプ車を配置するため、道路を適宜切り廻す。



STEP 8

- 本体構造物の完成
- 埋め戻し、路面覆工撤去、仮復旧を順次行う。



出典：JICA 調査団

図 4.1.2　開削工法の施工順序図

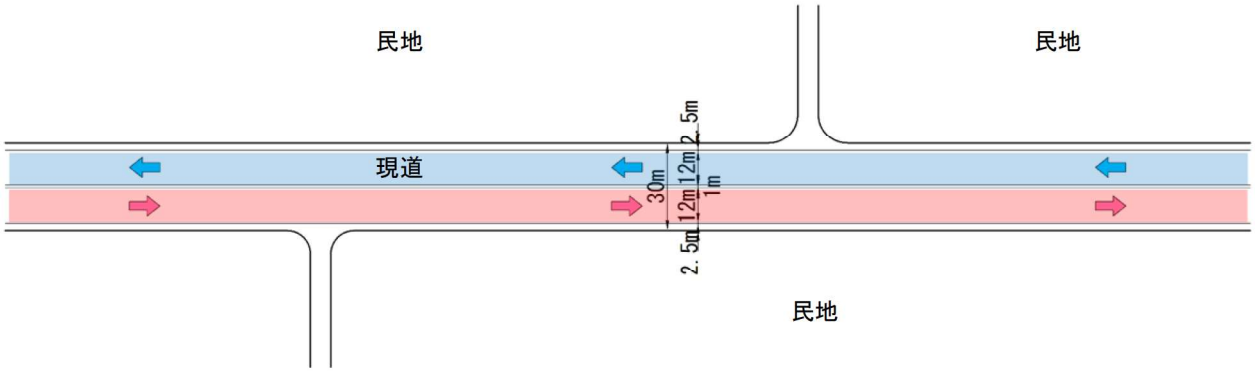
【平面イメージ】

道路の切廻しについて、平面ステップのイメージを下図に示す。

工事のために買収した用地は、最終的には駅前施設（タクシー・バス・ジープニー乗り場）や、出入口・換気塔などの用に供する。

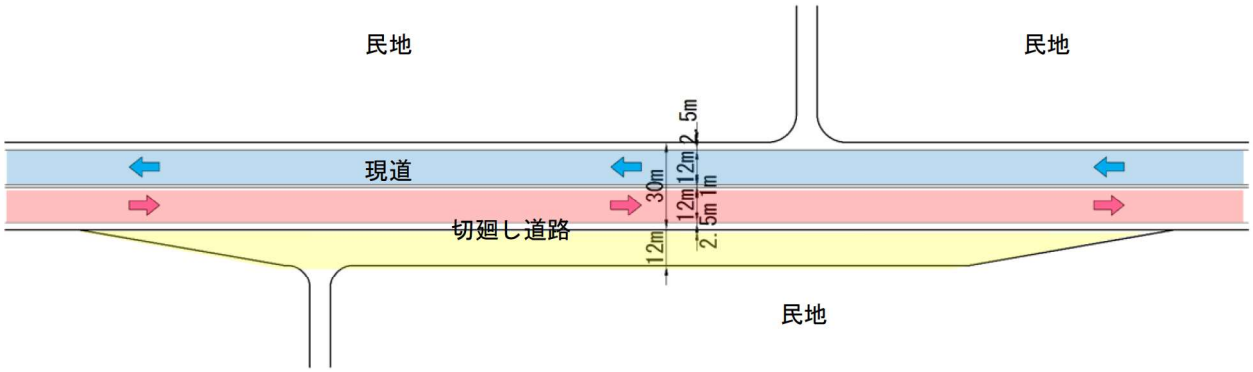
STEP 1

- 現況



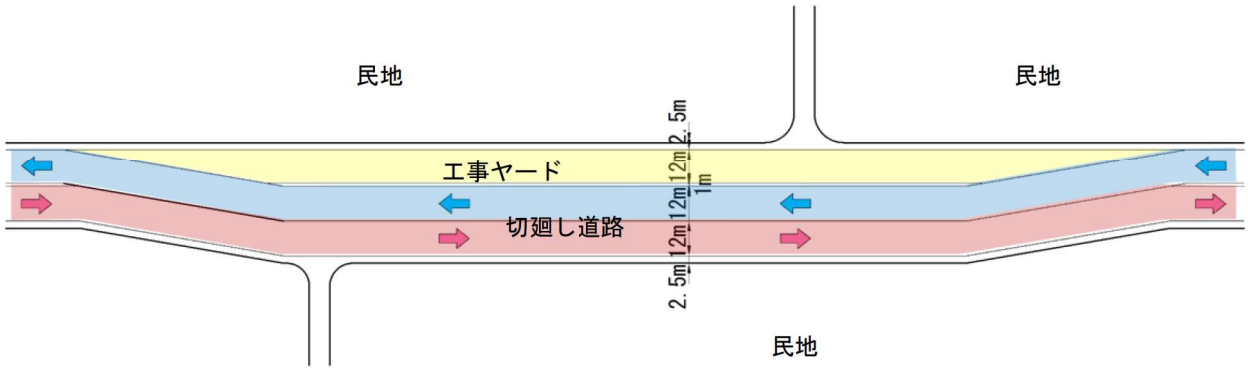
STEP 2

- 切り廻し道路を配置するため、用地を買収する。



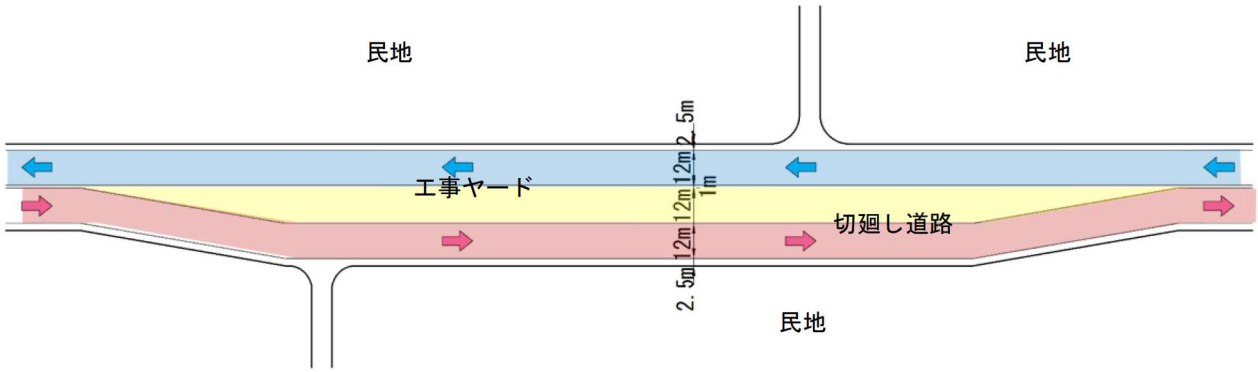
STEP 3

- 施工状況に併せて道路を切り廻す。
- 片側の RC 連壁を施工する。



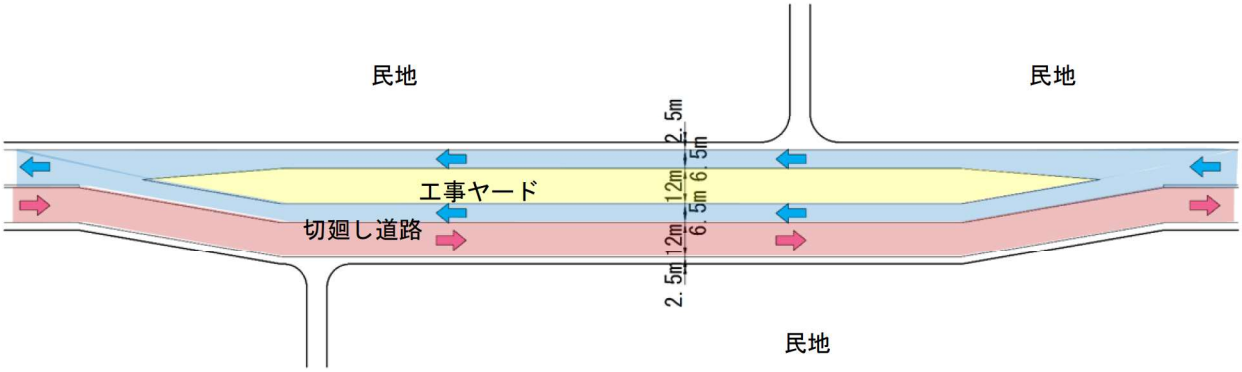
STEP 4

- 施工状況に併せて道路を切り廻す。
- 反対側の RC 連壁を施工する。



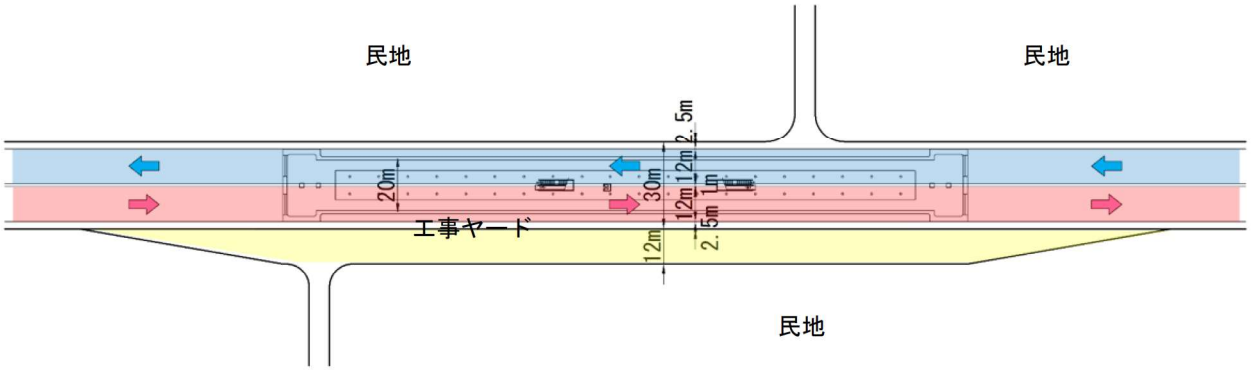
STEP 5

- 施工状況に併せて道路を切り廻す。
- 路面覆工を設置し、開削部の掘削を行い、順次本体構造物を施工する。



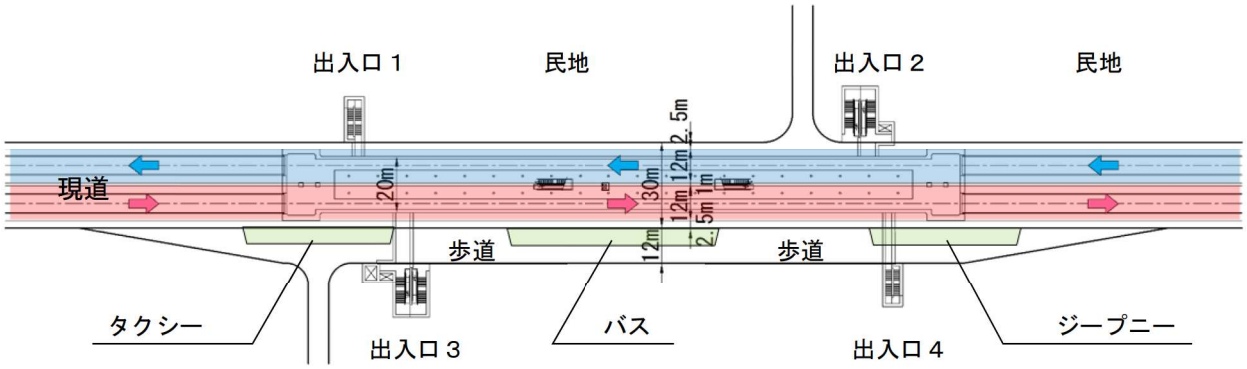
STEP 6

- 施工状況に併せて道路を切り廻す。
- 埋め戻し後、路面覆工撤去、仮復旧を行う。



STEP 7

- 完成（用地買収エリアは、交通広場や駅施設の配置に利用する。）



出典：JICA 調査団

図 4.1.3　施工ヤードおよび切り廻し道路の切り替えイメージ図

4)　開削工法の施工日数の想定

開削工事の施工日数を経験値から以下のように設定する。

① 連壁工（2 交代）

1) 施工パーティー数　　延長 100m につき 1 パーティーを配置する。
2) 掘削速度　38m^3×2（昼夜）
3) 布掘り日数　15 日

② 中間杭（2 交代）

1) 杭ピッチ（奥行き方向）　　6.0m
2) 杭列　2 列
3) 施工パーティー数　　延長 100m につき 1 パーティーを配置する。
4) 打設速度　2 本/1 日×2（昼夜）

③ 路面覆工（2 交代）

1) 覆工板サイズ　1m×3m
2) 施工パーティー数　　延長 100m につき 1 パーティーを配置する
3) 1 パーティー作業量　7m×（3m×3 列）×2（昼夜）＝126m^2

④ 掘削（2 交代）

1) 施工パーティー数　　延長 80m につき 1 パーティーを配置する。
2) 岩盤掘削　65m^3×2（昼夜）＝130m^3 / 1P

⑤ コンクリート（2 交代）

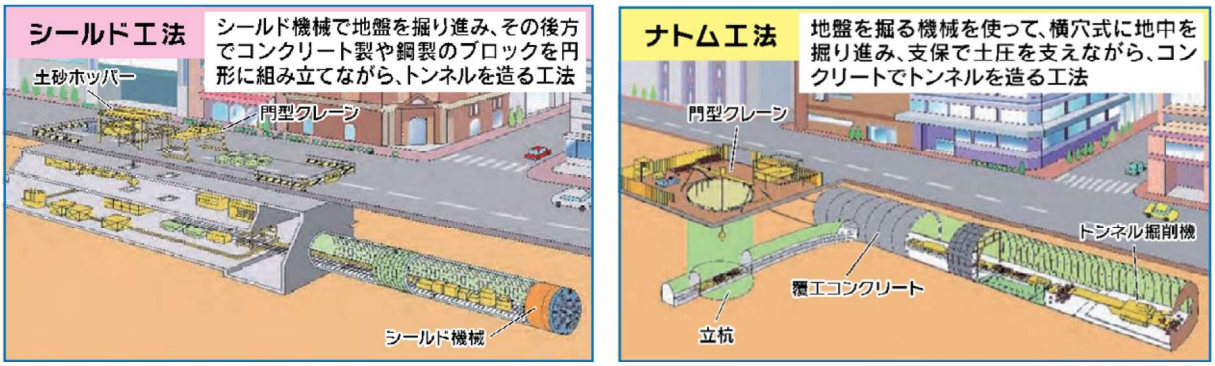
1) 施工パーティー数　　延長 80m につき 1 パーティーを配置する。
2) 1,000m^3 あたり 33 日（昼夜）

(2)　トンネルの施工計画

1)　トンネルの施工方法

本事業路線のトンネル工法については、第３章に記述しているように「シールド工法」を前提に整理した。詳細設計時の詳細な土質調査により、NATM 適用が望ましいと総合的に判断された場合は工法変更をおこなうものとする。

以下にシールドトンネル工法と NATM の施工イメージを示す。



出典：福岡市パンフレット

図 4.1.4　非開削工法のイメージ（シールド工法、NATM 工法）

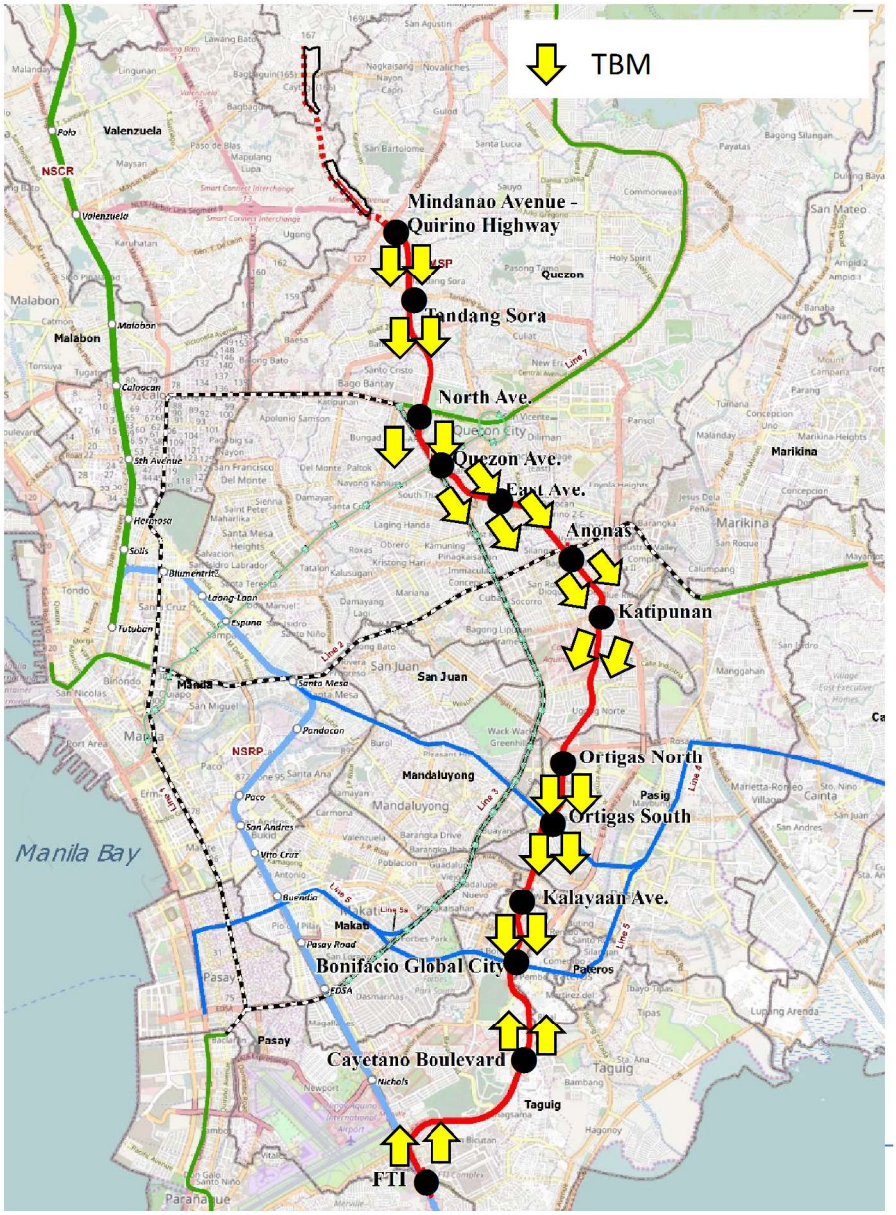
2)　パッケージング

表 4.1.4　シールドトンネルの構成選定

パッケージ（距離程）		区間（駅部のキロ程は駅中心部での km）			延長（km）
CW-1	Dpot - Tandang Sora	パッケージ始点 -1km 690m	Dept -1km680m ～ Mindanao Ave St. 0km000m ～ Tandang Sora St. 1km 640m	パッケージ終点 1km 765m	3km 455m
CW-2	Tandang - East Ave	1km 765m	North Ave St. 4km279m ～ Quezon Ave St. 5km198m ～ East Ave St. 6km 763m	7km 335m	5km 570m
CW-3	Anonas - Ortiga North	7km 335m	Anonas St. 9km029m ～ Katipunan St. 10km545m ～ Ortigas North St. 13km946m	14km 070m	6km 735m
CW-4	Ortiga South - Bonifacio Global City	14km 070m	Ortigas South St. 15km201m ～ Kalayan Ave St 17km161m ～ Bonifacio Global City St. 18km360m	18km 630m	4km 560m
CW-5	Cayetano Boulevard - FTI	18km 630m	Cayetano Boulevard St. 20km825m ～ FTI St. 25km104m	25km 540m	6km 910m

出典：JICA 調査団

3)　シールドトンネルの掘削計画



出典：JICA 調査団

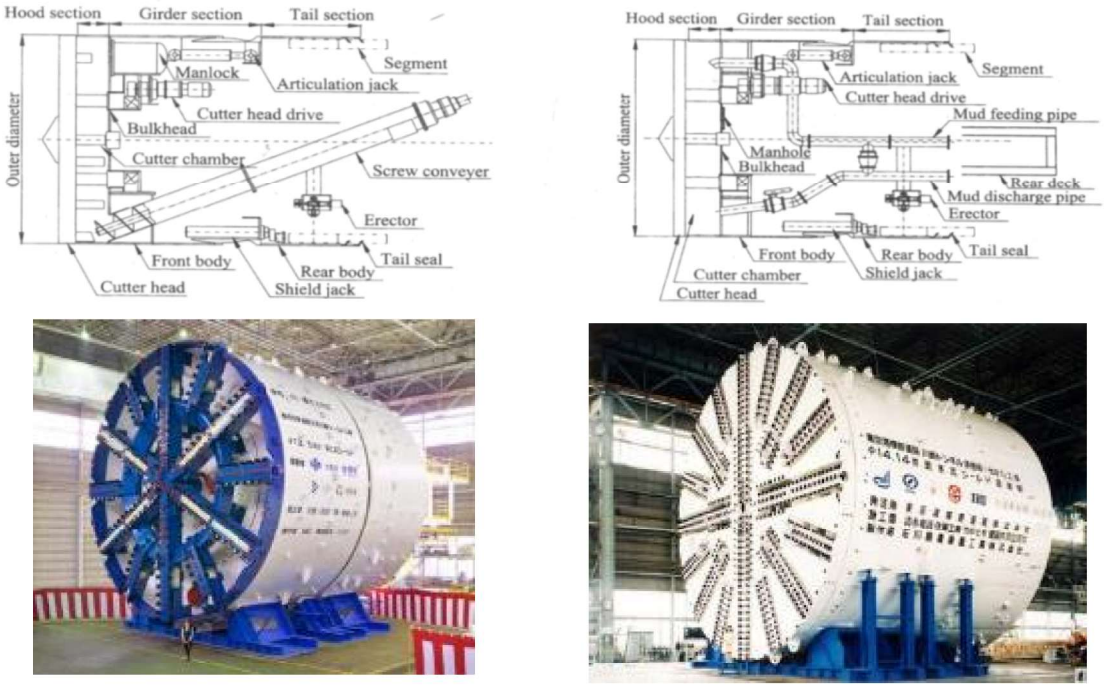
図 4.1.5　シールドトンネルの掘削計画

詳細設計時に以下の課題について、検討を行う必要がある。

①　工期短縮およびコスト縮減に向けての掘進計画の見直し（NATM 適用を含む）
②　用地取得を考慮した Katipunan 駅の位置
③　延伸計画に基づく FTI 駅位置の今後の動向を踏まえた見直し

4)　泥土式と泥水式機械の比較

下図に泥土式と泥水式の構造および外観の例を示す。



泥土式　　泥水式

出典：2006 年度　トンネル標準示報告書、シールド工法・同解説および調査団

図 4.1.6　泥土式と泥水式機械の例

下表に泥土式と泥水式の利点、欠点を示す。表が示すように両工法には利点、欠点があり、どちらの方式を選定するかは、業者の土質条件の判断、施工方法に委ねるものとする。

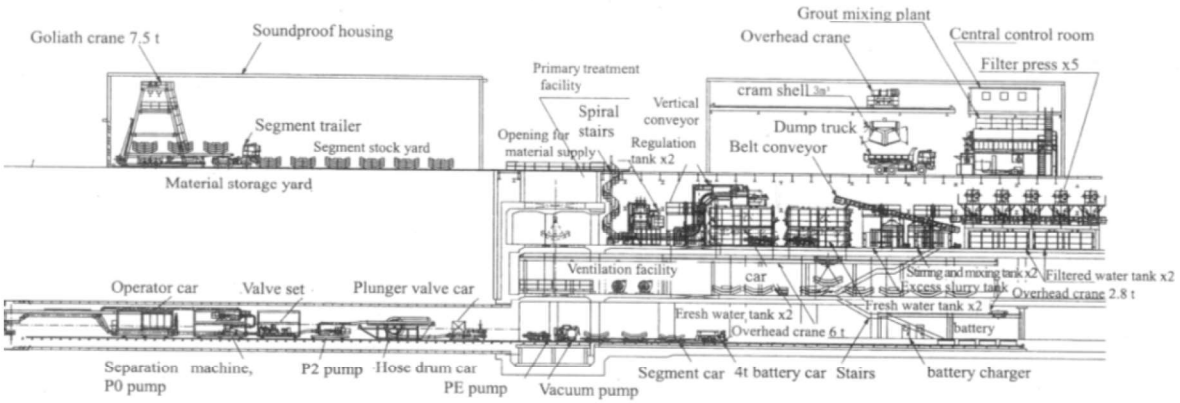
表 4.1.5　泥土式と泥水式の特徴比較

項目	泥土式	泥水式	優れている工法
軟弱地盤の切羽の安定性	コンベヤーのスクリュースピードを管理してバランスを調整することで対応が可能である。	浅い土被り以外は安定性に問題がない。	両工法
高水圧	通常は 4 気圧まで対応可能である。高水圧環境では別途、特別な止水装置を設置する必要がある。	通常は 5 気圧までの使用だが 10 気圧まで対応可能である。	泥水式
透水係数が大きな土性	安定化して透水性を改善するためには高い経験が必要である。	混和材と泥水、供給する泥水の粘性を管理で対応が可能である。	泥水式
岩掘削	大きなスクリューコンベヤーでずりを効果的に排出することができる。	対応可能である。ただし通常の掘削に比べカッターヘッドの消耗が激しい。	両工法
施工設備	一般的に、泥水式よりプラント設備は小さくなる。	泥水プラントを設置するための大きなエリアが必要である。細粒分が多い掘削土ではより大きな泥水処理プラントが必要である。	泥土式
騒音・振動	騒音・振動はそれほど問題にならない。	泥水処理プラント（バイブレーションスクリーン等）からの騒音振動を抑制する必要がある。	泥土式
地盤沈下	初期の段階では、泥水式より大きな沈下を発生することが多かったが、現在では泥水式とそれ程違いはない。	圧力の管理が泥土式より簡単である。	わずかに泥水式

出典：JICA 調査団

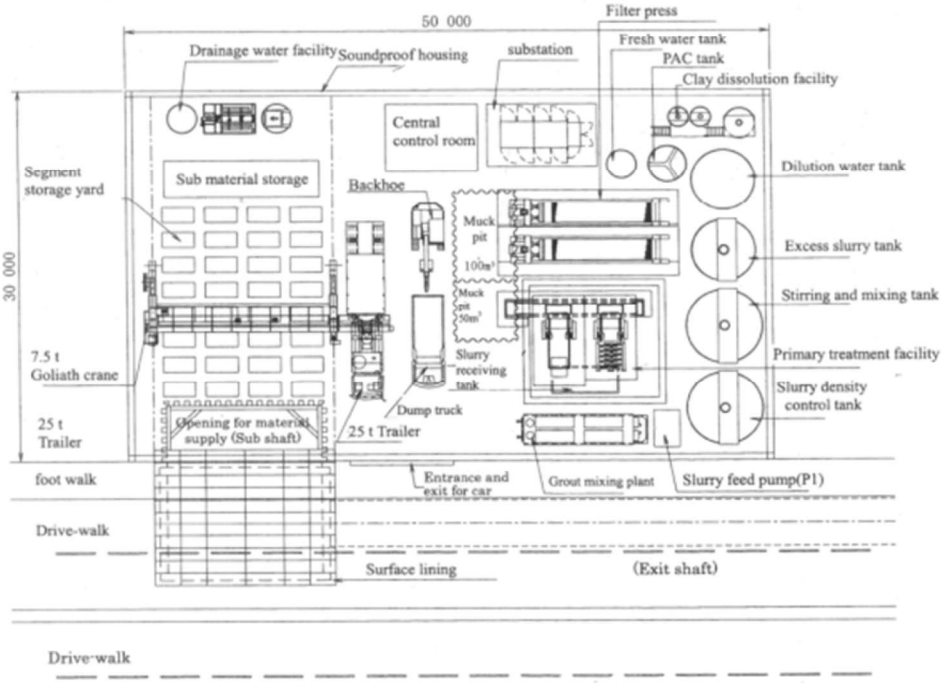
5)　トンネル工事のため施工設備

トンネル工事は、シールドマシンを使用するために大きな敷地が必要である。例えば、資材置き場、セグメント、様々な機器、タンク、土砂ピット、ダンプトラック、バックホウのための敷地、泥水プラント（泥水式の場合）等である。下図に泥水式シールドの地下設備、地上設備の例を示す。



出典：2006 年度　トンネル標準示報告書、シールド工法・同解説および調査団

図 4.1.7　泥水式シールド地下設備配置例



出典：2006 年度　トンネル標準示報告書、シールド工法・同解説および調査団

図 4.1.8　泥水式シールド地上設備配置例

表 4.1.6　シールド基地の場所選定結果

		シールド基地の場所	選定理由
1	Mindanao Avenue	終点方―西側	東側は幹線道路に面することから、西側を選定した。
2	Tandang Sora	終点方―東側	西側には中層ビルがあることから、低層建築物の東側を選定した。
3	North Avenue	終点方―東側	西側はモールが隣接しており、駐車場の東側を選定した。
4	Quezon Avenue	終点方―東側	西側は幹線道路に面しており、用途不明な土地の東側を選定した。
5	East Avenue	終点方―南側	北側は中層ビルがあることから、病院の入口スペースの南側を選定した。
6	Anonas	終点方―駅敷地内	駅が民地内なので、駅の敷地内を基地とした。
7	Katipunan	終点方―東側	西側は幹線道路に面しているので、低層建築物の東側を選定した。
8	Ortigas North	終点方―東側	西側は高層ビルが隣接しているので、低層建築物の東側を選定した。
9	Ortigas South	終点方―北側	南側は大型モールが隣接しており、低層建築物の北側を選定した。
10	Kalayaan Avenue	終点方―西側	東側は自動車販売店があり、平地駐車場の西側を選定した。
11	Bonifacio Global City	なし	周辺が開発されており、シールド基地は設置しない。
12	Cayetano Boulevard	起点方―東側	西側は幹線道路であり、店の駐車場のある東側を選定した。
13	FTI	起点方―東側	西側はスカイウェイであり、ガソリンスタンドの東側を選定した。

シールド基地の面積は、泥土圧式シールド 2 本分として、3500 ㎡程度とした。

6)　トンネル工事の施工日数の想定

開削工事の施工日数を経験値から以下のように設定する。

①　マシンの設計・製作

- 15ヶ月

②　マシンの現地組立・仮設備

- 4ヶ月

③　マシンの掘進速度（掘削地盤：軟岩　qu=20Mpa 以下を想定）

- 初期掘進　　70m/月
- 本掘進　　170m/月

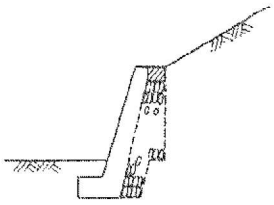
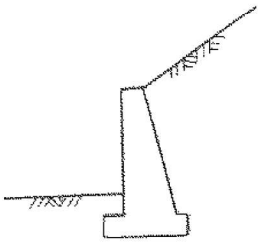
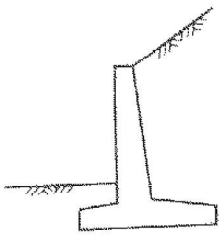
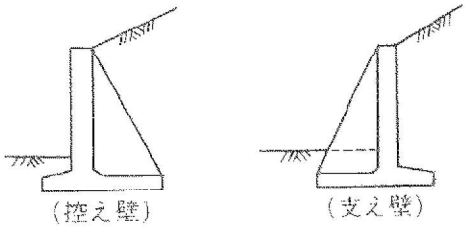
(3)　車両基地の施工計画

1)　車両基地の施工方法

本事業路線の車両基地については、盛土により現地盤より高い位置に配置する計画である。

盛土構造は詳細設計時に詳細な検討を行うが、限られた用地内で基地用地を極力広く確保するためには、盛土外周部に何らかの擁壁構造を設置することが必要である。一般的な擁壁構造としては、以下に示すよう種々の形式があり、擁壁の高さ、基礎地盤の状態に応じて、経済性、施工性を考慮して最適な形式が選定される。

表 4.1.7　擁壁の構造形式の比較

土留壁		切取あるいは盛土などによって支えながら、自重により土圧に抵抗する壁体 ○ 土留壁高さ 4m 程度以下 ○ 支持地盤が良好な場合
重力式擁壁		主に擁壁の自重によって土を支え、土圧に抵抗する構造で、無筋もしくは躯体の一部に発生する引張応力に対しては鉄筋で補強する擁壁 ○ 擁壁高さ 3m 程度以下 ○ 支持地盤が良好な場合
L 型擁壁		主に擁壁の自重と後フーチング上の土の重量とにより安定を保ち、土圧に対しては、前壁を片持ち梁として抵抗する擁壁 ○ 擁壁高さ 3～8m （一般的には 6m 程度以下）
控え壁式擁壁		L 型擁壁の高さが高くなった場合に、前壁の強度を増すために適当な間隔に擁壁背面に控え壁または前面側に支え壁を設けて補強した擁壁 ○ 擁壁高さ 6m 程度以上

また、補強土壁は、盛土中に補強材（鋼板、布、プラスチック等）を敷設することで垂直あるいは垂直に近い壁面を構築する土留め構造物であり、近年の技術開発により数種類の形式が実用化されている。

盛土構造は詳細設計時に詳細な検討を行うが、盛土外周部の擁壁構造として、補強土壁の一種であり、高さ 10m 程度まで対応でき、低コストで構造性能の高い評価されている RRR 工法を適用する計画とした。

車両基地の施工期間は、広大な面積の盛土土工の施工期間に支配され、外周の擁壁工事は盛土土工の段階的施工の合間に逐次施工していくことになる。

以下に RRR 工法の施工手順を示す。

STEP 1

（掘削・基礎工）



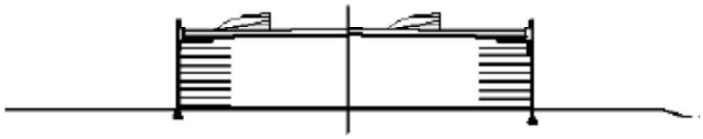
STEP 2

（擁壁構築・盛土）



STEP 3

（基地内道路舗装工・建築・設備工）



出典：横浜市 HP

図 4.1.9　RRR 工法の施工手順

2)　盛土工事の施工日数の想定

盛土工事の施工日数を経験値から以下のように設定する。

①　盛土造成量

- 1 パーティ作業量　　500m³／日

②　軌道工事

- 2.0 年

③　建築設備工事

- 2.0 年

4.2　事業費積算

4.2.1　コストブレークダウン

4.2.2　現地/海外調達比率の設定

4.2.3　事業パッケージ分け

事業パッケージ分けについては、表 4.2.4 に記載している。

表 4.2.4　事業パッケージ分け

パッケージ		区間(駅部のキロ程は駅中心部での Km)			延長 (Km)
CW-1	車両基地	パッケージ始点 -1 km 690m	車両基地 -1km680m ～	パッケージ終点 - 117m	L= 1km 573m
CW-2	ミンダナオ・アベニュー～タンダング・ソラ	-117 m	Mindanao Ave St. 0Km000m～ Tandang Sora St. 1Km 640m	4 km 025 m	4km 142 m
CW-3	ノース･アベニュー～ケソン･アヴェニュー	4km 025m	North Ave St. 4km279m ～ Quezon Ave St. 5Km198m ～	6km 639m	L=2km 614m
CW-4	イースト･アベニュー～アノーナス	6km 639m	East Ave St. 6Km 763m Anonas St. 9Km029m ～	10km 375m	L=3km 736m
CW-5	カテイプナン～オルティガス・ノース	10km 375m	Katipunan St. 10Km545m ～ Ortigas North St. 13Km946m	15km 075m	L=4km 700m
CW-6	オルティガス･サウス～カラヤアン・アベニュー～ボニファシオ･グローバルシティ	15km 075m	Ortigas South St. 15Km201m ～ Kalayaan Ave St 17Km161m ～ Bonifacio Global City St. 18Km360m	18km 675m	L=3km 600m
CW-7	カエタノブルーバード～FTI	18km 675m	Cayetano Boulevard St. 20Km825m ～ FTI St. 25Km104m	25km 540m	L=6km 865m
(EW＋Track) -8	電力・信号・通信		電力・信号・通信		
	軌道新設		本線及び車両基地での軌道新設		
RS-9	車両		車両：152 両		
合計 9 Package					L=27km 230m

出典：調査団

4.2.4　前提条件

4.2.5　事業費積算

4.3　事業実施スケジュール

図 4.3.1 に事業実施スケジュールを記載する。スケジュールの概略としては、2018 年 1 月に日本とフィリッピンの間でローン合意の契約を行うことからスタートすることになっている。また 2018 年 8 月から 22 か月間で詳細設計を終えることにしている。建設は 2018 年 12 月から始めるとこになっており、終了は 2025 年 6 月を目指している。

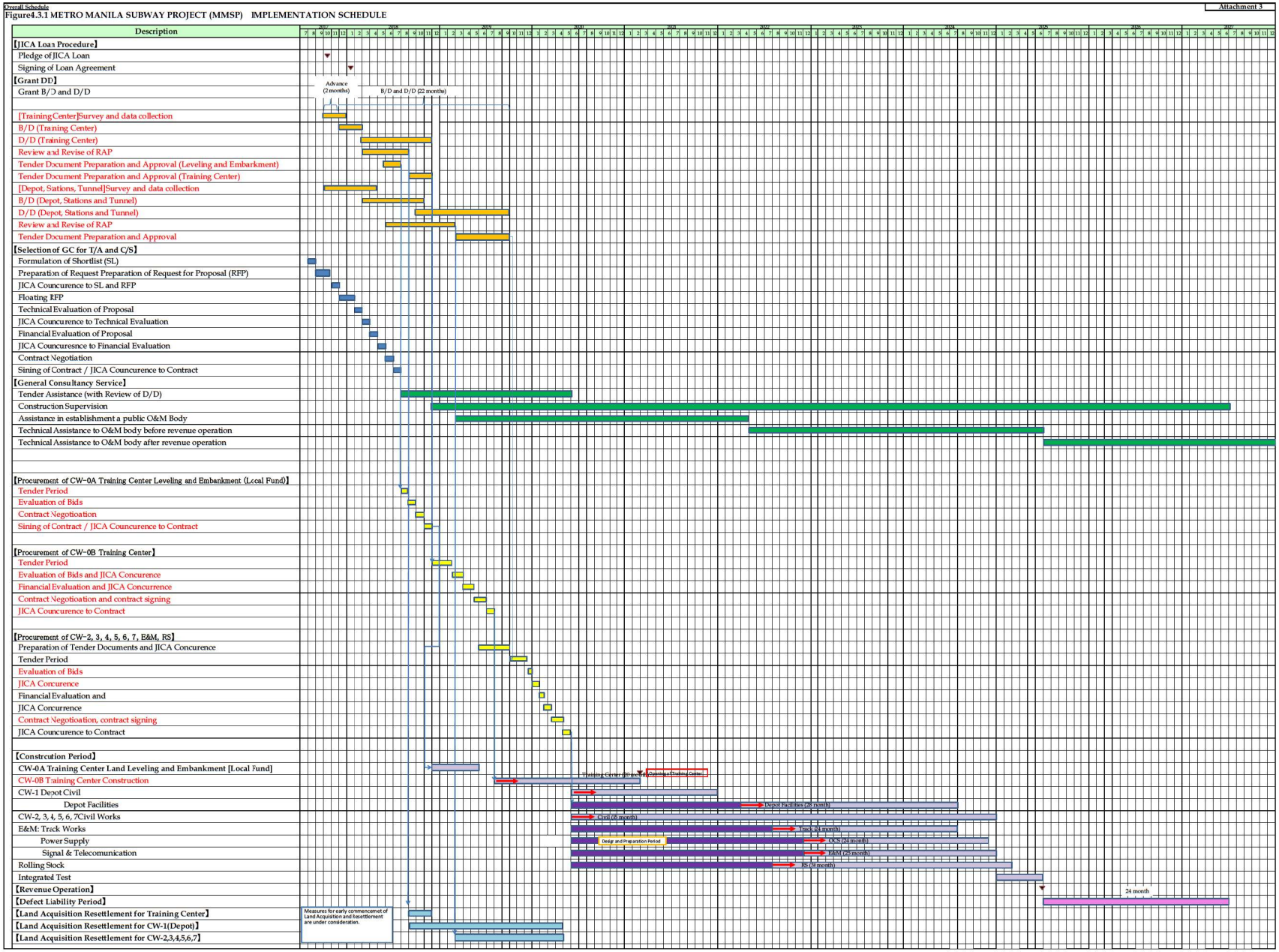


図 4.3.1　事業実施スケジュール

第5章　事業実施体制・運営維持管理体制

5.1　事業実施体制について

5.1.1　公営事業のメリット

メトロマニラ地下鉄の運営維持管理体制は、公営事業と PPP プロジェクトの 2 つの基本的な特性と、マニラの特性を考慮して決定すべきである。地下鉄はマニラで初めてのプロジェクトであることと、今後のマニラの交通ネットワークの発展を考慮し、特にメトロマニラ地下鉄プロジェクトの初期段階においては、政府が所有又は管理する公営事業の形態が望ましい。
公営事業のメリットは以下のとおりである。

(1)　不測事態への処理に対する柔軟性

- 特に運営初期段階において、需要リスクや関係するプロジェクトの遅延、サービス品質リスクのような様々な不測事態があり、責任を持って対処する必要がある
- 不確実な環境下では、明確な責任と権限を持つ公的組織は、政府の指導の下に不測事態を柔軟に処理できる

(2)　将来のインフラ整備の取り扱いへの柔軟性

- 将来の地下鉄延伸を考慮すると、PPP 契約は全路線の営業体制を再編する際の障害になる恐れあり
- 新規地下鉄路線を建設する際、複数の PPP 契約と調和するには、複雑な強調と交渉が要求される

(3)　フィリピンにおける PPP 調達仮定の不確実性

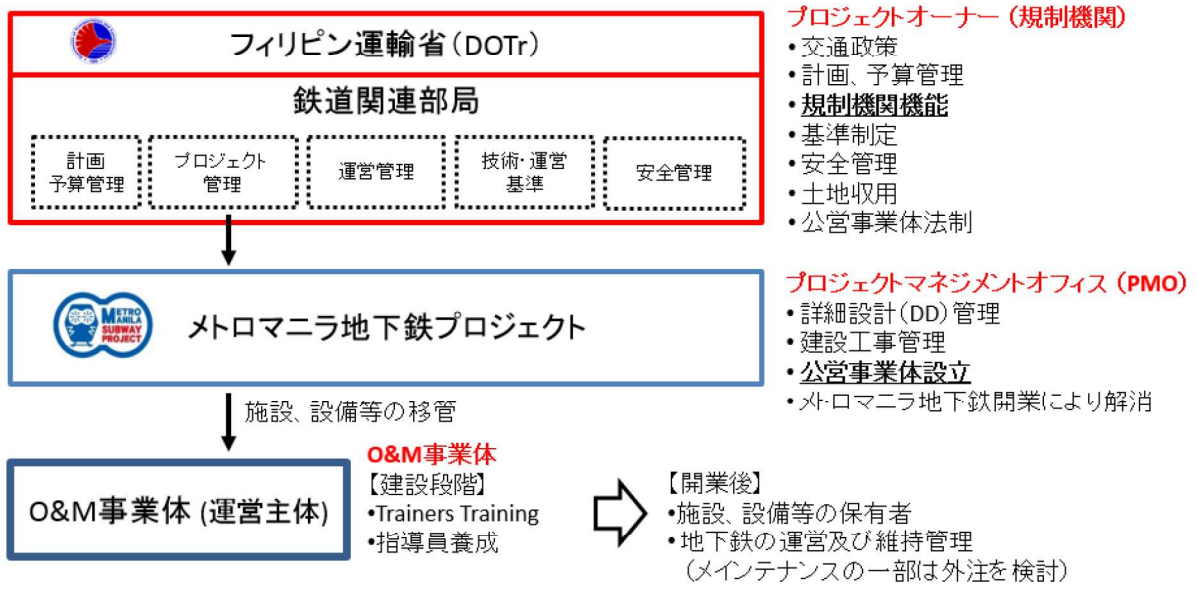
- プロジェクト展開及び調達過程は、従来の公共調達に比べ時間がかかる
- PPP プロジェクトに入札者がいない場合、プロジェクト構造そのものが再構築され、解決に時間がかかる

(4)　維持運営管理の知識の蓄積

- 公営事業による運営維持管理の核となるノウハウの蓄積は、将来の PPP プロジェクトにおける官民の両立を目指すために不可欠である
- 公営事業による良好な事業の実施が市場による高い評価をもたらす（株式の売却による資本利益、新規市場への事業展開、等）
- JICA の包括的技術協力が、公営事業体による効率的かつ効果的な運営維持管理に貢献する

5.1.2　鉄道事業管理体制

フィリピンの鉄道管理体制強化には、DOTr 内に組織された鉄道部局の設立が強く推奨される。以下の図のような 3 つの階層構造を導入することで、プロジェクトオーナー、プロジェクトマネジメントオフィス（PMO）、運営維持（O&M）事業体といった鉄道管理体制のそれぞれの役割と責任が合理的になる。



出典：調査団

図 5.1.1　プロジェクトオーナー（規制機関）、プロジェクトマネジメントオフィス（PMO）、運営維持（O&M）事業体の体制

メトロマニラ地下鉄プロジェクトは、鉄道管理体制の中で「ナレッジハブ」として発展し、その役割を果たすことが期待されている。組織された鉄道部局と効率的な運営維持体制を確立することによって、鉄道セクターをより良く管理するために必要な知識と経験を政府に蓄積することができる。

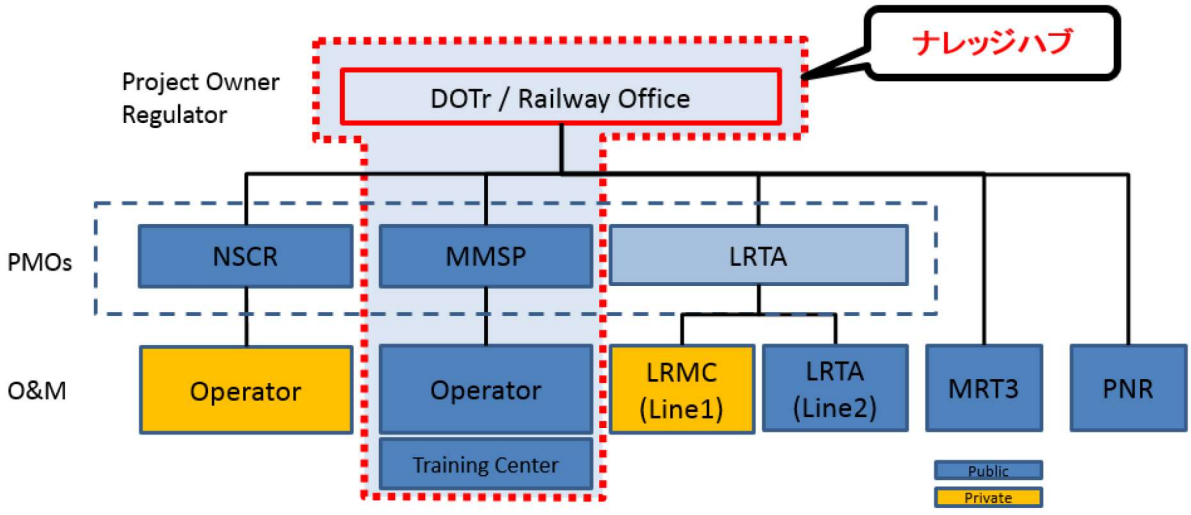
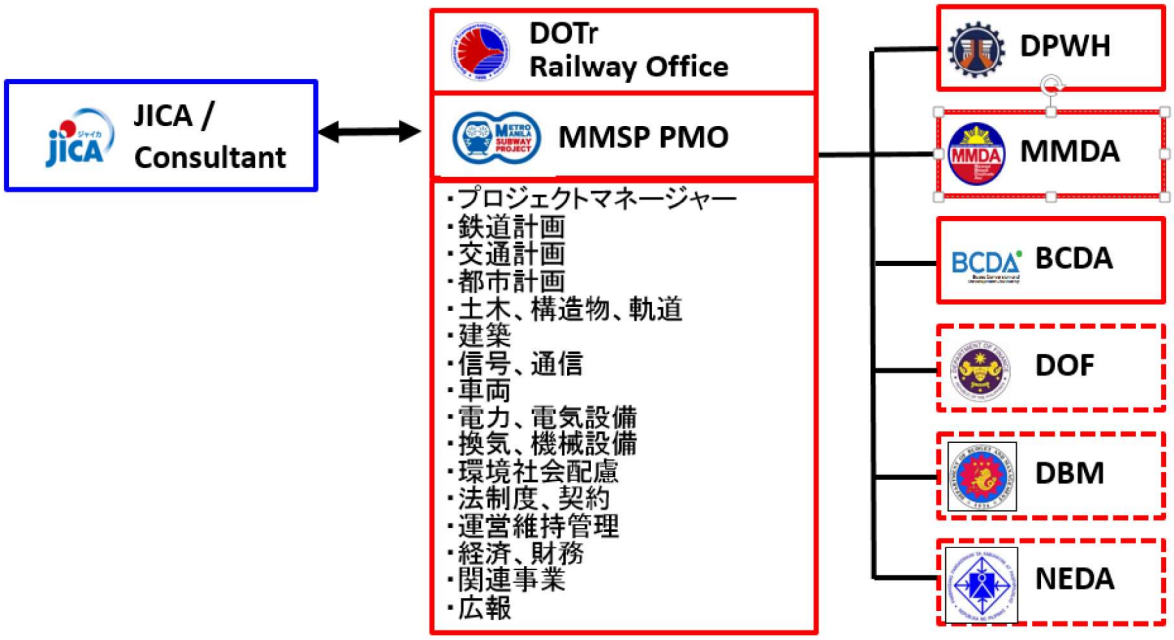


図 5.1.2　ナレッジハブとしての MMSP

5.1.3　Supporting Structure of MMSP PMO メトロマニラ地下鉄の PMO の体制

メトロマニラ地下鉄プロジェクトを実施する上で、PMO を設立する必要がある。PMO 設立のイメージは下図のとおりである。プロジェクトマネージャー、鉄道計画、交通計画等の担当者 24 名により構成し、JICA 専門家や関係部局とやり取りをしながら、プロジェクトを実施していく体制が求められる。



出典:調査団

図 5.1.3　MMSP PMO の体制

5.2　運営維持管理体制について

5.2.1　O&M 事業体の組織体制

前述のナレッジハブとして機能するため、メトロマニラ地下鉄の O&M 事業体は適切な組織構造とスタッフを持つことにより、堅実かつ持続可能である必要がある。この目的のため、O&M 事業体は鉄道事業と関連事業のどちらも実施することを義務付けられている政府所有・管理する公営事業体として設立されるべきである。その場合、全国的に利用できる研修センターを当該 O&M 事業体に運営させることができる。

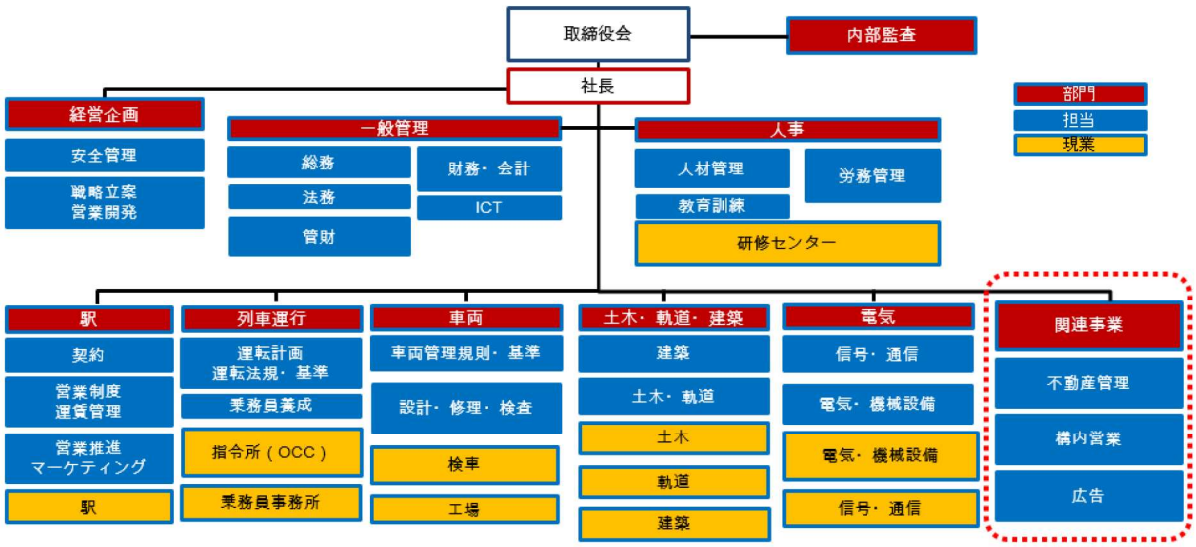


図 5.2.1　O&M 事業体の組織構造

主要部署の一般的な機能は以下のとおりである。

表 5.2.1　主要部門の一般的な機能

部門	General Functions
経営企画	• 安全管理 • 企業理念、戦略、経営計画、営業開発 • 他部門の監督（内部監査部門を除く）
一般管理	• 総務、資産管理 • 財務、会計、調達 • 人事（研修センター含む）
関連事業	• 不動産 • 構内店舗営業 • 広告
O&M本社	• 鉄道現業管理、規則・基準制定、契約管理 • 要員養成、その他
指令所	• 列車運行の指示、監督
鉄道現業 （列車運行）	• 列車運行、駅営業 • 契約管理（警備員、清掃等）
鉄道現業 （メインテナンス）	• 検査 • 保守等外注先の監督 • 部品置換え、軽保守、一部重整備

5.3　O&M 事業体の要員計画

2025 年及び 2030 年の O&M 事業体の要員数は以下のとおり算出した。なお、各部門における算出根拠は以下のとおりである。

(1)　本社部門

日本の地下鉄 6 事業者（札幌、仙台、横浜、京都、神戸、福岡）における、全従業者中の本社従業者割合の平均を超えないよう算出

(2)　駅係員

改札口、切符売場、プラットホーム数等から要員数を算出

(3)　運転士

運行本数をもとに要員数を算出

(4)　車両基地（検車および車両工場）

定期的な検査等に必要とされる人員及び車両数から算出

(5)　その他の技術現業

上記 6 事業者の当該部門の従業者数と車両営業キロの比例値を基に算出

表 5.3.1　O&M 事業体の要員計画

（単位：人）

	2025 年	2030 年
本社部門（鉄道）	169	169
本社部門（関連事業）	25	25
駅員	664	664
運転士	143	159
車両部門	194	194
電気部門	119	154
工務部門	103	118
研修センター	20	20
合計	1,437	1,503

第6章　地下街・駅ビル開発事業コンセプトデザイン/エキナカ事業計画

6.1　TOD のアプローチ

6.1.1　TOD とは

公共交通指向型開発（TOD）は、私的交通を抑制し、徒歩圏の公共交通の利用を促進するとともに、居住・商業等の複合用途の土地利用によるコンパクトな駅周辺地区の形成を促進するものである。TOD は都市鉄道利用促進と運営に寄与するだけでなく、駅周辺のスマートグロース・成長管理、社会経済開発を促進する。TOD により交通、土地利用、環境の側面に様々な影響とインパクトを及ぼすことで、交通と都市の一体開発によるシナジー効果、新たな都市空間の形成、駅周辺の多様な都市活動の促進をもたらすことができる。TOD の具体的な目的を下記のように位置づけた。

- TOD は都市鉄道利用を促進する：都市鉄道需要は駅までのアクセス環境に大きく影響を受ける。特に重要なのは、駅からの徒歩圏における、歩行環境改善のための道路改良や、自転車、二輪車、フィーダー交通(ジープニー、トライシクルなど)、タクシー、バス等との交通結節施設整備等の交通アクセス環境改善である。
- TOD は駅および周辺の経済開発に寄与する：都市鉄道は駅および周辺での都市開発が適切に計画・実施されることで、新たな経済開発機会を創出する。加えて TOD の推進により、都市鉄道利用促進と利用者の利便性確保に寄与することができる。
- TOD は都市鉄道影響圏の社会環境改善の拡大に寄与する：徒歩圏の歩行環境改善、アクセス道路や交通結節施設整備、一体都市開発の推進等により、地域住民やコミュニティにとっても様々な社会環境改善機会を提供する。



出典：調査団

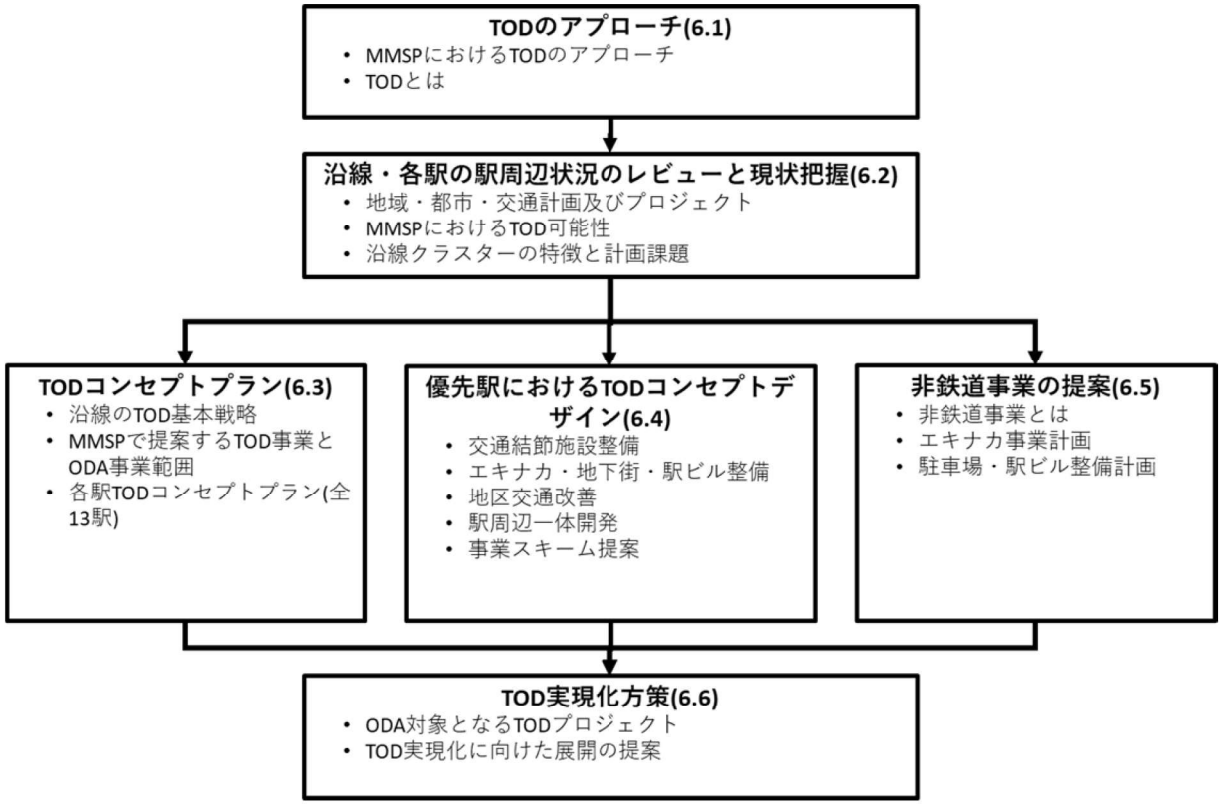
図 6.1.1　TOD イメージ

6.1.2　MMSP における TOD のアプローチ

TOD のアプローチをもとに、地下鉄事業の事業効果を増大させ、民間企業の参入を促す観点から、地下街・駅ビル開発事業のコンセプトデザイン及びエキナカ事業計画を策定する。合わせて、このような非鉄道事業としての投資事業が本事業の採算性向上や地域の経済開発にどの程度の効果をもたらすかの分析を行い、本事業(地下鉄を含む都市鉄道事業)のオプションとして提案する。

具体的なステップは次の通りである(図 6.1.2 参照)。

1)　沿線・各駅の駅周辺状況のレビューと現状把握
2)　各駅の駅周辺・交通改善方針の検討
3)　ポテンシャルのある優先駅の選定とコンセプトデザインの作成
4)　エキナカ・地下街・駅ビル事業計画の策定と事業効果の算定
5)　TOD 実現化メカニズムの提案

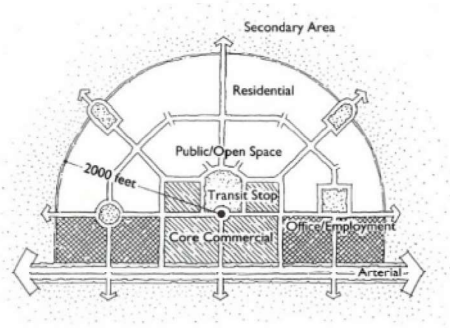


出典：調査団

図 6.1.2　TOD コンセプトデザインの作業フロー

6.1.3　TOD の基本理念

TOD はもともと、自動車中心の都市構造からコンパクトな都市構造への転換を目的としたアプローチとして示された。TOD により、私的車両交通から公共交通への転換による省エネや二酸化炭素削減による、環境にやさしい社会の形成への貢献、すなわち「スマートグロース(持続可能な成長管理)」を推進する。また同時に、公共交通では乗客一人当たり専有面積を削減できることから、都市空間活用の効率化を図ることができる。



出典：ピーター・カルソープ

図 6.1.3　TOD 概念図

アメリカの都市計画家ピーター・カルソープ氏の提案した TOD コンセプトでは、次の内容を目的としている。(ｲ)コンパクトかつ公共交通開発による地域レベルの成長管理、(ﾛ)商業、住宅、業務、公園などの施設配置と徒歩圏での停車場までのアクセス、(ﾊ)多様なタイプ、密度、価格帯の住宅地の提供、(ﾆ)敏感な生息地、河川域、高品質のオープンスペースの保全、(ﾎ)建築物の向きや近隣コミュニティの活動に焦点をあてた公共スペースの整備、(ﾍ)交通コリドー沿線の、既存のコミュニティ単位でのインフィル開発や再開発の促進。

6.1.4　TOD の目的と主な内容

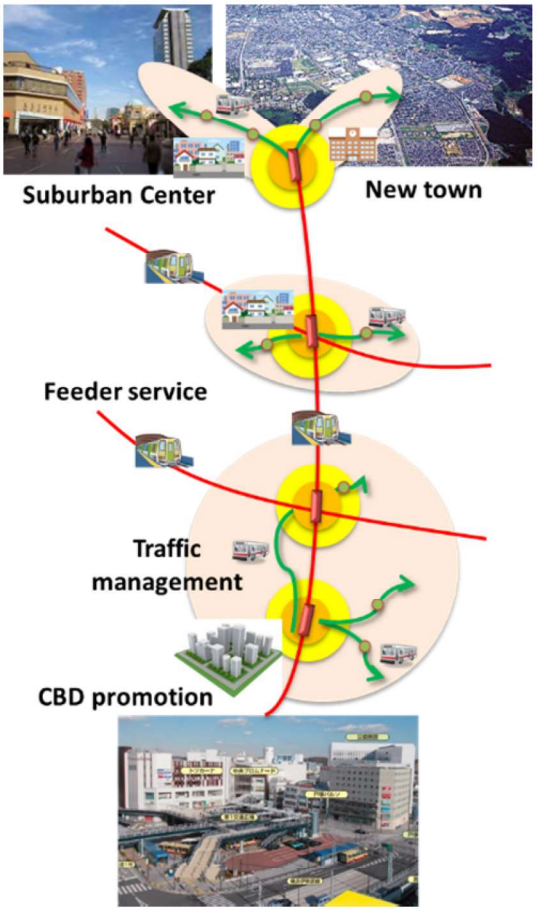
TOD の推進により、交通改善と、一体都市開発を通じた社会経済開発と環境持続性を促進することで、UMRT 利用促進と利用者の満足度を高めることが可能となる。TOD が全ての駅で適用されることで、連続性のあるサービスを享受することができ、TOD 効果は倍増する。TOD の最終目標は、土地の効率的な活用、環境の保全、モビリティとアクセシビリティの改善、気候変動影響の抑制による、公共交通をベースとしたコンパクトな都市づくりを進めることにある。

TOD の具体的な目的と内容は下記に整理される。

(ｲ) TOD は、交通アクセス環境改善(徒歩、自転車、バイク、バス、パラトランジットなど)により、UMRT 需要を促進する(図 6.1.4 参照)。

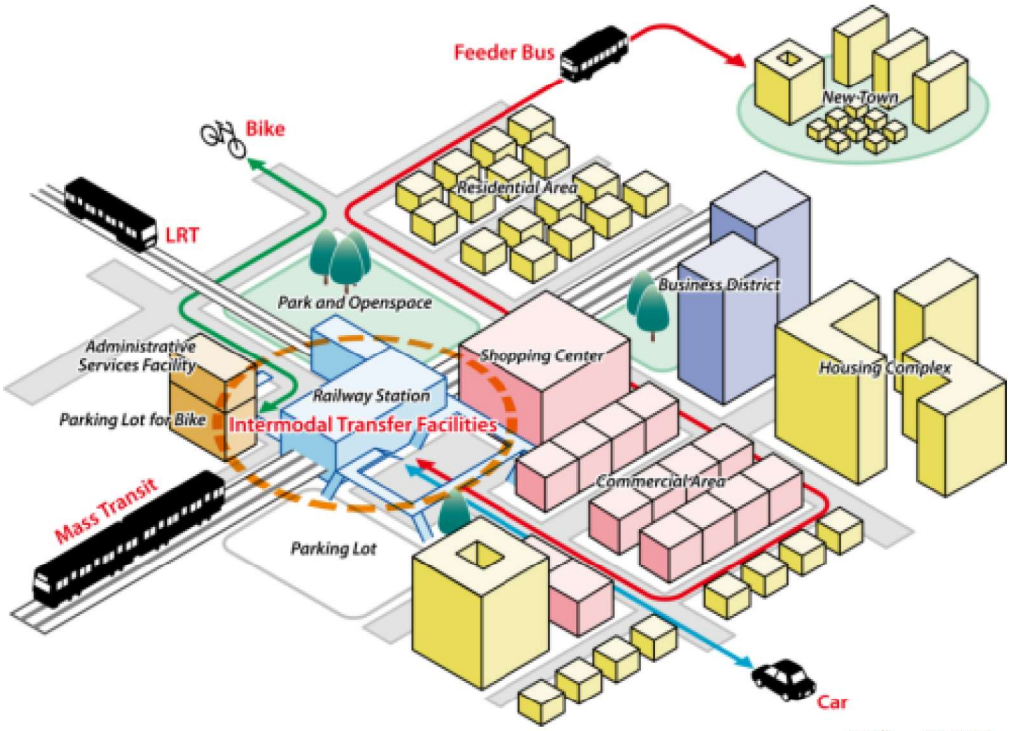
(ﾛ) TOD は、駅及び周辺でのコンパクトかつ混合土地利用の都市開発により、地域の経済開発機会を創出する(図 6.1.5 参照)。

(ﾊ) TOD は、公共交通へのモーダルシフト、新たなアフォーダブル住宅の供給、インフォーマル居住や災害危険地域からの移転促進などにより、都市全体の社会環境改善の拡大に寄与する(図 6.1.5 参照)。



出典：調査団

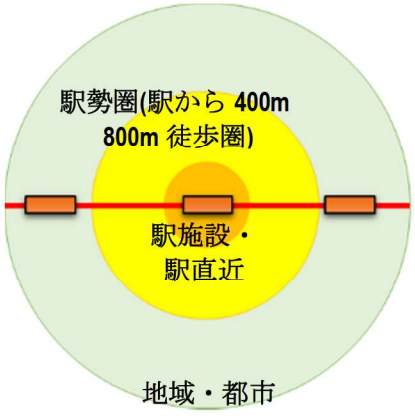
図 6.1.4　都市鉄道沿線の TOD コンセプト



出典：調査団

図 6.1.5　駅周辺地区の TOD コンセプト

このように、TOD はそのコンセプトに応じて、幅広い都市空間レベルに影響を与える。そのため、交通改善と都市開発の双方の目的に照らして、TOD の範囲を整理した(図 6.1.6 参照)。



対象	範囲	TOD 事業の例
アクセス・交通改善	駅施設・駅直近	• 歩行者施設 • 交通結節施設(駅前広場、バスターミナル、バス停、乗降スペース等) • アクセス道路整備・改良 • 交通管理(信号設置、専用・優先レーン設置等)
	駅勢(駅から 400m-800m 徒歩圏)	• 道路整備(幹線道路、アクセス道路) • 歩行者施設(ペデストリアンデッキ、地下道、歩道等) • 駐車施設(パークアンドライド、地下駐車場等) • 交通管理(駐車規制、一方通行、時間別進入規制等) • フィーダーサービス改善(バスルート再編、循環バス・小型電気車両導入等)
一体都市開発	駅一体型 TOD	• エキナカビジネス • 地下街 • 駅ビル
	都市開発型 TOD	• 既成市街地再開発(高密度住宅地、公共施設・公用地、工場、鉄道用地等) • 郊外部ニュータウン開発

出典：調査団

図 6.1.6　TOD の範囲

6.1.5　TOD 事業

TOD 事業は主に交通改善事業と一体都市開発事業から構成される(表 6.1.1 参照)。

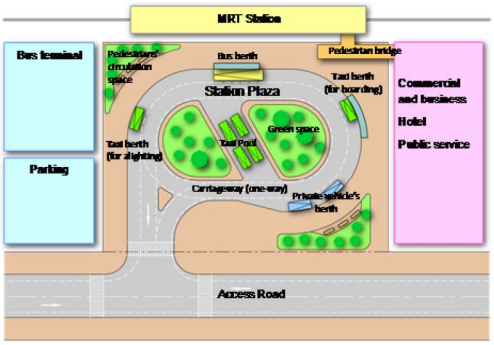
表 6.1.1　TOD 事業リスト

カテゴリ	範囲	事業	内容
交通改善	駅直近	アクセス道路	駅直近のアクセス道路の整備
		駅前広場	交通結節施設(バス、タクシー、ジープニー、私的交通)と環境空間(歩行者広場、オープンスペース)のある駅前広場の整備
		バスターミナル	フィーダーバスサービス運行のためのバスターミナル整備
		ペデストリアンデッキ	歩行者の安全確保と移動時間短縮、駅施設直結のためのペデストリアンデッキ整備
		地下道	歩行者の安全確保と移動時間短縮、他路線の駅との乗り換え利便性のための地下歩道整備
		パークアンドライド(P&R)施設	私的交通から都市鉄道への乗り換え促進のための駐車施設整備(郊外部の端末駅、CBD 駅での自動車流入規制等)
		地下駐車・駐輪場	用地確保が困難な既成市街地における地下駐車・駐輪場整備
		駐車・駐輪場	駅前広場、高架下空間、道路沿道・歩道内・公園内等の公用地での駐車・駐輪施設整備
		乗降スペース	道路沿道でのバス、ジープニー、電動三輪車などの乗降スペース整備
		バス停	バスベイ整備とバス停改良(ベンチ、上屋、バス運行情報掲示等)
		交通管理	駐車規制、信号、歩行者施設、路面表示、交通標識、視覚障害者用誘導ブロック、バイク専用レーン、バス優先レーン等
	駅からの徒歩圏(400m-800m 圏域)	道路改良	駅アクセスのメイン道路となる主要幹線道路・地区幹線道路の車道・歩道の改良
		道路整備・拡幅	ゾーンプランに準拠した新規道路整備・拡幅による、駅周辺の道路ネットワークの構築
		細街路改善	宅地内の細街路の改善(舗装改良、排水、街灯、路面表示等)
		交差点改良	歩行者横断の安全確保と交通流管理のための交差点改良(信号、横断歩道、路面表示等)
一体都市開発	駅一体型 TOD	駅構内(エキナカ)	主に駅利用者向けの、プラットホームやコンコースでのキヨスク、カフェ、書店、コンビニエンスストア等の商業施設整備
		高架下空間	主に駅利用者及び地域住民向けの、コンビニエンスストア、スーパーマーケット、小売店、保育所、駐輪場等の商業施設整備
		駅ビル	駅前でのホテル、事務所、クリニック、アパート、公共サービス施設等の複合ビル建設
		地下空間(地下街)	地下鉄利用促進、地下道延伸による駅周辺混雑緩和と一体開発促進のための、地下商業モール・駐輪場整備
	都市開発型 TOD	鉄道関連用地再開発	フィリピン国鉄が有する車両基地や工場などの用地での一体開発による新たな拠点整備
		バスターミナル再開発	バスターミナル再開発による、バスサービスとの結節性向上と複合施設開発による利便性確保
		公共施設・工場等の再開発	公用地や工場移転後の用地を利用した一体開発による、移転アパートや公共施設を含む複合開発
		高密度住宅地や老朽化アパートの再開発	既成市街地や老朽化アパートでの再開発による駅周辺での低中所得者向け住宅供給
		鉄道沿線のニュータウン開発	郊外部の鉄道沿線でのニュータウン開発による拠点整備、通勤圏拡大、鉄道利用需要喚起

出典：調査団

6.1.6　主な交通結節施設

駅前広場：駅前広場は交通結節施設と公共オープンスペースの両方の機能を備えた多機能な施設である（図 6.1.7 参照）。具体的には、(ｲ) 車道（一方通行、バス・タクシー・フィーダーサービス・私的交通専用）、(ﾛ) バスバース・プール、(ﾊ) タクシーバース・プール、(ﾆ) 乗用車用乗降スペース、(ﾎ) 歩道・歩道橋、(ﾍ) オープンスペース、などを含む。駅前広場は交通結節機能に加えて、交番、防災センター、イベントスペース、公共サービス、情報センターなどの機能を有することができる。



標準的な駅前広場の配置図



駅及び商業施設のゲートウェイとしての駅前広場



バスターミナル付き駅前広場



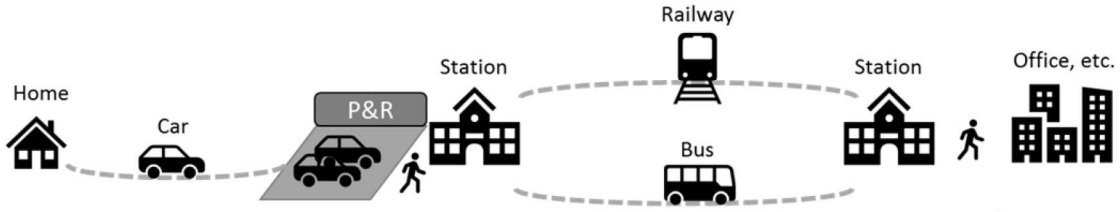
公共オープンスペースとしての駅前広場

出典：調査団

図 6.1.7　駅前広場のイメージ

パークアンドライド(P&R)：P&R は、郊外部からの公共交通利用促進や、都市部の交通渋滞の緩和のため、末端交通機関である乗用車を郊外の公共交通機関乗降所（鉄道駅やバス停留所など）に設けた駐車場に停車させ、そこから鉄道や路線バスなどの公共交通機関に乗り換えて目的地に行く方法である。朝、運転手が自宅近くの P&R 駐車場に駐車し鉄道に乗り換えて通勤し、通勤後に鉄道で駅に戻ってから、運転して帰宅するという仕組みである。





出典：調査団

図 6.1.8　パークアンドライドのイメージ

6.1.7　都市開発

開発利益還元の考え方：鉄道整備は、駅を中心とした土地・不動産所有者や開発者等に対して、その負担に比してきわめて大きな受益をもたらす。このような開発利益を交通事業へ還元することによって、交通社会資本整備を促進する考え方である。沿線都市開発は、鉄道事業者による開発利益の内部化のひとつである。これは、鉄道整備事業にあたり、地価の上昇が見込める周辺地区を含めて土地を先行取得し、その地区を開発することによって生じる外部経済効果（利益）を事業者自らが得る方法である。

一体都市開発：鉄道の効用を促進するため、駅周辺における商業活動の活発化、その他の交通モードを利用した駅へのアクセスの向上に努める。出入り口の確保のための小規模店舗や住宅との一体整備、老朽化した商業施設・集合住宅等との共同開発等、両者にメリットのある整備を行っていく。また、公用地が駅周辺にある地域については、公用地について鉄道事業者に開発権を与え、（または公的機関が自ら）鉄道駅と一体的に再開発することにより、鉄道需要・運賃外収入が増加し、鉄道経営基盤の安定化が期待できる。同時に、周辺住民が集まり交流できる施設を備えることにより、コミュニティの活性化にもつながる。また、大規模な共同開発時には、タクシー、バス等の鉄道以外の交通モードとの結節施設と商業業務施設による交通複合ターミナルの整備を積極的に行い、駅の機能強化と市内の交通ネットワーク機能の充実を図る。

このような一体開発促進に向けては、以下のような点に取り組む必要がある。

① 既存の公共用地を積極的に利用し、再開発を行う
② 自ら沿線の空地・老朽建物のある土地等を取得し、開発を行う
③ 民間の開発事業者と協力（共同出資等）し、開発を行う
④ 民間の周辺開発を促進するための規制の緩和を行う

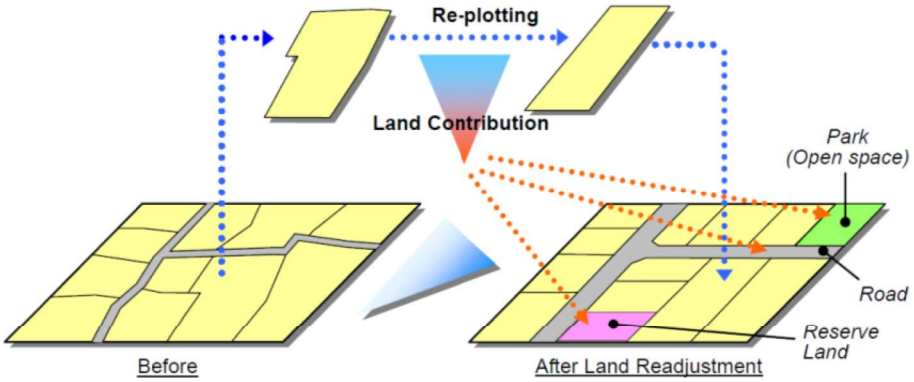
土地利用の再編：鉄道整備に伴う駅周辺・沿線開発の推進により、郊外部では農地から住宅地や商業地、都心部では再開発事業などにより低層住宅地から中高層の商業業務・居住の複合用途用地などに改編するなど、周辺土地利用が大きく転換する。土地利用再編は周辺の社会経済開発や交通・インフラ整備等に大きく影響することから、都市鉄道整備にあたっては、都市計画であらかじめ、土地利用（ゾーニング）や建築規制などの都市計画の見直しをはかり、適切なインフラ整備を規制誘導する必要がある。

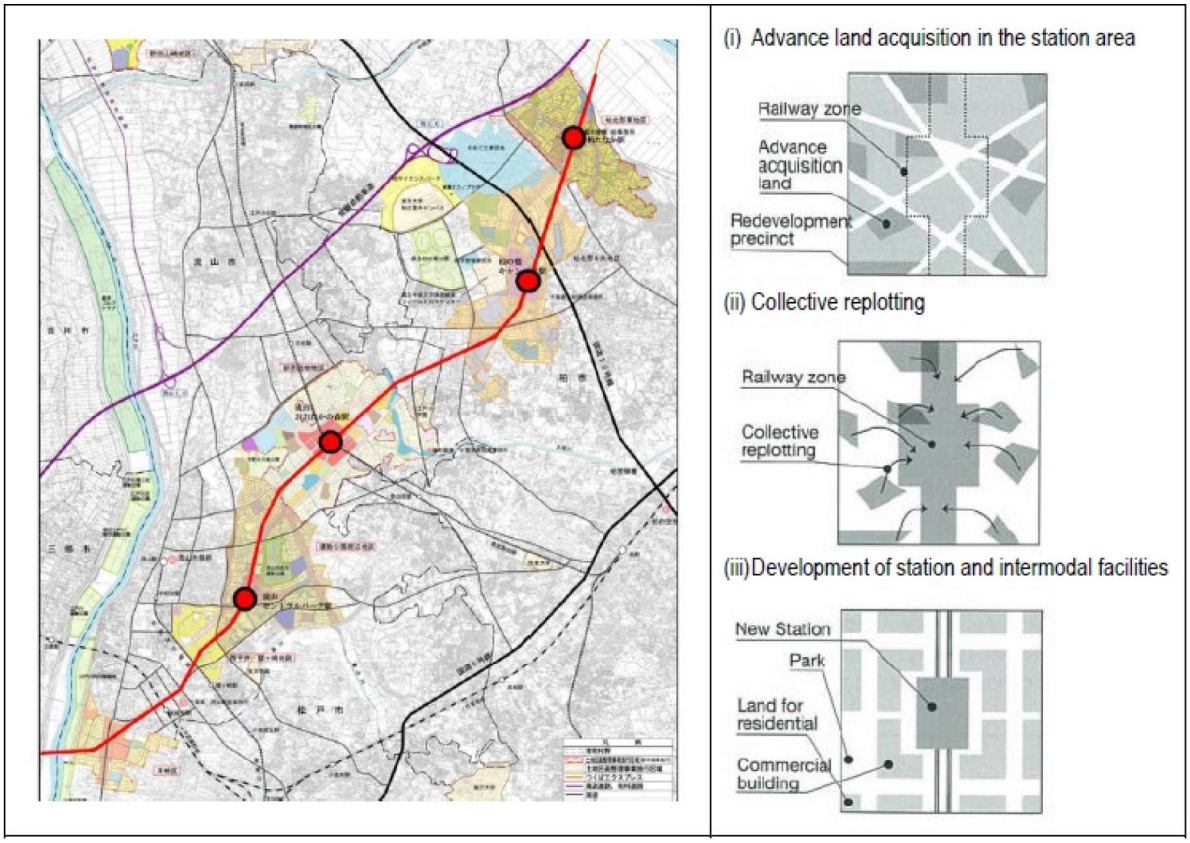
用地取得・住民移転の代替案の提供：通常のインフラ建設では、その用地取得や住民移転が大きな障壁となっている。駅周辺・沿線一体開発を通じて、駅前再開発施設への地区内移転

や鉄道沿線の郊外部ニュータウンなど、アクセスとサービスの確保された地区への移転などのオプションを示すなど、地権者への生活・事業再建の機会を提供することにより、インフラ用地の確保と地権者の合意形成を円滑化することが可能になる。また、一体開発用地(民地)内で駐車・駐輪場や交通結節施設を整備したり、商業施設側に交通施設の整備負担をさせるなど、交通施設整備のためにも一体開発によるメリットは大きい。

都市開発事業の適用：日本ではこのような一体開発を、土地区画整理事業や市街地再開発事業などの権利変換により、都市計画事業として推進している。土地区画整理事業及び市街地再開発事業は、駅、道路、交通結節施設などの公共用地確保と、土地区画の成形による道路・インフラネットワーク整備、宅地整備のために実施される事業手法である。

土地区画整理事業は、換地とインフラ整備を含む一体型都市開発の手法であり、日本やドイツをはじめ、タイ、インドネシア、ネパールなどの途上国でも適用されている。土地所有者がその権利を保全しながら、等価交換の換地(re-plotting)により、事業地区内に移転用地を確保する。この過程で地権者から一定の土地を提供してもらい(減歩、land contribution)、この土地を道路や公園などの公共用地として確保する。また、事業資金に充てるための用地(保留地、reserve land)も確保できる。日本では既成市街地の駅周辺地区環境改善や、郊外部の農地等での鉄道新線整備の際などに適用されることが多い。

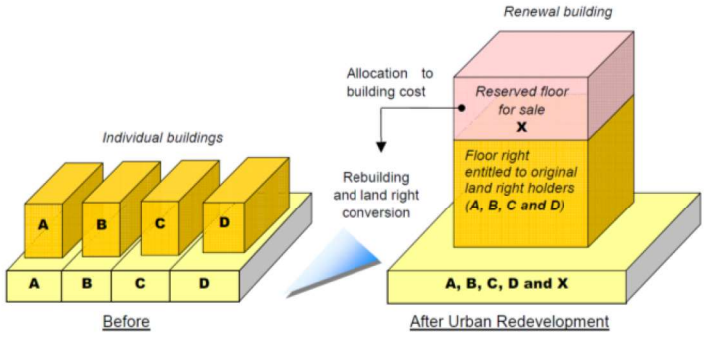




出典：UR 資料をもとに調査団作成

図 6.1.9　土地区画整理事業のしくみ

市街地再開発事業は、細分化された敷地の統合、不燃化された共同建築物の建築、公園、広場、街路等の公共施設の整備等を行うことにより、都市における土地の合理的かつ健全な高度利用と都市機能の更新を図ることを目的とする事業である。敷地を共同化し、高度利用することにより、公共施設用地を生み出すことができる。また地権者の権利は、原則として等価で新しい再開発ビルの床に置き換えられる（権利床、floor right entitled to original land right holders）とともに、高度利用で新たに生み出された床（保留床、reserved floor for sale）を処分し事業費に充てることができる。



出典：調査団

図 6.1.10　市街地再開発事業のしくみ

6.1.8　TOD にかかる日本の経験

日本では、東京や大阪などの大都市の交通手段は公共交通に依存している。特に都市鉄道サービス圏域(駅から 800m)は市街地の大半をカバーしており、徒歩での駅へのアクセスを可能にしている。これは、鉄道事業者が沿線都市開発を推進し、鉄道利用促進と需要創出に努めてきた結果である。

すなわち、日本の TOD ビジネスモデルは、鉄道事業者と地方自治体の双方が主導することで、都市開発と鉄道経営のシナジー効果を促進してきたといえる。加えて、エキナカ商業ビジネスなどの非鉄道事業が、鉄道事業者の増収を生み出している。



出典：ウェブサイトソースより調査団作成

図 6.1.11　東京都市圏の都市鉄道ネットワーク図

表 6.1.2　日本の鉄道会社の非鉄道事業の占有率

鉄道会社（事業タイプ）	収益の占有率	利益の占有率
東京メトロ（公共保有）	10.7%	10.5%
JR 東日本（前公共保有）	30.0%	28.6%
JR 西日本（前公共保有）	34.8%	31.1%
東急電鉄（民間）	71.6%	62.2%
西武鉄道（民間）	69.0%	61.8%

出典：調査団

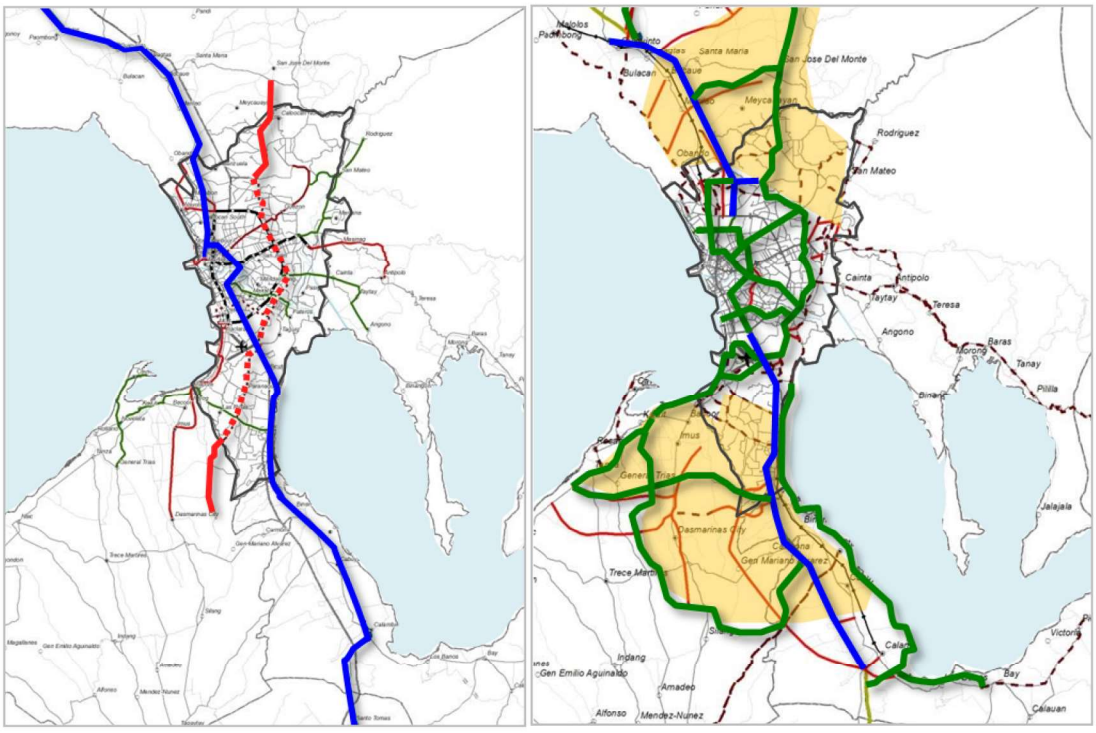
6.2　沿線・各駅の駅周辺状況のレビューと現状把握

6.2.1　上位の地域・都市・交通計画

MMSP 整備にあたり考慮すべき上位計画は下記の通りである。

国家計画：フィリピン政府は、「フィリピン開発計画(2011 年～2016 年)」において、包摂的成長と貧困削減を開発目標として掲げている。同計画では、かかる目標を達成するために、経済活動の活性化の観点からインフラ整備が重視されている。2016 年 6 月に発足した新政権も、年間インフラ支出を対 GDP 比 5%まで引き上げることを政策目標に加えており、インフラ整備の促進が引き続き重点分野となっている。現在、「フィリピン開発計画(2017-2022)」に倣うとされる地域開発計画や州開発計画は改訂されていない。フィリピン開発計画(2017-2022)では、マニラ首都圏の混雑緩和が強調されていると共に、マニラ大首都圏の空間開発方針としてパンパンガ州サン・フェルナンド市を地域拠点、メトロ・クラークを国際ゲート、ラグナ州のビナン市及びサンタローサ市を産業拠点とすることが計画されている。

交通ロードマップ：2013 年 3 月から 2014 年 3 月にかけて行われた JICA「マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ調査」(以下交通ロードマップ)では、2030 年における理想的な運輸交通ネットワーク及びそのために必要な運輸交通プロジェクトが特定された。交通ロードマップは 2014 年 6 月に NEDA 理事会(NEDA: National Economic and Development Authority)で承認され、比政府の長期計画となった。同調査では、首都圏の渋滞による経済損失が 1 日当たり 24 億ペソに上ることが報告され、現在もこの数値がたびたび国内の報道で取り上げられている。



出典：マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ調査

図 6.2.1　ロードマップ調査で提案された都市鉄道(左)・道路(右)ネットワーク

交通混雑改善にかかる大統領権限：マニラ首都圏の交通混雑の悪化に伴い、大統領の非常権限(Emergency Powers to the President)を伴う”Traffic and Congestion Crisis Act of 2016”が上院及び下院においてそれぞれ議論されている。これらの議案の中では、マニラ首都圏、セブ首都圏の交通混雑を改善・解消するために、大統領府管轄とした新しい交通関係機関を確立すると共に、交通混雑改善計画を策定することが述べられている。

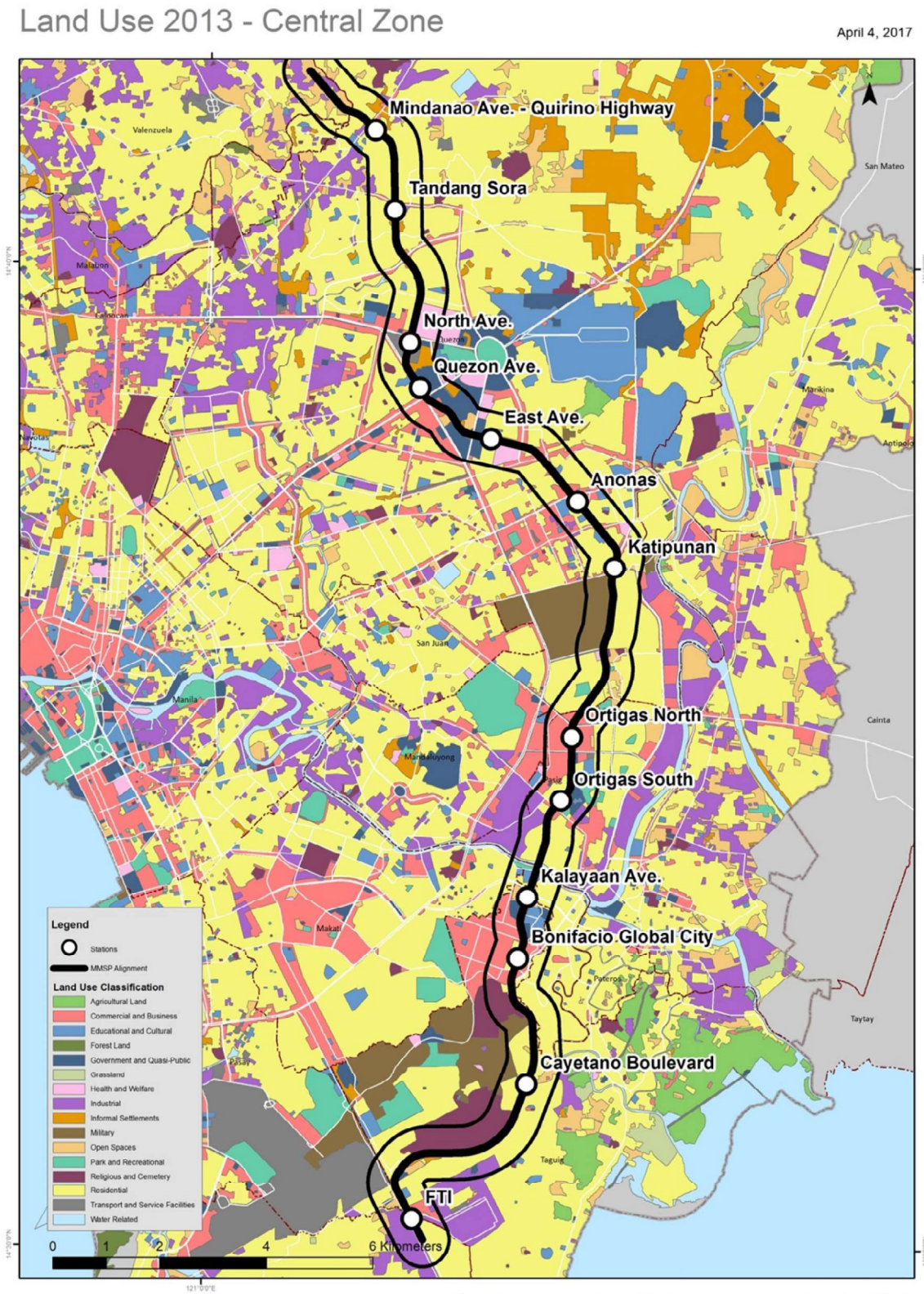
自治体による都市計画・ガイドライン：MMSP フェーズ 1 区間は、ケソン市、パシグ市、タギグ市の 3 市を縦断し、Quezon Circle, Ortigas Center, Bonifacio Global City などの既存 CBD を通過する。都市計画上は、各市で包括的土地利用計画 (Comprehensive Land Use Plan, CLUP)とゾーニング条例 (Zoning Ordinance)が規定され、このなかで土地利用、建築用途、容積率 (Floor Area Ratio, FAR)、建蔽率 (Percentage Site Occupancy, PSO)、壁面線など、詳細な開発・建築規制の項目が示されている。また、Quezon Circle や BGC などの民間大規模開発地区では、地区全体の開発管理がなされている。Quezon Circle は Quezon Triangle にかかるガイドラインが存在し、BGC は管理会社によって交通規制がなされている。

6.2.2　沿線土地利用・ゾーニング計画図

MMSP 沿線の現況土地利用図を図 6.2.2 に、将来ゾーニング計画図を図 6.2.3 に示す。

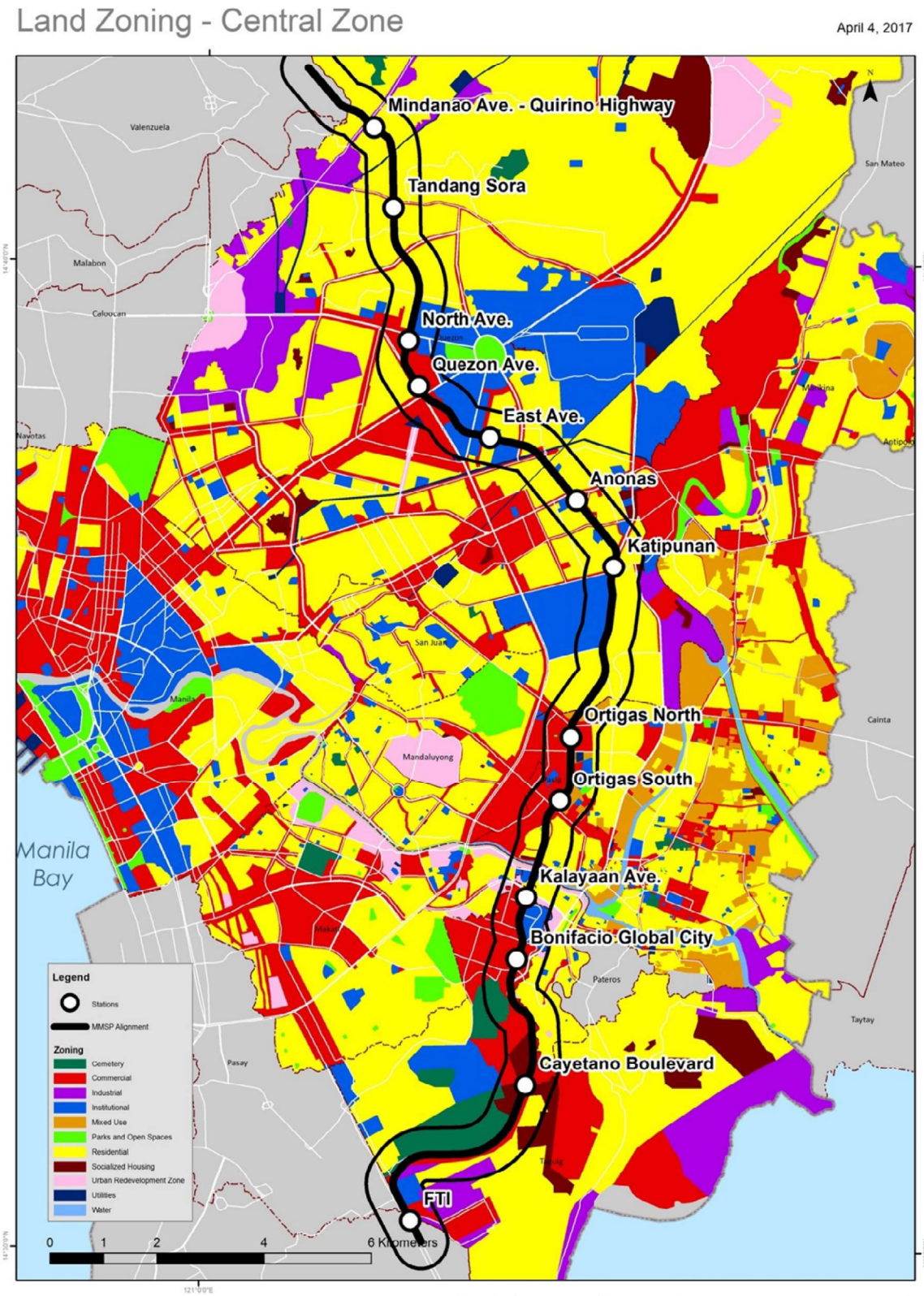
現況土地利用では、Quezon Circle (North Ave. – Quezon Ave. – East Ave. 駅周辺)、Ortigas Center (Ortigas North, Ortigas South 駅周辺)、Bonifacio Global City (Karayaan Boulevard, BGC 駅周辺)の既存の CBD 地区に商業業務土地利用が集積する一方、North Ave.以北では住宅地、BGC 以南では住宅地や工業地が広がっている。MRT3・EDSA 沿線では駅周辺での複合用途開発が進んでいる一方、LRT2 の Anonas 駅では、住宅地の一部に商業用地が点在するのみで、集約的な土地利用とはなっていない。

将来ゾーニング計画のうち、タギグ市ゾーニング計画では、大規模開発計画の進んでいる FTI 駅周辺の商業業務用途への変更、Cayetano Bouldvard 駅周辺での社会住宅用地や Urban core 用地への変更が位置付けられている。MMSP 整備とあわせた駅周辺・沿線開発を一体的に進めるためには、高密度かつ複合用途の開発、すなわち商業業務をベースとした中高層施設整備のための容積率の緩和などのゾーニング計画の見直しによる、再開発事業推進のための都市計画規制・誘導策が求められる。



出典：各市の現況土地利用図をもとに JICA 調査団作成

図 6.2.2　MMSP フェーズ 1 区間沿線の現況土地利用図



出典：各市の将来ゾーニング計画図をもとに調査団作成

図 6.2.3　MMSP フェーズ 1 区間沿線の将来ゾーニング計画図

6.2.3　沿線の都市・交通開発計画及びプロジェクト

TOD コンセプトプランの検討にあたって考慮すべき、沿線の都市・交通開発計画及びプロジェクトを表に整理した(かっこ内は実施・管理主体)。

表 6.2.1　沿線の都市・交通開発計画及びプロジェクト

駅名	市名	関連都市開発計画・プロジェクト		関連交通計画・プロジェクト	
		既存	計画	既存	計画
1) Quirino Highway	Quezon City	—	—	—	Mindanao Avenue (widening)
2) Tandang Sora		—	—	—	—
3) North Ave.		New Quezon CBD: Triangle Park[2] (Quezon City)	Vertis North (Ayala)	MRT3	Common Station, EDSA BRT
4) Quezon Ave.		New Quezon CBD: Triangle Park[2] (Quezon City)	Diamond Tower Project (Quezon City)	MRT3	EDSA BRT, Quezon BRT
5) East Ave.		—	—	—	—
6) Anonas		—	—	LRT2	—
7) Katipunan		—	—	—	—
8) Ortigas North	Pasig City	Ortigas Center (Ortigas Association)	—	MRT3	—
9) Ortigas South		Ortigas Center (Ortigas Association)	Capitol Commons (Ortigas Association)	—	Line4
10) Kalayaan Ave.	Taguig City	BGC (BCDA, FBDC)	—	—	—
11) Bonifacio Global city		BGC (BCDA, FBDC)	Market! Market!の BCDA への変換	—	Line5
12) Cayetano Boulevard		Social Housing Program (NHA)	—	—	—
13) FTI		—	ARCA South (Ayala)	PNR	NSC, ITS

1) Ortigas North 駅の西側に一部マンダロヨン市が含まれる。
2) ケソン市によるトライアングルパーク内の開発規制計画

出典：調査団

6.2.4　MMSP における TOD 可能性

メトロマニラにはすでに LRT1、LRT2、MRT3 号線が供用されており、特に MRT3 沿線の EDSA では、駅周辺の商業業務・住宅開発が民間企業により進められている。今後、他の都市鉄道や BRT などの整備も複数検討されている。都心部の渋滞を解消し、公共交通サービス圏域を拡大し、民間活力を活用しながら新たな都市開発を促進していくためには、これらの公共交通の交通結節改善の推進と駅周辺開発を適切に誘導していく必要がある。

選定された路線は、郊外部と都心部を接続し、EDSA 東側に公共交通サービス圏域を拡大しながら、CBD で他の路線と結節することで、新たな南北公共交通軸を形成する（フェーズ 1 区間:25.3km、地下 13 駅）。MMSP における TOD 可能性を、下記の 4 点に整理した。

イ）**CBD との一体開発**：民間開発用地での交通結節改善による利便性向上、交通改善、経済活動活性化（ケソントライアングルクラスター、オルティガスクラスター、BGC クラスター）

ロ）**郊外開発の促進**：新たな地区拠点の創出、幹線道路・インフラ・社会住宅等の公共インフラ整備、民間投資促進（北ケソンクラスター、タギグクラスター）

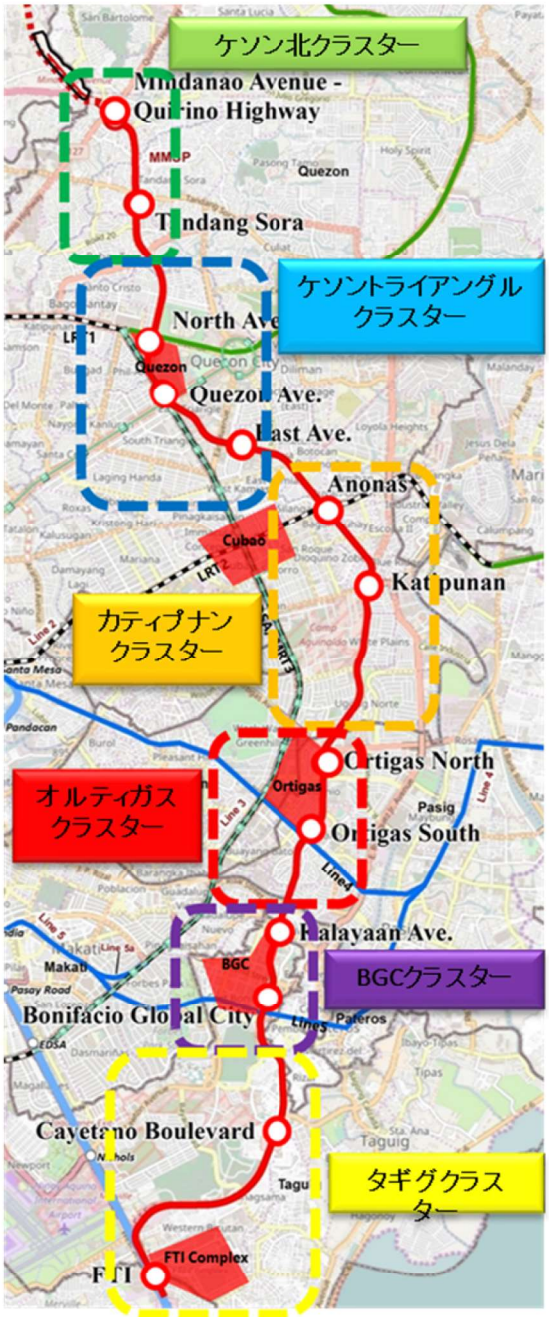
ハ）**政府用地の活用**：BCDA、MMDA、DPWH、NHA 等の政府所有用地の活用による事業の短期的促進（Cayetano, Ortigas North, Ortigas South 駅など）

ニ）**駅建設用地の活用**：ROW 内での交通結節施設、駅関連商業施設等の整備（全駅）

6.2.5　沿線クラスターの特徴と計画課題

MMSP フェーズ 1 区間は、メトロマニラ中心部の EDSA 東側を南北に結ぶ路線であり、計画課題に応じた多様な TOD ポテンシャルが存在する。Quezon から BGC 間の CBD の機能強化、Quezon 以北及び BGC 以南の郊外開発により、MMSP の需要創出と都市開発促進に取り組む必要がある。

TOD インパクトと駅前開発・交通結節点整備コンセプトの検討のため、影響圏を、①沿線クラスター、②駅周辺地区（徒歩圏 400m-800m 圏域）、③駅直近、の 3 段階に分類した。このうち沿線クラスターについて、社会経済特性、沿線土地利用、交通結節等の観点から、次の 6 つのクラスターに分類した。



出典：調査団

図 6.2.4　沿線クラスター

1)　ケソン北クラスター（Mindanao Avenue 駅、Tandang Sora Avenue 駅）

現況: ケソン市の North Avenue 以北、Mindanao Avenue 沿道に北に延びる地区。Mindanao Avenue 沿道に工場や小規模商業施設があるが、ほとんどは住宅地となっており、大規模な商業業務集積はない。主要幹線道路は南北方向の Mindanao Avenue, Quirino Highway、東西方向の NLEX-Mindanao Avenue Link, Tandan Sora Avenue に限られている。

計画課題： MMSP 以東 2-5km に Line7 計画、以西 5-6km に NSCR 計画があり、これら 3 本の南北方向の都市鉄道整備により、北部郊外部から都心部へのアクセスが大幅に改善することが期待される。端末駅となる Mindanao Avenue 駅におけるパークアンドライド施設整備や、東西方向の幹線道路整備促進により、道路交通から MMSP への乗り換え促進を図ることにより、郊外部からの需要を促進する。また、混雑する都心部から独立して都市サービスを享受できるように、駅周辺再開発による商業業務拠点の整備や、移転世帯・低所得者向け社会住宅を含む沿線でのニュータウン・住宅地整備を促進する。

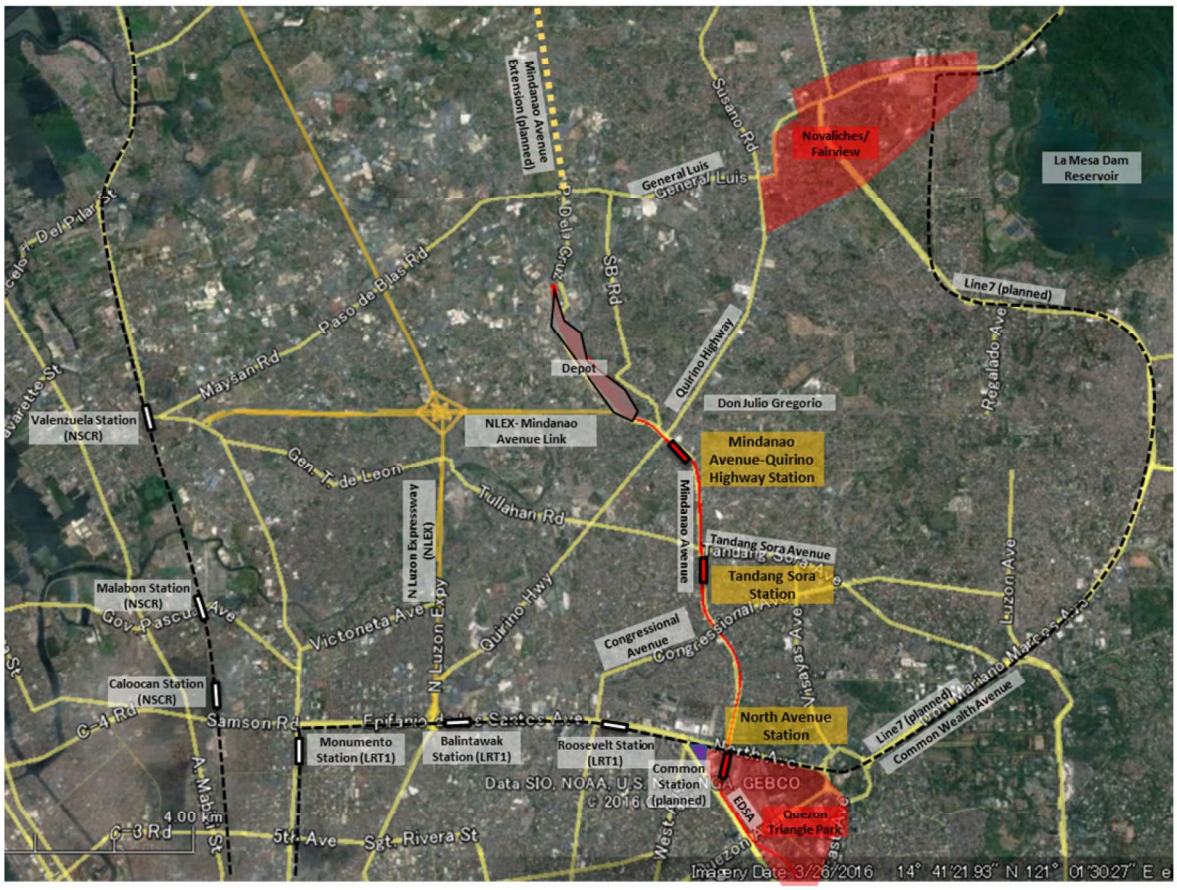


図 6.2.5　ケソン北クラスター周辺の現況図

2)　ケソントライアングルクラスター（North Avenue 駅、Quezon Avenue 駅、East Avenue 駅）

現況：ケソン市のケソンサークル西側に位置する、メトロマニラの一大商業業務集積地区である。ケソンメモリアルサークル東側にはフィリピン大学等の教育・研究施設が立地しており、ケソンメモリアルサークル、公園、行政・医療施設など、多様な都市施設が集積している。ケソントライアングル東側はトライアングルパークと呼ばれており、SM Mall、Trinoma 等の商業施設のほか Vertis North による大規模複合開発が進められている。ケソンサークル東側からコモンステーションまでは Line7、ケソンサークルからケソンアベニュー沿線には Quezon BRT が計画されている。MRT3、LRT1、MRT7 の 3 路線が接続するコモンステーションが、現ノースアベニュー駅北側、Trinoma ターミナルの位置に整備される予定である。再開発用地には今も不法居住地区が存在しており、ジープニーやトライシクルのサービス等が多く集まっていること、商業施設や医療施設などにアクセスする私的交通が多いことなどから、渋滞が慢性化しており、経済活動の弊害となっている。

計画課題：商業業務、大学、行政、医療等の多様な都市施設を含むケソン CBD の交通結節拠点として、多くの需要が期待される。都市鉄道整備により、私的交通からのモーダルシフトを促進し、都市施設に徒歩やフィーダーサービスでアクセスできる都心部の再編が求められる。また、トライアングルパークの再開発や、フィリピン大学を中心とした IT・研究機能強化などにより、特に MMSP 路線東側からの需要の促進が期待されるため、コモンステーションとの乗り換え利便性に配慮し、北部・東部郊外部から都心方向へのモビリティを強化する。

- ケソントライアングルパークの開発ガイドラインに沿った TOD 型 CBD 開発の促進
- ケソンアベニュー駅の駅前一体開発（交通結節施設整備等の官民連携）
- 他の路線との乗り換え環境整備（コモンステーション、MRT3 ケソン駅、ジープニー等）

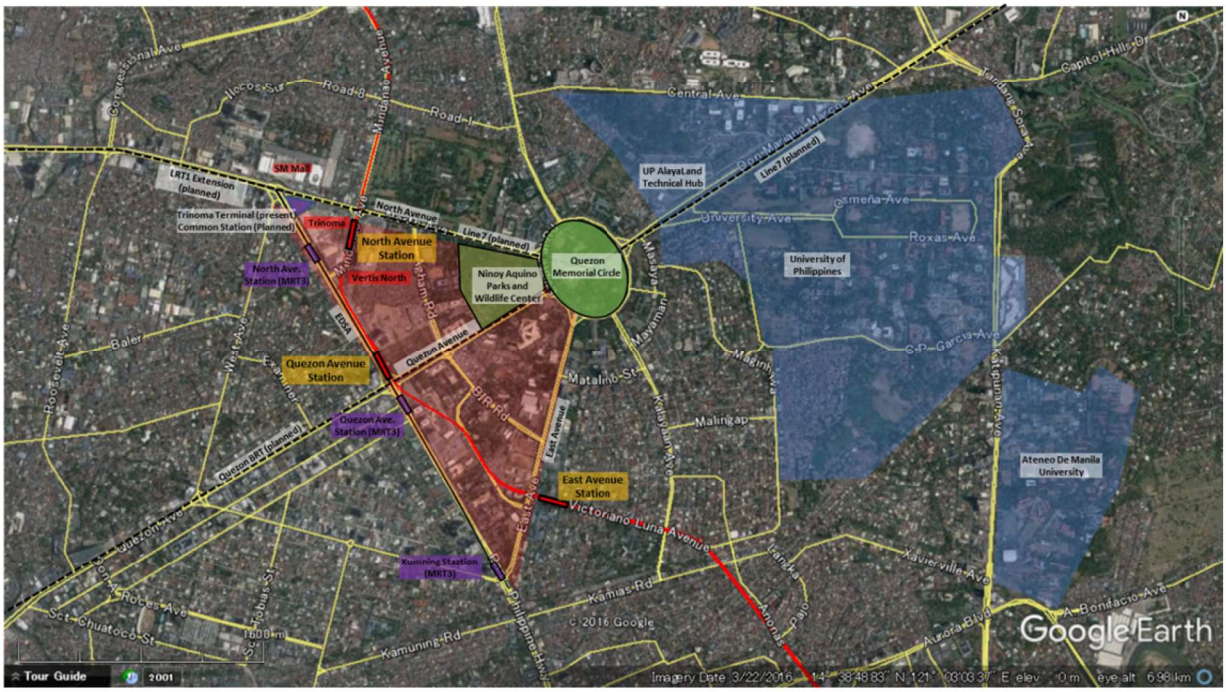


図 6.2.6　ケソントライアングルクラスター周辺の現況図

3)　カティプナンクラスター（Anonas 駅、Katipunan 駅）

現況：西に EDSA、東に C5 の南北交通軸に挟まれた住宅地であり、東西方向を LRT2 号線とケソンアベニューがつないでいる。商業業務拠点は少なく、Eastwood City が唯一の CBD となっている。また、Camp Aguinaldo や Subdivision(高級戸建住宅地)などがあるため、東西方向のアクセスが不便となっている。Marikina 川を挟んで東側の地区からの移動は、Marcos highway, FVR Road, Ortigas Avenue に限られており、慢性的な渋滞を引き起こしている。

計画課題:マリキナ川で分断されている東側地区からの広域圏の利用が見込まれるため、EDSA 東側への公共交通サービス圏域の拡大のために、東西幹線道路から駅への乗り換え利便性に配慮する。Anonas 駅での LRT2 の乗り換えに加え、Aurola Boulevard、Katipunan 駅は C5 及び FCR Road からの道路交通との結節が不可欠である。駅周辺再開発を促進し、EDSA 東側に、Eastwood City に加え新たな商業業務拠点を整備することで、EDSA への都市機能や交通の一極集中を抑制する。短期的には駅周辺住宅地を主な圏域とした地区サービス拠点としての再開発を促進するが、将来的には Camp Aguinaldo の移転に伴う再開発等による、大規模 CBD 整備の可能性を検討する。

- 道路交通（バス、ジープニー）、Anonas 駅の LRT2 号線との乗り換え利便性の確保
- Anonas 駅周辺地区開発による地区サービス拠点の整備

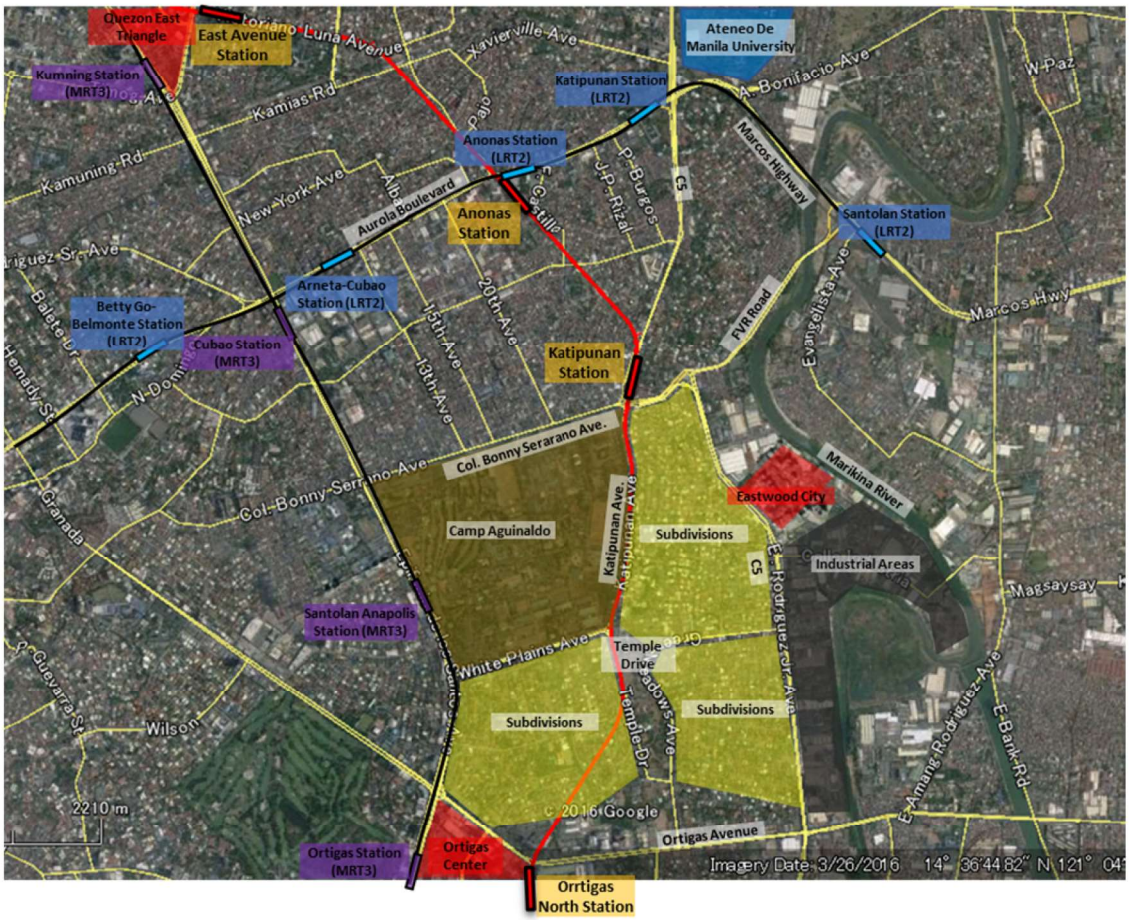


図 6.2.7　カティプナンクラスター周辺の現況図

4)　オルティガスクラスター（Ortigas North 駅、Ortigas South 駅）

現況：ケソン市、パシグ市、マンダロヨン市にまたがる、オルティガスコーポレーションによって開発された、メトロマニラの一大中心業務地区である(約 100ha)。ADB や多くの民間企業、大規模商業施設、ホテルなどが集積しており、西側に EDSA、MRT3 の Ortigas 駅、Shaw 駅があり、業務目的の交通が地区内に集中し、慢性的な渋滞を引き起こしている。また歩行空間が狭く、通勤時には EDSA 沿いの狭い歩道に歩行者やバス利用者が集中している。

計画課題：MMSP 整備により、CBD 外縁 4 方向すべてに都市鉄道駅が整備されることになるため、P&R 駐車場整備などの交通管理政策により、CBD 内の公共交通へのモーダルシフトと渋滞解消が期待される。Ortigas Center から Meralco Avenue を挟んで東側は低利用地が多いが、南東部には Capitol Commons 複合開発が進むなど、CBD の東側への拡大が進んでいることから、駅東側での一体開発を促進し、徒歩やフィーダーサービスにより駅から目的施設にアクセスできる利便性の高い CBD への再編を目指す。

- 東側地区への CBD 拡大のための再開発推進
- 地区全体の交通環境改善（P&R、歩行環境改善等）
- MRT3 号線との乗り換え環境の整備（800m 延長の歩行者空間整備）

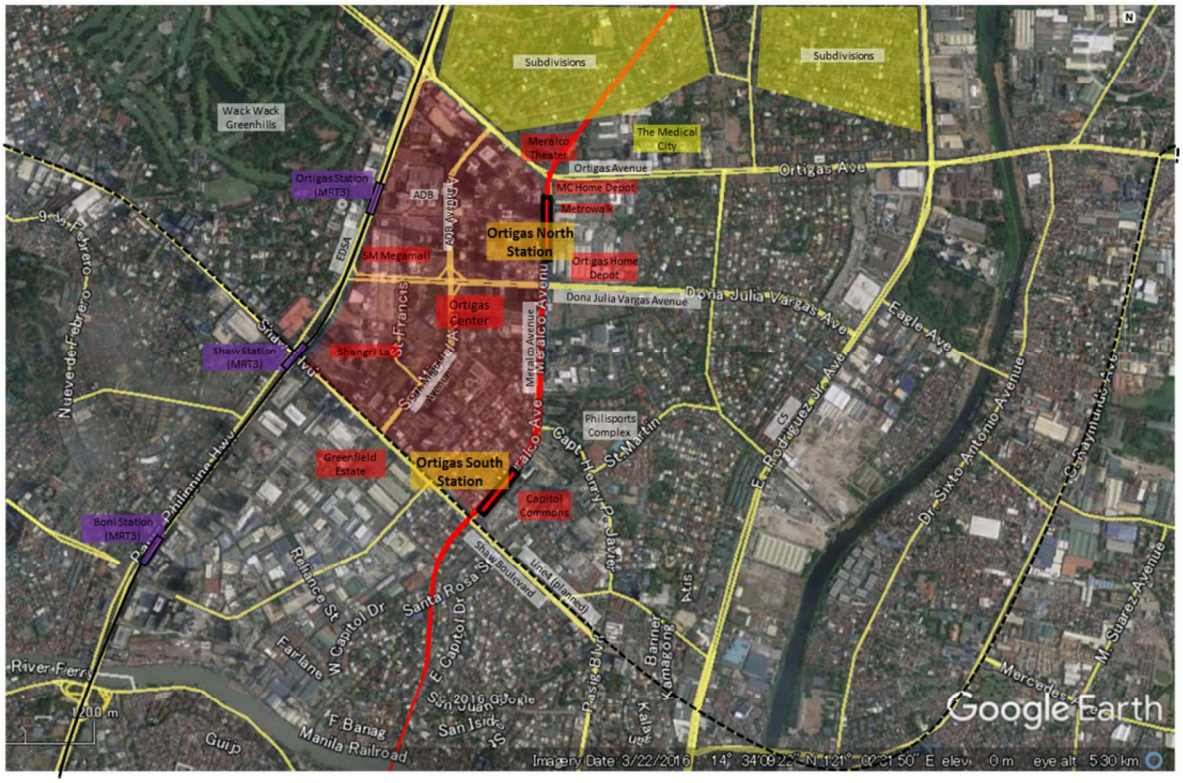


図 6.2.8　オルティガスクラスター周辺の現況図

5)　BGC クラスター（Kalayaan Avenue 駅、Bonifacio Global City 駅）

現況：ボニファシオグローバルシティ（BGC）はマニラ首都圏の主要な CBD の一つである。マニラ中心地の東南に位置し、マカティ市とタギッグ市及びパテロス町にまたがっており、EDSA、C5、南ルソン高速道路の 3 つの主要幹線道路に境界を接している。BGC は、BGC(245ha)、McKinley Hills(50ha)、McKinley West(34.5ha)、Uptown Bonifacio(15.0ha)からなる総敷地面積 345ha の Fort Bonifacio の主要な開発地区である。近年、この地区は基地転換開発庁（BCDA）による軍用地の売却により大規模な商業業務開発が進んでいる[1]。BGC の全敷地面積の 52%は住居、公共施設、複合用途開発等の建物開発の用に供するよう計画されている。残りの面積は道路、駐車場、空地、マルチモーダル駅(Bonifacio Global City 駅）のために確保されている。現在、BGC の鉄道によるアクセスはなく、PUJ、UV エクスプレス、タクシー、ジープニー等の道路公共交通サービスは Market! Market!を起終点としている。BGC 地区内にはここから循環バスサービスに乗り換えている。東側に主要幹線道路 C5 があるが、BGC は丘陵地であるため、C5 からアクセスできる幹線道路が限られており、BGC 外縁部では渋滞が慢性化している。

計画課題：BGC 地区はメトロマニラの主要 CBD であり、大規模開発が継続されていることから、多くの通勤・商業利用者が MMSP を利用することが期待される。将来的にはモノレールや Line5 の接続も計画されている。そのため、周辺地区に対する良好なフィーダーサー

[1] *BCG のマスタープランを作成・管理しているのはフォートボニファシオ開発会社 (FBDC) であるが、FBDC は Ayala Land, Inc., Evergreen Holdings, Inc. (Campos Group) 及び BCDA のパートナーシップにより運営されている。*

ビス提供と交通結節機能が重要であり、Market! Market!、SM Aura、Hi Street 等の商業業務施設と一体となったマルチモーダルターミナル整備を推進する。加えて、Kayetano Boulevard で分断されている北側の地区や、C5 で分断されている東側の地区との地区統合と需要喚起も重要な課題となる。

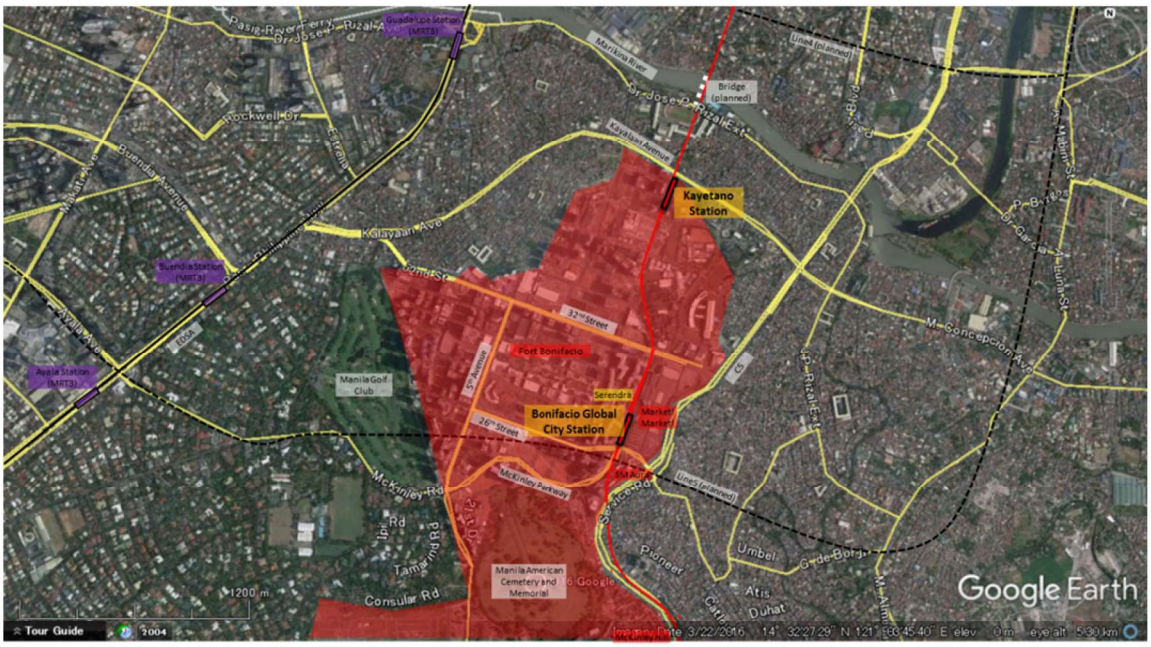


図 6.2.9　BGC クラスター周辺の現況図

6)　タギグクラスター（Cayetano Boulevard 駅、FTI 駅）

現状：タギグ市南側、C5 沿線の住宅地である。Fort Bonifacio が独立した大規模 CBD として整備されてている一方、他の地域のインフラ整備は遅れている。BGC を除き C5 沿線に商業業務集積はなく、密集市街地や古い集合住宅地も多い。この地区も、東西方向の幹線道路がほとんど存在せず、C5 によって東西地区が分断されている。PNR の FTI 駅東側に、Ayala による大規模複合開発 ARCA SOUTH が計画されており、SLEX 沿道に ITS が整備される予定である。

計画課題：MMSP フェーズ 1 区間の南端末駅であり、C5 東側地区は道路ネットワークも不足していることから、駅周辺だけでなく、広域圏でのアクセス改善を検討する必要がある。FTI 駅は大規模開発計画があることから、MMSP、NSCR、道路交通との結節強化が求められる。Cayetano 駅周辺では、短期的には駅前での交通結節施設や駅ビル整備による交通・商業業務機能強化を進めるとともに、中長期的には密集市街地の再編や、東西道路整備を含む土地区画整理事業など、面的都市開発の推進による郊外部での需要喚起が不可欠である。

- 郊外部の居住環境改善、道路・インフラ整備と一体となった宅地開発の促進（社会住宅含む）
- 駅周辺のフィーダーサービスとの乗り換え利便性の確保
- 商業業務拠点開発



図 6.2.10　タギグクラスター周辺の現況図

6.3　TOD コンセプトプラン

6.3.1　TOD の基本戦略

本フェーズ 1 事業は既成市街地をカバーするが、事業区間の以北、以南の郊外部（将来延伸区間）から都心部に向かう需要が期待される。そのために、中心業務地区と郊外部の双方からの需要を促進し、都市・交通の持続可能な開発を推進するための TOD 戦略が必要である。

沿線の地域特性、関連計画・プロジェクト、開発ニーズとポテンシャルに基づき、TOD 基本戦略を下記の通り整理した(図 6.3.1 参照)。

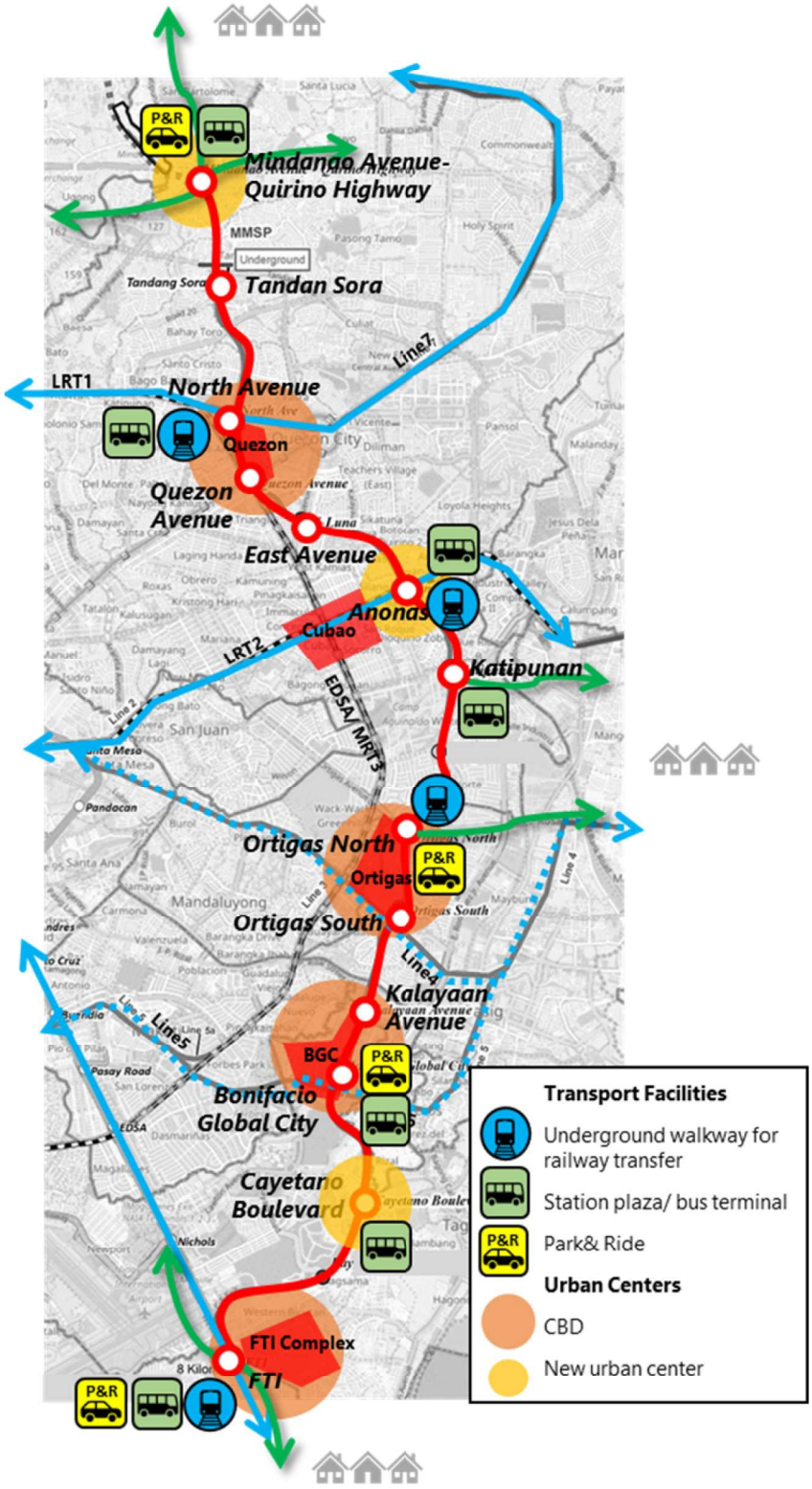
a) **歩行者アクセス改善及び駅の魅力向上のための地下空間開発**：利用者のアクセスと通勤・買い物等の利便性確保のために、他路線乗り換えや交通施設アクセスのための地下道を延伸する。この地下道に、エキナカや地下街を整備することで、駅周辺からの集客を含む利用促進と快適な地下空間の創出を図る。

b) **建設用地や公用地を活用した交通結節施設の整備**：公共交通サービス圏域拡大と、私的交通から公共交通への乗り換え促進のために、全駅で乗降スペース等を整備するとともに、フィーダーサービスとの乗り換えが見込まれる端末駅(ミンダナオアベニュー駅、FTI 駅)、及び他路線との乗り換え駅(アノナス駅、カティプナン駅、カエタノブールバール駅)では、大規模交通結節施設(駅前広場/バスターミナル、P&R 施設)を整備する。これら交通結節施設の整備にあたっては、駅建設用の作業ヤード用地やシールド基地用地を、建設完了後も借用もしくは購入し、交通結節施設整備や駅ビル建設のための用地としてできる限り活用する。これにより、追加の用地取得をすることなく、交通結節施設の整備を MMSP 事業の一環として推進する。

c) **交通管理政策**：徒歩を中心として私的交通の流入の抑制された中心業務地区(ノースアベニュー駅、オルティガス北駅、BGC 駅、FTI 駅)を形成するため、交通管理政策とあわせた P&R 施設を整備する。

d) **非鉄道事業の推進**：エキナカ、地下街、駅ビルなど、鉄道利用促進のための非鉄道事業を推進する。エキナカ、地下街は駅建設にあわせてその躯体を整備し、駅ビルはシールド基地用地の活用などにより、駅直結可能な、駐車場付き駅ビルの整備を官民連携で推進する。これにより鉄道利用促進に資するだけでなく、鉄道事業者の収入向上や、駅周辺開発に係る民間活力の促進をはかる。

e) **一体都市開発の推進**：沿線でのアフォーダブル住宅を整備するために、混合用途の商業居住施設を含む新たな地区拠点を形成する(ミンダナオアベニュー駅、アノナス駅、カエタノブールバール駅)。一体都市開発の推進にあたっては、従前の住民や店舗等が、地区外移転することなく、駅建設後に駅直近で生活・営業再建をできるような、都市開発事業手法をあわせて検討する。



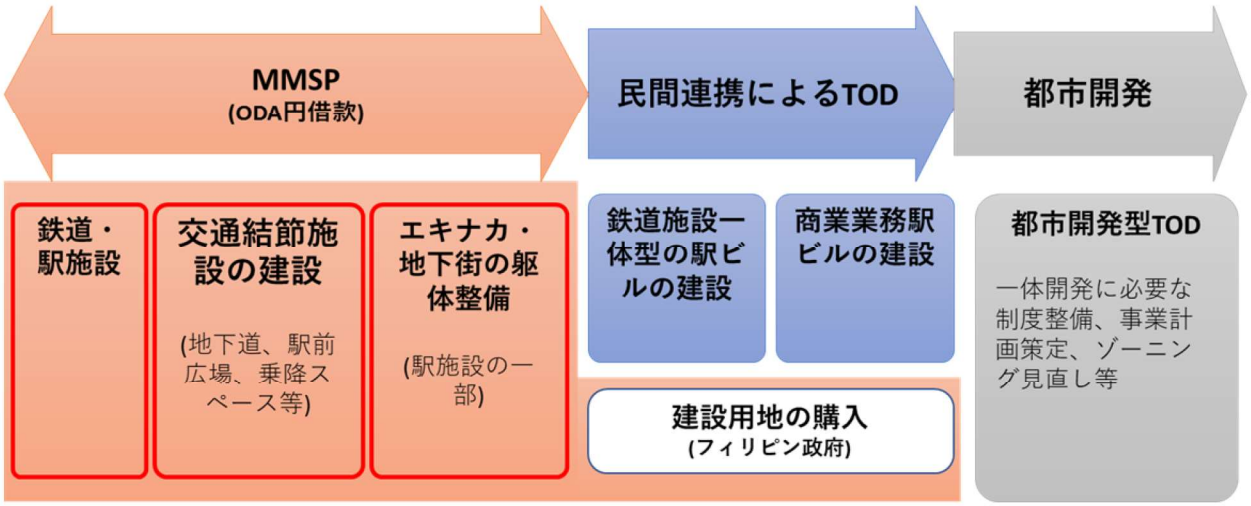
出典：調査団

図 6.3.1　MMSP 沿線の主要 TOD 提案位置図

6.3.2　MMSP で提案する TOD 事業

多岐にわたる TOD 事業の実現化に向けて、下記の 3 つのアプローチが考えられる。

- MMSP(ODA 事業)：「公共性の担保」「駅利用者の利便性と安全性の向上」「駅施設の一部としての建設」「用地確保の容易性(建設用地、公用地)」の要件を満たすプロジェクトは、MMSP 本体事業の一部として ODA で整備する。具体的には交通結節施設の建設(地下道、駅前広場、乗降スペース等)、エキナカ・地下街の躯体整備(駅施設の一部)が挙げられる。
- 民間連携による TOD：建設用地をフィリピン政府が購入する場合、その用地は交通結節施設だけでなく、駅ビル建設にも活用可能である。駅ビル建設は民間連携による TOD として実施することが望ましい。
- 都市開発：都市開発は制度改善、都市開発事業計画の策定、ゾーニング見直しなど、様々なアクションが必要となる。



出典：調査団

図 6.3.2　MMSP で提案する TOD 事業と ODA 事業範囲

本章では、6.3 で全駅の TOD コンセプトプランを示し、うち ODA 事業として実施する TOD プロジェクトを 6.6.1 で整理した。また、優先駅については 6.4 で都市開発型 TOD の提案を行った。民間連携による TOD は 6.5 で駅ビル計画を整理した。

6.3.3　各駅の TOD ニーズ・計画用地・提案

全 13 駅の TOD ニーズ、TOD 計画用地、TOD 提案を表に整理した。また、各駅の TOD コンセプトプランを 6.3.4 以降に示す。

表 6.3.1　各駅の TOD ニーズ・TOD 計画用地・TOD 提案の一覧

	TODニーズ			TOD計画用地				TOD提案							
				駅建設用地の活用			その他用地の活用・大規模開発との連携	交通結節施設整備			駅建設一体型TOD			都市開発一体型TOD
	交通結節	需要	都市開発可能性・ニーズ	(1)駅直近地下開削区間	(2)ヤード用地	(3)シールド発進基地		(1)地下道延伸	(2)乗降スペース	(3)駅前広場/駐車場	(1)エキナカ	(2)地下街	(3)駅ビル	
凡例	◎既存路線 ○計画路線	A:高 B:中 C:低	◎既存CBD ○商業開発ニーズ △住環境改善	○あり ×なし	○買い取り・活用 △一時利用・現状復帰	○あり ×なし	○政府系用地 △民間用地	◎建設用地内 ○建設用地外 ×なし	◎建設用地内 ○建設用地外 ×なし	◎建設用地内 ○建設用地外 ×なし	◎駅構内	◎建設用地内 ×なし	◎建設用地内 ×なし	
1) Quirino Highway		A	C	○駅南側 13,500m2(間口450m×奥行30m)	○駅西側商業・住宅地	○駅100m南側、2,500m2		◎駅南側(地下街内、駅ビル接続)	◎ヤード用地(道路沿道)	◎シールド用地(駅ビル一体型駐車場)	◎	**◎駅南側開削区間**	**◎駅南側シールド用地(P&R駐車場付き駅ビル) ◎駅西側ヤード用地(店舗併用型中層住宅)**	
2) Tandang Sora		C	△	×	△駅東側商業・住宅地（間口580m×奥行12m）	○駅南東角、2,500m2		×	◎ヤード用地(道路沿道)	◎シールド用地（駅ビル一体型駐車場）	◎	×	**◎駅東側シールド用地(駅ビル)**	
3) North Avenue	○LRT1, MRT3, Line7, EDSA BRT, ITS	A	◎	○	△駅東側ゴルフ場・駐車場	○駅南東側、2,500m2	(駅東側にAyala Veris North開発計画あり) △駅東側Vertis North駐車場用地	◎駅北・南側(地下街内) ○North Ave.横断	◎ヤード用地(道路沿道)	◎シールド用地(駅ビル一体型駐車場)	◎	**◎駅北・南側開削区間**	**◎駅東側シールド用地駅前広場付き駅ビル)**	**Commcn Stationとの地下接続**
4) Quezon Avenue	○EDSA BRT, Quezon BRT	B	◎	×	○駅東側Diamond Tower計画用地(奥行30m) △駅東側Diamond Tower計画用地・Aveda Trinoma用地(奥行12m)	×	(駅北東側にAyala Veris North開発計画・駅東側にDiamond Tower開発計画あり) ○駅東側Diamond Tower計画用地(現空地7.2ha、ケソン市所有)	○EDSA横断	◎ヤード用地(道路沿道)	◎ヤード用地(駅ビル一体型駐車場)	◎	×	**◎駅東側ヤード用地(駅前広場付き駅ビル)**	**(Vertis North複合開発)**
5) East Avenue		C	△	○駅南側(間口450m×奥行20m、うち一部道路)	○駅南側住宅地(間口900m×奥行12m)	△駅東側病院用地、2,500m2		◎V. Luna Hospitalまでの延伸(延長450m)	**◎ヤード用地を利用した道路拡幅・乗降スペース (幅員32m)**	×	◎	**◎駅南側開削区間**	×	
6) Anonas	◎LRT2	A	C	×	○駅上部商業・住宅地	○駅上部住宅地	△病院前用地、駐車場用地	○Anonas LRT City Center(既存駅ビル)への地下直結	◎ヤード用地(道路沿道)	×	◎	×	**◎駅開削用地(店舗併用型中層住宅＋緑道)**	**駅周辺一体開発**
7) Katipunan		B	△/○	×	○駅東側住宅地	×		○C5道路横断	◎ヤード用地(道路沿道)	**◎ヤード用地(駅前広場)**	◎	×	**◎駅東側ヤード用地(店舗併用型中層住宅)**	
8) Ortigas North	(◎MRT3)	B	◎	×	△駅東側商業地(奥行12m)	○駅南東側低層商業施設、2,500m2	△駅東側民間用地（18ha、1オーナー） ○駅南東側GSIS用地(現MMDA車庫用地)	**○MRT3駅までの延伸(延長800m)**	◎ヤード用地(道路沿道)	◎シールド用地(駅ビル一体型駐車場)	◎	×	**◎駅南東側シールド用地(P&R駐車場付き駅ビル)**	**駅東側地区一体開発、地下街開発、CBD交通管理(P&R)**
9) Ortigas South	○Line4	C	C	×	△駅西側商業地(奥行12m)	○駅南西側低操業業施設、2,500m2	(駅東側にOrtigas Associationによる Capitol Commons開発計画あり) ○駅北東側BCDA用地(現駐車場用地)	○BDCA用地（TOD用地）までの延伸	◎ヤード用地(道路沿道)	◎シールド用地(駅ビル一体型駐車場)	◎	×	**◎駅南西側シールド用地(P&R駐車場付き駅ビル)**	**BDCA用地一体開発(駅ビル)、CBD交通管理(P&R)**
10) Kalayaan Avenue		C	◎	×	△駅東側空地 △駅上部道路・歩道	△駅南西側駐車場(Uptown Bonifacio予定地)、2,500m2	(FBDCによるBGC開発計画あり)	○Kalayaan Ave.横断	○道路沿道(BCDA計画に準拠)	×	◎	×	×	(BGC開発計画に準拠)
11) Bonifacio Global City	○Line5	B	◎	○駅北側・南側	△駅周辺道路・歩道	×	(FBDCによるBGC開発計画あり) △Market! Market!駐車場用地(Ayalaに変換予定)	**○Serendra用地内の横断・業務地区までの延伸(延長200m)**	○道路沿道(BCDA計画に準拠)	×	◎	**◎駅北・南側開削区間**	×	**Market! Market!駐車場用地の一体開発(交通ターミナル・地下街一体型駅ビル)**
12) Cayetano Boulevard		C	○△	○駅南側	△駅西側サービス道路	○駅北東側、2,500m2 ○駅北西側、2,500m2	(駅南西側にNHAによる社会住宅プログラムあり) ○駅東側・西側BCDA用地(現住宅地)	○C5道路横断	○サービス道路沿道	◎駅北東側シールド用地（駅ビル一体型） ○ガソリンスタンド用地(駅前広場) ◎駅北西側シールド用地（駅ビル一体型）	◎	◎	**◎駅北東側ヤード用地(駐車場付き駅ビル) ◎駅北西側ヤード用地(駅前広場付き駅ビル)**	**駅周辺一体開発**
14) FTI	◎PNR/○NSCR	A	C	○駅北側	△駅東側商業地(奥行12m)	×	(駅東側にAyalaによるARCA SOUTH, ITS開発計画あり)	○MM Skyway横断	○道路沿道、ITS用地内	×	◎	◎	×	(ARCA South複合開発、ITS整備)

6.3.4　ミンダナオアベニュー駅

(1)　駅周辺状況

Mindanao Avenue と Quirino Highway の交差点以南に整備される地下駅で、フェーズ 1 区間北側の端末駅である。Quirino Highway はケソン市北部及びカローカン市までをつなぐ主要幹線道路であり、また Mindanao Avenue の拡幅整備計画があることから、北郊外部から都心部への主要交通手段として、道路交通から都市鉄道への乗り換えによる需要創出が期待される。



図 6.3.3　ミンダナオアベニュー駅
周辺現況

(2)　TOD 方針

MMSP フェーズ 1 区間の北側端末駅として、道路交通との乗り換え利便性を高め、商業業務集積による郊外部からの集客力を強化し、混雑する都心部から独立したケソン北部の地区拠点を形成する。将来のフェーズ 2 区間延伸や、Quirino Highway 延伸などによる郊外部からの需要喚起のため、パークアンドライド施設を併設した駅ビル建設や地下街整備を行う。

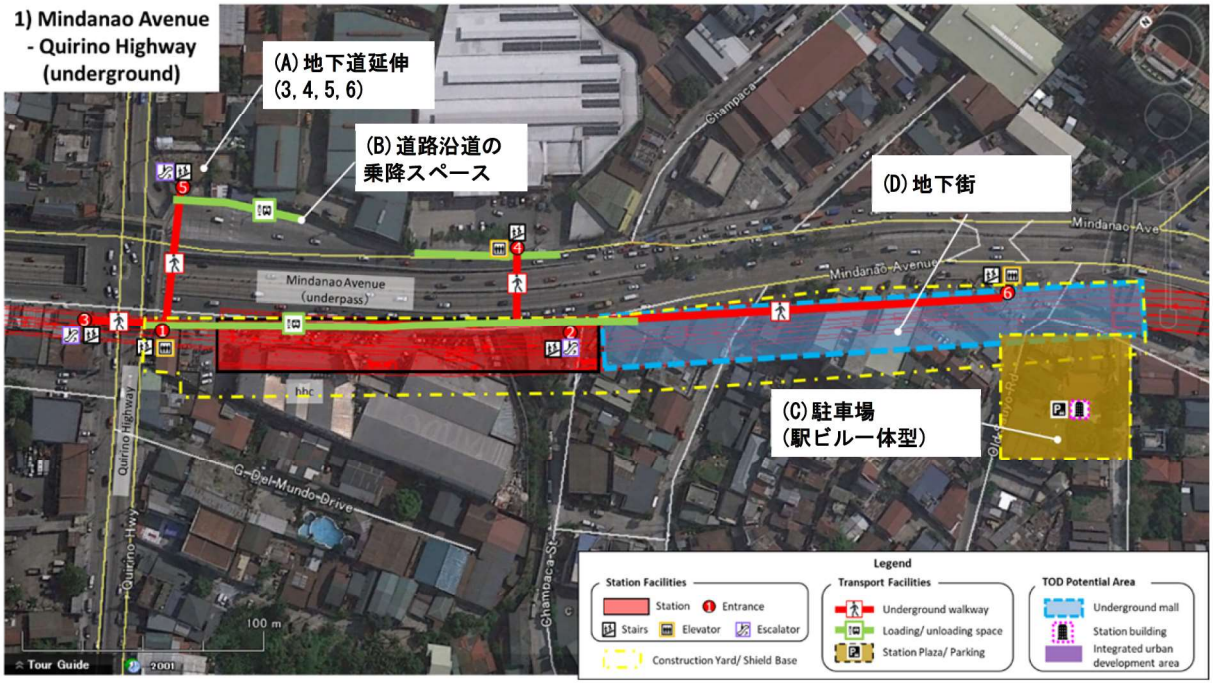


図 6.3.4　ミンダナオアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.5　タンダンソラ駅

(1)　駅周辺状

Mindanao Avenue と Tandang Sora Avenue の交差点以南に整備される地下駅である。商業業務集積はなく、学校や小規模な商店などの生活施設が並んでいる。

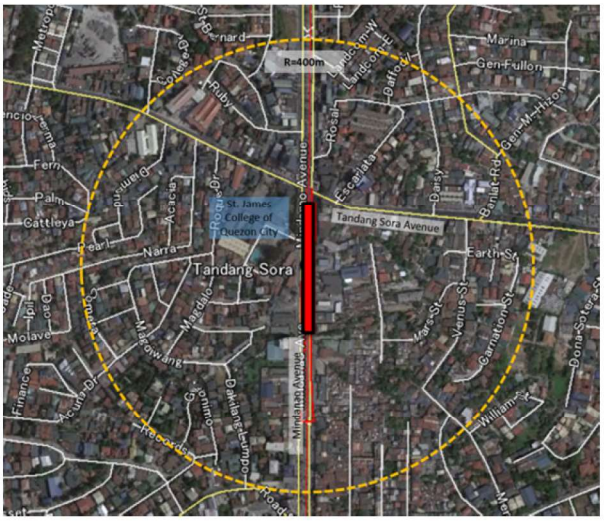


図 6.3.5　タンダンソラ駅周辺現況

(2)　TOD 方針

郊外部の生活利便性を高めるために、駅周辺の商業・サービス拠点となる駅ビルを整備する。幹線道路沿道でのバスやジープニーからの乗り換え利便性を確保するための乗降スペースを整備する。



図 6.3.6　タンダンソラ駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.6　ノースアベニュー駅

(1)　駅周辺状況

Mindanao Avenue, North Avenue, EDSA の 3 つの主要幹線道路が交差する、行政関係施設、商業業務施設、医療施設などが多く集積する North Triangle に整備される地下駅である。駅の東側にはケソンサークル、フィリピン大学が立地している。駅東側には Vertis North 計画(Ayala による商業業務居住の複合開発)が実施中である。既存公共交通拠点として MRT3 のノースアベニュー駅、Trinoma 及び SM Mall 用地内のジープニー・タクシーターミナルがあるが、将来的には地下鉄のほか、LRT1 延伸、MRT7、EDSA BRT が発着し、Common Station 整備が計画されているなど、一大交通結節拠点となる。



図 6.3.7　ノースアベニュー駅
周辺現況

(2)　TOD 方針

Common Station から東に 400m ほど離れた地下駅となるため、地下道や駅前広場の整備により、他路線との乗り換え利便性を確保する。駅直近の商業・サービス拠点として、駅ビルや地下街を整備する。既存及び計画の大規模商業施設や住宅地があることから、これら施設との一体性確保や資金調達等について、民間事業者との協議が求められる。

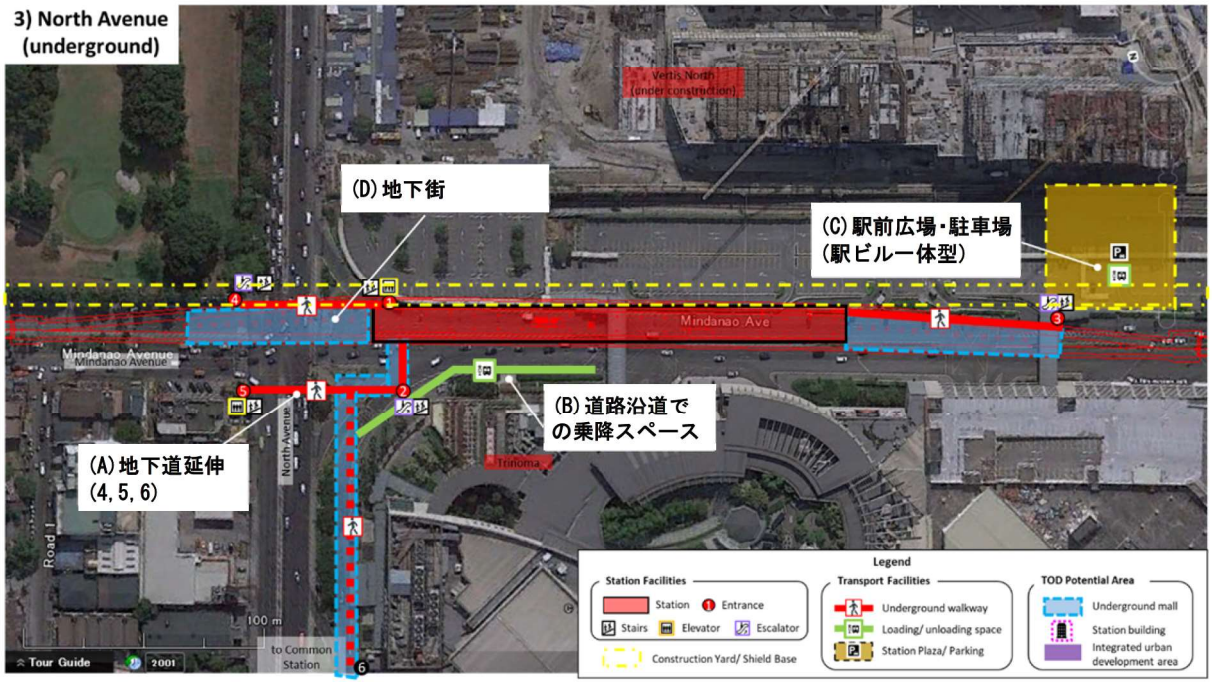


図 6.3.8　ノースアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.7　ケソンアベニュー駅

(1)　駅周辺状況

EDSA 沿道の Quezon Avenue(アンダーパス)交差点以北、North Triangle に整備される地下駅である。駅東側は、Vertis North の住宅建設が進んでいるほか、Philippines Diamond Tower 開発計画(ケソン市用地)がある。Agham Road 以東には行政施設や医療施設が集積している。EDSA 沿道の約 400m 南側に MRT3 Quezon Avenue 駅があり、将来的には EDSA BRT, Quezon BRT が整備される。



図 6.3.9　ケソンアベニュー駅周辺現況

(2)　TOD 方針

アンダーパスがあるため MRT3 駅に接続する地下道が整備できないことから、Quezon Avenue 近くに出入口を設けることで、乗り換え利便性を確保する。また、Philippines Diamond Tower 開発計画において、EDSA の交通流の妨げにならないための駅前広場整備や、医療施設へのアクセス利便性確保のための地下道延伸など、民間開発と協調した交通結節施設整備を推進する。



図 6.3.10　ケソンアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.8　イーストアベニュー駅

(1)　駅周辺状況

East Avenue と V. Luna Avenue の交差点付近、East Triangle の東側に整備される地下駅である。周辺には行政施設や医療施設が多く集積し、一般市民が多く集まる地区である。一部に不良市街地があるが、再開発計画が進んでいる。



図 6.3.11　イーストアベニュー駅周辺現況

(2)　TOD 方針

行政・医療施設の多く集まる住宅地であることから、歩行者の安全性と利便性に配慮し、地下開削区間を活用した地下街を整備する。駅建設に伴うヤード用地を活用して、V. Luna Avenue を拡幅し(幅員 30m)、4 車線道路と広幅員歩道のある主要幹線道路に改良する。

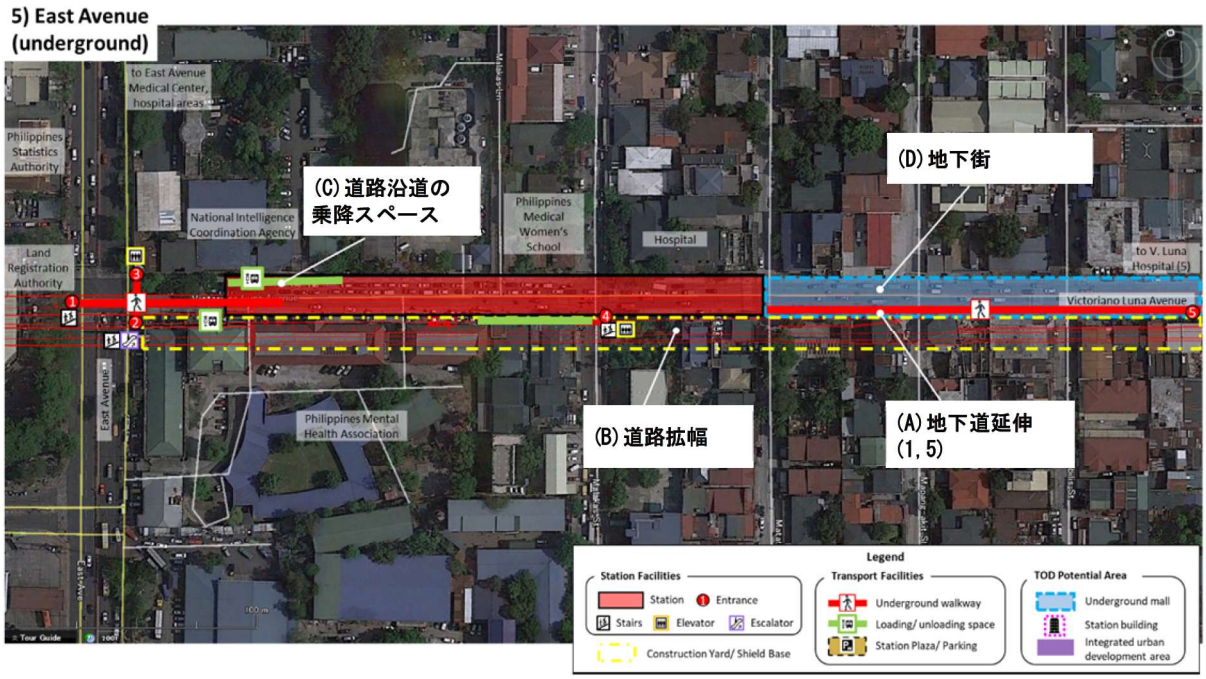




図 6.3.12　イーストアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.9　アノナス駅

(1)　駅周辺状況

Anonas Road と Aurora Boulevard の交差点南側に整備される地下駅であり、LRT2 Anonas 駅との結節駅となる。Anonas LRT City Center と World City Medical Center の間に、駐車場や住宅地内に整備される。駅周辺には駅ビル、病院のほか、スーパーや教会があり、比較的良好な環境の住宅地が広がっているが、駅周辺に商業施設、地区サービス施設や地区幹線道路がない。Aurora Boulevard は C5 道路と EDSA を東西につなぐ主要幹線道路であり、ジープニーが多く走行している。



図 6.3.13　アノナス駅周辺現況

(2)　TOD 方針

地下鉄と LRT2 の結節駅となり、多くの需要が期待されるため、交通結節・地区サービス拠点としての整備を促進する。LRT2 駅（駅ビル）直結の地下道整備に加えて、駅建設用地を活用した、駅前広場、歩行者専用道路、店舗併用型中層住宅（移転住宅含む）を整備する。中長期的には街区全体を対象として地区幹線道路やインフラ整備も含めた駅周辺開発を推進する。

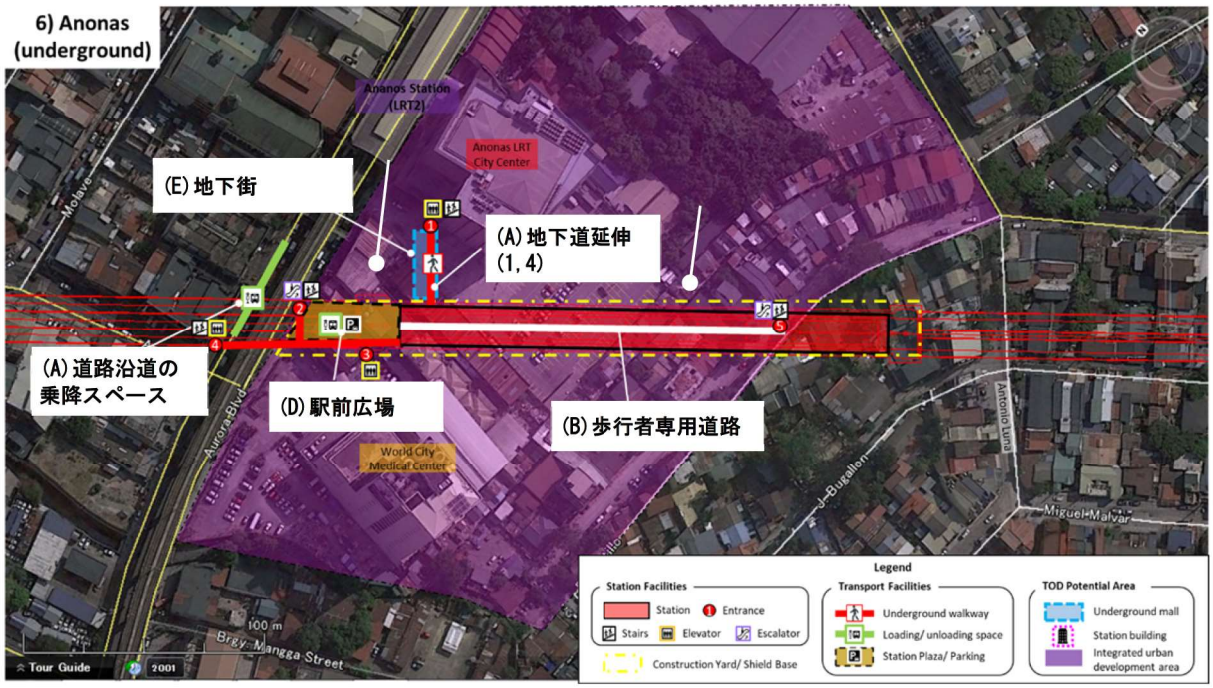


図 6.3.14　アノナス駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.10　カティプナン駅

(1)　駅周辺状況

C5, Katipunan Road, Col. Bonny Serriano Ave. の交差点内に整備される地下駅である。C5 は EDSA 東側に南北に並行する幹線道路であり、メトロマニラ東側地区からの交通の多くはこの交差点を通過し EDSA に接続している。

交差点南西側には Camp Aguinaldo、南東側には Subdivision(高級住宅地)が広がっているため、ここからの徒歩での駅利用はほとんど想定されない。北側の住宅地からの徒歩利用、及び幹線道路からの乗り換えによる利用が想定される。



図 6.3.15　カティプナン駅周辺現況

(2)　TOD 方針

地下鉄と LRT2 の結節駅となり、多くの需要が期待されるため、交通結節・地区サービス拠点としての整備を促進する。LRT2 駅（駅ビル）直結の地下道整備に加えて、駅建設用地を活用した、駅前広場、歩行者専用道路、店舗併用型中層住宅（移転住宅含む）を整備する。中長期的には街区全体を対象として地区幹線道路やインフラ整備も含めた駅周辺開発を推進する。

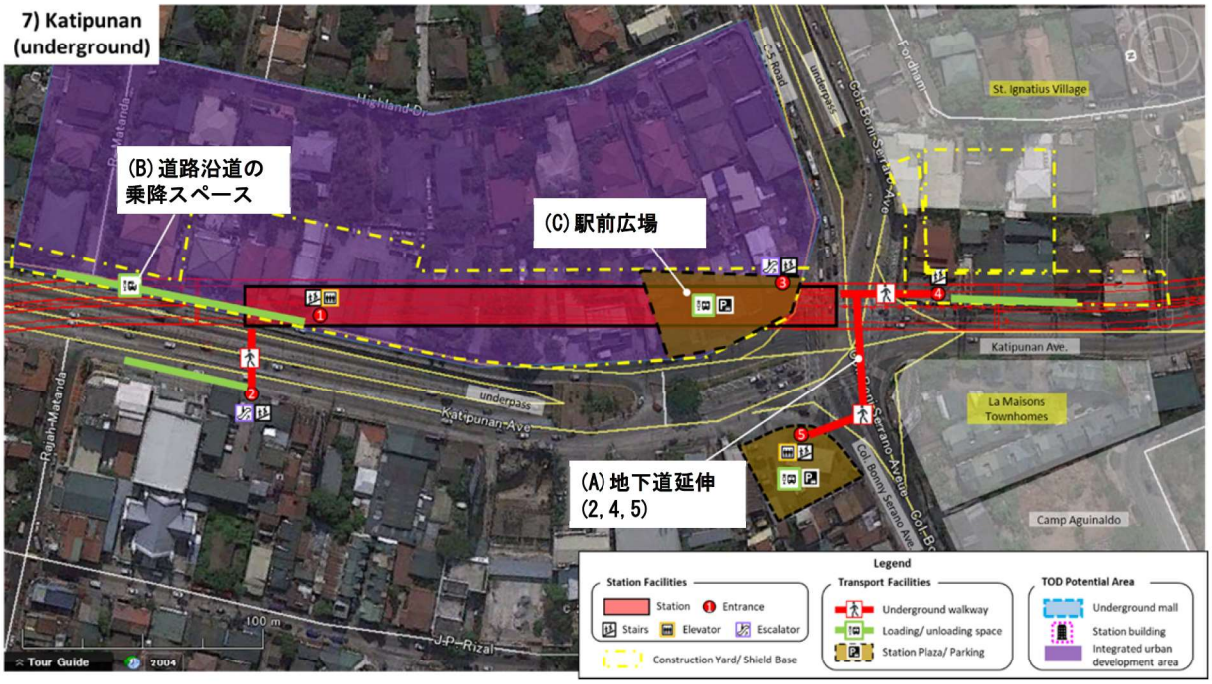


図 6.3.16　カティプナン駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.11　オルティガス北駅

(1)　駅周辺状況

オルティガスセンターCBDの北東側、Ortigas Avenue と Melarco Avenue 交差点の南側に整備される地下駅である。駅西側のセンター地区内には多くの超高層ビルや大規模商業施設が立ち並ぶ一方、東側地区は低層商業施設やホームデポ、空地などが広がるなど、高度利用が進んでいない。地下駅から西側 800m に EDSA と MRT3 Ortigas 駅がある。CBD内には通過交通を含め多くの私的交通が流入し、慢性的に渋滞している。



図 6.3.17　オルティガス北駅周辺現況

(2)　TOD 方針

オルティガスセンター北東側のゲートウェイとして、CBD を東側に拡大し、CBD 内の地区交通改善を進める。具体的には、駐車場付きの駅ビル建設により、私的交通を駅直近で駐車し、徒歩、地下鉄、環境に配慮したフィーダー交通（電気自動車など）への転換をはかる。また MRT3 との乗り換え促進や CBD 内の歩行環境改善のために、地下駅と MRT3 駅の間をつなぐ地下道(延長 400m)とペデストリアンデッキ(延長 400m)を整備する。駅東側の低利用地については官民連携による都市開発を検討する。

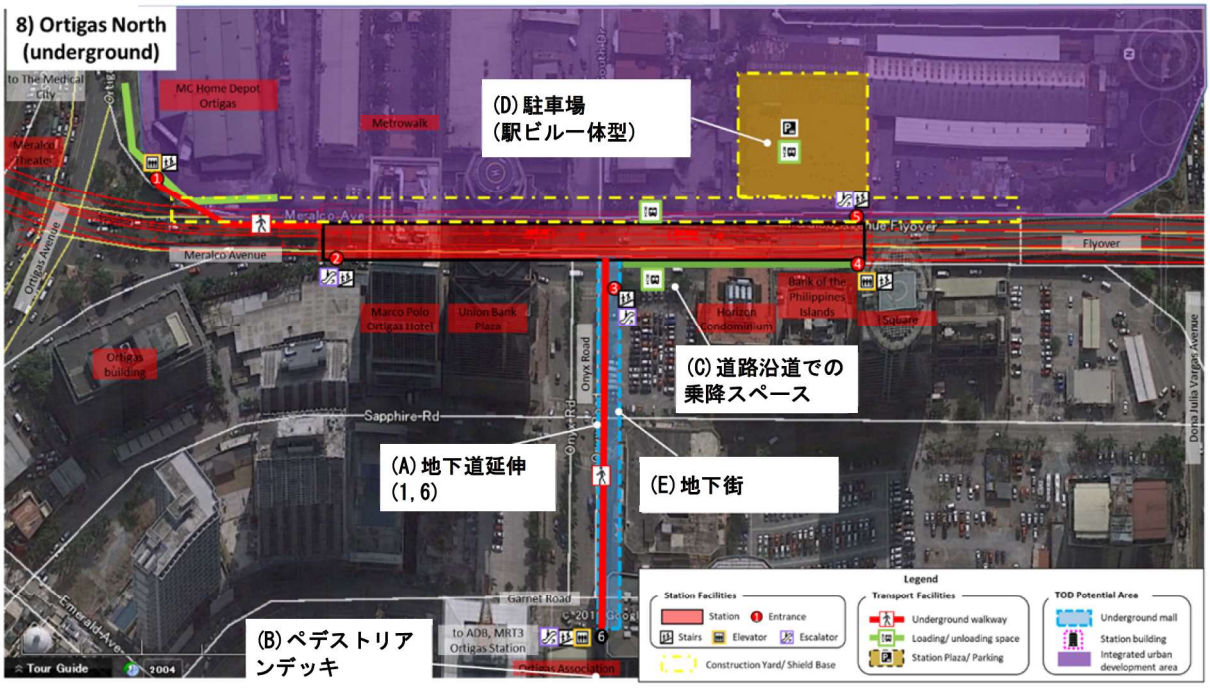


図 6.3.18　オルティガス北駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.12　オルティガス南駅

(1)　駅周辺状況

オルティガスセンターCBD の南東側、Shaw Boulevard と Melarco Avenue 交差点の北側に整備される地下駅である。駅東側の街区では Capitol Commons(Ortigas Corporation による商業・高層住宅開発)の整備が進んでおり、その北側には BCDA 用地がある。MRT3 駅は西に約 1km 離れているため、乗り換え需要はほとんど期待できない。Capt. Henry P. Javier は C5 道路に接続する道路であり、Shaw Boulevard は EDSA に接続する道路であり、いずれも交通量が多い。Shaw Boulevard には Line4 整備計画がある。



図 6.3.19　オルティガス南駅周辺現況

(2)　TOD 方針

オルティガスセンター南東側のゲートウェイとして、オルティガス北駅と同様、CBD を東側に拡大し、CBD 内の地区交通改善を進める。具体的には、シールド基地や BCDA 用地を活用した駐車場付きの駅ビル建設により、私的交通を駅直近で駐車し、徒歩、地下鉄、環境に配慮したフィーダー交通（電気自動車など）への転換をはかる。

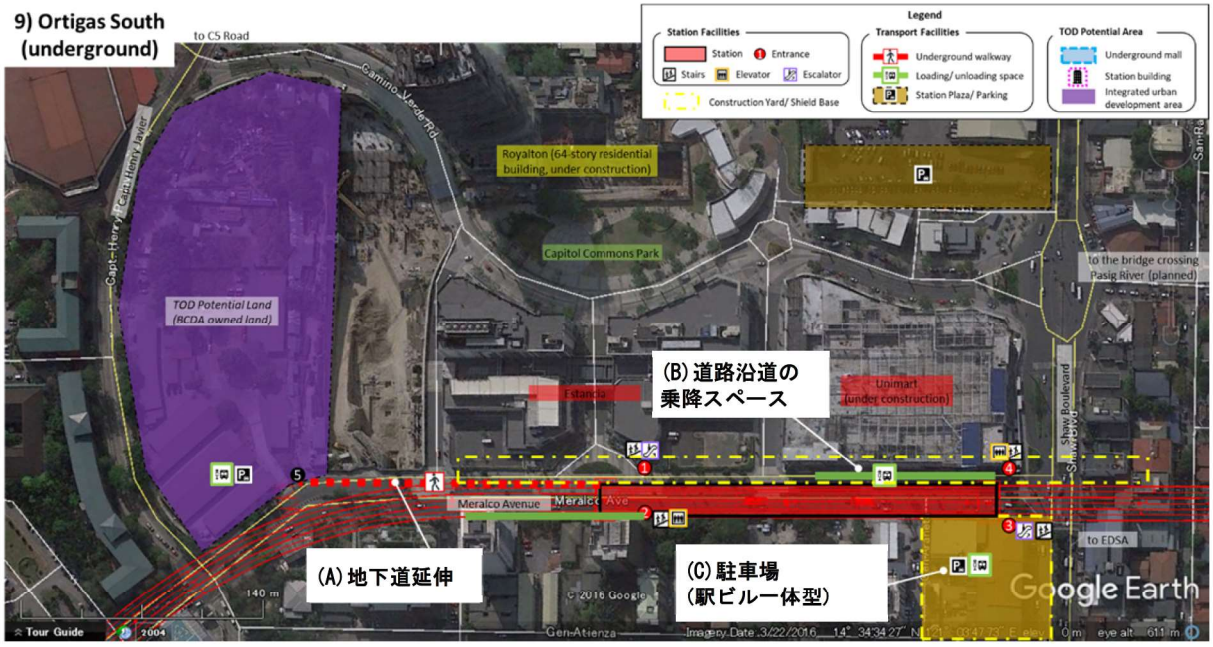


図 6.3.20　オルティガス南駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.13　カラヤンアベニュー駅

(1)　駅周辺状況

メトロマニラの主要 CBD の一つである Bonifacio Global City (BGC)の北端、Kalayaan Avenue と 11th Avenue 交差点の南側に整備される地下駅である。BGC は、BCDA 等により運営されているフォートボニファシオ開発会社 (Fort Bonifacio Global Corporation)がマスタープランを管理しており、Ayala や Mega World 等のディベロッパーによる商業業務・住宅開発が行われている。道路は区画上に整備されており、ジープニー等の乗り入れが制限されるなど、エリアマネジメントが行われている。駅西側の街区に BRT/モノレールターミナルの計画が予定されている。Kalayaan Avenue 以北のパッシグ川河川敷には住宅地が広がっているが、BGC とは分断された地区となっている。

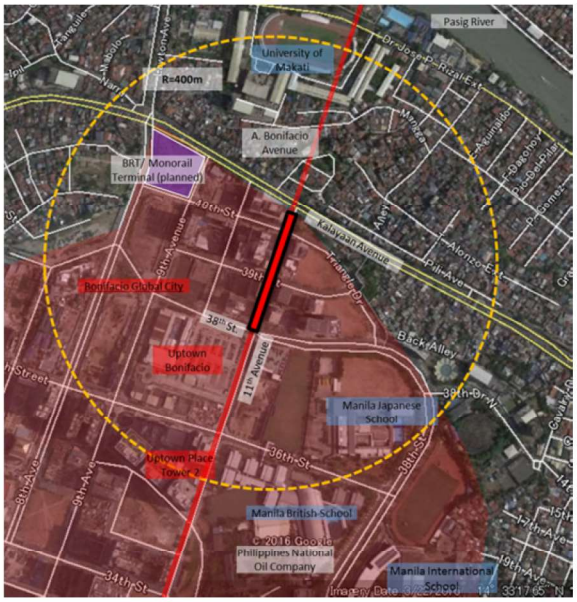


図 6.3.21　カラヤンアベニュー駅周辺現況

(2)　TOD 方針

BGC 北側のゲートウェイとして、公共交通による通勤・通学・買い物に利便性の高い CBD の形成に寄与し、河川敷住宅地からのアクセスを改善する。BGC 内の交通結節施設整備にあたっては、FBDC やディベロッパーとの協議により、整備計画と資金調達などの連携と調整が求められる。

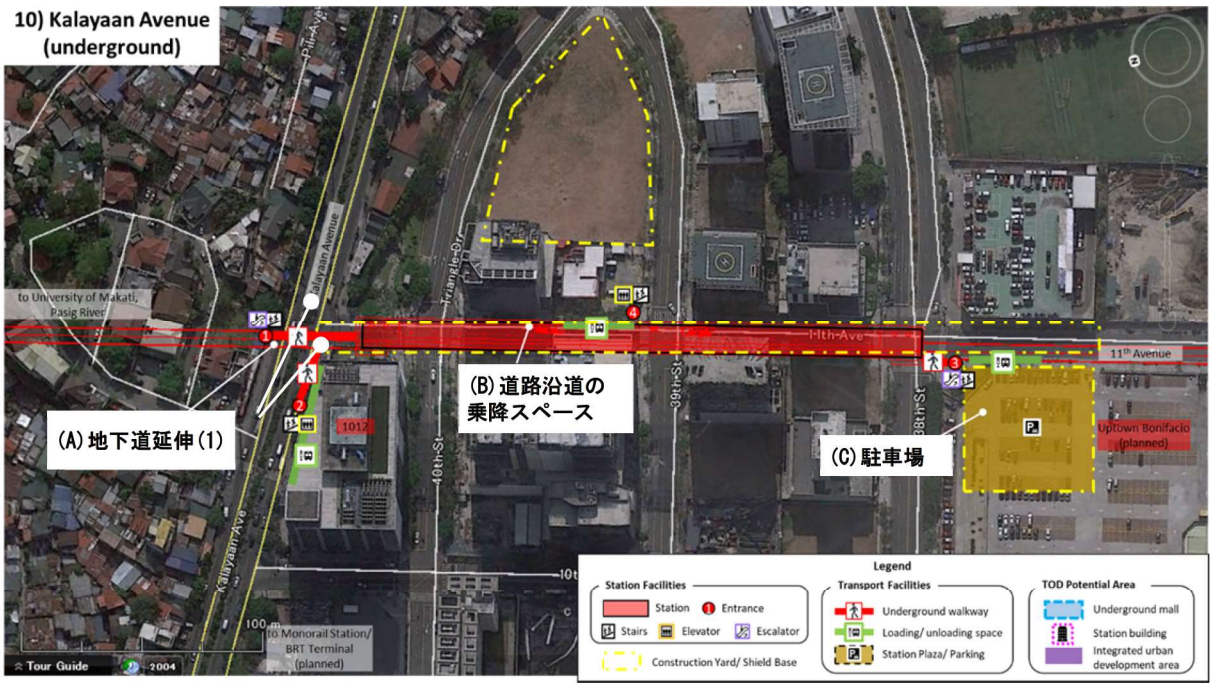


図 6.3.22　カラヤンアベニュー駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.14　ボニファシオグローバルシティ駅

(1)　駅周辺状況

メトロマニラの主要 CBD の一つである Bonifacio Global City (BGC)の南端、McKinley Parkway と 25th Street の交差点北側に整備される地下駅である。BCG の交通拠点となる Market! Market! Open Car Park で、バスやタクシー等の道路系公共交通と、地区内の循環バスサービス(FBDC 傘下の Bonifacio 交通会社による運営)の乗り換えが行われている。なお、駅東側に立地する Market! Market! (Ayala による大規模商業施設) は 2025 年に BCDA に返還される予定である。駅西側には Serendra (高級集合住宅地区)が立地し、この街区の西側に、Bonifacio High Street を歩行者軸とした商業業務系の高層ビルが並んでいる。また、25th Street には Line5 整備計画がある。



図 6.3.23　ボニファシオグローバルシティ駅周辺現況

(2)　TOD 方針

BGC 南側のゲートウェイとして、道路公共交通や他の都市鉄道との乗り換えを促進し、通勤や買い物に利便性の高い CBD の形成に寄与する。フォートボニファシオ株式会社(FBDC)の管理する BGC マスタープランによると、BGC 駅の東側街区 (現在の Market! Market!及び駐車場用地) は、"Multi-modal Station/ Conventional Center Parking"として、バス・ジープニー及び計画中の Line5 駅を含むマルチモーダル駅の整備を位置付けられていることから(**エラー! 参照元が見つかりません。**)、BGC 駅整備にあたり将来計画に配慮する。開削区間を活用した地下街の整備、また駅西側の商業業務地区とのアクセスを確保するための地下道を整備する。BGC 内の交通結節施設整備にあたっては、FBDC やディベロッパーとの協議により、整備計画と資金調達などの連携と調整が求められる。



図 6.3.24　ボニファシオグローバルシティ駅の TOD プロジェクト(案)

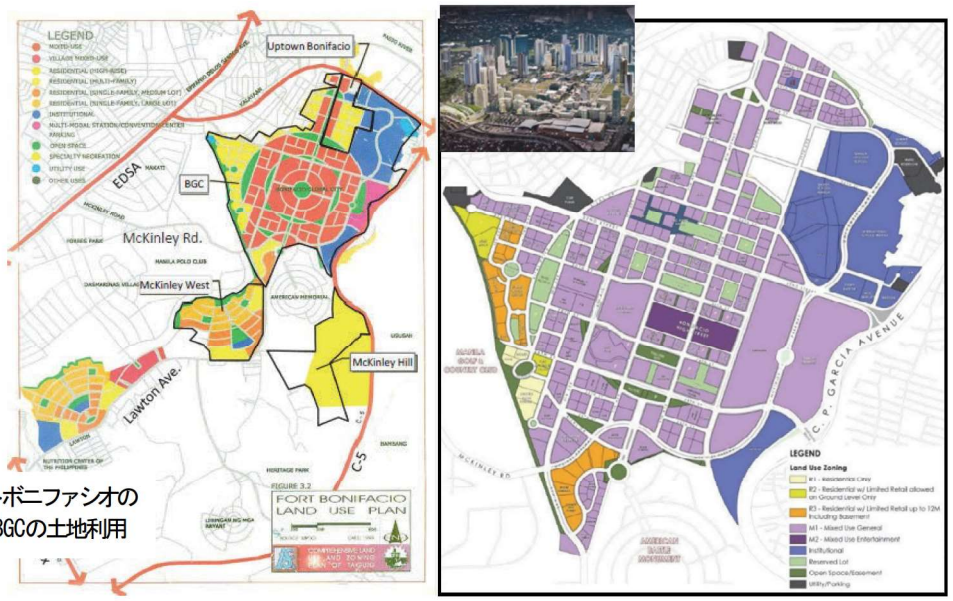
(a) 複合モード間の乗換えターミナルの整備：全ての交通モードの施設、すなわち本地下鉄 と他路線の駅、BGC バスやジープニー、UV エクスプレス、タクシーのターミナルを一つのターミナル施設で直接連絡し、旅客のスムースな乗り換えを確保する。パーク&ライドのための自動車駐車スペースをターミナル施設内に確保する。特に、本地下鉄と 他路線地下駅の間を乗り換える旅客に対しては、各駅の改札が同じ地下レベルで直接連絡するようにする。

(b) 地下連絡通路による周辺地区との連絡：Market Market!や SM Aura、High Street 等の周辺の商業・業務施設は 2 つの鉄道駅とターミナル施設と直接地下連絡通路で接続し、アクセスをより便利にする。

(c) 商業・業務スペースの整備：ターミナル施設ではその上層階と地下連絡通路を活用し、 商業・業務利用のスペースを提供する。多くの旅客がこのターミナルを利用するため、これらのスペースは高い賃料で貸し出すことができる。

(d) 交通管理の改善：ターミナル周辺道路における交通混雑を緩和するために、適切な交通 規制による効果的な交通運用を実施する。またサービスの重複を避けるためにフィーダーとなるバスやジープニーの路線再編成も検討する。

フォートボニファシオの
位置とBGCの土地利用



マルチモーダル
ターミナルの
イメージパース



BGC 駅の断面
イメージパース



出典：JICA フィリピン国マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査ファイナル・レポート

図 6.3.25　BGC 駅のマルチモーダルターミナル整備基本コンセプト

6.3.15　カエタノブールバール駅

(1)　駅周辺状況

C5 道路沿道、McKinley Hill (Mega World による複合開発)の東側の住宅地内に整備される地下駅である。周辺には目立った商業業務施設はなく、BCDA 所有の中層集合住宅や戸建住宅地が広がり、東側 500-800m にはディベロッパーによる大規模中高層住宅開発が進んでいる。駅西側の住宅地のうち南半分は NHA が所有していたが、社会開発プログラムにより住民への私有権が認められた。C5 以外の主要幹線道路は無く、東西方向道路は Levi B Mariano Avenue のみだが、C5 道路で寸断されており、西側街区には東西道路がなく、住宅地と McKinley Hill は完全に分断されている。



図 6.3.26　カエタノブールバール駅周辺現況

(2)　TOD 方針

郊外住宅地から都心部への通勤・通学等のアクセスを改善し、郊外部の新たな商業業務サービス拠点の形成と、住宅地の環境改善や再編を推進する。C5 を横断する地下道を整備し、分断されている地区を一体化する。短期的には駅前の街区を活用した駅前広場や駅ビル整備、及び不良市街地の再開発を同時に進め、中長期的には社会住宅整備も含めた郊外ニュータウン整備を推進する。



図 6.3.27　カエタノブールバール駅の TOD プロジェクト(案)

6.3.16　FTI 駅

(1)　駅周辺状況

C5, South Luzon Expressway (SLEX), Mega Manila Skyway などの主要幹線道路の交差するフライオーバー南側、既存 PNR 駅の東側に整備される地下駅である。Ayala による ARCA South 複合開発が進んでおり、駅東側正面に ITS が計画されている。また、MMSP と同じくメガマニラの南北方向を接続する通勤線 NSCR 駅の整備も計画されている。



図 6.3.28　FTI 駅周辺現況

(2)　TOD 方針

MMSP フェーズ 1 区間南端の端末駅として、カビテ州やラグナ州など郊外部から多くの需要が想定される。また、ARCA South 開発により、駅周辺での商業業務・居住の需要も多く発生する。そのため MMSP 駅、NSCR 駅、ITS の新たな交通拠点を適切に統合し、乗り換え利便性を確保する。また、幹線道路で分断されている西側地区を、地下道や地下街を活用して一体化する。ARCA South/ITS 開発計画、NSCR 整備計画との調整が不可欠である。

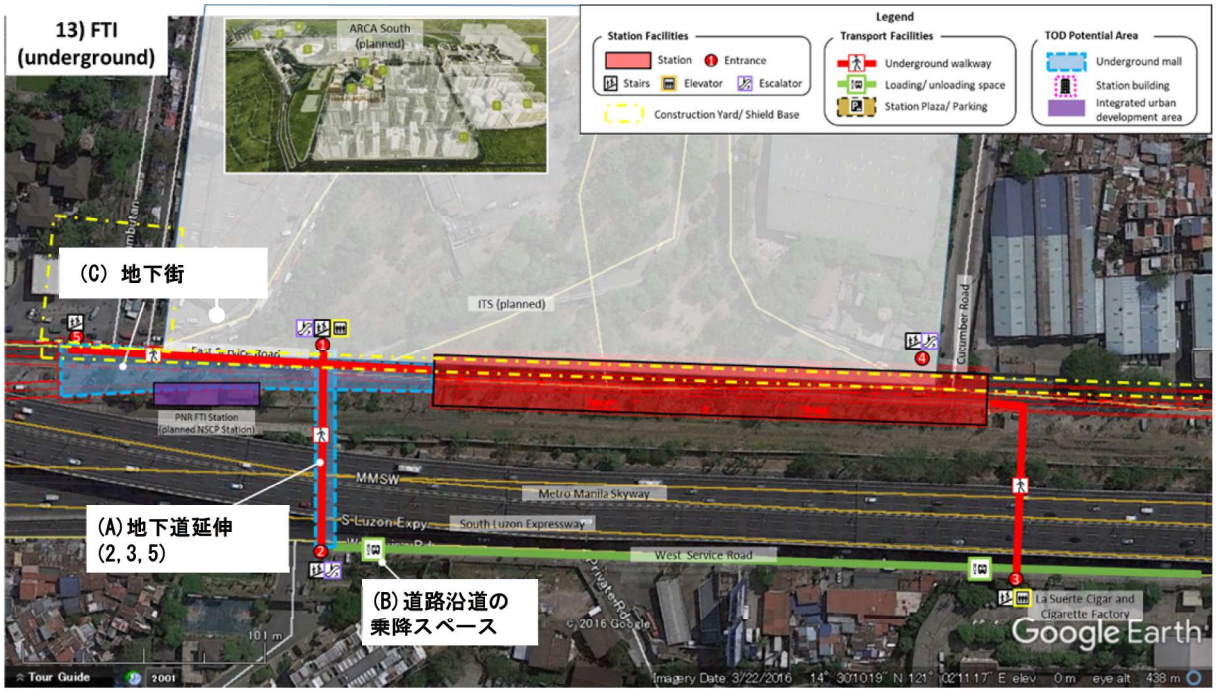


図 6.3.29　FTI 駅の TOD プロジェクト(案)

6.4　優先駅における TOD コンセプトデザインの検討

本事業の事業効果を増大させ、民間企業の参入を促す観点から、優先駅として選定した、North Ave. - Quezon Ave.駅、Anonas 駅、Ortigas North-Ortigas South 駅、Cayetano Boulevard 駅の 4 地区につき、駅ビル・エキナカ等を含む駅周辺開発にかかるコンセプトデザインレベルの提案を行う(MMSP 事業対象外)。

6.4.1　ノースアベニュー駅 - ケソンアベニュー駅

(1)　駅周辺開発・都市計画の状況

ケソン市のケソンサークル西側に位置するメトロマニラの一大商業業務集積地区である。商業・業務施設に加え、教育・研究施設、公園、行政・医療施設など、多様な都市施設が集積している。SM Mall、Trinoma 等の商業施設のほか Ayala と NHA による大規模複合開発 Vertis North が行われている。計画中のものも含め複数の交通機関にアクセス可能な立地であるが、商業施設や医療施設などにアクセスする私的交通が多く、渋滞が慢性化している。

ケソン市ではケソンサークル西側の 250ha の三角地帯を The New Quezon Central Business District: Triangle Park と位置づけ、TOD をベースとした CBD 開発を進めると位置付けている。EDSA 沿道は商業ベースの混合用途、ケソンサークル側は医療施設や政府機関を中心とした混合用途とするなど、混合用途の土地利用、容積率は 450%-1600%、最高建物階高は 40 階までを許容しており、大規模開発が可能な都市計画となっている。

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ノースアベニュー駅建設予定地</td><td>Vertis North 大規模開発
(駅東側)</td><td>Trinoma ターミナル
(コモンステーション建設予定地)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Trinoma と EDSA 南方向</td><td>ケソンアベニュー駅建設予定地</td><td>ダイヤモンドタワー計画予定地
(ケソン市所有)</td></tr>
</table>

出典：調査団

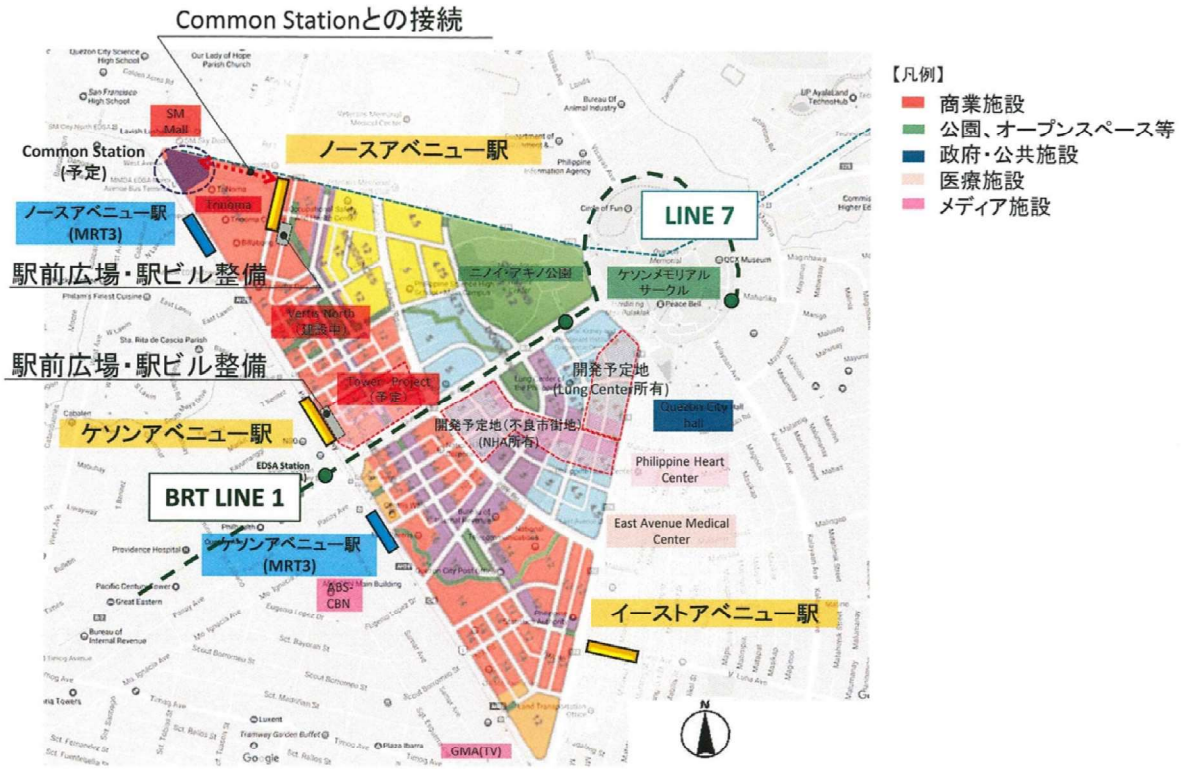
図 6.4.1　ノースアベニュー駅・ケソンアベニュー駅周辺の現況写真

(2)　全体コンセプト

上記の駅周辺状況と MMSP 計画を踏まえ、『都市の魅力の更なる向上、複数交通機関との連絡』をコンセプトとして、(1)ケソントライアングルパークの開発ガイドラインに沿った TOD 型 CBD 開発の促進、(2)交通結節施設・商業施設の整備による駅前一体開発（官民連携）、(3)複数の交通機関との乗換え施設整備、を提案する。具体的には次の通りである。

ノースアベニュー駅では、駅前で Ayala の Trinoma 大規模複合開発が行われており、建設・進行中の既存開発計画を踏まえた施設整備を検討することが望ましい。建設用地として使用する土地を継続所有できる場合、駅前広場整備と合わせて、駅前かつ大規模複合開発の玄関口となる立地のポテンシャルを活かした開発が可能となる。

ケソンアベニュー駅では、駅前にケソン市が開発権を所有する約 7.2ha の用地がある。用地の一部ではタワープロジェクト計画があるが、残りの土地についてケソン市と連携することで、開発の可能性があると思われる。また、駅北東側には開発予定のある政府系の用地があり、用途の住み分けや駐車場の容量等で連携を図ることで都市全体の機能・魅力向上につながることが期待される。図 6.4.2 にコンセプト図を示す。



出典：ケソン市 Triangle Park ゾーニング図をベースに調査団作成

図 6.4.2　ノースアベニュー駅 - ケソンアベニュー駅　TOD コンセプト図

(3)　交通結節施設整備コンセプト

他の都市鉄道やフィーダーサービスとの乗り換えを円滑にし、地下を活用した道路横断や商業業務施設へのアクセスなど歩行者に利用しやすい駅及び駅周辺整備を促進する。

ノースアベニュー駅：LRT1,MRT3,LRT7 の 3 路線が結節するコモンステーションとの乗り換えを円滑にし、歩行者の幹線道路の地下での横断や周辺商業施設への地下アクセスを可能にするため、地下道をコモンステーションまで延伸する。シールド基地での駅前広場の整備によりフィーダーサービスとの乗り換えを促進するとともに、商業施設と一体となった大規模駐車施設などを、官民連携によって推進する。

ケソンアベニュー駅：MRT3 ケソンアベニュー駅がケソンアベニュー(地下トンネル)の反対側にあり、地下道延伸が不可能なことから、地下道をケソンアベニュー歩道橋近くまで延伸するとともに、歩道橋の拡幅等により、乗り換え動線を確保する。また、駅東側のフィリピンダイヤモンドタワー計画用地での駅前広場整備を、官民連携によって推進する。

(4)　駅ビル整備コンセプト

ターゲットは、日常的に駅を利用する就業者および来街者とする。駅ビルの用途としては、駅前の大規模複合開発エリアに住居の建設が予定されており、用途の住み分けを考え、低層フロアを商業、中・高層フロアをオフィスとすることが適当と考えられる。商業フロアのテナント構成についても同じく住み分けを考慮する必要がある。大規模複合開発エリア内には目的性の高いテナントが誘致されると思われるのに対し、多数の駅利用者が通過するこの場所では、テイクアウトやクイックの飲食、気軽に手に取れる生活・ファッション雑貨等が有効であると思われる。また、オフィスについては、駅前・駅直結という立地を理由として、周辺と比較しても高い賃料設定が可能と思われる。

(5)　地下街整備コンセプト

LRT1 号線・MRT3 号線、MRT7 号線の共通駅（Common Station）が建設されることから、MMSP のノースアベニュー駅とこの共通駅の結節性を高めるため、地下道を設置する。この地下道には、乗り換え客をターゲットとしたスタンド型のテイクアウト型の飲料・食料販売や、小型コンビニエンスストアのような滞在時間の短い業態の店舗を設置することが有効である。

(6)　実現化に向けたアクション

TOD コンセプトの実現に向けて、下記の対応が必要である。

- 都市計画との調整：先に述べた通り、既に大規模開発を許容するゾーニングとなっていることから、その見直しなどは不要と考えられるが、交通施設整備の用地確保などを反映する必要がある。
- コモンステーション整備計画との調整：コモンステーションとのアクセス確保は不可欠であることから、出入口や地下道延伸位置などの施設設計での詳細な調整を行う。

- 民間との協調による事業推進：大規模開発事業者にとっては、駅整備が集客のインセンティブになることから、ゾーニングで規定されている歩行者施設の民間負担に加えて、地下道、駅前広場や駐車場などの交通結節施設についても、用地提供、事業費負担などの開発者負担事項について協議する。

6.4.2　アノナス駅

(1)　駅周辺開発・都市計画の状況

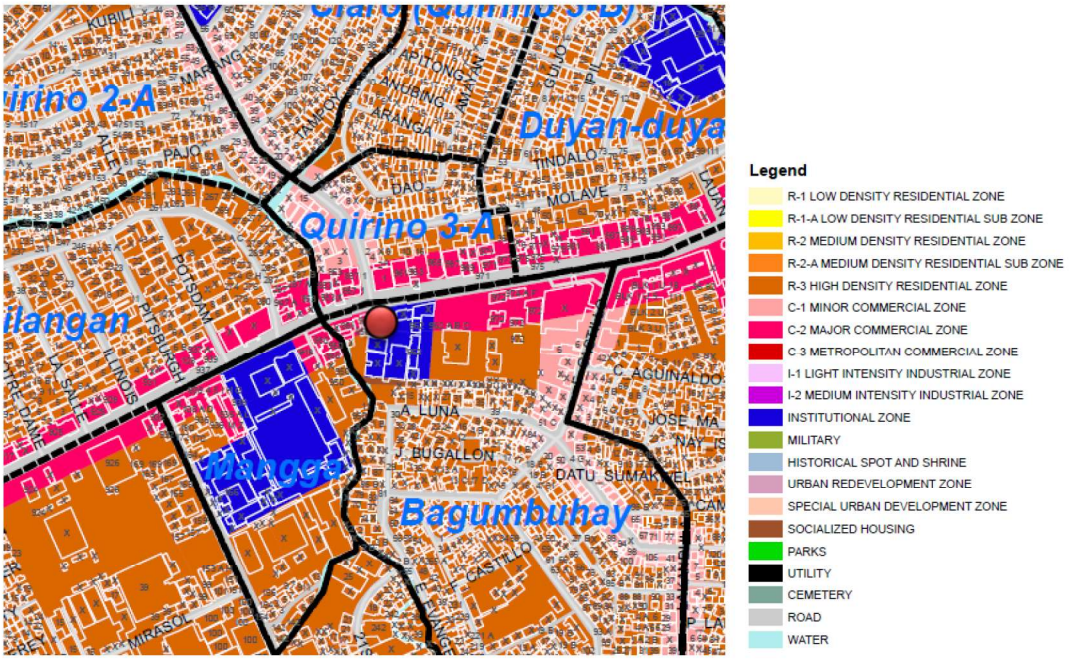
LRT2 号線のアノナス駅に近接した乗換駅となる。駅前通りであるオーロラブールバールは交通量も多く、駅付近ではジープニーへの乗降が多数見られる。現状は、交通広場が確保されていないため、通りの一車線を占有しての乗り降りとなっている。通りに面しては、スーパーや飲食店等が点在しているが、通りから一歩中に入ると閑静な住宅街が広がっている。また街区としては東西方向に対して南北方向の通りの数が少なく、歩行者にとっては歩きにくい印象を受ける。大規模施設は、LRT2 に接続する LRT シティセンタービル、ワールドシティメディカルセンター、また、駅東側にスーパーメトロ、西側にフィリピン技術研究所(Technological Institute of the Philillipines)が立地している。

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>駅建設用地全体</td><td>LRT2 駅とシティセンタービル</td><td>オーロラブールバール</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>駐車場(駅建設用地の一部)</td><td>ワールドシティメディカル
センター</td><td>メディカルセンター裏の
不法居住地</td></tr>
</table>

出典：調査団

図 6.4.3　アノナス駅周辺の現況写真

ケソン市ゾーニング計画では、LRT2 駅周辺の土地利用は、オーロラブールバール沿道の商業用途を除いては基本的に居住用途が広がっており、商業集積は存在しない。



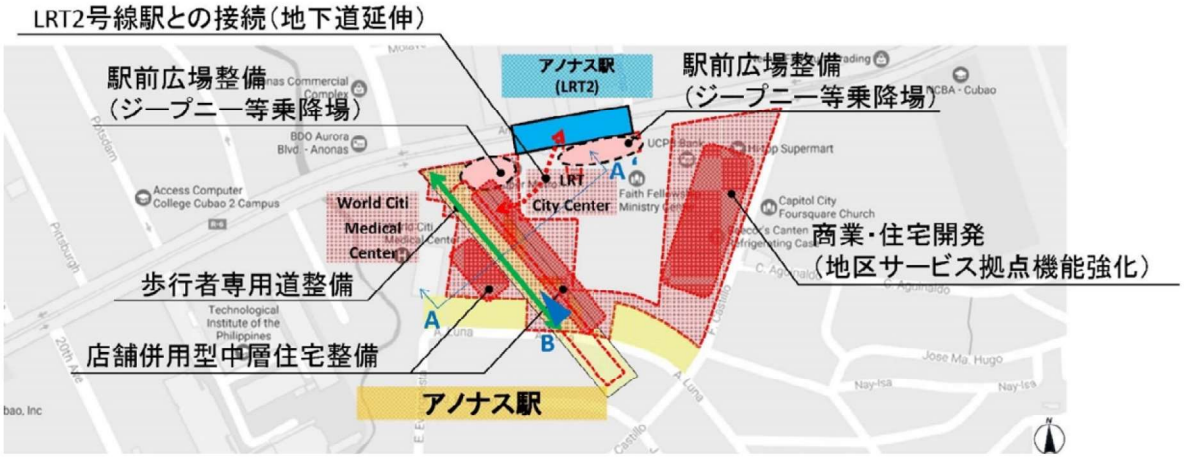
出典：ケソン市ゾーニング図

図 6.4.4　ケソン市ディストリクト 3 ゾーニング図

(2)　全体コンセプト

上記の駅周辺状況と MMSP 計画を踏まえ、『地区サービス拠点機能の強化と良好な歩行・住宅空間の確保』をコンセプトとして、(1)LRT2 号線アノナス駅との乗り換え利便性の確保、(2)駅周辺地区開発による地区サービス拠点の整備（駅周辺の高度利用）、(3)歩道の整備と歩道に面した低中層の商業・住宅開発、を提案する。具体的には次の通りである。

南北に長い建設用地の跡地を利用して歩行者専用道を整備し、良好な歩行者空間を確保する。その歩行者専用道に沿って中層規模で商業・住宅開発を行う。この住宅開発の一部を移転住宅に充当することで、現在、駅周辺で住宅用途と使用されている土地を含めた一体開発につながるとともに、移転対象となる住民や商業業務施設の、同じ地区内での生活・営業再建が可能となる。そのため、駅東側の平屋のスーパー・飲食店を含む駅周辺を高度利用し、床面積を増やすことで、地区サービス拠点機能を強化するための施設整備を推進する。



出典：調査団

図 6.4.5　アノナス駅周辺 TOD コンセプト図



出典：調査団

図 6.4.6　A-A’ 断面イメージ図



出典：調査団

図 6.4.7　B 地点イメージ図（歩行者専用道路、商業・住宅開発）

(3)　交通結節施設整備コンセプト

地下道：LRT2 からの乗り換えにより、EDSA 東の郊外部からの利用客が MMSP に乗り換え、混雑する EDSA を避けて都心部に向かうことができる。利便性確保と需要促進のためにも LRT2 との直結は不可欠であることから、MMSP 地下駅から LRT2 シティセンタービルへの地下道直結による LRT2 駅への接続空間を確保する。

駅前広場：オーロラブールバールではジープニーのアクセスが多く、道路交通からの乗り換えも想定されるため、ヤード用地を利用した駅前広場を整備する。

歩行者専用道路：駅開削区間やヤード用地を活用して、南北方向の歩行者専用道路を整備する。これにより、オーロラブールバールから南側住宅地へのアクセスが大幅に改善される。

(4)　駅ビル整備コンセプト

ターゲットは、生活圏に駅の含まれる地域居住者とする。歩行者専用道に面した駅ビルの用途としては、低層フロアを商業とし、その上部フロアを住宅用途とする。商業フロアは、ゆっくりと散策しながら買い物を楽しめるような店舗構成とするため、飲食や雑貨といったテナントが有効であると思われる。住宅については、駅に隣接し、かつ歩行者専用道に面することで見晴らしのよい、良質な住環境が提供できる。

駅東側で行う地区サービス拠点機能強化を目的とした開発では、低層フロアにおいて、地域居住者の日常的で高頻度な消費を促すため、日用品の大型物販店や飲食店の再構築が有効と思われる。上部フロアでは歩行者専用道に面した駅ビル開発と同じく、良質な住宅整備を行う。

(5)　地下街整備コンセプト

LRT2 号線の駅ビルとなっている LRT センターと地下道によって接続することにより、MMSP と LRT2 号線の駅の結節性を確保する。この乗換客をターゲットとして商業施設を設置する。LRT2 号線は学生の利用者が多いため、比較的価格帯の低い飲食スタンドや書籍・文具販売などが有効であると考えられる。

(6)　実現化に向けたアクション

TOD コンセプトの実現に向けて、下記の対応が必要である。

- 都市計画との調整：駅周辺地区のゾーニングの見直し（混合用途の土地利用、容積率緩和）や、大規模政府系施設の移転による複合開発の促進など、駅周辺開発の促進に向けた都市計画の見直しが必要である。
- LRT2 接続施設との計画調整：LRT2 駅との接続施設整備に向けて、地下施設の運営維持管理も含めた詳細検討が必要である。
- 民間との協調による事業推進:LRT シティセンターやワールドシティメディカルセンターなど、駅との直結が可能な施設について、将来の開発計画も含めた計画調整が必要である。

6.4.3　オルティガス北駅 -オルティガス南駅

(1)　駅周辺開発・都市計画の現況

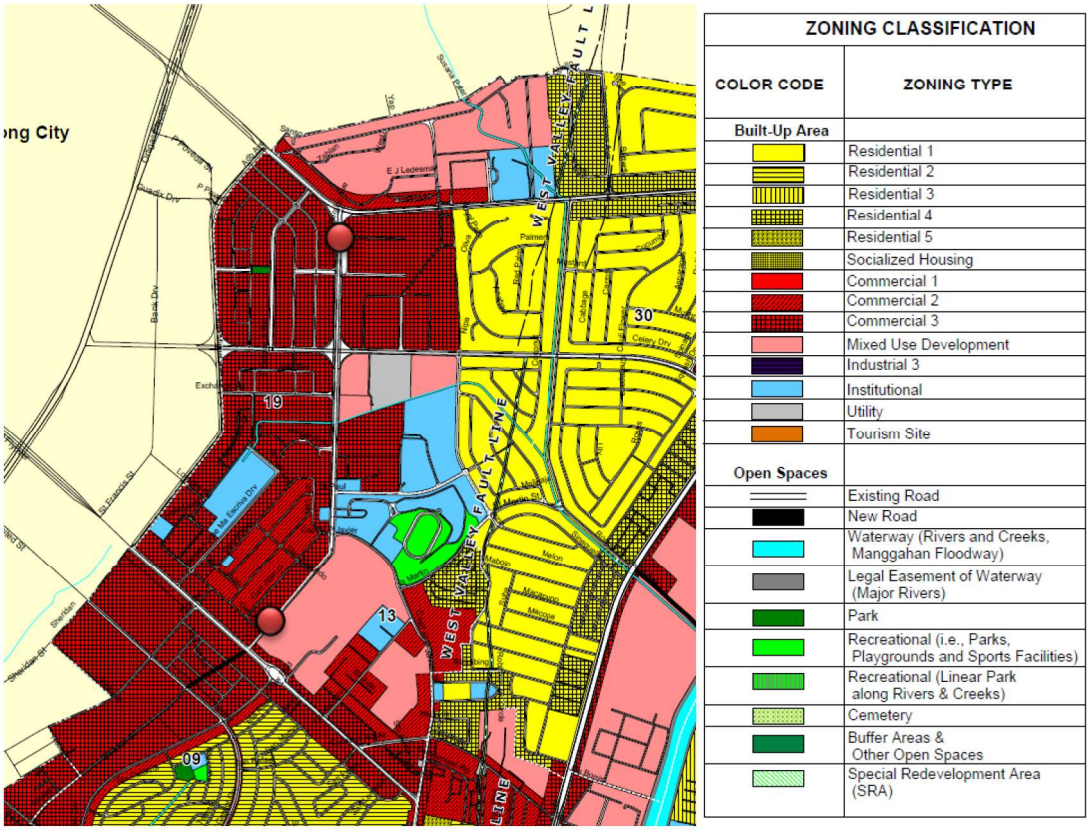
オルティガスコーポレーションによって開発された、オルティガスセンターと呼ばれるメトロマニラの一大中心業務地区である。外周部は、EDSA をはじめとした交通量の多い通りに囲まれている。MMSP 整備により、外縁 4 方向すべてに都市鉄道駅が整備されることになる。またこの地区の東側には低利用地が多いが、南東部には Capitol Commons 複合開発が進むなど、CBD の東側への拡大が進んでいる。

パシグ市ゾーニング計画図では、オルティガスセンターは全て商業用途となっており、駅東側もオルティガス北駅では商業用途、オルティガス南駅では複合開発用途となっている。この 2 駅の中間に、政府系用地が存在する。

		
オルティガス北駅建設予定地	メラルコアベニュー	Metro Mall 東側中古車販売店 (TOD 可能性用地)
		
オルティガスコーポレーション (地下道延伸)	オルティガス南駅建設予定地	Capitol Commons 複合開発 (オルティガス南駅東側)

出典：調査団

図 6.4.8　オルティガス北駅・オルティガス南駅周辺の現況写真



出典：パシグ市ゾーニング計画図

図 6.4.9　パシグ市ゾーニング計画図

(2)　全体コンセプト

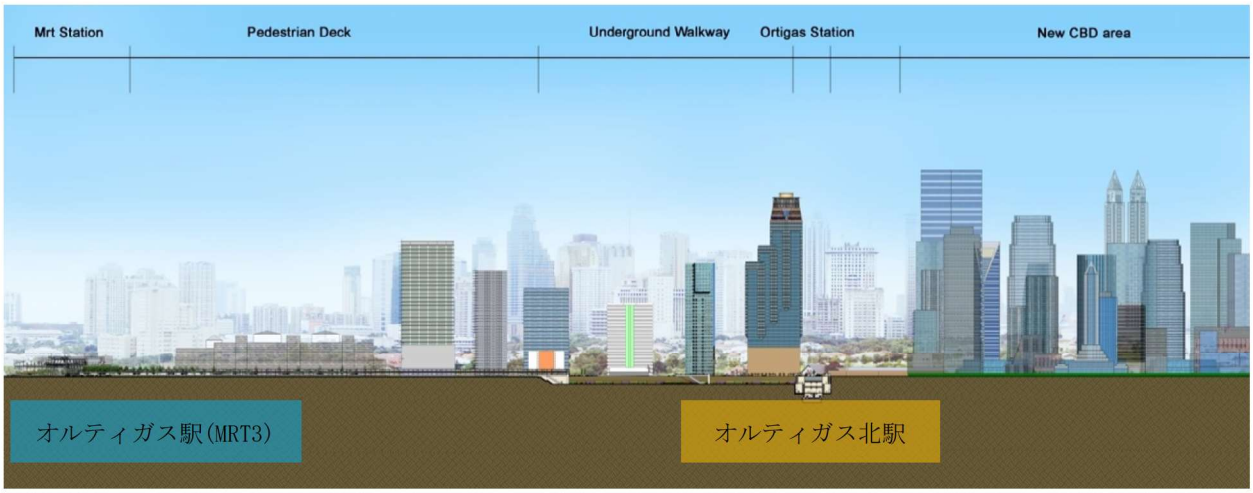
上記の駅周辺状況と MMSP 計画を踏まえ、駅東側での一体開発を促進し、徒歩やフィーダーサービスにより駅から目的施設にアクセスできる利便性の高い CBD への再編を目指す。『既存 CBD の拡大と地区内の交通環境改善』をコンセプトとして、(1)東側地区への CBD 拡大のための再開発推進、(2)地区全体の交通環境改善(P&R、歩行環境改善等)、(3)MRT3 号線との乗り換え環境の整備(800m 延長の歩行者空間整備)、を提案する。具体的には次の通りである。

オルティガス北駅の東側には 2 階建ての商業・飲食施設や中古車ショップ、ホームセンター等が並ぶ 18ha の低利用の土地がある。ここは 1 オーナーの民間用地である。この土地の一部を建設用地として使用する予定であるが、この土地のポテンシャルを活かすためにも建設用地のみに限定せず、土地全体の開発を民間と共同で行うことを検討することが望ましい。また駅南東部には MMDA が交通違反車両の保管場所として利用している GSIS が所有する土地があり、ここも開発ポテンシャルを有している。また、オルティガス南駅の北東側には既存の商業モールであるエスタンシアモールに隣接して BCDA が所有する土地があり、現在は中古車ショップとして使用されている。これらの地区に対して CBD の拡大と地区交通環境改善のための施設整備を提案する。



出典：調査団

図 6.4.10　オルティガス北駅 - オルティガス南駅周辺 TOD コンセプト図



出典：調査団

図 6.4.11　オルティガス北駅(MMSP) - オルティガス駅(MRT3)　断面イメージ図



出典：調査団

図 6.4.12　オルティガス北駅地下道・地下街イメージ図



出典：調査団

図 6.4.13　オルティガス駅（MRT3）接続ペデストリアンデッキイメージ図

(3)　交通結節施設整備コンセプト

歩行者施設：MRT3 駅とのアクセスのための地下道延伸、ペデストリアンデッキ整備では、動く歩道を整備することにより、800m の乗り換え空間を速達かつ快適に移動できるような工夫が必要である。

P&R 施設：4 駅で囲まれたオルティガスセンターの地区交通改善のために、駅直近に駐車施設を整備し、乗用車からフィーダーサービス（電気自動車等）への乗り換えや徒歩での移動に転換することで、地区内の交通流入を制限する。MMSP 利用者への駐車場料金割引など、優遇措置を設ける。

(4)　駅ビル整備コンセプト

ターゲットは、日常的に駅を利用する就業者とする。CBD の拡大を目的とするため、低層フロアを商業、中・高層フロアをオフィスとすることが適当と考えられる。高層のビルを建設する一方、地上レベルでは緑化や歩行者空間を確保し、低層フロアの商業施設と合わせて街のにぎわいを創出する。またオルティガス北駅東側の土地は 18ha もの広さがあるため、駅に近接した部分に商業・オフィスを建設し、残りの駅から離れた部分に高層住宅を建設することも一考である。これにより、CBD を拡大させる一方、この高層住宅が隣接する住宅街に対して住居環境を確保するための緩衝帯の役割を果たすことが期待される。この高層住宅は駅近接という立地に加え、この付近全体が東に向かって傾斜しているため、景観の面でも良好な住宅が形成される。

(5)　地下街整備コンセプト

MRT3 との結節性を高めるため、地下道とペデストリアンデッキを設置する。MRT3 の Ortigas 駅との距離は 800m 程度と非常に長いため、この地下道は乗換のための通路としてではなく、集客施

設として開発したい。オルティガス地区は、オフィス街が発達し、多数の就業者がいるもにもかかわらず、飲食店が少ない。この通路沿いに飲食店・コンビニエンスストアを配置することにより、昼食需要等を取り込む。

(6)　実現化に向けたアクション

TOD コンセプトの実現に向けて、下記の対応が必要である。

- 都市計画との調整：駅周辺地区のゾーニングの見直し（混合用途の土地利用、容積率緩和）や、大規模政府系施設の移転による複合開発の促進など、駅周辺開発の促進に向けた都市計画の見直しが必要である。
- 政府系用地の活用：オルティガス北駅の南側の GSIS 用地、オルティガス南駅近くの BCDA 用地など、大規模開発可能性のある用地での複合開発の促進をはかる。
- 交通管理の促進：MMSP 整備とあわせた地区交通環境改善のための、P&R 整備やエリア内フィーダーサービスなどの交通管理政策を推進する。
- 民間との協調による事業推進：地区全体をマネジメントしているオルティガスコーポレーションや民間企業との、将来の開発計画も含めた計画調整が必要である。

6.4.4　カエタノブールバール駅

(1)　駅周辺開発・都市計画の現況

タギグ市の南側に位置する C5 沿線の住宅地である。付近に商業業務集積地区はなく、中層マンションや団地、不良市街地を含む低層住宅街や工場地帯が広がっている。また、東西方向の幹線道路がほとんど存在せず、C5 によって東西の地区が分断されている。

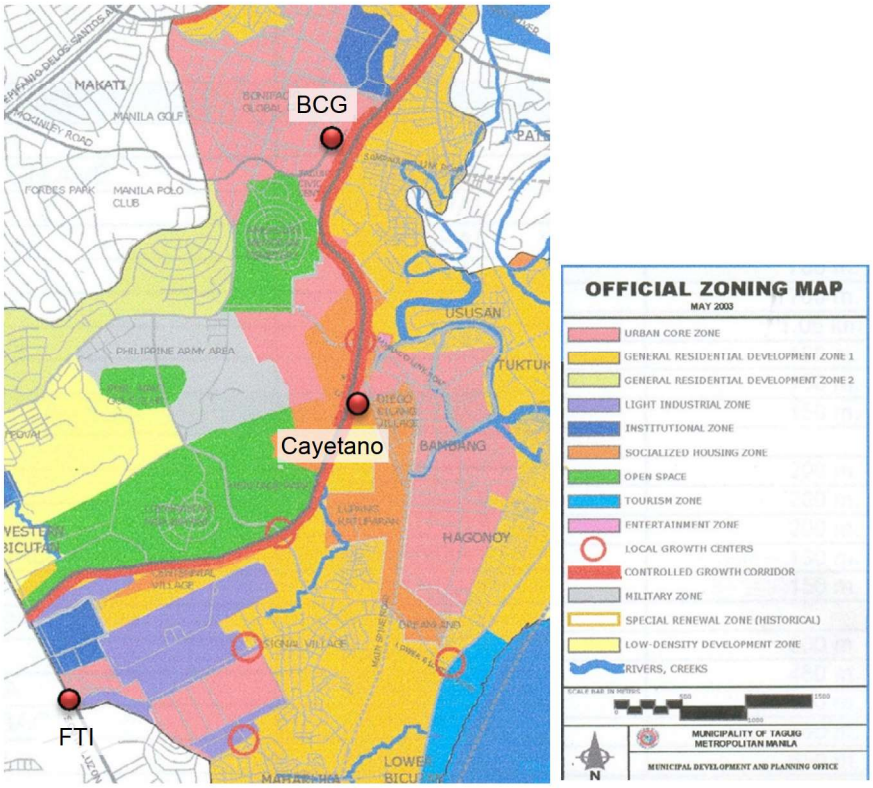
駅の周辺には BCDA の所有地がある。それらのうち、駅北東側の一部は、民間事業者にリースされ開発中であり、駅北西側は一部不良市街地を含む低層住宅地となっている。また、駅南西側に広がる低層住宅地は NHA による社会住宅プログラムにより私有化が完了している。

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>カエタノブールバール駅
建設用地周辺地区全景</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>駅建設用地
(ガソリンスタンド・駐車場)</td><td>駅北側の不良市街地</td><td>フィーダーサービス</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>駅東側の BCDA 中層住宅地</td><td>駅東側の民間高層住宅地</td><td>駅西側の低層住宅地</td></tr>
</table>

出典：調査団

図 6.4.14　カエタノブールバール駅周辺の現況写真

タギグ市ゾーニング計画図(図 6.4.15 参照)では、C5 沿道が調整成長コリドー(Controlled Growth Corridor)と位置付けられ、沿道開発が認められている。BCG の商業業務地区、また計画中の FTI の ARCA SOUTH 複合開発地区以外にも、カエタノブールバール駅東側に Urban core zone と位置付けられている用地があるが、一部の中高層住宅地区建設を除いて、低層住宅が広がっている。General Residential Development Zone と位置付けられている用地のうち、C5 西側の低層住宅地は、先に述べた通り、私有化が完了している。C5 東側の住宅地は BCDA 所有であるが(図 6.4.16 参照)、一部は民間による開発が予定されている。



出典：タギグ市ゾーニング計画図

図 6.4.15　タギグ市ゾーニング計画図



出典：タギグ市

図 6.4.16　カエタノブールバール駅周辺の BCDA 用地図

(2)　全体コンセプト

上記の駅周辺状況と MMSP 計画を踏まえ、『郊外における居住環境改善、道路・インフラ整備と一体となった宅地開発』をコンセプトとして、(1)社会住宅を含む段階的な宅地開発による生活環境改善、(2)商業業務拠点の開発、(3)東西方向の幹線道路の整備、(4)駅周辺のフィーダーサービス、を提案する。具体的には次の通りである。

駅周辺の BCDA 所有地を活用し、駅前広場や駅ビル、社会住宅を含む住宅整備を、住民移転も考慮しつつ、段階的に実施する(図 6.4.17 参照)。駅北東側の土地(II 期)は BCDA からリースを受けて民間事業者が開発中であるため、民間事業者との調整のもと、オープンスペースの確保や歩道整備、地下街、駅ビルと直結した出入口の整備等を公共貢献の条件として付与し、その代わりにインセンティブとして空中権の規制緩和や容積率ボーナスなどを与え駅周辺の一体開発を目指す。また、駅西側には東西の幹線道路を整備し、合わせてインフラ整備、住環境改善を行う。



出典：調査団

図 6.4.17　カエタノブールバール駅周辺 TOD コンセプト図



出典：調査団

図 6.4.18　TOD コンセプトの段階的整備図



出典：調査団

図 6.4.19　TOD コンセプト鳥瞰イメージ図

(3)　交通結節施設整備コンセプト

駅前広場：郊外住宅地の拠点駅として、地区のランドマークとなる駅前広場を整備する。バス、タクシー、ジープニー、フィーダーサービス(トライシクル、コミュニティサイクル、電動自動車等)、乗用車などの複数の交通機関との乗降スペース、地区の情報・防災拠点となるオープンスペースなどを整備する(図 6.4.20 参照)。

フィーダーサービス：駅周辺住宅地からのアクセス改善のために、小型フィーダーサービスが求められる。ICT 技術を応用した環境にやさしい電気自動車フィーダーサービスシステムの実用化など、新たな技術の適用が望ましい(図 6.4.20 参照)。

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ターミナル</td><td>優先乗降スペース</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>駅前広場のオープンスペース</td><td>電気自動車フィーダーサービス（出典：NEDO
マニラ市イントラムロスの社会実験）</td></tr>
</table>

出典：調査団（CG）、NEDO（写真）

図 6.4.20　駅前広場・フィーダーサービスのイメージ図

(4)　駅ビル整備コンセプト

ターゲットは、周辺郊外部からの駅利用者、駅周辺の居住者とする。駅東側の駅前広場に面しては低層の商業施設を配置する。業種・業態としては、コンビニエンスストアや飲食店等が適していると考えられる。また駅北東側の民間事業者が開発中の土地については、低層階を同じく商業施設、上部は駅近接という立地を活かした中流以上を対象とした住宅整備が適していると考えられる。

(5)　実現化に向けたアクション

TOD コンセプトの実現に向けて、下記の対応が必要である。

- 都市計画との調整：駅周辺地区のゾーニングの見直し（混合用途の土地利用、容積率緩和）など、駅周辺開発の促進に向けた都市計画の見直しが必要である。
- 政府系用地の活用：BCDA 所有の住宅地での、複合用途の再開発の促進をはかる。
- 再開発事業手法の検討：大規模な宅地開発に向けて、用地取得せずに権利変換による地権者の権利保全をしながら事業を推進するための、土地区画整理事業や市街地再開発事業などの都市開発の事業手法や制度整備を検討する。

6.5　非鉄道事業の提案

6.5.1　非鉄道事業とは

(1)　概論

エキナカ事業（図 6.5.1 参照）を始めとする非鉄道事業は、日本の鉄道事業者として極めて重要な事業となっている。不動産などの経営資源に乏しい公的出資の地下鉄事業者である東京メトロでも売上・利益の 10%程度、国有鉄道時代は鉄道事業に専念してきた JR 各社でも、20%程度、民営鉄道に至っては、60%を超える会社もあり、非鉄道事業は鉄道事業と戦略的に不可分の事業として日本の鉄道事業者の経営を支えている。

民間鉄道事業者の場合は、主な非鉄道事業として、商業開発、不動産開発、駐車場、広告、IT などの鉄道以外の業種も多い。MMSP における非鉄道事業として、エキナカ・地下街、駅ビル、駐車場運営、を提案する。これらはいずれも、MMSP 建設事業のなかで用地確保や躯体整備などが可能な事業である一方で、その運営管理には、民間との連携が不可欠である。

中でも、エキナカ事業は、人が自然に集結する駅という鉄道事業者独特の経営資源を有効に利用することができるため、鉄道事業者にとっては低リスクで参入しやすい事業である。フィリピンでは日本以上に鉄道事業の経営環境が厳しい。メンテナンス不足等により鉄道の信頼性が確保されず、また公共福祉の観点から運賃が低廉に抑えられている。そのため、フィリピンの鉄道事業者は、エキナカ事業を中心とした非鉄道事業を運営することによって、経営を補完していくことが求められる。





エキナカ事業の特徴は、旅客から運賃プラスアルファの収入を得る、すなわち旅客単価を上げるというところにある。運賃は高度に公共的な要素であるため、硬直性が高い。エキナカ事業は、その硬直性を緩和するという効果をもつ。（写真上：東京メトロ エチカフィット永田町、下:東京メトロ エチカ池袋）



また、メトロマニラ地下鉄の建設に伴って土地収用の対象となり移転の必要となる小規模店舗の事業者等の移転先として、エキナカに区画を提供することも一考である。

日本では、鉄道ターミナル駅に広大な地下街（大阪梅田の地下街、東京駅そのた副都心駅周辺の地下街等）が形成され、自治体、周辺のビル事業者、鉄道事業者の共同整備により運営されている。地下街は、通行者の交通アクセス改善という面とともに、多数の商店が入居してショッピングモールとなっている。フィリピンにおいては、まず鉄道駅同士を結ぶ地下通路等に商業施設を設置していくことを提案する。（写真上：池袋駅地下街、下、東京駅地下街）





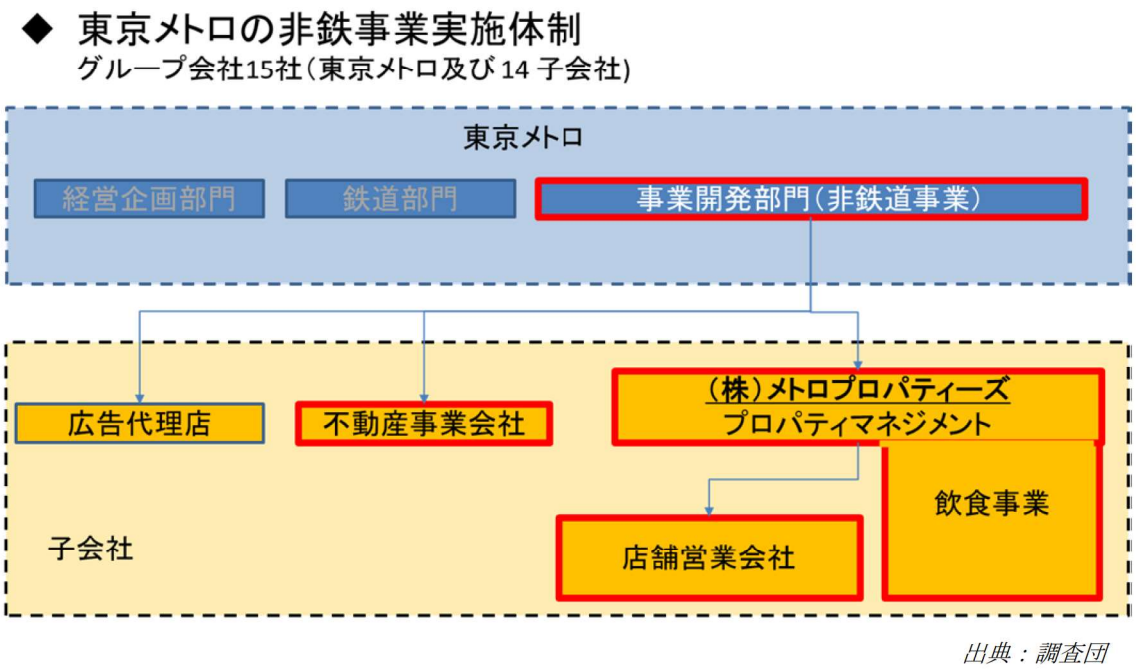
図 6.5.1 エキナカ事業の概要（東京メトロ表参道駅）

(2)　事業モデル

理想的なモデルは、下図の東京メトロの例のとおり、鉄道事業者自体が非鉄道事業を専門に推進する部署を設置し、この部署の作成する方針・計画のものとで実際のプロパティマネジメントは子会社を通して行うものである(図 6.5.2 参照)。エキナカ事業は、駅の構内を使うため、鉄道事業を推進する部門との密接な連携が欠かせない。従って、鉄道事業者本体に専門の部署が必要となる。一方で、エキナカ事業は、鉄道事業とは全く異なるノウハウ、スピードが求められるため、専門の会社を置くのが効率的である。

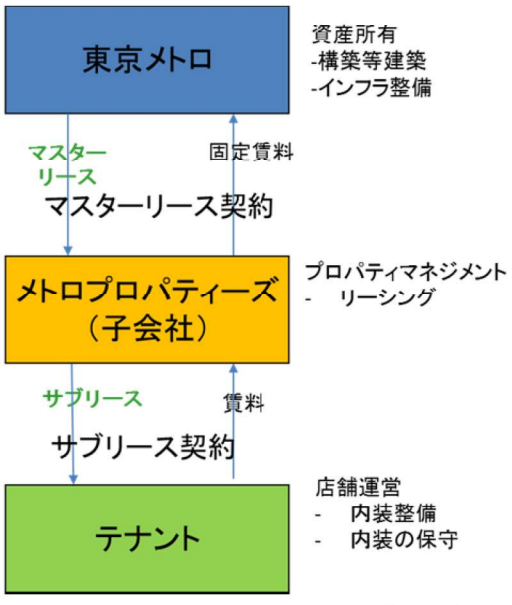
鉄道事業は一般に、設備のライフサイクルに基づいた長期的な視点での経営が求められ、また事業環境が比較的安定している事業である。そのため経営判断のためには熟慮を重ねた慎重な検討が求められる。一方で、エキナカ事業を始めとする非鉄道事業の事業環境は刻一刻と変化し、ある程度リスクを取りながらの迅速な対応が求められる。このような、相反する方向性を一つの企業で全て内包することには困難が伴う。そこで、実際にエキナカ事業を実施する部署は、鉄道事業者とは分離されることが望ましい。

しかし、鉄道事業会社発足時から子会社を持つことはノウハウの観点から困難である。そこで、当初はノウハウを持つ民間の会社に当該事業を委託することが必要である。委託を行っている期間に、当該会社との人事交流や業界他企業からの人材獲得等によりノウハウを蓄積し、機が熟してからプロパティマネジメントを行う会社を設立することを提案する。



出典：調査団

図 6.5.2　東京メトロの非鉄道事業に関する組織図



出典：調査団

図 6.5.3　東京メトロのエキナカ事業モデル

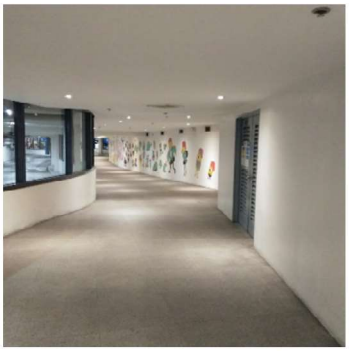
このような事業モデルに基づきプロパティマネジメントを行う会社がテナントの募集を行うため、実際のエキナカの開発はそれに委ねられることになるが、鉄道事業者としては各駅の特性を理解し、プロパティマネジメント会社と当該エキナカのコンセプトを協議する必要がある。

6.5.2　フィリピンの地下空間の現状

(1)　地下空間の利用動向

フィリピンにおいては、地下の利用があまり進んでいないのが現状である。一部、商業施設の地階が商業施設として利用されている例はあるものの、一般的には、駐車場、地下道といった商業とは別の用途に使用されている場合が多く、鉄道駅についても純然たる地下駅としては、LRT2号線のカティプナン駅が挙げられるが、他の駅同様に目立った構内営業等は行われていない。



（写真左から）SM Makati の地階、アヤラ地下道（交差点横断）、グロリエッタの本館と別館をつなぐ地下道（地下道左は駐車場）

(2)　地下商業施設に関わる法制度

現状では、フィリピンにおいては地下に特化した法令はなく、一般の「National Building Code（建築基準法）」、「Fire Code（消防法）」に沿って一般の建物と同様に建築を進めればよい。
日本の駅ナカ店舗においては、建築基準法や消防法の規定に沿う必要があることにくわえ、国交省通達による「地下駅等の火災対策基準」の要請に基づき、内装や什器、看板類の不燃化が義務付けられている。また、自主規制ではあるが、日本の地下鉄の代表例である東京メトロにおいては、駅構内でガス調理具の使用を行っていない。フィリピンの地下駅においても、防火上の観点からは、同様の措置があることが望ましいと考えられる。

6.5.3　日本企業の進出を促進する施策

(1)　建築許可や営業許可の一元化

メトロマニラ地下鉄はケソン市、パシグ市、タギグ市の三自治体にまたがる路線となるため、各都市の条例や方針によって別々の対応が必要となる可能性があり、テナントにとっては出店にかかる手間が非常に大きくなる。メトロマニラ地下鉄駅を全て経済特区化し、各種手続きを簡素化する等の施策が必要である。

(2)　安定した運営保守主体

エキナカ事業は、鉄道施設を使って行われるため、通常鉄道事業の運営保守会社が一義的な管理を行う。専門性の高い業務であるプロパティマネジメントは鉄道事業者から専門の事業者に外注されるが、テナントにとっては、採算性確保のためにもある程度の期間安定した契約を締結できることが重要である。運営主体が安定的であるという観点からは、公営事業体が最も望ましく、民間に委託される場合でも、10 年以上の長期間の契約であることが望ましい。

(3)　必要な面積

コンビニエンスストアはエキナカの核となり得るテナントであるが、最低 60 ㎡程度は必要であり、100 ㎡程度が理想である。そのうち、バックヤードは 15~20%必要である。

(4)　契約・賃料形態

テナントとして受容しやすいのは、フィリピンで一般的な固定賃料による賃貸借契約である。ショッピングモールでは固定賃料＋売上歩合賃料が一般的であるが、テナントの入居を促進するため、当面は固定賃料とし、売上歩合の負荷については状況により判断することが求められる。

(5)　揚げ物ができる環境の整備

換気設備を備えることにより、コンビニエンスストアや飲食店の主力商品となることが多く、フィリピンでも受け入れられやすい揚げ物の調理を可能にすることが重要である。

(6)　電力の確保

地下であるため、防火上ガスの利用を避けたほうがよいが、代替の熱源が電気となるため大容量の契約が必要である。

(7)　搬入用トラックの駐車スペースの確保

交通結節施設として整備する駅前広場や車寄せを搬入用トラックが利用できるような仕組みとする必要がある。本来は鉄道設備自体のメンテナンスを含めた搬入に使える業務用エレベーターを備えていることが望ましいが、経済性の観点から推奨はされない。また、フィリピンのサービス状況から考えても、旅客用エレベーターを共用することに特段問題はないと思料される。

6.5.4　各駅エキナカ開発提案

(1)　ミンダナオアベニュー駅

概要：ミンダナオアベニュー駅はフェーズ１の北端駅であり、マニラ首都圏北部からの通勤者が通過する重要なターミナル駅であり、多数の乗降が期待される。駅周辺は、ミンダナオアベニュー沿いには中小規模の商店が並んでいるが、主に住宅地および小規模な工場が集積している。一大交通結節点として、終日人通りの絶えない駅となることが予想される。





エキナカ開発方針：2 フロアの商業専用フロアの確保が可能であると見込まれる。ターミナル駅であることから、他の交通モードとの乗り換え客、待ち合わせ拠点となる等、旅客の駅構内への滞在が比較的長いことが予想される。飲食店・物販等の入店型の店舗、官公庁のサービスのための出先機関、銀行、コンビニエンスストア、娯楽施設等の多種多様なニーズを吸収する。

(2)　タンダンソラ駅

概要：タンダンソラ駅の周辺は、小規模商店や住宅が集積する地域である。現状では多くの乗降客数は見込めず、商業ポテンシャルの低い駅である。物理的にも商業フロアを確保することができない。





(3)　ノースアベニュー駅

概要：ノースアベニュー駅は、LRT1 号線、MRT3 号線、MRT7 号線の「コモンステーション」との乗換駅であり、さらに、トライノーマ、SM などのショッピングモールやオフィス・高層住宅が集積し、さらに開発が進んでいる地域であり、多くの乗降客が見込まれる。一大交通結節点として、終日人通りの絶えない駅であることが予想され、特に夕方以降ショッピングモールでの飲食を楽しむ客が多く利用すると考えられる。





エキナカ開発方針：１フロアの商業専用フロアの確保が可能であると見込まれる。CBD に位置するターミナル駅であることから、乗換客や待ち合わせの拠点になるなど、旅客の駅構内への滞在が比較的長いこと、通勤客、買い物客等多様な層の旅客が利用すること予想される。したがって、飲食店・物販・コンビニエンスストアなどの入店型店舗を配置するとともに、地上のショッピングモールから流入する客を対象にした菓子等の持ち帰り型店舗、オフィスワーカーを対象としたビジネス用小物・書籍販売等が有効であると思料される。

(4)　ケソンアベニュー駅

概要：ケソンアベニュー駅は、「マニラダイヤモンドタワー」と呼ばれる電波塔が計画されている土地の前面に建設される。将来的には電波塔への観光需要が多く見込まれ、一大観光地となる可能性のあるエリアである。現在のところ道路下のみでの建設を計画しており商業専用フロアが確保できないものの、詳細設計の段階では、当該電波塔の計画との調整をとりながら一体的な駅建設を行う必要がある。





(5)　イーストアベニュー駅

概要：イーストアベニュー駅は、官庁及び病院の集積する地域である。周辺においては商業の集積が少ない。




エキナカ開発方針：駅部分では不可能であるが、開削部分において商業フロアを確保できる。官庁や病院の需要に対応した入店型・持ち帰り型の飲食店を集積することにより、既存の需要に応えながら、物販など新たな需要を創出できる可能性もある。

(6)　アノナス駅

概要：LRT2 号線のアノナス駅との乗換駅となる。周辺は雑然とした商業・住宅の混合地域となっており、終日人通りの絶えない駅となることが期待される。オーロラブールバール沿いの歩道は狭隘で商店などの「あふれだし」や駐車が見られるため歩行が困難な状態である。LRT2 号線の駅ビルとして LRT センターが営業されており、地下駅とこのビルをつなぐことによって、LRT2 号線との円滑な乗り換え動線を確保することができる。




エキナカ開発方針：アノナス駅においては商業専用フロアが取れないため、大規模な商業施設の設置は困難である。しかし、LRT2 号線への地下道において、乗換客をターゲットにしたスタンド型飲食店舗を配置することができる。

(7)　カティプナン駅

概要：カティプナン駅は、高級住宅街やフィリピン陸軍基地の近隣に位置し、ジープニー等のフィーダーサービス利用者による駅利用が見込まれるものの、駅周辺の在住・在勤者の需要が少ないと考えられる駅である。商業開発の効果を期待することが難しい駅である。物理的にも商業フロアを確保することができない。





(8)　オルティガス北駅

概要：オルティガスセンターに位置し、多数の通勤客の利用が見込まれる駅であり、朝夕のラッシュアワーには混雑が見込まれる。現在、駅の設置が予定されているメラルコアベニューはオルティガスの東西を分断しており、オフィス等の集積する西側から東側への人の流れを阻害しているが、地下鉄駅ができることにより、通勤客以外の通行者が自由通路として駅を利用することも想定される。





エキナカ開発方針：2 フロアの商業フロアが確保できる。周辺オフィス街のオフィスワーカーが主なターゲットとなる。従って、朝の通勤時に気軽に購入できる飲食物、昼食、ビジネス小物や書籍の販売が有効であると考えられる。また、官公庁のサービスのための出先機関、銀行の出張所なども駅の需要を高める効果が期待できる。

(9)　オルティガス南駅

概要：オルティガス北とは一線を画した雰囲気のある地域である。大規模なオフィスビルの集積はなく、中間層をターゲットとするエスタンシアモール等の大規模商業施設や中規模のオフィスビル、近隣には住宅街もある比較的閑静な地域となっている。




エキナカ開発方針：エスタンシアモールとの補完関係を構築するとよいと思われる。コンビニエンスストアやより価格帯の低い飲食店等が適していると考えられる。また、近隣住民や周辺駅への通勤客を対象として、小規模な医院を集積することも一考である。

(10)　カラヤンアベニュー駅

概要：ボニファシオグローバルシティの北端のオフィス街に位置する駅である。通勤客の需要が多く見込まれ、朝夕のラッシュアワーには混雑が予想される。しかし、物理的に商業フロアの確保ができない。




(11) ボニファシオグローバルシティ駅

概要：ボニファシオグローバルシティの中心部、マーケット！マーケット！の前面道路に位置する駅である。オフィス街、大規模住宅、庶民的な大規模商業施設、中流以上をターゲットとした大規模商業施設等あらゆる層の集まる CBD であり、現在も大規模施設の建設が各所で進められている。一日を通して人通りの絶えない駅となることが期待される。





エキナカ開発方針：3 フロアの商業フロアを確保することができ、沿線随一の規模の商業開発を期待できる駅である。買い物客の待ち合わせ等、駅における滞在時間が比較的長くなることが予想され、入店型の飲食店など、ある程度の滞在を前提とした店舗の需要が見込まれる。日本の援助による建設が予定されるメトロマニラ地下鉄のシンボル的な駅として、日本の商品や飲食店に特化したフロアを設置するような試みを行ってみることも一考である。フィリピン国民からの日本の食文化や製品に対する評価が高いことはもちろん、日本人居住者も周辺に多いことから、安定した需要が見込まれる。

(12) カエタノブールバール駅

概要：駅周辺居住者の所得が比較的低いエリアであるが、BGC 等への通勤需要が見込まれる。現況では商業に適さない駅であり、また、商業フロアを確保することができない。





(13) FTI 駅

概要：メトロマニラ地下鉄南端のターミナル駅としてメトロマニラ南部やカビテ・ラグーナ両州からの通勤客が集結する駅となる。交通複合施設建設の計画もあり、巨大ターミナル駅として沿線最大の乗降が見込まれる。周辺においては大規模な商業／住宅の複合開発が進んでおり、今後更なる発展が期待される地域である。





エキナカ開発方針：大きなポテンシャルを有した駅であるが、駅が浅いため商業用フロアを確保することが物理的に不可能である。しかし、交通複合施設との接続を図る必要から、このための地下道を地下街化し、乗り換え客を対象にしたスタンド型飲食店等の設置は効果的であると考えられる。

6.5.5　駐車場・駅ビルの整備・運営事業

(1)　概要

駐車場や駅ビル建設にはその建設用地が必要であるが、MMSP においては先に述べた通り、作業ヤードやシールド基地用地の活用が可能である。特にシールド基地用地は整形でまとまった用地を駅直近で確保可能であり、また 13 駅のうち 7 駅に存在する。そのため、シールド基地用地を活用した非鉄道事業として、(a)短期：平屋駐車場としての暫定運営、(b)中長期：駅ビル建設と運営(商業床の賃貸事業)、を提案する。

(2)　駐車場整備・運営

駐車場需要は一般的に、一日当たり駅利用者数やアクセス交通の機関分担率などから算出される。特に端末駅ではフィーダーサービスや自家用車での駅アクセスが多いため、P&R 施設需要が高くなる。

MMSP では短期事業として、シールド基地用地を活用した平屋建て駐車場の建設と運営を提案する。ただしその容量は 1 駅あたり 60-280 台であり、需要を満たさない。

駐車場容量を増やす方策として、(a)シールド基地用地での、多層の駐車場フロアを有する駅ビルの建設、(b)公共、民間による駅周辺での駐車場整備の促進、(c)端末駅での大規模 P&R 施設の整備、が挙げられる。南の端末駅である FTI 駅では、計画されている ITS に P&R 施設機能を付加できる。北の端末駅であるミンダナオアベニュー駅では、その北に整備される車両基地に P&R 施設（もしくは ITS）を整備し、車両基地の駐車施設からミンダナオアベニュー駅までのフィーダー

サービスを提供する。駐車場整備とあわせて、私的交通を抑制するための交通管理が不可欠である。

MMSP では、本体事業でシールド基地用地の舗装による駐車場を整備し、その運営による駐車代金収益を非鉄道事業として提案する。その評価結果は 8 章参照のこと。

表 6.5.1　駐車場の需要と供給台数

駅名	地区特性	駐車場タイプ	一日当たり駅利用者数(千人/(日))	ピーク率	私的交通分担率	一時間当たり駐車場回転率	需要台数(台)	MMSP供給台数(台)
Mindanao Avenue-Quirino Highway	郊外	P&R	47	12.5%	50%	2	1,469	140
Tandang Sora	郊外	一般	11	12.5%	10%	4	34	0
North Ave.	CBD	一般	55	12.5%	30%	4	516	60
Quezon Ave.	CBD	一般	29	12.5%	30%	4	272	224
East Ave.	市街地	一般	10	12.5%	10%	4	31	0
Anonas	市街地	一般	23	12.5%	10%	4	72	0
Katipunan	市街地	一般	46	12.5%	10%	4	144	0
Ortigas North	CBD	P&R	25	12.5%	30%	2	469	140
Ortigas South	CBD	P&R	16	12.5%	30%	2	300	140
Kalayaan Ave.	CBD	一般	10	12.5%	30%	4	94	140
Bonifacio Global City	CBD	P&R	20	12.5%	30%	2	375	0
Cayetano Boulevard	郊外	一般	4	12.5%	10%	4	13	280
FTI	郊外	P&R	69	12.5%	50%	2	2,156	0

出典：調査団

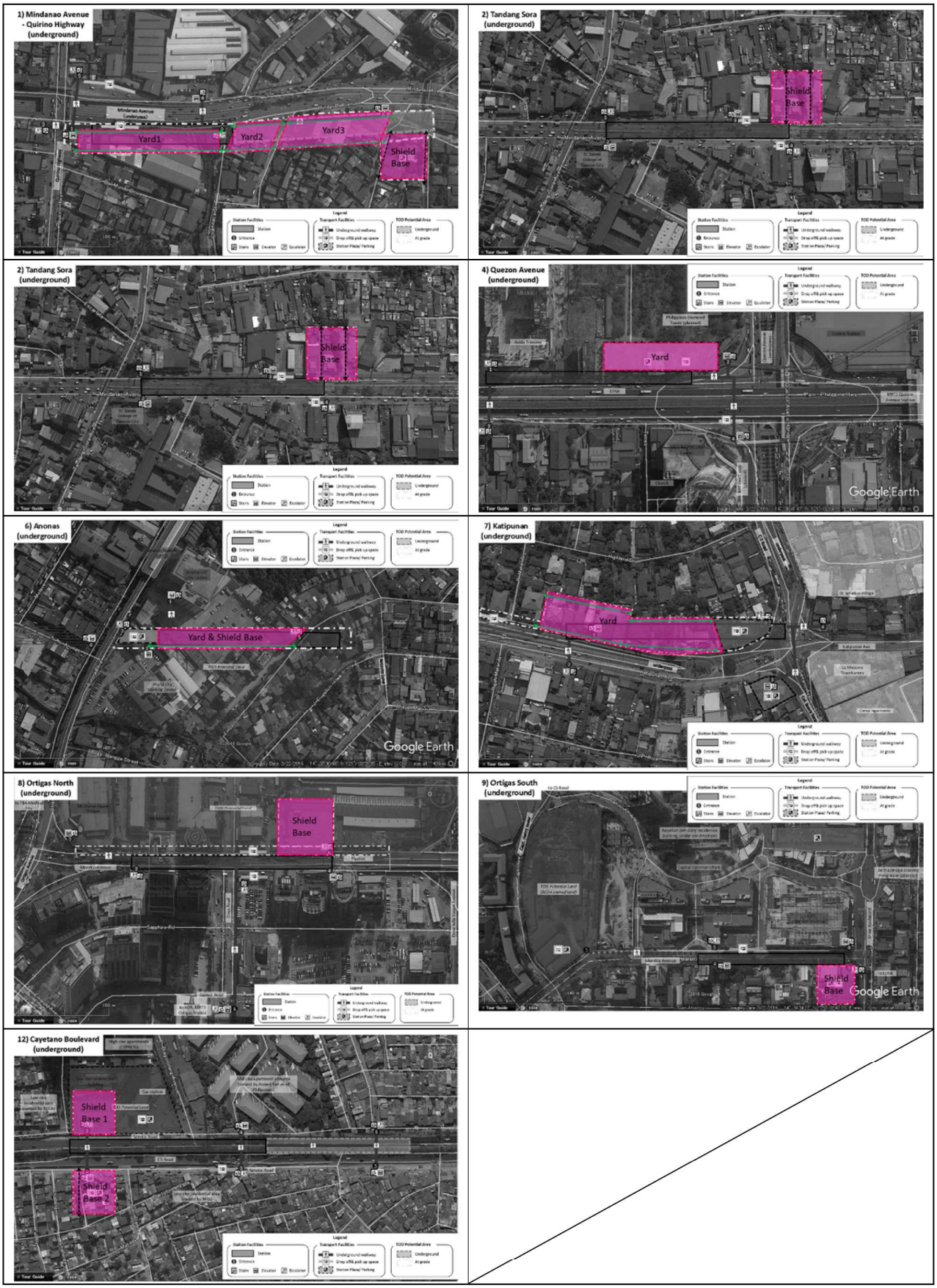
(3)　駅ビル

駅ビルは、(a)鉄道事業者による非鉄道事業として建設・運営されるケース、(b)民間事業者による商業事業として建設・運営されるケース、がある。この FS では、前者を想定して、作業ヤード・シールド基地用地での駅ビル建設、及び住宅床・商業床の賃貸事業による運営を、非鉄道事業として提案する。その評価結果は 8 章参照のこと。

表 6.5.2　作業ヤード・シールド基地用地を活用した駅ビルの収益部分延床面積

No	Station	種別	No.	敷地面積	建築面積/ 建蔽率	階数	延床面積/ 容積率	用途	収益部分 延床面積 (ﾚﾝﾀﾌﾞﾙ比 75%)
1	Mindanao Ave – Quirino Highway	Yard	1	4000 ㎡	2400 ㎡ 60%	5F	12000 ㎡ 300%	1,2F 商業 3-5F 住宅	3600 ㎡ 5400 ㎡
			2	1500 ㎡	1000 ㎡ 67%	5F	5000 ㎡ 333%	1,2F 商業 3-5F 住宅	1500 ㎡ 2250 ㎡
			3	4200 ㎡	3000 ㎡ 71%	5F	15000 ㎡ 357%	1,2F 商業 3-5F 住宅	4500 ㎡ 6750 ㎡
		Shield Base		3500 ㎡	2500 ㎡ 71%	5F	12500 ㎡ 357%	1,2F 駐車場 3-5F 商業	160 台 5625 ㎡
2	Tandang Sora	Shield Base		3500 ㎡	2500 ㎡ 71%	5F	12500 ㎡ 357%	1,2F 商業 3-5F 住宅	3750 ㎡ 5625 ㎡
3	North Ave	Shield Base		3500 ㎡	1600 ㎡ 46%	22F	35200 ㎡ 1006%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F ｵﾌｨｽ	100 台 2400 ㎡ 21600 ㎡
4	Quezon Ave	Yard		5600 ㎡	2600 ㎡ 46%	22F	57200 ㎡ 1021%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F ｵﾌｨｽ	160 台 3900 ㎡ 35100 ㎡
5	East Ave	None							
6	Anonas	Yard & Shield Base		4200 ㎡	3300 ㎡ 79%	5F	16500 ㎡ 393%	1,2F 商業 3-5F 住宅	4950 ㎡ 7425 ㎡
7	Katipunan	Yard	1	3600 ㎡	2700 ㎡ 75%	5F	13500 ㎡ 375%	1,2F 商業 3-5F 住宅	4050 ㎡ 6075 ㎡
			2	3300 ㎡	2400 ㎡ 73%	5F	12000 ㎡ 364%	1,2F 商業 3-5F 住宅	3600 ㎡ 5400 ㎡
8	Ortigas North	Shield Base		3500 ㎡	1600 ㎡ 46%	22F	35200 ㎡ 1006%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F ｵﾌｨｽ	100 台 2400 ㎡ 21600 ㎡
9	Ortigas South	Shield Base		3500 ㎡	1600 ㎡ 46%	22F	35200 ㎡ 1006%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F ｵﾌｨｽ	100 台 2400 ㎡ 21600 ㎡
10	Kalayaan Ave	None							
11	BGC	None							
12	Cayetano Boulevard	Shield Base	1	3500 ㎡	1600 ㎡ 46%	22F	35200 ㎡ 1006%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F 住宅	100 台 2400 ㎡ 21600 ㎡
			2	3500 ㎡	1600 ㎡ 46%	22F	35200 ㎡ 1006%	B1,2F 駐車場 1,2F 商業 3-22F 住宅	100 台 2400 ㎡ 21600 ㎡
13	FTI	None							

出典：調査団



出典：調査団

図 6.5.4　作業ヤード・シールド基地用地を活用した駅ビル建設提案位置

6.6　TOD 実現化に向けた展開の提案

6.6.1　MMSP 本体事業での TOD 施設建設

MMSP 建設事業(ODA による建設)の対象とする TOD プロジェクトは、(イ)地下道、駅前広場、乗降スペース、駐車場等の交通結節施設、及び(ロ)エキナカ及び地下街の躯体とする(図 6.6.1 参照)。これら TOD 施設の一体整備により、他の交通機関からの乗り換えや徒歩による駅へのアクセスを、地下鉄開業と同時に確保することができる。

これら TOD 施設の建設費を算出した(表 6.6.1 参照)。提案した交通結節施設は、作業ヤードやシールド基地用地を有効活用した整備のため、追加の用地取得は不要である。また、地下街については駅の開削区間や地下道沿道を有効活用するものであり、その躯体整備費は地下駅建設本体に含まれているため、ここでは除外する。MMSP の対象となる TOD 施設建設費の合計は 54 億ペソである。



地下街躯体(地下駅建設に伴う開削空間の活用)



ペデストリアンデッキ(道路等公用地上部での建設)



乗降スペース(作業ヤード用地及び道路沿道)

駅前広場



駅前広場全体



ターミナル(バス、タクシー、ジープニー、パラトランジット、乗用車等の乗り換え)



オープンスペース(駅出入口、案内板、ストリートファニチャー、緑地等)

出典：調査団

図 6.6.1　MMSP 事業対象とする TOD 施設のイメージ

表 6.6.1　MMSP 事業対象となる TOD 施設と建設費一覧

駅		TOD 施設 1)		内容	用地	数量 2)		単価		建設費 (000 PHP)	合計 (000 PHP)
1	ミンダナオアベニュー－キリノハイウェイ	A)	(3,4,5,6) 地下道延伸	(3)キリノハイウェイ横断(W=6m, L=32.6m), (4,5)ミンダナオアベニュー横断(W=6m, L=30.9m, 58.4m), (6)地下街内(W=6m, L=168.4m) 総面積 1,742m²	道路	23,230	m³	26,836	PHP/m³	623,402	636,402
		B)	乗降スペース	ミンダナオアベニュー車道(W=5m, L=50m,2 か所), ミンダナオアベニュー作業ヤード(W=5m, L=200m,1 か所)	道路、作業ヤード	1,500	m²	4,000	PHP/m²	6,000	
		C)	駐車場	シールド基地用地の舗装	シールド基地	3,500	m²	2,000	PHP/m²	7,000	
		D)	地下街	駅南側開削部分の地下街躯体(地下 2 階)	駅用地	15,800	m²				
2	タンダンソラ	A)	乗降スペース	ミンダナオアベニュー作業ヤード(各 W=5m, L=50m,2 か所)	作業ヤード、道路	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	4,000
		B)	駐車場	シールド基地用地の舗装	シールド基地	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
3	ノースアベニュー	A)	地下道延伸 (4,5,6)	(4)地下街内(W=6m, L=58.4m), (5)ノースアベニュー横断(W=6m, L=46.4m), (6)コモンステーション接続(W=12m, L=300m) 総面積 2,320m²	道路、歩道	23,436	m³	26,836	PHP/m³	628,935	650,935
		B)	乗降スペース	ミンダナオアベニュー車道(W=5m, L=100m,1 か所)	道路	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
		C)	駅前広場・駐車場	シールド基地用地の舗装・施設	シールド基地	2,500	m²	8,000	PHP/m²	20,000	
		D)	地下街	駅西側・東側の開削部分の地下街躯体(地下 1 階), 地下道延伸(2,6)	駅用地、道路	10,000					
4	ケソンアベニュー	A)	地下道延伸 (3, 4)	(3,4)EDSA 横断(W=6m, L=49.8m, 116.8m) 総面積 1,000m²	道路	13,333	m³	26,836	PHP/m³	357,811	439,811
		B)	乗降スペース	EDSA 車道(W=5m, L=50m,2 か所)	道路	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
		C)	駅前広場・駐車場	フィリピンダイヤモンドタワー計画用地内の舗装	ケソン市所有公用地	10,000	m²	8,000	PHP/m²	80,000	
5	イーストアベニュー	A)	地下道延伸 (1, 5)	(1)イーストアベニュー横断(W=6m, L=67.0m), (5)V. ルナ病院接続(W=6m, L=450m) 総面積 2,701m²	作業ヤード	5,361	m³	26,836	PHP/m³	143,862	203,462
		B)	道路拡幅	作業ヤード用地を利用した道路拡幅(W=32m, L-900m)	作業ヤード	28,800	m²	2,000	PHP/m²	57,600	
		C)	乗降スペース	V.ルナアベニュー車道(W=5m, L=50m,2 か所)	道路	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
		D)	地下街	駅東側開削部分の地下街躯体(地下 1 階)	駅用地	5,600					

駅		TOD 施設 1)		内容	用地	数量 2)		単価		建設費 (000 PHP)	合計 (000 PHP)
6	アノナス	A)	地下道延伸 (1, 4)	(1)LRT シティセンタービル接続(W=12m, L=36.1m), (4)オーロラブールバール横断(W=6m, L=63.6m) 総面積 814m²	民地, 道路, 駅用地	10,137	m³	26,836	PHP/m³	272,047	294,047
		B)	歩行者専用道路	作業ヤード・シールド基地用地を活用した歩行者専用道路(W=10m, L=150m)	作業ヤード, シールド基地	1,500	m²	8,000	PHP/m²	12,000	
		C)	乗降スペース	オーロラブールバール車道(W=5m, L=100m, 1 か所)	Road	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
		D)	駅前広場	駅北側作業ヤード用地の舗装・施設	作業ヤード	1,000	m²	8,000	PHP/m²	8,000	
		E)	地下街	LRT シティセンタービル接続地下道沿道(1)	駅用地	400					
7	カティプナン	A)	地下道延伸 (2, 4, 5)	(2,4,5)カティプナンアベニュー横断(W=6m, L=30.9m, 44.7m, 79.0m) 総面積 928m²	道路	7,698	m³	26,836	PHP/m³	206,571	226,571
		B)	乗降スペース	カティプナンアベニュー車道(W=5m, L=100m, 1 か所, 50m, 2 か所)	道路	1,000	m²	4,000	PHP/m²	4,000	
		C)	駅前広場	駅直上・南西側の作業ヤード用地の舗装・施設	作業ヤード	2,000	m²	8,000	PHP/m²	16,000	
8	オルティガス北	A)	地下道延伸 (1,6)	(1)メラルコアベニュー東側歩道内 (W=6m,L=80.8m), (6)オルティガスアソシエーション接続(メラルコアベニュー～エメラルドアベニュー間) (W=12m,L=159.8m) 総面積 2,402m²	道路	28,832	m³	26,836	PHP/m³	773,720	1,125,720
		B)	ペデストリアンデッキ	ペデストリアンデッキ(エメラルドアベニュー～EDSA～MRT3 オルティガス駅間)(W=5m, L=620m)	道路、駐車場、私有地	3,100	m²	110,000	PHP/m²	341,000	
		C)	乗降スペース	メラルコアベニュー車道(W=5m, L=100m, 2 か所)	道路	1,000	m²	4,000	PHP/m²	4,000	
		D)	駅前広場・駐車場	シールド基地用地の舗装	シールド基地	3,500	m²	2,000	PHP/m²	7,000	
		E)	地下街	駅躯体内(地下 2 階), 地下道沿道	道路	12,100					
9	オルティガス南	A)	地下道延伸 (5)	(5)TOD 可能性用地(BCDA 所有)接続 (W=6m,L=180.4m) 総面積 1,082.5m²	歩道	14,433	m³	26,836	PHP/m³	387,321	398,321
		B)	乗降スペース	メラルコアベニュー車道(W=5m, L=100m, 2 か所)	道路	1,000	m²	4,000	PHP/m²	4,000	
		C)	駅前広場・駐車場	シールド基地用地の舗装	シールド基地	3,500	m²	2,000	PHP/m²	7,000	
		D)	地下街	駅躯体内(地下 1 階)	駅用地	5,100					

駅		TOD 施設 1)		内容	用地	数量 2)		単価		建設費 (000 PHP)	合計 (000 PHP)
10	カラヤンアベニュー	A)	地下道延伸 (1)	(1)カラヤンアベニュー横断(W=6m, L=44.7m) 総面積 268.0m²	道路	3,574	m³	26,836	PHP/m³	95,908	104,908
		B)	乗降スペース	11th アベニュー車道 (W=5m, L=50m, 2 か所)	道路	500	m²	4,000	PHP/m²	2,000	
		C)	駐車場	シールド基地用地の舗装	シールド基地	3,500	m²	2,000	PHP/m²	7,000	
11	ボニファシオグローバルシティ	A)	地下道延伸 (4, 7, 8)	(4)26th ストリート横断 (W=6m, L=110.0m), (7)セレンドラ(住宅地)横断 (W=6m, L=11.0m), (8)11th アベニュー横断 (W=6m, L=211.7m) 総面積 1,996m²	道路, 私有地	26,836	m³	26,836	PHP/m³	720,161	724,161
		B)	乗降スペース	マッキンレーパークウェイ, 32th ストリート, 11th アベニュー, 26th ストリート車道(W=5m, L=50m, 4 か所)	道路	1,000	m²	4,000	PHP/m²	4,000	
		C)	地下街	駅北側・南側の開削区間の地下街躯体	駅用地	24,300					
12	カエタノブールバール	A)	地下道延伸 (2, 3, 5, 6)	(2)C5 ロード横断 (W=6m, L-13.7m) (3) (W=6m, L-22.3m), (5)C5 ロード延伸 (W=6m, W=142.6m) (6) (W=6m, W=17.2m) 総面積 1,206m²	道路	4,811	m³	26,836	PHP/m³	129,107	193,107
		B)	乗降スペース	C5 サービス道路(W=5m, L=50m, 4 か所)	道路	2,000	m²	4,000	PHP/m²	8,000	
		C)	駅前広場	駅東側・西側シールド基地用地の舗装・施設	シールド基地	7,000	m²	8,000	PHP/m²	56,000	
13	FTI	A)	地下道延伸 (2, 3, 5)	(2)MM スカイウェイ横断 (W=12m, L=10.4m), (3) (W=12m, L=79.8m), (5)地下街内(W=6m, L=159.7m) 総面積 2446.9m²	道路	17,354	m³	26,836	PHP/m³	465,707	473,707
		B)	乗降スペース	MM スカイウェイ車道 (W=5m, L=100m, 4 か所)	道路	2,000	m²	4,000	PHP/m²	8,000	
		C)	地下街	駅北側の開削区間の地下街躯体	駅用地	1,000					
		TOD 施設合計								PHP (000)	5,475,153
		うち交通結節施設(駅本体施設建設費に含まれる地下道・地下街を除く)									671,000

1) 地下道の番号は各駅 TOD コンセプト図に示した出入口番号を示す。
2) 数量のうち、地下道は掘削費(m³) 、それ以外の施設は舗装費等(m²)となっている。

出典：調査団

6.6.2　TOD 推進に向けた対応

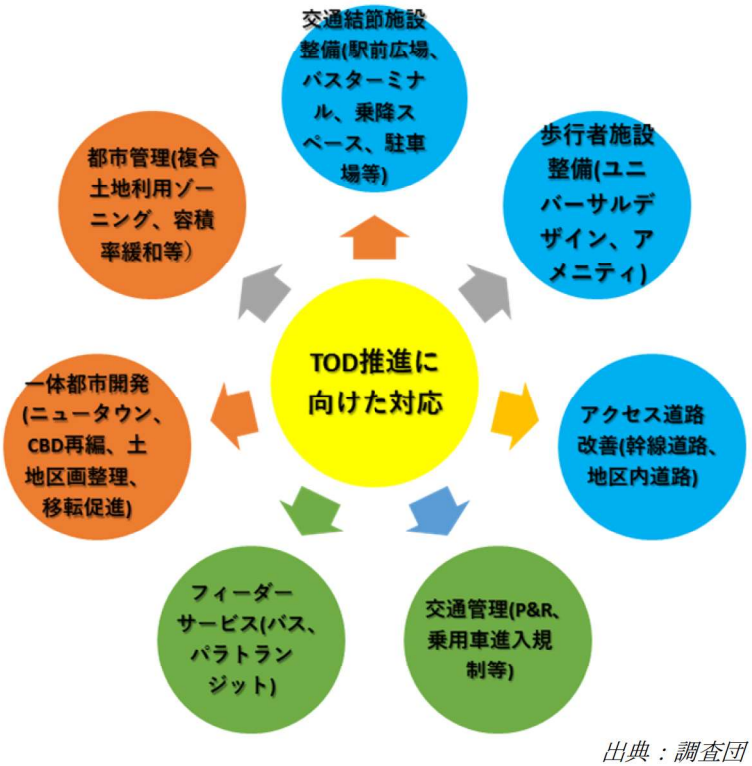
TOD 提案は交通改善・管理、都市開発・管理と多岐の要素を含む。そのため、TOD を包括的に実現していくためには、下記のような対応が不可欠である。

(a) **役割分担を含めた多様なステークホルダーの関与**：TOD は鉄道事業者だけではなく、中央・地方政府や民間ディベロッパーの参画が不可欠である。基本的な役割分担は下記である。
- 鉄道事業者(・運営組織)：鉄道整備・非鉄道事業を含む運営管理
- 中央政府：TOD 推進に向けた財政支援やインセンティブ付与(交通結節施設整備への補助金、容積率等の規制緩和など)
- 地方政府：TOD 事業の調整(交通結節施設整備、交通管理、コミュニティとの調整)
- 民間ディベロッパー：商業経済開発のための TOD 事業の実施

(b) **交通施設整備**：駅直近及び周辺の安全性確保、アクセス改善、乗り換え促進のためには、駅前広場、歩行者施設、アクセス道路などの様々な交通施設が必要となる。その整備促進のためには、都市鉄道建設事業の一部として、これらの施設の建設用地を確保していく必要がある。

(c) **交通管理**：都市鉄道の開業後は、様々な交通機関が駅周辺に集中する。私的交通から公共交通への転換を促進するためには、駅周辺全体での交通管理を適用する必要がある。

(d) **都市開発・管理**：都市鉄道と TOD 双方の便益を拡大するためには、一体都市開発が不可欠である。郊外部では、ニュータウン開発や副都心開発、都心部では CBD(中心業務地区)の再編と改善など。このような都市開発事業推進に向けては、駅周辺での高度・複合土地利用促進に必要なゾーニング改定や容積率・高さ規制の緩和などが必要である。



出典：調査団

図 6.6.2　TOD 推進に向けた対応

(1)　TOD タイプ別の役割分担

TOD 提案のうち交通結節施設整備や、エキナカ・地下街の躯体整備等は地下鉄建設事業の一部としての実現が可能である一方で、それ以外の TOD 提案（駅ビル建設、周辺都市開発等）の実現方法については、公共と民間の役割分担や事業スキームを含め、さらなる検討が必要である。このことから、TOD 提案を実施するために、優先駅の全て（または一部）の開発案を実現するためのプロジェクトを詳細設計と並行して行うことを提案する。

- 都市計画との調整(ゾーニング見直し等)
- TOD 実施計画の策定(事業計画、施設設計等)
- 制度改善(都市開発法体系、TOD による移転方策、TOD ガイドライン整備等)

表 6.6.2　TOD 実現に向けた役割分担

TOD タイプ	目的	基本的な役割		
		DOTr/鉄道事業者	関連政府機関	民間セクター
MMSP 事業	• 非鉄道事業(エキナカ他)促進	A	-	B
	• 交通結節施設整備	B	A	-
官民連携型 TOD	• 駅ビル建設・運営・維持管理	A/B	-	A
都市開発型 TOD	• 道路・インフラ整備 • 再開発事業促進 • 都市開発にかかる制度改善	B	A	A

出典：調査団

(2)　官民連携プロジェクトスキーム

MMSP で建設にあたって収用する土地を利用した局所的な官民連携プロジェクトは、既存の仕組みで遂行可能である。ここではそのスキームの一例を記載する。

MMSP で収用する土地を利用した TOD は、①収用土地のみで整備する施設の建設と②収用土地と民間の土地を合わせて大規模な投資かつ長期間を伴って整備する施設の建設に分かれる。

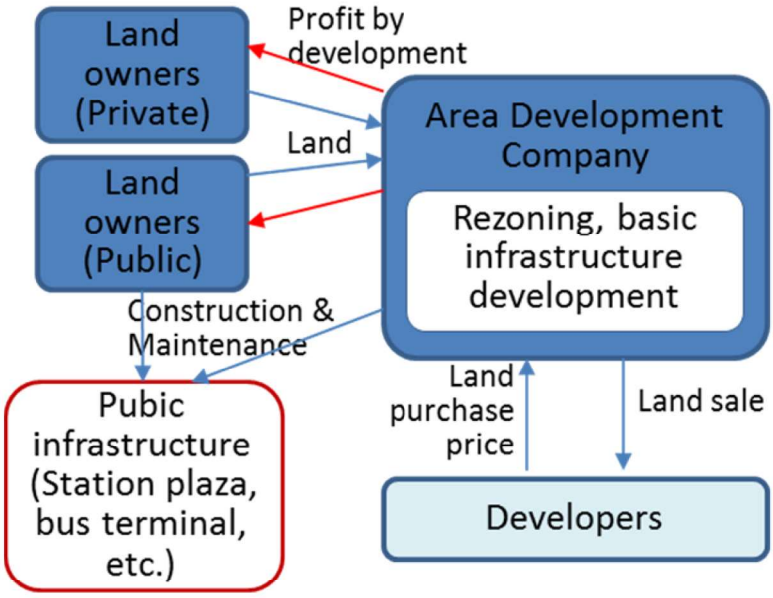
収用土地のみで整備する場合（シールド発進基地の跡地利用がこの例）は、政府の土地を利用して一定の交通施設を設置することを条件に、民間企業に開発権を与えることとなる。

一方、MMSP では、駅に沿った道路沿いの土地を切り回し道路用に収用する予定のため、大きな区画の一部のみを収用することとなる場合が多い。例えば、オルティガス北駅の西側の収用部分、Metro Walk の部分等がこれにあたる。この場合、現状の地権者と政府が土地を共有することとなる。地権者の合意を得たうえで、この土地で複合交通結節施設を設置することを条件として開発権を民間企業に与えることとなる。

いずれの場合も、政府は土地の所有者として開発利益の一部を還元され、さらに民間の資金で複合交通施設を整備することができる。

しかし、いずれの場合も土地の所有者は政府であるため、MMSP の鉄道事業者が直接的にここから利益を得るためには、以下のような対応が必要となる。鉄道事業者が公営企業である場合、開発を行う民間企業との共同出資者となることが必要である。鉄道事業者が民間企業の場合は、当該開発権付きの O&M プロジェクトを形成することが必要である。ただし、この場合不動産事業者

と協力しなければ O&M プロジェクトに入札できないということになるため、入札者が減少する可能性は否定できない。



出典：調査団

図 6.6.3　官民共有土地における複合交通施設整備

(3)　TOD 分科会の設立に向けた支援

DOTr を始めとして、BDCA、DPWH、MMDA、関係 LGU をカウンターパートとした組織横断的専門委員会を結成し、JICA コンサルタントとともに、本件準備調査の提案内容をもとに地区計画や開発ガイドラインを作成し、この計画を実現するための具体的案件形成（PPP プロジェクト等）を行う。

MMDA の発案で、TOD を実現するための分科会（TOD Breakout Group：TBG）を MMSP の中で設置することを検討している（図 6.6.4 参照）。メトロマニラ地下鉄の建設を契機として、TOD に関するガイドラインを作り、それに基づいて各駅周辺の交通管理や開発を進めていき、ひいては今後のフィリピン国内の同種の開発に活かしていこうという狙いがある。

- 役割：MMSP のステアリングコミッティー（SC）の下部の実務検討組織として検討を行い、SC に提案を行い、SC の意思決定を得る。
- メンバー：DOTr を事務局、MMDA をファシリテーターとして、関係省庁で構成する。具体的なプロジェクトについて検討する場合は、個別に必要な省庁・地方自治体・民間企業を参加させて小分会で議論を行う。MMSP を運営する公営会社が設立された場合は、この会社も当分科会に参加する。
- 主な活動：関係機関と連携しながら、MMSP の TOD プロジェクトのうち、特に官民連携のプロジェクト、都市再開発を中心に検討する。
    1）　TOD ガイドラインの作成：TOD 施設の整備基準、交通改善事業、都市開発事業など。
    2）　パイロットプロジェクトの実施検討：TOD ガイドラインの検証を行いながらプロジェクト実行方策を検討する。
    3）　TOD プロジェクトの展開：他の都市鉄道駅に展開、具体的な実行方策を提案する。

上記のような TOD 分科会ができれば、プロジェクトスキームは分科会によって提案されることとなる。特に、制度改変や交通の再編が必要となるプロジェクトでは、政府、地方自治体を含めた公共側での検討が重要となり、TOD 分科会を着実に実施することがその実現につながる。

(4)　今後求められるアクション

MMSP 事業のなかで TOD を一つの事業コンポーネントとして推進するにあたり、求められるアクションは下記の通りである。

① MMSP 事業による交通結節施設の計画・設計・建設

- 交通結節施設の基本設計・詳細設計
- 駅周辺施設・開発計画との調整（地下施設の接続性の確保、維持管理の規定ほか）
- 駅周辺の交通施設整備・交通管理にかかる関係機関との調整（BCDA、LGU ほか）

② 官民連携による駅ビル事業の推進

- シールド基地用地の扱い（借地 or 買収、所有者等）と DOTr による土地活用の方法（DOTr による土地リース、DOTr もしくは鉄道事業者による駅ビル建設ほか）
- 駅ビル建設事業の促進支援（民間企業への広報、PPP スキームの検討ほか）

③ 駅周辺の都市開発事業の推進/都市計画への反映

- 都市計画・ゾーニング計画・開発マスタープランの見直し支援（各 LGU、及びディベロッパーを対象）
- 都市開発事業手法の検討（用地取得・地区外移転の代替案としての、駅周辺地区内移転の可能性の検証）
- 駅周辺開発のパイロットプロジェクトの実施支援（MMSP 優先駅からの選定）

DRAFT

Metro Manila Subway Project
Non Paper for Concept of TOD Breakout Group

1. Framework for Implementing the F/S

Based on agreement between DOTr and JICA, the F/S for developing Metro Manila Subway Project (herein referred to as "MMSP") has installed the following framework for effective management and decision making.

- Steering Committee: Convened at principal level of each agency.
- Inter-Agency Working Group: Convened at working level of each agency.

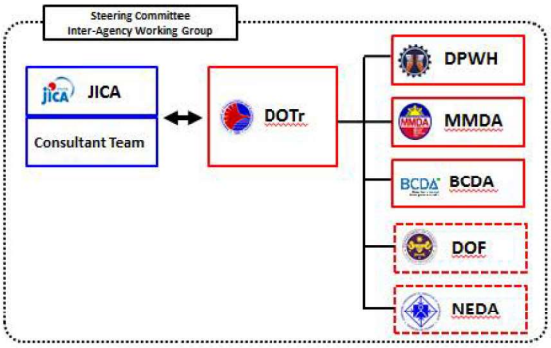


Figure 1. Structure of MMSP SC & IAWG

2. Background

While the above framework has proved to function well in terms of developing MMSP, the expected magnitude of the MMSP far exceeds the scope of the framework. One such example is TOD (Transit Oriented Development)[1] initiatives/projects that are expected to develop in parallel with the Project. With proper TOD initiatives/projects, MMSP will be able to serve as core of enhanced mobility of people and accessibility to services and activities, while such initiatives/projects ignite urban re-development opportunities.

Since planning and developing TOD initiatives/projects need coordination and facilitation among various stakeholders not limited to the above framework, such as LGUs, Housing Authorities, private sectors, and local communities, there needs to be a dedicated framework that will be able to serve the requirements for coordination that is expected to emerge, while MMSP is being firmed up for approval and detailed engineering designing.

[1] TOD intends to increase in ridership of UMRT and satisfaction of urban railway users by providing improved access, and promote socio-economic development and environmental sustainability through integrated urban development in synergy in the influence areas of urban railway and station. When TOD is implemented for all stations of a route, urban railway users will be provided a seamless service and the effects of TOD will be multiplied.

DRAFT

3. Proposed New Framework to undertake TOD Facilitation

As such, a "TOD Breakout Group" (hereinafter referred to as "TBG") is proposed to be organized and put into action. Under the present overall framework of SC and IAWG of MMSP, the TBG will undertake in-depth discussion on TOD planning and measures to realize initiatives/projects. The TBG will report directly to SC and IAWG periodically in order to keep stakeholders of MMSP apprised of the discussions.

The TBG will be organized as follows at the working level:

- MMDA (Facilitator)
- DOTr
- DPWH
- BCDA
- HUDCC/ NHA/ HLURB
- Concerned LGUs
- NEDA (Observer)
- DOF (Observer)
- JICA / JICA Consultant Team (Observer)
- Development Partners?? (Observer)

The TBG will be convened by the designated facilitator, and will make the best effort to convene on a monthly basis.

4. 4. TBG Terms of Reference

(1) Clarification of TOD Concept and Coverage for MMSP

- To elaborate TOD initiatives/projects and its general implementation measures. It is noted that TOD targets both transport improvement and urban development, which are not necessarily limited to MMSP coverage.
- TOD concept including basic principles and proposed concept plans and projects of each station of MMSP are reviewed.
- For each station areas, issues, constraints and opportunities for TOD implementation are studied, and TOD Zones of each station area are identified which have TOD potentials.
- For each TOD facilities, owners (land and property) and operators should be identified. In case of intermodal facilities, boundary (ROW) must be clearly identified to clarify responsibility of operation and management (for example, public facilities can be opened 24hours, while private facilities will be closed at closing time).

DRAFT

Target	Coverage	Examples of TOD Projects
Access/ Transport improvement	Station facility/ Station area	• Pedestrian facility • Intermodal facility (cf. station plaza, bus terminal, bus stop, loading and unloading space, etc.) • Road network development • Access road improvement • Traffic management of district • Feeder bus service improvement
	Station catchment area (400m-800m radius)	• Road (cf. trunk road, access road) • Pedestrian facility (pedestrian deck, underground walkway, sidewalk) • Parking (Park and Ride (P&R), Underground parking, etc.) • Traffic management around station • Feeder bus service provision
Integrated urban development	Station-integrated TOD	• In-Station business • Underground mall • Station building
	Urban Development TOD of District	• Urban redevelopment in built-up area (cf. high-dense residential area, public facilities/ lands, factories, railway lands) • Development of new towns in suburban area

Table1. Target, Coverage and Projects of TOD

(2) Clarification of Implementation measures of TOD Projects

- To implement various types of TOD initiatives/projects with MMSP at the core, the following 3 categories will be introduced for an orchestrated consideration;
  - **MMSP (ODA Loan)**: Criteria of scoping the Project with TOD projects are "Does it ensure public contribution?" "Does it promote convenience and safety of passengers?" "Can it be constructed as a part of a station facility?" "Is land available? ". The projects which satisfy these criteria is envisioned to be implemented under MMSP utilizing ODA loan. In particular, intermodal facility development (underground walkway, station plaza, loading/ unloading space, etc.), and structure development of In-Station and underground malls (as a part of station) will be included.
  - **Joint TOD with private sector**: When GOP acquires construction yards of MMSP, these lands has potential to be utilized not only for intermodal facility development, but also for station building development after construction phase. Such development can be implemented as a joint TOD project with the private sector.
  - **Urban transformation**: To implement urban development TOD, various actions such as institutional arrangement, implementation plan formulation, rezoning, etc. are required.
- Among these three categories of TOD initiatives/projects, TBG will mainly focus on "Joint TOD with private sector" and "Urban transformation", which will not be covered by MMSP.

DRAFT

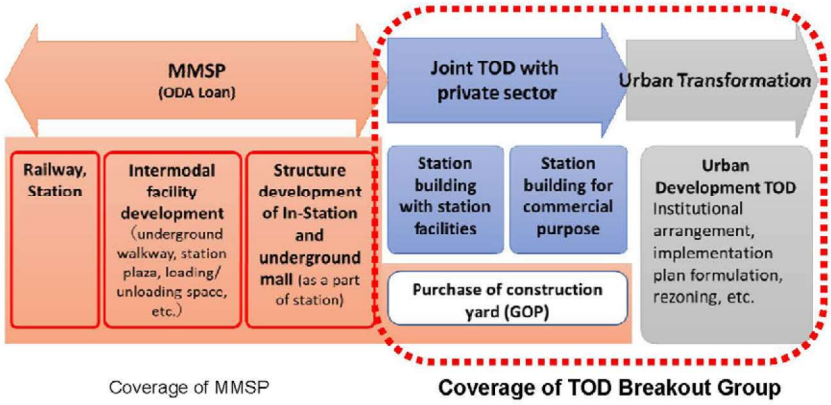


Figure 2. Coverage of TBG

(3) Identification of Key Stakeholders and Their Roles

- All member organization of TBG have important roles and responsibilities for TOD as follows:
  - DOTr: Policy, regulatory, enforcement and development of transport and infrastructure
  - DPWH: National road, bridge construction and maintenance, flood control system
  - MMDA: Traffic management, zoning and landuse planning, coordination with LGUs
  - BCDA: Transformation and development of former military bases
  - HUDCC/ NHA/ HLURB: Policy and plans preparation of housing and urban development
  - LGUs: Coordination between local stakeholders and private developers, updating zoning plans, development of infrastructure managed by LGUs
- Once TOD initiatives/projects have developed and approved in a certain station area, concerned **LGU** will take over TOD project management and coordination.
- When the O&M Body (GOCC) of MMSP is established, they will participate in TBG as railway service provider.

(4) Set-up of Organization Structure

- TBG is organized by working levels (expert levels) of member organizations to coordinate and discuss issues related to TOD. TBG will further coordinate with other organizations and authorities, when necessity arises.
- TBG will submit the proposals and plans to the MMSP Steering Committee for final decision making and approval, or further elaboration.
- As for station areas where TOD initiatives/projects will be implemented, it is recommended to set up sub-groups by cluster level including several stations located in the same LGU. LGUs will mobilize and coordinate with local communities and private developers, who should be involved in a participatory manner from planning, implementation and monitoring.
- TBG of each cluster coordinate with LGUs and local communities to share information of

DRAFT

MMSP by DOTr and TOD concepts and projects by TBG to reflect stakeholders' concerns and proposals if any.

- TBG of each cluster coordinate with private sector for plan and project coordination to enhance opportunities for integrated development (cf. connection of entrance, intermodal facility development, harmonization of project schedule) and to reflect detail plans for both MMSP and private development project. In case private sector wants to propose unsolicited proposals for TOD projects, they can submit such proposals to TBG to seek advice for coherent planning purpose.

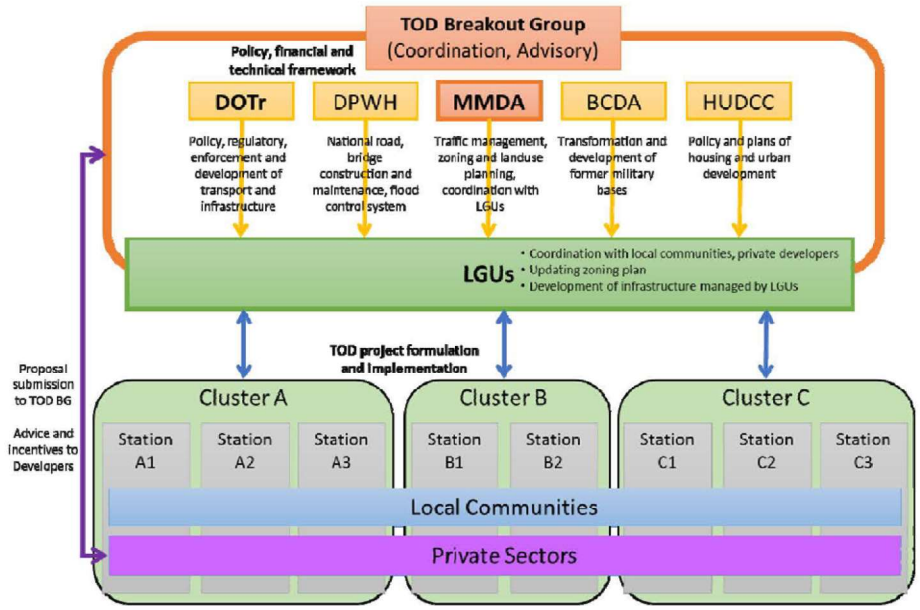


Figure 3. Organization Structure of TBG with cluster groups

(5) Set-up Policies, Institutional and Financial Arrangement

- Following institutional and financial arrangements are studied and applied;

(a) Institutional arrangement

- Designation of TOD Zones of station areas for effective project management with incentives
- Provision of incentives (subsidy, FAR bonus, tax reduction, etc.)
- Law and regulation (amendment of zoning and ordinances of LGU, TOD guideline, application of urban development methods such as Land Readjustment Project, Urban Redevelopment Project)
- TOD policies as restoration of livelihood and resettlement at TOD Zones

(b) Financial arrangement

DRAFT

- government budget mainly for public facilities (roads, infrastructure, etc.)
- private investment, PPP mainly for private facilities (station building, commercial and business facilities around station, residential complex, etc.) with provision of public facilities
- land value capture methods by changing zoning plan and FAR, by increase of tax increase, by other charges (TOD special tax, parking fee, etc.)
- ODA by development partners

(6) Identification and implementation of priority TOD projects (pilot projects)

- Priority TOD initiatives/projects, which require urgency and can be realized easily in terms of land acquisition, financing, environmental aspects, etc., will be fast-tracked Furthermore, implementation of pilot projects will be encouraged.
- It is required to share TOD concepts as much as possible to stakeholders (especially Project Affected People including households and business groups) to promote understanding of station and station area development and to maximize opportunities of TOD as a project-benefit sharing scheme. In case if there are new plans and projects around station will be affected to MMSP and TOD plans, TBG needs to coordinate with them to adjust plans and projects integrated manner.

(END)

6

出典：調査団

図 6.6.4　TOD ブレイクアウトグループの業務内容（案）

第7章　　環境社会配慮

7.1　　環境影響評価

7.1.1　　環境社会影響を与えるコンポーネント概要

メトロマニラ圏地下鉄事業のコンポーネントの概要は以下の通り。

長さ：26.7 km
トンネル構造：単線並列トンネル（標準直径：6.8 m）
走行時間（Mindanao Ave. – FTI 間）：31 分 5 秒（特急）、42 分 20 秒（各駅）
平均走行速度：48.5 km/h（特急）、35.6 km/h（各駅）
ゲージ幅：1,435 mm（標準ゲージ）
駅の数：13（地下駅）
プラットホームの長さ：210 m
デポ（車両基地）：1 ヵ所
乗客数（1,000 人／日）：

年	2025	2030	2035
	365	669	973

地下鉄が通過する地区は以下の通り。

Valenzuela 市
Quezon 市
Makati 市
Taguig 市
Pasig 市
Paranaque 市

7.1.2　ベースとなる環境及び社会の状況

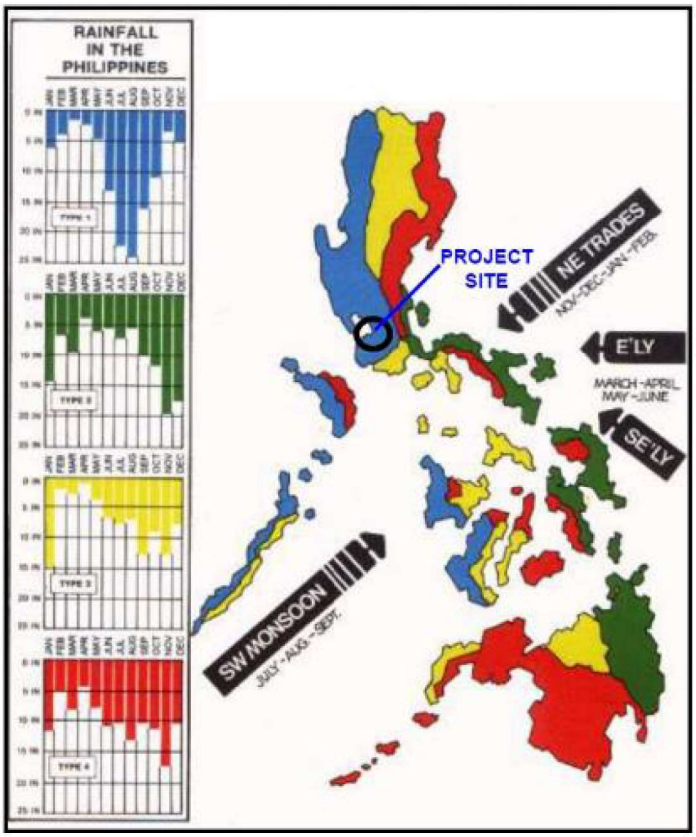
(1)　自然環境

1)　気象

フィリピンの気候は海洋性熱帯気候で、降雨分布に応じて以下の 4 つの気候地域に分類される。

I 型：　明確な雨期と乾期があり、11 月から 4 月が乾期、5 月から 10 月が雨期で、降水量は 6 月から 9 月に最大になる。
II 型：　乾期はなく降水量は 12 月から 2 月が多く、3 月から 5 月が少ない。
III 型：明確な雨期はなく、12 月から 2 月および 3 月から 5 月が乾期である。
IV 型：　年間を通じて降水量の変化が少ない。

本調査地域は I 型に属する。



出典：Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration

図 7.1.1　フィリピンの気候分布

表 7.1.1 にマニラ首都圏の気象データを示す。最大降雨は 6 月から 8 月、最小降雨は 1 月から 3 月に観測される。4 月、5 月は平均気温が 30℃を超える。フィリピンは台風ベルト帯に位置しているため、マニラ首都圏を含むルソン島、ビコール地域、東ビザヤ地域は夏から 10 月にかけて台風が襲来する。

表 7.1.1　マニラ首都圏の気象データ（1981-2010）

月	降水量 (mm)	降雨日数	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)	平均気温 (℃)	湿度 (%)	風向 (16pt)	風速 (mps)
1 月	17.3	4	29.6	23.8	26.7	72	N	2
2 月	14.2	3	30.6	24.2	27.4	69	E	3
3 月	15.8	3	32.1	25.3	28.7	67	SE	3
4 月	23.7	4	33.5	26.6	30.1	66	SE	3
5 月	147.2	10	33.2	26.9	30.0	71	SW	3
6 月	253.5	17	32.2	26.4	29.3	76	SW	3
7 月	420.5	21	31.2	25.9	28.5	79	SW	3
8 月	423.4	21	30.8	25.8	28.3	81	SW	4
9 月	355.1	20	31.0	25.7	28.4	80	SW	3
10 月	234.8	17	31.1	25.7	28.4	78	SW	3
11 月	121.7	12	30.9	25.1	28.0	75	N	3
12 月	67.4	7	29.8	24.2	27.0	74	N	2
年間	2103.6	139	31.3	25.5	28.4	74	SW	3

観測地点：PORT AREA, Manila (Latitude: 14° 35’ 08” N, Longitude: 120° 58’ 07” E, Elevation: 16m)

出典：Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration

2)　保護区

ケソン・メモリアル国立公園（ニノイアキノ公園・野生動物センター）が North Avenue 駅建設予定地から 400m 東側の Quezon 市 Diliman 地区に存在している。この公園は面積が 64.58ha で動物園と植物園を兼ねており、自然林の雰囲気を味わえる憩いの場を市民に提供している。公園内にはフィリピンを代表する約 38 種類の高木・灌木が植えられている。公園の中の 22.7ha は、布告（No. 723、2004 年 10 月 25 日）により国家総括保護地域システムの保護区として環境天然資源省（Department of Environment and Natural Resources）保護区野生生物局（Protected Areas and Wildlife Bureau）の管理下に置かれている。これ以外にプロジェクトサイトおよびその周辺に保護区はない。

3)　生態系

プロジェクトサイトは市街化された地域であり、プロジェクトサイトおよびその周辺に生物多様性上重要となる天然林や湿地のような地帯は存在しない。プロジェクトサイトは人間活動に影響された単調な生態系が形成されていると想定される。

動物相：

デポ候補地および地下鉄沿線に生息している動物の大部分は普通種で都市環境に順応している。

2009 年に Vallejo らによって実施されたマニラ市内の緑地（University of the Philippines Diliman、Quezon Memorial Circle、Ninoy Aquino Parks and Wildlife Center、American War Cemetery、Taguig City の Fort Bonifacio（軍関連用地）および Libingan ng mga Bayani（墓地））で行われた鳥類の分布調査によれば、合計 70 種の鳥類の生息が報告され、この内、提案されている Cayetano Boulevard 駅から 1 km、FTI 駅から 5 km の位置にある Libingan ng mga

Bayani では 24 種が、Cayetano Boulevard 駅から 4 km、FTI 駅から 8.2 km にある American War Cemetery では 30 種が確認されている。

植物相：

1. Valenzuela デポ候補地

この地域の植生は、主に果樹と住民により意図的に植栽された鑑賞用の植物によるモザイク状の区画で構成されている。この地域は、住宅地およびトラックの輸送基地、倉庫群、自動車オイル工場、食肉処理場およびガーデンリゾートとして利用され、空き地は草地となっている。ガーデンリゾート（Villa Gracia, Rolling Hills Resort）には最も多くの樹木や鑑賞用植物が存在し、高度に密集した市街地に貴重な緑地を提供している。



図 7.1.2　Valenzuela デポ候補地

2. その他の地区

Quirino Highway から Tandang Sora Avenue までの Mindanao Avenue の中央分離帯には主に Narra（*Pterocarpus indicus*）がほぼ 5 m おきに植栽され、Akasya（*Albizia saman*）も部分的に存在している。低木層は Bougainvillea（*Bougainvillea spectabilis*）や Rhoeo（*Tradescantia spathacea*）、Spider lily（*Crinum amabile*）で構成され、地面には Paragis（*Eleusine indica*）を始めとする草本が生えている。



図 7.1.3　Mindanao Avenue の中央分離帯

提案されている East Avenue 駅は V. Luna Avenue 沿いの AFP Medical Center に面している。AFP Medical Center 正面の道路沿いには大径の Mahogany (*Swietenia macrophylla*)や Narra (*Pterocarpus indicus*)、部分的に Mabolo (*Diospyros blancoi*)や Kalantas (*Toona calantas*) 、Coconuts (*Cocos nucifera*)が植栽されている。また、フェンスの裏側には大径の Molave (*Vitex parviflora*)や Narra が見られる。





(左：道路沿いの正面　　右：フェンスの裏側)

図 7.1.4　AFP Medical Center

P.Diego Silang C-5 Service Road 沿いに見られる植物の大部分は景観・都市緑化計画によって植栽された樹木や灌木で、それらは主に Tsaang gubat (*Ehretia microphylla*)や Yellow duranta (*Duranta repens*)、Luhang dalaga (*Pedilanthus tithymaloides*)、Benjamin's fig (*Ficus benjamina*)である。また、風によって分散した在来種の Laniti (*Wrightia pubescens ssp. laniti*)、鳥によって分散した Is-is (*Ficus ulmifolia*)、コウモリによって分散した Hauili (*Ficus septica*)も見られる。まれに、意図的に植栽された Molave (*Vitex parviflora*)も存在している。



図 7.1.5　Diego Silang C-5 Service Road 沿いの緑地

FTI 駅の建設予定地付近の East Service Road 沿いガソリンスタンドの脇には絶滅危惧種の Narra (*Pterocarpus indicus*)や Manila palm (*Adonidia merrillii*)が存在している。また、この地区ではポットやコンテナに多くの Bougainvillea (*Bougainvillea spectabilis*)、Butterfly palm (*Dypsis lutescens*)、Lady palm (*Rhapis excelsa*)を始めとする鑑賞用植物が植えられている。



図 7.1.6　ガソリンスタンド脇に存在する Narra および Manila Palm

3.　絶滅危惧植物

Valenzuela デポ候補地内および提案されている 13 駅の周辺で 69 科 88 属 217 種の維管束植物が確認された。217 種の内、86 種が高木、39 種が灌木、43 種が草本、16 種がツル植物、12 種が牧草、2 種が竹類、13 種がヤシ類、ラン類、タコノキ類、スゲ類が各 1 種であった。最も多く存在した科は Fabaceae/Leguminosae 科で 18 種、続いて Poaceae 科が 14 種、Euphorbiaceae 科および Moraceae 科が共に 13 種であった。

プロジェクトサイトで確認された 217 種の内、70%に相当する 151 種は他国から導入された外来種であった。29%に相当する 63 種はフィリピンの原産種と考えられ、現在は他国にもその生育範囲を広げている。フィリピンの固有種としては、Is-is（*Ficus ulmifolia*）（International Union for Conservation of Nature（IUCN）Red list 2017 に絶滅危惧Ⅱ類 Vulnerable（VU）として記載、フィリピン国の関連法（DENR Administrative Order 2007-1: Establishing The National List of Threatened Philippine Plants and Their Categories, and The List of Other Wildlife Species）には記載なし）と Antipolo（*Artocarpus blancoi*）（IUCN Red list に VU として記載、DAO 2007-1 には記載なし）、Pugahangsuui（*Caryotamitis*）（IUCN Red list および DAO 2007-1 には記載なし）の 3 種が確認されている。

メトロマニラでは Smooth narra（*Pterocarpus indicus*）（IUCN Red list に VU として記載、DAO 2007-1 に Critically Endangered Species として記載）を始めとする絶滅危惧種が並木や庭木として一般的に植えられている。そのため、自然植生はほとんど残されていないが、DENR Administrative Order 2007-1 および IUCN Red list 2017 に記載されている 11 種、298 個体の植物が提案されている Valenzuela デポ候補地内および 13 駅の周辺で確認された。大部分の植生が除去される Valenzuela デポ候補地では、Laniti（*Wrightia pubescens ssp. laniti*）（1 個体）（IUCN Red list に軽度懸念 Least Concern（LC）として記載、DAO 2007-1 には記載なし）、Manila palm（*Adonidia merrillii*）（2 個体）（IUCN Red list に LC として記載、DAO 2007-1 に Endangered Species として記載）、Molave（*Vitex parviflora*）（1 個体）（IUCN Red list に VU として記載、DAO 2007-1 に Critically Endangered Species として記載）および Kabkab（*Drynaria quercifolia*）（1 個体）（IUCN Red list に記載なし、DAO 2007-1 に Vulnerable Species として記載）、Antipolo（*Artocarpus blancoi (Elm.) Merr.*）（1 個体）（IUCN Red list に記載なし、DAO 2007-1 に Vulnerable Species として記載）、Smooth narra（1 個体）の計 7 個体の絶滅危惧種が確認された。

13 駅の周辺については、駅は全て地下に建設されるので、工事により植生の除去が必要なる面積は限られていることから、実際の工事用地内に存在するは絶滅危惧種の数は確認された総数の一部である。



Laniti （*Wrightia pubescens ssp.*



Manila palm *(Adonidia merrillii)*



Molave （*Vitex parviflora*)



Kabkab （*Drynaria quercifolia*)

図 7.1.7　Valenzuela デポ候補地内で確認された絶滅危惧植物種

(2)　社会環境

1)　人口

2015 年に実施された国勢調査（POPCEN 2015）によれば、「フィ」国の人口は 100,98 万人である。国勢調査のデータがある 2000 年から 2015 年までの間に人口は 1.32%増えている。

国勢調査実施年	2000	2010	2015
人口（百万人）	76.51	92.34	100.98

出典：POPCEN 2015 データから調査団作成

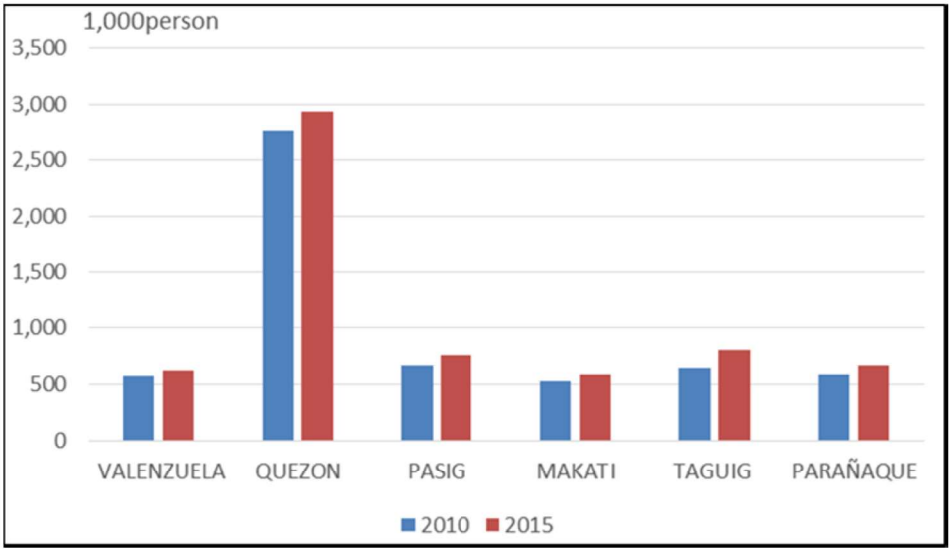
また調査対象地域の人口は表 7.1.2 に示したとおりである。

表 7.1.2　調査対象地域の人口

	Population (1,000person)	Land Area (km^2)	Population Density (person/km^2)
VALENZUELA	620	47.02	13,195
QUEZON	2936	171.71	17,099
PASIG	755	48.46	15,586
MAKATI	583	21.57	27,010
TAGUIG	805	45.21	17,804
PARAÑAQUE	666	46.57	14,297

出典：POPCEN 2015 データから調査団作成

また前回国勢調査（2010 年）時に比べ、全ての市で人口が増えている。

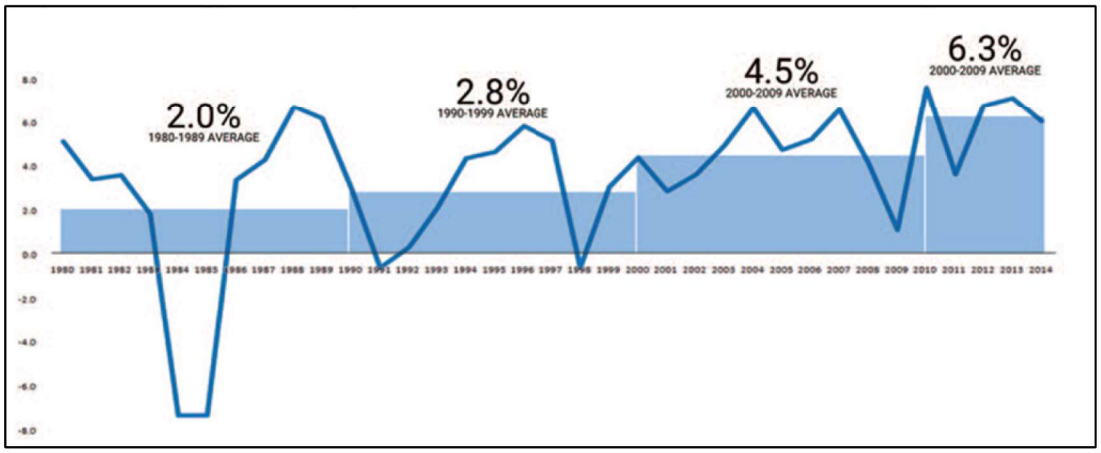


出典：POPCEN 2015 データから調査団作成

図 7.1.8　2010-2015 年の人口動態：沿線の市

2)　社会経済状況

NEDA (the National Economic and Development Authority)の『社会経済報告』によれば、2010-2013 年の経済成長率は 6%を超えており、過去 30 年間に比べて、極めて良好である。



出典：NEDA、社会経済報告、2014 年

図 7.1.9　経済成長率の推移：1980 年- 2014 年

3)　土地利用

本事業はマニラ首都圏を通り、沿線の 6 市の市街地を通過する。これら 6 市の土地利用状況を図 7.1.10 からに示す。

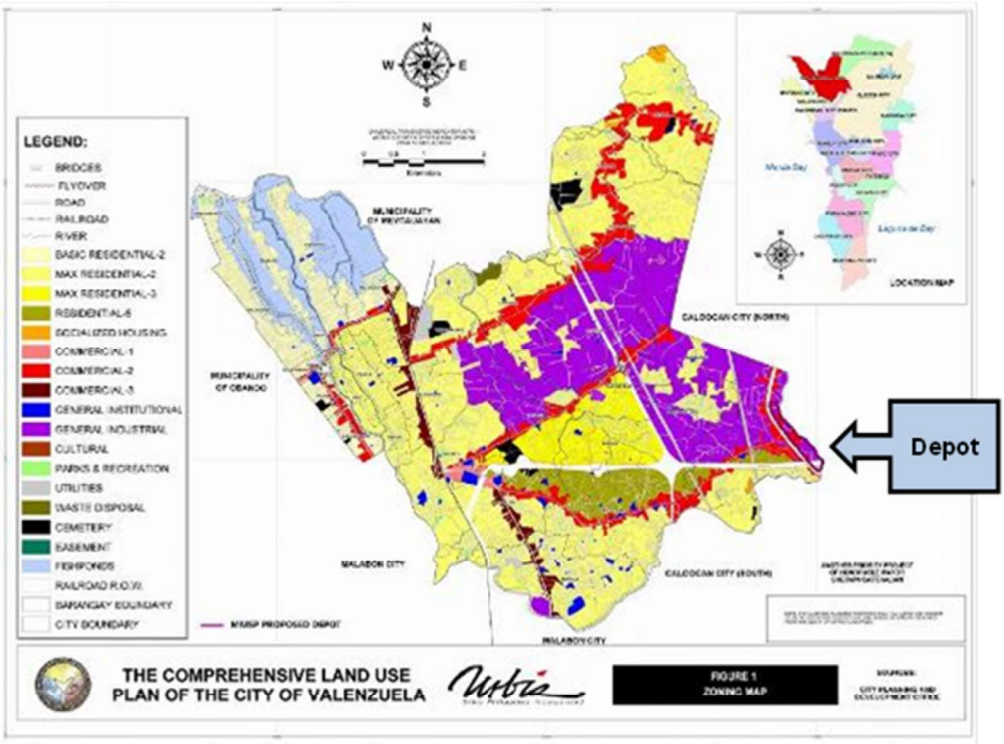


図 7.1.10　Valenzueala 市（デポ予定地）土地利用状況

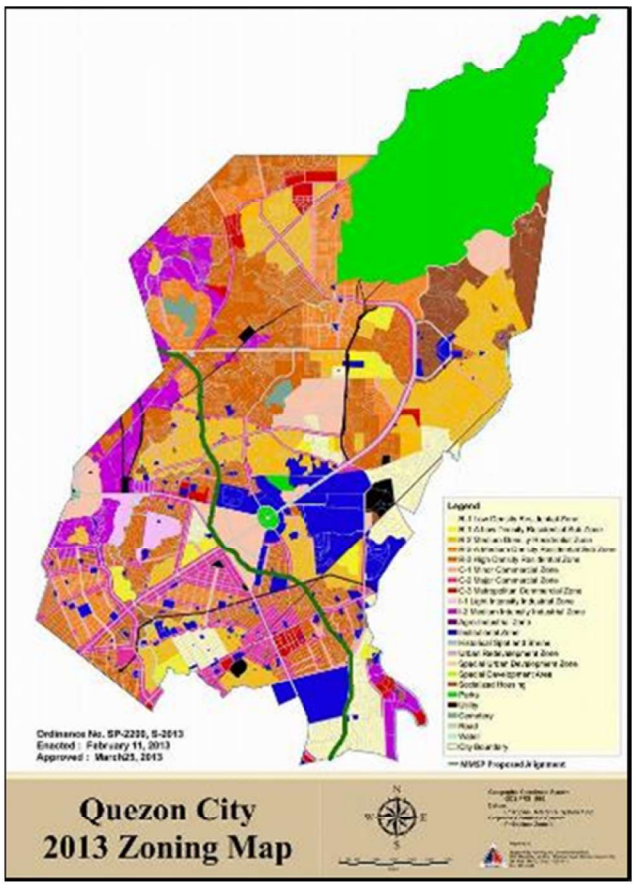


図 7.1.11　土地利用状況：Quezon 市

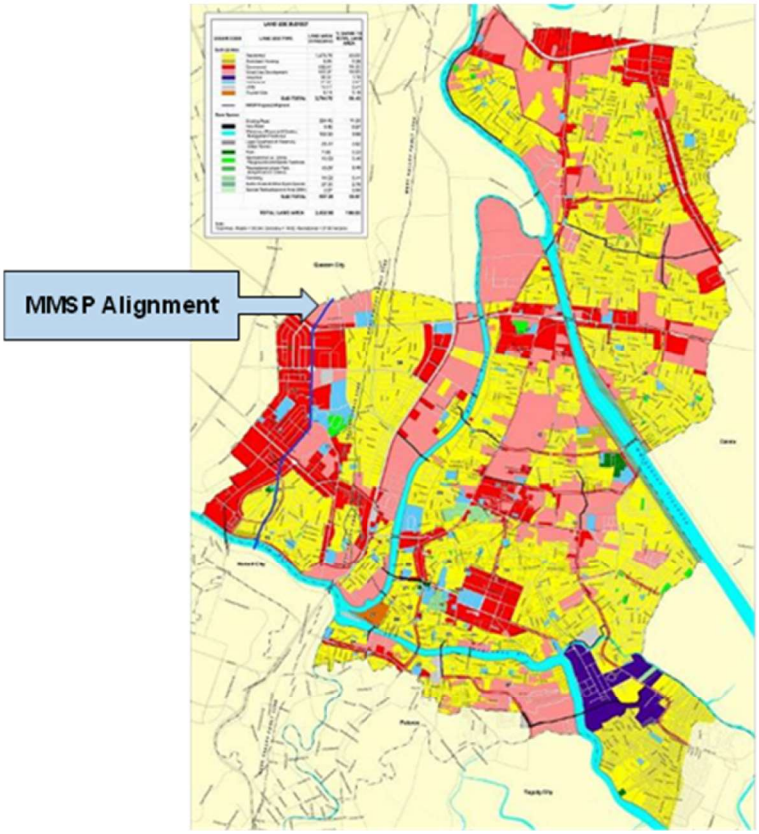


図 7.1.12　土地利用状況：Pasig 市

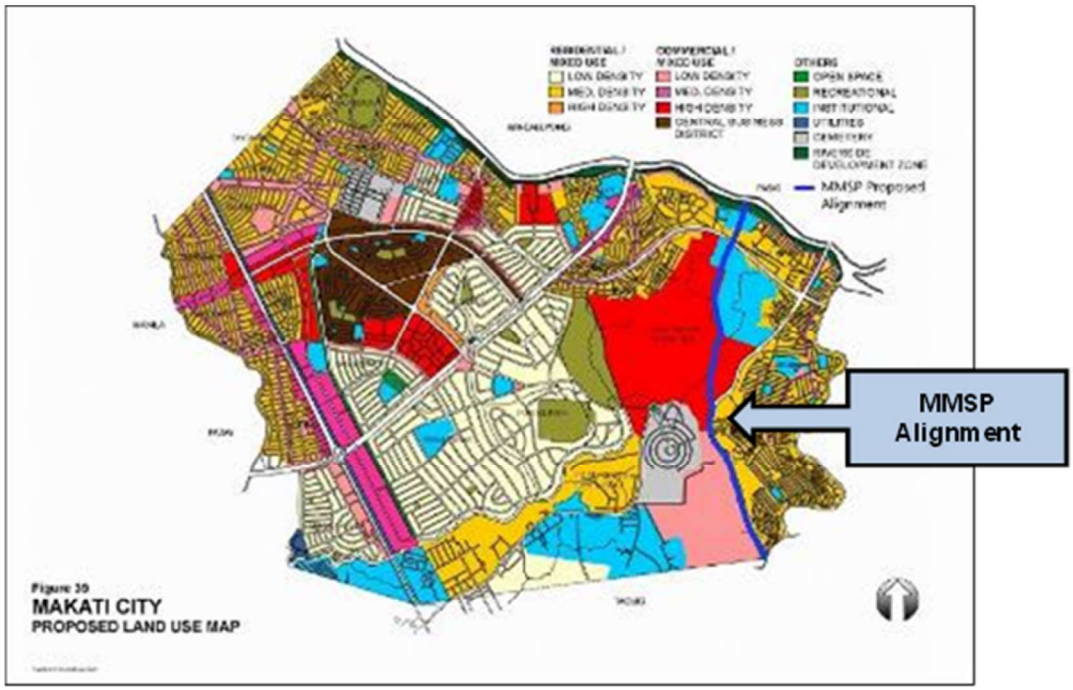


図 7.1.13　土地理状況：Makati 市

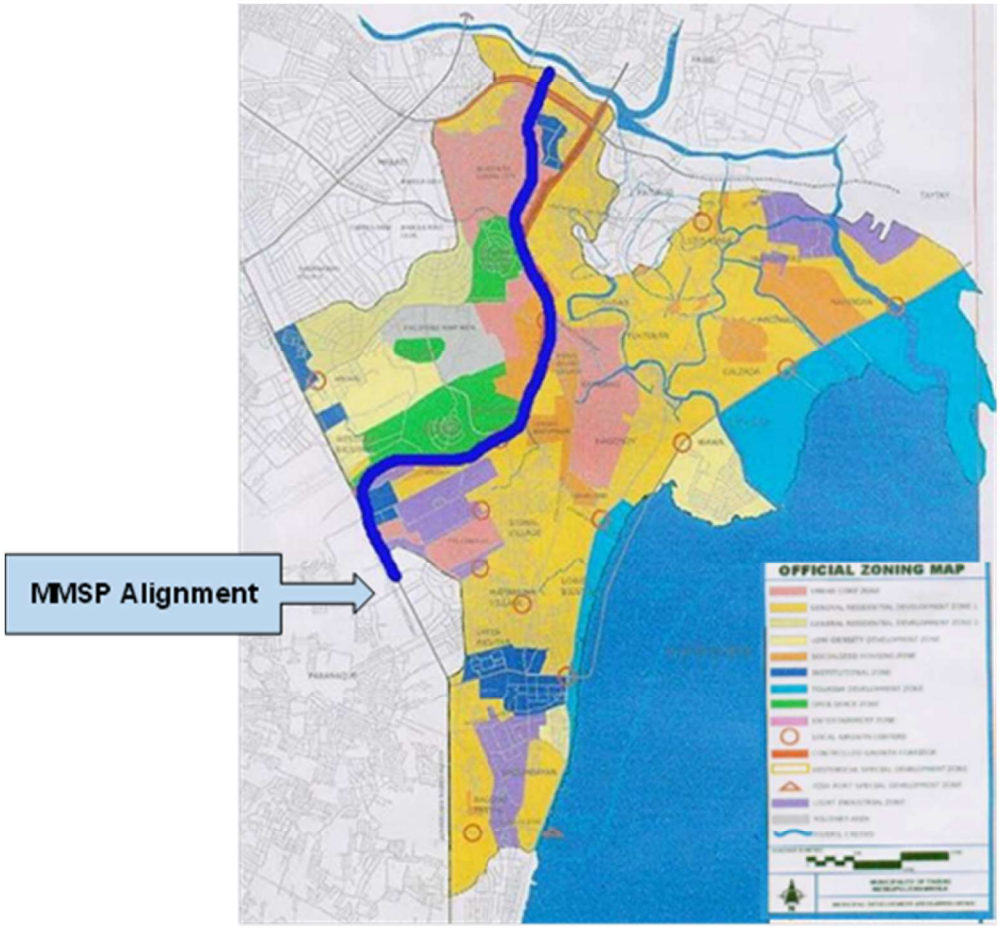
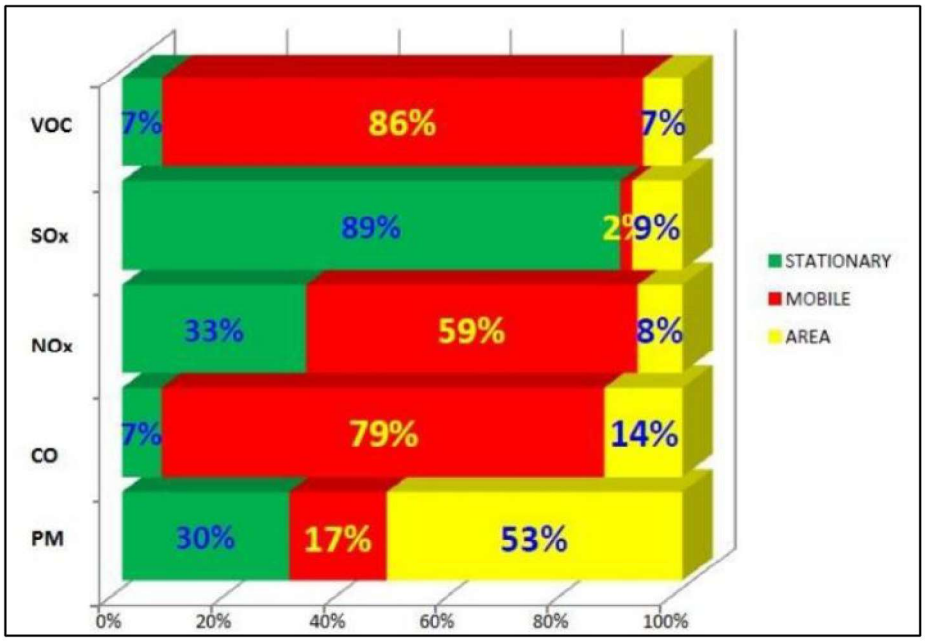


図 7.1.14　土地理状況：Taguig 市

(3)　環境汚染

1)　大気

商業、住宅、企業が集中しているメトロマニラでは、車両交通、建設工事、人々の過密状態が大気質に深刻な影響を与えている。図 7.1.15 に示す通り、揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds：VOCs)、窒素酸化物（NOx）および一酸化炭素（CO）は移動発生源である運輸交通セクターが主な排出源である。また、硫黄酸化物（SOx）は固定発生源の食品工場や化学関連の生産工場などの工業セクターが主な排出源である。大部分の粉じんは未舗装地域や建設工事、廃棄物の焼却に由来している。



Note: Coverage of emission sources is not 100%

出典：DENR Annual Air Quality Status Report (2010-2011)

図 7.1.15　フィリピン国のセクターおよび大気汚染物質別の排出状況

大気質は、第 1 回目が乾期の 2017 年の 3 月 20 日～4 月 4 日および 5 月 2～3 日にかけて MMSP 路線沿いの 6 地点（デポ候補地および沿線の 5 地点）、第 2 回目が雨期の 7 月 10～15 日、17～19 日および 26～27 日にかけて 14 地点（デポ候補地および提案されている 13 の駅）で、24 時間連続の大気分析を実施した。大気サンプルは DENR に認可された研究所によって地上から少なくとも 2 m 離れた地点で採取された。サンプリング地点を図 7.1.16 に示す。分析した項目は総浮遊物質（Total Suspended Particulates：TSP）、粒子状物質（Particulate Matter – 10 microns size：PM10）、鉛（Pb）、二酸化窒素（NO_2）、二酸化硫黄（SO_2）およびオゾン（O_3）であった。乾期では全ての分析結果は DENR の基準値である大気環境基準（National Ambient Air Quality Standards（NAAQS）of the Philippine Clean Air Act of 1999）以下であった。雨期の測定結果では 14 地点中、4 地点で TSP か PM10 またはその両方が DENR の基準値を上回っていた。汚染源としては建設工事に伴う粉じんおよび車両排気ガスが考えられる。

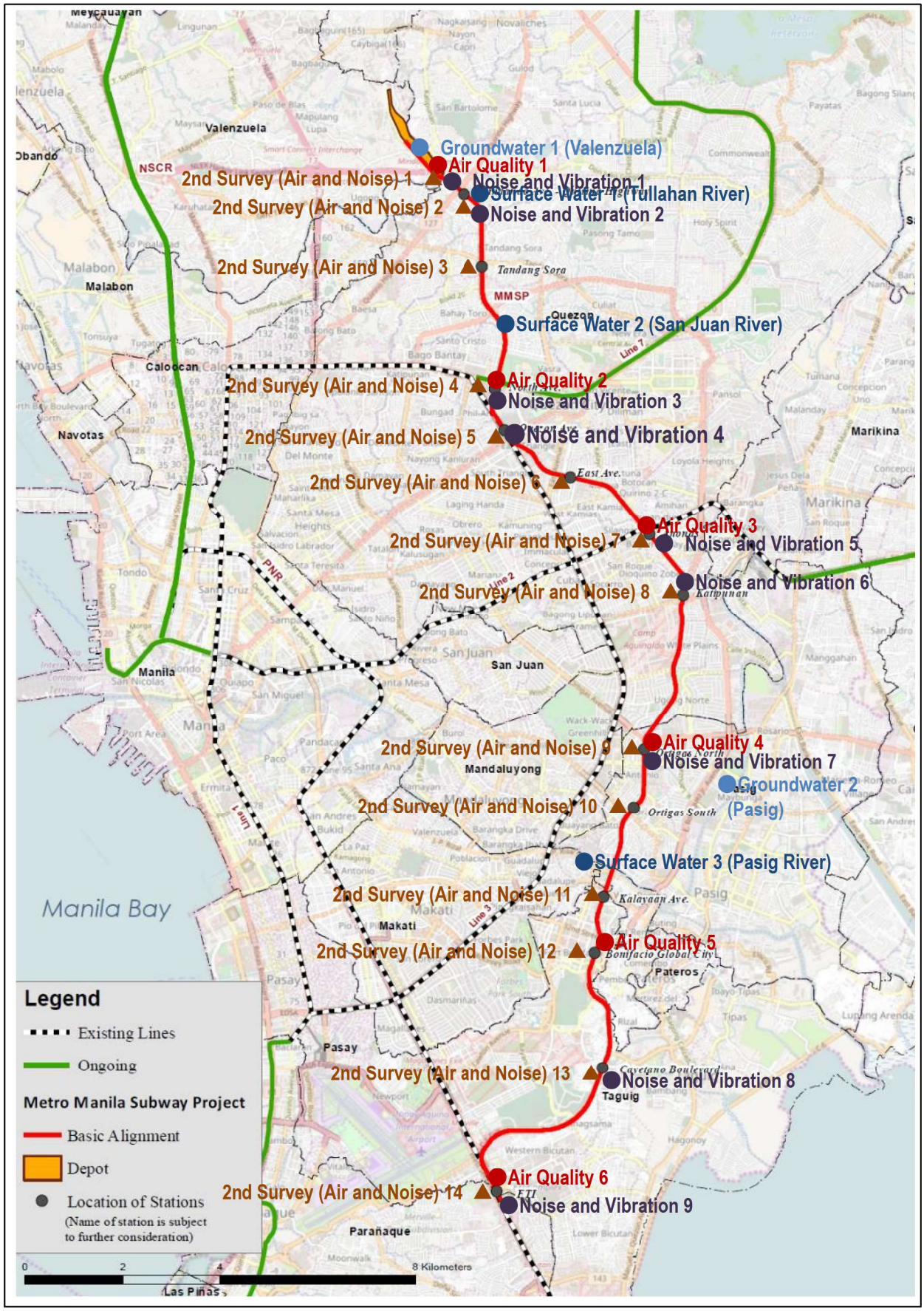


図 7. 1. 16　大気、水質、騒音および振動の調査地点

表 7.1.3　大気分析結果

第 1 回目（乾期：2017 年 3 月～5 月）

サンプリング地点	座標	分析項目					
		TSP (μg/NCM)	PM_{10} (μg/NCM)	Pb (μg/NCM)	NO_2 (μg/NCM)	SO_2 (μg/NCM)	O_3 (μg/NCM)
No.1 Rolling Hills Resort Valenzuela City	14°43’ 10.82” N 121°0’ 46.83” E	57.5	44.2	ND	15.7	5.3	ND
No.2 Trinoma Mindanao Ave., Parking Area Near Landmark	14°39’ 0.95” N 121°2’ 3.04” E	103.1	37.2	ND	31.9	3.5	ND
No.3 World Citi Medical Center	14°37’ 39.33” N 121°3’ 47.83” E	93.6	57.1	ND	28.3	2.0	ND
No.4 MMDA Impounding Ultra 2 Pasig	14°34’ 59.25” N 121°3’ 51.58” E	159.7	77.4	ND	28.3	ND	ND
No.5 BGC Market Market Parking Area	14°32’ 51.21” N 121°3’ 16.04” E	112.5	54.7	ND	37.3	1.6	ND
No.6 PNR FTI Station Taguig City	14°30’ 24.84” N 121°2’ 7.21” E	204.3	81.4	ND	37.2	ND	ND
NAAQGV[1]		230	150	1.5*	150	180	140**
WHO Guidelines		-	50	-	20		

第２回目（雨期：2017 年７月）

サンプリング地点	分析項目			
	TSP (μg/NCM)	PM_{10} (μg/NCM)	NO_2 (μg/NCM)	SO_2 (μg/NCM)
No1 Brgy. Ugong, Valenzuela	521	209	26.8	17.1
No.2 Pacific Global Medical Center	248	191	20.8	ND
No.3 TandangSora (Landcom Village II)	85.9	41.3	4.5	ND
No.4 Trinoma Mindanao Ave., Open Parking Area	66.0	47.2	6.7	1.8
No.5 Avida Tower I, EDSA, near Quezon Avenue	94.9	78.7	8.2	ND
No.6 AFP Medical Center, V. Luna Avenue	67.4	40.2	5.0	0.9
No.7 World Citi Medical Center	72.7	29.1	17.9	ND
No.8 Katipunan (Brgy. Blue Ridge A Multipurpose Hall)	265	86.3	8.6	1.4
No.9 MMDA Impounding Ultra 2 Pasig	31.9	19.6	15.7	ND
No.10 Ortigas South (Estancia Mall Parking Lot)	60.0	34.0	10.3	ND
No.11 BGC, 11th St. corner 38th Avenue	51.0	25.2	9.8	1.4
No.12 BGC Market Market Parking Area	110.4	193	21	ND
No.13 CayetanoBlvd. (BCDA Field Office, Pamayanang Diego Silang)	74.6	71.5	14.6	1.7
No.14 PNR FTI Station Taguig City	209.7	34.8	27.3	2.0
NAAQGV[1]	230	150	150	180
WHO Guidelines	-	50	20	

[1] National Ambient Air Quality Guideline Values
* Evaluation of this guideline is carried out for 24-hour averaging time
** Evaluation of this guideline is carried out for 1-hour averaging time
ND - not detected (below detection limits)
Fonts in red did not meet the DENR standards

出典：JICA 調査団

2)　表流水

メトロマニラでは急激な人口増加やインフラ開発、経済活動の増大に伴い、水環境は著しく悪化した。1990 年代、Pasig Rive は死の川と評され、海洋生物を維持できる能力がない状態であった。2003 年、DENR は更に Navotas - Malabon - Tenejeros - Tullahan (NMTT) River、Paranaque River、Marikina River および San Juan River. の 4 河川を生物学的に死んだ河川と宣言した。MMSP 沿線の 3 河川の水質分析結果を表 7.1.4 に示す。また、サンプリング地点を図 7.1.16 に示す。

1.　Tullahan River:

Tullahan River はメトロマニラの北部に位置し、長さは約 15 km である。Quezon City の La Mesa 貯水池から始まり、Malabon と Valenzuela を流れ、マニラ湾に注いでいる。Tullahan River は大量の固形廃棄物を含む産業廃棄物が河川に廃棄されているため、マニラで最も汚い河川と言われている。分析結果では糞性大腸菌群が 5.4 百万 MNP/100 ml と高く、DENR の基準値 200 MNP/100 ml を大きく上回っていた。BOD (63 mg/L)、界面活性剤(MBAs) (2.9 mg/L)、油分 (3.6 mg/L)、リン酸塩 (0.7 mg/L)および 2,4 dinitrophenol (0.06 mg/L)も DENR の基準値を超えていた。また、溶存酸素は<2 mg/L で、DENR の基準値 5 mg/L に達していなかった。

2.　San Juan River:

San Juan River はメトロマニラの主な水系の一つで、Pasig River の主要な支流である。Tullahan River と同じく La Mesa ダムから San Francisco del Monte River として流れ始め、Quezon City, San Juan, Manila district および Mandaluyong を流れる。調査した 3 河川の中で糞性大腸菌群が 24 百万 MNP/100 ml と最も高かった。また、BOD (50 mg/L)、溶存酸素 (<2 mg/L)、界面活性剤 (MBAs) (5.3 mg/L)、油分 (3.9 mg/L)およびリン酸塩 (1.9 mg/L)も基準値を満たしていなかった。

3.　Pasig River:

Pasig River はバエ湖 (Laguna de Bay) とマニラ湾の二つの大きな水体をつないでいるメトロマニラにおける重要な水系である。バエ湖はフィリピン国の最も大きな淡水湖であり、また、マニラ湾は国の主要な港湾地区である。Pasig River はバエ湖の上流部から流れ出し、市街地を流下して Napindan Channel を流れ、Pasig と Taguig の境界で Marikina River と合流している。その後、San Juan River と合流して最終的にマニラ湾に注いでいる。延長は約 27 km、平均の川幅は 91 m、深さは 0.5 ～ 5.5 m の範囲で、平均すると 1.3 m ある。メトロマニラの産業化および都市化に伴う人口の流入により、Pasig River は下水や工場排水の流入先となった。この結果、Pasig River は有機物の負荷量が高くなった。加えて、重金属や農薬類、硝酸塩やリン酸塩による汚染も進んだ。さらに廃棄物が投棄され続けたことにより、河床には有機物汚泥や生物が分解できない廃棄物が沈殿している。分析結果では、BOD は DENR の基準値 4 mg/L 以内であったが、糞性大腸菌群 (54,000 MPN/100 ml)、総懸濁物質 (86 mg/L)、油分 (3.7 mg/L)および 4-Nitrophenol (0.08 mg/L) は基準値を満たしていなかった。

表 7.1.4　河川水の水質分析結果

分析項目	Tullahan River	San Juan River	Pasig River	DENR 基準値 (Class C)
採水日	March 1, 2017	March 1, 2017	March 1, 2017	
金属類				
Arsenic (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Cadmium (mg/L)	<0.003	<0.003	<0.003	0.005
Lead (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.05
Mercury (mg/L)	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002
Dissolved Copper (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
微生物				
Fecal Coliform (MPN/100ml)	5,400,000	24,000,000	54,000	200
湿式化学成分				
pH (on-site)	6.8	7.3	7.1	6.5 - 9.0
Temperature (on-site) ℃	27.5	28.9	29	25 - 31
Color (TCU)	40	60	15	75
Biological Oxygen Demand (BOD), (mg/L)	63	50	4	7
Surfactants (MBAS as LAS, MW=348.48 g/mole) (mg/L)	2.9	5.3	0.3	1.5
Total Suspend Solids (mg/L)	78	66	86	80
Oil & Grease (mg/L)	3.6	3.9	3.7	2
Chloride (mg/L)	44	37	141	350
Hexavalent Chromium (mg/L)	<0.003	<0.003	<0.003	0.01
Free Cyanide (mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	0.1
Dissolved Oxygen (on-site, mg/L)	<2.0	<2.0	5.1	5 (min)
Nitrate - N (mg/L)	0.3	0.2	1.2	7
Phosphate - P (mg/L)	0.7	1.9	0.1	0.5
有機フェノール類 (mg/L)				
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,3,4-Trichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,3,5,6-Tetrachlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,3,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,3,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,4,6-Trichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,4-Dichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2,4-Dimethylphenol	ND	ND	ND	0.05
2,4-Dinitrophenol	0.06	0.03	0.05	0.05
2,6-Dichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2-Chlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2-Methyl-4,6-Dichlorophenol	ND	ND	ND	0.05
2-Methylphenol	ND	ND	ND	0.05
2-Nitrophenol	ND	ND	ND	0.05
3,4,5-Trichlorophenol	ND	ND	0.009	0.05

分析項目	Tullahan River	San Juan River	Pasig River	DENR 基準値 (Class C)
4-Chloro-3-Methylphenol	ND	0.01	0.004	0.05
4-Methylphenol & 3-Methylphenol	ND	ND	ND	0.05
4-Nitrophenol	0.003	0.05	0.08	0.05
Dinoseb	ND	ND	ND	0.05
Pentachlorophenol	0.008	0.007	ND	0.05
Phenol	ND	ND	ND	0.05

Notes:
ND - not detected (below detection limits)
Fonts in red did not meet the DENR standards

出典：JICA 調査団

3)　地下水

National Water Resources Board (NWRB) が作成した“Water Resources Assessment for Prioritized Critical Areas (Phase I)”の 2004 年地下水源インベントリーによれば、メトロマニラの地下水流況は過度の揚水により大きく変化し、地下水をくみ上げている地区の地下水位は円錐状に低下していることが示された。地下水位の低下は Paranaque、Pasig および Valenzuela で顕著であった。こうした状況から NWRB は 2004 年 9 月 22 日に決議書 (Resolution No. 001-0904) を発行した。この決議書は、Metropolitan Waterworks and Sewerage Systems (MWSS) 管内の既存深井戸からの認可された取水量を減らすことを目的として、全ての水使用許可を無効または一時停止とした。尚。この中の条項により病院や消防など重要な利用や給水のバックアップについては地下水利用が認められたが、2009 年には残された全ての深井戸も使用できなくなり、NWRB によって封印された。2017 年時点の MWSS による地下水の揚水量はメトロマニラの全給水量の 3%である。

地下水の水質分析用のサンプルは、MMSP 沿線付近にある公共の深井戸から採水した。NWRB によって長らく取水が禁止されているので、これらの井戸はバックアップ水源の確保を除きほとんど利用されていない。地下水のサンプリング地点を図 7.1.16 に、表 7.1.5 に地下水の水質分析結果を示す。Valenzuela の井戸では総大腸菌群 (9.2 MPN/100 ml)が飲料水基準を超える高い値を示した。これは井戸ポンプの近くの家庭用の浄化槽が原因だと思われる。それ以外の分析項目は全て基準値以内であった。

表 7.1.5　地下水の水質分析結果

分析項目	Pasig Deep Well	Valenzuela Deep Well	PNS Standard*
金属類			
Arsenic, mg/L	<0.01	<0.01	0.01
Cadmium, mg/L	<0.003	<0.003	0.003
Calcium, mg/L	59	16	-
Lead, mg/L	0.004	<0.003	0.01
Magnesium, mg/L	21	2.1	-
Potassium, mg/L	6.2	7.2	-
Sodium, mg/L	37	44	200

分析項目	Pasig Deep Well	Valenzuela Deep Well	PNS Standard*
微生物			
Total Coliform, MPN/100 ml	<1.1	9.2	<1.1
Fecal Coliform, MPN/100 ml	<1.1	<1.1	<1.1
湿式化学成分			
pH, onsite	6.5	8.2	6.5 - 8.5
Temperature, oC, on-site	28.7	28.4	-
Color, Apparent CU	5	8	10
Conductivity @ 25.0oC, µS/cm	676	417	-
Nitrate, mg/L	0.5	0.7	50
Bicarbonate as CaC03 @ pH = 4.4, mg/L	251	168	-
Chloride, mg/L	55	14	250
Sulfate, mg/L	43	17	250
Hexavalent Chromium, mg/L	<0.003	<0.003	-
Cyanide, Total, mg/L	-	<0.002	0.07

* Philippine National Standards for Drinking Water 2007
Fonts in red did not meet the standards

出典：JICA 調査団

4)　騒音・振動

騒音測定は図 7.1.16 に示す地点で実施された。第 1 回目は 2017 年の 3～4 月にかけてデポ候補地および MMSP 沿線の 8 地点で、第 2 回目は 7 月に 14 地点（デポ候補地および提案されている 13 の駅）で行った。1 時間ごとの騒音レベルを 24 時間測定し、“the National Pollution Control Commission (NPCC) Memorandum Circular No. 002 Series of 1980, Section 78 - Ambient Noise Quality and Emission Standards for Noise”の基準値と比較した。

測定結果を表 7.1.6 に示す。第 1 回目の測定では Tandang Sora、Anonas、Ortigas South および FTI では DENR の Class C の基準値を全ての時間帯で超過していた。Cayetano Boulevard、Quezon Avenue でも騒音レベルは高く、昼間を除き Class B の基準値を上回っていた。Valenzuela デポ候補地および Katipunan では騒音レベルは低く、デポ候補地の夜間を除き Class B の基準値以下であった。North Avenue では昼間にかけて騒音レベルが増加し、夜間には低下するものの夕方および夜間は基準値を超えていた。第 2 回目に測定された Mindanao Avenue、East Avenue、Anonas は静寂な環境が求められる Class AA 内に位置しているが、騒音レベルは非常に高い値を示した。こうした地域の主な騒音源は自動車騒音およびバックグラウンドとしての都市騒音である。

表 7.1.6　騒音測定結果

第 1 回目（2017 年 3 月～4 月）

測定場所	測定日	朝（5:00 AM to 9:00 AM）LAeq（dB）	昼間（9:00 AM to 6:00 PM）LAeq（dB）	夕方（6:00 PM to 10:00 PM）LAeq（dB）	夜間（10:00 PM to 5:00 AM）LAeq（dB）
No.1 Valenzuela Depot (Class B)	May 3-4, 2017	54	53	58	56
No.2 Tandang Sora (Class A)	May 2-3, 2017	71	71	72	68
No. 3 North Avenue (Class B)	Mar. 27-28 2017	59	64	63	57
No. 4 Quezon Avenue (Class B)	Mar. 28-29 2017	63	63	64	62
No. 5 Anonas (Class AA)	Apr. 3-4 2017	67	63	63	63
No. 6 Katipunan (Class A)	May 4-5, 2017	52	52	54	52
No. 7 Ortigas South (Class B)	Apr. 4-5 2017	75	71	64	66
No.8 CayetanoBlvd (Class A)	Mar. 29-30 2017	65	65	67	61
No.9 FTI (Class B)	Mar. 30-31 2017	75	76	75	70
Noise Level Standard *					
Class AA		45	50	45	40
Class A		50	55	50	45
Class B		60	65	60	55
Class C		65	70	65	60

第２回目（2017 年７月）

測定場所	測定日	朝（5:00 AM to 9:00 AM）LAeq（dB）	昼間（9:00 AM to 6:00 PM）LAeq（dB）	夕方（6:00 PM to 10:00 PM）LAeq（dB）	夜間（10:00 PM to 5:00 AM）LAeq（dB）
No.1 Valenzuela Depot (Class B)	Jul. 10-11 2017	67	66	67	66
No.2 Mindanao Avenue (Class AA)	Jul. 10-11 2017	73	73	71	69
No.3 Tandang Sora (Class A)	Jul. 11-12 2017	73	74	74	70
No.4 North Avenue (Class B)	Jul. 12-13 2017	59	61	61	58
No5. Quezon Avenue (Class B)	Jul. 11-12 2017	72	72	73	71
No.6 East Avenue (Class AA)	Jul. 14-15 2017	64	64	67	65
No.7 Anonas (Class AA)	Jul. 12-13 2017	72	70	70	66
No. 8 Katipunan (Class A)	Jul. 17-18 2017	51	53	53	51
No. 9 Ortigas North (Class B)	Jul. 14-15 2017	56	59	70	56
No. 10 Ortigas South (Class B)	Jul. 13-14 2017	67	67	63	62
No. 11 Kalayaan Avenue (Class B)	Jul. 26-27 2017	63	61	62	60
No. 12 Bonifacio Global City (Class B)	Jul. 17-18 2017	65	70	69	65
No. 13 Cayetano Blvd. (Class A)	Jul. 18-19 2017	65	66	67	62
No. 14 FTI (Class B)	Jul. 18-19 2017	80	77	74	76
Noise Level Standard *					
Class AA		45	50	45	40
Class A		50	55	50	45
Class B		60	65	60	55
Class C		65	70	65	60

*: National Pollution Control Commission (NPCC) Memorandum Circular No. 002 Series of 1980
Class AA: Area which requires quietness, Class A: Residential area,
Class B: Commercial area, Class C: Light Industrial Area

出典：JICA 調査団

図 7.1.20 に示すデポ候補地および MMSP 沿線の 8 地点で騒音測定を実施した。測定は騒音測定と同じ場所で、3 軸加速度計を用いて振動レベルを記録した。測定結果を表 7.1.7 に示す。どの測定地点も日本の道路交通振動に係る要請限度（商業・工業地域）の 90dB（昼間）および 85dB（夜間）（日本の場合は加速度基準値が 10^{-5}（m/s^2）なので 70dB と 65dB となる）を下回っていた。

表 7.1.7　振動測定結果

測定場所	測定日	朝 (5:00 AM to 9:00 AM) (dB)	昼間 (9:00 AM to 6:00 PM) (dB)	夕方 (6:00 PM to 10:00 PM (dB)	夜間 (10:00 PM to 5:00 AM) (dB)
No.1 Valenzuela Depot	May 3-4, 2017	62	59	58	61
No.2 Tandang Sora	May 2-3, 2017	84	83	84	84
No. 3 North Avenue	Mar. 27-28, 2017	73	74	65	73
No. 4 Quezon Avenue	Mar. 28-29, 2017	67	65	62	65
No. 5 Anonas	Apr. 3-4, 2017	76	75	74	75
No. 6 Katipunan	May 4-5, 2017	62	63	65	64
No. 7 Ortigas South	Apr. 4-5, 2017	80	76	65	74
No.8 CayetanoBlvd	Mar. 29-30, 2017	69	71	71	71
No.9 FTI	Mar. 30-31, 2017	82	83	84	83

注：加速度基準値＝10-6 (m/s2)

出典：JICA 調査団

7.1.3　フィリピン国の環境社会配慮制度・組織

(1)　環境関連法規および政策

表 7.1.8 に環境社会配慮に係る法規および政策を示す。

表 7.1.8　環境社会配慮に係る主な政策および法規

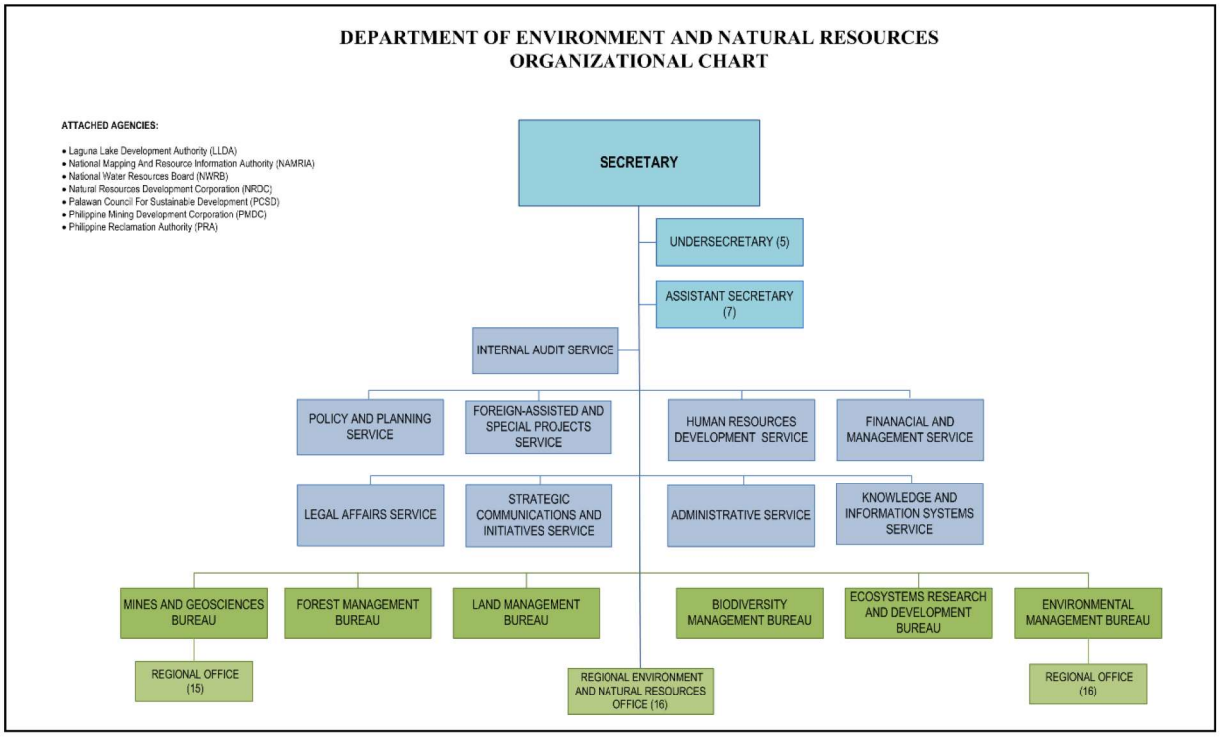
法令名	年	内容
基本政策		
Presidential Decree 1151	1977	Philippine Environmental Policy
Presidential Decree 1152	1977	Philippine Environmental Code
Executive Order No. 192	1987	Reorganization of the Department of Environment and Natural Resources
自然環境、生物多様性、森林		
Presidential Decree No. 705	1975	Revised Forestry Code of the Philippines
Republic Act No. 7586	1992	National Integrated Protected Areas System Act
Republic Act No. 9147	2001	Wildlife Resources Conservation and Protection Act
環境影響評価		
Presidential Decree 1586	1978	Establishing An Environmental Impact Statement System
Revised Procedural Manual for DENR Administrative Order (DAO) No. 30 series of 2003 (2008)	2008	Regulation for Philippines Environmental Impact System
環境基準		
DAO No. 1990-34	1990	Water Quality Criteria
DAO No. 1990-35	1990	Effluent Standard
DAO No. 2000-81	2000	National Ambient Air Quality Standards, National emission standards for Source Specific Air Pollutants
気候変動		
Republic Act No. 9513	2008	Renewal Energy Act
Republic Act No. 9729	2009	Climate Change Act
廃棄物管理		
Republic Act No. 9003	2001	Ecological Solid Waste Management Act
DAO 01-34	2001	Implementing Rules and Regulations (IRR) of RA 9003

出典：Department of Environment and Natural Resources

(2)　環境管理機関

環境天然資源省（Department of Environment and Natural Resources：DENR）はフィリピン国の環境及び天然資源の保全、管理、開発、持続的利用に対して中心的な責任を有する国家機関である。DENR は 6 つの局と 16 の地方強制事務所から構成されている。また、DENR 傘下には 10 の公社がある。DENR の主な機能は以下の通りである。

- 環境管理や汚染防止に関係する政策やガイドライン、規則、法規の作成及び実施
- 天然資源や生物多様性に関係する管理、保全、開発、利用、補充に係る政策や計画、プログラムの作成、実施および監視
- 森林や土地、鉱物、野生生物、その他の天然資源の利用や調査、開発、採取、処分について規定する規則や法規の公布及び実施



出典：Department of Environment and Natural Resources

図 7.1.17　環境天然資源省の組織図

(3)　環境影響評価システム

フィリピン国の環境影響評価システム（Philippines Environmental Impact Statement System：PEISS ）は大統領令（Presidential Decree No. 1151）4 条で環境影響評価プロセスの具体的な実施手段として制度化されている。PEISS は重要な環境影響が想定される環境影響懸念事業（Environmentally Critical Projects：ECPs）や環境脆弱地域（Environmentally Critical Areas：ECAs）における事業に対して適応される。それらのプロジェクトは以下の示される 5 つのグループに分類される。

表 7.1.9　環境影響評価システムにおけるプロジェクトの分類

グループ	事業の種類および場所
Group I	ECPs in either ECAs or NECAs (Environmentally Critical Projects in either Environmentally Critical Areas or Non-Environmentally Critical Areas)
Group II	NECPs in ECAs (Non-Environmentally Critical Projects in Environmentally Critical Areas)
Group III	NECPs in NECAs (Non-Environmentally Critical Projects in Non-Environmentally Critical Areas)
Group IV	Co-located Projects in either ECA or NECA
Group V	Unclassified Projects

出典：Revised Procedural Manual for DENR Administrative Order No. 30 Series of 2003

PEISS では事業のタイプ、場所、潜在的な影響およびプロジェクトの開始段階に応じて以下の 7 種の報告書の準備が必要になる。

1) 環境影響評価報告書（Environmental Impact Statement：EIS）
2) プログラム的環境影響評価報告書（Programmatic EIS：PEIS）
3) 初期環境調査報告書（Initial Environmental Examination Report：IEER）
4) 初期環境調査チェックリスト（IEE Checklist：IEEC）
5) 環境実績報告書および管理計画（Environmental Performance Report and Management Plan：EPRMP）
6) プログラム的環境実績報告書および管理計画（Programmatic Environmental Performance Report and Management Plan：PEPRMP）
7) 事業説明報告書（Project Description Report：PDR）

全ての報告書は事業主によって準備され、以下の情報と共に環境管理局（Environmental Management Bureau：EMB）中央事務所あるいは地方事務所に提出されなければならない。以下の情報は個々の環境影響評価報告書に含めるあるいは添付することができる。

- 現状の土地利用との整合性を示す根拠（必要に応じて）
- 事業実施地区の所有または権限を示す根拠
- 事業主の説明責任声明
- 事業実施地区、影響範囲、コミュニティの写真または図面
- 正当に完了した環境モニタリングと監査優先手続き案
- 環境適合認証書のコピー（必要に応じて）
- 最新の自己モニタリング報告書（以前の環境適合認証書の場合は適合モニタリング報告書）

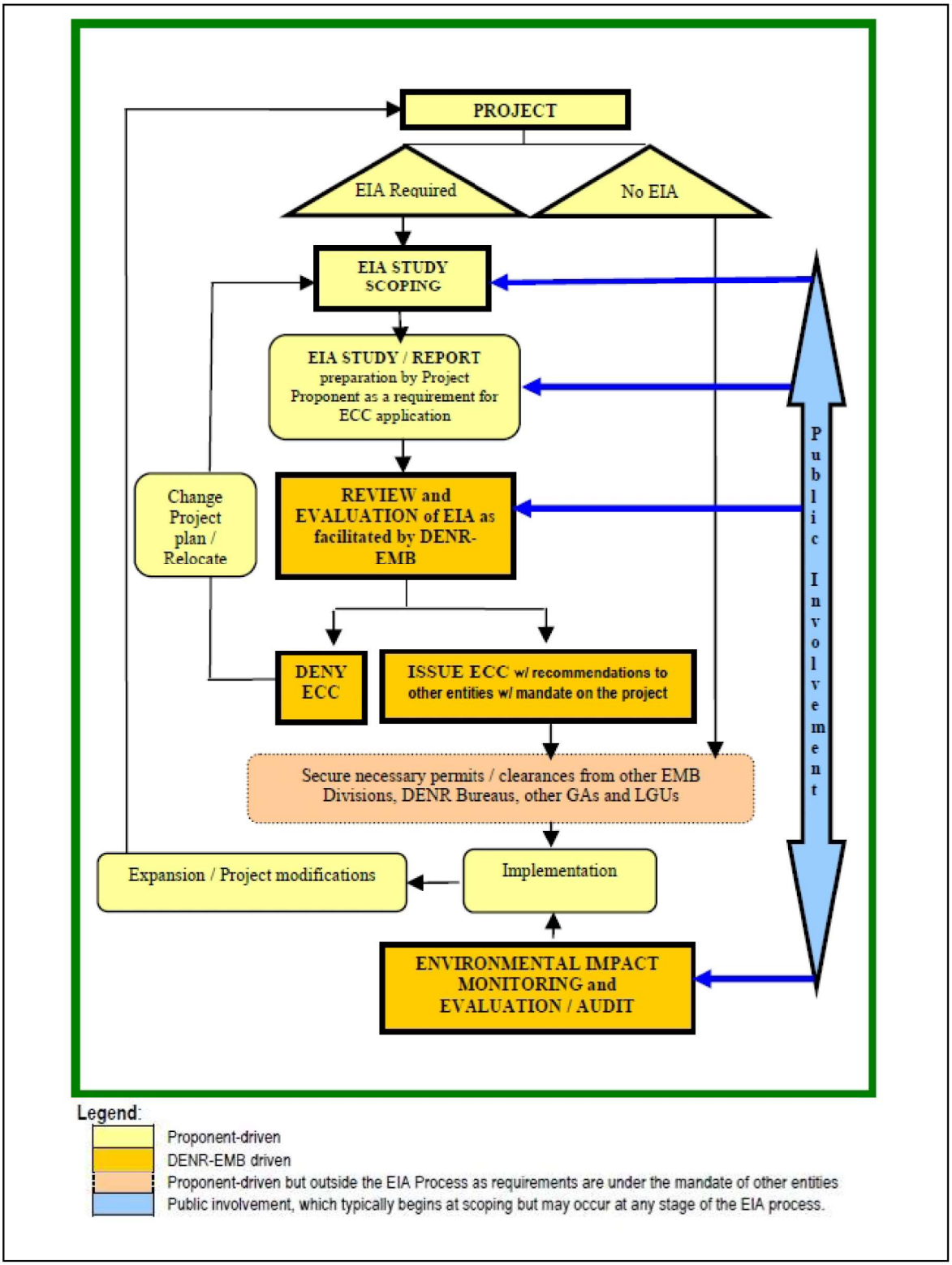
事業主は定められた環境管理局から事業実施に係る環境適合認証書（Environmental Compliance Certificate ：ECC）または非該当証明書（Certificate of Non-Coverage：CNC）を受け取る必要がある。表 7.1.10 にプロジェクトの種類別の必要とされる報告書、プロセス、承認および ECC･CNC の担当局､期間を示す｡本事業はグループⅠの新規プロジェクトに該当するので、EIS が必要であり、担当は EMB 中央事務所である。

表 7.1.10　プロジェクト別の報告書の種類、担当機関および審査期間

事業グループ		ECC/CNC 申請に必要となる書類・報告書	担当機関	手続き日数（労働日）
I：環境影響懸念事業(ECPs)（単独事業） 場所：環境脆弱地域(ECA)および非環境脆弱地域(NECA)	I-A: 新規事業	EIS	EMB Director / DENR Secretary	120 days
	I-B: 既存事業の変更、再開および稼働（ECC なし）	EPRMP	EMB Director / DENR Secretary	90 days
II：非環境影響懸念事業(NECPs)（単独事業） 場所：環境脆弱地域(ECA)	II-A: 新規事業	EIS	EMB Regional Office (RO) Director	60 days
		IEER		60 days
		IEEC		30 days
		PDR		15 days
	II-B: 既存事業の変更、再開および稼働（ECC なし）	EPRMP	EMB RO Director	30 days
III：非環境影響懸念事業(NECPs)（単独事業） 場所：非環境脆弱地域(NECA)	III-A: 新規事業	PDR	EMB Director EMB RO Director	15 days
IV：同一場所の複数事業	IV-A: 新規事業	PEIS	DENR Secretary	180 days
	IV-B: 既存事業の変更、再開および稼働（ECC なし）	PEPRMP	EMB Director / DENR Secretary EMB RO Director	120 days or 60 days
V: 分類されない事業		CNC or Recommendation on Final Grouping and EIA Report Type	EMB Director / DENR Secretary EMB RO Director	15 days

出典：Revised Procedural Manual for DENR Administrative Order No. 30 Series of 2003

図 7.1.18 に PEISS のフローチャートを示す。



出典：Revised Procedural Manual for DENR Administrative Order No. 30 Series of 2003

図 7.1.18　PEISS のフローチャート

表 7.1.11 に環境影響評価制度に係るフィリピン国と JICA ガイドラインの比較分析結果を示す。

表 7.1.11　フィリピン国と JICA ガイドラインの比較及び相違点を埋めるための方針

JICA ガイドライン/世銀セーフガードポリシーOP4.12	「フィ」国関連法	相違点および埋めるための方針
プロジェクトは、プロジェクトの実施地における政府（中央政府及び地方政府を含む）が定めている環境社会配慮に関する法令、基準を遵守しなければならない。また、実施地における政府が定めた環境社会配慮の政策、計画等に沿ったものでなければならない。	「フィ」国では自然社会環境に対して影響が想定される官民事業は、環境アセスメントシステム（PEISS）が適用される。重大な環境影響が想定される事業（ECPs）及び重大な環境影響が想定される地域（ECAs）における事業は、EIA 実施対象となる。これらの事業では環境適合証明書（ECC）を取得しなければならない。（PD1586）	（相違なし）
プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階でプロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。	DENR の PEISS 改訂版プロセスマニュアル（2007）では、概略計画段階から事前フィージビリティスタディの段階において、事業者は事業計画地や与える影響の重大性について検討し、初期スコーピングを行なう、としている。続くフィージビリティスタディ段階では、代替案の検討を行い、EIS 報告書に記載する必要がある。	（相違なし）
プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上より良い案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。	事業を実施しない場合を含む代替案を検討する（「フィ」国環境政策法 PD1151） 代替案の検討を行い、EIS 報告書に記載する必要がある（PEISS 改訂版プロセスマニュアル、2007）	（相違なし）
環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲は、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた人間の健康と安全への影響及び自然環境への影響（越境または地球規模の環境影響を含む）並びに社会配慮を含む。	環境アセスメントに含まれる評価項目及び EIS 報告書に記載すべき影響分析の内容は、以下の通りである。 土地（土地利用、地質・地形、土壌、陸域生物）、水（水文（地下水を含む）、海洋、水質、淡水及び海洋生物）、大気（気象・気候（気候変動を含む）、大気質、騒音）、人（住民移転、移住、先住民族、公衆衛生、地域貢献、生活基本的サービスや資源分配、交通、地域環境管理、影響が及ぶ地域資産）、（PEISS 改訂版プロセスマニュアル、2007）。	評価項目及び内容に相違はない。土質、底質、振動については「フィ」国環境基準は定められていない。国際的に認知された指針（WHO、IFC 等）、または先進国の基準を参照し、予測される影響を比較評価する。
環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。	住民参加が重視されており、改訂版プロセスマニュアル（2007 年）では、住民参加を以下の活動を通じて実施することを明記している。 • 広報教育（IEC）活動 • 公開スコーピング • 地域ステークホルダーの参加 • 公聴会（Public Hearing）の開催 • ECC 及び EIA 勧告書の共有 公聴会及び住民協議の開催前には、事業の環境アセスメント報告書は地方 EMB 事務所や当該地方自治体で閲覧可能となる。ECC 取得後は、ECC が EIA 報告書とともに公開される。	（相違なし）

JICA ガイドライン/世銀セーフガードポリシーOP4.12	「フィ」国関連法	相違点および埋めるための方針
相手国等が環境社会配慮を確実に実施しているか、一定期間、相手国等によるモニタリングのうち重要な環境影響項目につき、相手国等を通じ、そのモニタリング結果を確認する。モニタリング結果の確認に必要な情報は、書面等の適切な方法により、相手国等により報告される必要がある。	ECC を取得した事業者は、半年ごとの遵守モニタリング報告書（CMR）及び 4 半期ごとの自己モニタリング報告書（SMR）を EMB に提出する。また第三者によるモニタリングとして MMT が半年ごとに遵守モニタリング及び妥当性確認報告書（CMVR）を EMB 事務所に提出する。これらは情報公開の対象となる。 （PEISS 改訂版プロセスマニュアル、2007）	（相違なし）

(4)　環境基準

大気質の環境基準は 2000 年に DAO No. 2000-81 により設定された。表 7.1.12 にその基準値および参考として世界保健機関（World Health Organization：WHO）の基準値を示す。

表 7.1.12　フィリピン国のおよび WHO の大気質に係る環境基準

物質	平均時間	Philippines Standards (μg/m³)	WHO (2005) (μg/m³)
Total Suspended Particulates (TSP)	24 hours	230	-
	1 year	90	-
Particulate Matter (PM) 10	1 hour	200	
	24 hours	150	50
	1 year	60	20
PM 2.5	24 hours	-	25
	1 year	-	10
SO_2	10 minutes	-	500
	1 hour	340	-
	24 hours	180	20
	1 year	80	-
NO_2	1 hour	260	200
	24 hours	150	-
	1 year	-	40
O_3	1 hours	140	-
	8 hour	60	100
CO	1 hours	35,000	30,000
	8 hour	10,000	10,000
Pb	3 months	1.5	-
	1 year	1	0.5

出典：DAO No.2000-81, WHO (2005)

水利用や水質類型に係る基準値は DAO No.34 (1990)により定められている。表 7.1.13 に淡水の類型別水質基準値を示す。

表 7.1.13　淡水の水質基準

物質（単位）	Class AA	Class A	Class B	Class C	Class D
Color, PCU	15	50	No abnormal discoloration from unnatural causes		
Temperature, ΔT		3	3	3	3
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.0 - 9.0
Dissolved Oxygen (Minimum), mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0
5-Day 20℃ BOD, mg/L	1	5	5	7 (10)	10 (15)
Total Suspended Solids, mg/L	25	50	-	Not more than 30 mg/L increase	Not more than 60 mg/L increase
Total Dissolved Solids, mg/L	500	1,000	-	-	1,000
Surfactants (MBAS), mg/L	Nil	0.2 (0.5)	0.3 (0.5)	0.5	-
Oil/Grease, mg/L	Nil	1	1	2	5
Nitrate as Nitrogen, mg/L	1.0	10	Nr	10	-
Phosphate as P, mg/L	Nil	0.1	0.2	0.4	-
Phenols, mg/L	Nil	0.002	0.005	0.02	-
Total Coliform, MPN/100 mL	50	1,000	1,000	5,000	-
Fecal Coliform, MPN/100 mL	20	100	200	-	-
Chloride as Cl, mg/L	250	250	-	350	-
Copper, mg/L	1.0	1.0	-	0.05 Limit is in terms of dissolved copper	-
Arsenic, mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cadmium, mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
Chromium (hexavalent), mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Cyanide mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Lead, mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	-
Total Mercury, mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Organophosphate, mg/L	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Aldrin, mg/L	0.001	0.001	-	-	-
DDT, mg/L	0.05	0.05	-	-	-
Dieldrin, mg/L	0.001	0.001	-	-	-
Heptachlor, mg/L	Nil	Nil	-	-	-
Lindane, mg/L	0.004	0.004	-	-	-
Toxaphane, mg/L	0.005	0.005	-	-	-
Methoxychlor, mg/L	0.10	0.10	-	-	-
Chlordane, mg/L	0.003	0.003	-	-	-
Endrin, mg/L	Nil	Nil	-	-	-
PCB, mg/L	0.001	0.001	-	-	-

Nil: Extremely low concentration and not detectable by existing equipment
-: Means the standard of these substances are not considered necessary for the present time, considering the stage of the country's development and DENR capabilities, equipment and resources
Nr: Means No Recommendation made

Class AA: Public Water Supply Class I. This class intended primarily for waters having watersheds which are uninhabited and otherwise protected and which require only approved disinfection in order to meet the Philippine National Standards for Drinking Water (PNSDW)
Class A: Public Water Supply Class II. For sources of water supply that will require complete treatment (coagulation, sedimentation, filtration and disinfection) in order to meet the PNSDW
Class B: Recreational Water Class I. For primary contact recreation such as bathing, swimming, skin diving, etc. (particularly those designated for tourism purposes)
Class C: 1) Fishery Water for the propagation and growth of fish and other aquatic resources; 2) Recreational Water Class II (Boatings, etc.) 3) Industrial Water Supply Class I (For manufacturing processes after treatment).
Class D: 1) For agriculture, irrigation, livestock watering, etc. 2) Industrial Water Supply Class II (e.g. cooling, etc.) 3) Other inland waters, by their quality, belong to this classification

出典：DAO No. 1990 - 34,

DENR では騒音に係る基準値として最大許容騒音レベルを設定している。それらの基準値を表 7.1.14 に示す。

表 7.1.14　DENR 最大許容騒音レベル

(LAeq (dB))

分類	AA	A	B	C	D
昼間 (9:00 AM to 6:00 PM)	50	55	65	70	75
朝・夕方 (5:00 AM to 9:00 AM/ 6:00 PM to 10:00 PM)	45	50	60	65	70
夜間 (10:00 PM to 5:00 AM)	40	45	55	60	65

Class AA: Area which requires quietness such as areas within 100 m from schools, hospitals and homes for aged, Class A: Residential area, Class B: Commercial area,
Class C: Light Industrial Area, Class D: Heavy Industrial Area
LAeq: 等価騒音レベル (A 特性)

出典：DENR

7.1.4　代替案の比較検討

7.1.5　スコーピング及び環境社会配慮調査の基本方針

(1)　スコーピング

本プロジェクトに係る潜在的な環境社会影響をスコーピング結果として表 7.1.17 に示す。

表 7.1.17　スコーピング結果

No.	影響項目	評価 段階		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
公害・汚染対策				
1	大気汚染	A-	B+	工事中：建設機材・車両の稼働等に伴い一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：事業は、軌道系交通への転換により、自動車からの大気汚染物質の排出量を減少させることが期待される。
2	水質汚濁	A-	B-	工事中：大規模な掘削工事に伴い、地下水の水質へ影響を及ぼす可能性がある。また、建設機械、車両の洗浄等により排水が発生する可能性がある。 供用時：駅舎、商業施設（エキナカ）からの未処理排水がある場合、地表水の水質を悪化させる可能性がある。
3	廃棄物	A-	B-	工事中：地下掘削に伴う建設残土のほか、既存の建物の解体時に廃材の発生が予想される。また工事作業員によるゴミの発生が予想される。 供用時：駅舎、商業施設（エキナカ）からの廃棄物の不適切な処分があれば周辺環境を悪化させる可能性がある。
4	土壌汚染	B-	D	工事中：建設機械からのオイル漏れ、車両の洗浄等により土壌汚染が発生する可能性がある。 供用時:地下鉄の運行によって土壌汚染が発生する可能性はない。
5	騒音・振動	A-	A-	工事中：建設機材・車両の稼働等により、一時的ではあるが騒音・振動の発生が想定される。一部住宅地を通過するため、より大きな影響が想定される。 供用時：地下鉄の運行に伴い、沿線地上部において振動の影響が発生する可能性がある。
6	地盤沈下	B-	D	工事中：地下工事の実施により、地盤沈下を誘発する可能性がある。 供用時:地下鉄の運行により地盤沈下を誘発することはない。
7	悪臭	D	D	工事中・供用時：悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
8	底質	D	D	工事中・供用時：底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。

No.	影響項目	評価 段階 工事前 工事中	評価 段階 供用時	評価理由
自然環境				
9	保護区	D	D	工事中：最も近い保護区とは離れており、本事業の工事が直接影響を及ぼすことはない。 供用時：地下鉄の運行により保護区に影響を及ぼすことはない。
10	生態系	C	D	工事中：本事業沿線は都市化されているが、建設限界内の木や植生は除去されることから、生態系への影響が考えられる。 供用時：地下鉄の運行による生態系への影響は想定されない。
11	水象	B-	D	工事中：大規模な掘削工事に伴い、地下水の挙動に影響を及ぼす可能性がある。 供用時：地下鉄の運行において、水象へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
12	地形、地質	B-	D	工事中：大規模な掘削工事を伴うことから、地形への影響が考えられる。 供用時：地下鉄の運行により、地形、地質に影響が及ぶことはない。
社会環境				
13	非自発的住民移転	A-	D	工事中：事業実施に伴い、地下駅への出入り口や換気施設、また車両基地の建設のため住民移転が発生する。 供用時：供用時に住民移転が発生することはない。
14	貧困層／少数民族・先住民族	C	D	工事中：移転住民に非正規居住者が含まれている場合、これらが貧困層である可能性がある。 供用時：供用時に貧困層等に直接的に影響を及ぼすことはない。
15	雇用や生計手段等の地域経済	C	C	工事中：移転住民によって所得損失を引き起こす可能性がある。 供用時：本事業の供用により、沿線およびマニラ首都圏の地域経済活動を促進する一方、既存の交通機関（バス、ジープニー等）に負の影響を及ぼす可能性がある。
16	土地利用や地域資源利用	C	C	工事中・供用時：車両基地の設置により、土地利用に影響を及ぼす可能性がある。
17	水利用	B-	D	工事中：沿線で地下水利用がある場合、地下工事が地下水に影響を及ぼす可能性がある。 供用時：建設工事及び供用時（駅舎トイレ、エキナカ事業等）において水を使用するものの、地域の水利用に影響を与えることはない。
18	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	工事中：工事車両による交通渋滞が想定される。 供用時：本事業が既存の社会インフラや社会サービスに影響を及ぼすことはない。

No.	影響項目	評価		評価理由
		段階		
		工事前 工事中	供用時	
19	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	工事中:本事業はLGUやバランガイと調整を図りながら実施されることから、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に負の影響を与えることはない。 供用後:本事業の実施により、社会関係資本や地域の社会組織に影響を与えることはない。
20	被害と便益の偏在／地域内の利害対立	D	D	工事中・供用時:本事業により周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはない。
21	文化遺産	C	D	工事中・供用時:事業実施区域周辺には文化遺産は確認されていない。ただし、文化遺産の有無について調査を行う。
22	景観	D	C	工事中:本事業は地下工事が主体であり、事業対象地の景観に影響を与える可能性はない。 供用時:本事業は地下鉄であり、地域景観に影響を与える可能性はない。デポ予定地は商業または工業地帯にあり、特別な景観保全対策が必要な地域ではないが、新たに巨大な人工構造物が出現し、景観は変化する。
23	ジェンダー	C	C	工事前:住民移転説明会やヒアリング先でのジェンダーバランスを確保する必要がある。また貧困世帯のなかに寡婦世帯が存在する可能性がある。 工事中:女性が参画できる業務・作業がないか検討する。 供用時:施設・設備の設計等において女性利用者にも配慮したユニバーサルデザインとすることが必要である。また地下鉄事業において女性従業員の参画を確保することが望ましい。
24	子どもの権利	C	C	工事中:児童労働が発生しないよう注意する必要がある。 供用時:施設・設備の設計等において子どもの安全にも配慮したユニバーサルデザインとすることが必要である。
25	HIV / AIDS 等の感染症	C	D	工事中:ほとんどの建設作業員は現地採用されることが想定されるが、外部からの建設作業員の流入により、感染症が持ち込まれる可能性がある。 供用時:地下鉄の供用により、感染症が拡大する可能性はない。
26	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	工事中:建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。
その他				
27	事故	B-	B-	工事中:工事車両の事故を含め、建設作業中の事故が発生する可能性がある。 供用時:　鉄道事故が発生する可能性がある。

No.	影響項目	評　価		評価理由
		段階		
		工事前 工事中	供用時	
28	越境の影響、及び気候変動	B-	B+	工事中：建設機材や工事車両の運行により、温室効果ガスの発生が想定される。 供用時：本事業は、軌道系交通への転換により、自動車からの大気汚染物質・温室効果ガスの排出量を減少させることが期待される。

A+/-:重大な正／負の影響が想定される
B+/-:ある程度の正／負の影響が想定される
C+/-:影響が不明であり、今後の調査が必要
D:影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要
*本スコーピング案の影響項目は JICA 環境社会配慮ガイドライン等を参考に選定した。

(2)　環境社会調査の基本方針

スコーピング結果で A、B および C と評価された項目に対する環境社会配慮調査の基本方針を表 7.1.18 に示す。

表 7.1.18　予測及び評価の基本方針

影響項目	評価		評価概要
	段階		
	工事前 工事中	供用時	
公害・汚染対策			
大気汚染	A-	B+	• 大気質の現況を実測調査で把握する。 • 工事計画に基づき、内容、工法、期間、位置、範囲、重機・車両の種類等を確認し、重機・車両から排出される大気汚染物質による影響を予測、評価する。
水質汚濁	A-	B-	• 沿線付近の地下水の状況（地下水層の有無、水位、水質等）について、既往調査結果や現地調査（既存井戸を利用を想定）により把握する。また、河川水質について実測調査で把握する。
廃棄物	A-	B-	• 工事計画に基づき、建設残土、廃棄物の発生量を予測し、既存の処理・処分状況に及ぼす影響を予測する。 • 事業の運営計画をレビューし、廃棄物の発生について把握する。
土壌汚染	B-	D	• 工事計画に基づき、工事の内容、工法、期間、位置、範囲、重機・車両の種類等を確認し、類似事業事例を調査し、オイル漏れ等の可能性について予測する。
騒音・振動	A-	A-	• 騒音・振動レベルの現況を実測調査で把握する。 • 計画路線と病院、学校、宗教施設等の特に配慮が必要な施設の位置関係を確認する。 • 工事による騒音について、工事の内容、工法、期間、位置、範囲、重機・車両の種類等を確認し、騒音を予測・評価する。 • 地下鉄による振動について、既存資料（既往の地下鉄事業における知見、振動伝搬モデル の活用）をもとに影響を推定・評価する。

影響項目	評価段階		評価概要
	工事前工事中	供用時	
地盤沈下	B-	D	• 工事計画に基づき、工事の内容、工法、期間、位置、範囲、地質条件、配慮事項等を確認した上で、類似事業事例を調査し、地盤沈下の可能性について推定する。
自然環境			
生態系	C	D	• 事業対象地域及び周辺の植生や動植物の状況を、既存資料、現地調査により把握する。 • 工事計画に基づき、樹木の伐採、植栽の除去が余儀なくされる位置、範囲を予測する。
水象	B-	D	• 沿線付近の地下水の状況（地下水層の有無、水位、水質等）について、既往調査結果や現地調査（既存井戸を利用を想定）により把握する。 • 工事計画に基づき、工事の内容、工法、期間、位置、範囲、地質条件、配慮事項等を確認した上で、類似事業事例を調査し、地下水挙動への影響の可能性について推定する。
地形、地質	B-	D	• 既往の地質調査結果等をレビューし、地質の状況を把握する。 • 工事計画に基づき、掘削の規模、内容等を把握し、地質の状況と併せて影響を推定する。
社会環境			
非自発的住民移転	A-	D	• 対象地域の衛星画像により、被影響戸数、世帯数等を予測する。 • 被影響住民の生活・生計水準を社会経済調査により把握し、移転による影響を予測・評価する。 • 住民協議会、フォーカスグループディスカッション、個別インタビュー調査等を通じて得られた住民意見、コメントを基に、移転による影響を予測・評価する。 • 本事業における用地取得・住民移転方針を策定し、社会経済調査結果に基づき Resettlement Action Plan（RAP）案を作成する。
貧困層／少数民族・先住民族	C	D	• 住民移転計画調査における社会経済調査結果に基づき、移転対象となる貧困層への影響を予測・評価する。
雇用や生計手段等の地域経済	C	C	• 被影響住民、事業所、露天商等の所得、生計等の状況を社会経済調査により把握し、移転による雇用や生計手段への影響を予測し、現況と比較評価する。 • 社会経済調査結果に基づき、受給権者を確認し、補償・生活再建対策を RAP 案に盛り込む。
土地利用や地域資源利用	C	C	• 車両基地及び周辺の土地利用について、土地利用計画等の既存資料の収集、現地踏査により把握する。 • 事業計画のレビュー、住民協議における意見の分析を踏まえ、土地利用の変化の影響について推定する。
水利用	B-	D	• 沿線付近の地下水利用について、既存資料や現地調査により把握する。 • 既存資料や現地調査に基づき、地下水の状況（帯水層、水位、水質等）を把握する。 • 工事計画に基づき、掘削工事の内容、工法、期間、位置、範囲、地質条件、配慮事項等を確認した上で、類似事業事例を調査し、地下水利用に対する影響の可能性について推定する。

影響項目	評価段階		評価概要
	工事前工事中	供用時	
既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	• 工事計画に基づき、予想される工事車両による交通渋滞について把握し、影響を評価する。
文化遺産	C	D	• プロジェクトサイト周辺の文化資産の有無について調査を行う。
景観	C	D	• デポサイト周辺の景観への影響について調査を行う。
ジェンダー	C	C	• ジェンダーに関連する項目を RAP 調査の中で調査する。
子どもの権利	C	C	• 子どもの権利に関連する項目を RAP 調査の中で調査する。
HIV / AIDS 等の感染症	C	D	• 類似事業例を参照し、工事作業員等の流入による HIV/AIDS 等の感染症発生の可能性について推定し、評価する。
労働環境（労働安全を含む）	B-	D	• 工事計画や事業者ヒアリング等により、工事中の安全計画の策定状況を確認する。
その他			
事故	B-	B-	• 類似事例を調査し、地下鉄における事故の可能性を予測し、評価する。
越境の影響、及び気候変動	B-	B+	• 工事計画をレビューし、温室効果ガスを発生する建設機材を確認する。 • 既往の事例をもとに、温室効果ガスの発生低減案について検討する。

出典：調査団

7.1.6　環境社会配慮調査結果

(1)　大気汚染

乾期と雨期に実施した大気分析の結果では、プロジェクトサイトの大気質はおおむね良好であった。ただし、商業地域や居住地区にける建設工事となるため、工事により発生するダストが住民や歩行者に不快感や健康被害を及ぼす可能性がある。

(2)　水質汚濁

水質分析の結果では、河川水は有機物による著しい水質汚濁が確認されたが、地下水水質はおおむね良好であった。建設工事に伴い濁水が発生し、表流水や地下水へ影響を及ぼす可能性がある。

(3)　廃棄物

トンネルの掘削工事に伴い約 440 万 m^3 の建設発生土が生ずる。建設発生土の処分方法として、既存の有料埋立場への投棄に加えて、マニラ湾の埋立工事や防災工事にける再利用の可能性が確認された。

(4)　土壌汚染

計画されている駅周辺が工場地帯あるいは廃棄物処分場だった土地利用履歴はなく、LGU のステークホルダー協議および DENR での技術協議においても土壌汚染についての情報はなかったので、表土が汚染されている可能性は低い。

(5)　騒音・振動

1)　騒音レベルの予測及び評価

工事中：

建設作業により、周辺の騒音レベルが上昇する。騒音の大部分は重機、建設機械、発電機、工事現場からの工事車両の出入りによるものである。

i 予測手法：

予測手法モデルは、「日本音響学会　建設工事騒音の予測モデル　ASJ CN-Model 2007」に示されたモデルによる。

ii 予測モデル：

予測地点における騒音レベルは、以下の式によって計算される。

$$L_A = 10 \log_{10} \Sigma 10^{L_{A,i}/10}$$

$$L_{A,i} = L_{WA,i} - 10 \log (Q/4\pi r^2) = L_{WA,i} - 20 \log r - 8$$

ここで、L_A：予測地点における複数の工種ユニットの合成騒音レベル（dB）
r：音源と予測地点までの距離（m）
Q：放射係数（半球状放射の場合：2）
$L_{A,i}$：(i) 工種ユニットの予測地点における実効騒音レベル（dB）
$L_{WA,i}$：(i) 工種ユニットの A 特性実効音響パワーレベル（dB）

iii 工種ユニットの A 特性実効音響パワーレベル：

騒音レベルが高いと想定される以下の工種ユニットを予測対象として設定した。

工種ユニット	A 特性実効音響パワーレベル
打杭工	106 dB
躯体工	105 dB
掘削工	110 dB

- 駅の建設工事：打杭工＋躯体工
- トンネル立坑工事：掘削工

iv 音源および予測地点の位置：

騒音源（建設機械）の位置は、予測地点に対する影響が最も大きくなる工事場所を想定し、工事敷地境界から 5 m（建設機械単体の最小半径）の位置に配置した。また、騒音源の高さは建設機械の駆動部の平均的な高さである 1.5 m とした。予測地点は工事敷地境界線上とし、高さは地上 1.2 m とした。

v 予測の結果：

建設工事に伴う騒音の予測結果を表 7.1.19 に示す。工事敷地境界線に防音シートなどを設置した場合、約 9dB の騒音軽減効果が期待できる。駅の建設工事現場では防音シートを使用しなくても騒音の最大許容値 90dB を若干、下回るが、トンネル立坑工事現場では防音シートを使用しないと最大許容値 85dB を満たすことができない。

表 7.1.19　建設工事に伴う騒音レベルの予測結果

工事現場	予測騒音レベル	予測騒音レベル（防音シートあり）	騒音の最大許容値1)
駅の建設工事現場	87 dB	78 dB	90 dB (Class 1)
トンネル立坑工事現場	88 dB	79 dB	85 dB (Class 2)

1): NPCC Memorandum Circular No. 002, May 12, 1980
Class 1: Work which requires pile drivers (excluding manual type), file extractors, riveting hammers or combination thereof.
Class 2: Work which requires rock drills or similar equipment like jack hammers or pavement breakers

出典：調査団

供用時：

地下鉄の走行が個体伝搬音を引き起こし、地下鉄路線上で生活している人々に影響を与える可能性がある。個体伝搬音は地下鉄トンネルからの振動が地盤や構造物などの個体を伝わって発生する騒音である。確立された予測モデルはまだない。騒音レベルは経験的に 50 dB 以下で、個体伝搬音の大部分は 1~100 Hz の低周波音である。低周波音はたとえ環境基準以下であっても、住民に精神的なストレスを引き起こす可能性がある。地下鉄走行による騒音・振動に係る苦情の大部分はこの低周波騒音の問題である。

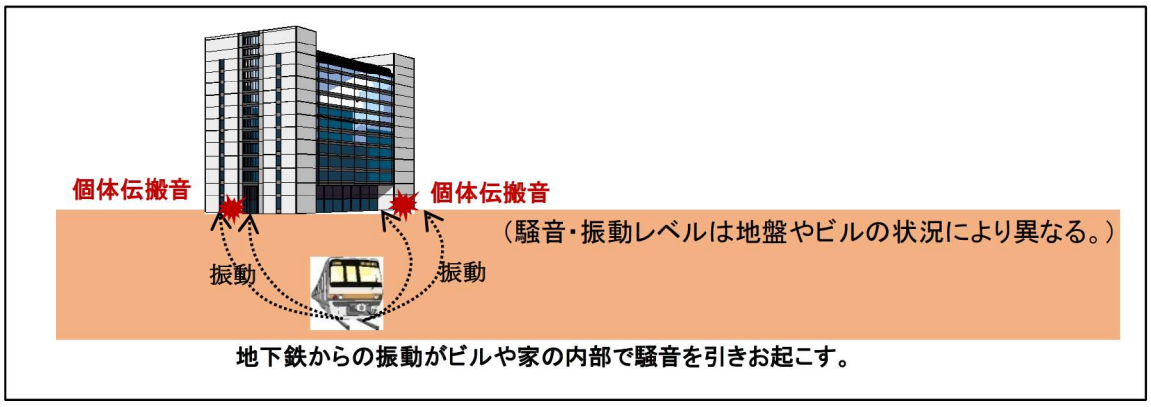


図 7.1.21　地下鉄走行に伴う個体伝搬音のイメージ

2)　振動レベルの予測及び評価

工事中：

掘削工事などの建設機械の稼働により振動が発生する。建設作業によって発生する地盤振動は、地盤中を伝搬し距離減衰するので、通常、構造物に損害を与えるようなレベルで到達することはないが、工事現場の近隣では人体に感じられるレベルとなる可能性がある。

i 予測手法：

予測手法モデルは、「国土技術政策総合研究所資料 No.714　道路環境影響評価の技術手法（平成 24 年)」に示されたモデルによる。

ii 予測モデル：

予測地点における振動レベルは、以下の式によって計算される。

$$V = 20 \log_{10} (a_w/a_0)$$

V：振動レベル（dB)

a_w：周波数補正加速度（m/s^2)

a_0：加速度基準値=10^{-5}（m/s^2)

$$V_A = 10 \log_{10} \Sigma 10^{Vr,i/10}$$

$$Vr = Vr_0 - 15 \log_{10} (r/r_0) - 8.68\ \alpha\ (r - r_0)$$

ここで、V_A：予測地点における複数の工種ユニットの合成振動レベル（dB)

$V_{r,i}$：(i) 工種ユニットの予測地点における振動レベル（dB)

V_r：予測地点における振動レベル（dB)

V_0：基準点における振動レベル（dB)

r：工種ユニットの稼働位置から予測地点までの距離（m)

r_0：工種ユニットの稼働位置から基準点までの距離（5 m)

α：内部減衰係数

iii 工種ユニットの基準点における振動レベル：

振動レベルが高いと想定される以下の工種ユニットを予測対象として設定した。

工種ユニット	基準点における振動レベル	内部減衰係数
掘削工	63 dB	0.001
埋戻工（盛土工)	63 dB	0.01

- 駅の建設工事：掘削工＋埋戻工
- トンネル立坑工事：掘削工

iv 振動源および予測地点の位置：

振動源（建設作業）の位置は、予測地点に対する影響が最も大きくなる工事場所を想定し、工事敷地境界から 5 m（建設機械単体の最小半径）の位置に配置した。予測地点は工事敷地境界線上および境界線から外側の 5 m 地点とした。

v 予測の結果：

建設工事に伴う振動の予測結果を表 7.1.20 に示す。駅の建設工事現場では境界線から 5 m 地点で住宅地の規制基準を上回るが、商業地域の基準値は満足する。トンネル立坑工事現場については境界線から 5 m 地点で住宅地の規制基準を満足する。

表 7.1.20　建設工事に伴う振動ベルの予測結果

工事現場	振動レベル（境界線上）	振動レベル（境界線から 5 m）	東京の昼間の規制基準 1）	
			住宅地	商業地域
駅の建設工事現場	66 dB	61 dB	60 dB	65 dB
トンネル立坑工事現場	63 dB	58 dB		

1）：東京都

出典：調査団

供用時：

車両の走行により振動が発生する。発生した振動は、地盤中を伝搬し距離減衰するので、通常、構造物に損害を与えるようなレベルで到達することはないが、地下鉄トンネルの近隣では人体に感じられるレベルとなる可能性がある。

i 予測手法：

予測手法モデルは、「帝都高速度交通営団」に示されたモデルによる。

ii 予測モデル：

予測地点における振動レベルは、以下の式によって計算される。

$$V = 20 \log_{10} (a_w/a_0)$$

V：振動レベル（dB）
a_w：周波数補正加速度（m/s^2）
a_0：加速度基準値=10^{-5}（m/s^2）

$$V_A = K - 20\log_{10} (X/15) - 24\log_{10} (Y/20) + 20\log_{10} (Z/40)$$

ここで、V_A：予測地点における振動レベル（dB）
K：単線シールド防振まくら木軌道の基準値（41）
X：トンネルから予測地点までの距離（m）
Y：トンネル単位長さ当たりの重量（16 t/m）
Z：列車走行速度（70 km/h）

iii 振動源および予測地点の位置：

予測地点は地下鉄トンネルからから 10m、20m、30m の地点とした。

iv 予測の結果：

車両走行に伴う振動の予測結果を表 7.1.21 に示す。住宅地直下で一般的に採用されている防振まくら木軌道では、地下鉄トンネルから 10m の地点おいて人が振動を感じ始める程度（概ね 55dB）以下であった。

表 7.1.21　計画路線の車両走行に伴う振動ベルの予測結果

予測地点	地表面振動レベル	東京の夜間の規制基準 1)	
		住宅地	商業地域
地下鉄トンネルから 10m の地点	52 dB	55 dB	60 dB
地下鉄トンネルから 20m の地点	46 dB		
地下鉄トンネルから 30m の地点	42 dB		

1)：東京都

出典：調査団

(6)　地盤沈下

ボーリング調査結果では、地下鉄トンネルが建設される地層は含水量が低い強固な岩盤もしくは軟岩質であり、厚い粘土層は確認されていないことから、地下水位の低下およびそれに伴う地盤沈下が発生する可能性は極めて低いと想定される。

(7)　生態系

プロジェクトサイトは市街化された地域であり、プロジェクトサイトおよびその周辺に生物多様性上重要となる天然林や湿地のような地帯は存在しない。しかしながら、Smooth narra を始めとする絶滅危惧種が並木や庭木として一般的に植えられている。

(8)　水象

ボーリング調査によると、北部区間（Mindanao Ave ～ Anonas section）の地下水位は GL -2.0m ～-24.3m（平均 G.W.L=8.6m）で、水位は比較的高かった。中央区間（Temple drive ～ Bonifacio Global City station）の地下水位は GL -3.00m～25.00m（平均 G.W.L= 16.85m）で、水位は一般的な高さであった。南部区間（Cayetano Blvd station ~ FTI station section）の地下水位は GL -15.5m ～21.0m（平均 G.W.L=18.3m）で、水位は一般的な高さであった。

(9)　地形、地質

ボーリング調査によると、地下鉄トンネルが建設される地層は含水量が低い強固な岩盤もしくは軟岩質であり、水が流れやすい破砕帯は確認されなかった。

(10) 非自発的住民移転

スコーピング段階では建設工事ヤードとして一時的に道路を使用する予定であった。しかしながら、車両交通に大混乱を引き起こす可能性が予測されたため、車両基地や地下駅関連施設ための用地に加えて、建設工事ヤードの用地確保も必要になった。それに伴い住民移転数が増加する。

(11) 貧困層／少数民族・先住民族

被影響住民の中に社会的弱者世帯が含まれている。MMSP の事業エリアには、先住民族はいない。

(12) 雇用や生計手段等の地域経済

地下鉄建設はマニラ首都圏の増え続ける車両交通に対応したもので、供用後に既存の交通機関（バス、ジプニー等）の関係者の雇用に負の影響をあたる可能性はないと想定される。

(13) 土地利用や地域資源利用

プロジェクトサイトの土地利用は商業地域や住宅地域、工業地域で、まとまった農地や自然植生が残されている地域は存在しない。

(14) 水利用

マニラ首都圏では、National Water Resources Board により地下水の使用が禁止されており、登録されている深井戸は封印されている。

(15) 既存の社会インフラや社会サービス

プロジェクトサイトには上下水道管や電線、電話線、ガス管などのユーティリティ施設が埋設されている。マニラ首都圏は慢性的な交通渋滞や公共バスや MRT 車内の混雑の問題を抱えている。

(16) 文化遺産

Bonifacio Global City 駅の東側に Fort Bonifacio War Memorial Tunnel の存在が確認された。それ以外、事業実施区域周辺には文化遺産は確認されていない。

(17) 景観

プロジェクトサイトおよびその周辺に景観保護区などはない。

(18) ジェンダー

既設の MRT 線では痴漢対策として女性専用車両が設けられている。

(19) 子どもの権利

フィリピン政府は「児童に対する虐待、搾取、及び差別に関する児童特別保護法」（フィリピン共和国法第 7610 号）1992 年に制定している。

(20) HIV / AIDS 等の感染症

マニラ首都圏には多くの娯楽施設や風俗産業が存在している。

(21) 労働環境（労働安全を含む）

フィリピンの労働環境に係る基本法は「The Labor Code of the Philippines (Presidential Decree No. 442)」である。この法律は雇用条件、健康安全、社会福祉、労使関係に関する規則を規定している。

(22) 事故

主要な掘削工法として、水理・地盤条件に左右されず、陥没事故のリスクの少ないシールド工法が採用された。

(23) 越境の影響、及び気候変動

1) 地下鉄建設による CO_2 発生量の試算

地下鉄建設により発生する CO_2 の排出量について推計した。推計に必要な原単位は「都市鉄道整備に伴う CO_2 削減効果に関する委託調査 2008 （社団法人海外鉄道技術協力協会」」を参考とした。推定された排出量は 655,000 t で、この値はフィリピン国の 2014 年の燃料燃焼による CO_2 排出量 95,700,000 t（運輸セクター26,600,000 t）[1]の 0.7%（2.5%）に相当する。

表 7.1.22　地下鉄建設により発生する CO_2 の排出量

項目	原単位	単位	数量	排出量（t-CO_2）
1. 建設工事				
1.1 路線（駅部分 210x13=2,730m は駅の建設に含まれる）				
開削トンネル	16,400	t-CO_2/km	1.98	32,472
シールドトンネル	8,840	t-CO_2/km	21.99	194,392
1.2 スラブ軌道	322	t-CO_2/km	26.7	8,597
1.3 地下駅	31,100	t-CO_2/個所	13	404,300
1.4 車両基地	6,130	t-CO_2/個所	1	6,130
2. 車両製造	62	t-CO_2/両	152	9,363
			合計	655,254

出典：調査団

[1] *CO_2 Emissions from Fuel Combustion Highlights 2016 by International Energy Agency*

2)　CO_2削減効果

地下鉄導入による CO_2 の削減効果について推計した。削減量の推計は「JICA 気候変動対策支援ツール／緩和策の「3 鉄道等・旅客（モーダルシフト)」を参考とした。推計に必要なデータは以下の通り設定した。

設定年	2025	2035	2045
地下鉄の設定年における乗客数（人/年）	133,225,000	355,145,000	452,600,000
地下鉄の設定年における平均乗車距離（km）	9.6	11.8	12.1
プロジェクトが無かった場合の設定年における交通機関の分担率（%）			
バス	16.4	16	16.0.0
バイク	14.8	15.6	15.6
乗用車	37.9	38.8	38.8
ジプニー	30.9	29.6	29.6
各交通機関の人キロあたりの CO 2 排出係数（t-CO_2/人 km）			
バス	0.000025	0.000025	0.000025
バイク	0.00005	0.00005	0.00005
乗用車	0.0001025	0.0001025	0.0001025
ジプニー	0.00005	0.00005	0.00005
地下鉄の走行に伴う設定年における年間電力消費量（MWh/年）	69,695	186,548	240,290
系統電力の全電源平均 CO_2 排出係数[2]（t -CO_2/MWh）	0.6032	0.6032	0.6032
地下鉄の走行に伴う設定年における燃料の消費量（t/年）	0	0	0

表 7.1.23　地下鉄導入による CO_2 の削減量

年	2025年	2035年	2045年
CO_2削減量　（CO_2 ton/年）	49,040	184,154	242,415

出典：調査団

7.1.7　影響評価

調査結果に基づいた影響評価をスコーピング結果と合わせて表 7.1.24 に示す。最終的に「A-」、「B-」と評価された項目については、緩和策の検討、環境管理計画・モニタリング計画の策定を行う。

[2] *National Grid Emission Factor (NGEF) by Department of Energy*

表 7.1.24　スコーピングおよび調査結果

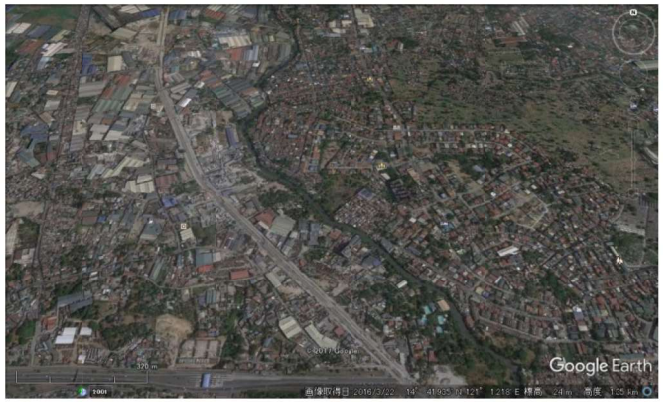
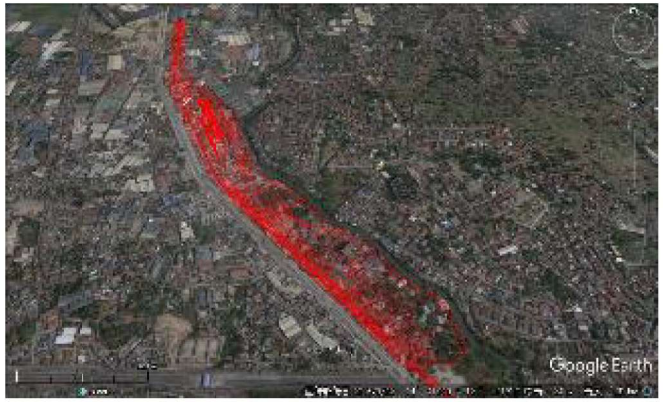
影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
公害・汚染対策					
大気汚染	A-	B+	A-	B+	工事中： • 建設工事に伴うダストや建設機械や工事車両の稼働による排気ガスが発生し、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 • 風速 6 m/sec 以上になるとダストの拡散が始まるといわれている。 供用時： • 事業は、軌道系交通への転換により、自動車からの大気汚染物質の排出量を減少させることが期待される。
水質汚濁	A-	B-	A-	B-	工事中： • 開削工事およびシールド工事の掘削に伴い濁水が発生し、表流水や地下水へ影響を及ぼす可能性がある。 • 不適切な薬品注入工法を実施した場合、地下水を汚染する可能性がある。 供用時： • 駅舎、商業施設（エキナカ）からの未処理排水がある場合、地表水を汚濁する可能性がある。
廃棄物	A-	B-	A-	B-	工事中： • 地下掘削に伴い建設発生土が約 440 万 m^3、発生する。 • 用地確保のため既存の構造物の解体に伴いガレキが発生する。 • 一般的な建設廃棄物に加えて、使用済みのシールド機や工事事務所からゴミが発生する。 供用時： • 駅舎、商業施設（エキナカ）からの廃棄物が不適切に処分されれば、周辺環境を悪化させる可能性がある。
土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中： • 建設機械からのオイル漏れ、車両の洗浄等により土壌汚染が発生する可能性がある。 • 不適切な薬品注入工法を実施した場合、土壌を汚染する可能性がある。 • 計画されている駅周辺が工場地帯あるいは廃棄物処分場だった土地利用履歴はなく、LGU のステークホルダー協議および DENR での技術協議においても土壌汚染についての情報はなかったので、表土が汚染されている可能性は低い。結果として掘削工事に伴う表土の拡散より汚染土壌が発生する可能性はない。 供用時： • 地下鉄の運行によって土壌汚染が発生する可能性はない。

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
騒音・振動	A-	A-	A-	B-	工事中： • 建設機械・車両の稼働により、一時的ではあるが騒音・振動が発生する。住宅地では、住民へのより大きな影響が想定される。 • 予測される工事敷地境界上における騒音レベルは、最大許容限度を上回る可能性がある。 • 予測される振動レベルは、工事敷地境界上において規制基準を上回る可能性がある。ただし、境界線から 5 m 離れると規制基準を満足すると予想される。 供用時： • 地下鉄の運行に伴い、沿線地上部において振動の影響が発生する可能性がある。また、地下鉄の走行による振動がが低周波音を引き起こし、地下鉄路線上で生活している人々の生活に影響を与える可能性がある。 • 予測される振動レベルは、地下鉄トンネルから 10m の地点で人が振動を感じ始める程度以下であった。 • ただし、振動の伝搬は地質構造や建物の基礎によって影響を受けるため、実際の振動レベルが予測結果通りにならないことがある。また、低周波音の発生メカニズムは複雑で正確なレベルを予想することはできない。そのため、今後の更なる調査およびモニタリングが必要である。
地盤沈下	B-	D	B-	D	工事中： • 掘削工事において、シールド先端部の崩壊やトンネル坑内への地下水の流入による地下水位の低下により、地盤沈下や地面の陥没を誘発する可能性がある。 供用時： • ボーリング調査結果では、地下鉄トンネルが建設される地層は含水量が低い強固な岩盤もしくは軟岩質であり、水が流れやすい破砕帯や粘土層は確認されていないことから、地下水位の低下およびそれに伴う地盤沈下が発生する可能性は極めて低いと想定される。 • 地下鉄の運行およびトンネルの存在による地下水の流況や地盤に影響を与えることはなく、地盤沈下を誘発することはない。
悪臭	D	D	D	D	工事中・供用時： • 悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
底質	D	D	D	D	工事中・供用時： • 底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境					
保護区	D	D	D	D	工事中： • 最も近いケソン・メモリアル国立公園（ニノイアキノ公園・野生動物センター）は計画路線から 400m 以上、離れており、本事業の工事が直接影響を及ぼすことはない。 供用時： • 地下鉄の運行により保護区に影響を及ぼすことはない。

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
生態系	C	D	B−	D	工事中： ● 計画路線は全て地下に建設され、まとまった量の木や植生が除去されるのはデポ地区のみである。現在のデポ地区予定地は工業、商業および住宅地で、自然植生は残されておらず、生態系への影響は極めて限定的である。 ● East Avenue 駅の建設ヤード予定地には並木に加えて道路沿いにある病院の敷地内に大きく育った樹木があり、これらの樹木が伐採される。 ● Valenzuela のデポ予定地では何本かの絶滅危惧種の樹木が伐採される。 供用時： ● 地下鉄の運行による生態系への影響は想定されない。
水象	B−	D	B−	D	工事中： ● 掘削工事においてトンネル坑内への地下水の流入による地下水位の低下により、地下水の挙動に影響を及ぼす可能性がある。 供用時： ● ボーリング調査結果では、地下鉄トンネルが建設される地層は含水量が低い強固な岩盤もしくは軟岩質であり、水が流れやすい破砕帯や粘土層は確認されていないことから、地下水位が低下する可能性は極めて低いと想定される。 ● 対象路線は地下水の流動性が比較的高い沖積平野部に位置している。地中にトンネルが建設されたとしても、地下水はトンネルの周囲を回りこんで流れるものと予想され、深刻な地下水の流動障害は発生しないと想定される。 ● 結果として、地下水も含めて水象へ深刻な影響はないと想定される。ただし、マニラで初の地下鉄プロジェクトであるので、地質構造や地下水の流動について今後の更なる調査および供用時の地下水位のモニタリングが必要である。
地形、地質	B−	D	B−	D	工事中： ● 計画路線は全て地下に建設され、地上部分の地形が改変されるのはデポ地区のみであり、その影響は軽微であると想定される。 ● トンネル工事に伴い建設発生土が大量に発生するので、その処分場所の地形が改変する。 供用時： ● 地下鉄の運行により、地形、地質に影響が及ぶことはない。
社会環境					
非自発的住民移転	A−	D	A−	D	工事中： ● 建設工事に必要な用地、地下駅への出入り口や換気施設たための用地、車両基地のため用地を確保するため、住民移転が発生する。少なくとも 1,000 の家屋やビルなどの建築物の撤去が必要になる。 供用時： ● 供用時に住民移転が発生することはない。

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
貧困層／少数民族・先住民族	C	D	B-	D	工事中： • 移転住民に社会的弱者が確認されているので、適正な移転補償が行われない場合、貧困層の生活再建が困難になる可能性がある。 供用時： • 供用時に貧困層等に直接的に影響を及ぼすことはない。
雇用や生計手段等の地域経済	C	C	B±	B+	工事前： • 用地取得や住民移転は被影響住民の生計手段を脅かす可能性がある。 工事中： • 建設工事は周辺住民に単純労働者としての労働機会を提供する。 供用時： • 地下鉄の供用により、沿線およびマニラ首都圏の交通渋滞に伴う経済損失を減少させることができる。 • 地下鉄の供用はマニラ首都圏の増え続ける車両交通に対応したもので、交通渋滞を緩和さる効果もあるため、供用後に既存の交通機関（バス、ジプニー等）に負の影響を及ぼす可能性はないと想定される。
土地利用や地域資源利用	C	C	B-	B+	工事前： • 用地取得に伴い住宅地や商業地が駅関連用地や車両基地に代わる。 供用時： • 地下鉄駅周辺の公共交通指向型開発（TOD：Transit Oriented Development）により土地や地域資源がより有効に利用されるようになる。
水利用	B-	D	D	D	工事中： • 周辺の地下水はNational Water Resources Boardにより使用が禁止されており、登録されている深井戸は封印されているため、地下工事が地下水利用に影響を及ぼす可能性はないと想定される。 供用時： • 建設工事及び供用時（駅舎トイレ、エキナカ事業等）において水を使用するものの、地域の水利用に影響を与えることはない。
既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	A-	D	工事前： • 上下水道管や電線、電話線、ガス管などのユーティリティ施設の移設・保護が必要になる。 工事中： • マニラの中心業務地区における建設工事となるため、日常的な渋滞がさらに悪化すると想定される。 供用時： • 本事業が既存の社会インフラや社会サービスに影響を及ぼすことはない。

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	工事中： • 本事業は LGU やバランガイと調整を図りながら実施されることから、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に負の影響を与えることはない。 供用後： • 本事業の実施により、社会関係資本や地域の社会組織に影響を与えることはない。
被害と便益の偏在／地域内の利害対立	D	D	D	D	工事中・供用時： • 開発が進んだマニラ都市部の事業であり土地、インフラ等の地域資源は既に住民に所有あるいは供給されており、プロジェクトの実施により周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはない。
文化遺産	C	D	D	D	工事中・供用時： • Bonifacio Global City 駅の東側に Fort Bonifacio War Memorial Tunnel があるが、駅から 200 m 以上離れており、直接的な影響はない。それ以外、事業実施区域周辺には文化遺産は確認されていない。  Fort Bonifacio War Memorial Tunnel の位置　　ベースイメージ：Google Earth

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
景観	D	C	D	D	工事中： • 本事業は地下工事が主体であり、事業対象地の景観に影響を与える可能性はない。 供用時： • 路線および駅は地下に建設されるため、地域景観に影響を与える可能性はない。 • デポの建設については、新たに巨大な人工構造物が出現し、景観は変化するが、デポ予定地は商業または工業地帯にあり、特別な景観保全対策は必要ない。  デポ建設予定地 ベースイメージ：Google Earth  デポのレイアウトイメージ ベースイメージ：Google Earth

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
ジェンダー	C	C	D	B-	工事中： • ジェンダーに対して特別に配慮すべき影響は発生しないと想定される。 供用時： • 車内で痴漢などの女性に対する迷惑行為が発生する可能性がある。
子どもの権利	C	C	D	D	工事中： • マニラの中心部での工事であると共に国際的なコンサルタントにより施工監理が実施されるので、違法な児童労働が発生する可能性はない。 供用時： • 地下鉄の運行が子どもの権利に影響を及ぼすことはない。
HIV / AIDS 等の感染症	C	D	D	D	工事中： • 既に多くの娯楽施設が存在しているマニラ首都圏での建設工事であり、本プロジェクトの建設作業員よって新たに感染症が拡大する可能性はないと想定される。 供用時： • 地下鉄の供用により、感染症が拡大する可能性はない。
労働環境（労働安全を含む）	B-	D	B-	D	工事中： • 建設工事に伴うダストや排気ガスが労働者の健康を脅かす恐れがある。 • 労働者や工事事務所等からの廃棄物により工事現場周辺の衛生状態が悪化する恐れがある。 • 高所での作業が含まれるので、転落事故が発生する危険性がある。 供用時： • 配慮すべき労働環境への影響は発生しないと想定される。
その他					
事故	B-	B-	B-	B-	工事中: • 建設工事おいて労働災害が発生する危険性がある。 • 建設工事現場のまわりで交通事故が起こる恐れがある。 供用時： • マニラは台風や地震などの自然災害は発生する地帯なので、自然災害による鉄道事故が発生する可能性がある。 • テロによる地下鉄事故が発生する可能性がある。
越境の影響、及び気候変動	B-	B+	B-	B+	工事中： • 建設工事により温室効果ガスの発生が発生する。建設工事に伴う CO_2 発生量は 66 万トンと試算された。 供用時： • 本事業は、軌道系交通への転換により、自動車からの大気汚染物質・温室効果ガスの排出量を減少させることが期待される。CO_2 の削減効果は 2025 年で約 4.2 万トン CO_2／年、2035 年で約 16.6 万トン CO_2／年と試算された。

出典：調査団

7.1.8　緩和策及び緩和策実施のための費用

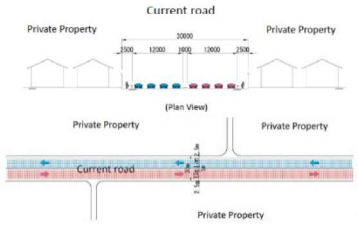
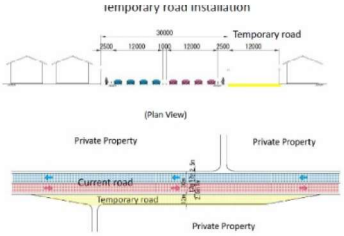
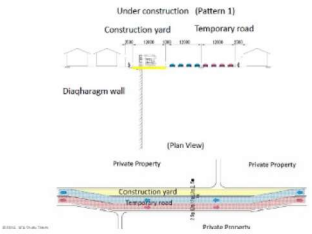
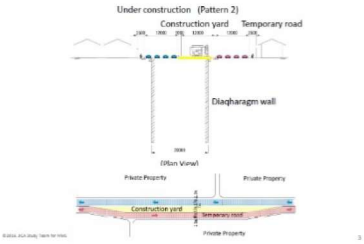
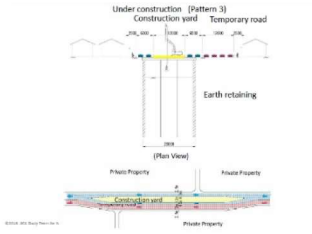
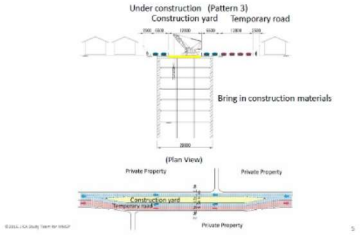
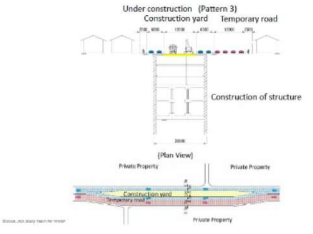
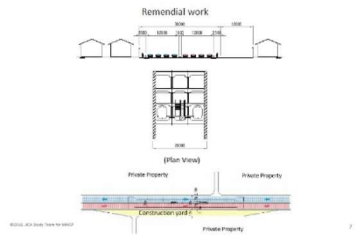
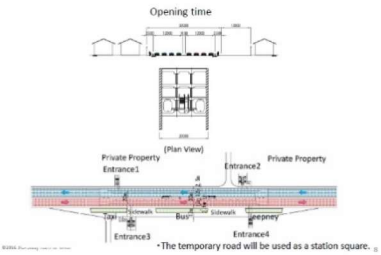
影響評価を行った結果、負の環境社会影響が想定された各影響項目に係る緩和策とその概算費用を表 7.1.25 に示す。

表 7.1.25　緩和策と概算費用

影響項目	緩和策	概算費用 (US$)
大気汚染	工事中： • 施工業者は飛散防止のための定期的な散水やシートの使用などのダスト対策を準備し、実践する。 • 施工業者は建設機械の稼動状態を良好に保つと共に、可能な限り電動機器を使用し、排気ガスの発生量を減少させることに努める。 • 施工業者は道路の表面などの工事現場をきれいな状態に保ち、また、輸送トラックの走行速度を制限して、ダストの発生量を減少させる。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは事前に工事計画を周辺住民に説明する。 • 施工監理コンサルタントはダストや排気ガスの状態、住民からの意見をモニタリングし、問題があるようなら、施工業者と共に工事方法の見直しを行う。	工事費に含まれる。
水質汚濁	工事中： • 施工監理コンサルタントは事前に適切な排水計画を検討する。 • 掘削に伴う濁水は排水処理施設で処理したのち、放流する。 • 薬品注入工法を採用する場合は、十分な地下水質の監視体制下において、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」などの適切なガイドラインに従って施工を行う。 • 地下水質の監視体制を十分に整える。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは工事現場内の排水の水質をモニタリングし、問題があるようなら、工事方法や排水処理方法の見直しを行う。 供用時： • 駅舎、商業施設（エキナカ）の管理者は適切な汚水処理システムを設置する。 • 駅舎、商業施設（エキナカ）の管理者は汚水処理システムの維持管理を適切に行う。	簡易水質分析器： 4,000 それ以外は工事費や維持管理費に含まれる。
廃棄物	工事中： • 詳細設計コンサルタントはデポの盛度に利用するなどの再利用計画を含む適切な建設発生土処理計画を策定する。 • 施工監理コンサルタントは建設発生土のマニラ湾の埋立工事など他の建設工事での再利用を図るため、Philippine Reclamation Authority などの関係機関と積極的な情報交換を行う。 • 建設発生土が自然由来の重金属を含んでいる可能性があるので、施工監理コンサルタントは建設発生土中の重金属濃度を定期的に測定し、著しく高い濃度が確認された場合は処理方法の再検討を行う。 • 建設発生土の処分候補地は以下の通り。 1. DENR の Mines and Geosciences Bureau に紹介された土捨て場 マニラの北にある Bulacan 州の Bulacan provincial disaster risk reduction and management office で建設残土を受け入れている。残土の移動には地元 LGU の許可が必要になる。受け入れ費用は 12,000 Php/トラック（15-18 m^3）。 2. Metro Clark Landfill マニラから約 50km 北にある既存の埋立場、受け入れ費用は Php 32,000/トラック（15-18 m^3）。 • 施工業者は構造物の解体に伴うガレキを含む建設廃棄物処理計画を策定し、実施する。 • 施工業者は工事現場内に簡易トイレやゴミ捨て場を用意する。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは固形廃棄物の分別回収を行う。 • 施工監理コンサルタントは廃棄物処理状況をモニタリングし、問題があるようなら、施工業者と共に処理方法の見直しを行う。 供用時： • 駅舎、商業施設（エキナカ）の管理者は廃棄物処理計画を策定し、実施する。	処分費： 工事費や維持管理費に含まれる。 重金属の溶出試験費用： 12,500

影響項目	緩和策	概算費用 (US$)
土壌汚染	工事中： • 施工業者はオイルや燃料漏れがないように建設機械を良好な状態に保つ。 • 施工業者は燃料やオイルを適切に保管する。 • 薬品注入工法を採用する場合は、適切な方法で使用する。	工事費に含まれる。
騒音・振動	工事中： • ・駅間の掘削工事には振動の少ないシールド工法を採用する。  シールド工法 • 施工業者は、住宅地において長期間にわたって複数の建設機械の稼動が集中しないように、施工計画を検討する。 • 施工業者は高い騒音レベルが予想される工事では防音シートを設置する。 • 施工業者は建設機械の状態を良好に保ち、異常な騒音を防ぐ。 • 住宅地では夜間工事を禁止する。 • 施工業者は可能か限り低騒音の機械を導入する。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは事前に工事計画を周辺住民に説明する。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは工事現場周辺の騒音・振動レベルおよび住民からの意見をモニタリングし、騒音・振動問題があるようなら、工事方法の見直しを行う。 供用時： • 路線線形を決定する段階で、静寂な環境が要求される地区を迂回する。 • 騒音・振動が問題となる住宅地の下を通過る場合はより深部に地下鉄トンネルを配置する。 • 騒音・振動が問題となる区間では防振まくらぎ、ロングレールなどの騒音、振動レベルを軽減させる設備を導入する。  防振まくらぎ • O&M 事業体は沿線の騒音、振動レベルおよび住民からの意見をモニタリングし、騒音・振動問題があるようなら必要な対策を講じる。 • 地下鉄事業者はレールの適切な維持管理を行い、振動の発生を緩和する。	簡易騒音計：500 簡易振動計：2000 それ以外は工事費や維持管理費に含まれる。
地盤沈下	工事中： • 詳細設計段階でより詳細な地質調査を実施し、調査結果に基づいて適切な施工方法を検討する。 • 工事期間中にトンネル内で濾水が確認された場合には、施工業者および施工監理コンサルタントは適切な漏水対策を講じる。 • 工事期間中、施工監理コンサルタントは周辺の地盤の変化をモニタリングし、異常が確認された場合には、施工業者および施工監理コンサルタントは直ちに必要な対策を講じる。	工事費に含まれる。

影響項目	緩和策	概算費用 (US$)
生態系	工事中： • 植生の消失は最小限かつ工事現場内に限定して行う。 • 可能であれば、絶命危惧種の樹木は指定された場所に移植する。 • Narra tree（*Pterocarpus Indicus*）（ナラ：マメ科シタン属の広葉樹、フィリピンの国樹で別名インド紫檀）の伐採については、DENR Administrative Order 58 series of 1993 (Regulations Governing the Extraction, Assessment, Processing and Transport of Narra Resources)に従い、1本に対し10本の補償植樹を行う。 • 失われた樹木や植生に対して補償植樹を行う。樹木1本に対し、Bulacan州のNorzagaray にある Angat Watershed Forest Reserve (557.09 km²) 等の保護区内などに10本の植樹を行うことをDENRは規定している。	補償植樹費：10,000 それ以外は工事費に含まれる。
水象	工事中： • 詳細設計段階でより詳細な地質および地下水位の調査を実施し、調査結果に基づいて適切な施工方法を検討する。 • 工事期間中にトンネル内で濾水が確認された場合には、施工業者および施工監理コンサルタントは適切な漏水対策を講じる。 • 工事期間中、施工監理コンサルタントは工事現場周辺の地下水位をモニタリングし、異常が確認された場合には、施工業者および施工監理コンサルタントは直ちに原因を追究し、必要な対策を講じる。	工事費に含まれる。
地形、地質	工事中： • 建設発生土の処分場所が降雨によって流されないように、処分場の管理者は土留め工事や排水工事を行う。	工事費に含まれる。
非自発的住民移転	工事前： • 地下鉄事業者は適切な住民移転計画および用地取得計画を作成し、厳密に実施する。	7.2.12 参照
貧困層／少数民族・先住民族	工事前： • 地下鉄事業者は適切な住民移転計画および用地取得計画を作成し、厳密に実施する。	7.2.12 参照
雇用や生計手段等の地域経済	工事前： • 地下鉄事業者は適切な住民移転計画および用地取得計画を作成し、厳密に実施する。 工事中： • 工事の単純労働者として地元の住民を雇う場合、施工業者は公平な雇用を行う。	住民移転、用地取得費：7.2.12 参照 それ以外は工事費に含まれる。
土地利用や地域資源利用	工事前： • 地下鉄事業者は適切な住民移転計画および用地取得計画を作成し、厳密に実施する。	7.2.12 参照

影響項目	緩和策	概算費用 (US$)
既存の社会インフラや社会サービス	工事前： • 施工業者および施工監理コンサルタントは電信柱や水道管、光ケーブルなどの既存インフラ施設の所有者と協議を行い、移設や保護計画を策定し、工事開始前に実施する。 工事中： • 工事期間中も既存の道路車線数を維持するため、道路わきの土地を取得し、一時的な工事用地とする。工事終了後、工事用地は TOD 地として有効利用する。施工手順は以下の通り。  Step 1  Step 2  Step 3  Step 4  Step 5  Step 6  Step 7  Step 8  Step 9	工事費に含まれる。

影響項目	緩和策	概算費用 (US$)
ジェンダー	供用時： • 既設の MRT 線と同じように女性専用車両を設置する。  MRT3 号線の女性専用車両を示す案内板	工事費に含まれる。
労働環境（労働安全を含む）	工事中： • 雇用者はフィリピンの労働法を厳守する。 • 施工監理コンサルタントおよび施工業者は事前に建設工事健康安全管理計画（Occupational Health and Safety Management Plan）を DOTr に提出する。施工業者はこの計画の中の事故防止対策を厳密に実践する。 • 施工業者は定期的な散水などのダスト対策を準備し、実践する。 • 施工業者は工事現場内に簡易トイレやゴミ捨て場を用意する。	工事費に含まれる。
事故	工事中： • 施工監理コンサルタントおよび施工業者は事故防止対策を事前に作成し、実践する。 • 施工業者は工事現場周辺の交通事故を防止するため、交通整理や案内板の設置を行う。 供用時： • 詳細設計コンサルタントは自然災害を考慮した施設設計を行う。 • 地下鉄事業者は定期的に避難区連を実施する。 • 既設の LMT 線と同じようにセキュリティチェック所を設置する。	工事費に含まれる。
越境の影響、及び気候変動	工事中： • 施工業者は建設機械の稼動状態を良好に保ち燃費を高めると共に、可能な限り電動機器を使用して CO_2 の発生量を減少させることに努める。 • 施工業者および施工監理コンサルタントは CO_2 削減効果が認められた工法や資機材を積極的に採用する。	工事費に含まれる。

出典：調査団

7.1.9　モニタリング計画

モニタリング体制および供用時を含めたモニタリング計画および環境モニタリングフォーム（案）を以下に示す。各関連機関の役割や責任範囲は以下の通り。

1.　運輸省（DOTr）

運輸省は行政機関として MMSP に係る政策や計画の策定、他機関との調整、事業の実施を行う管理主体である。また、安全で、効率の良い運輸交通ネットワークを構築、推進、開発する政府内の責任機関でもある。MMSP においては、新たな部署または傘下の鉄道部門の一部所をプロジェクト管理事務所（Project Management Office：PMO）として設立する。

2.　プロジェクト管理事務所（Project Management Office：PMO）

PMO は DOTr から指定された機関で、環境管理計画や環境モニタリング計画を含む環境適合認証書（Environmental Compliance Certificate ：ECC）で要求されている事項の順守に責任を負う。また、PMO は契約に基づいて定められた実施事項、調整業務、施工監理およびモニタリング作業について責任を有する。具体的な責任範囲は以下の項目を含む。

- 適切な入札の実施および環境管理計画や ECC に基づいた入札図書の環境保護条項の準備
- 入札者との環境保護条項に係る入札価格の協議
- 請負予定者の契約図書が ECC の要求を満たしているかの確認
- 承認された環境管理計画や住民移転計画、ECC の中に技術的に介入する全ての項目が詳細設計の TOR に含まれているかの確認

PMO は環境管理計画の請負業者と共に以下の機関と調整および協力する必要がある。

- DENR EMB Central Office
- DENR Forest Management Bureau and Biodiversity Management Bureau (for flora and fauna)
- Department of Public Works and Highways (DPWH)
- 第三者のモニタリング機関・会社
- Valenzuela City, Quezon City, Makati City, Taguig City, Pasig City and Paranaque City の LGU

3. O&M 事業体 (Operation and Maintenance Body)

O&M 事業体は DOTr から指定された機関で、環境管理計画も含めた地下鉄事業運営の全般について責任を負う。

施工監理コンサルタントは工事期間中の各環境モニタリング項目について体制を確立し、実施および監督する責任を負う。モニタリング計画は詳細設計段階で見直され、最終的に決定される。

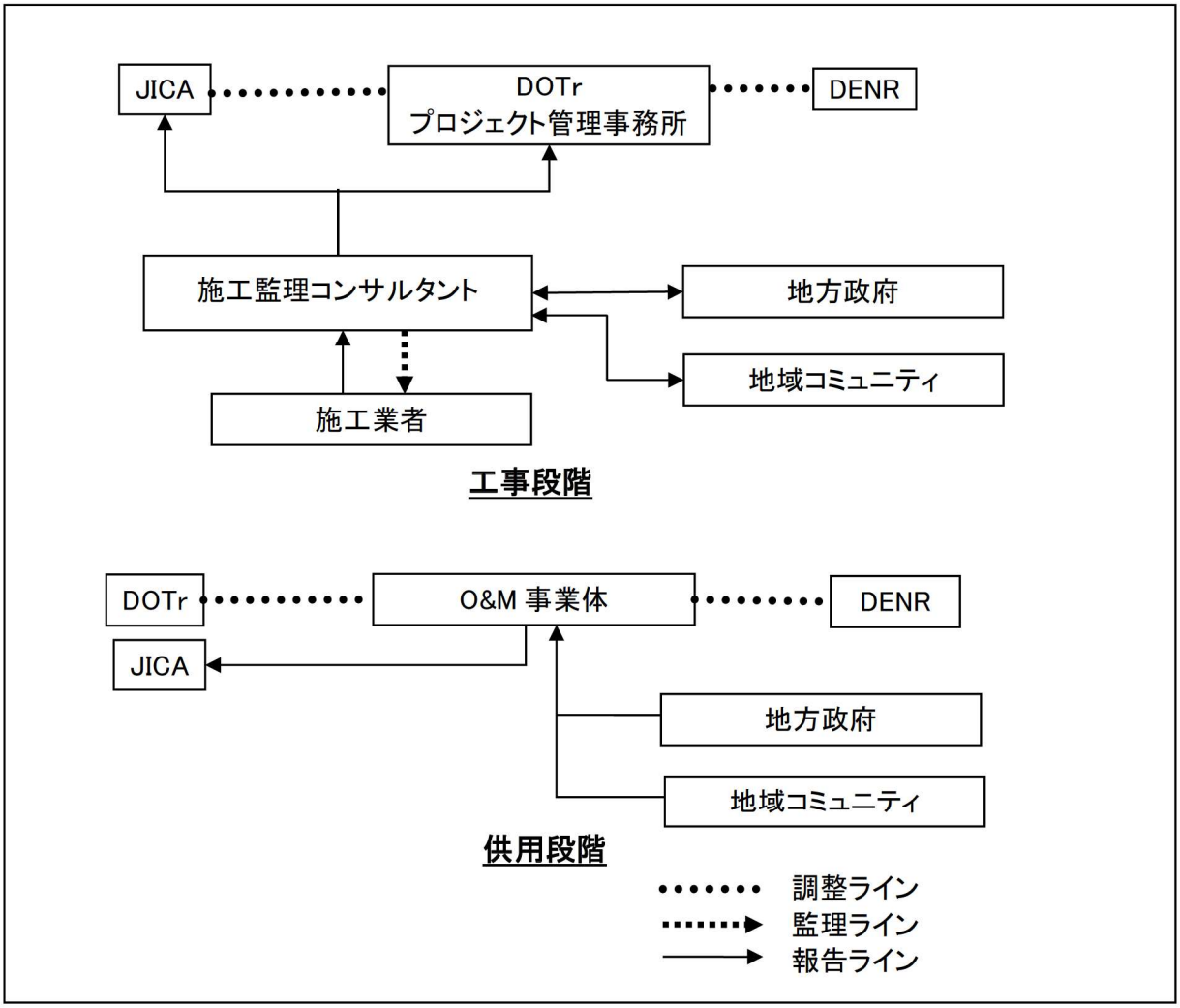


図 7.1.22　モニタリング体制

また、DAO No. 2003-30 (Regulation for Philippines Environmental Impact System) に準じて、多分割モニタリングチーム (Multi-Partite Monitoring Team：MMT) が ECC の発行後に組織される。MMT は ECC に示された条件や環境管理計画、その他の関連政策がプロジェクトで順守されているかをモニタリングする役割を有する。更に、プロジェクトの環境社会影響や苦情に係る情報収集も行う。MMT は関連団体の代表者によって構成される。想定されるメンバー構成は以下の通り。

- 以下の MMSP 路線沿線の LGU の代表
  - Valenzuela
  - Quezon City
  - Pasig City
  - Makati City
  - Taguig City
  - Paranaque City
- LGU に認可された特に環境管理を行う NGO や研究機関の代表者
- 女性や高齢者など社会的弱者のコミュニティからの代表者

- 以下の関連政府機関

  Department of Public Works and Highways

  Metro Manila Development Authority

表 7.1.26　モニタリング計画

分類	影響項目	モニタリング項目	実施者／組織	場　所	方　法	頻　度
公害・汚染対策	大気汚染	**建設中：** - ダスト - 総浮遊物質（TSP）	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認および歩行者への聞取り調査 サンプリングおよび機器分析	目視：毎日 聞取り調査：毎月または必要に応じて 3カ月ごとに1回
	水質汚濁	**建設中：** - 濁度、pH、養鱒酸素 - 濁水	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	簡易水質分析器を用いた分析 目視による確認	水質分析：毎週または必要に応じて 目視：毎日
		供用時： - 排水状況	O&M 事業体	駅および関連施設	目視による確認及び報告書	毎週または必要に応じて
	廃棄物	**建設中：** - 建設発生土、建設廃棄物および一般ごみの処理方法 - 建設発生土中の重金属：カドミウム（Cd）、六価クロム（Cr（VI））、水銀（Hg）、セレン（Se）、鉛（Pb）、ひ素（As）、ふっ素（F）、ほう素（B）	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場および処分場	報告書、目視による確認および施工業者との打合せ 溶出試験	報告書・打合せ：毎月または必要に応じて 目視：毎日 トンネル工事1kmにつき5サンプル
		供用時： - 廃棄物処理状況	O&M 事業体	駅および関連施設	目視による確認および報告書	毎週または必要に応じて
	土壌汚染	**建設中：** - 建設機械、オイルと燃料の保管および薬品注入工法の状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場	報告書、目視による確認および施工業者との打合せ	報告書・打合せ：毎月または必要に応じて 目視：毎日
	騒音・振動	**建設中：** - 騒音 - 振動	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	住民や歩行者への聞取り調査 簡易騒音計を用いた測定	聞取り調査：毎月または必要に応じて 測定機器測定：毎週または必要に応じて
		供用時： - 騒音 - 振動	O&M 事業体	地下鉄トンネル上部の地面	住民や歩行者への聞取り調査 簡易騒音計を用いた測定	聞取り調査：工事終了後から5年間、年2回、計10回実施 測定機器測定：毎年または必要に応じて
	地盤沈下	**建設中：** - 地盤の変化	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	水準測量 目視による確認	水準測量：毎月または必要に応じて 目視：毎日

分類	影響項目	モニタリング項目	実施者／組織	場　所	方　法	頻　度
自然環境	生態系	**建設中：** － 植生の消失状況 － 補償植樹、移植状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣 補償植樹および移植先	目視による確認および施工業者との打合せ	毎日
	水象	**建設中：** － 漏水 － 地下水位	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認 地下水位調査	目視：毎日 地下水位調査：毎月または必要に応じて
		供用時：： -地下水位	O&M 事業体	地下鉄ドンネル近隣	地下水位調査	工事終了後から2年間、年2回、5地点、計20回実施
	地形、地質	**建設中：** -建設発生土処分場の状況	施工監理コンサルタント 施工業者	土捨て場	報告書、目視による確認および施工業者との打合せ	毎月または必要に応じて
社会環境	非自発的住民移転	**建設前：** － 住民移転計画の進捗状況	DOTr	工事現場および移転先	現地調査および被影響住民との打合せ	毎月または必要に応じて
	貧困層／少数民族・先住民族	**建設前：** － 住民移転計画の進捗状況	DOTr	工事現場および移転先	現地調査および被影響住民との打合せ	毎月または必要に応じて
	雇用や生計手段等の地域経済	**建設前：** － 住民移転計画の進捗状況	DOTr	工事現場および移転先	現地調査および被影響住民との打合せ	毎月または必要に応じて
		建設中： － 単純労働者の雇用状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	単純労働者含む周辺住民への聞取り調査	毎月または必要に応じて
	土地利用や地域資源利用地盤沈下	**建設前：** － 用地取得の進捗状況	DOTr	工事現場近隣	現地調査および被影響住民との打合せ	毎月または必要に応じて
	既存の社会インフラや社会サービス	**建設前：** － 既設インフラの移転状況	DOTr	工事現場近隣	現地調査および所有機関との打合せ	毎月または必要に応じて
		建設中： -渋滞状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認	毎日
	ジェンダー	**供用時：** -女性に対する迷惑行為の発生状況	O&M 事業体	地下鉄車両および駅	報告書	毎月または必要に応じて
	労働環境（労働安全を含む）	**建設中：** － 動労環境 － 事故防止対策の実施状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認および施工業者との打合せ	毎日
その他	事故	**建設中：** － 事故防止対策の実施状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認および施工業者との打合せ	目視：毎日 打合せ：毎月または必要に応じて
		供用時： － 避難訓練の実施状況	O&M 事業体	地下鉄車両および駅	報告書	毎年または必要に応じて
	越境の影響、及び気候変動	**建設中：** － CO_2 削減対策の実施状況	施工監理コンサルタント 施工業者	工事現場近隣	目視による確認および施工業者との打合せ	目視：毎日 打合せ：毎月または必要に応じて

表 7.1.27　モニタリングフォーム（案）

Item	Parameter	Environmental Standard	Location	Frequency	Responsible Agency	Date/Result
Construction Stage						
Air quality	Dust	-	Construction site	Every day	Supervision Consultant Construction Contractor	
	Total Suspended Particles	230 (ug/m^3)		Quarterly during construction	Supervision Consultant	
Noise and Vibration	Noise level Vibration level	85 dB 65 dB	Construction site	Monthly or as needed	Supervision Consultant Construction Contractor	
Water Quality	Turbidity pH Dissolved Oxygen	- 6.5 - 8.5 0.5 mg/l	Construction site	Weekly or as needed	Supervision Consultant Construction Contractor	
Waste	Waste disposal Heavy metals in surplus soil	-	Construction site Disposal sites	Every day 5 samples /1km tunnel excavation	Supervision Consultant Construction Contractor	
Ground level	Ground level	-	In and around construction site	Monthly or as needed	Supervision Consultant Construction Contractor	
Groundwater level	Groundwater level	-	In and around construction site	Monthly or as needed	Supervision Consultant Construction Contractor	
Operation Stage						
Noise and Vibration	Noise level Vibration Level	65 dB (Day) 55 dB (Night) 55 dB	Ground above subway tunnel	Annually	Operation and Maintenance Body	

7.1.10　ステークホルダー協議

(1)　IEC 協議

フィリピン国の EIA 手続きでは、スコーピングに先立って公衆参加の一部として、地域政府（Local Government Units）との協議（Information, Education and Communication：IEC）が規定されている。この協議の主な目的は以下の通り。

1. 地方政府への表敬訪問
2. プロジェクト概要の提供
3. 環境スコーピング案の説明

本件での IEC 協議は表 7.1.28 の通り実施された。

表 7.1.28　Information, Education and Communication 協議の概要

1. MMSP 沿線の LGU

開催場所	開催日時	主な出席者
Quezon 市	2016 年 12 月 7 日 (2:00 PM - 2:45 PM)	Quezon City Mayor Officer, City Planning Office Officers, Engineering Department Technical Assistant, DOTr Social Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
Taguig 市	2016 年 12 月 15 日 (2:00 PM - 2:45 PM)	2nd District Engineer Officers, City Administration Technical Assistants, DOTr Social Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
Makati 市	2017 年 1 月 10 日 (3:00 PM - 4:30 PM)	Makati City Administrator Makati City Legal Officer Technical Assistants, DOTr Environmental Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
Pasig 市	2017 年 1 月 18 日 (2:30 PM - 3:30 PM)	City Mayor Transport Consultant City Environment and Natural Resources Officer Head, Traffic and Parking Management Office Head, Traffic Engineering Division Technical Assistant, DOTr Environmental Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
Paranaque 市	2017 年 3 月 13 日 (2:00 PM - 2:45 PM)	Mayor, Paranaque City City Assessor, Paranaque Barangay Secretary, San Martin de Porres Technical Assistant, DOTr EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc., Local Consultant, JICA Study Team Resettlement Action Plan Team Leader, Ecosyscorp, Inc.,

2. デポ候補地の LGU

開催場所	開催日時	主な出席者
Caloocan 市	2016 年 12 月 14 日 (2:15 PM - 2:45 PM)	City Mayor Officer, Mayor's Office City Planning Officers Officers, City Engineering Department Chief of Staffs, Caloocan City Barangay Captain of 116 Technical Assistants, DOTr Social Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
参加者からのコメント・問題提起		事業実施者側の回答
Caloocan 市内のどこを通過するのか？(市計画局長)		車両基地は General Luis を計画しており、その一部が Caloocan 市に属する。
General Luis は発展地区であり、最終的な車両基地や路線の場所を決める前に City Land Use Plan との調整が必要である。 何故 Caloocan 市なのか？もし車両基地のみならば、経済発展につながらない。単なる駐車場である。		その情報には留意する。 MRT の Trinoma と同じく、車両基地の建設場所として高いポテンシャルがある。
現在、General Luis は住宅地で、工場が一つある。（116 バランガイ・キャプテン）		その情報には留意する。
財閥が所有する約 34 ha の土地がバランガイ 166 の Vista Verde の付近にある。		もし、Caloocan 市が空地を提供してくれれば、政府間の取引なので、用地取得は容易になる。車両基地には 25～30 ha の土地が必要になる。
もし移転先が必要なら Urban Poor Affairs Office (UPAO)に問い合わせる必要がある。 不法占拠世帯の数が少ない場合は、排水事業の移転先に彼らを居住させることができるのか？		排水事業の移転先はバランガイ 175, 188 にあり、可能であるが、National Housing Authority の管理下に置かれている。また、Department of the Interior and Local Governmen の承認次第である。 (UPAO)
Caloocan 市内の駅は建設するのか？		本調査区間は中央ゾーンのみである。北部ゾーンの整備計画では駅建設の可能性はある。もし、車両基地を建設した場合、可能性はより高くなる。
Caloocan 市としては駅の建設を望む。車両基地だけでは市に対する経済的なインパクトはない。（市長）		検討する予定である。ただし、本件は中央ゾーンに焦点を当てている。
計画の予定は？		2025 の開業を目指している。
開催場所	**開催日時**	**主な出席者**
Valenzuela 市	2016 年 12 月 15 日 (11:20 AM - 11:35 AM)	Valenzuela City Mayor Baranggay Captain, Ugong Officer, Housing and Resettlement Office Chief of Staff, Office of the Mayor Technical Assistants, DOTr Social Considerations Expert, JICA Study Team EIA Specialists, Delta Tierra Consultants, Inc.,
参加者からのコメント・問題提起		事業実施者側の回答
駅は建設するのか？単に車両基地のみの土地利用に比べ駅の方が市に対して高い経済的なリターンがある。Valenzuela 市内に駅の建設を要求する。（市長）		車両基地のみである。しかしながら、MRT 1 の Trinoma と同じような車両基地における商業地域の整備は検討する。
政府が土地を購入するのか？あるいはパブリックプライベートパートナーシップとして管理するのか？（市長）		財政的な状況によって判断される。
車両基地の予定地は大手の財閥（SM Group）によって所有され、現在は砂置場として利用されている。DOTr および JICA 調査団の最初の現地調査に協力する。		その情報には留意する。DOTr とローカルコンサルタントは Valenzuela 市および関連地区と協調して現地調査を開始する。
2017 年の 1 月中に車両基地建設について財閥と打合せを行うことを提案する。（市長）		了解した。
査定事務所が車両基地予定地の地籍図を所有している。後日、DOTr および JICA 調査団に提供する。（市長）		了解した。

(2)　Public Scoping 協議

フィリピン国の EIA 手続きでは、EIA 調査の段階で公衆参加の一部として、事業実施者、DENR 環境管理局、地域政府（Local Government Units）および住民代表者間で想定される環境社会影響について確認および合意を目的とする Public Scoping 協議が規定されている。本件での Public Scoping 協議は表 7.1.29 および表 7.1.30 の通り実施された。尚、Quezon 市では駅の数が多く、影響を地区や住民が多いため、2 回実施した。また、Caloocan 市は本件の対象地域から外れたため、協議は実施されなかった。

表 7.1.29　Public Scoping 協議の概要

開催場所	開催日 開催場所	出席者数	主な出席者
Quezon 市	2017 年 3 月 21 日 DFA Room, 2nd Floor, Civic Center, Building C, Quezon City	26	• Department of Transportation's Rail Office (DOTr Rail Office) • JICA Survey Team • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Department of Public Works and Highways (DPWH) - Central Office • Department of Public Works and Highways (DPWH) - National Capital Region (NCR) • Quezon City Environment Protection and Waste Management (EPWMD) Office • Quezon City's Administrative Office • Quezon City's Engineering Department • Quezon City's Barangay Operation Center (BOC) • Quezon City's Housing, Community Development and Resettlement Department (HCDRD) • Barangay Philam • Barangay West Triangle • Barangay Santo Cristo • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP)
Quezon 市	2017 年 3 月 22 日 DFA Room, 2nd Floor, Civic Center Building C, Quezon City Hall	49	• Department of Transportation's Rail Office (DOTr Rail Office) • JICA Survey Team • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Makati City Administrator's Office (CAO) • Makati City's Public Safety Department (PSD) • Makati City's Urban Development Department (UDD) • Quezon City's Barangay Operations Center (BOC) • Ayala Land Incorporated (ALI) • Eton Centris • Armed Forces of the Philippines Medical Center (AFPMC) • Veterans Memorial Medical Center (VMMC) • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP) • Philippine Institute of Volcanology and Seismology (PHIVOLCS) • Department of Public Works and Highways (DPWH) • Barangay Kaligayahan • Barangay Tandang Sora • Barangay Pag-asa • Barangay Sauyo • Barangay Malaya • Barangay East Kamias • Barangay South Triangle • Barangay Bagbag • Barangay Talipapa • Barangay Novaliches Proper • Barangay Project 6 • Barangay Sikatuna Village • Liga ng mga Barangay

開催場所	開催日 開催場所	出席者数	主な出席者
Valenzuela 市	2017 年 4 月 27 日 Assembly Hall, Old Brgy. Hall, Brgy. Ugong, Valenzuela City	27	• Department of Transportation’s Rail Office (DOTr Rail Office) • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • JICA Survey Team • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Department of Public Works and Highways (DPWH) • Valenzuela City’s City Environment and Natural Resources Office (CENRO) • Valenzuela City’s Planning Office • Valenzuela City’s Engineering Department • Valenzuela City’s Housing and Resettlement Office • Barangay Ugong • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP) • Valenzuela Chamber of Commerce and Industry
Taguig 市	2017 年 3 月 16 日 10th Floor, Kalayaan Hall, SM Aura Tower, BGC, Taguig City	25	• Department of Transportation’s Rail Office (DOTr Rail Office) • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Philippine National Railways (PNR) • Taguig City Mayor’s Office • Taguig City’s Public Order and Safety Department (POSD) • Taguig City’s City Public Development Office (CPDO) • Metro Manila Development Authority (MMDA) • MMDA Traffic Management Office (TMO) • Bonifacio City Development Authority (BCDA) • Bonifacio Global City (BGC) • Barangay Pinagsama • Barangay Western Bicutan • Barangay Fort Bonifacio • Philippine Commission on Urban Poor (PCUP)
Makati 市	2017 年 3 月 9 日 22nd Floor, Executive Lounge, Makati City Hall	20	• Department of Transportation’s Rail Office (DOTr Rail Office) • JICA Survey Team • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Makati City Administrator’s Office (CAO) • Makati City’s Public Safety Department (PSD) • Makati City’s Urban Development Department (UDD) • Makati City’s Department of Environmental Services (DES) • Barangay Pembo • Barangay West Rembo • Barangay Rizal • Villa Kalayaan Homeowners Association • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP)

開催場所	開催日 開催場所	出席者数	主な出席者
Pasig 市	2017 年 3 月 20 日 Barangay Hall, Barangay Kapitolyo, Pasig City	32	• Department of Transportation’s Rail Office (DOTr Rail Office) • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Department of Public Works and Highways (DPWH) – Central Office • PasigCity’s CityPlanning and Development Office (CPDO) • Pasig Housing Regulatory Unit (PHRU) • PasigCity’s City Environment and Natural Resources Office (CENRO) • Barangay San Antonio • Barangay Ugong • Barangay Kapitolyo • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP) • Ortigas Center Association, Inc. (OCAI) • Ortigas and Company, Inc. • Manila Electric Company (MERALCO)
Paranaque 市	2017 年 4 月 26 日 4th Floor, Conference 2, Parañaque City Hall	24	• Department of Transportation’s Rail Office (DOTr Rail Office) • JICA Study Team (JST) • Delta Tierra Consultants, Inc. (DTCI) • Environmental Management Bureau - National Capital Region (EMB-NCR) • Department of Public Works and Highways - National Capital Region (DPWH - NCR) • Department of Public Works and Highways - Central Office • Traffic and Parking Management Officer (CAO) • Parañaque City Traffic and Parking Management Office (TPMO) • Parañaque City Environment and Natural Resources Office (CENRO) • Parañaque City Environment and Natural Resources Office (CENRO) • Parañaque City Planning and Development Office (CENRO) • Parañaque City Engineering Department • Parañaque City Engineering Department • Parañaque City Social Welfare Development Office (CSWDO) • Parañaque City Administrative Office • Barangay Baclaran • Barangay Merville • Barangay San Martin de Porres • La Suerte Cigar and Cigarette Factory • Presidential Commission on Urban Poor (PCUP)

表 7.1.30　Public Scoping 協議における質疑の概要

EIA 内の要素	参加者からの問題提起・提案	発言をした セクター・機関	事業実施者側の回答
1. プロジェクト概要	地下鉄設計における排水計画の検討について	EMB-NCR	排出ガスおよび排水（排出口や浄化槽）は地下鉄設計の中に含まれている。
	構造物の基礎部に影響があるのでは？	Brgy. Kapitolyo, Pasig	DOTr は既存の構造物から十分な距離をとることを順守する。
	DPWH が計画しているフライオーバー建設計画や洪水対策計画への影響について	Brgy. San Antonio, Pasig Veterans Memorial Medical Center DPWH	DOTr は DPWH と連絡を密にとり、それらの計画の設計図を入手する。
	MMSP の線形は C5 線や South Luzon express way、スカイウェイ等の杭打ちに影響を及ぼすのでは？	Taguig City, Engineering Department	F/S および詳細設計段階で全ての関連計画の情報を担当政府機関から入手する。JICA 調査団はこうした担当機関と調整を行う予定である。
	障害者に対する地下鉄設計上の配慮の必要性について	DPWH	エレベーターやエスカレーターなどの障碍者への配慮は設計に含まれる。
2. 土地	2010 年に Makati 市の West Tower Condominium で発生したガス漏れ事故の観点から言えば、地下鉄は同じパイプラインを通過しているのではないか？パイプラインは更に West Service Road まで伸びているので、工事による影響があるのではないか？	DPWH-NCR	パイプラインの場所については MMSP の既存ユーティリティ調査の中に含まれている。
	特に居住地区において土地に亀裂が発生する危険性について評価しているか？ 地震発生時の揺れや液状化に対して要望措置が取られるべきである。	PHIVOLCS	地震による深刻な影響が発生することを調査の中で考慮する。
	Pasig 川付近は液状化しやすい。	Brgy. West Rembo, Makati	コメントは理解した。EIA 調査の中で検討する。
	掘削により発生した土や既存建築物の解体に伴うがれきの処分方法は？	Taguig City, Solid Waste Management Office	正式な土捨て場が必要となるが、まだ場所は特定されていない。 がれきの処分については再利用できるものは再利用し、残りについは DOTr が正式な処分場所を確保する。
3. 水	地下水位の状況は完全に把握されていない今の状況では、地下水への深刻な影響を懸念しておくべきである。	Brgy. West Rembo, Makati	コメントは理解した。EIA 調査の中で検討する。
4. 大気	大気についての問題提起はなかった。		
5. 住民	Brgy. Pembo には Fort Bonifacio War Memorial Tunnel が 20m の深さにある。このトンネルは歴史的な価値が認められて、調査の対象に含めるべきである。	Brgy. Pembo, Makati	そのトンネルについては調査に含めることにする。場所や現状を確認し、影響の可能性を調べる。

EIA 内の要素	参加者からの問題提起・提案	発言をした セクター・機関	事業実施者側の回答
	出入口が計画されている West Service Road の平日の交通渋滞は深刻な状況である。この道路は輸送会社や隣接している工場に利用されている。この地区で建設工事を行うと更に渋滞が悪化する。他に移せないか？	Brgy. Merville, Parañaque	調査の中で交通動態の発展を予測しており、その中では人々の動きや道路拡幅の必要性、複合輸送施設の必要性が検討されている。DOTr は市や他の政府、民間セクターと協力してこの問題に対処する予定である。これらの施設付近にある民間セクターは利益を得ることができる。供用時の交通についても検討されており、人々が駅に集まり公共交通も駅に停車するため渋滞する可能性がある。
	建設工事期間中、どのように交通管理するのか？	Ortigas and Company, Inc.	DOTr は新たに駅周辺の土地を建設ヤードとして取得する予定である。道路の半分で掘削が行われている間、道路は脇に移される。最初の半分が掘削された後は、プレキャストパネルで覆われ、残り半分の道路の掘削が行われる。交通は建設ヤード側とパネルで覆われた道路側に移される。
	現在のメトロマニラの既存の駅からすると公共交通車両が集まり、駅からの客を乗せるために停車している。	Barangay in Quezon City	建設工事の終了後、建設ヤードは歩道やタクシー乗場、公共交通車両のためのスペースになる計画である。
	トンネルの上の土地所有者の用地取得による影響は？	Barangay in Quezon City	REPUBLIC ACT 10752 では 50m 以下の地下部分は政府の所有物と考えられている。地下鉄が 50m よりも浅い場所を通過する場合、土地所有者は土地の市場価格の 20%が補償される。地表の土地は引き続き土地所有者の資産である。
	PCUP(都市貧困問題に関する大統領委員会)の調査では政府のプロジェクトに関して、住民移転計画を達成させるためは最低 2 年間の社会的な準備が必要だとしている。 移転世帯のほとんどが提供された移転地に留まらず、社会的な準備不足から権利を他人に売っている。	Presidential Commission on Urban Poor	DOTr は別のチームにより住民移転計画の調査を進めている。適切な資産取得費用を算定するために、より詳細な社会経済調査が実施される予定である。 影響を受ける世帯は公平な補償を受け、その補償額は現状の価値以上のものになるはずである。MMSP はフィリピンのポリシーに従うだけでなくだけでなく日本のポリシーも満たすように努める。プロジェクトの全ての状況や影響を確認するため、適切なモニタリングが行われる予定である。 住民移転計画の調査チームに次回のステークホルダー協議に PCUP を招待するように伝える。
	影響を受けるユーティリティの移設費用の割当額について	MERALCO	コメントは理解した。DOTr はユーティリティ調査において MERALCO と協調する。
	既設の給水管およびその他の施設への影響について	DPWH	ユーティリティ調査に含まれている。
6. 騒音・振動	トンネル部分では上部の構造物への影響が心配される。	Brgy. Pembo, Makati Eton Centris	設計においては大部分で日本の技術が適応される。掘削は 20 m 以上の深さでゆっくりと行われるので、振動はほとんど感じ取れないと想定される。供用時も同様である。ベースラインの騒音・振動調査は EIA の中に含まれている。

7.2　用地取得・住民移転

7.2.1　用地取得・住民移転の必要性

MMSP 沿線各市は北から南に、デポのある Valenzuela から、Quezon、Pasig、 Makati、Taguig、Parañaque と繋がり、いずれもマニラ首都圏の一部であり、また高度に市街地化している。ここを MMSP は南北に縦断している。高度に市街地化している地域において大きなインフラ事業を実施するため、土地取得が発生する。地下鉄自体は概ね地下を通るものの、駅の建設、そのための建設ヤードやシールド基地の確保が必要であり、その対象地にある構造物は撤去されることになる。

本プロジェクトの影響を受ける人々（Project Affected Persons ：PAPs）は、これら構造物について所有や賃貸、居住、商業、あるいはその両方を行っている人々であり、移転が余儀なくなっている。最も経済的であり、なおかつ環境社会配慮面でも最も影響が少ないオプションを見つけ出すために、アライメントの代替案が検討されたが、高い人口密度と高度に市街地化した地域という地域特性から、住民移転は避けられなかった。次いで、PAP の数を最小限に抑えるために、建設ヤードとシールド基地の形状と面積を慎重に検討した。

表 7.2.1　駅ごとの用地取得・住民移転の必要性

駅		市	概要	住民移転の必要性	移転/影響を受ける建物数（見込み）*
Depot		Valenzuela	地上	必要	576
1	Mindanao Ave. – Quirino Highway	Quezon	地下	必要	63
2	Tandang Sora	Quezon	地下	必要	37
3	North Avenue	Quezon	地下	必要	1
4	Quezon Avenue	Quezon	地下	必要	2
5	East Avenue	Quezon	地下	必要	42
6	Anonas	Quezon	地下	必要	72
7	Katipunan	Quezon	地下	必要	48
8	Ortigas North	Pasig	地下	必要	0
9	Ortigas South	Pasig	地下	必要	9
		Makati	駅はない。地下鉄路が通過する。	不要。地下 ROW 取得は発生。	0
10	Kalayaan Avenue	Taguig	地下	必要	1
11	Bonifacio Global City	Taguig	地下	移転はないが建物の一部に地下鉄入口設置予定	1
12	Cayetano Boulevard	Taguig	地下	必要	205
13	FTI (Underground)	Taguig	地下	必要	17
		Parañaque	引き込み線	必要	0

*移転/影響を受ける建物数（見込み）： 工事ヤード、シールド発進基地に必要な用地も含めている。

出典：調査団

7.2.2　用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

(1)　用地取得および非自発的住民移転に関する主要な法律

フィリピンにおける用地取得および非自発的住民移転に関する憲法および主要な関連法は下表のとおりである。フィリピンではこれまで地下の利用に関する法的規定がなかったが、2016 年に「国家インフラ・プロジェクトの用地取得促進法または共和国法第 10752 号」(Republic Act No. 10752 An Act Facilitating the Acquisition of Right-of-way, Site or Location for National Government Infrastructure Projects、以下、「共和国法第 10752 号」）及び「同法実施細則」（Implementing Rules and Regulations of RA 10752、以下「第 10752 号 IRR」）が制定され、政府事業であれあば地下 50m 以深は無償で利用できること、50m より浅い地下を利用する場合の地役権所得価格はその土地の市場価格の 20%とすることが法的に明らかにされた。

表 7.2.2　フィリピンの用地取得及び非自発的住民移転に係る法令等

法令・マニュアル等	規定事項等
フィリピン国憲法（The Philippine Constitution of 1987）（1987 年）	- 法的手続き、公平な法的保護なく生活、自由、財産を収用されること、及び私有財産の公正な補償および住民協議なく公共目的のため収用されることを禁止。 - 貧困層の居住権を認め、法と人権を無視した強制的な退去と破壊及び事前の協議なく貧困層の移転を禁止。
地方自治法または共和国法第 7160 号（Local Government Code of 1991/ Republic Act No.7160、1991）	- 事前に定まった適正金額を所有者に掲示することなく用地取得することを禁止。
都市開発住宅法または共和国法第 7279 号（Urban Development and Housing Act : UDHA, Republic Act No.7279, 1992）	- 都市部貧困層や非正規居住者の生活向上と低所得者住宅供給、生計援助の実施、雇用機会へのアクセス配慮などを規定。 - 低所得者住宅や移転地では地方自治体と国家住宅庁（National Housing Authority: NHA）が中心となり、移転地の基本的インフラ設備を提供することを規定している。
先住民族権利法（Indigenous Peoples' Rights Act）（1997 年）	- 先住民族に影響する計画、プログラム、事業に対し、条件、要件、セーフガードを規定しており、先住民族の権利を明確に説明し保護。
公共用地取得促進法または共和国法第 8974 号（An Act to Facilitate the Acquisition of Right-of-Way/ Republic Act No. 8974）（2000 年）	- 用地取得手続きでの迅速な土地取得なため補償額の統一基準、用地取得のガイドラインを記載。公共インフラ事業のために ROW や私有地の取得が必要な場合は、適切な実施機関が裁判所の決定前にガイドラインにもとづき取得手続きを行うことを規定。 - インフラ事業による ROW から非正規居住者を撤去するため、地方自治体と国家住宅庁（NHA）に民間開発業者および関連諸機関と連携し、基礎的サービスの提供を義務付け。
国家インフラ・プロジェクトの用地取得促進法または共和国法第 10752 号及び同法実施細則(IRR)(2016 年) （Republic Act No. 10752 An Act Facilitating the Acquisition of Right-of-way, Site or Location for National Government Infrastructure Projects) Implementing Rules and Regulations (IRR) of RA 10752	- 本法の主な目的は、インフラ・プロジェクトの実施を大幅に迅速化するとともに、不動産所有者および PAPs の権利が正当に保護されることを確保することである。ROW 所得のための資産所有者と政府実施機関（IA）の両者にとって公平となるよう、交渉が最も好ましい方法とされている。 - 国家プロジェクトが地表から 50m 以内の地下で実施される場合、IA は以下の順序で地下 ROW を取得できる。（i）地上資産所有者との間で、プロジェクトに必要な資産の地下部分の ROW を恒久的に利用できるよう交渉する。（ii）影響を受けた構造、改良、作物および樹木を含む土地の影響部分を法律の規定に従って不動産所有者から取得することを提案する。 - 本法 IRR では地役権所得価格はその土地の市場価格の 20%と定めている。

出典：調査団

(2)　非自発的住民移転についてのＪＩＣＡの方針

JICA 事業での住民移転は、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づいて実施される。また、環境社会配慮等に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシと大きな事離がないことを確認する。

(3)　JICA ガイドライン/世銀セーフガードポリシーとフィリピン法制度との比較

本項では、フィリピンの法的枠組みと「環境と社会配慮のための JICA ガイドライン」（以下、「JICA ガイドライン」と呼ぶ）土地の取得と移転に関する方針を分析し、乖離が存在する場合、その乖離への対応策を述べる。

表 7.2.3　ＪICA ガイドライン/世銀セーフガードポリシーとフィリピン法制度との比較

JICA ガイドライン/世銀 セーフガードポリシーOP4.12	フィリピン関連法	比較／ギャップ	ギャップを埋める ためのプロジェクト方針
1. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。	生活、自由、私有財産を法的手続きなしで、公的法の擁護のもと収用されることはない（憲法第 3 条）。	フィリピンには対応する法規は存在しないが、非自発的住民移転に関するフィリピン憲法の理念と大きな相違はない。	本プロジェクトは複数の代替を検討し非自発的住民移転が最も少ない案を選択する。さらに詳細設計で線形を最適化し住民移転の最小化を検討する。
2. このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性のある対策が講じられなければならない。	私的財産は、「正当な補償」なしに公的に利用されるものではない。（憲法第 2 条） 政府は、被影響住民と一連の協議を行わなければならない（RA8974 及び RA7279）。	フィリピンには対応する法規は存在しないが、非自発的住民移転に関するフィリピン憲法の理念と大きな相違はない。	RAP 案を作成し PAP への影響を評価するとともに、土地、構造物及び付帯物、作物や樹木等の損失に対する補償や資格要件を策定する。
3. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない。 相手国等は、移転住民が以前の生活水準、収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように努めなければならない。	非正規居住者へは、低所得者用住宅や移転地において、地方自治体と国家住宅庁（NHA）が中心となり、移転地のインフラ整備を提供することを規定している（RA7279）。 対象となる再定住事業の開発と実施のコストを定めている。必要に応じて、土地開発と住宅建設、基本サービスとコミュニティの施設の提供、生計の回復、その他 RAP に沿った活動も含まれる（RA10752 ）	フィリピンでは合法的な土地所有者へは金銭補償を行う。非正規居住者の移転の場合、生活・生計回復支援に関する法規定がある。	社会経済調査結果に基づき、受給権者と生活再建策の内容を立案する。 非正規居住者に対する移転地及び社会住宅計画を立案する（RA 7279）。
4. 補償は、可能な限り再取得価格に基づかなければならない。	売却交渉のために、IA は、補償価格として所有者に以下の支払いを提示する（1）土地の現在の市場価値、（2）構造物の交換費用およびその改善額、　（3）その中の作物や樹木の現在の市場価値。 ROW の影響を受ける構造物・改善の交換費用は、材料、設備、労働、請負業者の利益・間接費の市場価格に基づいて、影響を受ける構造・改善、すなわち影響を受ける資産の代わりに同様の資産を取得し、導入することに伴うその他の付随費用、資産を置き換えるために必要な費用として定義。（RA10752）	フィリピン政策と大きな相違はない。	JICA ガイドラインに則り、補償に関する本プロジェクトの方針は、土地、構造物及び付帯物は再取得価格に基づく。
5. 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。	ＲＡ10752 では、移転に先立ち補償金を払うことが既定されている。交渉して買い取る場合、補償は土地、構造物とその増改築の市場価格となり、移転に先立って支払われる。	フィリピン政策と大きな相違はない。	全ての補償、エンタイトルメント、支援等はプロジェクト実施前かつ移転前に PAP に与えなければならない。

JICA ガイドライン/世銀 セーフガードポリシーOP4.12	フィリピン関連法	比較／ギャップ	ギャップを埋める ためのプロジェクト方針
6. 大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。	IA は事業のフィージビリティ・スタディ/詳細設計の間、土地取得計画と住民移転行動計画（LAPRAP）または先住民の行動計画を作成する（PR10752） NEDA ICC ポリシーは「事業官庁は ROW 取得及び住民移転計画を作成し提出すべき」と要求している。	乖離はないが、NEDA　ICC は RAP を更改することまでは要求していない。	本プロジェクトの RAP 案を作成し公開する。
7. 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	RA7279 の実施規則（IRR）では被影響住民と一連の協議を行わなければならないと規定している。憲法第 8 条 10 項：いかなる住民も、彼らとその移転先コミュニティと適切な協議なしには移転されることはない。 民間の不動産の取得を必要とする開発事業を実施する政府の官庁及び機関は、まず地方公共団体との協議を行い、PAPs に広範な広報キャンペーンを実施する（EO）	実際に協議は十分実施されず RAP 案が先か協議が先か明瞭でない。被影響住民は RAP 案がいきなり示される場合もある。	被影響住民が参加するステークホルダー会議の開催を支援し、協議会で示された意見は RAP 案に反映する。
8. 協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	DENR 行政命令 No. 96-37 の第 2 項（EIS システム実施の強化を目的とする）では、「提案事業の全ての情報は事業者によって容易に理解できる言語及び様式によって公開されなければならない」と要求する。 EMB による EIA 報告書のレビューは、(a) 環境配慮がプロジェクト計画全体に組み込まれていること、(b) 提案されている環境緩和策が有効であること、　(c) 潜在的に影響を受けるコミュニティがタイムリーかつインフォームドで意義ある住民参加に基づいた EIA プロセスがであること。	フィリピンには対応する法規は存在しないが、フィリピン政策と大きな相違はない。	協議会を開催する際は、説明及び議論はフィリピンの母国語で行う。
9. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。	ROW 取得・移転のために必要な RAP 記載活動の費用が政府資金に盛り込まれていること。 RA 7279 第 23 項は、LGU に対して、大統領府都市貧困評議会（PCUP）や関連政府機関と連携し、プログラム受益者が「合法的な集団的利益の保護と促進に関わる問題について意思決定プロセスに参加し、それには適切な文章化やフィードバック機構を含まなければならない」と要求する。	フィリピンには対応する法規は存在しないが、フィリピン政策と大きな相違はない。	PAP との協議は RAP 作成時から行うこととし、内部・外部モニタリングメカニズムにおいて被影響住民の適切な参加を提案する。 LIAC 及び City Resettlement Implementation Committee（CRIC）への住民組織の代表者の参加者を増やすことを提言する。

JICA ガイドライン/世銀 セーフガードポリシーOP4.12	フィリピン関連法	比較／ギャップ	ギャップを埋める ためのプロジェクト方針
10. 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。	フィリピンには苦情処理メカニズムの設置や手続きに関する法規は存在しない。	フィリピンには苦情処理に関する法規は存在せず、融資機関のガイドラインに従って苦情処理メカニズムを作成している。	苦情処理を扱う組織の構成メンバーには住民代表や NGO 等を含め、信頼性の高い苦情処理手続きを立案する。
11. 被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査（人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む）を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。(WB OP 4.12 Para. 6).	Registration of Socialized Housing Beneficiaries 法実施細則で以下を定めている。(a) 市町村は、それぞれの管轄区域内の恵まれない家庭やホームレス家族の登録を主に行う責任がある。(b) 登録は、Barangay 議長を頭で構成された Barangay 登録委員会（BRC）によって Barangay レベルで行われるものとする	フィリピンの法規及び政策と大きな相違はない。	被影響エリアで社会経済調査を行い、RAP 案を作成する。カットオフデートはセンサス調査の開始日に設定する。 RA10752 に沿って正規住民にはカットオフデートは宣言されないが、RA7279. に即して非正規住民には宣言する。
12. 補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。(WB OP 4.12 Para. 6).	構造物の補償はそれらがある土地の法的権利を持っていない構造物所有者で、以下の条件を満たすものにも適用される。 (a) フィリピン国籍を有すること； (b) 都市及び農村に不動産を所有していないこと (c) プロフェッショナルスコッターやスコッターシンジケートのメンバーでないこと。 (d) 既存の政府の ROW を占有していないこと (RA10752 実施規則セクション 6)。 非正規居住者の移転住居の受給資格者は次の条件を満たす必要がある。 (a) フィリピン国籍を有すること (b) 貧困レベル以下のホームレス市民であること (c) 都市及び農村に不動産を所有していないこと (d) プロフェッショナルスコッターやスコッターシンジケートのメンバーでないこと。(RA7279)	法的権利のない所有者にも構造物を補償するが、プロフェッショナルスコッターやスコッターシンジケートのメンバーは対象外である。	社会経済調査結果に基づき、合法住民、非正規居住者の両方についてエンタイトルメント・マトリクスを提案する。

JICA ガイドライン/世銀 セーフガードポリシーOP4.12	フィリピン関連法	比較／ギャップ	ギャップを埋める ためのプロジェクト方針
13. 移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。(WB OP 4.12 Para. 6).	法的に認められた土地に対する権利を有していないもの、基準を満たしている構造物および改良物の所有者にも、これらのの交換費用が適用される。(RA10752)	相違はない。	土地交換は補償方針に含めることとする。
14. 移行期間の支援を提供する（移転と生計回復の間)。(WB OP 4.12 Para. 6).	RA7279 第 28 項では、移転が 45 日間で完了しない場合、LGU は被影響家族に対して最低日賃金の 60 日分と同等の経済的支援を行なわなければならいと規定する。	フィリピンには移行期間に関する明確な法規定はない。RA 7279 でも移行期間の支援については明らかでない。	移行期間の支援は RAP 案に記載し、LIAC 等により実施する。
15. 移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。(WB OP 4.12 Para. 6)	RA8972 は片親と彼らの子供に利益と特権を提供する（方親は未婚の母親/父親、捨てられるか、または切り離された未亡人/男やもめを含む)。 この法の下で、彼らは優遇支払条件（第 10 項)、医療扶助（第 11 項)、教育奨学金給付（第 9 項セクション）とともに住宅プロジェクトの割り当てを与えられている。 RA7279 は、貧困ライン以下と土地を持たない非正規居住者のための、移転地の提供を要求する。 社会的弱者のニーズに対応するフィリピンの他の関連法として以下がある: • RA8425（社会改善と貧困削減プログラム法) • RA 9710（女性のためのマグナカルタ) • RA 8371（先住民族権利法) • RA 7277(身体障害者のためのマグナカルタ)	貧困レベル以下のホームレスの非正規居住者には、RA 8974 及び RA 7279 には移転地の準備を要求している。しかし、老人、女性、子どもについての配慮に関する法規定やガイドラインはない。	RAP 案で、プロジェクトで影響を受ける社会的弱者を特定し支援策を講じ、LIAC 等を通じて実施する。

出典 ： 調査団

(4)　本プロジェクトの住民移転方針

1. フィリピン政府は、現行国内法と JICA ガイドラインを含む国際慣例とギャップがあることから、MMSP 事業について、特別に以下のポリシーを採用する。本事業ポリシーは、移転住民が少なくとも以前の生活水準まで回復できるようにするため、国内法と JICA ガイドラインのギャップを埋めることを目的とする。
2. 用地取得及び非自発的住民移転は、事業対象地のコミュニティの負の影響を緩和するあらゆる代替案の検討を行い回避、または最小化する。
3. 移転が避けられない場合は、被影響住民（Peoject Affected Persons: PAPs）の生計が改善または少なくとも回復できるように、十分な補償や支援を行い、移転住民が以前の社会経済水準において改善又は少なくとも回復できるように努める。
4. 補償や生計回復支援は、以下のような、プロジェクトの実施により影響を受ける全ての被影響者、即ち、人や世帯、また、ビジネスに対して、提供される。
    - 生活水準への負の影響
    - 家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生または多年生作物・樹木・その他の不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響
    - 一時的または永久的な負の影響を受ける、所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等
    - 社会的・文化的活動及び関係への影響（移転計画作成のプロセスで明らかになることが多い）
5. 所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響を受ける人は全て補償や支援の対象とする。資産の損失、借家権（借地権）や社会経済的地位などに対する合法的な権利を持たない者についても、補償、生計回復支援策や移転等の受給資格を妨げない。
6. 直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業または耕作していることが確認された者全てが、損失資産（土地及び/又は土地以外の資産）に対して再取得価格による補償の対象となる。また、収入やビジネス活動の回復についても、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも同じになるよう支援策を提供する。
7. 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに十分でなければ、残りの資産も失うことと同義であるため、全資産を喪失した場合と同じ補償・支援が提供される移転として扱う。残地、残資産等の最小規模は、移転計画作成時に決定される。
8. 一時的な影響を受ける者も PAP として考慮する。一時的な影響についても、移転計画で記述する。
9. 移転先のホスト・コミュニティへの影響が想定される場合には、移転計画作成や意思決定へのホスト・コミュニティの参加が確保されなければならない。ホスト・コミュニティへの移転による負の影響を最小化するためのあらゆる対策を講じなければならない。

10. 住民移転にかかるフィリピン法制度及び JICA ガイドラインに沿って、移転計画を作成する。

11. 移転計画は、英語で作成し PAP やその他関心のある人々のために公開される。

12. 土地及び土地以外の補償は再取得費用の考え方に基づき提供される。

13. 農地に依存している PAP への補償は可能な限り土地ベースで行う。土地ベースの戦略は、代替地の提供、借地権の確保、土地の所有権を持たない人の生計改善が含まれる。もし代替地が提供できない場合は、職業訓練、スキル開発、雇用、自営業、クレジットの提供等の機会を提供する戦略を検討する。可能な限り金銭のみの補償は回避し、サービスへのアクセス、伝統的な権利といった簡単には定量化できない損失、プロジェクトが実施されない場合よりも生活が悪化する住民が発生しないようにする。

14. 代替地は、PAP の意向に沿い可能な限り移転前の土地近傍において同立地同生産性とすべきである。第 2 の選択肢として、移転地の社会混乱を最小化する場所であり、移転前の土地と同等のサービスや施設にアクセス可能な場所とする。

15. 移転支援は、目先の損害だけでなく、PAP の生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。この様な支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる。

16. 移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民族（以下、「IP」という）、少数民族、女性、子ども、老人、障害者等が含まれる。

17. PAP は、移転計画の作成・実施に参加する。事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAP 及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意思決定に参加する。

18. 補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全て、フィリピン政府が負担する。

19. 物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転地のインフラは、移転前に十分整備されなければななない。資産の取得、補償費の支払い、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除き、全て工事前に完了する。（生計回復支援は、継続すべき活動であるため、移転前に開始される必要はあるが、完了している必要はない。）

20. 実効的な移転計画作成・実施のための組織・管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは、住民協議、用地取得・生計回復活動にかかるモニタリング等について管理するために必要な人的資源の提供を含む。

21. 移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告の（監査、苦情処理を含む）メカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有する NGO や、研究機関、大学等が考えられる。

(5)　カットオフデート

カットオフデートとは、プロジェクト対象エリアの占有または利用が、同エリアの住民・利用者が PAP として分類され補償対象としての資格を発生させる日のことを言う。カットオフデートはの設定は、本事業の補償を不当に得ようとする無資格の被影響住民でない者の流入を防止することを意図している。

「国家インフラ・プロジェクトの用地取得促進法または共和国法第 10752 号」及び同法実施細則(IRR)に即して、正規住民や正規の所有者にはカットオフデートの宣言は行わない。上記法の第 10 条、及び IRR 第 16 条によれば、本事業が国家事業として正式に採択後［注：具体的には NEDA での本事業の承認を意味する］、本事業提案者である DOTr が各土地所有者に対して、本事業実施のために土地を取得する旨を文書で通知する。この文書が発行された日以降 2 年間は土地所有者は、当該土地で新たな造作や開発活動をすることができない。このような活動は国家事業として承認された事業計画やその事業の目的に逆らうものと位置づけられ、上記文書発効日がカットオフデートとなる。他方、非正規住民については、上記の法や IRR での手続きの対象となっていないため、センサス開始日がカットオフデートとなる。カットオフデートは住民説明会において説明するのと併せて、またバランガイ・キャプテンを通じて通知される。今回調査では下表に示すとおり第 1 回住民協議会で通知している。

表 7.2.4　第 1 回住民協議会日程/ センサス調査開始日

LGUs	First Round of Public Consultations	Commecement of Census (Cut-off Dates)
Makati	April 18, 8:00 a.m.	NA
Pasig	April 18, 1:30 p.m.	May 10, 2017
Quezon	Group A：April 25, 1:30 p.m. Group B: April 26, 8:30 A.M.	Mindanao Ave. - Quirino HW：May 15 Tandang Sora：May 18 North Avenue: May 23 Quezon Avenue：May 23 East Avenue：May 17 Anonas: May 22 Katipunan: May 24
Valenzuera (the Depot)	April 26, 1:30 p.m	May 29, 2017
Paranaque	April 27, 1:30 p.m.	May 20, 2017
Taguig	April 28, 1:30 p.m.	Not yet done
NA - Not Applicable. No affected structures and people in these areas.		

出典：JICA 調査団

7.2.3　社会経済調査結果

MMSP 事業の影響範囲を把握するために、(i)センサス調査、(iii)資産・土地調査、および(iii)生計・生活調査からなる社会経済調査を影響を受ける LGU において、2017 年 5 月 10 日から実施している（2017 年 7 月時点で、Taguig 市については依然、社会経済調査を実施できていない。市行政官から社会経済調査の実施許可がおりていないため)。このうち、(i) センサス調査と (iii) 資産・土地調査はすべての PAPs を対象とし、その資産（土地、構造物、改良、作物および樹木）を調査し、識別のためのタグ付けを実施した。(ii)生計・生活調査は、PAP の 20%を対象に実施した。またこれら調査を補完するため、フォーカス・グループ・ディスカッション (FGD) を実施した。

カットオフデートは、住民協議会で参加者に伝えるとともに、関連 LGU から被影響地域のバランガイ、バランガイから住民へと通知された。確実に通知されるよう、別途、住居所有者組合（Home Owners Association HOA）の会長にも通知し、会長から参加メンバーの全 ISFsn に通知された。カットオフデートは上表に示すとおり、センサス調査の開始日に設定された。カットオフデートの設置は、事業補償から利益を得ようとする不適格な非居住者の流入を防止する意図がある。

社会経済調査の範囲は用地取得が必要となる駅周辺及では建設ヤードとびデポ（車両基地）であり、その基本設計の第 17 版と第 22 版（北側起点駅を地下化した版）に基づいた。プロジェクトの被影響範囲は、2017 年中に開始予定である詳細設計時に見直される。これに併せて、今回 FS 調査時でのセンサス調査の結果は最終的な詳細設計に基づいて検証される必要がある。なお、カットオフデート（2017 年 5 月 10 日 - タギグ市未実施）の後から 2 年間、移転活動がなかった場合には、「世界銀行セーフガードポリシーOP 4.12」に従い、センサス調査結果は更新されなければならない。

(1)　被影響 LGU

MMPS 事業によって影響を受ける LGU とバランガイを下表に掲げた。デポ予定地あるバランガイは一つである。換言すると、デポが一つのバランガイのなかで収まっている。駅周辺の被影響地も一つのバランガイの範囲内に収まる事例の方が多い。比較的近接している駅では、一つのバランガイが 2 駅に対応している場合もある。(例：Pasig 市 San Antonio バランガイに Ortigas North 駅と Ortigas South 駅が所在)

表 7.2.5　MMPS によって影響を受ける LGU とバランガイ

駅		概況	市	バランガイ
Depot		地上	Valenzuela	- Ugong
1	Mindanao Ave. - Quirino Highway	地下	Quezon	- Talipapa
2	Tandang Sora	地下	Quezon	- Tandang Sora
3	North Avenue	地下	Quezon	- Pag-asa
4	Quezon Avenue	地下	Quezon	- Pag-asa
5	East Avenue	地下	Quezon	- Pinyahan
6	Anonas	地下	Quezon	- Bagumbuhay
7	Katipunan	地下	Quezon	- Blueridge - Bayanihan - St. Ignatius
8	Ortigas North	地下	Pasig	- San Antonio
9	Ortigas South	地下	Pasig	- San Antonio - Oranbo - Kapitolyo
		駅はない	Makati	- West Rembo
10	Kalayaan Avenue	地下	Taguig	- Fort Bonifacio
11	Bonifacio Global City	地下	Taguig	- Fort Bonifacio
12	Cayetano Boulevard	地下	Taguig	- Ususan - Pinagsama
13	FTI	地下	Taguig	- Western Bicutan
		引き込み線	Parañaque	- San Martin De Porres - Merville

出典：JICA 調査団

(2)　駅別の移転対象の概況

駅別の移転見込みの建物数と調査回答者数を下表にまとめた。

表 7.2.6　駅別の移転対象の建物数と調査回答者数

	駅	建物数	調査回答者数	ISF 調査回答者数	調査回答者計
	Depot	352	708	62	770
1	Mindanao Ave. – Quirino Highway	49	34	0	34
2	Tandang Sora	23	16	0	16
3	North Avenue	1	–	0	0
4	Quezon Avenue	6	2	0	2
5	East Avenue	23	30	0	30
6	Anonas	48	84	0	84
7	Katipunan	33	16	0	16
8	Ortigas North	9	7	0	7
9	Ortigas South	10	20	0	20
10	Kalayaan Avenue	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
11	Bonifacio Global City	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
12	Cayetano Boulevard	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
13	FTI:駅部	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
	ETI: 引き込み線部	15	5	0	5
	Total	**569**	**5**	**62**	**5**

留意点
1. 建物数は、タギングの結果に基づく。
2. 建物数と調査回答者数が合致していないのは、次の理由による。
   - １棟に複数の世帯、あるいは賃借りしている事業者がいる。
   - 被影響建物を複数、所有する回答者がいる。
3. n.d.: No data; Taguig 市はセンサス調査が未実施。

出典：JICA 調査団

(3)　被影響住民（PAPs）の特徴

MMSP 事業はマニラ首都圏市街地部分を南北に縦断するが、その間の土地利用状況やバランガイからのヒアリングに基づくと、PAPs は以下のようなタイプが発生する見込みである。これらは補償権利を規定するエンタイトルメント・マトリックス作成の際、参照する。

表 7.2.7　MMSP の PAPs のタイプ

タイプ	サブ・タイプ	特徴
ﾀｲﾌﾟ A: 居住者	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ A1	土地・建物・そこでの商業活動のオーナである居住者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ A2	土地・建物を所有する居住者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ A3	土地のみを所有する居住者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ A4	建物を所有する居住者　(ISF)
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ A5	商業用建物を所有する居住者
ﾀｲﾌﾟ B: 商業	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ B1	事業者でありまた土地・建物の所有者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ B2	土地のみを所有する企業
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ B3	土地を賃貸に出している所有者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ B4	LGU から許可をえている移動する露天商
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ B5	LGU から許可をえていない移動する露天商
ﾀｲﾌﾟ C: 産業	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ C1	土地・建物を所有する事業者
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ C2	土地を貸しだしている事業者
ﾀｲﾌﾟ D: 組織	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ D1	政府所有
	ｻﾌﾞ･ﾀｲﾌ D2	非政府系組織の所有（教会、墓地等）

出典：JICA 調査団

社会経済調査のより詳細な結果は、現在、分析中である。

7.2.4　補償及び支援の具体策

(1)　補償内容の検討方法

補償内容の判断に際しては、以下の調査・作業を実施し、その結果と社会経済調査の結果とを照合し、補償内容を策定した。

- 移転費用調査（Replacement Cost Study: RCS）

  移転費用調査（RCS）の目的は、プロジェクトによって影響を受ける土地、構造物（住宅、塀、柱など）、改良、作物および樹木、その他の物的資本または土地に基づかない所得の現在の市場価値を検証・確認することである。これらの市場価値は、PAPs が実際の補償の時点での市場価値で補償されることを確実にするため、PAPs とおよび財産に対する補償および受給資格を算出する基礎となる。「共和国法第 10752 号」と「第 10752 号実施細則」に従って、RCS は独立した資産査定人が実施する。全ての PAP に対する補償及び支援の具体策は、JICA ガイドライン、世銀セーフガードポリシーOP4.12 に基づいている。併せて、「共和国法第 10752 号」と「第 10752 号実施細則」等対応するフィリピンの法律・規則、及びガイドラインにも基づいている。

  なお、RCS は「共和国法第 10752 号」及び「第 10752 号実施細則」第 15 条に基づいて、FS 調査と DD 調査の 2 段階で実施される。

  i)　FS 段階では、家屋・建物の平米m当たりの床単価等、建設業界の基準に則して、費用を概算する。
  ii) DD 段階では、DPWH が公共事業の積算に用いる基準に即して、費用を計算する。

FS 時に見積もりした補償・移転費概算は、DD 時に見直しする。上記のように、見積もり方法が異なる。 FS 時は、事業費予算を計上することが主眼だが、DD 時は上記基準で算出された BOQ/BOM が PAPs への補償費見積もりの基礎となるためである。この際、FS 時に利用した市場価格は、DD 時期のものに置き換えて見積もる。

- 土地の評価

土地の評価は、市場価格に基づいている。不動産業者、フィリピン土地銀行やフィリピン開発銀行などの現地銀行等、信頼できる情報源からのデータを利用した。

- 建物の評価

被影響の建物の評価は、「第 10752 号実施細則」の第 6.6 条の既定に従い、再取得価格に基づく。被影響の建物・改良の再取得価格は、材料、機材、労賃、コントラクターの利益と間接費、また被影響建物と同様のものを取得・設置するのに付随する費用を含む。

- 被影響建物図

センサス調査とタギングの結果に基づいて、被影響地域にある全ての現住者が所有する建物及びその他の物理的資産を示す被影響建物図を作成した。

(2)　被影響資産・財産の補償およびエンタイトルメント

MMSP 事業の実施に伴い発生する損失の種類に応じた PAPs への補償や支援の様々を次の表に示す。PAPs の適格性および資格も併せて記載している。

「**7.2.3　社会経済調査結果**」で述べたように、現在、社会経済調査のデータを分析している。分析結果を踏まえて、エンタイトルメント・マトリクスは見直す予定である。

表 7.2.8　エンタイトルメント・マトリクス案

損失のタイプ	適用	受給資格者	補償内容	責任機関
1. 土地 ・農地 ・住宅地 ・商業地 ・工業用地	**重大な影響が有り、交渉による売買の場合** 20% 以上の全土地保有が喪失する、または 20%以下の喪失であるが残地では経済的に生活が維持できない。	• 土地権利証書(Original Certificate of Title: OCT)、譲渡証書(Transfer Certificate of Title: TCT)を有する PAPs • 元来、土地所有者ではないがコモンウェルス（Commonwealth Act：CA）第 141 法で土地を付与された、及び当該土地の取得が無償ではなかった PAPs • 本人及び先行者が過去 30 年以上、その土地を保有していることを占める税金申告を持っている PAPs	• キャピタルゲイン税（Capital Gains Tax: CGT)、印紙税（Documentary Stamps Tax: DST)、譲渡税、登録料を含む現在の市場価格で計算された完全な再取得価格による土地損失に対する金銭補償	DOTr
		• 第 141 法で土地を付与された PAPs	• 「共和国法第 10752 号」「第 10752 号実施細則」に基づき、建物、改良、収穫物及び樹木の再取得価格による金銭補償。土地への補償はなし。土地への補償はなし。	DOTr
	重大な影響が有り、土地取得する場合(交渉が不成立) 20% 以上の全土地保有が喪失する、または 20%以下の喪失であるが残地では経済的に生活が維持できない。	• OCT、TCT を有する PAPs • 元来、土地所有者ではないが CA 第 141 法で土地を付与された、及び当該土地の取得が無償ではなかった PAPs • 本人及び先行者が過去 30 年以上、その土地を保有していることを占める税金申告を持っている PAPs	• BIR ゾーン価格で計算された完全な再取得価格で土地の影響を受けた部分の金銭補償。DST、移転税、登録料がかからない。所有者が CGT を支払う。	DOTr 訴訟長官室（Office of the Solicitor General: OSG)， 裁判所
		• CA 第 141 法で土地を付与された PAPs	• 「共和国法第 10752 号」「第 10752 号実施細則」に基づき、建物、改良、収穫物及び樹木の再取得価格による金銭補償。土地への補償はなし。	DOTr 訴訟長官室 裁判所
1. 土地 ・農地 ・住宅地 ・商業地 ・工業用地	**部分的に影響を受け交渉による売買の場合** 20% 以下の全土地保有が喪失する、又は、20%以下の喪失であり残地はまだ利用可能である。	• OCT、TCT を有する PAPs • 元来の土地所有者ではないが、CA 第 141 法で土地を付与された、及び当該土地の取得が無償ではなかった PAPs • 本人及び先行者が過去 30 年以上、その土地を保有していることを占める税金申告を持っている PAPs	• キャピタルゲイン税（Capital Gains Tax: CGT)、印紙税（Documentary Stamps Tax: DST)、譲渡税、登録料を含む現在の市場価格で計算された完全な再取得価格による、影響を受ける部分の土地に対する金銭補償	DOTr
		• CA 第 141 法で土地を付与された PAPs	• 「共和国法第 10752 号」「第 10752 号実施細則」に基づき、建物、改良、収穫物及び樹木の再取得価格による金銭補償。土地への補償はなし。	DOTr

損失のタイプ	適用	受給資格者	補償内容	責任機関
	部分的に影響を受け土地取得する場合（交渉が不成立） 20％ 以下の全土地保有が喪失する、又は、20％以下の喪失であり残地はまだ利用可能である。	• OCT、TCT を有する PAPs • 元来の土地所有者ではないが、CA 第 141 法で土地を付与された、及び当該土地の取得が無償ではなかった PAPs • 本人及び先行者が過去 30 年以上、その土地を保有していることを占める税金申告を持っている PAPs	• BIR ゾーン価格で計算された完全な再取得価格で土地の影響を受けた部分の金銭補償。DST、移転税、登録料がかからない。所有者が CGT を支払う。	DOTr 訴訟長官室 裁判所
		• CA 第 141 法で土地を付与された PAPs	• 「共和国法第 10752 号」「第 10752 号実施細則」に基づき、建物、改良、収穫物及び樹木の再取得価格の金銭補償。土地への補償はなし。	DOTr 訴訟長官室 裁判所
1. 土地 ・農地 ・住宅地 ・商業地 ・工業用地	工事期間中の一時的な利用（アクセス道路、土捨て場、資材等の仮置き場、作業員宿所など）	OCT、TCT 等、又は、税税金申告、その他の許容できる所有証明書を保持する全ての PA	• 被影響財産のある場所における実勢の賃借料に基づき、レンタル料を金銭補償 • 使用した土地の原状回復 • 工事中に影響を受けた財産の再取得価格での補償	工事業者
2. 構造物と改良 ・住居用 ・商業用 ・産業用	**重大な影響を受ける構造物・改良** 20％ 以上の全土地保有が喪失する、または 20％以下の喪失であるが残構造物は機能を果たさない、あるいは継続的な利用ができない	構造物と土地を所有する PAPs	• 「共和国法第 10752 号」に基づき、再取得価格に基づく建物全体の金銭補償（減価償却または回収資材の減額は考慮しない）	DOTr
		地方自治法または共和国法第 7160 号第 199 条、同法実施細則 290 条に定められたように機械を所有する PAPs	• すべての機械について、減価償却なしの完全な再取得価格に相当するの現金補償。併せて、輸送、取扱い、および設置の費用を補償。 • 付随するサービス施設の現金補償 • 関連する許容経費の現金補償	DOTr
		構造物を賃貸借している PAPs	• 賃貸されている建物と同等のタイプおよび寸法の構造物に対する一般的な平均月額レンタルに相当するレンタル補助金	DOTr
			• 「共和国法第 10752 号」に定義されているように、所有権の証明を提示することによる減価償却なしの完全な再取得価格に相当する構造全体の金銭補償。 • ·テナント土地を利用するオプション、または集団住宅で、以下のいずれかのパッケージ - LGU の地方住宅委員会。 - 社会住宅金融公社（SHFC）のコミュニティモーゲージプログラム（CMP）。 • 脆弱層（高齢者、女性戸主世帯、特別支援が必要な人）には、PhP20,000 相当の不便手当を追加	DOTr

損失のタイプ	適用	受給資格者	補償内容	責任機関
	部分的に影響を受ける構造物・改良 20% 以下の全土地保有が喪失する、又は残構造物は機能を果たし継続的な利用が可能である	構造物と土地を所有する PAPs	• 「共和国法第 10752 号」に基づき、再取得価格に基づく、影響を受ける建物の箇所の金銭補償（減価償却または回収資材の減額は考慮しない）	DOTr
		構造物を所有しているが、土地は所有していない PAPs	• 「共和国法第 10752 号」に定義されているように、影響を受ける部分について、所有権の証明を提示することによる減価償却なしの完全な再取得価格に相当する金銭補償。	DOTr
5. 樹木		土地所有の如何に関わらず、果樹を所有している PAPs	• 農業省（DA）が規定する実勢市場価格に基づく果樹の金銭補償	DOTr
		土地所有の如何に関わらず、材木になる樹木を所有している PAPs	• DENR により査定された実勢市場価格に基づく樹木の金銭補償	DOTr
6. 収入損失	分析中			
7. 非正規居住者 ISF	分析中			
8. 社会的弱者	分析中			

出典 ： 調査団

(3)　生計回復および生活支援プログラム

生計回復および生活支援プログラムの目的は、PAPs のなかでも脆弱な世帯を支援し、事業実施前のレベルに収入を回復させ、以前よりもよい生活レベルへ改善することにある。社会的弱者世帯は貧困層、年配者、女性、子供、先住民、および障害者等の PAPs を含む。なお MMSP 事業エリアには、先住民族はいない。
具体的な支援内容は 7 月末までに報告。

(4)　移転地整備計画

PAP の移転場所と住宅ユニット、ISF PAP をそれぞれの移転場所と住宅ユニットに移転するための実施プログラムは、RAP ドラフトで説明される。 移転対象の ISF PAP は、社会経済調査を通じて特定されるものとする。
具体的な支援内容は 7 月末までに報告

7.2.5　苦情処理メカニズム

本報告書における「苦情」とは、MMSP 事業の解釈と実施に起因する、いかなる論争、問題あるいは紛争を指し、その内容は補償（土地と構造物の所有者）や資格基準から、移転地に関する各種問題、さらに当局・機関がこれら用地に拡張する行政等サービスの質に及ぶ。そのため PAP からの苦情に対処するためには、体系的な苦情処理メカニズムが確立される必要がある。

具体的に苦情に対応するのは、苦情処理委員会(GHTF)となる。DOTr プロジェクト管理室(Project Management Office, Department of Transportation and Communications: DOTR-PMO) と MMSP 沿線の各 LGU とが住民移転実施管理チーム (Resettlement Implementation Management Team: RIMT) を設け、そのなかに GHTF を設置する。LGU ごとに設置するのは、PAPs からの苦情処理を迅速行うためである。GHTF の想定される構成を下表にしめした。

表 7.2.9　想定される苦情処理委員会の構成

名称	機能
議長	PMO-RIMT 議長
共同議長	沿線のバランガイ・キャプテン
委員	DOTr ROW 担当 DENR-NCR 土地管理部 (DENR-NCR LMS)主任 各市査定官 各市環境・自然資源担当官(CENRO) 市都市貧困対策官 (UPAO) RAP コンサルタント (建設監理ステージ) 地域で活動している各 NGO の代表

移転の実施、又は MMSP 事業に関連する各種問題といった PAP からの苦情は、無料で、交渉を通じて処理される。また、以下の手順に基づき、合意による決定に至ることを目的している。
権利を侵害された PAP は誰であっても、その即時解決のため、担当 LIAC に苦情を書面で申し立てる。口頭での申し立ての場合は、LIAC、LGU あるいは DOTr プロジェクト管理室(Project Management Office, Department of Transportation and Communications、以下、「DOTR-PMO」という) と NSCR

事業 RAP 実施チーム（RAP Implementation Team、以下、「RIMT」という）、もしくは DOTR-PMO と RIMT から指名された職員が、正式に提出できるよう、その苦情を文書化する。当該する苦情は受理した組織が、LIAC と DOTR-PMO 及び RIMT が設立した、関連組織で構成された住民移転調停委員会（Resettlement Arbitration Committee）に即時解決のため送付する。住民移転実施に関する PAP からの苦情またはプロジェクトへの関連問題は、交渉を通じて金銭的な手数料なしで処理される。具体的な手続きは以下の通りである。

1) 苦情を申し立てる PAP は、直ちに解決するために、それぞれの LIAC に苦情を書面で申し立てる。 口頭で受け取った場合、公式に提出すするため、その苦情は LIAC、LGU、RIMT の職員、または RIMT が指名した職員が文書化する。この苦情は、即座に解決されるべく、受理団体によって LIAC と DOTr-PMO / RIMT によって作成された関係機関で構成された再定住仲裁委員会に転送される。
2) しかしながら、苦情を受理した組織は、苦情受理時、その苦情の本質が苦情の定義に当てはまるか、あるいは本プロジェクトに無関係かを判断することができる。そうしない場合は、苦情を受理した組織は、住民移転調停委員会に、即時解決のため当該苦情を送付する。苦情が苦情受理組織に受け取りを拒否された場合は、申立人はその苦情を DOTR-PMO に提起することができる。
3) 苦情が住民移転調停委員会によって、15 日以内に、納得がいくように解決されない、あるいは申し立てた PAP が LIAC から何の連絡も受け取らない場合、その PAP は DOTr-PMO に苦情を送付あるいは控訴できる。
4) 苦情が DOTR-PMO によって、15 日以内に納得がいくように解決されない、あるいは申した立てた PAP が DOTr-PMO から何の連絡も受け取らない場合、その PAP は適する司法裁判所に法的告訴を行うことができる。

全ての苦情（あるいは口頭での苦情申し立てを文書化したもの）は、文書として記録・保管される。PAP は苦情の申し立てにおいて、一切、料金を取られない（行政手続及び訴訟の費用）。住民移転後、RIMT 及び LIAC は、PAP の生活状況を四半期ごとにモニタリングすること、及び全ての苦情を受理することに責任をもつほか、苦情を受理する最初の窓口でもある。受理された全ての苦情は文書として記録され、即時対応のため LIAC に提出される。

住民移転調停委員会が受理した苦情に対する対応や判定は、LIAC に報告され協議されるものとする。苦情処理の手順は、住民移転活動に先立って、住民協議会やこれに類似する PAP を巻き込んだ活動のなかで発表される。またタガログ語で書かれたパンフレット、案内書／チラシ等の配布物でも、苦情処理の手順を発表する。バランガイ、LGU、RIMT を含む全ての関連組織は、PAPs に苦情処理の手順を説明する際には、同じ配布物を用いるものとする。

7.2.6　実施体制（住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務）

住民移転計画の実施に関連して、想定される組織及びその機能をまとめた。

(1)　運輸通信省プロジェクト管理オフィス（DOTr-PMO）

PMO は MMSP 事業のために設立されるか、既存の PMO を活用する。PMO は以下を実施する。

- RAP 最終版を確定し、また補償、RAP 実施とモニタリングに必要な予算を確保する。
- RAP 実施チーム（RIMT）を形成し、RAP の実施に当たらせる。、
- プロジェクト実施状況をモニタリングする。
- 財務計画を規定し、資金執行状況をモニタリングする。

(2)　MMSP 事業 RAP 実施チーム（RIMT）

RIMT は、RAP を実施する役割をもち、以下に対応する。

- RAP 準備活動に従事する建設監理コンサルタントと DOTr スタッフを以下を行うことを支援する。
  - PAP のリストを検証する。
  - プロジェクトの影響を受ける PAP の資産を検証する。
- 移転住民について、DOTr が適切な移転施設を整備することを支援する。
- RAP 実施モニタリングに参加する。
- RAP 準備に従事している DOTr スタッフを情報公開、住民参加、住民協議会において支援する。
- PAP やその他のステークホルダーからの苦情を受け取り、関係当局にその問題を通知する。
- すべての住民協議会、苦情や苦情に対処するための措置の記録を維持する。
- 関係する政府当局と連携して、プロジェクトサイトまたは ROW への浸食に関する法律/条例の施行を支援する。

RIMT の設立に当たっては、DOTr と関係する LGU との間で MOU に署名し、これをもって RIMT が発足することになる。するこによって行われる。

プロジェクトの影響を受ける全ての市町で LIAC が設立される。RIMT はその一部となり、モニタリングと監督のため、LIACs が開催するすべての会議に参加する。

なお RIMT は ROW 取得の際、DOTr を支援する。LIAC が IFS を対象とするのに対し、RIMT は FS と IFS の両方を対象とする。LGU が RIMT 形成のイニシアティブをとるのが望ましい。具体的な RIMT のオペレーションについては DD 時に詰めていく。これは FS 時期に細かく詰めても、案件が承認されない場合のコストに鑑みての対応である。

(3)　LGU s

RA 7279 に規定されているように、LGU は、NHA と連携して、被災家族の基本的ニーズを十分に満たすよう基本的なサービスと施設を提供し、雇用および生計機会にアクセスできるようにすることが必要である。

LGU には、以下の役割が想定される。

- LIAC の議長を務め、作業計画とその活動を実行する。
- 移転場所として開発の可能な地域を特定し、その取得/インフラ整備のための資金を提供する。(共和国法第 7279 号第 8 条)
- 関係機関と協力して、再定住地に、水道、電力とその適切な配電システム、下水施設、効率的かつ適切な廃棄物処理システム、主要道路および輸送施設へのアクセスを設置し、またこれらの基本サービスが最も費用対効果の高い料金で提供されることを保証する。
- 健康、教育、通信、保安、レクリエーション、救援、福祉などの他の基本的なサービスや施設への実施を計画し、実施することを優先する (同 21 条)。
- 移転する世帯との対話を継続する。
- 提案されたプロジェクトサイトを保護し、プロジェクトエリア内の新しい不法居住者の侵入を防止するために必要な措置を講ずる。
- 移転の実施状況をモニタリングし、定期的な報告書を DOTr に提出し、コピーを HUDCC に提出する。
- RAP を効果的に実施するために必要な機能を実行する。
- 移転の社会準備活動の実施を支援する。(同 23 条)。
- すべての LIAC レベルで適切な都市貧困層の特定を支援する
- 解体・明け渡しに関する書類を審査し、必要な措置を講じる。

(4)　関連機関委員会 Local Inter-Agency Committee (LIAC)

LIAC は、住民移転が発生する LGU の全レベルで設立・組織化されるべきである。LIAC は移転・移住計画の実施に積極的に関わるものとし、管轄地域内にプロジェクト対象地域が位置する市町村の首長が率いる。PAP を代表する住民組織 (People’s Organizations、以下、「POs」という) を LIAC に加え、住民移転計画の実施、モニタリングに際して LIAC を支援、補佐する。

LIAC は首長が率い書記が補佐し、以下の小委員会によって構成される。1) 社会的準備、2) 受益者選定、3) 移転調停、4) 法制と安全、5) 移転・移住。

LIAC は、意思決定、調整及び諮問の中心的な機関であり、LGU 及び中央政府所属機関から提供される人材と財源と専門的見地のプールである。また LIAC は、住民移転に関する様々な活動、計画、プログラムやプロジェクトを実施する、実施させるワーキング・グループでもある。LIAC のメンバーは、定期的に集まり、全ての公開討議に参加し、また被影響世帯／住民の権利を確保し騒乱の発生を防止するため、全ての取り壊し作業に立ち会う。

より具体的には、LIAC は次の活動を行う。

- あらゆる移住・移転活動を網羅した地元の情報センターとして機能する。また、人口センサスやタッギング調査、解体作業、移転地の計画と開発に伴う問題や懸念を解決する。

- 被影響地域にいる ISF が、秩序だって安寧で人道的に移転できるよう支援する。
- 基本的な生活インフラ・施設とサービスが提供され、安全、低価格で、移転先として受容される場所へ、全対象世帯が移転できるよう保証する。
- 協調・包括的なマルチ・セクター・アプローチによるプロジェクトの計画・実施に全てのプロジェクト・ステークホルダーが参画できるようにする。
- 小委員会が行う各種の計画・プログラム・プロジェクト、及びその実施をモニタリングする。

(5)　主要な住宅供給組織

住宅都市開発調整協議会 Housing and Urban Development Coordinating Council (HUDCC)
住居開発相互基金 Home Development Mutual Fund (HDMF)
国家住宅ローン公社(NHMFC)
国家住宅庁 National Housing Authority (NHA)
住宅・土地利用規制委員会 Housing and Land Use Regulatory Board (HLURB)
社会住宅金融公庫 (SHFC)

(6)　社会福祉・開発省地方事務所

社会福祉・開発省はフィリピン国民の社会福祉を受ける権利を保護し、社会開発を推進することを責務とする中央政府の組織である。PAP が原住地から移転地に移動する過程で、福祉と補助を確実に受けられるようにするため、同省地方事務所のうち、その管轄下の住民が移転する、あるいは管轄地域に移転地が設置される地方事務所は、RAP 実施体制に組み込まれる。

(7)　LGU 都市貧困対策室 (LGU Urban Poor Affairs Office: UPAO)

LGU には都市貧困対策室（以下、「UPAO」という）が設けられている。法に定める手順に基づいて撤去作業が実施され、またその過程を各ステークホルダーが確認できるよう手配するために、管轄内で住民移転が発生する LGU の UPAO は、RAP 実施体制に組み込まれる。

7.2.7　実施スケジュール

移転は、1）補償等の必要な支援や移転の調整が終わり、2）移転先でインフラ及び社会サービス（病院、学校等）が整備された場合に開始できるようスケジュールを組む。
詳細は、RAP レポートに記載する。

表 7.2.10　MMSP 住民移転実施スケジュール

		担当機構	Y1				Y2				Y3				Y4				Y5	Y6	Y7	Y8
			1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q				
A	詳細設計と他のコンサルタントサービス	DOTr/PMO																				
B	コントラクター選定	DOTr/PMO																				
C	建設工事	DOTr/PMO																				
D	通勤線の運転	DOTr/PMO																				
1	地籍図（Parcellary Survey）調査及び被影響構造物調査	PMO/RIMT																				
2	PAP のセンサスマスターリスト確認のため詳細実測調査(DMS)を実施。ROW が変更された場合 RAP を修正。	PMO/RIMT																				
3	土地、構造物、付帯施設の評価	PMO/RIMT																				
4	DOTr による RAP 承認	JICA																				
5	JICA による RAP 承認																					
6	RIMT 設立	DOTR																				
7	GHTF 設立	LIAC, PMO/RIMT																				
8	ROW 取得　(ISFs)																					
	ISFs に対する社会的準備																					
	LIAC 創設	PMO/RIMT																				
	AP 代表者を LIAC メンバーに任命	LIAC, PAPs																				
	RAP 最終化後、住民協議会開催	LIAC, PMO/RIMT																				
	社会的準備を遂行する外部コンサルタントを雇用又は適切な政府機関の支援要請	PMO/RIMT																				
	PAPs の受給資格の確認	LIAC, PMO/RIMT																				
	移転前の生活支援プログラム（職業訓練等）の実施	LIAC, PMO/RIMT																				

		担当機構	Y1				Y2				Y3				Y4				Y5	Y6	Y7	Y8
			1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q				
9	追加 ROW 取得（正規住民）																					
	所有者に交渉を含む買収の通知書の発送	PMO/RIMT																				
	強制収容申請	PMO/RIMT, OSG																				
	所有権書の確保	PMO/RIMT, OSG																				
	土地所有者へ補償																					
	ROW 取得																					
10	ISF s の移転																					
	移転地の決定	LIAC, PMO/RIMT																				
	住宅建設	LIAC, NHA PMO/RIMT																				
	移転スケジュールに関し被影響世帯と協議会を開催	LIAC, PMO/ RIMT, PAPs																				
	撤去通知の発行	LIAC, PMO/RIMT																				
	自発的撤去のため ISF 受給者と解体チームを創設	LIAC, PMO/RIMT																				
	移転実施	LIAC, PMO/RIMT																				
11	移転後の活動																					
	移転地の住宅所有者組織や住宅協同組合の能力向上プログラム	LIAC, PAPs PMO/RIMT,																				
	移転地での移転後のモニタリング	LIAC, PMO/RIMT																				
	モニタリング結果に基づく生計回復プログラム及び能力強化	LIAC, PMO/RIMT																				

7.2.8　費用と財源

MMSP 事業の支出全体に関するスケジュールは、補償、居住地の Pre-FS レベル開発費、住民移転援助措置費用、管理費などの費用と項目別に用意されるものとする。補償は、代表的な土地および資産の評価に基づいて見積もられるものとする。 また、フィリピンの法律や実施機関（DOTr など）の省令が規定していない土地買収や移転に必要な資金については、可能性のある資金源を検討する必要がある。

移転費用、補償費用の概算は社会経済調査の結果を踏まえて算出する必要があることから、同調査結果と併せて報告予定である。

7.2.9　実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

(1)　内部モニタリング

DOTr-PMO 及び RIMT は、RAP 実施状況を独立してモニタリング・評価することを内部モニタリング機関（Internal Monitoring Agent：IMA）に委任する。
この IMA の任務と義務は次の通りである。

- RAP 実施状況を LIAC と協調して定期的に監理・モニタリングする。実施結果は IMA が四半期報告として記録し RIMT に提出するほか、最終的には DOTR-PMO から JICA に提出する。
- 全 PAF のベースライン情報の再リスト化に際し、損失資産の評価、補償及びその他の要件の支給、及び住民移転が JICA ガイドライン及びフィリピン関連法に基づいて実施されたかどうかを検証する。また各 RAP 報告書を精査する。
- RAP が設計・計画通りに実施されることを保証する。
- RIMT が RAP 実施ために供給した資金が、適時支給されたか、また各活動の内容と目的に見合った額であるかを検証する。
- 全ての苦情、特にその本質が何であるか、及び対応する解決策について記録する。また苦情が迅速に処理されるようにする。

(2)　外部モニタリング

RIMT は、外部者によるモニタリング・評価を独立した外部モニタリング機関（External Monitoring Agent：EMA）に委任する。EMA は、資格要件を満たす個人、あるいは資格要件を満たし経験豊富なスタッフを有するコンサルタント会社とする。EMA を雇用する際の TOR は DOTR が準備すべきであり、雇用に先立って JICA が同意できるものでなければならない。EMA には（i）ランダムに PAPs を訪問し、その状況を観察する、(ii)PAPs の現居住地と移転先において協議する、の 2 種類の実施方法がある。

(3)　モニタリングの実施時期と頻度

下表に、MMSP の事業フェーズに分けたモニタリングの実施時期、頻度と報告書の種類をまとめた。

表 7.2.11　モニタリングの実施時期と頻度

	内部モニタリング	外部モニタリング
RAP 実施期間	Inception Report (1) Monthly Monitoring and Reporting (27) Final evaluation (1)	Inception Report (1) Semi-Annual Report (4)
建設期間	Semi-Annual Monitoring and Reporting (7) Final Evaluation Report (1)	Semi-Annual Report (7) Final Report (1)

7.2.10　住民協議

移転計画プロセスを通じて住民参加を確実にするため、DOTr はステークホルダー協議会議と住民協議会を開催している。これに加えて、ジェンダー配慮及び社会的弱者配慮の観点から、のフォーカス・グループ・ディスカッション（以下、「FGD」という）を開催している。また MMSP は事マニラ首都圏の商業地域を通過することから、補償内容の検討に活用するため、事業者を対象にした FGD も開催した。

住民協議会の日時と会場は、DOTt から公式要請レターによって市やバランガイ等の被影響自治体に告知しているほか、住民協議会議への招待状は直接、PAPs と想定される住民に配布された。ISF については、確実に通知されるよう、別途、住居所有者組合（Home Owners Association HOA）の会長にも通知し、会長から参加メンバーの全 ISFs に通知された。

(1)　第 1 回住民協議会

第 1 回住民協議会は下表のように開催された。MMSP 事業の概要、センサス調査の日程とカットオフデートが通知された。

表 7.2.12　第 1 回住民協議会概要

LGUs	場所	日時	対象となる駅	主要参加者	参加者数
Makati City	17/F Training Room, Building 1, Makati City Hall,	18-Apr-2017 8:00 a.m.	Underground - No station	PAPs, LGU, DOTr	
Pasig City	Legislative Session Hall, Pasig City Hall	18-Apr-2017 1:30 p.m.	Ortigas North Ortigas South	PAPs, LGU, DOTr	
Quezon City (Group A) (Group B)	2nd Floor, DFA Conference Room, Civic Center Building C, Quezon City Hall	25-Apr-2017 1:30 p.m. 26-Apr-2017 8:00 a.m.	Mindanao-Quirino, Tandang Sora North Ave. Quezon Ave. East Ave. Anonas Katipunan	PAPs, LGU, DOTr	
Valenzuela City	2nd Floor, Valenzuela Town Center, Valenzuela Town Hall A, Valenzuela City Hall,	26-Apr-2017 1:30 p.m.	Depot	PAPs, LGU, DOTr	
Paranaque City	2nd Floor, Session Hall, Brgy. Hall of San Martin De Porres,	27-Apr-2017 1:30 p.m.	FTI	PAPs, LGU, DOTr	
Taguig City	People's Hall, Taguig City Hall Satellite Office, 9th Floor, SM Aura,	2-May-2017 1:30 p.m.	Kalayaan Ave. Bonifacio Global City Cayetano Blvd.	PAPs, LGU, DOTr	

出典：調査団

参加者の意見等は現在、取りまとめ中である。

(2)　バランガイ・レベルのフォローアップ

第 1 回住民協議会の参加率が悪かったケソン市とパシグ市においては、バランガイレベルでのフォローアップ説明会を開催した。

表 7.2.13　バランガイ・レベルのフォローアップ説明会の概要

LGUs	場所	日時	対象となる駅	主要参加者	参加者数
Quezon	Barangay Hall of Talipapa,	15-May 2017	Mindanao-Quirino	PAPs, LGU, DOTr	
	Barangay Hall of Tandang Sora	15-May	Tandang Sora	PAPs, LGU, DOTr	
	Barangay Hall of Pinyahan	17-May	East Avenue	PAPs, LGU, DOTr	
	Barangay Hall of Bagumbuhay	18-May	Anonas	PAPs, LGU, DOTr	
	Barangay Hall of Blueridge A	19-May	Katipunan	PAPs, LGU, DOTr	
Pasig	Barangay Hall of San Antonio	24-May	Ortigas South Ortigas North	PAPs, LGU, DOTr	

出典：調査団

参加者の意見等は現在、取りまとめ中である。

(3)　第 2 回住民協議会

第 2 回住民協議会は、住民関心事への説明を優先させるべく補償の法的枠組みの説明に絞って、実施した。

表 7.2.14　第 2 回住民協議会の概要

LGUs	場所	日時	対象となる駅	主要参加者	参加者数
Quezon Barangay: - Talipapa, - Tandang Sora, - Bagong Pag-asa	Barangay Hall of Talipapa,	15-May 2017	Mindanao-Quirino, Tandang Sora, North Avenue and Quezon Avenue	PAPs, LGU, DOTr	
Quezon Barangay: - Pinyahan, - Bagumbuhay	Barangay Hall of Bagumbuhay,	5-Jun-17	East Avenue Anonas	PAPs, LGU, DOTr	
Quezon Barangay: - Blueridge, - Bayanihan. - St. Ignatius	Barangay Hall of St. Ignatius,	6-Jun-17	Katipunan	PAPs, LGU, DOTr	
Quezon Barangay: - San Antonio, Ugong - Oranbo - Kapitolyo	Barangay Hall of San Antonio,	7-Jun-17	Ortigas South Ortigas North	PAPs, LGU, DOTr	
Makati Barangay: - West Rembo	Barangay Hall of West Rembo	7-Jun-17	Underground - No station	PAPs, LGU, DOTr	
Paranaque City Barangay: - San Martin De Porres - Merville	Barangay Hall of San Martin De Porres	8-Jun-17	FTI	PAPs, LGU, DOTr	
Valanzuela Barangay: - Ugong	Barangay Hall of Ugong	9-Jun-17	Depot	PAPs, LGU, DOTr	

出典：調査団

参加者の意見等は現在、取りまとめ中である。

(4)　フォーカス・グループ・ディスカッション（FGD）

1)　事業者対象

LGUs	場所	日時	対象となる駅	参加者数
Quezon City	Tony's Grill, Mindanao Avenue	6-Jul 2017 8:00 AM	Tandang Sora, Depot	
Quezon City	St. Ignatius Barangay Hall, Quezon City	7-Jul 2017 8:00 AM	East Avenue, Anonas Katipunan	
Pasig City	San Antonio Barangay Hall, Pasig City	7-Jul 2017 1:00 PM	Ortigas North Ortigas South	

出典：調査団

参加者の意見等は現在、取りまとめ中である。

2)　社会的弱者対象

LGUs	場所	日時	対象となる駅	参加者数
Valenzuela City	Ugong Barangay Hall, Valenzuela City	6-July, 2017 1:00 PM	Depot	
Quezon City	St. Ignatius Barangay Hall, Quezon City	7-Jul 2017 8:00 AM	East Avenue, Anonas Katipunan	
Pasig City	San Antonio Barangay Hall, Pasig City	7-Jul 2017 1:00 PM	Ortigas North Ortigas South	

出典：調査団

参加者の意見等は現在、取りまとめ中である。

第8章　事業効果の算定

8.1　運用・効果指標の算出

8.1.1　事業評価の目的

評価対象となる Mindanao Ave. – Quirino Highway と FTI 間の 25.1km は、「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」）にて第 1 期開業区間として選定された。その事業計画策定の基本方針を以下に示す。

- 魅力ある都市鉄道の実現
- 安全性の確保による事業リスクの低減
- 建設費及び運営費の削減・収益の拡大への工夫

都市構造は同心円状から梯子状への変化が指向されている。その変化には魅力ある都市鉄道が必要である。重要な点は以下のとおりである。

- 既存路線との接続
- 急行運転

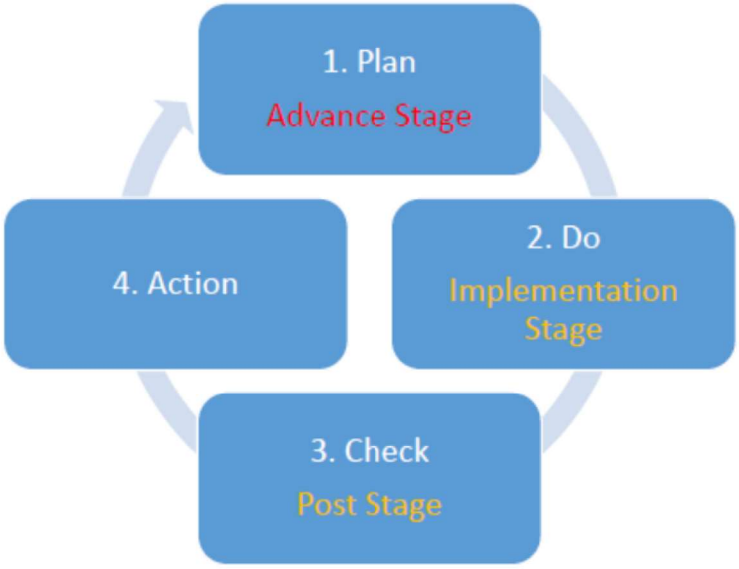
本項では運用・効果指標につき整理し、想定される種々の効果のうち、以下の 3 項目については別項にて整理する。

- 定性的効果
- 経済財務指標（EIRR 及び FIRR）
- 社会環境指標（気候変動）

上述の背景を理解のうえ、事業評価は「JICA 事業評価ハンドブック（Ver. 1.1）、独立行政法人国際協力機構評価部、2016 年 5 月」（以下ハンドブック）に則り実施する。ハンドブックでは、「JICA 事業評価ガイドライン（第 2 版）、独立行政法人国際協力機構評価部、2014 年 5 月」（以下ガイドライン）に示される下記 2 項目を、事業評価の目的として示している。

- PDCA サイクルを通じた事業のさらなる改善
- 日本国民及び相手国を含むその他ステークホルダーへの説明責任（アカウンタビリティ）の確保

PDCA サイクルとモニタリング・事業評価の関係を図 8.1.1 に示す。



出典：「JICA 事業評価ハンドブック（Ver. 1.1）、独立行政法人国際協力機構評価部、2016 年 5 月」を参考に調査団作成

図 8.1.1　PDCA サイクルとモニタリング・事業評価

上図の各ステップの概要は以下のとおりである。

1. **Plan（事前評価）**

事業の実施前に、妥当性、計画内容、想定する効果、指標などを検証する。

2. **Do（モニタリング（事業実施促進））**

案件計画段階で策定した計画に基づく定期的なモニタリング（事業進捗促進）および事業終了時点での協力成果を確認する。

3. **Check（事後評価）**

事業の終了後に、有効性、インパクト、効率性、持続性などを検証。事後評価後は教訓・提言への対応などを確認する。

4. **Action（フィードバック~アクション）**

評価結果は、当該事業のみならず、類似の事業の計画・実施に反映する。

本調査において実施する事業評価は、上図の「1. Plan」（事前評価）部分に該当する。その内容は、事業の実施前に、妥当性、計画内容、想定する効果、指標などを検証することである。事前評価の段階で設定したプロジェクトの評価指標は、中間から事後までの各段階の評価で協力効果を測定する基準となる。

8.1.2　事業評価の手法

事業評価の手法は、ハンドブック中に、「事前評価参考資料・標準指標例等」として記載される「円借款運用・効果指標リファレンス、独立行政法人国際協力機構評価部、2014 年 7 月」（以下リファレンス）を用いる。リファレンスでは以下のおよそ 20 種の様々なプロジェクトに用いる指標が記載されている。

- 火力（石炭・ガスコンバインド・地熱・油）発電、火力リハビリ、脱硫装置、水力発電（一般水力、揚水）、風力発電、送変電、配電、ガス、道路、**鉄道**、航空、港湾、通信、灌漑・農業、河川改修（治水）、植林、上水道、下水道、教育、保健・医療、観光、廃棄物

本プロジェクトが該当する「鉄道」については、表 8.1.1 に示す指標が示されている。

表 8.1.1　鉄道に関する指標

	運用指標	効果指標
基本指標	乗客･貨物輸送量（人･キロ、トン･キロ） 運行数（列車本数/日） 稼働率（%）（車両調達がある場合） 車両キロ（キロ）（車両調達がある場合）	乗客･貨物輸送量（人･キロ、トン･キロ） 特定区間の所要時間（時間）
補助指標	保守工場における車両の在場日数 （保守工場調達がある場合）	最高速度（km/h） 混雑率（%）

＊ 乗客･貨物輸送量は運用指標、効果指標の双方に含まれる。

出典：「円借款運用･効果指標リファレンス、独立行政法人国際協力機構評価部、2014 年 7 月」を参考に調査団作成

リファレンスに記載される各種指標の定義は以下のとおりである。

- 「運用指標」は、事業の運営状況を定量的に測る指標。すなわち、事業にて設備・施設等（アウトプット）が整備された結果として、アウトプットが適切に運営・使用されているかを測定するもの。
- 「効果指標」は、事業の効果発現状況を定量的に測る指標。すなわち、事業にて設備・施設等（アウトプット）が整備された結果として、それらが受益者や対象地域にもたらした効果を測定するもの。
- 「基本指標」は案件の特性によらず一般的に必要性が認識されるもので、かつ、データ収集が可能と思われるもの。
- 「補助指標」は、案件の特性、コンポーネントにより必要となることが想定されるものや、必要性はあるがデータ収集の困難性が高いもの等。

なおリファレンスにおいては、「各案件における指標設定に当たっては、該当するすべての基本指標を設定する必要はなく、案件の特性に応じ取捨選択し、必要に応じ補助指標の活用も行う、また指標例以外に適切な指標があれば適宜追加する、等の運用、応用を行うことが望ましい。」とされている。

都市部で地下鉄路線の新設する本プロジェクトの特徴は以下のとおりである。

- 貨物を取り扱わない都市部での旅客に特化した輸送であるため、輸送量の季節変動は軽微である。
- 待避線設置により各駅停車を追い抜く急行運転に対応するものの、速度向上を目指した既設路線の高規格化の事業ではない。
- 新線の複数駅と既存の鉄道路線網との接続が想定され、整備効果の面的広がりが期待される。
- 車両調達および保守工場調達がある。

したがって、上表の指標のうち「最高速度」を除く指標につき、旅客輸送を対象とする部分を検討対象とし、月毎の変動は考慮しないものとする。あわせて下記の追加指標は、全線の終日の利用状況をあらわす。

- 「効果指標：補助指標」ロードファクター

一方、都市鉄道プロジェクトにおいては、利用客数が安定するまで 2 年程度かかることが知られている。本項では開業年、開業 2 年後及び開業 5 年後について記載する。

8.1.3　運用指標

(1)　乗客輸送量

1)　目的

輸送計画立案のために実施される需要予測等の基礎的なデータを用いて、施設活用状況を把握する。

2)　指標作成方針･方法

下式により算出する。

一日当たり乗客輸送量 = 各々の旅客人数 × 各々が乗車した距離

(2)　運行数

1)　目的

輸送計画立案のために実施される、輸送人員から算出され基礎的なデータを用いて、施設活用状況を把握する。

2)　指標作成方針･方法

年平均の 1 日当たりの列車本数を、運行区間別に示す。

(3)　稼働率

1)　目的

本事業で調達される車両のうち、何両が運行されるのかを示す。

2)　指標作成方針･方法

式により整理され、通常約 80~90%がターゲットとされる。

稼働率 =　年間延べ稼働日数/調達車両数×（365 日－検査による平均不稼働日数）×100%
（365-49）/ 365=86.5%

(4)　車両キロ

1)　目的

本事業で調達された車両の運行状況を把握する。

2)　指標作成方針･方法

下式により整理される。

車両キロ=調達車両の駅間通過両数×駅間キロ

(5)　保守工場における車両の在場日数

1)　目的

各車両検査の能力を示す指標であり、保守向上における効率的な運用、設備（スペアパーツ含む）の充実度の指標となる。検査内容により在場日数が異なり把握が困難である。稼働率で検査能力の概ねの情報が把握可能と考え、本指標は補助指標とする。

2)　指標作成方針･方法

各種検査毎の年平均の 1 両当たり在場日数。

8.1.4　効果指標

(1)　乗客輸送量

1)　目的

経済分析の経済内部収益率（EIRR）の便益計算に使用する。

2)　指標作成方針･方法

下式により整理される。

乗客輸送量 = 各々の旅客人数 × 各々が乗車した距離

(2)　特定区間の所要時間

1)　目的

経済分析の経済内部収益率（EIRR）の便益に使用される重要な効果指標で基本指標とする。ただし、輸送量増加を目的とする編成長増強等の改良事業においては、時間短縮効果が発現しないため、補助指標とする。

2)　指標作成方針･方法

駅間距離、平均速度、駅停車時間より算出する。

(3)　混雑率

1)　目的

混雑緩和の程度を示す、利用者が多い都市鉄道に限定される指標である。定員･輸送量の把握と混雑率の実測が難しいため、補助指標とする。

2)　指標作成方針･方法

下式により整理され、通常 150～180（日本方式による混雑率）がターゲットとされる。

混雑率（%） = 輸送人員（人/ピーク時） ÷ 輸送定員（人/ピーク時）×100
方向別駅間断面輸送量最大区間を対象

(4)　ロードファクター

1)　目的

全線の終日の利用状況をあらわす指標である。定員･輸送量の把握とロードファクターの実測が難しいため、補助指標とする。

2)　指標作成方針･方法

下式により整理される。

ロードファクター（%） = 輸送量（人キロ/日） ÷ 輸送可能量（定員キロ/日））×100
全線の終日の人キロを対象

8.1.5　算出結果

各指標の算出結果を表 8.1.2 に示す。

表 8.1.2　運用効果指標算出結果一覧表

指標			2025 年	2027 年	2030 年
運用指標	基本指標	乗客輸送量（人･キロ）	3,531,915	5,129,957	7,527,020
		運行数（往復/日）	94	94	125
		稼働率（%）	86.5	86.5	86.5
		車両キロ（キロ/日）	37,750.4	37,750.4	50,200.0
	補助指標	保守工場における車両の在場日数（日）	49	49	49
効果指標	基本指標	乗客輸送量（人･キロ）	3,531,914	5,129,957	7,527,020
		特定区間の所要時間（時間） Mindanao Ave. - Quirino Highway Station - FTI Station	各停待避あり 42 分 20 秒 各停待避なし 39 分 20 秒 快速 31 分 30 秒	同左	同左
	補助指標	混雑率（%）	62.4	76.2	72.9
		ロードファクター（%）	33.4	48.5	53.5

出典：調査団作成

8.2　プロジェクト評価

8.2.1　経済評価

(1)　経済評価の方法

調査団は提案された MMSP の経済的実行可能性を評価するために割引キャッシュフロー分析を実施した。提案された路線の実行可能性を検証するために経済的内部収益率(EIRR)と経済的純現在価値を計算した。分析はプロジェクトの効果を測るために「プロジェクトが実施されたケース」と「プロジェクトが実施されなかったケース」に焦点を当てて分析を行った。プロジェクトの期間は、47 年間と想定した。この期間中には、2018 年からの 8 年間の建設期間と 2025 年から 40 年間の運営期間が含まれている。

経済コストと経済便益が変化することにより実行可能性の指標がどのように反応するかを評価するために感度分析も行った。

(2)　便益とコストの比較

1)　プロジェクトの経済的なコスト

経済的なコストは、財務的なコストに含まれる全ての税金とプライスエスカレーションを控除し、投資コストに含まれる非熟練労働者にシャドーウエイジレートを適用し、経済的なコストは財務的なコストの約 85%に相当すると見積った。この変換係数（85%）は、O&M コストにも適用した。尚、事業費及び O&M コストの詳細及び算出方法に関しては、該当箇所を参照願います。

2)　プロジェクトの経済便益

本地下鉄事業の主要な経済便益は走行経費の削減と移動時間の節約によるものである。本地下鉄の建設により交通量が減少し、結果として移動時間が短縮され、走行スピードが速くなることが期待されている。短い移動時間は低い移動時間コストとなり、一方、走行スピードの上昇は、低い走行経費となる。これらの経済便益の価値は、移動についての時間コストと走行経費への支払意思に基づくものである。追加の経済便益としては、排出ガス削減により、呼吸系疾患が減ることにより医療費が削減されることによる便益、CO_2削減による便益、建設工事期間中の交通渋滞によるマイナスの便益等を経済評価には含めた。

本プロジェクトの主要な便益を計算するプロセスで、走行経費と移動時間コストが見積もられる。走行経費(VOC)は代表的な車両の平均的な運行コストに基づいている。（表 8.2.1）計算において想定されている項目は、(1) 燃料費、(2) 潤滑油、(3) タイヤ、(4) 修繕費、(5) 減価償却費、(6) 車両費、(7) 管理費、(8) ドライバー。計算結果は、車種及び走行スピードごとに示される。

表 8.2.1　フィリピンの単位走行経費（2017）

単位：Php/1,000 km

	速度 (km/hour)	モーターサイクル	自動車	ジーブニイー	標準バス	トラック
経済コスト	5	10,569	40,833	37,123	93,469	159,187
	10	6,036	23,032	20,599	53,098	87,204
	20	3,692	13,848	12,603	32,400	50,906
	30	2,892	10,705	10,021	25,393	36,905
	40	2,459	9,111	8,568	21,909	30,256
	50	2,252	8,208	8,339	20,781	27,216
	60	2,210	7,982	8,763	21,028	25,503
	70	2,234	7,997	9,493	21,892	24,909
	80	2,306	8,181	10,349	23,148	25,703
	90	2,437	8,660	11,124	24,424	27,381

出典：JICA 調査団

単位移動時間コストは交通モード、世帯収入毎に見積もられている。交通モード毎の月の移動時間コストは、車を所有している人の世帯収入の加重平均である（表 8.2.2）。しかしながら、これらの価値は、仕事をしながらの時間価値で移動時間コストではない。

交通手段ごとの平均移動時間が時間ごとの時間価値で、仕事での移動と通勤のための移動よりなっている。

表 8.2.2　乗客の時間価値(2017)

(in Php per hour)

MC	自家用車	公共交通	
		Jeepney	Bus
266	171	325	673

出典：JICA 調査団

CO_2 削減による環境の改善も本地下鉄事業の重要な便益の一つである。本地下鉄導入による CO_2 削減の効果の詳細な記述は、表 8.2.3 に示されている。CO_2 削減の効果は、非常に重要であり特に環境の観点からは重要である。しかし CO_2 削減によって作り出される便益は、他の便益や MMSP の建設コストに比べて非常に小さいものである。従って、CO_2 削減効果は、この調査での経済評価には大きな影響を与えることはない。

表 8.2.3　想定 CO_2 削減量 と効果

（上段単位：CO_2 ton/year、下段単位：百万 Php/年）

2025 年	2035 年	2045 年
79,045	276,604	363,146
146	511	670

注：CO_2 の貨幣換算に際しては、米国政府が採用している$37/t$CO_2$ を採用

出典：JICA 調査団

近年の交通インフラ事業における経済分析に於いて、道路交通量が削減されることで道路上の車両から発生する有害物質により健康が害されるリスクが減ることを便益として健康便益を考慮することは重要であり、本プロジェクトにおいても、健康便益を計算した。本プロジェクトの対象エリアの主要な病院（表 8.2.4）へインタビュー調査（2016 年）を実施し、呼吸系疾患の年間患者数及び平均治療費を算出し、本プロジェクトありのケースとないケースの差を健康便益と推定した（表 8.2.4）。

表 8.2.4　本プロジェクト対象エリア内の主な病院

	Name of Hospital	Address
1	St. Agnes General Hospital	241 Roosevelt Avenue, Quezon City
2	Bonifacio General Hospital	225 Roosevelt Avenue Quezon City
3	Phillipine Orthopedic Center	Banawe Street, Quezon City
4	Sta. Tersita General Hospital	100 D Tuazon Street Quezon City
5	United Doctors Medical Center	290 N. Ramirez Street Comer Espana Rotonda Quezon City
6	Children's Medical Center	11. Banawe Street, Quezon City,1114
7	Mt. Banawe General Hospital	264 E. Rodriguez Blvd., Quezon City, Phillipines
8	Capitol Medical Center	Quezon Avenue corner Scout Megbanua Street, Quezon City
9	De Los Santos Medical Center	201 Eulogio Rodriguez Avenue Sr., Quezon City
10	St. Luke's Medical Center	279 Eulogio Rodriguez Avenue Sr., Quezon City
11	Dr. Jesus Delgado Memorial Hospital	7 Kamuning Road, Quezon City
12	Veteran's Memorial Hospital	North Avenue, Quezon City
13	New Era General Hospital	Commonwealth Corner Tandang Sora Avenue Quezon City
14	Phillipine Children's Hospital	Quezon Avenue corner Agham Road, Quezon City
15	Lung Center of the Phillipines	East Avenue, Quezon City
16	National Kidney Transplant Institute	East Avenue Corner V. Luna Street Quezon City
17	Phillipine Heart Center	East Avenue, Quezon City
18	East Avenue Medical Center	East Avenue, Quezon City
19	AFP Medical Center	V-Luna Road, Pinahan, Quezon City
20	World Citi Medical Center	960 Aurora Boulevard, Quezon City
21	Our Lady of the Miraculous Medal Hospital	Lakandula, Milagrosa, Quezon City
22	Quirino Memorial General Hospital	JP. Rizal Street Quezon City
23	PNP General Hospital	EDSA Camp Crame Quezon City 1100
24	John F. Cotton Hospital Center for Corporation Wellness	Meralco Center, Ortigas Avenue, Metro Manila, Pasing
25	Our Lady of Lourdes Hospital	46 P. Sanchez St. Santa Mesa, Manila
26	National Center for Mental Health	9 de Febrero Mauway, Mandaluyong City
27	Unciano General Hospital	393 Boni Avenue, Mandaluyong City
28	Victor Pottenciano Medical Center	163 EDSA, Mandaluyong City

	Name of Hospital	Address
29	St. Martin de Porres Charity Hospital	70 Bonifacio St., Brgy. Kabayanan, San Juan
30	Waterous General Hospital	166 Del Pilar St., San Juan
31	Cardinal Santos Memorial Hospital	122, 1/F Cardinal Santos Medical Center Medical Arts Building 10 Wilson Street San Juan City
32	Medical City Hospital	Ortigas Avenue, Pasig City
33	Rizal Medical Center	Pasig Bivd., Pasig City 1600
34	Mary Immaculate Hospital	E. Rodriguez Jr. Ave C-5 Road, Bagong llog, Pasig City

出典：JICA 調査団

表 8.2.5　想定健康便益（呼吸系医療費削減額）

（単位：百万 Php /年）

2025 年	2035 年	2045 年
21	73	96

出典：JICA 調査団

又、高架構造物、駅部やトンネルボーリングマシン搬入のための立坑の建設中における工事現場周辺の一部車線の閉鎖等により引き起こされる交通渋滞による経済的損失も考慮した（表 8.2.6)。

表 8.2.6　工事期間中の交通渋滞による経済損失

（単位百万 Php/年）

2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
-3,271	-6,542	-6,542	-6,542

出典：JICA 調査団

(3)　経済評価

1)　コスト・ベネフィット分析

経済分析の結果を表 8.2.7 に示す。計算条件は、以下のとおりである。

価格及びコストは、2017 年のコンスタント価格をベースとしている。
計算期間：47 年間　（運用開始から 40 年）
VAT 及びインフレーションは、考慮していない。
社会的割引率は、10%を採用。

提案された事業の EIRR は、9.6 %で NEDA が設定している社会的割引率（10%）以下である。これは、本事業コストに TOD に必要なコストのみが考慮され、便益が考慮されていないことによるのが一番大きい理由である。従って、EIRR の値だけで判断するのではなく、経済的な純現在価値（1,787.33 Million Php）及び TOD 実施による経済効果も含めた形で判断すべきである。

2)　感度分析

感度分析は、コストと便益の変化に EIRR、B/C 及び純経済価値がどのように反応するかを見るために実施した。便益又はコストが 10%プラスの方向に変化すれば、プロジェクトの経済的な実行可能性があることを示している。

表 8.2.8　経済評価の感度分析

ケース	EIRR (%)	B/C	NPV (Million Php)
便益が 10%増えて,コストが 10%減るケース	11.2%	5.61	2,071.20
便益が 10%増えるケース	10.4%	5.05	2,021.26
コストが 10%減るケース	10.4%	5.09	1,837.27
ベースケース	9.6%	4.58	1,787.33
便益が 10%減るケース	8.8%	4.11	1,533.40
コストが 10%増えるケース	9.0%	4.16	1,737.39
便益が 10%減って、コストが 10%増えるケース	8.2%	3.74	1,503.47

出典：JICA 調査団

8.2.2　財務評価

(1)　一般

プロジェクトの財務分析の主目的は、プロジェクトの実施機関の観点からプロジェクトの財務的な実行可能性を見ることである。

財務分析の最初のステップは、収入と投資コストと O&M コストの見積もりである。財務的内部収益率は、資金調達条件や投資コストに要すると思われる調達金利や政府からの補助金等を考慮しない条件で計算している。

(2)　運賃体系と MMSP の乗客の予測

MUCEP データベースを基に運賃価格を設定した。このデータベースでは、「マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査」(JICA、2015 年)と同様に、鉄道路線の特徴が南北通勤線と類似していることから、MMSP の運賃設定は、LRT1 号線、MRT3 号線の 2 倍と設定した。

表 8.2.9　運賃設定 (Php)

	2015	2025	2035
MMSP	22.0+2.0/km	36.6+3.2/km	56.2+4.2/km
LRT1	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
LRT2	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
MRT3	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
Line 6	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
Line 7	11.0+1.0/km	17.8+1.6/km	26.7+2.4/km
NSCR	22.0+2.0/km	36.6+3.2/km	56.2+4.2/km

出典：JICA 調査団

表 8.2.10 は、交通需要予測に基づく運賃収入の結果である。

表 8.2.10　MMSP 運賃収入

（単位：Million Php/year）

	2025	2035	2045	2060
MMSP (Phase I)	5,658	16,170	27,886	41,537

出典：JICA 調査団

(3)　プロジェクトキャッシュフロー

1)　コスト

第 4 章に記載されている MMSP の見積もりコストに基づき、インフラへの投資コストと O&M コストは、年次毎に割り振った。

a)　価格：2017 年のコンスタント価格を使用。FIRR を計算するための評価期間中のインフレーションは、収入、コストともに考慮している。

b)　プロジェクトの評価期間：MMSP の運行開始から 40 年間。

c)　コスト：初期投資コスト、初期投資及び O&M に要する代替コストは含む。

d)　乗客の増加により車両を増やすことが必要となった場合の追加コスト。

e)　施設の耐用年数に基づく車両、信号、電気施設の代替費用

2)　収入

a)　運賃収入

運賃収入は、需要予測に基づき計算した。

b)　他の収入

MMSP 運行による関連事業からの収入、例えばエキナカ事業や広告等は、本調査に於いては、以下のように考慮した。

広告収入は、2015 年の LRTA の広告収入を参考にし、運賃収入の 1%を広告収入と推定した。エキナカ事業からの収入としては、スペースを賃貸することを前提に計算し、運賃収入の約 3%を計上している。又、本事業を開始するにあたり購入する土地活用等からの収入に関しては、現時点では具体的な関連事業が確定していないので、各駅毎に購入予定の土地を賃貸した場合を想定して、収入として計上した。(詳細は、TOD に関する章を参照)

3)　プロジェクトキャッシュフロー

財務分析の最初のステップとして、収入と投資コストと O&M コストを見積もり、ローンや政府からの補助金を考慮しないで、FIRR(VAT の支払いは含む、初期投資に伴う金利や資金調達条件は考慮しない)を計算した。結果を表表 8.2.11 に示す。FIRR の値は、3.0%となっている。

一方、現状のフィリッピンの金利は、PHBOR[1]（7-8%）プラス 2-3%（リスク度合いに応じて変化）である。従って、MMSP に商業的な実行可能性を見出すことは難しい。

[1] *フィリッピン銀行間レート*

第9章　運営方式の検討

本章においては、フィリピンや各国における鉄道事業の事例を比較検討し、本鉄道事業に適用しうる事業運営スキームの分析を行うこととする。

9.1　各国地下鉄・鉄道事業手法の分析

9.1.1　フィリピン及び諸外国の鉄道運営方式

本項における分析の視点は下表のとおり。大きく「運営開始済事業」と「計画中・整備中事業」に分けて、各事業の概要（路線延長、事業規模等）、官民の役割分担の特徴について情報を収集・分析する。また、「運営開始済事業」については、事業開始後の成果と課題、その要因についても分析を行う。

表 9.1.1　各国地下鉄・鉄道事業手法の分析の視点、収集事例一覧

運営開始済事業	計画中・整備中事業
• 事業概要（路線延長、事業規模等） • 官民の役割分担の特徴 • 事業開始後の成果・課題とその要因	• 事業概要（路線延長、事業規模等） • 官民の役割分担の特徴
【収集事例】 • 台北 MRT 事業 • バンコク・MRT 事業 • バンコク・スカイトレイン PPP 事業 • マニラ MRT3 PPP 事業	【収集事例】 • LRT1 extension PPP • LRT2 Operation and Maintenance PPP • North-South Railway Project South Line

9.1.2　運営開始済事業

(1)　台北 MRT 事業

■ 事業概要

1996 年 3 月に開業した台北市及び周辺地域にまたがる地下鉄である。5 路線、総延長 137.6km、108 駅を有し、2016 年の一日の平均利用客数は 2 百万人を超える。

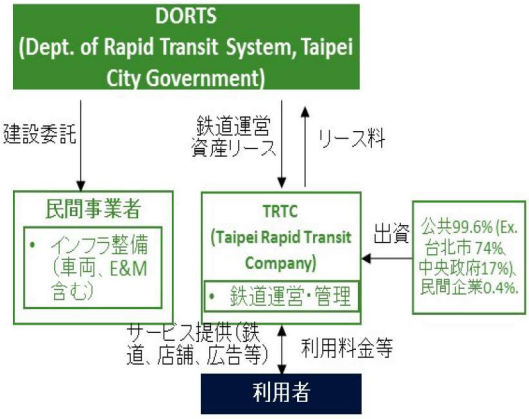
鉄道建設・設備保有は台北市政府（Department of Rapid Transit Systems, Taipei City Government（DORTS））、運営は台北市をはじめ公共機関が 99.6%出資する会社（Taipei Rapid Transit Corporation（TRTC））によって行われている。

■ 運営方式

台北市政府（DORTS）が土地収用や、設計、建設を行い、鉄道施設を保有する。TRTC が鉄道資産をリースにより借り、鉄道事業を運営する。

運賃収入は TRTC に帰属し、広告等の関連事業も行う契約となっている。

DORTS は、土地収用に必要となる資金調達コストを抑え、民間事業者による周辺の不動産開発を促進するため、取得した用地を民間事業者と共同開発するスキームを採用している。

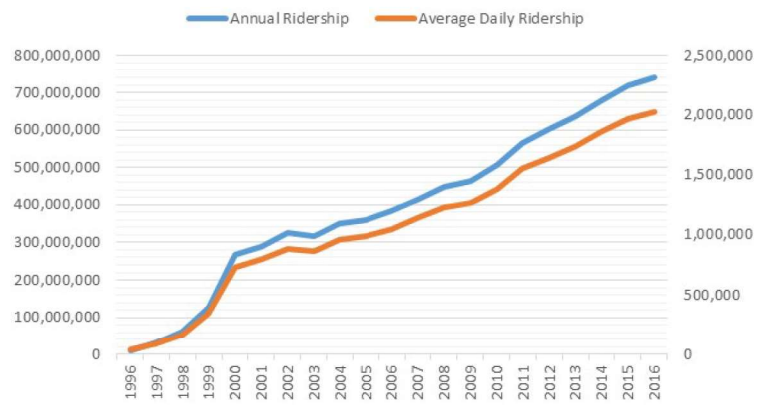


出典：Taipei Reapd Transit Corporation ホームページより調査団作成

鉄道資産の更新費用は、TRTC から DORTS に支払われるリース料の一部を基金として、賄われている。なお、リース料は、更新費用分＋鉄道運営の営業利益の 50%と売上の 2%（ただし売上の 4%を超えない範囲）と設定されている。

■ 輸送実績

1996 年 3 月に開業したのは 1 路線 10.5km のみであったため、一日平均の利用客は約 4 万人程度であった。その後、1997 年に 32.4km、1998 年に 40.3km と路線延長が伸びるとともに、路線数も増加したため、利用客数も順調に拡大してきた。営業 10 年目の 2006 年には 1 日あたりの利用者が 100 万人を突破し、2016 年には 1 日あたり 200 万人を超える人が利用している。

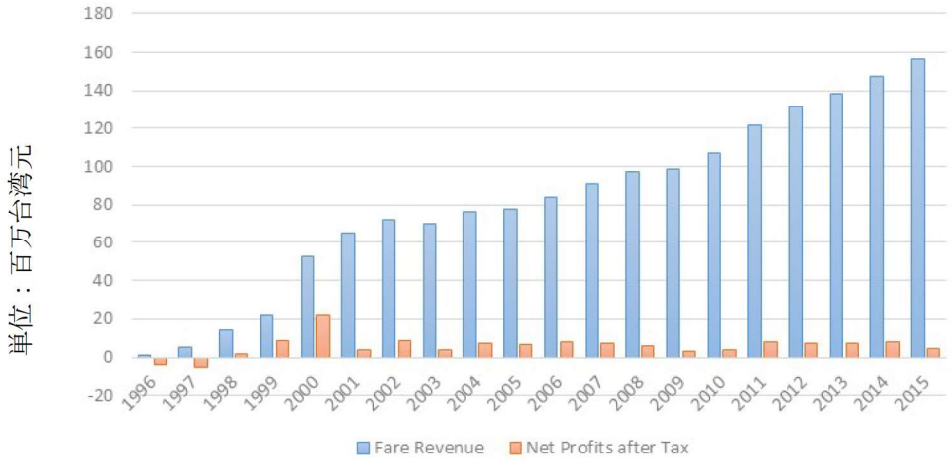


出典：Taipei Rapid Transit Corporation ホームページより調査団作成

図 9.1.1　Taipei Metro 利用者数の推移

■ 経営状況

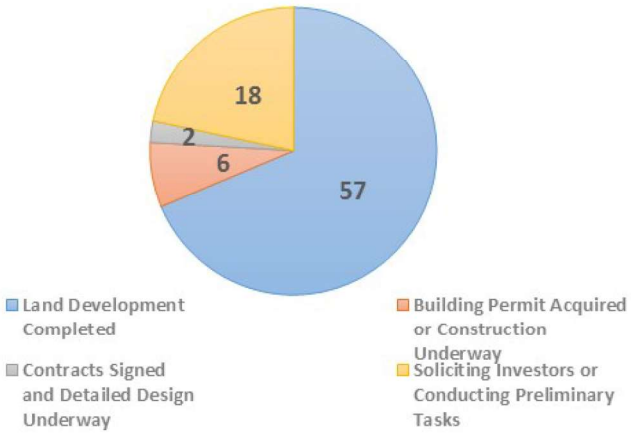
TRTC の鉄道運営事業は、営業 3 年目より黒字経営を続け、営業売上は年々増加している。なお、2015 年に、TRTC が DORTS に支払った鉄道事業資産の年間リース料は 4,758 百万台湾元（約 176 億円）であった。



出典：Taipei Rapid Transit Corporation の Annual Report2015 より調査団作成

図 9.1.2　TRTC の収益及び利益の推移

また、2015 年時点で DORTS の土地開発事業は、実施準備中のものも含め 83 駅に及んでいる。同年には 2,050 百万台湾元（約 7,585 百万円）相当の資産価値の公有資産を売却した。さらに、オフィス（149 棟）、13 店舗、14 モール、616 物件の住居スペース、合計 792 の物件を賃貸用に管理しており、うち、451 の物件を賃貸に出している。



出典：DORTS の Annual Report2015 より調査団作成

図 9.1.3　DORTS の土地開発状況

■ 成果と教訓

需要予測が困難な開業当初の時期も、実質的な公営企業による運営であったため、安定したサービスを提供することができ、結果として一日 200 万人に利用される事業へと成長したものと考えられる。

鉄道ネットワークの拡大とともにエリア開発を合わせて実施する場合、公共主導により民間事業者を不動産開発に積極的に誘致をすることが有効である。また、衛星都市の再開発や新規エリア開発に貢献したともいわれ、既存または新規の周辺資産価格も増加させたとの指摘もある。

(2)　バンコク・MRT 事業

■ 事業概要

バンコクの MRT（Mass Rapid Transit）は、バンコク首都圏の交通渋滞緩和や大気汚染の緩和等を目的として整備が進められている交通システムである。2017 年現在、ブルーライン（チャルーム・ラチャモンコン線）20.8km とパープルライン（チャローン・ラチャタム線）約 23.0km の 2 路線が営業している。

バンコク市内のファランポーン駅とバンスー駅を結ぶブルーラインは、2004 年に開業した全線地下路線である。土木工事には円借款（約 2,160 億円）が活用された。

また、パープルラインは、バンコクの北西方面に向かうバンパイ運河駅とタオプーン駅を結ぶ延長約 23 キロの路線で、2016 年に開通した。全線高架式で、総事業費は 61,616 百万バーツ（約 2,005 億円）。土木および軌道、第三軌条、駅舎の整備に際しては円借款が活用された。なお、丸紅と東芝が出資する共同事業体が鉄道システム一式（車両、信号・運行監視設備、変電設備、通信設備など）を供給。両社と JR 東日本が共同設立した事業体が、10 年間のメンテナンスを実施している。

■ 運営方式

両線ともに、国営の公社（MRTA）が路線の建設（土木工事部分）や施設の保有を行い、民間事業者が、一部インフラの整備と運営を行う PPP 方式を採用している。ブルーライン、パープ

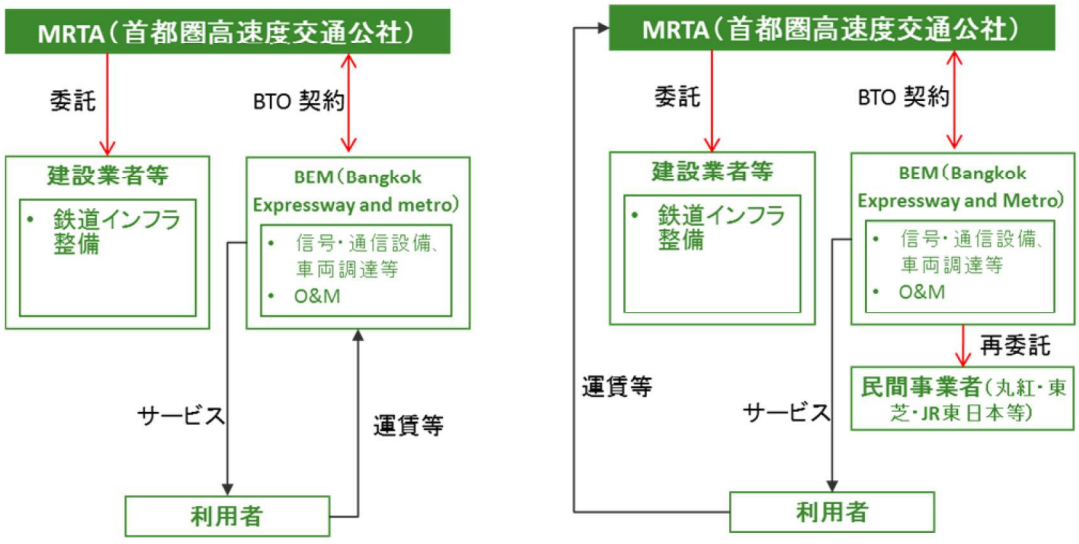
ルラインともに、コンセッショネアはBEM（Bangkok Expressway and Metro）である。

先に開業したブルーライン事業では、民間事業者が運賃収入を得るとともに需要リスクを負うPPPネットコスト方式が採用された一方、2016年に開業したパープルライン事業では、公的機関が運賃収入を得た上で、民間事業者にO&M料を支払うPPPグロスコスト方式が採用された。なお、両線ともに、民間事業者は駅周辺の商業開発を行う権利を有している。

表 9.1.2　バンコク MRT 運営手法の概要

	ブルーライン	パープルライン
PPP 方式	コンセッション（PPP ネットコスト[1]）	コンセッション（PPP グロスコスト[2]）
契約期間	25 年（2004～2029 年）	30 年（2013～2043 年）
駅数	18 駅（地下鉄）	16 駅（高架式）
路線延長	20 キロ	23 キロ
駐車場ビル	11 棟・エリア	4 棟

出典：BEM Annual report 2016　(65 ページ)



出典：BEM Annual report 2016 等をもとに調査団作成

図 9.1.4　バンコク MRT の運営方式（左：ブルーライン、右：パープルライン）

■ 輸送実績

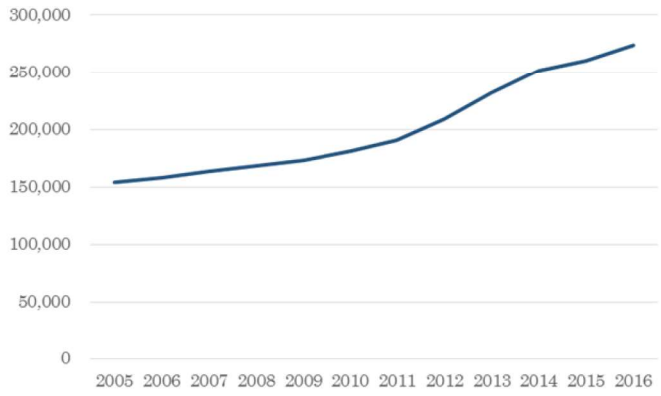
ブルーラインの一日当たりの輸送人員は、開業当初で24万人～43万人と推計されていたが、2005年度の実績は約15万人と、当初予定を大きく下回った。その後、輸送実績は緩やかに伸びているものの、2016年度現在でも約27万人にとどまっている。

また、2016年に営業を開始したパープルラインについても、開業当初の利用者数（1日約2万人）が想定（同7万人）を大きく下回ったため、運賃値下げに踏み切った。利用者が伸びない一因としては、ブルーラインやレッドライン等の鉄道網との結節が乏しい点が指摘されている。

---

[1] 公的機関が土木工事等、民間事業者は車両調達等のインフラ整備を分担。運賃収入は民間事業者に帰属する一方、需要リスクも負う。

[2] 公的機関が土木工事等、民間事業者は車両調達等のインフラ整備を分担。運賃収入は公的機関に帰属し、公的機関は民間事業者に対し、O&M料を支払う。



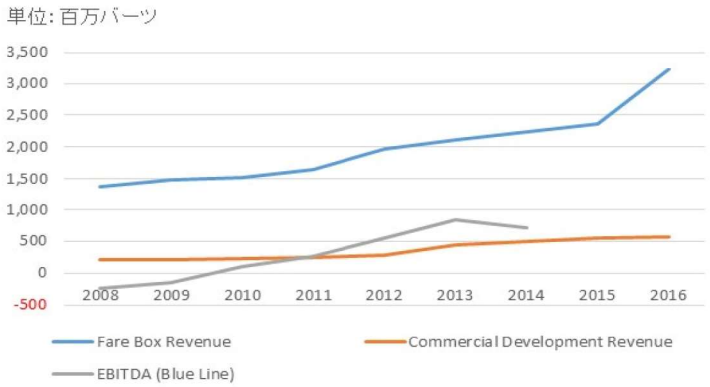
出典：BEM Annual report

図 9.1.5　ブルーラインの一日当たり輸送人員の推移

■ 経営状況

BEM はブルーラインとパープルラインのコンセッション事業に参画しており、ブルーラインは順調に売り上げを拡大している。また、2010 年度からは営業利益に相当する EBITDA も黒字化している。

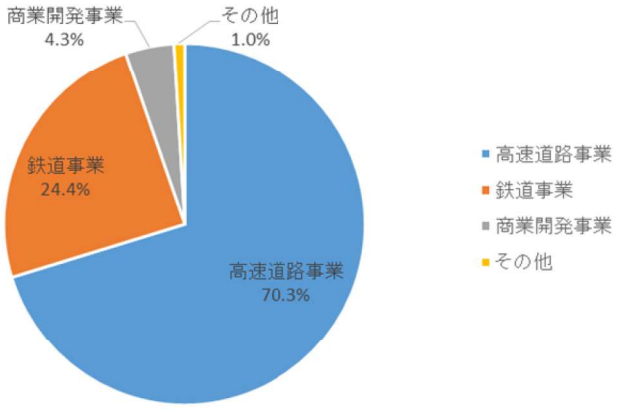
なお、BEM は高速道路の建設運営事業にも参加しているものの、商業開発事業はほぼ鉄道事業に紐づく収益である。



(*2015 年以降のブルーライン単独の EBITDA はブルーライン運営企業の BMCL が BEM に統合されたため非公表)

出典：BEM Annual report 2016、BMCL Annual Report 2013

図 9.1.6　ブルーラインの収益推移



出典：BEM Annual report 2016 等

図 9.1.7　BEM の収入構造（2016 年度）

■ 成果と教訓

土木工事等については公共事業として実施されたため、民間事業者の初期投資費用負担は比較的抑えられた。一方、ブルーラインの場合は、需要リスクを民間事業者が負うこととなったが、当初輸送実績が予想を下回ったため、苦しい経営を強いられた。

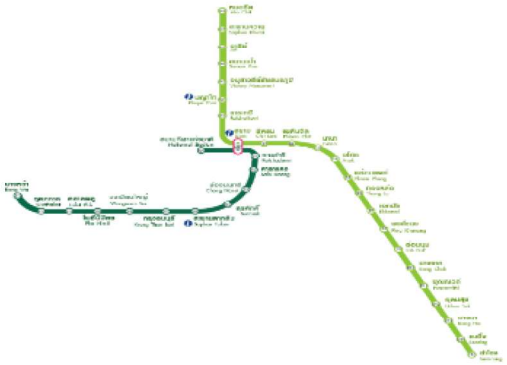
パープルラインについては、2016 年 8 月開業のため、成果や課題を分析するのは時期尚早ではあるが、既述のスカイトレインとは異なり、グリーンフィールド型プロジェクトであるため、需要予測が困難であることから需要リスクは公共側が負うこととなったのが特徴である。一方、民間のリスクが軽減されたのにも関わらず、応札者は 2 者にとどまった。

パープルラインでは、日本企業がコンセッショネアの協力企業として参加し、車両の供給だけでなく、長期にわたるメンテナンス業務も担えるようになった。技術者を派遣し、現地社員への教育訓練を行うことで、メンテナンス技術を現地化することで現地メンテナンス水準の貢献が期待される。

(3)　バンコク・スカイトレイン事業

■ 事業概要

スカイトレインは、バンコク市内の渋滞解消を目的に整備された高架式の鉄道で、バンコク初の電車方式の都市大量輸送システムである。1995 年に建設を開始し、1999 年にスクンビット線の 17 キロが開業した。その後、延伸や新線（シーロム線）の整備が行われた結果、2017 年 4 月現在の総延長は約 38.7 キロ、駅数は 35 駅となっている。



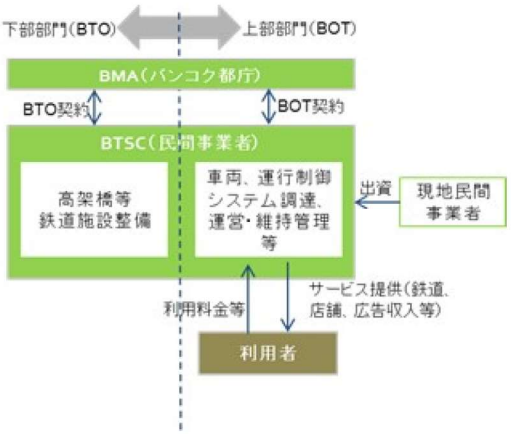
路線名	延長
スクンビット線	約 23.7 キロ（23 駅）
シーロム線	約 14.2 キロ（13 駅）

出典：BTS HP（http://www.bts.co.th/customer/en/02-route-area.aspx）

図 9.1.8　スカイトレインの路線図と各線延長

■ 運営方式

PPP（BOT 方式＋BTO 方式）で実施した。発注者である BMA（バンコク都庁）とコンセッショネア（BTSC：Bangkok Mass Transit System Public Company Limited）が PPP 契約を締結。高架橋等鉄道施設については BTO 方式、車両運行制御システム調達と運行開始後の運営・維持管理等については BOT 方式を採用した。また、土地収用以外の建設リスク、商業リスク、金融リスクを全てコンセッショネアが負担した。なお、コンセッショネアに対しては、税制優遇措置（輸入関税免除、8 年間の所得税免除、8 年間の配当非課税）が取られた。

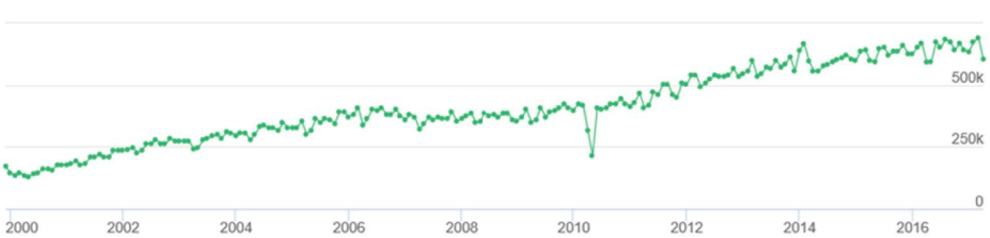


出典：アジア大都市における交通社会資本への BOT 手法適用事例の比較分析（花岡伸也、2010）

■ 輸送実績

1995 年に行った需要予測では、開業初年度の 2000 年の一日当たり輸送人員を 80 万人弱としていた。アジア通貨危機後に需要予測を改定したものの、それでも 60 万人を見込んでいた。

しかし、開業直後の 2000 年の一日当たりの輸送人員は、13 万～17 万人程度（月別に集計）で、当初予測を大きく下回った。しかし、徐々に利用者数は増加し、2015/16 年度の一日当たり輸送人員は 63 万 7,000 人に達しており、混雑が常態化していると言われている。



出典：BTS HP（http://bts.listedcompany.com/bts_ridership.html）

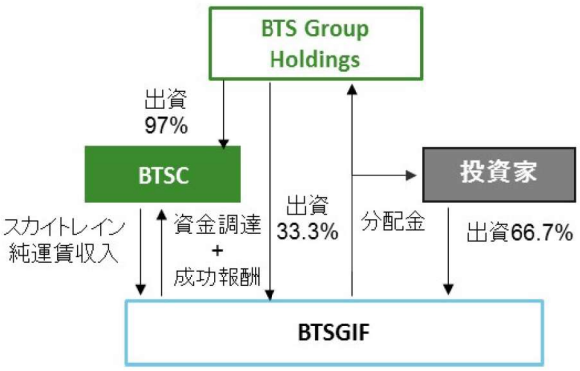
図 9.1.9　スカイトレインの一日あたり輸送実績の推移

■ 経営状況

既述のとおり、開業当初の輸送実績が当初予定を大きく下回ったため、運営するコンセッショネアの業績は低迷し、2007 年には債務整理を実施した。また、運賃改定や利息負担の縮小等により、2007 年から収益が黒字化した。

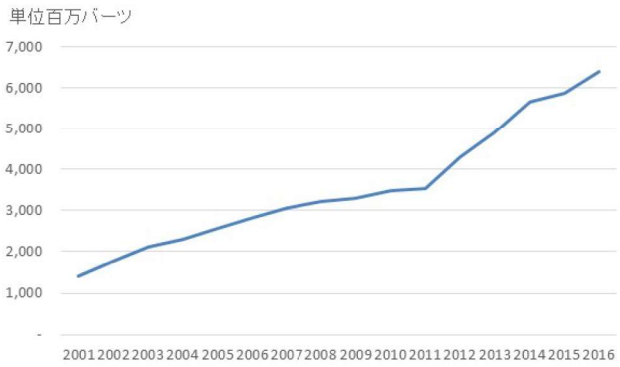
2013 年 4 月に一部路線の運賃収入権を得られるインフラファンド（BTSGIF：BTS Rail Mass Transit Growth Infrastructure）を設立し、613 億 99 百万バーツの調達に成功した。

近年は他路線との接続等により利用客数は著しく増加しており、今後は沿線開発事業による更なる事業性の向上も期待されている。



出典：BTSGIF General Presentation（March 2017）

図 9.1.10　BTSGIF のストラクチャー



出典：BTSGIF General Presentation（March 2017）

図 9.1.11　BTS の収益推移

■ 成果と教訓

バンコクで初めての都市大量輸送鉄道機関であったため、需要予測と開業後の輸送実績の間に大きな乖離が生じ、需要リスクを負った民間事業者の経営を圧迫した。また、インフラ整備費用も民間が調達する必要があったことも、収益悪化に拍車をかけたと考えられる。

一方、近年は輸送実績も順調に増加し、インフラファンドを活用して新線の整備を行うなど、民間資金の活用にも成功している。開業後の利用実績が安定していれば、開発途上国のインフラ整備でも民間資金の調達が可能であることが明らかになった事例といえる。

(4)　マニラ MRT3 事業

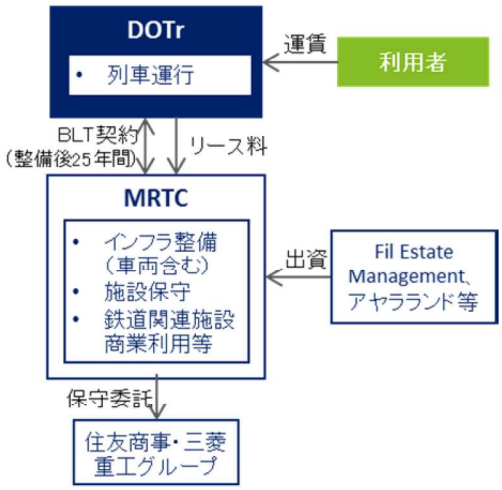
■ 事業概要

マニラの MRT3（Manila Metro Rail Transit System）は、マニラ首都圏の大動脈道路である EDSA 通りを活用して整備された鉄道である。北端の North Avenue 駅から南端の Taft Avenue 駅までの総延長 16.9 キロの路線であり、オルティガスやアヤラなど、マニラの主要拠点を経由している。1999 年に部分開通、2000 年に全面開通した。

■ 運営方式

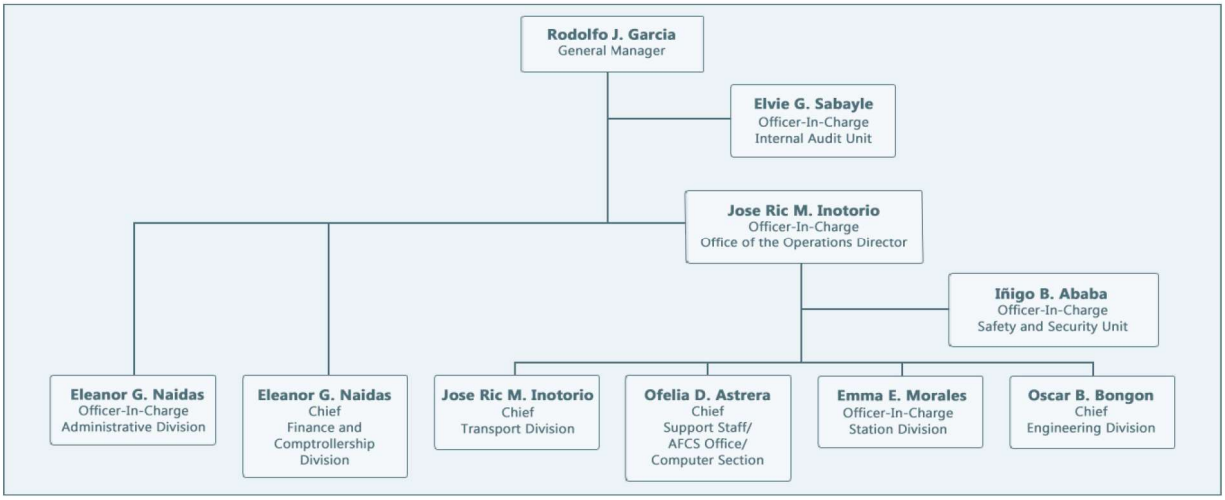
民間事業者である MRTC（Metro Rail Transit Corporation）が 1995 年、DOTr と BLT（Build Lease and Transfer）契約を締結した。同契約では、MRTC の資金調達によりインフラを整備した上で、DOTr に対して施設を 25 年間リースし、DOTr が運行を行うものであった。一方、MRTC は、施設保守を実施し、DOTr から施設保守料が支払われる。施設保守に関しては、MRTC は 2012 年まで、日本企業グループ（住友商事・三菱重工）に委託を行っていた。

このほか、MRTC は、鉄道用地における商業利用等に関する権利も付与されていた。



出典：JBIC ホームページより調査団作成

一方、DOTr 内には MRT3 を所管する PMO が設置されており、「交通部門」「エンジニアリング部門」「駅部門」などが設けられている。



出典：Metro Line Yellow line HP（https://dotcmrt3.gov.ph/about#organizational-structure）

図 9.1.12　DOTr の MRT3 運営体制

■ 輸送実績

1999年の開業当初は一日当たりの輸送実績が約2万4,000人であり、当初予想を大きく下回った。輸送実績が低調な理由として、バスなどの交通機関と比較して運賃設定が高かったためとされた。その後、数度の運賃値下げを行った結果、輸送実績は順調に伸びている。報道によると、現在の MRT3 の利用者数は、輸送能力（1 日当たり 50 万人）の限界に達する水準になっており、新規の配電システムを導入して車両数を増強し、2018 年度にも輸送能力を 80 万人に引き上げる予定であるという。

2012 年 10 月の日本企業グループ（住友商事・三菱重工）の保守・運営契約終了以降、運営トラブル数が急増しており、経営上の課題となっている。また、混雑時には乗車までの待ち時間が 40 分以上かかると報告されており、それは、乗客数の増加、車両の運行速度の低下、メンテナンス不足、車両不足などが理由であると指摘されている。

■ 経営状況

MRTC は当初、日本輸出入銀行等により構成される融資団から 1 億 9,000 万米ドルを調達したが、整備期間中に資金不足が顕在化し、1997 年に 4 億 6,500 万米ドルの追加融資を受けることとなった。

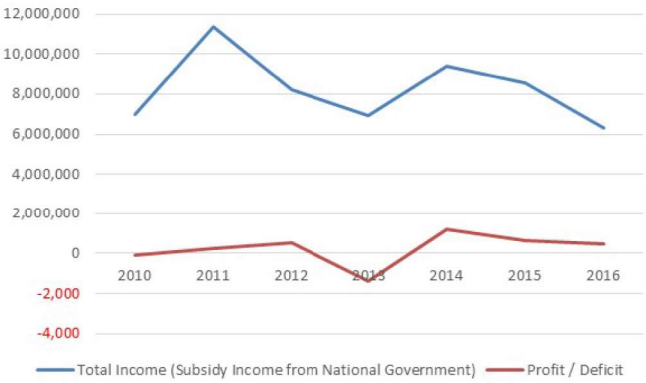
営業開始後は、MRTC は契約で決められたリース料、保守料が入ることとなっており、需要リスクを負っているわけではない。リース料については、整備費用と比較して高い水準に設定されているという指摘もある。MRT3 の保守契約に係る変遷は以下のとおりである。

表 9.1.3　MRT3 保守契約の変遷

期間	受注企業	内容	サービス期間	金額
1997－2012	日系企業（住友商事・三菱重工）	保守及びスペアパーツ提供	10 年間＋3 度の延長	月 1.15 百万ドル（40％：保守、60％スペアパーツ）
2012－2013	現地フィリピン企業（PH-Trams）	保守のみ（1 カ月毎の契約）	計 1 年間	月約 52 百万ペソ
2013－2014	Autre Porte Technique Global Inc.（APT Global）	保守のみ	1 年半	月 57 百万ペソ
2015	Schunk Bahn-und Industrietechnik GmbH (SBI)及び Commbuilders & Technology Philippines Corporation (CB&T).	保守及びスペアパーツ提供	半年間	1億3,128万ペソ
2016－	釜山交通公社等の 5 社連合	保守及び車両 43 両のオーバーホール、信号システムの 2 年以内更新等	3 年間	38 億 913 万ペソ（約 94 億円）

出典：Metro Line Yellow line HP (https://dotcmrt3.gov.ph/about#organizational-structure)、現地関連報道等を基に調査団にて作成

また、O&M 料等、政府からの支払いがあるとはいえ、MRTC の近年の運営状況は赤字の年もあり、不安定な状況が続いている。



出典：Financial Statements (2010-2016), DOTC-MRT3

図 9.1.13　Financial Performance - MRT3 (MRTC)

一方、DOTr は運賃収入を得る権利があるが、既述の通り、開業当初の輸送人員の伸び悩みを打開するため、数度にわたる値下げを実施した結果、運賃収入は当初想定を下回り、政府補助金なしでは、MRTC へのリース料、保守料の支払いができない状況に陥った。

■ 成果と教訓

開業当初は輸送実績が伸び悩んだものの、現在ではマニラの鉄道システムの中で最も利用者数の多い路線にまで成長した。

一方、需要リスクは官が全面的に負うことになった上に、需要喚起のための運賃値下げも重なり、鉄道事業そのものの運営は厳しい状況に置かれている。民側には業務改善のインセンティブが乏しいことから、期待された民間側のノウハウ活用が進んでいるとも言い難い。

9.1.3　計画中・整備中事業

(1)　LRT1 Extension PPP 事業

■ 事業概要

1984 年にマニラ首都圏で最初に開業した LRT 1 号線の延伸事業である。路線延長距離は LRT 1 号線の南端から Cavita 州までの 12 キロで 8 駅が新設される。そのほとんどが高架区間で、延伸後の LRT 1 号線の総距離は 32.4 キロとなる計画である。

延伸により一日あたりの平均利用者数は約 50 万人から約 80 万人に増加すると見込む。総事業費は 649 億ペソ、政府負担は 254 億ペソで、うち、198 億ペソについては ODA を活用予定である。残額の 396 億ペソは民間からの PPP を通じたファイナンスを想定している。

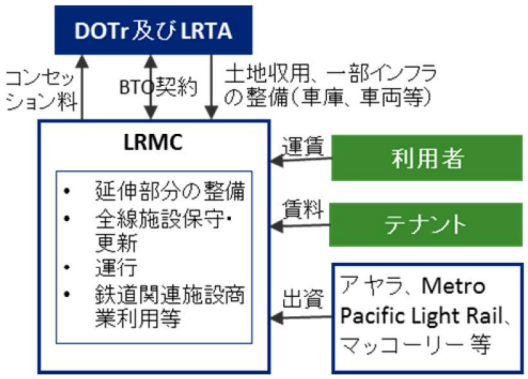
2017 年 5 月に着工し、2021 年開業を予定している。

■ 運営方法

32 年間のコンセッション契約を締結し、民間事業者が延伸部分を整備の上、既存営業区間と合わせた全線の保守管理、運行、運営を行う。

延長に必要となる 260,780m² の土地収用や一部インフラの整備（車庫、新車両等）は官側が担う。

民間事業者は需要リスクを負い、利用者からの運賃と商業開発からの収益を得る。



出典：PPP Center ホームページより調査団作成

SPC となる Light Rail Manila Corporation (LRMC)にはアヤラ、Metro Pacific Light Rail、マッコーリー等が出資しており、今回のプロジェクトに際し、追加で 10,070 百万ペソを出資し、23,495 百万ペソはフィリピン国内民間金融機関からの 15 年間の融資を受け、民間負担額の残額は事業運営から生じる利益で賄う予定である。また、LRMC は豊富な鉄道システム納入及びオペレーション実績を有するフランス企業（Bouygues Travaux Publics、Alstom Transport、RATP Group）とパートナーシップを締結している。

民間事業者は 2 億ドルのコンセッションフィーをアップフロントで支払うことと、9.25 億ドル以上の投資が求められる。

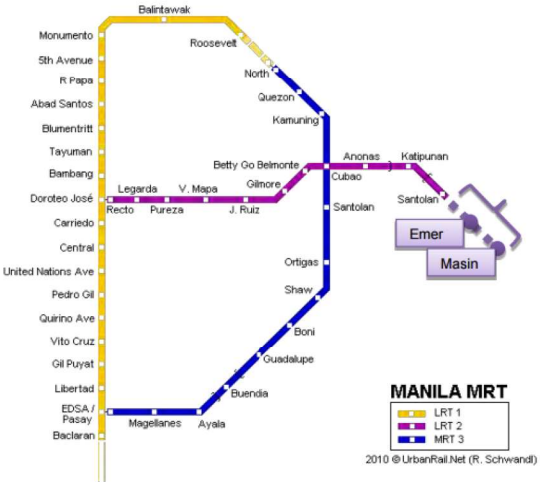
(2)　LRT2 Operation and Management PPP 事業

■ 事業概要

2003 年に開業した LRT 2 号線の保守・運行委託を民間事業者が最大 15 年間実施する計画事業であり、2017 年 5 月時点で入札手続き中である。同事業実施の背景として、車両のスペアパーツやメンテナンス体制の欠如から、18 編成の内、12 編成しか稼働しておらず、適切な車両の管理体制の維持、適時的な車両運行等が求められていたことがある。

既存の 13 キロ（11 駅）の区間に加え、延伸工事をしている 4 キロ（2 駅）の新区間も、PPP 事業の保守・運営対象とする。既存区間の整備は日本の ODA を利用して整備されている。、延伸工事はフィリピンの現地建設企業が 95 億ペソで受注し、2015 年に着工し、2017 年中の完工を目指している。

2016 年の一日当たり平均利用客数は約 21 万 7 千人であった。



出典：LRT LINE 2 OPERATIONS AND MAINTENANCE PROJECT Information Memodandum

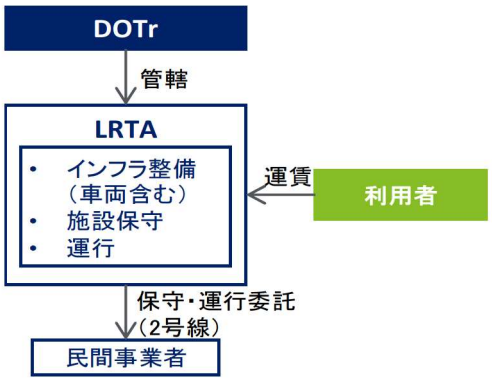
図 9.1.14　計画路線図

■ 運営方法

民間企業が 10 年間(5 年間の延長オプションあり)の運営・管理を請け負う。

政府は複数の KPI (Availability、Punctuality、Customer Comfort、Safety、Other)に基づいて月次で民間事業者をモニタリングする。民間事業者への O&M 料は、モニタリングの結果に基づき、LRTA から一定額が支払われる。

上記に加え、民間事業者へのインセンティブとして、LRTA が利用者からの運賃を収集した上で、運賃収入あるい純収入のの一定割合を官民でシェアするオプションを有する。商業開発及び広告事業は民間事業者が行う。



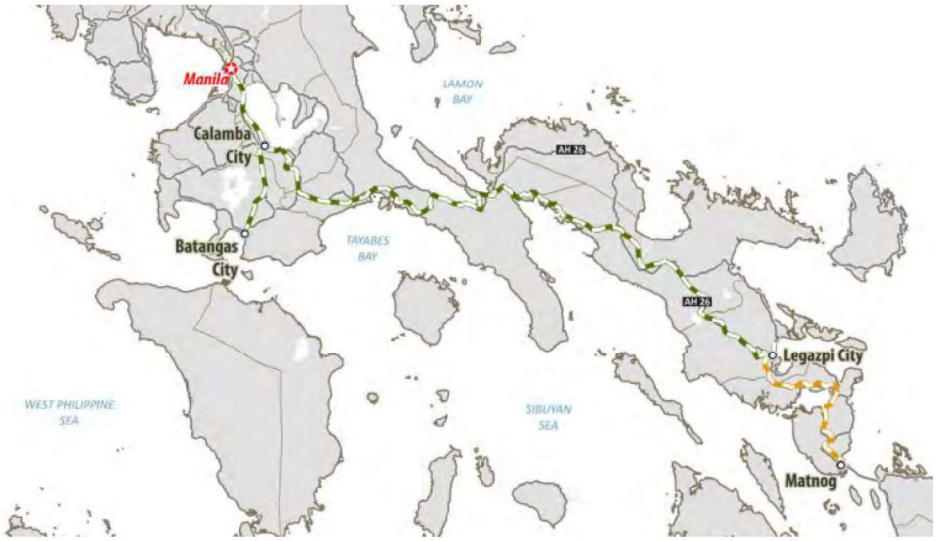
出典：LRT Line 2 Operations and Maintenance Project Information Memorandum より調査団作成

(3)　North-South Railway Project South Line

■ 事業概要

マニラ首都圏と Legazpi を結ぶ南北線の南線の整備・リハビリおよび運営を行う事業である。南線は大きく、マニラの Tutuban と Calamba を結ぶ通勤線（56 キロ）および Tutuban と Legazpi を結ぶ長距離線の幹線（478 キロ及び延線 117 キロ）、Calamba から Batangas の長距離線の支線（58 キロ）で構成される。

LRT1 号線、LRT2 号線、MRT3 号線等の鉄道ネットワークとの結節も検討されており、PPP 事業での実施を想定しているが、2017 年末現在、プロジェクトレビュー中である。

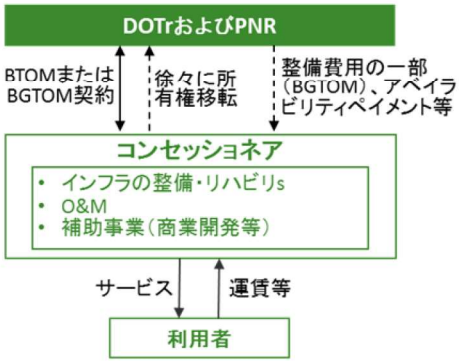


出典：North-South Rail (South Line) Project Brief, PPP Center

図 9.1.15　南線の想定路線図

■ 運営方法

BTOM 若しくは BGTOM の方式が検討されている。



出典：PPP Center ホームページより調査団作成

【BTOM】

コンセッショネアは、自ら調達した資金で南線の整備・改修を実施する。整備完了後は、施設の所有権は発注者に移されるが、コンセッショネアは引き続き O&M を実施する。

また、コンセッショネアは運賃収入のほか、商業開発による収入を得ることができる。

【BGTOM】

コンセッショネアは、通勤線、長距離線双方の施設整備および O&M を実施する。建設期間中、施設の所有権を徐々に発注者側に移していき、コンセッショネアは、整備費用の一定割合を受け取る。残りの整備費用については運賃収入、補助事業（商業開発等）、インフラ・フィー（建設開始後 4 年間）、アベイラビリティ・ペイメント（運営開始後 11 年間）等により賄うことを想定している。

9.2　フィリピンにおける PPP 制度

フィリピン政府は、1980 年代から BOT によるインフラ整備を積極的に進めており、1990 年には ASEAN 諸国で初めて民活インフラ事業の法的枠組みである「BOT 法」（共和国法第 6957 号）が施行されている。アキノ政権発足の 2010 年以来、重要政策としての PPP を推進するために PPP 法の枠組みも改訂され、2012 年に BOT 法が改正され（改正 BOT 法）、これに合わせ同法の実施細則（改正 BOT 法実施細則）が施行されている。また、本法令を補完するものとして、様々な法令・規則等も整備されてきている。

2016 年 6 月にドゥテルテ大統領に政権が変わって以降も、引き続きインフラ整備が重要な政策方針として掲げられている。フィリピン国家経済開発庁（NEDA）によれば、2022 年にはインフラ支出対 GDP 比 7%以上に引き上げるため、2017 年から 2022 年にかけて総額 8 兆 4,000 億ペソのインフラ整備事業を実施する方針である。莫大な資金と高度な技術力を要するインフラ整備において、民間の資金や技術力を積極的に活用する上で PPP が重要であるとの認識は変わらず、2018 年までには少なくとも 5,800 億ペソにのぼる 17 事業を PPP で実施する計画である。

また、2017 年 5 月にはドミンゲス財務相の声明の中で、PPP で民間企業が建設、運営の両方を担う通常の方式によると交渉に時間を要する場合が多いことから、建設を急ぐ優先度の高いプロジェクトでは、インフラ設備の建設は政府が税収や ODA、民間資金調達により担い、運営を民間事業者に委ねる「ハイブリッド方式」によるインフラ整備を重視して推進する方針が表明されているところである。

9.2.1　フィリピンにおける PPP 形態

改正 BOT 法及び実施細則に基づく PPP 事業形態は以下表に示すとおりである。以下に含まれない形態については、フィリピン国大統領の承認を取得のうえ実施することが可能である。

表 9.2.1　フィリピンにおける PPP 形態

PPP 形態	民間事業者の役割
Build-Operate-and Transfer (BOT)	インフラ施設のファイナンス、建設、運営・維持管理を一定期間行う
Build-and-Transfer (BT)	インフラ施設のファイナンス、建設
Build-Own-and-Operate (BOO)	インフラ施設のファイナンス、所有、運営・維持管理。運営・維持管理者については別途任命することも可能
Build-Lease-and-Transfer (BLT)	インフラ施設のファイナンス、建設、政府機関へのリース
Build-Transfer-and-Operate (BTO)	ターンキー方式に基づき、インフラ施設のファイナンス、建設。所有権移転後、運営・維持管理
Contract-Add-and-Operate (CAO)	政府から賃借しているインフラ施設に増設。フランチャイズ期間、増設施設の運営を行う
Develop-Operate-and-Transfer (DOT)	隣接する土地の開発を含む、新規インフラ施設の建設・運営
Rehabilitate-Operate-and-Transfer (ROT)	既存施設の改築、運営・維持管理
Rehabilitate-Own-and-Operate (ROO)	既存施設の改築、運営・維持管理。フランチャイズ契約に違反行為がない限り、契約は継続

出典：BOT 法、
NGA PPP Manual (http://ppp.gov.ph/?publications=ppp-manual-for-national-government-agencies-ngas)、
LGUs PPP Manual (http://ppp.gov.ph/?publications=ppp-lgu-manual)、
Proposed PPP Code for Local Governments: Annotated (2012)

9.2.2　フィリピンにおける鉄道事業 PPP 案件

フィリピンにおける鉄道セクターは、インフラプロジェクトの中でも PPP の積極的な活用が計画されている分野の一つである。フィリピン国において実際に PPP が適用された鉄道事業には MRT 3 号線の例があり、当時の DOTC と Metro Rail Transit Corporation (MRTC) との間で締結された Build-Lease-and-Transfer (BLT) 契約に基づき実施されている（詳細後述）。その他、PPP の可能性を検討、または既に実行中のプロジェクトは下表のとおりである。

表 9.2.2　フィリピンにおける PPP 事業のステータス

Status	Project	Project Cost	PPP Structure
Projects under Construction	MRT Line 7 Project	PHP 69.3 B	Build-Gradual Transfer-Operate and Maintain (BGTOM)
Projects under Pre-Construction	LRT Line 1 Cavite Extension and O&M	PHP 64.9 B	Build-Transfer-and-Operate (BTO)
Bidding Stage	Operation & Maintenance of LRT Line-2	No CAPEX	Operations and Maintenance (O&M)
Under Evaluation	LRT Line 6 Project	PHP 65.09 B	Build-Gradual Transfer-Operate-and-Maintain (BGTOM) / Build-Transfer + Operations & Maintenance (BT+O&M)
	North-South Railway Project- South Line	TBD	Operations and Maintenance Component
ICC Approval	East-West Rail Project	TBD	TBD (Unsolicited)
Project under Development	Manila East-Rail Transit System Project	TBD	TBD
	LRT Line 4 Project	TBD	TBD

出典：STATUS OF PPP PROJECTS (as of 21 April 2017), PPP Center

9.3　地下鉄事業に適用可能性のある運営方式と期待効果・留意点の考察

本事業のインフラ部分については、主に ODA を活用した公共施工により整備することが想定されている。このため、本項では、主に運営部分における民間活用のあり方に焦点を当てながら、事業手法のあり方について検討する。

対象とする運営方式は、「①公設公営方式（DOTr は公社を設立あるいは既存の公社組織を活用し、公社が鉄道資産を保有し、O&M を実施し、運賃収入をもとに事業運営を行う）」および「②O&M コンセッション方式（アベイラビリティ・ペイメント方式）（民間事業者が一定期間にわたり O&M を実施する。運賃収入等は公的機関に帰属し、民間事業者は O&M 料を受け取る。また、民間事業者は駅施設等での商業開発の権利を得る）」「O&M コンセッション方式（独立採算型）（民間事業者が一定期間にわたり O&M を実施する。民間事業者は、運賃収入を得る権利を得る一方、需要リスクを負う、民間事業者は O&M 料を受け取る。また、民間事業者は駅施設等での商業開発の権利を得る）」）」とした。

表 9.3.1　比較対象とする運営手法および特徴

		公設公営（公社方式）	O&M コンセッション方式（アベイラビリティ・ペイメント方式）	O&M コンセッション方式（独立採算型）
官民役割分担	設計・施工	官	官	官
	資金負担（インフラ整備）	官	官	官
	所有権	官	官	官
	O&M の実施	官	民	民
	需要リスク	官	官	民
	商業開発等	官	民※	民※
方式の比較	運営事業体の設立	公社設立の要件を満たすこと、関係者の合意形成等で時間を要する恐れ（既存組織を活用する場合は該当せず）	民間にとって魅力的な事業であれば比較的容易	比較的容易だが、需要リスクを負うことが資金調達に影響を及ぼす恐れ
	O&M 実施段階	効率性やサービス向上に向けた意欲が低い可能性があるが、JICA からの包括的な技術協力により改善が可能。また、事業責任が明確なため、予期せぬ事態には対応しやすい。	効率性やサービス向上に向けたインセンティブは高いが、事前に適切な目標設定を行う必要性	効率性やサービス向上面から最も効果的。予期せぬ事態が生じた場合の責任分担に課題
	その他（商業利用）	方策次第で十分に利活用が進む可能性	効率性は高いが、事業期間が投資意欲に影響を及ぼす。施設利用の継続性も課題	効率性は高いが、事業期間が投資意欲に影響を及ぼす。施設利用の継続性も課題

※プロフィットシェアリング等も想定される

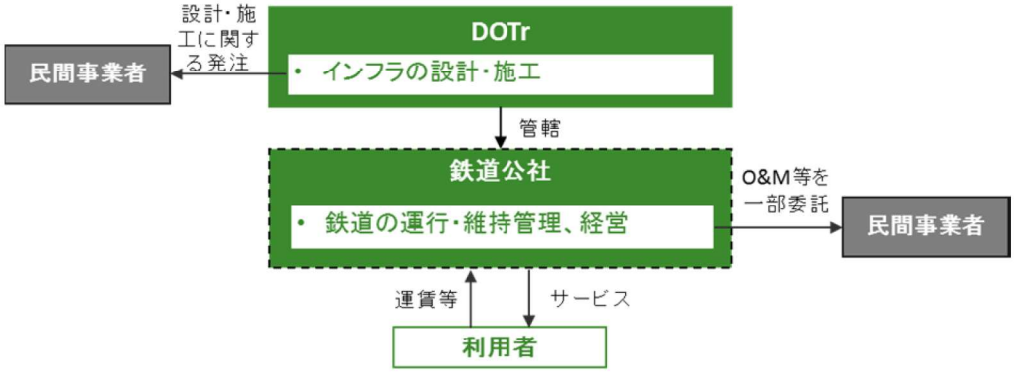


図 9.3.1　公社方式の事業スキーム例

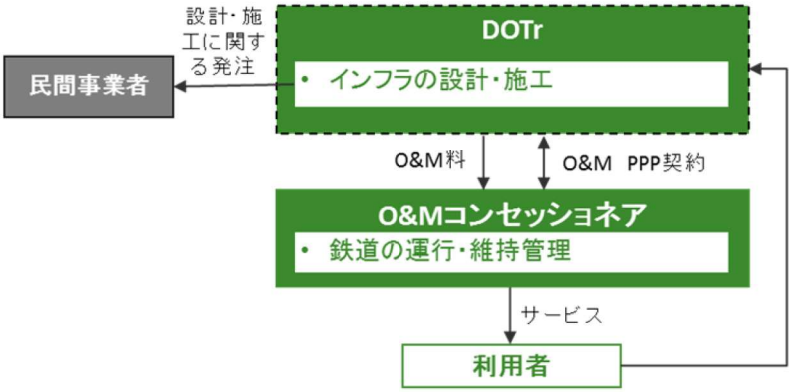


図 9.3.2　O&M コンセッション方式（アベイラビリティ・ペイメント方式）の事業スキーム例

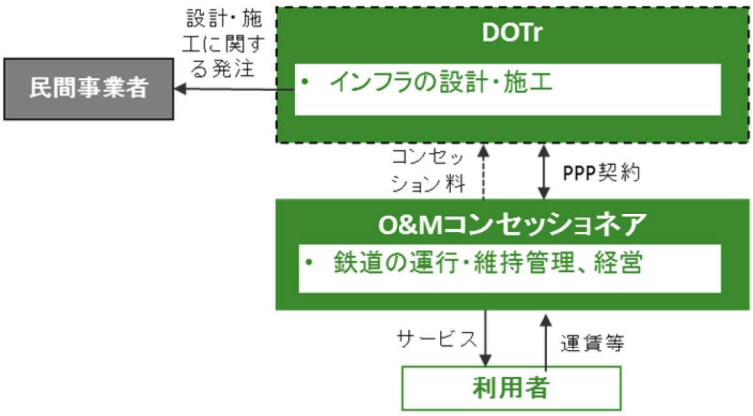


図 9.3.3　O&M コンセッション方式（独立採算制）の事業スキーム例

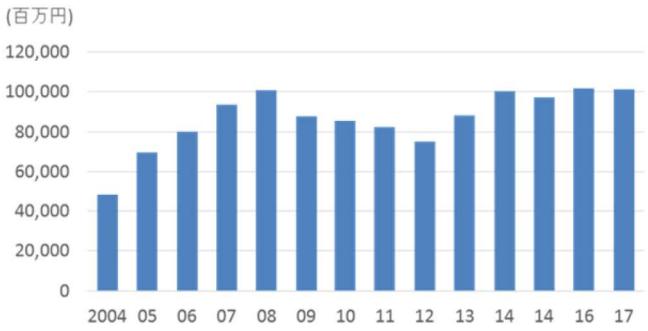
9.3.1　運営事業体設立等

(1)　事業の効率性向上、顧客サービスの向上

O&M 実施段階での民間活用を通じ、最も期待できる効果は事業の効率性の向上および顧客サービスの向上である。O&M コンセッション方式（アベイラビリティ・ペイメント方式）の場合、需要リスクは負わないものの、サービス提供の質が公的機関からの支払額と連動するため、民間事業者は顧客満足度の向上に向けた努力をするインセンティブは高いものと考えられる。また、利益計上のための事業効率性の改善に取り組むものと考えられる。一方、同方式では、サービスや効率性に資する、適切なモニタリング項目の設定が予め求められる。O&M コンセッション方式（独立採算型）については、需要リスクを負うため、アベイラビリティ・ペイメント方式以上に、利用者数の増加に向けたサービス向上やコスト削減に積極的に取り組むと考えられる。しかし、BOT 法に基づく PPP 事業の優先交渉権者は、最終的には価格点により選定されるために、コンセッショネアが良質な O&M サービスを提供できるか否かについては不透明な部分もある。

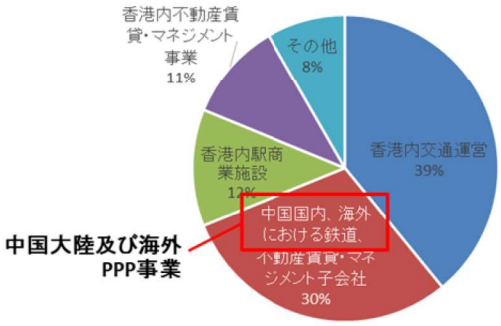
一方、公社については一般的に、政府財政への負担軽減を厳しく求められるものの、民間事業者と比較して利益計上に対する意欲は低くなる可能性がある。ただし、JICA から公社に対して包括的な技術協力を実施することにより、事業の効率性の改善、顧客サービスの向上が期待できる。

また、公社における O&M のノウハウの蓄積は、健全な官民の関係を構築する上で重要である。すなわち、公社が O&M ノウハウを持たず、過度に民間企業に依存することにより、公共側の選択肢を狭めてしまうことになり、結果的に公共は高い価格のサービスを選ばざるを得なくなり、財政負担を高めてしまうリスクがある。対して、公社側が良好な事業実績を有している場合には、PPP における選択肢を増やすとともに、将来的な民営化や株式会社化を実施することにより政府が利益を獲得するオプションも考えうる。例えば、東京地下鉄株式会社の利益は公社（特殊法人（営団））から株式会社化をしたことにより利益が増加した。さらに、1975 年に公社として設立された香港 MTR も、2000 年に株式会社化し、近年 PPP や周辺開発を中国本土や諸外国に展開している。その結果、中国本土とその他の国々における、収入や資産の賃貸収入、補助金は収入合計の 30%に達している。



出典：東京メトロ株式会社ホームページ

図 9.3.4　東京地下鉄株式会社の営業利益の推移



出典：Annual Report 2016 (MTR Corporation Limited)

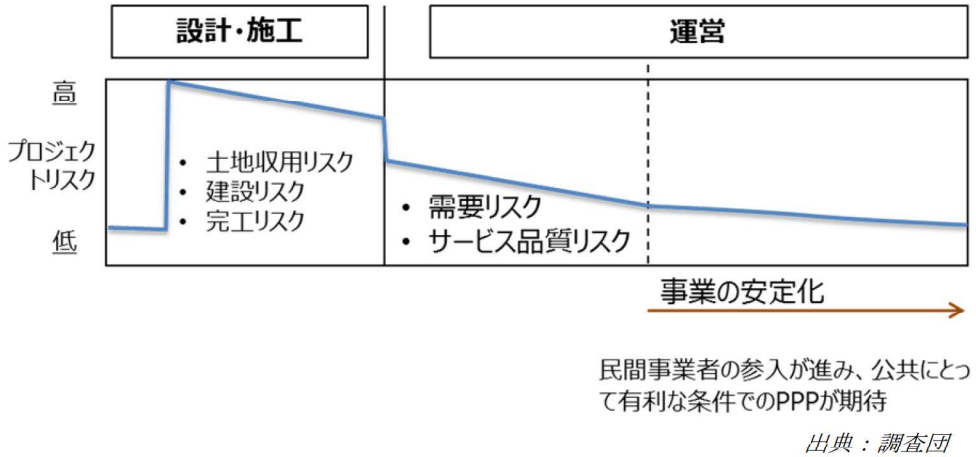
図 9.3.5　香港 MTR の事業別収入（2016 年）

(2)　マネジメントの柔軟性

一般的に、性能発注の考えが浸透している PPP 方式では、事業の目的達成に向け、マネジメント体制を柔軟に対応できるとされている。一方、公社方式では、マネジメント体制が硬直化しやすい傾向があり、変革に向けたインセンティブが働きにくいとされる。

(3)　予期せぬ事態への対応

「2 マネジメントの柔軟性」に記載のとおり、平時のマネジメントについては PPP 事業の方が柔軟に対応しやすいと考えられるものの、PPP 契約書上に想定されていない事態が生じた場合、解決に向けた民間事業者との交渉が長引く懸念がある。一方、公社方式の場合は責任の所在が公的機関にあるという明確な考えに基づき、比較的速やかに対応できるものと考えられる。



出典：調査団

図 9.3.6　一般的なインフラプロジェクトにおけるリスク移転

表 9.3.2　O&M 実施段階における運営方式間の比較

	公設公営 (公社方式)	O&M コンセッション方式 (アベイラビリティ・ ペイメント方式)	O&M コンセッション方式 (独立採算型)
事業の効率性向上	△～○	△～○	△～◎
顧客サービスの向上	△～○	△～○	△～◎
マネジメントの柔軟性	△	○	◎
予期せぬ事態への対応	◎	△	△

9.3.2　その他（関連事業の実施）

(1)　商業利用の効率性向上

本事業では、駅ナカ開発等による商業事業が、鉄道事業の収益性の向上ならびに沿線の魅力向上に寄与することが期待されている。鉄道施設空間等の商業利用に関しては、規模や投資額等により評価は異なるものの、一般的に、民間事業者の方がビジネス感覚を持った利用をできる可能性が高い。鉄道事業の障害とならない範囲での活用スペースの拡大や集客増につながるテナントミックスなど、民間事業者がノウハウを発揮できる領域は広いものと考えられる。

一方、鉄道施設の商業利用を O&M コンセッショネアの権利とした場合、商業利用期間は O&M 契約に紐づくことになる。契約期間が長ければ商業利用の効率化に向けた積極的な投資が期待できるものの、一般的に O&M タイプの PPP 事業期間は、インフラ整備を伴う PPP の事業期間と比較して短い傾向があり、十分な投資が行われない可能性がある。

これに対し、公社の場合でも、鉄道施設空間等の商業利用に関し、包括的に貸し付けを実施することにより、民間事業と同様の効果を得られることも考えられる。

(2)　鉄道施設利用の継続性

既述にとおり、O&M コンセッションの契約期間は短期間（LRT2 Operation and Maintenance PPP の場合は 10 年＋オプション 5 年間と設定)）になる傾向があることから、コンセッショネアが変更するために、商業利用の継続性が担保されない恐れがある。

一方、公社の場合、空間利用権利を与えている事業者との契約関係が続く限りは、一定の継続性を確保した利用ができるものと考えられる。

表 9.3.3　その他（関連事業の実施）における運営方式間の比較

	公設公営 (公社方式)	O&M コンセッション方式 (アベイラビリティ・ ペイメント方式)	O&M コンセッション方式 (独立採算型)
商業利用の効率性向上	△～◎	◎	◎
鉄道施設利用の継続性	○	△	△

9.3.3　各スキームの財務的観点の検討

既述の 3 スキームを財務的な観点から評価すると下表のとおりになる。

各ビジネスモデルの特徴を財務的に表すと下記のとおりである。特に開業当初は財務状況が悪化する恐れがある。PPP 採用の場合には、最低収入保証等の設定により、政府負担が増大する可能性がある。

表 9.3.4　各想定ビジネスモデルの財務的観点の特徴

	公設公営 (公社方式)	O&M コンセッション方式 (アベイラビリティ・ペイメント方式)	O&M コンセッション方式 (独立採算型)
公共側の観点	初期投資費用の回収は困難。一方、運営における政府負担はなし、あるいは最小限にとどめられる。	初期投資費用の回収は困難。また、需要や運賃収入の変動に関わらず、O&M 料を払い続けることが財務面での負担増の恐れがある。	初期投資費用の回収は困難だが、コンセッション料やインフラ利用料、レベニューシェア等を通じ、一定の収入も見込まれる。一方で、最低収入保証を設定し、運賃収入が当初想定を下回る場合、財務面でのさらなる悪化が懸念される。
民間側の観点	―	要求水準を満たすサービスを提供する限りは収入が保証されるため、財務面では安定。	特に開業初期の段階での財務面での悪化が懸念される。最低収入保証等のオプションを要求する可能性も。

9.3.4　まとめ

本件は、新たにインフラを整備するグリーンフィールドタイプの事業であり、民間事業者にとってリスクを見極めるのが困難である可能性がある。このため、政府がほぼすべてのリスクを負う公設公営手法の採用は、受託者となる民間事業者にとっても比較的受け入れられやすいものと考えられる。

さらに、公社が事業主体となった場合、JICA の能力向上プログラムを、事業全般にわたり包括的に提供することが可能であり、長期的な視点になった運営基盤の強化を図ることも可能である。

一方、実施業務の中には、設計・施工効率化の工夫や、運営の効率化、増収策の打ち出し等、民間事業者の方が適切にマネジメントできる領域もあるものと考えられる。こうした民間のノウハウをうまく活用するための工夫が公共側にも求められるもの考えらえる。

第10章　ファイナンシャルスキームの検討

10.1　　ファイナンススキームの検討

10.1.1　考慮すべきリスク

(1)　主なリスク一覧

PPP では民間事業者が投融資を実施することが多く、事業に対する責任が広範囲に設定される傾向がある。このため、通常の公共事業と異なり、PPP 事業の出資者及びレンダーが、事業採算性及び確実性があると判断できる事業スキームを構築する必要がある。係る観点から、本章では、事業期間にわたって生じる主要リスクを挙げるとともに、過去の類似案件から官民のリスク分担の一般的な方向性を整理する。

(2)　事業期間全般

我が国の金融機関や民間事業者による投融資を前提に、外貨建てで資金調達をする場合、通常であれば、通貨スワップ・為替予約等、民間側にて為替リスクに対する緩和策を導入する必要がある。一方、フィリピンでは金融市場が未発達であり、長期の融資期間に対応する金融的手法が限定的であることも想定されることから、通貨リスクによる損失を政府が補填することを保証するなど、官側の支援も必要になってくるものと考えられる。

表 10.1.1　事業期間全般にわたって生じるリスク

リスク種類	リスク内容		リスク分担
政治リスク	法令変更リスク	事業に係る根拠法令の変更、新たな規制立法が成立されるリスク	官
	契約違反リスク	政府により契約において定められた義務履行がなされないリスク	官
	収用リスク	政府により事業資産が収用されるリスク	官
	戦争・紛争リスク	テロ・政変による事業従事者の死傷や、工事対象物が破壊されるリスク	官
	外貨交換リスク	政府による外貨建て支払能力が限定的で、地場通貨を外貨に交換ができないリスク	官
訴訟リスク	訴訟リスク	本件施設の施工に伴い避けることができない騒音、振動、地盤沈下等により第三者に与えた損害により訴訟されるリスク	民
		事業者の業務に起因する事故、事業者の維持管理業務の不備に起因する事故や遅延等により第三者に与えた損害により訴訟されるリスク	民
税制変更リスク	税制変更リスク	事業活動に伴う税金の税率変（法人税・所得税等）	民
許認可リスク	許認可リスク	事業管理者として公共側が取得するべき許認可や、工事や運営業務の実施に関して事業者が取得すべき許認可の遅延	官
環境リスク	環境リスク	事業者が行う業務に起因する環境問題（騒音・有害物質排出）に関するリスク	官民
マクロ経済リスク	為替リスク	地場通貨及び外貨の為替変動リスク	官（民）
	物価変動リスク	事業期間中に物価が変動するリスク	民（官）
ファイナンスリスク	資金調達リスク	想定していた事業資金の必要額が確保できないリスク	民
	リファイナンスリスク	リファイナンスできないリスク	民
	金利変動リスク	事業期間中に金利が変動するリスク	民
不可抗力リスク	不可抗力リスク	計画段階で想定不可能な天災（暴風雨、洪水、地震等の自然災害）や、人為的な事象により施設が損害を受け、運営事業が変更・中止となるリスク	官民

出典：Generic Preferred Risk Allocation Matrix（PPP Center ホームページ）、国土交通省ホームページより調査団作成

(3)　計画段階

測量・調査リスク・設計リスク・計画変更リスクが挙げられる。一般的に、これらリスクについては、民間事業者がリスクを負うことが多い。

表 10.1.2　計画段階で生じるリスク

リスク種類	リスクの内容		リスク分担
計画リスク	測量・調査リスク	公共側が実施した測量・地質調査、文化財調査等に不備があった場合	官
	設計リスク	事業者が実施した施設設計等に不備があった場合	民
	計画変更リスク	公共側の要望による設計変更、計画変更、ないし環境アセスメント等による計画変更を行う場合	官

出典：Generic Preferred Risk Allocation Matrix（PPP Center ホームページ）、国土交通省ホームページより調査団作成

(4)　建設段階

用地取得リスク及び完工リスクが想定される。

表 10.1.3　建設段階で生じるリスク

リスク種類	リスクの内容		リスク分担
用地リスク	用地取得リスク	施設整備に係る用地の取得遅延、取得できなかったことによる計画変更、ないし用地取得費が予算超過するリスク	官
	用地の瑕疵リスク	計画地の土壌汚染、埋蔵物等による計画変更。計画段階では予期できなかった文化財等埋蔵物の発見も含む	官（民）
	地質・地盤リスク	当初調査では予見不可能な地質・地盤状況の結果、工法、工期などに変更が生じた場合	官
完工リスク	事業費超過リスク	事業者の責めにより、当初予定の工事費をオーバーしてしまう場合	民
	工期遅延リスク	資機材の調達遅れ・不具合や事業従事者の人的損傷等、事業者の責めにより、契約期日までに施設設備が完了しない場合	民

出典：Generic Preferred Risk Allocation Matrix（PPP Center ホームページ）、国土交通省ホームページより調査団作成

(5)　運営段階

需要変動リスクを民間事業者が負う場合、事業性へのインパクトが大きい。鉄道事業の場合、新設事業では通常需要予測の蓋然性が低くなるため、民間事業者が需要変動リスクを負わない形のスキーム（アベイラビリティ・ペイメント等）の採用が望まれる傾向にある。一方、延伸事業等、需要予測の蓋然性が比較的高い場合は、独立採算型など民間側が需要変動リスクを負担するケースも見られる。

表 10.1.4　運営段階で生じるリスク

リスク種類	リスクの内容		リスク分担
維持管理リスク	要求性能未達リスク	事業者の行う維持管理業務の内容が、契約書に定める水準に達しない場合	民
	施設瑕疵リスク	事業期間中に施設の瑕疵が発見された場合	民
需要変動リスク	需要変動リスク	当初見込みの需要に達せず、想定していた利用料金収入が見込めないリスク	官（民）
技術陳腐化リスク	技術陳腐化リスク	技術進歩により、当初採用していた技術が長期間にわたり陳腐化するリスク	官

出典：Generic Preferred Risk Allocation Matrix（PPP Center ホームページ）、国土交通省ホームページより調査団作成

(6)　事業譲渡段階

譲渡時における手続き及び譲渡価格の計算方法等については、事業契約を締結する段階で官民にて合意しておく必要がある。

表 10.1.5　事業譲渡段階で生じるリスク

リスク種類	リスクの内容		リスク分担
移管手続きリスク	移管手続きリスク	事業の終了に伴う、業務の移管に係る諸費用の発生、事業会社の清算に伴う評価損益の発生など	民

出典：Generic Preferred Risk Allocation Matrix（PPP Center ホームページ）、国土交通省ホームページより調査団作成

10.2　想定される資金調達手法

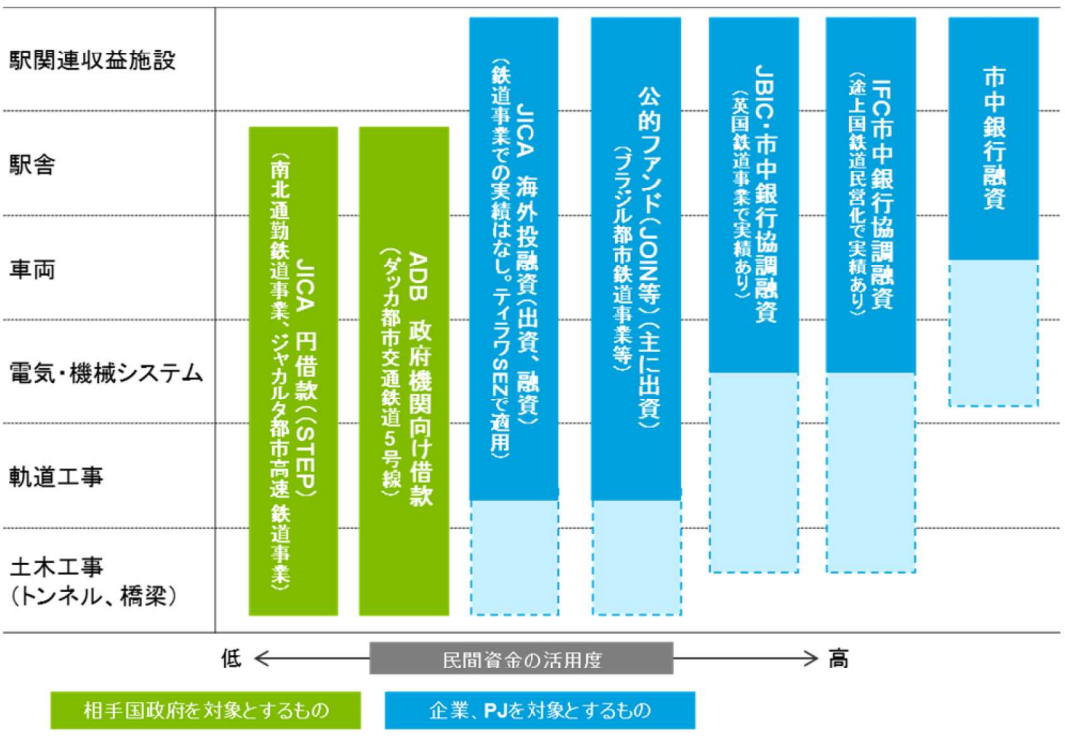
10.2.1　資金調達手法の考え方

都市交通システム整備の資金調達手法としては、開発機関からの ODA から市中銀行を通じた資金調達に至るまで、様々な選択肢がある。PPP を実施する上では、民間資金調達の可能性を模索した上で、民間資金調達では賄いきれない資金・リスクについては、公的機関等が補完することも考えられる。

本事業はグリーンフィールド事業であるため、民間金融機関、事業者を通じた資金調達を実現するのは容易でないと推測される。従って、STEP 借款を活用した公共事業（非 PPP 事業）を主な事業範囲としつつ、PPP 事業等一部業務を民間に委託することを想定するのであれば民間が参入可能な事業範囲として切り出した上で、民間資金調達を可能にするリスク分担の設定が重要となる。

具体的には、本事業ではこれまでの政府間協議において、円借款・本邦技術活用条件（STEP）を活用した資金調達を主たる資金源とすることを前提として協議していることから、軌道工事・E&M・土木工事等事業費の過半は公共事業によって実施するものとし、民間委託・PPP 事業に関してはインフラに関しては対象とせず、O&M や商業施設に限定した業務範囲とすることが最も妥当と思われる。

民間委託や PPP 事業で、事業範囲が O&M のみの場合、事業費は会社設立費用・維持管理費等のみに限定されることになる。その場合、主にインフラ資産対象として活用される JBIC などの本邦公的金融支援制度や IFC といった国際公的金融支援制度は O&M 事業には活用されない。また、駅舎に付随する駅ビル等商業性の高い施設を開発する場合は、本邦製品や輸入サービスの利用が期待されないことから本邦公的金融支援制度の対象とはなりえず、市中銀行や国際開発機関から資金調達することが望ましい。



出典：JICA、JBIC、ADB、IFC、JOIN、Metro Bank.com の各機関のホームページより調査団作成

図 10.2.1　都市交通システム事業における資金調達イメージ例

10.2.2　想定される資金調達手法

(1)　JICA 円借款・本邦技術活用条件（STEP）スキーム

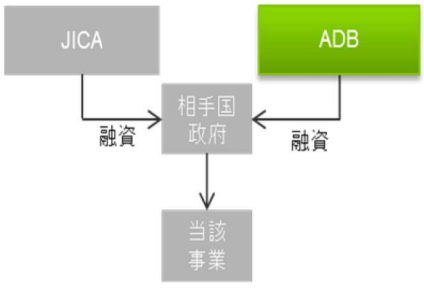
表 10.2.1　JICA 円借款 STEP スキーム（融資）

項目	内容
概要	• JICA が提供する、鉄道や道路、発電所、水道等のインフラ事業へのファイナンスに適用されるプロジェクトローンによる ODA。 • また、一定の日本裨益が認められる案件のみが適用対象となる。 • 円借款の対象国であり、OECD ガイドライン上タイド借款が供与できる対象国のみ適用可能。 • 融資条件については OECD ガイドラインに則して決定され、フィリピン等の低中所得国の場合は金利 0.10%、期間 40 年となる。 • 総事業費の 100%相当額まで供与可能とされており、本案件では過半の事業費を当該スキームより調達する予定。
借款スキーム図（例）	
実用例	【ジャカルタ都市高速鉄道事業】 南北線の総延長は 23.8km、東西線の計画延長は 87km とされており、清水建設・大林組・三井住友建設等多数の本邦企業が関与。南北線・東西線に対して、総額 1253 億円の STEP 借款が供与されている。

出典：JICA ホームページ

(2)　ADB 借款スキーム

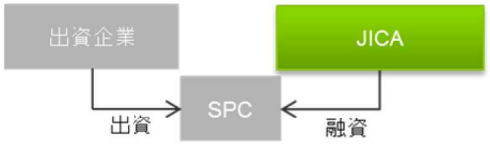
表 10.2.2　ADB 融資スキーム（融資）

項目	内容
概要	• 加盟国政府や政府系機関向けの融資プログラム。本案件で活用する場合は、JICA との協調融資が想定される。 • ADB の融資（LIBOR-based Loan）は 8 年間の猶予期間、32 年間の返済期間まで交渉可能。 • ADB の融資（LIBOR-based Loan）猶予期間において 1.5%、返済期間においては 1.0%の利率。
借款スキーム図（例）	
実用例	【ダッカ都市交通鉄道 5 号線（予定）】 バングラデシュで初となるダッカ都市圏における都市高速鉄道であり、ADB は JICA との協調融資で MRT 5 号線を整備する予定。

出典：ADB ホームページ

(3)　JICA 海外投融資スキーム

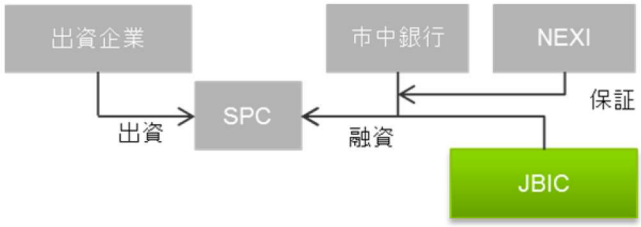
表 10.2.3　JICA 海外投融資スキーム（出資・融資）

項目	内容
概要	• 融資額は、原則として事業費の 70%を上限とする。返済期間は最長 25 年。 • 他本邦公的支援制度と比較するとリスク許容度が高く、融資条件も競争力の高い制度となっている。 • 出資の場合、出資比率の上限は 25%。 • 留意点としては、組成する上で相応の日数を要する為、本案件の資金調達のタイミングと合致するかを中心に検討を進める必要がある。また、制度的にはペソ建てでの資金調達が許容されているため、ペソ建てでの資金調達スキームについても適用可能性を検討する必要がある。
融資スキーム図（例）	
実用例	鉄道事業での実績はなし。ティラワ SEZ・カンボジア救急救命医療整備事業等で適用。

出典：JICA ホームページ

(4)　JBIC 投融資スキーム（融資）

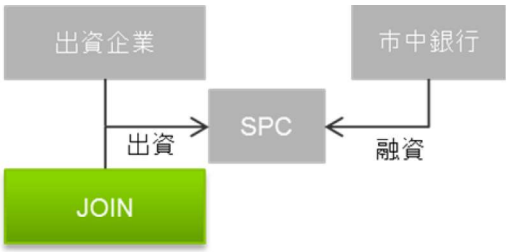
表 10.2.4　JBIC 投融資スキーム（融資）

項目	内容
概要	• 融資額は、原則として事業費の 50%から 60%を上限とする。原則としては市中銀行との協調融資を前提とする。返済期間については、過去事例から最長 30 年程度とされている。 • JICA 海外投融資制度と比較するとリスク許容度が高くないことから、よりリスク許容度が高い地場銀行を挟んだ 2 ステップローンも検討する必要がある。
スキーム図（例）	
適用例	【英国都市間高速鉄道計画（2012 年 7 月）】 • 英国都市高速鉄道車輌の調達及びリース、車輌保守のための車輌基地整備及び保守サービスの PPP 事業。 • 出資 2.8 億ポンド、邦銀を含む協調融資総額は 22 億ポンドに達し、このうち JBIC の融資額は 10 億ポンドであった（返済期間 29.6 年）。 • NEXI が商業銀行からの貸付に海外事業資金貸付保険を提供した（非常危険 97.5%、信用危険 90.0%）。

出典：JICA ホームページ

(5)　JOIN 出資スキーム（出資）

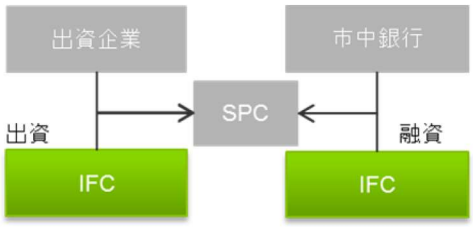
表 10.2.5　JOIN 出資スキーム（出資）

項目	内容
概要	• 国交省の「支援基準」及び JOIN「投資運用指針」に合致する場合に限り、民間出資を超えない範囲で出資を拠出することが可能。また、必要に応じて完工保証等のスポンサーサポートも拠出可能。 • 官民ファンドという特性を持っており、ソブリンフックを活かし、早期段階からの相手国政府との交渉等を通じた事業スキームの構築なども行う。
出資スキーム図（例）	
実用例	【ブラジル都市鉄道整備・運営事業（2015 年 12 月）】 リオデジャネイロ近郊鉄道、サンパウロ地下鉄 6 号線、リオデジャネイロ LRT、ゴイアニア LRT の 4 事業からなる都市鉄道事業であり、同国のコングロマリットであるオデブレヒトグループ、三井物産及び JR 西日本と共同出資を行う。JOIN の出資額は約 56 億円。

出典：国土交通省ホームページ

(6)　IFC 投融資スキーム

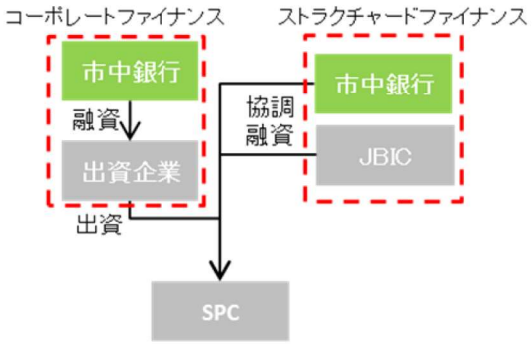
表 10.2.6　IFC 投融資スキーム（出資・融資）

項目	内容
概要	• IFC の投融資対象は、プロジェクトが IFC 加盟国且つ開発途上国に所在しており、民間企業である必要がある。従って、本事業では IFC の活用は PPP スキームや駅ビル等の民間事業においてのみ想定される。 • IFC が融資（A ローン）を供与する場合、民間金融機関との協調融資（B ローン）が前提となる。一方で、民間融資部分の B ローンに関しては国際開発機関の優先的債権者としての地位を享受することはできるものの、より保全性の高い債務保証等の信用補完が供与されるわけではない。 • IFC ローンは、通常はドル建てでの融資が主流であるが、対象国によっては地場通貨建てローンも供与可能であり、フィリピンに関してはペソ建て長期ローンも供与可能としている。
投融資スキーム図（例）	
実用例	主に民営化や既存路線の修繕事業を実施。主な事業はケニア・ウガンダ間 Rift Valley Railway 修繕事業（民間事業者と協調で 3 億ドル以上出資）。フィリピンでは LRT1 延伸事業にセルサイドアドバイザーとして関与しているものの、投融資については供与していない。

出典：IFC ホームページ

(7)　市中銀行スキーム

表 10.2.7　市中銀行スキーム（融資）

項目	内容
概要	• 市中銀行から資金調達する場合、事業会社が直接資金調達をするコーポレートファイナンス、対象事業のキャッシュフローを返済原資とするストラクチャードファイナンス、いずれかの手法にて資金調達することとなる。 • コーポレートファイナンスで資金調達する場合は、借入人となる対象会社の売上規模・採算性・財務安全性等が重要な評価指標となる。一方で、ストラクチャードファイナンスで資金調達を実施する場合は、対象事業自体のキャッシュフローを返済原資とするため、事業収支が安定的であるということが肝要となる。 • フィリピンは長期ファイナンスの流動性が高く、ペソ建て 10 年ローンの基準金利（PDS Treasury Reference Rates）も 2016 年時点で 5%未満となっており、貸出期間についても電力セクター等では 15 年を許容している。 • 貸出通貨についても、地場銀行からであればペソ建てとなるため、ペソ建てのみで資金調達を実施した場合は為替リスクが生じないという利点もある。
融資スキーム図（例）	
実用例	【LRT1 号線延伸事業（2016 年 2 月）】 LRT1 号線の Baclaran・Niyog 間 11.7km の延伸事業。総事業費 649 億ペソ（含む、公共事業 198 億ペソ）のうち、PPP として 451 億ペソを BOT 事業として実施。民間コンソーシアムには、Ayala の他、Metro Pacific 及び Macquarie が参画。当該事業では、貸付期間 15 年で 240 億ペソを Security Bank・Metropolitan Bank 等地場銀行から調達している。

出典：Metro Bank ホームページ

10.2.3　資金調達方法の比較

資金調達コストの高さに鑑み、本事業における PPP 方式の採用は実行可能とは言い難い。さらに、BOT 法下における PPP 事業の組成・事業実施に際しては、WACC（加重平均資本コスト）を上回るレベルの FIRR が必要であり、事業性が不透明なグリーンフィールド事業において、この基準を達成することを証明するのは困難と考えられる。このため、事業費の多くは、主に ODA によって調達するのが現実的と考えられる。

既述のとおり、本事業で適用が想定される資金調達手法として、ADB のソブリン向け融資、通常円借款、STEP を設定した。上記 3 手法の条件の概要は下記のとおりである。

表 10.2.8　比較対象となる資金調達方法の主な条件

ODA の種類		総事業費に占める融資比率	金利（%）	据置期間（年）	償還期間（年）	調達条件
円借款	基準	Calculated based on GNI	0.50	10	30	アンタイド
	オプション 1	Same as Above	0.45	7	25	アンタイド
	オプション 2	Same as Above	0.40	6	20	アンタイド
	オプション 3	Same as Above	0.35	5	15	アンタイド
	STEP	Up to 100%	0.10	12	40	タイド
ADB	ソブリン向け融資（プロジェクトローン）	特定されず	1%（据置期間）、1.5%（運営期間）	8	32	アンタイド

出典：JICA、ADB ホームページを参考に作成

本項では、資金調達方法に関し 3 パターン（STEP、円借款、STEP と ADB の協調融資）、対象インフラを下表のとおり設定した。

なお、円借款と ADB 融資の併用については、ベトナム国のハノイメトロやホーチミン市の高速道路事業で適用され、その際には、事業実施区間ごとに円借款、ADB 融資を区分した。一方、本章での資金調達手法の比較に際しては、ADB 融資の適用を駅舎に限定し、その他インフラについては STEP を活用することとした。

表 10.2.9　資金調達方式検討におけるインフラ別資金調達設定

インフラ種別	設定する資金調達方式		
駅舎	STEP	円借款（基準、オプション 1、2、3）	ADB 融資
車両			STEP
E&M			
軌道			
土木			
車庫			
その他			
コンサルティング			

出典：JICA、ADB ホームページを参考に作成

上記資金調達手法の検討に際して、事業費は検討中のものを活用した。各資金調達手法の比較結果は下表のとおり。

表 10.2.10　STEP の元利返済額合計とその他の資金調達の元利返済額合計との差額

資金調達方法		STEP を基準にした元利返済額の増加額
円借款	STEP	-
	オプション 1	+11.5%
	オプション 2	+6.7%
	オプション 3	+3.9 %
	基準	+1.5%
ADB 融資と STEP の併用		+14.6%

上記の比較結果より、STEP を活用することで、財務条件において非常に大きな優位性をもたらすことが可能となることが分かる。STEP の場合における元利合計返済額合計（5,640 億円）は、円借款の場合と比較すると 11.5%低くなり、また、ADB のプロジェクトローンと STEP 活用による協調融資の場合より 14.6%低くなる。従って、事業費の広範囲における STEP の活用が、商業性を確保するためには最も望まれる資金調達手法であると言える。

一方で、TOD の一環として検討されている商業施設開発の資金調達は、ODA が商業施設を対象とする制度ではないことから、ミャンマーやインドネシア等での近隣諸国で見られるように、主に民間金融か IFC 等の国際開発機関、JOIN によるノンリコース融資が主な調達手法として考えられる。一方で、フィリピンでは他のアジア近隣諸国と比較して金融市場が発達しており、競争力の高い条件で地場通貨建て長期ファイナンスを調達することが可能である。従って、STEP が適用されない TOD に多額の資金需要が生じる場合は、地場銀行による資金調達を一義的に検討する必要がある。

10.3　運営事業体の財務分析

10.3.1　運営事業体の財務分析の目的

本項は、鉄道事業体の運営形態が及ぼす各種財務指標への影響を分析することを目的とする。なお、比較検討対象とする 2 オプションとも公社(GOCC)方式により運営することを前提とする。

10.3.2　検討対象の事業方式及び主な設定条件

運営事業体の財務分析（損益計算書、貸借対照表、キャッシュフロー計算書）の実施に際し、下表のとおり、条件設定を行った。また、比較検討対象として、「インフラ整備費用は負担せず、運営事業に特化するケース」「インフラ整備費用の一部を負担した上で運営事業を行うケース」を設定した。後者におけるインフラ整備費用の調達に際しては、STEP と同条件を適用することとした。

表 10.3.1　運営事業体の財務分析検討のための主な条件

項目	インフラ整備費用を負担しないケース	インフラ整備費用を負担するケース
事業実施主体	公社（GOCC）	
整備期間	実施主体ではない	2018 年-2026 年 ※開業は 2025 年となるが、工期は 2026 年まで想定
運営期間	2025 年度～2060 年度（整備期間は除く）	
主な事業内容（鉄道事業）	Mindanao Avenue～FTI 間の鉄道運営事業	Mindanao Avenue～FTI 間の鉄道整備及び運営事業
主な収入源	運賃収入、売店、広告収入	
整備費用の位置づけ	公社事業としては計上せず	土木、E&M、軌道、車庫、車両等整備費用を公社が負担（用地取得は DOTr にて実施）
更新投資の概要	E&M、車両の追加・修繕費用を公社が負担	
OPEX の概要	運行及び維持管理に係る費用	
資金調達方法	中央政府からの出資金	STEP 及び中央政府からの出資金
配当	事業実施期間を通じ、株主である政府に配当	

10.3.3　損益計算書の分析

上述にて設定した各ケースの前提条件をもとに、事業期間に渡る損益決算書の概略は下表のとおりである。

表 10.3.2　損益計算書結果概要

（百万ペソ）

検討方式	年次	収入	OPEX	EBITDA	金利	減価償却	純利益
インフラ整備費用を負担しないケース	2025 年度	5,714	-2,243	3,471	-	-	2,430
	2040 年度	22,248	-2,582	19,666	-	-332	13,036
	2050 年度	32,761	-4,462	28,299	-	-1,508	18,295
	2060 年度	41,952	- 6,646	35,306	-	-3,425	22,317
インフラ整備費用を負担するケース	2025 年度	5,714	-2,243	3,471	-255	-4,319	-1,102
	2040 年度	22,248	-2,582	19,666	-219	- 6,355	9,164
	2050 年度	32,761	-4,462	28,299	-125	-7,475	14,489
	2060 年度	41,952	- 6,646	35,306	-29	-7,935	19,139

出典：　調査団作成

二つのケースを比較すると、収入に関する前提条件が同一となるため、事業期間に渡り収入・EBITDA が同一となっている。一方で、純利益に関しては、インフラ整備費用を負担するケースでは鉄道事業の過半の整備費用を資産化するため多額の減価償却及び借入金調達による支払金利が発生。結果、インフラ整備費用を負担しないケースと比較すると純利益が低下している。黒字化のタイミングについては、インフラ整備費用を負担するケースでは 2028 年、負担しないケースでは 2025 年と、負担しないケースの方が 3 年早く黒字化を達成することが出来る。

表 10.3.3　ケース別採算性比較表（2025 年度-2060 年度）

項目	インフラ整備費用を負担しないケース	インフラ整備費用を負担するケース
平均 EBITDA マージン	83.8%	83.8%
平均売上高純利益率	55.1%	24.7%
黒字化のタイミング	2025 年度	2028 年度

出典：　調査団作成

10.3.4　貸借対照表の分析

10.3.5　キャッシュフロー計算書の分析

10.3.6　まとめ

インフラ整備費用を負担しないケースとインフラ整備費用を負担するケースを比較した結果、インフラ整備費用を負担しない方が、運営事業体としては、事業期間を通して高い採算性を確保することができ、インフラ整備に伴う負債も負わないことから財務健全性の観点でも望ましい結果となっている。また、配当可能時期についても、インフラ整備費用を負担しないケースについては 2025 年と負担するケースと比較すると 5 年早い結果となった。