

# Operations & Maintenance of Urban Railways

## ハンドブック

Operations and Maintenance of Urban Railways Handbook

# CONTENTS

## 概要

具体的な活用方法	3
鉄道の運営・維持管理	5
JICA事業におけるO&M検討の全体像	7

## 運営主体

O&M収支分析	9
事業収益性評価／収益特性・リスク特性	11
収益レベルの評価	13
事業スキームの基本的枠組み	15
運営主体・事業スキームの選択	17
事業スキームの評価	19
事業スキーム(各国の事例)	21
事業スキーム図(公的オペレーター)	23
事業スキーム図(PPP・民間オペレーター)	25
事業スキーム図(公共投資・民間オペレーター)	27
長期的な事業戦略策定	29

## 規制制度

事業運営/技術/安全に係る規制制度	31
-------------------	----

## 鉄道システム(共通)

要員計画/組織	35
鉄道システム・O&M計画の検討	37

## 鉄道システム(分野別)

運転部門	39
駅部門	41
軌道・土木部門	43
車両部門	45
電気部門	47
部門統合	49
資産管理	51
資産管理の実施例	53

## O&Mの各国事例

他国鉄道事業者による海外O&M事業の実施例	55
欧州式による許認可制度	57
KPIの考え方と活用例	59
日本におけるO&M事業	61
世界におけるO&M事業	63
英国・ウェストミッドランズ鉄道	67
インド・ムンバイメトロ1号線	69
ブラジル・リオデジャネイロ州近郊鉄道	71
タイ・バンコクパープルライン	73
インドネシア・ジャカルタMRT南北線	75
フィリピン・マニラLRT1号線・MRT3号線	77

## 他セクターにおけるO&M

港湾	79
空港	81
道路	83

## これまでの整備支援事例

各国の都市鉄道 整備支援事例	85
インド・ムンバイメトロ3号線	89
バングラデシュ・ダッカMRT6号線	91
インドネシア・ジャカルタMRT南北線	93
ベトナム・ホーチミン都市鉄道1号線	95
フィリピン・マニラ地下鉄	97
エジプト・カイロ地下鉄4号線	99

## 今後の支援のあり方

O&M計画の標準化(FS段階)	101
O&M支援の計画	103
O&M支援の実施	105
その他の技術協力	109

## O&Mの海外展開

O&Mの海外展開	111
----------	-----

## 本ハンドブックの目的

都市鉄道の運営・維持管理に係るJICA事業の各種調査に活用できる具体的な知見を整理し、関係者と共有することで、今後行う鉄道整備支援案件の質の向上を図るために、本書を作成した。

今後は、各種調査における業務指示書等の作成段階や案件監理において関係者の皆様と一緒に本ハンドブックを参照し活用していく予定である。これにより、ある程度標準化された調査深度を確保し、それに沿って支援が着実に実施されることで、支援国における早期かつ円滑な鉄道の運営・維持管理の実現に役立てていく。

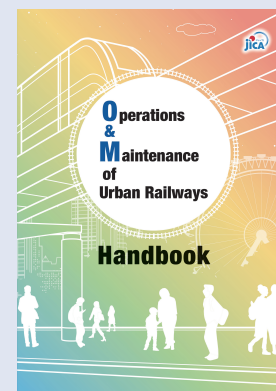
なお、本書の記載内容については適宜見直しを図り、段階的に内容を充実させていく予定である。

・両者間の共通認識  
・支援内容の標準化

### 案件発注側



都市鉄道整備案件に携わる  
・(独)国際協力機構  
(以下「JICA」)職員の方  
・当該国における規制機関、  
実施機関、運営主体の方



### 案件受注側



都市鉄道の運営・維持管理に  
関する調査・支援プロジェクト  
に携わる、コンサルタント、  
技術支援者等の全ての方

# 具体的な活用方法

## ■本書の全体構成

①**基礎知識**では、概要ページの「JICA事業におけるO&M検討の全体像」に沿ってO&M検討に必要な業務面及び技術面での基礎知識を項目別に記述している。どの調査段階において、どのような検討を行うべきか、この図を用いて全体像を確認しつつ、各項目を解説するページでは、ページ右上に付いている「FS」「DD」「GC」「OM」を見ることで、主にどの調査段階で活用するものか区別できるようにしている。

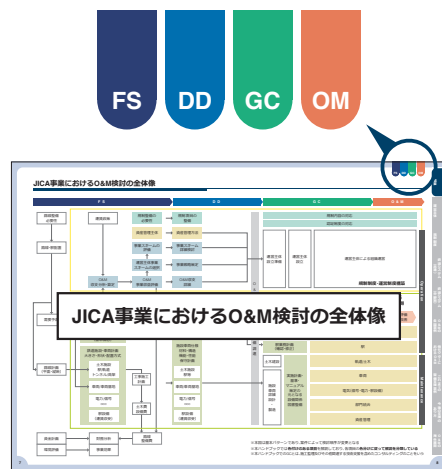
②**O&M事例**では、日本国内外や他セクターにおけるO&Mの実例について基本情報を整理している。各ページに記載してあるJICA事業に対する参照観点を念頭に置き、多様なO&Mの取組みに関する知見が得られるようにしている。

③**過去の支援**では、過去及び現在進行中のJICAプロジェクトの支援経緯、支援内容の一覧表が掲載してある。また、プロジェクトを通して得られた成果と課題の両面に関する知見について記述しており、今後新たに行う支援においての留意点とする。

④**今後の支援**では、今後の標準的なO&M計画や支援計画を示しているほか、支援内容の抜け漏れをチェックできるリストや、O&M支援実施段階における各種留意点等について記述している。

最後に今後のインフラメンテナンス分野の海外展開について考察を加えている。

CONTENTS	
概要	O&Mの各国事例
具体的な活用方法	他国鉄道事業者による海外O&M事業の実態例
鉄道の運営・維持管理	欧州式による時刻守守制度
JICA事業におけるO&M検討の全体像	KPOの考え方と活用例
運営主体	日本におけるO&M事業
O&M取組分析	世界におけるO&M事業
事業収益性評価/収益特性・リスク特性	英国「オーストラリア」のO&M事業
収益レベルの評価	インドネシア・ジャカルタMRT高化線
事業スキームの基本的枠組み	フィリピン・マニラLRT1号線-3号線
運営主体・事業スキームの選択	② O&M事例
事業スキームの評価	他セクターにおけるO&M
事業スキーム(各段の事例)	香港
事業スキーム(公開オペレーター)	台湾
事業スキーム(PPV/指定オペレーター)	課題
事業	③ 過去の支援
採算	④ 今後の支援
① 基礎知識	これまでの整備・支援事例
② O&M事例	各国の都市鉄道 整備支援事例
③ 過去の支援	インドネシア
④ 今後の支援	パナマ
今後の支援のあり方	インドネシア
O&Mの海外展開	ペトナム(ホーチミン都市鉄道)建設
O&Mの海外展開	フィリピン・マニラ地下鉄
O&Mの海外展開	エジプト・カイロ地下鉄増設
O&Mの海外展開	今後の支援のあり方
O&Mの海外展開	O&M分野の標準化(ガイドライン)
O&Mの海外展開	O&M
O&Mの海外展開	O&M
O&Mの海外展開	O&M
O&Mの海外展開	O&M
O&Mの海外展開	O&M



## ■具体的な活用方法の例

### ■ 準備調査段階で運営・維持管理の検討に携わる方

- 「①基礎知識」のうち、**運営主体の検討項目を確認し**、「②O&M事例」や「③過去の支援」に記載のある留意事項を念頭に置き、「④今後の支援」の中で特に事業スキーム決定に関する過去事例を参照のうえ、**事業スキームを早期に決定するための支援体制をTORに反映**する。
- 「④今後の支援」の中で特に、**O&M計画の重要調査項目を参照してTORに反映**しつつ、支援の枠組み定モデルを参照して**どのような支援の枠組みとするか選択のうえ決定**することが望ましい。

### ■ 設計・施工監理やその他技術支援で運営・維持管理の検討に携わる方

- 前段で実施している準備調査の内容を十分に把握し、方針を引き継ぐ。
- 「①基礎知識」のうち、特に**要員計画の検討項目を確認し**、いつまでに**どのような体制を構築すべきか**、また、**支援項目チェックリストを活用して誰が何を支援するのか**、支援の抜け漏れや役割分担の確認不足が発生しないよう関係者と十分協議のうえ**役割分担とスケジュールを決定**する。

### ■ 開業前後の技術支援で運営・維持管理に携わる方

- 前段で実施している支援内容を十分に把握し、方針を引き継ぐ。
- 「①基礎知識」のうち、特にGC、**O&M段階における各技術部門の検討項目を参照して支援計画を作成**するほか、**案件監理**における**進捗確認**にも活用する。
- 「④今後の支援」の中で特に、**規程類・マニュアルの整備方法やキャパシティビルディング**について**関係者と十分に協議**して**対応方針**を決定する。

## ■ 鉄道システム

鉄道は、線路等の土木施設、車両及び車両基地、車両に電気を送る電力設備、運行の安全を担う信号保安設備、改札や案内装置等の駅設備など様々な設備で構成される巨大なシステムである。そしてこの巨大システムを自在に操るための教育を受けた運転士、駅係員、指令員等が連携して鉄道システムを動かす、各設備を熟知した技術係員が、設備を健全な状態に維持するためにメンテナンスを行う。これら設備と人の全てが合わさった全体システムとして初めて大量輸送機関としての役目を果たすことができる。

## ■ 鉄道の運営・維持管理の定義

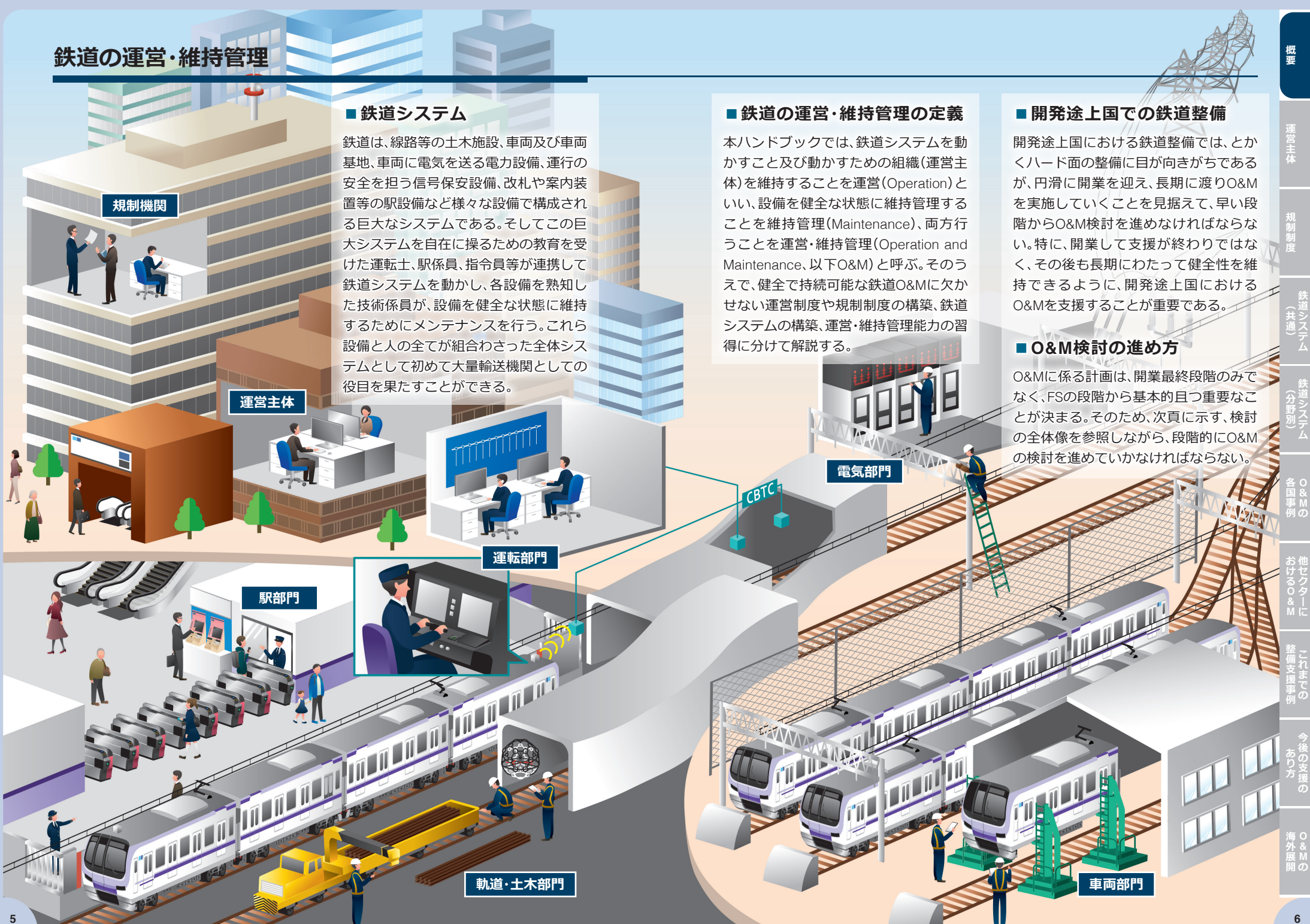
本ハンドブックでは、鉄道システムを動かすこと及び動かすための組織(運営主体)を維持することを運営(Operation)といい、設備を健全な状態に維持管理することを維持管理(Maintenance)、両方行うことを運営・維持管理(Operation and Maintenance、以下O&M)と呼ぶ。そのうえで、健全で持続可能な鉄道O&Mに欠かせない運営制度や規制制度の構築、鉄道システムの構築、運営・維持管理能力の習得に分けて解説する。

## ■ 開発途上国での鉄道整備

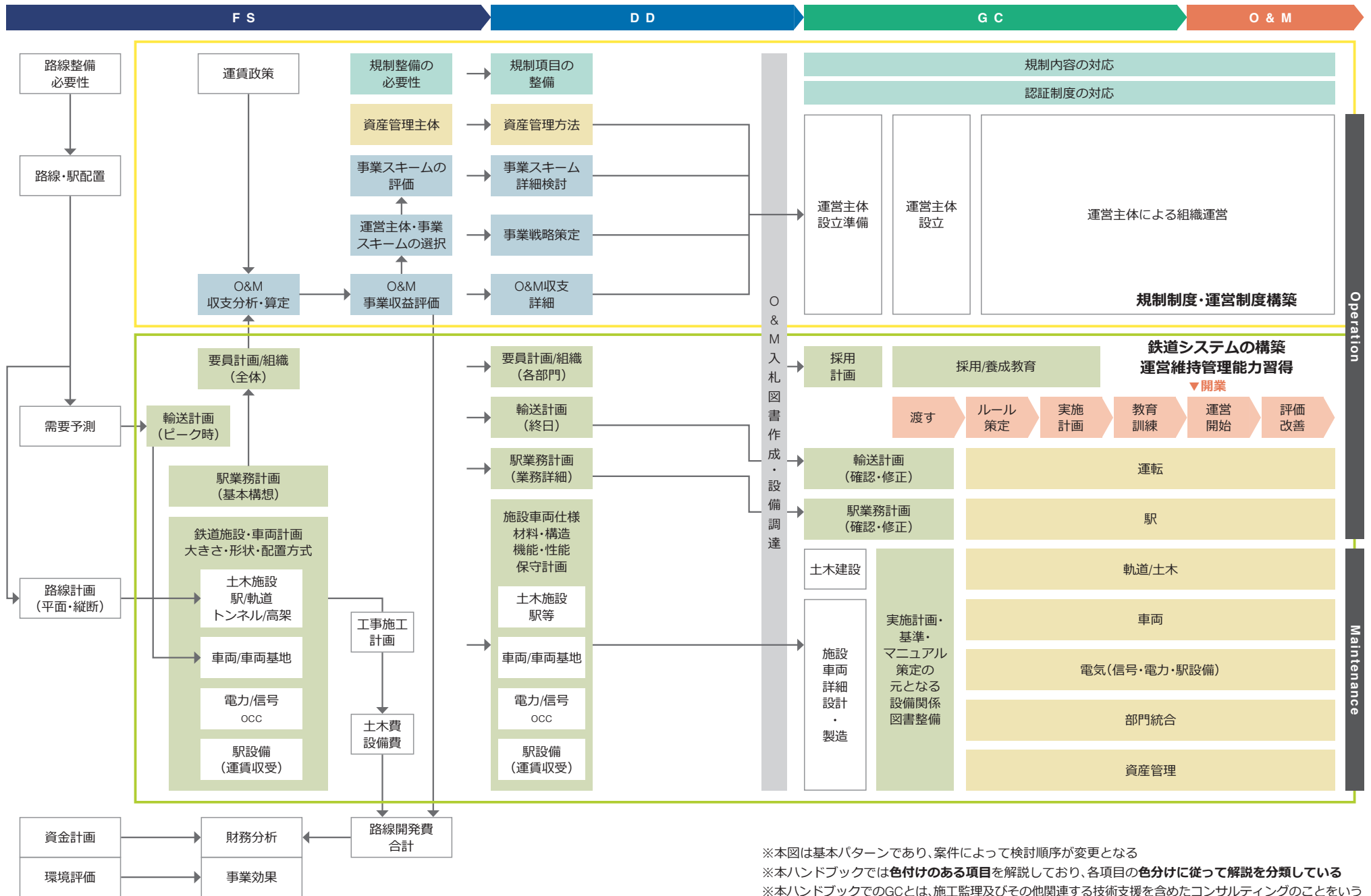
開発途上国における鉄道整備では、とくにハード面の整備に目が向きがちであるが、円滑に開業を迎え、長期に渡りO&Mを実施していくことを見据えて、早い段階からO&M検討を進めなければならない。特に、開業して支援が終わりではなく、その後も長期にわたって健全性を維持できるように、開発途上国におけるO&Mを支援することが重要である。

## ■ O&M検討の進め方

O&Mに係る計画は、開業最終段階のみでなく、FSの段階から基本的な目づき重要なことが決まる。そのため、次頁に示す、検討の全体像を参照しながら、段階的にO&Mの検討を進めていかなければならない。



# JICA事業におけるO&M検討の全体像



※本図は基本パターンであり、案件によって検討順序が変更となる  
 ※本ハンドブックでは色付けのある項目を解説しており、各項目の色付けに従って解説を分類している  
 ※本ハンドブックでのGCとは、施工監理及びその他関連する技術支援を含めたコンサルティングのことをいう

概要

運営主体

規制制度

鉄道システム (共通)

鉄道システム (分野別)

O&Mの 各国事例

他セクターに おけるO&M

整備支援事例

今後の支援の あり方

O&Mの 海外展開

Operation

Maintenance

# O&M収支分析

## ■ 収支構造の分析

事業収益性評価に際しては、収支構造の分析を行うことが出発点となる。事業化段階（主にFS段階）で着手し、事業の各段階で見直されていく。事業スキームが定まらなると運営事業者の収支が判断できない点に理解が必要である。開業準備段階で事業計画の一部として最終化される。

### 収支構造のイメージ

営業キャッシュフローをベースにすると構成要素は以下の通りとなる。

#### 収入

運賃収入と運賃外収入に分けて算出する。

#### O&Mコスト(運送原価)

主に労務費、動燃費、修繕費から構成される。

#### その他

事業スキーム次第では税金等が必要になる。

## 関連事業収入(運賃外収入)

- ・ 運賃収入の定率として簡易的に計算するケースが多い(5%等、ただし開発効果発現までの期間は慎重に設定すべき)。
- ・ 関連事業の詳細計画があれば積上げて試算することも可能だが、一般的なFS調査レベルでは困難である。
- ・ 事例調査を踏まえて過度な推計とならないよう留意が必要

## 運賃収入

- ・ 需要予測モデルから算出される。
- ・ 簡易的には1日乗客数に平均単価(運賃式に平均移動距離を当てはめる)を乗じて計算する場合もある。
- ・ 運賃水準が市民の支払い能力に対して過度に設定されないよう留意が必要

### 収支構造の分析において留意すべき点

#### ● 需要リスクへの理解

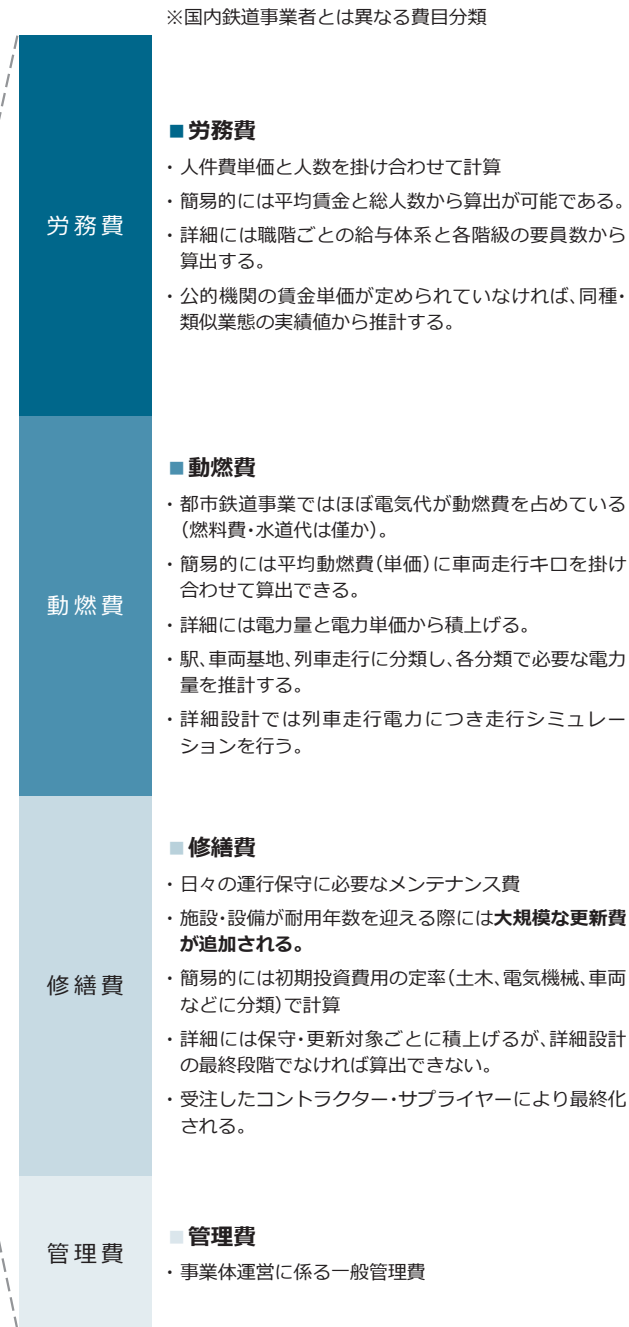
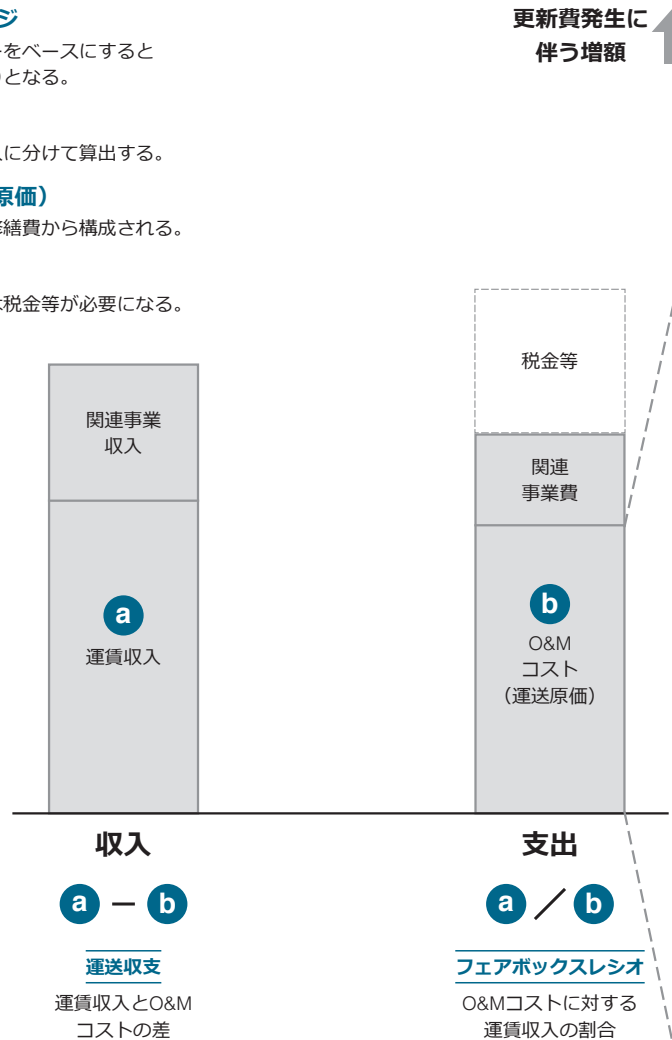
需要予測の計画値と利用者数実績値で差が生じやすい。

#### ● 需要定着率(ランプアップ係数)

事業化を目的とした需要予測とは別に、需要定着率(ランプアップ係数)を設定した保守的シナリオに基づいて需要・収入を評価した方が良い場合がある。同係数は事例調査により定める。

#### ● 収支バランス

開業後当方はマイナス収支となり、単年度黒字を達成するまでに一定年数を要するのが一般的である(既に鉄道網が形成されている場合は例外もある)。事例調査などにより、収支バランスの妥当性を確認すべきである。

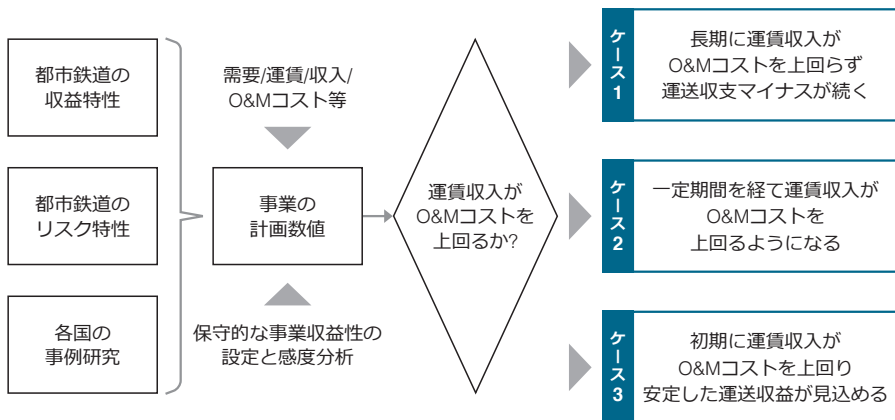


# 事業収益性評価

## ■ 事業収益性評価の流れ

前頁を踏まえ、計画段階において基本的な事業収益性を評価する。都市鉄道の収益特性やリスク特性を踏まえ、各国の事例研究を経て、事業の計画数値を算出する必要がある。基本的な事業収益レベルはどのタイミングで運賃収入がO&Mコストを上回るかで評価することが有効である。

### ▼ 都市鉄道事業の基本的な収益性評価の流れ



### 都市鉄道政策の観点

#### ● 単一路線・短期的視点で事業性を判断することの危険性

後述する通り、都市鉄道の運賃収入規模からみれば、資本費用を賄うことはそもそも難しい。都市鉄道の意義は、大量輸送手段であることと、効率的な鉄道ネットワークを有することによってもたらされる時間短縮効果、そして社会的費用の低減にある。鉄道ネットワークの整備と利便性の向上による利用者拡大には時間を要するため、単一路線かつ短期的視点で見ると収支が合わないのは自明である。

#### ● 都市鉄道政策の観点を踏まえた基本的な考え方

都市鉄道政策の観点から、以下の点を踏まえるべきである。

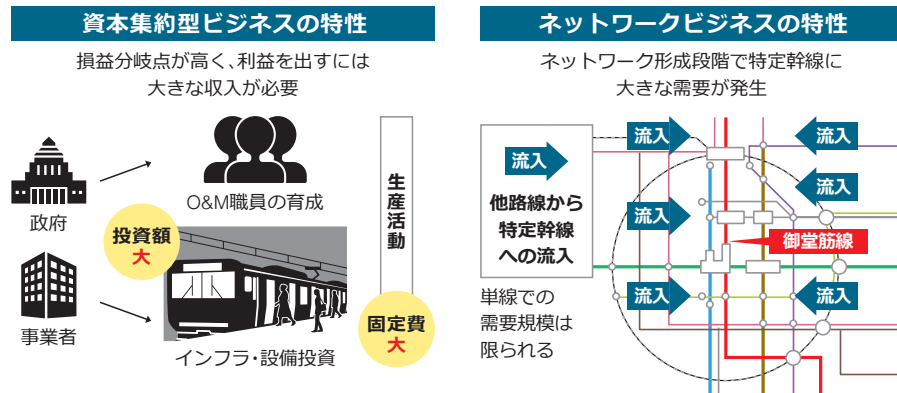
- ・ ネットワークの整備はすべからず政府が責任を負うべきである(特にバックボーンとなる基幹路線は将来収益創出源となる。ネットワーク整備の原資として政府が留保すべき)。
- ・ 収支採算性の見込みの良好な路線から順次整備を開始し、長期的(資本費用の回収後)には、その収益を密接な関連性とネットワーク効果のある新たな路線の整備に活用すること(いわゆる内部補助)を想定すべきである。
- ・ 都市鉄道整備は、公的資金により一元的に建設を行い、建設費や運営費の赤字支援(補助金)は、都市鉄道の建設によって得られる中央や地方政府の税収増に期待することを基本と考えることが合理的である。

# 収益特性・リスク特性

## ■ 都市鉄道の収益特性

資本集約型ビジネスとネットワークビジネスの特性を併せ持つ。

### ▼ 都市鉄道事業の収益特性



## ■ 都市鉄道のリスク特性

都市鉄道のリスクは多岐に渡るが、O&Mに関する典型的なものとして以下のようなものがある。

### ▼ 都市鉄道事業で顕在化したリスクの例

<h4>開業遅延リスク</h4> <p>工事遅延(とコストオーバーラン)により開業が大幅に遅れる</p> <p>例：ホーチミン1号線</p>	<h4>需要リスク</h4> <p>需要予測を大幅に下回る、需要定着までに時間を要する</p> <p>例：KLプトラレール</p>	<h4>運賃設定リスク</h4> <p>低廉な運賃が政策的に導入される、運賃値上げができない</p> <p>例：マニラMRT3号線</p>
<h4>O&amp;Mコストリスク</h4> <p>賃金単価や資材価格の上昇等で労務費や修繕費が高騰する</p> <p>例：マニラLRT2号線</p>	<h4>運転資金リスク</h4> <p>継続的な赤字で資金が不足する、その結果必要な保守費が削減される</p> <p>例：マニラLRT2号線</p>	<h4>政府予算確保リスク</h4> <p>延伸/ネットワーク設備が進まない、政府予算が削減/予算配分が遅延</p> <p>途上国共通</p>

# 収益レベルの評価

## ■ 基本的な収益レベルの評価

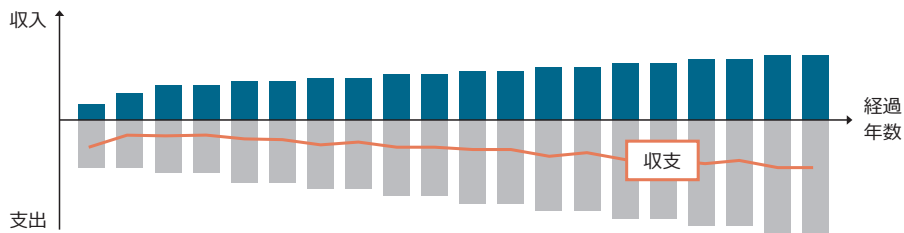
事業の基本的な収益レベルは、運送収支（運賃収入とO&Mコストの収支バランス）を事業期間に渡って見通すことで評価する。  
 その上で収入面では関連事業収入（や補助金等）、支出面では特に民間事業者の場合には税金等を考慮する必要がある。

## ■ 運送収支の推移による分類

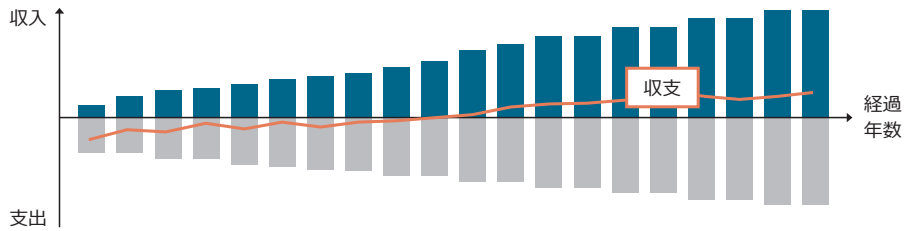
基本的な収益レベルを運送収支の推移により分類する。一般的には単線の運賃収入でO&Mコストを賄うことすら容易ではない。運送収支がプラスであることは事業のサステナビリティの条件である。政府の負担能力に限られる途上国では少なくともO&Mコストは収入で賄うことが望まれる。

### ▼ 運送収支の推移による分類 ※下図イメージには減価償却費や更新投資費は含まれていない

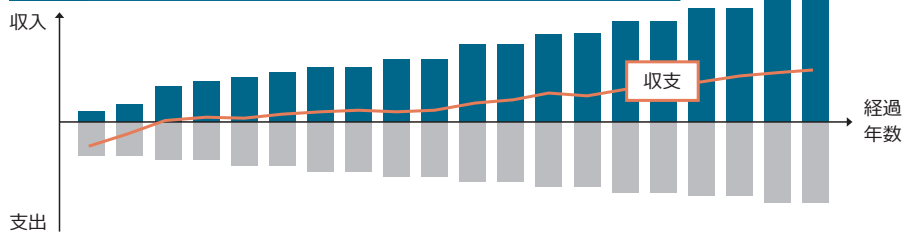
#### ケース1 長期に運賃収入がO&Mコストを上回らず運送収支マイナスが続く



#### ケース2 一定期間を経て運賃収入がO&Mコストを上回るようになる



#### ケース3 初期に運賃収入がO&Mコストを上回り安定した運送収益が見込める



## ■ フェアボックスレシオ(FBR)

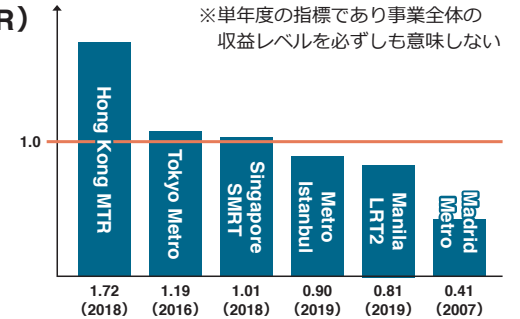
O&Mコストに対する運賃収入の割合

### FBRが1.0を下回る

運賃収入でO&Mコストを賄えていない。運営・更新投資に補助金を要する場合あり。

### FBRが1.0を上回る

運賃収入でO&Mコストを賄えている。更新投資は賄えていない可能性がある。更新投資に補助金を要する場合あり。



- **政府が主体的に関与しなければならない**

インフラ建設、鉄道システム調達、共に公共投資とし、運営も公的主体が担うことが原則である。運営・更新投資には補助金を充てる必要がある。

- **マドリッドメトロ(公共投資・政府直営方式)**

一部を除き州政府の公共事業・都市計画・交通局下に位置づけられる会社が運営。中央政府、州政府、マドリッド市が運営に対する補助金を支給している。



- **開業後、運送収支がプラスに転じるまでは特に高リスク**

公設公営が望ましいが、初期投資を伴わないグロスコスト方式なら民間が運営主体となりうる。初期投資・更新投資を伴うPPP・ネットコスト方式の例もある。

- **バンコクブルーライン(PPP・ネットコスト方式)**

開業6年後に運賃収入が運送原価を上回る。管理費・減価償却費・支払い利息等を含めた収支においては開業10年後でもマイナスが続き、事業再編となった。



- **民間運営も可能だが初期投資・更新投資は支援が必要**

初期投資を伴わないグロス/ネットコスト方式の可能性はある。それでも初期投資や更新投資を民間が負担することはできず、政府が負担する場合が大勢である。

- **ムンバイメトロ3号線(公共投資・政府直営方式)**

比較的堅実な需要予測でも開業当初から運賃収入はO&Mコストを上回ると評価。官民どちらが需要リスクを取ることも可としたが、更新投資・借入金返済は到底賄えないことから、PPPの可能性はないと結論づけた。





# 事業スキームの基本的枠組み

## ■ 事業スキームの選択

前頁で述べた「基本的な収益レベル」が一定程度以上であれば、各種ビジネススキーム検討の土台に乗ることができる。

### 上下分離方式

公的セクターがインフラ施設を整備・保有し、民間事業者が運営を行う方式。運営事業者は場合により、鉄道システムの一部又は全てを調達する。民間事業者による効率的な運営と、公的セクターによるインフラ施設の資金負担を両立するための仕組み。

### 事業スキーム選択の枠組み

事業スキームの選択の枠組みには、① 資産整備、② 需要リスクの取り方、③ 運営主体、の3つのパラメーターが考えられる。

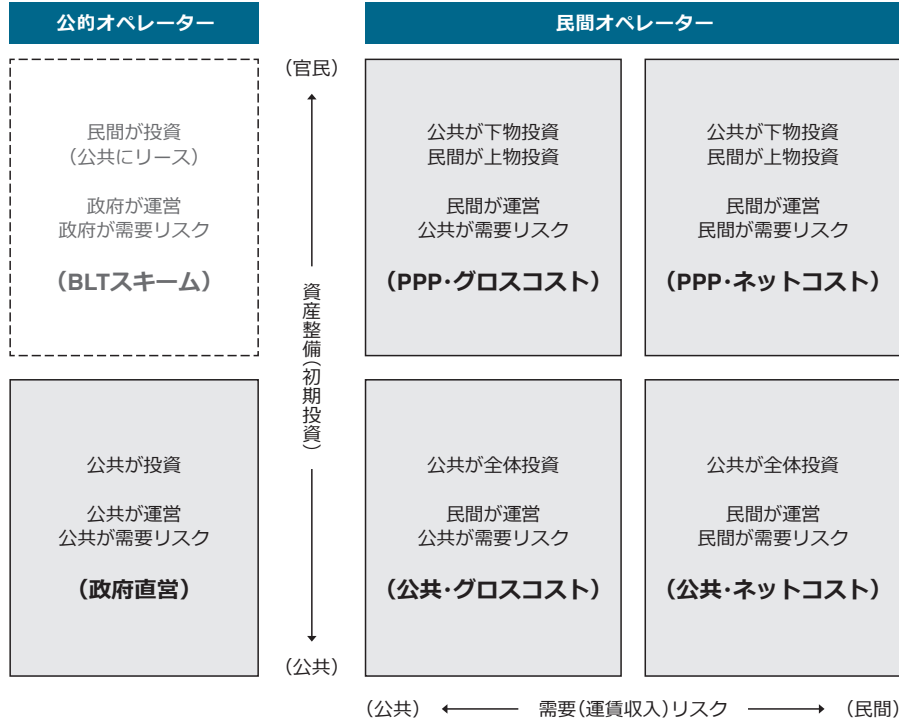
### 基本的な類型

政府投資・直営事業を離れると、都市鉄道の事業スキームは公的主体とオペレーターが資産整備（初期投資）をどのように分担しているか、需要リスクをどのように分担しているかによって基本的に類型される。

#### ① 資産整備

公共：公共が全体投資（土木構造物、E&Mシステム、車両等）を行う。  
PPP：官民連携により鉄道整備を行う場合、公共が下物投資（土木構造物）、民間が上物投資（E&Mシステム、車両など対応範囲により分類あり）を行う。

## ▼ 事業スキームの基本的な類型



## ② 需要リスクの取り方

ネットコスト（独立採算型）とグロスコスト（サービス購入型）方式に大別される。

### ネットコスト方式

オペレーターが運賃収入リスクを負う方法。運行委託費は、運賃収入予測値と運行経費の見積との差額としてあらかじめ設定する。運賃収入の増減と運行事業にかかる経費削減努力の結果として利益が捻出される。

### PSO (Public Service Obligation) 方式

ネットコスト型の類型。乗客1人当たりの輸送コストがいくらかかったかで報酬を定める。インドネシア等で採用されている。

### グロスコスト方式

オペレーターが運賃収入リスクを負わない方式。運行委託費は定額でオペレーターが見積もった

運行経費に適正な利益額を加算して設定される。オペレーターの経営努力により、当初の契約よりも費用を大幅に削減すればオペレーターの利益となる。

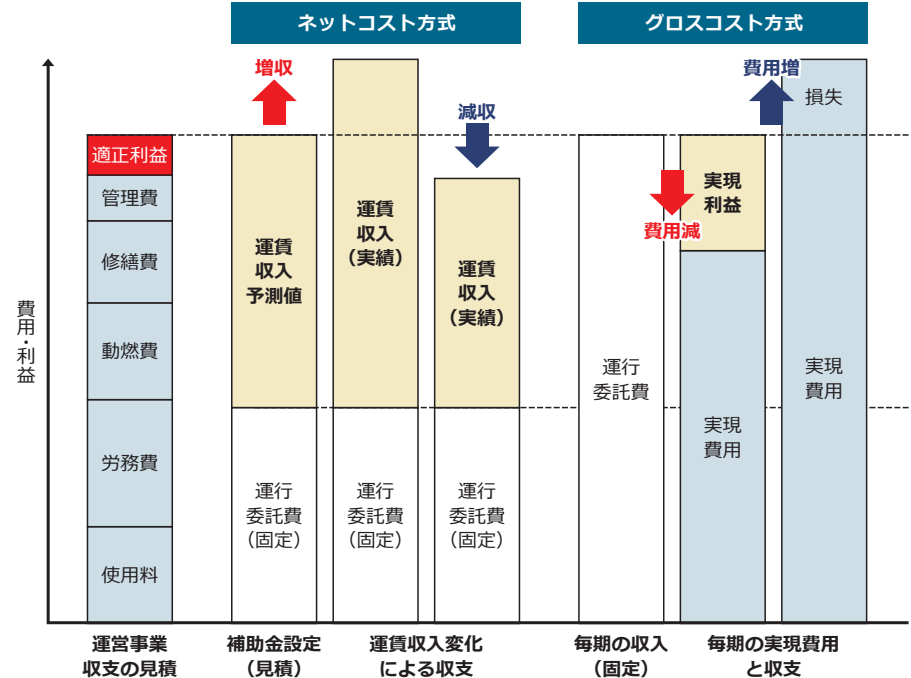
### アペイラビリティ・ペイメント (AP) 方式

グロスコスト方式の一部。オペレーターの運営・管理のパフォーマンスに対して対価が支払われる方式（民間オペレーターは需要リスクを取らない）。民間コンセッション会社へのインセンティブが公共セクターのサービス提供の目標に合致するように、適切なパフォーマンスの設定が必要になる。

### 修正グロスコスト方式

グロスコスト方式の派生。運賃収入額に目標値を設定し、実績によりボーナスや利益の一部を供与したり、逆にペナルティを与えることでインセンティブを伴うもの。

## ▼ 需要リスクの取り方とオペレーターの収支構造



\*インフラ使用料は発注者が保有する場合、相殺される

# 運営主体・事業スキームの選択

## ③ 運営主体

運営主体の選択には様々な判断要素がある。

### 公的セクターか民間セクターか

公的セクターの場合：都市計画との整合を図る点や運営赤字に対する補助金を得る等の点において有利である。

民間セクターの場合：(一般的には)効率的な運営が期待できる。

基本的な収益レベルが低ければ、公的セクターが運営主体となることが望ましい。

### 組織形態

公的セクターの場合：政府組織、公社・国営企業(特例法に基づく)、株式会社(会社法に基づく)等の選択肢がある。

民間セクターの場合：各国の会社法に基づく様々な会社形態がある。

第3セクターの場合：官民ジョイントベンチャー等の選択肢がある。

公的セクターが運営主体となる場合には以下のような判断要素がある。

### 建設主体\*が運営主体となるか

建設主体が運営主体となる場合：既にあるリソースを活用できる。供用開始時に一部要員を配置転換するなどの融通がしやすい。  
別途運営主体を設立する場合：運営に特化した組織マネジメントができる。

\*建設事業の実施機関

### 既存組織か新設組織か

既存組織とした場合：設立手続きが不要で既存職員を活用できる等、手間が少ない。

新設組織とした場合：古い体質・考え方に縛られず新しい組織文化を醸成しやすい。

## 直営と外部委託の選択

- FS段階で先方政府の方針を確認する。直営意向であればそれを否定しない。
- FS段階で日系企業にマーケットサウンディングを行う(事業スキームの本格検討前、例えば中間報告書作成後の実施が望ましい)。対象事業の運営あるいは保守受託に関心を示す企業があれば、外部委託も検討する。
- 都市鉄道の運営実績がない、都市鉄道の外部委託が当該国で初めて等の場合には、回避する方が妥当である。
- ただし日系企業に強い参入意思があれば本邦支援での外部委託も検討すべき。
- 外部委託が不可避で競合国の存在が認められる場合、本邦支援により比較優位を保つ、あるいは第3国との連携を模索(あるいは開業後の本邦企業によるO&Mの実施を整備支援の条件とする)

## ▼各国都市鉄道の運営主体

事業	運営主体	実施/運営	既存新設*5	組織形態
東京メトロ	東京メトロ	実施/運営	既存	株式会社*3
デリーメトロ	DMRC	実施/運営	新設	公社
バンコクブルーライン	BEM	運営	(民間)	民間企業
バンコクパープルライン	BEM	運営	(民間)	民間企業
バンコクARL	AERA1*4	運営	(民間)	民間企業
マニラLRT1号線	LRMC	運営*1	(民間)	民間企業
マニラMRT3号線	DOTr	運営*2	既存	政府組織
マニラ地下鉄	(未定)	運営	(民間)	民間企業(予定)
ジャカルタMRT	MRTJ	実施/運営	新設	公社
ホーチミン1号線	HURC1	実施/運営	新設	公社

\*1 延伸事業は実施主体となっている \*2 実施機関のプロジェクトマネジメントオフィスとして運営のみ担当 \*3 株主は国・地方自治体  
\*4 2021年10月にSRTETからAsia Era Oneへ事業移管  
\*5 「新設」は最初の路線のために設立された主体を指す

## ■各選択肢の利点と欠点

事業スキームの各選択肢の利点と欠点は、一般的に考えられるものとして右の通りである。選定において考慮すべき点は以下の通りである。

- 都市鉄道事業の事業フレームを決定する際「リスク分担と財政負担の大きさ」「民間事業者がどの程度の効率性を達成できるか」について十分に検討すべきである。
- その他にも、民間事業者入札の可能性等、政府による追加資金投入のリスク、複数路線のシステム統一、民間事業者破綻の際の処理、リスクを含む様々な要素を考慮すべきである。
- 重要なことは、各事業フレームの特徴を十分に把握し、メリットを最大化し、デメリットを最小化するための適切な処置を行うことである。

## ▼各選択肢の利点と欠点

パラメータ	選択肢	利点	欠点
① 資産整備	100%政府資金	国際機関が提供する低利ローンへのアクセスが容易 公的セクターによる資金管理が容易 出資構成がシンプルとなる	予算及び借入れの上限がある 意思決定に必要なプロセスが多い 予算制約でネットワーク形成が遅れる可能性がある
	一部民間資金	ネットワーク形成を早く進められる可能性がある 政府の借入れを削減できる 民間に一部リスクを転嫁できる	初期投資に係る金融費用が高い ネットワーク形成のコントロールが困難 プロジェクト実施が複雑になる
② 需要リスク	ネットコスト	民間事業者がより主体的に利益を追求できる	需要リスクの負担が大きい 公的セクターのコントロールが難しくなる
	グロスコスト	民間事業者は安定的な収入を得やすくなる	政府は契約管理/事業モニタリング能力が必要 民間事業者に乗客数増のインセンティブが働かない
③ 運営主体	公的主体による運営	利益追求によらず安定的な経営ができる 企業都合によらずサービス水準が確保できる	公的セクターにビジネス感覚が求められる 予算制約によりパフォーマンス低下の可能性ある 給与体系や人事制度の硬直化を招きやすい
	民間主体による運営	成果主義に基づく給与体系・人事評価の導入が容易 効率的な運営、サービス向上ができる可能性がある	(公的セクターと民間事業者で効率性が同じなら) 利益/税金を考慮すると運営費がより高くなる

# 事業スキームの評価

## ■ 事業スキームの評価

事業スキームの評価は、各オプションのキャッシュフロー分析に基づいて行う。本項では、「タイ国都市鉄道整備に係るファイナンシャルフレームワーク調査」(2010)の試算方法を一例として紹介する。

### 分析の概要

民間事業者のパフォーマンスが、公的セクターと同じと仮定し、各事業フレームにおける公的セクターの長期的な財政負担(LCC: Life-Cycle Cost)を比較している。

**[公的セクターの長期的財政負担]= [支出額の現在価値] - [収入額の現在価値]**

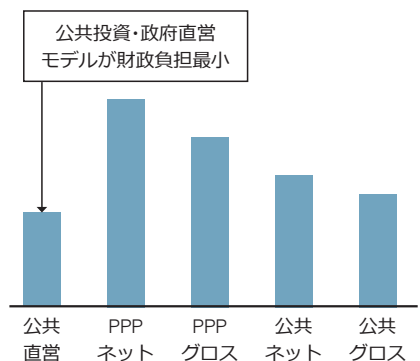
### パラメータの設定

パラメータとして評価期間、コンセッション期間、法人税率、インフレ率、割引率、為替、運賃設定、負債比率(公共・民間)、利率(資金調達方法別)、償還期間、ROE(自己資本利益率)等を設定している。

### 評価結果

公的セクターの財政負担は全てにおいて政府直営モデルを選択した場合に最小となる。

### ▼ 公的セクターの財政負担



※財務的観点から採算が取れる事業ではない場合

分析から得られる知見は以下の通り。

### 政府にとっての初期費用削減

PPPの場合、民間が一部の初期費用を負担するため政府は初期投資を軽減できる。一方、不採算事業は民間事業の経営を助けるために補助金を拠出する必要がある。

その結果、政府の財政負担は直営に比べ、当初は小さいが、長期的には大きくなる。

### 公共投資・政府直営が有利となる理由

民間事業者が初期投資の一部を出資する上下分離方式の場合、民間事業者の高い資金調達コストが公的セクターの負担増につながる。また、民間事業者の場合には利益や税金が上乗せされる。従って、民間事業者が効率化を達成できないのであれば、財政負担の観点から見てPPPスキームよりも政府直営が望ましい。

### 民間事業者による効率化

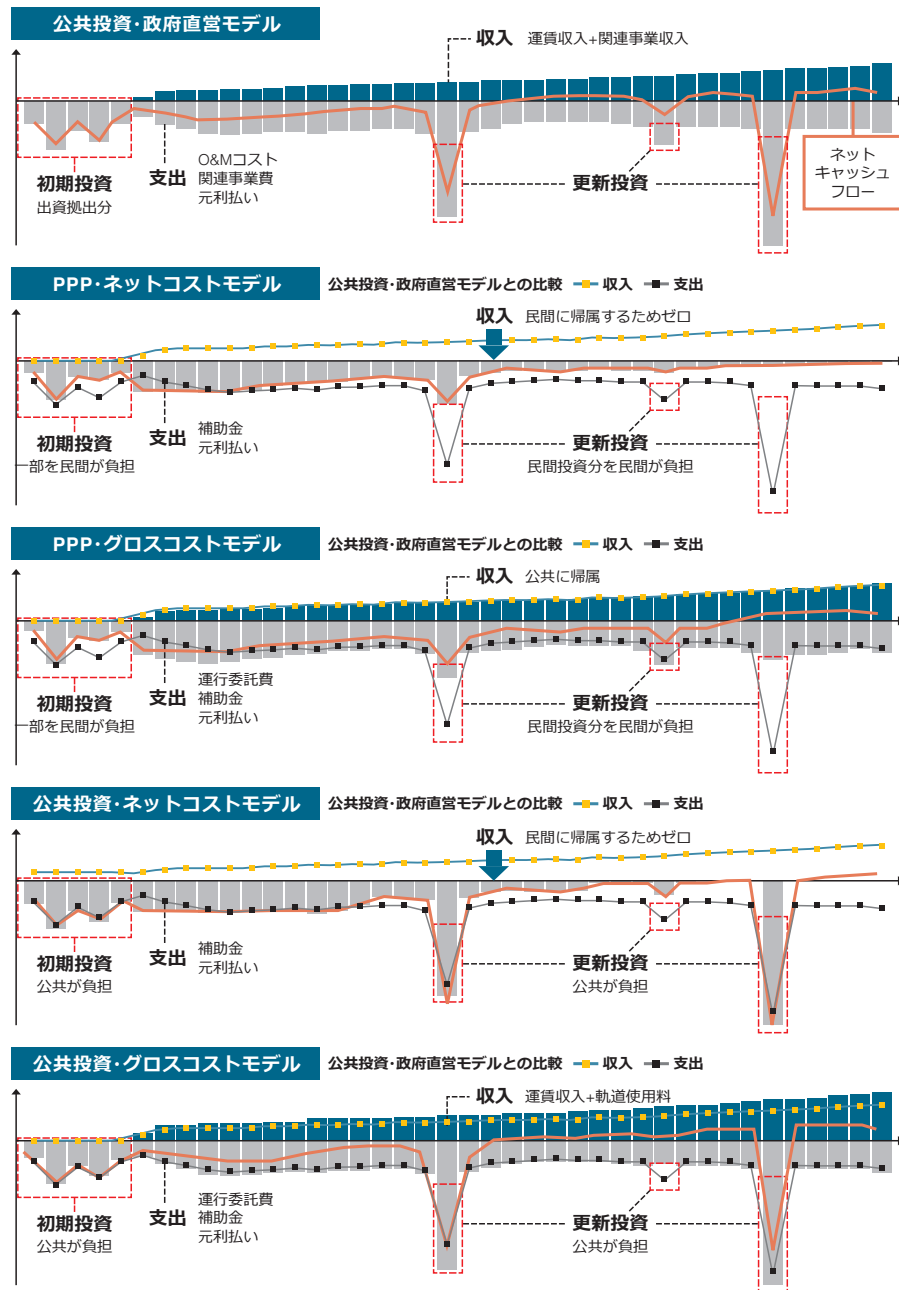
政府直営とPPPの政府の財政負担のギャップを埋めるには、建設・運営段階で民間事業者による効率化が必要。しかし公共セクターと民間事業者のパフォーマンスを定量的に差別化し一般化することは困難である。

### 事業スキームの評価

都市鉄道事業では、全体のコストに占める資本費用の割合が非常に高いため、民間事業者の高い資金調達コストがネックになる。事業のリスクが高いため、民間事業者が必要とする利益水準も高くなる。このため、都市鉄道事業のPPPは一般的に困難である。

公的セクターの財政負担の大小を根拠として事業スキームを決めるのではなく、政策的な意思を考慮して決定する必要がある。

### ▼ 公的セクターのキャッシュフロー



# 事業スキーム(各国の事例)

## ■ 事業スキームの選択

各国で選択された事業スキームもさまざまであり、事例から得られる知見は多い。

### 公共投資・政府直営モデルの選択

都市鉄道を初めて導入する国・都市(ジャカルタ、ホーチミン等)では公共投資・政府直営モデルを選択するケースが多い。直営により自らが運営・保守能力を備えることで将来的に民間事業者に移行した場合にも適切な管理ができるようになる等、鉄道事業の長期的視点に立てば賢明な選択と言えるかもしれない。

### 公共投資・政府直営モデル以外の選択

都市鉄道を初めて導入する国・都市であっても民間事業者を選択するケースもある(バンコク等)。財務省が公的債務のGDP比率を制限している等の背景がある。他方、公設民営により初期投資は政府が負担するものの、民間事業者の効率的な運営を期待するケースもある(マニラ等)。鉄道事業に最も適したPPP契約形態というものはなく、事業の規模、政府の方針、出資者/融資期間の存在及び事業への参加の意志等によって、プロジェクト毎に全ての関係者(ステークホルダー)が合意できる形態が選定されてきている。

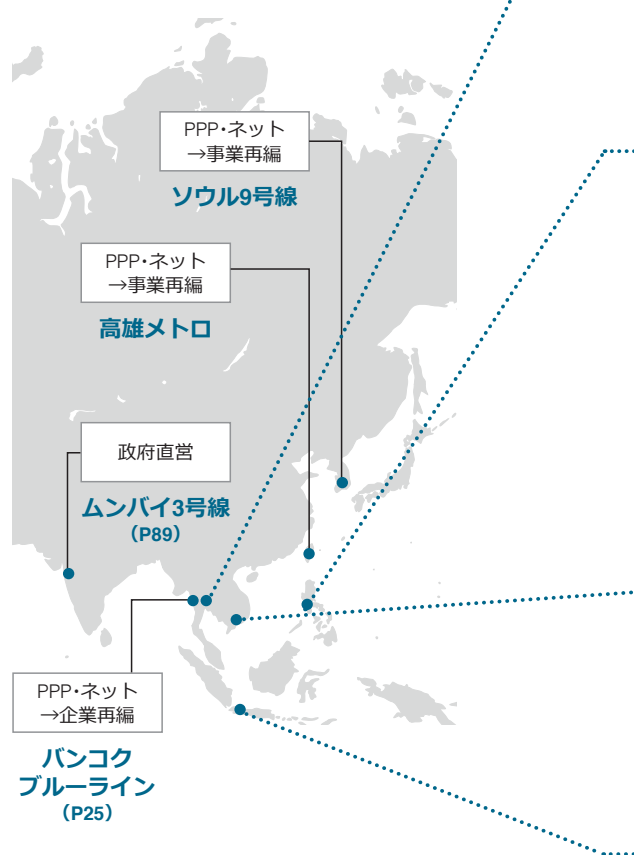
### 上下分離方式の場合

上下分離方式の場合は、民間事業者がどのくらい政府に施設(インフラ)使用料を支払うか、また補助金の場合はどのような形で支払われるか(建設費の一部を補填するのか、運営資金の一部を補填するのか)が重要となるが、現時点ではケース毎で決められているのが現状である。

### 民間事業者による初期投資負担の限界

初期投資の資金調達を民間に依存したBOT方式のPPPは困難を伴う。高雄やバンコクのようにネットワークが未成熟な段階では、鉄道事業における官民の負担を再考する必要がある。

### ▼各国における事業スキームの選択



## Ⅱ バンコクパープルライン

2016年8月開業 PPP・グロスコスト



**公的債務比率の増加を嫌いPPPグロスコストを選択、開業後の需要低迷により政府負担が増加**

- ・事業スキーム検討段階では、コンサルタントから公共投資・グロスコストスキームを提言
- ・公的債務のGDP比率の上昇を忌避して、PPPグロスコストを閣議決定
- ・ブルーライン延伸の遅延影響もあり、開業直後の需要が低迷し政府の負担が増加

## Ⅱ メガマニラ地下鉄

2026年開業予定 公共投資・グロスコスト



**公共投資・民間によるO&M(公設民営)の方針、政府の信用力・支払能力が低く信用補完必須**

- ・マーケット調査の結果を基にAP方式を選択、O&Mコスト推計を基に15%のIRRを想定しAP額を設定
- ・政府の支払いリスクが懸念されており、何等かの信用補完の手立ては必須
- ・段階的開業に伴う開業遅延リスクも含め、需要立ち上がり期に政府が負担する需要・収入リスクは大

## Ⅱ ホーチミン都市鉄道1号線

開業時期未定 公共投資・政府直営



**市の支払能力が低く、ホーチミン市が設立した直営事業者(HURC1)側に運転資金不足リスクあり**

- ・市の支払能力に懸念、事業者側に運転資金不足リスク有り(運賃収入は事業者が留保すべき)
- ・市はパフォーマンス規定により事業者の経営努力を促したい考え(バス事業への膨大な補助金)
- ・現在、事業計画数値を精査中であり、需要予測の見直しと運賃設定に特に気を揉んでいる。

## Ⅱ ジャカルタMRT

2019年3月開業 公共投資・政府直営



**将来の「ドル箱路線」である南北ラインを政府投資・直営事業者(MRTJ)によりO&Mを実施**

- ・開業直後の需要は1日80,000人程度で、需要予測の150,000人からは下回る。
- ・フェーズ2整備中、MRT/LRTのネットワーク整備により将来的な収益創出源となることが期待される。
- ・乗客1人当たりの輸送コストで報酬を定めるインセンティブ方式を検討(実際の運用は不明)

# 事業スキーム図(公的オペレーター)

## ■ 上下一体方式

- ・ 公的主体が建設・運営全てを担う場合が該当する(一般的には困難だが民間事業主体がこれを全て担う場合もある)。
- ・ 事業主体は政府から建設・運営の権利を与えられ、土木施設の建設、車両・E&Mシステムの調達、開業後の運営・保守を行う。事業主体は運賃収入及び商業施設収入で運営・保守費を賄う。

## ■ 公共投資・政府直営モデルの事例 (ジャカルタMRT)

### 事業スキーム/契約方式

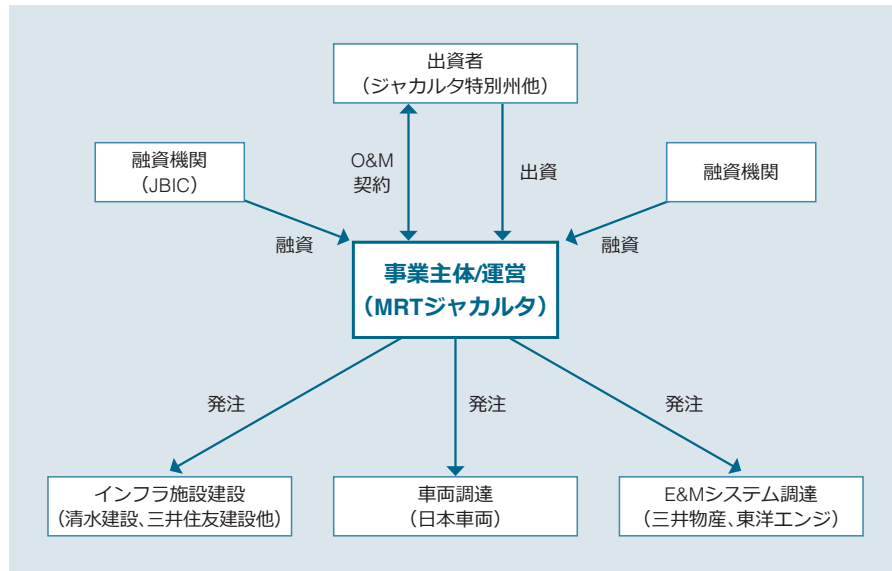
- ・ 事業主体であるMRTJが運営主体として運営・保守を実施している。
- ・ 資金調達はJICA円借款が殆どを占め、一部はジャカルタ特別州予算による。
- ・ 工事は、インフラ施設が清水建設、三井住友建設など、車両が日本車両、E&Mシステムが三井物産、東洋エンジニアリングが請け負った。
- ・ MRTJはジャカルタ特別州とのO&M契約で報酬・補助金が定められている。

- ・ MRTJは全資産を保有しているため減価償却費を含めた補助金額は多額であり、資産保有に関する見直しの必要性が認識されている。

### リスクと対処

- ・ 政府予算確保リスクにより延伸やネットワーク整備が遅れる可能性がある。
- ・ 施設保有に係る経費がコスト構造上の経営圧迫要因となる。資産保有の枠組みを決める際には運営主体に大きな資産を保有させるべきではない。
- ・ 運営主体の予算確保リスクを考慮すれば、日々の営業収入は運営主体が直接収受することが望ましい。

## ▼ 公共投資・政府直営モデル(ジャカルタMRT)



## ■ BLT方式 (Build-Lease-Transfer)

- ・ 政府とBLT契約した事業主体が資金調達して施設の建設、車両・E&Mシステムの調達を行い、完成後すぐに施設を政府に移管する。
- ・ 運営は政府が自ら行うか、BLT業者とは別に民間企業に委託する(運営は自ら行う場合でも、保守を民間企業に委託することもある)。
- ・ 政府は契約期間中、施設リース料を事業主体に支払う。

## ■ 民間投資・政府直営モデルの事例 (マニラMRT3号線)

### 事業スキーム/契約方式

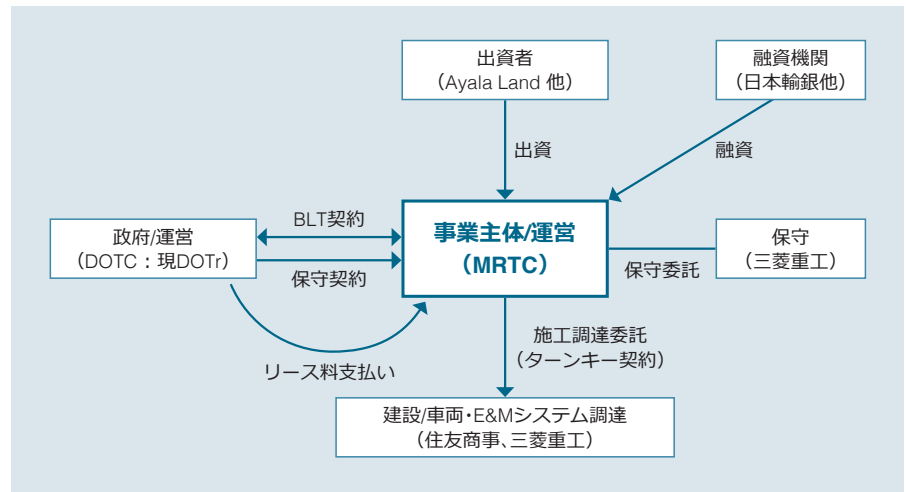
- ・ 担当政府機関は運輸通信省 (DOTC、現在の運輸省DOTr)
- ・ 事業主体は現地不動産開発会社数社が出資したMRTC、運営主体はDOTC
- ・ 契約方式は、25年間のBLT契約
- ・ 政府が施設所有者であるMRTCに対し、施設利用料と保守委託費を支払う。
- ・ 施設は25年間の契約終了後、一括して政府に引き渡される。
- ・ 事業主体は施工・機器納入をターンキーで調達。工事は、住友商事と三菱重工業がターンキー契約で請け負った。

- ・ MRTCの資本金は自己資金(約3割)、残りは日本輸出入銀行、チェコ輸出信用銀行等からの融資である。
- ・ これらのローンに対してフィリピン政府(財務省)が保証しているため、融資者と借入者(MRTC)の両者のリスクを軽減している。

### リスクと対処

- ・ 政府予算確保リスクにより、運営主体の運転資金が不足する、保守契約の支払いが遅延する等の問題が見られた。
- ・ 運賃設定リスクにより、低廉な運賃が政策的に導入されたことも影響した。
- ・ リスク対処として国際機関が提供する低利ローンの活用、政府の支払いリスクに対する信用補完等が考えられる。

## ▼ 民間投資・政府直営モデル(マニラMRT3号線)



# 事業スキーム図(PPP・民間オペレーター)

## ■ 上下分離BOT・ネットコスト方式(Build-Operate-Transfer)

- ・主要土木施設、軌道工事などのインフラ部は政府が資金調達し、施工業者に発注して建設を行い、車両・E&Mシステムの調達は政府とBOT契約を結んだ事業主体が資金調達して行う。
- ・事業主体はその後一定期間、施設の運営をし、契約期間終了後、施設を政府に移管する。
- ・政府は資金を調達してインフラ設備を整備するが、運賃収入は事業主体が受け取るため、資金回収ができない。このため、事業主体は政府に対して施設使用料を支払う。

## ■ PPP・ネットコスト方式の事例(バンコクブルーライン)

### 事業スキーム/契約方式

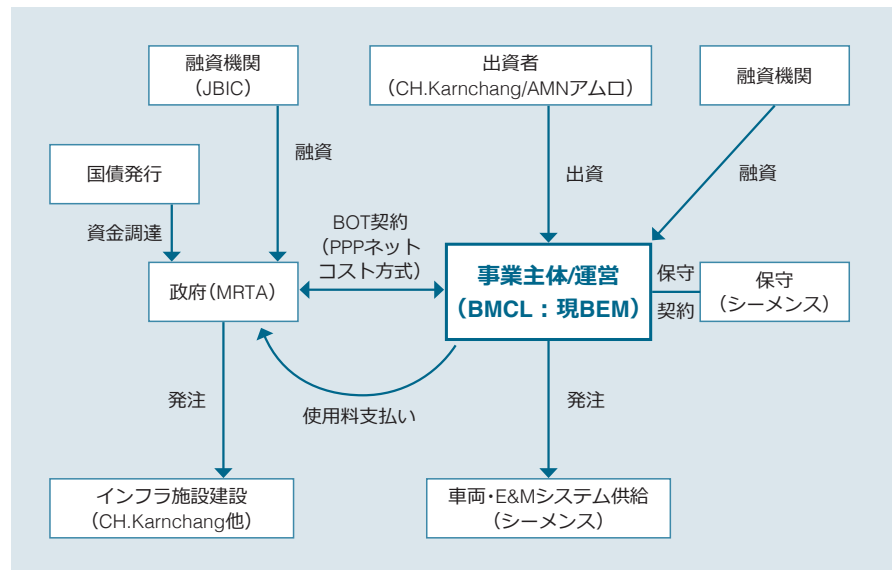
- ・トンネル、軌道、駅部設備などのインフラ部建設資金はMRTAが調達した。
- ・事業主体は建設会社、銀行等のコンソーシアム(当時BMCL)が担った。
- ・BOT契約期間は25年間。事業主体が運賃収入を回収し、運営・保守・初期投資額回収・施設使用料の支払いを行う。
- ・事業主体はMRTAに対し、運賃収入及び商業施設収入に対する使用料と利益配分を支払う。

- ・運賃は開業時点の料金を基準値として設定し、開業時のCPIを基に再計算する。

### リスクと対処

- ・需要リスクは事業主体が負う。
- ・事業主体の経営悪化で、2008年に銀行団が債務繰延等による経営支援を実施
- ・2015年12月にBECL社との合併によりBEM社となり、運営を継続中。
- ・開業後、運送収支がプラスに転じるまでは特に事業主体の経営リスクが高い。
- ・保守的な需要予測に基づき事業スキームを組み立てる必要がある。

## ▼PPP・ネットコスト方式(バンコクブルーライン)



## ■ 上下分離BTO・グロスコスト方式

- ・主要土木施設、軌道工事などのインフラ部は政府が資金調達し、施工業者に発注して建設を行い、車両・E&Mシステムの調達は政府とBTO契約を結んだ事業主体が資金調達して行う。
- ・政府は資金を調達してインフラ施設等を整備し、運賃収入を受け取る。
- ・事業主体は運行経費に適正な利益額を加算して設定された運行委託費を受け取ることで、需要リスクを負わない。

## ■ PPP・グロスコスト方式の事例(バンコクパープルライン)

### 事業スキーム/契約方式

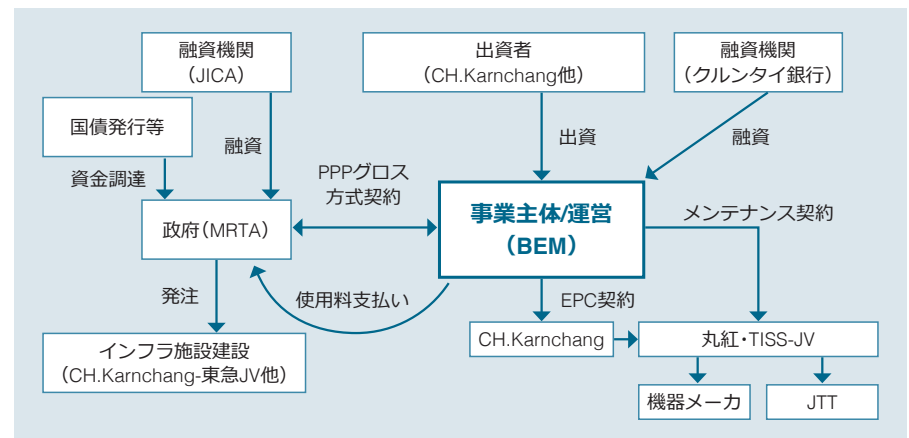
- ・インフラ部(高架橋/駅舎/車両基地/土木/軌道)の建設資金は政府が調達した。
- ・民間事業主体が車両/鉄道システムのサプライヤーを選定し調達した(開業後の保守業務も含まれている)。
- ・政府の資金調達はJICAの円借款(約7割)、残りはタイ政府資金による。
- ・契約期間は建設・調達を含めて30年間
- ・運行委託費は運営/保守費用に定率の利益が上乗せされている。
- ・運賃収入は全て政府が受け取り、事業主体は固定額で運営・保守を行う。
- ・民間事業主体の初期投資額及び開業準備費用は、開業から10年間で毎月均等の額で政府から

- 返還を受ける。
- ・事業主体は既存地下鉄のオペレーターである当時BMCL(現BEM)
- ・丸紅/東芝インフラシステムズ(TISS)-JVが、開業後10年間の保守契約を含め受注。保守はJR東日本を含めた3社の出資会社(JTT)が請け負っている。

### リスクと対処

- ・需要リスクは政府が負う。
- ・ブルーライン延伸の遅延影響もあり、開業直後の需要低迷、政府負担が増加
- ・開業後、運送収支がプラスに転じるまでは特に政府の負担が大きくなる。
- ・初期投資の政府負担を削減しようとした結果、事業期間全体では政府負担がかかって増加する場合が少なくない。
- ・保守的な需要予測に基づき事業スキームを組み立てる必要がある。

## ▼PPP・グロスコスト方式(バンコクパープルライン)



# 事業スキーム図(公共投資・民間オペレーター)

## ■ 公共投資・ネットコスト方式

- ・公的主体が資産整備の全てを担う。
- ・事業主体は土木施設の建設、車両・E&Mシステムの調達を行う。
- ・民間運営主体は開業後の運営・保守を行い、運賃収入及び商業施設収入で運営・保守費を賄う。
- ・運送収支によるものの、運営・保守に補助金を支給する場合が一般的である。

## ■ 公共投資・ネットコスト方式の事例 (メルボルン地下鉄)

### 事業スキーム/契約方式

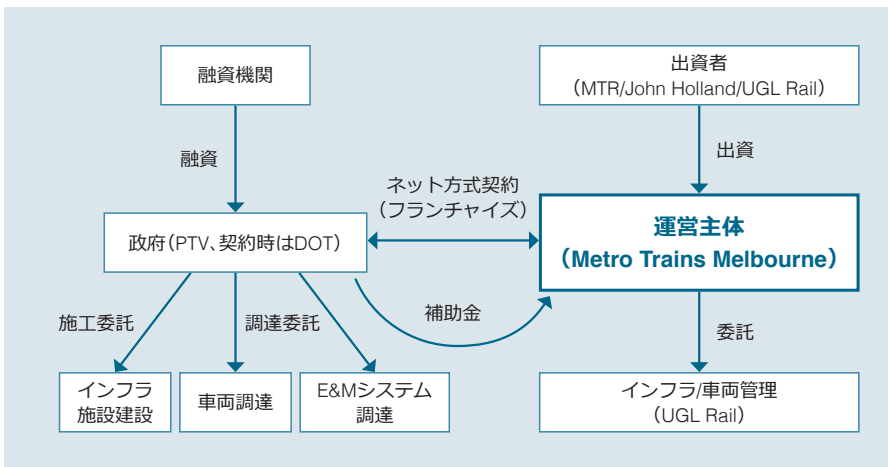
- ・軌道、信号、車両は全て政府が調達・保有しており、鉄道運行事業者の負担が課されている部分は無い。
- ・運営主体(Metro Trains Melbourne)が政府(PTV)からフランチャイズ契約を受託している。
- ・運営主体(Metro Trains Melbourne)は香港MTR(60%)、John Holland(オーストラリアの鉄道運営民間企業、20%)、UGL Rail(オーストラリアの鉄道関連機器・運営サプライヤー、20%)が出資者となっている。
- ・2009年11月30日開始で、8年契約7年間の延長オプションがある。
- ・土地・インフラ施設はインフラ所有者(VicTrack、

ビクトリア州政府の州営企業)からリースされている。  
 ・チケット・料金部分は政府(PTV、フランチャイズの契約相手)が収受する。

### リスクと対処

- ・乗客からの運賃収入は鉄道運行事業者の収入の24%にすぎず、残りの収入は政府からの補助金により賄われている。
- ・需要リスクは一定程度の範囲であれば事業者側が負担し、過度な需要変動リスクは政府側が負担している。
- ・O&Mコストリスクも基本的には事業者側が負担するものの、過度な変動に対しては政府からの補助等がある。
- ・基本的に運行に必要な資産は政府からリースされており、政府は資産更新のリスクも負っている。

### ▼ 公共投資・ネットコスト方式(メルボルン地下鉄)



## ■ 公共投資・グロスコスト方式

- ・公的主体が資産整備の全てを担う。
- ・事業主体は土木施設の建設、車両・E&Mシステムの調達を行う。
- ・民間運営主体は運行経費に適正な利益額を加算して設定された運行委託費を受け取ることで、需要リスクを負わない。

## ■ 公共投資・グロスコスト方式の事例

- ・マニラ地下鉄等が導入を検討している。
- ・バンコクBTSは当初上下一体のBOT ネットコスト方式を選択したが、延伸区間では公共投資・グロスコスト方式を採用している。

### 事業スキーム/契約方式

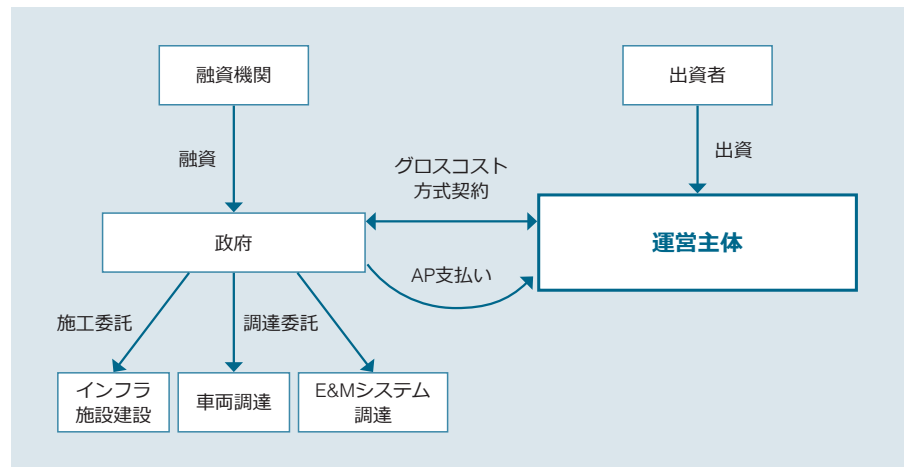
- ・インフラ施設、車両・E&Mシステム等、全ての建設資金は政府が調達する。
- ・運営主体は入札により選定する。
- ・運賃収入は全て政府が受け取り、運営主体は契約で定められたアベイラビリティ・ペイメント(AP)を受領し運営・保守を行う。AP額はKPIによる減額ペナルティが盛り込まれる。

よる減額ペナルティが盛り込まれる。  
 ・初期投資の一部、開業準備費用は、契約期間中の更新投資などがAP支払いの中に含まれる場合がある。  
 ・運営主体は政府に対し、関連事業収入に対する利益配分を行う場合がある。

### リスクと対処

- ・需要リスクは政府が負う。
- ・運賃収入が予測を大幅に下回る場合、政府の負担が大きくなり、運営主体への支払いリスクとなる可能性もある。
- ・このような場合には、政府の支払いリスクに対する信用補完が検討される場合がある。
- ・開業遅延リスクに対して、運営主体が不利益を請じないことが必要である。遅延に伴う経費は適切に補償されなければならない。

### ▼ 公共投資・グロスコスト方式



# 長期的な事業戦略策定

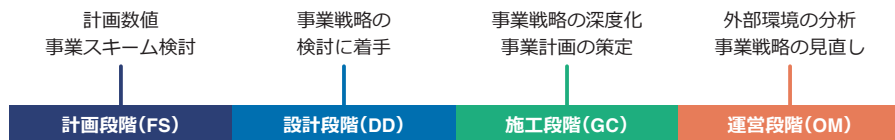
## ■ 事業戦略の展望

事業戦略は、FS段階での事業スキームの検討・評価や、設計段階における計画数値の見直し結果に基づき、設計段階において検討に着手する。

建設段階で運営主体が設立された後、開業準備段階においてより詳細な事業戦略が策定される。

運営保守段階では、社会経済状況の変化、事業環境（外部環境）の変化、技術革新等に伴い、事業戦略を随時見直す必要がある。

### ▼ 事業戦略の策定期期



### ▼ 事業戦略の発展イメージ

#### 開業後20年以上経過

- 沿線地域・まちづくりとの連携
- 技術革新、研究開発
- 新たなモビリティサービスの実現
- 海外事業/オペレーター事業への進出

#### 開業後10年程度経過

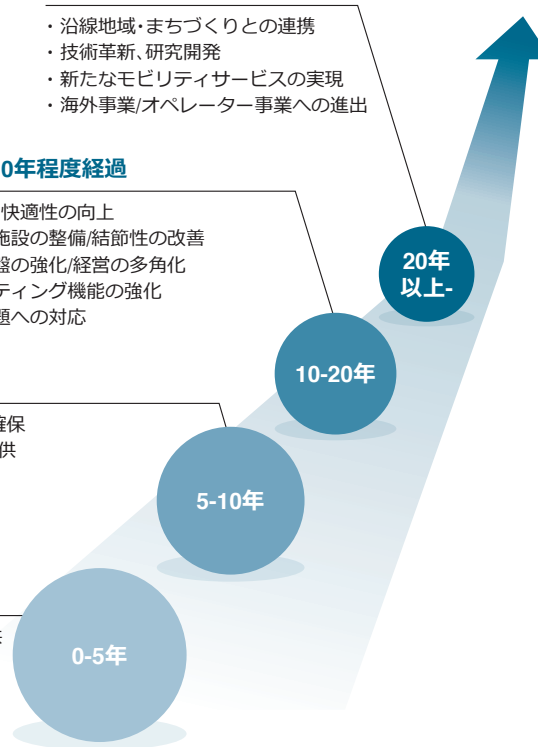
- 利便性・快適性の向上
- 乗換え施設の整備/結節性の改善
- 経営基盤の強化/経営の多角化
- マーケティング機能の強化
- 環境問題への対応

#### 開業後5年程度経過

- 利用者の安全・安心の確保
- 質の高いサービスの提供
- ネットワークの拡充
- 経営基盤の強化
- 鉄道人材の充実化

#### 最初の路線の開業直後

- 安全かつ安定的な輸送サービスの提供



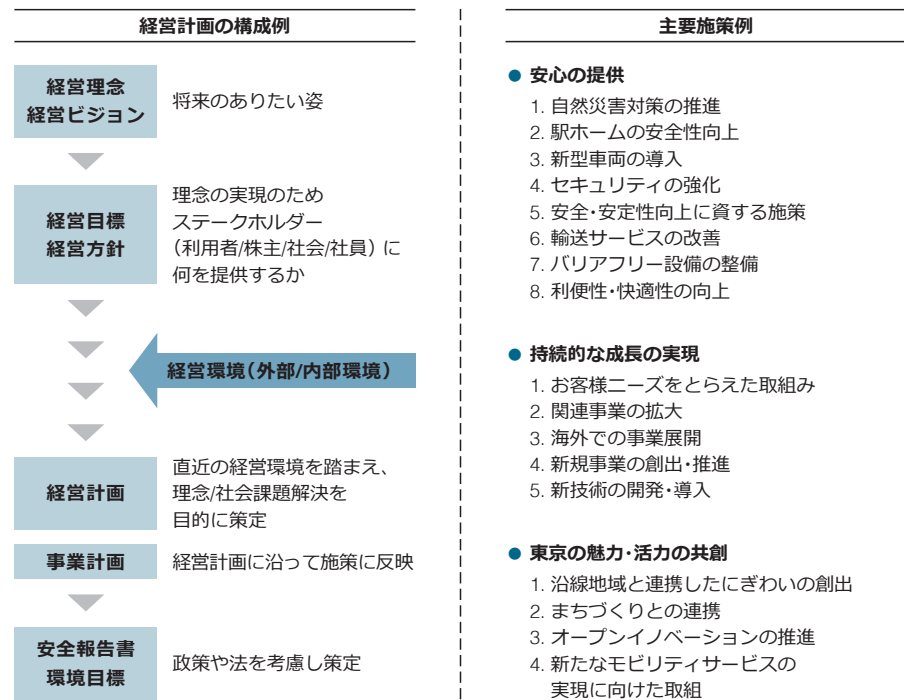
## ■ 経営計画(行動計画)の策定

事業戦略を基に経営計画を構築することはどの組織にも重要である。特に新しい組織に対しては知見・経験を有する本邦関係者により策定を支援することが求められる。

他方、ODA事業の実施段階では建設工事に関心が偏り、「安全・安定した輸送」以外に実利のある事業戦略が描かれることは期待しにくい。同国・同都市初の都市鉄道なら尚更である。

### ▼ 経営計画の構成例と主要施策例

出典:東京メトロHP



場合によっては、関連事業、TOD、技術革新など意欲的な事業展開を標榜するものの、組織的・人的・財務的キャパシティが伴わずに実効性が伴わないこともある。事業戦略は社会経済、鉄道産業、鉄道事業者の成熟度に応じて発展させていくものである。

構成や策定手順は参考にしつつも、本邦鉄道事業者の事例を単純に踏襲することは避けるべきである。



# 事業運営/技術/安全に係る規制制度

## ■ 規制の必要性

鉄道事業は重要な社会インフラを担う事業であり、公共性が高く非常に多くの利用客を輸送するため高い安全性の確保が求められていることから、鉄道事業者の活動が公共の利益に反することがないよう法律等により規制する必要がある。

## ■ 日本の規制

日本における鉄道事業は、地上設備を保有して列車運行を行う上下一体の形態が一般的で、特定の地域において独占的に営業することなどから、国土交通省の管

轄下において「鉄道事業法」「鉄道営業法」等により、安全安定運行に必要な様々な内容が規制されている。

## ■ 開発途上国の規制

規制の内容自体は各国の鉄道発達の歴史の違いにより様々となっており、開発途上国によっては法律等の整備そのものが十分でない場合があることから、日本における規制内容を参考にしながら法律等の整備が必要となる。後述するダッカMRT6号線の支援では、日本法を参考に鉄道事業の法制度を一から整備した例である。

## ■ 規制整備の流れ

### 法令整備の必要性提言(FS段階)

法令整備の必要性を提言するため、当該国にどのような規制があり、鉄道事業に係る関係者の役割と責任がどのように分担されているのかを確認する。日本においては、鉄道システムの適合性評価(認定鉄道事業者のみ)や申請、及び運営面と技術面における責任は、一律的に鉄道事業者が責任を負うことになっている(図中「日本の場合」参照)が、欧州では異なる考え方となっている。

### 規制内容の検討・整備支援(DD段階)

FS段階で提言した内容を具体化するための支援を行う。主に図に示す5項目の具体的な規制内容を検討する(次頁参照)。規制整備が遅れると、次の段階の鉄道システムの適合性評価が実施でき

ない状態となったり、運営主体の内部の規制整備も遅れ、最終的には開業時期の遅れにつながるようになるため、整備事業開始の早い段階での整備が必要となる。

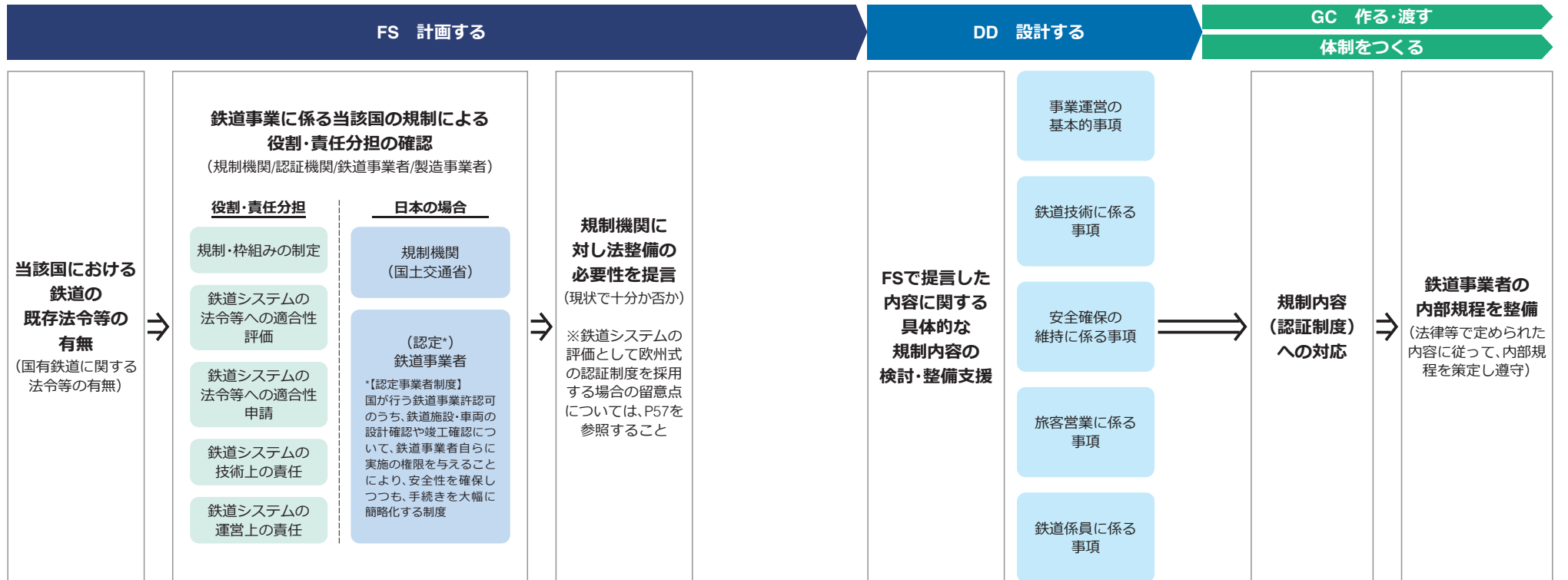
### 規制内容への対応

定められた法令、認証制度に従って、規制機関に対してO&M実施に対する許可申請等の手続きを行う。

### 鉄道事業者の内部規程整備

定められた法令に従って、鉄道事業者の内部規程を整備していく。

## ▼ 鉄道O&Mに係る規制の整備・確認フロー



# 事業運営/技術/安全に係る規制制度(つづき)

## ■ 具体的な規制内容の検討

### 日本における主な規制内容

開発途上国における具体的な規制内容を検討するにあたり、日本における主な規制項目とその内容を表に示す。ここでは、主な項目として、事業運営の基本的事項、鉄道技術に関わる事項、安全の維持に係る事項、旅客営業(運賃等)に係る事項、鉄道係員に係る事項の5項目に分類したうえで、その規制内容、規制機関の権限、鉄道事業者の義務について整理している。

### 規制内容の例示

例えば、鉄道事業を開始するために必要な許可は、日本では鉄道事業者が許可申請を提出し、規制機関が許可を出す方式となっているが、東南アジアでは、政府が全体計画を策定しその計画に基づき政府系機関が直営で事業を行うことが多いため、許可制度そのものが存在しない場合もある。また、技術基準については、日本では鉄道事業者が自ら定め規制機関に届出するが、技術基準ではなく欧州式の安全認証制度に従って必要書類を認証機関に提出し評価する制度を採用している国もある(P57参照)。

### 他国への適用上の留意点

日本での事例をそのまま他国で適用はできないが、少なくとも規制内容を日本と比較しながら、右図の「主な規制内容」列に記載した内容をチェック表として活用し、それぞれの必要性を検討することで、開発途上国における規制内容が十分なものとなっているか確認することが望ましい。

## ▼日本における主な規制項目とその内容一覧

主な規制項目	日本規制法令	主な規制内容	規制機関の権限	O&M事業者の義務
事業運営の基本的事項	鉄道事業法	鉄道事業を開始するために必要な許可	事業運営許可 許可	提出 事業許可申請書
		鉄道施設・車両の設計/施工/竣工/変更	工事施工認可 認可	申請 鉄道施設工事計画
			鉄道施設検査 合格	申請 鉄道施設検査申請
	車両の確認 確認			
	旅客運賃・列車運行計画		旅客運賃上限 認可	申請 運賃上限申請
			届出 運賃・運行計画	
		安全管理体制の構築		届出 安全管理規程
	事故等の報告		届出 事故等報告書	
鉄道事故等報告規則			公表 安全報告書	
	列車の運行管理の受委託	運行管理の受委託 認可		
鉄道技術に関わる事項	鉄道に関する技術上の基準を定める省令	鉄道施設・車両の構造基準の制定	技術基準性能 解釈基準	届出 車両/電気/軌道/土木/運転に係る実施基準
		鉄道施設・車両の整備基準の制定		
		列車運転取扱い基準の制定		
安全の維持に関わる事項	鉄道事業等監査規則	運営状態を確認するための監査	保安・業務監査 監査	
	運輸安全委員会設置法	事故調査制度	事故原因究明 調査・勧告	
旅客営業に関わる事項	鉄道営業法 鉄道運輸規程	運賃その他運送条件		公表 運送約款
鉄道係員・利用者に関わる事項	鉄道営業法	鉄道係員の職務上の義務等		制定 係員服務規程

# 要員計画/組織

## ■ 基本的考え方

O&M組織は設立から開業後の旅客定着まで収益が少ない期間が続く。限られた人員での準備・運営が求められるため、要員・組織は段階的に拡充することが望ましい。

## ■ 検討事項の解説

### 要員計画・採用

●FS段階  
O&M費用に必要な要員計画と人件費を算出する

(全体の概算人数をキ口当たり原単位等を用いて算定する)。

●DD段階  
O&M計画の精緻化に伴って要員計画を更新し、人材要件を詰め、関係機関からの職員派遣を調整する(詳細設計における設備の仕様・車両数等に応じて配置人員を決める。この時点で8~9割方詳細が決まっているのが望ましい)。

●GC段階以降  
管理部門を採用後、養成教育の期間に応じて鉄道O&M部門を段階的に採用する。採用開始時期の目安は、各案件ページの経緯図に記載のある人材採用時期を参照のこと。

## 組織体制

都市鉄道O&Mに必要な部門は、一般管理部門、運行部門、保守部門である(具体的な組織の事例は、P39~P50参照)。

●FS段階  
都市鉄道のO&M体制を提案する。組織体制は、事業のスキームや外注等の選択により異なる。

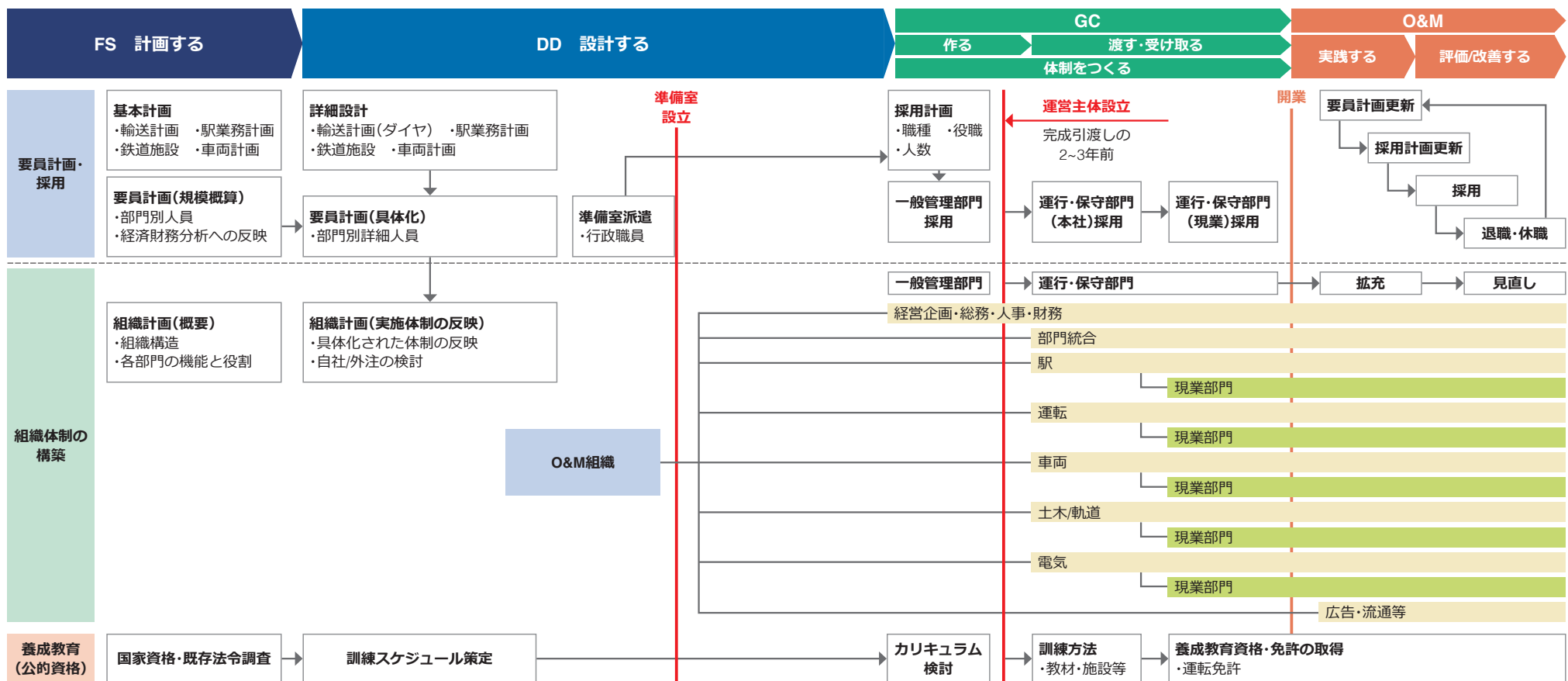
●DD段階以降  
要員計画の精緻化と並行して必要な部門・組織体制を検討し、順番に組織を設置する。

## 養成教育

関係法令等で定められた免許・資格を取得する。

●FS段階  
過去案件での養成事例を紹介する。  
●DD段階  
養成スケジュールを策定する。  
●GC段階以降  
養成方法の詳細を策定する。コントラクターが実施する教育との重複・不足が無いよう調整が不可欠である。

## ▼O&M要員計画・組織体制構築の流れ



# 鉄道システム・O&M計画の検討

## ■ 基本的考え方

鉄道システムの構築に向けて、段階的に検討を進める。FS段階では事業コストの算定に必要な基本計画、DD段階では設備設計・製造に必要な運行・保守の計画及び各種設備の仕様を決定して入札し、GC以降の詳細設計・製造を経て鉄道システムを構築し、運転・駅・設備の図書類を整備して運営主体に引き継ぐ。

## ■ 検討事項の解説

### 路線整備の基本方針

まずは、その都市の将来像に見合った鉄道整備の必要性の検証や、需要予測に基づく「必要輸送力」=「全線開業後の最大輸送量」の算定、サービスビジョンを定める。最大輸送量とする理由は、土木構築物や車両基地のように、後から設備や事業用地を拡張することが容易でないものについては、当初から必要とされる「最大値」を想定して計画していなければ、要求される輸送力を将来にわたって維持することが困難となるからである。

### 鉄道システム基本計画(O&M基本計画)

運転及び駅の専門家が運転計画、駅業務の基本計画を策定すると同時に、軌道土木、車両、電気(信号通信等)の各専門家が、O&Mの実施に必要な設備及び保守に関する基本計画を策定し、その計画をもとに路線整備概算額や運営に係るO&Mコストを算定する(P101参照)。

### 鉄道システムの設計・仕様検討

前述の基本計画を具現化するため、更に検討を深化化し、終日列車ダイヤの作成や、駅業務計画の策定を行うと同時に、車両や各種設備の詳細設計

を行う。ここで作成された成果物は、調達のための入札図書となる。なお、入札図書で定めた保守計画は、それに基づき設備が製造され、運営主体が保守していくことになるため、部品交換の方法や供給方法など十分な検討が必要である。

### 鉄道システムの構築、運営主体へ引き継ぎ

入札により鉄道整備のコントラクターが決定して詳細設計、製造、検査、テスト段階に進むと同時に、図書類を整備したうえで、設備を運営主体へ引き継ぐ。これ以降の詳細については、次頁以降部門毎に解説する。

## ▼ 鉄道システム・O&M計画の検討の流れ

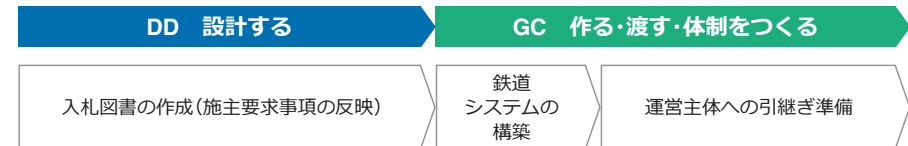


### 路線整備の基本方針

- 鉄道整備計画**
  - ・路線整備の必要性
  - ・路線計画
- 需要予測、必要輸送力の算定**
  - ・想定される輸送人員
  - ・ピーク時の最大輸送力(運転本数)の設定
- 顧客サービスのビジョン**
  - ・需要喚起のための施策
  - ・サービスに関するポリシー

### 鉄道システム基本計画 O&M基本計画

- 輸送計画(ダイヤ)**
  - ・基本ダイヤ作成 (ピーク時の最大輸送力を検証)
  - ・OCCの基本構想(機能と役割)
- 駅業務計画**
  - ・基本構想 (自動化、リモート案内、駅員配置の有無)
- 鉄道施設・車両計画 軌道土木/車両/電気の概要**
  - ・各種設備の基本構想 (設備の方式、配置・数量等の基本計画)
  - ・保守計画の基本構想
  - ・保守基地の規模や付帯設備の概要



### 鉄道システムの設計・仕様検討 O&M計画

- 輸送計画(ダイヤ)**
  - ・列車ダイヤ(終日)作成
  - ・運転関係設備の性能諸元の策定
  - ・OCCを含めた列車運行業務の実施体制
- 駅業務計画**
  - ・駅業務の実施内容、体制の詳細 (改札口、券売機、ホーム監視、案内等)
- 鉄道施設・車両仕様・設備設計**
  - ・各種設備の詳細仕様 (設備の構成・配置、構造、機能、性能)
  - ・保守計画の実施体制 (保守周期、直営・外注)
  - ・保守基地、保守設備の詳細仕様

### 鉄道システム及びO&M計画の引渡し

鉄道システム(O&M計画)

- 輸送計画
- 駅業務計画
- 軌道土木
- 車両
- 信号通信
- 電力
- 駅施設
- OCC

各設備の

- ・取り扱いマニュアル
- ・メンテナンスマニュアル
- ・設計図書
- ・トレーニング計画

鉄道システムの詳細設計・土木建設・設備製造・検査・テスト

# 運転部門

## ■ 基本的考え方

運転部門では、GCから輸送計画(ダイヤ)の引き渡しを受けた後、開業に向けた各種の準備を行う。この過程で計画の修正等が生じるケースもあるため、各部門と緊密に連携しながら対応することが必須となる。これらはどれかひとつでも欠けると、安定的な列車運行を脅かすリスクとなる。

このプロセスは新規開業時のみならず、開業後の評価によって不備や不具合が確認された場合も同様である。この場合は必要な改善を行い、次の計画に反映させなければならない。このため、社内に関係部門全体を巻き込んだPDCAサイクルが継続する体制とすることが、健全で持続可能な列車運行体制には不可欠である。

## ■ 検討事項の解説

### 輸送計画(ダイヤ)

新規開業時ではGCから引き渡しを受けた開業ダイヤ案に基づき、各部門で確定した計画がダイヤ通りの運行を行うために必要な条件を満たしているか否かをチェックする。そして、必要に応じて微調整を行いダイヤを確定する。その後、OCC(指令所)の運行管理システムにダイヤデータの入力を行い、これに基づき習熟運転を行う。なお、開業後のPDCAサイクルの場合は、ここで改善策を反映した新ダイヤを作成する。

### 設備部門との連携

新規開業時の連携については、上記「基本的考え方」に記載の通り。一方、開業後のPDCAサイクルにおける改善に際しては、新たな輸送計画の実施に必要な設備条件について関係部門に提示の上、対応を協

議する。これらの計画の詳細な検討は、軌道/土木、電気といった設備部門や、車両部門といった各技術部門が担当する。

### 運転要員計画

列車運行の実施に必要な、運転部門の乗務員、OCC指令員の確保及び勤務計画の作成を指す。具体的には、作業内容に応じた日々の作業指示表や勤務シフト表の作成等である。なお、開業後のPDCAサイクルによるダイヤ変更に伴い追加の運転要員が発生する場合は、採用に要する準備期間等を見込んで、人事部門と事前に協議しておく必要がある。

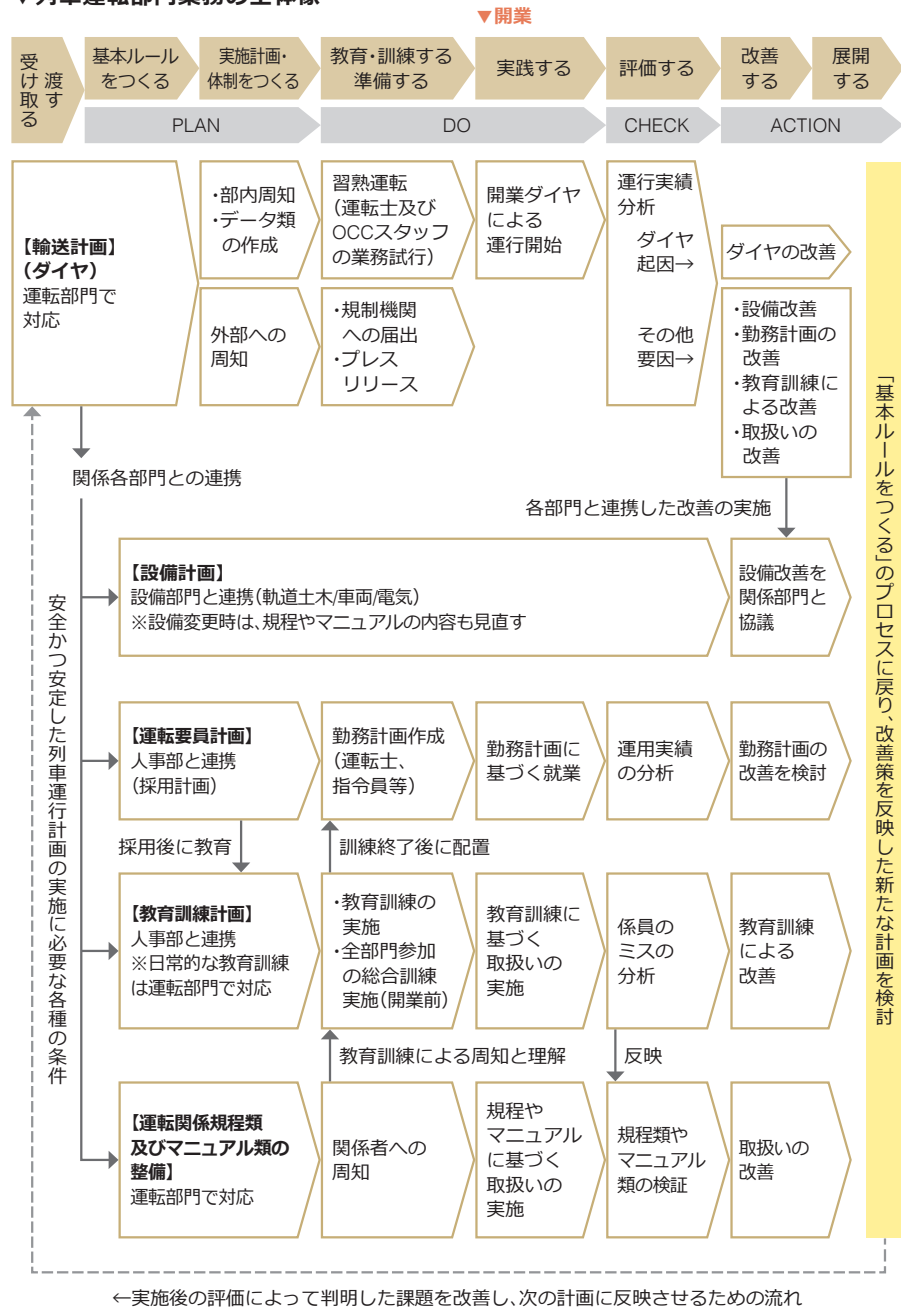
### 教育訓練計画

運転の業務に必要な知識・技能を習得させることを指す。運転士やOCCスタッフは、特別な資格や技能が無いと業務に従事出来ないと定められている国が多い。このため、これらの要員配置に際しては、教育訓練計画とセットで検討しなければならない。なお、教育訓練計画の担当部門が人事及び運転部門となっているのは、日本の場合、免許や資格を取得するための訓練を人事部門が所轄する訓練施設で行うのに対し、日常的な教育訓練は各職場で実施しているためである。

### 運転関係規程類の整備

開業前の準備においては、設備や車両の仕様に応じた運転規則や故障処置などのマニュアルを定める必要がある。また開業後においても、システムの更新や取扱いの変更等が生じた場合は、これに応じて規則やマニュアルが適切に更新されないと、運行の安全性や安定性を欠くリスクとなるので要注意である。

## ▼ 列車運転部門業務の全体像



# 駅部門

## ■ 基本的考え方

駅業務では、乗車券の販売、セキュリティ検査、プラットホームでの安全確認、各種旅客案内、遺失物対応など、旅客の最前線でサービスを提供する。旅客の安全確保に加え、利用者にとって快適な駅務サービスの提供が求められることから、提供されたサービスの程度を定量的に観測する方法として、利用者満足度に関するKPI等の指標導入も視野に入れつつ、業務運営を考える必要がある。

## ■ 検討事項の解説

### 駅業務運営の流れ

駅業務の流れを、次の4つに分け解説する。

- 駅業務計画(対外的調整：行政機関への届出及び報告、対内的調整：部門内中長期計画、予算管理及び駅務サービス実施体制づくり)
- 規程・マニュアル(適切な業務遂行)
- 駅要員配置(本社部門含：詳細検討・教育)
- 駅設備稼働(施設稼働に至る検討・教育)

### 駅業務計画

規制機関との対外的調整(運賃、新規サービス実施、事故発生時等の申請・報告等)及び対内的調整(中期計画、予算管理、駅務サービス実施の体制づくり：代表的な業務は下記参照)に関する業務が想定される。

- 事故対応
- 現業指導
- 新規サービス検討
- 収入金管理
- 出札・改札
- セキュリティ検査
- プラットホームにおける作業
- 各種旅客案内

## 規程・マニュアル

駅業務の個々の作業は、定められたルールに基づき適切に実施される必要があり、その具体的なルールが規程・マニュアルである。中でも、駅関連で最も重要なものは利用者との運送契約である「運送約款」であるが、これに付随し駅業務実施に必要な社内規則、取扱マニュアルの作成対象を決定し、作成することになる。規程・マニュアルの作成においては、その上位にある法令や規程との関係を把握し、必要に応じ関連部門を含めた調整を行うことが重要である。

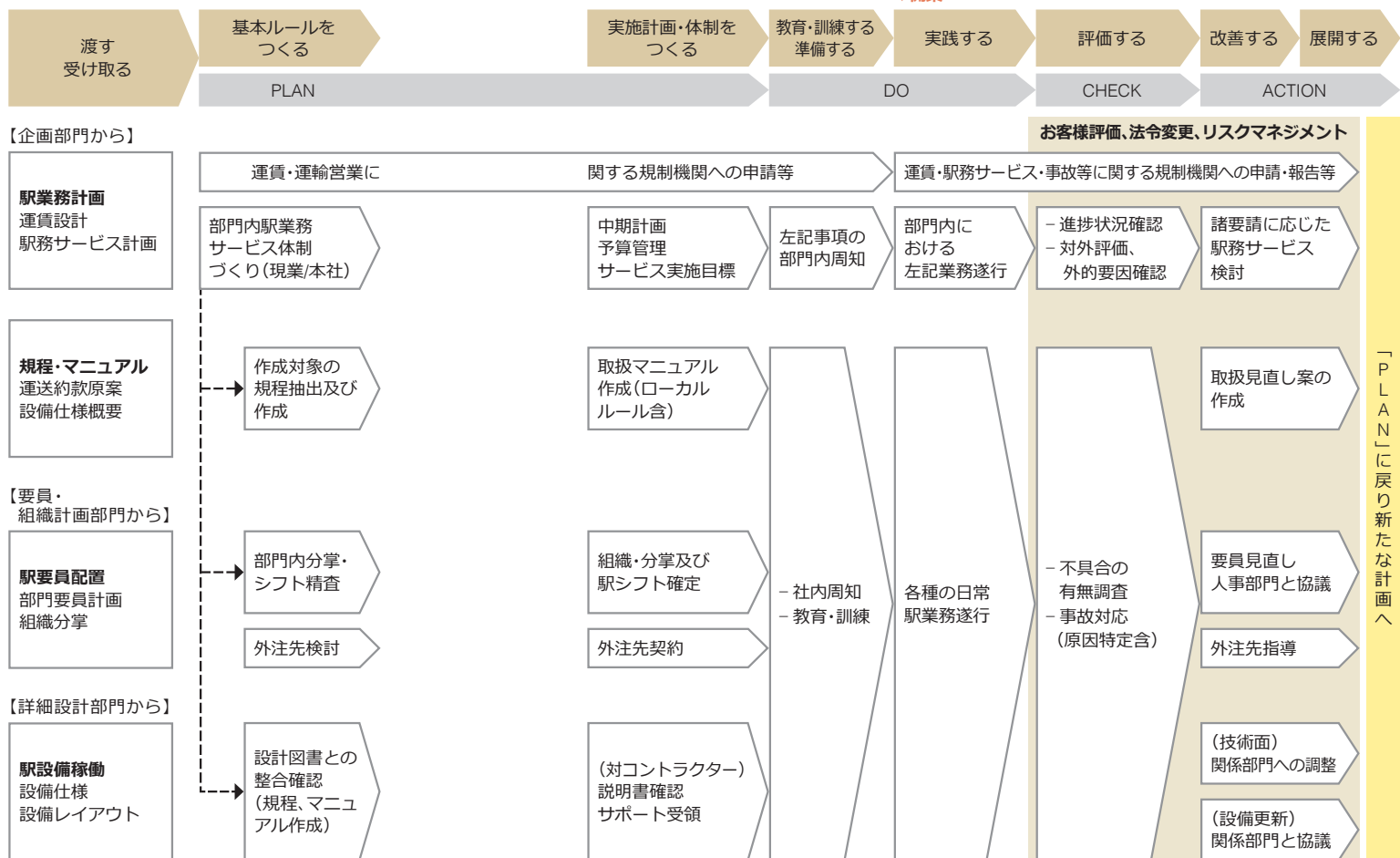
## 駅要員配置

各種の駅業務を効率的かつ適切に実施するために本社及び駅部門の要員配置、業務分掌を詳細に検討(外注する業務は、取引先との契約等を含む)し、教育を行う。  
DD段階までに想定された要員計画や組織分掌の原案を元に、GC段階以降、駅勤務シフトを含めた精査がなされ、開業までにその過不足を調整する。部門内で円滑に機能しない(その恐れがある場合を含む)場合等は、人事部門等を含め、別途検討を行い、要員配置や分掌の見直しを行う。

## 駅設備稼働

各種駅業務の実施に際して必要となる設備・施設(駅務機器、ホーム可動柵、各種案内装置等の旅客関連設備)の稼働に至るまでの、詳細仕様の確認、教育、改善を行う。  
DD段階で作成された設計図書を参考に規程・マニュアルを作成し、実際の設備仕様との整合性を確認する。開業に向けてはコントラクター等からのサポートを受けつつ、該当する個別の駅業務に従事する社員への十分な事前教育を行う。

## ▼ 駅業務運営の全体像



# 軌道・土木部門

## ■ 基本的考え方

鋼構造物、コンクリート構造物等の土木構造物は容易には造り替えることができないため、適時補修や補強を行い、土木構造物としての機能維持を図る。一方で、軌道は、レールのような軌道部材の損耗や、軌道の変位が利用者の安全性や快適性に直接影響を及ぼす。よって、軌道は土木構造物よりも検査頻度は高く設定し、一定期間経過後は更新する(P111参照)ことが前提となる。

土木、軌道のどちらにおいても、まずは検査結果に基づいたメンテナンスサイクルを回すことが大切である。

## ■ 検討事項の解説

施設の受け渡しから始まり、引き継ぐ施設や付帯する設備の確認を行う。特に、設計図、施工法及び完成検査結果は、施設の維持管理上の重要な情報となる。

### PLAN

各職場ごとの業務分担である業務分掌を策定するとともに、法令に基づいて必要な実施事項を規定する。また、適正な調達と資産の確実な管理を図るため、工事の積算・発注方法、物品の調達方法及び資産管理方法を制定する。次に、組織としての確実な業務実施を図るため、検査や補修工事等の保守業務を実施する上で順守すべき事項を規定する。

ここまでは「基本ルール」に関するものであり早い段階で検討すべきことである。

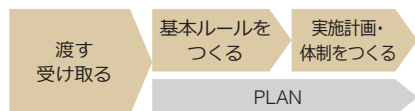
検査や補修に関する中長期計画を策定し、それに合わせた予算を計上する。検査計画は規程に定めた周期を遵守したものとす。教育計画は、新人教育や、専門性の向上を図る教育とともに、事故防止対策のような全社員一律の教育が必要なものもある。これらが確実に実施されるように計画する。また、確実な保守業務の観点からも信頼できる調達先の確保は重要である。

## DO

施設種別毎の取扱いの訓練に当たっては、施設の整備を請け負ったコントラクターや各設備のサプライヤーの協力を受け、開業初期段階では技術サポートを受ける。

メンテナンスに関わる一連の行為は検査データに基づき判断され、必要な措置が取られる。よって、検査結果記録の保存は極めて重要であり、システム化を図ることが望ましい。修繕工事が必要となった場合、軌道分野ではレール、まくらぎ等の軌道部材の交換や軌道変位の整正を行い、土木分野では漏水やひび割れ等の変状に対する補修を行う。

### ▼ 軌道・土木施設保守体制構築・維持の全体像



<b>施設確認</b> ・設備目録、図面等授受 ・各設備状態確認 ・完成検査結果確認 ・不足資材・機材の調達	<b>運営に関するもの</b> ・業務分掌 ・法令に基づく実施事項策定 ・調達方法制定 (工事積算・発注、物品購入) ・資産管理方法制定	・ <b>中長期計画</b> 検査業務、補修工事等 ・ <b>検査計画</b> 年間計画、長期計画 ・ <b>教育計画</b> 新入社員研修、スキルアップ研修等 ・ <b>予算管理</b> 予定、実績 ・ <b>人材管理</b> 経歴、教育履歴、保有資格等 ・ <b>調達先選定</b> 工事会社、メーカー等
	<b>保守業務上の順守事項</b> ・検査方法 ・構造諸元 ・保守作業標準 ・安全衛生関係 ・工事管理方法	

事故や災害の発生時は、まずは復旧を優先しつつ、可能な限り早い時期に本復旧を図れるよう工事を計画する。レール折損等の緊急時に用いる非常用品の管理は、迅速な復旧の観点からも重要である。また、改良工事等に合わせて固定資産情報を逐次更新して引き継いでいくことも必要である。

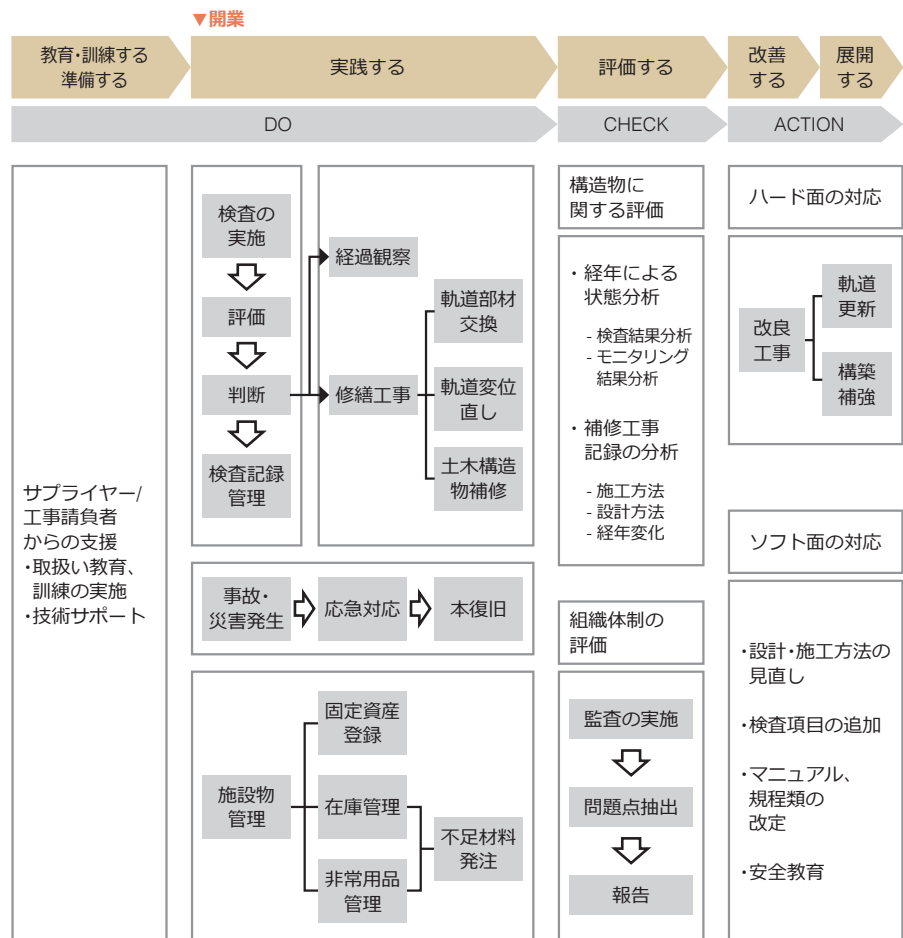
## CHECK

構造物に対しては、検査結果の分析及び補修・改良工事の経年状態の分析を行い、検査方法や施工方法の改善を図る。事故・災害の対策に対しても同様に評価を行う。組織体制に対しては、関係官

庁による監査とともに、社内の上層部による定期的な内部監査により業務の適切な実施を図る。

## ACTION

補修のみでは施設の機能を維持できないと評価された場合は改良工事が実施される。評価に基づき、作業手順、施工方法、検査方法等を見直し、マニュアル・規程類の改定を行い、変更点や改善点を周知・徹底するため、必要に応じて教育を実施する。また、発生した事故に関する教育も継続的に実施し、再発防止を図る。



# 車両部門

## ■ 基本的考え方

### 車両保守、部品供給、設備保守

車両保守は、期日内に定期的に検査を行う「予防保全」と、事故や故障の発生時に早期復旧を行う「事後保全」の二つに大分される。これらを確実に実施するために車両の中・長期的な更新計画や検査の工程計画、営業線での故障や事故対応計画を策定し、実施体制を整備する必要がある。保守実施には保守部品や専用設備が必須であり、部品の供給や設備の管理が重要となる。そして、日々の保全データを収集、分析し故障の兆をいち早く捉え、必要な施策を実行して改善計画へと反映していく。

## 技術教育

車両保守業務を円滑に遂行するためには知識、技能を有した技術者の存在が欠かせない。技術者育成のためには、座学と実技の両面で分かり易い教材に基づく教育が必須となる。

## ■ 検討事項の解説

車両及び検査設備を引き継いでから、開業後に必要となる評価、改善までの一連の業務を図に示す。

## 車両検査体制

サプライヤーが作成した検査に係る図書を活用し、規程やマニュアルを整備する。検査計画や営業線の故障対応計画を策定し、開業前に訓練や準備を行い検査実践に備える。開業後の定期検査・故障

対応においても、改善点を見つけ修正を継続していくことで、車両の検査品質を維持・向上させる。

## 部品供給体制

サプライヤーから保守に必要な部品の名称、型番、数量、交換周期等を記載した保守部品一覧を入手し、サプライヤーとの保守部品調達に関する契約を行い、検査工程計画に基づき保守部品の購入計画を策定する。計画に基づき一定の予備品数を確保しながら物品の管理を維持する。

## 設備保守体制

サプライヤーから設備に関する書類を入手し、車両の検査計画に支障しないように設備の保守計画を策定する。定期的な点検を継続し、設備の健全性を維持する。

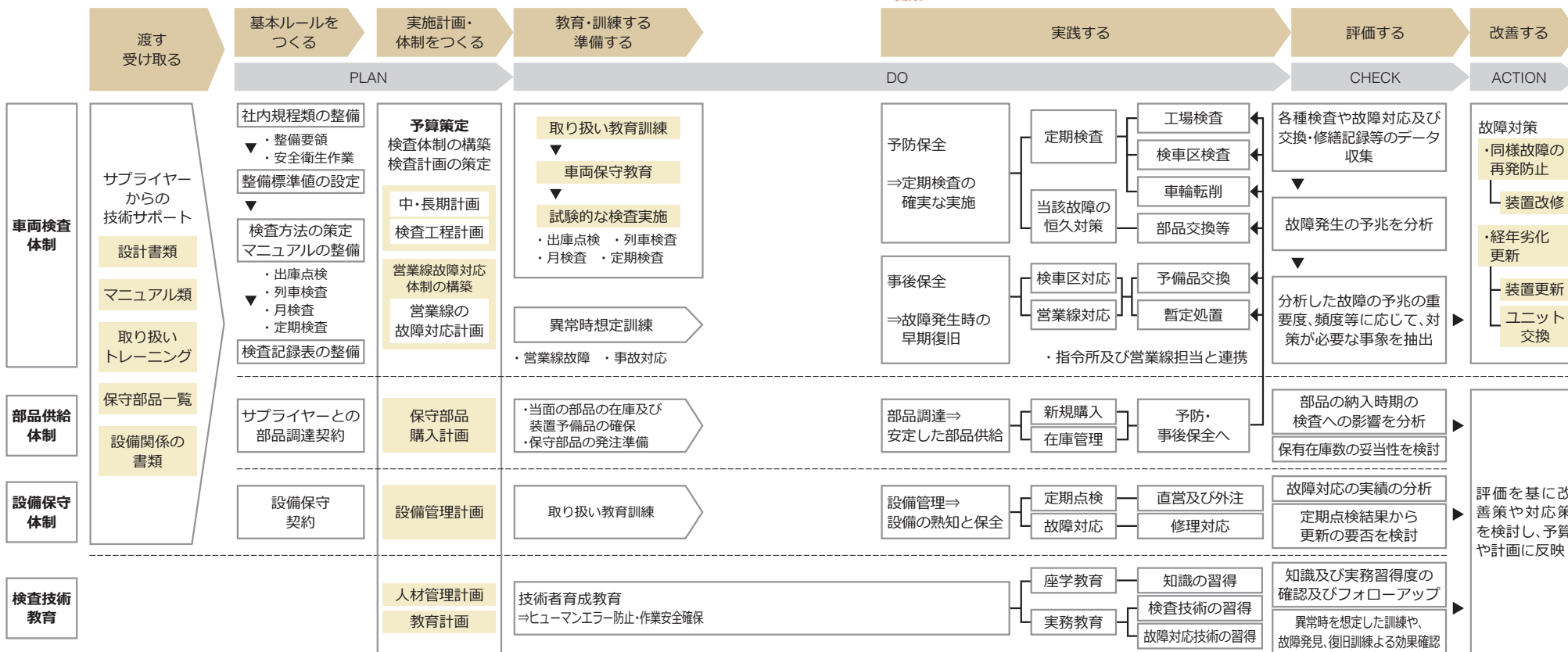
## 検査技術教育

車両保守を担う個々の知識・技能に関する人材管理計画及び教育計画を策定する。保守に必要な免許の取得の可否を考慮しながら受講者の経験年数や技能毎に教育内容を定める必要がある。また安全教育については、繰り返し行うことで安全文化・意識を醸成することが重要である。

日本における車両定期検査の例

実施場所	検査種別	検査周期
工場	全般検査	8年
	重要部検査	4年又は60万km
検車区	月検査	3か月
	列車検査	10日

## ▼ 車両保守体制構築・維持の全体像





# 電気部門

## ■ 基本的考え方

電気部門の業務は鉄道システムの広範囲にわたり、**エネルギーを供給する電力(受変電、送配電及び電車線)**、**列車運行の安全の根幹を担う信号通信(鉄道信号及び鉄道通信)**、そして**運賃を収受し安全・快適に利用できるための駅施設(電気機械施設及びAFC)**の3部門に概ね大別される(注：3部門を色分けした)。電気部門の専門家を配置する場合は、専門性及び作業量の観点から、3部門それぞれへの配置が望ましい。

## ■ 検討事項の解説

図は、開業前後における電気部門の業務フローである。基本的な流れは3部門とも共通である。以下、各業務の開業前までの流れを解説する。

### 規程の策定

規程には施設の保守、電力運用等の電気分野専門のもの、終車後作業、保守用車取扱等の鉄道現業他分野との部門横断のものがある。マニュアルでは保守、作業申請等の手順を定める。

### 保守体制

電力、信号通信、駅施設の3部門に対し、要員及び勤務を含め検討する(免許/資格は「外注保守項目」で解説する)。

### OCC組織

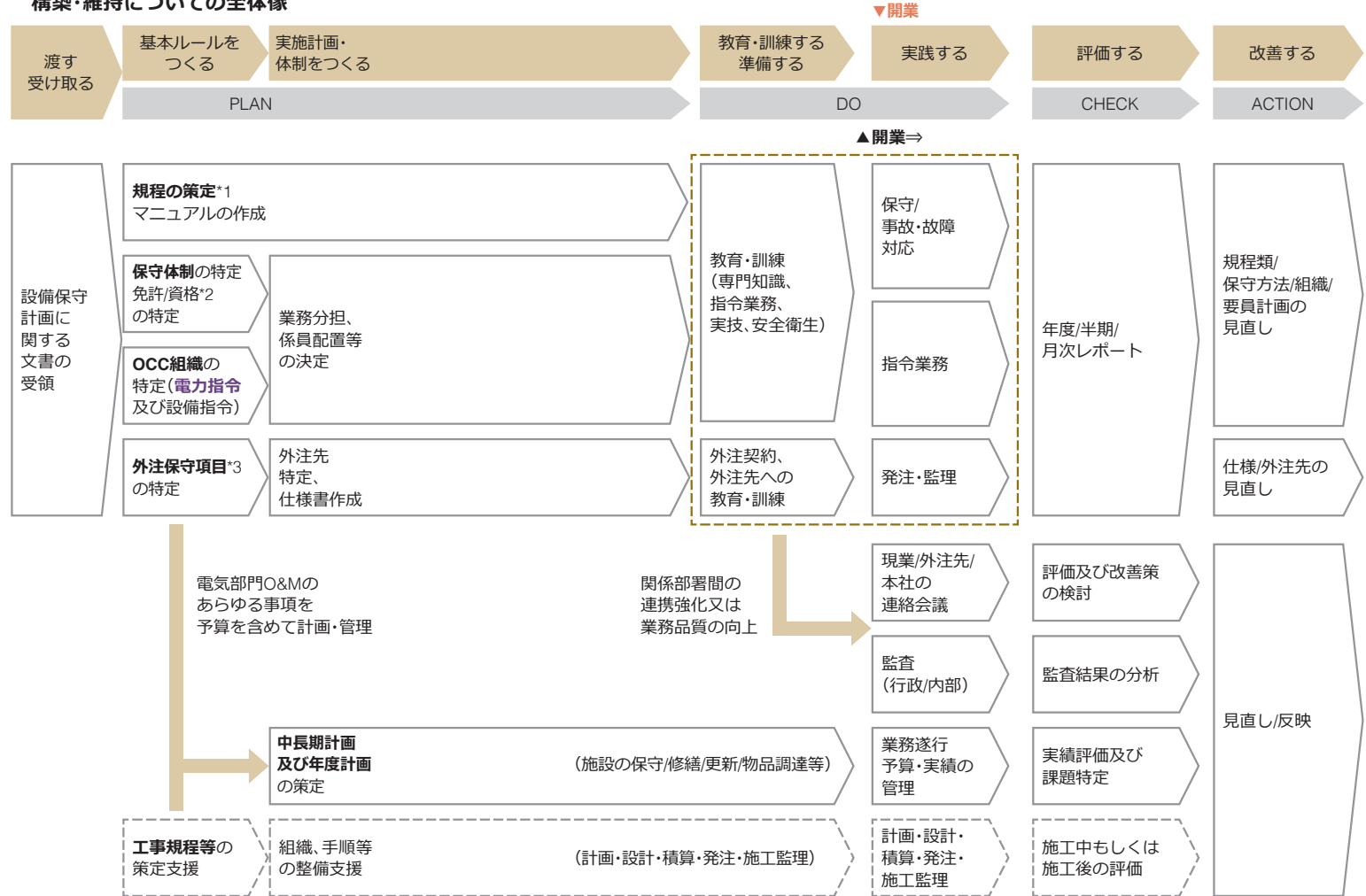
OCCには輸送指令、車両担当指令、電力指令、設備指令、駅務指令等が通例的におかれる。このうち電気部門では電力指令及び設備指令(設備指令は軌道/土木/建築分野と共同)の体制整備を行う。

### 外注保守項目

特別な専門技術もしくはコストダウンへの対応を目的に、部外技術力が活用される。特別な専門技術については、例えば特別高圧、無線、PSD、AFC等においては、高度なあるいは製品に対する特別な知識/技術、場合によっては免許/資格を要

することから、当国免許制度、外注先有無等の確認を要す。一方、例えば照明の点検及び経年交換は外部の会社へ外注することで、効率性あるいは人件費削減によるコストダウンが期待できる。

### ▼電気施設保守体制の構築・維持についての全体像



\*1 電気分野専門：  
電気部門施設の保守、電力運用、無線利用部門横断：  
線路内作業、終車後作業、保守用車取扱等

### 中長期計画及び年度計画

会社の中長期計画、事業計画等に合わせて施設の保守/修繕/更新、物品調達等の計画/予算を策定し、管理する。

### 工事規程等

機械設備、蓄電池設備等は摩耗、劣化等で比較的早い時期に修繕が必要となる。数年先を見据えた工事規程等の作成支援を行う。

# 部門統合

## ■ 基本的考え方

運転、駅、軌道土木、車両、電気の各部門がそれぞれの担当業務を確実に遂行し、各部門が所管する資産の管理責任を持つことが基本ではあるが、鉄道利用者に対しては、各部門が個々に輸送サービスを提供するのではなく、「鉄道システム」全体としてお客様に輸送サービスを提供することになる。そのため各部門を統合した目標やルールを設定

する役割を持つ「部門統合」を配置することが望ましい。現在のO&M支援において、各分野の横通し課題を担う部門が不明瞭な場合があり、注意が必要である。

## ■ 検討事項の解説

### 部門共通ルールの策定

安全管理や事故災害時の対応など、部門全体に係る統一的なルールを策定し、各部門へ展開する。

この上位規定に基づき、各部門個別の規定を定めることで、会社として統制の取れた規定を定める。各部門一斉に認証制度対応する場合は部門統合が担う。

### 鉄道システム全体での予算管理・調整

各部門で必要となる予算を集約して鉄道システム全体としての予算を把握し全体最適管理を行う。

### 部門統合目標

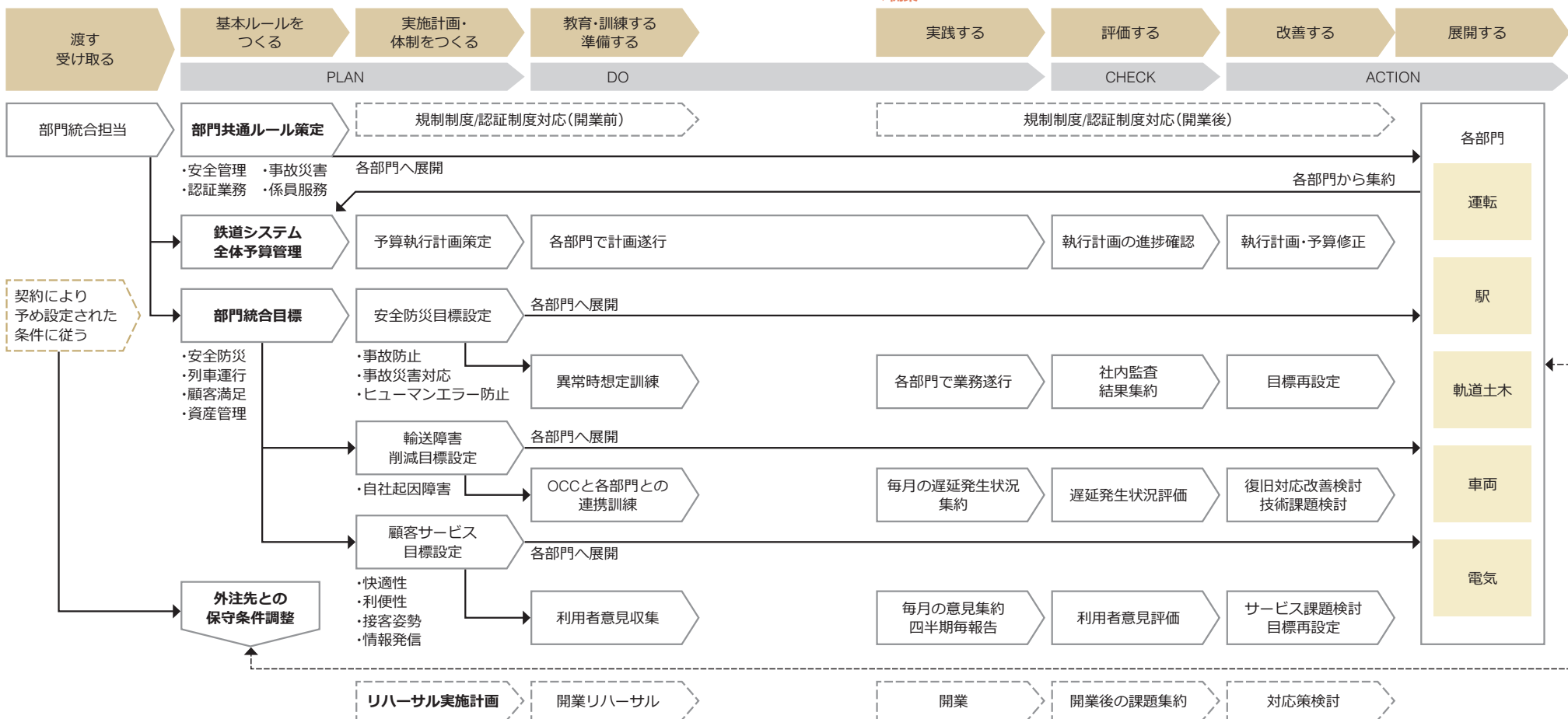
事故災害等に関する安全目標、日々の列車運行における輸送障害の削減、顧客サービスの向上、資

産の良好な維持に関する目標を設定し、その達成度を管理する。この管理する過程において、部門横断的な技術上・サービス上の課題解決も行う。上記いずれの業務も他部門と同様にPDCAサイクルで業務を回していく必要がある。

### 保守条件調整等

保守を外注する場合(例えば軌道部門全体を外注)には契約条件交渉を行うほか、新規に開業する路線にあたっては、開業前の全体リハーサルの実施計画策定を行う。

## ▼ 部門統合に係る業務の全体像



# 資産管理

## ■ 基本的考え方

現地政府等実施機関がもつ鉄道資産をそのライフサイクルで有効活用するため、またO&M事業者の財務的健全性を維持するために実施機関やO&M事業者が行う資産管理の準備や実施をJICA事業として支援する必要がある。ここでは準備段階(GCフェーズまで)と実践段階(O&Mフェーズ)における基本的な考え方や検討事項を解説する。

### 資産とは

鉄道用地、駅、軌道、信号システムや車両など鉄道事業の運営に必要な財産を指す。

### 資産管理とは

資産の状態を規定水準に維持するための管理業務であり、計画・実施・評価・改善といった一連の業務サイクルで構成される。

## ■ 検討事項の解説

### 資産管理方針の検討

実施機関は資産管理方針の検討を行う。JICA事業は、実施機関における資産管理方針の検討に先だって、資産管理業務の全体像や参考にすべき事例の提示などにより、同業務の支援をする。この際に、資産管理に関する国際標準規格(ISO55000、以下ISO55k)の適用が有用となることがある。同規格は、アセットマネジメント規格と呼ばれるもので、鉄道業界でも適用が進められている。国際鉄道連合(UIC)のアセットマネジメント部会(2019年公表)において、日本が最多認証国であるとされており、日本の事例について一定の優位性を示すことができる国際規格であると言える。

### 資産管理に係る契約内容の策定(全体)

実施機関は、資産管理におけるO&M事業者の所掌範囲(管理対象資産の範囲や所有・保有の形態、業務内容)を検討する。JICA事業は、日本や他国の事例を提供することで、実施機関の検討を支援する。

### 資産管理に係る契約内容の策定(詳細)

実施機関は、資産管理に係る契約内容の詳細を策定する。JICA事業は、実施機関が行う具体的な契約内容の策定において、日本や他国の事例を提供することで、実施機関の検討を支援する。なお、この際、人の流動性が懸念される地域では、情報システムの活用を検討する。システムで業務の流れを構築できるため、人に依存せずに一定水準の業務実施が担保できることになる。とくに、資産管理における計画・実績の情報をO&M事業者と実施機関の間で適切に取り扱えるように設計することで、予算確保のためのエビデンスを透明性・客観性を持って保持できるようになることが期待できる。

### 資産管理業務の準備

実施機関は、O&M事業者が行う資産管理業務の準備状況が、予め提示した契約内容の詳細に沿っていることを確認する。JICA事業としては、業務フローや手順に係る助言、情報システムを活用する場合は、この準備や調達に関する支援がある。

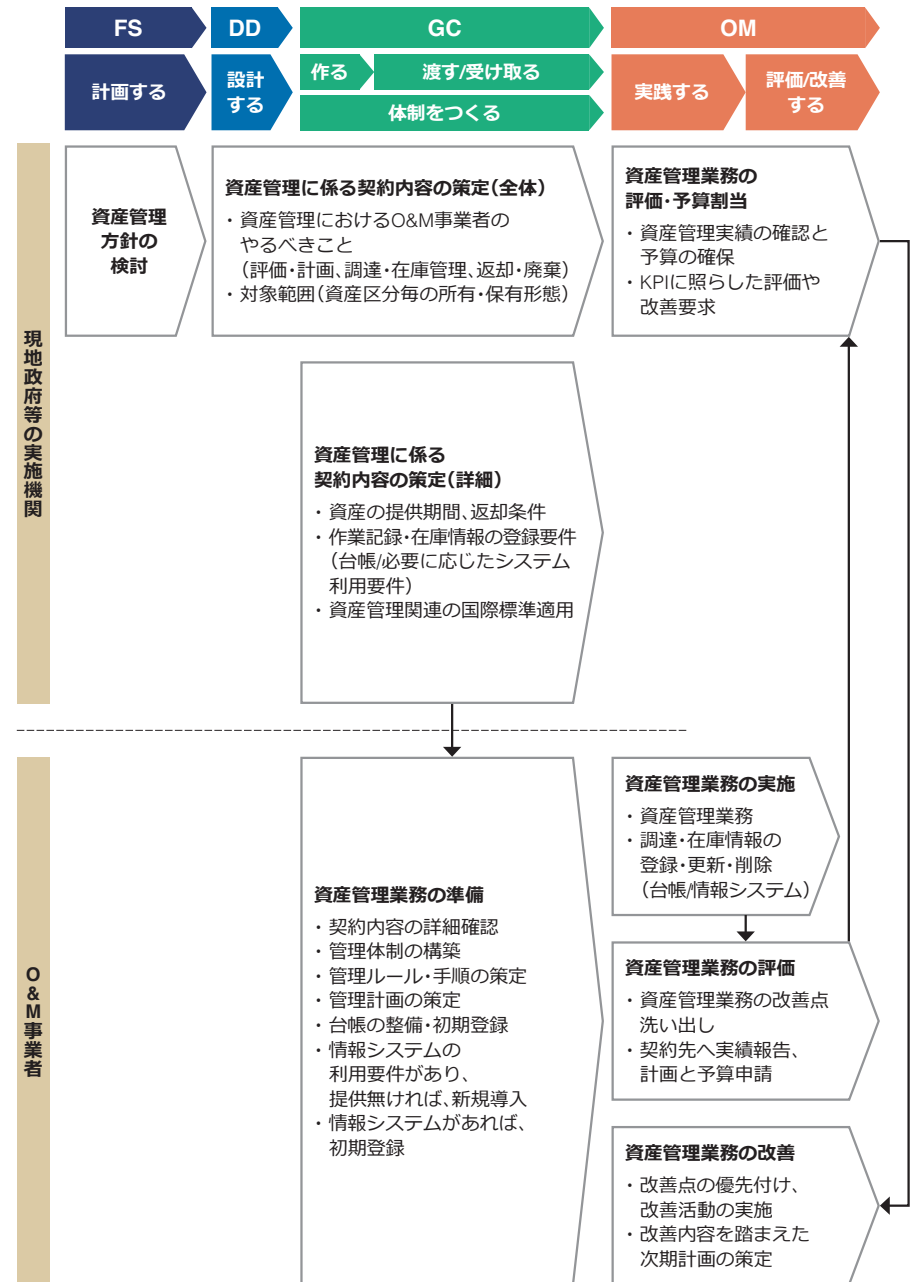
### 資産管理業務の実施・評価・改善

実施機関は、O&M事業者によって行われる資産管理の業務サイクルが正しく定着していることを確認する。JICA事業は、確認点を実施機関に提示することでこれを支援する。確認点として、ISO55kのアセスメント視点を活用することで網羅的な評価とすることができる。

### 資産管理業務の評価と予算割当

実施機関は、予め設定した資産管理業務の計画に対する実績報告をO&M事業者から定期的に受ける。JICA事業では、ISO55kアセスメントに加えて、実施機関によるKPI(P59参照)に沿った実績の評価や改善案の提示などの支援が考え得る。

## ▼ 資産管理に係る準備と業務の全体像



# 資産管理の実施例

鉄道分野において資産管理の国際標準規格(ISO55000, 以下ISO55k)の適用が事実上の標準となっているオーストラリアとイギリスの例を紹介する\*1。また、同規格において重要な論点となっている情報システムの活用状況についても紹介する\*2。

## ■ オーストラリアの事例

### 利用する鉄道資産

オーストラリア・メルボルンのMelbourne's Metropolitan Rail Serviceでは、鉄道事業に係る用地、インフラ、E&M、車両や駅を政府系企業が所有している。O&M事業者は州政府機関(実施機関)とのO&M契約に基づき、一定期間の間、鉄道資産を利用して事業を行っている。

### 資産管理業務の内容

O&M事業者であるMetro Trains Melbourne Pty. Ltd. (MTM)は、実施機関から2017年~2024年の期間で鉄道資産をリースされており、契約終了時には対象資産が継続的に利用できる状態で返却することが契約で義務付けられている。このため、O&M事業者は、資産管理計画を策定し、計画に沿った設備更新や維持作業を実施している。

### 国際標準の活用

実施機関は鉄道O&M事業者との契約条件に、ISO 55kの認証取得を課しており、MTMはこれに従ってISO55kを取得している(ISO55kの原案である英国規格PAS55の認証を既に取得済みであり、本契約期間内にISO55kの認証へと移行している)。このことから、MTMでは、ISO55kに沿って、管理規定及びその業務プロセスをAsset Management System Frameworkとして体系化しており、計画策定から内部監査までの一連の業務を行い、マネジメントレビューにおいて資産管理業務のパフォーマンスを定期的な評価している。パフォーマンス評価で、不適合となった点は必要な改善活動をおこない、関連する計画へ反映している。

## 情報システムの活用

MTMは、ISO55kの考え方が標準装備されているパッケージ型の情報システムを導入し、実施機関からリースされた資産に関する情報を管理している。管理する情報として、資産の登録及び状態、維持管理活動に関連するものがあり、交換部品や予備品などの取得価額・簿価、在庫状況や利用スケジュールなども管理対象としている。MTMと実施機関は互いの資産管理情報システムに接続しているため、前述した情報が実施機関からも適時に把握できるようになっている。また、資産管理計画に対する実績報告や会計報告などにもシステムのデータを活用しているため、適時に正確な情報を入力ことができ、迅速な予算用意と執行承認につながっている。

## ■ イギリスの事例

イギリスのSouth Western RailwayではFirst MTR South Western Trains Ltd.がO&M事業者として、駅と駅構内の設備を主な対象に資産管理を行っている\*3。オーストラリアのMTMと同様に、ISO55kの認証取得が課せられており、同規格の考え方が標準装備されているパッケージ型情報システムの活用が行われている。

- \*1 オーストラリアを含め世界的には鉄道分野のみならず、電力施設や上下水道等の分野でも活用されている
- \*2 ISO55kにおいて、情報システムはEnabler(目的を達成するためのツール)として位置付けられており、重要な論点のひとつとなっている。海外の鉄道では、ISO55kの考え方が標準装備されたパッケージ製品を適用することが主流となりつつある
- \*3 2021年5月英運輸省発表「グレートブリティッシュ鉄道計画」により、今後資産管理体制が見直される見込み

## ▼ 資産管理に係る他国事例

		オーストラリア	イギリス
<b>O&amp;M事業者 (略称：筆頭出資者)</b>		Metro Trains Melbourne Pty. Ltd. (MTM：香港 MTR60%)	First MTR South Western Trains Ltd. (FMSWT： 英国 First Group70%)
<b>O&amp;M事業者と契約する 実施機関</b>		Public Transport Victoria (ビクトリア州公共交通機関)	Department for Transport (イギリス運輸省)
<b>対象路線名</b>		Melbourne's Metropolitan Rail Service	South Western Railway
<b>資産所有者</b>	鉄道用地	政府系企業	政府系企業
	インフラ	政府系企業	政府系企業
	E&M	政府系企業	政府系企業
	車両	政府系企業	民間企業(車両リース事業者)
	駅	政府系企業	政府系企業 (一部 O&M事業者)
<b>資産管理 契約概要</b>	契約期間	2017年~2024年	2017年~2024年
	O&M事業者の 管理対象資産	・政府系企業が所有する資産	・O&M事業者が所有 またはリースされた資産 (駅や構内設備)
	特記	・リース契約で所有権を O&M事業者へ移転 ・契約終了時に、継続的に 利用できる状態で資産を返却	・政府系企業・民間企業が行う 所有資産に対する 維持管理作業への協力
<b>O&amp;M 事業者の 資産管理 業務</b>	主な業務内容	・資産管理計画の策定 ・設備更新や維持作業の 実施・記録	・資産管理計画の策定 ・設備更新や維持作業の 実施・記録
	設備維持・更改の 予算化に関する 業務	・事業 KPI に沿った 中長期の資産管理計画 ・資産管理計画に基づく 詳細な年間作業計画 (資材調達、維持管理コスト 等の財務計画を含む)	・駅や構内設備に関する 年間事業計画 (資材調達、維持管理コスト 等の財務計画を含む)
	資産管理国際標準 規格への準拠	認証取得が求められる	認証取得が求められる
<b>資産管理 情報 システム</b>	利用中のシステム	ABB Ability Ellipse EAM	Infor Asset Management System
	活用方法	・資産情報や作業情報の管理 ・資産所有者との情報共有	・資産情報や作業情報の管理

概要

運営主体

規制制度

鉄道システム  
(共通)

鉄道システム  
(分野別)

O&Mの  
各国事例

他セクターに  
おけるO&M

これまでの  
整備支援事例

今後の支援の  
あり方

O&Mの  
海外展開

# 他国鉄道事業者による海外O&M事業の実施例

## ■ 各社のO&M実施体制

下表に例示したO&M事例のように、もともと事業スキームとして鉄道施設・車両のメンテナンスが分離されている場合も含め、1社で全てのO&M業務に対応するのではなく、他JVメンバー等と役割分担をすることでO&Mを行っている(日系企業の例はP63~77参照)。

## ■ O&M事業の展開戦略

現地知見の習得やO&M業務を担う人材育成をベースとして、資産を保有せずに行うO&M事業を中心に展開している模様。このような事業の場合、利益率が小さく(2~3%)でも、リスクも同様に小さく安定したキャッシュフローとなる条件であることが重要視されている。

事業者名 (本拠地)	Arriva (英国)	First Group (英国)	Keolis (仏国)	香港 MTR (香港)
O&M 実施都市の例	オランダ	イギリス各都市	ドバイ	メルボルン
法制度	欧州式許認可制度	欧州式許認可制度	欧州式許認可制度を準用	鉄道安全(地方運用)法(Rail Safety (Local Operations) Act 2006 (Vic))に基づいて、TSV (Transport Safety Victoria) が安全監督業務を行う。
O&M 実施体制	Arriva は現地の小規模鉄道事業者と JV を構成 (Openbaar) し、列車運行及び車両調達を担当している。インフラメンテナンスは Prorail が対応する。	列車運行事業のみ実施しており、インフラメンテナンスは Networkrail、車両の調達やメンテナンスは ROSCO (車両リース会社) や車両メーカーが対応する。	日系企業と JV を組んでドバイ O&M 事業を実施。Keolis は列車運行事業を担当しており、メンテナンスは MHI が対応する。	現地企業である John Holland や UGL と JV を組みメルボルン O&M 事業を実施。設備保守は John Holland 及び UGL が担当している。
事業スキーム				
事業スキームの枠組み	公共投資×グロスコスト	公共投資×グロスコスト	公共投資×ネットコスト	公共投資×ネットコスト
	以下、各社の全般的な傾向を中心に記載している。		以下、各社の全般的な傾向を中心に記載している。	
リスク管理	大型バス運行を通じて欧州各地にオフィスを有しており、各国の規制要求条件に極めて精通し、速やかに対処できる体制を整えている。	フランチャイズ契約*1に基づいたリスク管理を実施している。	現地の既存鉄道事業者の買収又は将来的な買収を考慮したうえで、当初はパートナーシップを組む方法*2で自らのリスク増大を回避する策としている。	メルボルン O&M 事業では、発注者側とのリスク分担方式を採用しており、規定した運賃収入計画の上限・下限に対して運営事業者がリスクをとるが、それを越えた部分は州政府と運営事業者とで折半する仕組みとなっている。
O&M 事業の展開戦略	バス運行事業等を先行して行い、進出先に関する知見を習得する。JV で鉄道事業に対応しつつ現地企業を買収して事業展開している。	フランチャイズ契約*1での収益最大化に取組んでいる。	本拠地のフランス以外の欧州国やアメリカ、中東、アジアにおけるビジネス機会追求に積極的である。自社内のトレーニングが充実しており社員への知識移転により、14 か国の様々な地域で O&M を実施している。	利益率が高くなるとも、投資が比較的小さくて済み、資産を保有しない既存路線の運営・保守事業を行う案件を中心としている。

\*1 2021年5月英運輸省発表「グレートブリティッシュ鉄道計画」により、今後契約内容が見直される見込み

\*2 Keolis Netherland(オランダ)、Keolis Norge(ノルウェー)、Keolis Denmark(デンマーク)等が該当

# 欧州式による許認可制度

## ■ 欧州式による許認可制度

欧州の流れを汲む許認可においては、日本式と異なり許認可の枠組みの中に認証機関が関与する。

このような欧州式の許認可では、リスクに基づいた説明と認証機関による審査が根底にある。そのため、評価スキルやリソースを確保しきれない規制機関による許認可と親和性が高く、欧州以外でも東南アジアをはじめとして様々な国・地域で散見される。

欧州式許認可制度の流れを図に示す。支援国において、既に他国資本による鉄道プロジェクトが存在する場合は当該国に

おける許認可制度の動向に注意を払う必要がある。

## ■ ベトナムでの採用例

ベトナムにおいては都市鉄道システム安全認証省令が2016年には発布されている。当該省令によって、鉄道システムやその運行に関してリスク評価に基づいた対応を行うこと及び対応が適切になされていることを認証機関から審査を受けることが求められている。

以上のように認証機関による審査を含む欧州式による許認可がシステムの導入及び開業の大前提となっている。

## ■ RAMSを使わない場合の対応方法

欧州式を採用せず日本式で鉄道システムの評価を行う場合は、日本の設計基準(電気施設・土木施設・車両構造実施基準)を元に設計確認を行うことになる。完成した設備の構造・機能・性能を設計基準と照合させる方式であり、欧州式と比較する

と必要となる文書は格段に少ない。ただし、鉄道システムは日本式で許認可の枠組みは欧州式、あるいはその逆といった異なる規制・基準の組み合わせにおいては対応が非常に困難になるため、留意が必要である。

### ▼ 新興国における欧州の流れを汲む許認可の流れ

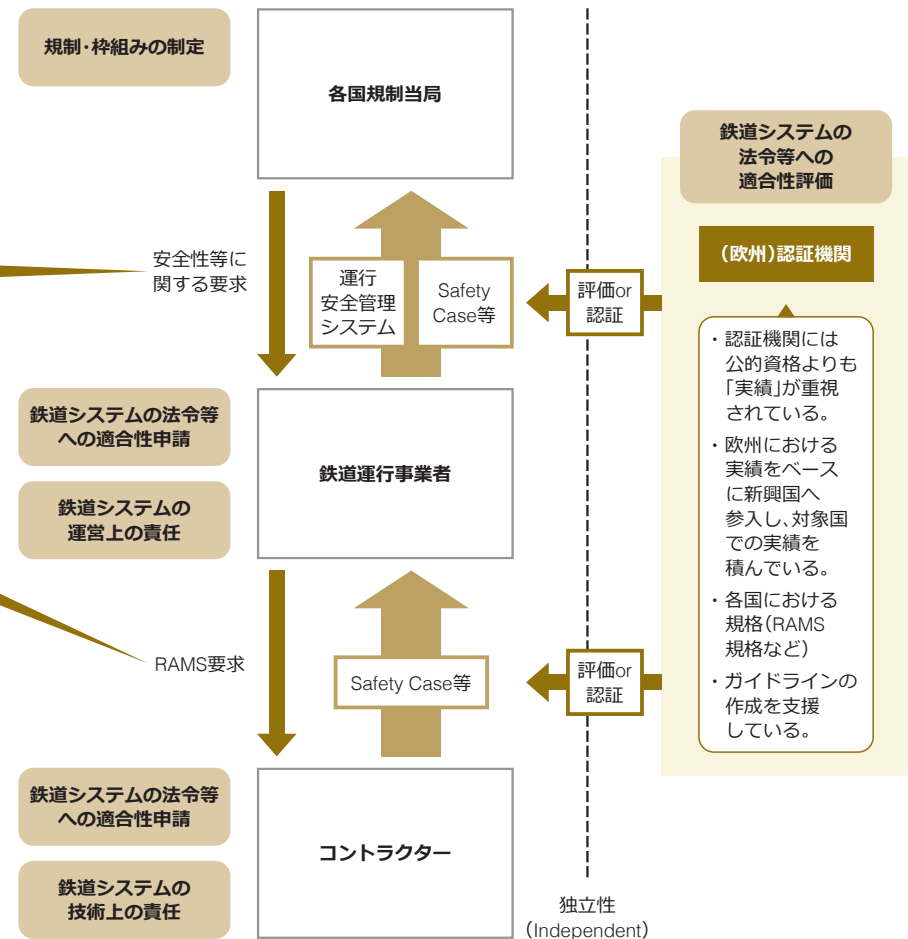
支援国の法律や、プロジェクト実施において安全性等の評価が規定されている場合は、鉄道システムに関する部分と鉄道システムの運用(保守)に関する要求がなされるケースがある。鉄道システムに関する安全性や性能に関する要求については、RAMS関連規格(IEC62278等)に準拠した活動、ドキュメント類の提出や更には認証機関などによる審査も要求されるケースがある。鉄道システムの運用(保守)に関する要求については、欧州ではOperational Safety Management System(運行安全管理システム)の確立が要求されており、ベトナムでも取り入れられており、今後新興国に展開されていく可能性がある。

運行安全管理システムに関わる安全要求に対しては、鉄道運行事業者が対応するが、鉄道システムに対する安全性や性能への要求を満たしていることを、RAMS関連規格に規定されているリスク評価に基づいた対応はコントラクターに求められる。コントラクターはSafety Caseというドキュメントを作成するとともに、認証機関等による審査を受けたのちに提出する。

## ■ JICA事業への活用の仕方、留意点

認証機関の活用(第三者による評価)が大前提となり、許認可プロセス(認証機関とのやり取りも含めたスケジュール管理)を念頭においたプロジェクトマネジメントを行うことが必須となる。なお、認証機関が規制当局への助言・教育研修・ガイドライン作成などから参画しているケースが散見される。欧州流に基づいた認証・許認可対応が必要になる場合は、リスク評価に基づいた設計開発、運行であること

を示さなければならないため、規制当局に提出するドキュメントは膨大となる。また、設計・開発のさまざまなフェーズにおいてリスクを適切に軽減できていることを認証機関に示す必要もあり、対応するためのコストも膨れ上がる。準備調査段階から対応を検討していないと許認可対応が高コストとなることから、許認可の対象を把握することが重要。



# KPIの考え方と活用例

## ■ KPIの種類

O&M事業に関するKPIとしては、安全性・定時性といった運行サービスに関わるもの、車両及び駅施設等(アセット)に関わるもの、顧客満足に関わるもの、社会的影響(環境及びCSR)に関わるもの、職員に関わるもの(教育研修や従業員満足等)など多岐に渡る(右図参照)。

## ■ KPIの考え方(役割)

O&M事業の契約によって規定されているケースと、事業者が独自に設定するケースとで役割りが異なる。

(発注者が契約で規定する場合)

規程したKPIの達成状況に応じた受注者に対してのボーナス/ペナルティの根拠となる。主に右図の運行サービス、車両及び駅施設、顧客満足度に関するKPIが設定されることが多い。

(事業者が独自で設定する場合)

自らが行うO&M事業のパフォーマンスの維持・向上に向けた管理(PDCAサイクル)や対外的アピールに資するものとなり、右図の全てを対象とする場合が多い。

## ■ 海外におけるKPIの活用例

香港MTRでは、進出国において持続可能性報告書等の中でKPIを公表し社会貢献を謳うツールとして、また、入札時におけるエビデンスとして提示するなど営業的側面からの活用も見られる。また、営業的側面だけではなく、指標運賃額の調整にKPIを使う仕組みや、様々な都市において運行事業者のパフォーマンスを向上させることを目的として運行サービスに関わるKPIをボーナスが支給されるかペナルティが課されるかを決定する指標として活用しているケースもある。

## ■ KPIの定義式と具体的な数値の例

活用される信頼性及び定時性は、それぞれ時刻表の運行予定列車を運行している比率、及び時刻表に定められた時刻からy分以内に到着している比率と定義される。KPIの具体的な計算式は非公開であったり、ばらつきが存在する。

## ■ 定時性の定義の違い

定時性については、終着駅における遅延が5分以内とする場合や、観測している駅での遅延を用いるといった違いもあれば、列車や路線によって基準値を変えるケースなど様々である。

定時性が定点観測される駅でのみ評価されるケースでは、定時性を向上させるために他の駅で止まらないといったことも起こりうるため、乗客の満足度アンケートが実施されるなどの対策が取られているケースもある。これらのKPIを活用して我が国のO&Mの品質を説明する際には前提条件や定義などを適切に説明する必要がある。

その他、走行距離あたり電力消費量や、人キ口あたりのCO<sub>2</sub>排出量を社会的影響に係るKPIとして公表している例もある。

## ■ JICA事業への活用の仕方、留意点

運行サービスに関わるKPIを営業ツールに活用している他国鉄道事業者のケースがあることも鑑み、我が国としても、JICAによるO&M事業においてKPIを定点観測してデータを取得し、活用することで支援国に対してJICAの支援によるベネフィットを定量的に示すことが可能となる。

支援先の状況を鑑みて適切なKPIを設定することが重要であり、設定したKPIを活用した支援をセットで考えることでO&M事業の支援に関わるロードマップを描くことも可能となる。

## ▼ O&M事業で適用されるKPIの例

定義式の例

$$\text{信頼性(運行率)} = \frac{\text{実際の運行本数}}{\text{計画の運行本数}} \times 100$$

$$\text{定時性} = \frac{\text{到着時間の遅延がy分以内の乗客数}}{\text{全乗客数}} \times 100$$

