

**全世界・開発途上国における性能規定型道路
維持管理にかかる技術協力に関する調査
(プロジェクト研究)**

**Basic Research on Technical Cooperation of
Performance Based Road Maintenance Contract**

**性能規定型道路維持管理 (PBC)の実施効果分析結果
(ドラフトファイナルレポートより)**

(2022年11月22日)

(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル (OCG)

(株)建設技研インターナショナル (CTII)

阪神高速道路(株) (HEX)

発表次第

1. 業務の概要
2. 2つの道路維持管理方式 従来型 (仕様規定型) vs PBC (性能規定型)の実施効果比較
3. 本調査の今後のスケジュール

1. 業務の概要

1.1 背景

1970 年代以降にインフラ整備が進んだ東南アジアを始めとした各国において、2020 年代以降、これらが漸次更新時期を迎えることとなり、その**費用の削減と構造物の長寿命化**に向けた取り組みが注目・検討されている。

その取組みの一つとして、各国道路管理機関は、限られた人的・財政的資源の下で、維持管理業務の効率化を図るため、業務の外部委託化と、委託方式を従来の「仕様規定型」から「**性能規定型 (PBC)**」に転換する事例が増えている。同方式は契約当事者双方にとって、以下の利点が期待できる。

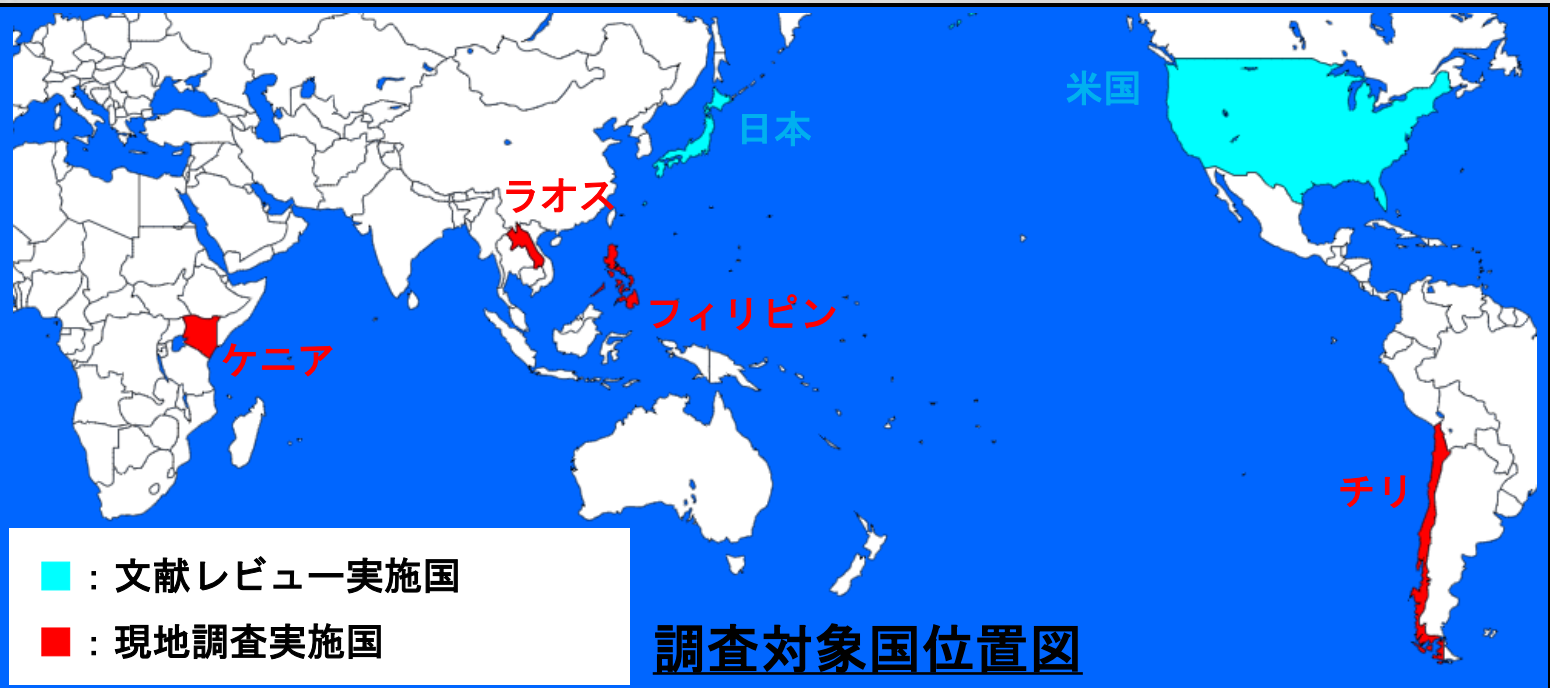
- ✓ 発注者: 事務手続きの合理化、契約期間(数年間)の予算計上が容易
- ✓ 受注者: 高収益化に資する創意工夫・技術革新へのモチベーション向上

しかし、PBC方式の概念・内容について、十分に理解が進まないまま実施に至った国では、期待した成果が得られなかった事例見られるなど、各国間で達成状況のバラつきが大きい。

1.2 目的

現地調査・国内解析期間を経て達成する本件業務の目的を以下に示す。

- ✓ 各国のPBC の現状や課題の調査・分析、類型化。
- ✓ 技術協力を実施する場合の留意事項や展開可能性に係る検討。
- ✓ PBC 標準仕様書案、研修資料、広報資料等の作成。
- ✓ 途上国におけるPBCを活用した技術協力についての提言。



現地調査実施国概要

1.3 調査対象国

地域	国名	道路管理機関	JICAのPBC協力実績
アフリカ	ケニア	• 国道: ケニア道路公社 (KeNHA) • 地方道: ケニア地方道路公社 (KeRRA) • 都市内道路: ケニア都市道路公社 (KURA) • 国立公園: ケニア野生生物公社 (KWS)	有
	ラオス	公共事業運輸省 (MPWT)	有
東南アジア	フィリピン	公共事業道路局 (DPWH)	有
	チリ	公共事業省 (MOP)	無
先進国	日本	国交省、地方自治体、高速道路会社	無
	米国	各州運輸省	無

1.4 報告書目次

第1章 はじめに

第2章 ドナー機関のPBCに関する調査

第3章 対象国における調査結果の整理 → 今プレゼンで発表

第4章 PBCの類型化

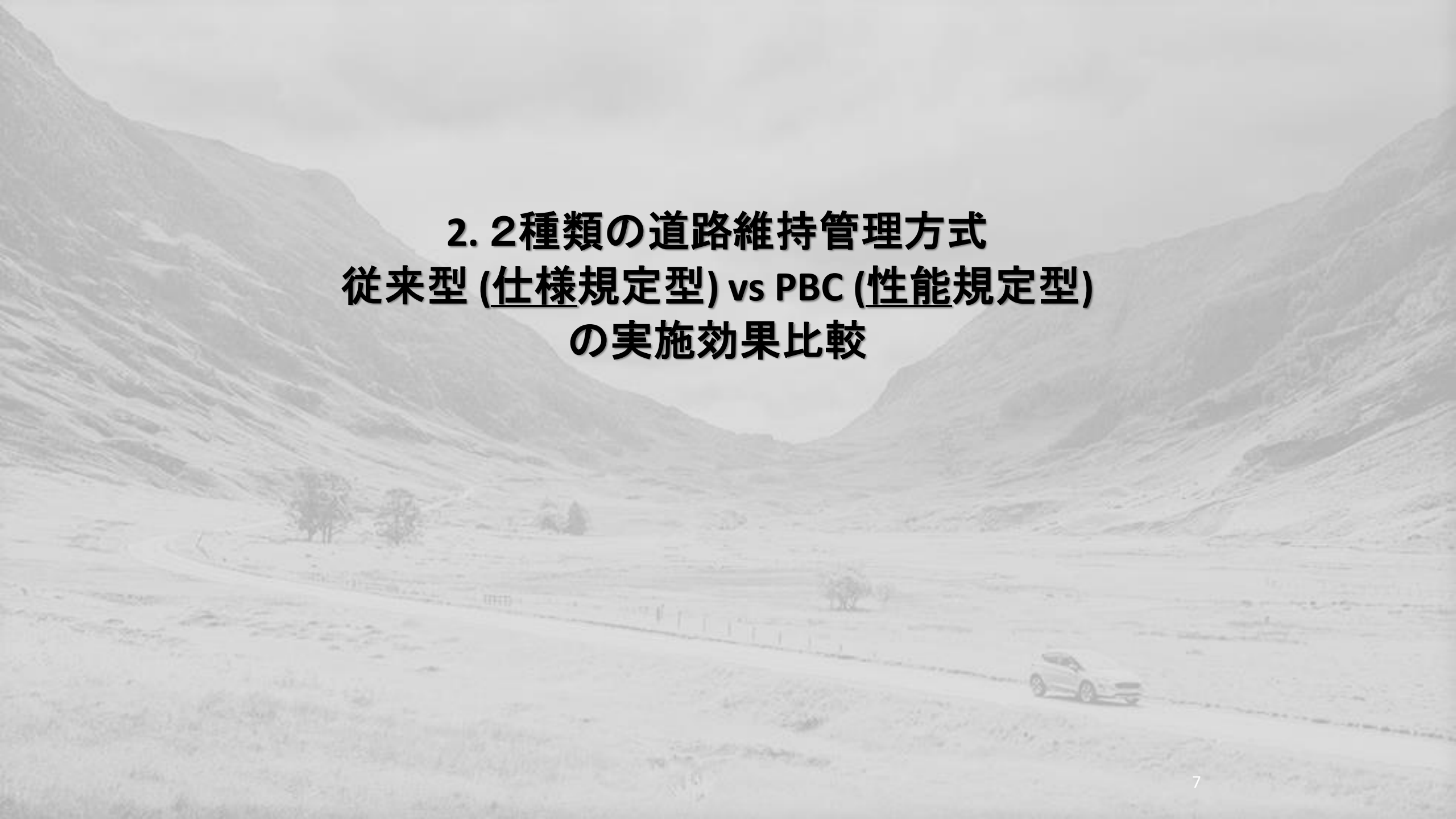
第5章 PBCの実施プロセス分析 → 今プレゼンで発表

第6章 標準仕様書類に係る考え方の整理

第7章 PBCを取り入れた技術協力形成・展開

第8章 PBCの実施促進方策

第9章 提言

A grayscale photograph of a mountain valley. In the foreground, a winding road curves through a grassy field. A small car is visible on the road, moving towards the right. The background features steep, rocky mountains under a cloudy sky. The overall scene is desolate and scenic.

2. 2種類の道路維持管理方式 従来型 (仕様規定型) vs PBC (性能規定型) の実施効果比較

2.1 両維持管理方式の概要

◆ 従来型 (仕様規定型)維持管理

発注者が指定した 仕様(工種・数量・場所・工程) に準拠して維持補修作業を実施。



受注者の **自由度が低い**

◆ PBC (性能規定型)維持管理

発注者は管理対象施設の要求性能(例:舗装のひび割れ率10%以下/km、ポットホール数5個以下/km等)を示し、維持補修作業の内容は、受注者の裁量 (いつ・どこで・なにを・どのように) に委ねられる。



受注者の創意工夫次第で **費用削減** と **収益性向上** の両立を実現

各国のPBC適用による費用削減率 (vs従来型)

Country	Reported Savings against Conventional Unit Price Contracts
Australia	10%-40%
Brazil	15%-35%
Canada	About 20%
Estonia	20%-40%
Finland	18%
The Netherlands	30%-40%
New Zealand	15%-38%
United States	10%-15%

Source: P. Pakkala et al. 2007.

出典: Guide to Performance-Based Road Maintenance Contract (ADB)

2.2 比較の目的

異なる2種類の道路維持管理方式の実施効果を定量・定性的に分析を行い、可能な限り客観的な結果を確認することで、将来JICAによるPBC方式を用いた技術支援を行う際、支援プログラムやカウンターパートに対する説明資料を作成する際の、検討・根拠資料として用いる。

2.3 実施効果の分析方法

(1) PBC関係者からの聴き取り調査

(2) 道路性状調査

(3) 道路管理者費用比較

(4) HDM-4によるシミュレーション分析

3章から引用

5章から引用

(1)PBC関係者からの聴き取り調査

(1)-1 ケニアのPBC関係者へのアンケート調査によるPBC実施効果

(i) 道路管理者(回答者:20名)

●主な実施効果

- ・業者の対応時間の短縮:100%
- ・道路・道路施設の質向上:95%
- ・クレーム数の減少:90%
- ・交通事故の減少:84%
- ・不法投棄・通行止めの減少:79%
- ・業者の仕事量増加(負):65%
- ・管理費用の縮減:55%
- ・事務作業量の減少:55%

(ii) 請負業者(回答者:18社)

●主な実施効果

- ・技術力の向上:83%
- ・雇用期間の増加:67%
- ・契約金額の増加:61%
- ・魅力度の向上:61%
- ・利益率の向上:44%
- ・リスクの増加(負):39%

(iii) 道路利用者(回答者:60名)

●主な実施効果

- ・道路状態の改善:93%
- ・道路周辺環境の改善:88%
- ・業者の損傷検知・対応時間の短縮:77%
- ・交通事故の減少:52%

契約当事者間の責務分
担が不十分／不明瞭

(1)-2 各国PBC関係者への聴き取り調査によるPBC実施効果

PBC実施による正の効果

業務実施上の効果		財務面の効果		施設の状態	地域への貢献	技術面の効果
発注者	受注者	発注者	受注者			
<u>1.複数年契約による年次予算の安定、および予算計上・申請にかかる事務作業の簡素化。</u> <u>2.現場作業量の低減。</u>	1.作業効率の向上／作業量の低減。 2.現場の損傷や緊急事態に対する迅速な対応。	1.維持管理予算の縮減。 2.発注者費用の大幅縮減。	<u>1.定期収入による財務基盤の安定。</u> <u>2.効率的な管理による収益性の向上。</u>	<u>1.道路状態の改善。</u> 2.予防保全的維持管理による施設の長寿命化。	<u>1.雇用の拡大・安定。</u> <u>2.苦情件数の減少。</u> 3.地域との円滑な合意形成	<u>1.技術革新や新たな手法の開発。</u> 2.高度な技術・知識を要せず業務実施が可能。

注) 太字下線:3カ国以上で効果確認、太字:2カ国で効果確認、それ以外:1カ国で効果確認

- ・発注者側の作業量や予算の削減
 - ・受注者側の財政基盤の安定化と収益性向上
 - ・道路施設の状態改善
- を複数の調査国で確認できた



PBCの理念に合致

PBC実施による負の効果

業務実施上の負の効果		財務面の負の効果		施設の状態
発注者	受注者	発注者	受注者	
1. 受注者の実施能力・財務基盤が不十分な場合、業務継続が不可能になる。 2. 検査官の技量が平準化されておらず、現場によって監理レベルにバラつきがある。 3. 発注者に維持管理作業のノウハウが残らない。 4. 契約当事者間の理解不足による業務の失敗。 5. 維持管理では対処できない重篤な損傷に対する責任の所在を巡る当事者間の紛争。	1. 入札時に提供される情報が不正確・不十分。 2. 契約当事者間のリスク分担の平準化が不十分。 3. 契約変更手続きが煩雑で時間がかかる。 4. 契約上、瑕疵期間開始時期が不明確なことによる当事者間の係争。		1. 不適正なインフレ指数の使用やインフレ条項の不備。 2. 政府内の支払承認機関の過干渉による支払額の変更や遅延。 3. 後継事業の契約金額の低廉化の懸念。	1. 過積載車両走行による舗装の損傷。 2. 住民による施設の盗難、不法投棄や破損行為。 3. 新旧契約の狭間の管理者不在期間における劣化の進行。 4. 重度に劣化が進んだ道路に対する度重なる補修工事の実施。

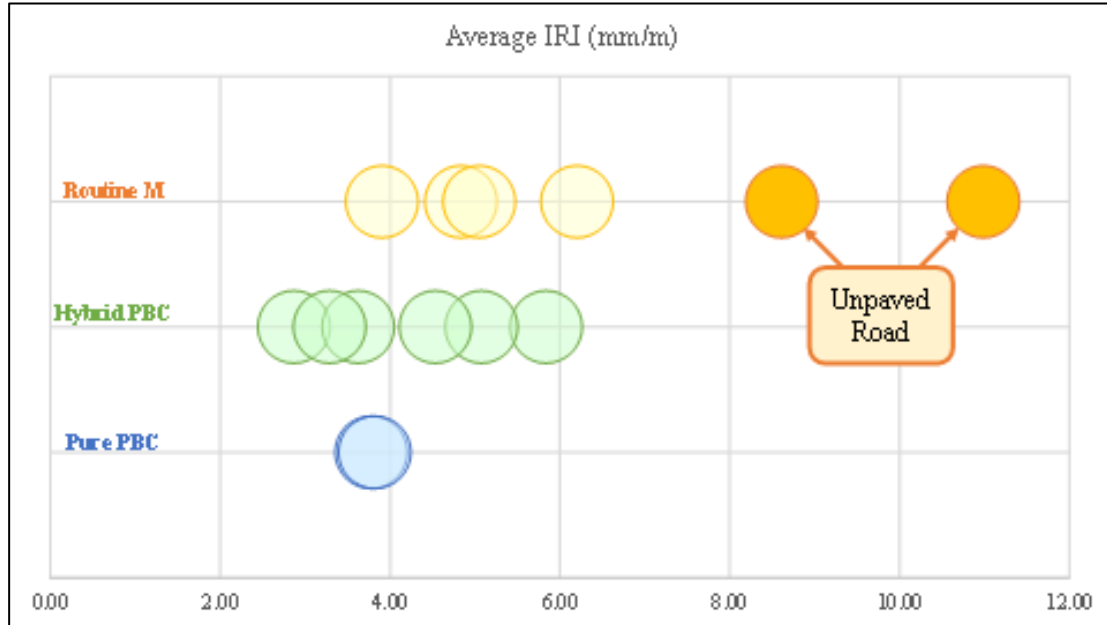
注) 太字下線: 3カ国以上で効果確認、太字: 2カ国で効果確認、それ以外: 1カ国で効果確認

- ・ 負の効果には、各国共通の項目はあまり見られない。
- ・ 一方で、発注者／受注者ともにPBCに対する理解度や実施能力不足に起因する問題点が多く見られる。

(2) 道路性状調査

(ケニアのPBC実施路線 VS PBC非実施路線の比較)

1) 路面平坦性 (IRI値: m/km)

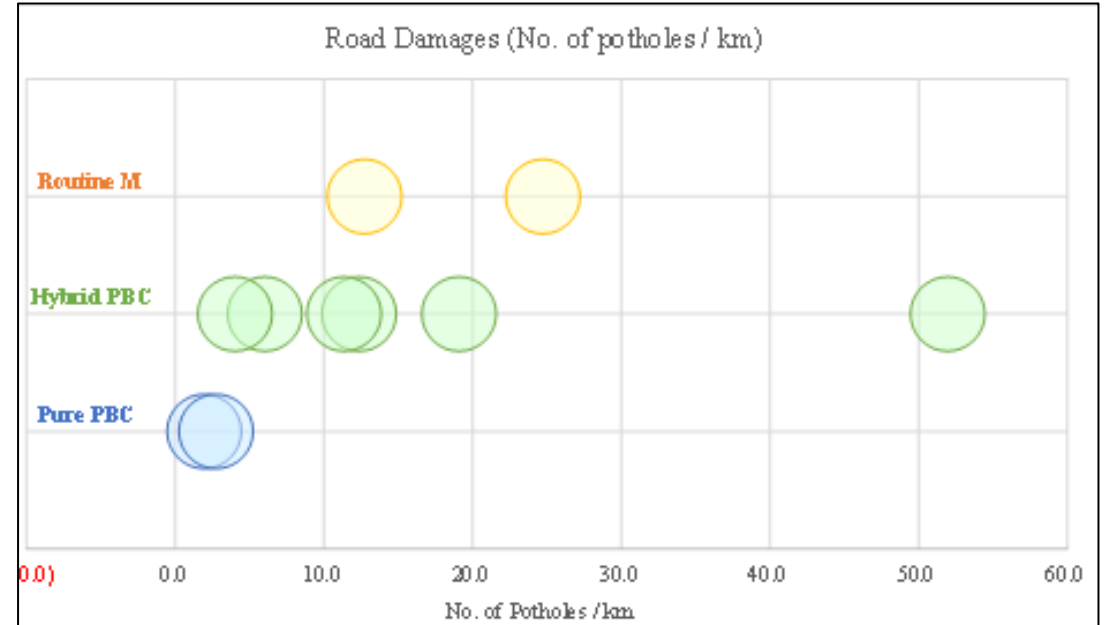


- Routine M (非PBC) : 3.9~6.2 (平均5.05)
(参考: 未舗装区間: 8.6~11)
- Hybrid PBC : 2.9~5.8 (平均4.35)
- Pure PBC : 3.8

(考察)

Pure PBC路線は最もIRI値が低くバラツキも小さい。
Hybrid PBC路線とRoutine M路線は共にバラツキが大きい
が、IRI値はHybrid路線の方が低く抑えられている。

2) ポットホール数 (1km当り個数)

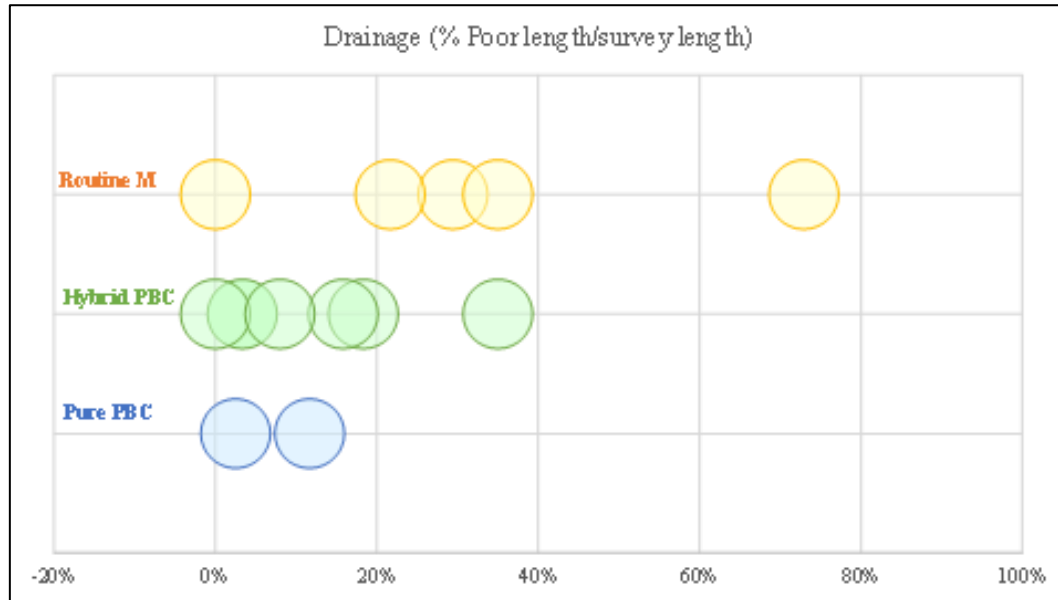


- Routine M (非PBC) : 13~25 (個/km) (平均19個)
- Hybrid PBC : 4~52 (個/km)
(ただし、突出して多い路線以外の
の平均値は10個/km)
- Pure PBC : 2~3 (個/km)

(考察)

Pure PBC路線は個数が非常に少なくバラツキも小さい。
Hybrid PBC路線とRoutine M路線はバラツキが大きい。

3) 側溝管理 (不良状態区間の割合)

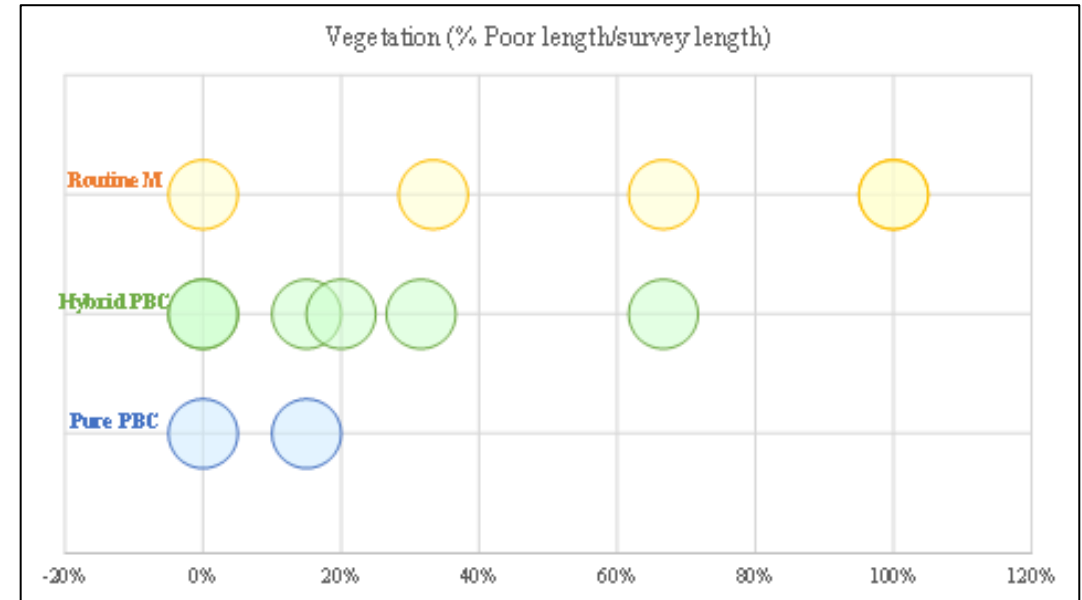


- Routine M (非PBC) : 0～75% (平均37.5%)
- Hybrid PBC : 0～35% (平均17.5%)
- Pure PBC : 5～10% (平均7.5%)

(考察)

Pure PBC路線は最も割合が低くバラツキも小さい。
Hybrid PBC路線も割合が低いバラツキが大きい。
Routine M路線は割合、バラツキともに大きい。

4) 植生管理 (不良状態区間の割合)

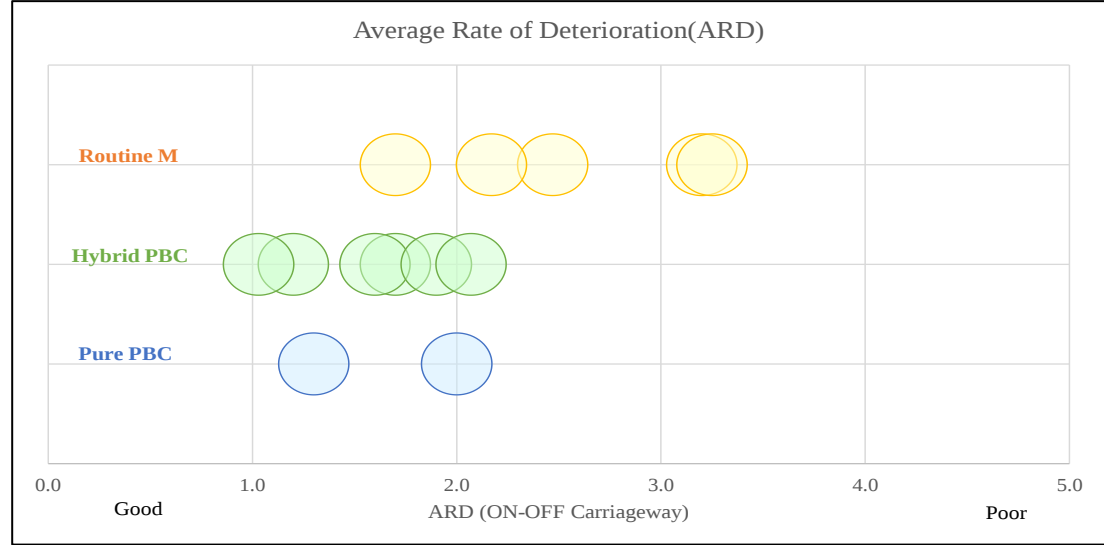


- Routine M (非PBC) : 0～100% (平均50%)
- Hybrid PBC : 0～65% (平均32.5%)
- Pure PBC : 0～15% (平均7.5%)

(考察)

Pure PBC路線が最も割合が低くバラツキも小さい。
Hybrid PBC路線も割合は低いバラツキが大きい。
Routine M路線は割合、バラツキともに大きい。

5) 総合損傷度 (路面＋路面外)



ARD評価値

- Routine M (非PBC) : 1.7～3.3 (平均2.5)
- Hybrid PBC : 1.0～2.1 (平均1.55)
- Pure PBC : 1.3～2.0 (平均1.65)

(考察)

Pure PBC路線とHybrid PBC路線が比較的低くもバラツキも小さい。Routine M路線は割合、バラツキともに大きい。

ARD: Average Rate of Deterioration

(注) ARDは目視点検に基づく5段階評価で行うため、検査者の主観に委ねられ易い傾向がある。

ARD評価指標

On-Carriage way Road Condition Survey (RCS) criteria

CONDITION	ACTIVITIES REQUIRED
1 = Excellent / V. Good Maintainable road with camber and drainage intact	Nominal light maintenance only required e.g. Grass cutting, Light Bush clearing, Culvert cleaning, Ditch clearing, Mitre drains cleaning, Repair of Road Signs
2 = Good Maintainable road with minimal ruts, corrugations and isolated potholes. Camber and drainage require light maintenance	Rating 1 + Light Grading ideally by Towed Grader or Light Manual Reshaping + light pothole Filling and off-carriageway maintenance
3 = Fair Maintainable road with minor potholes (up to 5%), deformed camber and silted drains. Camber and drainage require some reshaping	Rating 1 + heavy Grading or Manual Reshaping + pothole and ruts filling + drains reinstatement
4 = Poor - Passable but Un-Maintainable by routine mtce. Heavily potholed, No camber. Requires reinstatement	Rating 1 + Heavy Grading or Heavy Manual Reshaping + watering and compaction
5 = Bad - Impassable Un-maintainable road i.e., beyond periodic maintenance.	Requires reconstruction

Source Road Condition Survey Preparatory note

【道路状態】

Pure PBC > Hybrid PBC > 非PBC の傾向を示す

【同分析の限界】

比較対象となる路線の条件 (交通量、舗装構造・強度、補修履歴)を同一に揃えるのが困難。

(3) 道路管理者費用比較

(3)-1 ケニア

1) PBCの道路管理者コスト

● 前提条件

- ・ 期間: 72ヶ月(6年)、延長: 10km
- ・ 費用: 各作業に対して、実際に掛かった費用や想定される人件費から算出。
- ・ PBC契約は3年×2契約、非PBC契約は9ヶ月×8契約(6年間で実施と想定)

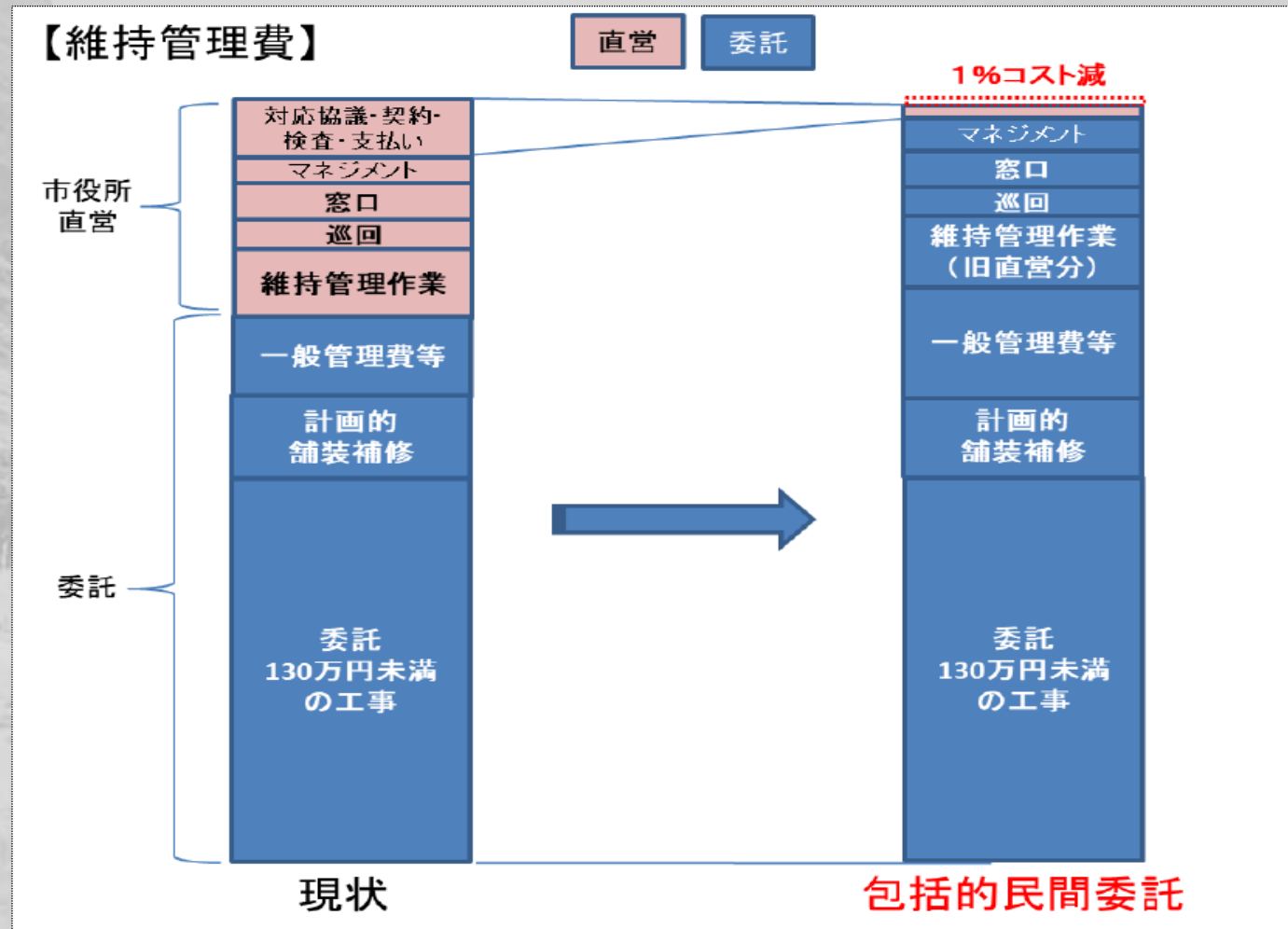
項目	単価 (Ksh)	回数	費用 (Ksh)	摘要
入札公示	3,662/回	2	7,323	新聞等の広告掲載による公示。平均値。
入札・契約	162,128/回	2	324,256	関係機関への聞き取り調査結果。平均値。
月例検査	19,556/回	72	1,408,032	エンジニア、技術スタッフの人件費。計4人日/回。
委託費	321,500/月	72	23,148,000	業者への委託費。
合計(PBC)			24,887,611	(100%) 約2700万円

2) 非PBCの道路管理者コスト

項目	単価 (Ksh)	回数	費用 (Ksh)	摘要
入札公示	3,662/回	8	29,292	新聞等の広告掲載による公示。平均値。
入札・契約	162,128/回	8	1,297,022	関係機関への聞き取り調査結果。平均値。
月例検査	24,256/回	72	1,746,432	エンジニア、技術スタッフの人件費。計5人日/回。
委託費	3,000,000/契約	8	24,000,000	業者への委託費。
合計(非PBC)			27,072,746	(109%) 約3000万円

(3)-2 新潟県三条市

- 事業の全体額の縮減率は1%であるものの、発注者直営分コストが大幅に縮減できた。また、市役所職員が従前実施していた事業関連の作業量が低減したことで、他の業務に労力を振り分けることができるようになった。



費用の比較

(4) HDM-4によるシミュレーション分析

1) 概要

【目的】

PBC実施路線と従来型維持管理実施路線の定量的な便益比較・確認のために、HDM-4を用いたシミュレーション分析を実施。

【分析実施国】

ケニア

【実施国選定理由】

ケニアにおけるHDM-4の入力用パラメーターや各種データ等の入手が可能、かつ分析専門家への委託が可能であったため。

注) HDM-4 (Highway Development & Management System)は、主に道路事業に対する投資の選択を行うためのソフトウェア。



2) 分析対象路線・区間

北部回廊

(モンバサーナイロビ中間区間)

- ・ 国道管理機関KeNHAが管理する主要幹線道路で首都とモンバサ港を結ぶ物流の大動脈(重車両:多)
- ・ 入力用の道路関連のデータを可能な範囲で入手・整理
- ・ 道路延長合計: 402.4km(8区間)
(Mazeras - Kyumvi)

3) 比較項目

【道路性能】

比較項目	概要	摘要
(i) 舗装状態	平均IRI、ひび割れ、ラベリング、路肩損傷、わだちぼれ、ポットホール数	8区間の平均値
(ii) 車両走行速度 (km/h)	平均走行速度（舗装状態を反映）	8区間の平均値
(iii) 環境影響 (トン)	自動車排気ガス（二酸化炭素、二酸化硫黄、亜酸化窒素、一酸化炭素、炭化水素、等）	8区間の合計値

【費用・便益】

比較項目	概要	摘要
(iv) 道路利用者費用 (Ksh)	走行時間費用、走行経費	8区間の合計値
(v) 道路管理者費用 (Ksh)	維持管理に要する費用（入札費用含む）	8区間の合計値
(vi) 総便益 (Ksh)	現在価値として算出した便益（利用者便益－管理者費用）	8区間の合計値

4) 入力データ

(i) 道路ネットワークデータ	道路インベントリー情報、舗装種別、舗装厚、道路状態、工事履歴、気象条件、等
(ii) 交通データ	車種別交通量、走行速度、交通流パターン、等
(iii) 車両データ	車両の物理的特性、利用状況、積載量、車両性能、等
(iv) 工事・契約データ	維持管理基準(損傷程度・工事頻度)、工事単価、等
(v) 分析用パラメータ	基準年次、検討年数、割引率、換算係数、通貨、等

5) 検討ケース

ケース	作業パターンの概要
(i) 基準ケース	<u>日常維持管理</u> (植生管理、側溝清掃、路肩、ひび割れ、パッチング等軽微な補修)のみ実施。
(ii) 従来型維持管理	請負業者が <u>発注者から指示された作業</u> (日常維持管理+舗装修繕工事)を実施し、 <u>数量検測</u> に基づき支払い。契約期間は 1年 と設定。
(iii) PBC型維持管理	請負業者が日常維持管理作業+舗装修繕工事を実施。契約で規定された <u>要求性能の達成度</u> に応じて 1km/月当りの金額 を支払い。契約期間は 3年 と設定。

6) シミュレーション(モデル化)の前提条件

- シミュレーション開始時の道路状態は全て同じ（修繕工事を完了し性能を回復）とし、緊急工事は規模や時期の予測が困難なため、本分析から除外。
- 車道内／車道外の維持管理を対象。
- 劣化曲線は漸進再帰モデルを前提としたS字曲線。前年の舗装状態から次年度の状態を推定
- PBCの特徴である性能基準(損傷に対する応答時間)を、条件設定の違いで再現（下表参照）
- PBCは損傷に対してよりタイムリーな対応が可能な一方、従来型は毎年工事発注手続きを完了してからの対応となるためPBCと比較して、作業実施時期が遅れるという設定
- PBCの作業実施条件(トリガー)を、従来型よりも厳しく設定（仕様書の記載や過去のシミュレーション事例等を参考にトリガーを設定）。
- 検討期間は9年（PBC:3年間×3契約）と設定。舗装寿命の1サイクル（初期工事完了⇒大規模補修実施の目安:8～15年）。

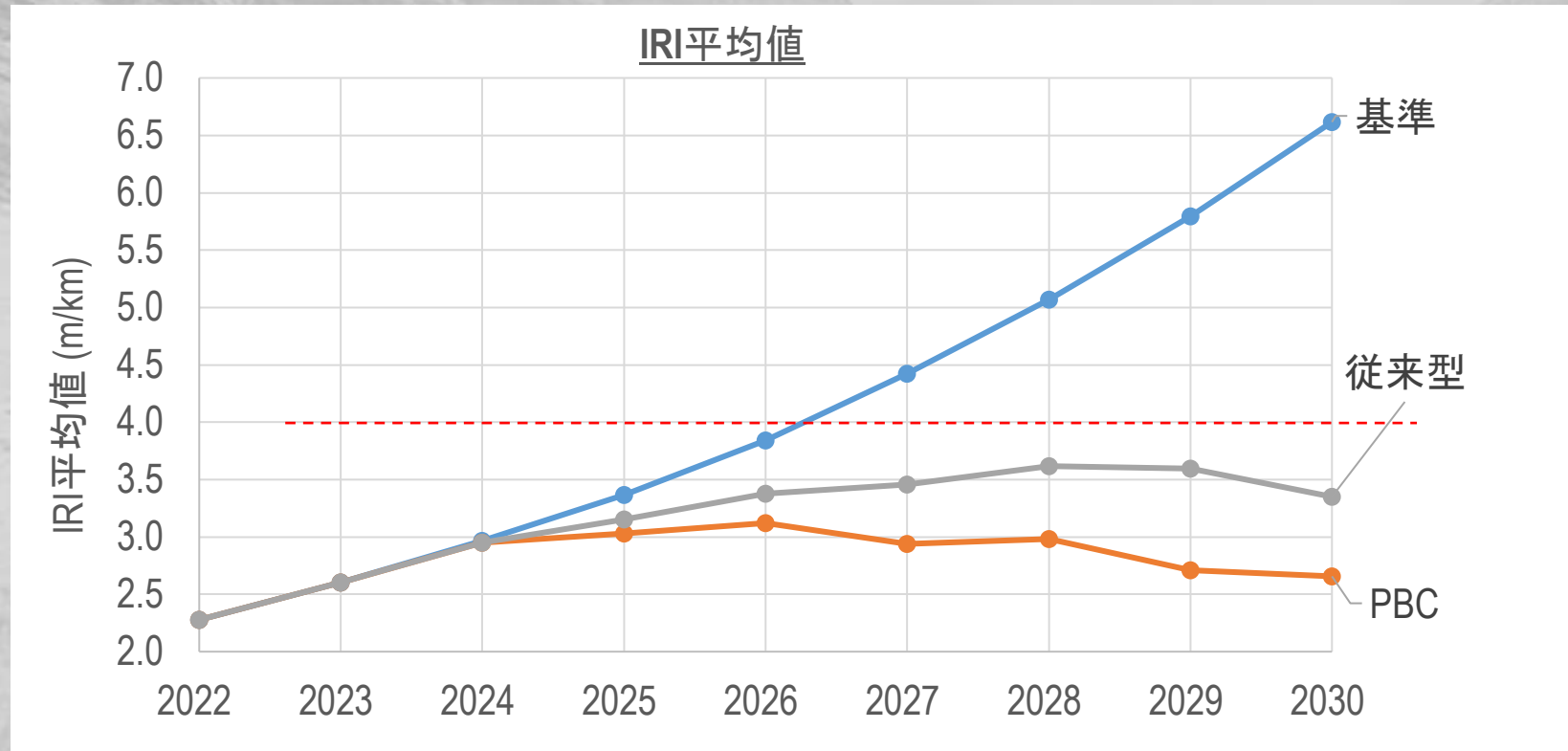
損傷(例)	PBCモデリング	従来型モデリング
ポットホール	直径150mm以上のポットホールが1km区間内に <u>3個以上</u> 発生した場合補修を実施。	直径150mm以上のポットホールが1km区間内に <u>5個以上</u> 発生した場合補修を実施。
ひび割れ	幅3mm以上のひび割れ発生率が1km当り <u>1%以上</u> 発生した場合補修を実施。	幅3mm以上のひび割れ発生率が1km当り <u>3%以上</u> 発生した場合補修を実施。
わだち掘れ	わだち掘れ深さが <u>10mm</u> を超えた場合補修を実施。	わだち掘れ深さが <u>12mm</u> を超えた場合補修を実施。

7) 分析結果

【道路性能】

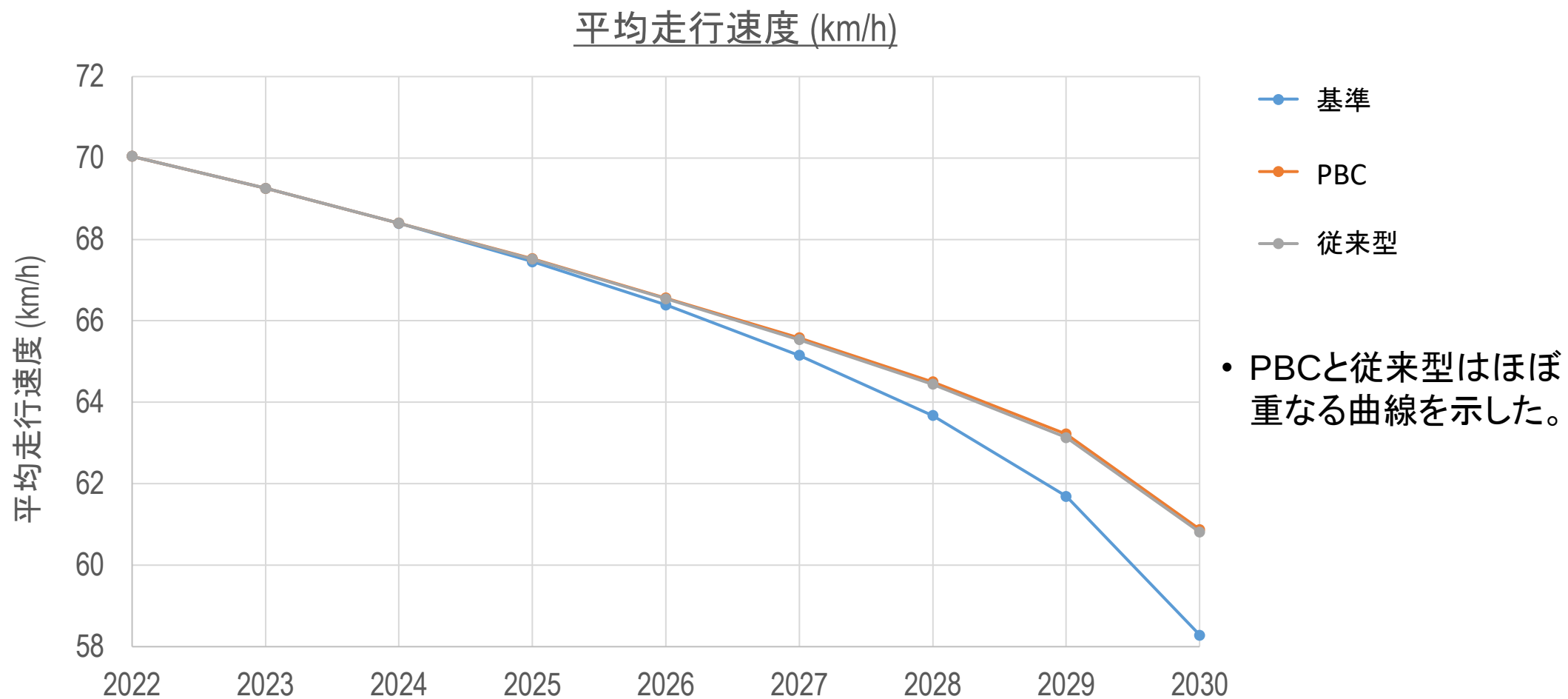
< 1 > 舗装状態

	IRI平均値 (m/km)	構造ひび割れ 率 (%)	ラベリング (%)	舗装端部損 傷 (m2)	わだち掘れ深さ (mm)	ポットホール 数
(i) 基準ケース	4.1	14.0	32.8	12.0	8.3	10.5
(ii) 従来型	3.2	3.7	8.0	12.8	3.9	1.2
(iii) PBC	2.8	3.7	8.0	11.8	4.1	0.9

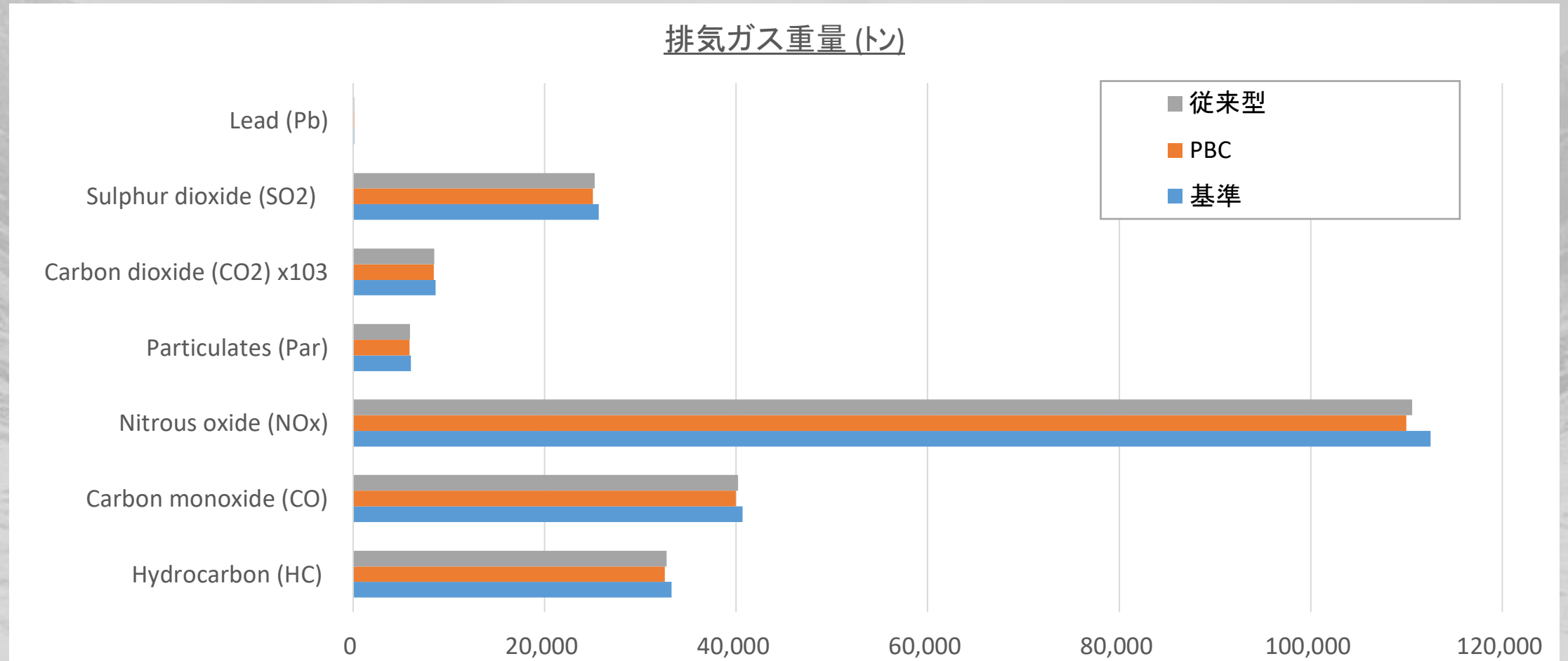


- IRIは8つの区間の延長比で加重平均した値。
- IRI値が4.0を超えた工区でオーバーレイを実施する設定 (基準ケースは除く)。

< 2 > 車両走行速度



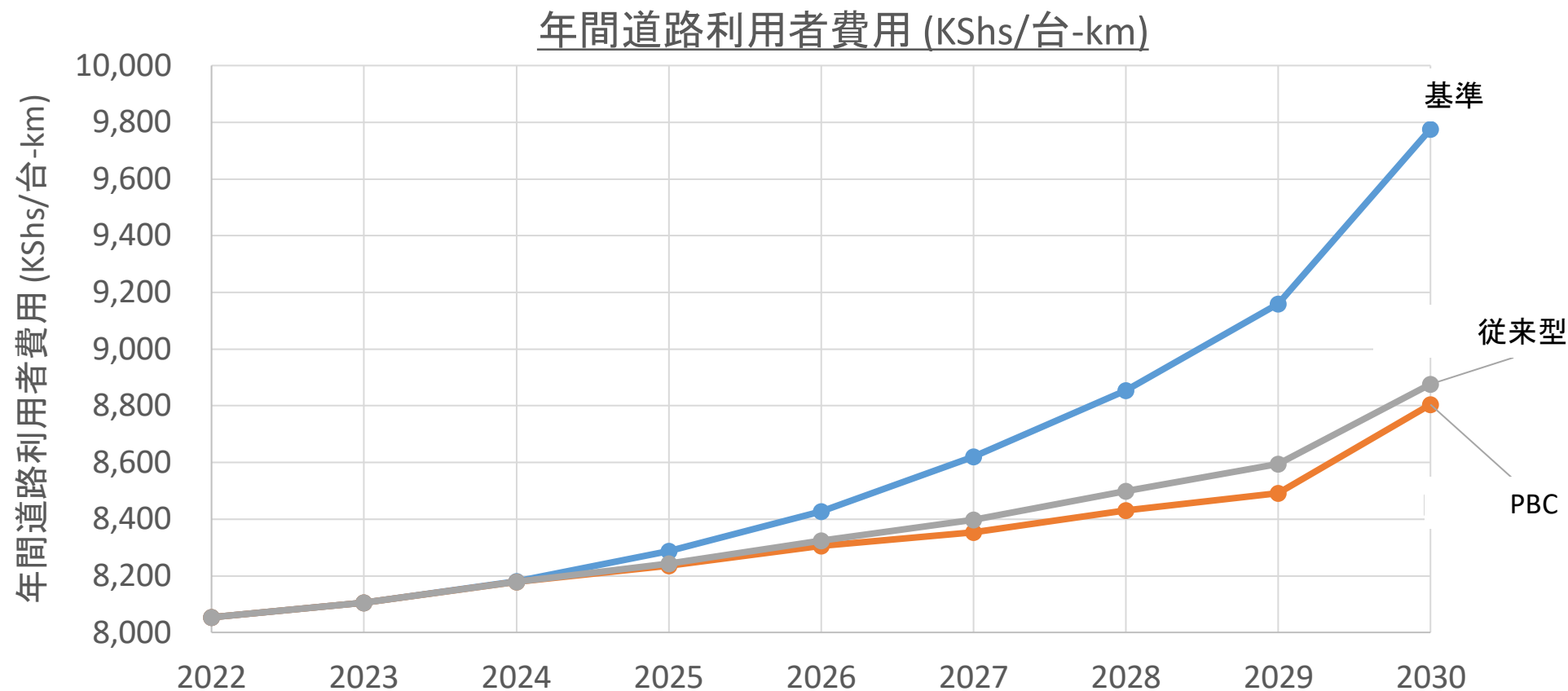
＜ 3 ＞ 環境影響(自動車排気ガス)



- 排出ガス量: **PBC<従来型<基準ケース** (しかしどのケース也大差なし)
- この排出量以外にも、修繕工事の建設機械による排気ガスの発生が予想される
- 特に従来型では毎年業者調達を実施(工期1年)されるため、PBCよりさらに増加する可能性あり

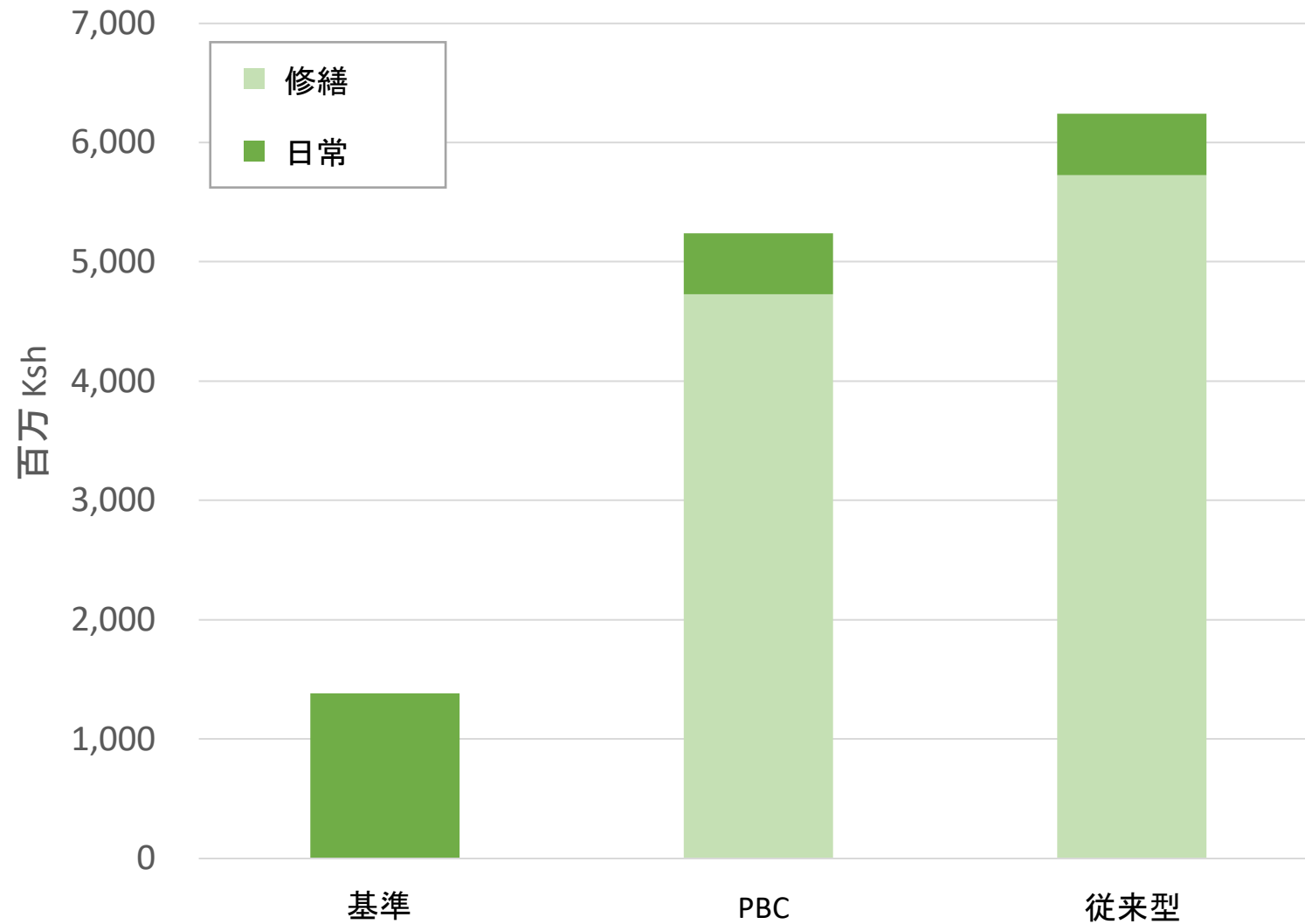
【費用・便益】

＜ 4 ＞ 道路利用者費用（走行時間費用＋走行経費）



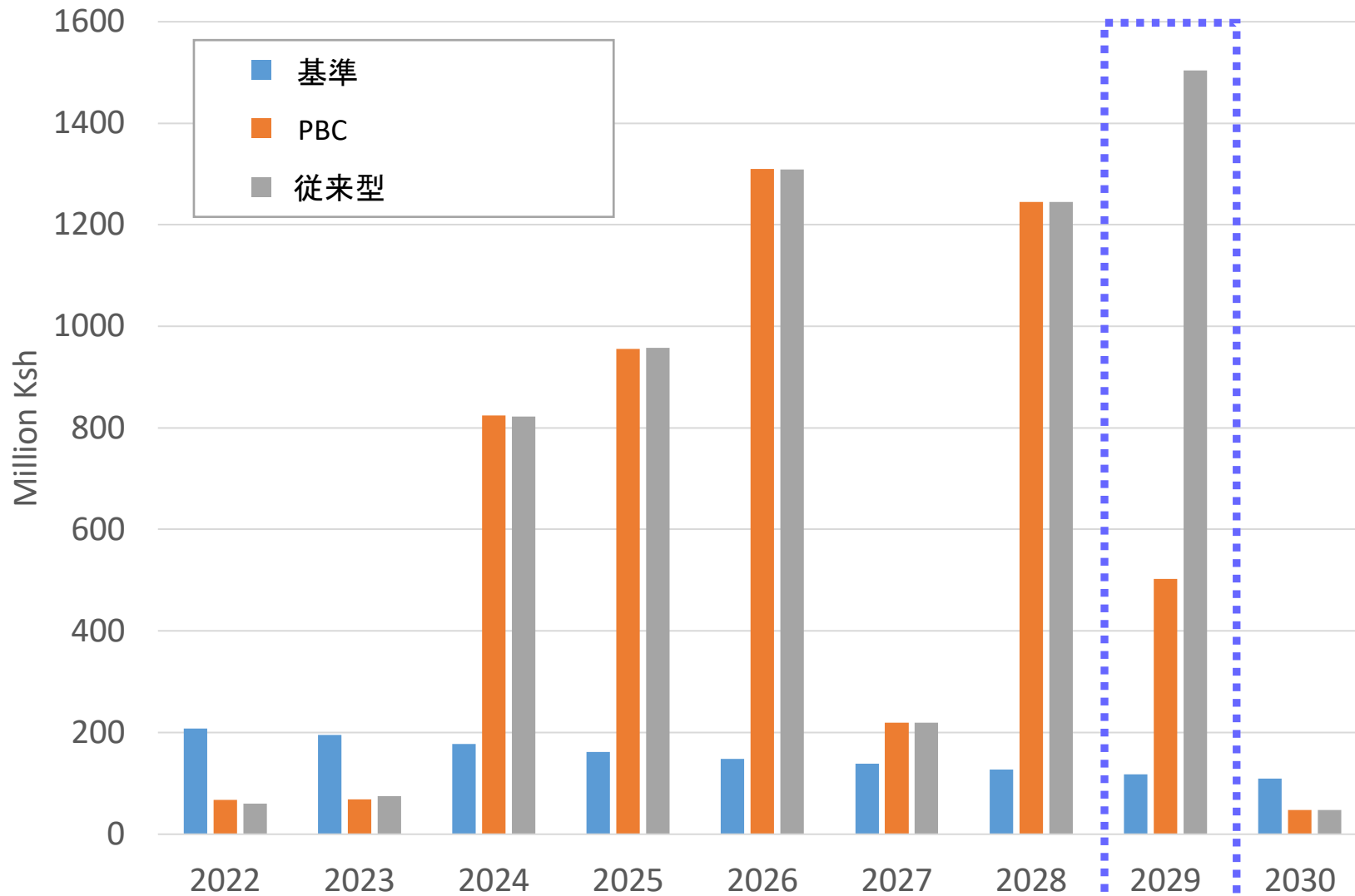
- 道路利用者費用: **PBC** < 従来型 < 基準ケース
- 年度が進むにつれて、費用の差が開いていく

< 5 >-1 道路管理者費用(日常維持管理+修繕工事)



- 修繕工事: オーバーレイ等
- 日常維持管理: パッチング、ひび割れ補修、排水・植生管理等
- 道路管理者費用(8工区、9年分の総額): **基準ケース<<PBC<従来型**

< 5 >-2 道路管理者費用(年別費用発生状況)



- 現在価値に割り引いた工事費。全8区間の合計値。
- PBCと従来型は、概ね同様の費用発生傾向が見られるが、**PBCは2029年の修繕工事を先送り出来た。**

＜ 6 ＞ 総便益（道路利用者コスト削減便益－道路管理者費用）

総便益 (百万Kshs)

ケース	道路利用者コスト削減便益	道路管理者費用	総便益
PBC	30,474 (115%)	4,000 (80%)	26,474 (124%)
従来型	26,419 (100%)	5,000 (100%)	21,419 (100%)
差額	4,055	-1,000	5,055

- ・ 現在価値に換算した便益を算出。道路利用者コスト削減便益はPBCの方が**約15%高い**。
- ・ 道路管理者コスト(工事費)はPBCの方が**約20%低い**。
- ・ 総便益はPBCの方が**約24%大きい**(約51億Ksh)。

まとめ

- ・ 6つの比較項目のほぼ全てでPBCの有効性を**定量的**に確認できた。
- ・ しかし、シミュレーションはあくまでシミュレーションであり、実際には関係者の**実施能力レベル**や、災害・事故・過積載車両走行など**不測要因**の影響を受け、効果も変動、あるいは逆転する可能性があることに留意する必要がある。

4. 本調査の今後のスケジュール

- ドラフトファイナルレポート提出: 12月
- ファイナルレポート提出: 2023年2月

ご清聴ありがとうございました！！