

インド国
幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査
(エンジニアリング)

最終報告書

Volume 3
(タスク 2)

平成19年10月
(2007年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社
社団法人 海外鉄道技術協力協会
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

社会
JR
07-60

インド国
幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査
(エンジニアリング)

最終報告書

Volume 3
(タスク 2)

平成19年10月
(2007年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社
社団法人 海外鉄道技術協力協会
株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（エンジニアリング）

ファイナル・レポートの構成

- Volume 1 要旨（タスク 0、タスク 1 およびタスク 2）／和文及び英文
- Volume 2 ファイナル・レポート（タスク 0& 1）／和文（要約）及び英文
- Volume 3 ファイナル・レポート（タスク 2）／和文（要約）及び英文
- Volume 4 別添 1 技術資料（Annex 1 Technical Working Papers）／英文
- Volume 5 別添 2 概略設計図面（Annex 2 Preliminary Design Drawings）／英文(限定部数)

交換レート

US\$1.00 = INR42.98

INR1.00 = JPY 2.77

序 文

2005年4月29日、デリーにおける日印首脳会談において、両国首相は「日印グローバル・パートナーシップ強化のための8項目の取り組み」を通して両国のグローバル・パートナーシップを強化することに合意しました。また同時に、本邦技術活用制度（STEP）がインドにおける大規模インフラプロジェクトを実施するための効果的整備手法の一つであるとの認識を共有し、本邦技術・専門知識の支援を受けて本件調査を実施することについて確認しました。

このような両国の理解を背景に、2005年7月、インド政府は優先順位の高い交通開発計画プロジェクトとして幹線貨物鉄道建設計画（デリー～ムンバイ間及びデリー～ハウラー間）の事業化可能性について我が国に技術協力を要請しました。

この要請を受け、2005年10月、日本政府は独立行政法人国際協力機構（以下、JICA）を通じ上記プロジェクトに必要な情報の収集・分析を行うための予備調査団を派遣し、JICAとインド鉄道省との間で同プロジェクトの事業化可能性調査を協力して実施することについて同意が取り交わされました。翌月、2005年11月に日本政府はその予備調査結果に基づき、“幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（デリー～ムンバイ間及びデリー～ハウラー間）”の事業化可能性調査の実施を決定しました。

2006年2月にJICAは事前調査団を派遣し同調査の実施細則（S/W）の確認を行い、協議議事録（M/M）を作成、インド鉄道省との間で署名を取交わしました。

この実施細則に基づき、JICAは平成18年5月から日本工営株式会社の澁谷實氏を団長とし、同社及び社団法人海外鉄道技術協力協会、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの3社から構成される調査団による本格調査を開始しました。

本報告書は、平成18年5月から平成19年10月末までに同調査団が実施した調査について取りまとめたものです。なお、本調査に先立ち、JICAは、日本貨物鉄道株式会社の岩沙克次特別顧問を委員長とする国内支援委員会を設立しました。JICAに対する適確なご支援および関係省庁との協議調整にもご尽力いただきました岩沙委員長、国内支援委員の皆様がこの場を借りて御礼申し上げます。

最後に、この調査報告書が本プロジェクトの推進に大いに寄与することを願いつつ、本調査にご協力いただいた現地の方々その他関係各位に感謝申し上げます。

平成19年10月

独立行政法人 国際協力機構

理事 橋本 栄治

平成 19 年 10 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 橋本 栄治 殿

伝 達 状

謹啓、時下益々ご清栄の事とお慶び申し上げます。

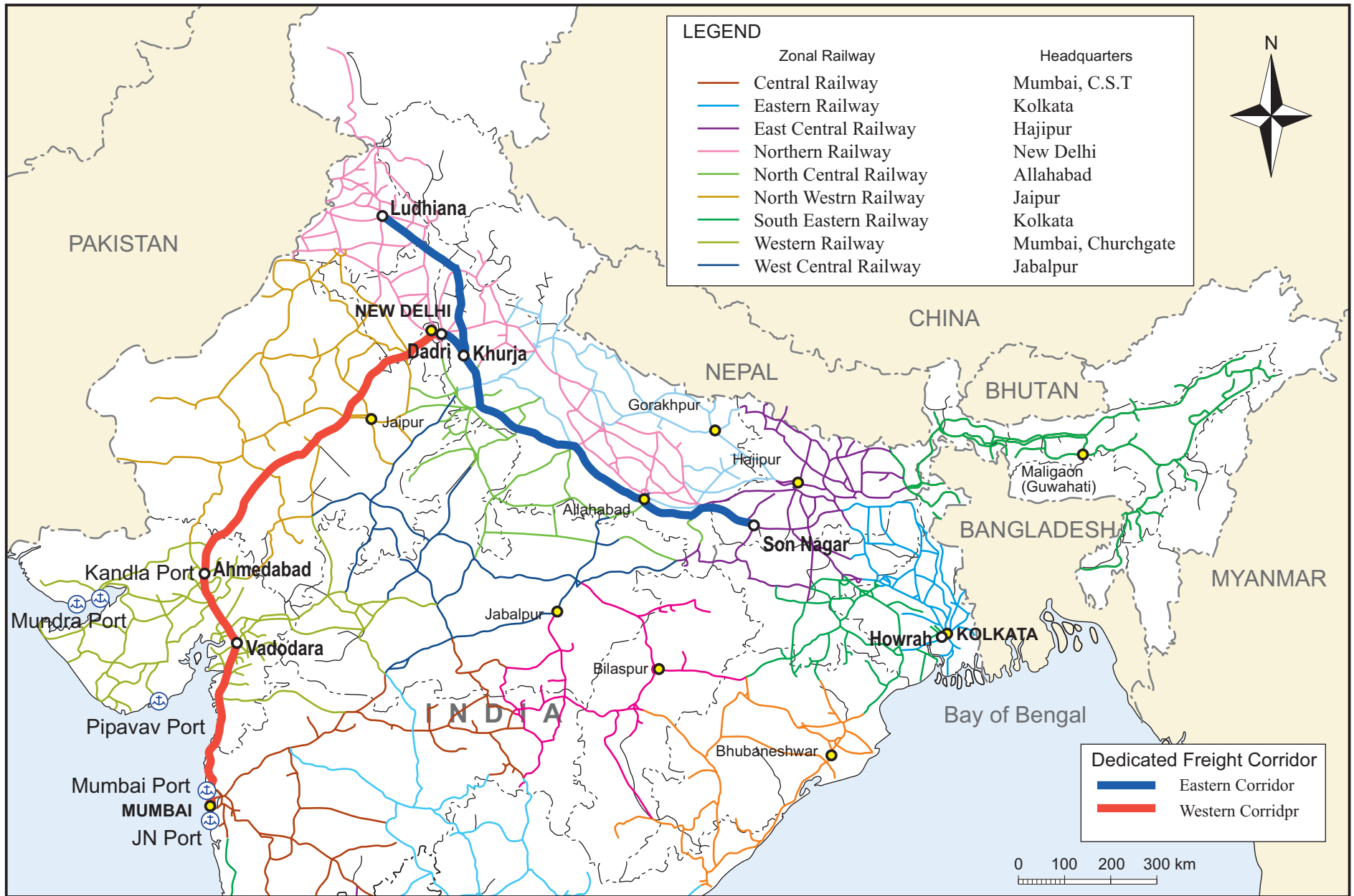
ここに「インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（エンジニアリング）」の最終報告書を提出いたします。

本報告書は、貴機構との契約に基づき、2006 年 5 月より 2007 年 10 月末にかけて日本工営株式会社、社団法人海外鉄道技術協力協会、および株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルからなる共同企業体を実施した調査成果を取りまとめたものです。本報告書は事業実行可能性を検証するにあたり技術的妥当性、財政的実行可能性、および環境・社会面での持続可能性等の側面から検討結果を網羅致しました。

本報告書の提出にあたり、諸般のご協力を賜った貴機構、国内支援委員会、外務省、在インド日本大使館ならびにインド国鉄道省、カウンターパート・スタッフの方々に心からの謝意を表するとともに、この報告書がインド国の発展に貢献することを祈念いたします。

謹白

幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査
共同企業体
日本工営株式会社
社団法人 海外鉄道技術協力協会
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
団長 渋谷 實



LOCATION MAP

プロジェクト概要

プロジェクト概要 (全区間)

No.	項目	細目	
		西回廊	東回廊
0	対象区間		
		JNPT - Vasai Rd – Vadodara – Ahmedabad – Ajmer – Rewari - Dadri	Sonnagar - Mughal Sarai – Kanpur – Khurja – Dadri、 Khurja – Kalanaur - Dhandari Kalan(Ludhiana)
1	区間延長		
	総延長	1,468 km	1,309 km
	- 複線区間	1,468 km	883 km
	- 単線区間	-	426 km
2	縦断勾配		
	- 最急勾配	1 : 200 (5/1000)	
	- ヤード内最急勾配	1 : 1200 (0.83/1000) 1 : 400 (2.5/1000) やむを得ない場合	
3	標準仕様		
	- ゲージ	1,676 mm	
	- レール	UIC 60 kg/m、 HH rail	
	- 枕木	PC 1660 本/km、 本線部 PC 1540 本/km、 副本線・側線	
	- 分岐器	12 番マンガクロッシング、PC 枕木または合成枕木。 重要度の低い側線は、8 1/2 番。	
	- バラスト厚	300 mm	
	- 最高速度	100 km/hr	
- 列車と軸重	ウェルタイプダブルスタックコンテナ列車および最大 5800 トンの石炭列車等、軸重 25 トン		
4	盛土構造 (迂回区間)		
	- 複線区間盛土幅	12.5 m	
	- 法面勾配	2H: 1V	
	- 複線区間切土幅	14.9 m (11.9 m+1.5 m×2 側溝部を含む)	
	- 切土勾配	1:1	
	- ブランケット厚	0.60 m	

No.	項目	細目	
		西回廊	東回廊
5	曲線		
	- 最急曲線	2.5 度 (曲線半径 700 m)	
	- 曲線補正	曲率 1 度あたり 0.04 %	
6	車両限界		
	- 車両限界高	6.83 m	
7	建築限界		
	- 建築限界高	7.76 m	
8	軌道中心間隔		
	DFC 軌道中心間隔	5.5 m	
	既存線と DFC の軌道中心間隔	6.0 m	
9	橋梁		
	- 設計荷重	軸重 30 ton, 荷重密度 12 ton/m	
	- 重要橋梁延長	12,810m (18 橋)	2,660m (6 橋)
	- 主要橋梁延長	16,890 m	9,740m
10	交差道路		
	- 跨道橋箇所数 (迂回区間)	133	79
	- 踏切箇所数	505	368
	- 跨線橋箇所数(架替)	27	8
	- 跨道橋箇所数(腹付区間)	357	202
11	交差線路		
	- フライオーバー箇所数	41	31
12	駅		
	- ジャンクションステーション	9 駅	12 駅
	- ターミナルステーション	3 駅	2 駅(Dadri を含まず)
	- クロッシングステーション		
	複線区間	32 駅	16 駅
単線区間	-	36 駅	
13	トンネル		
	- トンネル箇所数	1	0
	- トンネル延長	4,000m	-

No.	項目	細目	
		西回廊	東回廊
14	必要取得用地		
	- 軌道部	5,411 ha	2,832ha
	- 跨線橋	44 ha	12 ha
	合計	5,455 ha	2,844 ha
15	迂回区間		
	- 区間延長	474 km	275 km
16	信号・通信システム		
	- 信号システムのタイプ	AF 軌道回路を用いた ATS 付自動信号システム	
	- 閉塞区間長	標準部：1.5 km 駅付近：1 km	
	- 通信システム	GSM-R	
17	列車牽引方式		
	- 機関車タイプ	電気機関車	電気機関車
	- 電化システム	25 kV AC	
	- き電方式	AT き電(25kVx2)	
18	概算事業費 (百万. Rs)		
	- 建設費	164,655	110,540
	- コンサルティングサービス費	5,432	3,419
	- 物的予備費	10,079	7,356
	- プライスエスカレーション	18,838	13,749
	- 用地取得費	26,640	25,495
	- 税金	2,234	1,326
	- 一般管理費	10,599	7,235
	- 建中金利	9,608	7,102
	- 機関車調達費	39,334	36,217
	合計	287,420	212,437

No.	項目	細目	
		西回廊	東回廊
19	列車運行システム		
	- 運行タイプ	運転士 1 人体制 (ブレーキバン連結なし)	
	- 最高速度	100 km/hr	
	- 線路容量	1 方向あたり 140 本/日 (保守間合 4 時間)	
	複線区間 単線区間	1 方向あたり 25 本/日 (保守間合 4 時間)	
- 列車長	686 m CSR 対応		
20	経済・財務評価		
	- 内部経済収益率(EIRR)	14.09 %	15.26 %
	- 内部財務収益率(FIRR)	9.08 %	15.59 %
21	経済波及効果		
	- 生産波及効果	1,386 十億 Rs.	
	- 粗付加価値波及効果	700 十億 Rs.	
	- 政府への波及効果	22 十億 Rs.	
	- 企業利益への波及効果	249 十億 Rs.	
- 世帯への波及効果	372 十億 Rs. 110 万人		

プロジェクト概要 (Phase I-a 区間)

No.	Description	Details	
		西回廊	東回廊
0	対象区間		
		Vadodara – Ahmedabad – Ajmer - Rewari	Mughal Sarai - Kanpur - Khurja
1	区間延長		
	延長(Phase I-a 区間)	918 km	710 km
2	縦断勾配		
	- 最急勾配	1 : 200 (5/1000)	
	- ヤード内最急勾配	1 : 1200 (0.83/1000) 1 : 400 (2.5/1000) やむを得ない場合	
3	標準仕様		
	- ゲージ	1,676 mm	
	- レール	UIC 60 kg/m、 HH rail	
	- 枕木	PC 1660 本/km、 本線部 PC 1540 本/km、 副本線・側線	
	- 分岐器	12 番マンガククロスینگ、PC 枕木または合成枕木。 重要度の低い側線は、8 1/2 番。	
	- バラスト厚	300 mm	
	- 最高速度	100 km/hr	
- 列車と軸重	ウェルタイプダブルスタックコンテナ列車および最大 5800 トンの石炭列車等、軸重 25 トン		
4	盛土構造 (迂回区間)		
	- 複線区間盛土幅	12.5 m	
	- 法面勾配	2H: 1V	
	- 複線区間切土幅	14.9 m (11.9 m+1.5 m×2 側溝部を含む)	
	- 切土勾配	1:1	
	- ブランケット厚	0.60 m	

No.	Description	Details	
		西回廊	東回廊
5	曲線		
	- 最急曲線	2.5 度 (曲線半径 700 m)	
	- 曲線補正	曲率 1 度あたり 0.04 %	
6	車両限界		
	- 車両限界高	6.83 m	
7	建築限界		
	- 建築限界高	7.76 m	
8	軌道中心間隔		
	DFC 軌道中心間隔	5.5 m	
	既存線と DFC の軌道中心間隔	6.0 m	
9	橋梁		
	- 設計荷重	軸重 30 ton, 荷重密度 12 ton/m	
	- 重要橋梁延長	5,970m (4 橋)	1,620m (2 橋)
	- 主要橋梁延長	7,960m	2,200m
10	交差道路		
	- 跨道橋箇所数 (迂回区間)	87	48
	- 踏切箇所数	317	212
	- 跨線橋箇所数(架替)	1	2
	- 跨道橋箇所数 (腹付区間)	207	110
11	交差線路		
	- フライオーバー箇所数	29	18
12	駅		
	- ジャンクションステーション	21 駅	14 駅
	- ターミナルステーション	7 駅	8 駅
	- クロッシングステーション	0 駅	0 駅
13	トンネル		
	- トンネル箇所数	0	0

No.	Description	Details	
		西回廊	東回廊
14	必要取得用地		
	- 軌道部	3,329 ha	1,683ha
	- 跨線橋	2 ha	6 ha
	合計	3,331 ha	1,689 ha
15	迂回区間		
	- 区間延長	292 km	153 km
16	信号システム		
	- 信号システムのタイプ	AF 軌道回路を用いた ATS 付自動信号システム	
	- 閉塞区間長	標準部 : 1.5 km 駅付近 : 1 km	
	- 通信システム	GSM-R	
17	列車牽引方式		
	- 機関車タイプ	- 機関車タイプ	- 機関車タイプ
	- 電化システム	- 電化システム	
	- き電方式	- き電方式	
18	概算事業費 (百万. Rs)		
	- 建設費	93,464	61,355
	- コンサルティングサービス費	3,393	1,376
	- 物的予備費	6,770	4,913
	- プライスエスカレーション	12,653	9,182
	- 用地取得費	16,339	15,143
	- 税金	1,332	540
	- 一般管理費	6,628	4,202
	- 建中金利	6,222	4,597
	- 機関車調達費	39,334	36,217
	合計	186,136	137,526

No.	Description	Details	
		西回廊	東回廊
19	列車運行システム		
	- 運行タイプ	運転士 1 人体制 (ブレーキバン連結なし)	
	- 最高速度	100 km/hr	
	- 線路容量		
	複線区間	1 方向あたり 140 本/日 (保守間合 4 時間)	
単線区間	1 方向あたり 25 本/日 (保守間合 4 時間)		
- 列車長	686 m CSR 対応		

目次

インド国
幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査 (エンジニアリング)

ファイナル・レポート
(タスク 2)

目 次

序文
伝達状
位置図
プロジェクト概要
略語集

第 1 章	序論.....	1-1
第 2 章	RITES 調査 (PETS-II) レビュー.....	2-1
2.1	需要予測.....	2-1
2.2	輸送.....	2-1
2.3	路線計画.....	2-2
2.3.1	Rewari-Tuglakabad 間のトンネルについて.....	2-2
2.3.2	社会環境影響に対する配慮について.....	2-2
2.4	幾何的線形基準.....	2-2
2.5	軌道構造.....	2-2
2.6	停車場計画.....	2-3
2.7	道路との交差構造.....	2-4
2.8	西回廊の牽引システム.....	2-4
2.9	信号システム.....	2-5
2.10	通信システム.....	2-5
2.11	事業費.....	2-6
2.12	新規 ICD 計画.....	2-6
2.13	車輛の検討.....	2-6
2.14	環境社会配慮.....	2-7
第 3 章	貨物新線事業の整備シナリオの設定.....	3-1
3.1	整備シナリオ設定の目的と前提条件.....	3-1
3.2	プロジェクト実施可能条件の把握.....	3-2
3.2.1	需給の逼迫状況.....	3-2
3.2.2	基本計画の熟度について.....	3-2
3.2.3	環境社会配慮面の課題.....	3-4
3.3	段階整備検討のためのプロジェクト全体の区間分割.....	3-5
3.3.1	西回廊の区間分割.....	3-6
3.3.2	東回廊の区間分割.....	3-8
3.4	各区間の事業実施可能条件の整理と評価.....	3-9
3.5	各区間を組み合わせた段階整備シナリオの設定.....	3-14
3.5.1	各区間の事情実施可能条件の技術的総合評価.....	3-14
3.5.2	区間を組み合わせた段階開発シナリオの設定.....	3-15
3.6	技術オプションに対する段階整備手法適用に関する考察.....	3-22
3.6.1	東回廊の対象コンテナ輸送システム.....	3-23

3.6.2	停車場計画	3-23
3.6.3	踏切の改良	3-23
3.6.4	西回廊の電化/非電化問題.....	3-24
第 4 章	需要予測.....	4-1
4.1	はじめに.....	4-1
4.1.1	東西回廊の輸送需要概観.....	4-1
4.1.2	タクス 2 における需要予測.....	4-1
4.1.3	本調査における需要予測の方法.....	4-1
4.2	鉄道貨物輸送の需要予測	4-5
4.2.1	コンテナ貨物の輸送需要.....	4-5
4.2.2	石炭の輸送需要.....	4-8
4.2.3	その他品目の輸送需要.....	4-11
4.2.4	駅間 O/D.....	4-13
4.3	シナリオ別将来輸送量.....	4-13
4.3.1	シナリオ想定.....	4-13
4.3.2	列車配分の前提.....	4-14
4.3.3	DFC を建設しないケース (ゼロオプション)	4-15
4.3.4	基本ケース、DFC 東回廊のみ、DFC 西回廊のみ	4-19
4.3.5	GDP 成長率が 5% であるケース.....	4-21
4.3.6	コンテナ輸送の鉄道分担率が低いシナリオ.....	4-22
4.3.7	GDP 成長率 5% で、鉄道分担率が一定であるケース.....	4-23
4.4	DFC の将来交通量.....	4-24
4.4.1	DFC 東回廊.....	4-24
4.4.2	DFC 西回廊.....	4-24
4.4.3	Junction Station における交通量.....	4-24
第 5 章	基本的技術オプションの比較検討.....	5-1
5.1	コンテナ輸送方式の比較検討.....	5-1
5.1.1	DSC に係る最大車両移動寸法.....	5-1
5.1.2	中国の DSC 列車事例調査.....	5-3
5.1.3	SSC/DSC のコスト・ベネフィット分析.....	5-4
5.1.4	DSC 列車運転と推奨事項.....	5-11
5.1.5	まとめ	5-15
5.2	電車線とパンタグラフ	5-15
5.2.1	車両の高さと電車線高さ.....	5-15
5.2.2	電車線とパンタグラフ.....	5-17
5.2.3	DFC と既存線の電車線高さの遷移.....	5-18
5.2.4	まとめ	5-20
5.3	西回廊の動力方式の比較検討.....	5-20
5.3.1	エネルギー戦略の観点からの評価.....	5-20
5.3.2	コスト分析	5-24
5.3.3	環境面からの評価.....	5-28
5.3.4	まとめ	5-28
5.4	2 編成連結列車 (DCT) 構想の検討.....	5-29
5.4.1	検討の趣旨	5-29
5.4.2	輸送需要面からみた DCT の必要性.....	5-29
5.4.3	DCT の運転に関する検討.....	5-30
5.4.4	車両技術面からみた検討.....	5-30
5.4.5	路線容量面からみた検討.....	5-32

5.4.6	コスト面からみた検討.....	5-33
5.4.7	まとめ	5-36
5.5	踏切改良方式の比較検討.....	5-37
5.5.1	踏切による経済的損失.....	5-37
5.5.2	自動踏切化の提案.....	5-41
第6章	輸送計画.....	6-1
6.1	この章のねらい.....	6-1
6.2	輸送計画の前提.....	6-1
6.3	段階整備と列車キロ.....	6-2
6.4	列車の運転時分査定.....	6-3
6.4.1	査定的前提.....	6-3
6.4.2	列車の運転時分.....	6-4
6.5	列車計画の策定.....	6-6
6.5.1	計画の前提.....	6-6
6.5.2	列車運転間隔の設定.....	6-7
6.5.3	列車ダイヤの作成.....	6-9
6.6	機関車両数等の算出.....	6-9
6.6.1	機関車運用の前提.....	6-9
6.6.2	所要機関車両数.....	6-10
6.6.3	貨車所要両数.....	6-12
6.7	貨物列車時刻表の導入.....	6-13
6.7.1	列車時刻表導入の意義.....	6-13
6.7.2	時刻表導入に対する懸念の解明.....	6-14
6.7.3	在来線貨物列車時刻表の段階的導入（提案）.....	6-15
6.8	線路容量向上の方策.....	6-16
6.8.1	線路容量向上方策のメニュー.....	6-16
6.8.2	上下列車の進路競合の回避.....	6-17
6.8.3	設備・車両の構造改良/品質の向上.....	6-18
6.8.4	ソフト的対策.....	6-18
6.9	DFC とフィーダー線の円滑な直通運転.....	6-19
6.10	途中駅での着発線荷役の実施.....	6-20
6.11	主要拠点間の到達時分.....	6-21
第7章	施設・設備概略設計.....	7-1
7.1	はじめに.....	7-1
7.2	路線計画.....	7-1
7.2.1	レビュー資料入手状況.....	7-1
7.2.2	路線計画の経緯.....	7-1
7.2.3	概略設計の手法.....	7-2
7.2.4	路線計画レビューの基本条件.....	7-2
7.2.5	路線計画ガイドライン・デザイン.....	7-3
7.2.6	第1期-B以降の区間の路線計画変更の可能性.....	7-17
7.3	駐車場の配置と配線.....	7-17
7.3.1	DFCにおける駐車場の種別と役割.....	7-17
7.3.2	駐車場に関する規格.....	7-18
7.3.3	駐車場の配置.....	7-20
7.3.4	DFCの停車場に必要な機能と設備.....	7-24
7.3.5	DFCの停車場計画の現況と課題.....	7-28
7.3.6	DFCの停車場の計画.....	7-29

7.3.7	駐車場のガイドライン・デザイン	7-31
7.4	土木関係施設	7-34
7.4.1	概要	7-34
7.4.2	土工	7-34
7.4.3	跨線道路橋（ROB）および架道橋（RUB）	7-36
7.4.4	橋梁とカルバート	7-47
7.4.5	トンネル区間の迂回路検討	7-48
7.4.6	PETS-II トンネル区間のレビュー	7-51
7.4.7	Asaoti - TKD 支線区間の検討	7-55
7.5	軌道	7-58
7.5.1	全般	7-58
7.5.2	軸重とレール材料の関係	7-59
7.5.3	DFC の軌道	7-62
7.5.4	保守体制	7-64
7.6	電気設備	7-64
7.6.1	AT き電方式	7-64
7.6.2	変圧器の容量検討(FTt, AT)	7-67
7.6.3	電車線路の構成	7-67
7.6.4	トロリ線偏倚と架線柱の径間	7-68
7.6.5	工事の施工方法	7-68
7.6.6	電力供給の計画	7-68
7.7	列車運行管理システム	7-70
7.7.1	DFC の総合運行管理システム	7-70
7.7.2	DFC における運行管理システムに必要な機能と仕様	7-73
7.7.3	列車運行管理システムの概要	7-73
7.7.4	CTC 装置	7-74
7.8	通信・信号システム	7-74
7.8.1	通信システム	7-74
7.8.2	信号システム	7-78
7.8.3	信号通信用電源設備	7-79
7.9	車両	7-80
7.9.1	電気機関車	7-80
7.9.2	貨車	7-83
7.10	車両保守計画	7-86
7.10.1	車両保守の課題	7-86
7.10.2	車両品質向上について	7-88
7.11	車両基地	7-91
7.11.1	PETS-II のレビュー結果	7-91
7.11.2	車両基地についての概略検討	7-91
7.11.3	まとめ	7-94
7.12	付帯的既存線改良	7-94
7.12.1	必要な既存線改良事業	7-94
7.12.2	第 1 期-A 事業で必要な既存線改良事業	7-95
第 8 章	インターモーダル輸送改善のアクションプラン	8-1
8.1	本章のねらい	8-1
8.1.1	インターモーダル輸送システム整備の重要性	8-1
8.1.2	インターモーダル輸送改善の概要	8-2
8.2	インターモーダル輸送実現に向けてのアクションプラン	8-3
8.2.1	港湾施設・設備の整備（A01, A02）	8-3

8.2.2	港湾内のコンテナ荷役、移送、留置の改善 (A03, A04, A05)	8-4
8.2.3	通関制度の見直し(A07)	8-7
8.2.4	鉄道フィーダー線の改善(A08)	8-7
8.2.5	列車運行時刻表の有効活用 (A09), (A10), (A11), (A12)	8-9
8.2.6	ICD の整備 (A13), (A15)	8-12
8.2.7	Delhi 首都圏 ICD 整備 (A14)	8-13
8.2.8	ロジスティックパーク (A13)	8-16
8.2.9	鉄道連絡線およびアクセス道路 (A16)	8-17
8.2.10	トラック配送との連携強化 (A17), (A18)	8-17
8.2.11	料金後納制度の導入 (A19)	8-18
8.2.12	運賃協議制度の導入(A20)	8-19
8.3	インターモーダル輸送改善の目標値	8-19
8.4	インターモーダル輸送改善の効果の測定	8-19
8.4.1	評価方法と評価対象	8-19
8.4.2	ICD・港利用対象貨物量	8-20
8.4.3	物流改善による時間短縮	8-20
8.4.4	便益額	8-21
8.4.5	全体便益額	8-22
8.4.6	全体考察	8-23
8.5	インターモーダル輸送改善に向けて必要なアクション	8-26
8.5.1	基本方針	8-26
8.5.2	インターモーダル輸送改善タスクフォースの設立と他機関への働きかけ	8-26
8.5.3	DFCCIL および IR の実施すべきアクション	8-27
第 9 章	運行保守管理	9-1
9.1	本章の概要	9-1
9.2	DFC 運行及び保守管理体制の課題	9-1
9.3	日本の鉄道の運行保守管理体制	9-1
9.3.1	日本の都市間鉄道における要員体制とその特徴	9-1
9.3.2	新幹線の運行保守管理体制	9-2
9.4	インドにおける新しい要員体制 (Konkan 鉄道)	9-4
9.5	DFC の運行保守管理体制	9-5
9.5.1	管理体制の構築	9-5
9.5.2	DFC の運行管理体制と組織	9-7
9.5.3	列車運転の体制	9-9
9.5.4	保守体制の構築	9-11
9.6	DFC の収入と経費	9-12
9.6.1	DFC の要員配置基準	9-12
9.6.2	物件費等の単価	9-14
9.6.3	運賃単価	9-14
9.6.4	在来線の経費単価	9-14
9.6.5	時点別収益と経費	9-15
9.6.6	考察	9-17
第 10 章	環境社会配慮 (EIA レベル)	10-1
10.1	環境社会配慮調査 (EIA レベル) の概要	10-1
10.1.1	調査の実施方針	10-1
10.1.2	調査項目	10-3
10.1.3	調査実施上の留意点	10-5
10.1.4	調査実施体制	10-11

10.1.5	環境社会配慮調査（EIA レベル）の実施スケジュール	10-13
10.2	調査地域の社会経済概況	10-15
10.2.1	西回廊	10-15
10.2.2	東回廊	10-21
10.3	社会環境調査	10-26
10.3.1	社会環境調査の概要	10-26
10.3.2	その他の社会環境上の問題点に係る調査	10-27
10.3.3	西回廊における社会環境への影響が顕著な地域	10-27
10.3.4	東回廊における社会環境への影響が顕著な地域	10-41
10.3.5	社会環境調査結果の概要	10-48
10.4	自然環境調査	10-52
10.4.1	自然環境調査の概要	10-52
10.4.2	自然環境調査結果の概要	10-52
10.4.3	西回廊における自然環境への影響が顕著な地域	10-57
10.4.4	東回廊における自然環境への影響が顕著な地域	10-62
10.4.5	自然環境に関連した法制度	10-65
10.5	環境汚染対策調査	10-67
10.5.1	環境汚染対策調査の概要	10-67
10.5.2	DFC プロジェクトによる影響予測・評価	10-74
10.5.3	区間ごとの公害の現況と影響の概要：西回廊	10-79
10.5.4	区間ごとの公害の現況と影響の概要：東回廊	10-81
10.5.5	鉄道走行に伴う騒音・振動調査	10-82
10.5.6	Sensitive Receptor (SR)における騒音・振動調査	10-89
10.5.7	鉄道騒音・振動の予測・評価	10-95
10.5.8	騒音・振動に係る考察および提言	10-102
10.6	ステークホルダー協議の開催	10-104
10.6.1	第2ステージの現地ステークホルダー協議の開催方法	10-105
10.6.2	第2ステージの現地ステークホルダー協議	10-106
10.6.3	フィードバック会議	10-108
10.6.4	第3ステージの現地ステークホルダー協議	10-110
10.6.5	中央レベルでのステークホルダー協議	10-112
10.7	住民移転計画のフレームワーク	10-121
10.7.1	インド国の住民移転関連法制度と運用上の問題点	10-121
10.7.2	住民移転計画フレームワークの策定	10-127
10.7.3	住民移転計画最終案策定に必要な事項	10-131
10.8	環境影響軽減措置	10-136
10.8.1	社会環境影響の軽減措置	10-136
10.8.2	自然環境	10-138
10.8.3	環境汚染対策	10-140
10.9	環境管理計画と環境モニタリング計画	10-144
10.9.1	環境管理計画	10-144
10.9.2	C.4 Pollution	10-149
10.9.3	環境モニタリング計画	10-152
10.10	インド政府側との環境社会配慮に関する協議	10-155
10.10.1	EWG 会議	10-155
10.10.2	アカデミック・アドバイザーによる現地調査	10-156
10.10.3	DFCCIL の現地ステークホルダー協議への参加	10-157
10.11	環境社会配慮の実施に関する勧告	10-158
10.11.1	実施体制整備に関する基本的な考え方	10-158
10.11.2	DFCCIL の住民移転政策に関する提案	10-159
10.11.3	住民移転実施組織体制の構築	10-159

10.11.4	地方政府組織の協力体制構築.....	10-162
10.11.5	MOR の役割	10-163
10.11.6	プロジェクト実施時の環境社会配慮実施体制.....	10-164
10.12	本調査以降に必要とされる環境社会配慮.....	10-165
10.12.1	最終的な路線設計図をもとにした追加調査.....	10-165
10.12.2	施工計画の検討に伴う環境社会配慮に係る追加調査.....	10-166
10.12.3	施工時における環境社会配慮.....	10-167
10.13	結論と提言.....	10-167
第 11 章	事業費積算.....	11-1
11.1	事業費積算の範囲と基本仕様.....	11-1
11.2	事業費積算の前提条件.....	11-2
11.3	PETS-II の事業費積算のレビューと主要変更点.....	11-3
11.4	事業費の区分.....	11-6
11.5	内貨・外貨の区分.....	11-6
11.6	事業費積算結果.....	11-8
11.6.1	区間別事業費の積算.....	11-8
11.6.2	期別事業費の積算.....	11-13
11.6.3	第 1 期-A 事業の事業費比較検討.....	11-14
第 12 章	経済財務評価.....	12-1
12.1	本章のねらい.....	12-1
12.2	経済評価.....	12-1
12.3	経済評価の結論.....	12-1
12.4	経済分析に用いるコスト.....	12-3
12.4.1	経済分析に用いる建設コスト.....	12-3
12.4.2	経済分析に用いる車両の経済コスト.....	12-4
12.5	便益計算に用いる輸送量.....	12-5
12.6	計測可能便益.....	12-6
12.7	With と Without.....	12-7
12.8	時間便益.....	12-8
12.8.1	時間便益の計測.....	12-8
12.8.2	運転速度.....	12-9
12.8.3	貨物の時間単価:.....	12-9
12.8.4	旅客の時間単価.....	12-10
12.9	運行経費の節約便益.....	12-10
12.9.1	列車の運行経費節約便益.....	12-10
12.9.2	路線トラック・路線バス走行経費節約便益.....	12-11
12.10	自動車排気ガス削減効果の計測.....	12-11
12.11	便益計測結果.....	12-12
12.12	妥当性範囲の分析.....	12-16
12.13	財務評価.....	12-17
12.14	財務分析の結論.....	12-17
12.15	DFC 財務コスト.....	12-19
12.15.1	建設コスト.....	12-19
12.15.2	DFC の運営維持管理コスト.....	12-20
12.16	内部収益率の投資妥当性の範囲（Sensitivity Analysis）.....	12-21
12.17	第 1 期-A 区間の経済・財務分析.....	12-22
12.17.1	第 1 期-A 区間の概要.....	12-22
12.17.2	第 1 期-A 区間の経済・財務分析結果.....	12-23

12.18	経済分析と財務分析の結論.....	12-23
12.19	事業効果 (乗数効果) 分析.....	12-25
12.19.1	はじめに	12-25
12.19.2	算定方法	12-26
12.19.3	事業効果	12-27
12.20	地域開発効果.....	12-29
第 13 章	DFCCIL に求められる経営計画.....	13-1
13.1	健全経営のための方策.....	13-1
13.1.1	経営計画の課題.....	13-1
13.1.2	プロジェクト・フィービリティ向上施策の検討.....	13-2
13.1.3	DFC 事業会計と IR 事業収入会計の分離に関する検討.....	13-7
13.1.4	事業組織の IR からの独立.....	13-10
13.1.5	線路使用料 (TAC) の定式化.....	13-12
13.1.6	DFCCIL の収入・支出の健全性	13-14
13.1.7	DFCCIL の建設工期に関するリスク	13-14
13.1.8	DFC の経営戦略上の諸提言の纏めとその目標値.....	13-15
13.2	DFC/DFCCIL の Cash Flow Projection 及び DFCCIL への TAC 水準の試行.....	13-17
13.2.1	DFC の財務計画.....	13-17
13.2.2	TAC (Track Access Charge) の適正水準のシミュレーション.....	13-29
13.3	資金調達方法の検討.....	13-29
13.3.1	資金ソース	13-30
13.3.2	資本金	13-30
13.3.3	円借款	13-32
13.3.4	Other Donors.....	13-33
13.3.5	国内・海外商業資金.....	13-33
13.4	民間セクターの参入に係る検討.....	13-35
13.4.1	DFCCIL への株主/主要顧客代表としての参画	13-35
13.4.2	ICD 展開のコンテナ輸送業者への新規参入.....	13-35
13.4.3	Logistic Park/Rail Side Warehousing の ICD/SEZ との連携.....	13-35
第 14 章	事業実施計画.....	14-1
14.1	事業主体とステークホルダー	14-1
14.2	事業実施スケジュール	14-2
14.2.1	DFC 整備計画スケジュール	14-2
14.2.2	段階的整備実施計画.....	14-4
14.2.3	第 1 期-A 整備区間の事業実施スケジュール.....	14-5
14.2.4	第 1 期-B 整備区間スケジュール.....	14-9
14.2.5	第 2 期整備区間スケジュール.....	14-10
14.3	事業実施体制	14-12
14.3.1	事業承認プロセス.....	14-12
14.3.2	プロジェクト実施機関.....	14-12
14.3.3	事業実施管理体制.....	14-14
14.4	第 1 期-A 事業の契約パッケージ分けと工区分けに関する考察	14-15
第 15 章	プロジェクトの総合評価.....	15-1
第 16 章	結論と提言.....	16-1

図リスト

図 3-1	段階整備検討のための区間分割図	3-6
図 3-2	DFC 西回廊の段階整備シナリオ	3-17
図 3-3	DFC 東回廊の段階整備シナリオ	3-19
図 4-1	本調査における貨物列車の需要予測フロー	4-2
図 4-2	本調査における列車配分の流れ	4-4
図 4-3	インド全体のコンテナ取扱量の将来推計	4-5
図 4-4	炭田と石炭火力発電所の立地図	4-9
図 4-5	GDP と鉄道貨物輸送量との関係	4-11
図 4-6	超過交通の道路への配分（貨物）	4-16
図 4-7	コンテナ交通量の推計（鉄道分担率が低いシナリオ）	4-23
図 5-1	RDSO による MMD	5-1
図 5-2	ウェル貨車 DSC の MMD	5-2
図 5-3	フラット貨車 DSC の MMD	5-2
図 5-4	DSC 積載形式による諸元	5-13
図 5-5	Minimum height of undersurface of ROB	5-16
図 5-6	パンタグラフと架線の関係	5-17
図 5-7	ワイドレンジに対応したパンタグラフの概念設計	5-18
図 5-8	ワイドレンジパンタグラフの例	5-18
図 5-9	電車線高さ遷移区間の検討	5-19
図 5-10	原油価格の推移（短期）	5-21
図 5-11	原油価格の推移（長期）	5-21
図 5-12	インドにおける一次エネルギー消費量と原油生産量	5-22
図 5-13	インドにおけるエネルギー源別発電量	5-23
図 5-14	OECD 国際石炭/石油取引価格	5-24
図 5-15	電磁自動空気ブレーキの効果	5-31
図 5-16	駅構内配線と列車運転間隔を決定する列車位置	5-33
図 5-17	累積踏切損失時間の概念図	5-37
図 5-18	自動車の時間帯別到着パターン（注：調査団による想定）	5-38
図 5-19	1 時間あたりの踏切遮断時間（注：調査団による推計値）	5-38
図 5-20	踏切の経済損失（都市間）	5-39
図 5-21	踏切の経済損失（都市内）	5-39
図 6-1	輸送計画作業のフロー	6-1
図 6-2	駅近傍の信号建植	6-3
図 6-3	機関車運用効率向上のイメージ	6-14
図 6-4	列車運転時刻表と日々の時刻表の編集	6-15
図 6-5	既存貨物列車の列車運転時刻表段階整備手順	6-16
図 6-6	DFC 開業以前に線路容量強化実施の必要性	6-16
図 6-7	Vasai-Road 駅における進路競合	6-17
図 6-8	ハードの方策とソフトの方策	6-19
図 6-9	段階別列車運転時分（JNP-TKD）	6-21
図 6-10	段階別列車運転時分（JNP-Ludhiana）	6-21
図 6-11	段階別列車運転時分（Mundra-Gurgaon/Dadri）	6-22
図 6-12	段階別列車運転時分（Pipavav-Gurgaon/Dadri）	6-22
図 6-13	段階別列車運転時分（Dhanbad-Ludhiana）	6-22

図 7-1	Allahabad 迂回路.....	7-6
図 7-2	Kanpur 迂回路.....	7-7
図 7-3	Etawah 迂回路.....	7-8
図 7-4	Aligarh 迂回路.....	7-9
図 7-5(1)	Vadodara-Ahmedabad 迂回路 (南側)	7-10
図 7-5(2)	Vadodara-Ahmedabad 迂回路 (北側)	7-11
図 7-6	Palanpur 迂回路.....	7-12
図 7-7	Kishangarh 迂回路.....	7-13
図 7-8	Phulera 迂回路.....	7-14
図 7-9	Ringas 迂回路.....	7-15
図 7-10	Rewari Alignment.....	7-16
図 7-11	既存線並行区間盛土工標準図.....	7-35
図 7-12	既存線並行区間切土工標準図.....	7-35
図 7-13	迂回区間盛土工標準図.....	7-35
図 7-14	迂回区間切土工標準図.....	7-35
図 7-15	JST による ROB 標準側面図(都市部・郊外部).....	7-37
図 7-16	JST による ROB 標準平面図(都市部).....	7-37
図 7-17	JST による ROB 標準平面図(郊外部).....	7-38
図 7-18	JST による ROB 標準縦断面図.....	7-38
図 7-19	既存 ROB の例 1(架替対象).....	7-40
図 7-20	既存 ROB の例 2(桁下空間利用).....	7-40
図 7-21	東部回廊既存 ROB 調査結果.....	7-42
図 7-22	西部回廊既存 ROB 調査結果(1/2).....	7-43
図 7-22	西部回廊既存 ROB 調査結果(2/2).....	7-44
図 7-23	Asaoti-Tuglakabad 間 ROB 調査結果	7-45
図 7-24	ROB 架替平面図.....	7-46
図 7-25	HM 荷重設計基準.....	7-48
図 7-26	迂回ルート案の線形.....	7-49
図 7-27	PETS-II のトンネル縦断面線形.....	7-52
図 7-28	新しいトンネル縦断面線形.....	7-52
図 7-29	PETS-II トンネル案と線形変更トンネル案.....	7-53
図 7-30	TKD ヤードの現況.....	7-57
図 7-31	Ballast Profile for LWR Track (Single Line B.G)	7-58
図 7-32	Standard Ballast Profile for B.G. (Other than Long/Continuous Welded Rail)	7-59
図 7-33	変電配置図.....	7-66
図 7-34	CEA 火力発電所開発計画.....	7-69
図 7-35	CEA 水力発電所開発計画.....	7-69
図 7-36	DFC 計画路線における電力グリッド	7-70
図 7-37	総合列車運行管理システム構成図.....	7-72
図 7-38	通信システム全体構成図.....	7-77
図 7-39	電気機関車の開発行程.....	7-83
図 7-40	中国鉄道のウェルタイプ DSC 貨車	7-84
図 7-41	バルク輸送用貨車イメージと車両限界	7-85
図 7-42	自動車輸送用貨車のイメージ.....	7-85
図 7-43	貨車の開発行程.....	7-86
図 7-44	車両基地と車両工場の位置.....	7-87
図 8-1	標準鉄道ヤード案.....	8-4
図 8-2	JNP 鉄道ヤード.....	8-5
図 8-3	埠頭作業におけるコンテナの動きと情報の連関	8-6
図 8-4	道路経由と鉄道経由の通関手続きの比較	8-7

図 8-5	Gujarat 州主要港と DFC 間の接続フィーダー線.....	8-8
図 8-6	コンテナ情報システム (IT-FRENS & TRACE)	8-10
図 8-7	着発線荷役の仕組み.....	8-11
図 8-8	着発線貨物駅での荷役作業 (岐阜貨物駅)	8-11
図 8-9	ICD の基本レイアウト (a).....	8-15
図 8-10	ICD の基本レイアウト (b).....	8-16
図 8-11	DFC 中間駅のロジスティックパーク設置によるコンテナ貨物の流れ.....	8-17
図 8-12	FDC 便益と ICD 港の物流改善による節約便益.....	8-22
図 9-1	DFCCIL 管理部門の組織図.....	9-7
図 9-2	円滑な合流を実現する列車の運行管理体制	9-8
図 9-3	DFC 指令所の組織図	9-9
図 9-4	緩急車連結を省略し、代替として反射型尾灯をつけたコンテナ列車(日本).....	9-9
図 9-5	緩急車の連結省略のメカニズム	9-10
図 9-6	CTC による列車運行管理システム	9-11
図 10-1	調査区間の概要.....	10-1
図 10-2	調査実施体制図.....	10-12
図 10-3	現地再委託先の環境調査実施体制	10-13
図 10-4	環境社会配慮調査の計画スケジュール	10-14
図 10-5	Surat 迂回路の状況.....	10-32
図 10-6	Bharuch 迂回路の状況	10-33
図 10-7	Vadodara 迂回路の状況.....	10-35
図 10-8	Valsad－Mahesana 間の迂回路の状況(Sabarmati Junction Station を含む).....	10-36
図 10-9	Palanpur－Balaram Ambaji 野生生物保護区間の迂回路の状況.....	10-37
図 10-10	Kishangarh 迂回路の状況.....	10-38
図 10-11	Phulera 迂回路の状況.....	10-39
図 10-12	Ringas 迂回路の状況.....	10-40
図 10-13	Rewari 迂回路の状況	10-40
図 10-14	Allahaba 迂回路の状況.....	10-42
図 10-15	Kanpur 迂回路の状況.....	10-43
図 10-16	Etawah－Kanpur 間の迂回路の状況	10-44
図 10-17	Etawah 迂回路の状況.....	10-45
図 10-18	Tundla 迂回路の状況.....	10-46
図 10-19	Aligarh－Hathras 間の追加迂回路の状況.....	10-46
図 10-20	Aligarh 迂回路の状況.....	10-47
図 10-21	Sub-district 別の住民移転数の分布.....	10-51
図 10-22	DFC プロジェクト沿線の野生生物保護区の位置図.....	10-53
図 10-23	DFC プロジェクト沿線の森林 (保全林、保護林) の分布.....	10-54
図 10-24	DFC プロジェクト沿線の立木の伐採本数	10-54
図 10-25	Sabarmati 川の水質.....	10-73
図 10-26	土工区間の模式平面図および断面図 (5 km ごとの土工区間を想定).....	10-75
図 10-27	鉄道および環境騒音・振動の測定地点模式図 (平坦路線および橋梁)	10-85
図 10-28	距離減衰パターンの例	10-89
図 10-29	鉄道騒音・振動の予測・評価の手順	10-96
図 10-30	現地ステークホルダー協議の実施の流れ	10-104
図 10-31	住民移転計画のメカニズム (National Rehabilitation Policy - 2006)	10-135
図 10-32	住民の要求に沿って設計された迂回路の断面図案	10-138
図 10-33	Suggested Mechanism of RRP	10-161
図 10-34	プロジェクト実施時の環境社会配慮実施体制	10-165

図 11-1	段階整備検討のための区間分割図	11-8
図 11-2	段階整備検討のための期別分割図 (西回廊)	11-9
図 11-3	段階整備検討のための期別分割図 (東回廊)	11-9
図 12-1	経済・財務評価内容の全体像	12-1
図 12-2	経済コスト推定手順	12-3
図 12-3	With, Without による施設利用状況の変化と便益の発生	12-8
図 12-4	時間節約便益の流れ	12-8
図 12-5	Benefit Calculation of Decrease of Vehicle Exhaust Gas	12-11
図 12-6	便益構成グラフ	12-14
図 12-7	Evaluation Procedure for Financial Analysis	12-17
図 12-8	西回廊、運賃収入と便益額	12-22
図 12-9	東回廊、運賃収入と便益額	12-22
図 12-10	産業連関モデルに基づく DFC プロジェクトの効果計測フロー	12-26
図 12-11	時間距離の短縮による広域規模の開発の促進	12-30
図 12-12	デリー-ムンバイ間産業大動脈	12-30
図 13-1	経済成長と鉄道シェア	13-2
図 13-2	鉄道シェアの推移と予測	13-3
図 13-3	距離帯別鉄道貨物需要関数	13-4
図 13-4	クラス別距離別運賃単価	13-5
図 13-5	IR 700Km 以下の距離帯の運賃提案	13-6
図 13-6	IR 生産指標トレンド	13-6
図 13-7	従業員生産性	13-7
図 13-8	経理分離概念図	13-8
図 13-9	DFC 運営関係図	13-11
図 13-10	DFCCIL のコスト構造	13-14
図 13-11	1st Phase 工事費の内訳	13-17
図 13-12	東西各回廊の需要構造 (2013 年、2031 年)	13-18
図 13-13	DFCCIL 職務別従業員数	13-19
図 13-14	DFC Railway 職務別従業員数	13-20
図 13-15	DFC の損益構造	13-21
図 13-16	DFCCIL の Debt Service Coverage 構造	13-22
図 13-17	DFCCIL の負債・資本構造	13-22
図 13-18	DFCCIL の配当・利息支払状況	13-23
図 13-19	TAC の DFC Profit & Loss に占める位置	13-23
図 13-20	IR 及び DFCCIL の Retained earnings	13-24
図 13-21	DFCCIL の B/S(資産)	13-24
図 13-22	DFCCIL の B/S(資本・負債)	13-24
図 13-23	DFC の従業員生産効率	13-25
図 13-24	Operating Ratio	13-25
図 13-25	DFC の Capital Expenditure	13-29
図 13-26	IR の Net Income の推移	13-30
図 13-27	IR の Sources of Funds	13-31
図 13-28	IR の Uses of Funds	13-31
図 13-29	IR の BS	13-32
図 13-30	IR の BS	13-32
図 14-1	事業実施上のステークホルダー関連図	14-1
図 14-2	円借によるコンサルタント雇用およびコントラクター調達手続き	14-3
図 14-3	DFC 全体事業の実施スケジュール	14-11

図 14-4	Project Appraisal Process for DFC Project.....	14-12
図 14-5	設計・入札業務実施体勢.....	14-14
図 14-6	施工監理体制.....	14-15

表リスト

表 3-1	需給逼迫度の算定に用いた線路容量.....	3-2
表 3-2	DFC 西回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (1) (需要面および技術面)	3-10
表 3-2	DFC 西回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (2) (環境面)	3-11
表 3-3	DFC 東回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (1) (需要面および技術面)	3-12
表 3-3	DFC 東回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (2) (環境面)	3-13
表 3-4	西回廊各区間の事業実施可能条件に関する技術的妥当性評価	3-14
表 3-5	東回廊各区間の事業実施可能条件に関する技術的妥当性評価	3-15
表 3-6	DFC 西回廊の段階整備シナリオ	3-17
表 3-7	DFC 東回廊の段階整備シナリオ	3-19
表 4-1	コンテナ取扱量の推計('000TEU/年).....	4-6
表 4-2	コンテナ輸送量(発着計)の推計('000TEU/年)	4-7
表 4-3	Delhi と Ludhiana の ICD 取扱量推計('000TEU).....	4-7
表 4-4	鉄道によるコンテナ輸送量('000TEU)	4-8
表 4-5	石炭火力発電所の一覧.....	4-8
表 4-6	第 11、12 次五ヶ年計画期間中の火力発電所計画	4-10
表 4-7	東回廊の石炭輸送(2011-12)	4-10
表 4-8	石炭輸送の増加想定(2016-17 年、2021-22 年)	4-11
表 4-9	人口と GDP 及び鉄道貨物輸送量の時系列データ	4-12
表 4-10	品目別生成交通量推計(百万トン)	4-12
表 4-11	列車あたり積載量.....	4-15
表 4-12	DFC を建設しない場合に道路に移る輸送需要.....	4-15
表 4-13	在来線の将来需要(列車本数)	4-17
表 4-14	基本ケース(東西回廊)の需要推計	4-20
表 4-15	主要 Junction Station における交通量推計.....	4-24
表 4-16	DFC 東回廊(Dadri - Sonnagar 間)	4-25
表 4-17	DFC 東回廊(Khurja - Ludhiana 間)	4-25
表 4-18	DFC 西回廊.....	4-25
表 5-1	中国とインドの電化区間の比率.....	5-3
表 5-2	コンテナ輸送方式に関するコスト分析対象ケース	5-5
表 5-3	列車あたり機関車両数と想定価格.....	5-6
表 5-4	列車あたりコンテナ貨車数と想定価格	5-6
表 5-5 (1)	西回廊における将来輸送需要及び必要なパルク列車及び SSC 列車本数	5-7
表 5-5 (2)	西回廊 DFC における輸送量および機関車両数(オプション 1)	5-7
表 5-5 (3)	西回廊 DFC における輸送量および機関車両数(オプション 2)	5-8
表 5-6	西回廊電化費用.....	5-8
表 5-7	ROB 架け替え費用.....	5-9
表 5-8	運転維持管理費.....	5-9
表 5-9	動力費.....	5-10
表 5-10	コスト分析結果.....	5-10
表 5-11	単位輸送コスト(2023/24 年)	5-11
表 5-12	DSC と動力方式.....	5-12
表 5-13 (1)	Heights of gravity centre for 9 ^{1/2} ft +8 ^{1/2} ft on flat	5-12
表 5-13 (2)	Heights of gravity centre for 9 ^{1/2} ft +8 ^{1/2} ft on well	5-12
表 5-13 (3)	Heights of gravity centre for 9 ^{1/2} ft +8 ^{1/2} ft on flat	5-12
表 5-14	積載形式・ゲージ別転倒モーメント増加率	5-13
表 5-15	車両高さ・構造物クリアランスの関係	5-16
表 5-16	西回廊想定電力需要	5-23

表 5-17	保守コスト.....	5-25
表 5-18	輸送需要および機関車両数 2023-24.....	5-25
表 5-19	貨物需要伸び率.....	5-25
表 5-20	西回廊の動力方式に関するコスト分析.....	5-27
表 5-21	輸送需要およびディーゼル燃料費に関する感度分析.....	5-28
表 5-22	ディーゼル機関車および電気機関車のエネルギー効率比較.....	5-28
表 5-23	区間別列車本数(東回廊).....	5-30
表 5-24	遠隔操縦システムの比較.....	5-31
表 5-25	1 線着発における有効長と列車長毎の列車運転時間 (1 列車 5800t 牽引).....	5-33
表 5-26	車両機能追加によるコスト.....	5-34
表 5-27	駅数一覧.....	5-34
表 5-28	1 Terminal / Crossing Station 当り増加数量・金額.....	5-34
表 5-29	1 Junction Station 当り増加数量・金額.....	5-35
表 5-30	乗務員人件費の節減額 (単位 Rs Crore).....	5-35
表 5-31	DCT 方式の採用による費用対効果.....	5-36
表 5-32	車種別の構成比、時間価値、PCU の想定値 (調査団による想定).....	5-38
表 6-1	輸送計画の前提.....	6-2
表 6-2	東回廊の時点別開業区間と年間列車キロ.....	6-3
表 6-3	西回廊の時点別開業区間と年間列車キロ.....	6-3
表 6-4	DFC 用機関車の性能.....	6-4
表 6-5	東回廊運転時分 (12000HP-58Wagons-5800t).....	6-4
表 6-6	西回廊運転時分 (12000HP-58Wagons-5800t).....	6-5
表 6-7	貨物列車の平均時速.....	6-5
表 6-8	コンテナ列車と石炭列車の実測データ.....	6-6
表 6-9	列車の表定速度.....	6-6
表 6-10	曲線部における速度制限.....	6-7
表 6-11	駅部での列車続行時間.....	6-7
表 6-12	年度別区間別列車運転本数(上下平均).....	6-8
表 6-13	SSC 列車では線路容量を超える場合の DSC 列車本数の算出.....	6-8
表 6-14	列車運転間隔.....	6-8
表 6-15	1 日あたりの列車 km.....	6-9
表 6-16	DFC から在来線区間に直通する列車の比率(2004-05 年).....	6-10
表 6-17	DFC 線内運転年間列車本数(上下計).....	6-10
表 6-18	年度別機関車所要両数 (a).....	6-11
表 6-19	年度別機関車所要両数 (b).....	6-11
表 6-20	年度別機関車所要数及び調達数.....	6-12
表 6-21	年度別貨車所要両数.....	6-12
表 6-22	線路容量向上のためのメニュー.....	6-17
表 6-23	JR 貨物における機関車付け換え時分例.....	6-20
表 7-1	RITES 路線計画入手状況.....	7-1
表 7-2	DFC の停車場配置 (PETS-II).....	7-22
表 7-3	第 1 期-A 事業区間ガイドライン・デザイン Junction/Crossing Station の置.....	7-33
表 7-4	ROB のタイプ区分 (RITES 社による).....	7-37
表 7-5	既存 ROB 箇所数 (調査団による).....	7-39
表 7-6	ROB 建設工程案.....	7-47
表 7-7	PET-II トンネル諸元.....	7-51
表 7-8	トンネルの支保パターンと断面数量.....	7-53
表 7-9	トンネル案総合比較表.....	7-54
表 7-10	既存構造物調査結果.....	7-56

表 7-11	日本のレール種類.....	7-60
表 7-12	日本のレールスペック.....	7-60
表 7-13	インドのレールの種類.....	7-60
表 7-14	インドのレールスペック.....	7-61
表 7-15	Comparison of Specification of Rail between Japanese and Indian.....	7-61
表 7-16	日本の車両スペック JIS (E5402-1).....	7-61
表 7-17	インドの車両スペック (IRS).....	7-62
表 7-18	アメリカの車両スペック AAR (M-107).....	7-62
表 7-19	瞬時最大電力量 (MW).....	7-70
表 7-20	OCC に設備する運行管理システム一覧.....	7-74
表 7-21	通信システム一般概要機能.....	7-75
表 7-22	システム設計条件および要求機能.....	7-76
表 7-23	システム整備箇所.....	7-78
表 7-24	DFC に設備する信号システム一覧.....	7-79
表 7-25	通信・信号関係機器への電源供給.....	7-80
表 7-26	コンテナ列車 4,500t のシミュレーション.....	7-81
表 7-27	バルク列車 5,800t のシミュレーション.....	7-81
表 7-28	電気機関車所要両数および製造両数 (想定).....	7-83
表 7-29	BLC 貨車故障一覧.....	7-88
表 7-30	空気ブレーキ貨車故障一覧.....	7-88
表 7-31	機関車の所要両数.....	7-92
表 7-32	貨車の所要両数.....	7-92
表 7-33	JST と PETS- II との比較.....	7-94
表 8-1	西回廊のインターモーダル輸送上の問題と対応策.....	8-2
表 8-2	対象港湾における将来整備計画.....	8-3
表 8-3	各主要港湾の鉄道ヤードにおける年次別コンテナ取扱予測 (千 TEU/年).....	8-4
表 8-4	主要港湾のコンテナ取扱予測から推定した 1 日あたりの列車本数 (片道).....	8-8
表 8-5	Delhi 周辺の ICD における年次別コンテナ取扱量 (千 TEU).....	8-14
表 8-6	標準的な ICD の取扱能力.....	8-15
表 8-7	インターモーダル戦略実施後の鉄道輸送の所要時間 (hr).....	8-19
表 8-8	インターモーダル輸送整備の内容.....	8-20
表 8-9	Calculation for Improvement Effects of Intermodal Transport.....	8-25
表 9-1	日本の都市間鉄道の要員体制.....	9-2
表 9-2	DFC と新幹線の比較.....	9-2
表 9-3	DFC の運行保守で想定される問題と新幹線での参考事例.....	9-3
表 9-4	Konkan 鉄道の諸元と IR との比較.....	9-5
表 9-5	円滑な運行管理についての留意点.....	9-8
表 9-6	保守体制構築にあたり留意すべき事項.....	9-12
表 9-7	保守関係職場の設置基準等.....	9-12
表 9-8	DFC の要員基準.....	9-13
表 9-9	物件費等の単価.....	9-14
表 9-10	貨物運賃率.....	9-14
表 9-11	貨物輸送経費単価と算出根拠.....	9-15
表 9-12	職場別要員数(東回廊).....	9-15
表 9-13	職場別要員数(東回廊).....	9-16
表 9-14	DFC の収益と経費.....	9-16
表 9-15	プロジェクトによる収益の増加と経費の増加.....	9-17
表 10-1	西回廊の調査対象地域 (パッケージ 1 : Maharashtra 州および Gujarat 州).....	10-2

表 10-2	西回廊の調査対象地域（パッケージ 2：Rajasthan 州および Haryana 州）	10-3
表 10-3	東回廊の調査対象地域（パッケージ 3：Uttar Pradesh 州）	10-3
表 10-4	環境調査に利用可能な地形図データ（西回廊：パッケージ 1）(1/2)	10-7
表 10-5	環境調査に利用可能な地形図データ（西回廊：パッケージ 1）(2/2)	10-8
表 10-6	環境調査に利用可能な地形図データ（西回廊：パッケージ 2）	10-9
表 10-7	環境調査に利用可能な地形図データ（東回廊：パッケージ 3）(1/2)	10-10
表 10-8	環境調査に利用可能な地形図データ（東回廊：パッケージ 3）(2/2)	10-11
表 10-9	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(1)	10-16
表 10-10	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(2)	10-17
表 10-11	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(3)	10-17
表 10-12	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(4)	10-18
表 10-13	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(5)	10-19
表 10-14	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（西回廊）(6)	10-19
表 10-15	西回廊の地勢と DFC 沿線の状況	10-20
表 10-16	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(1)	10-21
表 10-17	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(2)	10-22
表 10-18	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(3)	10-23
表 10-19	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(4)	10-23
表 10-20	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(5)	10-24
表 10-21	DFC プロジェクト影響 District の社会経済指標（東回廊）(6)	10-25
表 10-22	東回廊の地勢と DFC 沿線の状況	10-26
表 10-23	影響 District における DFC の通過状況	10-48
表 10-24	District 別取得用地面積	10-49
表 10-25	移転対象の家屋数と不法占有者数	10-50
表 10-26	調査区間全体での社会環境に係るインパクト・マトリックス	10-52
表 10-27	保全林・保護林が影響を受ける地域	10-55
表 10-28	保全林・保護林以外の地域における樹木への影響	10-56
表 10-29	インパクト・マトリックス（Vasai Road－Vadodara 間）	10-58
表 10-30	インパクト・マトリックス（Vadodara－Ahmedabad 間）	10-59
表 10-31	インパクト・マトリックス（Ahmedabad－Palanpur 間）	10-60
表 10-32	インパクト・マトリックス（Palanpur－Ajmer 間）	10-61
表 10-33	インパクト・マトリックス（Ajmer－Rewari 間）	10-62
表 10-34	インパクト・マトリックス（Mughal Sarai－Kanpur 間）	10-63
表 10-35	インパクト・マトリックス（Kanpur－Khurja 間）	10-65
表 10-36	大気汚染の現況－1（Gujarat 州、Maharashtra 州の都市）	10-69
表 10-37	大気汚染の現況－2（Rajasthan、Haryana 州の都市）	10-70
表 10-38	大気汚染の現況－3（Uttar Pradesh 州の都市）	10-71
表 10-39	重要橋梁関連河川の水質データ	10-72
表 10-40	都市での環境騒音の測定例	10-74
表 10-41	土木工事で使用が想定される主要な建設機械	10-75
表 10-42	DFC プロジェクトに伴う開発行為	10-76
表 10-43	DFC プロジェクトの開発行為と環境汚染項目のインパクト・マトリックス	10-77
表 10-44	スコーピングによる影響項目の抽出	10-78
表 10-45	日本における新幹線鉄道騒音に係る環境基準	10-82
表 10-46	日本における在来線鉄道騒音の目標指針値	10-82
表 10-47	インド環境における騒音基準	10-83
表 10-48	鉄道騒音・振動測定に係る列車と走行条件のカテゴリ分類	10-84
表 10-49	列車通過に伴う鉄道騒音・振動の測定結果（Maharashtra 州および Gujarat 州）	10-86
表 10-50	列車通過に伴う鉄道騒音・振動の測定結果(Rajasthan 州および Haryana 州)	10-87
表 10-51	列車通過に伴う鉄道騒音・振動の測定結果(Uttar Pradesh 州)	10-87

表 10-52	列車のカテゴリごとの鉄道騒音・振動取得データ	10-88
表 10-53	SR 地点での騒音・振動測定結果 (Maharashtra 州・Gujarat 州)	10-92
表 10-54	SR 地点での騒音・振動測定結果 (Rajasthan 州・Haryana 州)	10-93
表 10-55	SR 地点での騒音・振動測定結果 (Uttar Pradesh 州)	10-94
表 10-56	インタビュー調査の結果概要	10-95
表 10-57	距離別鉄道騒音の予測結果	10-97
表 10-58	距離別鉄道振動の予測結果	10-97
表 10-59	SR 地点での鉄道騒音予測結果	10-100
表 10-60	SR 地点での鉄道振動予測結果	10-102
表 10-61	第 2 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Maharashtra 州および Gujarat 州 (西回廊: パッケージ 1)	10-106
表 10-62	第 2 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Haryana 州および Rajasthan 州 (西回廊: パッケージ 2)	10-107
表 10-63	第 2 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Uttar Pradesh 州 (東回廊: パッケージ 3)	10-108
表 10-64	フィードバック会議の開催状況: Maharashtra 州および Gujarat 州 (西回 廊: パッケージ 1)	10-109
表 10-65	フィードバック会議の開催状況: Haryana 州および Rajasthan 州 (西回廊: パッケージ 2)	10-109
表 10-66	フィードバック会議の開催状況: Uttar Pradesh 州 (東回廊: パッケージ 3)	10-110
表 10-67	第 3 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Maharashtra 州およ び Gujarat 州 (西回廊: パッケージ 1)	10-110
表 10-68	第 3 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Haryana 州および Rajasthan 州 (西回廊: パッケージ 2)	10-111
表 10-69	第 3 ステージの現地ステークホルダー協議開催結果: Uttar Pradesh 州 (東 回廊: パッケージ 3)	10-112
表 10-70	ステークホルダー協議の実施概要 (西回廊: Haryana 州、Rajasthan 州、 Gujarat 州、Maharashtra 州) (1/3)	10-114
表 10-71	ステークホルダー協議の実施概要 (西回廊: Haryana 州、Rajasthan 州、 Gujarat 州、Maharashtra 州) (2/3)	10-115
表 10-72	ステークホルダー協議の実施概要 (西回廊: Haryana 州、Rajasthan 州、 Gujarat 州、Maharashtra 州) (3/3)	10-116
表 10-73	ステークホルダー協議の実施概要 (東回廊: Uttar Pradesh 州) (1/4)	10-117
表 10-74	ステークホルダー協議の実施概要 (東回廊: Uttar Pradesh 州) (2/4)	10-118
表 10-75	ステークホルダー協議の実施概要 (東回廊: Uttar Pradesh 州) (3/4)	10-119
表 10-76	ステークホルダー協議の実施概要 (東回廊: Uttar Pradesh 州) (4/4)	10-120
表 10-77	平均土地価格: Gujarat 州および Maharashtra 州	10-124
表 10-78	平均土地価格: Rajasthan 州および Haryana 州	10-125
表 10-79	平均土地価格: Uttar Pradesh 州	10-126
表 10-80	National Rehabilitation Policy - 2006 による用地補償・住民移転	10-134
表 10-81	建設工事機械の騒音・振動レベル (日本の例)	10-141
表 10-82	在来線鉄道騒音の種類と特徴 (日本の例)	10-142
表 10-83	プロジェクト段階別の環境管理計画 (工事前)	10-146
表 10-84	プロジェクト段階別の環境管理計画 (工事中)	10-147
表 10-85	環境モニタリング計画 (Maharashtra 州 Thane District の例)	10-154
表 10-86	Branch Office of DFCCIL	10-157
表 11-1	PETS-II と調査団の積算仕様の主要な相違点	11-2
表 11-2	概略実施工程	11-3
表 11-3	電気/電化工事費・内訳	11-5

表 11-4	信号&通信工事費・内訳.....	11-5
表 11-5	車輛費・内訳.....	11-6
表 11-6	内貨・外貨積上げ表.....	11-7
表 11-7	区間別事業費積算結果.....	11-10
表 11-8	全体事業費 (全区間).....	11-12
表 11-9	全体事業費 (東西回廊別).....	11-12
表 11-10	期別事業整備区間.....	11-13
表 11-11	期別整備事業費.....	11-13
表 11-12	第 1 期-A 事業費 (適格項目全額円借款案).....	11-14
表 11-13	第 1 期-A 事業費 (イ側工事先行案).....	11-15
表 12-1	西回廊内部経済収益率計測結果.....	12-2
表 12-2	東回廊内部経済収益率計算結果.....	12-3
表 12-3	DFC Construction Costs for Economic Evaluation.....	12-4
表 12-4	車両の市場価格と経済価格.....	12-5
表 12-5	Classification of Rolling Stock, Number and Price.....	12-5
表 12-6	Traffic Volume With DFC and Without DFC for Economic Analysis.....	12-6
表 12-7	Traveling Speed, With and Without DFC.....	12-9
表 12-8	西回廊、便益額集計表.....	12-12
表 12-9	東回廊、便益額集計表.....	12-13
表 12-10	便益計測結果の項目別構成内容.....	12-13
表 12-11	Number of Truck on Parallel Highway by With Without DFC.....	12-15
表 12-12	Sensitivity Analysis - Western Corridor.....	12-16
表 12-13	Sensitivity Analysis - Eastern Corridor.....	12-17
表 12-14	The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Western DFC.....	12-18
表 12-15	The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Eastern DFC.....	12-19
表 12-16	Financial Costs of Construction.....	12-20
表 12-17	Annual Distribution of Financial Costs of Construction.....	12-20
表 12-18	Sensitivity Analysis - Western Corridor.....	12-21
表 12-19	Sensitivity Analysis - Eastern Corridor.....	12-21
表 12-20	事業効果.....	12-29
表 13-1	世界各国の線路使用料.....	13-12
表 13-2	諸提言、Action Plan、数値目標.....	13-16
表 13-3	段階別資本支出.....	13-17
表 13-4	貨物別距離帯別鉄道運賃.....	13-18
表 13-5	人件費、物件費算出根拠.....	13-19
表 13-6	営業 Km、列車 Km、駅数.....	13-19
表 13-7	ベースケースのシミュレーション結果.....	13-21
表 13-8	事業リスク・ケースのシミュレーション結果.....	13-26
表 13-9	組織リスク・ケースのシミュレーション結果.....	13-26
表 13-10	経費リスク・ケースのシミュレーション結果.....	13-26
表 13-11	金利リスク・ケースのシミュレーション結果.....	13-27
表 13-12	Cost Overrun case のシミュレーション結果.....	13-27
表 13-13	戦略運賃・ケースのシミュレーション結果.....	13-28
表 13-14	複合リスク・ケースのシミュレーション結果.....	13-28
表 13-15	融資条件.....	13-33
表 14-1	各ステークホルダーの役割.....	14-1
表 14-2	段階整備に応じた整備区間の区分.....	14-4
表 14-3	DFC Project Implementation Schedule for Phase I-a.....	14-7

表 14-4	DFC Project Implementation Schedule for Phase I-a.....	14-8
表 14-5	DFC 第 1 期-A 事業で想定される契約パッケージ	14-17

略語集

略 語 集

（適切な和訳がない用語については括弧にて用語の意味を記す）

AAR	Association of American Rairoads	全米鉄道協会
ABB	Air Blast Breaker	空気遮断器
ABS	Absolute Blocking System	（一駅間を一閉塞区間とするインド鉄道の標準信号システム）
ACD	Anti-Collision Device	自動列車衝突防止装置
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFTC	Audio Frequency Track Circuit	可聴周波軌道回路
AT	Auto-transformer	単巻変圧器
ATC	Automatic Train Control	自動列車制御装置
ATO	Automatic Train Operation	自動列車運転装置
ATP	Automatic Train Protection	自動列車防護装置（ATS と同等機能）
ATS	Automatic Train Stop	自動列車停止装置（和製英語）
BHEL	Bharat Heavy Electrical Limited	（インド商工業省傘下参加の国営重電メーカー）
BPAC	Block Proving by Axle Counter	車軸検知方式閉塞装置
BPK	Billion Passenger Km	十億人キロ
BSS	Base Station System	基地局システム
BT	Booster Transformer, Boosting Transformer	吸上変圧器
BTS	Base Transceiver Station	無線基地局
CAGR	Compound Annual Growth Rate	年平均成長率
CAPEX	Capital Expenditure	（設備投資のために支出する金額のこと。）
CCEA	Cabinet Committee of Economic Affairs	経済協議委員会
CEA	Central Electric Authority	中央電力機構
CFA	Cash Flow Projection	キャッシュフロー予測
CL	Curve Length	曲線長
CLW	Chittaranjan Locomotive Works	チッタランジャン機関車工場（電気機関車製造工場）
CMS	Cast Manganese Steel	鑄造マンガン鋼
Cr.	Crore	（インド）1000 万
CRCS	Computerized Route Control System	運行制御装置
CRIS	Centre for Railway Information Systems	（インド鉄道省の情報センター）
CS	Crossing Station	（運行列車の退避、行違いを主たる目的にして DFC に設置される停車場施設）

CSR	Clear Standing Room	(停車場線路有効長、日本とは若干定義が異なる)
CTC	Centralized Traffic Control System	列車集中制御装置
CTCC	Centralized Traffic Control Centre	中央指令所
DCT	Double Coupled Train	(2 編成連結列車)
DFC	Dedicated Freight Corridor	貨物専用鉄道
DFCCIL	DFC Corporation of India Ltd.	(DFC のインフラを建設・維持管理する特別目的会社)
DGPS	Differential GPS	相対測位式 GPS の一つ: (位置の分かっている基準局が発信する電波を利用して、GPS(全地球測位システム)の計測結果の誤差を修正して精度を高める技術)
DLW	Diesel Locomotive Works	ディーゼル機関車工場
DPC	Dedicated Passenger Corridor	旅客専用鉄道
DR	Detailed Railway Noise and Vibration Survey	詳細鉄道騒音・振動調査
DRB	Detailed Railway Noise and Vibration Survey at Bridge	橋梁部詳細鉄道騒音・振動調査
DRP	Detailed Railway Noise and Vibration Survey at Plain Route	平野部詳細鉄道騒音・振動調査
DSC	Double-stack container	2 段積コンテナ
DSCR	Debt Service Coverage Ratio	元利金返済カバー率
DSS	Double Slip Switch	ダブルスリップスイッチ
DTMF	Dual Tone Multi Frequency	トーン信号
EDI	Electric Data Interchange	(商取引に関する情報を標準的な書式に統一して、企業間で電子的に交換する仕組み)
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service	(欧州の静止衛星を利用したナビゲーション精度向上サービス)
EIA	Environmental Impact System	環境影響評価
EIRENE	European Integrated Railway Radio Enhanced Network	ヨーロッパ集積鉄道無線増強網
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
ELI	Existing Line Improvement	既存線改良
ELL	Electric Leveling Luffing	電気レベル検知
EMaP	Environmental Management Plan	環境管理システム
EMoP	Environmental Monitoring Plan	環境モニタリングシステム
ERTMS	European Rail Traffic Management System	(欧州の鉄道制御方式)
ESCS	Environment and Social Consideration Study	環境社会配慮調査

ESIMMS	Environmental and Social Impact Mitigation Measures Study	環境社会影響軽減調査
ETCS	European Train Control System	ヨーロッパ列車制御システム
EUDL	Equivalent Uniformly Distributed Load	等価均等配分負荷
EWG	Environmental Working Group	環境ワーキンググループ
FCL	Full Container Load	(FCL 貨物: コンテナ 1 本を単位として輸送される貨物、LCL 貨物と対比する用語)
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FL	Formation Level	施工基面高
FLS	Final Location Survey	(RITES が実施する地形調査)
FOIS	Freight Operations Information System	貨物輸送情報システム
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
GBAS	Ground-based Augmentation System	地上式補強システム
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GL	Ground Level	地盤高
GNSS	Global Navigation Satellite Systems	全世界的航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GQ	Golden Quadrilateral	黄金の四辺形
GSDP	Gross State Domestic Product	州内総生産
GSM	Global System for Mobile communication	(携帯電話の通信方式の一つ。ヨーロッパ/中東/アフリカ/アメリカ(の一部)で支配的な方式)
GSM-R	Global System for Mobile Communication for railway applications	携帯電話の GSM の技術をベースにヨーロッパにて規格化された鉄道向け移動通信システム
GTO	Gate Turn Off Thyristor	ゲートターンオフサイリスター(パワーエレクトロニクスに用いる素子の名称)
HLR	Home Location Register	ホームロケーションレジスター
IA	Intersection Angle	交角
IBS	Intermediate Blocking System	駅間閉塞分割装置
ICD	Inland Container Depot	内陸コンテナ基地
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準機構
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	インシュレーテッドゲートバイポーラートランジスター(パワーエレクトロニクスに用いる素子の名称))
IMO	Independent Monitoring Organization	第三者モニタリング機関

IP	Intersection Point	交点
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IWT	Inland Water Transport	内陸水運
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JS	Junction Station	(既存線との接続を主たる目的として DFC に設置される停車場施設)
JST	JICA Study Team	JICA 調査団
KBI	Knorr-Bremse India	クノールブレーキ・インド社
KDS	Kolkata Dock System	コルカタ港
KoPT	Kolkata Port Trust	コルカタ港湾公社
KRCL	Konkan Railway Corporation Ltd	コンカン鉄道会社
LCL	Less than Container Load	(LCL 貨物: コンテナ 1 個に満たない小口貨物で、1 本のコンテナに混載する)
LCX	Leaky Coaxial Cable	漏洩同軸ケーブル
LWR	Long Welded Rail	ロングレール
MMD	Maximum Moving Dimensions	最大車両移動寸法
MOR	Ministry of Railway	鉄道省
MSC	Mobile Switching Center	移動無線交換局
MTRC	Mobile Train Radio Communication	列車移動通信
MUX	Multiplexer	多重化装置
NCR	National Capital Region	首都圏
NDP	Net Domestic Product	国内純生産
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NHDP	National Highways Development Project	国家道路整備計画
NRP	National Rehabilitation Plan	国家住民移転政策
NRVY	National Rail Vikas Yojana	国家鉄道開発計画
NSDP	Net State Domestic Product	州内純生産
OFC	Optical fiber cable	光ファイバーケーブル
PAF	Project Affected Family	被影響世帯
PAP	Project Affected People	被影響者
PCM	Pulse Code Modulation	パルス符号化変調
PETS	Preliminary Engineering cum Traffic Study	(RITES が実施したフィージビリティスタディ調査)
PPP	Public Private Partnership	官民協働
PPTA	Project Preparatory Technical	(ADB の実施する TA のひとつ)

	Assistance	
PSC	Prestressed Concrete	プレストレストコンクリート/PC
PSU	Public Sector Undertaking	国営企業
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RDSO	Research Designs and Standards Organization	(インド国鉄の技術研究所の名称)
RITES	Rail India Technical and Economic Services	(インド国鉄傘下のコンサルタント)
RL	Rail Level	軌道高
RMG	Railed Mounted Gantry Crane	軌道式門型クレーン
ROB	Road Over Bridge	跨線道路橋
ROE	Return On Equity	資本利益率
ROW	Right of Way	鉄道用地
RRP	Framework of Resettlement and Rehabilitation Plan	住民移転計画フレームワーク
RS	Railway Station	鉄道駅
RTK	Real Time Kinematics	D-GPS と同様、相対測位方式の一つ。基準点で誤差を求め、それを移動局 (位置測定対象物) にリアルタイムで知らせることで精度を上げる方式
RTRI	Railway Technical Research Institute	鉄道総合技術研究所 (日本の鉄道関係研究機関)
RUB	Road Under Bridge	架道橋
RVNL	Rail Vikas Nigam Limited.	(鉄道省傘下の国営企業。鉄道建設を担当する)
RWF	Railway Wheel Factory	鉄道車輪工場
SBAS	Satellite-based Augmentation System	静止衛星型衛星航法補強システム
SC	Schedule Castes	指定カースト (インドにおける特定の被差別カースト。不可触賤民)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	電力監視制御指令システム
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同期デジタルハイアラキー
SEZ	Special Economic Zone	特別経済区
SGC	State Grievance Committee	州苦情処理委員会
SMTP	Sub-Manifest Transshipment Permit	(インド独特の通関書類手続きのひとつ)
SOD	Schedule of Dimensions	車両限界
SP	Section Post	き電区分所
SPAD	Signal Passed at Danger	信号冒進
SPART	Self-propelled Accident Relief Trains	自走式事故救援列車

SPURT	Self Propelled Ultrasonic Rail Testing	自走式超音波探傷車両
SR	Sensitive Receptor	センシティブ・レセプター
SSC	Single Stacked Container	1 段積コンテナ
SSS	Single Slip Switch	シングルスリップスイッチ
ST	Schedule Tribes	指定部族 (インドにおける特定の被差別少数民族)
STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
TA	Technical Assistance	技術協力
TAC	Track Access Charge	(上下分離の場合の「線路使用料」)
TCL	Transitional Curve Length	緩和曲線長
TETRA	Terrestrial Trunked Radio	テトラデジタル移動無線システム
TEU	Twenty feet equivalent unit	20 フィートコンテナ換算
TLD	Track Loading Density	(長さあたりの列車荷重、軸重と並用して用いる)
TMCP	Thermo-Mechanical Control Process	熱加工制御
TMG	Tire Mounted Gantry Crane	タイヤ式門型クレーン
TPWS	Train Protection and Warning System	列車防護警報システム
TS	Terminal Station	(既存線への接続を主たる目的に DFC の末端に設置される停車場設備)
TSS	Traction Substation	き電変電所
TVU	Train Vehicle Unit	踏切通過交通量
UIC	Union Internationale Chemins de Fer	世界鉄道連合
UTS	Ultimate Tensile Strength	終局引張強度
VCB	Vacuum Circuit Breaker	真空遮断器
VCL	Vertical Curve Length	縦曲線長
VRRC	Village Resettlement and Rehabilitation Committee	住民移転及び生計回復村落委員会
V-SAT	Very Small Aperture Terminal	超小型地球局
WB	World Bank	世界銀行

第1章 序論

インドの主要都市である Mumbai、Delhi、Kolkata、Chennai を結ぶ回廊は「黄金の四角形 (Golden Quadrilateral)」と称され、インド経済の発展に欠かすことのできない最重要回廊と位置づけられている。鉄道輸送はこの回廊において陸上輸送の重要な役割を担ってきたが、インドの近年の急速な経済発展に伴う輸送需要の伸張に、鉄道輸送力増強が追いつかない状況を呈しており、抜本的な輸送力増強が課題となっている。この課題の解決の方向性が 2005 年 4 月の日印首脳会談で協議され、その共同宣言において「日印双方は本邦技術活用条件 (STEP) 制度を活用し、日本の技術と専門知識により、コンピューター制御による高容量貨物専用線鉄道計画 (Mumbai~Delhi 線/ Delhi ~Howrah 線) の実行可能性の検討を行う」ことが確認された。2005 年 7 月にはインド国政府は日本政府に対して Delhi ~Mumbai 間および Delhi ~Howrah 間の貨物新線(Dedicated Freight Corridor: DFC) 整備に係る開発調査の実施を要請した。2005 年 7 月に本要請に係る予備調査が、独立行政法人 国際協力機構 (JICA) により実施され、同年 11 月には日本政府が、JICA 開発調査による「インド国幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査」の実施を決定した。これに基づき JICA は 2007 年 2 月に事前調査を実施し、本件協力に実施内容・工程に係る S/W、M/M の署名・交換を行った。

インド国幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査(本調査)は 2006 年 6 月から現地調査が開始された。本調査の対象範囲は、日印双方が事前調査時の S/W で確認した以下の範囲である。

- 1) DFC 西回廊： Jawaharlal Nehru Port Terminal (JNPT) – Dadri、Tuglakabad ICD までの支線を含む
- 2) DFC 東回廊： Sonnagar – Dhandarikalan (Ludhiana)、Khurja-Dadri 間の支線を含む

インド国政府は DFC 東回廊を Sonnagar から Kolkata 地区の深海港地点まで延伸することを決定している。この延伸区間を本調査の対象に加えることについては調査団・鉄道省間で調査期間中に協議されたが、DFC 東回廊が接続すべき Kolkata 地区の深海港地点が本調査期間内にインド国政府により決定されなかったため、この延伸区間は本調査対象外とされた。

本調査は大きく以下の 3 つのタスクにより構成されている。

- タスク 0：輸送力強化のための基礎的検討
- タスク 1：貨物新線建設の最適案としての妥当性の検証
- タスク 2：貨物新線の実現可能性の検討

調査団は 2007 年 10 月までに上記にかかわる調査内容をすべて終了し、それを最終報告書として取りまとめた。本報告書は上記 3 つのタスクのうち、タスク 2 の調査結果のすべてを包含している。

最終報告書はこれまでに提出された以下レポートの内容およびそれに対する関係者からのコメントを反映して取り纏められている。また、本報告書は、2007 年 9 月 18 日にインド国鉄道省に提出したドラフト・ファイナル・レポートに対するコメントを同省から同年

10月17日に受領し、コメントを考慮して作成したものである。

2006年6月	インセプション・レポート	:	本調査の実施方針の説明
2006年9月	プロGRESS・レポート 1	:	タスク 0 の全内容およびタスク 1 の 検討方針
2006年12月	インテリム・レポート 1	:	タスク 0 の全内容およびタスク 1 の 中間調査結果
2007年3月	プロGRESS・レポート 2	:	タスク 0 およびタスク 1 の全内容お よびタスク 2 の検討方針
2007年7月	インテリム・レポート 2	:	タスク 0 およびタスク 1 の全内容お よびタスク 2 の中間調査結果
2007年9月	ドラフト・ファイナル・レポート	:	タスク 0、タスク 1 およびタスク 2 の全調査結果

本調査では、インド側が実施した Delhi - Mumbai、Delhi - Howrah 間の DFC 事業にかかわるフィージビリティ調査－RITES 社が実施した Preliminary Engineering-cum-Traffic Study (PETS) 調査－の内容をレビューするとともに、国際金融機関からの資金援助を前提にした場合にその案件審査に必要でかつ PETS 調査に欠落している重大調査項目を補足している。本調査で補足した主たる重大調査項目は以下の項目である。

- i) 貨物新線の最適案としての妥当性検証（タスク 1）
- ii) DFC に適用する主要技術オプションにかかわる比較検討
- iii) 環境社会配慮調査
- iv) 組織・制度および資金計画にかかわる調査
- v) 関連するインターモーダル施設整備にかかわる検討
- vi) プロジェクトの総合評価

i)から iv)および vi) の項目は、説明するまでもなく国際機関の資金協力に当たって通常の必要とされる検討項目である。v)は本プロジェクトで特段の留意を要する項目といえる。本プロジェクトの目的はインド主要の生産および消費拠点である Delhi、Mumbai、および Kolkata を結ぶ幹線輸送回廊の輸送力強化であるが、貨物新線はこの幹線輸送システムの中では、その一部の役割－最重要な役割ではあるが－を担うに過ぎない。貨物新線そのものでは貨物輸送は完結せず、貨物新線が接続する鉄道フィーダー線、港湾、コンテナデポ、道路整備等のインターモーダル関連施設との連携、が不可欠である。すなわち、関連するインターモーダル施設の整備が本計画に織り込まれていないと、貨物新線建設に対する設備投資が十分な投資効果を発揮しないことを意味する。

このため本調査において得にインターモーダル輸送が問題となる西回廊のコンテナ輸送を対称にして、インターモーダル整備にかかわる検討を実施しており、本報告書では DFC の整備にあわせたインターモーダル施設の整備要件が提案されている。

前述したように本報告書はタスク 2 に係る内容を取り纏めたものであり、タスク 0 および

タスク 1 については、別途 Volume2 に調査結果が取りまとめられているので参照願いたい。その他の報告書を含めて、本調査は以下の構成による報告書により調査結果全体が網羅されている。

- Volume 1 要旨（タスク 0、タスク 1 & タスク 2） / 和文および英文
- Volume 2 最終報告書（タスク 0&タスク 1） / 和文(要約)および英文
- Volume 3 最終報告書（タスク 2） / 和文(要約)および英文
- Volume 4 別添 1 技術資料（Annex 1 Technical Working Papers） / 英文（限定部数）
- Volume 5 別添 2 概略設計図面（Annex 2 Preliminary Design Drawings/英文（限定部数）

Volume 2 および Volume 3 については英文版が正規版となっているので、留意願いたい。

なお「インターモーダル物流戦略および評価手法に係るプロジェクト研究」が別途プロジェクト研究グループにより実施され、その結果が 2007 年 3 月にファイナル・レポートとして提出されている。本報告書のインターモーダル整備に関する検討およびプロジェクト評価にかかわる検討はこのプロジェクト研究の研究成果も活用して実施されている。

第 2 章 RITES 調査 (PETS-II) レビュー

第2章 RITES 調査（PETS-II）レビュー

本調査はインド側が実施するフィージビリティ調査を JICA 調査団がレビューする方法で実施される。このレビュー対象となる調査は、RITES 社による PETS（Preliminary Engineering cum Traffic Survey）である。PETS-I 調査報告書は 2006 年 2 月に RITES 社から鉄道省（MOR）へ提出されており、本調査では 2006 年 12 月に提出したインテリム・レポート 1 まではこの PETS-I の調査内容にもとづきレビューを行った。2007 年 1 月にはインド側 F/S としては最終版となる PETS-II の調査報告書が RITES 社から MOR に提出され、調査団にも提供された。PETS-II において PETS-I から変更された主たる項目は以下の通りである。

- 1) Khurja-Ludhiana 間が調査対象に加わった。
- 2) 東回廊に Khurja-Dadri 間が加わり、東西両回廊が DFC で直結される計画となった。
- 3) DFC 線路軌道中心間隔が 6.0m から 5.5m から変更された。
- 4) Blanket 厚が 750mm から 600mm に変更された。
- 5) Rewari-Tuglakabad(TKD)間の区間にトンネルが提案された。
- 6) 迂回区間が増えた。
- 7) DFC が通過する全ての踏切を立体交差構造（跨線道路橋化（ROB））する方針が採用された。
- 8) TKD 経由で Dadri へ行くルートが、Pirthala から Dadri へ直行するルートに変更され、TKD へは支線に変更された。

以下 PETS-II に対する調査団のレビュー結果を報告する。

2.1 需要予測

PETS-II では駅間の現在 OD（2005-06 年）をもとに貨物専用鉄道（DFC）を利用すると予想される駅間 OD を抽出し、これをもとに 2021-22 年までの将来交通量を推計している。石炭については、石炭火力発電所の将来計画とこれに対応した炭田からの輸送計画にもとづいて推計され、信頼性は高い。鉄鋼については製鉄会社の生産計画をもとに推計している。その他の品目については、一部例外を除き、伸び率を任意に設定して推計している。伸び率の設定は全体的に低めであり、海上コンテナ以外の品目については控えめな推計となっている。また、海上コンテナについては、インド国全体の取扱量の伸びを年平均 13% と想定し、各港からの鉄道分担率を任意に設定した上で推計している。これは楽観的ではあるが、予測年次が 2021 年までで、それ以降は一定としているため過大な推計であるとは言えない。DFC 利用の交通量のみ推計しているため、正しい経済財務分析が出来ない。

2.2 輸送

PETS-II は MOR の指示により、フラット式 2 段積コンテナ (DSC) によるコンテナ輸送、軸重 25t を前提に検討を行っている。その結果、2021-22 年段階では 10 分間隔で列車運行を行う輸送システムを実現することで、需要を満たすとしている。

調査団は 2031-32 年段階までの需要想定に対応できる輸送システムを構築することで検討を行った。その結果、8.6 分間隔での列車運行を行う輸送システムを提案している。なお DSC については輸送の必要性、安全性の観点からウェルタイプを推奨している。

PETS-II は効率的な輸送体系として、列車集中制御装置（CTC）を前提に指令所を在来線より少なくする提案を行っている。調査団は一元的輸送管理を行う観点から指令所は中央 1 箇所を設置を提案している。また職員の配置については、コンカン鉄道会社（KRCL）の要員をベースに現行の 1/4 の体制を提案している。

2.3 路線計画

2.3.1 Rewari-Tuglakabad 間のトンネルについて

PETS-II では新線建設区間である Rewari-Tuglakabad 間で 4km のトンネルが提案されている。同報告書では、この間で地形的に 60m-100m のギャップがあり、この高低差を処理するために 4km のトンネルと 1km の高架橋が必要とされている。またトンネル計画サイトは地下水を利用している耕作地を通過しておりトンネル建設による地下水低下問題が懸念される状況にある。このような場合の基本設計策定に当たっては十分な技術的検討および環境社会配慮面の検討が必要であるが、調査および設計には 2 年以上の期間を要するものと考えられる。

2.3.2 社会環境影響に対する配慮について

PETS-II で提案されている路線計画では、既存の ROB の架替えが極めて困難な箇所や、建物が密集している市街地では迂回ルートが提案されている。RITES 社は更に Final Location Survey(FLS)で 1/1,000 縮尺の地形図を使った詳細な検討を継続的に行い、路線線形計画は適宜修正変更されていくものと思われる。

但し、RITES の FLS による路線計画は 2007 年 9 月末に完了予定であるため、調査団では PETS-II の Review において、社会環境影響に対する配慮を加味した検討を行い、必要な箇所については変更の提案を行う。

2.4 幾何的線形基準

PETS-II に示された線形基準は、基本的にインド鉄道の基準に準拠したものであり、特段の問題が無い限り、調査団もこれに従うものとする。提案されている主たる基準値は以下の通りである。

- | | | | |
|---------------|--|------------|--|
| i) 最急勾配: | 1/200 | ii) 最小曲線: | 2.5° (=約 700m) |
| iii) 最小縦断曲線: | 2,500m | iv) 最大カント: | 140mm |
| v) 軌道中心間隔: | DFC-DFC=5.5m
(PETS-I では 6.0m)
DFC-在来線=6.0m | vi) 施工基面幅: | 盛土=12.5m
(PETS-I では 13.0m)
切土=14.9m
(PETS-I では 15.4m) |
| vii) ブランケット厚: | 600mm
(PETS-I では 750mm) | | |

2.5 軌道構造

PETS-II では設計軸重 25t が提案されている。このほか PETS-II に示された軌道構造の基

準は、基本的にインド鉄道の基準に準拠したものであり、特段の問題が無い限り、調査団もこれに従うものとする。但し、停車場線路有効長 1,500m についての妥当性および HH レールの直線部への適用可能性については本調査で検討を行う。

提案されている主たる基準値は以下の通りである。

i) 貨物最高速度:	100km/h	ii) 軸重:	25t
iii) 線路有効長:	1.500m	iv) 換算両数:	15.000m、 最大牽引重量: 15,000ト
v) レール重量:	60kg/mUIC-90UTSkgf/mm ²	vi) レール強度:	90UTSkgf/mm ² 、HHレールを半径 873m 以下の曲線に適用
vii) 枕木:	PC マクラギ 1,660 本/km	viii) 道床厚:	300mm
ix) 分岐器:	60kg/m レール 12 番、		

2.6 停車場計画

DFC は道路システムにおける高速道路の役割を持っており、それ自身では輸送トリップが完結せず、必ず既存線を介して輸送拠点（貨物ターミナル、内陸コンテナ基地（ICD）、港など）に接続される。このため DFC には貨物の積卸しを行ういわゆる「駅」は設置されない。PETS-II では停車場施設としては、以下の 2 種類が提案されている。

- i) Junction Station (JS)、及び Terminal Station (TS)
- ii) Crossing Station (CS)

両方を合せての計画最小駅間隔は 40km（東回廊単線区間は 10km）である。

i)の Junction Station (JS)および Terminal Station (TS)は、既存線の主要拠点駅と対応して設けられ、既存線との接続のための施設で既存線と結ばれている。両回廊の端部（分岐線を含む。）に位置する 6 駅を TS と呼んでいるが、停車場としての役割に大きな違いはない。

ii)の CS は JS および TS の中間に設けられ、速度の異なる列車同士の待避・追越し、単線区間における行違い、事故・故障車両の退避、保守用車両等の待避・一時留置等、円滑な列車の運行及び保守管理の面での必要性から設けられる

両方を合せての計画最小駅間隔は 40km（東回廊単線区間は 10km）である。

PETS-II では停車場計画については大まかな構想（規模・機能及び位置）が示されているのみであり、各停車場施設についての具体的な設計作業は現在実施中の状況にある。

上述の基本構想には問題は無いが、以下の点は検討を要する。

- 1) PETS-II に付添されている JS/TS の Conceptional Layout Plan を見ると、既存線との接続はほとんどが立体交差となっており、停車場施設全体が大規模化している。タスク 2 で実施する段階整備の検討にあわせて、停車場についても段階的な整備方法が検討される必要がある。
- 2) 同じく Conceptional Layout Plan によると既存線への接続が多岐になっており複雑化している。方向別の輸送需要を考慮したうえで、既存線への接続の集約・単純化が

検討される必要がある、

- 3) 本調査での環境社会配慮調査を進めるのあたっては駐車場の位置について具体的検討を行う必要がある。

2.7 道路との交差構造

鉄道省の方針に基づき、PETS-II では DFC の建設にあわせて現在の踏切を立体交差化することが提言されている。多くの場合交差する道路側を高架化し、ROB により貨物新線と既存線を跨ぐ計画となっているが、PETS-II では個々の ROB については設計が実施されておらず、いくつかの標準的な幅員とスパン割が想定されているだけである。

駅間の都市化されていない箇所であれば対象道路の沿道に家屋等の障害物もなく、鉄道も本線のみであるので標準的な設計が適用でき、プロジェクト実施上の障害となる設計上の問題は無いものと考えられる。

一方、駅近くの踏切は周辺の都市化が進み、対象道路の沿道に商店や家屋が立ち並んでいるケースが多い。駅近くであることから側線を含めて跨線する必要もあり、設計に当たっては個々の跨線橋に対して技術的検討と個別の設計を行う必要がある。ROB の縦断勾配は、非機械動力系交通も考慮し最大 2.5%となっている。ダブルスタックに対応した空頭を確保すると、道路面の高低差は 12m 程度となるため ROB の勾配区間は片側 500m となり、各地点で全長 1,000m を超す跨線橋が建設されることになる。現在踏切を横断している歩行者、自転車交通、人力車、馬車などの非機械動力系ユーザーにとっては地域交通の利便性を著しく低下させ、不便を強要する側面がある。ROB 建設にともなう建設中の騒音・振動問題、道路沿道の住民移転問題、踏切閉鎖にともなう商業補償問題が生起することが予想され、都市部の踏切立体化は個々の地点が EIA の対象にもなるものと考えられるとともに、地域社会の合意取付けの上で困難性が予想される。

踏切立体化に必要な ROB の建設コストは PETS-II の積算では DFC の全体事業費の中で最もウェイトが高い項目になっており、PETS-I からの事業費高騰の主因となっている。ROB は既存線も跨ぎまた主たる便益者は道路の自動車交通であることから DFC 事業が主として費用負担する必然性はないと判断される。踏切の立体化事態は好ましい事業であるが、DFC 事業とは切り離し別事業として毎年の予算を中で実施されていくべきである。

道路側の利便性を考えるのであれば、非機械動力系の交通の多い都市部の踏切り対策は、抜本的な対策としては鉄道側を高架化すべきであり、長期的観点から踏切立体化事業の全体計画を見直しする必要もあると考えられる。

2.8 西回廊の牽引システム

PETS-II は東回廊については電気牽引、西回廊についてはディーゼル牽引を採用している。

一方調査団は、西回廊を対象にして電化と非電化の経済性の検討を Volume 3 タスク 2 第 5 章で実施している。同検討によると、送電線の建設費を見込んでも電化が圧倒的に有利との結論となり、西回廊についても電化を提案している。

第 3 回ステアリングコミッティにおいて、インド側は上記結論のベースとなった経済性に

については認識したが、ダブルスタック+電化というシステムについて以下の懸念事項があることを表明した。

- 1) 電化+フラット貨車によるダブルスタックが商業運転として実用化されておらず、安全について実証されていない。
- 2) フィーダーの多くが非電化であり、DFCを電化するとフィーダー線も電化せねばならず費用が嵩む
- 3) ヤードでのコンテナ積み込みの際に電車線が障害となる。

そのため、調査団は中国における電化区間におけるダブルスタック輸送の実態を調査するとともに、米国や中国で実績のあるウェルタイプ貨車によるダブルスタック輸送の可能性を需要想定と輸送計画の面から検討する。上記 1)、2) については輸送計画で対応することとなる。また、3) については、シングルスタックでも電車線が障害になるので、駅構内はディーゼル牽引とするのが一般的である。

2.9 信号システム

駅間の閉塞信号システムについては単線区間では絶対信号方式を、複線区間では自動信号方式を採用している。列車検知方式については記載が無いが、直流（DC）軌道回路方式を採用しているものと推測される。GPS による列車検知についてもコスト面のメリットを言及しているが、一部の区間での試験的導入が提案されている。調査団では自動信号化の方針については PETS-II と意見を同じくするが、列車検知方式については日本で実績のある無絶縁可聴周波軌道回路(AFTC)を基本とする。

駅構内の信号システムとしては従来の軌道回路方式が採用されており、これに関しては調査団も同じ考えである。

列車制御システムについては、PETS-II では列車防護警報システム(TPWS)が提案されているが、これは日本の自動列車停止装置(ATS)-S 型相当と推測される。本案では速度照査方式列車停止制御システム（Advanced TPWS）を提案する。（注）

注：日本の速度照査方式の ATS は ATS-P をはじめとして各種ある。ATS の名称は日本固有の名称で一般的ではないので、インドで馴染みのある TPWS という名称に Advance を付して速度照査方式であることを示した。

ちなみに TPWS は RDSO の規格にある装置名で Train Protection and Warning System の略である。

2.10 通信システム

PETS-I と同じ以下のようなシステムが提案されており、調査団と基本的なシステム構成について意見の相違はない。

固定通信：光通信（STM-1, STM-4）、音声およびデータ通信機能

移動通信：鉄道向け移動通信システム(GSM-R)、基地局間隔 10km、音声およびデータ通信機能

交換機：電子交換機（デジタル）

指令電話：選択式ボタン指令電話

2.11 事業費

PETS-II では PETS-I に対して事業費が増大しているが、以下 PETS-I に対して以下の区間が追加されているので、比較の際には注意を要する。

- | | | |
|----|------------------------------------|----------|
| 1) | Khurja- Dadri 間 | : 46 km |
| 2) | Khurja-Ludhiana (Dhandari Kalan) 間 | : 394 km |
| | 計 | : 440 km |

注)：上記区間長は PETS-II で使用されている値

上記の区間追加以外の要因で PETS-II の事業費が PETS-I より増大した理由としては、ROB の数が著しく増大したことがあげられる。これは DFC 事業にあわせて踏切を全廃して立体交差化するという鉄道省の方針によるものである。

PETS-II の積算は国際競争入札、国際コンサルタントおよび建設会社の参加を前提にしたものではないため、これらを考慮した積算の見直しが必要である。

2.12 新規 ICD 計画

PETS-II では Logistic Park に関する検討が実施されており、将来のコンテナ需要の増大に対応するための措置として貨物新線に沿って新規 ICD が必要であるとの結論を導いている。

Delhi 首都圏では最低 2 箇所にも大型の ICD (Logistics Parks と呼称) の建設が必要と結論しているもののその根拠は示されていない。また、段階整備に対応する Delhi 首都圏の ICD 整備計画もなされていない。

Delhi 首都圏の新 ICD の具体的建設場所については言及されていないが、調査団が CONCOR および GATEWAY 社にヒアリングした結果、Delhi 首都圏の各方面について次表に示す ICD 建設計画があることがわかった。

方面	ICD 計画地(オペレータ会社)
北部(Ludhiana、Punjab 方面)	- Sonipat (CONCOR) - Panipat (BOXTRANS) - Loni (AP、BOXTRANS、CWC)
東部(Moradabad 方面)	- なし
南部(Jaipur 方面)	- Patli (ADANI、建設中) - Rewari (CONCOR)
西部(Rothak 方面)	- なし
中心部	- Bijwasan (CONCOR)

2.13 車輛の検討

車両に関し、PETS-II では既存車両の性能を前提に列車運行計画および車両数を算出している。JICA 調査団は DFC の輸送条件に合わせて 6 軸 9,000Hp、8 軸 12,000Hp を提案した。

また、貨車についても RITES はダブルスタックシステムや高軸重対応の貨車の実現性について具体的検討を行っていないが、調査団はこれに関する概念的設計を行い呈示した。

DSC 輸送に関し、PETS-II では西回廊はフラットタイプの貨車による DSC を前提に検討し、東回廊はウェルタイプ貨車による DSC を前提にしている。しかしながら、ウェルタイプ貨車に関する詳細な検討は行っていない。また、ウェルタイプ貨車の最高運転速度を 90km/h とした根拠も明確ではない。

調査団は、フラットタイプ貨車 DSC は最高速度 75km/h（RDSO による走行試験結果）、ウェルタイプ貨車 DSC は最高速度 100km/h（米国と中国における実績）として輸送方式の検討を行った。

フラットタイプ貨車 DSC の場合の電車線高さ 7.2m と既存線の電車線最小高さ 4.8m の双方をカバーする電気機関車のパンタグラフ（集電装置）について、PETS-II では欧米の事例を紹介するに留まっているが、調査団は広範囲の揚程を可能とするパンタグラフの概念図を示して、技術的可能性を検証するとともに、具体的事例を示した。

2.14 環境社会配慮

PETS-I と同様、環境社会配慮面に関しては全く検討が行われていない。事業費算定の一環として土地収用面積の算定は行っている。

第3章 貨物新線事業の整備シナリオの設定

第3章 貨物新線事業の整備シナリオの設定

3.1 整備シナリオ設定の目的と前提条件

インド政府は本プロジェクトの建設工事を 2008 年－2012 年の 5 年間で完了させる目標を設定している。しかしながら昨年 6 月以来調査団が実施してきた現地調査および技術的検討結果から、設計状況や現地状況の技術的側面からみて 2008 年から建設工事を開始することが困難な区間や、需給状況の側面からみて必ずしも近未来において工事を開始する必要のない区間があることが認識された。

タスク 2 の“貨物専用鉄道の実現可能性の検討”を実施するにあたっては、技術的に実現可能な現実的事業整備シナリオを設定し、これに対して技術面・環境面の検討を加え、経済的・財務的実現可能性を検証する必要がある。従い整備シナリオの設定は、タスク 2 調査実施に当たっての前提条件として位置づけられる。

本プロジェクトのようなインフラ開発プロジェクトの場合、プロジェクトのある部分が技術的に実施可能な状況にあると判断されるためには、通常その部分について以下の要件（プロジェクト実施可能条件）が満たされることが必要である。

- 1) 逼迫した需給状況が存在し、プロジェクトの必要性が高いこと
- 2) 十分な技術的検討に基づいた基本計画が確定していること
- 3) 基本計画に基づいた環境影響評価が実施されて、環境社会配慮面の課題がクリアされていること
- 4) その部分だけで事業として成立し、事業効果が発揮されること

上記条件はいずれも JBIC を含めた国際金融機関の案件審査の際に考慮される項目である。本事業は莫大が資金を必要とし、こうした国際金融機関からの資金借入れが不可欠と判断されている。特に円借款については来年 3 月の借款協定(L/A)締結を目途とした案件審査が実施されることから、この審査プロセスも整備シナリオの設定に考慮する方針とする。

上記を考慮し、本章においてはプロジェクト全体をいくつかの区間に分割し、各区間について上記のプロジェクト実施可能条件を整理するとともに、各区間の事業実施可能性の評価を行い、本プロジェクトの実現化可能性の検討の前提条件として事業全体を段階的に整備するシナリオを設定するものである。

検討の具体的手順は以下のとおりである。

- 1) 本プロジェクトにおけるプロジェクト実施可能条件の把握
- 2) 上記を考慮したプロジェクトの区間分割
- 3) 各区間のプロジェクト実施可能条件個々についての内容把握
- 4) 区間を組み合わせた段階整備シナリオの設定

3.2 プロジェクト実施可能条件の把握

3.2.1 需給の逼迫状況

事業を実施するに当たってはその必然性が存在することが前提となる。また一般的に需給がより逼迫している区間のほうが、整備緊急性が高い。

東西両回廊とも区間ごとに見ていくと需給逼迫度には差がある。すでに線路容量的に飽和状態に近い状況を呈している区間もあれば、必ずしも早急な整備が必要と判断されない区間も存在する。

需給の逼迫状況は輸送量と線路容量との比で表される。当初、Volume2 タスク 0&1 第7章に示された調査団算定の既存線の線路容量を用いて各区間の需給逼迫度の評価を行った。そこで採用した線路容量の値は、既存線を自動信号化し、ボトルネックとなっている停車場の停車場改良を行うとともに、その他鉄道インフラ設備を良好な状態に改良・維持管理することを前提としている。しかしながら、鉄道省側と線路容量の値について協議を行った結果、以下の条件を考慮すべきことが双方で確認された。

- 1) インド鉄道の既存線インフラ設備は維持管理が完全ではなく、信号、通信、軌道など設備故障や不具合の発生頻度が高い。そのため有効な線路容量は算出されたものより低減する。
- 2) DFC の 2008 年からの工事開始が政府承認されているので、DFC に競合する既存線の改良事業は当面見送る方針となっている。このためこれに該当する路線の信号改良を DFC に先立って実施しない方針となっている

上記協議を受け、本報告書では MOR が採用している以下の線路容量（20 時間運転）の値を使って各区間の需給逼迫度を算定した。

表 3-1 需給逼迫度の算定に用いた線路容量

線路種別	線路容量(本/日/方向)	
	今回採用値	当初採用値
単線	20 (ABS ^{注)})	25 (自動信号)
複線	55 (ABS)	110 (自動信号)
	70 (自動信号)	
3 複線 (複線+単線)	75 (ABS)	135 (自動信号)
	90 (自動信号)	

注) ABS : 一駅間一閉塞区間システム

3.2.2 基本計画の熟度について

RITES 社が実施中の DFC 概略設計の進捗状況は以下の通りであることが RITES 社および DFCCIL からのヒアリングで確認された。

- 1) ルートについては Final Location Survey (FLS) と線形確定作業を実施中であり、作業終了予定は優先区間については本年 9 月末、その他区間は本年 12 月末
- 2) 停車場設計についても上記 1) に同じ

- 3) 長大橋梁の水理解析および概略設計は 2008 年 5 月終了予定
- 4) Rewari-Dadri 間のトンネルの地質調査・概略設計は 3.5 年以内に完了
- 5) ROB についてはこれからコンサルタントを別途雇用し設計作業を開始する（完了時期は未定）

すなわち現状ではルートも構造物も概略設計が確定しておらず、RITES 社の成果が一部完成してくるのは本年 10 月以降になる。このため調査団としては以下の方針で DFC の概略設計を実施することとした。

- 1) ルート、停車場、橋梁については調査団側で概略設計のガイドとなる設計要領を独自に取りまとめ、これをインド側にガイドライン・デザインとして提示する。
- 2) インド側に対しては本ガイドライン・デザインに従って概略設計を実施することを求め、合意を得る。
- 3) 調査団が実施する環境社会配慮調査はインド側の概略設計が上記ガイドライン・デザインにしたがって実施されるものとし、上記ガイドライン・デザインに基づき実施する。

PETS-II レビューおよび RITES 社との技術協議に基づくと、本年からの国際金融機関の案件審査を前提にした場合、設計熟度の面から以下の状況が認識された。

- 1) 既存線並行区間では、DFC 建設に際して架替えを要する ROB が多く存在する、スクウォッター問題が存在するなど、PETS-II 原案では DFC 建設が不可能か極めて難しいと判断される箇所が存在する。こうした箇所は、迂回路案を含めてルートの再検討を要すると判断された。既存線並行区間の一部では、既存線の縦断勾配が DFC の基準である 0.50%より急になっている区間があり、これについては 9 月までの本調査において独自に検証を行った。（RITES 社の縦断線形が信頼性に欠けるため）
- 2) 迂回路区間についてはマイナーなルート修正を行えば、すべての迂回区間で大規模な住民移転の発生は避けられるものと判断された。全般的に平坦な地形であり平面線形/縦断線形とも問題になるような区間は存在しないことも確認された。
- 3) Mughal Sarai の Junction Station は複数の既存線および既存ヤード（石炭車検査のため）への複雑な接続が必要でまだコンセプトも確定しておらず、基本設計確定には時間を要する。
- 4) Rewari-Dadri 間のトンネル区間は今後地質調査のほか詳細な技術的検討を要し、計画確定には 2 年程度の期間を要するものと判断された。
- 5) 長大橋梁については特殊技術を要する橋梁や施工上特別な技術的配慮を要する橋梁はないと判断され、洪水時の十分な流下能力を保持できるだけの橋長を確保されることが担保されれば技術的に問題は生じないと判断された。
- 6) ROB については既存の ROB を架替えるものと、現在の踏切を新たに ROB 化するものとに区分されるが、個々の ROB についての技術的検討、基本設計の策定は全く

実施されておらず、これからのインド側の作業となる。このため近い将来において基本設計が確定する ROB は無いものと判断された。

3.2.3 環境社会配慮面の課題

(1) 国際機関の要求事項について

JBIC をはじめ ADB、WB などの国際機関からの資金で本プロジェクトを実施する場合には、次のようなことが考慮されなければならない。

- 1) 円借款の場合、L/A 締結 120 日前までに環境影響評価（EIA）に対する政府承認が必要である。
- 2) ADB の場合は、EIA または住民移転計画(RAP)に係る調査が終わっていない場合にはテクニカル・アシスタンス（TA）により EIA または RAP 調査を実施する。
- 3) 世銀の場合は、EIA または RAP 調査が終了していない場合には EIA や RAP 調査、および住民移転計画の実施までを融資額の範囲内で実施することがある。

他のすべて要件を満たしている場合でも環境影響評価プロセスが終了していない場合には、国際機関からの融資が得られないため、事業実施の開始がかなり遅れることになる。従って、本プロジェクトに関する環境社会配慮に関する要求事項の内容を確認した上で、要求事項を満足する必要がある。

(2) 環境社会配慮における留意点

環境社会配慮面が事業実施のクリティカル・パスになるケースはインドの他案件でも数多くみられる。「3.2.2 基本設計の熟度」で述べたインド側概略設計の進捗状況、IEE レベルの環境社会配慮調査（ESCS）結果および調査団策定のガイドライン・デザインに基づく EIA レベルの環境社会配慮調査（ESIMMS）結果から、今後の事業実施に向けての環境社会配慮上の留意点等は以下のように考えられる。

- 1) 既存線並行区間では、DFC 建設に際して架替えを要する ROB が多く存在する。また、不法占有者（スコッター）の移転問題も多く存在する。したがって、インド側概略設計の原案では DFC 建設がこれらの理由により実質不可能か、極めて難しいと判断される箇所が存在する。こうした箇所は現設計のままでは、環境社会配慮上の必要事項や EIA に係る調査と手続きを短期間に実施することは不可能と判断され、迂回路案を含めたルートの見直しを要すると判断された。
- 2) 迂回路区間については軽微なルート修正を行うことにより、全ての迂回区間で大規模な住民移転の発生を回避・最小化できるものと判断された。
- 3) Rewari-Dadri 間のトンネル区間は地下水を利用した耕作地が広範囲に広がっている。このためトンネル建設による地下水低下を引き起こした場合には社会環境上大きな問題となる可能性が非常に高い。さらに開削部の用地取得および長大斜面部による自然環境への影響、ディーゼル機関車による排気ガス問題なども EIA の中でクリアする必要がある。またトンネル計画地点は環境保護の必要な地域（Geo-physical Eco-sensitive Area）に指定されている Aravalli 山地内に位置しているため、慎重な取

り組みが必要になる。このため EIA に係る現地調査および承認等の手続きに相当の時間を要すると考えられる。

- 4) 長大橋梁建設については工事中の対策の適切な実施により自然および社会環境上の影響の発生をある程度まで最小化できるものと考えられる。洪水時に上流側に洪水位の上昇を生じないように、流下能力を保持できるだけの橋長は調査団策定のガイドライン・デザインで確保する。
- 5) 架替え・新設ともに、市街地に位置する ROB のほぼ全ては周辺社会環境に大きな影響を与える可能性のあることが確認された。こうした ROB を国際機関からの資金で実施するためには、個々の ROB について EIA が必要となり、相当の時間と予算が必要であると考えられる。
- 6) 国立公園、野生生物保護区、森林（保全林、保護林）の通過区間については州政府を通じて監督官庁である環境森林省に対して、開発申請を提出し、許可を得る必要がある。これに際して、現地測量により、開発用地確定後、伐採を伴う林木を確定の上適切な申請を行う必要がある。

3.3 段階整備検討のためのプロジェクト全体の区間分割

3.2 において検討された事業実施にあたって整えられるべき要件を考慮し、プロジェクト全体を以下のように区間分割し各区間の特性を整理するものとする。図 3-1 に以下に記述する区間分割を図示する。

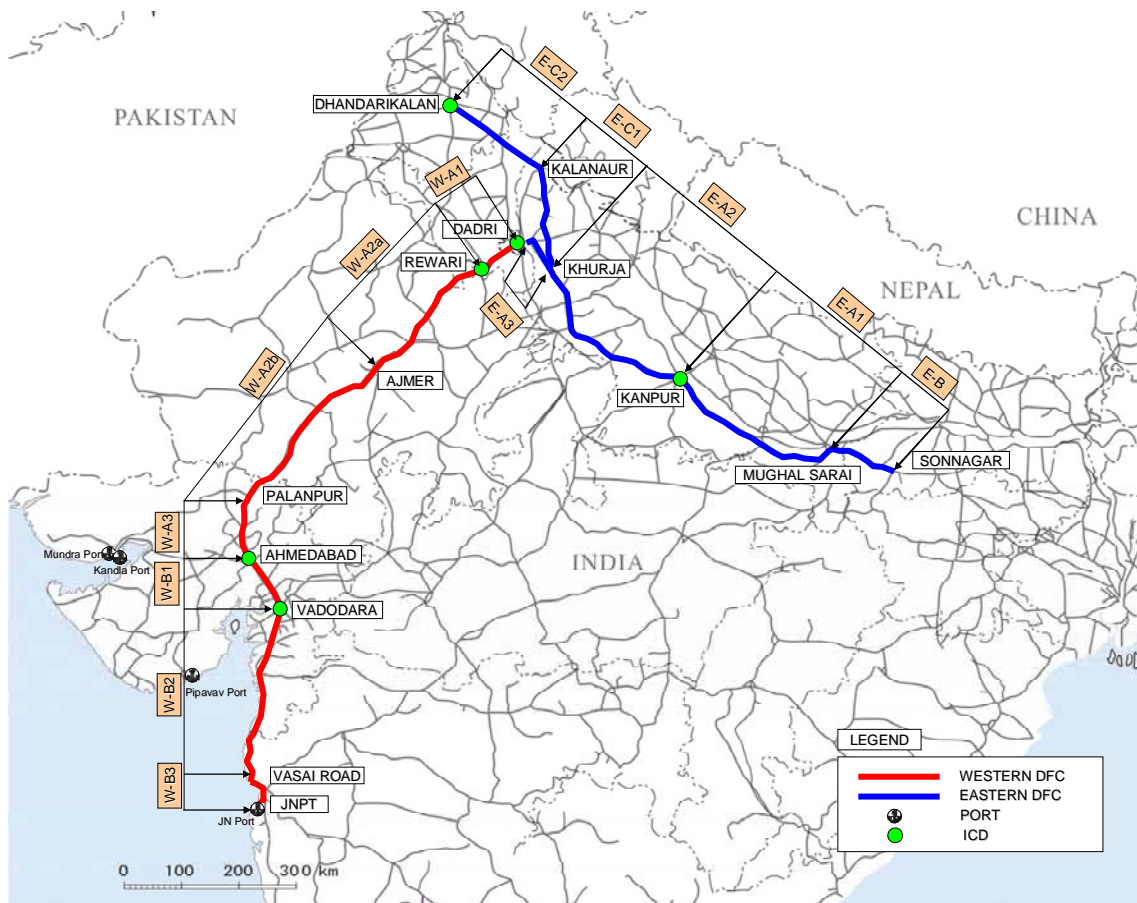


図 3-1 段階整備検討のための区間分割図

3.3.1 西回廊の区間分割

西回廊は大きくは Dadri-Ahmedabad 区間 (WA 区間) と Ahmedabad-JNPT 区間 (WB 区間) に分割し、以下のようにさらに再分割を行った。

(1) Dadri-Ahmedabad 区間 (WA 区間)

本区間は Delhi 首都圏とインド東海岸とを直接リンクする区間とであり、この区間の貨物新線の整備により Delhi 首都圏および Ludhiana を中心とするインド北部の工業・産業地帯と Gujarat の港湾群 (Pipavav 港、Mundora 港、Kandla 港) とを連結する戦略的物流ルートが構築されることになる。

事業実施上の地域的特性を考慮しこの区間は以下のように 4 区間に再分割する。

1) Dadri-Rewari 間 (W-A1)

この区間は 120km 程度の新線区間となっておりトンネルの区間を有している。この区間はトンネルの建設に起因する事業実施上のリスク要因を持っていること、また Delhi 首都圏に位置しているため都市化が拡大していることから土地収用・住民移転問題の発生が懸念されることから、区間を区分して検討するものとした。本区間は貨物新線が既存の TKD、Dadri ICD にリンクするための区間であるので、本区間を当初建設スコープから外す場合は貨物新線がリンクする他の ICD を確保する必要が生じる。

2) Rewari—Phulera—Ajmer (W-A2a)

この区間のほとんどは既存線並行に DFC が計画されている。Rewari—Phulera 間の既存線はメーターゲージであり、現在ブロードゲージへの改軌事業が実施中である。Phulera-Ajmer 間はブロードゲージの単線区間であるが、Rewari—Phulera 間も含めて Rewari-Ajmer 間は複線化される計画となっている。

この区間は他の地域に比べて地域開発が遅れており人口密度も低く、都市部においてもスコッター問題などが認められない。このため貨物新線建設にあたって致命的障害になる要因がなく、事業実施上のリスクが最もすくない区間である。

3) Ajmer—Palanpur 間 (W-A2b)

この区間は貨物新線が大部分既存線に沿って計画されている。既存線の大部分は単線区間になっており、鉄道用地が全線に渡りある程度確保されている。この区間は W-A2b と同様な理由により貨物新線建設にあたって致命的障害になる要因がなく、事業実施上のリスクが最もすくない区間である。

既存線は Palanpur 近くで Balaram Ambaji 野生生物保護区内を通過しており、PETS-II ではこの部分を既存線並行区間として計画している。野生生物保護区内の開発行為の政府承認には長い時間を要するので、本調査では野生生物保護区を迂回路でにより避ける案を採用し自然環境への影響を僅少にするとともに、承認手続きが障害とならないよう配慮した。

4) Palanpur—Ahmedabad 間 (W-A3)

この区間は貨物新線が海側に迂回したルートになっており、この迂回ルートと交差するフィーダー線により Ahmedabad 中心部および Gujarat の港湾に連結している。

この区間は Ahmedabad の都市部郊外を通過しているため社会環境上の障害が考えられるため、区間を区分して検討するものとした。

(2) Ahmedabad-JNPT 区間(WB 区間)

本区間は Mumbai と Ahmedabad というインド西海岸の 2 大都市をリンクしており、既存線の需給逼迫度が最も高い区間であり、需給面からは整備優先度が最も高い区間である。

一方この区間は全般的に都市化が進んでいる地域であるため、住民移転等の面で難しい面が予想される。また既存の ROB も多く存在するため、これらの ROB の架け替えや交通量の大きな踏切の立体化などの困難な工事も多く含まれる区間になっている。

事業実施上の地域的特性を考慮しこの区間は以下のように 3 区間に再分割する。

1) Ahmedabad—Vadodara 間 (W-B1)

この区間のほとんどが迂回ルートになっており、社会環境上の問題が考えられるとともに、洪水時に氾濫している河川を渡河する長大橋梁も存在することから区間を区分して検討する。

2) Vadodara—Vasai Road 間 (W-B2)

この区間の既存線はインドで最も列車運転が過密化した線区となっている。一方、

都市化が進んでいることから社会環境面の問題発生が予想される。洪水時に氾濫している河川を渡河する長大橋梁もいくつか存在することから、洪水対策等の技術的検証も必要となる。

3) Vasai Road—JNPT 間 (W-B3)

この区間は JNPT への接続のための区間である。既存線は複線化されており、旅客列車はほとんど運転されていないため、Vadodara—Vasai Road 間よりは線路容量には余裕があるものと考えられる。

3.3.2 東回廊の区間分割

東区間は大きくは Dadri—Mughal Sarai 区間、Mughal Sarai—Sonnagar 区間および Khurja—Ludhiana 区間の 3 区間に分け、更に再分割を行った

(1) Dadri—Mughal Sarai 区間(EA 区間)

本区間は東回廊の主要区間であり、石炭等の対象貨物列車のほとんどがこの区間を通過する。線路容量もすでに逼迫状態にあり、需要面での整備優先度も東回廊ではもっとも高い。この区間の既存線は全線複線/電化となっている。本区間は検討上以下の 3 区間に再分割した。

1) Mughal Sarai—Kanpur 間 (E-A1)

Kanpur で本路線に並行する Lucknow 経由ルートへの接続線があり、またこの区間で接続する幾つかのフィーダー線が存在することから、隣接する Kanpur-Khurja 間と需給状況が異なることが想定される。

2) Kanpur—Khurja 間 (E-A2)

本区間は東回廊の中で最も需給が逼迫している区間と想定される。

3) Khurja-Dadri 間 (E-A3)

本区間は DFC 東西両回廊を連結する区間となる。既存線の 3 線化工事が実施中であり、これにより既存線の輸送力は増強される。

(2) Mughal Sarai—Sonnagar 区間(EB 区間)

本区間の既存線は 3 線をなっている。このため線路容量は複線区間より大きく、Mughal Sarai—Kanpur 間に比べて線路容量に余裕があると考えられる。またすでに 3 線あることから貨物新線としての整備ではなく、既存線の複々線化事業として整備することも考えられるため区間を区分して検討するものとした。

(3) Khurja—Ludhiana 区間(EC 区間)

本区間はインド東部と Ludhiana を中心とする Punjab 地方とを、Delhi 都心部をバイパスしてリンクするための役割を有する。現在石炭輸送列車をはじめインド東部からの貨物輸送列車は Delhi 都心部を経由して Ludhiana 方面に運行されており、このことが Delhi 都心部の鉄道の混雑状況を招く要因となっているため、この区間の貨物新線の建設はこの首都圏問題の改善に寄与することになる。本区間は以下の 2 区間に再分割して検討をおこなう。

1) **Khurja – Kalanaur 間 (E-C1)**

この区間は幹線同士を連結する役割をもっている。この区間の既存線は単線であり、このことが原因となって列車が Delhi 方面を経由するルートを選択しているものと考えられるので、この区間の整備により列車が都心部を経由ルートからシフトすることが考えられる。

2) **Kalanaur – Ludhiana 間 (E-C2)**

この区間は複線区間であり、線路容量に若干の余裕があると考えられ、分割して検討するものとする。

3.4 各区間の事業実施可能条件の整理と評価

各区間の事業実施可能条件を取りまとめた表を表 3-2 (1)、表 3-2 (2)、表 3-3 (1)および表 3-3 (2)に示す。

表 3-2 DFC 西回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (1) (需要面および技術面)

No.	区間	区間長 (km)	迂回区間	迂回区間長 (km)	迂回路区間の割合	需給逼迫時期	基本設計の熟度	建設の難易度(架替を要する ROB)	当該区間が建設されない場合に、必要となる措置
W-A1	Dadri - Rewari	117	1	117	100 %	2010 年 (Dadri - Ghaziabad Jn)	【路線計画】トンネルを含むため路線確定には追加の自然条件調査、技術的検討、EIA が必要で、これらには 2 年以上の期間を要する 【停車場計画】Rewari J/S 最終形は、トンネルルート検討の結果及び Delhi 都市圏 ICD 計画に基づいて見直す必要がある 【重要橋梁】 Yamuna River Bridge/橋長 370m	総数: TKD への枝線に 5 箇所 架替困難な ROB: 上記 5 箇所	・Rewari-Delhi 間の新 ICD の開設 ・Delhi Cantt.-Brar Square 間の短絡線の建設 (TKD、Dadri との接続改良) ・ Rewari- Brar Square/Patel Nagar 間の電化
W-A2a	Rewari - Ajmer	290	3	49	17 %	2010 年	【路線計画】Ringas, Phulere, Kishangarh の迂回区間のルート検討を要すが、本年中に確定できる見込み 【停車場計画】第 1 期暫定案は本年中に確定できる見込み 【重要橋梁】 なし	総数: なし 架替困難な ROB: なし	Ajmer-Phulera-Ringas-Rewari 間の Gauge Conversion の完成 (Ajmer-Rewari 間既存線の実質複線化)
W-A2b	Ajmer - Palanpur	368	1	36	10 %	2010 年	【路線計画】Ajmer, Palanpur の迂回区間のルート検討を要するが、本年中に確定できる見込み 【停車場計画】第 1 期暫定案は本年中に確定できる見込み 【重要橋梁】 なし	総数: なし 架替困難な ROB: なし	既存線の複線化
W-A3	Palanpur - Ahmedabad	124	1	71	57 %	2010 年	【路線計画】Ahmadabad-Mahesana 間の迂回のルート検討を要するが、本年中に確定できる見込み 【停車場計画】第 1 期暫定案は本年中に確定できる見込み 【重要橋梁】 Saraswati River Bridge/橋長 330m	総数: なし 架替困難な ROB: なし	既存線の複線化
W-B1	Ahmedabad - Vadodara	136	1	136	100 %	2010 年	【路線計画】Vasad 付近を迂回に変更するルート検討を要するが、本年中に確定できる見込み 【停車場計画】Mumbai/JNP 方既存線との分岐を含む Makarpura J/S の第 1 期暫定案 (立交可能) は本年中に確定できる見込み 【重要橋梁】 1. Sabarmati River Bridge/橋長 2800m 2. Sabarmati River2 Bridge/橋長 2290m 3. Mahi River Bridge /橋長 550m	総数: なし 架替困難な ROB: なし	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強 (特に Vadodara の構内改良)
W-B2	Vadodara - Vasai Rd.	344	2	65	19 %	2010 年	【路線計画】・Myagam Karjan 付近: 既存 ROB の架替え/迂回に対する詳細な現地調査と検討を要す ・Surat 迂回路は詳細な現地調査と検討を要す ・Surat-Virar 間: 7 箇所の既存 ROB や交通量の多い踏切が集中している区間もあり迂回路案も含めて見直しが必要 ・Virar-Vasai Rd.間: 市街地の架替 ROB が 2 箇所+スコッター問題により別線案を含めて抜本的見直しが必要 【停車場計画】・Vasai Rd J/S 大幅な見直し必要・Gotahngam J/S は Surat の迂回路案変更に伴い大幅な見直しが必要 【重要橋梁】 1. Narmada River Bridge/橋長 1,447m, 2. Tapi River Bridge/橋長 854m, 3. Mindhola River Bridge/橋長 274m 4. Navsari River Bridge/橋長 411m, 5. Ambika River(North) Bridge/橋長 274m, 6. Ambika River(Center) Bridge./橋長 274m, 7. Ambika River(South) Bridge/橋長 228m, 8. Varsad River Bridge/橋長 320m ² , 9. Par River Bridge/橋長 320m, 10. Damanganda River Bridge/橋長 366m, 11. Vatiuruna River(North) Bridge/橋長 518m, 13. Vatiuruna River(South) Brige/橋長 463m	総数: 10 箇所 架替困難な ROB: 7 箇所 1.Vasad (市街地はずれにあるも土地収用困難) 2.Vapi (市街地に位置し全長 2km、2 車線) 3.Dahanu Road (市街地に位置し 2 車線) 4.Boisar (市街地にあり 4 車線) 5.Virar (市街地にあり土地収用困難・新 ROB 建設中) 6.Nara Sopala (市街地にあり土地収用困難) 7.Vasai Road (市街地にあり土地収用困難)	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
W-B3	Vasai Rd. - JNPT	89	0	0	0 %	2020 年	【路線計画】・この区間は地形的起伏が激しく、都市化も進行しており用地も限られているので広範囲の地形測量にもとづくルート検討が必要。 ・ Panvel 付近ではトンネルとせざるを得ない可能性あり 【重要橋梁】Ulhas River Bridge/橋長 533m	総数: 12 箇所 架替困難な ROB: 5 箇所 1.Kopar RD (国道 3 号線の 2 橋・交通量大・大規模添架管), 2.Navede RD (市街地に位置し 2 車線) 3.Kalamboli (市街地に位置し 4 車線), 4.Panvel JN (市街地に位置し 2 車線), 5.JNPT (市街地はずれにある延長約 2km4 車線の大規模 ROB)	

表 3-2 DFC 西回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (2) (環境面)

No.	区間	区間長 (km)	社会環境面の評価			自然環境面の評価	
			鉄道用地取得面積、架け替えが必要な ROB 用地取得面積、およびその取得難易性	住民移転が発生する箇所および移転規模	スコッター問題が発生する箇所および影響規模 (戸数)	影響を受ける自然保護地区/保護林等	その他自然環境上の留意事項
W-A1	Dadri - Rewari	117	ROB 用地買収面積: 31 ha 鉄道用地買収面積: 387 ha 新設区間は首都圏の肥沃な農村地帯であり、用地収容費用が高む。また、TKD 接続区間は都市化がかなり進行しており用買はきわめて困難。	Reari - Dadri 間: 約 180 戸 TKD 接続区間: 一般家屋約 250 戸ほか商業施設の取り壊し多数。	TKD 接続区間: 約 1,250 戸	Haryana 州南部の Aravalli 山地の Eco-sensitive Area 内である Sohna 市南側において丘陵部からの約 100m 断崖をトンネルと橋梁によって通過する計画であり、それに伴い丘陵農耕地での地下水低下の影響が予想される。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	2007 年度、Aravalli 山地にかかる区間の計画について IEE level の調査を実施する予定である。 重要河川 (Yamuna 川) を通過する。
W-A2a	Rewari - Ajmer	290	ROB 用地買収面積: 441 ha 鉄道用地買収面積: 496ha 非肥沃な乾燥地域であり用買は比較的容易。	DFC 並行区間: 約 85 戸 (中間都市部)	Khori 駅: 約 25 戸	腹付け区間の近隣 (既存線より左右 1km 以内) に 12 箇所の保護林があり、貨物新線の建設により立木伐採の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 12.2km である。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。
W-A2b	Ajmer - Palanpur	368	ROB 用地買収面積: 413 ha 鉄道用地買収面積: 413 ha 非肥沃な乾燥地域であるので用地買収は比較的容易であると考えられる。	DFC 並行区間: 約 120 戸 (中間都市部)	なし	Balaram Ambaji 野生生物保護区の西端 2.4km を腹付けにより通過する計画である。 腹付け区間の近隣 (既存線より左右 1km 以内) に 6 箇所 (1 箇所は保護区内) の保護林と 4 箇所の保全林があり、貨物新線の通過により立木伐採の影響を受ける可能性がある。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。
W-A3	Palanpur - Ahmedabad	124	ROB 用地買収面積: 155 ha 鉄道用地買収面積: 986ha 迂回路は都市部郊外に位置する肥沃な農地を通過しておりして用買費用は嵩む。	Ahmedabad - Mahesana 間の迂回路: 30 戸	なし	沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。 重要河川 (Saraswati 川) を通過する
W-B1	Ahmedabad - Vododara	136	ROB 用地買収面積: 47 ha 鉄道用地買収面積: 815ha 全線迂回路となっているが、都市郊外の肥沃な土地を通過し用買費用は嵩む。	迂回路区間: 約 50 戸	なし	沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。 重要河川 (Sabarmati 川, Mahi 川) を通過する。
W-B2	Vadodara - Vasai Rd.	344	ROB 用地買収面積: 386 ha 鉄道用地買収面積: 1036ha 路線沿いの都市化の規模が大きく都市部・駅周辺では難航が予想される。 市街地の架替 ROB 建設のため用地買収も相当規模になりきわめて困難。	DFC 並行区間: Vasai Rd/70 戸、Nala Sopara/170 戸、Virar/30 戸、Palghar/10 戸、Boisar/10 戸、Vangaon/12 戸、Dungri/12 戸、Navsari/5 戸、Maroli/38 戸、Sachin/10 戸、Sayan/13 戸、Kim/10 戸、Kosamba/5 戸、Ankleshwar/15 戸、Myangam Karjan/10 戸、Itola/10 戸、その他 10 戸 ROB: Vasai Rd/20 戸、Nala Sopara/20 戸、Virar/30 戸、Boisar/20 戸、Dahanu Rd/3 戸、Vapi/150 戸	Vasai Rd/ 20 戸、Nala Sopara/32 戸、Virar/80 戸、Palghar/150 戸、Boisar/80 戸、Vangaon/9 戸、Umargaon/17 戸、Pardi/12 戸、Bilimora/12 戸、Navsari/60 戸、Maroli/50 戸、Myangam Karjan/30 戸、その他/10 戸	腹付け区間の近隣 (既存線より左右 1km 以内) に 4 箇所の保全林があり、貨物新線の通過により立木伐採等の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 7.0km である。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 重要河川 (Vaitarna 川, Daman Ganga 川, Par 川, Auranga 川, Kaveri 川, Ambika 川, N. Poorna 川, Mindhola 川, Tapi 川, Narmada 川) を通過する。
W-B3	Vasai Rd. - JNPT	89	ROB 用地買収面積: 78ha 鉄道用地買収面積: 123ha Panvel Jn. 駅近辺及び Dombivli 駅付近では用地買収が困難であると考えられる。	DFC 並行区間: 50 戸 ROB: JNPT-Panvel Jn 駅間の 6 箇所 ROB のうち 1 箇所が発生。規模不明。	Dombivli 駅/約 430 戸 (2 箇所)、Panvel 駅/15 戸	腹付け区間の近隣 (既存線より左右 1km 以内) に 3 箇所の保護林があり、貨物新線の通過により立木伐採等の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 2.0km である。	追加の測定作業は行わない。 重要河川 (Ulhas 川) を通過する。

注) 上表の情報は、IEE レベルの環境社会配慮調査 (ESCS) 結果に基づく。

表 3-3 DFC 東回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (1) (需要面および技術面)

No.	区間	区間長 (km)	迂回区間	迂回区間長 (km)	迂回路区間の割合	需給逼迫時期	基本設計の熟度	建設の難易度(架替を要する ROB)	当該区間が建設されない場合に、必要となる措置
E-A1	Mughal Sarai - Kanpur	322	1	26	8%	2010年	<p>【路線計画】Allahabad の迂回区間のルート検討および Meha Rd 付近の既存 ROB の架替/迂回の検討を要するが、本年中に確定できる見込み</p> <p>【停車場計画】Jeonathpur (Mughal Sarai Jn.西部)を含む第1期暫定案は本年中に確定できる見込み</p> <p>【重要橋梁】</p> <p>1. Ton River Bridge/橋長 457m 2. Yamuna River Bridge/橋長 1,159m</p>	<p>総数: 2箇所 架替困難な ROB: 1箇所 Jeonathpur (近傍に水路。DFC 路面が上昇)</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
E-A2	Kanpur - Khurja	388	5	127	33%	2010年	<p>【路線計画】Kanpur, Etawah, Aligarh の迂回区間のルート検討を要するが、本年中に確定できる見込み</p> <p>【停車場計画】第1期暫定案は本年中に確定できる見込み</p> <p>【重要橋梁】なし</p>	<p>総数: なし 架替困難な ROB: なし</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
E-A3	Khurja - Dadri	46	0	0	0%	2015年	<p>【路線計画】本年中に確定できる見込み</p> <p>【停車場計画】第1期暫定案は本年中に確定できる見込み</p> <p>【重要橋梁】なし</p>	<p>総数: なし 架替困難な ROB: なし</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
E-B	Son Nagar - Mughal Sarai	127	0	0	0%	2015年	<p>【路線計画】Mughal Sarai J/S の配置計画がこの区間の路線計画の決定要素となるため、更なる技術的検討が必要</p> <p>【停車場計画】Mughal Sarai J/S は接続する既存線が多く、きわめて複雑であり、かつ迂回ルートの選定が関係するので、計画確定には追加的調査・検討が必要</p> <p>【重要橋梁】なし</p>	<p>総数: 2箇所 架替困難な ROB: 2箇所し 1. Sasaram JN (市街地にあり土地収用困難) 2. Bhabhua RD (市街地にあり土地収用困難)</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
E-C1	Khurja - Kalanaur	242	3	50	21%	1. 2010年 (並行既存線) 2. 2015年 (Delhi - Ambala 間)	<p>【路線計画】Hapur, Meerut, Muzaffarnagar, Saharanpur の迂回ルート検討および3箇所の既存 ROB 架替/迂回の詳細調査必要</p> <p>【停車場計画】DFC Mughal Sarai 方と既存線 Saharanpur 方を結ぶ Khurja J/S 第1期暫定案は本年中に確定できる見込み</p> <p>【重要橋梁】なし</p>	<p>総数: 2箇所し 架替困難な ROB: 1箇所 Muzaffar Nagar (市街地にあり土地収用困難)</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強
E-C2	Kalanaur - Dhandorikalan	184	4	72	39%	2010年	<p>【路線計画】沿線に都市部が発達しており、都市部の既存 ROB が4箇所あること、用地取得に伴うスコッター問題があることから、別線案を含めて抜本的見直しが必要</p> <p>【停車場計画】路線計画の見直しに合せて位見直しが必要</p> <p>【重要橋梁】</p> <p>1. Yamuna River Bridge/橋長 488m 2. Chaudah Dara River Bridge/橋長 98m 3. Markanda River Bridge/橋長 274m 4. Tangri River Bridge/橋長 182m</p>	<p>総数: 4箇所し 架替困難な ROB: 3箇所 1. Tandwal (市街地にある、大規模橋梁) 2. Khanna (市街地にある、大規模橋梁) 3. Dhandri Kalan (市街地にある、大規模橋梁)</p>	信号改良、停車場改良による既存線の輸送力増強

表 3-3 DFC 東回廊各区間の事業実施可能条件評価表 (2) (環境面)

No.	区間	区間長 (km)	社会環境面の評価			自然環境面の評価	
			鉄道用地取得面積、架け替えが必要な ROB 用地取得面積、およびその取得難易性	住民移転の発生する箇所および移転規模	スコッター問題の発生する箇所および影響規模(人数)	影響を受ける自然保護地区/保護林等	その他自然環境上の留意事項
E-A1	Mugal. Sarai – Kanpur	322	ROB 用地買収面積: 386 ha 鉄道用地買収面積: 693 ha 肥沃な農村地帯であるので、用買費用は高む。	並行区間・迂回路: 約 65 戸 ROB: Ahraura Rd 駅周辺/2 戸、)Mizapur 駅周辺/3 戸、Meha Rd 駅/ 5 戸、	並行区間では約 25 戸。	腹付け区間の近隣(既存線より左右 1km 以内)に 3 箇所の保全林があり、貨物新線の建設により立木伐採等の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 16.5km である。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 重要河川 (Tonse 川、Yamuna 川) を通過する。 沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。
E-A2	Kanpur – Khurja	388	ROB 用地買収面積: 316 ha 鉄道用地買収面積: 603 ha 肥沃な農村地帯であるので、農地の買収は都市部と共に困難が予想される。	並行区間・迂回路約 450 戸。 ROB: 移転対象なし	なし	腹付け区間の近隣(既存線より左右 1km 以内)に 5 箇所の保護林があり、貨物新線の建設により立木伐採の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 2.7km である。 沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。
E-A3	Khurja - Dadri	46	ROB 用地買収面積: 23 ha 鉄道用地買収面積: 49ha 都市化進行中の地域であるので、用地買収は困難。	並行区間: 約 45 戸	なし	沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	特になし 沿線の立木の状況は、ビデオ解析、現地調査により算定する。
EB	Son Nagar - Mughal Sarai	127	ROB 用地買収面積: 126 ha 鉄道用地買収面積: 221 ha 肥沃な農村地帯であるので、農地の買収は都市部と共に困難が予想される。	並行区間: 約 45 戸 迂回路区間: 線形不確定のため不明	なし	沿線の立木が路線、施設の建設伐採の影響を受ける。	重要河川 (Son 川) を通過する
E-C1	Khurja - Kalanaur	242	ROB 用地買収面積: 183 ha 鉄道用地買収面積: 482ha 工業地帯と肥沃な農村地帯が混在しているため、都市部や道路に近い部分の用地買収は困難が予想される。	並行区間・迂回路、約 120 戸	なし	腹付け区間の近隣(既存線より左右 1km 以内)に 1箇所の保全林があり、貨物新線の建設により立木伐採の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 0.5km である。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。 重要河川 (Yamuna 川、Chandah 川、Markanda 川、Tangri 川)
E-C2	Kalanaur – Dhandorikalan	184	ROB 用地買収面積: 136 ha 鉄道用地買収面積: 306ha 工業地帯と肥沃な農村地帯が混在しているため、都市部や道路に近い部分の用地買収は困難が予想される。	並行区間・迂回路: 約 260 戸。	なし	腹付け区間の近隣(既存線より左右 1km 以内)に 1箇所の保全林があり、貨物新線の建設により立木伐採の影響を受ける可能性がある。既存線と平行方向での森林の切片の総延長は、約 0.5km である。	実際に、通過する森林を確定し、現地において抽出により立木の測定を行う。

注) 上表の情報は、IEE レベルの環境社会配慮調査 (ESCS) 結果に基づく。

3.5 各区間を組み合わせた段階整備シナリオの設定

3.5.1 各区間の事情実施可能条件の技術的総合評価

段階整備シナリオを策定にあたり、各区間の事業実施可能条件にかかわる特性を総合的に評価し、各区間を以下の3つのカテゴリーに分類した。

カテゴリーA： 短中期的需給の逼迫状況があり、近未来時点の事情実施にあたって技術的側面からの問題が無いか軽微な区間

カテゴリーB： 短中期的需給の逼迫状況がみとめられるものの、近未来時点の事情実施の観点からは技術的側面から致命的問題があり、事業実施可能な環境整備にはまだ時間を要すると考えられる区間

カテゴリーC： 短中期的需給の逼迫状況が認められない区間。

上記評価を DFC 西回廊と東回廊について取りまとめた結果を表 3-4 と表 3-5 にそれぞれ示す。

なお、踏切立体化は事業から除外する。

表 3-4 西回廊各区間の事業実施可能条件に関する技術的妥当性評価

No.	区間	区間長 (km)	カテゴリー評価結果	評価の主たる理由
W-A1	Dadri - Rewai	117	B	Delhi 地区の需給逼迫状況を緩和する効果があるが、トンネル部分およびTKD接続線の既存ROB対策の設計、EIAに相当の時間を要し、近い将来での工事着工は不可能である。
W-A2a	Rewari -Ajmer	290	A	2010年に既存線の需給が逼迫する。低開発地域を基本的に既存線並行でDFCは建設され、ガイドライン・デザイン通りに概略設計がなされれば技術的にも環境的にも大きな障害は無く、本年中にEIAもクリアー可能と思われる
W-A2b	Ajmer -Palanpur	368	A	同上
W-A3	Palanpur- Ahmedabad	124	A	2010年に既存線の需給が逼迫する。区間の約50%が迂回区間となっており、これにより市街地を回避している。ガイドライン・デザイン通りに概略設計がなされれば技術的にも環境的にも大きな障害は無く、本年中にEIAもクリアー可能と思われる
W-B1	Ahmedabad -Vadodara	136	A	2010年に既存線の需給が逼迫する。区間全てが迂回区間となっており、これにより市街地を回避している。ガイドライン・デザイン通りに概略設計がなされれば技術的にも環境的にも大きな障害は無く、本年中にEIAもクリアー可能と思われるが、長大橋梁の設計については特に確認を要する。
W-B2	Vadodara -Vasai Rd.	344	B	2010年に既存線の需給が逼迫する。既存線並行区間で市街地に位置する建設困難な架替えROBが7箇所あることとスコンター問題が存在することから迂回路案を含む抜本的ルート変更の検討が必要となる。
W-B3	Vasai Rd. -JNPT	89	C	この区間の需給が逼迫するのは2020年である。 この区間は土地の起伏が激しく広範囲な地形測量に基づくルート検討が必要である。Panvel付近はトンネルとせざる得ない可能性もあり、ルート決定には不確定要素が多い。

表 3-5 東回廊各区間の事業実施可能条件に関する技術的妥当性評価

No.	区間	区間長 (km)	カテゴリー 評価結果	評価の主たる理由
E-A1	Mugal Sarai– Kanpur	322	A	2010年に需給が逼迫する。Jeonathpurに既存ROBが1橋あるが、このROBすぐ脇に逆サイホンの用水路があり、DFCの計画高設定とあわせてROB架替えには慎重な検討を要するが、事業実施上重大な問題とはならない。ルート・停車場に関してはガイドライン・デザイン通りに概略設計がなされれば技術的にも環境的にも大きな障害は無く、本年中にEIAもクリア可能と思われる
E-A2	Kanpur –Khurja	388	A	2010年に需給が逼迫する。市街地を5箇所を迂回で回避しており、架替えROBは存在しない。ガイドライン・デザイン通りに概略設計がなされれば技術的にも環境的にも大きな障害は無く、本年中にEIAもクリア可能と思われる
E-A3	Khurja –Dadri	46	B	2015年に需給が逼迫する。この区間は現在3線化工事が実施されており、完了後は線路容量が増大するので短期的需要増は既存線で対処可能である。西回廊のRewari-Dadri間の完成に合わせての事業実施が妥当である。
E-B	Sonnagar –Mughal Sarai	127	C	2015年に需給が逼迫する。この区間のソン川橋梁工事が完了するとこの区間が完全に3線化され、線路容量に余裕が生じる。この区間のDFCを整備するためには複雑なMugal Sarai JSの基本計画を確定させる必要があるが、これには追加的調査・検討が必要である。
E-C1	Khurja– Kalanaur	242	B	同一区間の既存線の需給は2010年に逼迫するが、競合ルートであるKhurja-Delhi-Ambalaルートの需給が逼迫するのは2015年。 沿線の都市化が比較的進展しており、架替え困難なROBが2箇所あり、迂回路案を含めた路線計画の見直しが必要である。
E-C2	Kalanaur – Dhandorikalan	184	B	2010年に需給が逼迫する。 沿線の都市化が比較的進展しており、市街地の大規模な既存ROBが3箇所あり、架替え工事はきわめて困難と判断され迂回路案を含めた路線計画の見直しが必要である

3.5.2 区間を組み合わせた段階開発シナリオの設定

前項までの検討に基づき本プロジェクトの段階整備シナリオの設定を行う。

前項で各区間を3つのカテゴリーに分類したが、この分類に基づき各整備段階で事業として独立して成立し事業効果を発揮できる区間の組み合わせを検討するとともに、各整備段階で必要となる付帯事業の特定を行う。

本整備シナリオでは以下の3整備段階を想定するものである。

第1期-A事業： 短中期的需給が逼迫しており、かつ近い将来の事業実施あたって支障となる技術面・環境面の問題がない区間（カテゴリーAの区間）を組み合わせた事業であり、かつひとつの事業として独立して事業効果を発揮できる事業パッケージ。本事業は2008-09年度におけるJBICほか国際金融機関による資金協力審査上の案件審査に耐えられると判断

された優先整備区間である。

第 1 期-B 事業： 短中期的需給が逼迫しており早期の整備が求められるが、国際金融機関による案件審査を想定した場合に、技術面・環境面の観点から致命的障害があり、国際金融機関資金による早期事業着手は不可能と判断される区間（カテゴリーB の区間）を組み合わせた整備事業。カテゴリーC の区間でも、本事業を補完し事業効果を高める効果が期待できる場合は、本事業に組み入れる。本事業対象区間については、インド側自己資金および自己責任による工事実施は可能であるが、将来国際機関への資金協力要請が想定される場合、障害となっている事項を解決するためのインド側の最大限の努力が求められる。第 1 期-B 事業はインド側が早急に障害を取り除くためのアクションをとるとともに準備工を自己負担で開始し、2 年程度のリード期間を想定して国際金融機関からの資金協力により事業が実施される事業計画を想定する。

第 2 期事業： 短中期的需給の逼迫状況が認められない区間の整備事業で、工事着工時期を需要が逼迫する時期まで延期することが可能な区間の整備事業、および当該区間のほぼ全線に渡りルートの見直しが必要で、すぐに工事着工が不可能な区間。

上記方針および表 3-4 および表 3-5 に示された各区間の事業実施可能条件に関する技術的妥当性評価結果を元に本プロジェクトの段階的整備シナリオを設定する。

(1) DFC 西回廊の段階整備シナリオの設定

西回廊の段階整備シナリオを表 3-6 および図 3-2 に示す。

3.5.2 でカテゴリーA に評価された区間は全て連続した区間の集合となり、またこの集合体でひとつの事業として成立するため、第 1 期-A 事業はカテゴリーA の全ての区間を対象にする整備事業とし設定された。

カテゴリーB の区間は全て第 1 期-A 事業に隣接する区間であり、第 1 期-A 事業を増強する効果があるため、カテゴリーB の区間はすべて第 1 期-B 事業とした。Vasai Rd.-JNPT 間はカテゴリーC であるが、この区間を同時整備することにより最大需要発生源である JNP までの DFC 仕様の新線が整備され整備効果が高まると判断されることにくわえ、鉄道省側から早期着工の強い意思表示があったため、この区間を第 1 期-B 事業に含めた。

Rewari- Dadri 間はトンネル区間の基本設計確定、EIA に 2 年程度の時間を要すると考えられ、全線に渡りルートの見直しが必要なため第 2 期事業とした。



図 3-2 DFC 西回廊の段階整備シナリオ

表 3-6 DFC 西回廊の段階整備シナリオ

項目	整備段階						
	第 1 期-A 事業				第 1 期-B 事業		第 2 期事業
整備区間	Rewari - Vadodara				Vadodara - Vasai Rd および Vasai Rd. - JNPT		Dadri - Rewari
整備延長	W-A2a	W-A2b	W-A3	W-B1	W-B2	W-B3	W-A1
	290km	368km	124km	136km	344km	89km	
	918km				433km		117km
想定工期	6 年				8 年		6 年
工事開始/完了年	2008-09* / 2013-14				2008-09 / 2015-16		2010-11 / 2015-16
対象区間選定の理由	既存線並行区間、迂回区間とも事業実施上大きな障害となる技術面・環境面の要素はなく、本年中に基本計画が確定できる見込み。				当該には架替困難な多くの既存 ROB があり、ルートの再検討が必要。		Dadri/Rewari 間はトンネルが計画されており、追加調査を要する
期待される整備効果	(1) Delhi 首都圏を含むインド北部と Gujarat 深海港群とが DFC で直結され基幹貨物輸送力が増強される (2) 西回廊で大きなボトルネックとなっている Ahmadabad と Vadodara 駅を DFC で迂回できるので、JNP/Mumbai 港からの貨物列車運転も改良される。				(1) 最も需給が逼迫している Vadodara-Vasai Rd. の区間の輸送力が改善され、JNP および Mumbai 港と首都圏の貨物輸送力が大幅に改善される (2) 西回廊最大の需要地である JNP に DFC が直結される		(1) Delhi 首都圏の既存主力 ICD (TKD、Dadri) に接続され、首都圏の物流ネットワークが改善される
付帯的に必要な整備事項および留意事項	【付帯的整備事業】 (1) Delhi 首都圏の既存主力 ICD (TKD、Dadri) に接続できないので、Rewari-Delhi 間に DFC コンテナ用の新 ICD の建設が必要(本事業は DFC に不可欠であり、本プロジェクトのスコープに含める) (2) 上記にあわせて Rewari-Brar Square/Pate 1 Naga 間の電化。				【整備事業実現のための条件】 (1) 当該区間には建設困難な市街地の架替 ROB が多数存在する。この ROB は事業実施上の大きな障害になるので、ROB 架替の技術的妥当性の検証および迂回路ルートの検討も含め早急な計画の見直しが必要		【整備事業実現のための条件】 (1) トンネル計画地点は Eco-Sensitive Area にあるとともに農耕地に対する大きな影響を生じると予想される。このため環境調査および承認手続きに時間を要

項目	整備段階		
	第 1 期-A 事業	第 1 期-B 事業	第 2 期事業
整備 区間	Rewari-Vadodara	Vadodara - Vasai Rd および Vasai Rd. - JNPT	Dadri - Rewari
	(3) Delhi Cantt.-Brar Square 間の短絡線の建設(既存線経由の TKD,Dadri ICD への接続改善) (4) Vadodara-Vasai Rd.間既存線の信号改良、停車場改良による輸送力増強 【整備事業実現のための条件】 (1) 土地収用および先行工事資金として、インド政府自己資金を早急に手当てすること。 (2) 当該区間の実施設定を 2007 年 12 月までに完了させること。 (3) 架替え ROB については早急に道路行政側との協議を開始すること。 (4) DFC に適用する主要技術につき、本調査での提案に基づき早急にインド政府としての決定を行うこと (5) 当該区間に対する EIA を 2007 年 11 月末までに鉄道省が承認すること (6) 沿線住民の合意形成努力を引き続き行うこと (7) 新 ICD に建設に対して早急に方針を確定すること	(2) W-B2, W-B3 とも最も都市化の進展している地域であり、土地収用も困難が予想される。沿線住民の合意形成のために最大限の努力を行うとともに、土地収用のためのアクションを早急を実施すること。 (3) W-B3 は地形的起伏が激しく、地形を正確に把握した上でのルート検討が必要である早急に広範囲な地形測量を行いルートの再検討を行うこと。 (4) 本事業も多額の資金必要としかつ難度の高い技術を要するため、国際金融機関からの資金協力について早急に検討を行うこと。 (5) 国際金融機関の資金参加を前提に、案件審査に耐えられるレベルの EIA をタイムリーに実施・完了させること	すと考えられ、早急な調査開始が必要である。 (2) TKD への支線区間には架替困難な既存 ROB が 5 箇所存在する。この区間については ROB 架替を最小限にとどめるよう、既存線改良案との比較検討が求められる

* インド式の年度記述法で 2008-09 は 2008 年度を指す。

(2) DFC 東回廊の段階整備シナリオの設定

東回廊の段階整備シナリオを表 3-7 および図 3-3 にしめす。

西回廊と同じく、3.5.2 でカテゴリー A に評価された区間は全て連続した区間の集合となり、またこの集合体でひとつの事業として成立するため、第 1 期-A 事業はカテゴリー A の全ての区間を対象にする整備事業とし設定された。

同じく、カテゴリー B に区間は全て第 1 期-A 事業に隣接する区間であり、第 1 期-A 事業を増強する効果があるため、第 1 期-B 事業はカテゴリー B の全ての区間を対象にする整備事業として設定された。

第 2 期事業は DFC 東回廊の残りの区間として設定された。

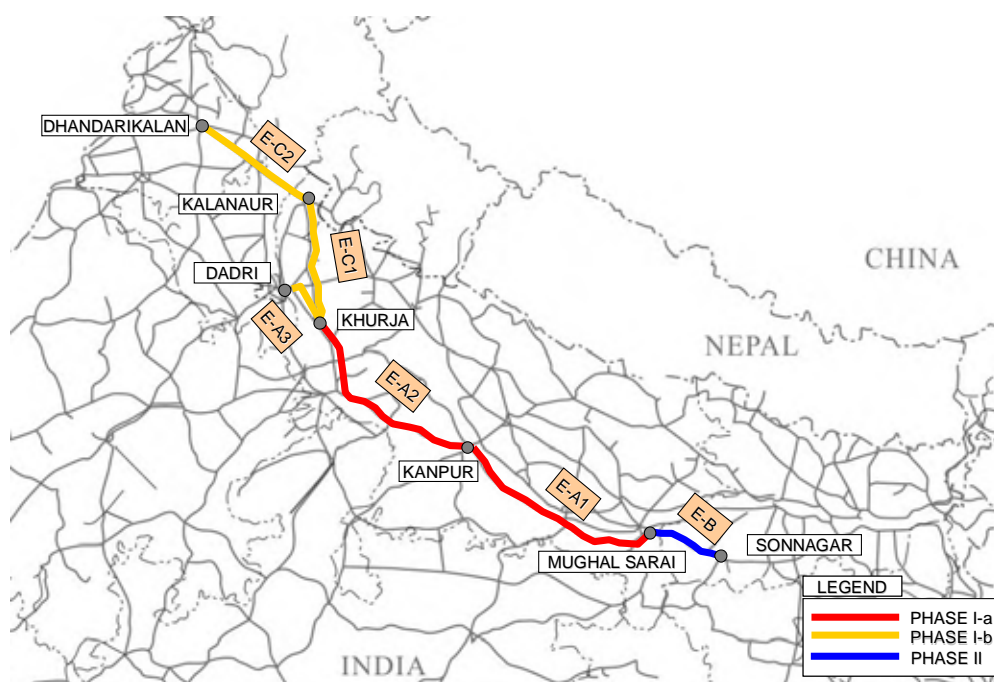


図 3-3 DFC 東回廊の段階整備シナリオ

表 3-7 DFC 東回廊の段階整備シナリオ

項目	整備段階					
	第 1 期-A 事業		第 1 期-B 事業			第 2 期事業
整備 区間	Mughal Sarai – Khurja		Khurja – Dadri および Khurja – Dhandori Kalan			Son Nagar – Mughal Sarai
整備 延長	E-A1 322km	E-A2 388km	E-A3 46km	E-C1 242km	E-C2 184km	E-B
	710km		472km			127km
想定工期	6 年		8 年			6 年
工事開始 /完了年	2008-09* / 2013-14		2008-09 / 2015-16			2010-11 / 2015-16
対象区間 選定の 理由	既存線並行区間、迂回区間とも事業実施上大きな障害となる技術面・環境面の要素はなく、本年中に基本計画が確定できる見込み。		Khurja/D. Kalan の区間には架替困難な多くの既存 ROB があり、数箇所ルート再検討が必要。 Khurja/Dadri 間の需給が逼迫するのは 2020 年であり、西回廊の Rewari/Dadri 間の整備にあわせるのが妥当			需給が逼迫するのは 2025 年であり早期着工に必然性は認められない。
期待される整備 効果	DFC 東回廊の需給の最も逼迫した区間の整備であり、東回廊全体の輸送力が強化される。		(1) DFC 東回廊と西回廊が直結され、東西方向の物流システムが増強される。 (2) Delhi 都心部をバイパスしてインド北部と西・東部が DFC で直結され、首都近郊の鉄道輸送の混雑状況が改善される			(1) Son Nagar まで直結され、DFC 東回廊全体が完成する。
付帯的に 必要な 整備事項 および 留意事項	【付帯的整備事業】 (1) 東回廊のボトルネックとなっている Mughal Sarai 駅を通過することになるため、既存 Mughal Sarai 駅の構内改良が必要となる。 【整備事業実現のための条件】 西回廊第 1 期-A 事業実現のための条件(1)-(6)と同じ条件整備が求められる。		【整備事業実現のための条件】 西回廊第 1 期-B 事業実現のための条件(1),(2),(4),(5)と同じ条件整備が求められる。			【整備事業実現のための条件】 Mughal Sarai J/S の大規模で複雑なレイアウトを確定するとともに、土地収用のための地元との協議を早急に開始すること。

* インド式の年度記述法で 2008-09 は 2008 年度を指す

(3) 段階整備シナリオ実現のための条件

前述提案の段階整備シナリオは DFC 事業全体を第 1 期-A 事業、第 1 期-B 事業および第 2 期事業に分割し、全体を 2008-09 年事業開始から 8 年で完成させる計画となっている。インド政府は DFC 事業全体を 2008 年から工事着工し、工期 5 年をかけて 2012 年度に完成させる計画を策定しているが、これに対して当初調査団は妥当な事業実施計画として DFC 事業を 3 期に分け、事業全体を 15 年で完成させる段階整備シナリオを提案し、鉄道省側と協議を行った。この協議を通じて、鉄道省側の最大限の努力を前提にして、以下に関して強い意思表示があった。

- ① 事業全体の工期を最大限短縮した計画とすること
- ② 短期的需要逼迫状況のある区間は、インド政府資金での当初工事実施を前提に 2008-09 年から工事実施する計画とすること
- ③ DFC に並行する既存線については、DFC 整備以前には改良工事を実施しない方針を考慮すること

本レポートで提案した全体工期 8 年の段階整備シナリオは上記の鉄道省の意思を考慮したものである。従い本段階整備シナリオに基づく事業整備を実現させるためには、本稿で提起されている事業実施上の障害を取り除くためのインド側の最大限の努力が不可欠となる。

以下に各整備段階に対して必要な条件整備を取りまとめた。

1) 第 1 期-A 事業実現のための必要条件

- a. 事業資金関係：
 - a1 日本政府との円借供与に関する公式協議は開始されているが、その他の国際金融機関との資金協力に関する協議は実施されていない。第 1 期-A 事業のみでも全長 1,600km を超える巨大新線建設であり、有利な事業資金を調達することが事業成功の鍵となる。インド政府は早急に ADB や世界銀行への資金協力を検討するとともに、これら国際機関との具体的協議を開始すること。
 - a2 事業費の中で国際機関からの融資に対して非適格項目に該当するコストおよびインド側が先行して実施しなければならない工事等に必要なコストについて、早急に自己資金による手当てを行うこと。
- b. 技術関係：
 - b1 国際金融機関の案件審査に供するため、以下の事項につき設計作業を 2008 年 12 月までに完了させること。
 - DFC 本線および停車場に関する Final Location Survey (FLS)
 - 個々の Important Bridge に関する洪水解析を含む概略設計
 - 個々の Junction Station (JS) の概略設計

- b2 架替が必要な既存 ROB については道路行政側との協議が必要となるので、早急に必要な技術調査・概略設計を行い、道路側との設計協議を実施すること
 - b3 本調査で比較検討し提案されている技術オプションについて、鉄道省としての意思決定を早急に行うこと。
 - b4 DFC 西回廊第 1 期-A 事業開業時に必要な Rewari-Delhi 間の新 ICD の事業実施について、インド側が至急方針決定すること。
- c. 環境社会関係：
- c1 円借款を含めて国際金融機関からの資金で工事を実施する場合、今後早期に必要な検討を加え、政府承認を終えること。なお、円借対象部分については L/A 締結の 120 日前までに EIA の承認が必要である。
 - c2 本調査で実施した SHM の結果に基づき、地域住民の事業に対する合意形成が不足している地域については MOR/DFCCIL が主体となって Final Location Survey (FLS) の結果を住民説明会にて提示して、住民の合意を得ること。
- 2) 第 1 期-B 事業実現のための必要条件
- a. 事業資金関係：
 - a1 本事業対象区間は 900km を超える新線建設事業であり、かつ技術的にも社会環境的にも建設困難な区間であり、事業費としては第 1 期-A 事業と同等な規模である。したがって第 1 期-A 事業と同じ理由にて、ADB、世界銀行等の国際金融機関からの資金の受け入れを具体的に検討する必要がある。
 - a2 本事業は早急に土地収用と土木工事をインド政府資金で実施する計画であり、早急にインド側の資金の手当てを行うこと。
 - b. 技術関係：
 - b1 当該区間の障害となっている以下の事項につき技術調査・検討・概略設計を行うこと。
 - 架替を要するがその架替工事が極めて困難な多数の既存 ROB について、現地状況を詳細に調査するとともに架替工事の技術妥当性を慎重に検討すること。
 - 当該区間は都市化の進行した地域に位置しており、土地収用が難しいと判断される。土地収用・住民移転規模を最小限に留めるよう停車場計画をレビューし概略設計を策定すること。
 - b2 上記を考慮し、既存 ROB が多数存在する区間や、都市部の建物・住民移転規模の大きい区間は、代替案として迂回路

案を設定し、既存線並行案と早急に比較検討を行うこと。
また、このために必要な地形測量を早急に実施すること。

- c. 環境社会関係：
- c1 当該区間は都市近郊や肥沃な農耕地を通過している区間が多いが、このような地域では SHM で住民の反対意見表明が多数出現している。事業実施に対する地元住民の合意取得は簡単ではないと判断されるので、MOR/DFCCIL が主体となって合意形成のための十分な努力を継続すること。
 - c2 当該区間で国際金融機関からの資金協力を求める場合は、案件審査に耐えられるレベルの EIA を MOR/DFCCIL が主体となってタイムリーに実施し、完了させること

3) 第 2 期事業実現のための必要条件

- a. 事業資金関係：
- a1 本事業についても、ADB、世界銀行等の国際金融機関からの資金の受け入れを他の事業区間と合わせて早急かつ具体的に検討する必要がある。
- b. 技術関係：
- b1 当該区間の障害となっている以下の事項につき技術調査・検討・概略設計を行うこと。
 - Rewari-Dadri 間のトンネル区間については迂回路案も含めたルートの見直しを早急に行うこと。またトンネル部分については本調査で提案されている TOR に従って早急に技術調査、概略設計に着手すること。
 - 東回廊の Mughal Sarai – Sonnagar 間の一方の起点となる Mughal Sarai J/S は非常に複雑かつ大規模な構造となるため、概略設計確定には時間を要するとともに地元との協議が必要になる。このため Mughal Sarai J/S の設計作業および地元との調整作業を早急に実施すること。
- c. 環境社会関係：
- c1 Rewari-Dadri 間のトンネル建設は、周辺耕作地の地下水低下を引き起こす可能性が大きく、その影響について十分な調査と評価が必要であり、そのための自然条件調査を至急実施すること。
 - c2 当該区間で国際金融機関からの資金協力を求める場合は、案件審査に耐えられるレベルの EIA を MOR/DFCCIL が主体となってタイムリーに実施し、完了させること

3.6 技術オプションに対する段階整備手法適用に関する考察

前項までは平面的な区間ベースの段階整備シナリオの策定を行ったが、適用する技術オプションについても需要や目標とするサービスレベルの設定に応じ適用する仕様を段階的に向上していくアプローチが考えられる。ここでは DFC に適用される幾つかの技術オプ

ションについて段階的整備手法の適用を考察する。

3.6.1 東回廊の対象コンテナ輸送システム

DFC 東回廊はバルク輸送が主体でありコンテナ輸送はわずかな量にとどまっている。インド東海岸の港湾から Delhi 方面まで輸送される海上コンテナはなく、わずかながら国内コンテナが輸送されている現状である。コルコタ地区の港湾は水深 10m 未満の浅い港湾であり、大型コンテナ船が寄港できないため、この地区で扱う海上コンテナのほとんどは Kolkata 地区に起発着するコンテナであり、DFC の輸送対象にはならないと考えられる。

DFC は Sonnagar から Kolkata 地区の新深海港へ接続される計画となっているが、Kolkata 地区の新深海港の計画は現時点でも具体化していない。

このため東回廊は当面の間、コンテナ輸送はきわめてわずかな量にとどまると想定するのが妥当であり、少なくとも短中期的な観点からはダブルスタック・コンテナ輸送を前提に計画する必然性はない。

本報告書では、東回廊のコンテナ輸送需要が見込めない現状では、DFC 東回廊はシングルスタック・コンテナ輸送を対象として、既存 ROB の架替を最小限にとどめる方針を推奨する。Kolkata 地区の新深海港の計画が具体化しその建設が開始される時期において、コンテナ需要を再評価し DFC のダブルスタック化の検討を行うことが妥当であると提言する。

3.6.2 停車場計画

DFC では既存線との接続のために Junction Station (JS) が計画されている。PETS-II に付帯された JS の概念的レイアウト図をみると、JS から既存線への接続は高速道路のランプのようなクローバー形立体交差構造や三角線が採用されており、その結果大規模な施設が計画されている。立体交差構造にしている理由は列車の運行頻度が高いためであると推察されるが、ダブルスタック規格の線路を越える跨線線路橋の高さを取るためには、1/200 (5%)の勾配で 2,000m 以上の取付け部を必要とし、盛土工事や跨線線路橋に多額のコストがかかることになる。短中期的観点からは輸送需要は大きくないので、出入りの本数が少ない場合は中線を設けて平面交差としたり、機廻線を設けて折返し運行を前提にするなどして、短中期的に需要に対して必要十分な施設規模にとどめる方針とすることを提案する。

また PETS-II では長大編成列車の運転を前提にして、当初から停車場の線路有効長を 1,500m として計画しているが、需要面からは長大列車を運転する必然性は認められず、当面は現在既存線で採用されている最大の線路有効長である 750m として整備することを検討対象とする。

3.6.3 踏切の改良

PETS-II では DFC 建設にあわせて DFC が通過する既存踏切の全てを立体化する方針が打ち出されている。しかしながら、①市街地の踏切の立体化は建設が極めて難しい箇所が多数存在すること、②鉄道を横断する非機械動力系交通（徒歩、自転車等）に大きな困難をしいること③建設のための住民移転や建設中の周辺社会への負の影響が大きく地元

住民の合意形成に相当な時間を要する可能性があること、④踏切統合を検討する必要があること、⑤道路管理側と設計や費用負担について十分な調整が必要であること等、事業実施に先立ってクリアすべき事柄が多々存在し特別の配慮と長期間を要するものと考えられる。このため、踏切立体化事業は本事業から独立した別途の整備事業として扱い、インド側で計画的に毎年予算をつけて継続的に整備していく事業とすることを推奨する。

DFC の既存線並行区間では、複々線となることから現状のままでは踏切の遮断時間が増大し、道路交通に不便を強いることになる。このため本プロジェクトでは踏切を自動踏切化し、現状より遮断時間が短縮されるよう改良を行うことを提案するものである。

3.6.4 西回廊の電化/非電化問題

本年3月の第4回ステアリングコミティー会議の議事録では、西回廊は当初は非電化とし、将来ダブルスタック+電化のシステムが実証された後に電化する整備シナリオが確認されている。しかしながら本年4月中国の電化+ダブルスタックの実用例を調査し、ウェルタイプであれば電化+ダブルスタックが実証されたシステムであることが確認された。また本調査でコンテナ輸送方式の比較検討を行った結果（Volume 3 タスク 2 第5章 5.1 参照）、フラットタイプ・ダブルスタックは安定性が実証されていないという問題がある一方、ウェルタイプ・ダブルスタックは経済的にも輸送需要からの必然性から優位性を持っていることが検証された。この結果ウェルタイプ・ダブルスタックを前提に西回廊は第1期から電化することを提案する。

西回廊の主たる輸送需要は、JNP からのコンテナ輸送である。JNP と Delhi 首都圏との間のコンテナ輸送は、電化区間をシングルスタックで輸送されているが、DFC 西回廊の第1期整備事業では DFC が JNP に接続されないため、第1期整備完了後も JNP からのコンテナ輸送は既存線上においては現状と同じ電化+シングルスタックの方式となる。この場合第1期で DFC を非電化とすると、当面の対象貨物の主力である JNP からの列車は、経済的に不利なディーゼル機関車に付け替えて DFC 上を走行するか、現状どおり南ルートを使うかの選択になり、DFC 整備の意味が半減することになる。当面の主たる輸送需要が JNP からのコンテナ輸送にあることを考慮すれば、西回廊は第1期から電化されるべきことを提案する。

なお、シングルスタック対応の既存の電化区間からダブルスタック対応の DFC 電化区間に列車が乗り入れる場合でも両方の電車線の高さに追従できるワイドレンジのパンタグラフが実用化されており、列車運転上問題とはならないことが確認されている（Volume 3 タスク 2 第5章 5.2 参照）