

第 11 章 事業費積算

---

## 第11章 事業費積算

### 11.1 事業費積算の範囲と基本仕様

事業費として以下の項目を見積もるものとする。

- 1) 建設工事費
  - 土木・建築工事費
  - 軌道工事費
  - 電気工事費
  - 機械工事費
  - 信号・通信工事費
  - 保守・点検車輛費
  - ICD（Inland Container Depot）建設費
  - 車輛基地建設費
- 2) コンサルティング・サービス費
- 3) 車輛費（電気機関車）
- 4) 物的予備費
- 5) プライス・エスカレーション
- 6) 用地取得費・補償費（DFC 建設用地及び架け替え ROB 用地）
- 7) 税金（外国コンサルタントの諸税）
- 8) 一般管理費
- 9) 建中金利

また事業費の参考項目として以下の費用についても積算記述する。

- A) 貨車費（初期投資分）
- B) ROB 建設費（PETS-II で除外した新設 ROB 建設費及び用地取得費・補償費）

調査団の積算仕様を PETS-II の仕様との比較で述べる。

表 11-1 PETS-II と調査団の積算仕様の主要な相違点

項目	調査団	PETS-II
列車牽引方式	両回廊共、電気機関車による牽引方式を想定した。	東回廊は電気機関車による牽引方式。西回廊はディーゼル機関車による牽引方式。
コンテナ輸送方式	西回廊はウェルタイプ of 2 段積み方式。東回廊は当面 1 段積み方式を想定。	西回廊はフラットタイプ of 2 段積み方式。東回廊はウェルタイプ of 2 段積み方式。
電気機関車の調達	開業 10 年後(2023 年)までの需要を想定し必要な車輛調達費を第 1 期-A 事業に含めた。	DFC 事業の枠外としている。
車輛(電気機関車)基地の建設	両回廊に新規の車輛基地を配置し建設費を第 1 期-A 事業に含めた。	DFC 事業の枠外としている。
新コンテナ基地(ICD)の建設	西回廊の Gurgaon 地区を想定した新 ICD 建設費を第 1 期-A 事業に含めた。	DFC 事業の枠外としている。
西回廊の枝線(TKD-Pirtala 間)の建設	基地容量の問題から既存線改良で対処すべきとして DFC 事業費には計上しない。	積算範囲不明だが、この区間は事業費に含まれていないと推定される。
新 ROB(鉄道交差高架道路橋)の建設	調査団としては、その必要性の検証から新 ROB の建設を DFC 事業から除外し、代替として自動踏切装置設置を推奨している。	西回廊 505 カ所、東回廊 368 カ所、計 873 カ所の新 ROB 建設費を DFC 事業体とその他の機関(Railway Safety Fund)で賄うとしている。
架け替え ROB の建設	調査団の路線計画上、必要な架け替え ROB 建設を事業に含めた。	西回廊 24 カ所、東回廊 9 カ所の架け替え ROB 建設費が含まれている。
電気/電化工事	両回廊共、電化方式として事業に含めた。	東回廊は電化方式、西回廊は非電化方式の積算。
信号&通信工事	最新の AF 軌道回路システムをベースにした工事費を計上。	軌道回路ベースであるが内容に不明な点が多い。
コンサルティング・サービス費	円借款案件の国際・コンサルタントの雇用を想定し期別事業費に含めた。	工事監理は直営方式を想定し General Charges(一般管理費)を事業に含めている。
物的予備費	円借款適用費用に 5%の予備費を計上。	項目別に予備費を計上。
プライス・エスカレーション	予備費を含めた円借款適用費用のエスカレーションを事業費に含めた。	事業費に含まれていない。
建中金利	建設期間中の資金金利を事業費に含めた。	事業費に含まれていない。

## 11.2 事業費積算の前提条件

本報告では以下の条件で概算事業費を算出した。

- 1) 事業費の算出にはインド中央銀行 (The Reserve Bank of India) のリファレンスレート of 昨年 12 月 1 日から本年 5 月 31 日までの 6 ヶ月間の平均値として以下の為替レ

ートを使用した。

通貨/通貨	レート
¥/Rs	2.770
Rs/US\$	42.98

- 2) 見積り金額は施工業者または請負業者への発注金額とする。従って見積り金額には直接工事費、間接工事費、経費、利益及び輸入関税を除く全てのインド国内で発生する物品税、売上税等を含んだ単価・価格として計算した。
- 3) コンサルティング・サービス費用の外国コンサルタントの法人税、個人所得税、サービス税のみを対象として別途計上している。日本及び海外調達品に関してはSTEP調達による免税措置及び自由貿易協定(FTA 協定)の取り決めなどが不明確なため、日本側の諸税及びインド側の輸入関税は考慮していない。
- 4) 積算延長は調査団が想定した路線をベースに西回廊は Dadri – JNPT 間、東回廊は Dadri – Sonnagar 間及び Khurja – Dhandarikalan 間をベースケースとするが、本報告では段階整備検討が主要項目の一つとなるため、以下に定める区間分割に従った見積りとする。
- 5) 見積り単価は 2006–2007 年価格を使用する。
- 6) 各工事費は国内通貨と海外通貨に分ける。(各工種単価について機械費、材料費、人件費の割合を想定し、機械費/材料費/人件費それぞれについてインドの実情を考慮し内貨分と外貨分（うち日本調達分を別表記）の割合を想定し、これを合成して各工種単価の内貨比率、外貨比率を算定する。
- 7) 実施工程は以下のように想定する。

表 11-2 概略実施工程

Phase	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
West-1a	■								
West-1b	■			■					
West-2			■						
East-1a	■								
East-1b	■			■					
East-2			■						

### 11.3 PETS-II の事業費積算のレビューと主要変更点

PETS-II 報告のレビューを中心に作業を行った。特に調査団独自の迂回路区間の修正を含めた路線計画の確定に重点を置き、それらに伴う主要橋梁、高架橋、鉄道横断橋の架け替え ROB や RUB、操車場等の PETS-II 数量の精査に力点を置いて作業を進めた。これまでに述べたように PETS-II の積算事業費のなかには土木工事費等の中に用地取得及び補償費、詳細設計に係わる事前調査費、軌道工事費、保守・点検車輛費、一般管理費に相当す

る費用等が含まれていたため、上述の見積り項目のように整理分類したしたが、調査の結果、これらを更に整理し以下のように分類した。

- **Preliminary Expenses**—事前調査費（詳細測量費、事前設計費）：この費用をコンサルティング・サービス費用に別途移項していたが、再調査の結果、この費用をコンサルティング・サービス費用に取り込むことが困難と判断し、インド側費用として独立させ移項した。
- **Land**—用地取得及び補償費：当初の調査では DFC 路線建設用地と ROB 建設用地の取得・補償費を建設工事費から分離独立した用地取得・補償費に分類していたが、事業費の分担上から、これを更に DFC 路線建設用地、架け替え ROB 建設用地及び新設 ROB 建設用地の取得・補償費の三つに分けた。
- **Hospital**—土工工事費：DFR では土工工事費の一部として円借適格項目としていたが、再調査の結果、円借適格項目として取り込むことが困難と判断されるため、インド側費用として分離独立した。

他の項目は当初通りの項目分類に従った。

PETS-II の主要な単価及び工事費の検討は Volume2-タスク 0&1 第 12 章で述べているので、参照願いたい。調査団は PETS-II の工事単価の見直しを以下の工種について行った。

- **Blanketing**—路盤工事費：調査団独自の材料費の市場調査から PETS-II で使用している単価 400Rs/m<sup>3</sup>を 500Rs/m<sup>3</sup>に改訂した。
- **Replacing ROB**—橋梁工事費：調査団独自の概略設計に従って積算した結果、PETS-II の単価に較べて市街地の ROB は約 10%の単価ダウン、一般地の ROB は約 30%の単価アップになった。積算には調査団の単価を採用した。
- **Ballasting**-軌道工事費：Northern Railway などからの聞き込み調査や市場調査から PETS-II で使用しているバラスト材の購入単価 889Rs/m<sup>3</sup>を 1,022Rs/m<sup>3</sup>に改訂した。
- **Points & Crossings**—軌道工事費：HH レールの硬度に対応する分岐器への改造費として 20%を想定し PETS-II 単価に上積みした。

また、以下の建設工事費について再見直し及び新設を行った。

- **電気／電化工事費**：  
当初は西回廊の電気／電化工事費を PETS-II 東回廊の路線長単価を使って算出したが、PETS-II の積算様式に従った積上げ方式で積算した。

**表 11-3 電気／電化工事費・内訳**

費用項目	西回廊 (Million Rs)	東回廊 (Million Rs)	合計 (Million Rs)
電車架線工	7,602	6,194	13,796
SCADA 工	69	68	137
変電所工	8,201	6,442	14,643
一般電力工	231	191	422
土木工事	831	636	1,467
電気／電化工事費・計:	16,934	13,531	30,465

- 信号通信費：

信号・通信工事費の見積り金額は以下の表のようになった。当初と比べ、信号工事費の主な変更点として列車検知方式をマイクロ・バリス方式を信頼性の点から AF 軌道回路方式に変えた点である。また以前は ROB に替えて自動踏切装置を提案し費用を ROB 費用に含めていたが、本報告書では信号・通信工事費へ移項した。

**表 11-4 信号&通信工事費・内訳**

費用項目	西回廊 (Million Rs)	東回廊		費用合計 (Million Rs)
		複線区間 (Million Rs)	単線区間 (Million Rs)	
運行管理システム	148	50	102	300
駅構内保安システム	6,197	4,700	4,365	15,262
駅間保安システム	13,498	4,606	2,225	20,328
指令電話システム	48	36	39	123
固定通信システム	1,233	750	419	2,402
移動通信システム	691	474	228	1,392
交換電話システム	108	94	81	283
信号&通信工事計:	21,922	10,709	7,458	40,090
自動踏切装置	2,214	1,153	460	3,827
合計:	24,136	11,862	7,918	43,917

- ICD（Inland Container Depot）建設費：

Gurgaon 地区に建設予定の新設コンテナ基地（ICD）の建設費を概算積算した。この金額は施設建設費の土木・建築工事費のみを計上している。

- 車輛基地建設費：

電気機関車用の車輛基地を東西両回廊に配置し、その建設工事費を見積った。

- 車輛調達費（電気機関車）：

当初の調査では開業年時点から 5 年目、10 年目までの 3 段階の回廊毎の需要に応じて必要な電気機関車数から車輛費を計上した。また機関車は西回廊も電気機関車としていた。本報告書では改訂された実施工程の第 1 期-A 事業の完成から 10 年後までの需要を想定し電気機関車の調達数量及び単価の再見直しを行った。

表 11-5 車輛費・内訳

仕様	台数		単価 (Million Rs)	金額 (Million Rs)
	西回廊	東回廊		
電気機関車 (8 軸)	59	165	212	47,488
電気機関車 (6 軸)	202	5	130	26,910
予備部品				1,153
合計:	261	170		75,551

#### 11.4 事業費の区分

DFC 事業の関係機関が徐々に判明しつつある状況で事業費を DFC 事業の事業母体である DFCCIL 分と将来それ以外の鉄道省 (MOR)、インド国鉄 (IR) や民間が費用を受け持つ分を分けて積算した。インド国鉄分の費用としては車輛費の貨車分と貨車に係る車輛基地などの施設の建設及び整備費がある。内陸コンテナ基地 (ICD) の施設建設と運営によるコンテナや積み込み設備などは DFCCIL と民間が共同で建設・運営するのでコンテナ基地の建設費のみを計上した。

#### 11.5 内貨・外貨の区分

各工事費は国内通貨と海外通貨に分けた。(各工種単価/価格について機械費、材料費、人件費の割合を想定し、機械費/材料費/人件費それぞれについてインドの実情を考慮し内貨分と外貨分(うち日本調達分を別表記)の割合を想定し、これを合成して各工種単価の内貨比率、外貨比率を算定する。

以下に内貨・外貨の算定表を添付する。





## 11.6 事業費積算結果

### 11.6.1 区間別事業費の積算

第3章で述べたように、本調査では貨物新線事業の段階整備シナリオを検討するため、事業費も区間別に積算した。図 11-1 に本調査における区間分割図を示す。

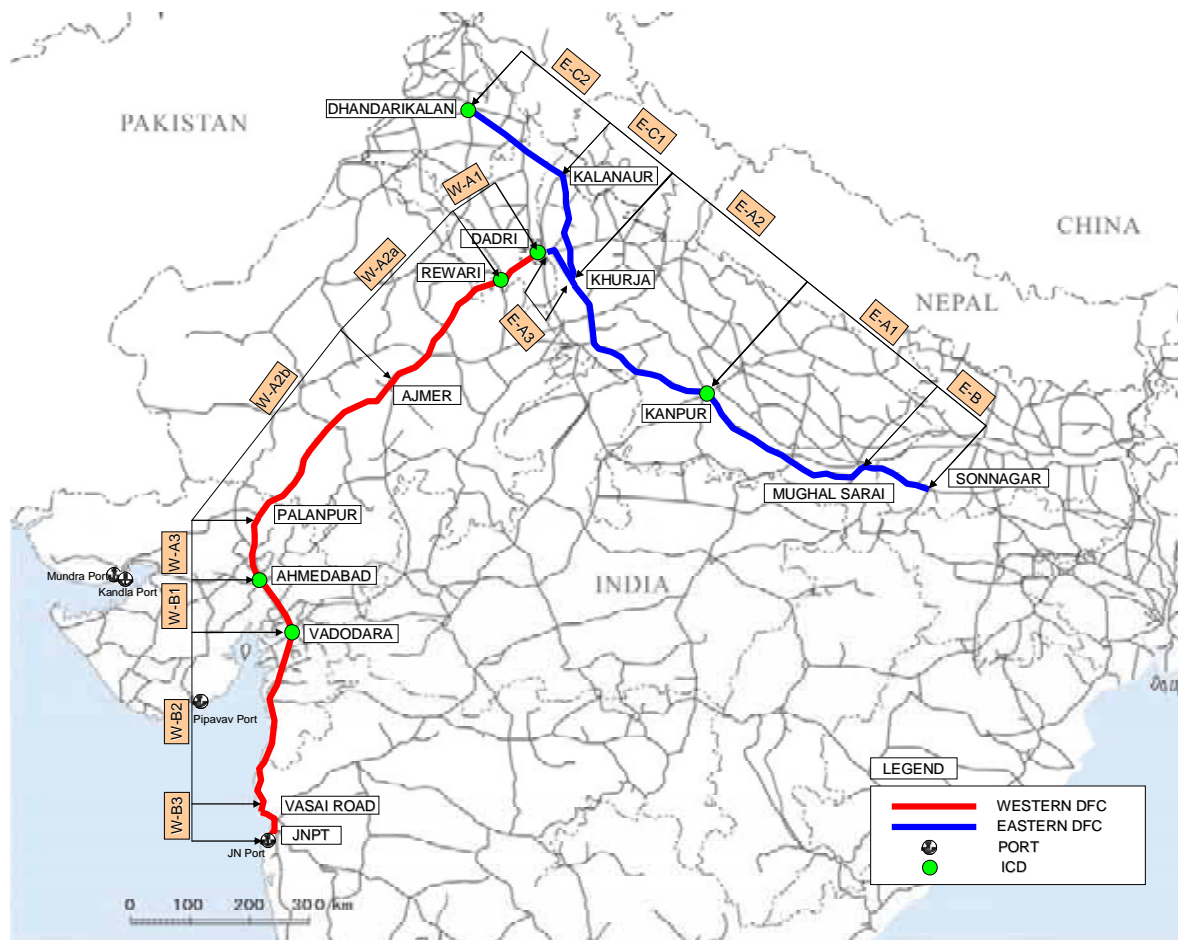


図 11-1 段階整備検討のための区間分割図



図 11-2 段階整備検討のための期別分割図 (西回廊)

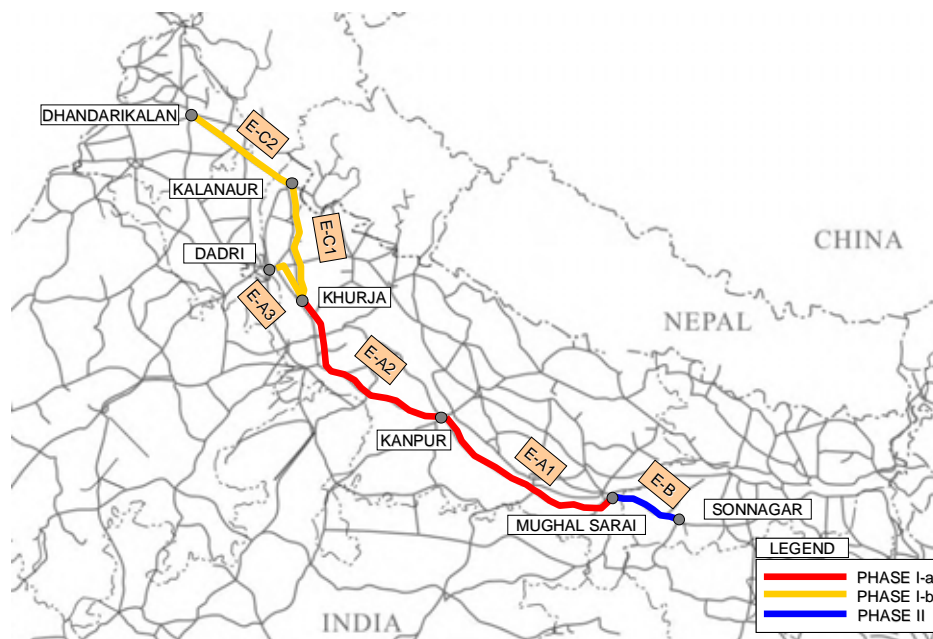


図 11-3 段階整備検討のための期別分割図 (東回廊)

上記区間毎に積算した区間別積算結果を表 11-7 に示す。

表 11-7 区間別事業費積算結果

Corridor	Phase NO.	Section No.	Start	End	Unit	Western Corridor										Eastern Corridor										TOTAL					
						TOTAL	PHASE I-a					PHASE I-b					TOTAL for E-A & B (Double line)	TOTAL for E-C (Single line)	PHASE I-b			PHASE II			PHASE I-b				Whole Line		
							W-A-1	W-A-2a	W-A-2b	W-A-3	W-B-1	W-B-2	W-B-3	W-B-3	W-B-3	W-B-3			W-B-3	W-B-3	W-B-3	W-B-3	W-B-3	W-B-3	W-B-3			W-B-3		W-B-3	W-B-3
							Dadri	Rewari	Ajmer	Palanpur	Ahmadabad	Vadodara	Vasai Road	Dadri	Dadri	Dadri			Dadri	Dadri	Dadri	Dadri	Dadri	Dadri	Dadri			Dadri		Dadri	Dadri
(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(Million Rs)	(%)								
Civil & Building work	67,197	12,346	6,965	11,835	4,789	10,825	16,725	3,711	67,197	26,468	12,634	1,065	11,142	9,269	4,993	5,588	7,047	39,103	106,300	21.3											
Formation works (other than Tunnel)	21,925	2,524	3,435	4,457	2,591	4,543	3,699	676	21,925	9,128	4,435	297	5,145	2,750	936	2,138	2,297	13,563	35,488	7.1											
Formation works (Tunnel)	3,495	3,495	0	0	0	0	0	0	3,495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,495	0.7											
Bridge works (exclud. ROB & items below)	22,812	3,551	820	2,944	1,035	4,326	8,098	2,038	22,812	5,310	2,636	94	828	2,856	1,532	613	2,023	7,946	30,758	6.2											
Bridge works (Flyovers)	6,279	1,402	786	1,958	63	376	1,567	126	6,279	3,606	1,210	323	924	804	1,554	532	677	4,815	11,094	2.2											
Bridge works (RUBs)	2,203	555	234	182	273	626	307	25	2,203	926	609	0	753	170	2	259	351	1,535	3,738	0.7											
Bridge works (Protection works)	505	0	0	0	0	0	379	126	505	126	0	0	126	0	0	0	126	631	0.1												
Station & Building works	4,262	368	874	980	397	417	1,000	227	4,262	3,109	1,484	162	1,366	1,134	447	843	641	4,594	8,856	1.8											
Miscellaneous works (missing in the PETS-2)	5,717	451	816	1,314	430	538	1,676	492	5,717	4,264	2,259	189	2,125	1,430	521	1,202	1,057	6,523	12,241	2.4											
Track work	45,785	3,649	9,045	11,477	3,867	4,242	10,729	2,776	45,785	27,203	8,807	1,417	11,944	9,930	3,912	5,020	3,787	36,010	81,795	16.4											
Electrical work	16,934	1,350	3,345	4,245	1,430	1,569	3,968	1,027	16,934	10,538	2,994	549	4,631	3,843	1,516	1,701	1,293	13,532	30,465	6.1											
Mechanical work	208	17	41	52	18	19	49	13	208	196	64	10	86	71	28	36	27	259	467	0.1											
Signaling & Telecommunication works	20,939	1,657	4,255	5,212	1,756	1,926	4,872	1,260	20,939	10,252	6,558	533	4,535	3,721	1,464	3,771	2,787	16,810	37,749	7.6											
Signaling work	16,498	1,315	3,259	4,136	1,394	1,528	3,866	1,000	16,498	7,696	5,229	401	3,382	2,806	1,107	2,971	2,259	12,925	29,423	5.9											
Traffic Control System	148	0	148	0	0	0	0	0	148	50	102	0	50	0	0	102	0	152	300	0.1											
Telecommunication work	2,080	166	411	521	176	193	487	126	2,080	1,354	766	71	595	494	195	435	331	2,120	4,200	0.8											
Automatic Level Crossing System	2,214	176	437	555	187	205	519	134	2,214	1,153	460	61	508	421	162	263	197	1,613	3,827	0.8											
Plant & Equipment Procurement	2,041	0	0	2,041	0	0	0	0	2,041	1,495	283	0	1,495	0	0	283	0	1,778	3,819	0.8											
ICD Construction work	3,000	0	3,000	0	0	0	0	0	3,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,000	0.6											
Sub Total-1 (DFCCIL):	156,104	19,019	27,162	33,332	12,371	19,091	36,343	8,786	156,104	76,153	31,340	3,574	33,085	27,581	11,913	16,257	15,082	107,493	263,596	52.7											
Locomotive Maintenance Depot	717	0	717	0	0	0	0	0	717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	717	0.1											
Electric Locomotives Procurement	38,768	0	0	38,768	0	0	0	0	38,768	35,630	0	0	35,630	0	0	0	0	35,630	74,398	14.9											
Spare Parts for Electric Locomotives	566	0	0	566	0	0	0	0	566	587	0	0	587	0	0	0	0	587	1,153	0.2											
Sub Total-2 (IR):	40,051	0	10,551	9,834	9,834	9,834	0	0	40,051	36,217	0	0	18,108	18,108	0	0	0	36,217	76,268	15.3											
Sub Total-A:	196,155	19,019	37,712	43,166	22,205	28,925	36,343	8,786	196,155	112,370	31,340	3,574	51,193	45,690	11,913	16,257	15,082	143,709	339,865	68.0											
General Consultancy Service																															
Detail Design & Tender Preparation Stage	1,113	209	0	695	0	0	209	0	1,113	584	117	117	234	0	234	117	0	701	1,814	0.4											
Tender Assistance Stage	272	51	0	170	0	0	51	0	272	142	28	28	57	0	57	28	0	171	443	0.1											
ES Service Cost during Construction	4,047	58	0	2,528	0	0	1,461	0	4,047	1,816	731	731	1,086	0	0	731	0	2,547	6,594	1.3											
Total for GC Service:	5,432	318	848	848	848	848	861	861	5,432	2,543	876	876	1,376	0	291	876	0	3,419	8,851	1.8											
Sub Total-B:	201,588	19,337	38,561	44,014	23,053	29,773	37,204	9,647	201,588	114,913	32,216	4,450	51,881	46,378	12,204	16,695	15,520	147,128	348,716	69.8											
Physical Contingency	10,079	967	1,928	2,201	1,153	1,489	1,860	482	10,079	5,746	1,611	222	2,594	2,319	610	835	776	7,356	17,436	3.5											
Price Escalation	18,838	1,807	3,603	4,113	2,154	2,782	3,477	901	18,838	10,739	3,011	416	4,848	4,334	1,140	1,560	1,450	13,749	32,587	6.5											
Sub Total-C:	230,505	22,111	44,092	50,328	26,360	34,044	42,540	11,030	230,505	131,397	36,838	5,088	59,324	53,031	13,954	19,090	17,747	168,234	398,739	79.8											
Land Acquisition cost for Railway	26,439	5,729	3,128	3,143	5,064	4,996	3,931	449	26,439	17,857	7,535	711	7,754	7,342	2,051	4,744	2,791	25,393	51,831	10.4											
Land Acquisition cost for Replacing ROB	201	0	0	9	0	0	88	105	201	91	11	0	0	48	43	11	0	102	303	0.1											
Preliminary Expenses (Survey & Design)	742	59	146	186	63	69	174	45	742	347	144	18	152	126	50	82	62	491	1,232	0.2											
Construction cost for Replacing ROB	6,465	0	0	87	0	0	3,427	2,951	6,465	897	1,171	0	0	174	723	1,171	0	2,068	8,533	1.7											
Construction cost for Hospital	25	2	5	6	2	2	6	1	25	133	64	7	58	48	19	36	28	197	222	0.0											
Utilities Relocation works	1,344	247	139	237	96	217	335	74	1,344	529	253	21	223	185	100	112	141	782	2,126	0.4											
General Administration Cost during Construction	9,857	786	1,947	2,471	833	913	2,310	598	9,857	4,879	1,864	254	2,144	1,779	702	1,059	805	6,744	16,601	3.3											
Taxes and Duties for Foreign Consultant	2,234	226	0	1,332	0	0	676	0	2,234	990	336	336	540	0	114	336	0	1,326	3,560	0.7											
Sub Total-D:	277,811	29,159	50,790	56,465	32,417	40,240	53,485	15,254	277,811	157,119	48,217	6,436	69,925	63,004	17,755	26,474	21,742	205,335	483,147	96.7											
Accrued Interest during Construction	9,608	1,009	1,757	1,953	1,121	1,392	1,850	528	9,608	5,434	1,668	223	2,418	2,179	614	916	752	7,102	16,710	3.3											
Sub Total (India portion):	56,915	8,057	8,455	8,090	7,179	7,588	12,795	4,751	56,915	31,157	13,047	1,570	13,020	12,152	4,415	8,299	4,747	44,203	101,118	20.2											
Grand Total:	287,420	30,168	52,547	58,418	33,538	41,632	55,335	15,781	287,420	162,553	49,884	6,658	72,343	65,183	18,369	27,390	27,242	212,437	499,857	100.0											
Reference ITEMS (excluded from the Project cost)																															
Reference only	Wagons Procurement	20,473	0	0	0	0	0	0	20,473	14,025	0	0	0	0	0	0	0	14,025	34,498	6.9											
	Wagons Depot	526	0	526	0	0	0	0	526	1,979	0	0	1,979	0	0	0	0	1,979	2,505	0.5											
	Cost for new ROB in the PETS-2	23,780	0	0	0	0	0	0	23,780	8,972	3,427	0	0	0	0	0	0	12,399	36,178	7.2											
	Land Acquisition Cost for new ROB (PETS-2)	6,825	141	2,000	1,865	694	213	1,663	6,825	0	0	192	2,641	3,178	1,010	1,454	1,089	9,563	16,388	3.3											

区間別事業費は概略以下の条件に基づき積算した。

1) 建設工事費

- 調査団が想定した路線計画に従って土木建築工事費の路盤工事の内、切土、盛土及びブランクート工は区間毎の数量を再精査し、それを元に積算した。橋梁工事の内、鋼製橋、コンクリート橋、鉄道高架橋、鉄道と道路の交差橋（ROB 及び RUB）、橋梁防護工は区間毎の数量を元に積算した。建築工事は運営時の要員宿舎、事務所等の計画が不十分な為、全て区間長で配分した。
- 軌道工事、電気工事費、機械工事費は西回廊、東回廊は単線区間、複線区間に分けた後に区間長により比例配分で区間費用を算出した。
- 信号・通信工事費の内、自動踏切装置設置費はそれぞれの区間毎の数量を元に積算した。その他の工事費は西回廊、東回廊は単線区間、複線区間に分けた後に区間長によりそれぞれの区間に配分した。
- 保守管理用車輛費は区間按分していない。
- 新 ICD 建設工事費及び機関車用車輛基地はそれぞれの建設予定地に費用を配分した。

2) コンサルティング費は工事の期別配分とした。

3) 車輛費は区間按分していない。期別配分手法については 11.6.2 で後述する。

4) 物的予備費はそれぞれの区間工事費に金額按分した。

5) プライス・エスカレーションも同じく区間毎の合計金額に金額按分した。

6) 用地取得・補償費（鉄道用地及び架け替え ROB 用地）は区間毎に集計した金額をそれぞれの区間に配置した。

7) （外国コンサルタントの）税金も工事の期別配分とした。

8) 一般管理費は区間按分としている。

9) 建中金利は費用合計で東西回廊金額按分としている。

表 11-8 に全体事業費の円借款適格分/インド分に区分した事業費、表 11-9 に東回廊・西回廊に区分した事業費を示す。

表 11-8 全体事業費（全区間）

(単位：百万 Rs)

費用項目	円借款 適格分	インド分	合計	項目比率
1) 建設工事費－DFCCIL 分-2)を除く	263,596	0	263,596	52.7%
2) 建設工事費(ROB、埋設物移設)	0	10,881	10,881	2.2%
3) 建設工事費－IR 分	717	0	717	0.1%
4) 車輛費(電気機関車)	75,551	0	75,551	15.1%
5) コンサルティング・サービス費	8,851	0	8,851	1.8%
6) 物的予備費	17,436	0	17,436	3.5%
7) プライス・エスカレーション	32,587	0	32,587	6.5%
8) 用地取得費・補償費	0	52,134	52,134	10.4%
9) 事前調査費（測量&設計）	0	1,232	1,232	0.2%
10) *一般管理費	0	16,601	16,601	3.3%
11) 税金	0	3,560	3,560	0.7%
12) 建中金利	0	16,710	16,710	3.3%
事業費・合計:	398,739	101,118	499,857	100.0%
ドナー・インド間比率:	79.8%	20.2%		
**貨車費			37,003	
**新 ROB 建設及び用地費(PETS-II)			52,567	

Note) \*一般管理費にローカル要因による施工管理要員を含む

\*\*参考見積り金額

表 11-9 全体事業費（東西回廊別）

(単位：百万 Rs)

費用項目	西回廊		東回廊		合計
	円借款 適格分	インド分	円借款 適格分	インド分	
1) 建設工事費－DFCCIL 分-2)を除く	156,104	0	107,493	0	263,596
2) 建設工事費(ROB、埋設物移設)	0	7,834	0	3,047	10,881
3) 建設工事費－IR 分	717	0	0	0	717
4) 車輛費(電気機関車)	39,334	0	36,217	0	75,551
5) コンサルティング・サービス費	5,432	0	3,419	0	8,851
6) 物的予備費	10,079	0	7,356	0	17,436
7) プライス・エスカレーション	18,838	0	13,749	0	32,587
8) 用地取得費・補償費	0	26,640	0	25,495	52,134
9) 事前調査費（測量&設計）	0	742	0	491	1,232
10) *一般管理費	0	9,857	0	6,744	16,601
11) 税金	0	2,234	0	1,326	3,560
12) 建中金利	0	9,608	0	7,102	16,710
事業費・合計:	230,505	56,915	168,234	44,203	499,857
西回廊・東回廊比率:	57.5%		42.5%		100%

全区間の総事業費は約 4,999 億ルピー（約 1 兆 3,847 億円）、円借款適格分とインド分の比率は 79.8%と 20.2%、西回廊と東回廊の比率は 57.5%と 42.5%となった。

### 11.6.2 期別事業費の積算

表 11-7 に示した区間別事業費をベースに、期別事業費を積算した。各期別事業には第 3 章で評価した結果、以下の区間整備が設定されている。

表 11-10 期別事業整備区間

回廊	西回廊			東回廊		
	第 1 期-A	第 1 期-B	第 2 期	第 1 期-A	第 1 期-B	第 2 期
整備区間	Rewari - Vadodara	Vadodara - Vasai Rd.-JNPT	Dadri - Rewari	Mughal Sarai - Khurja	Khurja - Dadri および Khurja - Dhandori Kalan	Sonnagar - Mughal Sarai
路線長	918Km (複線)	433Km (複線)	117Km (複線)	710Km (複線)	46Km (複線) 426Km (単線)	127Km (複線)

期別事業費の積算の際には以下の点に留意した。

- 1) 車輛費は開業後 10 年間（2023 年）の需要を見通し、全車両費を第 1 期-A 事業費に計上した。
- 2) コンサルティング・サービス費、一般管理費の期別費用は固定費（コアチーム分相当）と変動費（ゾーナルチーム分相当）に分けて算出した。
- 3) 信号システムのうち、運行管理システムは第 1 期-A 事業内で導入する必要があるが、運行管理システムの費用が信号工事費費用の 1%以下であるため、期別事業費積算への影響は無視できるものとして距離按分によって期別事業費を積算した。
- 4) 西回廊 Gurgaon 地区に建設予定の新コンテナ ICD（Inland Container Depot）は第二期事業区間に当たる Rewari-Dadri 間に位置するが、第 1 期-A 事業で整備する東端の Rewari から Delhi への物流拠点にするという目的から第 1 期-A 工事区間（W-A2a）に含めた。

表 11-11 に算出した期別整備事業費を示す

表 11-11 期別整備事業費

(百万 Rs)

費用項目	第 1 期-A	第 1 期-B	第 2 期	全期合計
1) 建設工事費 - DFCCIL 分-2)を除く	152,622	80,043	30,932	263,596
2) 建設工事費 (ROB、埋設物移設)	1,480	8,310	1,091	10,881
3) 建設工事費 - IR 分	717	0	0	717
4) *車輛費 (電気機関車)	75,551	0	0	75,551
5) コンサルティング・サービス費	4,769	3,473	609	8,851
6) 物的予備費	11,683	4,176	1,577	17,436
7) プライス・エスカレーション	21,835	7,805	2,947	32,587
8) 用地取得費・補償費	31,482	12,830	7,822	52,134
9) 事前調査費 (測量&設計)	742	381	109	1,232
10) 一般管理費	10,087	5,026	1,487	16,601
11) 税金	1,872	1,348	340	3,560

12) 建中金利	10,820	4,268	1,623	16,710
事業費・合計:	323,662	127,658	48,537	499,857
期別事業費/全期比率:	64.8%	25.5%	9.7%	100.0%

各期における事業費の比率は第 1 期-A 64.8%、第 1 期-B 25.5%、第 2 期 9.7%となった。

### 11.6.3 第 1 期-A 事業の事業費比較検討

第 14 章で後述するが、本調査では第 1 期-A 事業に関しては、以下の 2 つのオプションについて事業実施計画を策定するため、事業費も各々について算定し比較検討した。

- 1) Option 1: 円借款を対象として適格な項目については全て円借款を利用して工事を実施する案（適格項目全額円借款案）
- 2) Option 2: クリティカルとなる土木工事をインド側資金で先行実施する案（イ側工事先行案）

Option1 の事業費は前節 11.6.2 で記述した第 1 期-A 事業費に相当し、Option2 の事業費積算には以下の条件を適用した。

- a) 土木工事費は全てインド側資金とする。
- b) 軌道工事費のうち、バラスト/枕木工事費の 30%はインド側資金とする。

上記条件のもとに算出された両 Option の事業費を表 11-12 と表 11-13 に示す。

**表 11-12 第 1 期-A 事業費（適格項目全額円借款案）**

(百万 Rs)

費用項目	円借款 適格分	インド分	合計	項目比率
1) 建設工事費－DFCCIL 分-2)を除く	152,622	0	152,622	47.2%
2) 建設工事費（ROB、埋設物移設）	0	1,480	1,480	0.5%
3) 建設工事費－IR 分	717	0	717	0.2%
4) 車輛費（電気機関車）	75,551	0	75,551	23.3%
5) コンサルティング・サービス費	4,769	0	4,769	1.5%
6) 物的予備費	11,683	0	11,683	3.6%
7) プライス・エスカレーション	21,835	0	21,835	6.7%
8) 用地取得費・補償費	0	31,482	31,482	9.7%
9) 事前調査費（測量&設計）	0	742	742	0.2%
10) 一般管理費	0	10,087	10,087	3.1%
11) 税金	0	1,872	1,872	0.6%
12) 建中金利	0	10,820	10,820	3.3%
事業費・合計:	267,178	56,484	323,662	100.0%
ドナー・インド間比率:	82.5%	17.5%	100.0%	
Phase I-a/全体事業費比率:	64.8%			

表 11-13 第 1 期-A 事業費(イ側工事先行案)

(百万 Rs)

費用項目	円借款 適格分	インド分	合計	項目比率
1) 建設工事費－DFCCIL 分-2)を除く	98,833	53,789	152,622	47.2%
2) 建設工事費 (ROB、埋設物移設)	0	1,480	1,480	0.5%
3) 建設工事費－IR 分	717	0	717	0.2%
4) *車両費(電気機関車)	75,551	0	75,551	23.3%
5) コンサルティング・サービス費	4,769	0	4,769	1.5%
6) 物的予備費	11,683	0	11,683	3.6%
7) プライス・エスカレーション	21,835	0	21,835	6.7%
8) 用地取得費・補償費	0	31,482	31,482	9.7%
9) 事前調査費 (測量&設計)	0	742	742	0.2%
10) 一般管理費	0	10,087	10,087	3.1%
11) 税金	0	1,872	1,872	0.6%
12) 建中金利	0	10,820	10,820	3.3%
事業費・合計:	213,389	110,273	323,662	100.0%
ドナー・インド間比率:	65.9%	34.1%	100.0%	
PhaseI-a/全体事業費比率:		64.8%		

Option1 の第 1 期-A 事業費に対するインド側資金負担分 17.5%に対して、Option 2 では 34.1%となった。



## 第 12 章 經濟財務評估

---

## 第12章 経済財務評価

### 12.1 本章のねらい

本章は、これまでの章で検討された諸計画を総合して、DFCの経済性、財務性全般を計量的に分析し、その計画の妥当性、投資の妥当性を評価、証明するのが目的である。

経済性、財務性の検討には、間接的には総ての章が関係するが、直接関係する章は以下の4章である。需要量に関するものは第4章「需要予測」、所要車両台数と価格に関するものは第6章「運輸計画」、維持管理費、収入に関するものは第9章「運行維持計画」、建設コストに関するものは第11章「事業費積算」である。

### 12.2 経済評価

**経済評価と財務評価：**DFCの建設計画の妥当性は、経済分析と財務分析の2面から検討する。経済分析の比較はインド国の立場にたち、国家的資源の最適活用を目的とする。財務分析は私企業的な立場にたち、収支採算の確保を目的とする。建設資金を広く海外の融資機関から求める場合には、国家的なEIRR指標の計測は必修条件となる。

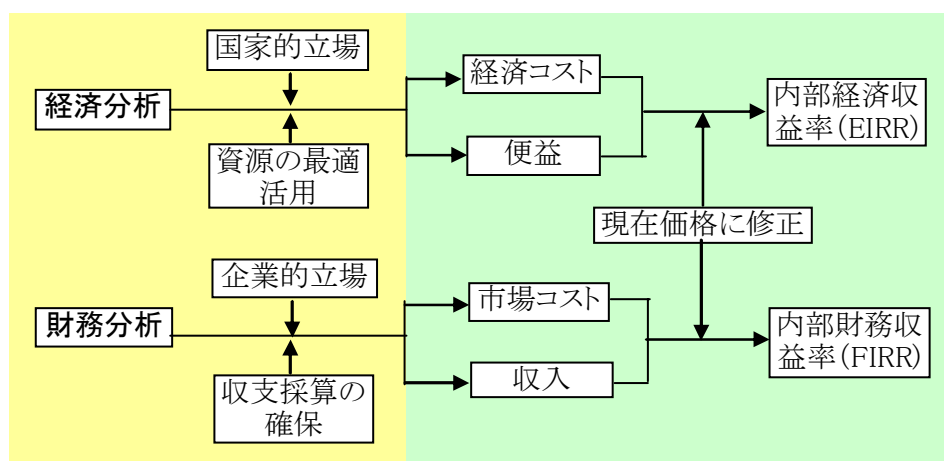


図 12-1 経済・財務評価内容の全体像

**評価比較指標：**経済面は経済コストと便益を比較し、経済的妥当性指標には内部経済収益率（EIRR）をもちいる。財務面は市場コストと収入を比較し、財務的妥当性指標には内部財務収益率（FIRR）をもちいる。EIRRの重要性はFIRRに優先する。比較する期間はDFCのプロジェクトライフ35年間とした（図12-1参照）。

### 12.3 経済評価の結論

#### 内部経済収益率（EIRR）：

表12-1及び表12-2はDFC西回廊及びDFC東回廊の2区間に分けて投資妥当性を分析した表である。プロジェクトライフ35年間の総コストと総便益を2007年の現在価値に割り引いて二つを比較した。EIRRは以下のとおりである。

西回廊の内部経済収益率	14.09%
東回廊の内部経済収益率	15.26%

**投資判断：**

両回廊とも EIRR は資本の機会費用 12%よりも高い範囲にあり、DFC の建設は国家的見地からみて西回廊 1468km、287,385MillionRs.(8600 億円)、東回廊 1309km、212,413Million Rs.(6300 億円)の投資は妥当である。初期の投資コスト及びその後の年度毎に発生する経費は、貨物輸送や旅客輸送による時間節約便益、列車の運営経費節約便益、路線トラック・バスの走行コスト節約便益及び排気ガス環境汚染節約便益等によって十分にカバーされる。

**表 12-1 西回廊内部経済収益率計測結果**

Western DFC				Million Rs.						
Year	Invest. Cost	Rolling Stock	Total Cost	Time Saving		Working Expenses		CO2	Total Benefit	Balance EIRR
				C.Train &Truck	P.Train &Bus	C.Train &Truck	P.Train &Bus	Truck &Bus		
2008-09	16,152		16,152							-16,152
2009-10	31,607		31,607							-31,607
2010-11	32,462		32,462							-32,462
2011-12	41,487	1,354	42,841							-42,841
2012-13	34,563		34,563							-34,563
2013-14	19,978	16,721	36,699	1,045	6,455	12,383	6,151	117	26,152	-10,547
2014-15	8,452	3,597	12,049	1,112	6,759	13,160	6,324	156	27,511	15,462
2015-16	2,874	3,899	6,773	1,182	7,106	14,030	6,502	205	29,026	22,253
2016-17		4,132	4,132	1,257	7,509	15,013	6,686	266	30,731	26,599
2017-18		4,935	4,935	1,336	7,979	16,139	6,877	342	32,674	27,739
2018-19		5,636	5,636	952	8,211	17,808	6,976	455	34,402	28,766
2019-20		2,762	2,762	930	8,676	18,466	7,188	513	35,773	33,010
2020-21		2,860	2,860	907	9,185	19,202	7,414	580	37,286	34,426
2021-22		2,973	2,973	881	9,742	20,029	7,648	654	38,953	35,981
2022-23		2,930	2,930	853	11,960	20,961	7,931	746	42,450	39,520
2023-24		3,136	3,136	833	11,534	21,993	7,923	824	43,107	39,971
2024-25		2,653	2,653	845	11,600	23,097	7,949	879	44,371	41,718
2025-26		2,575	2,575	857	12,417	24,291	7,993	943	46,501	43,926
2026-27		2,619	2,619	869	13,394	25,584	8,040	1,010	48,898	46,279
2027-28		1,583	1,583	881	14,563	26,987	8,091	1,083	51,606	50,022
2028-29		1,151	1,151	893	15,961	28,513	8,272	1,181	54,819	53,668
2029-30		463	463	883	17,369	29,895	8,080	1,229	57,456	56,993
2030-31		467	467	872	19,054	31,394	8,015	1,302	60,637	60,171
2031-32		471	471	828	21,068	32,608	7,957	1,380	63,840	63,370
2031-33		474	474	838	21,519	33,214	7,977	1,380	64,929	64,454
2033-34		282	282	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	65,768
2034-35		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2035-36		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2036-37		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2037-38		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2038-39		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2039-40		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2040-41		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2041-42		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
2042-43		-7	-7	848	21,984	33,840	7,998	1,381	66,051	66,058
Total	187,576	67,605	255,180	27,532	461,903	783,163	229,976	29,054	1,531,629	14.09%

**判断の信憑性：**

DFC は規模の大きい鉄道プロジェクトのために多くの変化要因を含んでいる。コスト項目も多く、便益測定に関して多くの仮定が設定されている。東回廊に対して西回廊の EIRR は低い、コスト・便益の変動があっても、十分な EIRR が確保でき、許容投資妥当性の範囲は広い。分析に用いた指標の部分的な変更があっても結論の大体は変わらない。

**実施判断：**

建設が遅れば便益の発生が遅れ、それだけ資源の損出が発生する。故に、DFC の建設は、西回廊、東回路共に、Phase 毎の技術面困難さがあっても、可能な限り早急に建設を執行すべきである。

表 12-2 東回廊内部経済収益率計算結果

Eastern DFC				Million Rs.						
Year	Invest. Cost	Rolling Stock	Total Cost	Time Saving		Working Expenses		CO2	Total Benefit	Balance EIRR
				C.Train & Truck	P.Train & Bus	C.Train & Truck	P.Train & Bus	Truck & Bus		
2008-09	12,377		12,377							-12,377
2009-10	24,068		24,068							-24,068
2010-11	24,701		24,701							-24,701
2011-12	29,563	1,809	31,372							-31,372
2012-13	23,899		23,899							-23,899
2013-14	12,560	19,477	32,037	13.9	6,365	8,672	5,982	120	21,154	-10,883
2014-15	4,889	4,067	8,956	15.2	6,729	9,179	6,145	192	22,261	13,305
2015-16	1,392	4,021	5,412	16.5	7,163	9,580	6,312	237	23,309	17,896
2016-17		4,501	4,501	17.9	7,686	9,867	6,483	293	24,346	19,845
2017-18		4,859	4,859	19.4	8,321	10,031	6,658	361	25,390	20,532
2018-19		5,495	5,495	21.0	8,778	10,066	6,738	444	26,047	20,552
2019-20		647	647	23.7	9,345	11,495	6,876	535	28,275	27,628
2020-21		534	534	26.6	9,997	12,999	7,017	586	30,625	30,091
2021-22		672	672	29.6	10,748	14,583	7,160	643	33,163	32,491
2022-23		552	552	32.9	11,617	16,255	7,305	704	35,913	35,361
2023-24		428	428	36.3	12,520	18,020	7,211	770	38,558	38,130
2024-25		548	548	38.2	13,463	18,475	7,194	853	40,024	39,476
2025-26		551	551	40.3	14,562	18,979	7,173	938	41,692	41,141
2026-27		357	357	42.5	15,839	19,535	7,147	1,034	43,598	43,240
2027-28		481	481	44.9	17,319	20,151	7,116	1,141	45,773	45,292
2028-29		437	437	47.6	19,031	20,833	7,080	1,262	48,254	47,817
2029-30		413	413	50.3	20,826	21,582	6,899	1,398	50,756	50,342
2030-31		295	295	53.1	22,937	22,395	6,710	1,532	53,627	53,332
2031-32		297	297	56.2	25,415	23,279	6,511	1,681	56,943	56,646
2031-33		300	300	57.5	26,009	23,728	6,511	1,848	58,154	57,855
2033-34		302	302	58.8	26,620	24,192	6,511	1,848	59,231	58,929
2034-35		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,849	62,346	62,354
2035-36		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,855	62,352	62,360
2036-37		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,855	62,352	62,360
2037-38		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,855	62,352	62,360
2038-39		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,855	62,353	62,361
2039-40		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,856	62,353	62,361
2040-41		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,856	62,353	62,361
2041-42		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,856	62,353	62,361
2042-43		-8	-8	58.8	26,620	27,307	6,511	1,856	62,354	62,362
Total	133,450	50,971	184,421	1,272	540,874	589,656	201,345	35,113	1,368,261	15.26%

## 12.4 経済分析に用いるコスト

### 12.4.1 経済分析に用いる建設コスト

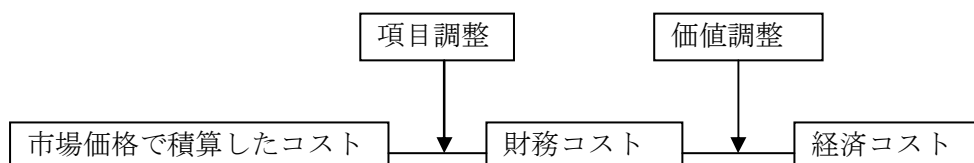


図 12-2 経済コスト推定手順

#### 財務コスト：

第 11 章で積算された建設コスト積算から以下の項目を差引いて財務経済分析の対象コストとした：

- 1) Electric Locomotives Procurement
- 2) Spare Parts for Electric Locomotives
- 3) Price Escalation
- 4) Financial Interest during Construction

車両は DFC 運営のコストであるが、輸送需要に伴ってコストが変動するので、建設コストとは別個に取扱った。Price Escalation、Interest during Construction はコストとは看做さず、2007 年現在の割引現在価値を基本に建設コストを推定する。

**経済コスト：**

財務コストは内貨、外貨に分割し、内貨は更に貿易財、非貿易財、技術者、労働者、税金等に分割して価格のゆがみを修正し、DFC に用いられる資源の真の価値を価格で評価して経済コストを推定する。Non Tradable Goods に用いる Shadow Exchange Coefficient は 0.912、Shadow Wage rate to unskilled worker は 0.772 を用いた。

非貿易財の用地コストに関しては、7.5%の費用のかからない公共用地を使用している。これは財務分析ではコストに含めていない。経済コストでは土地資源を使用するのでゼロではない。公共用地は平均市場価格で見積もって経済コストに含めた。

**表 12-3 DFC Construction Costs for Economic Evaluation**

Items	Million Rs.			
	Western DFC		Eastern DFC	
	Financial	Economic	Financial	Economic
Civil & Building, Track	109,545	92,219	70,038	58,960
Electrical & Mechanical Work	17,142	14,310	13,791	11,512
Signaling & Telecommunication Work	24,124	20,641	20,420	17,472
Cosultancy Service	5,432	4,711	3,419	2,965
Physical Contingency	10,084	8,199	7,369	5,992
Land Acquisition	26,439	24,597	25,393	23,624
General Administration	10,598	8,785	7,235	5,997
Others	16,799	14,114	8,244	6,927
Total for Evaluation	220,162	187,576	155,908	133,450
Grand Total	287,420		212,437	

表 12-3 は DFC の西回廊と東回廊の経済コストの内容を示す。西回廊の市場価格で推定した財務コストは 220,162 百万 Rs. であるが、経済コストでは 187,576 百万 Rs. となる。東回廊の建設コスト 155,908 百万 Rs. の経済コストは 133,450 百万 Rs となる。このコストを経済分析の基本ケースとした (Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12, Table 12-1 Conversion to Economic Cost from Financial Cost , West & East Corridor, Table 12-20 Shadow Exchange Coefficient)。

**12.4.2 経済分析に用いる車両の経済コスト**

**経済価格変換：**

車両は電気機関車と貨車に分かれる。機関車は更にバルク用 8 軸とコンテナ用 6 軸に分かれる。必要車両数は第 6 章の運輸計画を使用した。DFC 用機関車は総て電気機関車とし、新製品と仮定した。実際には、機関車は DFC からフィーダー線に直通運転されるが、DFC 線内運転と仮定して投資コストの推定をおこなった。車両の市場価格の経済価格への変換係数及び経済コストは以下の通りである。(Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-2 Conversion to Economic Cost from Financial Cost , Locomotive & Wagon 参照)

**表 12-4 車両の市場価格と経済価格**

Items	Million Rs.		
	Financial Cost	Conversion Ratio	Economic Cost
Electric Locomotive for Bulk (8Axle)	212.00	92.5%	196.1
Electric Locomotive for Container (6Axle)	130.00	92.5%	120.2
Container & Bulk	2.162	80.6%	1.74

**車両の経済コスト：**

車両の使用は DFC 開業年度に始まるが、機関車貨車に関しては、開業 2 年前に東西回廊とも 10 両をテスト用として加えた。貨車の 70% は在来線の既存車両を使用すると仮定し、既存車両の価格は、新製品価格の 50% とした。車両の耐用年数は 36 年、但し、既存車両は 20 年とする。

**表 12-5 Classification of Rolling Stock, Number and Price**

		Million Rs.		
West	Classification	No.	Financial	Economic
Electric Locomotive	for Container (6 Axle)	246	31,980	29,580
	for Bulk (8Axle)	68	14,416	13,334
Container	New	10,327	22,326	17,998
	Old	1,544	1,535	1,237
Bulk	New	2,441	5,277	4,254
	Old	1,503	1,494	1,201
Total			77,027	67,605
East	Classification	No.	Financial	Economic
Electric Locomotive	for Container (6 Axle)	6	780	721
	for Bulk (8Axle)	178	37,736	34,904
Container	New	207	448	361
	Old	63	63	50
Bulk	New	7,076	15,298	12,332
	Old	3,248	3,228	2,602
Total			57,552	50,971

(Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-3 Eastern Corridor, Financial Cost, Number of Locomotives, Wagons and the Cost by Operation Years; Table 12-4 Eastern Corridor, Economic Cost, Number of Locomotives, Wagons and the Cost by Operation Years; Table 12-5 West Corridor, Financial Cost, Number of Locomotives, Wagons and the Cost by Operation Years; Table 12-6 West Corridor, Economic Cost, Number of Locomotives, Wagons and the Cost by Operation Years 参照)

**12.5 便益計算に用いる輸送量**

**対象交通：**

第 4 章需要予測、で計測された交通量は以下のように全て便益分析用に分解する。交通流予測は貨物の起点から終点を基本とする。DFC が建設されていない状態の交通量 (Without DFC) は、既存線と既存線から溢れて平行道路に移転する交通量に分解される。DFC は貨物専用の輸送手段プロジェクトであるが、その影響は旅客列車にも及ぶため、旅客輸送も便益分析の対象となる。

**表 12-6 Traffic Volume With DFC and Without DFC for Economic Analysis**

Freight(Billion Ton-km)	2013	2017	2018	2022	2023	2028	2031
<b>Without DFC</b>							
Existing Rail	426.2		467.7		510.3	557.6	588.1
Road	28.2		73.9		122.7	175.0	209.4
<b>With DFC</b>							
<u>Eastern Corridor</u>							
DFC	35.2		72.8		76.2	79.4	81.0
Feeder	49.7		91.3		97.7	103.9	106.9
<u>Without Western Corridor</u>							
Existing Rail	348.4		352.8		368.7	413.0	441.9
Road	15.8		39.3		77.8	119.0	147.1
<u>Western Corridor</u>							
DFC	29.2	32.6	67.5	86.0	90.6	113.5	128.2
Feeder	28.0	30.5	29.4	35.6	37.3	45.5	51.8
<u>Without Eastern Corridor</u>							
Existing Rail	374.1	397.9	406.8	432.0	439.7	475.3	500.7
Road	16.4	25.9	27.2	34.7	38.1	56.5	69.4
<b>Passenger(Billion Pass.km)</b>							
<u>Without DFC Case</u>							
Existing Rail	120.9	138.6	143.0	160.3	164.0	179.2	186.0
Road	2.0	4.8	5.5	9.7	11.4	23.4	34.1
<u>With East DFC</u>							
Existing Rail (East)	46.0	-	55.3	-	64.9	74.4	80.1
Existing Rail (West)	57.3	-	68.3	-	78.9	85.9	89.6
Road	0.9	-	1.8	-	3.6	9.8	15.0
<u>With West DFC</u>							
Existing Rail (East)	45.4	-	53.4	-	60.5	65.7	68.0
Existing Rail (West)	57.3	-	69.5	-	81.0	91.6	98.1
Road	1.2	-	3.7	-	8.7	17.5	24.8

**交通の種類：**

DFC が建設された場合の交通量 (With DFC) は、1) DFC を利用する交通量と、2) 既存線に残る交通量と、3) 既存線で DFC に直接接続する交通量 (Feeder)、及び、4) 平行道路に残る交通量、の 4 種類に分解される。平行道路の交通量は、貨物の場合はトラック輸送、旅客の場合はバス輸送に分類される。

このように経済分析では既存線も加えた全鉄道交通量と道路交通が便益分析の対象となる。配分方法に関しては第 4 章に詳しく述べられている。なお、交通量は、第一期、第二期の 2 段階の開通段階に分けられているので年度別伸び率は一定ではない(第 4 章需要予測参照)。

**12.6 計測可能便益**

**便益の種類：**

DFC の計測可能便益としては以下の便益がある。全て直接便益である。便益にはこの他に間接的便益として、別途、Intermodal Research Unit が計測を行ったマクロ分析による世帯への波及効果 (所得、雇用)、生産への波及効果 (GDP) 政府への波及効果 (税収) 等の DFC の経済社会波及効果があるが、プロジェクト評価ではこれ等は含めない。

**鉄道関連直接便益**

- 1) 輸送時間の節約

- 2) 鉄道貨物列車・旅客列車の運営維持費の節約
- 3) 投資コスト（機関車、貨車）の節約

#### 道路関連直接便益

- 4) 走行時間の節約
- 5) 道路車両の資本コストの節約
- 6) 道路維持管理費用の節減
- 7) 交通事故の減少
- 8) DFC 踏切立体化による時間・走行費節約
- 9) 環境改善（排気ガス削減）

#### 計測便益：

これらの計測可能便益のうち、以下の 10 項目を計測した。その他の計測できない便益は Sensitivity 分析の際の、10%程度のプラス便益によってカバーされる。尚、DFC 本線の両端の港及び ICD（Inland Container Depot）の整備による便益は、DFC とは独立施設として取り扱い、DFC の便益には含めない。

- 1) 貨物列車の早期到着による貨物の時間節約便益（貨物）
- 2) 旅客列車の早期到着による旅客の時間節約便益(旅客)
- 3) 路線トラックの早期到着による貨物の時間節約便益(貨物)
- 4) 路線バスの早期到着による旅客の時間節約便益(旅客)
- 5) 貨物列車の運行効率化による運行管理費の節約便益（列車）
- 6) 旅客列車の運行効率化による運行管理費の節約便益(列車)
- 7) 路線トラックの走行速度上昇による走行コストの節約便益（車両）
- 8) 路線バスの走行速度上昇による走行コストの節約便益（車両）
- 9) 路線トラックの排気ガス削減便益
- 10) 路線バスの排気ガス削減便益

## 12.7 With と Without

#### 便益の発生：

便益の発生は DFC プロジェクトの With と Without により発生する。Without の場合は既存鉄道と道路だけ、With になるとこれに DFC が加わる。その結果、サービス状況が変化し、輸送分担量が変化し、便益が発生する。

図 12-3 は便益算定のための交通量と速度との関係を単純化したものである。Without で合計 107 が 65:42 で鉄道と道路で輸送されたとする。With では、DFC 90、既存鉄道 16、道路 1 の状態に変化する。With の状態と Without の状態では鉄道、道路サービス水準が異な



る。

施設の違いによる走行速度の変化の違い、走行距離の違い、走行単価の違い、輸送コストの違い、輸送する内容 (旅客、貨物) の違い、運営経費の違い等がある。この場合、鉄道は Without の 65 と With の 16、90 との時間差、経費差等の節約便益が発生する。道路は Without の 42 と With の 1 との時間差、経費差、CO<sub>2</sub> 差が発生する。旅客の場合も同様である。

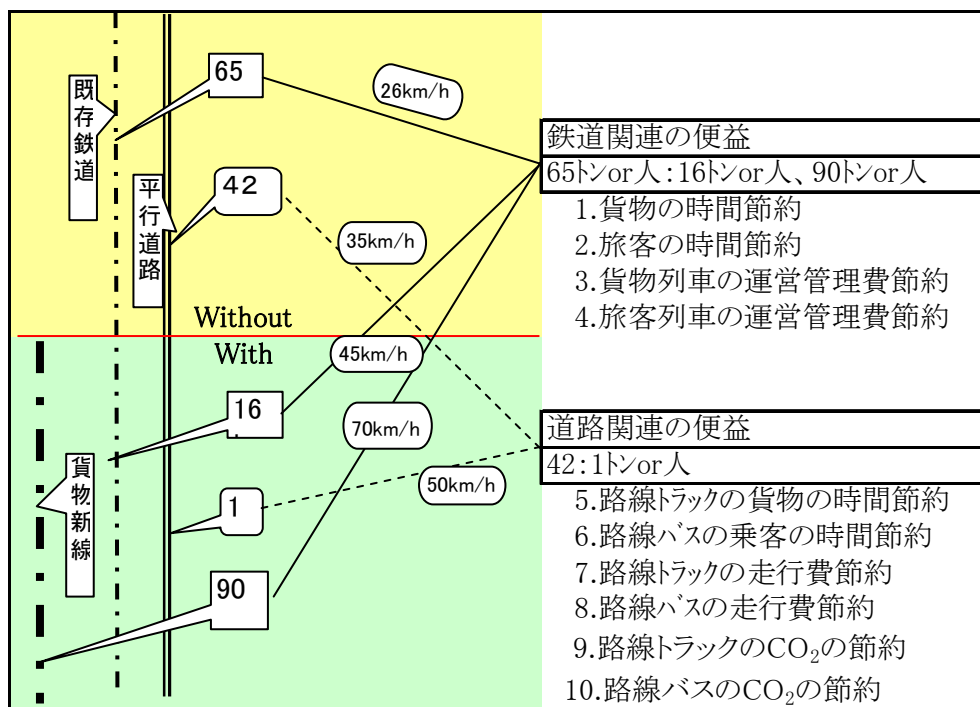


図 12-3 With, Without による施設利用状況の変化と便益の発生

計測に際して、組み合わせによってはマイナスの便益も発生する。部分的には路線トラックや路線バスの節約便益が大きく発生する。部分的なプラス、マイナス、便益の減少等があっても、総ての便益を総合計した便益が DFC の建設によってもたらされる便益となる。

## 12.8 時間便益

### 12.8.1 時間便益の計測

DFC 建設による貨車、客車、トラック、バスの時間節約便益は以下のチャートにより算出する。時間便益は、貨物輸送量、旅客輸送量、運転速度、輸送距離、貨物時間価値、旅客時間価値の変化により計測する。

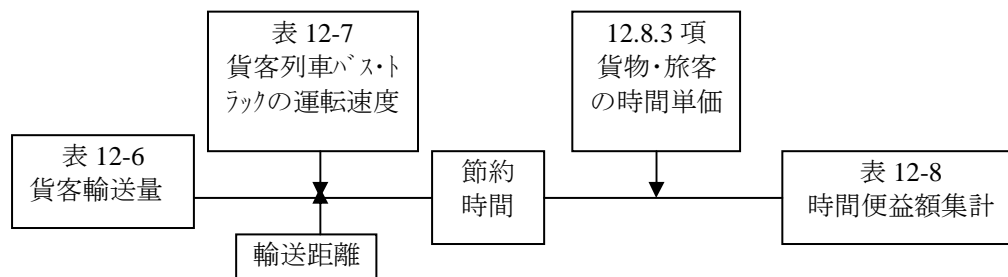


図 12-4 時間節約便益の流れ

## 12.8.2 運転速度

### 列車の運転速度:

Without の場合の列車スピードは、貨物、旅客、特急、急行、各駅停車、地域、列車本数等によってそれぞれ異なる。Annual Statistical Statement から平均 26km/h と想定した。DFC の運転速度は調査団作成の列車ダイヤによる。DFC 建設による関連路線への影響は、DFC に直接関係のある Feeder 線と、関係のない既存路線では影響度は異なる。

但し、旅客列車の場合は、With DFC の場合であっても、運転速度は増加しない。むしろ、運転列車本数が増加する。この場合の便益は、列車本数の増加による待ち時間の減少という形で便益が発生する。貨物、旅客の平均走行速度は表 12-7 に示す (第 6 章 運輸計画参照)。

表 12-7 Traveling Speed, With and Without DFC

Traveling Speed			
<b>Cargo Train</b>			
Without Project	Existing, Feeder		26 km/h
With Project	DFC		70 km/h
	Feeder	West (Container)	50 km/h
		East (Bulk)	40 km/h
	Existing		26 km/h
<b>Passenger Train</b>			
Without Project	Existing, Feeder		55 km/h
With Project	Feeder		55 km/h
	Existing		55 km/h
<b>Truck &amp; Bus</b>			
Without Project			35 km/h
After 20years			20 km/h
With Project			50 km/h
After 20years			30 km/h

### トラック、バスの走行速度:

平行する国道及び改良国道の走行調査、及び現状の混雑状況調査を行った。西回廊の Ahmadabad-Vadodara 間 140km のように Expressway が完成している区間では 70~80km/h 走行が可能であるが、逆走行や、追い越し車線と走行車線の規則違反車の存在、往復 4 車線に 2 車線の混在等から以下のように設定した。

- Without DFC の道路走行速度 : 20 年間で 35km/h から 20km/h に下がる
- With DFC の道路走行速度 : 20 年間で 50km/h から 30km/h に下がる

## 12.8.3 貨物の時間単価

### トン当たり価格:

With と Without により節約された貨物の時間を貨幣価値に換算して時間節約便益を計測した。貨物の時間価値は積載貨物の内容により異なる。西回廊の場合、輸送貨物の主体はコンテナであるが、貨物の中身は千差万別である。しかし、コンテナ貨物は殆どが輸出入品であるので、輸出入統計より輸入 20、輸出 21 品目を選びトン当たりの価格を推定した。東回廊の主要輸送貨物は石炭である。石炭統計はインドでは暦年ごとに記録があり全国の

トン当たりの平均価格を用いた(Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-19 Unit Price and Time Value of Cargo, DFC, Western Corridor 参照)。

西回廊の貨物： 4,052Rs./トン (輸出入平均)

東回廊の貨物： 749Rs./トン (主に石炭)

#### トン当たり時間価値：

輸送貨物の遅れによる貨物の在庫には時間刻みでコストがかかる。1時間あたりのコストは1時間あたりの短期金利(年利 11%)に等しい。経済価格変換係数 85%を乗じて1トン時あたりの遅滞貨物のコストを推定した。節約時間の換算額は以下のとおりである。

西回廊の貨物： 0.0432Rs./トン時

東回廊の貨物： 0.0080Rs./トン時

### 12.8.4 旅客の時間単価

#### 時間価値の特性：

節約される旅客の時間価値単価は貨物に比べて大きい。鉄道の旅客は多種多様である。Worker、Non-worker もいれば、高額所得者、低所得者、仕事を目的とする者、観光を目的とする者、学生や子供や老人もいる。所得階層別統計はインドでは非常に細かく整理されている。時間価値に関してはインドには種々の計測データがある。そこで、統計を用いて1乗客あたりの時間価値を算出することも可能であるが、本調査では種々のプロジェクトで一般に用いられている数字を用いた。

#### 旅客の時間単価：

With DFC による既存鉄道旅客の時間節約、及び、Without DFC によるバス旅客の時間節約額は、1999年代は 2.10~9.3Rs./人時、2004年は 5.3~21.4Rs./人時であった。今回は種々の試算を行った結果、平均 17.74Rs./人時を用いた。

### 12.9 運行経費の節約便益

#### 12.9.1 列車の運行経費節約便益：

With DFC の運営管理費は、「維持管理運行経費の概算」を用いた。DFC の人件費はスリムな要員体制、物件費は効率的な運行維持管理体制を経費算定の基準とする。特に、駅、施設、電気等の要員体制の単位あたりの人件費は、路線キロ及び列車本数、輸送量の増加に伴って年次ごとに減少する。

Without DFC の場合の既存線の列車の平均運営経費はインド国鉄鉄道統計年報から推定し、 $0.31Rs./トンキロ \times 85\%(変換率)=0.264Rs./トンキロ$ 、変換係数 85%を乗じてトンキロ当たりの運営管理費とした。With DFC による既存線の平均運営管理費は With DFC の場合より 5%下がると想定した(第9章「運行維持計画」参照)。

### 12.9.2 路線トラック・路線バス走行経費節約便益

#### 設定条件：

With DFC と Without DFC による道路走行速度の変化によりトラック、バスに便益が発生する。路線トラック・バスの平均走行距離は輸送品目別の起点-終点データの DFC 区間内の利用距離を利用した。利用距離は年度ごとに異なるが西回廊は 780km-980km、東回廊は 500km-520km である。平均積載量はインドの事業体調査より路線トラックが 10 トン、路線バスが 35 人/バスとした。

#### 速度と走行経費：

速度が下がるに従って走行経費が増加する。速度と走行経費の変化の関係はアメリカ連邦道路局の走行実験データにインドの条件を適応した次式を用いた。大型トラックの購入価格は 1,135,264Rs.、大型バスは 1,335,605Rs. を適用し、経済価格に変換されている。

$$\text{大型路線トラック： } Y=0.003464x^2-0.452039x+24.768072+3.35$$

$$\text{路線バス： } Y=0.002082x^2-0.2603x+17.274845+3.64$$

X は走行速度、Y は走行経費で走行速度に応じて変化する。例えば、燃料費、オイル費、タイヤ費等である。最大なものは燃料費 (80%) の変化である。上式の、路線バス・大型トラックの速度の変化には無関係なものは、例えば、運転手の給料、人件費、資本費等である (Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table12-21 Input Data for Unit Vehicle Operating Cost at Base Speed)。

### 12.10 自動車排気ガス削減効果の計測

#### CO<sub>2</sub>の排出量：

排気ガスの公害問題は、今や地球温暖化問題にまで発展している。Without DFC による道路交通の増加、排気ガスの増加と With DFC による道路交通の減少と CO<sub>2</sub>の減少から節約便益を計測した。速度が落ちると消費燃料が増加する関係は、走行便益計算に用いた式と同じ式で計測できる。次に、車の 1 リッター当たりの燃料消費の熱量換算は以下の数字を用いた。ガソリン 1L = 熱量 0.0371GJ、1 熱量当たり CO<sub>2</sub>の質量 = 74.01 kg

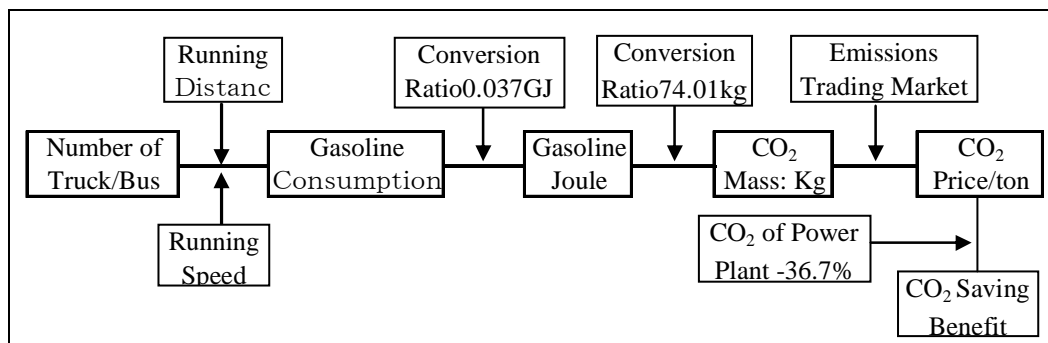


図 12-5 Benefit Calculation of Decrease of Vehicle Exhaust Gas

#### 1000kg 当たり CO<sub>2</sub>の \$ 価格：

CO<sub>2</sub>の排出削減を喚起させる仕組みとして CO<sub>2</sub>排出権取引(Emissions Trading Scheme) が

考案された。1000kg 当たりの CO<sub>2</sub> の取引価格は株式市場と同じ仕組みで取引されているが現在は非常に不安定である。1 ドルから 23 ドルまでの上下の変化がある。今回は市場動向をみて 1 トン=5\$ として便益額を計算した。

### 発電 CO<sub>2</sub> の考慮：

電気機関車の運転では CO<sub>2</sub> の発生はないが、電気を供給する発電所での CO<sub>2</sub> がある。鉄道の CO<sub>2</sub> は、日本の鉄道総合研究所の調査によれば、トンキロ当たりのトラック対鉄道の CO<sub>2</sub> の比率は 100 : 36.7 である。従って、Without DFC よるトラック、バスの排気ガスの節約便益額から鉄道の発電用の CO<sub>2</sub> を差引いて便益を算出した。(Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-15 Western Corridor ,Truck, Decreasing of Automobile Exhaust Gas Benefit, Table 12-16 Western Corridor ,Bus, Decreasing of Automobile Exhaust Gas Benefit, Table 12-17 Eastern Corridor ,Truck, Decreasing of Automobile Exhaust Gas Benefit, Table 12-18 Eastern Corridor ,Bus, Decreasing of Automobile Exhaust Gas Benefit)

## 12.11 便益計測結果

表 12-8 西回廊、便益額集計表

Year	Western DFC								Billion Rs.		Grand Total
	Time Saving				Working Expenses Saving				Co2 Saving		
	Cargo		Passenger		Cargo		Passenger		Truck	Bus	
	Train	Truck	Train	Bus	Train	Truck	Train	Bus			
2008-09											
2009-10											
2010-11											
2011-12											
2012-13											
2013-14	1.0	0.0	5.9	0.6	11.5	0.9	6.1	0.0	0.1	0.0	26.2
2014-15	1.1	0.0	6.0	0.8	12.0	1.1	6.3	0.0	0.2	0.0	27.5
2015-16	1.1	0.0	6.1	1.0	12.5	1.5	6.5	0.0	0.2	0.0	29.0
2016-17	1.2	0.0	6.3	1.2	13.1	1.9	6.6	0.0	0.3	0.0	30.7
2017-18	1.3	0.1	6.4	1.5	13.6	2.5	6.8	0.0	0.3	0.0	32.7
2018-19	0.9	0.1	6.5	1.7	14.5	3.3	6.9	0.1	0.4	0.0	34.4
2019-20	0.8	0.1	6.7	2.0	14.6	3.9	7.1	0.1	0.5	0.0	35.8
2020-21	0.8	0.1	6.9	2.3	14.7	4.5	7.3	0.1	0.6	0.0	37.3
2021-22	0.8	0.1	7.1	2.6	14.8	5.2	7.6	0.1	0.6	0.0	39.0
2022-23	0.7	0.1	7.3	4.6	14.9	6.1	7.8	0.1	0.7	0.0	42.4
2023-24	0.7	0.2	7.2	4.3	15.0	7.0	7.8	0.1	0.8	0.0	43.1
2024-25	0.7	0.2	7.2	4.4	15.3	7.8	7.8	0.2	0.9	0.0	44.4
2025-26	0.7	0.2	7.2	5.2	15.6	8.7	7.8	0.2	0.9	0.0	46.5
2026-27	0.7	0.2	7.1	6.3	15.9	9.7	7.8	0.2	1.0	0.0	48.9
2027-28	0.6	0.2	7.1	7.5	16.2	10.8	7.8	0.3	1.1	0.0	51.6
2028-29	0.6	0.3	7.0	8.9	16.5	12.0	7.8	0.4	1.1	0.0	54.8
2029-30	0.6	0.3	6.8	10.5	16.6	13.3	7.7	0.4	1.2	0.0	57.5
2030-31	0.6	0.3	6.6	12.4	16.8	14.6	7.6	0.5	1.3	0.0	60.6
2031-32	0.5	0.3	6.4	14.7	16.6	16.0	7.4	0.5	1.4	0.0	63.8
2031-33	0.5	0.3	6.4	15.1	16.6	16.6	7.4	0.6	1.4	0.0	64.9
2033-34	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2034-35	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2035-36	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2036-37	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2037-38	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2038-39	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2039-40	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2040-41	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2041-42	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
2042-43	0.5	0.4	6.4	15.6	16.6	17.3	7.4	0.6	1.4	0.0	66.1
Total	20.8	6.7	198.4	263.5	462.9	320.3	220.3	9.7	28.5	0.5	1,532

表 12-9 東回廊、便益額集計表

Year	Time Saving				Working Expenses Saving				Co <sub>2</sub> Saving		Grand Total
	Cargo		Passenger		Cargo		Passenger		Truck	Bus	
	Train	Truck	Train	Bus	Train	Truck	Train	Bus			
2008-09											
2009-10											
2010-11											
2011-12											
2012-13											
2013-14	0.01	0.00	5.7	0.7	7.8	0.9	6.0	0.0	0.1	0.00	21
2014-15	0.01	0.00	5.8	0.9	8.1	1.1	6.1	0.0	0.1	0.07	22
2015-16	0.01	0.01	5.9	1.2	8.2	1.4	6.3	0.0	0.1	0.09	23
2016-17	0.01	0.01	6.1	1.6	8.1	1.8	6.5	0.0	0.2	0.11	24
2017-18	0.01	0.01	6.2	2.1	7.7	2.3	6.7	0.0	0.2	0.14	25
2018-19	0.01	0.01	6.3	2.5	7.1	2.9	6.7	0.0	0.3	0.17	26
2019-20	0.01	0.01	6.4	3.0	8.2	3.3	6.9	0.0	0.3	0.20	28
2020-21	0.01	0.02	6.5	3.5	9.2	3.8	7.0	0.0	0.4	0.23	31
2021-22	0.01	0.02	6.6	4.2	10.3	4.2	7.2	0.0	0.4	0.26	33
2022-23	0.01	0.02	6.7	4.9	11.5	4.8	7.3	0.0	0.4	0.30	36
2023-24	0.02	0.02	6.5	6.0	12.6	5.4	7.2	0.0	0.4	0.35	39
2024-25	0.02	0.02	6.4	7.0	12.5	6.0	7.2	0.0	0.4	0.41	40
2025-26	0.02	0.03	6.4	8.2	12.3	6.6	7.2	0.0	0.5	0.47	42
2026-27	0.01	0.03	6.3	9.6	12.2	7.4	7.1	0.0	0.5	0.55	44
2027-28	0.01	0.03	6.2	11.1	12.0	8.1	7.1	0.0	0.5	0.63	46
2028-29	0.01	0.03	6.1	13.0	11.8	9.0	7.1	0.0	0.5	0.73	48
2029-30	0.01	0.04	5.8	15.0	11.7	9.9	6.9	0.0	0.6	0.84	51
2030-31	0.01	0.04	5.5	17.4	11.6	10.8	6.7	0.0	0.6	0.95	54
2031-32	0.01	0.04	5.2	20.2	11.5	11.8	6.5	0.0	0.6	1.08	57
2031-33	0.01	0.04	5.2	20.8	11.5	12.2	6.5	0.0	0.6	1.23	58
2033-34	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	12.7	6.5	0.0	0.6	1.23	59
2034-35	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2035-36	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2036-37	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2037-38	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2038-39	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2039-40	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2040-41	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2041-42	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
2042-43	0.01	0.04	5.2	21.4	11.5	15.8	6.5	0.0	0.6	1.23	62
Total	0.4	0.9	174.0	366.9	320.8	268.9	201.3	0.0	14.0	21.1	1,368

表 12-8 と表 12-9、は便益計測の結果である。便益は貨物だけでなく、旅客にも発生する。また貨物列車、旅客列車だけでなく、トラック、バスにも発生する。トラック、バスは更に CO<sub>2</sub> 削減便益も発生する。

便益を正確に把握するために、分析の対象期間は 2013-14 から 2033-34 年までの前半 20 年間とした。但し、便益・費用分析では 2033-34 年以降 2042-43 を加えて 35 年間までの期間を対象として計算を行う。主な特徴は以下のとおりである。

**便益全体の主な特徴：**

DFC 建設による便益の全体構成及び各便益の順位は以下の通りである。便益の主体は上位 5 項目で、全体に占める割合は西回廊 95.8%、東回廊 97.6% である。

表 12-10 便益計測結果の項目別構成内容

	便益項目	West	East
1	貨物列車の運行効率化による運行管理費の節約便益(列車)	32.5%	26.9%
2	路線トラックの走行速度上昇による走行コストの節約便益(車両)	17.7%	15.7%
3	旅客列車の運行効率化による運行管理費の節約便益(列車)	16.5%	17.7%
4	旅客列車の早期到着による旅客の時間節約便益(旅客)	15.2%	15.7%
5	路線バスの早期到着による旅客の時間節約便益(旅客)	14.5%	21.6%
6	路線トラックの排気ガス削減便益	1.7%	1.0%
7	貨物列車の早期到着による貨物の時間節約便益(貨物)	1.6%	0.1%
8	路線バスの走行速度上昇による走行コストの節約便益(車両)	0.5%	0.1%
9	路線トラックの早期到着による貨物の時間節約便益(貨物)	0.4%	0.1%
10	路線バスの排気ガス削減便益	0.1%	1.2%

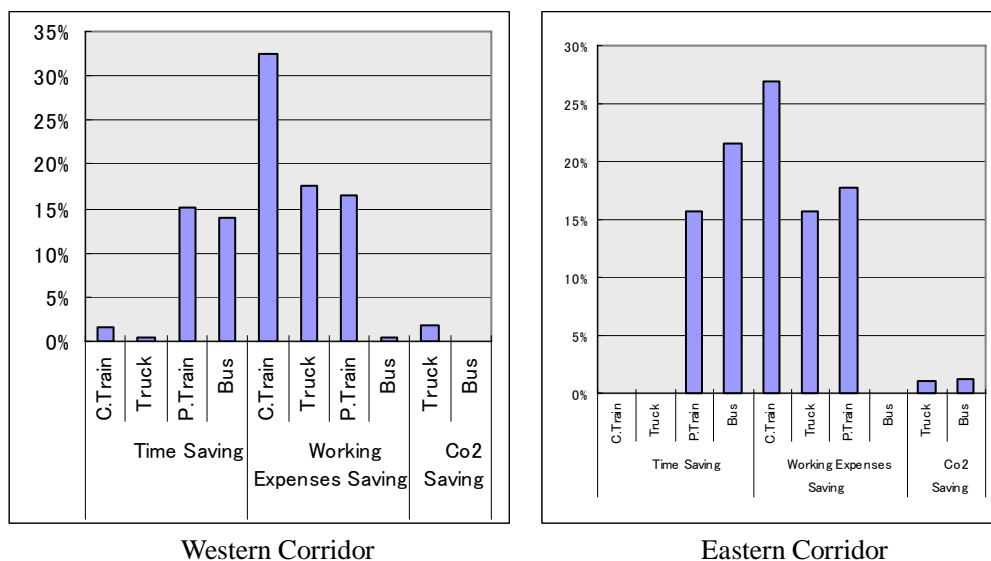


図 12-6 便益構成グラフ

**貨物列車対旅客列車：時間節約便益**

- DFC の建設の目的は、長距離の貨物を早く、安く輸送することであるが、便益計測の結果では、時間節約便益に関する限りは貨物輸送よりも旅客輸送への影響のほうが大である。DFC により貨物が早く到着するという貨物時間節約便益は非常に小さい。それに反して、貨客混合輸送から貨物が DFC に移転することによる旅客の時間節約便益が非常に大きい。具体的には、これは旅客列車のスピードアップによる時間節約ではない。旅客列車の運転速度は、With も Without も同じ平均時速 55km/h であるが、列車の増発が可能になる。その結果、旅客の待ち時間の大幅な節約が可能となる。

貨物列車：旅客列車の時間便益比率      西回廊 5：95      東回廊 1：99

- 旅客輸送への影響のほうが大きい理由は、運ばれる物の価値が、貨物より人間のほうが高いからである。1 トン 1 時間当たりの時間価値は、コンテナを主体とする西回廊の貨物が 0.043Rs. 石炭を主体とする東回廊の貨物が 0.008Rs. である。それに対して、人間の場合は 17.74Rs./人時で、人間を輸送する価値が非常に高いことによる。インドの現在の旅客列車は非常に混雑しており、DFC の建設はこれの解消に大きな役割を果たすことになる。この比率は、東西迂回廊とも同じである。

**道路交通への影響効果：トラックの走行コストの節約**

DFC の建設は道路交通への影響が非常に大きい。Without DFC よって既存路線では輸送できない貨物と旅客が平行の国道を利用せざるを得ない。With と Without の差を 1 日当たりのトラック数で表すと以下の通りである。いわゆる「はみ出し交通」である。これ等のトラックが平均、西回廊が 980km、東回廊 525km を走行する。

**表 12-11 Number of Truck on Parallel Highway by With Without DFC**

Year	Western Corridor	Eastern Corridor
2013/14	4,138	6,735
2018/19	13,124	17,774
2023/24	23,694	23,464
2028/29	33,564	29,683

Without DFC では 35km/h、With DFC では 50km/h と設定し、交通量が増加するにつれて走行速度は遅くなる。これによる走行コストの節約額は西が全体の 17.5%、東が 15.7%を占める。路線トラックは長距離貨物が DFC によって輸送されることにより道路交通の混雑が緩和され、高速運転が可能となり走行軽費が節約されることにより生ずる。

**道路交通への影響効果：排気ガス節減便益：**

全体便益の約 1%である。CO<sub>2</sub>の価格は今や、株式市場の株価のように売買されている。排出権取引の価格は 1 トン当たり 1 ドルから 23 ドルの変動がある。今回は 1 トン当たりの CO<sub>2</sub>の排出権取引価格を 5 ドルと設定して計測した。1 トン=10 ドルの場合は、東回廊 3%、西回廊が 3%を占める。

CO<sub>2</sub>節約便益は鉄道の便益としては加える場合と加えない場合がある。全体の便益の 1%に満たないが、東西回廊のトラック・バスの排気ガス節約を金額にすると、30 年間で合計 58,700,000Rs.の節約便益が発生する。仮に DFC が建設されなかった場合、道路にトラックが溢れ走行経費の国家的損失は膨大なものとなることを示している（10 章 環境社会配慮調査）。

**DFC の時間節約便益の意味：ICD の重要性：**

DFC 建設による時間節約便益と運転経費節約は総合計では大体 50:50 で同じであるが、輸送手段によって、以下の様な特性がある。貨物輸送においては、輸送中の時間の節約便益のウエイトは大きくない。時間節約はよりも結節点の港湾区域、ICD 地域の合理化、及び周辺 Access 道路、配送形態、配送時間等の節約がより重要性も持っている。

更に、DFC が貨物を早く運ぶということは、時間便益以外の便益が考えられる。即ち、貨物の付加価値の増加である。今回は直接便益のみで、間接的な付加価値は加えていない。現在、進行中の工業団地、輸出回廊の実現は更に付加価値を高める。したがって、これはマクロ分析による効果分析もあわせて考慮すべきである。

- 1) 時間節約便益・・・旅客列車・バスの旅客輸送 > 貨物列車・トラックの時間節約
- 2) 運転経費節約・・・貨物列車・トラックの貨物輸送 > 旅客列車・バスの運転経費

**貨車の運転経費節約便益：**

貨物列車の運転経費節約が最も大きい。全体に占める比率は西が 33.2%であり、東が 26.9%である。貨車の運転経費節約便益は、DFC の人件費の節約と、物件費は効率的な運行維持管理体制と、長距離輸送の有利性によるものである。技術的代替の比較検討により、最適な施設で運行されることによる便益である。(Volume 4 Technical Working Paper Task2 12, Table12-7 Time Saving Benefit of Cargo on Cargo Train and Truck, Western Corridor;



Table12-8 Time Saving Benefit of Passenger Transported by Train and Bus, Western Corridor;  
Table12-9 Time Saving Benefit of Cargo on Cargo Train and Truck, Eastern Corridor;  
Table12-10 Time Saving Benefit of Passenger Transported by Train and Bus, Eastern Corridor;  
Table12-11 Working Expenses Saving Benefit for Cargo Train and Vehicle Operating of Truck,  
Western Corridor; Table12-12 Working Expenses Saving Benefit for Passenger Train and Vehicle  
Operating of Bus, Western Corridor; Table12-13 Working Expenses Saving Benefit for Cargo  
Train and Vehicle Operating of Truck, Eastern Corridor; Table12-14 Working Expenses Saving  
Benefit for Passenger Train and Vehicle Operating of Bus, Eastern Corridor 参照)

## 12.12 妥当性範囲の分析

### 全般的検討：

計測結果は既述のとおり基本ケースの EIRR は以下のとおりで、投資の妥当性が証明された。しかし、DFC は西回廊 1468km 及び DFC 東回廊 1309km と巨大な鉄道建設プロジェクトである。多くの不確定要因が含まれている。

- 西回廊の内部経済収益立率 EIRR=14.09%, B/C=1.22, NPV=35,510Mil.Rs. (基本ケース)
- 東回廊の内部経済収益立率 EIRR=15.26%, B/C=1.37, NPV=54,274Mil.Rs. (基本ケース)

### コスト上昇の影響：

コストが基本ケースから 30% 上昇した場合には、西回廊の EIRR は資本の機会費用 12% を割って、投資は妥当ではなくなる。30% と云うことは、市場価格にして、西が 82,960 百万 Rs. (約 2500 億円)、東が 61,400 百万 Rs. (約 1800 億円) である。これ程のコスト上昇は考えられないので、予想通りの便益が確保できれば、本プロジェクトは投資妥当である。

### 便益の変化の影響：

便益側の減少も、西回廊の場合は 20% の減少で Feasible ではなくなるが、東回廊の場合は Feasible である。便益はコストサイドよりも多少大きく影響する。便益は 10 項目計測されている。10 項目のうち重要な便益は 5 項目である。即ち、客車・バスの乗客の時間価値節約便益、貨車・トラックの運行経費節約便益、及び、客車の運行経費節約便益である。これ等は推定単価と交通需要量との妥当な積算に基づいているので大きく変化はしない。

**表 12-12 Sensitivity Analysis – Western Corridor**

EIRR West	Cost / Base	10%	20%	30%
Benefit / Base	<b>14.09%</b>	<b>13.19%</b>	<b>12.40%</b>	11.70%
-10%	<b>12.95%</b>	<b>12.10%</b>	11.36%	x
-20%	11.74%	x	x	x
-30%	x	x	x	x

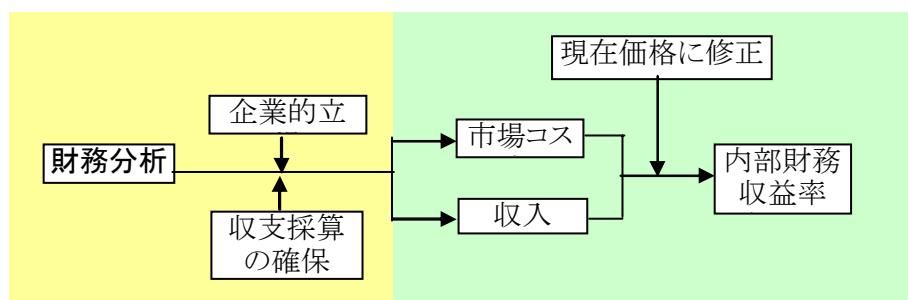
**表 12-13 Sensitivity Analysis – Eastern Corridor**

EIRR East	Cost / Base	10%	20%	30%
Benefit / Base	<b>15.26%</b>	<b>14.38%</b>	<b>13.61%</b>	<b>12.78%</b>
-10%	<b>14.11%</b>	<b>13.28%</b>	<b>12.56%</b>	11.90%
-20%	<b>12.89%</b>	<b>12.12%</b>	11.44%	x
-30%	11.60%	x	x	x

## 12.13 財務評価

### 短期指標と長期指標：

本章では DFC 建設計画の妥当性を財務面から分析する。この章で取り扱う財務分析は、DFC の短期経営的な分析ではなく、長期の DFC の鉄道投資の不確実性を解明することである。35 年間の収支を推定し、収支を現在価値に割り引いて比較し、果たして収支採算がとれるかを証明することである。35 年間という長期の収支の証明は、財務収益率 (FIRR) という指標を用いる。



**図 12-7 Evaluation Procedure for Financial Analysis**

### 事業体とプロジェクト収益性：

現在、DFC は、2 つの事業体によって進められようとしている。即ち、鉄道運営システムを主体とするインド国鉄 (IR) と、DFC のインフラ部分の建設維持を担当する公社 (DFCCIL) である。財務分析では、これ等 2 事業主体を合計して、DFC プロジェクトの自体の収支採算が成立するかを証明する。従って、DFC 区間を利用する全体の交通量を料金収入の対象とした。2 事業体の収入の分割の問題は、企業経営に関わるので、建設金利、エスカレーション、税金等の項目も含めて、第 13 章の「DFCCIL に求められる経営計画」で取扱う。

## 12.14 財務分析の結論

### 内部財務収益率：

表 12-14 は西回廊及び東回廊を企業性の立場から見た財務分析の集計表である。35 年間に発生する総コストと総収入を比較した。現在価値に割り引いて等しくなる割引率 (FIRR) を算出している。FIRR は表に示すように以下のとおりである。

- 西回廊の内部財務収益率      9.08%
- 東回廊の内部財務収益率      15.59%

**投資妥当性：**

東回廊の FIRR はインドの長期利子率、約 10.79% よりも高い 15.59% であり、DFC の建設は企業の見地からみて投資妥当である。両回廊の場合、FIRR は 9.08% で、長期利子率よりわずかに低く、十分な収益性は得られない。西回廊を企業ベースに乗せるには、低利の資金源を獲得し、プロジェクトの平均金利を 9.08% 以内に納める必要がある。

**表 12-14 The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Western DFC**

Western DFC						Million Rs.	
year	Before Discounting					FIRR	
	Revenue	Capital Cost	Rolling Stock	Working Expenses	Total Cost	Discount Rate	Present Value
2008-09		18,958			18,958	100.0%	-18,958
2009-10		37,098			37,098	91.7%	-34,009
2010-11		38,101			38,101	84.0%	-32,021
2011-12		48,695	1,464		50,159	77.0%	-38,645
2012-13		40,568			40,568	70.6%	-28,654
2013-14	16,686	23,449	18,863	5,449	47,761	64.8%	-20,121
2014-15	19,599	9,921	4,012	6,404	20,336	59.4%	-438
2015-16	23,020	3,374	4,386	7,526	15,286	54.4%	4,209
2016-17	27,038		4,706	8,845	13,552	49.9%	6,728
2017-18	31,758		5,672	10,395	16,067	45.7%	7,176
2018-19	37,301		6,571	12,217	18,788	41.9%	7,762
2019-20	39,694		3,134	12,925	16,059	38.4%	9,085
2020-21	42,241		3,255	13,674	16,930	35.2%	8,919
2021-22	44,952		3,394	14,467	17,861	32.3%	8,751
2022-23	47,836		3,366	15,306	18,672	29.6%	8,637
2023-24	50,905		3,610	16,193	19,803	27.1%	8,444
2024-25	53,101		2,992	16,906	19,898	24.9%	8,264
2025-26	55,392		2,914	17,650	20,565	22.8%	7,946
2026-27	57,782		2,969	18,428	21,396	20.9%	7,611
2027-28	60,275		1,856	19,239	21,094	19.2%	7,513
2028-29	62,875		1,395	20,086	21,481	17.6%	7,277
2029-30	65,401		543	20,862	21,405	16.1%	7,090
2030-31	68,029		548	21,669	22,216	14.8%	6,768
2031-32	70,762		553	22,506	23,059	13.5%	6,461
2031-33	70,762		557	22,506	23,063	12.4%	5,923
2033-34	70,762		350	22,506	22,856	11.4%	5,453
2034-35	70,762		-9	22,506	22,497	10.4%	5,037
2035-36	70,762		-9	22,506	22,497	9.6%	4,617
2036-37	70,762		-9	22,506	22,497	8.8%	4,233
2037-38	70,762		-9	22,506	22,497	8.0%	3,880
2038-39	70,762		-9	22,506	22,497	7.4%	3,557
2039-40	70,762		-9	22,506	22,497	6.8%	3,261
2040-41	70,762		-9	22,506	22,497	6.2%	2,990
2041-42	70,762		-9	22,506	22,497	5.7%	2,741
2042-43	70,762		-9	22,506	22,497	5.2%	2,513
	1,653,028	220,162	77,027	528,314	825,503	9.08%	-0

なお、FIRR 以外の、割り引く前のキャッシュフローによる、1) 収支バランス、2) 資金源、融資条件に大きく影響される経営分析は財務分析から除いた。これ等のフローは割り引かれず、現実の数字、即ち、キャッシュフローで検討される。これら資金バランスの検討は、経営分析の分野に入るので、FIRR とは異なる。

表 12-15 The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Eastern DFC

Eastern DFC						Million Rs.	
year	Before Discounting					FIRR	
	Revenue	Capital Cost	Rolling Stock	Working Expenses	Total Cost	Discount Rate	Present Value
2008-09		14,460			14,460	100.0%	-14,460
2009-10		28,119			28,119	86.5%	-24,326
2010-11		28,858			28,858	74.8%	-21,599
2011-12		34,538	1,956		36,494	64.8%	-23,631
2012-13		27,921			27,921	56.0%	-15,641
2013-14	26,271	14,674	21,911	4,155	40,740	48.5%	-7,012
2014-15	30,097	5,712	4,526	4,782	15,020	41.9%	6,321
2015-16	34,480	1,626	4,519	5,504	11,649	36.3%	8,282
2016-17	39,502		5,095	6,334	11,429	31.4%	8,809
2017-18	45,255		5,558	7,290	12,848	27.1%	8,798
2018-19	51,846		6,348	8,390	14,738	23.5%	8,716
2019-20	52,263		728	8,455	9,183	20.3%	8,754
2020-21	52,684		607	8,520	9,128	17.6%	7,657
2021-22	53,108		757	8,586	9,343	15.2%	6,656
2022-23	53,535		628	8,653	9,281	13.2%	5,823
2023-24	53,966		494	8,720	9,214	11.4%	5,094
2024-25	54,361		618	8,783	9,401	9.8%	4,427
2025-26	54,758		621	8,847	9,467	8.5%	3,859
2026-27	55,159		412	8,911	9,322	7.4%	3,378
2027-28	55,563		546	8,975	9,521	6.4%	2,936
2028-29	55,969		499	9,040	9,539	5.5%	2,561
2029-30	56,335		463	9,097	9,559	4.8%	2,232
2030-31	56,703		335	9,154	9,489	4.1%	1,949
2031-32	57,073		338	9,211	9,549	3.6%	1,698
2031-33	57,073		340	9,211	9,551	3.1%	1,469
2033-34	57,073		343	9,211	9,554	2.7%	1,270
2034-35	57,073		-10	9,211	9,201	2.3%	1,107
2035-36	57,073		-10	9,211	9,201	2.0%	958
2036-37	57,073		-10	9,211	9,201	1.7%	829
2037-38	57,073		-10	9,211	9,201	1.5%	717
2038-39	57,073		-10	9,211	9,201	1.3%	620
2039-40	57,073		-10	9,211	9,201	1.1%	537
2040-41	57,073		-10	9,211	9,201	1.0%	464
2041-42	57,073		-10	9,211	9,201	0.8%	402
2042-43	57,073		-10	9,211	9,201	0.7%	347
	1,566,731	155,908	57,552	252,727	466,187	15.59%	0

## 12.15 DFC 財務コスト

### 12.15.1 建設コスト

財務コストの対象は、1) 建設コスト、2) 運営管理コスト、3) 機関車・貨車の車両コストの3種類である。財務分析で用いる建設コストは、項目調整だけで経済分析のような価値調整(経済価格)はおこなわない。項目調整は経済分析と同じく以下の4項目を差引いた。理由は、経済分析と同じである。

- 1) Electric Locomotives Procurement
- 2) Spare Parts for Electric Locomotives
- 3) Price Escalation
- 4) Financial Interest during Construction

財務分析に用いるコスト構成、コスト額が以下の通りである。

表 12-16 Financial Costs of Construction

Financial Cost Items	Million Rs.	
	Western DFC	Eastern DFC
Civil & Building ,Track	109,545	70,038
Electrical \$Mechanical work	17,142	13,791
Signaling & Telecommunication works	24,124	20,420
Consultancy Service	5,432	3,419
Physical Contingency	10,084	7,369
Land Acquisition	26,439	25,393
General Administration	10,598	7,235
Ohters	16,799	8,244
Total for Financial Evaluation	220,162	155,908
Grand Total	287,385	212,413

建設コストの年度別配分

第 1 期-A は 6 年間、第 1 期-B は 8 年間、第 2 期は 2 年遅れて建設を開始して 6 年間の工期を組み合わせた建設コストの年度配分は以下の通りである。

表 12-17 Annual Distribution of Financial Costs of Construction

Financial Cost Year	Million Rs.			
	Western DFC		Eastern DFC	
2008-09	18,958	9%	14,460	9%
2009-10	37,098	17%	28,119	18%
2010-11	38,101	17%	28,858	19%
2011-12	48,695	22%	34,538	22%
2012-13	40,568	18%	27,921	18%
2013-14	23,449	11%	14,674	9%
2014-15	9,921	5%	5,712	4%
2015-16	3,374	2%	1,626	1%
	220,162	100%	155,908	100%

## 12.15.2 DFC の運営維持管理コスト

人件費、施設費：

費用項目は人件費と施設費に大別される。人件費は、機関士や車両の人件費は列車キロによって変動し、電気、施設、駅等の人件費は駅数、営業キロによって変動する。更に、単位あたりの経費は輸送量の増加に伴って減少する。各項目の単価を求め、それに列車 km、営業 km を乗じて人件費を求めた。単価の算定に当っては、DFC の人件費は既存線とは異なったスリムな要員体制、物件費は効率的な運行維持管理体制を経費算定の基準とした (第 9 章 運行保守管理、「表 9-8 DFC の要因基準」参照)。

施設費は駅、動力費、電気、施設、一般管理費、鉄道警察等は殆ど営業キロによって変動する。施設ごとの物件費の単価は、第 9 章運行保守管理に記載されている。

機関車：

プロジェクトライフ 35 年間の機関車台数及びコストは以下の通りである。バルク用 8 軸機関車の財務コスト単価は 184.8 百万 Rs. (約 5.5 億円)、コンテナ用 6 軸機関車の単価は 163.3 百万 Rs.(約 4.9 億円)を用いた。(詳細は Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-3,12-5 Number of Locomotives, Wagons and the Cost by Operation Years 参照)。

	バルク用 8 軸機関車		コンテナ用 6 軸機関車	
西回廊	68 両	14,416 百万 Rs.	246 両	31,980 百万 Rs.
東回廊	178 両	37,736 百万 Rs.	6 両	780 百万 Rs.

DFC 用機関車は総て新製品と仮定した。実際には、機関車は DFC からフィーダー線に直通運転されるが、DFC 線内運転と仮定して投資コストを推定した。営業開始後の車両数は交通需要量、列車キロ、列車運行計画に基づいて算出される。但し、20 台は 2011/12 年に練習用に購入することとした。

#### 貨車：

貨車に関しては、基本的には機関車の所要車両数推定の方法と同じとした。但し、開業時は、70%は在来線の既存車両を使用すると仮定し、既存車両の価格は、新製品価格の 50%とした。車両の耐用年数は新車 35 年、既存車両 20 年とする（詳細は第 6 章「輸送計画」参照）。

## 12.16 内部収益率の投資妥当性の範囲 (Sensitivity Analysis)

#### 妥当性の範囲：

FIRR の基本ベースの運賃収入は、インド鉄道の現行の賃率を基準として、DFC の推定輸送トンキロを乗じて推定したものである。それに対して、建設コストは項目別の積算である。車両コストは需要量とリンクした必要車両数である。運行コストは DFC の人件費、物件費のスリムな条件で推定されている。

そのような条件での基本ケースの FIRR は以下の通りである。従って、特に西回廊については長期的に安定した低利の資金源を獲得し、プロジェクトの財務収益性を確保することが前提条件となる。

**表 12-18 Sensitivity Analysis – Western Corridor**

FIRR West	Cost / Base	10%	20%	30%
Benefit / Base	<b>9.08%</b>	8.43%	x	x
-10%	7.80%	7.19%	x	x
-20%	x	x	x	x
-30%	x	x	x	x

**表 12-19 Sensitivity Analysis – Eastern Corridor**

FIRR East	Cost / Base	10%	20%	30%
Benefit / Base	<b>15.59%</b>	<b>14.61%</b>	<b>13.75%</b>	<b>12.98%</b>
-10%	<b>14.06%</b>	<b>13.15%</b>	<b>12.34%</b>	11.63
-20%	<b>12.42%</b>	<b>11.58%</b>	10.83%	10.17
-30%	10.64%	10.22	x	x

#### 運賃と便益：

FIRR の計測には運賃収入が大きく影響する。FIRR の分析結果で見ると、建設コスト、車両コスト、運行コストの推定が正しいとすれば、東回廊の運賃率は高すぎ、西回廊の運

賃率はほぼ妥当な額である。図 12-8 と図 12-9 は料金収入と便益を比較したものである。通常、高速道路の通行料金の場合は、便益額の 70%前後である。したがって、高速道路利用者は 30%前後の利用者余剰を得ることが出来る。

### 収入曲線の差異：

西は便益と運賃収入は比較的平行している。しかし、運賃収入は便益額を超えている。東の運賃収入は便益とは平行していない。しかも、運賃収入は便益額を遥かに超えている。消費者余剰がない状態となっている。

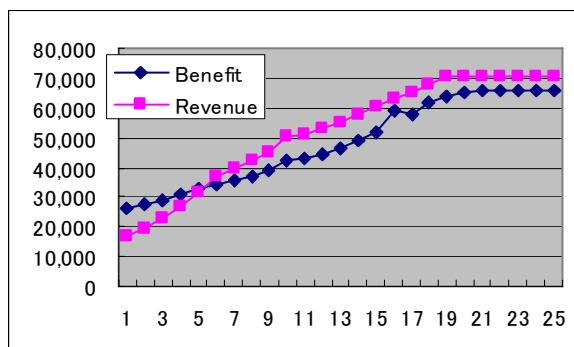


図 12-8 西回廊、運賃収入と便益額

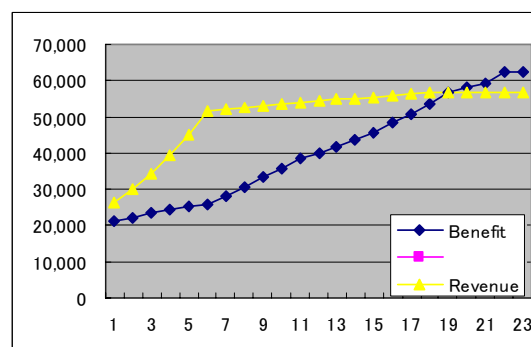


図 12-9 東回廊、運賃収入と便益額

便益以上の高い運賃を課すれば、通常は利用者が減少する。しかし、東の輸送の主体は石炭であり、石炭は電力発電に直結していて鉄道依存度が高く、DFC が有利な条件となっている。更に石炭輸送は、コンテナ輸送よりも輸送効率が高い。DFC が 100%完成する開設 8 年後は DFC の需要量が急増すると考えられる。このような理由により、現行運賃は高い賃率が可能となっており、高い収入は高い FIRR に繋がっている。ただし、発電エネルギーとしての石炭の将来も加味して、需要の伸び率は低く抑えられている。

## 12.17 第 1 期-A 区間の経済・財務分析

### 12.17.1 第 1 期-A 区間の概要

西回廊の第 1 期-A 区間の諸指標は以下の通りである。建設コストには車両費は含まれていない。車両費は以下の通りである。車両費は建設完成後の開業年度からコストとして経済、財務収益率計算に組み込まれる。

- 1) 建設区間： Rewari - Vadodara 918km（総延長の 63%）
- 2) 建設コスト： 186,136 百万 Rs.（総事業費の 64%）
- 3) 財務分析用コスト：（建設中の利子等 6 項目削除）127,926 百万 Rs.
- 4) 経済分析用コスト： 110,664 百万 Rs.
- 5) 建設期間： 6 年間 2008/09 - 2013/14

東回廊の第 1 期-A 区間の諸指標は以下の通りである。

- 1) 建設区間： Khurja - Mughal Sarai 710km（総延長の 54%）
- 2) 建設コスト： 137,536 百万 Rs.（総事業費の 66%）

- 3) 財務分析用コスト：（建設中の利子等 6 項目削除） 87,530 百万 Rs.
- 4) 経済分析用コスト： 75,996 百万 Rs.
- 5) 建設期間： 6 年間 2008/09 - 2013/14

### 12.17.2 第 1 期-A 区間の経済・財務分析結果

西回廊及び東回廊の収益率は以下の通りである。内部経済収益率は両回廊とも、資本の機会費用 12%を超えている。Sensitivity 分析を行うまでもなく、充分投資妥当であり、建設を実施すべきである。

内部経済収益率：	西回廊	17.82%	東回廊	20.86%
内部財務収益率：	西回廊	8.28%	東回廊	17.77%

財務分析では、西回廊の内部財務収益率が長期利子率 10.79%より低く 8.28%である。従って、企業的収支採算性は低い。東回廊は充分企業的採算性がある。従って、プロジェクトの平均金利を 8.28%以下に抑えるような低利の資金源を活用し、企業的採算ベースに乗せて実施すべきである。

(Volume 4 Technical Working Paper Task2, 12 Table 12-22 The Statement of the Internal Economic Rate of Return, Western DFC,Phase I-a; Table 12-23 The Statement of the Internal Economic Rate of Return, Eastern DFC; Table 12-24 Construction Cost for Economic & Financial Analysis, Table 12-25 Phase I-a,Summary for the Total Benefit Stream,Western Corridor; Table 12-26 Phase I-a,Summary for the Total Benefit Stream,Western Corridor; Table 12-27 The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Western DFC, Phase I-a; Table12-28 The Statement of the Internal Financial Rate of Return, Eastern DFC, Phase I-a)

### 12.18 経済分析と財務分析の結論

#### 投資時期、投資規模の決定手法：

代替案としての既存線の貨物の改良も現在の貨物の需要量を賄うことは出来ない。旅客線を分離改良しても、現在の貨物需要の輸送を賄うことは出来ない。このような過程でこの巨大プロジェクトの計画はスタートしているが、実施すべきかどうかの判断は容量オーバーだけでは証明できない。需給と施設投資のバランスの証明手法としては、巨大コストと国家的便益を、割引現在価値に割り引いて、将来の不確実性を考慮して比較するという経済指標（EIRR）が開発されている。

#### 分析結果の投資妥当性の結論：

この指標が資本の機会費用 12%より低ければ実施する時期が早すぎるか、規模が大きすぎることを意味する。今回、あらゆるデータを駆使して計測した結果、本プロジェクトの EIRR は 12%よりも高い、西回廊 14.09%、東回廊 15.26%が計測された。第 1 期-A 区間に関しても西 17.82%、東 20.86%という高い率である。結論は、実施を実行すべきである、投資規模、計画規模は大きすぎない。実施しなければ国家資源が浪費される。

財務分析では、特に西回廊については長期的に安定した低利の資金源を獲得し、プロジェ



クトの財務収益性を確保する必要がある。

#### **建設時期の妥当性：**

DFC の建設期間は計画当初は 5 年であった。次の調査段階では、技術的見地から、建設期間 15 年という想定で分析が行なわれた。今回は、建設期間は 8 年で可能であるという判断の基に分析が行われた。建設期間が 15 年から 8 年に短縮された場合は、通常では EIRR も FIRR も下がる。計算の結果は、建設期間を短縮しても、EIRR は十分に高い。EIRR の高い数字はインドにとって非常に重要な国家プロジェクトであることの証明である。

#### **分析の信頼性と資金源確保：**

計測の過程では、35 年先までの貨物需要量の予測、起点・終点の移動状況、走行速度や速度と輸送コスト、人や物の時間価値等あらゆるデータが Input されている。間違っただデータが Input された場合には即座に整合性が合わなくなる。

経済分析の便益項目は大きく分けて、1) 時間節約、2) 運転経費節約、3) 排気ガス節減である。時間節約は人、物（貨車、客車、トラック、バス）に細分され、運転経費節約も貨車、客車、トラック、バスに細分され、排気ガス節減もトラック、バスに細分される。（5.3.3 項「環境面からの評価」参照）合計 10 項目の便益項目が検討された。したがって、EIRR は正確な結果である。高い EIRR の結果は国際機関からの建設資金源の獲得条件も証明されたことになる。

#### **経済と財務と料金政策：**

これに対して、財務分析の場合、便益に相当する項目は料金収入の 1 項目である。したがって、経済分析は一つ一つの正確なデータの積み上げから計測されているが、財務分析は、料金収入 1 項目が 3 種類のコストと比較される。建設コストの増減は FIRR には大きく響かないが、料金収入の増減は非常に大きく響く。

運賃水準の妥当性は、DFC の貨物運賃が、経済分析で計測された便益の範囲内にあるか否かである。比較の結果、貨物運賃収入の方が便益額より大きい。これは妥当ではない。今回の料金はインドの料金表を基準で推計された。経済分析から見た場合、鉄道料金は、トラックとの競争の観点からも、便益以内に近づける対策が必要である。

#### **DFC の高速輸送効果とコンテナ・デポ（CD）・ICD:**

DFC プロジェクトの便益は、列車の運営維持管理コストの節約は大きいですが、貨物の時間節約便益のウエイトが非常に小さい。従って、長距離貨物の短時間移動よりも、到達時間の正確性、DFC パイプの両端の CD、ICD 部分の改善を含めたインターモーダル輸送により注目すべきである。長距離貨物の移動は、移動後の貨物の工業団地での付加価値の増加や、外貨獲得、マクロ的効果がより重要である。

時間の節約便益の受益者は貨物よりもむしろ旅客であって、貨客混合輸送から貨物が DFC に移転することにより旅客列車の運行速度の大きな変化は望めないが、列車の増発により、旅客の待ち時間が大きく節約される

## 12.19 事業効果（乗数効果）分析

### 12.19.1はじめに

本プロジェクトのような大規模投資は国内および周辺国を含んだ社会経済に大きなインパクト与える。プロジェクトが始まると、様々な活動が開始される。プロジェクトの実施主体は実施計画を基にして、資材を調達し、作業員を雇い、外部サービスを買ひ、建設会社やその他と契約を結ぶ。これらの投資は直接需要とみなされる。実体経済では、この直接需要はさらなる需要または一次波及効果を生み出す。そして一次波及効果は、さらなる派生需要を喚起する。また、こうした生産の拡大により、世帯の所得や、企業利潤が増大し、その結果新たな支出（消費）を生むことになり新たな生産の拡大をもたらす。即ち、「投資→直接需要→生産→所得→消費→生産への経済循環（消費を内生化した経済循環構造）」が生まれる。一方、その過程で雇用、所得、そして税金、国際貿易量（輸出、輸入）も増加する。

また、広い意味では、上記の事業効果は以下の点において貧困削減に貢献するといえることができる。

- ・ 国家経済成長への貢献が貧困層の雇用と所得機会を増加させる。
- ・ 経済評価で述べられている旅客交通の利便性の向上により、交通不便地域に住んでいる貧困層の雇用創出と所得機会を容易にする。
- ・ 建設期間中に貧困層の雇用機会を提供する。

このように、本プロジェクトが国家経済および社会に及ぼす影響が大きいと考えられることから、これらの影響を把握することはフィージビリティ調査において重要な要素となる。

こうしたことから、大規模プロジェクトの事業効果の算定の研究がプロジェクト研究グループにより、消費内生型の産業連関表を用いて行われた。本調査においても、事業効果を定量的に把握するために、この研究成果を用いて事業効果の算定を行い、分析を行った。

算定方法の概念は以下に示すとおりである。

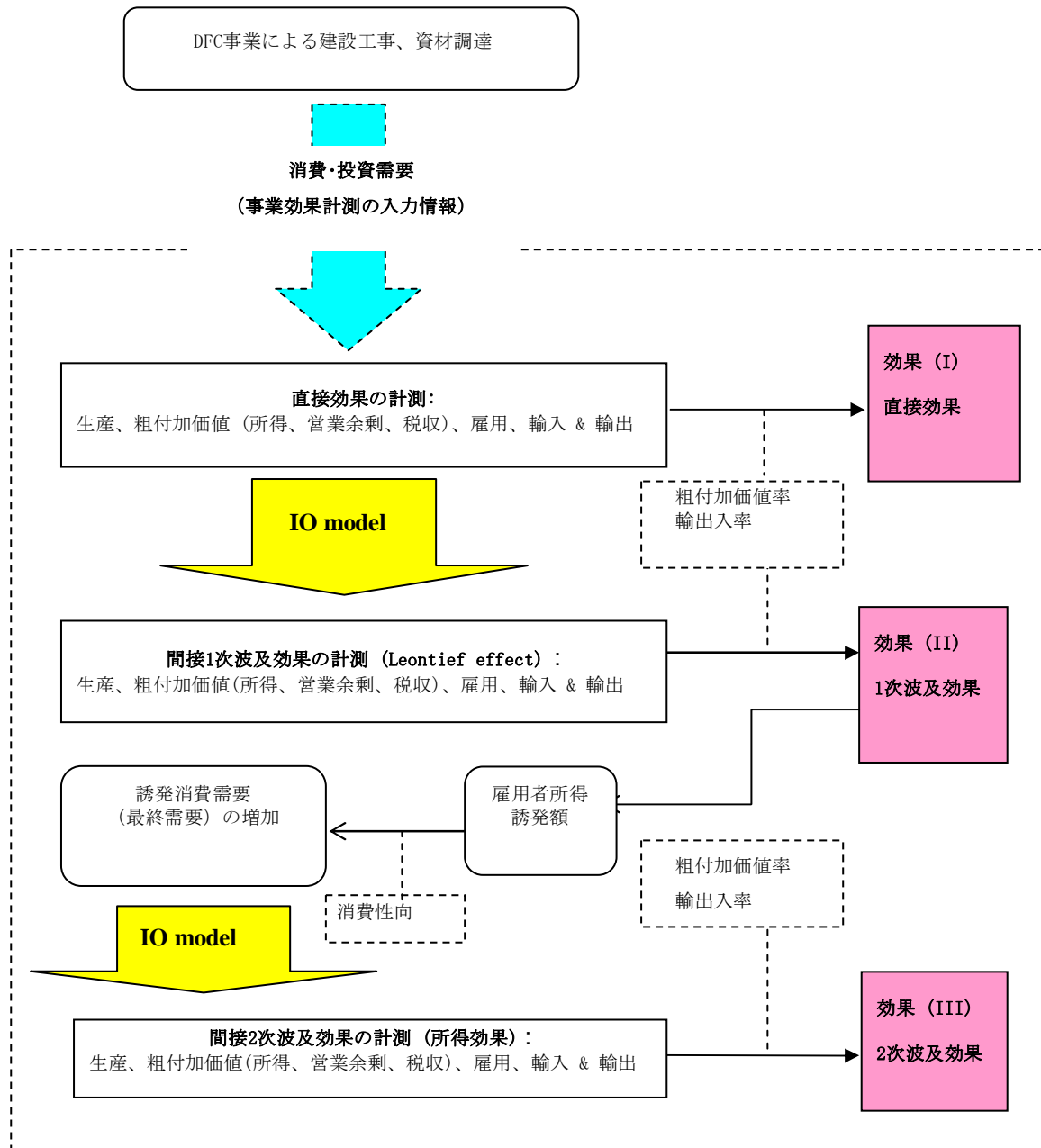


図 12-10 産業関連モデルに基づく DFC プロジェクトの効果計測フロー

### 12.19.2 算定方法

プロジェクト研究で用いられた産業関連モデル式に事業費をインプットして計測を行った。以下にモデル式を示す。

- 生産波及効果 :  $\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2 = \hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F$
- 粗付加価値波及効果 (所得、税金、営業余剰) :  $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = v\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F$
- 雇用波及効果 :  $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = \hat{I}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F$
- 輸入への波及効果 :  $\Delta M = \Delta M_1 + \Delta M_2 = \hat{M}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F$

・ 輸出への波及効果 :  $\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2 = \hat{E}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F$

ここに、

$\hat{B}$  : レオンチェフの逆行列

$$\hat{B} = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{A}]^{-1},$$

$\hat{K}$  : ケインズ逆行列

$$\hat{K} = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{C}\mathbf{V}\mathbf{B}]^{-1},$$

$\Delta F$  : 最終需要、

$\Delta X_1$ 、 $\Delta V_1$ 、 $\Delta L_1$ 、 $\Delta M_1$ 、 $\Delta E_1$  : 波及効果（直接+間接一次波及）、

$\Delta X_2$ 、 $\Delta V_2$ 、 $\Delta L_2$ 、 $\Delta M_2$ 、 $\Delta E_2$  : 波及効果（間接2次波及）、

$\hat{M}$  : 輸入係数行列、

$\hat{E}$  : 輸出係数行列、

$C$  : 消費支出比率行列、

$v$  : 粗付加価値率行列、

$I$  : 労働投入係数行列

計算に用いた、インプット条件は以下のとおりである。

- ・ プロジェクト・コスト : 3,487 億ルピー（内貨分）
- ・ 部門間投資配分 : 車輛などの機会設備費 469 億ルピー、工事費 3,018 億ルピー
- ・ 建設期間 : 8 年
- ・ 平均消費性向 : 0.75
- ・ STEP による資材調達の自給率への影響を分析モデルに反映した。

事業効果は、プロジェクトによる経済主体・セクターへの波及を考慮して、以下のとおり分類した。

- ・ 経済全体への影響 : 生産、粗付加価値（GVA）への波及効果
- ・ 政府への影響 : 税収効果
- ・ 産業（企業）への影響 : 営業余剰への波及効果
- ・ 世帯への影響 : 雇用、所得への波及効果
- ・ 国際貿易への影響 : 輸出入への影響

### 12.19.3 事業効果

事業効果の計算結果のまとめを表 12-20 に示す。本プロジェクトによる波及効果は以下のとおりである。

### 生産波及効果：

本プロジェクトによるインド国全体への生産誘発効果の総額は、直接効果、一次波及効果、二次波及効果の合計で約 1 兆 3,860 億ルピーとなる。これは国内分の総投資額 3,487 億ルピーの約 4 倍になる。すなわち、生産誘発係数は 4 となる。

生産誘発効果の総額を建設期間で割って求められる年平均生産誘発効果は 1,733 億ルピーとなる。これはインド国統計局 (CSO) が 2007 年 5 月 31 日に発表した 2006-07 年の生産額の推計値 41 兆 2,572 億ルピーの 0.4 パーセントに相当する。

### 粗付加価値波及効果(GVA)：

インド国全体への粗付加価値誘発効果の総額は、約 6,997 億ルピーとなる。これは総投資額の約 2.0 倍になる (粗付加価値誘発係数=2.0)。また、年平均粗付加価値効果は、875 億ルピーとなり、CSO の 2006-07 年の粗付加価値額の推計値 37 兆 4,347 億ルピーの 0.2 パーセントに相当する。

### 政府への波及効果 (税収効果)：

国全体の税収への波及効果の総額は、約 219 億ルピーとなる。波及効果の内訳は、直接効果が 12.3%、間接 1 次波及効果が 56.6%、間接 2 次波及効果が 31.1%を占める。

### 企業利潤への波及効果 (営業余剰)：

国全体の企業利潤への波及効果の総額は、約 2,488 億ルピーとなる。波及効果の内訳は、直接効果が 15.2%、間接 1 次波及効果が 43.6%、間接 2 次波及効果が 41.2%を占める。

### 世帯への波及効果 (所得、雇用)：

本プロジェクトによる世帯所得への波及効果は、約 3,716 億ルピーとなる。波及効果の内訳は、直接効果が 28.2%、間接 1 次波及効果が 40.4%、間接 2 次波及効果が 31.4%を占める。

また、雇用機会は、約 110 万人となる。波及効果の内訳は、直接効果が 22.8%、間接 1 次波及効果が 48.5%、間接 2 次波及効果が 28.7%を占める。

### 輸出入への波及効果：

国際貿易への波及効果は輸出が約 501 億ルピーとなる。これは、2004-05 年の輸出額 3 兆 7,524 億ルピーの 1.3 パーセントに相当する。

一方、輸入は約 672 億ルピーとなる。これは、2004-05 年の輸入額 5 兆 106 億ルピーの 1.3 パーセントに相当する。

表 12-20 事業効果

(Unit: Rs. Billion)

			Direct Impact	1 <sup>st</sup> Induced Impact	2 <sup>nd</sup> Induced Impact	Total	
Impact on Domestic Economy	Nationwide		Production	340.5	629.4	416.1	1,386.0
			GVA	152.6	298.5	248.6	699.7
	Economic Unit	Government	Tax	2.7	12.4	6.8	21.9
		Firms	Operating Surplus (OS)	37.7	108.4	102.7	248.8
		Household	Income	104.9	150.1	116.6	371.6
			Employment*	0.25	0.53	0.32	1.10
Impact on Abroad	International Trade		Import	6.8	38.2	22.2	67.2
			Export	4.5	26.6	19.0	50.1

Note: 1) Estimated by JICA Study Team; 2) \* Million People

### 貧困層への波及効果：

上記の世帯への波及効果は、貧困層にも及ぶものである。本プロジェクト対象地域の貧困層の人口は、インド国計画局の調査によると 2004-05 年において約 1.9 億人と推計される。これら貧困層の人々は前記の経済評価で述べられているように旅客の旅行時間の短縮による利便性の増大の便益を受け、より一層の雇用機会および所得の増大が期待できる。

## 12.20 地域開発効果

通常、本プロジェクトの整備効果は「直接効果」と「間接効果」に大別され、直接効果は経済評価において述べられている。間接効果については、前節において、本プロジェクトが社会経済に波及する効果の分析を行った。ここでは、本プロジェクトが及ぼす地域開発効果の検討を行う。

本プロジェクトは個人および経済分野に様々な形で効果を及ぼし、本プロジェクトが整備される地域だけでなく、全国に波及する。国土の均衡のとれた持続可能な発展という観点から地域開発の促進は、きわめて重要である。本プロジェクトの実施により、間接的に以下のような効果が期待できる。

- ・ 広域規模の開発
- ・ 工業の振興
- ・ 農業・漁業の振興
- ・ 生活水準の向上

これらの効果は金銭的に評価しにくいいため、本プロジェクトが実施された場合とされない場合の交通状況の変化を考慮して比較評価する。

### 広域規模の開発：

本プロジェクトの実施により Delhi - Mumbai 間および Delhi - Sonnagar 間のこれまでの輸送時間は、約 1/3 に短縮 (平均速度の比較による) される。これを時間距離で表すと図 12-11 のようになる。時間距離の短縮により、産業活動、社会活動が活発になることが大いに期

待できる。また、こうした活動の活発化は、東西回廊に点在する地方中核都市の開発を促し、雇用の拡大、所得格差の低減などが図られて広域規模の適正な地域開発を促す。

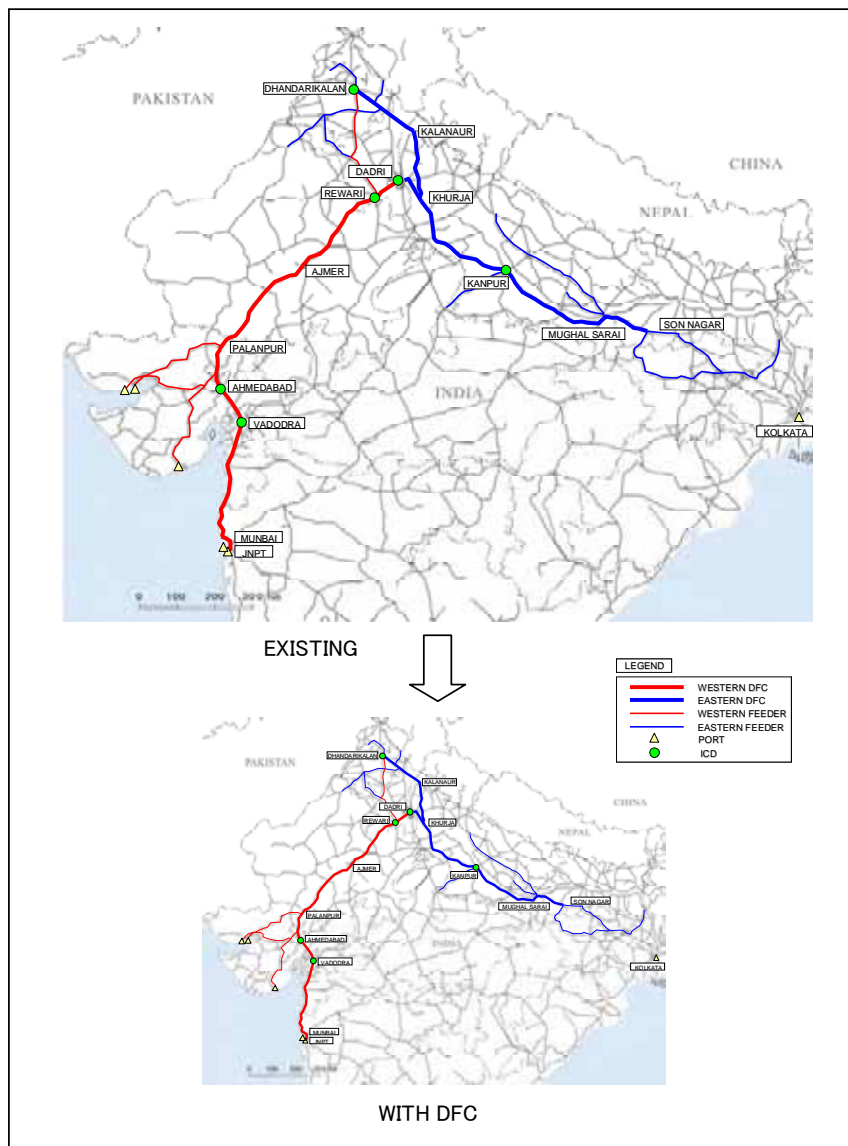


図 12-11 時間距離の短縮による広域規模の開発の促進

**工業の振興：**

本プロジェクトの整備により、工業分野における原材料および製品をより早く、しかも時間どおりに輸送できるようになるため、新規開発の工場および関連諸施設の建設が期待される。

すでに、Delhi - Mumbai 間産業大動脈構想の実現に向けて日・印関係機関の動きが活発になっている。日印首脳会談でも取り上げたデリー・ムンバイ産業大動脈構想の概要は図 12-12 に示すとおりで、DFC 沿線の左右 150km を計画対象としている。7 箇所の投資地域と 13 箇所の工業地域において工業生産を 3 倍、輸出量を 4 倍にすることを目標としている。この構想を実現するために、本プロジェクトの早期実施が期待されている。沿線各地における工業開発を促進するために本プロジェクトは重要な役割を果たすと考えられる。

一方、東部回廊においても、北西側は穀物、肥料、石灰石、セメント等の工業を促進し、南東側は石炭鉱山、鉄鋼プラント等の拡張に本プロジェクトは重要な影響を及ぼす。

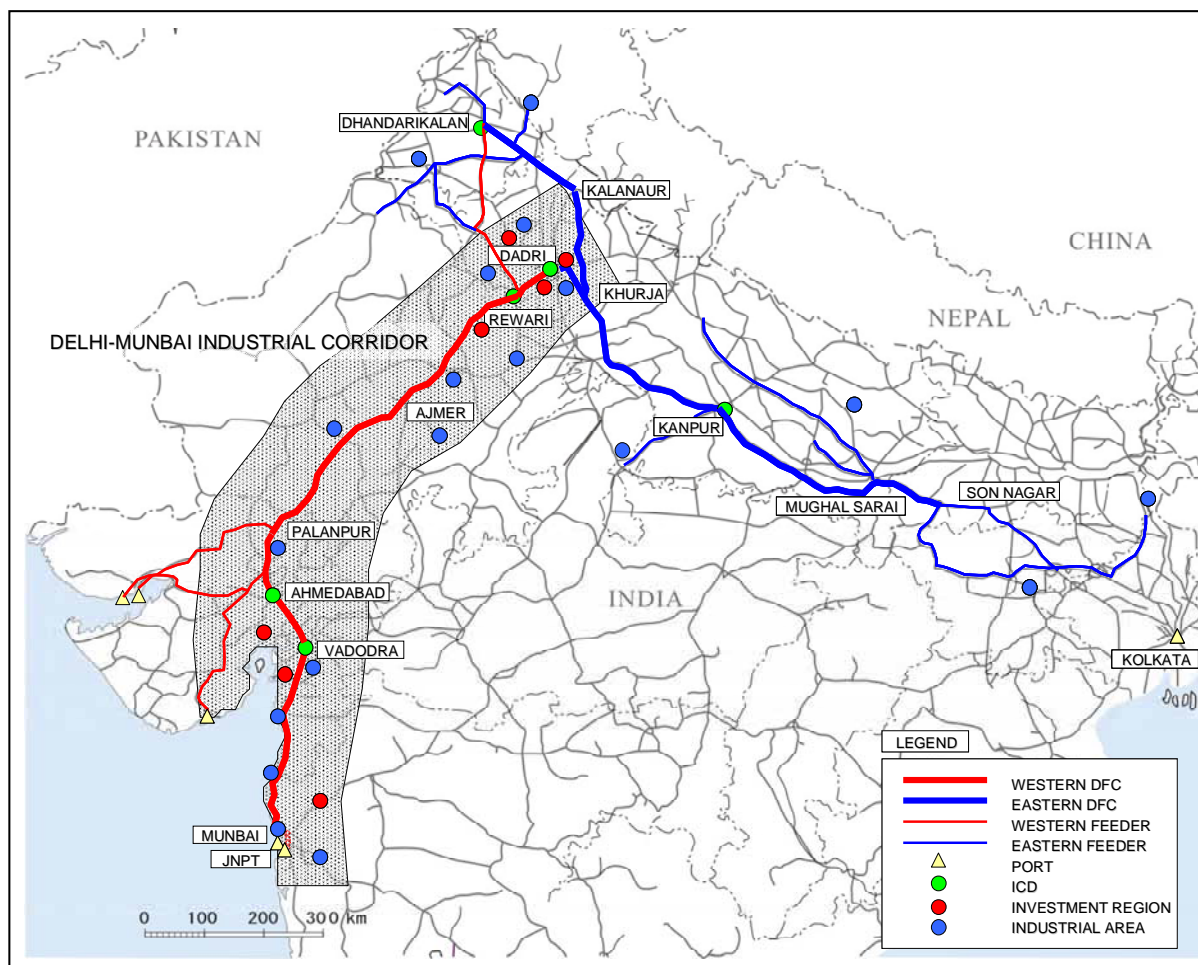


図 12-12 Delhi-Mumbai 間産業大動脈

### 農林漁業の振興：

本プロジェクトが整備されると農林業生産地と市場および加工工場までの輸送時間が短縮されるため、沿線各地において、生産地の拡大および生産量の増大が期待される。また、海岸地域から内陸地域までの輸送時間も短縮されることから、これまで以上に海産物の流通が増大することが期待できる。こうしたことから国の重要な政策の一つとなっている農業・漁業などの第1次産業の振興に重要な役割を果たす。

### 生活水準の向上：

本プロジェクトの実施により、旅客の輸送時間が短縮されるため、間接的に多くの人々は病院、学校、行政機関などの公共サービス施設へのアクセスが改善され、これらの施設の活用が容易になることが期待される。このことは地域住民の生活水準を向上させ、前節で述べた雇用機会の増大および所得の増加と同様に地域住民の生活安定に大きな役割を果たす。



## 第 13 章 DFCCIL に求められる経営計画

---

## 第13章 DFCCIL に求められる経営計画

### 13.1 健全経営のための方策

#### 13.1.1 経営計画の課題

DFC 事業はインド政府インフラ委員会の検討の結果、形の上では地上設備は地上設備整備会社 (DFCCIL) が担当し、運営は鉄道省が担当する、所謂上下分離方式を採用した。しかし、DFCCIL の 51%以上(現在は 100%)の株式を鉄道省が保有し、DFCCIL の Corporate Governance を鉄道省が握っているため、実際上は鉄道省による上下一体経営がなされると考えるべきである。

インド政府インフラ委員会の「DFC 特別委員会」は DFCCIL による上下一体運営を提案していた。世銀、ADB の指摘と協働と、Indian Railways(IR)の自己努力の結果、2001 年以来、漸く経営の効率化が実を結び、生産性が向上し、収益力の増大が著しく、Net Income(純利益)は 2006-07 年度には 2001-02 年度の 6.3 倍で約 4,500 億円 (1,492 億ルピー) を記録している。MOR はこれに自信を得て、本来 DFC の建設と保守のみに限定しようとした DFC プロジェクトの国営企業 (PSU) である DFCCIL に大幅な権限を委譲し、「DFC 特別委員会」の提案に近い DFCCIL に依る上下運営を指向すべく、DFCCIL の経営、組織を作り始めている。

更に、15 社の「コンテナ・バルク貨車、及び ICD のオペレーター」に DFC 施設の無差別利用権を与えれば、DFC 路線上で自由競争が進むことも期待できる。

然し、顧客からの収入は IR に入り、DFCCIL は Track Access Charge (TAC) を主たる収入源とするスキームは変わらない。(MOR はこれまでの 30 年の Zonal Railway 間の会計分離の実績に基づき、DFC 収入の Zonal Railway 会計からの分離に自信を示している。)

いずれにしても、先ず当該 DFC 事業の初期投資の健全回収を目標とし、更に DFCCIL の継続的健全投資を可能にする TAC の確保が課題である。

その為には DFC 事業及び DFCCIL の Cash Flow 分析を実施し、内在するリスクを明確にし、そのヘッジ手段を検討することが必要になる。

主たる検討課題は次の通りである。

- 1) DFCCIL の建設工事を如何に予定通りに終了するか
- 2) DFC 事業の収入を如何にして増やすか
- 3) DFCCIL(地上設備投資主体)の収入をいかに確保するか

### 13.1.2 プロジェクト・フィージビリティ向上施策の検討

#### (1) 経済成長による貨物輸送トンキロの増加と鉄道分担率の回復

##### 1) 経済成長による貨物輸送トンキロの増加

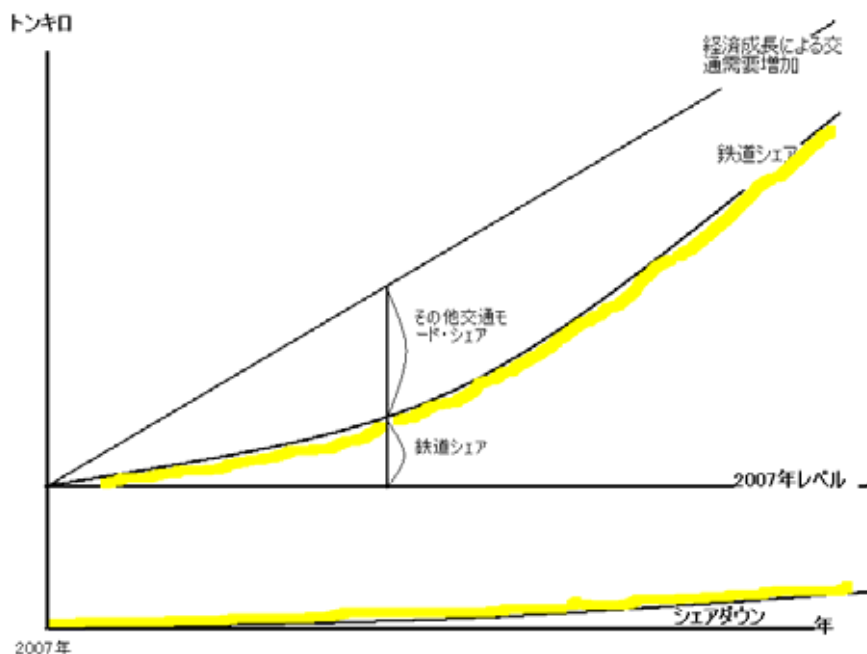
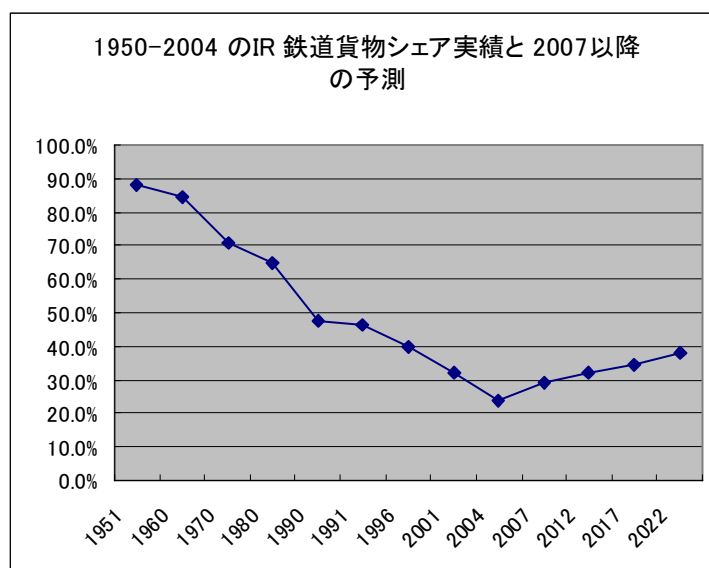


図 13-1 経済成長と鉄道シェア

上図は経済成長による交通需要増加と鉄道シェアが漸増する前提の鉄道シェアの関係を示したものである。2007年を基点としているが、2007年レベル線より上は、増加部分である。2007年の鉄道輸送量から剥げ落ちる部分もあり、シェアダウンとして表示した。

経済成長に伴う交通需要増加の自然増に満足するのではなく、通減を続けている鉄道シェアを回復する事にDFCは戦略目標を置く必要がある。

2) 鉄道分担率(シェア)の回復



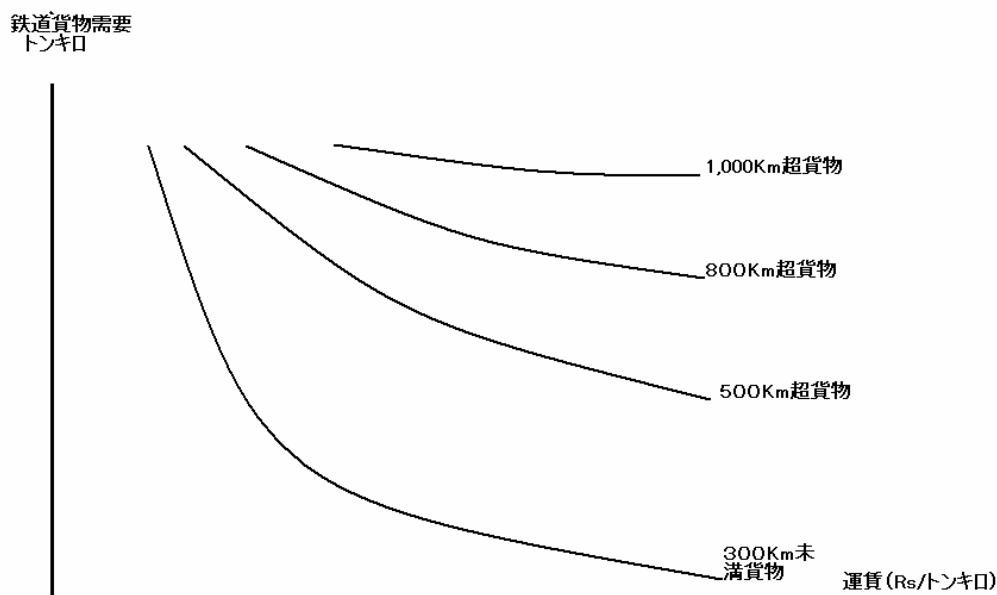
Source: Ministry of Railways, Planning Commission, RITES PETS-II final report  
1951年から2001年までは Ministry of Railway, Planning Commission の IR 全体のマーケット・シェア実績;  
2001年以降は RITES 調査の DFC 予測値

図 13-2 鉄道シェアの推移と予測

1951年には88% (440億トン・キロ) あった鉄道貨物輸送シェアは総貨物輸送量が拡大するに応じて逡減を続け、2001年には32% (3,120億トン・キロ) となった。RITES調査では鉄道シェアは2004年に23.7%で底を打ち、漸増を続け、2022年には37.7%まで14%回復する予測をしている。

然しこの回復は鉄道側の経営努力なくしては達成できない。特にシェアを落としてきている短中距離帯で道路交通からのシェア回復は高速道路の整備及びモータリゼーションの進展の流れに逆らう予測であり、実現するためにはIRの特段の経営戦略と営業努力が必要である。

## (2) 距離帯別の鉄道分担率(シェア)向上



Source: 調査団作成

図 13-3 距離帯別鉄道貨物需要関数

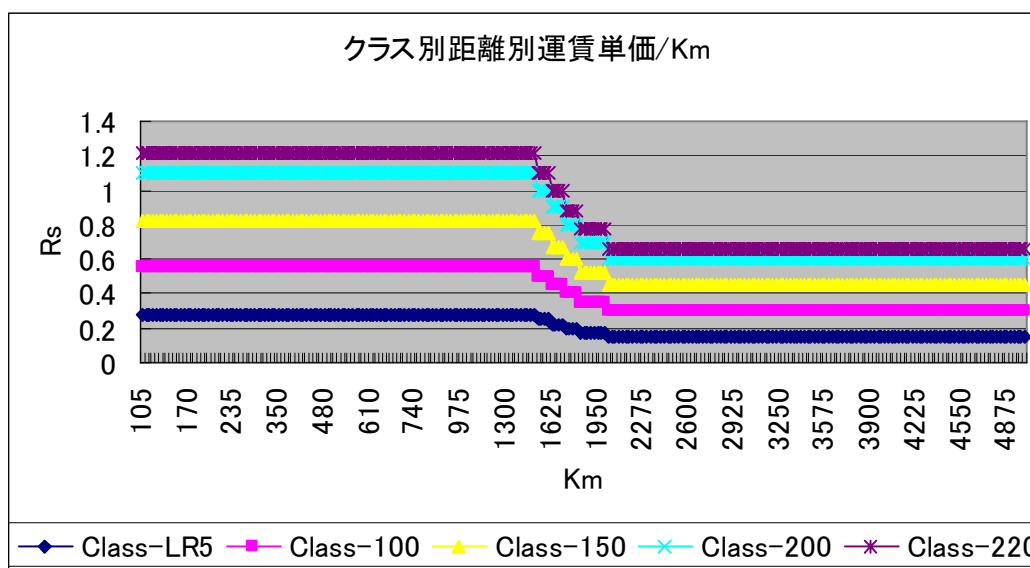
上図に見るように、鉄道貨物需要関数は運搬貨物の距離帯及び貨物種類によって変化すると考えられる。即ち代替交通機関の有無、及び運賃以外のサービス形態、例えば貨物到着日の正確性とか或は貨物 Pick-up サービス頻度とかが顧客のより高い選好順位である場合等である。

従って貨物鉄道シェアを向上させるためには、運賃センシティブでない距離帯では顧客の選好指標に合わせた戦略を考える必要がある。

## (3) 需要予測の特徴(図 13-12 東西各回廊の需要構造参照)

- 1) Commodity ごとに見れば、東回廊は営業開始時も 2031 年も殆どが石炭であり、西回廊はコンテナ輸送が Majority である。
- 2) 距離帯別に見れば、東回廊の石炭輸送は 700-1,000Km、300-700Km 帯は 2 倍以上に伸び、1,000-1,500Km、300Km 以下帯がほぼ 0 から 50 億 tkm、20 億 tkm に夫々著しく増加している。西回廊のコンテナ輸送の伸びは著しく、2013 年に殆ど無かった 1,000-1,500Km 帯、300-700Km 帯は殆ど 0 から 700 億 tkm、200 億 tkm に夫々増加し、700-1,000Km 帯はほぼ 2 倍に伸び、200 億 tkm レベルになる。
- 3) 両回廊とも単品輸送で、偏った事業構造である。

(4) 距離帯別最適運賃決定



Source: Ministry of Railways  
 COMMODITY.....CLASS: SALT, FERTILIZERS.....100、 FOOD GRAINS.....110、 COAL, CEMENT、  
 ORES.....140、 LPG...180、 POL.....220

図 13-4 クラス別距離別運賃単価

然しながら、鉄道シェア向上の手段として、運賃が最大の武器であることは間違いなく、その為に現在 IR が採っている上図に見られるような 1,500Km までの同一貨物同一運賃率政策を需要創生型運賃率に変更する必要がある。(同一組織体内で別立ての運賃表を採用するためには DFC の運営組織を独立させることも必要となる。)

図 13-3 の距離帯別需要関数を前提とすれば、競合交通機関の存在する中短距離は、運賃センシティブな距離帯であるので、競争交通機関と積換え時間コスト、安全性コスト、輸送頻度コストを加味した実効運賃を合わせていくことが必要となる。

トラック運賃は調査団調査に依れば 1.46Rs /ton-km であり、距離帯別、方向別にはわかっていない。Dr. Nallin Shinghal によれば、競合輸送需要を決定する要素は運賃以外に積換え時間、安全性、輸送頻度がある。この全部を価値計算して顧客は交通モードを決定する。鉄道の運賃表とトラック運賃を比較するといかなる距離帯、いかなる貨物と比較しても、上記のトラック運賃は高額である。それでもなおかつトラック輸送が使われる背景には上記の運賃外要素 (特に積換え時間及び頻度) でトラック輸送が鉄道輸送を凌駕しているからであろう。

見方を変えれば、運賃外要素でトラック輸送に対抗できれば、或は運賃外要素が顧客の選好対象外である距離帯では、鉄道輸送は運賃面の優位さを保持可能であるといえる。

或は 300-700Km の運賃外要素が重要な距離帯では、次図のように運賃で圧倒的優位を作り出すことで、鉄道への回帰を促すことも戦略的に考えるべきである。この割引運賃を前提としたリスク分析は 13.2.1 財務分析のリスク分析(7)でキャッシュフロー分析される。

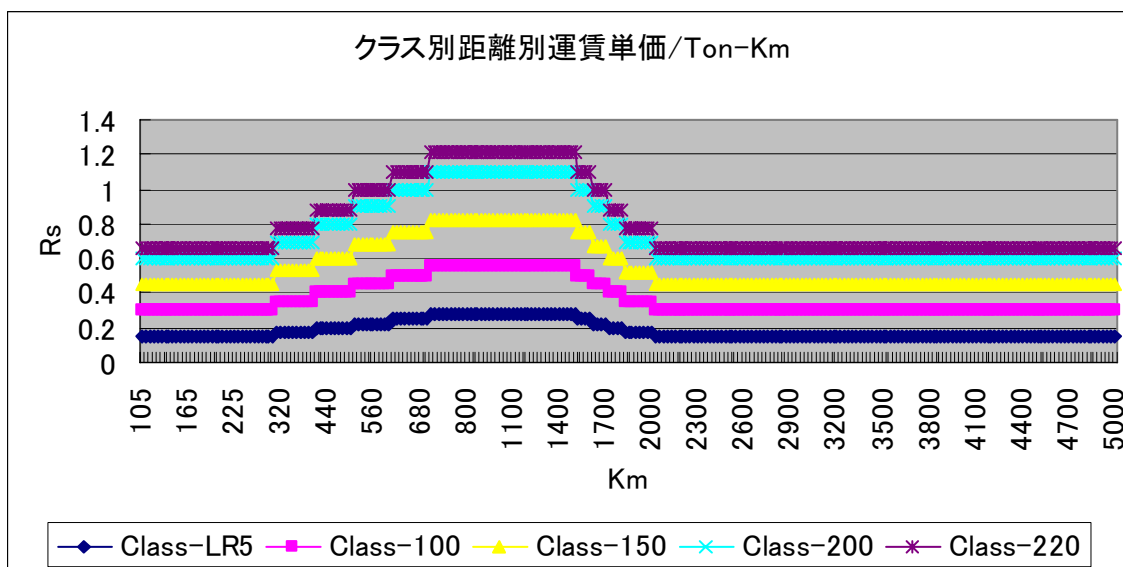
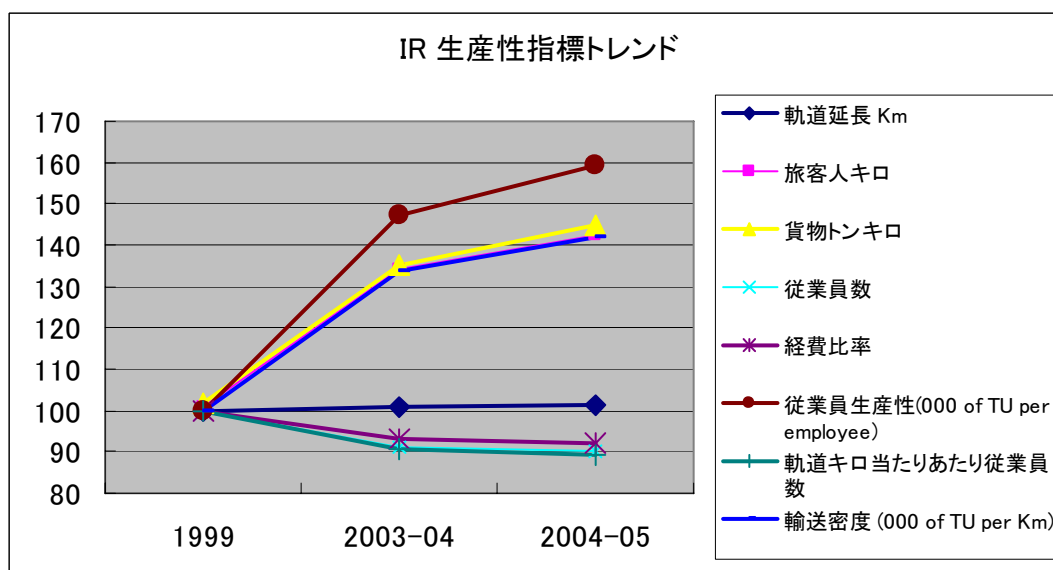


図 13-5 IR 700Km 以下の距離帯の運賃提案

(5) 鉄道生産性の向上及び DFC 経費基準の作成

この数年、IR は TU (Transport Units (tkm+pkm)) を 40% 増加させ、従業員を 10% 削減し、Operating Ratio を 99% から 84% (2005-06)迄改善し、線路生産性 (TU/Km) を 50% 向上させ、従業員の生産性を向上させ、Wagon 生産性も上昇させた。



Source: Ministry of Railways, World Bank

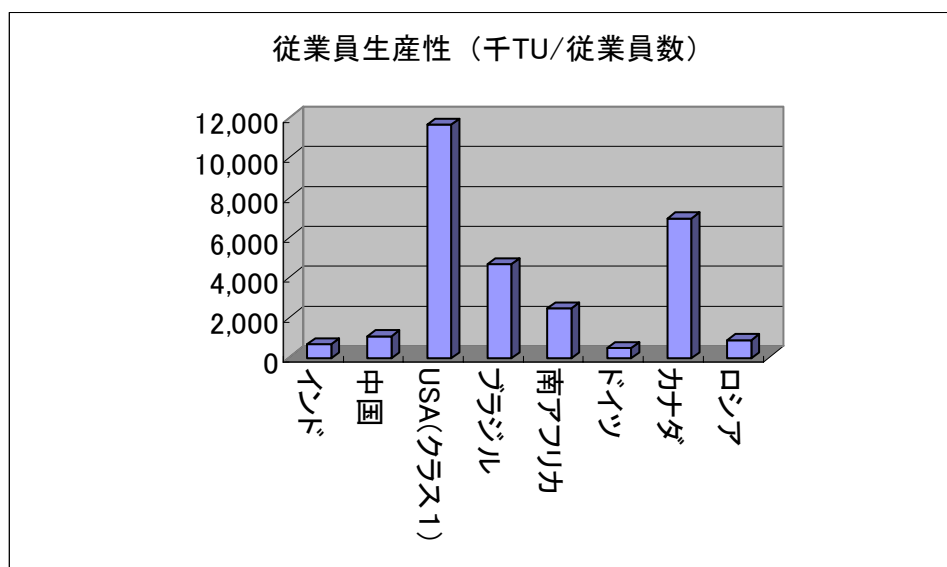
図 13-6 IR 生産指標トレンド

然し、現在の IR 従業員の生産性は世界標準にはるかに及ばず、DFC の従業員標準を作り、従業員の削減を続けなければならない。これまで旅客列車の合間を縫って走っていたために伸ばせなかった tkm を最新設備の貨物専用鉄道で伸ばすことが期待できる事は、DFC の、従業員の生産性 (tkm/従業員数) の改善に資するだろう。

実際、DFC は貨物専用線であり旅客に必要な人員も設備も不要であること、且つ最新の地上設備/機関車・貨車が導入され、従業員数も設備に合わせた効率化が要求されるので従

業員生産性も USA,カナダを目標とすべきである。Cash Flow Projection の節の表 13.5 の経費前提はこれらに、KRCL の実績を加味した目標となっており、図 13.12 の需要予測から導かれる tkm と合わせてシミュレーションした結果は図 13.23 に見られるように、2013 年ではカナダレベル、2031 年には USA レベルの従業員生産性が達成されることを予測している。

この生産性が実現した暁には、先ず IR の並行する路線から始まって、徐々に IR のその他の路線に DFC 生産性標準が波及していくことが期待される。



Source: World Bank Railway data, IR Year Book (1998-99) and Transnet Annual Report 1999

図 13-7 従業員生産性

#### (6) 検討すべき戦術

- 1) 距離帯別・貨物別運賃によるマーケット・シェア・アップ
- 2) 長距離帯輸送の「到着日保証制度」の導入により、長距離貨物顧客の確保
- 3) 短中距離帯シェア回復の為のトラック輸送との連携による Pick-up/Delivery Service の開発
- 4) Door to Door Service 実現のための Rail-side Warehouse & Logistic park の開発
- 5) 既存顧客/新規顧客別の優遇戦術

#### 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

IR の収入・運営経費の概念図は次のようになる。

DFC の収入・経費も分離経理を実施しないと、IR の全体経理の中に埋没してしまう。

従って、先ず DFC 会計を IR 全体経理から分離経理することが必要である。そうすることによって初めて、IR の基準経費率よりもはるかに効率的な DFC 基準経費率が適用可能となる。DFC 会計で適用される経費率は IR 基準経費率（XX で表示）でもなければ、DFC 経費率と IR 基準経費率の平均経費率（X で表示）でもなく、DFC 経費率である。IR の最



近の Operating Ratio は凡そ 80%であるが、13.2.1 のシミュレーションの結果は最高でも DFC の Operating Ratio は全線で 31%を、又西回廊では 30%を超えない予測となっている。

次に、DFC 収入の DFCCIL と IR への分配を決めるトラックアクセス・フィーの決定により DFCCIL の収入が決定される。



図 13-8 経理分離概念図

### (1) DFC 収入の確定

顧客の利便性を高めることが DFC 収入を確保するために必要である。そのためにも、フィーダー線も含めて統合貨率を設定することが重要である。然し、フィーダー線から始まる顧客貨物輸送の場合は、全収入は先ず IR の顧客担当の Zonal Railway に入る。先ず運賃収入が Zonal Railway に埋没しないために、DFC 収入を分離会計することが必要になる。このために、IR 内では運賃収入をトン・キロ等で DFC とそれ以外に按分配付する仕組みが必要である。又共通経費の賦課の仕組みも必要になる。

更に DFC の経営を戦略的に行うためには全ての営業、運転、会計情報を統一して管理する情報システムの構築が不可欠である。顧客別に又営業区間別にデータ分析をすることで、顧客別、路線別の戦略構築が可能になり、そのことがマーケット・シェア回復の有力な武器となる。

現在、財務会計としての Zonal Railway 間の収入分配経理は以下の簡単なモデルを例示されるように数十年実施されてきている。DFC Railway を Zonal Railway の一つとして、IR の収入分配経理システムにインストールすることで、DFC Railway の収入分離は可能になると思われる。

1) 各鉄道会社とその顧客関係

Customer	A	A	B
Branch	a	b	-
IR (Zonal Railways)	X	Z	DFC

2) 輸送収入は始めにどこに入るか

	Aa	Ab	B
X railway	130		
<b>DFC Railway</b>			40
Z railway		70	
IR total	130	70	40

3) 輸送実績記録

	50Km	20Km	30Km
	X railway	<b>DFC Railway</b>	Z railway
輸送-1	50Km	20Km	30Km
輸送-2		20Km	30Km
輸送-3		20Km	10Km

4) 輸送実績に基づく収入の配分

	X	DFC	Z
Original receipt from customer	130	40	70
Terminal & transhipment charges	(30)	(10)	(20)
X railway	▲ 50	△ 20	△ 30
<b>DFC Railway</b>		▲ 10	△ 10
Z railway		△ 20	▲ 20
OFFSET result	▲ 50	△ 30	△ 20
After OFFSET	△ 80	△ 70	△ 90

5) DFC の収入の半分以上は顧客 A (IR の X Railway の顧客) からのもの。DFCCIL は顧客 A の本店、支店 b に対して IR と共に営業をする価値がある。

	B	Aa	Ab	A total
X railway		△ 80		80
<b>DFC Railway</b>	△ 30	△ 20	△ 20	40
Z railway	△ 10	△ 30	△ 50	80
IR total	40	130	70	200

(2) DFCCIL 収入の確定

この様にして、DFC 経理がその他の IR 経理から分離把握されて、DFC の正確な経営情報

が作成可能となる。さて、次なる課題は地上設備に多額の投資をし、保守の責任も負った DFCCIL の収入の確定である。

トラックアクセス・チャージ(TAC)が DFCCIL 収入の主たる収入である。この決定に当たって、考慮すべき重要な点は次の 2 つである。

- TAC は DFC の収入連動とする。これは将来の需要増に迅速に対応できる追加投資余力を持たせる上で重要である。
- TAC は少なくとも、DFCCIL の設備維持費、保守人件費、減価償却費、借入金返済、金利支払、IR への配当金、将来の需要増に迅速に対応できる追加投資余力をカバーする。

#### 13.1.4 事業組織の IR からの独立

本プロジェクトはこれまでの暫定計画では、建設、維持を DFCCIL が担当し、営業、運転、経理を IR が担当するという組織的複雑性を抱えていた。

鉄道省は DFCCIL に **Train Driver (列車の保有)** を除いて、全てを担わせるように最近、方針変更した。役員ポストに **Project Planning** と **Operations & Business Development** を新設したのはその表れであり、GM レベルの Staff も GM (operation)及び GM (**Business development**) を加え、企画・営業・運営を実施できる体制となっている。

しかしながら、DFC は全国に展開する IR の Network の一部であり、更に西回廊は DFC 開通後も南回廊は残っており、IR は DFC と南回廊を選択できる立場にある。DFCCIL が企画、業務開発、営業部隊を持って、先進的な顧客管理システムを使って営業の実を挙げるためには、IR の Network とその顧客との協働が不可避である。その為には上述した IR サイドでの DFC 業務の司令塔はそれでも必要で、運転、及び機関車、貨車の運営・保守を含めた統一された、DFC Railway という 1 つの組織が担当することが大切である。

また、上述のフィーダー線を含めた統合ロジスティック管理や前述の距離帯別戦略運賃を決定する権限についても、一元化された、IR の DFC Railway が対応することが求められる。

現在考えられている IR の役割、DFCCIL の役割から、DFC 運営の関係図を纏めれば次のようになるのが素直である。

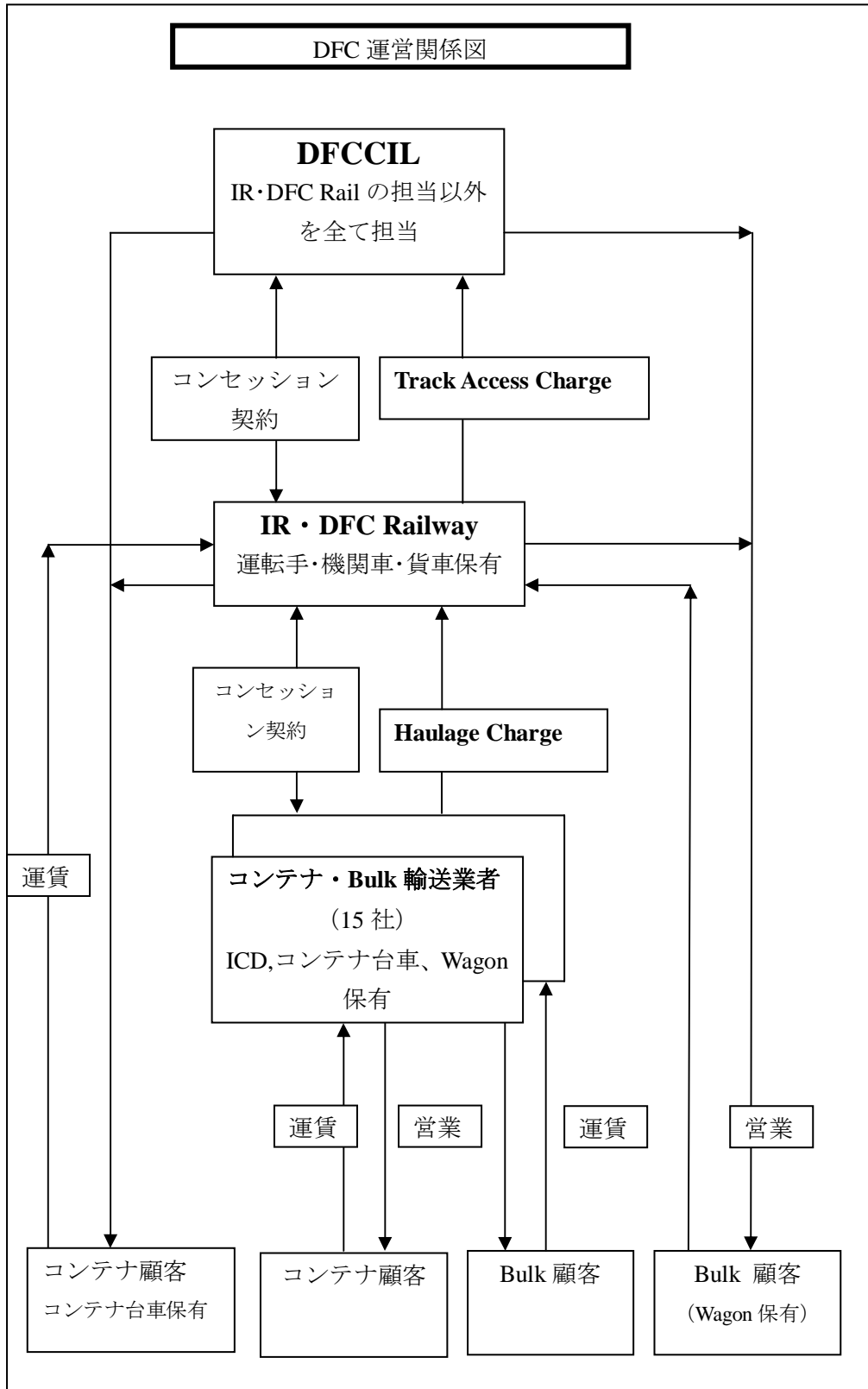


図 13-9 DFC 運営関係図

### 13.1.5 線路使用料（TAC）の定式化

#### (1) TAC 定式化の為の類型化

下記の表に纏めたように、世界（欧州、北米、日本）の線路使用料の実態を見てみると、上下分離の態様に応じて設定されている。従って、その考え方と実際が、国、事例毎に異なり、千差万別、多種多様であり、理論的にも、実務的にもベストな方法があるわけではない。

然しそれらを、DFC の TAC フォーミュラ検討のために、敢えて実務的に分類すると、次のように理解することが出来る。

##### 1) 経常経費のみの負担か或は資本コストも負担するか

輸送主体の新規参入を促す等の理由で、或はインフラ整備にかかる過重な資本費負担や建設リスクから開放ないし軽減する目的で、輸送主体には通路主体の経常経費のみ(或はその一部)を TAC として負担させる業態が存在する。一方、イギリスのように線路主体の経常費を賄うのみでなく、資本報酬を得るような水準に線路使用料を設定する、所謂、総括原価方式もある。

表 13-1 世界各国の線路使用料

国	原価概念	構成
スウェーデン	社会的限界費用(大気汚染費用、交通事故費用、線路磨耗・損傷費用)に依拠	料金収入と線路設備の整備財源との関係は無い
ドイツ	線路主体(DB-Netz)の減価償却費を回収する水準	線路種別(高速鉄道か在来線か)、列車(旅客か貨物か)に依る
イギリス	線路主体の経常費を賄い、資本報酬を得る水準（総括原価方式）	旅客輸送と貨物輸送で料金体系、料金水準が異なる
フランス	原価計算に市場特性、線路の利用形態、交通機関の競争条件を加味した水準	基本料金、ダイヤ編成、走行料金からなる
USA	貨物鉄道会社の短期回避可能費用(経費補償支払) + 路線改良投資費用の受益者分 + 定時運行奨励金	
カナダ	経費補償支払概念 + 建設利息や減価償却費を含む長期変動費 + 定時運行奨励金の水準	
日本(JR)	回避可能費用ルール(変動費) + 固定費の走行量比例支払	軌道使用料、電気関係施設使用料
日本(成田空港高速鉄道)	線路主体(JR 東日本及び京成電鉄)の総括原価方式	

出典:「鉄道の上下分離と線路使用料」堀雅通

#### (2) 定式化のキー項目は何か

上記の類型に応じて、DFC TAC Formula を定式化するに際して、キーとなるべき項目は次の3つである。

##### 1) プロジェクトのコスト負担能力

収益性に乏しいプロジェクトではそもそも、経常コストを負担するのが精一杯で、調達資金を償還する能力が殆ど無い。もっと営業収支の厳しいプロジェクトでは経常コストさえも充分負担する能力が無い場合もある。

2) 料金収入と線路施設の整備財源との間の関係

例えば、イギリスの線路使用料はスウェーデンのそれより数倍高い。これはイギリスが私企業として線路費用の全額を負担しなければならないのに対して、スウェーデンは鉄道整備が国の事業として営まれ、線路使用料とは直接的な関係に無いからである。

3) オープン・アクセスの度合い

線路使用料の料金水準とオープンアクセス政策における新規参入の多寡とはトレードオフの関係にある。料金水準が高ければ参入してくる事業者は少なくなり、一方、料金を低くすれば、線路主体の維持・管理費は賄えないというジレンマを抱えている。

**(3) DFCCIL への TAC の定式試案**

DFC の上下分離は施設の建設と運営を PSU に任せ、IR(MOR)では出来ない建設投資と運営コストの低減化（効率化）を実現するところにある。それは決して、日本の公設民営の様にプロジェクトが低収益であるために、地上設備投資負担を公的負担に頼る訳でも、又スウェーデンの様に、鉄道整備が国の事業として営まれ、線路使用料とは直接関係が無い訳でもない。

又 13.1.4 で述べたように、コンテナ・バルク輸送業者は 15 社が認可され、競争が促されるが、DFCCIL に TAC を支払うのは IR だけであり、TAC の多寡が競争を直接左右する訳でもない。

更に、CFP の結果を見ても、DFC プロジェクトは高運賃と 30% 台の低オペレーティング・レイショに支えられて、充分経常経費のみならず、資本コストをも充分満たすばかりか、将来の投資資金をも賄うことが出来る。従って、DFC の TAC の定式化は：

イギリスの貨物輸送の TAC の定式化、「線路使用料は線路主体の経常費を賄い、資本報酬を得るような水準に設定される。」を採用すべきである、即ち総括原価方式を採用するのが妥当である。

尚、TAC を制度化するには次の条件を付加すべきである。

- 1) Operating Ratio の目標達成度を TAC 計算式に組み入れる。
- 2) プライス・エスカレーション・キャップを設ける。
- 3) 線路使用料の改定は年 1 回行う。
- 4) 鉄道規制官（Rail Regulator）が認可する制度を設立する

**(4) TAC 適正水準の Simulation**

TRC の決定に当たっての重要事項は次の 2 つである。

- 1) TAC は少なくとも、DFCCIL の設備維持費、保守人件費、減価償却費、金利支払、財務省への配当金をカバーする。然し Operating Ratio は高い目標に設定される必要がある。

- 2) 更に、TAC は DFC の収入連動とする。これは将来の需要増に迅速に対応できる追加投資余力を持たせる上で重要である。

具体的に、経常経費を支払った後の税引後利益を資本コスト（借入金の返済）と将来投資のために、どれだけ TAC の一部として支払うことが出来るかは、13.2.2 で分析する。

### 13.1.6 DFCCIL の収入・支出の健全性

次図は DFCCIL の建設期間中、営業期間のコスト構造をデフォルメされているが、概観したものである。

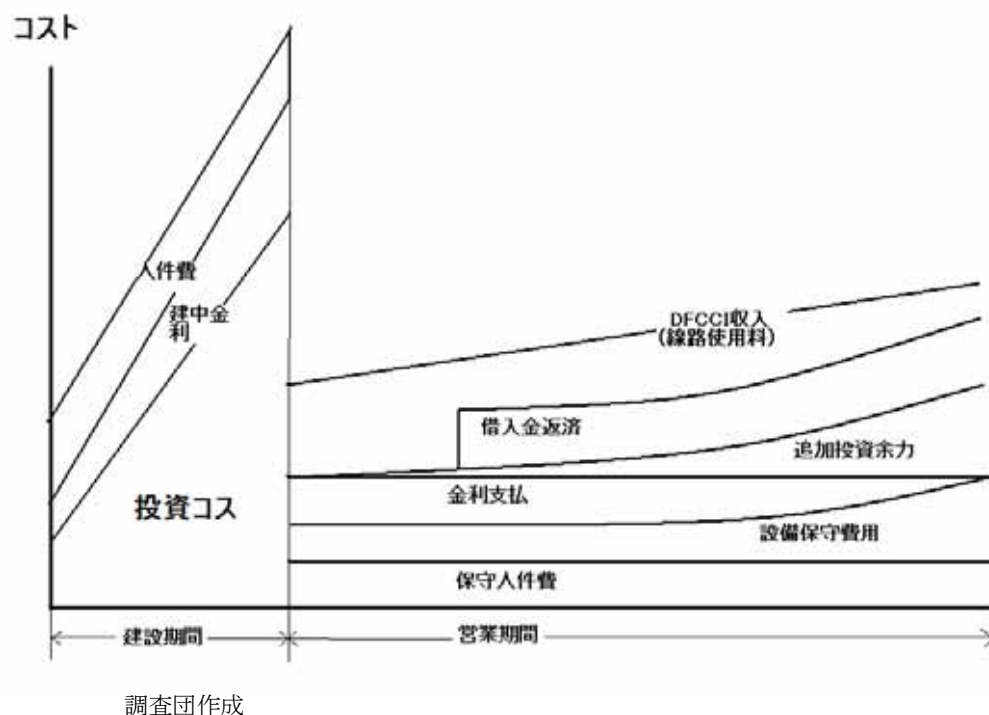


図 13-10 DFCCIL のコスト構造

Cash Flow 分析、リスク分析、ヘッジ手段検討はこれからの課題であるが、重要な戦術は次のものを含むものとなる。これらの戦術を如何具体化したらよいかは 13.2.1 の財務分析で述べられる。

- 1) 安全性、品質維持を確保した上での投資コストの削減及び段階化
- 2) 鉄道省の投資比率の決定（配当率(7.0%)と金利レベルのバランス)
- 3) ソフトローン特に円借比率の極大化（円借金利:0.4%/市中金利：12%以上)
- 4) 保守人件費の新基準の作成（アウトソーシングの検討を含む)
- 5) TAC の DFC 収入連動による需要拡大に対する柔軟且つ的確な追加投資の創出

### 13.1.7 DFCCIL の建設工期に関するリスク

Volume 2 タスク 0&1 12.5.3-(1)項で述べたように、完工遅延リスク、工事費超過リスクの引き金となるリスクは数多くある。本プロジェクトは路線長の長さ(全長 2,800Km)、使用

技術の新しさ、関係地方の多さ、工事関係者の多さ、調達資器材の多さ、労働者の多さ、影響を被る地域住民の多さ、工事費の巨大さ（1兆5,000億円）と資金調達の難しさ、何れをとってもこれまでインドで未経験の大事業・大工事である。しかもそれを、2年（40%、当初予定5年）の完工遅延と3倍の工事費超過を引き起こした Konkan Railway（全長741Km、工事費950億円）よりも短い工期で実施するという Challenging な計画である。

上記の諸リスクを詳細に分析し、環境問題や住民の土地買収に絡む反対等を加味した実現可能な段階開発や Construction Management（建設マネジメント）の採用等の対策を真剣に講じていかないと、管理不可能な完工遅延リスク、工事費超過リスクを負うことになる。

先ず、DFCCIL が建設マネジメント専門部隊を組成することが早急の課題である。

### 13.1.8 DFC の経営戦略上の諸提言の纏めとその目標値

これまで展開してきた諸戦略を一覧表にし、更に Action Plan を具体策として追加し、戦術が達成しているかどうかをモニター可能な、具体的数値目標を設定すると表 13-2 の一覧表になる。

IR はここ数年貨物輸送量の大幅な伸びと従業員の計画的削減によって、生産性を著しく向上させ、世界でも稀な高収益国営鉄道となっている。然し、これから期待されている高度成長と産業育成を達成するためには基幹コリドーでの鉄道の復権が不可欠であり、その意味で DFC に寄せられる期待は大きい。その為には DFC は次の2点で新たな変革を経験しなければならない。その成果をモニターするためには、最低次の2つの数値目標が必要となろう。

#### (1) 西回廊でのコンテナ輸送の鉄道マーケットシェア:35%

顧客指向の Business Development を DFC で開発、定着させ、IR 全体に普及させることが出来るか如何かを見る指標である。

#### (2) DFC の Operating Ratio: DFC 全体(35%)、西回廊(30%)

高い鉄道生産性を誇る、カナダ、USA を目指して、更なる生産性の向上を計画通りに実現できたかどうかの見る指標である。



表 13-2 諸提言、Action Plan、数値目標

	戦略	戦術	提言	Action Plan	数値目標
1	輸送戦略	シェア回復	無策でシェア回復は困難	MOR,DFCCIL共に合意した	コンテナ鉄道マーケットシェア : 35%
			マーケティング・セールス担当部署をDFCCILに立ち上げる提案	Director, Operation & Business development (Mr. Shkura),GM, Business development (Neeraj Kumar)着任	
			現在の主要顧客別貨物別OD別輸送実績データを整備する	顧客Data Base開発プロジェクトを立ち上げる	
			顧客からの貨物別OD別輸送予測を聞き取りDB化する		
顧客の交通モード別輸送計画を聴取する					
		実績/予測/顧客計画データをDB化し、輸送戦略を練る			
2	運賃戦略	距離帯別運賃	距離帯別競合交通モード分析(モード別距離帯別輸送実績の整理)	DMICの交通マスタープラン調査プロジェクトを立ち上げる	300-700Km距離帯目標運賃 : 図13.5
			実効運賃分析(Truck Dataの整理)		
3	非運賃戦略	積替え時間・安全性対策	Door to door service	Multi-User/Multi-CommodityのLogistic Park	主要区間目標到着日数 : FS編8. 3表8-11鉄道輸送の所要時間
			到着日保証制度	制度設計	
			輸送頻度対策	Pick-up & Delivery service	
4	鉄道生産性向上	動力費	電化の促進	Western Corridorの電気機関車化	
		人件費	従業員数のDFC標準の設定	DFCCILの総人員規制	開業時人員(8,700人)、開業20年後人員(14,600人)
		Operating Ratio	DFC 標準の設定		目標Operating Ratio : DFC全体(35%)、西回廊(30%)
5	組織戦略	MORとDFCCILの役割分担と協働	MORサイドでのDFC管理組織の一本化(顧客窓口の一本化)。企画・営業・財務・経理のDFC Railway(IR)とDFCCILの協働	DFC Railwayの立ち上げ	
			企画・営業・財務・経理(営業情報、顧客計画情報)の整備	MIS(営業情報、経理情報、運営情報、計画情報の統合管理システム)の構築	
			DFC Railway: 運転(ワンマン運転)+車両保守	ワンマン運転体制確立	開業時人員(2,400人)、開業20年後人員(9,000人)
			建設(No Completion Delay, No Cost Overrun)	プロジェクトの段階化とPrice Escalationの十分な計画化	
		MORとDFCCILの収益配分	TAC(Track Access Charge)の定式化	英国式総括原価方式を採用する	目標税引後利益のSplit Rate : MOR(70%) : DFCCIL(30%)
6	Total Logistic Management	顧客OD需要のSolution Business	MORグループのどこが担当するのか	MORの担当部署を設定	

## 13.2 DFC/DFCCIL の Cash Flow Projection 及び DFCCIL への TAC 水準の試行

### 13.2.1 DFC の財務計画

開発の 3 段階化、Financing 条件のシミュレーション、距離帯別運賃のシミュレーション、マーケットシェアの回復のシミュレーションができる Cash Flow Projection Model を開発し、次のシミュレーションを実施した。

#### (1) Base Case

##### 1) 前提条件 1 : Capital Expenditure

表 13-3 段階別資本支出

Project Start Year	2008	2008	2010	2008
Construction Completion Year	2013	2015	2015	2015
Stage	Phase I -a	Phase I -b	Phase II	Total
Route Km	1,628 Km	905 Km	244 Km	2,777 Km
Civil & Track work Cost	114,066	66,455	25,991	206,512
Electrical Engineering Cost	19,063	8,538	2,866	30,467
Mechanical Engineering Cost	287	135	45	467
Signal & Telecom Engineering Cost	21,405	13,223	3,121	37,749
<b>Sub Total-1 (Construction works):</b>	<b>154,821</b>	<b>88,351</b>	<b>32,023</b>	<b>275,195</b>
Electric Locomotives	75,551	0	0	75,551
<b>Sub Total-A (Construction costs):</b>	<b>230,372</b>	<b>88,351</b>	<b>32,023</b>	<b>350,746</b>
Engineering Service Cost	4,769	3,473	609	8,851
Price Escalation	11,683	4,176	1,577	17,436
Contingency	21,835	7,805	2,947	32,587
<b>Sub Total-B:</b>	<b>38,287</b>	<b>15,454</b>	<b>5,133</b>	<b>58,874</b>
Land acquisition & compensation Cost	31,482	12,830	7,822	52,134
General Administration Cost	10,829	5,407	1,596	17,832
Taxes for Foreign Consultant	1,872	1,348	340	3,560
Accrued Interest during construction	10,820	4,268	1,623	16,711
<b>Sub Total-C:</b>	<b>55,003</b>	<b>23,853</b>	<b>11,381</b>	<b>90,237</b>
<b>Grand Total:</b>	<b>323,662</b>	<b>127,658</b>	<b>48,537</b>	<b>499,857</b>

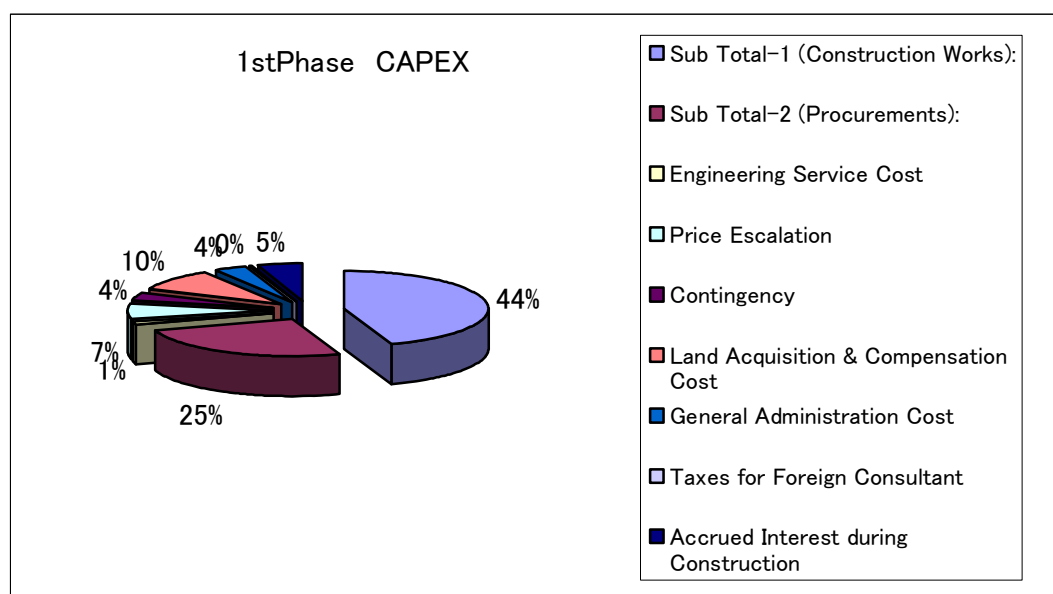


図 13-11 1<sup>st</sup> Phase 工事費の内訳

2) 前提条件 2 : 需要 (Unit: million ton-Km)

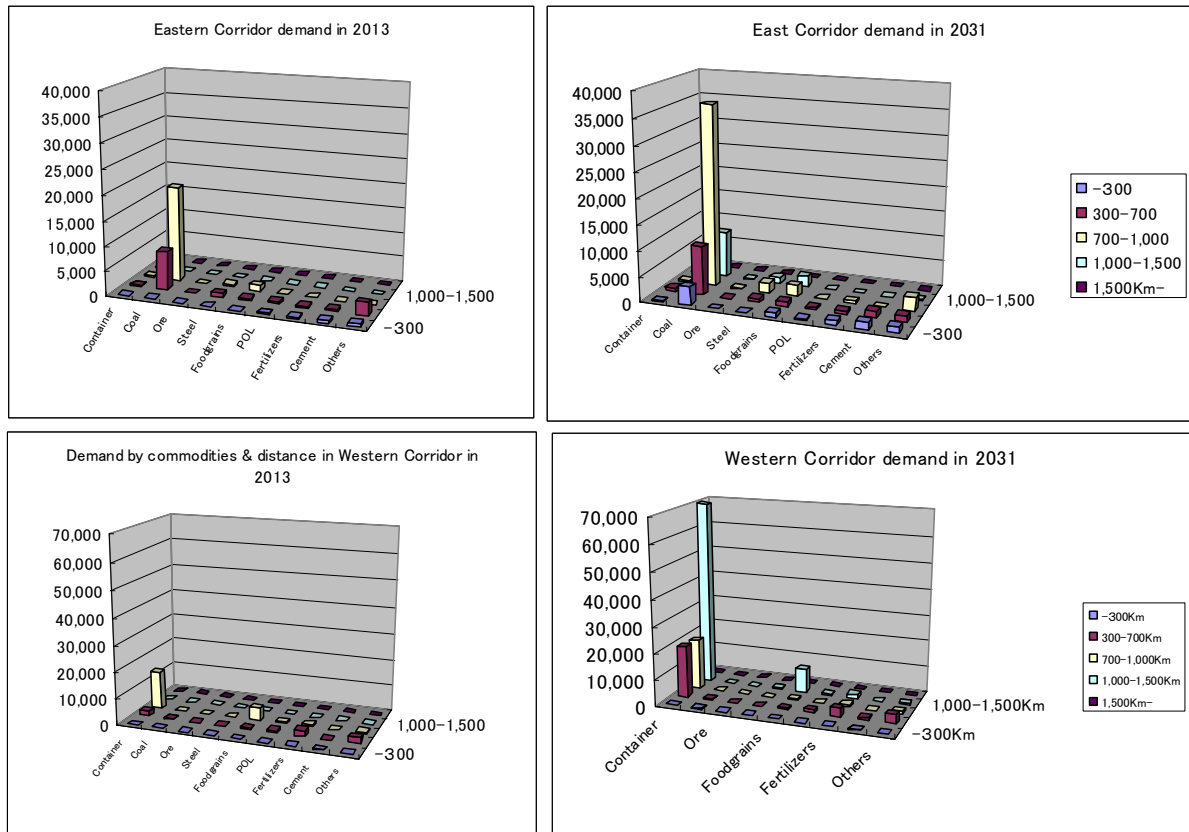


図 13-12 東西各回廊の需要構造 (2013 年、2031 年)

3) 前提条件 3 : 輸送料金

表 13-4 貨物別距離帯別鉄道運賃

Commodities 別運賃

Commodities	Unit	-300Km	300-700Km	700-1,000Km	1,000-1,500Km	1,500Km-
Container	Rs/TEU・Km	10.070	8.264	7.946	7.8	7.478
Coal	Rs/Ton・Km	1.035	0.850	0.817	0.802	0.769
Ore	Rs/Ton・Km	1.035	0.850	0.817	0.802	0.769
Steel	Rs/Ton・Km	1.035	0.850	0.817	0.802	0.769
Foodgrains	Rs/Ton・Km	0.813	0.668	0.642	0.63	0.604
POL	Rs/Ton・Km	1.627	1.335	1.284	1.26	1.208
Fertilizers	Rs/Ton・Km	0.739	0.607	0.583	0.573	0.549
Cement	Rs/Ton・Km	1.035	0.850	0.817	0.802	0.769
Others	Rs/Ton・Km	1.035	0.850	0.817	0.802	0.769
Average	Rs/Ton・Km	1.044	0.857	0.824	0.809	0.776

4) 前提条件 4 : 経費

表 13-5 人件費、物件費算出根拠

	単位あたりの数値		数量	記事
人件費	非現業	0.52	営業キロ	JR の 4 倍で査定(長距離、2 組織を勘案)
	駅(小)	10.5	駅数	駅長、信号、操車各 1、予備 0.5 で査定。
	駅(大)	35.0	駅数	1 シフト 10 人で 3.5 交代
	機関士	0.01	1 日あたりの列車キロ	JR の数値を採用
	施設	2.60	営業キロ	Konkan 鉄道の 2 倍で査定(複線)
	電気	1.70	営業キロ	JR での施設、電気の比率を適用
	車両	0.0098	1 日あたりの列車キロ	JR の数値を採用
	所要人員計			
人件費単価	158,419	総人件費	IR の実績。	
物件費	非現業/ 一般管理費	258,633.6	営業キロ	KRCL の実績を単価とした
	駅	4,644,000	駅数	IR の実績の 80% を単価とした
	運転士	2.1	列車キロ	IR の実績の 80% を単価とした
	動力費(EL)	94.85	列車キロ	IR の実績を単価とした
	施設	11.52	列車キロ	IR の実績の 80% を単価とした
	電気	14.16	列車キロ	IR の実績の 80% を単価とした
	車両	38.32	列車キロ	IR の実績の 80% を単価とした

5) 前提条件 5 : 列車運転及び駅数

表 13-6 営業 Km、列車 Km, 駅数

年		2013	2018	2023	2028	2031
営業km	東回廊	697	697	1190	1190	1190
	西回廊	928	1487	1487	1487	1487
列車キロ(百万)	東回廊	19.184	24.057	40.741	42.790	43.852
	西回廊	25.248	61.132	85.245	108.404	122.796
小駅数	東回廊	14	14	52	52	52
	西回廊	22	32	32	32	32
大駅数	東回廊	8	8	14	14	14
	西回廊	6	12	12	12	12

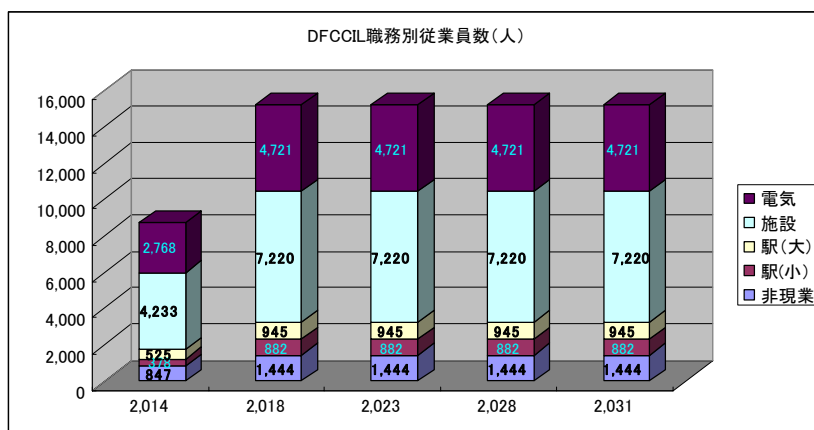


図 13-13 DFCCIL 職務別従業員数

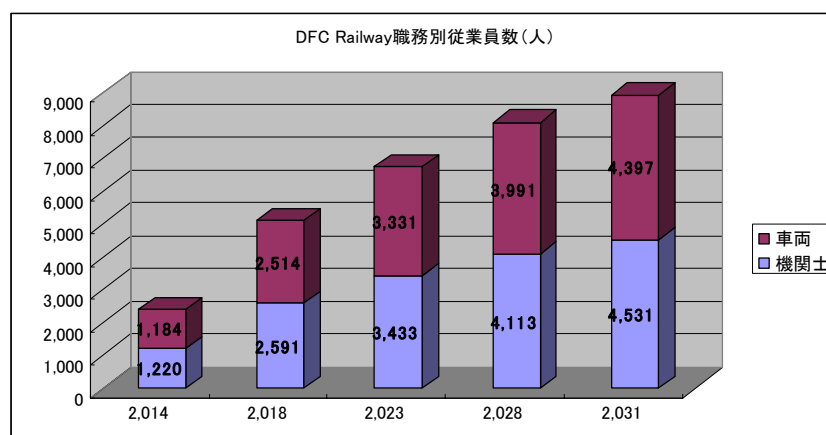


図 13-14 DFC Railway 職務別従業員数

6) 前提条件 6 : Financing

a) Financing ratio

- ① Equity 要ファイナンス額の 1/3
- ② 円借款 5,000 億円
- ③ Other Soft Loan a), b) の残りの半分
- ④ Commercial Loan a), b) の残りの半分

b) Terms and Conditions

- ⑤ Equity Dividend: 7.0%
- ⑥ Commercial Loan 15 年(2 年)、金利 12%p.a.
- ⑦ Soft Loan

	JBIC	ADB	World Bank
	STEP		
比率 or 金額	2,000 億相当額	(1),(2)の残りの半分	
償還期間 (内据置期間)	40 年(10 年)	30 年(5 年)	30 年(5 年)
金利	0.40%	6months-LIBOR+0.75%	6months-LIBOR+0.75%

7) その他前提条件

a) DFCCIL の TAC 収入

DFCCIL は経費 (運営経費、減価償却費、利息支払、法人税) + 税引き後利益の 30% を TAC として受領する。

b) 法人税

Income Tax Act 1964 の内国法人税率(35%)、付加税率(5%)による。MOR は DFCCIL の Tax 減免が可能であることを示唆しており、同種の他の案件を参考にし、半減の 20% を仮定する。MOR 分は非課税である。

c) 減価償却

The Companies Act, 1988 Schedule XIVの定額法の Rate of depreciation による。

d) 第1段階の工事期間中は、支払利息は元本化するが、営業開始後（2014年）は営業収入から金利の支払をする。

e) 必要資金の支払は（Disbursement）は次の順番で、コミットメント額に従って実行する。1. MOR よりの自己資本と円借款をプロラタで支払う、2. Donor Loans、3. 市中借入金

8) シミュレーション結果の総括表

表 13-7 ベースケースのシミュレーション結果

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	4.5	47.1%	10.8%
DFCCIL(TAC 収入)	1.8	14.1%	2.8%

DFC プロジェクトとしての、資本利益率（ROE）約 47.1%、元利金返済カバー率（DSCR:Debt Service Coverage Ratio）が 4.5 は優良プロジェクトである。工期は 8 年に短縮されたが、その Price Escalation を負って尚且つ、10.8%の FIRR も高い水準である。

9) Projection 結果 1 : Profit & Loss（単位：Rs. Million）

営業初年より、税引き後利益を計上出来る。17年目以降減価償却費及び支払利息が減少を始め、税引き後利益が積み上がってゆく構造である。平均すると 20%台の Operating Ratio がこれを可能にしている。低い Operating Ratio には 2つの要因がある。1つは他国に比べて 3 倍の運賃であり、もう一つは DFC の高い運営経費目標である。

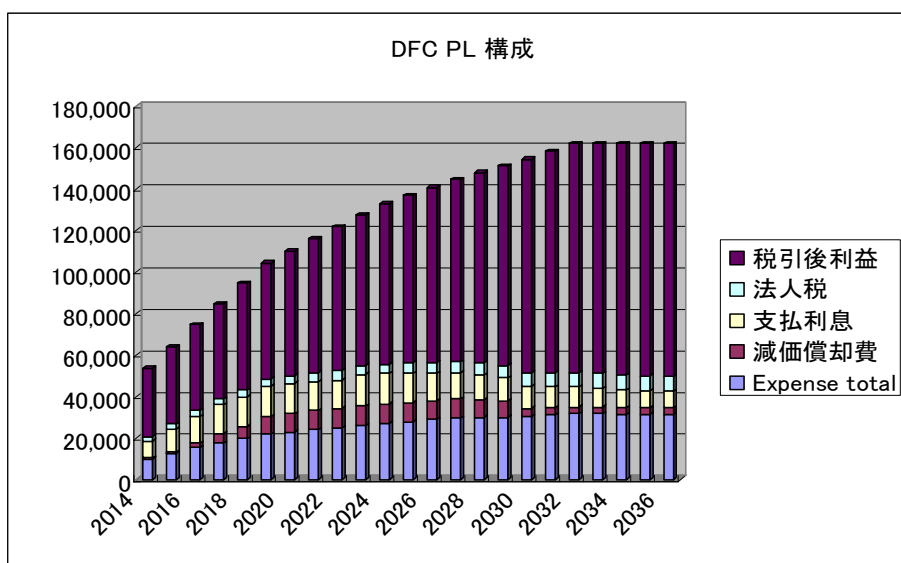


図 13-15 DFC の損益構造

10) Projection 結果 2 : Debt Service Coverage (単位 : Rs. Million)

MOR からの TAC から Operating Cost、法人税を支払った後の DFCCIL の DSCR は平均で 1.8 を超え、十分な借入金の元利支払い能力がある。各年別に見ても、2014 年から 2036 年の間で最良年は 2.5 であり、最悪年でも 1.5 あり、充分である。

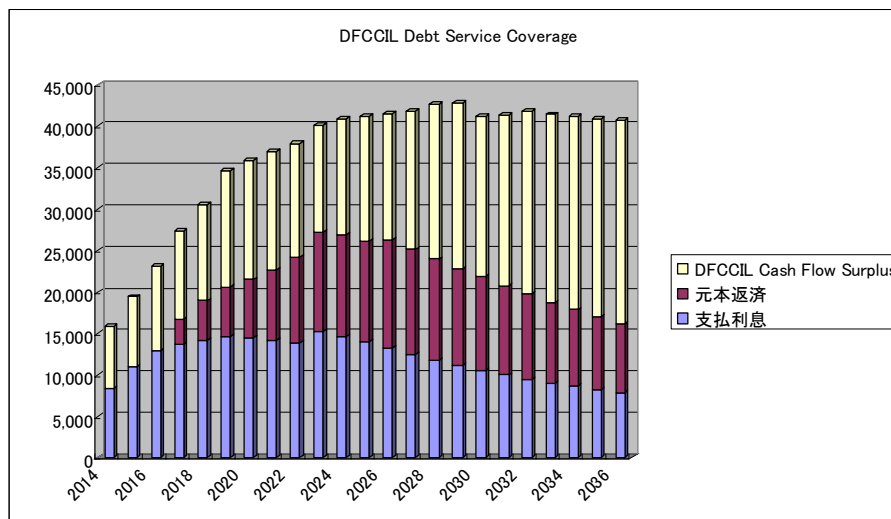


図 13-16 DFCCIL の Debt Service Coverage 構造

11) Projection 結果 3 : 資本金及び借入金残高状況 (単位 : Rs. Million)

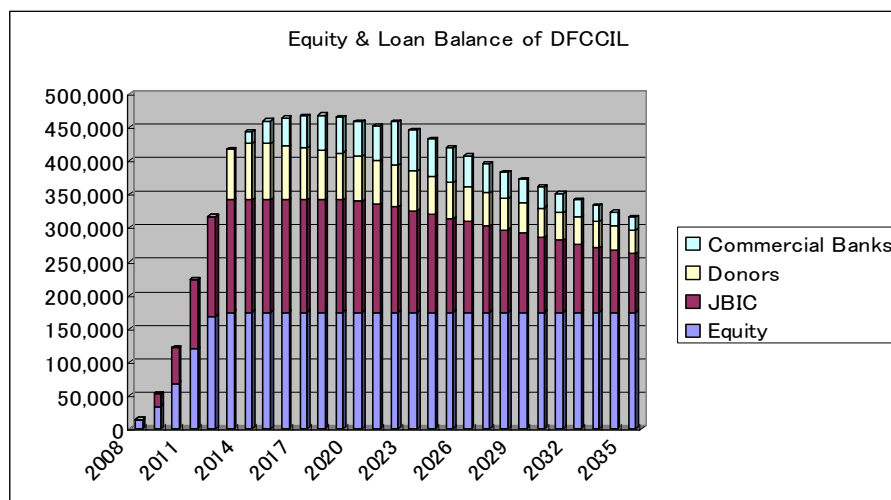


図 13-17 DFCCIL の負債・資本構造

鉄道省の Equity は 2008 年から投入され始め、2009 年からは円借款とプロラタで Disburse される。2013-2014 年は Donor ローンが Disburse され、以降はコマーシャルローンが Disburse されていく。返済はコマーシャル・ローンが 2 年後に始まり、Donor Loan は 5 年後、円借款は 10 年後から夫々、元本均等返済されていく。

12) Projection 結果 4：配当金支払及び金利支払状況（単位：Rs. Million）

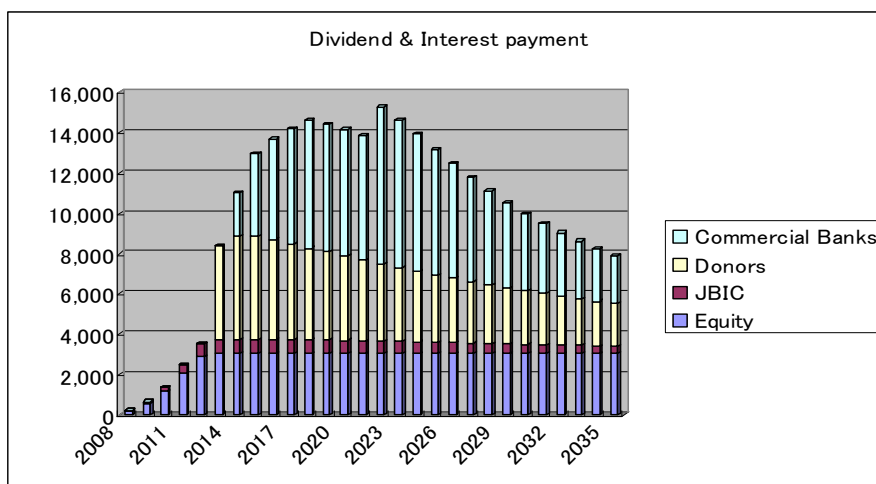


図 13-18 DFCCIL の配当・利息支払状況

上図の残高と比較すれば一目両全だが、JBIC の金利負担の軽さが鉄道省 Equity（MOF からの財投分のみ）と比較してさえ、際立っている。

13) Projection 結果 5：TAC の試算（単位：Rs. Million）

DFCCIL は経費（運営経費、減価償却費、利息支払、法人税）＋税引き後利益の 30% を TAC として受領し、そこから借入金の元本の返済がなされると仮定すると、以下のように DFCCIL の内部留保（DFCCIL Surplus）が積み上がってゆく。これは競争力を維持するための、又顧客満足度を増すための、追加投資の資金源となる。

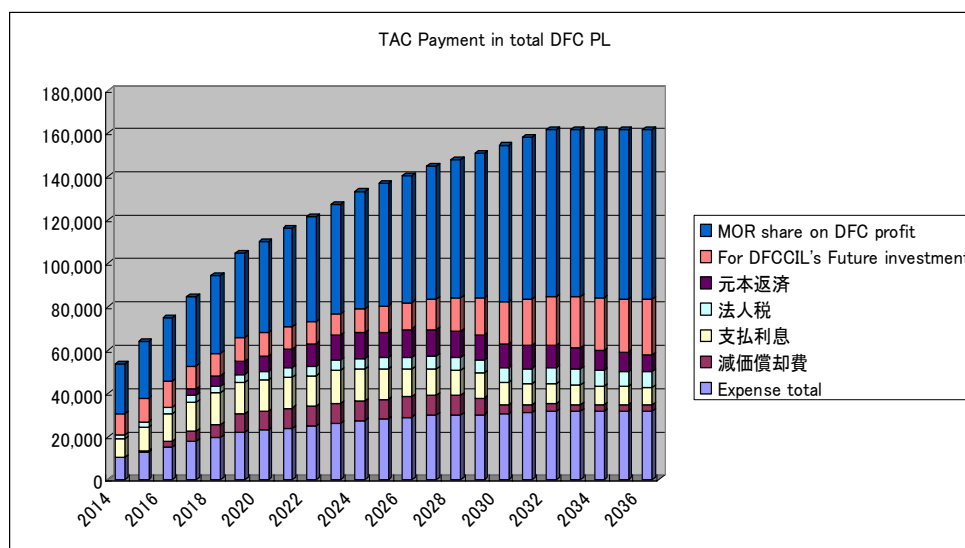


図 13-19 TAC の DFC Profit & Loss に占める位置



14) Projection 結果 6 : DFC(IR)と DFCCIL の内部留保状況 (単位 : Rs. Million)

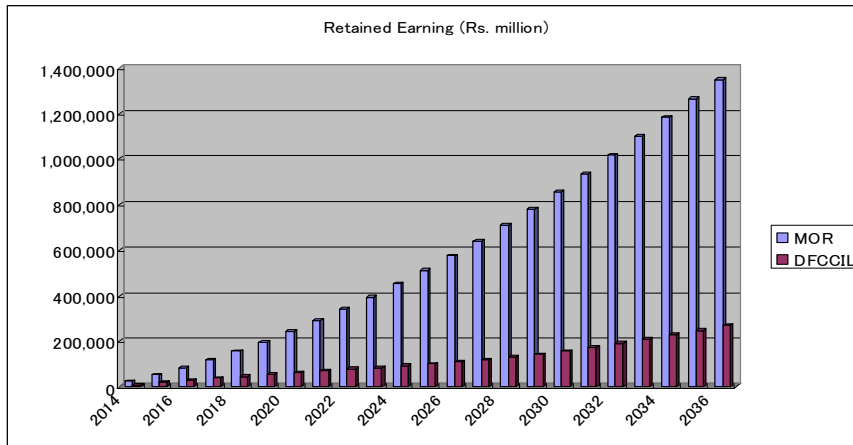


図 13-20 IR 及び DFCCIL の Retained earnings

15) Projection 結果 7 : DFCCIL の資産状況 (単位 : Rs. Million)

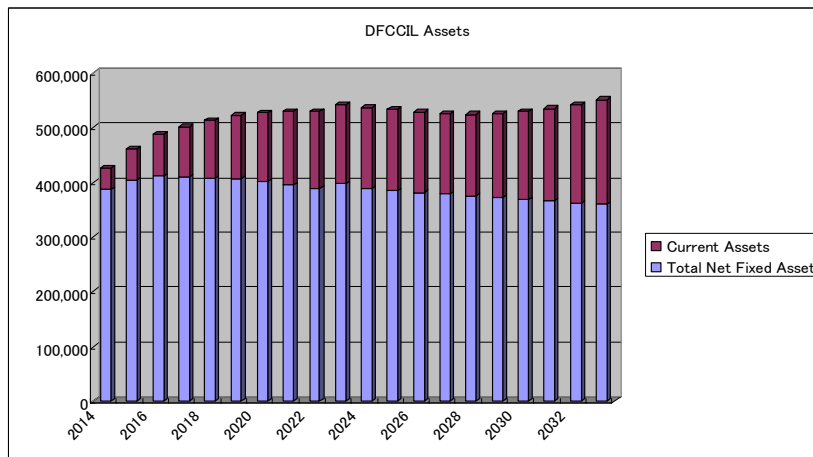


図 13-21 DFCCIL の B/S(資産)

16) Projection 結果 8 : DFCCIL の資本・負債状況 (単位 : Rs. Million)

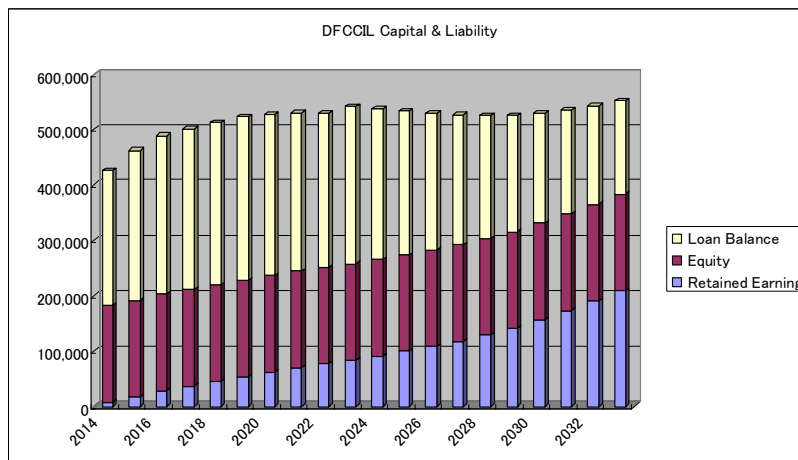


図 13-22 DFCCIL の B/S(資本・負債)

17) Projection 結果 9 : 従業員生産性

既に述べたが、2014 年の従業員生産性はカナダレベル、2032 年のそれは USA レベルと非常に高い水準を達成する計画である。

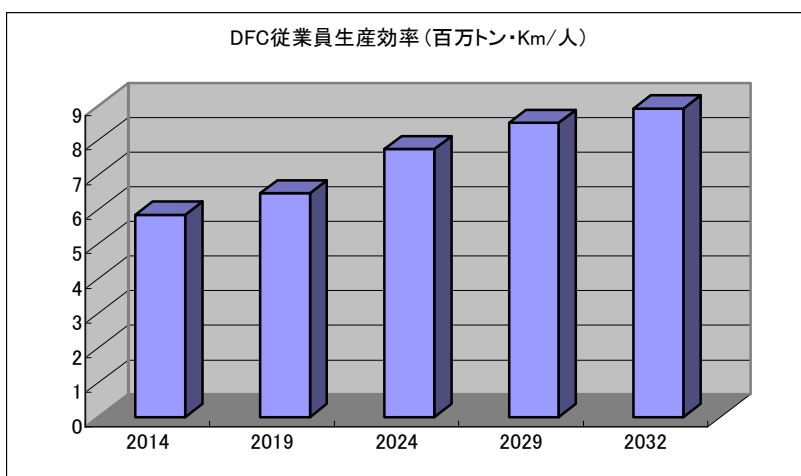


図 13-23 DFC の従業員生産効率

18) Projection 結果 10 : Operating Ratio

Operating Ratio がこれだけ変動する要因は減価償却費にある。

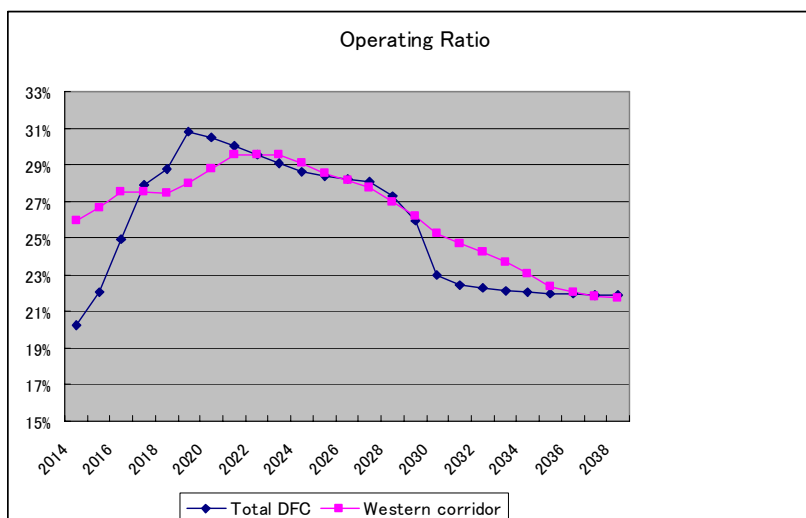


図 13-24 Operating Ratio

(2) 事業リスク: マーケットシェアが回復せず、且 GDP 成長率が予想より 2%低い 5%であったと仮定した;

以降のリスク分析はシミュレーションの結果のみを表で提示する。ベースケースで提示した詳細なシミュレーション結果は Volume 4 Technical Working Paper Task2, 13 を参照せう。

1) 前提条件の変更

ベースケースの西回廊の需要予測は「貨物鉄道の輸送シェアは 2004 年の 23.7%を底に漸増を続け、2022 年には 37.7%まで回復すること」を前提にしている。このケースはこの回復が無く、且つ 7%の予想経済成長が 5%に留まったときの自然増だけを

前提としたもの。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-8 事業リスク・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	3.49	34.7%	8.7%
DFCCIL(TAC 収入)	1.5	10.4%	1.3%

3) 結論

DFC プロジェクトとしての DSCR,3.49、及び ROE, 34.7%は充分許容範囲にある。特に ROE は MOF に対する年率 7%の Dividend 支払後の数字であるので、充分である。DFCCIL の平均 DSCR、1.5 も許容範囲にある。年度別に見ても開業 10 年後の 1.28 が最小であるので、十分な返済能力である。

**(3) 組織リスク**

1) 前提条件の変更

これまで数十年の実績がある IR Zonal Railway 間の収入配分システムに、DFC Railway を登録すれば、この危険性は低いと思われるも、DFC の経理分離が有効に機能せず、DFC 収入の 20%が Zonal Railway 会計に埋没したと仮定した。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-9 組織リスク・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	3.38	33.4%	8.0%
DFCCIL(TAC 収入)	1.5	10.0%	-

3) 結論

収入の 20%が漏出したという過酷なリスクに対して、DSCR が DFC 及び DFCCIL が夫 3.38, 1.5 であることは十分な返済能力があるといえる。年度ごとの DSCR も最低で 1.23 であり問題ない。更に漏出分を税引き後利益の MOR 分から還元してもらえる可能性を考えれば更に、安心である。

**(4) Operating Ratio の DFCCIL 標準未達成リスク**

1) 前提条件の変更

DFCCIL の新経費基準が設定されずに、提案基準値より人件費で 3 倍、物件費で 25% 増の経費が掛かったと仮定した。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-10 経費リスク・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	3.81	43.2%	9.1%
DFCCIL(TAC 収入)	1.3	13.0%	-

3) 結論

DFC の Operating Ratio は 40% 台に上昇し、DSCR も 3 台に落ちて、DFC 全体へ与える影響は大きく、経費の効率化が本プロジェクトで如何に重要であることを示している。DFCCIL の DSCR への影響は更に大きく、平均 DSCR は 1.3 台に落ちる。各年別の DSCR は開業後 5 年目、9-13 年の 5 年間、安全基準の 1.2 を下回り 1.1 台に落ち、DFCCIL の返済に MOR からの保証が必要となろう。

(5) 金利リスク

1) 前提条件の変更

Other Donor Loan（世銀、ADB）が利用できずに、Commercial Loan で代替し、且つ円借款が 4,000 億円に留まったと仮定した。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-11 金利リスク・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	3.64	45.2%	10.9%
DFCCIL(TAC 収入)	1.5	13.6%	3.4%

3) 結論

DFC プロジェクト全体への影響はそれ程大きく無く、ROE, FIRR 共に大きく悪化していない。それは Commercial Loan の借入期間が Donor Loan の半分以下なので、DFC 全体で Cash Surplus が生じている限り、返済が早まり金利支払が減少しているからである。然し、DFC, DFCCIL の DSCR への影響は大きく、特に DFCCIL の平均 DSCR は 1.5 を保っているが、各年毎の DSCR は開業 4.5 年に安全基準の 1.2 を下回り、夫々 1.10、1.12 となり、DFCCIL の返済能力に翳りが生じる。

(6) 事業実施リスク(Completion Delay, Cost Overrun)

1) 前提条件の変更

第 1 期-A 事業が 2 年の Completion Delay を起こし、Civil Engineering Cost が 50% の Cost Overrun を起こし、建中金利を含め、Capital Expenditure (CAPEX) が 6,500 億ルピーに増加したと仮定した。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-12 Cost Overrun case のシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	3.15	32.3%	7.9%
DFCCIL(TAC 収入)	1.4	9.7%	1.8%

3) 結論

今回の工事計画は、環境問題、土地収用問題、ROB の架け替え問題、不法住居者問

題、需要不足等で第1期-B、第2期へ伸ばすべき工程を事実上、第1期-Aに繰り上げてきている点で、充分余裕を持った工期とはいえない。即ち、Cost Overrun, Completion Delay が起こる確率が高くなったと言える。Civil Engineering Cost が 50% Cost Overrun によって、建中金利が 478 億ルピー増加する仮定である。DFC への影響は非常に大きく、DFCCIL の平均支払い能力への影響は更に大きい。DFCCIL の平均 DSCR は 1.4 となり、各年毎の DSCR も開業 5-10 年の 6 年間にわたり安全基準の 1.2 を下回り、DFCCIL の返済に MOR からの保証が必要となろう。

**(7) 中長距離(300-700Km)の鉄道回帰を促すための戦略的運賃に依る収入リスク**

1) 前提条件の変更

図 13-5 の 700Km 以下の Discount Rate を予測需要に当てはまる。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-13 戦略運賃・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	4.02	41.2%	9.6%
DFCCIL(TAC 収入)	1.7	12.3%	2.1%

3) 結論

300-700Kmの戦略距離帯の運賃をトラック運賃に比し圧倒的優位に設定することによって、積み替え時間コストやサービス頻度コストを入れても総合コストで優位に立つ事を本レポートで提案しているが、そのことがプロジェクトの採算に与える影響をシミュレートしたものである。

DFC に与える DSCR、ROE の影響は大きくなく、DFCCIL への影響も限られたものと言える。当分析では運賃ディスカウントの需要増を計算していないが、それを加味すれば、負の影響は更に小さくなると考えられる。

**(8) 事業リスクと事業実施リスクの複合リスク**

1) 前提条件の変更

事業リスク 1 (マーケット・シェアが回復せず、GDP 成長率が 5%) と事業実施リスク (2年の Completion Delay と Civil Engineering Cost が 30%の Cost Overrun を起こす) が合わせて起こったと仮定する。

2) シミュレーション結果の総括表

**表 13-14 複合リスク・ケースのシミュレーション結果**

	DSCR	ROE	FIRR
DFC プロジェクト	2.68	25.9%	6.8%
DFCCIL(TAC 収入)	1.2	7.8%	-

3) 結論

DFC に与える影響は甚大で、DSCR、ROE、FIRR 共にベース・ケースの 60%程度に

減少する。DFCCIL の DSCR への影響は特に大きく、営業開始後 6-12 年の 6 年間の DSCR が安全基準の 1.2 を下回り、1.1 台に減少し、DFCCIL の返済に MOR からの保証が必要となろう。

### 13.2.2 TAC (Track Access Charge) の適正水準のシミュレーション

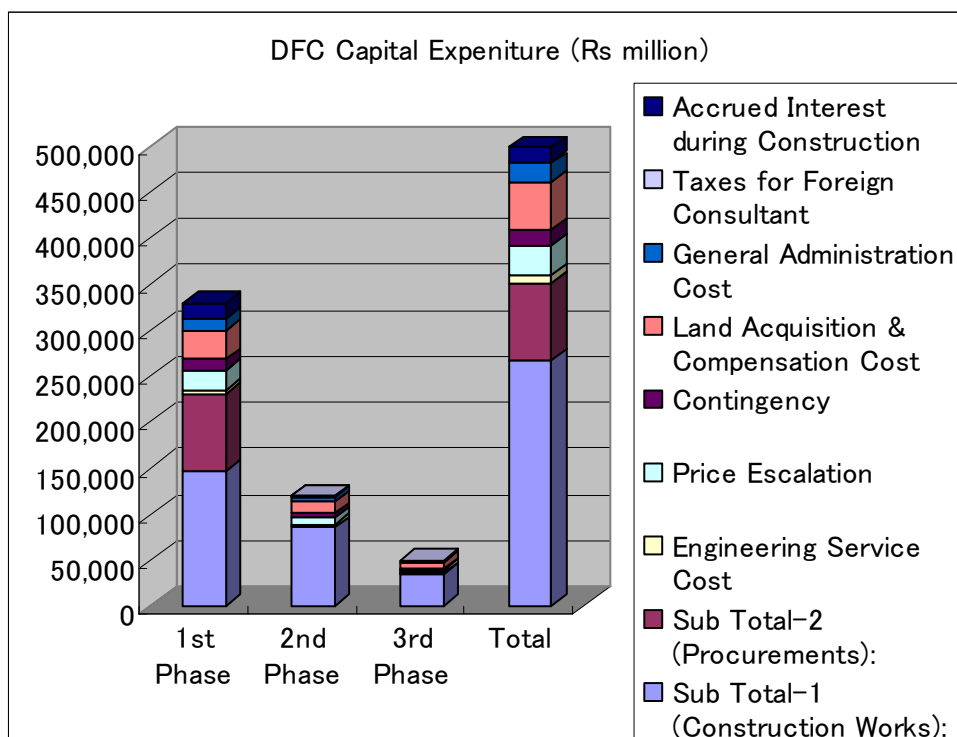
13.1.5 で定式化したように、DFC の TAC は経常費を支払った後の税引き後利益を資本コスト (借入れ返済) と将来の投資資金とするようシミュレーションを実施した。ベースケースの結果は図 13-19 「TAC の DFC PL に占める位置」及び図 13-20 「Retained earnings」に表示した。

必要費目 (運営経費、減価償却費、利息支払、法人税) をカバーした上に、借入金返済、将来の追加投資を賄う収入比例部分の比率を上記、リスクアナリシスでシミュレートしてみた。図 13-19 の元本返済と「Future Investment」の部分が税引き後 DFC 利益の DFCCIL が受ける部分であり、「MOR Share」部分が MOR のポジションである。

過酷なリスク分析でも DFCCIL の Retained Earnings が開業後 20 年で Rs. 100billion (約 3,000 億円) 程積みあがる事が確認され、結果として、現在のシミュレーションの前提が妥当であれば、税引き後利益の 30%程度が適当との結果になった。

### 13.3 資金調達方法の検討

本プロジェクトの CAPEX は調査団の見積で次の図表の様になり、第 1 段階 3,292 億ルピー (9,942 億円)、第二段階が 1,197 億ルピー (3,6616 億円)、第 3 段階が 498 億ルピー (1,505 億円)、合計で 4,988 億ルピーとなる。日本円に換算して約 1 兆 5,000 円 (3.02 円/ルピー) と巨額になる。



Source: RITES PETS-II Final Repor

図 13-25 DFC の Capital Expenditure

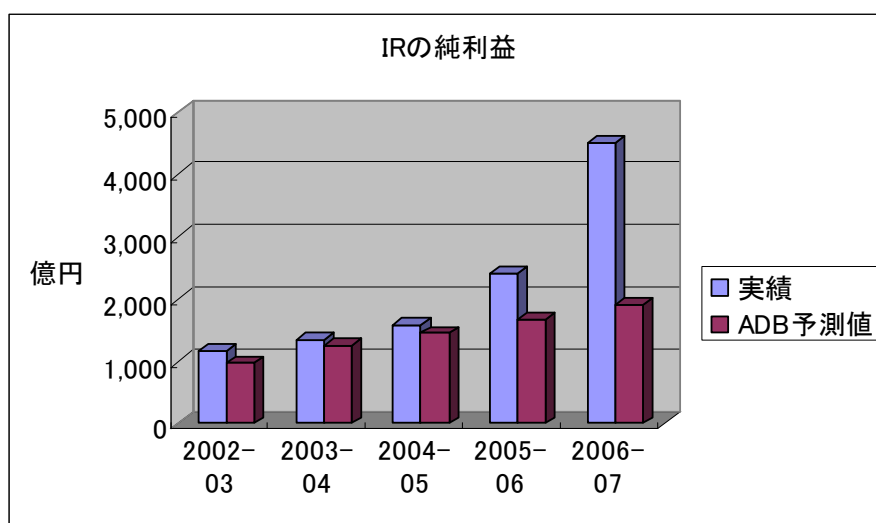
全体の資金計画約 1 兆 5,000 億円と考え以下の分析を進める。未だフィージビリティ調査が実施中で、各 Financier（資金の出し手）が検討未着手の状態であるが、これまでの実績および市場規模を参考にして資金調達の可能性の初歩的分析を以下に示す。

### 13.3.1 資金ソース

考えられる資金ソースとして、鉄道省よりの資本金、日本からの円借款、ADB、世銀等これまでインド鉄道省へファイナンス実績のある国際金融機関からのソフト・ローン、及び Konkan 鉄道や Rail Vikas Nigam Limited (RVNL)の鉄道開発で実績のあるインド国内商業資金を考える。

### 13.3.2 資本金

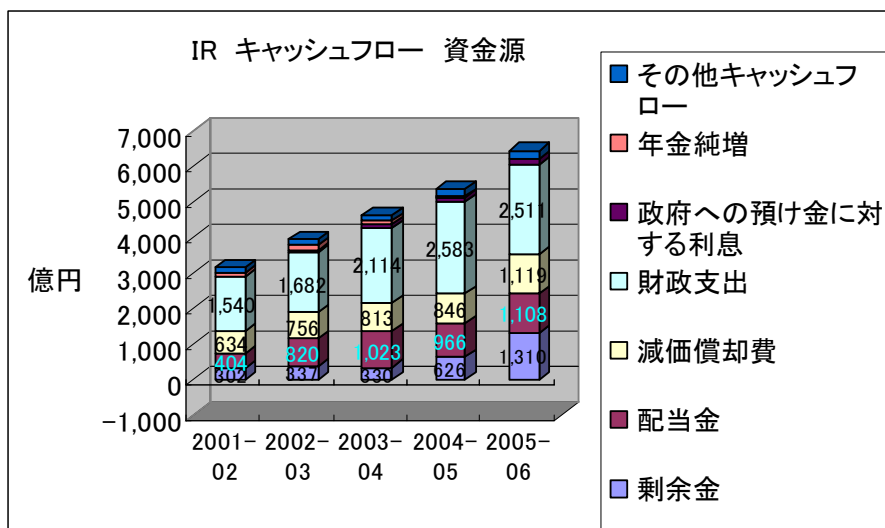
2006 年 8 月のインド政府閣議で、当初インド鉄道省が DFCCIL へ資本金を 100% 出資すると決定されている。IR（Indian Railway）は次表のように 2001 年以降 ADB の予測値を上回る業績を順調に改善してきている。これは主として、貨物量および旅客量の大きな伸びによる収入増（運賃上昇は抑え気味）による。Net Income(純利益)は 2006-07 年度には 2001-02 年度の 6.3 倍で約 4,500 億円（1,492 億ルピー）を記録している。



Source: Ministry of Railway

図 13-26 IR の Net Income の推移

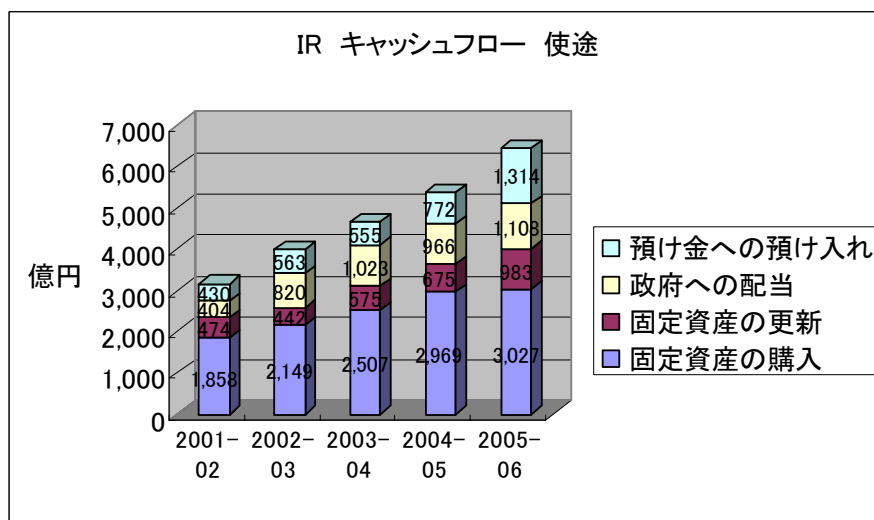
純利益の増加は営業キャッシュフロー（減価償却前利益）の増加をもたらし、2005-06 年度は 2001-02 年度の 2.6 倍 3,536 億円(1,171 億ルピー)を記録している。又政府財政投入もこれに併せて増加してきており、2001-02 年度の 1.6 倍 2,511 億円(831 億ルピー)を記録している。2005-06 年度の総資金量は 6,433 億円(2,130 億ルピー)である。



Source: Ministry of Railways

図 13-27 IR の Sources of Funds

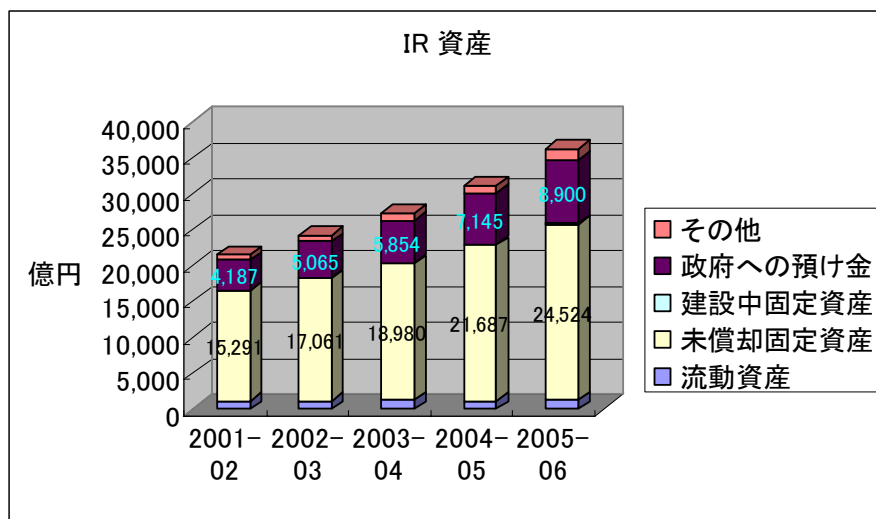
他方、この資金はその 47%、3,000 億円(1,000 億ルピー) が固定資産の新規購入に当てられ、15%、980 億円 (325 億ルピー) が固定資産の置換えに使われている。合計約 62%、4,000 億円は固定資産投資に使われてしまう。残り 38%のキャッシュフローの内 17%がこれまで受けてきた財政投入残高 (資本金に相当) 約 1 兆 7,000 億円 (5,595 億ルピー) にかかる配当支払 (配当率 7%) に当てられる。政府への預け金は主として年金基金への払い込みである。



Source: Ministry of Railways

図 13-28 IR の Uses of Funds



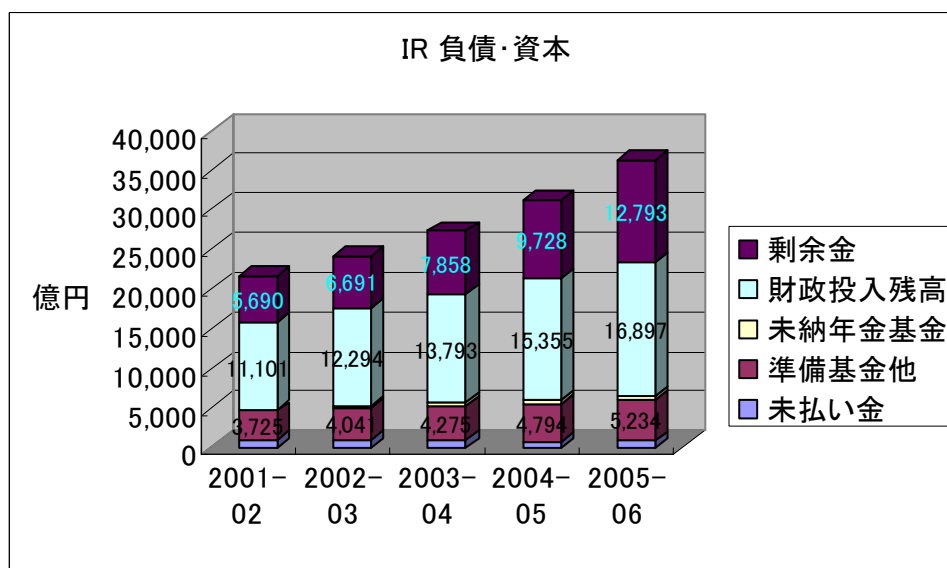


Source: Ministry of Railways

図 13-29 IR の BS

IR の資産サイドは総資産額 3 兆 6,300 億円で、固定資産が総資産の 68%を占め、年金基金等の政府への預け金が 28%を占める。

負債・資本サイドは財政投入残高が全体の 47%であり、IR の企業努力の結果である剰余金と準備金の合計が 49%である。



Source: Ministry of Railway 総調達資金の 1/3 を鉄道省が出資すると仮定しよう。

図 13-30 IR の BS

全体プロジェクトの 1 兆 5,000 億円の 1/3 で約 5,000 億円。これを 6 年間で鉄道省の Cash Flow から捻出するとして、1 年間約 552 億円 (約 183 億ルピー) は現在の IR の Cash Flow 水準 (2005-06 年 2,130 億ルピー) の 13%、2005-06 年度の投資水準 (3,980 億円) の 7% であるので、MOF からの財政支出の実績を考え合わせれば実行可能の範囲と考えられる。

### 13.3.3 円借款

円借款(STEP)を 5,000 億円と仮定した場合、6 年間均等と仮定し年間 833 億円となるが、

この水準は現在のインドへの円借承諾実績（2005 年度:1555 億円）から見て、非常に大きな額といえる。

STEP の供与条件の原産地ルールによると「円借款対象となる本体契約額の 30%以上は日本を原産とする資機材を調達する。」となっているが原産地の範囲が「我が国から調達した資機材に加え、借入国の日系企業\*から調達した資機材を含める。」となっている。

\* 本邦企業が 10%以上出資していて、且つ第 3 国からの出資比率が当該本邦業者からの出資比率を上回っていない現地法人

仮定の 5,000 億円の 30%である 1,500 億円の資機材を原産地ルールでの日系企業から調達することは実行可能な範囲と考えられる。

因みに、STEP の償還期間(内据え置き期間)は 40 年(10 年)、或は 30 年（10 年）であり、金利は償還期間が 40 年の場合は年率 0.4%であり、30 年の場合は 0.3%である。

### 13.3.4 Other Donors

資本金調達、円借調達の残りの半分を他のドナーから調達すると仮定しよう。約 2,500 億円相当額で、ドル換算で約 US\$2.2 Billion である。世銀は非公式に US\$1.5 - 2 Billion を示唆しているし、ADB もフレキシブルに対応する準備があると前向きであるので、検討できる範囲内であろう。但し、本プロジェクトは工事規模、工期、調達資金額のどれをとってもインドで過去に例を見ない Challenging な規模であり、時間的制約が大変きつい。したがって Finance に時間がかかりすぎないように、世銀、ADB の融資前提条件（例えば工事 bidder 条件）を事前に提出してもらい、討議、対応策の検討が不可欠である。

因みに、インド鉄道 PSU に最後に供与された ADB 及び世銀の融資条件は以下の通りである。

表 13-15 融資条件

	ADB	World Bank
償還期間(内据置期間)	30 年(5 年)	30 年(5 年)
金利 その他	LIBOR-based US\$ Lending facility, Int. Margin: 0.75%, front-end fee: 1% pa, Commitment fee: 0.75% pa	LIBOR-based US\$ Lending facility, Int. Margin: 0.75%, front-end fee: 1% pa, Commitment fee: 0.75% pa

Source: Ministry of Railway

### 13.3.5 国内・海外商業資金

残りの約 2,500 億円相当額（833 億ルピー）を国内・海外商業資金から調達すると仮定しよう。

これまで、Konkan Railway 及び RVNL 鉄道案件で活用されてきており、その実績は以下の通りである。Konkan Railway が 276 億ルピーを調達し、RVNL 鉄道案件が当初 5 年で 1,500 億ルピー、10 年で 4,000 億ルピーを主として民間市場から調達する計画である。低利調達の為に、国内では AAA の格付けを得ている。

又、IRFC (MOR の Financing Arm) は海外金融・資本市場で資金調達の実績もあり (サムライ債の起債実績もある。)、海外では S&P から BB+、Moody's から Baa3 の格付けをもらっている。

これらをを考慮すると、鉄道省 100%出資の PSU への「当該プロジェクト民間資金調達 833 億ルピーの調達」は調達規模、信用性の点から言って、調達可能な範囲ではないだろうか。

11 次 5 カ年計画では、国内銀行市場からの鉄道案件資金調達額を 2,300 億ルピーを考えている。融資条件は Installment ごとに次の通り

- 1) Commercial Bank Loan  
期間 10-15 年 (内据置 2 年)、金利は 11.5%
- 2) Bond  
期間は 3-5 年、金利は 7.5%
- 3) Capital Gain Tax Exemption Bond  
期間は 5 年、金利は 5.5-5.6%

因みに、インド金融マーケットの指定商業銀行貸出残高規模は 2002 年 3 月末で、7 兆 2,921 億ルピーである。インド産業開発銀行等のその他の金融機関の融資残高が 2 兆 4,000 億ルピー、更に社債市場が約 6,000 億ルピーの規模であった。2002 年 3 月末で、合計で約 10 兆ルピー規模と考えられる。

### (1) Konkan Railway

- 1) 次表のように総資金の 22.5%の資本金以外は民間商業資金調達 (借入、社債、リース等) である。調達額は 276 億ルピーに上る。社債金利は約 10%、期間は 5-10 年である。

資本金 (Equity)	8	22.5%
長期借入、社債	22.5	63.3%
転換社債 (ECB)	4.09	11.5%
リース	0.86	2.4%
輸出信用	0.1	0.3%
合計 (単位: 十億ルピー)	35.55	100%

- 2) 民間商業資金調達の特色: 借入、社債発行はプロジェクト資産担保であるが、政府の Letter of Comfort (念書) の補強がある。社債は普通社債と免税社債の 2 種類である。社債の引受手は銀行・企業等の機関投資家と地域住民である。

### (2) RVNL の鉄道プロジェクト

- 1) この 10 年で 4000 億ルピーの政府予算外投資を計画する。そのうち、この 5 年で 1500 億ルピーの政府予算外投資を計画する。興味深いのはこれらを主として SPV 形式で地方自治体、港湾当局、主力企業群からの出資を募り、且つ ADB Funding や SPV の民間借入れ、Bond 発行を通じて Finance する計画であること。更に参加希望企

業が列を成していることである。

- 2) プロジェクトの Viability の判定は IRR の他いくつかの指標を組み合わせで判定するが、IRR については調達コスト+2%以上で判断している。銀行団も 100% 中央政府出資の RVNL が SPV の 50% 出資者である安心感で融資している。RVNL 配下鉄道プロジェクトでの民間調達の実績は Rs 1-1.5Billion で全て Commercial Bank Loan である。

### 13.4 民間セクターの参入に係る検討

MOR は鉄道セクター改革の一環として、民間セクター参加（Private Sector Participation）を推進してきていることは、既に「MOR の PPP 戦略」で述べた。ここでは DFC 計画の中で、PPP 戦略が如何生かされているのかを見てみる。

#### 13.4.1 DFCCIL への株主/主要顧客代表としての参画

##### (1) 資金供給者としての必要性

KRC (Konkan Railway Corporation) プロジェクトでも、MRVC (Mumbai Rail Vikas Corporation Ltd.) プロジェクトでも、Equity Holder としては地方政府の参画どまりであるが、RVNL 案件では港湾会社や港湾 Trust へ広がってきている。更に資金を Loan や Bond まで広げると、KRC や RVNL 案件で、民間資金が多く活用されている。

DFC では Task Force レポートでは電力、鉄鋼、石炭等の PSU の資本参加が提案されているが、将来の方向性として可能性を残している。

##### (2) DFCCIL の戦略作成の必要性

鉄道セクターのマーケットシェアの長期逡減の原因の一つに、顧客ニーズの把握、対応不足が挙げられよう。外部者としての顧客からの要望の聞き取りは、これまでもなされてきているが、経営の一角に主要顧客を取入れ、取締役会で常時顧客の視点でのマーケティング、運営、投資、経費削減、安全確保への提言、チェックがなされることは、これからの DFCCIL にとって必要となろう。

#### 13.4.2 ICD 展開のコンテナ輸送業者への新規参入

##### (1) コンテナ輸送事業の PPP の推進

鉄道によるコンテナ輸送事業はこれまで鉄道省の PSU である CONCOR 社が独占してきたが、競争を助長するために民間資本と CONCOR との合弁を含む 15 事業体を新たに追加し、これからのコンテナ貨物の需要伸長に備える体制が整った。

DFC の西回廊の将来需要はその大半がコンテナ輸送であるので、特にコンテナ輸送新体制が重要となる。コンテナ貨物の Door to Door 輸送体制は西回廊のコンテナ輸送需要予測を実現する為に不可欠の戦略であり、現在行われている ICD 基地の開発計画提出が今後の当分野での PPP 成否の鍵となろう。

#### 13.4.3 LogisticPark/Rail Side Warehousing の ICD/Special Economic Zone (SEZ) との連携

##### (1) 鉄道中心の統合輸送事業の展開

高速道路網の整備が進み、モータリゼーションが成熟した先進諸国では、道路交通を中心とした統合輸送事業が完成している。トラック輸送のための物流基地網が整備され、鉄道

貨物輸送はそのネットワークに組み込まれている。

インドでの鉄道輸送は短距離でのマーケットシェアを落としてきてはいるものの、中長距離帯では依然として圧倒的シェアを保っている。中長距離帯での非効率な輸送手段であるトラック輸送の参入を許さないためにも、鉄道を中心とした統合輸送事業の基地としての **Logistic Park/ Rail side Warehousing** の整備が急務であり、この分野での PPP は大変重要な **Building Block** である。

更に、これらの設備は各地の **SEZ** 及び上述のコンテナ PPP が持つ **ICD** との連携が欠かせないことは言うまでもない。

## 第 14 章 事業実施計画

---

## 第14章 事業実施計画

### 14.1 事業主体とステークホルダー

事業主体である DFCCIL (表 14-1 参照) を中心として監督省庁及び関連機関と建設を請け負う施工・納入業者及び設計・施工監理コンサルタント等が主なステークホルダーである。図 14-1 は円借款による DFC 建設実施モデルを示したものである。

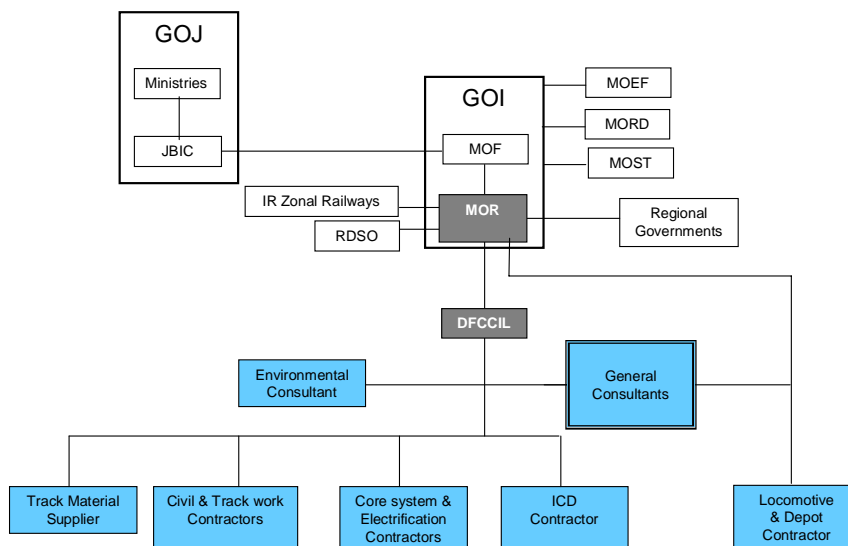


図 14-1 事業実施上のステークホルダー関連図

下表は上図建設実施組織関連図の各ステークホルダーの略語・正式組織名・本計画における役割を示す。

表 14-1 各ステークホルダーの役割

No	略号	組織名	DFC 事業での役割
1)	GOJ	Government of Japan	
2)	GOI	Government of India	
3)	JBIC	Japan Bank for International Cooperation	Prime Lending Agency
4)	MOR	Ministry of Railways	Ministry responsible for DFC Project
5)	MOF	Ministry of Finance	Ministry responsible for budget
6)	MOST	Ministry of Shipping and Transport	Ministry responsible for Ports and Highways
7)	MOEF	Ministry of Environment and Forests	Ministry responsible for environment issues, wild life and forests preservation
8)	MORD	Ministry of Rural Development	Ministry responsible for social environmental issues
9)	SG	State Governments	Concerned stakeholders along the route of DFC, responsible for execution of land acquisition resettlement and rehabilitation
10)	IR, ZR	Indian Railways Zonal Railways	Owners of existing IR's existing railway infrastructure, executing body for construction/improvement of feeder lines of DFC and railway operator for freight trains running on DFC.
11)	RDSO	Research Design and Standards Organization	Responsible for preparing standards and research in railway and has right for approval of new railway technologies applied to DFC.
12)	DFCCIL	Dedicated Freight Corridor Corporation of India Ltd.	Owner of railway infrastructure of DFC responsible for construction and maintenance of DFC railway infrastructure.

## 14.2 事業実施スケジュール

### 14.2.1 DFC 整備計画スケジュール

#### (1) 施工計画上的クリティカルな要因

本事業は盛土構造による鉄道新設事業であり、全体工事の大まかな流れは①土木工事（土工、橋梁）、②軌道工事、③電気・通信施設工事の順番となる。本事業は短期間での工事完成が求められており、軌道工事は土木工事と適当な着工間合いをとってほぼ同時施工となることが予想される。このため全体工程の最初に位置する土木工事とそれに続く軌道工事が全体工事の前半部分のクリティカル・パスとなる。

盛土工事は第 1 期-A 事業だけでも、1 億 727 万 m<sup>3</sup> に達するが、全体工程 5 年を想定すると盛土工事は実質 2 年程度で完了させねばならず、そのためには 20km に 1 パーティの土工事部隊を配置する必要がある。

軌道工事に関しては施工のみならず、バラスト、枕木、レールといった軌道材料の調達最大のクリティカル要因である。第 1 期-A 事業だけでも基本資材である 60Kg レールは約 430,000 トン、バラストは約 8,400,000m<sup>3</sup>、PC 枕木は約 6,000,000 本を調達しなければならない。

バラストの場合、当該 DFC 区域の大部分を管轄する IR（表 14-1 参照）の Northern Railway, North Western Railway, Western Railway の 3 鉄道が所有する路線の維持管理に調達しているバラスト量を年間 2,000,000m<sup>3</sup> とすると、現在バラストを供給している砕石業者の生産施設を 2 倍に拡大したとしてその余剰分を DFC に供給するとしても 4 年以上かかる計算となる。採掘権拡大の承認や生産設備の拡充には多くの時間を要するものと思われる、DFC が必要とする量のバラストを調達するのは容易では無いと思われる。

PC 枕木も同様に現在の生産規模を急激に拡大する事は困難と思われ、したがって施工に先行して材料調達を開始し、長期間にわたる資材調達を計画するのが現実的な対策であると考えている。

なお土木工事に先立って土地収用が完了していることは絶対条件であり、土地収用が遅れば、全体工事が遅れる（タイムオーバーラン）とともに、事業コストが増大する（コストオーバーラン）ことになる。近年インドでは道路工事や工業団地開発プロジェクトで住民の反対運動により事業実施が大幅に遅れたり、中断したりする事例が増えている。本事業のような大型インフラ開発案件は社会的影響も大きく、土地収用が最大のリスク要因でありかつクリティカルパスになる可能性を孕んでいる。したがって MOR/DFCCIL は事業用地の確保について、早急かつ最大限の努力を傾注する必要がある。

#### (2) 事業資金に調達にかかわるクリティカル要因

当該事業は巨大なプロジェクトであり膨大な資金を必要とすることから、インド政府の自己資金および国内金融機関からの借入れのみでの実施は困難であり、インド政府はわが国からの円借款による資金協力を要請している。JBIC, ADB, World Bank などの国際金融機関からの資金融資を受ける場合には手続きにかなりの時間が必要である。こうした国際金融機関から融資により事業を実施する場合は、各機関の調達ガイドラインに従ってコンサルタントの雇用およびコントラクターの調達が義務付けられる。一般的にはコンサルタント



トもコントラクターも公平な競争入札により調達する必要があり一般的な円借案件の場合、Loan Agreement (L/A)締結からコンサルタントの雇用手続きを経て施工業者契約調印・工事着工までに約 2.5 年の期間を必要とする。

当該事業において JBIC の Special Terms for Economical Partnership (STEP)を利用する場合でも、L/A の締結後コンサルタントの選定に 10 ヶ月を要し、その後コンサルタントの実施設計ならびに入札図書作成、さらに入札手続きを経て入札評価と JBIC の承認、施工業者との協議を経て契約締結、JBIC による施工業者契約の承認を得て着工出来るまでさらに 20 ヶ月以上を要する。

図 14-2 に円借によりコンサルタント雇用およびコントラクター調達を行う場合の標準的な手続きとそれに要する期間を示した。

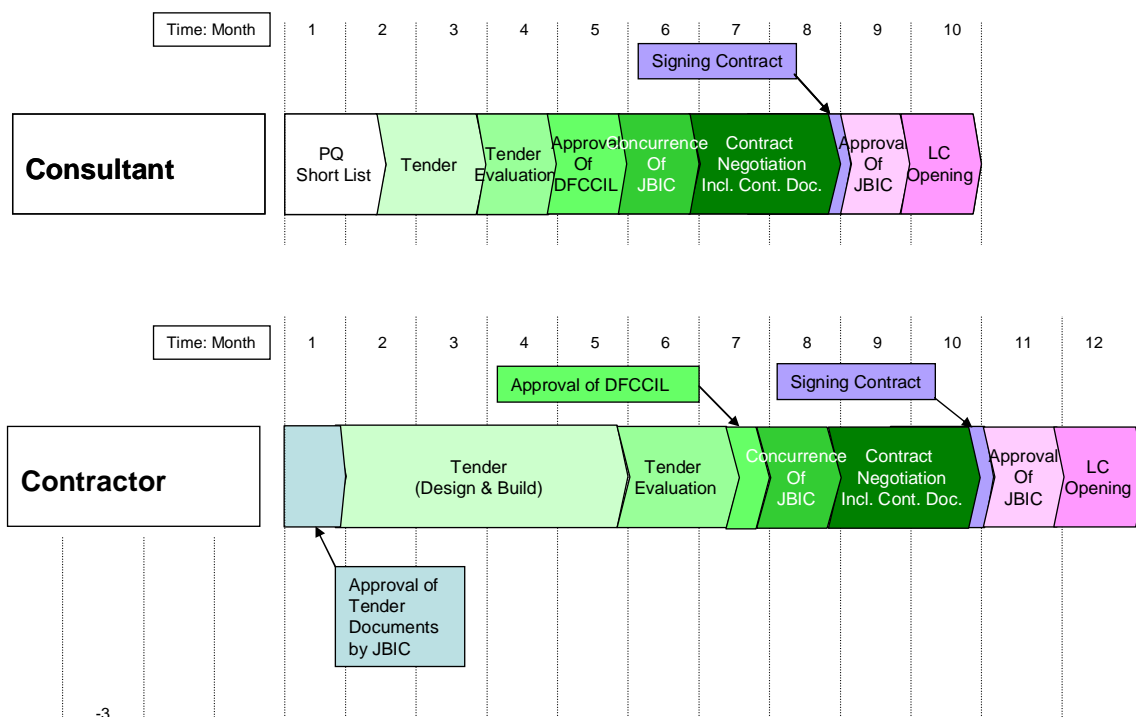


図 14-2 円借によるコンサルタント雇用およびコントラクター調達手続き

### 14.2.2 段階的整備実施計画

本項においては第 3 章で提案された優先整備区間である第 1 期-A 事業に対して、インド側から公式要請が出されている円借款(STEP)の資金参加を前提にいて実施計画を検討する。

当該事業の実施計画にあたり、貨物輸送の需給逼迫度や設計の完成度および環境社会的影響度などから、各路線の評価作業を行った。その結果以下のように区分するものとした。

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-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。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。

上記条件に基づき各整備区間を以下の通りに設定した。

表 14-2 段階整備に応じた整備区間の区分

Phasing	西回廊	東回廊
第 1 期-A (Phase I-a)	Rewari – Ahmedabad – Vadodara ( 918 Km )	Mugal Sarai – Kanpur – Khurja ( 710Km )
第 1 期-B (Phase I-b)	Vadodara – Vasai Rd.(339Km) Vasai Rd. – JNPT ( Total 433 Km )	Khurja – Dadri (46Km) Khurja – Kalanaur (242km) Kalanaur – Dhandarikalan (184km) (Total 472Km )
第 2 期 (Phase II)	Rewari – Dadri (117 Km)	Sonnagar – Mugal Sarai (127Km)

### 14.2.3 第 1 期-A 整備区間の事業実施スケジュール

第 1 期-A 整備区間の実施スケジュールを検討するにあたって、延長 1,628 k m という長大な工事区間を出来るだけ短期間で完成することが課題となる。その実現のためには GOI が用地取得や住民移転問題・環境調査などを速やかに解決し実施することが絶対必要条件である。さらに実施設計業務を急ぐと共に、路線を確定した後に全区間を 10~20 工区に分割して問題の無い工区から早急に着手する必要がある。

- 1) 円借適格部分全てを円借により建設する場合（表 14-3 参照）

コンサルタント調達は円借款プレッジ後に手続き開始が可能になる。ここでは 2008

年 1 月に円借款プレッジ (L/A は 2008 年 2 月想定) がなされたとし、その時点から 10 ヶ月で General Consultant (GC) が雇用されるものと想定した。その後選定された General Consultant が主要資材 (レール・バラスト・PC 枕木) の調達および各種工事 (土木工事、軌道工事、電気工事、機関車基地建設) の詳細設計・入札図書作成・業者入札・入札評価作業・施工業者契約までを行うのに約 1 年 8 ヶ月を想定している。ROB 建設の場合はルート選定・道路管理者との協議・迂回路の建設など調整に時間がかかると思われることから、L/A 締結から工事着手までに 4 年弱を見込んでいる。土木関連工事完了部分から順次軌道工事・電気工事を施工するものとし、機関車が納入された段階で走行試験と電気関連施設の作動確認を行う。全線の建設工事が完了した段階から約半年かけて路線全体を使った Operation & Integration Test を行う。運行試験の結果安全運転が確認されたならばインド国鉄側に施設を引き渡し、インド国鉄側が約半年かけて列車運行トレーニングならびに路線の維持管理トレーニングを行う。こうして L/A 締結後約 8 年で DFC の営業運転開始が可能となる。

2) 全土木工事をインド側予算で先行して施工する場合 (表 14-4 参照)

第 1 期-A 区間のより早い工事着工および共用開始を実現する案として、円借非適格項目である用地取得に加えて、路線基本設計、一般土木工事 (路線全体の切盛土工事、長大橋梁、跨線橋架け替え、架道橋など) 全ての設計と施工、ICD・機関車車両基地の選定業務などをインド政府側の自己資金により、DFCCIL とインド国鉄が直接実施することが考えられる。その場合のインド側による一般土木工事の設計・入札図書業務に 15 ヶ月を計上した。全線を 10~20 工区に分けた区間のうち、施工可能部分から順次入札を行い、インド国内の施工業者を選定して工事を行うものとし、土木工事期間として 45 ヶ月を計上した。同様に ROB の架け替え工事も基本設計から完成まで 54 ヶ月を計上した。長大橋梁 (橋長 3Km 程度) の建設には、基本設計から完成まで 54 ヶ月を計上した。

さらに、DFC の主要資材である軌道バラスト、PC 枕木、HH レールに関し必要数量と調達可能日数を検討した結果、第 1 期-A 整備区間に於ける軌道バラストは約 840 万 m<sup>3</sup>、PC 枕木は約 590 万本、レールは約 43 万トン必要である事が分かった。軌道バラストおよび PC 枕木は国内調達が可能であるが、現在の供給業者の生産能力に限度があることから出来るだけ長期間かけて調達する事が望ましく、円借により調達が開始される (2009 年中旬) までの間に必要数量の約 30% をインド政府が調達するものとした。レールに関しては、第 1 期必要量約 40 万トンのレールを日本から調達するとした場合注文から納入完了まで 3 年半必要であるが、円借で調達しても軌道工事開始までに納入開始出来ることから全量を円借によるものとした。

機関車調達に関しては全量融資対象としているが、調達開始予定日 (2009 年始め) 以前にインド国鉄により機関車の技術仕様が決定され、インド国鉄の Research Designs & Standards Organization (RDSO) により承認されている必要がある。承認された基本仕様に基づきコンサルタントが設計図書・入札書類を作成し、入札により業者選定を行った後にメーカーは 10 両程度のプロトタイプ機関車を製造する。納入

されたプロトタイプ機関車は軌道敷設完成部分を使用して約半年間試運転を行い、要求性能を満たしているか否かの確認を行う。試運転結果はメーカーにフィードバックされ、必要な改善を行った上で量産準備に入る。軌道全線が敷設され、信号・通電設備・通信設備・列車制御施設などが設置された段階で総合試験運転を行うものとした。L/A 締結から第1期-A 区間用機関車の納入完了まで6年を予定している。

ICD 建設は第1期-A 整備区間では最低1箇所が必要である。場所の選定・ICD の基本設計・環境影響評価（EIA）はインド側で行い、実施設計・入札図書・施工業者の調達・施工を円借事業として行う。ICD 予定地・約50ha の土工事・排水工事・舗装工事・軌道敷設などで工期約1年半とした。ICD の造成工事完了後軌道工事、信号・通信設備などを敷設する。その後選定されたコンテナ輸送業者がコンテナの輸送に必要な施設を準備する。

機関車車両基地（Locomotive Depot）建設は円借対象事業とし、50ha 程度の規模の施設を1箇所構築する事を想定している。詳細設計から入札図書作成、施工業者選定、業者契約まで約2年、機関車基地施設建設に2年を予定している。機関車基地内には検修施設が設けられ、機関車の修理・補修の為に検修機器が設置される必要があるが、これらは注文生産機器であり外国から調達する為に納期・据付を含め工期を2年半に設定した。

第1期-A 区間全線の工事が完了した時点で総合的運行試験を行い、機関車走行に伴う信号設備・通信設備・通電設備・列車制御設備などの作動状況を確認する。一方、インド国鉄側による要員の確保と運行準備を開始し、車両の運転と点検維持管理、各種設備の操作と点検・維持管理のトレーニングに6ヶ月を要するものとした。

2008年3月にJBICとL/A 締結が出来たとして、第1期-A 整備区間の General Consultant の選定開始から営業運転開始まで約6年（75ヶ月）を要し、2014年1月運転開始予定とした。これは土木工事など建設工事全てとバラストやPC 枕木などの基幹資材を円借により調達する場合に比べ2年3ヶ月ほど早く営業運転開始が可能となる。

表 14-3 DFC 事業実施スケジュール(Phase I-a)  
Case Study ---- Option 1: All Eligible Works Fully Covered by Yen Loan

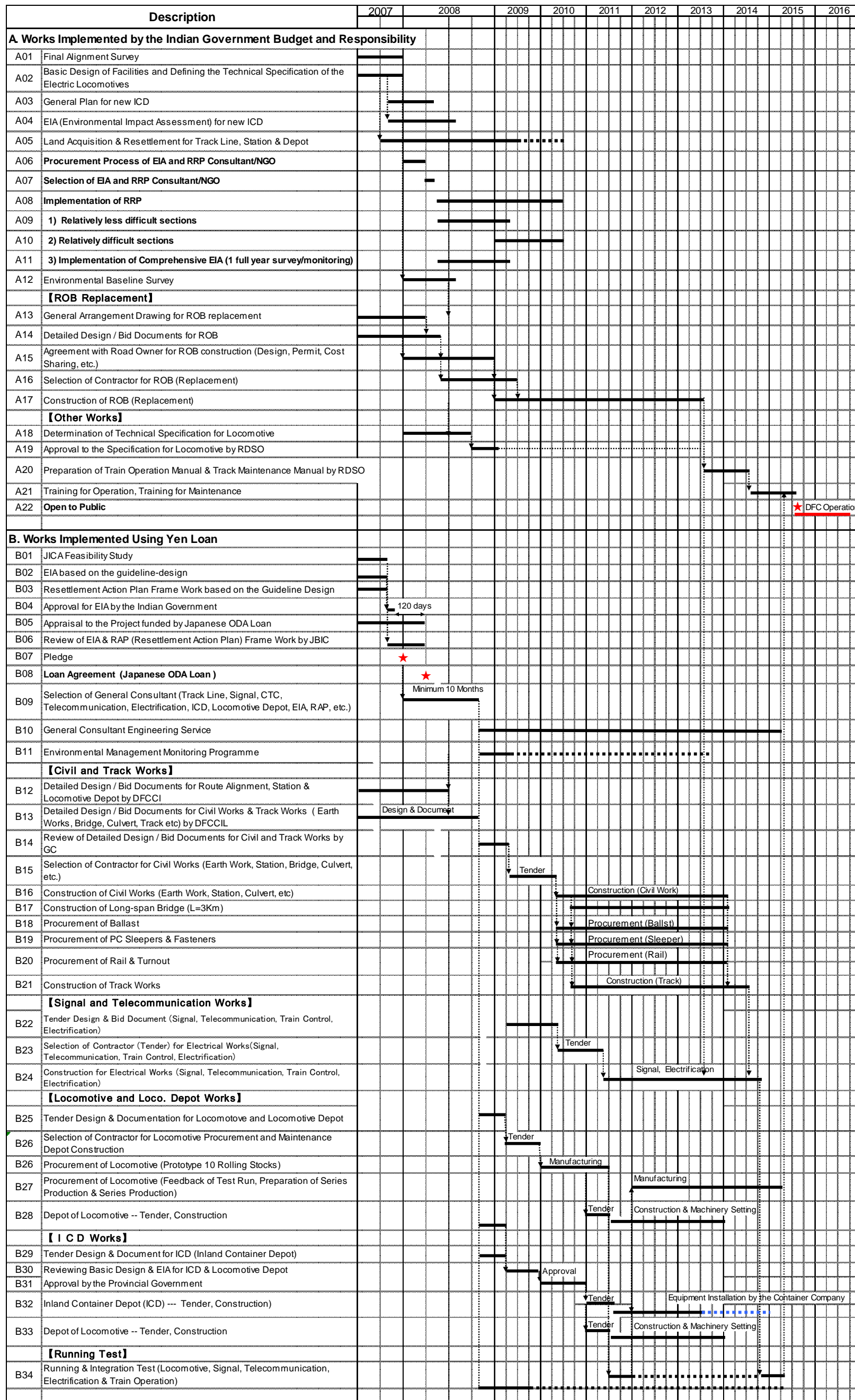
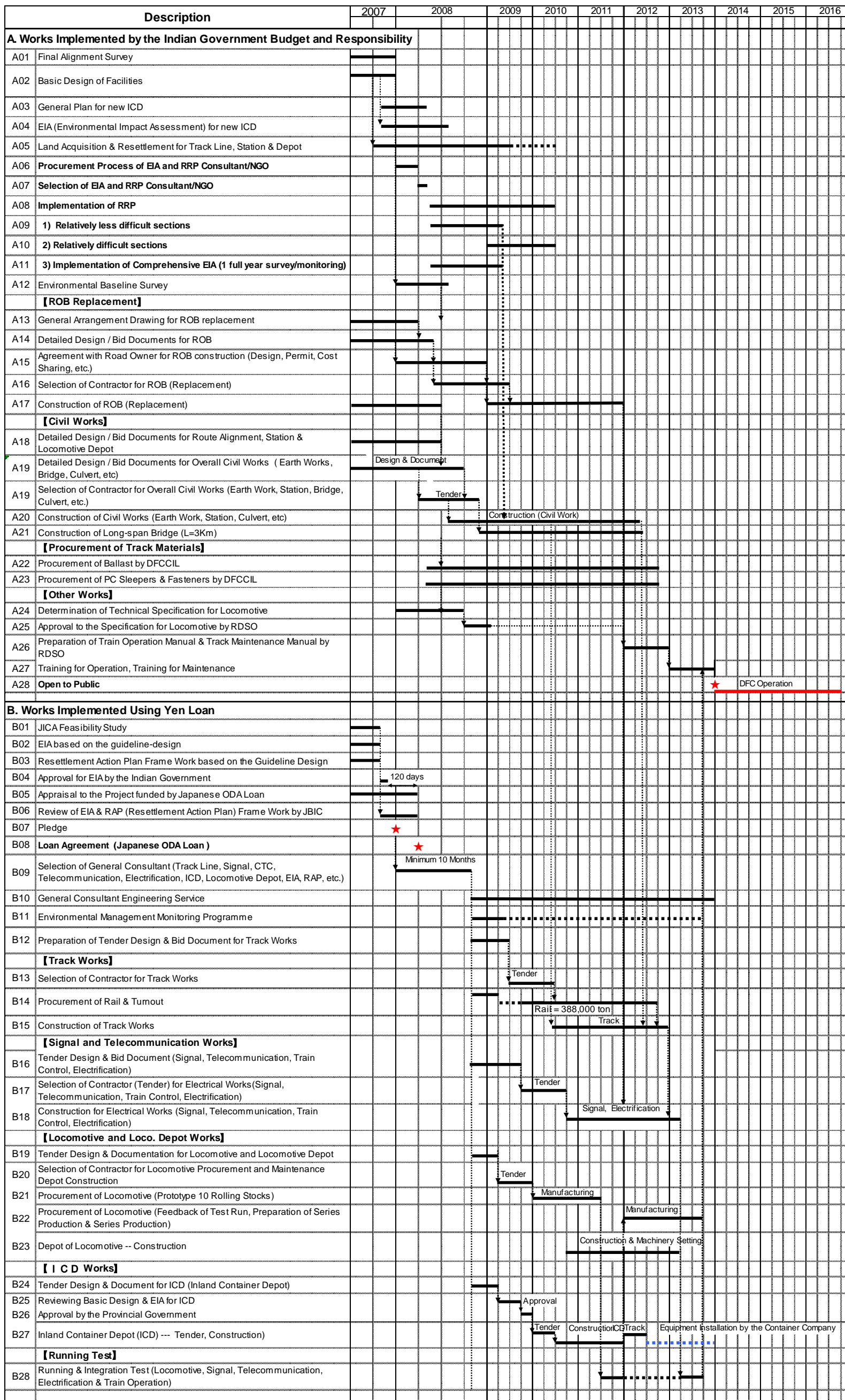


表 14-4 DFC 事業実施スケジュール(Phase I-a)

Case Study ---- Option 2: All Civil Works Advanced by GOI's prior to other Works Covered by Yen Loan



#### 14.2.4 第 1 期-B 整備区間スケジュール

第 1 期-B 整備区間の延長は 905 Km で第 1 期区間の半分以下である。しかし第 1 期-A 整備区間に比べて市街地内を通過する部分が多いことなどから、基本路線の選定とそれに伴う用地の確保や住民移転・補償の困難性はきわめて高くその問題解決に時間がかかると思われる。本整備区間において事業実施上の大きな障害になると考えられるのは都市部に位置する既存 ROB の架替工事である。特に西回廊の Surat-Vasai Road 間および Vasai Road-JNPT 間には都市内の既存 ROB が集中しており、現在の DFC 既存線並行案ではこれら全てを架け替えなければならない。都市内 ROB はいずれも交通量の大きい幹線道路の一部となっているので、その架替計画立案に当たっては道路管理者との協議・調整の上、個別の技術面・社会環境面配慮が必要である。既存 ROB が集中している区間では既存線並行案のほかに迂回路案も含めたルートと比較検討も必要と判断される。

第 1 期-B 整備事業は技術的難易度も高く、この事業についても国際金融機関からの資金協力が不可欠と考えられる。当面の工事は既存用地内の工事可能な区間等においてインド政府資金により実施していくことになるが、将来の国際金融機関からの資金協力を実現するためには、本編第 3 章で指摘した”段階整備シナリオ実現のために必要な条件“をインド政府がクリアする必要がある。鉄道省の本事業対象区間の DFC 建設工事の早期着工、早期完成を求める強い意思表示を斟酌し、ここでは国際金融機関の案件審査に耐えられるレベルまで計画熟度を高めるリード期間として 2 年を想定し、全体として約 8 年の工期を仮定した（図 14-3 参照）。しかしながら、この期間内に上述の問題を解決するためにはインド側の最大限の努力が不可欠であることが十分認識される必要がある。以下に” 必要条件 “を再述する。

##### 【第 1 期-B 事業実現のための必要条件】

- 1) 本事業対象区間にも 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、土地収用費、建設費も多額になるとおもわれる。したがって 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。
- 2) 土地収用と土木工事をインド政府資金で実施するにあつては、早急にそのためのインド側の資金の手当てを行うこと
- 3) 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的技術的妥当性を慎重に検討すること。
- 4) 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届けめるよう停車場計画の見直しを行うこと。
- 5) 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、既存線並行案との比較検討を早急に行うこと。またこのために必要な地形測量を早急に実施すること。

- 6) 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形成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。
- 7) 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。

#### 14.2.5 第 2 期整備区間スケジュール

第 2 期整備区間の延長は約 250 Km で第 1 期事業区間の 10%以下である。この区間は第 1 期整備区間に比べて鉄道貨物輸送における需給バランスが現在ほほど逼迫しておらず、線路容量に多少の余裕がある。また東西両回廊とも当該区間は全線に亘ってルートが変更される可能性があり、近い将来での工事着工はできない状況にある。本項ではルート確定に要するリードタイムを 2 年と想定し実施スケジュールを策定した。

東回廊の Mugal Sarai – Sonnagar 間の DFC は、Mugal Sarai の大規模 Junction Station のレイアウトが確定しないとルートが確定できない。この区間は Mugal Sarai Junction Station のほかには大きな問題は存在しない。

西回廊の Rewari – Dadri 間には地形的ギャップがあり、4 k m のトンネルが必要とされる。

本調査でも地形的ギャップを避けた迂回路案の概略検討を行ったが、都市化が進行している地域であり、土地収用が難しく適切な迂回路案を特定することができなかった。トンネル案も農耕地の地下水低下といった環境上の問題を抱えており、この区間のルートの検討および構造物の検討は技術的にも計画的にも非常に慎重な検討と判断を要する。

本項ではこうした技術的追加検討に要する時間を 2 年間とした（図 14-3 参照）が、地元との協議も必要になると思われ、必要な技術調査（測量、地質調査、環境調査）を早急に実施する必要がある。このことも踏まえて第 2 期整備事業の実現に必要な条件をまとめると以下ようになる。

##### 【第 2 期事業実現のための必要条件】

- 1) Rewari-Dadri 間のトンネル区間については迂回路案も含めてるルートを再検討を早急に行うこと。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
- 2) 上記トンネル建設は、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。
- 3) 東回廊の Mugal Sarai – Sonnagar 間の一方の起点となる Mugal Sarai JS 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 Mugal Sarai JS 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

- 4) 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。

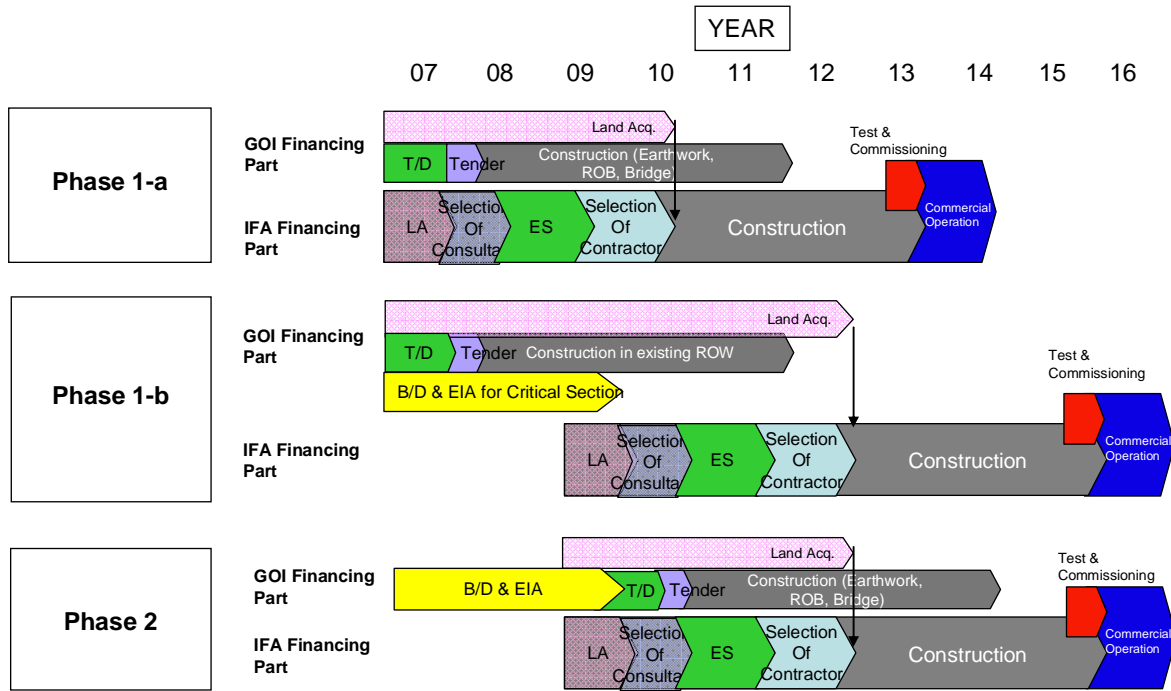


図 14-3 DFC 全体事業の実施スケジュール

### 14.3 事業実施体制

#### 14.3.1 事業承認プロセス

インド国鉄道省の Rs.100Crore (約 30 億円) 以上の鉄道建設計画は、国家計画委員会 (Planning Commission of India) により審査された Detail Project Report (DPR)を Railway Board 総裁を議長とする拡大委員会 (Expanded Board) の審査を経て経済閣僚会議 (Cabinet Committee on Economic Affairs-CCEA)の承認を受けることが規則化されている。

MOR との協議の結果、本事業はすでに閣議承認取得済みであり、今後政府承認を必要とする事項は本事業の実施資金計画に対する承認のみであることを確認した。インド国政府はわが国にのみに対して事業資金の協力 (円借款) 要請を行っており、今後の円借款協議の結果を踏まえて全体の事業資金計画を策定し、必要な政府内手続きを行うとしている。

図 14-4 は円借款により実施する場合の一般的なフローを示すものである。

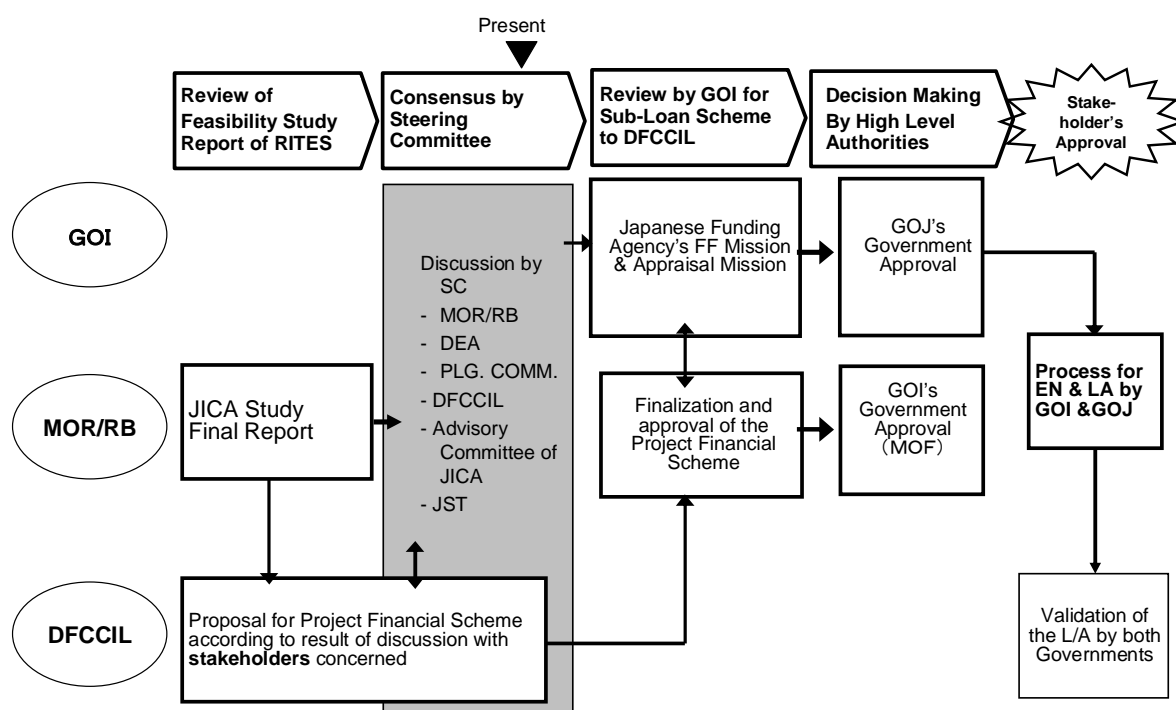


図 14-4 Project Appraisal Process for DFC Project

#### 14.3.2 事業実施機関

本事業は以下の 2 つの機関が事業実施機関となる。

- i) DFCCIL : DFC のインフラ会社として、鉄道インフラ設備の建設、供用後の DFC 上の列車の運行管理 (Train Operation Control) および鉄道インフラの維持管理を担当する。なお本レポートでは第 1 期-A 事業に必要な新 ICD の建設も DFCCIL のタスクとして提案している。
- ii) MOR : DFC 事業に対しては鉄道オペレーターとして車両 (機関車および貨車) の調達、供用後の列車運転 (Train Operation) および車両の維持管理を担当する。

DFCCIL は 2006 年 11 月にインド商法上の会社登記が終了し正式に発足した。発足当時は Borad Member 3 名および Commencement Group 7 名での船出であったが、その後取締役を公募するなど拡充を行っている。現在の状況は以下の通りである。

1) Board Member

Chairman of Board : Chairman of Railway Board (MOR)が兼任  
Borad Member : Member of Infrastructure (R.n Verna)  
Member of Finance (R. Ashok)  
Member of Civil Engineering (R. Chopra)

2) 役員 (Directors)

以下のポストについて公募を行い現在人選中であり、2007 年 8 月末時点でほとんどのポストについて内定している状況である。

Managing Director  
Director of Finance  
Director of Operation and Business Development  
Director of Infrastructure  
Director of Project Planning

3) 職員 (Staff)

すでに人選が終了し、業務を遂行している状況である。

- Officer on Special Duty : Mr. B.B. Sharan ,  
- General Manager of Signal and Telecom. : Mr. Rahul Aggarwal  
- General Manager of Operation : Mr. Manoj Akhaur  
- General Manager of Electric : Mr. Vinod Yadav  
- General Manager of Civil : Mr. S.K. Raina / Mr. Rakesh Goyal  
- General Manager of Business Development : Mr. Neeraj Kumar  
- General Manager of Finance : Mr. A.K. Lal

4) 地方組織

2007 年 9 月はじめに以下の地域 General Manager が各地に配置された。

**【Western DFC】**

- General Manager of DFCCIL Mumbai : Mr. D.S. Rana  
- General Manager of DFCCIL Vadodara : Mr. Subhash. Gupta  
- General Manager of DFCCIL Ahmedabad : Mr. Asutoosh Rankawat  
- General Manager of DFCCIL Jaipur : Mr. Vinod Khara

**【Eastern DFC】**

- General Manager of DFCCIL Allahabad : Mr. Ashok Kumar

- General Manager of DFCCIL Kanpur : Mr. C. P. Gupta
- General Manager of DFCCIL Ludhiana : Mr. P. K. Goyal

5) 今後の予定

DFCCIL は今後事業の進展にあわせて組織を拡大していく予定である。

環境社会配慮に関して、調査団から DFCCIL 内に環境社会配慮 Section を創設することを提案し、MOR/DFCCIL も基本的にこれを了解しており、今後環境社会配慮の責任者がアサインされることになっている。

14.3.3 事業実施管理体制

鉄道省はこれまで円借款を利用した鉄道建設事業を実施した経験を有していない。また、鉄道省 SPV である DFCCIL の職員も円借款による事業実施の経験はない。したがって、実施主体としての DFCCIL が、円借ガイドラインに従って建設工事を予定通り完工するためには、設計・入札業務支援・施工監理に精通した国際コンサルタントは欠かせない。図 14-5 及び図 14-6 は DFCCIL の事業実施体勢を示すものである。

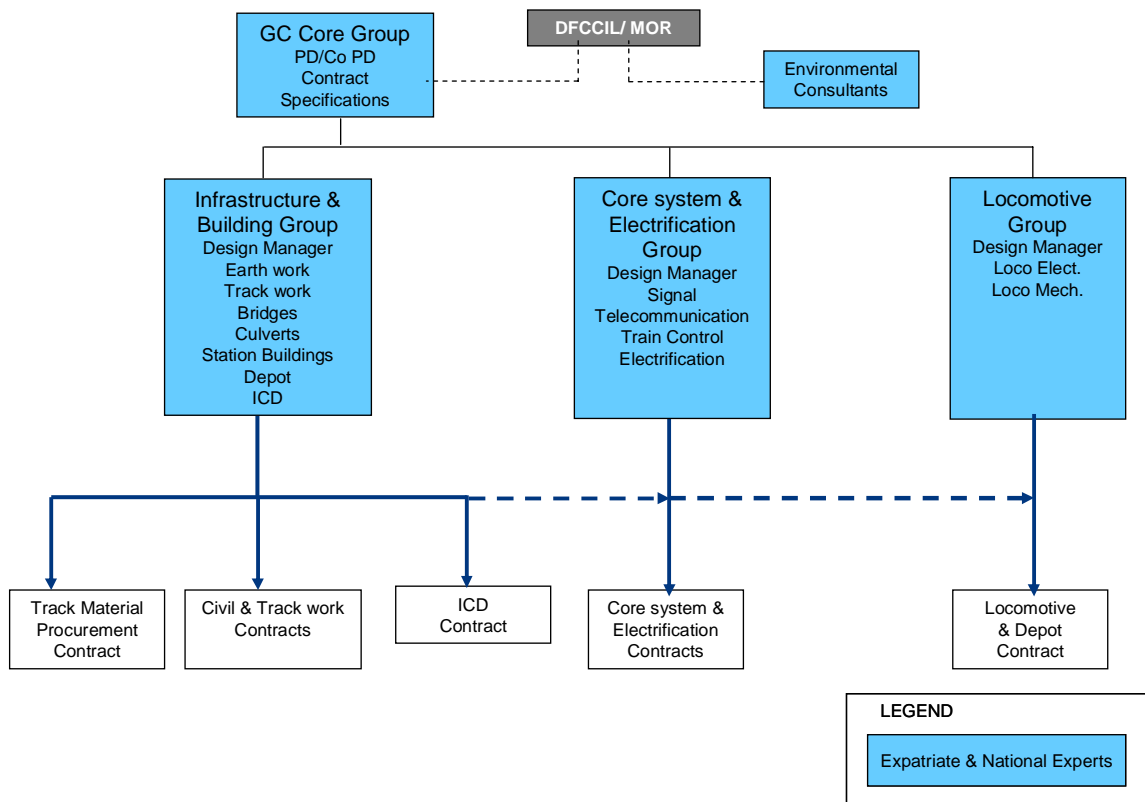


図 14-5 設計・入札業務実施体勢

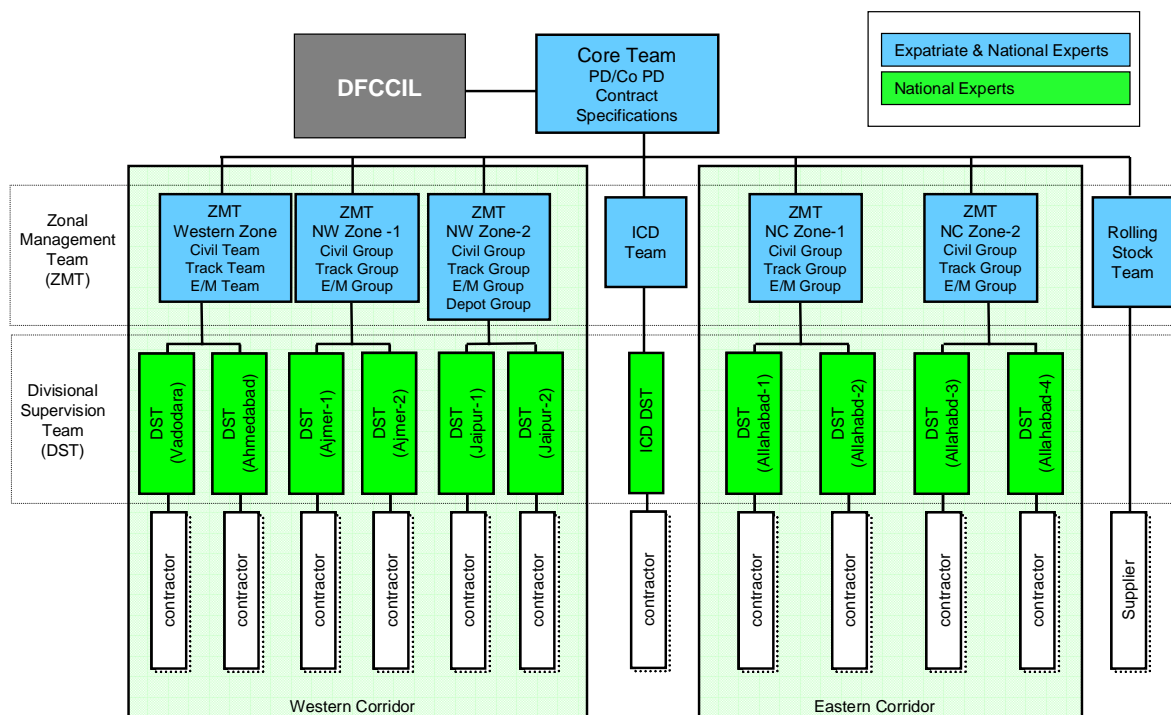


図 14-6 施工監理体制

施工監理は3層体勢で実施し、第一層の Core Group は DFCCIL 本社所在地に本拠を置き、常に施主と密な意思疎通を図ると同時に全体工程及びプロジェクトコストの管理を行う。

第二層の Zonal Management Team (ZMT)は DFC の通過する IR の各 Zonal Railway の本社と意思疎通を行い、各 Zonal Railway 管内の DFC 区間についてプロジェクトマネジメントを実施するとともに、管内の工事進捗状況を Core Team に報告する。ZMT までは General Consultant の一部とし、International Experts も配置する。

第三層の Divisional Supervision Team (DST)は Zonal Railway の下で既存鉄道施設の日々の維持管理を行っている Divisional Office と連携し、DFC の建設工事すべてについての日常の施工監理を行う。DST は各々の現場に拠点を置き、ZMT の指揮により日々施工監理業務を遂行するとともに、管理記録を ZMT に報告する。

DST は General Consultant が雇用される以前の DFC 建設事業の当初から組織されている必要がある。このため DST は DFCCIL が組織するものと想定した。

土工・構造物・駅施設建設を管理する CPM & Experts Group 及び Resident Engineer (現場管理) チームは必要に応じ複数の管理事務所を設営することになる。

#### 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

以下を前提条件として、第 1 期-A 事業の契約パッケージ分けと工区分けについて考察する。

- i) 事業全体のマネジメントを行う General Consultant が配置される
- ii) インド政府自己資金と円借款およびその他国際金融機関からの融資により工事およ

び車両調達を実施される。

iii) 円借事業部分は STEP が適用され、プライム・コントラクターは日本企業に限定される。

iv) インフラ建設・維持管理の実施機関は DFCCIL、車両調達・維持管理の実施機関は MOR とする。

契約パッケージは以下の要因を考慮し、全体を分割した。

1. 実施機関が異なる構成要素は同じパッケージにしない。 : - インフラ建設要素は DGFCIL 契約事業とし、機関車調達と機関車デポ建設は MOR の契約事業として区分する
2. 建設時期が異なる構成要素については、クリティカルとなる構成要素を独立パッケージとして先行させる。 : - 全体工程の最初に位置する土木/軌道建設と、後半に位置する電気・信号・通信工事とを分離する
3. 相互に密接に関連する構成要素はひとつのパッケージとする : - 電気・信号・通信工事をひとつのパッケージとする
4. ひとつのパッケージとすることで効率的な施工が可能となる構成要素はひとつのパッケージとする : - 軌道工事は軌道敷設工事に先立って材料調達を開始する必要がある、土木工事と同じパッケージとして材料調達を先行させる。
5. 1 パッケージの規模は効率的なプロジェクトマネジメントができる範囲でできるだけ小さくする。  
(それでも通常の事業に比べると巨額の契約金額となる) : - インフラ建設については東西両回廊それぞれ別のパッケージとする。  
- 信号・通信は 1 回廊については統一したシステムが導入される必要がある、1 回廊については 1 つのパッケージとする。
6. プライムコントラクターが日本企業に限定されることを考慮すると分離が困難な構成要素は他の構成要素に組み入れる : - 電化工事は信号・通信工事に組み入れる  
- 機関車デポ建設は機関車調達パッケージに組み入れる
7. 土木・軌道工事については Zonal Railway レベルで主契約を分割し、契約パッケージとする。この場合 1 契約ごとの距離は長くなり、施工単位はもっと細分化されるが、主契約者の下にサブコンを配置させ、サブコンレベルで各工区の工事主体を分割する : - 西回廊については North Western Railway 管内 (Rewari-Palanpur 間) で 2 パッケージ、Western Railway 管内 (Palanpur-Vadodara) で 1 パッケージとする  
- 東回廊は第 1 期-A 事業 (Mugal Sarai-Khurja 間) はすべて North Central Railway の管内に含まれ、2 分割して 2 パッケージを想定する

上記要因を考慮すると表 14-5 の契約パッケージの分割が提案される。

表 14-5 DFC 第 1 期-A 事業で想定される契約パッケージ

No	Item	Name of Package	Asuumed Contract Amount <sup>*)</sup> (mili. Rs.)
<b>【DFC 西回廊】</b>			
A.	土木・軌道工事		
	Rewari-Madar (Ajmer) / 290km	Package W-A2a	16,402
	Madar (Ajmer) – Palanpur / 368km	Package W-A2b	23,566
	Palanpur- Vododara / 260km	Package W-A-3 & W-B-1	20,188
B.	電気・信号・通信・機械システム	Package-W-B	25,805
C.	O/M 機器	Package-W-C	2,041
D.	インランドコンテナデポ(ICD)建設	Pacage-W-D	3,000
<b>【DFC 東回廊】</b>			
A.	土木・軌道工事		
	Khurja-Kanpur / 388 km	Package E-A2	21,937
	Kanpur-Mugal Sarai / 322km	Package E-A1	17,628
B.	電気・信号・通信・機械システム	Package-E-B	20,197
C.	O/M 機器	Package-E-C	1,495
<b>【DFC 共通】</b>			
	機関車調達および機関車デポ建設	Package F	78,335

\*) Amount excluding price escalation and contingency、インド側建設工事費は含まない

2 年以内に盛土工事を完了させるためには 20km あたりに一施工部隊を配置させる必要があり、施工工区としてはこれが最小単位になる。従い土木・軌道工事のひとつの契約パッケージの中で 12-18 区間に分割された施工工区が存在することになる。各施工工区についてはプライムコントラクターの管理下にサブコントラクターを配置することとする。プライムコントラクターの入札段階において各は、施工工区に配置するサブコントラクターの配置計画を提出させるとともに、サブコントラクターの経験・能力も技術評価の対象にして入札評価を行う。

## 第 15 章 プロジェクトの総合評価

---



## 第15章 プロジェクトの総合評価

本章においてはこれまでの調査検討を総括し、技術面、環境面、事業実施組織面、経済・財務面、プロジェクトスコープおよび事業実施計画の妥当性を検討し、総合的なプロジェクトの評価を行う。

### (1) 技術的妥当性の評価

本調査のタスク 2 においては、区間別に技術的妥当性を考慮して段階整備シナリオを設定した。提案された第 1 期-A 整備事業範囲および適用する技術については技術的に妥当であると評価された。

PETS-II で提案されている技術の中で以下の技術要素については技術的妥当性に問題があると判断された

#### 1) 西回廊のフラット DSC システム:

PETS-II では西回廊に対してはフラット DSC システムの導入が提案されている。しかしながらフラット DSC システムは安定性が実証されておらず、技術的妥当性に問題があると判断された。このため本調査では実証済みシステムであるウェル DSC システムを提案している。

#### 2) 都市部の架替 ROB

第 1 期-B 整備事業および第 2 期整備事業に含まれる架替えを要する都市内の既存 ROB は、架替え工事が極めて困難でありかつ周辺社会への負の影響が多大になると予想されるものがいくつかある。これらの ROB については個別に技術的妥当性について慎重に検討する必要がある。

### (2) 環境社会配慮面の妥当性評価

段階整備シナリオを設定にあたっては環境社会配慮の要素も考慮している。第 1 期-A 整備事業範囲については調査団の策定した路線、停車場、橋梁のガイドラインデザインにしたがってインド側の FLS が完了し、環境管理計画・環境モニタリング計画・住民移転計画のフレームワーク等の提言が実施されれば、自然環境および社会環境に対する深刻な影響は回避できると判断された。しかしながらこの判断に当たっては DFCCIL/MOR が土地収用および住民移転に対して情報公開や住民説明会による十分な合意形成努力をつくすとともに、土地収用・住民移転に対して十分な補償を行うことが前提である。

一方、第 1 期-B 整備事業および第 2 期整備事業範囲には、大規模な住民移転、都市部の架替え ROB やトンネル建設等、現計画では周辺社会に深刻な社会的影響を与える危険要素があり、今後さらに慎重な調査と検討を要すると判断された。

一方本事業実現により道路交通からのモーダルシフトが図られ、エネルギー消費量の削減、地球温暖化ガスの排出量の削減という環境改善効果がきわめて大きいことが確認された。

### (3) 事業主体の組織面の妥当性評価

本プロジェクトの事業主体は MOR 100% 出資で昨年 11 月に設立された DFCCIL という国営企業 (PSU) であり、この会社が DFC のインフラ部分の建設・維持管理を担当する。

DFCCIL はまだ設立されたばかりであり、今後組織が拡充されていくものと判断される。DFCCIL 設立当初に DFCCIL に付与されたタスクは単にインフラ部分の建設と維持管理だけであった。しかしながら最近になって MOR は DFCCIL の業務範囲をより拡大する方針に転換し、DFCCIL 内にもマーケティングを意識した部署を設置している。また IR の旧来からのシステムとはハード的にもソフト的にも異なる新しいシステムを DFC に適用し、それによる DFC プロジェクトの成功をもって、IR の合理化改革の引き金にしようという意思が複数の関係者から聴取されている。組織・制度面の整備はこれからであり、現段階でその妥当性については評価できないが、このようなインド側の革新的な意思が高まっていけば十分な整備が可能と期待される。

#### (4) 経済・財務面の妥当性評価

本プロジェクト全体に対する経済・財務分析の結果、経済的には東西両回廊とも十分な数字をもって妥当性が検証された。財務的妥当性については、東回廊は問題なく検証されたが、西回廊は財務的内部収益率が 9%程度とどまるため、財務的妥当性を確保するためには低利子の資金を調達する必要があることが結論された。

優先整備区間である第 1 期-A 整備事業のみに対する経済・財務分析も行ったが、得られた内部収益率の数字はプロジェクト全体に対する数字を若干下回るものの、ほぼ同等の数字がえられた。これは第 1 期-A 整備事業が単独でも十分な事業効果を発揮することを立証するものであり、第 1 期-A 整備事業以外の区間の整備事業が何らかの原因で遅延、中断した場合にも事業として十分成立することを意味する。

本調査では 2 次的な経済波及効果の評価も行ったが、生産波及効果、粗付加価値波及効果、税収増加効果、世帯収入増加効果などの面で大きな効果があることが判明し、国家経済的には、直接経済効果に加えて大きな経済波及効果を生み出す事業であることが確認された。

#### (5) プロジェクトスコープの定義の妥当性評価

本調査では本プロジェクトの本体部分の定義として、DFC の鉄道インフラ設備の建設とそれに伴い必要となる既存 ROB の架替工事のほかに、DFCCIL の事業として「新 ICD の建設」、また IR の事業として DFC を運行する「電気機関車の調達と機関車デポの建設」がプロジェクトスコープに含まれている。このプロジェクトスコープの定義は、「当該事業本体が事業として成立するために必要な要素であり、かつ公共性が高く、当該事業による専用性が高い要素」を含めたプロジェクトスコープとなっており、円借供与を前提とした場合妥当な定義と判断する。PETS-II では DFC が通過するすべての既存踏切を ROB 化する事業が含まれているが、この事業は技術的妥当性、経済的妥当性および社会環境影響面の妥当性が正当化できないことに加え、DFC による専用性の点でも本プロジェクトに含めることは正当化できなかった。このため本調査では既存踏切の ROB 化事業は、本プロジェクトのスコープの対象外とし、独立した事業として MOR が計画的に実施することを提案している。同様に TKD-Asaoti 間の DFC 建設についてもプロジェクトスコープから除外した。なお上記本体部分のスコープのほか、用地取得・移転保障、コンサルタントサービスが事業スコープに含まれている。

## (6) 事業実施計画の妥当性評価

第1期-A整備事業について調査団は2008-09年工事開始、工期約6年を提案している。

この計画には円借款の資金協力を仮定しているが、クリティカルな土木工事と軌道材料の調達の一部をインド政府資金で先行して実施することを前提にした計画である。本案はインド側による土地収用がタイムリーに終了すれば工程的には可能な計画である。第1期-B整備事業は前項の技術的課題解決のリードタイムを考慮し工期8年とし、第2期整備事業もトンネル区間の追加検討等の問題のための2年間のリードタイムを想定している。

本事業実施工程によると本プロジェクト全体が完成には8年かかることになり、インド政府が方針としている5年工期を上回る。事業実施工程を遵守するのは簡単ではない。本事業全体ではこの想定通り事業が進捗するかは土地収用や技術的問題を解決していくインド側の努力如何にかかっているといえる。

第 16 章 結論と提言

---

## 第16章 結論と提言

本事業は経済面、財務面も含めて総合的に投資価値の高い事業と結論される。第 1 期-A 整備事業については技術的にも環境社会配慮面からも妥当と判断され、需給面からの必然性も高く早急な事業実施が強く推奨される。

第 1 期-B 事業については需給面からの必然性は高いが、工事開始に先立って解決しなければならない技術面・環境面の問題を有する区間が存在するため、この問題を解決するためのリードタイムが必要であり、インド政府の最大限の問題解決努力が不可欠である。

第 2 期事業については事業実施までには需給面で一定の余裕があるが、トンネル区間の存在など技術面、環境面で十分な調査と検討を必要とする問題があり、第 1 期-B 事業と同じくインド側の問題解決努力が求められる。

本事業全体の中には、社会環境に大きな影響がある区間が存在することが判明した。またステークホルダー協議においては、本事業計画に対する地元住民からの反対意見表明が少なからず挙がっている。したがって DFCCIL および MOR は、地元住民を含めたステークホルダーからの事業実施に対する合意を得られるよう最大限の努力と配慮をする必要がある点も、本調査の結論および提言として強調されなければならない。

貨物新線建設事業そのものは貨物輸送システム全体の中の一部の役割を担うに過ぎない。本調査において、事業投資が有効に活用され、期待される事業効果を発現させる為には関連するインターモーダル施設やシステムの整備が必要であることが確認され、その整備のためには MOR/DFCCIL が主体となって関係機関への働きかけが求められるとの結論に達した。

インド側はプロジェクト実現のために以下のアクションをタイムリーに実施する必要がある。

- 1) 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、本調査の検討結果を踏まえて鉄道省としての意思決定を早急に行うこと。
- 2) 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は、今後早期に必要な検討を加え、政府承認を終えること。
- 3) 事業全体を実現し成功させるためには有利な条件の資金調達が必要である。インド政府は第 1 期-A 整備事業を含めて早急に円借款以外の国際金融機関からの資金協力の必要性について具体的検討を行うとともに、これか関係機関との協議を開始すること。
- 4) 土地収用や工期短縮のためにインド側が先行して実施する工事に必要な資金をカバーするために、早急に十分なインド政府自己資金を確保すること。
- 5) 第 1 期-A 事業範囲の施設設計については予定通り実施設計を 2007 年 12 月までに完了させること。

- 6) 本事業全体の大きな障害となっている既存 **ROB** の架替えについては個々の **ROB** について道路行政側との協議と調整が必要であるので早急に技術調査と概略設計を行い道路側との設計協議を開始すること。
- 7) ステークホルダー会議において、過去のプロジェクトで適切な補償や支援がなされなかった経験などを理由に本事業に反対する意見が出ていることに鑑み、今後も **MOR/DFCCIL** が主体となって住民説明会を実施し沿線住民の合意形成が得られるよう継続努力を行うこと。
- 8) **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、調査団の提案を踏まえて至急方針決定すること。
- 9) 用地取得・住民移転に際して、以下の実施が必要である。
  - ・ **FLS** に基づき、被影響住民の土地・資産に関する市場価格調査を実施すること。
  - ・ 本事業の補償政策は、同調査に基づいて策定すること。
  - ・ **Right of Way (ROW)** 内に居住するスクワッターについても協議の対象に含め、立ち退きにより貧困化することのないよう十分配慮する計画を策定すること。
  - ・ 実施の際に **DFCCIL** が内部モニタリングのために **International Consultant** を採用する他に、ドナー側から外部モニタリングの **Consultant** を別途参加させること。
- 10) インターモーダル輸送改善のためのアクションは **DFC** とは関係なく現状において必要な方策である。本調査で提案されているタスクフォース設立に向けて **MOR/DFCCIL** が主体となった具体的なアクションを早急に起こすこと。