

第8章 インターモーダル貨物輸送の課題

8.1 はじめに

インド政府は黄金の四角形における高速道路ネットワークなど、道路整備に巨額の投資をしてきている。また、同時に黄金の四角形の一部をなすデリー～ムンバイ（東回廊）、デリー～コルカタ（西回廊）に、貨物専用鉄道を建設する計画を推進している。

しかし、このようなインフラ整備だけでは効率的な貨物輸送サービスを提供することは出来ない。貨物輸送システムは、様々の需要とサービスを提供する場所および輸送網などの複雑な組み合わせにより構築されている。これら諸条件の組み合わせが、いわゆる輸送ビジネスの環境、すなわち、輸送コスト、輸送能力、輸送効率、スピードなどを特徴づける。また、貨物輸送システムは、ネットワークの輸送能力等で決まる供給量と購買力や経済活動によって決まる需要量との関係でも特徴づけられる。

国際貨物輸送は、国際間、州間、国境地区間など様々なスケールで行なわれているが、これらはすべてcontrol（管理）、competition（競争）、cooperation（協力）といった越境条件に左右される。また、経済のグローバリゼーションによって、国際貨物輸送の需要は急激に伸びているが、これはかつて分割されていた経済活動が統合されることによって生じた結果である。今後、生産、輸送、消費の統合が進めば、ますます効率的でかつ近代的なロジスティクスの構築が望まれるようになってくる。

貨物輸送は持続可能な経済のためには不可欠のものであり、それによって相当の財務および経済的な便益を生み出すと考えられる。したがって、そのような便益を最大化し、あるいは逆に障害を最小化するために、適切な運輸政策を構築する必要がある。この運輸政策の一部として、交通インフラを適切な場所に配置、設計、建設する必要がある。往々にして計画と政策は一致するものではないが、これら2つが互いに連携しあい、同じ方向（ビジョン）のもとで実行されることが望ましい。

インドのような高度経済成長にある国では、上述したような課題が鮮明になってくる。一般的に運輸政策は、同定された課題に対するアクションとして策定され、これがそのまま計画に反映される場合が多い。整合性のある運輸交通政策を立案するには、政策立案者が考える以上に複雑な事柄がある場合が一般的である。つまり、往々にして重要な

問題が見落とされる場合があるが、本DFCについても同様の傾向がみてとれる。つまり、本体の実行可能性ばかりに重点がおかれ、本投資を確かなものとするための他のニーズに対する配慮が欠如している。例えば、DFCの効率性はそれに連絡するフィーダーシステムや道路との連絡を可能とする港やICDといった結節機能に大きく依存していることを忘れがちである。

以上のような認識のもと、本章では特にサービスレベルに着目しながらインドにおける貨物輸送の現状をとりまとめ、ICD、港湾、鉄道、道路といった複合的な貨物輸送システム全体の抱える課題を整理する。

8.2 ICDにおける課題

コンテナ貨物輸送サービスにおいて、CONCORが最も重視するのはマハラシュトラ州ナバシバ港とデリー周辺のICDを結ぶ西回廊である。この西回廊でいかに迅速で定時性のあるサービスが提供できるかが喫緊のインターモーダル貨物輸送開発の課題となる。現在の鉄道貨物輸送サービスは、貨物専用線がないこと、計画輸送ができないこと等の要因からダイヤ化された貨物鉄道運行スケジュールが組まれてはいないものの、鉄道に乗せれば、基本的に予定所要時間内で到着するというレベルの定時性のあるサービスが提供されている。また、インターネットを通して、コンテナ番号から貨物トレースができるサービスも提供されており、「いつ発車（到着）するかわからない」「輸送中の貨物のトレースができない」という多くの他の発展途上国にみられる問題は少なく、かなり先進的である。

調査団が荷主である民間企業を対象にヒアリングした限りにおいては、所要時間が大幅に変動するといったクレームを聞くことはなく、概ね予定のスケジュールで運行されているものと判断できる（表8.1参照）。

表 8.1 J.N.P.T.から北部地域ICD間の概要

ICD 名	距離	頻度	所要時間
TKD	1400 km	毎日 (複数本)	42 時間
Ludhiana	1500 km	毎日	56 時間
Jaipur	1400 km	週 3 本	72 時間
Jodhpur	900 km	週 3 本	72 時間
Moradabad	1100 km	週 3 本	60 時間
Dadri	1400 km	毎日	42 時間

出典: prepared using CONCOR website and MOL materials

表8.1に示すように、デリー周辺のICDに対しては、TKD～ナバシバ港、Dadri～ナバシバでは毎日、Pipavav港には週1便の列車運行が提供されている。

このように、現時点ではいったん鉄道に載せられたコンテナ貨物がICDに到着するまでの時間に関しては問題がないと言ってよい。しかし、今後のコンテナ貨物量増加に伴い、線路容量不足の問題およびデリー周辺でのICD不足が予見される（7章参照のこと）。

8.3 港湾における課題

インドにおいてコンテナ貨物輸送を支えている港湾はマハラシュトラ州のJNPT港である。JNPT港はインド全体のコンテナ貨物取扱量の6割近くを占める基幹港湾である。今後の経済発展により、インドの海上コンテナの取扱量は今後、さらに増えるものとされ、同港で700万TEUまで扱うことのできる拡張整備が進められている。

2004年の統計によればJNPT港の取扱い貨物量は総計270万TEUであり、これは世界の32位の取扱量である。2005年は300万TEUを超し、世界の30位以内に入ることが確実となっている。同港はインド全体のゲートウェイ港であり、ヒアリングによると「その3割がローカル貨物として、ムンバイ周辺に自動車輸送で引き取られるもの」、「残りの7割が内陸向けであり、内陸向けの4割程度が鉄道輸送分」である。

それに対して、東側の港湾からの内陸向けのコンテナ貨物輸送は活発でなく、現在、コルカタからデリーへのコンテナ輸送はスポットベースで、定期運行はされていない。

JNPT港は2006年に入り3つめのバースが一部稼働を開始したもの、既存の2バースですでに270万TEUを扱っており、能力的には容量超過状態にある。その結果、船舶の沖待ちなどによる貨物の滞留が避けられない状況にある。JNPT港の荷役能力は、例えば時間当たりのクレーン荷役量をみても25個／時間程度とのことであり、他のアジア諸国に比較しても決して低いものではない。しかし、激増する貨物量への対応は難しく、2005年は近隣のムンバイ港にコンテナを一時退避させなければならない事態も発生した。

図8.1に示す通り、2002年から2004年のインド主要港湾の船混み状況をみると、ナバシバ港の混雑状況がきわだっている。各港湾の「平均沖待ち日数」をみるとカンドラ港とナバシバ港が10日以上を要しており、港湾での待船時間がきわめて長いことが分かる。

一方、「平均荷役時間（船がバースに到着してから貨物の荷卸が完了するまで）」は短く、他のインド諸港の平均荷役時間よりもきわだって短い。つまり、ナバシバ港では、コンテナを取扱うバースの不足により、船舶が沖待ちしているものの、接岸すれば他の諸国と遜色ない荷役レベルで、迅速なサービスが提供されることを示している。

表 8.2 港湾での滞留実態

港湾名	平均沖待ち時間(日)			平均貨物積下し時間(日)		
	2002-2003	2003-2004	2003-2004	2002-2003	2003-2004	2003-2004
Kolkata (Kolkata)	0.07	0.07	0	4.47	4.29	2.69
Kolkata (Halida)	3.51	3.36	6.05	3.02	2.87	3.02
Mumbai	3.60	3.60	5.73	5.06	4.1	4.37
J.N.P.T.	11.45	9.36	10.56	2.28	2.04	2.32
Chennai	1.30	0.90	0.90	3.70	4.60	3.90
Kandla	16.8	10.8	15.6	5.94	5.06	4.65

出典: Ministry of Shipping

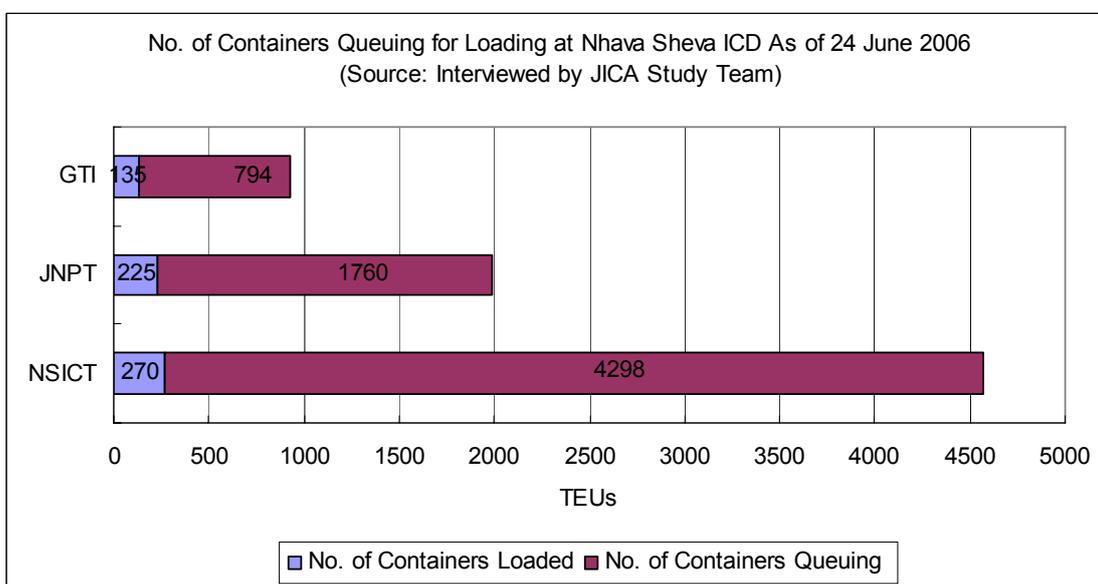


図 8.1 J.N.P.T.のコンテナ・ターミナルでのコンテナ取扱量

しかしながら、沖待ちは輸送全体のリードタイムを長くし、スケジュール化された貨物運搬の阻害要因となる。鉄道輸送の信頼性を損なう要因として、ナバシバ港の荷役・保管能力の問題があると指摘できる。

8.4 コンテナヤード (CY) での課題

ナバシバ港は、荷役・保管能力に比較して貨物が多いために、貨物のヤードでの滞留を許すと港がコンテナで溢れかえってしまう。鉄道輸送からみると、JNPTのコンテナ貨物はムンバイ周辺に輸送されるものも多く、これらがオーバーフローするとその他向けの鉄道輸送への積み込み遅れといった障害にもなりかねない。そこで、まず、マハラシュトラ州周辺の貨物の港湾内作業が鉄道輸送への影響があるのかをまず確認し、次に鉄道貨物の港湾作業の状況を把握する。

(1) マハラシュトラ州周辺のコンテナ貨物

マハラシュトラ州周辺のコンテナ貨物は、港湾でなるべく滞留しないような作業方式を採用している。港で陸上げされたコンテナは、「船会社ごとのコンテナ置き場で仮置き」⇒「港湾外のオフドックCYに搬入」⇒「通関作業に入る」というパターンでハンドリングされており、オフドックCYに先に搬入し、通関手続きを港湾の外で行うことで、貨物の港湾内滞留を避ける方式を採っている。

また料金面からも、港湾内でのコンテナでの無料保管期間を3日間（日本では1週間が通常）ときわめて短く設定し、コンテナを滞留させない方策を後押ししている。そのため、コスト面からも荷揚げ後、3日以内に上記のオフドック施設にコンテナが移動される。

オフドックCYは、船会社だけでなく倉庫会社等も所有しており、大量のコンテナ（実入り・空コンテナ）が蔵置されている。これらの港湾外施設を利用し、コンテナの港湾内での保管を避ける仕組みをとることで、マハラシュトラ州周辺の貨物は比較的速やかに港湾から引取りが可能な状況となっている。

(2) 内陸貨物輸送

コンテナバースの背後に6本の鉄道引込み線があり、港湾内で保管されているコンテナを引込み線側に移動し、貨車に積載する方式を採っている。

各船会社には日々のヤード内でのコンテナ在庫量と、当日積み込み状況・翌日の積み込み予定が報告されるが、それによると現在滞留状況が著しい。2006年6月24日のデータを例にすると、

- 1日に運行する貨物列車は10本程度が最大とみている（これは線路容量の限界によるものと船会社では理解している）。1編成で90TEUが積載可能であるので、最大900TEUが輸送可能だとすると、表8.4では12日分のコンテナが滞留していることになる。
- 在庫（滞留）量は10,000TEUを超えている。
- 当日に発車予定のスケジュール（実績値）に加えて（この日は9本ナバシバ港を発車）、翌日のスケジュールも把握可能である。翌日以降のスケジュールは把握が困難である。
- 予定された列車数が運行されない（2006年6月24日の場合、16本が計画されているが、実際に運行したのは10本程度）

表 8.3 J.N.P.T.発の列車本数(ICD別)

	2006年6月24日の貨物列車			翌日の予定貨物列車		
	JNPT	NSCT	GTI	JNPT	NSCT	GTI
TKD	1			3	3	1
Ludhiana	1				1	1
Mulund	1				1	
Sabarmati	1				1	1
Baroda			1			
Ratlam		1				
Dadri		1	1		1	
Moradabad		1		1		
Nagpur				1		1
合計	4	3	2	5	7	4

出典: Materials provided by MOL (6/24/06)

表 8.4 目的地別の滞留コンテナ量

(単位: TEU、%)

	各バースで滞留しているコンテナ数				
	NSCT	JNPT	GTI	Total to Destination	Percentage
Agra	22	7	2	31	0%
Aurangabad	30	88	88	206	2%
Jodhpur	80	42	30	152	1%
Baroda	54	188	11	253	2%
Faidabad	218	8	7	233	2%
Chinchwad	12	38	0	50	0%
Kanpur	74	9	45	128	1%
Ludhiana	772	165	398	1,335	11%
Dadri	515	205	167	887	8%
GDH	1	0	0	1	0%
Jaipur	2	10	39	51	0%
Malanpur	1	0	1	2	0%
Moradabad	180	274	201	655	6%
MCT	1	0	6	7	0%
Nagpur	612	268	123	1,003	9%
Mulund	171	195	15	381	3%
Pithampur	32	10	8	50	0%
Rewari	12	0	0	12	0%
Sabarmati	252	191	125	568	5%
Hyderabad	178	103	103	384	3%
New Delhi (TKD)	3,281	1,615	364	5,260	45%
Total from Terminal	6,500	3,416	1,773	11,649	100%

出典: MOL (6/24/06 分)

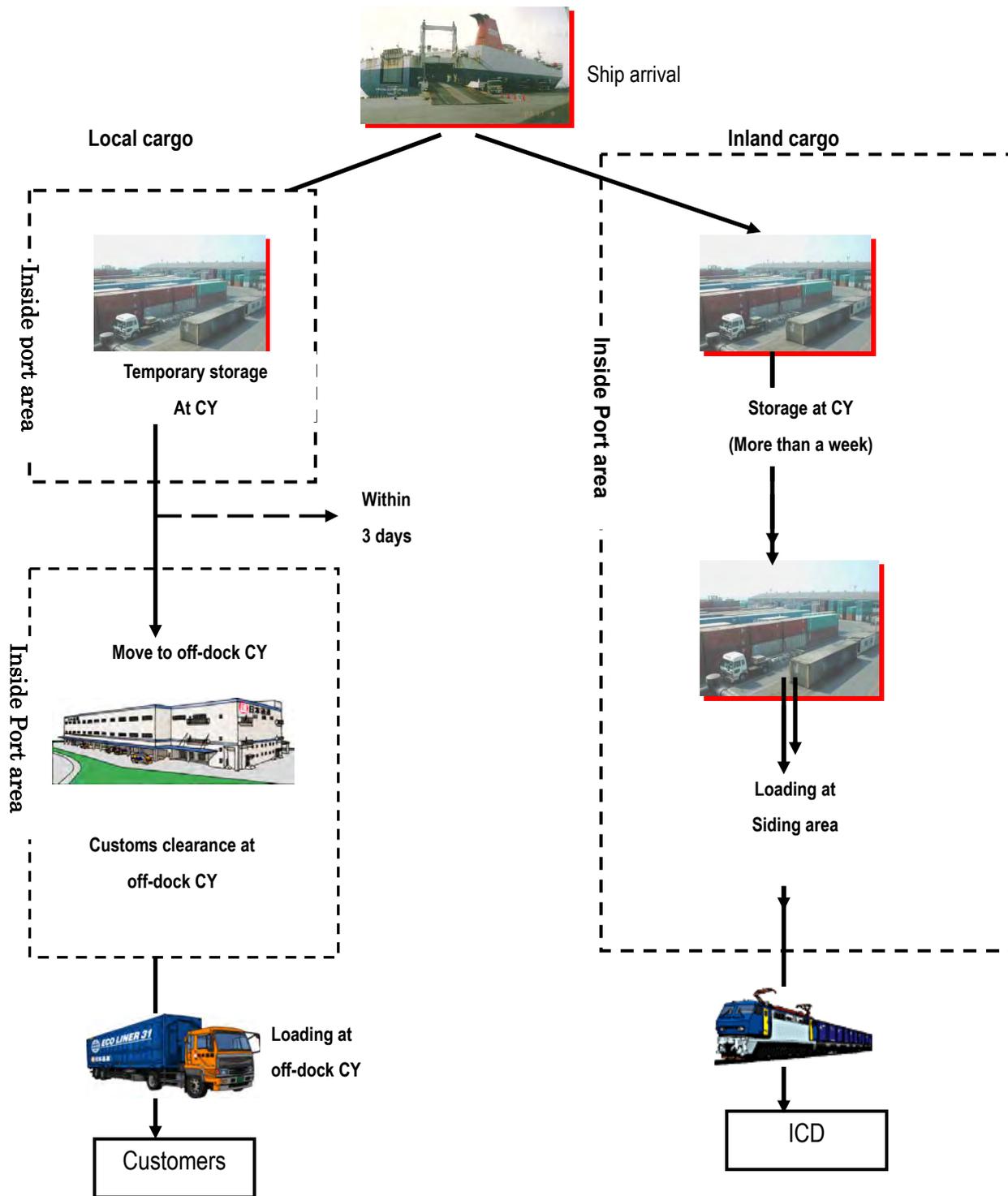


図 8.2 輸入コンテナの輸送手順

8.5 トラック輸送の課題

(1) 道路状況

鉄道によるインターモーダル貨物輸送は、常にトラックによるドアツードア輸送と競合関係にある。モータリゼーションの発展とともに鉄道シェアが低下していくことは世界各地で見られる現象でありインドもその例外ではない。ここでは競合関係にあるトラック輸送の課題を整理する。

インドの第10次5カ年計画（2002－2007年）によると、計画策定時における自動車の輸送シェアは旅客で87%、貨物は65%であり、貨物輸送において自動車の占める割合は高い。加えて、計画期間中に貨物輸送量は年率で7－10%増加すると見込んでおり、実際、幹線道路ネットワークの整備に巨額の予算あるいは国外からの資金が投入されている。

鉄道輸送と同様に道路整備においても「黄金の4角形」の整備が重視され、相互を結ぶ国道整備の重要性がきわめて高い。国道はインドの道路延長の2%を占めるに過ぎないが、輸送量の40%を担っている。

すでに「黄金の四角形」では、重点的に資金が投入され、2車線の国道が整備されつつある（表8.5参照）。デリー～ムンバイの西部回廊の整備はほぼ完了し、現在、4車線への拡幅など道路輸送容量の向上を図っている（表8.6参照）。一方、東回廊をみると、コルカタ～ビハール間で路面状況が悪いなど安定した道路輸送サービスが提供されていない。

表 8.5 インド高速道路開発概要

	開発道路		
	黄金の四角形	黄金の四角形内の 東西南北道路	港への フィーダーなど
整備延長 (km)	5,846	7,300	1,133
完成	4,480	675	263
建設中	1,366	857	2,678
累積支出額 (10 million rupees)	20,115	2,131	1,928

表 8.6 国道開発計画

区分	計画および進捗	
	計画	完成
2車線化(Km)	計画	832
	完成	719
4車線化(Km)	計画	2,944
	完成	2,386
2車線区間改良(Km)	計画	3,535
	完成	2,981
バイパス(カ所数)	計画	12
	完成	5
橋梁またはフライオーバー(カ所数)	計画	232
	完成	105

国道は、これらの整備の結果、時速100kmを超える走行が可能となることが計画されている。



JNPT 周辺国道



Delhi 周辺国道

図 8.3 国道の現況

道路整備は進展しているものの、すべての国道が計画通りに高速走行が可能というわけではなく、輸送業者のヒアリングの結果、次のような阻害要因が指摘された。

- 国道でも路面の凹凸があり、路面状況が悪い
- 車線規制や追越規制がない
- 牽引車や二輪車等の混合交通でスピードを落とさざるを得ない。

現在計画中の道路でも、走行レーンを明確にしておらず、道路の両側からの進入を妨げるような形態になっていないので、従来通りにさまざまなものが混在する可能性がある。



農業用トラクターが高速道路を利用



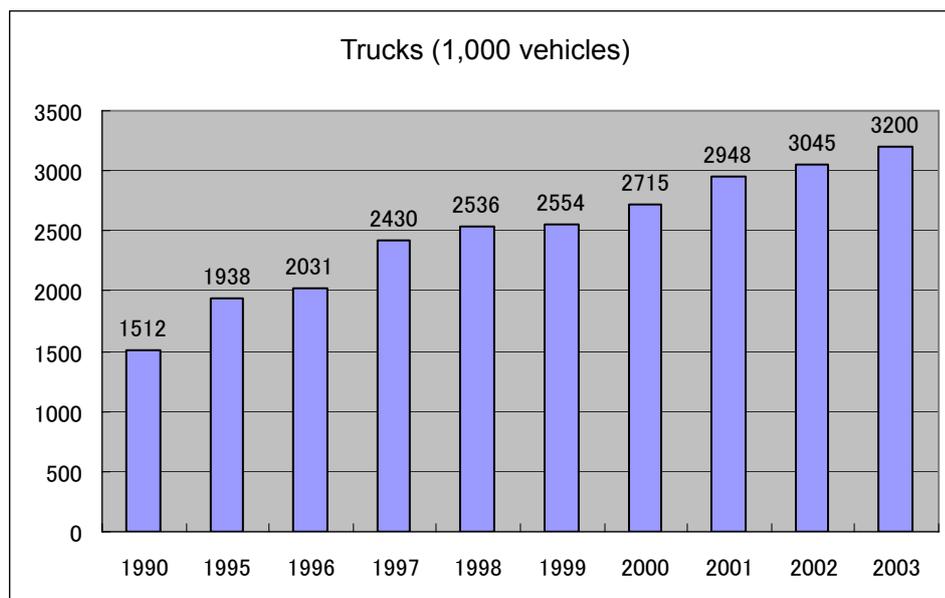
逆走するモーターバイク

図 8.4 国道輸送における障害例

(2) トラック輸送事業者

道路インフラとともに自動車輸送のサービスレベルを決定する要因は、サービスを提供する輸送業者のサービスの質である。

インドにおける自動車輸送業の場合、事業者の85%が個人業種に近い形態で運営されている。大手自動車輸送業も存在するが、大手企業は輸送部分を行う自社車両を所有しているわけではなく、実際の輸送業務には中小規模事業者を起用する「ブローカー」としての形態に近い。また、図8.5に示す通り、大型車の登録台数は増加傾向にある。このことは「自動車輸送事業に参入しやすく、従って、競争が激化し、運賃が下がる」という点で、鉄道輸送に対してきわめて競合的な運賃が出やすい環境にあることを意味する。一方、「利潤幅が小さくなり投資ができず、なかなか、サービス品質があがらない」という指摘もあり、自動車輸送のサービスの向上を図るには難しい業界の体質がある。逆に、このことは、サービス面では、鉄道輸送が自動車輸送に対して差別化を図りやすいことを示すものである。



出典: Central Statistical Organization, Ministry of Statistics and Implementation

図 8.5 トラック登録件数の推移

2005年の世銀レポート¹では運賃の国際比較をしているが、インドのトラック運送料金は、世界の中でも最も競争的であると指摘している。つまり、鉄道運賃よりも自動車輸送料金が安価であること可能性を示している。また、業界紙等でも貨物輸送料金が掲載されているが、デリー～ムンバイ間が9トン車で15,000ルピー程度である（業界紙で提示価格なので、実態はこれより安い可能性が高い）。実際、トラック料金の見積もりを調査してみると、鉄道より安いことが分かった。

表 8.7 トラック輸送コストの国際比較(トン当たり)

国名	トンあたりコスト (US \$)
India	0.019-0.027
Brazil	0.025-0.048
Pakistan	0.015-0.021
Central Asian Countries	0.035-0.085
China	0.040-0.060
US	0.025-0.050
Australia	0.036

出典: November 1,2005"India road transport service efficiency study "WB South Asia regional office Energy & Infrastructure division

¹ November 1,2005"India road transport service efficiency study "WB South Asia regional office Energy & Infrastructure division

<サービスの質>

道路インフラの整備が進んだことにより、自動車輸送のスピードは大きく改善されている。「黄金の四角形」であるJNPT～デリーの1,400kmを想定すると、2000年の日本物流団体連合会調査では1日平均走行距離は、100km～200kmで、8～10日程度の所要時間と報告されている。それに対して、今回のヒアリング調査では、トラックの走行距離は着実に改善し、1日あたり350 km程度に伸び、デリー～ムンバイ間を3日程度で輸送している。事実、2006年に行なったヒアリングによれば、日系二輪メーカーでは、時間当たり35キロ走行、10時間稼働の所要時間4日の運送契約でローテーションを組んでいる。ローカル運送事業者のヒアリングによると、1日当たりの走行距離は500 kmとの報告もあり、2人ドライバーの場合、さらに輸送距離は伸び、ムンバイ～デリー間で2日間も可能との事例もあった。

先に紹介した世界銀行レポートでは、ムンバイ～デリーの所要時間を3日と想定しているのので、本調査のヒアリング結果を裏付けることができる（同報告書13ページ）インフラの整備とともに、道路輸送の速達性は確実に高まっており、鉄道輸送の42時間と競合する可能性が高くなっている。しかし、自動車輸送については以下のような弱点を指摘できる。

- インフラ整備計画が目標としている平均走行速度（100km/h）に比較して、実際の走行速度は35km/hと遅い。
- 天候や交通状況により、トラックによる輸送時間は定時性に欠ける。デリー～ムンバイ間を鉄道輸送する場合、輸送時間はほぼ一定（42時間）であるのに対し、自動車の場合は、定時性に欠け、輸送時間が長くなるリスクもある。
- 輸送中の安全性が確保できにくい。自動車の場合は、事故や車両故障の危険性が高い。インドではトラックによる貨物輸送に対する保険制度も未整備であるのに対して、鉄道の場合は事故の危険性が低く、賠償保険も適用される点で優位性がある。

インフラに関連する問題点は上述の通りであるが、それ以外に輸送業者からみた輸送サービス向上の阻害要因を以下に整理する。

<輸送環境>

- 年間を通しての自動車輸送の安定的なサービス提供は難しいといえる。例えば、夏季の炎天下での走行の困難性、雨季の冠水等による道路遮断の問題がある。
- 街灯等の未整備により夜間の安全走行に問題がある。

表 8.8 トラック輸送環境

季節	該当月	運輸事情
熱帯期	3月～8月	昼間の温度は40度以上になるため、日中の走行は困難を要する(インドのトラックは、エアコンがついていない。そのため夜間走行せざるを得ない場合あり。)
雨季	9月～10月	冠水があり、道路網が寸断されるケースが頻繁におきる。危険防止のため、夜間走行を制限する場合もあり。
モンスーン	11月～2月	比較的走行状態がよい時期であり、高速性、定時性熱帯期・雨季よりは確保されやすい。

出典: "Report on Condition of Distribution in India" (in Japanese), Japan Federation of Freight Industries, 2000.

<越境>

- 越境輸送の場合、州境でRTO (Regional Transport Office) が車両登録書類、車両重量、税金納付等をチェックする。州境のチェックポイント通過に時間を要することが、定時性が確保できない原因となっている。
- 夜間は州境のチェックポイントがしまっていることから通りやすいと言われる。そのため、ドライバーが時間調整するといった対策をとることも、定時性が確保できない原因である。
- 州ごとの税制の違いに対応するため、出発の際の書類手続きも大きな手間となる。加えて、警察等によるチェックや査問により車両がストップする可能性も多い。この際、特殊な方法で穏便に処理するといったやり方で迅速性を確保することも多いとされる。

<車両>

- 車両が定期的に整備されていないために、走行中の故障や横転といった事故が多い。
- 近年、車両数は増加しており、輸送サービス供給能力は増加しているといえる。しかし、特に、小規模輸送事業者の場合、外国製新型車両は高関税のため調達できず、TATA等の国産トラックが大部分であり、エアサスペンション等の設備がなく輸送品質は低くなってしまふ。
- 車両は老朽化しているものが多く、長距離を一定の高速走行ができる状態にはない。
- インドの国産トラックは、故障の際には部品が調達できればドライバー（専門の修理工ではない）が修理することが多く、これが故障頻度の高くなる原因にもなっている。路側で停車しバーナー等を用い溶接等の修理をしている車両も多くみかける。

- アルミバンタイプ車両等高性能車両は増えているものの、このような高性能車両は需要が限定されるため、汎用性の高い平ボディの貨物自動車で幌をかけて走るケースが一般的である。同様に、コンテナ貨物輸送にも専用シャーシが用いられず、平ボディのものが用いられることが多い。



図 8.6 トラックの状況

8.6 港湾運営上の課題

(1) ムンバイ (Mumbai) 港

1) 港湾運営

港湾運営上の主な課題として以下を指摘することができる。

- 砂の堆積により水深が浅く、また浚渫のための費用が大きいこと。
- インディアドックの水門が狭く、船舶のアクセスが制約されていること。
- 現在のビクトリアドック、プリンセスドックの水深は2-3mである。タグボートやバーヂ船などの低床船のための浚渫をしてこなかったこと。
- 現在、コンテナヤードは取扱能力の40%程度が使用されている。コンテナ貨物の取扱量は1997-98年では660,000TEU（取扱能力にほぼ等しい）であったのが、現在（2004-05年）は150,000TEU程度に減少していること。

1997年、JICAにより、コンテナターミナル整備計画のFS調査が実施された。更に2005年、ローカルコンサルタント（Consulting Engineering Service PVT LTD）により同様のFS調査が実施された。同調査での検討対象プロジェクトは 1) 既存の埠頭から800mのジェッティ、2) 3つのバース、3) ビクトリア、プリンセスドックのコンテナヤードとしての改修から構成されている。港湾公社は新たなバース整備によりコンテナ取扱貨物量

が1.2百万TEUになると予測している。もし、整備が進捗しなければ、将来のコンテナ貨物の増加はない。

2) 鉄道インフラ

- Vadala道路とKuralaの間の鉄道は、線路容量が足りないため鉄道輸送能力が不足している。
- 現存する港湾からの鉄道輸送能力を何らかの方法（例えば、電化高速運行や二段式のコンテナ貨車）により増強する必要がある。

(2) JNPT 港

1) 港湾運営

- 年間の維持に係る浚渫量（船回し場、内部航路）は、8百万m³であり、10.8～11.0mの水深、325m幅でその費用は100百万ルピーとなる。
- 外部航路は4年間隔で浚渫されており、全維持管理費の90%以上はJNPTが負担している。

2) 鉄道インフラ

- 潜在的な鉄道によるコンテナ輸送需要は、全コンテナ輸送の35%～40%である（RITES報告書による）。しかし、現在は27%程度がその能力限界とされる。その原因は、線路容量の不足に伴い、コンテナ輸送用の鉄道運行頻度を高められないことにも一因がある。

(3) Kolkata Dock System (KDS)

1) 港湾運営

- APL船籍がKDSに寄航していた時は、デリー向けのコンテナ量は12,000TEU程度であった。しかし、現在APLは寄航港をJNPTに変更したため、APLによるデリー向けコンテナは無い。

2) 鉄道インフラ

- KDS発着（陸側）のコンテナ貨物は70%が道路、30%が鉄道で取り扱われている。KDS周辺の交通混雑により貨物輸送に対する鉄道の需要が高まる可能性が高い。KDS周辺では8:00～20:00まで大型車が都市内に入ることは禁止されており、牽引トラックはKDS周辺で待機している状況である。
- 豪雨の後、埠頭とマーシャリングヤード間の一部では貨物列車が浸水したことがあった。

(4) Haldia Dock Complex (HDC)

1) 港湾運営

- デリー向けのコンテナ貨物は1997年～1999年で12,000～15,000TEUが取り扱われていた。しかし、現在は、APL船籍がJNPTに寄港港を変更したため、コンテナ貨物は無い。
- バルク貨物（鉄鉱石、石炭等）からの汚染水がエプロン部から埠頭に漏れ出しており、降雨後、バルク貨物はバースNo. 6, 9において直接貨物が積降されている。
- バースNo. 6と7はピアの両側にバースがあるため、“Finger Piers”と呼ばれている。ピアの間は15mの幅しかないので、両バースで同時にバルク貨物を取り扱うことは出来ない。両バースで同時に取扱を可能とするためには、一方でドライ貨物、もう一方で液体貨物を取扱わなければならない。
- バースNo. 3とNo. 4の裏での荷降しは、極めて劣悪な環境である。設備は30年以上も経過している。

2) 鉄道インフラ

- 木製枕木がHDCエリア内で使用されており、HDC内の鉄道路線の劣化が著しい。

(5) Pipavav港の鉄道運営

- ウェスタン国鉄でのヒアリングでは、コンテナオペレーションの円滑化のためには、新たに運営オフィスの建設が必要である。

(6) Kandla港

- 港湾エリアにおいて機関車を交差させることは出来ない。鉄道付近のコンテナの保管設備についても利用できない状況にある。

(7) Mundla港

- 貨物積み込み線および2つの石炭積み込み線が牽引車退避用の幹線に接続していないため、この線路部分を空貨車用の場所として利用できない。

8.7 ケーススタディ（鉄道 - 道路）

ここでは、鉄道を主軸としたインターモーダル貨物輸送と競合相手である自動車輸送とを比較し、それぞれの競争力を検討する。

これまでに議論したように、利用者（輸出入業者等）にとっては、単体の輸送モードの所要時間・コストが問題なのではなく、トータルの所要時間・コストの比較が重要となる。

以下、両輸送モードのナバシバ港からデリーまでの輸送をケーススタディとしてとりあげ、総所要時間とコストの比較を試みる。

(1) 輸送時間

CONCORによる鉄道輸送時間は42時間。自動車のそれは約72時間である。JNPTに入港後のトータルの輸送時間をここでみることにする。過去において、鉄道輸送は自動車輸送に対して競争力を持っていた。日本物流団体連合会の2000年の調査では、

- 自動車輸送の場合、長距離ゆえの不確定要素が大きく、リードタイムの算出には問題があるが、一日平均走行距離は100km～200kmと想定され、8～10日程度の所要時間と考えられる。
- 海上コンテナを想定した鉄道利用の場合、ドアツードアで4～6日が想定され、鉄道のリードタイムが優れている。ただし、ドアデリバリーまでを考えれば、デリー駅からドアまでの日数を加算する必要がある。

と結論付けている。鉄道がこの優位性を維持できれば望ましいが、現在、鉄道サービスレベルを時間でみると自動車のそれと拮抗しつつある（表8.9）。

表 8.9 所要日数の比較(自動車と鉄道)

輸送モード	所要日数	比較
自動車	8-10日	- コストと時間からは鉄道が優位。 - 鉄道の場合、混み具合によって積み残される。 - 自動車の場合、ドアデリバリーが可能な点、また発車の確実性がある。
鉄道	4-6日	

出典：“Report on Condition of Distribution in India” (in Japanese), Japan Federation of Freight Industries, 2000.

2000年の調査時点では、自動車に比較して鉄道輸送が優位であったが、今回の現地調査によりムンバイ港に到着したコンテナを

1. 鉄道によるインターモーダル輸送でデリーICDまで輸送後に引き取る場合と、
2. 自動車輸送で港から直接デリバリーする場合

では、2.の方が早くなる可能性を否定できない。

フォワーダーや船会社のリードタイムによれば、実際の港湾からデリーの輸送時間では、鉄道（42時間）は自動車（約72時間）より早いものの、港での留置き時間やICDから真荷主までの輸送時間を合わせると、自動車より長時間を要している。特に、問題になるのは港湾到着後、列車に乗るまでの時間である。季節変動はあるものの、港に1週間以上のコンテナ在庫がある場合もあるので、この「待ち時間」がトータルの所要時間を大きく押し上げている。

それに対して、自動車輸送の場合は本船到着後、3日以内に港を出て通関が開始できる体制となっている。

ドアデリバリーまでのトータル時間の明細は次のようにまとめられる。

表 8.10 トラックと鉄道の所要時間

行程	トラック	
	最小(日)	最大(日)
港湾到着からオフトラックコンテナヤード(CY)まで	2	3
通関手続き	2	3
トラックへの積替え→最終目的地	2	4
合計所要日数	6	10

行程	鉄道	
	最小(日)	最大(日)
港湾到着から貨車への積替え	7	12
貨物列車輸送時間(日)	2	3
ICDへの到着、通関手続き	2	3
トラックによる荷受→最終目的地	1	1
合計所要日数	12	19

出典: JICA study Team

それぞれの行程での詳細は以下の通りである。

1) 鉄道輸送の場合

a. 港湾到着から貨車への積替え

JNPTでのコンテナ滞留が長く、調査時点でも12日分のコンテナが滞留している。船会社も顧客に対して、1週間あるいはそれ以上の港での滞留を顧客に伝えているのが現状である。

この部分が、鉄道輸送のトータル輸送時間の多くを占めている。加えて、鉄道のスケジュールが計画されないこともあり、何日後に鉄道に積まれるかが、前もってわかる状況にない。このことは、荷主が鉄道輸送を回避する大きな理由となる。

この結果、この部分の所要時間は最短で7日。最長で10日以上（ここでは12日とした）と想定できる。

b. 輸送時間

- 鉄道に積載されれば、JNPTからデリーまで42時間で到着する。「乗りさえすれば着実に時間内にICDまで来る」鉄道は、輸送時間への信頼性は高い。ただし、ICDへの輸送は、保税輸送となるので、ICDで輸入申告がかけられる状態になるには、ナバシバ税関からICDに保税輸送許可を受け、ICDがその許可を入手する必要となる。
- 船会社から、積荷目録を税関に提出し、税関のチェック（マニュアル作業）後、ICDへの移動許可がでるまでに1日を要する。その許可証はICDにクーリエで送られる（1日以内に到着）。税関のチェック（許可）がないと内陸移動はできない。
- ナバシバ税関と内陸税関とでEDI化が完成しておらず、自動的に書類が流れる仕組みにない。
- そのため、船会社では、税関所要時間を見越して、実際の輸送時間より長く60時間を所要時間として顧客に提示しているものもある。

この結果、この部分の所要時間は最短で2日。最長で3日（通関が可能となる時間までと考え）と想定できる。

c. ICDと通関

- Dadri ICDの場合では、貨車から降ろして仮おき場へ蔵置きまでで一日。ICDの貨物ハンドリングに長時間を要している状態にはない。
- 貨物が税関管轄エリアに蔵置されて以降、輸入通関が開始となる。輸入許可取得までに2-3日（書類等に問題がない場合）を要する。

この結果、この部分の所要時間は最短で2日。最長で3日と想定できる。

d. ICDでの引取りと配送

- 貨物の通関が許可以降、引取りが可能となり、ICDから最終仕向け地までの配送が発生する。(1日)
- この部分の所要時間は1日と想定できる。

となり、合計で、最短の場合12日。最長：19日程度が必要となる。

2)トラック輸送の場合

a. 「入港後-CY搬入」

港湾での荷役後、3日以内にオフドックCYに貨物は移動される。輸入申告は、オフドックCYに搬入後開始される。

この結果、この部分の所要時間は最短で2日。最長で3日と想定できる。

b. 「通関」

- 書類等に問題がなければ通関が開始され、申告後、書類審査。納税を経て2日程度が可能である。
- ICDとムンバイ港での通関時間の差はみられなかった。

この結果、この部分の所要時間は最短で2日。最長で3日と想定できる。

c. 出発～到着

ムンバイからデリー-ICDの自動車輸送は、3日程度が想定できる(2人ドライバー体制では、2日まで短縮できる)。しかし、所要時間の安定性(一定性)は、事故リスクが高い(破損と遅れ)、RT0等の行政コントロールによる国境通過の手間と遅れ、季節による道路輸送環境の変化といった要素により、維持することが難しい。この点は、鉄道輸送が42時間というスケジュールをほぼ守ることができるのに対して、自動車輸送が劣る面である。また、事故の際の賠償責任も、鉄道輸送のほうが手厚く、安全性は鉄道輸送の方が優れている。

この部分の所要時間は最短で2日。最長で4日と想定できる。合計で、最短の場合6日。最長だと10日程度が必要となる。

この結果、自動車輸送は鉄道輸送より最短では6日間、最大では9日間速いことになり、所要時間では鉄道輸送が劣っている。ただし、自動車輸送は速いものの、「輸送時間の

定時性」「貨物の安全性」は、自動車輸送が鉄道輸送にかなわない弱点であり、鉄道輸送の「強み」である。

3) コスト比較

トータルの輸送時間では、自動車輸送に見劣りがするが、多くの国でもドアツードアが可能な自動車輸送に鉄道が見劣りするケースがあることは、特に珍しいことではない。

しかし、大量輸送が可能な鉄度輸送はコスト面では優位であるとされ、スピードで負けた場合でもコスト的に優位である点で、鉄道は競争力を保ってきた。ところが、インドの場合は、鉄道輸送のコストに優位性があるとは言い切れない。

インドの鉄道運賃は最終顧客からみると3重構造の上になりたっている。

すなわち、

1. インド国鉄がCONCORに提示する運賃（含む利益）
2. CONCORが船会社に提示する運賃（含む利益）
3. 船会社が顧客に提示する運賃（含む利益）

それぞれが利益を見込んだ料金設定となるため、最終ユーザ（荷主）に提示される料金③は相応に高くなる構造になる。

このうち、②の料金はタリフとして、CONCORのインターネット上で公表されている。ナバシバ／デリー間では（TKDとダドリは同料金）

- 20フィートコンテナ：20,100ルピー
- 40フィートコンテナ：40,100ルピー

（実入り一般貨物で20フィートは20トン、40フィートは27トン積んだ場合）

が想定できる。③の料金は、②の料金をベースにコンテナポジショニング費用や管理コストを乗せて提示する。ヒアリングによれば、船会社により幅があるが、40フィートコンテナで50,000～70,000ルピー程度が想定できる。

一方、自動車輸送の場合は、鉄道のようなタリフ制度がなく、料金はマーケットにまかされる。また小規模事業者が多くマーケットに影響を持つような、大きな事業者がいないため、「相場運賃」も形成されにくい。そのため、市況や各種条件（貨物内容、帰り荷物のあるなし、時期等）で大きく変化する。

また、競合相手である鉄道輸送を意識した料金が提示されるので、かなり「割安」と思えるレートも提示される環境にはある。

今回、1つの試みとして輸送時間を3日（80時間から90時間）で届けるという条件設定での見積もりを求めたところ、2社から回答があった。

表 8.11 トラック料金(見積もり)

	コンテナタイプ	料金(rupees)	輸送時間
Transport Company A	20-foot	25,500.	72 – 80 時間
	40-foot	43,500	80 – 90 時間
Transport Company B	20-foot	30,000.	80 時間
	40-foot	55,000.	85 – 95 時間

出典: JICA Study Team

この料金は、CONCOR料金より高いものの、船会社レートと比較すると拮抗しており、鉄道輸送にコスト面での優位性を見出すことができない。

自動車輸送料金が、鉄道に比較してきわめて競争的であることの傍証として、先述の世銀の調査では、トラックではなくトラクター・トレーラーのコスト分析を行っている。コンテナ貨物の場合、トラクター・トレーラーで輸送するのが現実的であるが、その単価を27トントレーラーでKmあたり22ルピー程度と想定している（表8.12）。これを適用すると、22×1400kmの30,000ルピー程度となりかなり安いレートが出てくる可能性があり、鉄道輸送のコスト優位性は想定し難い（ただし、安いレートはサービス品質を伴わない恐れもある。今回は、そのために「所要時間」に条件を設けたため、世界の報告書の結果よりは高いものがでてきている）。

料金での優位性がないのなら、定時性や速達性で自動車に勝てなければならないが、今回ヒアリング調査を行ったすべての、運輸企業のローカルスタッフから自動車産業（スズキ、ホンダ、トヨタ、Hyundai等）が、当該ルートで鉄道輸送の割合を減らし、自動車輸送にシフトしているとの指摘を受けた。

言うまでもなく、自動車輸送業界の「JITデリバリー」「カンバン方式」等、輸送に対する要請は厳しく、サプライチェーンマネジメントの視点から無在庫、迅速性、定時性をもっとも要求される産業である。自動車業界による鉄道輸送シェアが減少していることは、鉄道輸送のサービスレベル（所要時間・コスト）が満足できるものでないことを示唆している。鉄道輸送のサービスレベルが改善なされなければ、この動きは自動車産業から他の製造業に拡大していくことが憂慮される。自動車輸送のスタンダードは今後の産業の「お手本」として広がってきた「歴史」を考えると、インドの鉄道輸送が自動車にシフトしている現状は、鉄道にとっては憂慮すべき事態である。

表 8.12 トラックの運用費用

(Based on data from 27 tractor-trailer companies; unit: rupees)

	費用項目	大手輸送会社	小規模輸送会社
直接費用	Fuel	746,667	711,100
	Lubricants	42,000	40,000
	Tires	191,520	182,400
	Parts	42,000	40,000
	Drivers' Salaries	177,000	168,600
	Repairs	42,000	40,000
	Road Tolls, etc.	84,000	80,000
間接費用	Administrative Personnel Expenses	120,000	0
	Taxes	54,910	54,910
	Interest	0	63,000
	Depreciation	315,000	225,000
	Other	79,500	112,400
	Profit		64,200
	総費用	1,894,597	1,781,610
	総走行距離	84,000	80,000
	距離あたり費用	22.55	22.27

出典: "India Road Transport Service Efficiency Study," WB South Asia Regional Office, Energy & Infrastructure Division, November 1, 2005.

8.8 まとめ

鉄道輸送は道路輸送に急速にその輸送シェアを奪われ続けている。これは、鉄道輸送が道路輸送に対して、競合するサービスを提供してこなかったことの裏返しである。表8.13に鉄道と道路の競争力を整理する。

表 8.13 鉄道と道路の輸送サービスの比較(ナバシバ港からデリーを例にして)

競争因子	鉄道	道路
輸送時間	ナバシバ港からデリーの場合、鉄道での輸送時間は2～3日間であるが、鉄道に乗せるまでまた乗せてから真に主までの輸送や手続きに時間を要し、合計で12から19日を要する。	ナバシバ港からデリーまで合計で6から10日間を要する。
輸送費用	ナバシバ港からデリーの輸送コストは40フィートコンテナで概ね50,000から70,000ルピーである。	自動車による輸送コストは43,000から55,000ルピーである。
定時性	輸送にかかる所要時間が決まっており、定時性が確保されている。しかし、港でのコンテナの滞留により、いつ港から積み出しされ、鉄道に乗せられるのかが分からない。	所要時間は概ね決まっている。但し、道路および交通状況や車両状況等の不確実性が高く、予定の所要時間で到着するとは限らない。
顧客満足	コンテナの追跡システム、事故や積荷の破損の少なさなど、質の高いサービスを提供しているものの、港でのコンテナの滞留と所要時間の大幅な増加により、企業は道路輸送に切り替えつつある。	信頼性や安全性の面で不安はあるものの、コンテナ輸送にかかる道路輸送のシェアは伸びている。この理由として、柔軟性が高く(いつでも輸送手段を調達できる)かつ鉄道に比較して安価なサービスを提供していることが挙げられる。

本章の最初に議論したとおり、鉄道輸送の競争力は単に輸送コストが安いということではなく、速達性や信頼・安心感のあるサービスが提供できるかによって左右される。反対に、企業にとっては、多数の決定要因が手段選択に影響を及ぼす中、ロジスティクスの統合をベースとした輸送手段の有効性を判断することが重要となっている。

他方、鉄道輸送の成功を考える上で、最も基準となるプロジェクトは貨物専用鉄道であり、起点から終点までのトータルの輸送過程を考慮し、かつ効用を最大化する輸送手段が選ばれるという、インターモーダル貨物輸送の原則に従う必要がある。一般的には、道路輸送が端末輸送や短距離輸送に適しているのに対して、鉄道輸送は長距離輸送に適している。DFCプロジェクトはそれ自身を最終的なアウトプットとして考えるべきではなく、その整備によって東西回廊の輸送システムの向上のための第一歩として考えるべきである。DFCプロジェクトのインターモーダル貨物輸送開発戦略の詳細は9章で整理する。

第9章 インターモーダル貨物輸送開発戦略

9.1 はじめに

インドは2004年に7.5%、2005年に8.1%のGDPの伸び率を記録するなど、世界の中でも高い経済成長を実現した国のひとつであり¹、今後もこの高い経済成長が続くと報告されている²。また、インドは東アジア諸国で最も高い経済成長率を記録しており、この地域の約70%の生産を占めている³。2002/03から2006/07年の第10次5ヵ年計画でも、同期間において年平均8%近い経済成長を予測している⁴。

世銀によれば、この高い経済成長を実現するためには、インフラ整備、人的資源開発、地方の生計確保の3つの基本領域への十分な投資と、必要なインフラを整備するための民間資金の活用が不可欠と報告されている（World Bank Strategy Paper、13頁）。また、2002年の運輸セクター報告書では、脆弱な輸送インフラが、経済発展に悪影響を及ぼすと言及している。インドの陸上交通サービスは世界の水準に比較して極めて非効率であり、その経済損失は年間1200-3000億ルピー（26-65億ドル）に達すると言われている⁵。

運輸セクターが経済発展の牽引役となるためには、インフラ整備を含めた大規模投資が必要である。特に、インド国鉄は過去にもインドの社会・経済の発展に貢献してきたが、現在は、あらゆるレベルで組織・体制の大変革が必要とされている。ある報告では「インド国鉄が現行の体制で生き抜くためには、成長する経済に適応した需要に対応できる能力を備える必要がある。これを実現するためには、予測可能な将来（需要）に必要な十分な投資が必要である」と述べている⁶。

¹ Asian Development Bank: “Basic Statistics – 2006”, ADB, Economic and Research Department, 2006. The World Bank sets year 2004 GDP at 8.5% with an expected average growth of 6.9% till the year 2008.

² World Bank “Global Economic Prospects – 2006”, IBRD / The World Bank Group, Development Prospects Group, 2006, p 2

³ World Bank *World Development Indicators – 2005*, IBRD / The World Bank Group, Development Data Group of the World Bank’s Development Economics Vice Presidency, 2005, Chapter 5: Economy

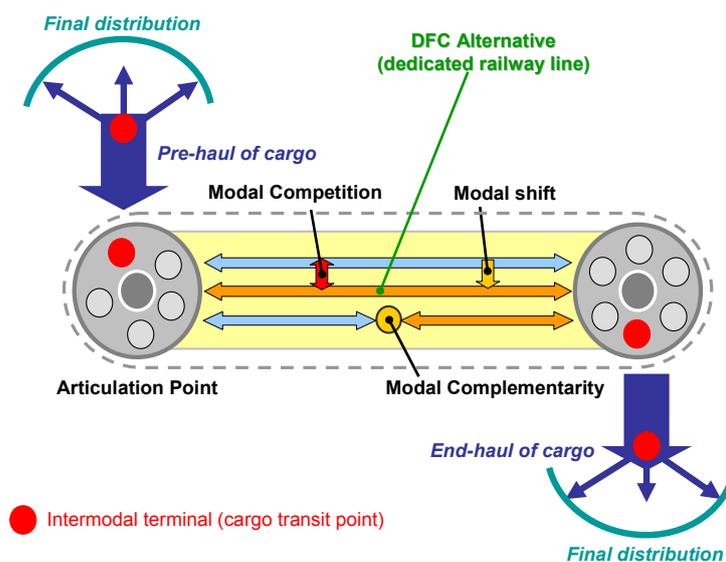
⁴ World Bank *Country Strategy Paper for India*, IBRD / IFC / The World Bank Group, India Country Management Unit, South Asia Region, September 2004, p 8

⁵ World Bank *India’s Transport Sector: The Challenges Ahead*; the World Bank Group, 2002 Volumes 1, p13

⁶ Rakesh Mohan Committee: *The India Infrastructure Report – Policy Imperatives for Growth & Welfare*, Rakesh Mohan Expert Group on Commercialisation of Infrastructure Project, 1996; Executive Summary Highlights

以上の通り、DFCはインドの経済成長を支え、改革、統合、民活を柱にしたインド国鉄の貨物輸送ビジネスを大胆に変革、改善するであろう。DFCは、貨物を起点から終点到に輸送したり、貨物の移動の障害や代替路への転換の可能性が小さい輸送回廊において鉄道貨物サービスを飛躍的に向上させる。これを回廊（コリドー）方式と呼び、この方式により、貨物の輸送スピード、輸送コストをそれぞれ最大化、最小化することが可能になる。

しかしながら、鉄道インフラの建設は単にインターモーダル貨物輸送のアプローチの一部でしかなく、効果的なインターモーダル貨物輸送回廊を構築するためには、図9.1に示すような統合的なアプローチが必要である。



出典：調査団, based upon Rodrigue (2003)

図 9.1 インターモーダル貨物輸送の考え方

貨物輸送に特化した鉄道建設を含め、DFCはインターモーダル貨物輸送の貨物輸送の中心部分の役割を担い、貨物輸送の効率性は他の交通機関との連絡、特にpre-haulage（出発地からDFCまでの区間）とend-haulage部分（DFCから目的地までの区間）により決定される。

一般的に、出発地から目的地にかけて効率的な貨物輸送を実現するためには、以下の4つの要素の効率性が必要である。

1. 貨物を積み込み、輸送するためのインターモーダル設備
2. 貨物を道路や船舶から鉄道へ積み替えするためのインターモーダルターミナル
3. 効率的な貨物輸送を実現するための情報管理
4. 施設や技術を最大限に活用するための人の技術やノウハウ

各々の要素について簡単に以下の節で紹介し、最後にインドでのDFCについて設備、ターミナル、情報インフラの必要性について議論する。

9.2 インターモーダル設備

(1) 積込施設と輸送システム

インターモーダル貨物輸送チェーンの効率性は、信頼性や品質、時間厳守などの顧客の要望に応じることによって、輸送サービスの競争性が増すインターモーダルターミナルの個々の機能に大きく依存している。現代的なインターモーダル設備は、効率的な輸送の鍵となり、インターモーダルの効率性に不可欠な荷役設備（積み込み設備）、貨物輸送（積み込み施設と輸送機器）、貨物移動等を行う貨物取扱設備・機器などが必要とされる。図9.2に効率的インターモーダル輸送のための必要設備・機器を示す。



図 9.2 インターモーダル輸送を効率化する設備・機器

積荷形態の標準化なしに現代的なインターモーダル貨物輸送に発展させることは不可能である。今日のインターモーダル貨物輸送で利用される設備は、“Intermodal Load Units” 又は“ILU” と称され、その“ILUs” を構成する3つの要素は以下の通りである。

1. コンテナ
2. スワップボディー（トラックのバンボディーをフォークリフト等によりそのまま貨車に積載する方式）

3. セミトレーラ（トラクタヘッドをはずした荷台部分のみを貨車に積載する方式）

これら3つのILUを補完するものとして、ビギーバック方式（平床貨車にトラックまたはシャーシ付きのコンテナを直接積載する）やAccompanied輸送（トラックをドライバーごと専用輸送用鉄道やフェリーに載せる方式）もインターモーダル貨物輸送の一種とみなされる。

その他の積荷基準もあり、これらもそれぞれ利点を有する。例えば、広く米国で使用されている標準パレット（1.02m×1.22m）、欧州で一般的に使用されているユーロパレット（0.8m×1.2m）がその例である。

コンテナ

コンテナは標準化された貨物の入れ物であり、何度も使用することが出来る程頑丈な箱である。また、積み重ねることが可能であり、モード間の積み替えにも適している。コンテナ技術は、1956年にニュージャージー州のNewarkからテキサス州のヒューストン間において58台のトレーラーを輸送するために使った改造タンカーでの輸送において初めて使用された。この試験的運用はコンテナ輸送の実用可能性を広く認識させた“コンテナ革命”として広く知られ、コンテナ輸送の一般化のきっかけとなった。このコンテナ革命はインターモーダル革命と呼ばれることはなく、あくまでもコンテナによる物流ビジネスの発展に留まった。

コンテナが現れてからの20年間（1980年代後半まで）に、その市場と機能は拡大した。その頃までのコンテナ輸送は海運と陸運という2つの機能が完全に分かれていたが、ISO（国際標準化機構）やその他組織の努力により標準化されたコンテナの出現により、インターモーダル貨物輸送への大きな一歩となった。

今日、ISOによって規定された現代のコンテナ（10フィートから40フィート）は、冷凍・冷蔵貨物を運ぶ冷蔵・冷凍コンテナ、液体輸送用の旧タンクコンテナからリーファータイプまでのベンチュレート・コンテナ、バルク貨物や一般貨物用のコンテナ、特別コンテナなど様々な種類がある。なお、我が国の鉄道貨物輸送では通常20フィートコンテナの他12フィートコンテナが用いられており、引越しなどに適したサイズと言われている。

コンテナの標準化は、輸送の自動化プロセスにとって重要であり、コンテナに記載される文字と数字によって認証される。文字コードを含む6桁のシリアルナンバーと7番目の管理数字によるコンテナ認証は、最初の3文字が荷主（例えば‘TRL’は‘Transamerica Leasing Co’）を表している。最後の4桁のコード番号はコンテナの種類をあらわしており、最初の数値はコンテナの長さ（‘1’～‘9’は10～45フィート）、二つ目と三つ目の数値はコンテナの高さと幅が表わされている。

コンテナは3つのモードのいずれかによって運搬される。一つは船舶（河川もしくは海運）であり、二つ目は鉄道車両、三つ目は特別車両による道路輸送である。

コンテナ輸送のための鉄道規格は米国タイプと欧州タイプに分かれる。米国タイプは二段積みコンテナであり、欧州では二段積みが出来ないが、多目的仕様となっており、多様なサイズのコンテナやスワップボディ、トレーラーに対応した車両である。

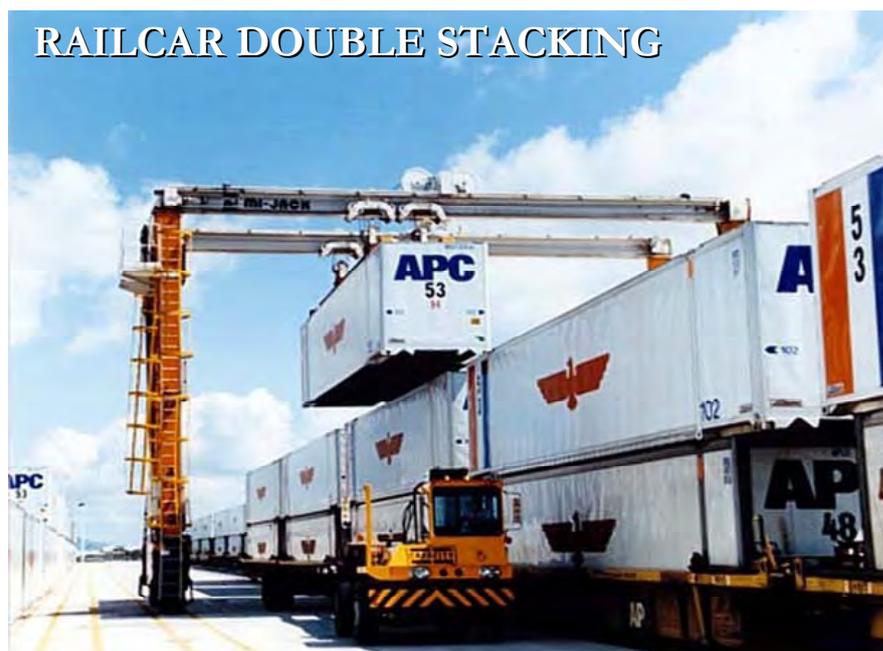


図 9.3 現代の米国の貨物鉄道台車

鉄道車両とは反対に、最近までの40年間にコンテナ船は大きく変化している。初期型のコンテナ船は1960年以前に造船され、1000TEU以下（多くは700TEU程度）の積載容量であり、ドライ貨物専用船を転用した船舶であった。第二世代のコンテナ船は1960年から1970年間のオイルタンカーを転用した1000TEU程度のコンテナ船であった。第三世代のコンテナ船はコンテナ輸送のために建造された専用船であった。この初期モデルは70年代から80年代のものであり、パナマックス級と呼ばれた。積載容量は2000TEUであった。80年代の後半に第4世代、第5世代のコンテナ船が製造され、積載容量も4～5000TEUになり、ポストパナマックス級船として大きく進歩した。最近では第6世代としてコンテナ積載容量は8000TEUクラス級に取って代わろうとしている。

また、陸送分野においてもコンテナ専用設備や特別シャーシーが採用されており、コンテナをシャーシーに固定し、そのシャーシーは輸送トラックに取り付けられる仕様となっている。

スワップボディ

スワップボディはもともと特別な種類のコンテナであり、トラックと他のモード間のコンテナ積み替え、通常は道路と鉄道間の積み替えのためのものであった。スワップボディのコンテナは、ISO規格でない多種多様な貨物に対応し、ボトム・リフトのデザインであり、コンテナを積み上げる限界もある（最大3段積み）。

スワップボディは2種類に分類でき、トレーラーと同様にカーテンウォールを備え、かつ車軸のない道路輸送用のボディであるティルトスワップボディと積み重ねができないISOコンテナと同様に鋼鉄でできたスワップボディとがある。当初、鋼鉄製のスワップボディは、荷物を満載しているときには積み重ねができないタイプのものが多かったが、現在では積み重ね可能なタイプもある。コンテナとの違いは、スワップボディは車両の寸法を最大限に活用することができる点にある。大多数のスワップボディはシャーシと分離可能であり、かつ出し入れ可能なパーキングレグ（駐車場用支持）を備えており、トラクターの運転手はILUを荷主の敷地内に搬入して、そのまま渡すことが可能である。しかし、全てのスワップボディがそうした支持を備えているわけではなく、スワップボディのデザインはその用途や交通事情に応じて異なる。

もっとも一般的なスワップボディは7.15 m (23.6 ft)の長さであるが、ヨーロッパではセミトレーラのサイズに合わせて13.67 m (44.7 ft)（通常高さは 2.9 m (9.6 ft)）の長さのものもある。セミトレーラに関して、スワップボディが普及しているのはドイツ、スカンジナビア半島、フランスである。しかし、複合輸送の発達により、イタリア、スペイン、イギリスなど他のマーケットでも普及する可能性がある。

スワップボディの利用はヨーロッパで広がりを見せているが、単一市場、海峡トンネルの開通、スイスで貨物を道路に積み変えることなどのデメリットにより、道路と鉄道の複合輸送の需要が高まっている。図9.4に示すように、Roll on / Roll off設備を使ったり、スワップボディを鉄道に積み替える機器を使ったりしてスワップボディを鉄道に乗せることができる。荷役用の設備はスワップボディを道路輸送のためのシャーシ上に乗せるために使われる。

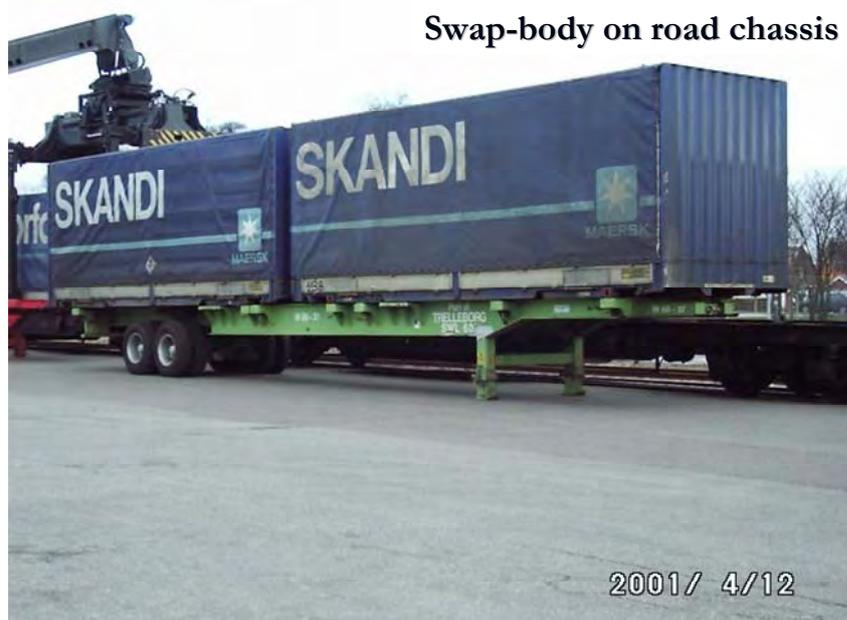


図 9.4 トラック用シャーシーのスワップ・ボディ

セミトレーラ

インターモーダル輸送の第3のグループはセミトレーラである。セミトレーラは貨物輸送用のエンジンのない牽引車であり、自動車に連結する。積載可能重量や積荷は牽引する自動車の性能によって決まる。

ヨーロッパの道路輸送はセミトレーラが主流であり、道路輸送量の60から85%を占めている。しかしながら、セミトレーラは、複合輸送に利用するには特別に改造する必要があるため、輸送にかかるコストがスワップボディに比較して非常に高く、かつ大規模(100 m²) 大容量(28 tons)に対応するセミトレーラが出てきたことにより、標準的な複合輸送システムに対応することが難しく、複合輸送やインターモーダル輸送に対応したセミトレーラは5%にも満たない。

従って、図9.5に示すとおり、セミトレーラは目的や用途に応じて多種多様な荷姿に対応する。

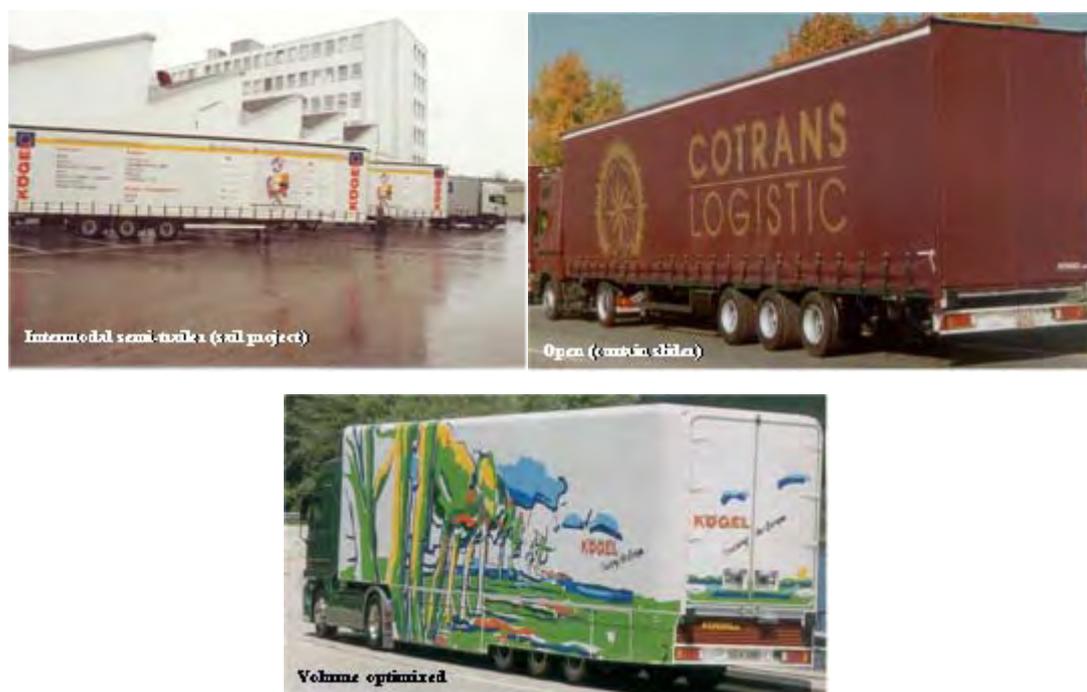


図 9.5 セミトレーラの例

セミトレーラはクローズ、オープンいずれかに分類される。オープンセミトレーラは固定式あるいは開閉式の日よけやカーテンによって覆われたタイプがある。クローズドセミトレーラは隔離した車壁のあるタイプとないタイプに分類され、荷姿や重量によって適材適所で使い分けすることができる。また、化学製品や石油製品、あるいは食料品の運搬用の特別な仕様のセミトレーラがある。

インターモーダル貨物輸送の一部ではあるもののセミトレーラは未だに道路輸送のための輸送手段としての利用に限られている。鉄道を利用したセミトレーラの輸送はインターモーダル輸送量全体の10%に満たない。逆にスワップボディのシェアは増加している。セミトレーラを使ったインターモーダルもしくは混合輸送は未だに限定的であり、マーケット全体の5%にも満たない。

従って、セミトレーラから鉄道への積替えは複雑なプロセスを要し、多種多様な形態で行われている。また鉄道を使ったインターモーダルセミトレーラの複合輸送の伸びは小さい。その理由は以下の通りである。

- セミトレーラは他の輸送機関と比較して非常に高価であること。そうした投資は確実な事業計画に基づいて行われる必要があること。
- クレーンで積み替え可能なセミトレーラは輸送量が限られていること。こうしたセミトレーラは必要な構造基準を満たすために自重が大きい。スワップボディは

28トンまで積載可能であるが、インターモーダルセミトレーラは26.5トンまでと若干小さい。この差は輸送業者の利益の-marginとして重要である。

- 長大でかつ軽量のセミトレーラへの需要が高まっていること。従って、クレーンで積み替えができるセミトレーラが少なく、更に言えば、ほとんどのセミトレーラはクレーン操作ができない。
- スワップボディの耐用年数は8から10年くらいであるが、セミトレーラは7から8年である。また、維持管理費用もスワップボディがセミトレーラに比較して非常に小さい。

技術的な制約としては、以下のようなことが指摘される。

- セミトレーラのサイズが標準化されていないこと
- エアサスを装備することが難しいこと
- クレーンなど積替え用設備を痛める可能性があること

セミトレーラは動力のない、かつ自動車で牽引するトレーラと明確に分類する必要がある。トレーラは道路の輸送手段ではあるものの、インターモーダル輸送の“ILU”には属していない。トレーラとセミトレーラの違いはその重量によって決められ、マーケットでは、複合輸送に対応しつつあるセミトレーラのシェアが増加している。

しかしながら、これはトレーラが道路と鉄道の複合輸送に取り込まれないということの意味しているわけではない。図9.6に示すとおり、Trailers On Flat Cars (TOFC)（ビギーバック輸送とも称される）などトレーラと鉄道の複合輸送されているケースもある。



図 9.6 トレーラと鉄道の複合輸送

しかしながら、鉄道の貨車上でトレーラを固定するには重大な技術的問題があり、これがビジネスの観点から普及を妨げている。問題のひとつに、TOFCの品質と効率性を高め、かつ輸送や設備投資にかかるコストを最小化するために、鉄道輸送をやめる傾向にあることである。鉄道と道路の複合輸送は、それ自体が複雑でかつ投資規模の大きいターミナルを要しないこと、かつそれが積荷の破損の危険性が小さいことなどの理由から、今後は普及すると考えられる。

輸送手段の多様性を考慮して、牽引システム自体の近代化だけでなく、荷役設備の改良も必要である。次節では荷役設備を紹介する。

(2) 貨物荷役施設

船舶から自動車もしくは鉄道への貨物の積み替えは、“conveying”と呼ばれる細分化されたプロセスの集合であり、各プロセスには、輸送手段間の移動のような連続したプロセスと（保管・保税業務のように）一時的に滞留するようなプロセスがある。こうした輸送プロセスのある部分は自動化されており、また残りの部分は未だマニュアルで行われている。トレーラ、セミトレーラ、種々のコンテナなど運搬手段の多様性や牽引システム、運搬設備の利用可能性などによって自動化の程度は異なる。非常に高度な設備は自動化されつつあり、貨物の保管や管理はコンピュータ化されている。

典型的なターミナルにはいくつかのステップがある。港湾のターミナルを例にすると、ILUが埠頭に到着すると、ILUは埠頭付近の平場に運ばれ、その後ホールに運ばれるか、もしくは、道路や鉄道、水運などの輸送手段に積み替えられる。次に、ILUはターミナルの外に運搬するために、倉庫に運ばれる、もしくは、鉄道やトラックなどのインターモーダル輸送手段に直接積み替えられる。自動化はターミナル運営のほぼ全てのプロセスで可能である。未だ一般的ではないものの、全自動型のターミナル建設が世界の代表的な港湾で行われている。そこでは自動認識システムやコンピュータ制御による管理を併用して、プロセス全体を制御するための必要最小限のマンパワーで港の運営がなされている。

ILUを輸送するための操作設備はその規格によって多種多様なタイプが存在し、様々な異なる組み合わせによって港の操作設備を備えることが可能である。こうした操作設備のタイプは荷主の利用する専用かつ特殊なコンテナ、スワップボディ、（セミ）トレーラなどのタイプ、操作にかかる費用、輸送の効率性などによって決まる。

インターモーダル設備はバラ積みの貨物を取り扱うためにも存在するものの、コンテナを取り扱うインターモーダル設備が一般的に良く知られている。インターモーダルコンテナ取扱い設備は、多種多様なモデルとタイプがあり、図9.7に示すとおり、それぞれに使われる場所によって必要な機能を備えている。一般的な設備は以下の通りである。

- **コンテナクレーン**: 当初、コンテナは船舶のクレーンにより荷役していたが、1959年より埠頭に設置されたクレーンにより荷役されるようになった。よく知られて

いるのは軌道を使ったガントリークレーンである。船舶のサイズが大きくなるにしたがって、クレーンのサイズも変化している。具体的には、

- a. 1960年代当初のクレーンは70 から115 フィート
 - b. 1970年代の第二世代のクレーンは106 から130フィートでありPanamaxクレーンといわれている
 - c. 第三世代のクレーンは1986年から使われているポストPanamaxクレーンであり、145から156フィート
 - d. 第四世代はPost Panamax Plus と呼ばれ、2000年以降使われている。 170 フィート
- **スプレッダーおよびフレーム**：スプレッダーおよびフレームはクレーンを支持するための梁であり、通常、水平機能付スプレッダー、固定スプレッダー、拡張可能スプレッダに代表される3つのモデルがある。
 - **ストラドルキャリア**：コンテナを跨いで吊り上げ、ターミナル内を移動、または段積みする荷役機器。1957年に始めてキャリアが使われ、その後様々なタイプが改良され、また最近ではコンピュータ制御されるタイプも開発された。
 - **スタッカークレーン**：通常倉庫で利用される荷物を積み上げるためのクレーンであり、ゴムタイヤガントリークレーンとして知られており、ストラドルクレーンよりもよりコンテナを高く、幅広く積み上げることができる。





図 9.7 荷役施設の例

9.3 ターミナル施設

最新のインターモーダルターミナルでは全ての積荷形態に対応した多目的利用が可能な施設が導入されている。

過去には、ターミナルは「ブラックボックス」と呼ばれ、物流のプロセスにあまり配慮がなく、単一の目的を達成するためだけに施設設計がなされていた。また、積荷の積替えを効率化し、かつ積替えにかかる経費を最小化するために、ターミナルに係るインフラ整備や運営は公的補助を受けていた。

新たなターミナル開発では、道路で貨物を輸送する場合は別として、全ての物流チェーンを考慮してターミナル運営の費用と時間を最小化することに重点が置かれている。インターモーダル輸送のマーケットでの競争性を高めるために、以下の条件を満たす必要がある。

- シンプルで早いこと
- 容量、保管容量、ターミナル機能などの柔軟性が高いこと
- 積荷の積み替えが経済的であること
- 情報化されていること
- 施設配置が合理的であること

ターミナルに係る現在の技術レベルは「コンベンショナルターミナル」と「コンパクトターミナル」と呼ばれる次世代のターミナルの間にある。

前の世代のコンベンショナルターミナルは、その建設におよそ30 - 50百万ユーロの費用がかかり、通常、ガントリークレーン2機、鉄道用線路6レーン、その他6レーン（道路用路線2レーン、貨物の搬入用4レーン）を備えている。このターミナルは年間約15万TEUまで取扱いが可能であり、バースを700mに延長することによって30万TEUにまで取扱いを増やすことができる。輸出入用のコンテナは通常一般目的用のターミナルに保管される。

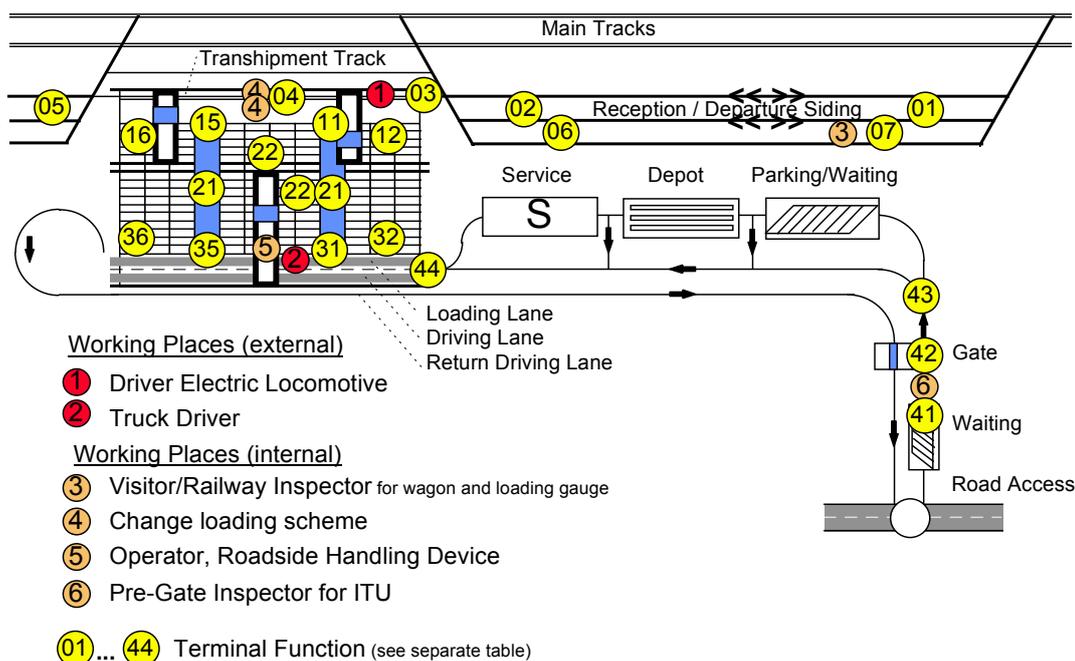
鉄道専用レーンのうちクレーンで対応できるのは500m程度であり、通常の鉄道の編成長より短い。その上、鉄道はマーシャリングヤードで車両編成されることが多い。

一方、コンパクトターミナルは現代のターミナルであり、効率性を最大化し、運営にかかる費用と時間を最小化するように設計されている。道路から鉄道、あるいは鉄道から道路への積替えが効率化され、インターモーダル全体として競争性が高い。また、コンパクトターミナルは以下の目的を達成するために設計されている。

- モジュール（規格）設計
- 積替えにかかる費用削減
- 積替えにかかる所要時間削減
- 自動化
- 空間の効率的利用
- 鉄道から鉄道、鉄道から道路への積替えの効率化
- 積荷の認証システム
- 車両の入替えの際の破損の防止
- 品質保証
- 騒音レベルの低下と全天候型オペレーション

コンパクトターミナルおよび同種のターミナルの運営技術は、無駄のない物流を実現することを目的としている。プロセスの簡便性、積み替えの短時間化とコンテナ操作の最小化、鉄道車両や積荷の調整の必要がないこと、運営費用の最小化、などがターミナルを設計する上で最も重要な条件である。コンパクトターミナルのもう一つの長所は規格設計により、運営の効率化を阻害することなしに、異なる大きさのターミナルの建設が可能であることである。

インターモーダルターミナルには標準的なレイアウトはないものの、道路と鉄道相互の輸送モード間の積み替えを効率的に行うことが可能なターミナルのレイアウト例を図9.8に示す。図9.8に示すとおり、貨物の積替え場所は、鉄道輸送、貨物の荷役施設、その中間の輸送および荷物の積み下ろし場所によって構成されている。残りは、アプローチ道路、滞留の際の線路、搬入・搬出ゲート、その他駐車場、待避所、旋回所、建物、技術施設、サービスエリア、デポなどがある。



出典: SAIL - project (EU project, reference 5FW n° 10277)

図 9.8 ターミナルレイアウトの例

ターミナル施設の荷役業務を表9.1に示す。

表 9.1 ターミナルの荷役業務

N°	場所と作業
0	鉄道オペレーション
01	貨物受取り用線への搬入
02	受取り線から積替え線への搬送
03	列車、ワゴン、ITUの認証
04	新たな荷役手段への積み替え
05	積み替え線からの搬出
06	ワゴン検査、ゲージ、ブレーキの検査
07	引き込み線からの搬出
1	船舶による輸送
11	鉄道からバッファ輸送への積み替え
12	鉄道から倉庫への積み替え
13	鉄道から道路輸送への積み替え
14	鉄道から鉄道への積み替え(ダイレクト)
15	バッファ輸送から鉄道への積み替え
16	倉庫から鉄道への積み替え
17	道路輸送から鉄道への積み替え

N°	場所と作業
2	バッファ輸送
21	ターミナル内の輸送手段
22	倉庫
3	道路による輸送
31	道路からバッファ輸送への積み替え
32	道路から倉庫への積み替え
33	道路から鉄道への積み替え
34	なし
35	バッファ輸送から道路への積み替え
36	倉庫から道路への積み替え
37	鉄道から道路への積み替え
4	道路輸送
41	ゲート前検査
42	ゲートでの手続き
43	施設内道路もしくは駐車場
44	施設内積み替え場所

出典: SAIL - project (EU project, reference 5FW n° 10277)

ターミナルの効率性は貨物輸送チェーンの統合による競争性を高めるための重要な要因となる。鉄道へのアクセスのタイプはターミナルのデザインを決定するネットワーク構成に関連して重要な要素となる。特に、高度な荷役施設の整備により、荷役業務の自動化やITUに適応して安全かつ信頼性の高い貨物輸送を実現することが可能となる。



出典: SAIL - project (EU project, reference 5FW n° 10277)

図 9.9 ターミナルの最新荷役施設の例(ハンブルグ)

一般に長距離貨物輸送のシェアは鉄道に軍配が上がるが、中距離ないし短距離輸送でも鉄道輸送の優位性は排除すべきでない。貨物需要が大きい場合、シャトルサービスを提供することで、鉄道は非常に経済的な輸送機関となりえる。このシャトルサービスは、例えばワゴンの編成を固定し、夜間2箇所のターミナルを2回走行することで、列車一編成に代えることが可能である。従って、シャトルサービスは道路輸送よりも経済的である。ターミナル間の需要以外にも、シャトルサービスによりターミナルの後背地を拡大し、他の目的地の需要も取り込むことが可能である。

しかし、全自動化されかつ鉄道が夜間も運行可能な最新の荷役技術がそうした物流システムの実現を可能にするため、情報化と自動化の重要性が高まることが期待される。時節ではこの情報化と自動化について議論する。

9.4 情報化および自動化

情報技術は貨物輸送の中で重要な役割を担うこと、また、輸送手段や貨物を特定したり、追跡したり、ターミナルゲートで管理するなど様々なレベルで有効であるが、ここでは輸送手段に関する情報の収集と伝達を目的とした適用事例について紹介する。

情報技術や自動化の導入によって、整備にかかる初期投資に見合った相当の費用の節約が可能となる。これは、情報化と自動化により通常高い頻度で起こるエラーを最小限に

留めることができることによることが大きい。自動化以前の非効率性とは、例えば、数多くのチェック工程、それに応じたマンパワーの投入であり、それでも人的エラーが発生し、結果として輸送コストを引き上げる原因になる。

インターモーダル貨物輸送における情報化および自動化の目標は、貨物等追跡システムによって、輸送手段および輸送設備についての自動でかつエラーのない情報を得ることである。一般的に道路輸送とターミナルの運営にしか普及していないものの、こうした技術は鉄道による貨物輸送にも活用されつつある。鉄道に関しては、車両の自動認証システムであるUIC基準（DT239）があるが、鉄道による貨物輸送システムでみると、未だ実用化されているものはない。人のエラーを無くし、積み替えにかかるスピードを増すためには、荷物と車両双方の認証システムが必要である。

最新の適用事例のいくつかを以下に紹介する。

最初のITの適用事例は自動車両認証システムであり、このシステムは貨車を認証するために必要なデータを自動的に収集することができるシステムである。こうしたシステムを機能させるには、車両番号、車軸数、自重、所有者などの貨車特有のデータをインストールした電子タグを貨車に取り付ける必要がある。積み替えのためのターミナルや鉄道駅などに、高周波無線受信機器を設置し自動的にタグを読み取る。読み取ったデータはオペレーションシステムに転送され、必要な形にデータが加工される。

UICはUIC norm（ORE DT 231）に準拠したヨーロッパ自動車両認証システムを構築した。このシステムは、ネットワークの相互運用などを自由にするために、データ通信のプロトコルを公開している。実際、構築されたこのシステムの性能はUICの仕様を超えており、時速400キロを超える実験でデータ読取りが可能であった。

次の適用例は、コンテナ、スワップボディやトレーラなど追跡する自動施設認証システム（*Automatic Equipment Identification*、AEI）である。ILU自体にタグが取り付けられ、そこに必要なデータがインストールされる。ILUと同様に、ターミナルの出入り口で高周波無線を設置し、タグに書かれた情報を自動的に読み取る。読み取ったデータは貨物のオペレーションシステムに転送され、ターミナルや倉庫管理システムとして、貨物の位置等を管理する。ヨーロッパでは、周波数2.45 GHzで無線周波を利用したバックスキャターの原理により、このシステムが運用されている。このシステムで主に必要な機器は、タグ、アンテナ、読み取り機器である。

自動施設認証システムのデータ通信プロトコルには、次の2種類が存在する。

- ISO 10374 （コンテナの認証）
- CEN 13044 （スワップボディの認証）

自動施設認証システムは、同時に視覚認証システムとして活用されることが多い。ターミナルや港の出入り口などにカメラを設置し、通過するILUの目印を認証する。全てのコンテナ、スワップボディ、(セミ)トレーラの情報が自動視覚認証システムにより処理されるためには、速度の変化や停車することなしに3から24 km/hの一定の速度でイメージ認証のための施設を通過する必要がある。通常、信号機と改札ゲートを設置して、車両が一定速度を保つようにする。

日本ではRF-ID(Radio Frequency Identification: カード形状またはタグ形状の媒体に電波を用いてデータを記録または読み出しを行い、アンテナを介して通信を行なう方式)をJR貨物がコンテナ輸送管理に利用している。

光学特性認証システム(*Optical character recognition*, OCR)は白黒で表現されるイメージからアルファベットと数字を組み合わせた特性を読み取るシステムであり、通常、検査用に利用されている。光学特性認証システムはUTIの左右と裏側で作動し、光学特性認証システムを通過する全ての設備の上下左右のデジタルイメージを高解像度で記録する。この用途は例えば、荷物の破損のための検査、設備の有効期限の検査、危険物の検査などに活用されることが多い。このシステムの利点はオペレーションの独自性である。すなわち、目視可能な認証番号により、追加的な設備なしに対象物の検査が可能なことである。

米国と違って、ヨーロッパではこの認証システムの普及は遅れている。これはシステムの整備にかかるコストが大きいこと、またシステムの性能があまり良くないことに起因している。

最後に衛星技術を活用したシステムがある。衛星を活用した適用例は、公共、民間を問わず、車両管理、自動チケットシステム、ITS、交通安全などの分野で幅広く利用されている。

インターモーダル輸送の分野では、衛星システムは貨車や貨物の位置認証に活用することができる。衛星システムによるITU追跡などの分野で今日幅広く使われている。このシステムはセンサーや他の機器を併用して、貨物の温度管理や盗難防止などに活用されている。データ通信機器を貨車等に搭載することで、衛星、GMS、SMSやその併用により、位置を特定する。

しかし、衛星システムはAVIシステムと異なり、アクティブシステムと言われている。すなわち、衛星システムは時々刻々データを通信するため、一定の容量のデータ通信を可能にする機器が必要である。衛星システムに必要な機器類は以下の通りである。

1. GPS
2. GSMもしくは衛星通信機器

3. バッテリーおよびアキュムレータ
4. 代替バッテリー(太陽電池・発電など)

衛星システムは電源があるトレーラやトラックに搭載されることが多く、ILUや鉄道の貨車に搭載される事例は少ない。ILUや貨車に搭載する場合は、大半の場合、補助電源を備え付ける必要がある。このシステムをILUや貨車に搭載するのに必要な費用は、維持管理や破損とそれにかかる回収・交換費用を含めると高くつく。

この情報化および自動化は、世界規模の物流業者、例えばDHL, UPS, FedExなどがクーリエサービスを行うときに、非常に重要な役割を担う。こうした物流業者は世界規模で物流ネットワークを構築、管理・運営しており、クーリエサービスだけでなく、貨物輸送でも情報化・自動化の必要性が高まっている。物流業者のサービスは貨物の集配と起終点間の長距離輸送であるが、情報化や自動化は貨物にかかる文書化、料金支払い、貨物の追跡などでその役割を果たしている。こうした情報化、自動化の主な領域を図9.10に示す。

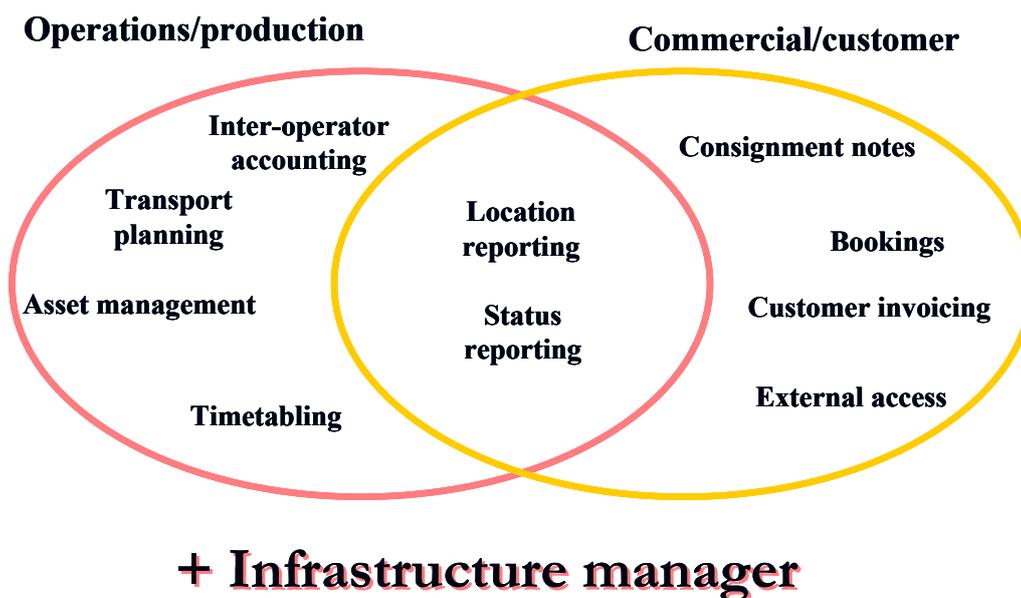


図 9.10 情報化と自動化の領域

9.5 インターモーダル貨物輸送とDFC

鉄道が真に競争力をつけるためには、DFCの整備に加えて対応すべき課題が数多く残っている。特にコンテナ輸送の場合、DFC整備は単に課題への対応策の一部に過ぎない。新たなコンテナ政策を実現し、かつ非バルク貨物の鉄道シェア向上を実現するためには鉄道とリンクしたコンテナデポや統合物流センターの整備が必要不可欠である。こうした施

設整備のために、鉄道整備には広大な敷地が必要である。また、DFC整備と同時期に短期間で施設整備が必要である。この政策により、コンテナデポの整備およびコンテナワゴンの調達に相当の投資を行う必要がある⁷。

加えて、インターモーダル輸送の実現のためには、鉄道セクター以外に対しても投資が必要となろう。Woxenius (2001, 2002)によれば、インターモーダル輸送をコリドーと「ハブとスポーク (hub and spoke)」の観点から見ると、将来のコンテナ輸送はスワップボディによるコンテナ輸送へと移行し、セミトレーラによるコンテナ輸送は徐々に後退していくであろうと結論付けている。また、(ヨーロッパの場合) 鉄道は国および地域に特有のネットワークを有し、国境間輸送の際には効率的なマルチモーダルゲートウェイが必要とされるため、情報管理も必要不可欠な要素である。こうした複雑な環境の下で、効率的な貨物輸送を実現するためには、長距離輸送ではISO規格のコンテナを活用する必要がある。これにより、迅速でかつ安価で鉄道輸送とターミナルでの積み替えが可能となる。

これまでに議論してきた事項の観点から、インドで近代的なインターモーダル物流を実現するための条件を現状と比較しながら検討した結果を表9. 2に示す。

⁷ Speech of Shri Lalu Prasad Introducing the Railway Budget 2006-07 on 24th February 2006, Section on Record Braking Output in Freight Business, paragraph 21

表 9.2 インドの物流の現況と将来のインターモーダル貨物輸送

項目	インドの物流の現状	インドにおけるインターモーダル貨物輸送開発の方向性
鉄道トラック	<ul style="list-style-type: none"> 旅客および貨物列車がトラックを共用している。 貨物列車にダイヤがない。 	<ul style="list-style-type: none"> 東西回廊に最新の貨物専用線が整備される予定 新線により高速輸送が可能となり、また自動信号システムが導入される予定 線路容量を最大限活用するために高速化(100km/hr)かつ自動化
情報管理	<ul style="list-style-type: none"> 現状ではCONCORにより限られた分野で適用されているが、他のモードとのリンクや統合はされていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 貨物の到着前に情報処理を行うための相互モードシステムの導入 ICタグなど情報管理技術の導入
鉄道車両	<ul style="list-style-type: none"> コンテナのダブルスタック輸送の試験を実施 	<ul style="list-style-type: none"> コンテナのダブルスタック輸送(西回廊) 多目的対応貨車(自動車輸送など)
その他	<ul style="list-style-type: none"> トラックは老朽化、メンテナンスの不備、最新の物流システムや統合サービスに対応していないなどの問題が多い。 事業者のノウハウの欠如なども道路輸送の効率性やインターモーダルな複合輸送を阻害する要因となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> インターモーダルかつ混合輸送に対応可能な最新かつ標準化されたトラック ジャストインタイムなどサービスの効率化のための最新のオンライン情報システムとコミュニケーション技術の導入
ターミナル施設	<ul style="list-style-type: none"> 複数のICDが整備されつつある。ICD内部では最新かつ効率的な技術を活用した設備が備わっている。 しかしながら、情報管理システムが欠如していることによって、コンテナの搬入、位置管理および搬出に遅れが生じている。書類の処理は一箇所に統合されているものの、全てのプロセスがマニュアルで行われており、深刻な遅れを生じている。 	<ul style="list-style-type: none"> コンテナ貨物の搬入から搬出までコンテナを取り扱う、多目的、自動化、最新の情報システムを備えたターミナルの整備
ターミナル施設(外部)	<ul style="list-style-type: none"> コンテナターミナルへのアクセス道路(例えば路面状況や道路混雑)は悪く、特に待機場所は劣悪であり、コンテナの荷役等に深刻な遅れを生じている。 特に、多くのインドの港でのターミナルへのアクセスの状況が悪く、コンテナの輸送時間の遅れを生じている。 関税業務は自動化されておらず、コンテナの(全数)管理が実施されているため、インドの港でのトランジットコンテナ輸送で更なる遅れが生じている。起点および終点での関税業務も一般的ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> オンライン情報およびコミュニケーションシステムを活用した最新の物流プロセスにより、ターミナルゲートでの待ち時間を最小化する。 ICDなどへの道路アクセスの整備またはアクセスのよい場所でのICD開発 税関業務などはICD、大規模荷主の保管倉庫など貨物需要の大きい場所で提供する。
荷役施設	<ul style="list-style-type: none"> インド国内のICDではコンテナ取り扱いのための最新の設備が備え付けられているが、実際の需要が処理能力を上回っているICDもある。 自動化は全く導入されていないか、もしくは導入されていたとしても物流プロセスの中で限られた箇所である。 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑かつ最新の積荷の形態に対応するための荷役施設導入 ICタグなどの情報管理技術の導入

出典: 調査団

インドの貨物輸送サービスの課題については、本報告書の第8章で詳細に議論されている。インドの輸送システムを国際的なレベルに向上するために改善するためにすべきことは数多くあるものの、DFCの整備により効率的な輸送システムを実現するために実施すべきことは以下の3点である。

1. 回廊のPre-haulとEnd-haulにおけるトラックの（供給量および質の）改善
2. ターミナルへのアクセスのための道路インフラの改善
3. 港湾およびICDでの荷役・保管能力の拡大、通関等の手続きの迅速化

これら3点の改善は全ての輸送チェーンを効率化するための最初のステップであり、インターモーダル輸送の実現のためには、本章でその概要を紹介したように、全てのチェーンでの改善が必要となる。

DFC整備の効果を最大限に引き出すためには、トラックの質とターミナルへのアクセスの改善を短期的な物流システム改善策として取り組むべきである。図9.11にインドの物流の現状と最新のインターモーダル物流を比較する。

図 9.11 物流システムの比較

インドの施設現況	vs	最新のインターモーダル施設
	vs	
	vs	

インドの施設現況	vs	最新のインターモーダル施設
	vs	
	vs	
	vs	

最初の行の写真はコンテナのオペレーションおよびターミナル設備を比較している。インドのターミナルは比較的最新の設備が備え付けられていることがわかる。しかしながら、次の行にみるように、ターミナル内のコンテナの輸送については、コンテナをターミナル内で移動するための専用輸送システムのためのインフラ調達が必要である。インドの輸送インフラと先進的なインフラとの違いは、3行目にみるように、ターミナル内の駐車場やトラックの質などで大きいことがわかる。コンテナ貨物量を最大限に取扱うための最新のターミナルと比較して、インドでは老朽化した車両が無秩序に駐車場に停められていることがわかる。

最後に、下から2行の写真に見るように、コンテナの輸送技術とコンテナの道路輸送では、道路輸送を効率的に行い、最新の物流システムの構築に必要な条件に適合するために、行うべきことがある。効率的かつ安全な道路輸送を実現するためには、特に国道における駐車車両を排除するなど、道路インフラを最大限に活用する必要がある。

また、今後建設するICDの立地については、道路の将来計画、土地利用計画などと整合性をとる必要がある。

第10章 貨物需要予測

10.1 はじめに

本章の目的は、DFCに係る貨物輸送サービスや将来の物流システムとその構築に必要なインフラ整備量を明らかにするために、バルクおよびコンテナ貨物の需要を予測することである。また、需要予測は、貨物輸送力強化のための代替案の評価やDFCの経済・財務分析のための基礎データを提供することも目的とする。

本章では、まず貨物の需要予測に係る手法論に触れ、RITESが行ったF/S調査（PETS1）の需要予測手法をレビューする。また、データの入手可能性を検討しながら、DFCの貨物需要予測に適した手法を提案する。最後にDFCに係る将来貨物需要を推計する。

本調査の第2章で概説した通り、DFCに係る旅客（旅客予測モデルはエンジニアリンググループが実施）および貨物の交通需要予測モデルを構築する必要がある。貨物の需要予測モデルは2段階で構成される。最初の段階では、貨物輸送力強化に係る3つの代替案（既存線改良、旅客新線、貨物新線）の評価のための概略モデルを構築し、次の段階ではエンジニアリングの検討に必要な詳細な需要予測モデルを構築する。本章では、統計資料やJICA調査団が実施する補足交通調査結果を用い、最初の段階の概略モデルを構築するものである。

10.2 需要予測手法

10.2.1 需要予測手法に係る文献レビュー

一般的に、貨物需要予測モデルはトリップベースモデルと貨物ベースモデルの2通りに大別できる。トリップベースモデルは輸送手段毎のトリップ数を推計し、貨物ベースモデルは輸送する貨物重量を推計する。これらの2つのモデル構築には、旅客の需要推計と同様に4段階推定法（発生・集中、分布、分担、配分）が一般的に適用されている。以下

にHolguín-Veras (2001)¹を参考に、2つの需要予測手法にかかるアプローチをレビューする。

(1) トリップベースモデル

トリップベースモデルは鉄道を含む車両・トリップを直接的に推計する。トリップベースモデルでは車両・トリップの推計に重点が置かれており、機関分担や車両選択は通常所与条件であることが多い。同モデルの利点は、分析に用いる交通データの入手が容易なこと、また、車両のトリップに着目しているため、空車の扱いに特段の配慮をする必要がないことである。トリップベースモデルは以下の手順で構築する。

- 1) 通解析ゾーンの社会経済指標の入手
- 2) 交通解析ゾーンのトリップ発生・集中量の予測
- 3) ゾーン間の貨物車トリップ分布量の予測
- 4) トリップの機関分担の設定
- 5) ネットワークへの配分。

(2) 貨物ベースモデル

貨物ベースのモデルは一般的にトンベースで貨物の重量を推計する。通常、貨物の動きは品目、荷姿、重量などの貨物特有の特徴とそれを支える社会経済の仕組みに左右され、そうした動きを正確に把握するために貨物自体をモデル化することに力点が置かれている。貨物ベースモデルは以下の手順で推計を行う。

- 1) 交通解析ゾーンの貨物生成量および発生集中量の予測
- 2) 重力モデル等を用いてゾーン間貨物分布量を推計
- 3) 離散型選択モデルや荷主や輸送業者の取扱貨物の輸送手段の時系列データを用いて機関分担モデルを構築し、各交通機関（手段）のゾーン間貨物量を推計
- 4) 空荷を考慮しながら、配分モデルによりゾーン間のトリップ数を推計。

10.2.2 RITESレポート (PETS1) のレビュー

JICA調査団のプログレス・レポート²を参考に、RITESレポート³の概要を以下の通り整理する。

¹ Holguín-Veras J. (2001) AN ASSESSMENT OF METHODOLOGICAL ALTERNATIVES FOR A REGIONAL FREIGHT MODEL IN THE NYMTC REGION, City College of the City University of New York

(1) バルク貨物

バルク貨物に関しては、RITESレポート（PETS1）ではZonal Railways等へのインタビュー調査を基に、貨物輸送の伸び率や貨物輸送に係る将来開発計画、生産や消費の成長シナリオなどを設定して、貨物輸送需要を推計した。石炭や鉱石および鉄鋼に関しては、DFCの回廊上に位置する各産業の基幹となる企業に対するインタビュー調査を基に、生産計画や将来開発計画により将来貨物輸送量を設定しており、より詳細な需要推計を行っている。

1) 目標年次

目標年次は調査基本年次である2004/05年から17年後の2021/22年に設定。

2) 需要予測手法

RITESレポート（PETS1）の需要予測では鉄道（DFCは輸送延長が200キロ以上の貨物を前提とする）による品目別OD表をベースに予測を行った。各品目の輸送量の伸び率を各ODペアに乗ずることによって、将来貨物輸送量を推計している。

3) ベースラインデータ

RITESレポート（PETS1）では、2005年3月の輸送実績（CRISの提供データ）をベースラインデータとしている。なお、通常、3月は1年を通じて最も貨物輸送需要の大きい時期である。

4) 需要予測

RITESレポート（PETS1）では、2つのアプローチで将来貨物需要の予測を行った。1) 各企業のビジネスプランや開発計画をベースとして貨物需要を推計、2) 品目毎の成長率を設定して貨物需要を推計。東回廊における火力発電所への石炭需要や鉱石および鉄鋼の需要は第一のアプローチで推計された。それ以外の品目の貨物需要は、過去の輸送実績やヒアリングの結果から、貨物輸送の伸び率を設定する成長率法を適用した。RITESレポートで適用された各品目の鉄道貨物輸送量の伸び率を表10.1に整理する。

² JICA (2006) The Feasibility Study on The Development of Dedicated Multimodal High Axle Load Freight Corridor with Computerised Control for Delhi-Mumbai and Delhi-Howrah in India

³ RITES (2006) Preliminary Engineering-cum-Traffic Survey for Dedicated Multimodal High Axle Load Freight Corridor

表 10.1 RITESで適用された品目毎の鉄道貨物輸送量の伸び率

	東回廊 DFC	西回廊 DFC
発電用石炭	● 約 10% (発電需要にもとづく)	● 3% 成長
その他目的の石炭	● 肥料工場用(増加なし) ● 民生用(2%)	● 7% (輸入石炭)
鉱石		● 5%
鉄鉱・鉄	● 14.5% (2011 年まで) ● 8.3% (2011 以降) 鉄生産計画より推計	● 5%
セメント	● 5%	● 5%
穀物類	● 2%	● 2%
肥料	● 2%	● 2%
その他	Not mentioned	● 3%

出典: RITESレポートの結果を基にJICA調査団作成

5) モーダルシェア (機関分担)

鉄道と道路のモーダルシェア (機関分担) は考慮していない。

(2) コンテナ貨物

1) 目標年次

バルク貨物と同様に2021/22年に設定。

2) コンテナ貨物生成量

RITESレポート (PETS1) では、2005年に実施されたJNPTの港湾取り扱い貨物需要予測調査⁴を基に西回廊のコンテナ貨物需要を予測した。インド全土の港湾におけるコンテナ貨物取扱量の年平均増加率は12.6%および13.65%の2ケースを設定。

3) インド西部の港湾におけるコンテナ貨物取扱量

2003/04年におけるMaharashtraおよびGujarat州の港湾 (JNPT、Mumbai、Kandraなど) のコンテナ貨物取扱量はインド全土の67.6%を占める。同報告書では2021/22年に同州の港湾のコンテナ貨物取扱量はインド全土の61.0%に減少すると予測。

4) モーダルシェア

JNPTで取扱うコンテナのうち、27%が鉄道を利用している (2003/04年実績)。RITESレポート (PETS1) では、DFC整備により道路に対する鉄道サービスの優位性が高まり、MaharashtraおよびGujarat州の港湾で取扱うコンテナのうち、30から45%のコンテナが鉄

⁴ RITES (2005) Rail Transport Logistics Study for the Planned Development of JNPort

道を利用すると推測している。この分担率はCONCORの予測結果（目標値）や海運省などの調査結果を踏まえて、推測された数値である。

10.2.3 貨物需要予測に関する考察

(1) トリップベースと貨物ベースモデルの併用

インドにおける貨物関連データの入手可能性をみると、バルク貨物については、トリップベースと貨物ベースの需要予測（特にバルク貨物の場合）を併用するのが望ましい。JICA調査団がCRIS⁵から入手した貨物輸送データには、過去3年（2003/04～2005/06年）の貨物鉄道の運行状況（起終点、出発・到着時刻、列車タイプなど）および輸送状況（輸送品目、輸送量など）の情報が含まれている。従って、鉄道に限ればトリップベースと貨物の輸送量ベースのOD表を構築することができる。

また、CRISの貨物輸送データでは鉄道以外の道路や水運といった輸送機関を対象としていないため、例えば鉄道と道路の分担率を明示的にモデルに取り込むことはできない。但し、1987年および1997年に実施された物流関連調査報告書をレビューした結果、BOX10.1 に示すように、主要なバルク貨物の鉄道分担率は1997年時点で87%と高く、1987年および1997年の間にそのシェアは変化していない。品目毎に見ても同様の傾向が伺える。

従って、バルク貨物については鉄道と道路の競合関係は鉄道の利用可能性や輸送距離等が影響しており、鉄道シェアに対する時間や料金といったサービスレベルの弾力性が小さいと推測される。

⁵ Centre for Railway Information Systems

Box 10.1 物流のモーダルシェア

インドの全土を対象にした物流調査は、計画局によるTotal Transport System Study (1987)と鉄道省によるStudy on Decline in Railway's Share in Total Land Traffic in India (1997)で実施された。いずれの調査も路側OD調査により、鉄道や道路などの内陸輸送機関毎の品目別輸送量を捕捉した。2つの調査の調査実施年である1986年と1995年のモーダルシェアを比較すると、9つの主要貨物のモーダルシェアは大きく変化せず、かつそれらの輸送は依然鉄道に大きく依存していることが分かる。2006年に計画局によりTotal Transport System Studyが実施中であり、観測データを入手できれば、本調査の貨物需要予測、特に機関分担モデルを構築する上で、有益な基礎データとなるであろう。

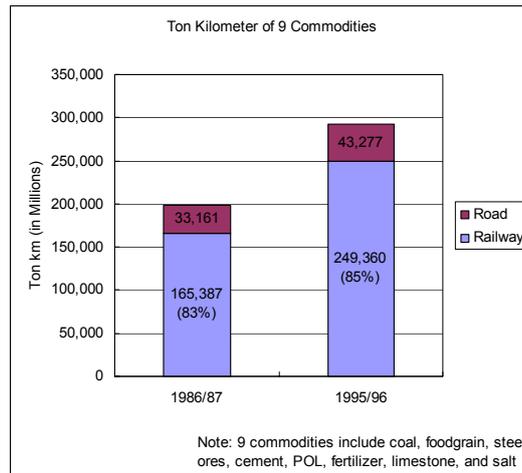


図 10.1 鉄道および道路の分担率

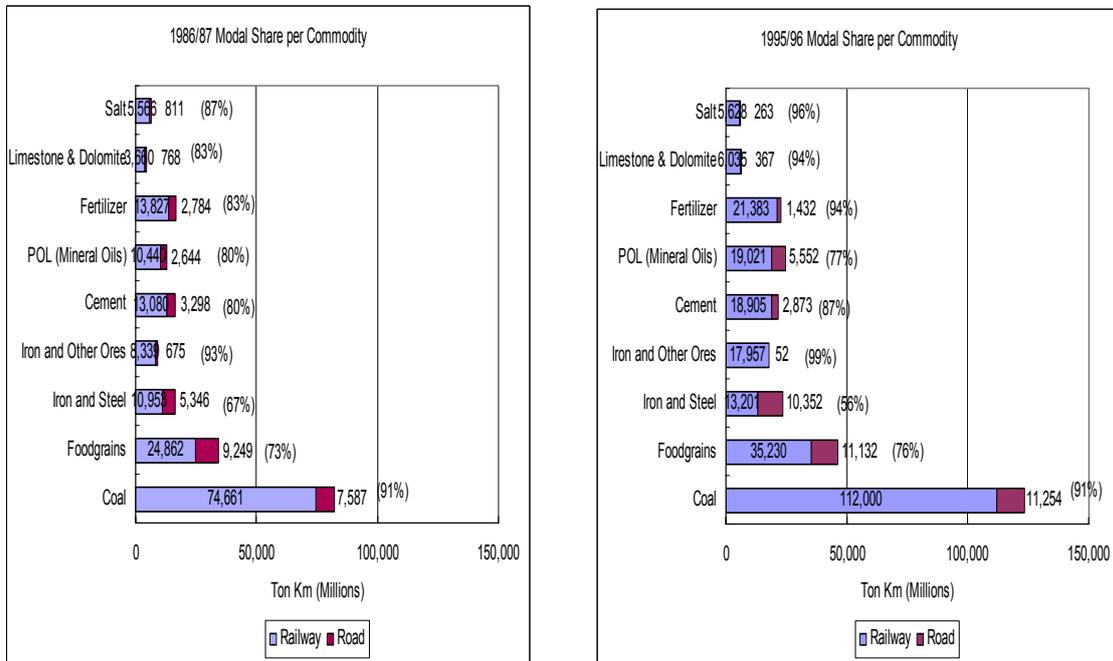


図 10.2 品目毎の鉄道および道路の分担率

出典: Planning Commission (1987) Total Transport System Study および Ministry of Railways (1997) Study on Decline in Railway Share in Total Land Traffic in India

一方、コンテナ貨物の需要予測は貨物ベースモデルを適用する。これは、コンテナ貨物の動きが品目、荷姿、重量などの貨物特有の特徴とそれを支える社会経済の仕組みに左右されるためであり、そうした動きを正確に把握するために貨物ベースモデルを適用して、コンテナ貨物輸送量自体をモデル化する。また、DFC整備によるネットワーク条件の変化やサービスレベルの変化とそれに伴う鉄道および道路の分担率の変化を検討する必要があるため、貨物ベースモデルを適用する。

(2) DFCの需要予測に関する考察

RITESレポート（PETS1）のレビューの結果を踏まえ、DFCに係る貨物需要予測への留意点を以下に整理する。

- DFCプロジェクトの投資規模の大きさやDFCの供用期間を考慮すると、将来需要は今後20～30年間で予測するべきである。DFCプロジェクトが2011年末に工事を終えると仮定して、2031/32年をDFCの目標年次とするべきである。
- RITESレポート（PETS1）の貨物需要は、1年で最も貨物輸送量の大きい3月を予測のベースラインデータとして使っているため、将来需要は過大に推計されている可能性がある。従って、年間の貨物輸送実績データを適用するなどして、ベースラインデータを見直すべきである。
- 石炭、鉱石、鉄鋼を除いたバルク貨物に関しては、貨物の将来需要予測に用いられた成長率の設定根拠が曖昧である。従って、過去の社会経済データ、生産量および鉄道輸送量のトレンドから品目毎に成長率を設定するべきである。
- 最後に、コンテナ貨物輸送量の需要予測には、クロスセクション分析を採用することを提案する。これは、コンテナ需要は製造業やサービス業の拡大とともに共に増加し、その傾向は諸外国のコンテナ貨物量のトレンドと類似すること、また、インドの港湾のコンテナ取扱量は近年急速に伸びてはいるものの、過去のトレンドだけではインド全土のポテンシャルを十分に考慮することが出来ないことによる。同時に、今後、高速道路整備により、道路によるコンテナ貨物の輸送サービスレベルも飛躍的に向上することが期待される。従って、機関分担をモデルに組み込むことを提案する。
- RITES調査（PETS1）では道路輸送との競合を議論していない。すなわち、交通モデルを使った機関分担を議論していないが、特に鉄道を主軸としたコンテナ輸送サービスの改善の効果を正当に評価するためにコンテナに関する機関分担モデルの構築が望ましい。長距離バルク貨物については、ほぼ鉄道の独壇場であるが、中距離バルク貨物輸送に関してはインターモーダル輸送システムの確立によって鉄道に優位性がでてくる場合もあり、特に穀物類の輸送などについては機関分担を議論する余地を残しておくべきである。

10.3 貨物需要予測

10.3.1 貨物需要に影響する要因

本節では、貨物需要に影響すると考えられる一般的要因に言及する。これらの要因には、物およびサービスの需要に直接的に影響するものと、貨物輸送手段のコストやその他のサービスレベルに影響を及ぼして、間接的に貨物需要に影響を及ぼす要因とがある。

Quick Response Freight Manual⁶では、需要予測の際に考慮すべき影響要因を以下の通り列挙している。

1. 経済および人口,
2. 産業立地条件,
3. ビジネスのグローバルイゼーション,
4. 国際貿易協定,
5. 国際輸送協定,
6. ジャストインタイムなどの商習慣,
7. 輸送業者および船社間の提携,
8. 商品管理システム,
9. 梱包材,
10. リサイクル,
11. 規制緩和,
12. インターモーダル実施協定,
13. 燃料費,
14. 公共インフラ,
15. 利用料およびその他税金,
16. 輸送業者に対する特惠措置,
17. 環境政策および規制,
18. 安全政策および規制,
19. トラックの車幅や重量規制,
20. 道路混雑,
21. 技術進歩.

上述した要因のうち、本章で構築する貨物需要予測モデルは以下の2つの要因の影響を考慮できるモデルとする。

1. 経済および人口

貨物需要は物の生産や消費によって影響を受ける派生需要である。国の経済や地域の経済規模の増加は物およびサービスに係る需要を増加させる。経済状況はその国の消費能力を表しており、その国で生産もしくは消費される物のタイプや価値は通常、その国の経済状況を反映していると言われている。

⁶ Federal Highway Administration (1996) Quick Response Freight Manual prepared by CAMBRIDGE SYSTEMATICS INC. COMSIS CORPORATION and UNIVERSITY OF WISCONSIN -MILWAUKEE

2. 産業立地条件

産業立地条件（パターン）はトンキロやラインホールキロなどで規定される輸送需要を決定する要因となる。産業の空間配置により、例えば、品目毎の輸送距離や総輸送距離などが決まると言われている。

10.3.2 予測手法

上述した通り、DFCの貨物需要予測にあたっては2つのアプローチ（バルク貨物はトリップベースと貨物ベースモデルの併用、コンテナ貨物は貨物ベースモデルによる）を適用する。需要予測の基本的な流れは以下の通りである（図10.3参照のこと）。

- Step 1: 交通解析ゾーンの社会経済指標（国および州別の人口、GDP）の入手
- Step 2: 各ゾーンの品目別貨物発生集中量の推計
- Step 3: ゾーン間の貨物分布量の推計
- Step 4: 品目毎分布量の伸び率の設定と必要鉄道本数の算定（バルク貨物）、機関分担モデルの構築と必要鉄道本数の算定（コンテナ貨物）

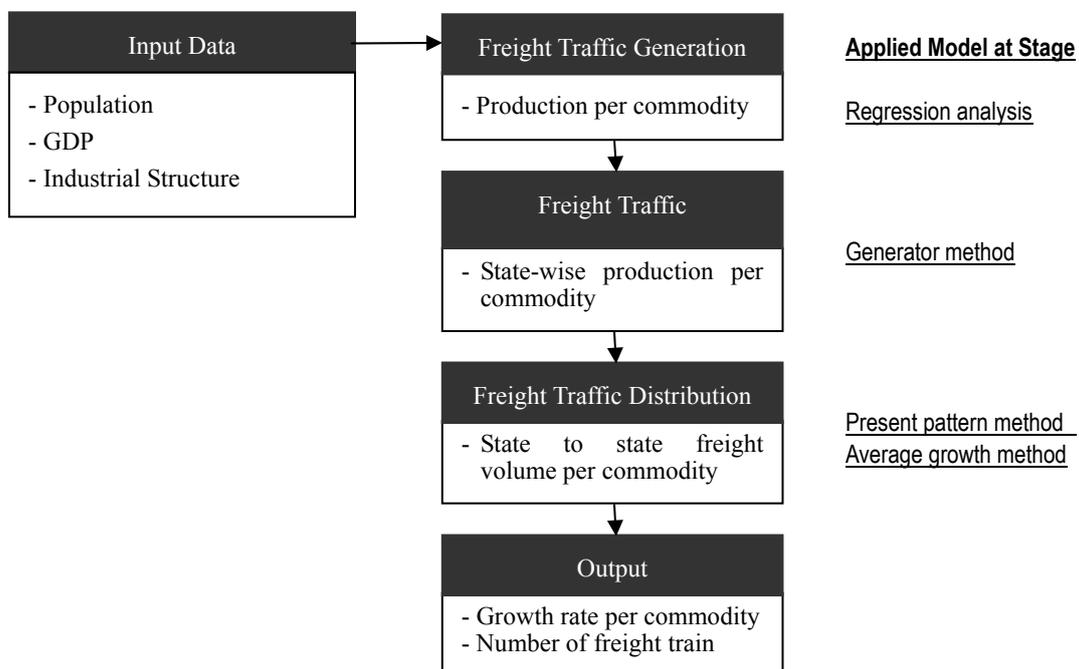


図 10.3 バルク貨物の需要予測の手順

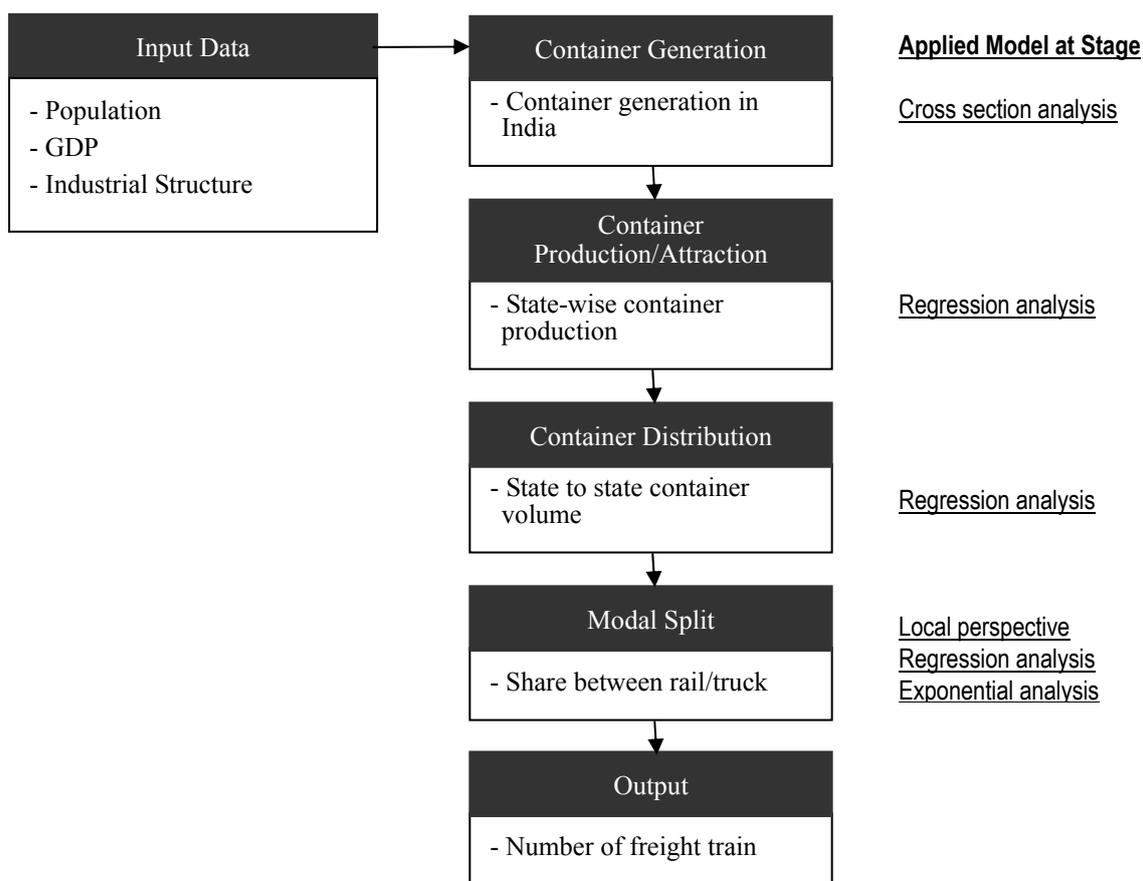


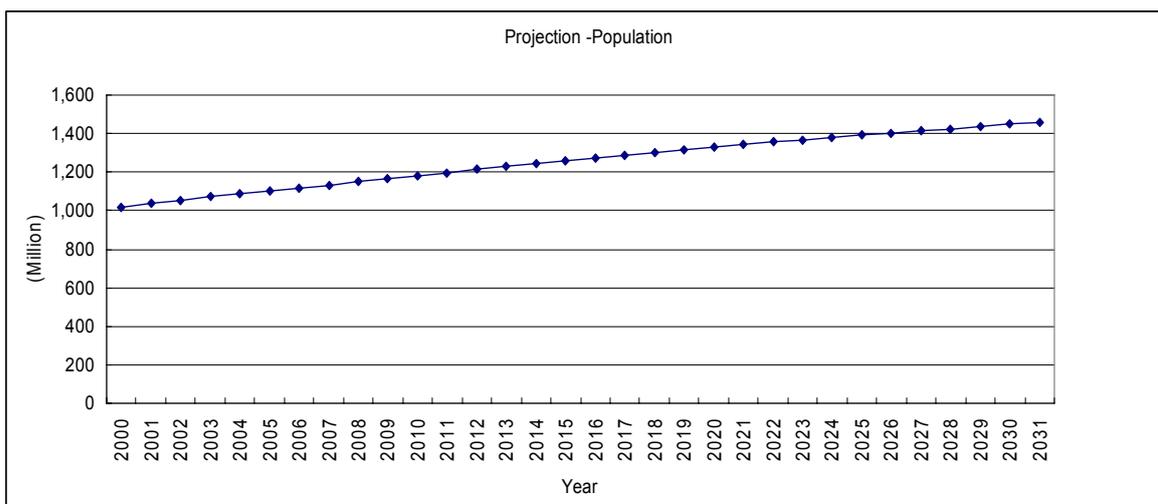
図 10.4 コンテナ貨物の需要予測の手順

10.4 将来需要予測

10.4.1 社会経済フレーム

(1) 人口

インドの人口は世界の総人口の17%を占める。過去5年間では、インドの人口は年平均1.7%増加し、2003/04年に1,073百万人に達した。インドの将来人口は2機関の人口推計結果（2026年まではインドの人口センサスの予測結果、2027年以降は国連による予測結果）から予測を行った。その結果、2031年までに年平均1.1%増加し、1,458百万人に達すると予測された。



出典: GOI (2001) CENSUS OF INDIA 2001 POPULATION PROJECTIONS FOR INDIA AND STATES 2001-2026 (up to 2026)
 および World Population Prospects (afterward)

図 10.5 現況人口および将来予測

(2) GDP

インドの近年の経済関連指標のトレンドを見ると、インド経済は急速にかつ着実に拡大していることがわかる。GDPの伸び率を年代別に見ると、1980年台は年平均増加率が4.6%、1990年台に5.8%、2000年台は5.9%に達した。

インド政府や国際機関など関係機関は将来においてもインド経済は着実に拡大すると予測しており、各関係機関が予測した将来の経済成長率は年率6%から9%となっている（表 10.2参照のこと）。本調査では、RITESの調査結果と同様にGDPの年平均増加率を7%（2031年まで）に設定した。

表 10.2 GDPの年平均増加率の予測

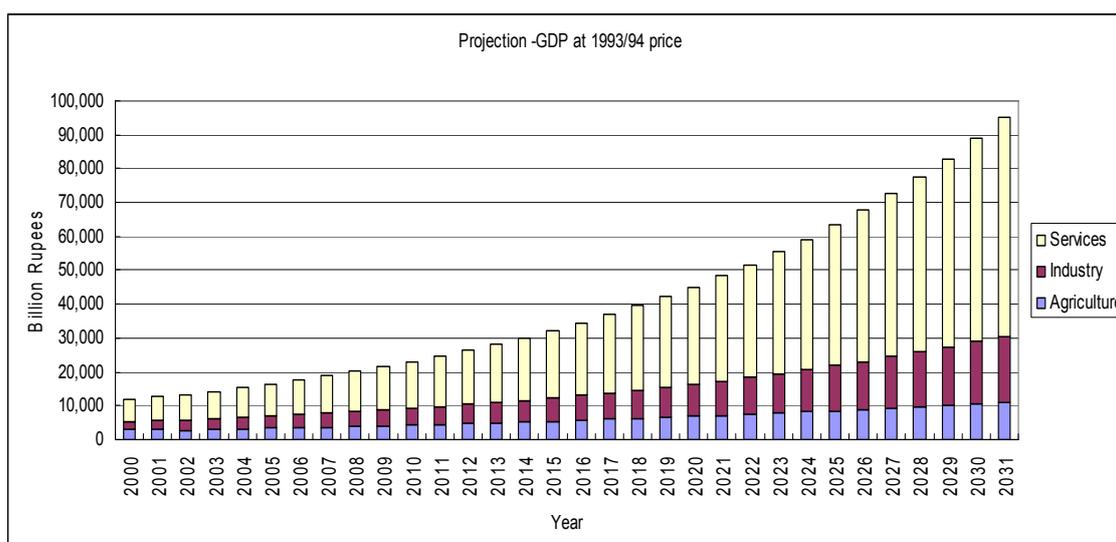
機関名 \ 年次	2006	2007	2008-2012	2013-	出典
IMF	7.3	7.0			
ADB	7.6	7.8	8.0-8.5		Asian Development Outlook (2006)
Planning Commission	7.93	7.93	9.4		10th Five Year Plan (2002)
Planning Commission			8.0-9.0		Draft 11th Five Year Plan (2006)
Intl. Energy Agency	5.6	5.6	5.6	5.6	World Energy Outlook (2004)
RITES Report	7.0	7.0	7.0	7.0	DFC Pre-F/S Study (2006)

出典: 表中に記載

(3) 産業構造

インドのセクター別産業構造を見ると、他の開発途上国と同様に、第3次産業が急速に拡大していることがわかる。GDPの産業別構成率を見ると、第3次産業の構成率は過去10年間に10ポイント増加し、2004/05年に57.9%を占めた。

先進国および開発途上国の各産業の発展のトレンドを鑑みて、インドにおける産業構造は2051年時点で第1次（5%）、第2次（20%）、第3次産業（75%）に変化すると設定した。（2004年時点でそれぞれ20.5%、21.9%、57.9%）



出典: Reserve Bank of India

図 10.6 GDPおよび産業構成率の現況および予測

10.4.2 DFCに係る貨物需要予測

(1) 需要予測に係る前提条件

需要予測にあたっては、四段階推定法を採用し、鉄道による輸送量の大きい7品目について、インド全国の品目別総貨物生成量、州別の発生・集中量、州間の分布量、輸送機関別の分担量を予測した。コンテナについては別途インド全国の需要を推計した後、鉄道分担率を求めた。貨物需要予測に係る前提条件は以下の通り。

- 需要予測のベースとなる基本年次を2004/05年に設定した。また、目標年次はプロジェクトのライフサイクルや5ヵ年計画を勘案して2031/32年に設定した。
- 地域区分（交通ゾーン）は州単位（インド全国で35州）を基本とした。

- 品目区分については、鉄道による輸送量の大きい7品目（石炭、セメント、POL、肥料、穀物、鉄鋼、鉱石）+その他の合計8品目を基本とする。コンテナ貨物については、別途検討する。
- 対象輸送機関はバルク貨物については鉄道のみ、コンテナ貨物については鉄道および貨物自動車とする。

また、需要予測に用いた基礎データは、全国統計（1970～2005年）、地域統計（1970～2005年）、物流センサス調査（1987年、1997年）CRISの貨物列車運行データ（2003～2005年）、路側OD調査、企業インタビュー調査（いずれもJICA調査団による）である。

(2) 貨物生成量

1970年から2004年までの品目毎の生産量と鉄道貨物輸送量、社会経済指標（人口やGDP）と鉄道貨物輸送量を時系列に整理した。図10.7～10.11に示すように、各品目の鉄道貨物輸送量と社会経済指標の間には線形回帰の相関関係があることが分かる。生成量の推計にあたっては、1970年から2004年の鉄道輸送量（トンベース）の時系列データを用いて、主要7品目+その他合計8品目についてGDP、人口等を説明変数とする関数モデルを構築した。

その結果、石炭、POLを除いた各品目の鉄道輸送量の増加率は年率2.3-3.8%と予測され、RITESが設定した増加率（2.0-5.0%）よりも若干低めに推計された。2031/32年までの主要7品目+その他の輸送量の伸び率を表10.3に整理する。

石炭、POL等のエネルギー消費は国家政策に寄るところが大きい。RITESレポートでは、石炭に関しては、DFCの回廊上に位置する各産業の基幹となる企業に対するインタビュー調査の結果、生産計画や将来開発計画を考慮して、詳細な需要推計を行った。石炭（東回廊）に関してはRITES調査報告書の結果を踏襲した。

表 10.3 品目別輸送量の年平均増加率

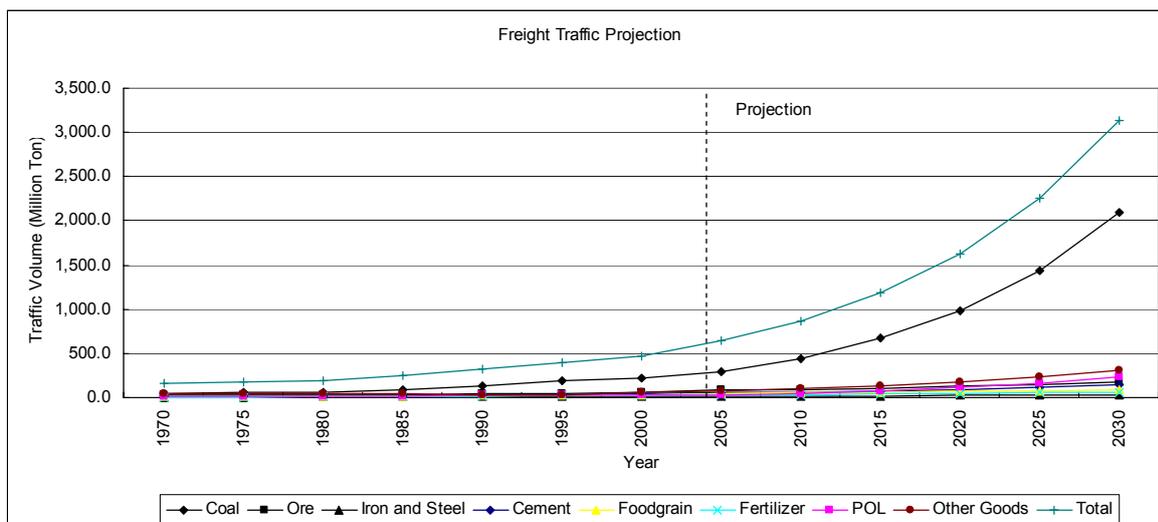
品目	石炭	鉱石	鉄鉱・鉄	セメント	食料用穀類	肥料	石油・油脂類	その他	合計
成長率(年)	(8.1%)	3.1%	3.1%	3.8%	2.3%	2.7%	(7.9%)	5.8%	(6.6%)
説明変数	GDP	GDP (2次産業)	GDP (2次産業)	GDP (2次産業)	人口	人口	GDP	GDP	GDP

出典: JICA調査団

表 10.4 RITES調査による品目別輸送量の年平均増加率

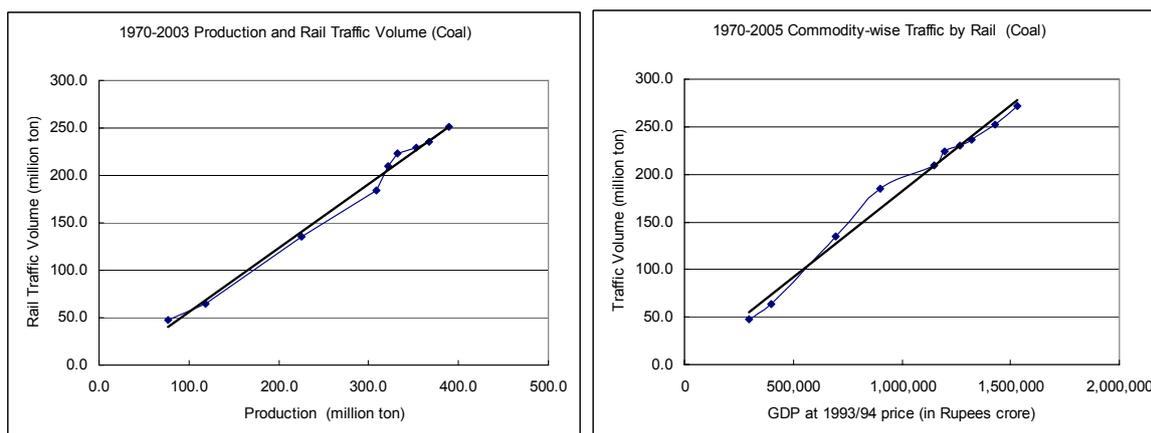
品目	石炭	鉱石	鉄鉱・鉄	セメント	食料用穀類	肥料	石油・油脂類	その他	合計
西回廊 DFC	3.0% (7.0%*)	5.0%	5.0%	5.0%	2.0%	2.0%	2.0%	3.0%	
東回廊 DFC	0.0-10.0%	-	14.5% (8.3%**)	5.0%	2.0%	2.0%	-	-	

出典: prepared by JICA調査団 based on RITES F/S Note: *: Imported Coal, **: After 2012



出典: Ministry of Railways (2004/05) Annual Statistical Statements (現況) JICA調査団 (将来推計)

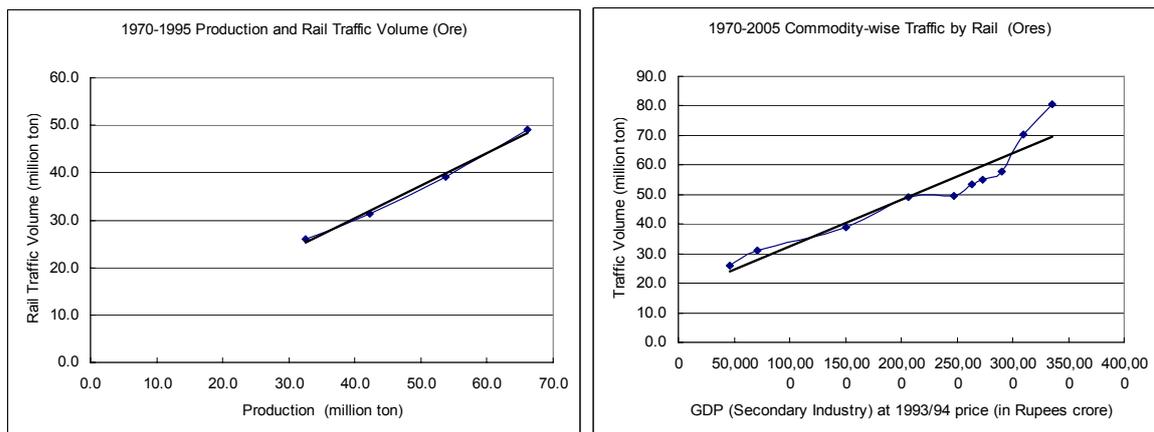
図 10.7 鉄道によるバルク貨物輸送量の現況と将来予測



出典: Ministry of Railways (2004/05) Annual Statistical Statements (traffic volume) および Department of Coal (production)

注: 表中の点は実績値、直線は回帰式を示す。

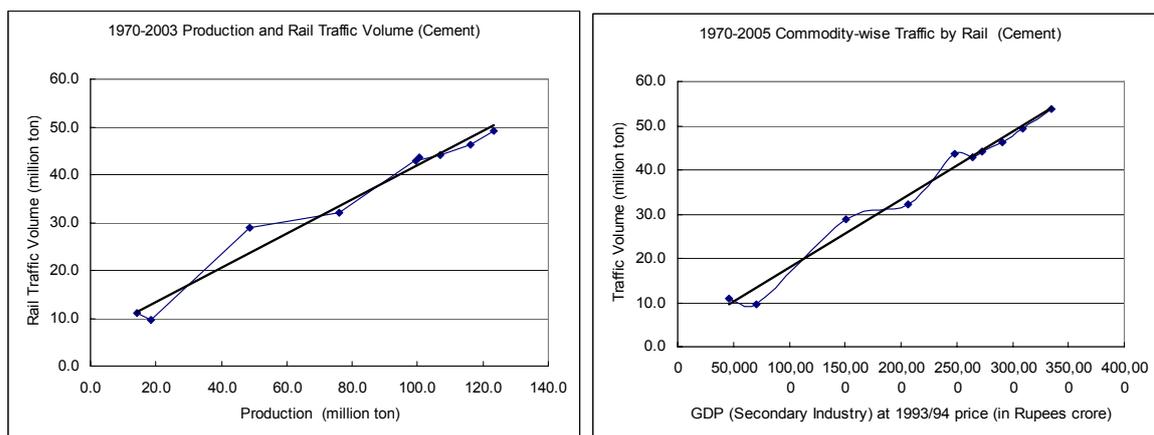
図 10.8 社会経済指標、生産量、鉄道輸送量の時系列変化(石炭)



出典: Ministry of Railways (2004/05) Annual Statistical Statements (traffic volume) および Development Commissioner for Cement (production)

注: 表中の点は実績値、直線は回帰式を示す。

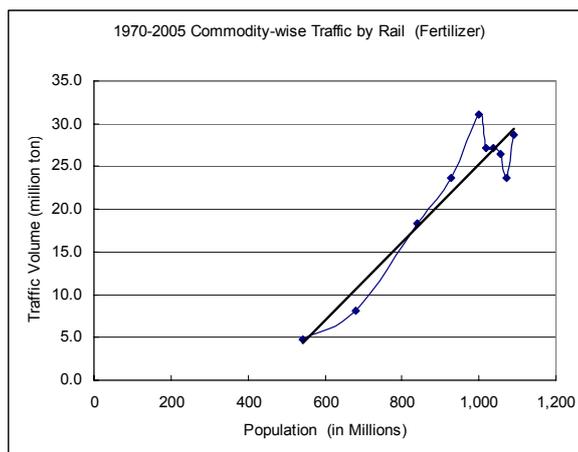
図 10.9 社会経済指標、生産量、鉄道輸送量の時系列変化(鉱石)



出典: Ministry of Railways (2004/05) Annual Statistical Statements (traffic volume) および Department of Coal (production)

注: 表中の点は実績値、直線は回帰式を示す。

図 10.10 社会経済指標、生産量、鉄道輸送量の時系列変化(セメント)



出典: Ministry of Railways (2004/05) Annual Statistical Statements (traffic volume) および
 Ministry of Chemicals & Fertilizers (production)
 注: 表中の点は実績値、直線は回帰式を示す。

図 10.11 社会経済指標、生産量、鉄道輸送量の時系列変化(肥料)

コンテナ貨物需要は製造業やサービス業の拡大とともに共に増加し、その傾向は諸外国のコンテナ貨物量のトレンドと類似する。従って、クロスセクション分析によりコンテナ貨物の生成量を推計する。国際コンテナ貨物取扱量と名目GDPおよび人口（クロスカントリーデータ）を重回帰分析した結果を下式に示す。インドのGDPの年平均増加率を7%と仮定したとき、コンテナ貨物需要は年率約9.0%で増加し、2031/32年にはインド全体で4,305万TEUに達すると推計された。

$$CONT = 0.66 + 2.41^{-6} \times GDP + 0.0212 \times Pop \quad (r2 = 0.96)$$

ここで、CONT:年間コンテナ取扱量(百万TEU/年)、GDP:名目国内総生産(百万米ドル)、Pop:人口(百万人)

本研究における需要予測の前提としてGDPの実質成長率を7%と設定した場合(基本ケース)にはインド全体での国際コンテナ貨物需要は4,305万TEU/年(2032年)と推計されるが、感度分析の一貫として、いくつかのケースを以下にまとめる。

計画期間中のGDP成長率が6%の場合: 3,762万TEU/年(2032年)

計画期間中のGDP成長率が5%の場合: 3,583万TEU/年(2032年)

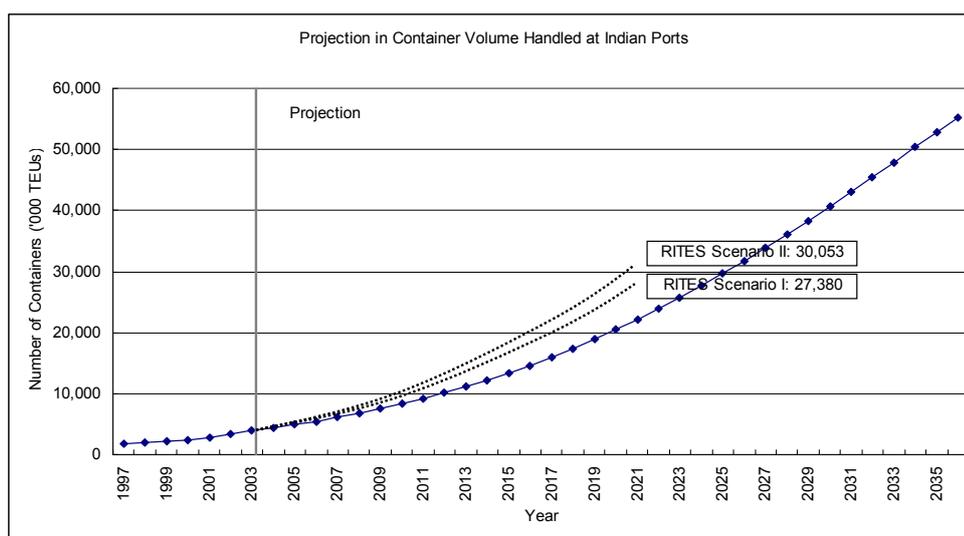
計画期間中のGDP成長率が4%の場合: 3,455万TEU/年(2032年)

成長率が仮に4%程度に落ちた場合には、コンテナ貨物量の予測値は基本ケースの80%程度になる。

表 10.5 各国のコンテナ取扱量(2002年)と社会経済指標

国名	2002年コンテナ取扱量 (million TEU)	2002年 GDP (million USD)	2002年人口 (million)
Bangladesh	0.57	47,195	132.9
Pakistan	0.94	73,701	144.9
Viet Nam	2.28	35,063	79.7
Indonesia	5.75	200,111	211.4
Philippine	3.77	75,250	79.5
China	31.89	1,303,588	1,284.5
Egypt	1.86	84,200	66.6
Thailand	4.17	126,769	63.5
South Africa	2.76	110,518	45.5
Brazil	3.41	460,811	174.6
Turkey	1.88	184,165	70
Mexico	1.56	648,627	103.0
Italy	7.95	1,186,335	57.2
Australia	3.82	399,358	19.6
Canada	3.30	735,965	31.4
Germany	9.48	2,022,210	82.5
France	3.28	1,457,369	59.5
U.K.	7.59	1,574,028	59.3
Japan	14.04	3,915,450	127.5
U.S.	30.81	10,469,600	288.4

出典: Economic and Research Institute, Cabinet Office, Government of Japan



出典: Indian Ports Association <http://www.ipa.nic.in> (現況)および JICA 調査団 (将来推計)

図 10.12 インド全国のコンテナ取扱量予測

(3) 貨物発生・集中量

各州の鉄道貨物の発生・集中量を見ると、ある特定品目の生産地であったり、消費地であったり州ごとに特長を有しており（図10.13参照のこと）、そうした生産・消費活動が州の経済活動に寄与している可能性が高い。従って、バルクの発生・集中量の推計はGSDPを原単位とする原単位法を採用した。また、発生・集中量の推計にあたっては、2つのケース（ケース1：GDPの産業別構成比が変化しない場合、ケース2：過去のトレンドによってGSDPの産業別構成比が変化する場合）について検討を行った。政府の開発方針（インド全国の均衡ある発展など）を鑑み、ケース2を採用した。

コンテナ貨物の発生・集中量の推計にあたっては、各州およびその後背地の経済規模を勘案し、コンテナの発生・集中量を推計した。具体的には、2003/04年の第2次産業のGSDPと各州のコンテナ取扱量を回帰分析した（下式参照のこと）。その結果、2031/32年にマハラシュトラ州で1,530万TEU、グジャラート州で1,340万TEUの国際コンテナ需要があると推計された。

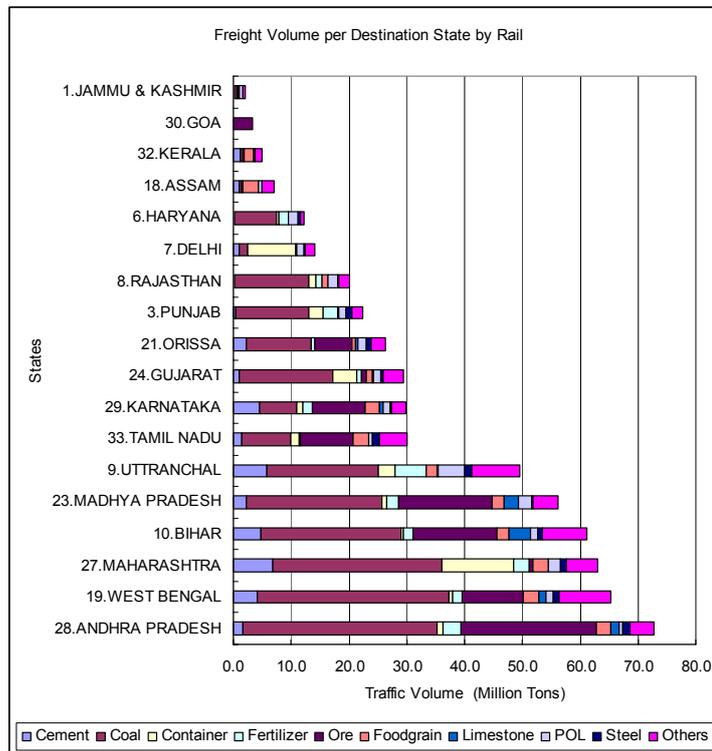
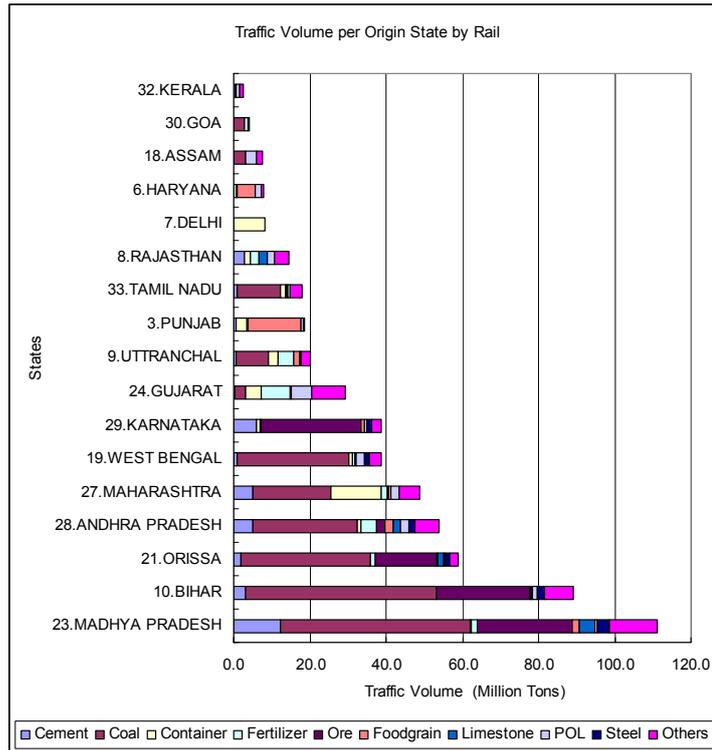
$$CONT_s = -230.6 + 0.000287 \times GSDP \quad (r^2 = 0.93)$$

ここで、CONT_s：州別コンテナ取扱量（千TEU／年）、GSDP：州内総生産（10万ルピー）

表 10.6 2031/32年の各州のコンテナ取扱量

州名	後背地	2031/32年 第2次産業 GSDP (Rs.lacs)	推計されたコンテナ発生・集中量 ('000 TEUs)	シェア(%)
West Bengal		11,171,288	2,929	6.8%
Orissa		1,783,039	277	0.6%
Andhra Pradesh		11,085,823	2,905	6.7%
Tamilnadu	Karnataka	25,865,277	7,081	16.4%
Kerala		4,645,069	1,086	2.5%
Goa		1,068,721	75	0.2%
Maharashtra	Delhi, Uttar Pradesh, Punjab, Haryana	54,971,090	15,304	35.5%
Gujarat	Delhi, Uttar Pradesh, Punjab, Haryana	48,215,618	13,395	31.1%
Total		158,805,926	43,052	100.0%

出典: JICA 調査団



出典: CRIS データにより JICA 調査団作成

図 10.13 鉄道輸送量上位17州(上図: 発生量、下図: 集中量)

(4) 貨物分布量

バルク貨物の流動パターンは大きく変化しないと考えられることから、貨物分布量の推計にあたっては、現在パターン法を採用し、平均成長率法により分布量を調整した。

現時点でのモデルは州をゾーン単位としているので、分布に大きな変化はないものと想定し、コンテナ貨物についても現在分布パターンを採用した。また、マハラシュトラ州、グジャラート州のそれぞれの鉄道分担率を35%、45%に設定すると（分担率の設定根拠は後述）、2031/32年における鉄道輸送コンテナ量はそれぞれ536万TEU（1530万TEU×35%）、603万TEU（1340万TEU×45%）となる。また、現在のコンテナ貨物の分布パターンから、2031/32年におけると各州の鉄道輸送コンテナの分布量を求めた結果を表10.7に整理する。

表 10.7 MaharashtraおよびGujarat州における2031/32年の鉄道コンテナ分布量(TEUs)

目的または発生地(州)	グジャラートから	グジャラートへ	マハラシュトラから	マハラシュトラへ
Punjab	312,171	273,552	277,394	243,077
Haryana	0	0	0	0
Delhi	1,442,422	1,219,718	1,281,732	1,083,838
Rajasthan	100,410	182,153	89,224	161,861
Ultra Pradesh	79,169	186,015	70,349	165,292
Bihar	0	0	0	0
Assam	0	0	0	0
West Bengal	30,895	9,655	27,453	8,579
Orissa	0	0	0	0
Madhya Pradesh	60,503	47,630	53,763	42,324
Gujarat	617,905	617,905	255,660	301,416
Maharashtra	287,712	339,204	549,068	549,068
Andhra Pradesh	97,191	101,697	86,364	90,368
Karnataka	644	1,287	572	1,144
Kerala	0	1,287	0	1,144
Tamil Nadu	11,586	7,080	10,295	6,291
Total	3,040,607	2,987,184	2,701,874	2,654,403

出典: JICA 調査団

表 10.8 2031/32年の貨物発生量 (Tons)

O	State	Cement	Coal	Fertilizer	Ore	Foodgrain	Limestone	POL	Steel	Others
1	JAMMU AND KASHMIR	0	0	0	0	0	0	0	0	250,569
2	HIMACHAL PRADESH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	PUNJAB	1,384,314	0	1,272,957	0	24,067,313	0	3,659,102	0	2,517,988
4	CHANDIGARH	0	0	0	0	83,666	0	0	0	576,550
5	UTRANCHAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	HARYANA	0	74,417	742,824	0	11,396,763	0	11,411,224	87,161	3,068,211
7	DELHI	0	0	787	0	226,522	0	3,237	0	444,115
8	RAJASTHAN	7,678,547	288,175	5,553,346	168,034	568,931	13,385,582	16,728,766	0	13,657,243
9	UTTAR PRADESH	2,622,081	77,495,911	10,694,735	13,153	3,637,619	3,122	983,467	14,472	12,708,563
10	BIHAR	6,889,332	412,930,715	721,362	68,773,276	49,490	340,934	5,161,416	6,816,440	40,983,971
11	SIKKIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	ARUNACHAL PRADESH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	NAGALAND	0	0	0	0	0	0	0	0	76,275
14	MANIPUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	MIZORAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	TRIPURA	0	0	0	0	0	0	0	0	334,928
17	MEGHALAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	ASSAM	5,605	18,246,966	252,758	0	10,082	88,008	13,786,594	0	7,150,344
19	WEST BENGAL	1,592,901	175,554,139	970,441	79,997	100,291	0	15,708,704	2,593,551	18,202,859
20	JHARKHAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ORISSA	3,613,399	261,972,036	2,477,287	20,152,876	192,152	5,082,981	855,587	1,655,797	15,802,005
22	CHATTISH GARH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	MADHYA PRADESH	40,844,547	369,966,697	3,572,444	69,085,780	2,140,674	16,290,199	2,255,696	7,411,225	23,336,577
24	GUJARAT	221,123	12,857,254	12,492,893	0	97,711	447,875	33,455,079	169,207	49,181,402
25										
26										
27	MAHARASHTRA	10,034,647	185,912,202	4,221,967	660,873	519,678	0	19,764,372	89,236	29,963,486
28	ANDHRA PRADESH	11,322,259	210,053,106	5,646,136	513,389	4,308,357	7,348,663	19,202,092	1,977,327	26,823,761
29	KARNATAKA	17,554,270	306,970	364,465	52,229,737	708,224	0	604,728	2,236,713	9,961,959
30	GOA DAMAN AND DIU	0	13,223,692	1,809,569	9,091	3,933	830,215	3,366,712	0	700,226
31										
32	KERALA	247,709	1,013,354	407,866	6,312	14,281	0	20,177,490	5,192	734,150
33	TAMIL NADU	1,410,076	89,718,880	703,739	0	86,717	160,837	3,208,162	229,563	7,669,488
34	PONDICHERY	0	0	0	0	0	0	0	0	4,171
35										
Total		105,420,808	1,829,614,512	51,905,578	211,692,517	48,212,405	43,978,415	170,332,429	23,285,884	264,148,843

出典: JICA調査団

表 10.9 2031/32年の貨物集中量(Tons)

D	State	Cement	Coal	Fertilizer	Ore	Foodgrain	Limestone	POL	Steel	Others
1	JAMMU AND KASHMIR	774,607	1,435,698	348,667	18,935	552,996	0	3,856,262	57,164	725,806
2	HIMACHAL PRADESH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	PUNJAB	771,310	97,383,123	6,062,559	80,712	100,664	17,427	7,494,834	1,281,969	5,298,275
4	CHANDIGARH	226,305	815,600	220,797	6,312	24,350	0	0	487,449	361,365
5	UTRANCHAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	HARYANA	220,869	47,291,550	4,089,739	0	60,752	0	6,573,062	610,113	1,536,288
7	DELHI	3,049,644	10,870,038	21,710	157,262	274,978	13,603	5,609,414	680,419	9,609,572
8	RAJASTHAN	536,444	88,933,553	1,990,586	6,312	2,221,702	0	12,206,625	291,693	8,210,052
9	UTTAR PRADESH	20,084,925	165,744,158	13,000,887	94,606	2,516,331	53,922	32,847,668	2,328,487	29,427,551
10	BIHAR	14,304,916	167,859,715	3,709,416	33,318,346	2,347,337	20,193,488	9,459,797	2,608,339	25,612,884
11	SIKKIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	ARUNACHAL PRADESH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	NAGALAND	374,553	0	0	0	356,628	0	57,870	0	220,409
14	MANIPUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	MIZORAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	TRIPURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	MEGHALAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	ASSAM	2,304,595	672,823	396,343	22,091	3,028,221	84,964	1,066,115	130,160	12,053,106
19	WEST BENGAL	15,063,138	213,546,775	3,663,613	28,376,345	3,414,870	6,088,259	5,769,027	4,563,732	48,955,992
20	JHARKHAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ORISSA	5,443,517	85,163,836	1,072,846	11,759,937	1,522,004	1,918,899	9,888,309	1,338,622	14,917,361
22	CHATTISH GARH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	MADHYA PRADESH	3,893,641	159,522,344	4,686,219	34,965,749	3,473,920	6,631,527	15,700,356	284,535	28,809,335
24	GUJARAT	906,482	132,408,694	1,337,763	25,651	6,493,268	456,479	8,842,683	762,183	19,091,936
25										
26										
27	MAHARASHTRA	18,262,578	272,278,410	4,624,632	1,038,787	3,985,999	17,427	14,630,024	1,560,039	14,173,723
28	ANDHRA PRADESH	3,365,713	269,088,787	3,994,982	53,972,103	6,233,044	6,421,760	8,268,435	2,432,432	22,341,743
29	KARNATAKA	9,127,628	46,680,167	1,850,873	14,545,460	4,518,381	1,919,813	13,963,249	709,634	10,547,745
30	GOA DAMAN AND DIU	22,420	54,147	9,836	8,820,091	27,938	0	0	197,355	60,326
31										
32	KERALA	2,015,403	1,668,016	62,963	27,778	2,080,541	0	6,337,194	64,999	1,582,719
33	TAMIL NADU	4,672,120	68,197,078	761,148	24,456,041	4,978,482	160,837	7,761,503	2,896,561	10,612,656
34	PONDICHERRY	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35										
Total		105,420,808	1,829,614,512	51,905,578	211,692,517	48,212,405	43,978,415	170,332,429	23,285,884	264,148,843

出典: JICA調査団

(5) 貨物分担量

バルク貨物ではトラック輸送への転換はないものと仮定し、機関分担は考慮しない。一方、コンテナ貨物については、道路輸送との競合が生じており機関分担を検討する必要がある。

JICA調査団が実施した路側OD調査と企業インタビュー調査の結果を用い（集計結果は本文参考資料に掲載）、TEUベースのコンテナ貨物の州間OD表を構築した。表10.17は2006年の7月もしくは8月時点のコンテナ輸送量を輸送手段別に推計したものである。これによれば、Maharashtra州よりDelhi方面（Delhi, Haryana, Punjab, Rajasthan州）に向かうコンテナ貨物の41%が鉄道により輸送されている。Maharashtra発のコンテナ貨物の30%はMaharashtra州内に目的地を持つ（CONCOR社ヒアリングによる）ことから、残りの70%（Maharashtra州外への長距離貨物）のうちの40%、すなわちMaharashtra発コンテナ全体の29%が鉄道によりDelhi方面に輸送されていることが分かる。

表 10.17 日当たりコンテナ貨物量と鉄道シェア（TEUs）

Origin	Destination	TEU/day/direction			Rail Share
		Truck	Rail	Total	
MAHARASHTRA	DELHI	378	418	796	52.5%
	HARYANA	277	27	304	9.0%
	PUNJAB	64	108	172	62.7%
	RAJASTHAN	135	35	170	20.6%
	Sub-total	854	588	1,442	40.8%
GUJARAT	DELHI	140	138	278	49.6%
	HARYANA	228	7	234	2.8%
	Sub-total	368	144	512	28.2%

出典：道路のコンテナ輸送量は路側OD調査（JICA調査団）、鉄道はCRISデータからJICA調査団が推計

以下では、Maharashtra and Gujarat州の港湾におけるコンテナ貨物の機関分担を議論する。

1) RITESレポート

RITESレポート（PETS 1）では、鉄道と道路の機関分担が議論されており、後で議論する通り妥当な推計結果であるものの、その根拠に乏しい。2003/04年において西部地域の港湾の取扱いコンテナの約24%が鉄道により輸送されている。RITESレポートでは、DFCの整備によって鉄道のシェアが次第に上昇し、Maharashtra州において35%、Gujarat州において45%に達すると予想されている。この予想の根拠を以下に列挙する。

- 海運省をはじめとした調査報告書によれば、インド全国の港湾の取扱いコンテナ貨物のうち、50%がトリップ長300kmを超える中長距離のコンテナである。

- CONCORが現在唯一の国際コンテナ貨物の取扱い業者であるが、市場開放と民間オペレータの参入により、サービスレベルが向上し、しいては鉄道の輸送シェアの上昇に繋がる。
- CONCORは、港における取扱いコンテナ貨物の45%が鉄道によって輸送されると予測している。

2) 機関分担モデル

線形関数モデル

特定の州間ODについて路側OD調査結果およびCRISデータから道路および鉄道のLOS (Level of Service) データを構築し、重回帰分析により時間比率、コスト比率を説明変数とする機関分担モデルを構築した(下式参照のこと)。

$$RailShare(\%) = 0.850 - 0.487 \times \frac{Trail}{Troad} - 0.101 \times \frac{Crail}{Croad} \quad (r^2 = 0.71)$$

ここで、RailShare: 鉄道の分担率(%)、T: 輸送時間(時間、鉄道は運行間隔を含む時間)、C: 輸送コスト(Rs/FEU)

表 10.18 道路および鉄道のサービスレベル

発地	目的地	トラック輸送		鉄道輸送		
		Haulage Time*1 (Hours)	Haulage Cost *2 (Rs./FEU)	Dwell Time at Port/ICD *3 (Hours)	Haulage Time*4 (Hours)	Haulage Cost *5 (Rs./FEU)
MAHARASHTRA	DELHI	135	31,750	3	51	49,258
	HARYANA	146	31,750	44	60	46,000
	PUNJAB	185	39,688	11	66	54,400
	RAJASTHAN	108	24,448	35	71	41,869
GUJARAT	DELHI	132	32,000	9	64	43,840
	HARYANA	151	27,520	165	59	43,840

出典: *1 路側OD調査、*2 企業インタビュー調査、*3 および*4 CRISデータからJICA調査団が推計、*5 企業インタビュー調査(路側OD調査および企業インタビュー調査はいずれもJICA調査団)

指数関数モデル

モーダルシェアがSカーブを描く成長曲線で表されると仮定し、時間比率、コスト比率を説明変数とする機関分担モデルを構築した(下式参照のこと)。モデル構築に当たっては、パラメータの符号の妥当性や有意性を確保するために、異常値とみなせるHaryanaを除いてデータ分析をした。

$$RailShare(\%) = \frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}}$$

$$f(x) = 3.43 - 2.19 \times \frac{Trail}{Troad} - 1.55 \times \frac{Crail}{Crood} \quad (r2 = 0.98)$$

ここで、RailShare: 鉄道の分担率 (%)、T: 輸送時間 (時間、鉄道は運行間隔を含む時間)、C: 輸送コスト (Rs/FEU)

3) RITESレポート (PETS1) の機関分担の妥当性

コンテナ貨物量、道路のネットワーク条件は現状と同じと仮定し、DFCの供用に伴い列車本数が現状の5割増、列車の輸送時間が5割短縮 (輸送速度が2倍) した場合を想定する。線形関数モデル、指数関数モデルを適用した結果、Maharashtra発のコンテナ貨物の53%が鉄道を利用すると推計された。先述の通り、Maharashtra発のコンテナ貨物の70% (Maharashtra州外への長距離貨物) のうちの53%、すなわちMaharashtra発コンテナ全体の37%が鉄道により輸送されると推計される。同様に、Gujarat発のコンテナの43~48%が鉄道によって運搬されると推計された。従って、RITESレポートの機関分担に係る数値 (Maharashtra州で35%、Gujarat州で45%) の妥当性は高いものと言える。

表 10.19 推計されたコンテナ交通量 (直線回帰式) (TEU/日)

発地	目的地	TEU/日/片方向			鉄道シェア
		トラック	鉄道	合計	
MAHARASHTRA	DELHI	302	494	796	62.1%
	HARYANA	231	73	304	23.9%
	PUNJAB	47	124	172	72.4%
	RAJASTHAN	99	71	170	41.9%
	Sub-total	679	762	1,442	52.9%
GUJARAT	DELHI	104	174	278	62.6%
	HARYANA	163	71	234	30.2%
	Sub-total	267	244	512	47.7%

出典: JICA調査団

表 10.20 推計されたコンテナ交通量 (成長曲線式) (TEU/日)

発地	目的地	TEU/日/片方向			鉄道シェア
		トラック	鉄道	合計	
MAHARASHTRA	DELHI	295	501	796	62.9%
	HARYANA	226	78	304	25.6%
	PUNJAB	47	125	172	72.6%
	RAJASTHAN	102	68	170	40.1%
	Sub-total	670	771	1,442	53.5%
GUJARAT	DELHI	101	177	278	63.6%
	HARYANA	189	45	234	19.2%
	Sub-total	290	222	512	43.3%

出典: JICA調査団

(6) 必要列車本数

東回廊のバルク貨物については、主要断面（州境）を通過するODペアを特定し、2005/06年から2031/32年までの品目別・OD別輸送量の伸び率を算定した。現況の区間別品目別列車本数（RITES調査結果）にその伸び率を掛け合わせ2031/32年の区間別輸送量を推計した。また、現況の輸送量/列車本数比から2031/32年における必要列車本数を推計した。また、現況の貨物積載列車本数と空車本数の比率から空車率を算定し、必要列車本数に乗じることで空車本数を算定した。西回廊のバルク貨物についてはRITES報告書を踏襲した。

コンテナ貨物については、Andhra Pradesh、Karnataka、Kerala、Tamil Nadu以外を起終点とするコンテナがDFCを利用すると設定した。列車あたりのコンテナ積載量を90TEU（シングルスタック45両に相当）に設定して、必要列車本数を推計した。

2031・32年に先の目標値に達すると想定した場合、東回廊で片側1日あたり約60から120本、西回廊で110から220本（北および南ルートの合計値）のDFC列車が必要であると推計された。以下に2031/32年における代表区間の必要列車本数（暫定値）の予測結果を整理する。

表 10.21 2031/32年における代表区間の必要列車本数(東回廊、上り方面)

Section	Coal	Iron & Steel	Others	Empties	Total
Sonnagar-Mughalsarai	85.0	8.7	10.2	16.0	119.8
Mughalsarai-Allahabad	68.8	8.7	10.2	22.1	109.7
Allhabad-Kanpur	56.1	7.6	10.2	18.4	92.3
Kanpur-Tundla	49.3	6.0	10.2	16.9	82.3
Tundra-Khurja	45.5	5.4	10.2	13.0	74.0

出典: JICA調査団

表 10.22 2031/32年における代表区間の必要列車本数(東回廊、下り方面)

Section	Foodgains	Fertilizer	Cement	Others	Empties	Total
Mughalsarai-Sonenagar	7.2	4.6	3.8	26.9	71.8	114.3
Allahabad-Mughalsarai	7.2	2.8	13.7	26.9	60.4	111.0
Kanpur-Allahabad	7.2	1.8	0.0	20.8	51.8	81.6
Tundla-Kanpur	7.0	2.1	0.0	19.7	41.3	70.0
Ghariabad-Tundla	7.9	0.0	0.0	9.0	40.1	57.0

出典: JICA調査団

表 10.23 2031/32年における代表区間の必要列車本数(西回廊、上り方面)

Section	Route	Container	Others	Subtotal
Virar-Dahanu Road		99.1	7.6	106.7
Nagda-Kota	Southern Route	137.4	84.5	221.9
Palanpur-Marwar	North Route			
Bayana-Mathura	Southern Route	133.6	67.8	201.3
Phulera-Rewari	North Route			

出典: JICA調査団

表 10.24 2031/32年における代表区間の必要列車本数(西回廊、下り方面)

Section	Route	Container	Others	Subtotal
Virar-Dahanu Road		95.7	9.7	105.5
Nagda-Kota	Southern Route	132.2	22.0	154.1
Palanpur-Marwar	North Route			
Bayana-Mathura	Southern Route	128.9	17.1	146.0
Phulera-Rewari	North Route			

出典: JICA調査団

10.5 タスク 2 調査へ向けて

本章で検討した貨物需要予測手法と予測結果は、DFCに係る貨物の輸送サービスやインド国の将来の物流システムとその構築に必要なインフラ整備量を検討するための基礎データとなる。同時に、予測結果は貨物輸送力強化のための代替案の評価やDFCの経済・財務分析のための基礎データとなる。しかし、本章で検討した予測手法およびその結果には、タスク2調査に向けて改善すべき課題が残っている。

第一に、本章の需要予測では交通解析ゾーンの最小単位を州に設定したため、ボトルネックでの列車運行の最適化など詳細な検討を行うためには、目的に応じてより詳細なOD表を構築する必要がある。第二に、本章で検討した貨物需要予測では、1987年と1997年の2時点の物流センサスの結果を適用した部分（バルク貨物の分担率の検討）があるが、需要予測結果の信頼性を高めるためには、より最新の観測データを用いる必要がある。第三に、コンテナ貨物需要の予測に際しては、港湾の取扱能力（各予測年次の港湾取り扱以上の制限）を考慮していないため、取扱容量等に見合ったコンテナ貨物の将来需要かどうかを正当化する必要がある。

また、本章で検討した機関分担モデルも改善すべき課題が残っている。例えば、機関分担モデルはラインホール部分のサービスレベルを説明変数に取り込んだものの、船舶の積み下しから真荷主までのインターモーダルとしてのサービスレベルを取り込むには至っていない。

タスク2調査では残された課題に以下のように対応することを提案する。

- サービスレベルの変化に伴う鉄道貨物需要の検討をより詳細に行うために、タスク2の貨物需要予測では、利用目的に応じて詳細なOD表、例えばDivision間ODもしくは駅間OD表を構築することを提案する。
- タスク2調査では、最新の物流関連データを用いてモデルの更新を行うことを提案する。現在、計画局が実施するTotal Transport Systems Studyでは路側OD調査等物流調査を実施しており、可能であれば観測データの提供を受けること。
- 構想段階の計画を含めて、港湾およびICDの開発計画をレビューし、各港湾のコンテナの取扱量を規定する取扱容量をレビューすることを提案する。取扱容量の検討に際しては、港湾の積下し施設の施設量および施設利用の効率性などの面を考慮すること。
- 十分な組合せのODペアについて端末を含んだサービスレベルを設定して、本章で構築した機関分担モデルを更新することを提案する。具体的には、港湾およびIDCオペレータや輸送業者に対する補完的な物流調査を実施し、端末での輸送時間や諸手続きにかかる時間および料金をモデルに組み込むこと。
- また、バルク貨物についても、石炭や鉱石のように道路で運ぶには非効率で、かつ大規模な生産地と消費地がある（通常鉄道で連絡している）場合は道路への転換の可能性は少ないと考えるが、穀物等の場合は道路と鉄道が競合関係にある可能性も否定できない。従って、一部バルク貨物についても、機関分担モデルを検討することを提案する。

第11章 初期的代替案評価

11.1 はじめに

本章の目的はエンジニアリンググループにより準備される3つの代替案の比較に適用される評価の方法論を整理することにあるが、特に、新しい評価手法として目標到達マトリックス法（Goal Achievement Matrix、以下GAM）およびリスク分析について若干詳細な説明を行ない、これらを経済・財務分析とあわせて具体的に適用し望ましい代替案の方向性を示すことも重要な目的である。このような目的に鑑み、この章で扱う経済・財務分析、GAMおよびリスク分析を組み合わせ、総合的な評価を行なうことによって、様々な議論を尽くした上で望ましい代替案が選択されることを期待している。また、この検討を通じて、大規模プロジェクトの代替案評価にふさわしい評価方法を同定したい。

調査全体の中では、評価は2段階で実施される予定である。第1段階の評価はこの章で紹介するものであるが、用意された3つの代替案について総合的ではあるが先の手法を組み合わせた初期的評価を行なうものである。第2段階の評価は、第1段階の評価で選択された方向性の中で策定される案について詳細に行なうものである。

先に述べたようにこの章では3案について初期的な評価を行ない、よりよい代替案構築につきその方向性を示すものである。なお、研究グループがこの評価をする段階では、コストなどの情報が極めて初期的で、その他の情報も限られたものであることを記しておく。しかしながら、3案を比較するにあたっては各案に公平な評価となるよう心がけ、また、以降の調査でも適用可能な議論であると言える。最終的に選ばれた代替案の詳細が明らかになってきた段階で、再度詳細な評価を行なうことが望まれる。

11.2 方法論

11.2.1 財務分析

DFCの建設はインドの貨物輸送システム全体を改善するための様々の方策のうちの一つであって、その評価は、経済性、合目的性、リスクなど多様な面から行なわれる必要がある。このような評価、分析を通じて、便益を最大化するような実行可能な優先実施プ

プログラムを策定することが望まれる。財務分析は、このような一連の分析においてまず検討されるべきものであるが、その結果だけをもってプロジェクトの可否を最終的に決定付けるものではない。むしろ、多面的な評価の結果として実施を決定した大規模プロジェクトをどのようにファイナンスするのかあるいはどのような調達源が可能なのかといったことを詳細に議論するために利用されるべきである。

しかし、先にも述べたように、現段階で分析に必要な情報は非常に限られたものであり、このプロジェクトが成立するためにどのようにファイナンスされるべきかといったことまで詳細に検討することは困難である。現時点で財務評価から言えることは、検討に際して不平等にならないような仮定を用いて、3つの代替案のなかでどれが財務的な観点から相対的に好まれるかという議論に限られる。したがって、この節の分析の解釈として、FIRRなどの数値そのものからこのプロジェクトが棄却すべきであるあるいはその逆であるというような判断をするべきではなく、あくまで、提案された3つの代替案の相対比較の目的で解釈されるべきである。

財務分析に用いられる、主要な指標を表11.1にとりまとめる。

表 11.1 財務分析における主要評価指標

No	指標名	単位	実質値または名目値	留意点
1	プロジェクト費用	RS Crore	実質	DFC 建設に必要な投下資本の全体であり、建設費、土地代、車両費などを含む。
2	プロジェクト内部収益率	%	実質	ファイナンス(資金調達)費用を除く。100%自己資本を仮定した場合のFIRR。
3	償還年	年	実質	投下資本の回収までに要する年数
4	キャッシュフロー	RS Crore	実質	各年のキャッシュフローおよび累積利益
5	純現在価値	RS Crore	実質	プロジェクト期間すべての利益、費用を現在価値に割り戻し差引いた値
6	費用便益比	比	実質	ある割引率でプロジェクト期間すべての利益、費用を現在価値に割り戻し、それらの比をとった値

言うまでもなく、プロジェクト費用はプロジェクト全体の投資規模を示し、これによりどの程度の資金調達が必要になるかを見極めることができる。つまり、政府、民間を含めた全体の投資能力における利用可能な支出(投入)と比較する際に有効である。なお、この費用は資本調達費用(利子)を含まない実質価格で示される。

プロジェクト内部収益率(IRR)はプロジェクト全体の投資効率性を見るための指標である。この値は100%自己資本の仮定で計算され、それによってプロジェクトそのものの投資効率性をみるものである。この分析によって、例えば、事業に対する民間参入の可能

性のある程度見極めることができる。つまり、当然、低いIRRは民間セクターにとって魅力的ではないが、現時点での分析ではIRRそのものに関する議論は先に述べた理由により限られたものである。

償還期間は、プロジェクトの収益の健全性を示す指標である。操業を開始してから毎年十分な利益を上げれば、それだけ償還期間は短くなる。

さて、得られている情報が非常に限られているという条件を踏まえた上で、ここでの財務分析は以下の2つの視点で行なう。

- 第一に、プロジェクトそのものの財務分析である。すなわち、政府の補助金といったものを含めず、収益はプロジェクトの完成後に発生する。別の言い方をすれば、既存の貨物輸送とは無関係に、まったく別の単体のプロジェクトと扱い、財務分析を行なう。
- 第二に、輸送事業者（この場合はインド国鉄）の立場からの分析であり、この場合、建設費用の一部または全部はインド政府から補助され、収益は既存の輸送サービス部分からのものも含まれる。この分析はインド国鉄の立場で行なわれるものであるが、輸送事業に新たに参加しようとする民間企業にとっても参考になる。

以降に示すように、限られた分析ではあっても、3つの代替案の財務パフォーマンスがかなり異なるものと推計されるのであれば、これは、どれか一つの代替案に絞っていく過程において非常に参考になるだろう。

11.2.2 経済分析

経済分析は、いわゆる費用・便益分析の枠組みのなかで行なわれるものであり、EUでは5000万ユーロ以上のプロジェクトについてはEU Regulations for Structural Funds、1000万ユーロ以上については Cohesion Fund、500万ユーロ以上については ISPA (pre-accession countries) それぞれの規定により Cost Benefit Analysis (費用・便益分析、以下、CBA) 実施が定められている。CBAでは便益あるいは費用の項目が数量化できる場合はできるだけ数量化して、その内容に含める。その限りにおいて極めて数量的な方法である。

世銀の研究レポートにおいても、特に高度な交通システムは長期的かつ自足的な経済発展には欠かすことのできないものであり、その評価にあたっては、できるだけ様々のものを数量化しかつ恣意的な操作が入らないCBAは有効な評価手法の一つであると述べている。¹

¹ See for example, World Bank, *Sustainable Transport: Priorities for Policy Reform* World Bank Policy Paper, Washington, D.C. (1996)

本研究においても、経済内部収益率（EIRR）、純現在価値、費用・便益比といった代表的指標を各代替案について推計する。

上記、伝統的な評価手法に加えて、本研究では新たな試みを行なう。すなわち、目標到達マトリックス法（GAM）およびリスク分析である。この2つの方法については本報告書の2章に若干の詳細を記述しているので再度参照されたい。なお、鉄道セクターの経済評価の方法については12章で別途レビューしている。

11.3 評価結果

11.3.1 初期的代替案評価のための前提条件

- 建設開始は2007年、営業開始年は2012年、評価期間は供用から20年間（2032年まで）。なお2032年以降2050年までのProfit Loss Statement（P/L）も準備し、長期的な効果を見るものとする。
- 車両費は今回の計算には含まれていない（本来含めるべきである）。なお、一般的に旅客用車両は貨物用車両より高価なものである。
- 人件費は軌道KMあたりの数値を用いて算入されている。
- 鉄道営業外収入は鉄道営業収入の14.36%とする。この値は2004/5年のインド国鉄の収支報告に基づいた値である。当面、この額の半分ずつを東西両コリドーの財務計算に算入する。
- 運営費はインド国鉄2004/5年の財務報告を参考に営業収入の70%とする。
- 租税、利子等は算入しない。
- 追加的な純利益は経済財務分析の便益（付加価値の増分）として算入する。

分析の対象とするルートに関して、西回廊では北回り、南回りの2ルートがある。一方、東ルートはその意味で複数のオプションはないが、コルカタまで延びるフィーダーオプションがある（表11.2参照）。なお、ルートの詳細についてはエンジニアリンググループの用意するインテリムレポートを参照されたい。

表 11.2 評価の対象とするルート概要

対象プロジェクト	延長 (km)
西回廊 DFC(南回り)	1,415
西回廊 DFC(北回り)	1,461
東回廊 DFC	1,232
東回廊 DFC(フィーダー)	
- Line 1	608.0
- Line 2	396.0
- Line 3	100.0

出典：JICA調査団

第10章にて詳述したが、TEUベースで推計された貨物量をまずトンベース（1TEU=16tとして）に換算した。1TEU=16t という値は表11.3に示すように2004-5年の統計から導いたものである。

表 11.3 TEUからトンでの変換

TEU ベース	2004-2005			2005-2006		
	KDS	HDC	Total	KDS	HDC	Total
輸入	89,156	53,084	142,240	110,161	50,959	161,120
輸出	70,086	75,429	145,515	93,320	59,360	152,680
合計	159,242	128,513	287,755	203,481	110,319	313,800
トンベース	2004-2005			2005-2006		
	KDS	HDC	Total	KDS	HDC	Total
輸入	1,287,418	808,982	2,096,400	1,981,873	866,164	2,848,037
輸出	1,070,052	1,220,462	2,290,514	1,251,819	1,044,238	2,296,057
合計	2,357,470	2,029,444	4,386,914	3,233,692	1,910,402	5,144,094
変換(トンベース/TEU)	15	16	15	16	17	16
平均重量(t/TEU)	16					

出典：コルカタ港統計

今回の初期的評価では、分析を簡素化する目的で、西回廊については北回りルート、東回廊DFCについてはフィーダー線を含まない分析を行う。

人件費等は2005年の人件費実績より軌道延長あたりの数値を推計した。また、物価上昇を考慮している。表11.4にインド国鉄の人件費等を示す。

表 11.4 インド国鉄年間人件費の推移(1950－2005)

年	グループ A&B	グループ C	グループ D	合計(1000 人)	人件費
	単位(千)				Rs. in crores
1950-51	2.3	223.5	687.8	913.6	113.8
1960-61	4.4	463.1	689.5	1,157.0	205.2
1970-71	8.1	583.2	782.9	1,374.2	459.9
1980-81	11.2	721.1	839.9	1,572.2	1,316.7
1990-91	14.3	891.4	746.1	1,651.8	5,166.3
2000-01	14.8	900.3	630.2	1,545.3	18,841.4
2001-02	14.3	890.0	606.5	1,510.8	19,214.1
2002-03	13.6	870.0	588.3	1,471.9	19,914.8
2003-04	14.3	860.1	567.1	1,441.5	20,928.4
2004-05	14.7	872.1	535.4	1,422.2	22,559.8

出典:2005年インド国鉄財務報告

@ includes from 1980 on also number of Railway Protection Special Force (RPSF) personnel and expenditures

表 11.5 に各代替案の人件費を示す。

表 11.5 代替案別の人件費推計 (2005 年価格)

代替案		鉄道延長			人件費
		現況(2005)km	追加(km)	合計	Rs crores
					0.207
貨物新線	西回廊	1,465	1,465	2,930	708.710
	東回廊	1,232	1,232	2,464	595.993
17%	合計	2,697	2,697	5,394	1,522.039
旅客新線	西回廊	1,465	1,465	2,930	794.643
	東回廊	1,232	1,232	2,464	668.260
31%	合計	2,697	2,697	5,394	1,913.523
既存線改良	西回廊	1,465		1,465	312.606
	東回廊	1,232		1,232	262.888
3%	合計	2,697		2,697	592.263
改良なしケース	西回廊	1,465		1,465	303.755
	東回廊	1,232		1,232	255.445
	合計	2,697		2,697	559.200

出典: 調査団作成(インド国鉄Yearbook 2004 - 2005財務報告書およびエンジニアリンググループ提供データにより作成)

初期的な分析のため、貨物新線案と旅客新線案の総延長は同じと仮定している。人件費の推計にあたっては各代替案に必要なとされる人員をインド国鉄に定められたタイプ(A, B, C, D)に従って、貨物新線についてはタイプ A&B と D、旅客新線についてはタイプ A&B と C を適用して定めた。

表 11.6 は各代替案の建設費総額と、それらの相対的な大きさを示す。

表 11.6 各代替案の投資額

	貨物新線 DFC	旅客新線 DPC	既存線改良 ML
総投資額 (Rs. Crores)	26,635	30,552	4,659
相対的大きさ (a)	0.43	0.49	0.08

財務分析では、キャッシュフローの大きさを知る目的などから名目価格 (current prices) を用いる場合が多く、本件でも名目価格で分析を行なうが、建設期間中には急激な物価上昇は起こらないものと仮定している。プロジェクト期間の各年次での名目値を推計するファクターをインド全国の消費者物価指数を参考に定めた (表11.7参照)。

表 11.7 消費者物価指数の変化

base 1982 = 100													
Year	Jan	Feb	March	April	May	June	July	August	Sept	Oct	Nov	Dec	Average
1993	241	241	243	245	246	250	253	256	259	262	265	264	252
1994	263	265	267	269	272	277	281	284	288	289	291	289	278
1995	289	291	293	295	300	306	313	315	317	319	321	317	306
1996	315	316	319	324	328	333	339	343	344	346	349	350	334
1997	350	350	351	354	352	355	358	359	361	365	366	372	358
1998	384	382	380	383	389	399	411	413	420	433	438	429	405
1999	420	415	414	415	419	420	424	426	429	437	438	431	424
2000	431	430	434	438	440	442	445	443	444	449	450	446	441
2001	445	443	445	448	451	457	463	466	465	468	472	469	458
2002	467	466	468	469	472	476	481	484	485	487	489	484	477
2003	483	484	487	493	494	497	501	499	499	503	504	502	496
2004	504	504	504	504	508	512	517	522	523	526	525	521	514
2005	526	525	525	529	527	529	538	540	542	548	553	550	536
Year	Jan	Feb	March	April	May	June	July	August	Sept	Oct	Nov	Dec	Average
2001													100
2002	101.97	101.75	102.18	102.40	103.06	103.93	105.02	105.68	105.90	106.33	106.77	105.68	104.15
2003	105.46	105.68	106.33	107.64	107.86	108.52	109.39	108.95	108.95	109.83	110.04	109.61	108.30
2004	110.04	110.04	110.04	110.04	110.92	111.79	112.88	113.97	114.19	114.85	114.63	113.76	112.23
2005	114.85	114.63	114.63	115.50	115.07	115.50	117.47	117.90	118.34	119.65	120.74	120.09	117.03

出典: インド国労働局

表11.8に示すように表11.7のデータから近5年の数値を参考に、平均物価上昇率を3.86%と設定した。

表 11.8 平均物価上昇率

年	平均上昇率
2001	
2002	3.98%
2003	3.83%
2004	3.50%
2005	4.10%
分析に用いた平均物価上昇率	3.86%

11.3.2 財務分析

(1) 東西両コリドーDFC

表11.9は東西両コリドー全体での財務分析結果（プロジェクト財務分析）を示す。

表 11.9 財務分析結果(プロジェクト財務分析)

評価期間:2007 - 2032		各割引率での値				
単位:RS Crore (Rs x 10 ⁷), 名目		純現在価値				
		at FIRR	6%	10%	12%	
代替案	指標					
DFC (貨物新線)	総支出	389,176	-101,080	-161,368	-101,536	-83,279
	総収入	469,741	101,080	177,154	101,649	78,957
	純収入	80,565				
	総収入/総支出比		1.00	1.10	1.00	0.95
	財務内部収益率 (%)	10%				
	償還期間(年)	19				
DPC (旅客新線)	総支出	393,212	-154,895	-167,464	-107,073	-88,457
	総収入	439,778	154,895	169,788	98,615	76,983
	純収入	46,567				
	総収入/総支出比		1.00	1.01	0.92	0.87
	財務内部収益率 (%)	7%				
	償還期間(年)	23				
ML (既存線改良)	総支出	314,007	-5,236	-122,068	-71,747	-56,475
	総収入	455,810	5,236	173,909	100,362	78,136
	純収入	141,803				
	総収入/総支出比		1.00	1.42	1.40	1.38
	財務内部収益率 (%)	45%				
	償還期間(年)	8				

出典:調査団

プロジェクト財務分析の結果は、既存線改良案が最も好ましい結果となっている。2032年までをプロジェクトライフ期間とすれば、141,803 RS Croresの純現在価値を有し、財務内部収益率は45%である。また償還期間は9年と非常に短い。

新線建設案（DFC）は2番目に好ましい案ではあるが、純現在価値は80,565 RS Croresであり、財務内部収益率は10%である。旅客新線案（DPC）は、この分析に車両費用を含めていないにもかかわらず、7%となっており、償還期間は23年と最も長い。表11.10に2032年および2050年までの収入とそれに対する資本費用に対する割合を示す。

建設費用（投下資本）で比較すれば、既存線改良案は貨物新線案の約6分の1、旅客新線案の約7分の1である。しかし、収入に関してはどの案も450,000 RS Crores程度である。2050年までの収入に着目すれば、貨物新線案がもっともよい結果となる。

表 11.10 資本費用と収入比較

指標	既存線改良 (ML)	貨物新線 (DFC)	旅客新線 (DPC)
建設費(投下資本) (CC)	4,659	26,635	30,356
2032年までの総収入	455,810	469,741	439,778
2050年までの総収入	982,855	1,190,793	929,186
建設費割合(2032収入に対して)	1.02%	5.67%	6.90%
建設費割合(2032収入に対して)	0.47%	2.24%	3.27%

仮に建設期間中の既存線からの収入をプロジェクト収入に算入したとしてもそれほど大きな効果はない。貨物新線案の場合には償還期間が1年短くなり、IRRも多少（数%以内）改善される程度である。

投資効率性という観点からは既存線改良案が最もよいと言えるが、ここで注意しなければならないのは、この分析では容量の限界を考慮していないことである。つまり、貨物新線案の場合、少なくとも2032年までは容量限界に達しないが、他の2案は遅くとも2029年までには容量限界に達する。

次に、鉄道営業者（インド国鉄）の立場からみた財務分析結果を示す（表11.11参照）。この場合、インフラコストは政府が負担するという仮定をするため、輸送事業者はインフラ費用を負担しない。この分析は、極めて初期的ではあるが、この大規模プロジェクトに民間企業を参入させたい場合における政府の役割を示唆するものとなる。

オペレータの立場からの分析は、別の言い方をすればインド国鉄からの分析とも言える。この場合、DFCの建設にかかわらず、収入があるため建設期間中も収入があり、一方、DFCの建設費はインド政府により賄われる。本来、追加する車両費や税金などを考慮すべきであるが、この分析を行なった時点でそのような詳細な情報は明らかではなかったため、費用に含まれていない。

表 11.11 財務分析結果(オペレータ)

評価期間:2007 - 2032		各割引率での値				
単位:RS Crore (Rs x 10 ⁷)、名目		純現在価値				
		at FIRR	6%	10%	12%	
代替案	指標					
DFC (貨物新線)	総支出	435,080	-30,470	-199,842	-136,047	-116,045
	総収入	554,024	30,470	247,900	165,168	139,291
	純収入	118,944				
	総収入/総支出比		1.00	1.24	1.21	1.20
	財務内部収益率 (%)	53%				
	償還期間(年)	10				
DPC (旅客新線)	総支出	441,784	-43,373	-208,176	-143,593	-123,131
	総収入	527,978	43,373	243,834	165,103	140,141
	純収入	86,194				
	総収入/総支出比		1.00	1.17	1.15	1.14
	財務内部収益率 (%)	39%				
	償還期間(年)	13				
ML (既存線改良)	総支出	353,575	#	-155,227	-101,488	-84,711
	総収入	518,117	#	226,116	147,180	122,581
	純収入	164,543				
	総収入/総支出比		#	1.46	1.45	1.45
	財務内部収益率 (%)	#				
	償還期間(年)	3				

さて、この場合も当然ながら既存線改良案が最も好ましい案となる。しかし、必ずしも既存線改良案がもっともよいことを示しているわけではない。以下、その理由を以下に列記する。

1. 既存改良案の場合、2030年以前に需要が線路容量を超える。つまり、この後は旅客、貨物ともにそれ以上輸送することは不可能になる。財務分析ではこの失われた収入については考慮されていない。
2. 容量に達する前の収入に関しては3案ともほとんど同じであるが、既存線改良案は、初期段階で高い収益を得ることが可能である。したがって、現在価値に割り戻したときには、その効果がより鮮明に現れる。
3. 初期段階における少ない投資のおかげで容量に達した以降も、その水準で収益が維持されるため既存線改良案は財務上好ましい結果をもたらしている。なお、この分析には、容量に達したことによる混雑などの外部不経済が含まれていないことや伸びる需要を充足できないことから生ずる経済機会の逸失については考慮されていないことに注意すべきである。

4. 長期的に収入額の面で見れば、貨物新線案は既存線改良案に比較して圧倒的に多くの収入をもたらす。貨物新線案は2050年までに既存線改良案に比較して181,000 RS Crores以上の収益をもたらす。より詳細には、2028年までは両案とも同程度の収入をもたらすが、その後2032年までは貨物新線案が毎年1,700 RS Crores以上の収益をもたらす、この差は年毎に大きくなり、2050年には9,100 RS Croresに達する。

インフラ建設費をコストに含めないことは、あきらかに財務指標の改善に結びつく。貨物新線案の場合、財務内部収益率は53%、償還年も10年となり、民間が参入できる可能性が高くなることが分かる。

かなり簡素化した分析ではあったが、プロジェクト財務分析と営業者（インフラを負担しない）の立場からの在分析を比較することで、いくつかの知見を得ることが出来た。効率性の観点から相対的には既存線改良が望ましいが、この案では容量限界に達するまでの期間が短く、その後の収入を得ることができないという点で貨物新線案は十分検討に値する。最終的な財務分析を行うにあたっては、先にも述べたように、まだ算入されていない車両費や税金、資本費用などの費用を加味し、かつ各インド政府、SPV、輸送事業者などといったステークホルダー別に検討をすべきである。

(2) 回廊別財務分析

回廊別に初期的財務分析の結果をみる。

表11.12に東回廊の場合のプロジェクト財務分析結果を示す。

表11.12に示すように、既存線改良案が他の2案に比較してよいパフォーマンスを示すが、この案では2029年までには容量に達することに注意すべきである。

旅客新線案、貨物新線案の内部収益率はそれぞれ5%、9%でありそれほど高くはなく、よってプロジェクトの純現在価値も1,413億Rs. 3,251億Rs. と東西両コリドーを合わせた額の半分以下である。DPCの場合、内部収益率が約5%であるから、当然、割引率6%以上ではすべて現在価値で推計した総収入／総支出比率が1を下回る。この2案を比較するのであれば、貨物新線案のほうが、償却期間が短いという点で好ましい。

表 11.12 東回廊財務分析結果(プロジェクト財務分析)

評価期間:2007 - 2032		各割引率での値				
単位:RS Crore (Rs x 10 ⁷), 名目		純現在価値				
		FIRR	6%	10%	12%	
代替案	指 標					
DFC (貨物新線)	総支出	161,472	-48,076	-69,238	-44,575	-36,963
	総収入	193,986	48,076	74,971	43,668	34,152
	純収入	32,514				
	総収入/総支出比		1.00	1.08	0.98	0.92
	財務内部収益率 (%)	9%				
	償還期間(年)	20				
	線路容量に達する年次	---				
DPC (旅客新線)	総支出	165,398	-85,527	-71,997	-46,871	-39,088
	総収入	179,527	85,527	69,742	40,722	31,878
	純収入	14,128				
	総収入/総支出比		1.00	0.97	0.87	0.82
	財務内部収益率 (%)	5%				
	償還期間(年)	27				
	線路容量に達する年次	2029年				
ML (既存線改良)	総支出	132,877	-3,446	-52,659	-31,354	-24,834
	総収入	179,261	3,446	69,681	40,698	31,863
	純収入	46,383				
	総収入/総支出比		1.00	1.32	1.32	1.28
	財務内部収益率 (%)	38%				
	償還期間(年)	7				
	線路容量に達する年次	2029年				

次に、表11.13に西回廊の財務分析結果を示す。

西回廊の場合、東回廊と異なり大幅なコンテナ貨物量増加が見込めるため、どの案についても東回廊より若干パフォーマンスがよくなる。しかしながら、西回廊は東に比較して早い時点で線路容量に達すると見込まれる。すなわち、DFC案では2035年、DPC案では2025年、既存線改良案では2028年である。

投資の効率性に注目するのであれば、短期的には既存線改良案がよく見えるが、2028年頃には容量に達してしまう点にも注意すべきである。また、効率性指標 (IRR) を見る限りでは貨物新線案 (DFC) と旅客新線案 (DPC) とには、わずか3ポイントとそれほど大きな差はない。しかし、償還期間に注目すると、DFCは19年、一方、DPCは22年であり、かなり差があると言える。

表 11.13 西回廊財務分析結果(プロジェクト財務分析)

評価期間:2007 - 2032		各割引率での値				
単位:RS Crore (Rs x 10 ⁷)、名目		純現在価値				
		FIRR	6%	10%	12%	
代替案	指標					
DFC (貨物新線)	総支出	217,277	-55,826	-88,100	-54,614	-44,480
	総収入	258,442	55,826	95,767	54,341	41,992
	純収入	41,164				
	総収入/総支出比		1.00	1.09	0.99	0.94
	財務内部収益率 (%)	10%				
	償還期間(年)	19				
	線路容量に達する年次	2035 年				
DPC (旅客新線)	総支出	206,391	-76,090	-87,259	-55,457	-45,675
	総収入	232,640	76,090	89,386	51,701	40,271
	純収入	26,249				
	総収入/総支出比		1.00	1.02	0.93	0.88
	財務内部収益率 (%)	7%				
	償還期間(年)	22				
	線路容量に達する年次	2025 年				
ML (既存線改良)	総支出	180,325	-3,195	-69,098	-40,211	-31,499
	総収入	247,582	3,195	93,230	53,332	41,348
	純収入	67,257				
	総収入/総支出比		1.00	1.35	1.33	1.31
	財務内部収益率 (%)	42%				
	償還期間(年)	7				
	線路容量に達する年次	2028 年				

(3) 初期的財務分析にかかる取りまとめ

分析の前提条件でも述べたように、車両費用（電化、非電化の選択もまだ）、資本費用、税金などが含まれていない段階で、今回のような非常に簡便なまた不完全な財務分析で言えることは非常に限られているが、3案を大まかに比較するという観点からは以下のようなことが言えると考えられる。

1. 容量不足が比較的近い将来に来るという制約を考慮しなければ、既存線改良案が最もすぐれた案と言える。
2. 既存線改良案の場合、需要は比較的早く容量に達するが、これが財務上不利ということには必ずしもならない。
3. 少なくとも、旅客新線案は明らかに財務的に健全な案ではない。また、同時に既存線を利用した貨物輸送容量に比較的近い将来で到達してしまうという点で魅力的な案ではない。

4. おそらく、財務的にも魅力的で、かつ長期的な需要増にも対応可能な案は貨物新線案である（ただし、西回廊の場合は2035年ころには容量限界に達する）。仮に、DFCにすべての既存線の貨物輸送を転換することが可能であれば、貨物輸送の財務パフォーマンスに貢献するだけでなく、既存線を利用する旅客列車にもよい影響をもたらす。

仮に、現時点で貨物新線案が選択されるのであれば、理想的には東西両回廊とも同時にDFCを建設し、急速に伸びる需要に対応することが旅客、貨物輸送双方にとって便益を最大化することになろうと考えられる。しかし、財政的制約、その他技術的制約があり、どちらかの回廊を優先的に開発しなければならないとした場合、どのように考えるべきだろうか。

現時点での結論はあくまで暫定的なものではあるが、以下のようなことは言えるであろう。

1. 相対的に西回廊のほうが交通量は多い。したがって、財務分析上も西回廊のほうが若干優位である。
2. 需要が線路容量に達する時期が西回廊のほうが早いという観点からは、西回廊を先に整備すべきであろう。
3. 現在、西回廊のみが国際コンテナ貨物の主要輸送回廊であり、今後のコンテナ化の進展、伸びを考慮するならば、西回廊に優先がおかれるのではないかと考えられる。
4. もちろん、東回廊も石炭などのエネルギー物資を輸送していることを踏まえれば、同様に重要であることは言うまでもない。

11.3.3 経済評価

(1) 経済評価の前提条件

経済便益は2007/08年から2032/33年間（5年間の整備期間と20年間の事業運営期間）における” With Project” と” Without Project” の経済価値の比較によって求める。ただし、2007/08年は部分的運営であるため運営期間より除いている。従って、本格的事業開始は翌年度（2008/09）からと設定した。

経済便益は旅客と貨物双方の輸送容量の増加からもたらされる。路線容量拡大や速度向上によって増加する経済便益は、“Without investment” の状態を基準として測定される。なお、建設期間中の工事による路線容量に対する負の影響は考慮していない。

経済便益は（年間の）発生する輸送量（需要）ではなく最大路線容量（供給）に制約されている。ただし、今回の評価においては容量制約による経済不便益は考慮しない。

以下に経済便益項目を示す。

1. 供給者（営業）余剰
2. 道路輸送コストの削減
3. 貨物輸送時間の削減
4. 貨物輸送能力の拡大
5. 鉄道による追加的貨物輸送量

(2) 経済便益項目

いくつかの便益測定の方法があるが、その候補として以下のような方式が考えられる。

供給者余剰の算定方法は次のとおりである。

$$OS_n = \partial [(B_t + B_{nt}) - C_o]_n$$

- OS_n = n年次の営業利益
 ∂ = 重み因子（表11.7参照）
 B_t = 輸送から発生する便益
 B_{nt} = 輸送以外から発生する便益
 C_o = 運営コスト
 n = 計算単位（1年） $n = 1 \dots 25$

供給者余剰の増加は新規インフラ整備によって発生する追加的年間営業利益として測定し、資本投資、金融取引など資本取引によるものは含まれない。

この便益はインド国鉄（IR）の収益であり、プロジェクト共用初年度から発生する。なお、この経済便益は建設期間中には発生しない。

現段階の検討において、実際の運営、維持管理費用に関するデータがないために予測された財務諸表より営業純収益（供給者余剰）を算定することは困難である。従って、ここで推計する供給者余剰は過大に算定される傾向にあることに注意されたい。

輸送コスト削減便益は下記の式により算定される。

$$TC_n = \Delta \partial [(VOC_{pax} \times Km_{pax}) + (VOC_{ton} \times Km_{ton})]_n$$

- TC_n = n年次の輸送コストの削減便益
 ∂ = 重み因子（表11.7参照）
 Δ = 鉄道と道路輸送のVOCの違いによる調整項
 道路輸送VOCの60%を便益と設定
 (鉄道輸送のVOCは道路輸送の40%)

- VOC_{pax} = VOC節約便益：道路利用のコスト削減
 Km_{pax} = 追加的な旅客輸送距離
 VOC_{ton} = VOC節約便益：道路利用の貨物輸送のコスト削減
 Km_{ton} = 追加的な貨物輸送トン・キロ
 Y_n = プロジェクトサイクル
 n = 計算単位（1年） $n = 1 \cdots 25$

道路輸送をしないことから生じる便益については、当然、旅客または貨物トン当たりの鉄道運行費用が自動車より安いと仮定して行なう。追加的な鉄道貨物についてはその分だけ自動車によって運ばれなかったものとして、自動車走行費用の60%を節約された便益として算入する（鉄道の単位輸送費用を自動車の40%と仮定している）。

貨物輸送時間削減便益の算定方法は以下の通りである。

$$(TS_c)_n = \partial [(V_t \times T) \times D]_n$$

- $(TS_c)_n$ = n年次の輸送時間の削減
 ∂ = 重み因子（表11.7参照）
 V_t = 貨物トンキロ当りの時間価値
 T = 総貨物輸送トン
 D = 鉄道における貨物の平均輸送日数
 n = 計算単位（1年） $n = 1 \cdots 25$

時間節約による便益は鉄道貨物にのみ生じると仮定した。旅客輸送の時間便益は、ダイヤが将来も大きく変更しない、すなわち、速度の向上等はないために発生しないと仮定した。

鉄道による追加的な貨物量に関わる便益は、線路容量が一杯になるまで生じるが、それ以降は発生しない（つまり、トラックで運ばれる）。一方、こういった状態になったとしても、今回はトラック輸送の遅延（混雑による）を負の便益は考慮していない。

貨物輸送の時間価値は、総貨物輸送量(トン)に応じて得られた収入をもってあらわすこととした（正確にはトン・日）。現在のコンテナ輸送における平均輸送日数は7日間（ムンバイ～デリー）であり、一般バルク貨物では9日間である。ここでは、鉄道貨物輸送の平均輸送日数をコンテナ貨物輸送日数（7日間）と設定した。また、2032年（目標年）にはコンテナ貨物の50%、一般バルク貨物の20%が削減され、その間（2032年迄）は徐々に削減されるものと想定した。

本プロジェクトの主要目的は鉄道貨物を増加させることであり、経済便益は鉄道ネットワークの**追加的輸送能力**についても考慮する必要がある。以下、貨物輸送の輸送能力に関する指標算定式を示す。

$$(CC_c)_n = \partial [TKm_{alt} - TKm_{(max-alt)}]_n$$

- $(CC_c)_n$ = n年次の貨物輸送容量拡大による便益
 ∂ = 重み因子 (表11.7参照)
 TKm_{alt} = 代替輸送モードの総輸送トンキロ
 $TKm_{(max-alt)}$ = 輸送トン
 n = 計算単位 (1年) $n = 1 \dots 25$

最後に追加的貨物量増大に係る指標算定式を記す。

$$(ACT)_n = \partial [T_{alt} - T_{max}]_n \times VOC_{ton}$$

- $(ACT)_n$ = n年における追加的貨物輸送の便益額
 ∂ = 重み因子 (表11.7参照)
 T_{alt} = 選択肢の総輸送トン数
 T_{max} = 全ての選択肢の組合せによる輸送貨物トン数
 VOC_{ton} = VOC (道路貨物輸送から鉄道輸送へのシフト)
 n = 計算単位 (1年) $n = 1 \dots 25$

この指標は、容量制限があり予定された貨物を輸送できない場合には負の便益として計算される。つまり、この指標では最大の貨物量輸送が実現されるDFCが、他の選択肢（既存路線の改修、旅客専用路線整備）よりもよく評価される

東西回廊の経済評価

表11.14に3選択肢に関する2032年までの経済評価を示す。

表 11.14 初期的費用便益分析結果

東西回廊		総経済便益	純便益価値			
	経済的内部 収益率		6%	8%	10%	12%
ML	negative	(11,050)	(4,325)	(3,632)	(3,208)	(2,935)
DFC	10.1%	138,233	24,063	9,651	344	(5,695)
DPC	3.8%	21,123	(6,436)	(10,334)	(12,883)	(14,501)

Note: figures in parenthesis are negative.

本プロジェクトの主要目的は、貨物輸送のための専用鉄道を整備することである。詳細な情報がない現時点の評価としては、便益部分の計算を基本的には貨物輸送増加による部分に限った。また、ここでの評価は何も整備しない“Without”プロジェクトに対する“With”プロジェクトの差として捉える、すなわち追加的便益について注目したものであって、そのような便益は鉄道の供用後に発生する。

以上のように暫定的な評価ではあるが、貨物輸送量力の増大という観点からは、貨物新線案が当然ながらもっとも大きな便益をもたらす。貨物新線案の経済内部収益率 (EIRR) は10.1%であり、旅客新線案の3.8%と比べると2倍の結果となった。

巨大な投資資金が必要な鉄道インフラ投資においては、20年と想定したプロジェクト評価期間より長い経済便益が発生することも事実である。そのため、プロジェクト評価期間を2050年までとした経済評価も試みた。2050年までの評価結果をみると、貨物新線案 EIRRは13%近くにまで上昇し、2032年間の効果より更に良好な評価結果となった。

次に、東西回廊別に経済分析を試み、整備優先順位の検討を試みる。

東回廊の経済評価

表11.15に東回廊における経済評価結果の概要を示す。

表 11.15 東回廊の初期的費用便益分析結果(2032年迄)

東回廊		ネット キャッシュ フロー	純現在価値			
	経済的 内部 収益率		6%	8%	10%	12%
ML	11.7%	9,169	2,100	1,091	407	(58)
DFC	12.2%	96,385	20,687	10,920	4,526	307
DPC	9.6%	57,214	10,082	3,631	(684)	(3,583)

東回廊単独でのEIRRをみると、貨物新線案が12.2%、既存線改良案が11.7%、旅客新線案が9.6%となり、貨物新線案が最もよい結果となった。ネットキャッシュフローについても貨物新線が96,000千万RSともっとも大きい結果となった。

西回廊の経済評価

西回廊における2032年迄の経済評価結果をみると、EIRR、NPV両指標において明らかにDFC整備が最良であるという結果である。表11.16に西回廊の経済評価結果を示す。

表 11.16 西回廊の初期的費用便益分析結果(2032年迄)

東回廊		ネット キャッシュ フロー	純便益価値			
	経済的 内部 収益率		6%	8%	10%	12%
ML	NA	(6,838)	(2,080)	(1,660)	(1,430)	(1,302)
DFC	11.1%	95,413	17,994	8,484	2,418	(1,471)
DPC	NA	(9,550)	(9,089)	(9,400)	(9,669)	(9,864)

貨物輸送需要が高くまたコンテナの需要の大きい西回廊では、貨物専用線整備が最良であるという評価結果となった。

西回廊においては、既存線改良、（長距離旅客が増加する）旅客新線整備では、評価期間（2032年）迄に貨物需要が線路容量を超えてしまう。また、旅客新線案では巨大な投資額が原因となり、既存線改良案より評価結果が悪くなる。

このプロジェクトの主要目的は貨物の輸送容量を最大化することであるが、貨物新線以外の案では早い段階で貨物輸送量の供給制約が発生してしまう。したがって、唯一、貨物新線案が増加する貨物量に適切に対応した選択肢である。EIRRを見ると貨物新線案では11%と高い経済パフォーマンスを示しているのに対し、他の選択肢では早く容量に達する分便益が少なく、結果として経済便益が低くなる。

(3) 経済評価のまとめ

3 選択肢の経済評価において、東西回廊の貨物輸送需要の成長に伴う状況において、DFCは最良の結果となった。DFCはEIRR、NPVの両評価値において最も高く算定された。この結果は、評価期間を2050年にした場合にはより明らかになる。

東西回廊を東回廊と西回廊に分けた経済評価においても、共通して貨物新線案は最良の評価結果であった。また、経済収益、および経済収益率で評価すると、西回廊より東回廊の評価値がやや高く、西回廊より東回廊がより優先度が高いという結果となった。この評価は財務分析結果とは逆の結果である。

11.3.4 目的到達マトリックス法（GAM）による評価

(1) GAMにおいて考慮する指標

GAMでは様々な指標を組み合わせて代替案を順位付けするものであるが、多様な指標と重み付けをすることによって財務分析や経済分析を補完し、東西両回廊の開発戦略全体について総合的な評価を与えるものである。表11.17にこのGAMで用いる様々の指標を示す。

経済・財務分析の結果は、概ね貨物新線案を支持するものであったが、一方、どちらの回廊を先に建設すべきかといった問いには相反する結論となっている。このような議論を整理するためにGAMを用いて、東西回廊を同時に実施した場合、それぞれ別に行った場合について分析する。

表 11.17 GAM指標

指標名	概説
財務関連指標	鉄道事業者あるいは事業に参入しようとする民間企業にとってもっとも重要な指標
投下資本(自己資本額)	投資総額。同じ目的であれば少ないほうがよい。
収入	プロジェクトによりもたらされる総収入
純収益(営業収入－営業費用)	プロジェクトによってもたらされる総収益(適切な割引率、例えば、15%で割引きし、現在価値で表示)
投資効率(内部収益率)	純収益が0となるような割引率。FIRRが高い案のほうが収益性が高い。
経済関連指標	社会全体の厚生立場からもっとも重要な指標
経済内部収益率	社会的時間選好と比較される。概ね12%を目処とする。
自動車輸送費用の節約(便益)	経済価格で表示された輸送費用の節約分
貨物輸送費用の節約	経済便益(TSc)による推計値
貨物輸送能力の改善	経済便益(CCc)による推計値
追加的輸送貨物	経済便益(ACT)による推計値
政策・戦略関連指標	インド政府の政策目標到達といった観点からもっとも重要な指標
5ヵ年計画との整合性	第10次および第11次5ヵ年計画は物流の改善に重点をおいている。経済便益(CCc)と(ACT)の組み合わせで配点をする。
鉄道貨物輸送量の増大	プロジェクトの実施によって他モードから転換あるいは誘発される鉄道利用貨物量を数値化する。
他モード(鉄道以外)への転換	上記の逆として、経済分析において負の便益と考えられるものを数値化する。
自動車交通量の削減	インド政府の鉄道利用促進政策に鑑み、道路利用の旅客・貨物の削減量を点数化する。

GAMを行なうにあたってまず基本となる指標の重付けを表11.18のように暫定的に定める。

重付けの初期設定として経済関連指標への重付けを70%としているが、これはインド政府の方針、すなわち、経済発展の妨げとならないように鉄道による輸送能力を増大し、インドの国力を発展させるという方針を反映したものである。

表 11.18 GAM評価指標の重付け(暫定版)

指標名	重み(合計 100)
財務関連指標	10%
投下資本(自己資本額)	1.67%
収入	0.83%
純収益(営業収入－営業費用)	2.50%
投資効率(内部収益率)	5.00%
経済関連指標	70%
経済内部収益率	20%
自動車輸送費用の節約(便益)	8%
貨物輸送費用の節約	8%
貨物輸送能力の改善	18%
追加的輸送貨物	18%
政策・戦略関連指標	20%
5カ年計画との整合性	4%
鉄道貨物輸送量の増大	4%
他モード(鉄道以外)への転換	4%
自動車交通量の削減	8%

同時に、様々な価値観を持ったグループを想定して表11.19のように重み付けを変えて、GAMがどのように変化するか、いわゆる感度分析を行なった。

表 11.19 GAM感度分析のための重付けグループ

グループ名	V1	V2	V3	V4
指標名	重付け	重付け	重付け	重付け
財務関連指標	45%	70%	20%	33%
投下資本(自己資本額)	7.50%	11.67%	3.33%	5.50%
収入	3.75%	5.83%	1.67%	2.75%
純収益(営業収入－営業費用)	11.25%	17.50%	5.00%	8.25%
投資効率(内部収益率)	22.50%	35.00%	10.00%	16.50%
経済関連指標	45%	20%	20%	33%
経済内部収益率	12.9%	5.7%	5.7%	9.4%
自動車輸送費用の節約(便益)	4.9%	2.2%	2.2%	3.6%
貨物輸送費用の節約	4.9%	2.2%	2.2%	3.6%
貨物輸送能力の改善	11.3%	5.0%	5.0%	8.3%
追加的輸送貨物	11.3%	5.0%	5.0%	8.3%
政策・戦略関連指標	10%	10%	60%	34%
5カ年計画との整合性	2.0%	2.0%	12.0%	6.8%
鉄道貨物輸送量の増大	2.0%	2.0%	12.0%	6.8%
他モード(鉄道以外)への転換	2.0%	2.0%	12.0%	6.8%
自動車交通量の削減	4.0%	4.0%	24.0%	13.6%

(2) GAM 評価結果

先ず、重付けの初期設定を用いて評価を行なった結果を表11.20a (配点) およびb(ランク)に示す。この結果によれば明らかに貨物新線案がよい結果となっている。

表11.20-a GAM計算結果(重付け初期設定値)

GAM initial values	ML	DFC	DPC
Financial	62	27	11
Capital Investment	0.0000036	0.0000006	0.0000005
Revenues	1,182	671	388
Financial return (npv 6%)	1,296	395	58
FIRR	0.022	0.005	0.0033
Economic	(565)	3,016	(86)
EIRR (value at 6% NPV)	(865)	4,813	(1,287)
VOC improvement	504	3,369	2,692
Travel time savings	406	3,088	2,169
Cargo carrying capacity	(720)	4,739	3,527
Additional cargo transported	(3,358)	5,535	(7,713)
Policy & Strategic	(63)	169	(125)
5 Year Plans	(5)	24	(1)
Cargo transport benefits	27	60	42
Cargo forced to alternative mode	(66)	201	(73)
Reduction of road traffic	(150)	247	(344)
average	(189)	1,071	(66)

表11.20-b GAM計算結果ーランキング(初期設定値)

GAM initial values	ML	DFC	DPC
Financial	1	2	3
Capital Investment	1	2	3
Revenues	1	2	3
Financial return (npv 6%)	1	2	3
FIRR	1	2	3
Economic	3	1	2
EIRR (value at 6% NPV)	2	1	3
VOC improvement	3	1	2
Travel time savings	3	1	2
Cargo carrying capacity	3	1	2
Additional cargo transported	2	1	3
Policy & Strategic	2	1	3
5 Year Plans	3	1	2
Cargo transport benefits	3	1	2
Cargo forced to alternative mode	2	1	3
Reduction of road traffic	2	1	3
average	3	1	2
fixed ranking	2	1	3

ランキングの方法として2種類を用意した。先ず第一はすべての指標を平等に扱いその平均として最終的なランク定めるもの (average ranking) 。もう一つは各指標グループ (こ

の場合は、財務、経済、政策の3グループ) 毎にランクを定めてから、それを最終的に平均化して求めるランクづけの方法 (fixed ranking) である。

さて、重付け初期設定の下では、貨物新線案のみがGAM計算上、正の値となり、他の2案は負の値をとる。旅客新線案は0をやや下回るが、既存線改良案はかなり大きな負の値とある。これは当然ながら、貨物新線案のほうが貨物輸送に関連して大きな経済便益が発生することを反映しているものである。

各個別指標について順位付けを行ない、さらにそれらを総合的に順序づけたものが表11.20bであるが、当然貨物新線案が第1位の評価となる。

次に、財務と経済をあわせて90%の重み付けを与え、さらに財務と経済とを平等に扱ったケースを表11.21aおよびbに示す。この場合も結果として貨物新線案が最良案として支持される。

表 11.21-a GAM計算結果(V1 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	1,254	540	226
Capital Investment	0.000016	0.000003	0.000002
Revenues	5,318	3,021	1,746
Financial return	5,832	1,776	262
FIRR	0.100	0.023	0.0149
Economic	(233)	1,246	-35
EIRR	(556)	3,094	(827)
VOC improvement	324	2,166	1,730
Travel time savings	261	1,985	1,394
Cargo carrying capacity	(463)	3,046	2,268
Additional cargo transported	(2,159)	3,558	(4,958)
Policy & Strategic	154	108	-14.7
5 Year Plans	(0.93)	4.99	(0.14)
Cargo transport benefits	389	2,410	1,428
Cargo forced to alternative mode	5,832	1,776	(1,841)
Reduction of road traffic	(75)	124	(172)
average	392	631	59

表 11.21-b GAM計算結果ーランキング(V1 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	1	2	3
Capital Investment	1	2	3
Revenues	1	2	3
Financial return	1	2	3
FIRR	1	2	3
Economic	3	1	2
EIRR	2	1	3
VOC improvement	3	1	2
Travel time savings	3	1	2
Cargo carrying capacity	3	1	2
Additional cargo transported	2	1	3
Policy & Strategic	1	2	3
5 Year Plans	3	1	2
Cargo transport benefits	3	1	2
Cargo forced to alternative mode	1	2	3
Reduction of road traffic	2	1	3
average	2	1	3
fixed ranking	1	2	3

しかし、この場合、初期設定ケースと異なり、既存線改良案が2位に浮上する。これは既存線改良案の財務的健全性を反映しているものと言える。

また、GAM計算結果をみると、貨物新線案も明らかに旅客新線案に対して優位であるとは言いがたくなってくる。つまり、次に示すように財務的指標に対する重み付けをさらに増大させると既存線改良案が最良案として指摘される結果となる。

表11. 22aおよびbは財務関連指標に70%の重みを与えたケースである。

表 11.22-a GAM計算結果 (V2 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	3,035	1,306	547
Capital Investment	0.000025	0.000004	0.000004
Revenues	8,272	4,700	2,716
Financial return	9,072	2,763	407
FIRR	0.156	0.035	0.0232
Economic	(46)	246	(7)
EIRR	(247)	1,375	(368)
VOC improvement	144	962	769
Travel time savings	116	882	620
Cargo carrying capacity	(206)	1,354	1,008
Additional cargo transported	(959)	1,582	(2,204)
Policy & Strategic	(0)	5	(4)
5 Year Plans	(0.18)	0.98	(0.03)
Cargo transport benefits	70	31	20
Cargo forced to alternative mode	(9)	29	(14)
Reduction of road traffic	(75)	124	(172)
average	996	519	178

表 11.22-b GAM計算結果ーランキング (V2 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	1	2	3
Capital Investment	1	2	3
Revenues	1	2	3
Financial return	1	2	3
FIRR	1	2	3
Economic	3	1	2
EIRR	2	1	3
VOC improvement	3	1	2
Travel time savings	3	1	2
Cargo carrying capacity	3	1	2
Additional cargo transported	2	1	3
Policy & Strategic	2	1	3
5 Year Plans	3	1	2
Cargo transport benefits	1	2	3
Cargo forced to alternative mode	2	1	3
Reduction of road traffic	2	1	3
average	1	2	3

この場合、かなりの重みを財務関連指標に与えたが、貨物新線案は2位に留まっている。次に政策・戦略関連指標の重付けの影響を見るために、この指標に60%の重みを与えてみる（表11.23aおよびb参照）。

表11.23に示されるように政策・戦略関係指標に重みを与えた場合、再び貨物新線案が最も好まれ、既存線改良、旅客新線の順でこれに続く結果となる。指標別のランキングでも貨物新線案が現在のインド政府の政策選好をより忠実に反映している。

表 11.23-a GAM計算結果 (V3 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	248	107	45
Capital Investment	0.0000072	0.0000013	0.0000011
Revenues	2,363	1,343	776
Financial return	2,592	789	116
FIRR	0.045	0.010	0.0066
Economic	(46)	246	(7)
EIRR	(247)	1,375	(368)
VOC improvement	144	962	769
Travel time savings	116	882	620
Cargo carrying capacity	(206)	1,354	1,008
Additional cargo transported	(959)	1,582	(2,204)
Policy & Strategic	(57)	157	(158)
5 Year Plans	(1.11)	5.91	(0.17)
Cargo transport benefits	125	129	76
Cargo forced to alternative mode	(56)	172	(98)
Reduction of road traffic	(450)	741	(1,033)
average	48	170	(40)

表 11.23-b GAM計算結果ーランキング (V3 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	1	2	3
Capital Investment	1	2	3
Revenues	1	2	3
Financial return	1	2	3
FIRR	1	2	3
Economic	3	1	2
EIRR	2	1	3
VOC improvement	3	1	2
Travel time savings	3	1	2
Cargo carrying capacity	3	1	2
Additional cargo transported	2	1	3
Policy & Strategic	2	1	3
5 Year Plans	3	1	2
Cargo transport benefits	2	1	3
Cargo forced to alternative mode	2	1	3
Reduction of road traffic	2	1	3
average	2	1	3

最後にすべての指標グループに同じ重みを与えた場合の結果を表11.25に示す。

この結果もまた、貨物新線案が最も選好される結果となった。

表 11.24-a GAM計算結果 (V4 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	675	290	121
Capital Investment	0.0000118	0.0000021	0.0000018
Revenues	3,900	2,216	1,281
Financial return	4,277	1,302	192
FIRR	0.074	0.017	0.0110
Economic	(125)	670	(19)
EIRR	(408)	2,269	(607)
VOC improvement	238	1,588	1,269
Travel time savings	192	1,456	1,022
Cargo carrying capacity	(340)	2,234	1,663
Additional cargo transported	(1,583)	2,610	(3,636)
Policy & Strategic	(16)	60	(52)
5 Year Plans	(1.71)	9.12	(0.26)
Cargo transport benefits	117	120	71
Cargo forced to alternative mode	(53)	161	(92)
Reduction of road traffic	(255)	420	(585)
average	178	340	17

表 11.24-b GAM計算結果ーランキング (V4 ケース)

GAM evaluation indicators	ML	DFC	DPC
Financial	1	2	3
Capital Investment	1	2	3
Revenues	1	2	3
Financial return	1	2	3
FIRR	1	2	3
Economic	3	1	2
EIRR	2	1	3
VOC improvement	3	1	2
Travel time savings	3	1	2
Cargo carrying capacity	3	1	2
Additional cargo transported	2	1	3
Policy & Strategic	2	1	3
5 Year Plans	3	1	2
Cargo transport benefits	2	1	3
Cargo forced to alternative mode	2	1	3
Reduction of road traffic	2	1	3
average	2	1	3

表11.25に初期設定も含めて5つのケースをとりまとめる。

表 11.25 最終ランキング (代替案比較)

Simulation runs:	average value ranking			fixed ranking		
	ML	DFC	DPC	ML	DFC	DPC
Basic settings	3	1	2	2	1	3
V1	2	1	3	1	1	3
V2	1	2	3	3	1	2
V3	2	1	3	3	1	3
V4	2	1	3	3	1	3
OVERALL RESULTS	2	1	3	2	1	3

表11.25に示されるように、ほとんどケースにおいて貨物新線案が好まれる結果となる。

財務関連指標に70%以上の重みをおかない限り、すべてのケースで貨物新線案が好まれる。逆に旅客新線案はどのケースでもほとんど好まれる案ではない。財務指標に重点をおいた場合は既存線改良案が好まれる結果となるが、他のケースから分かるようにこの選択はインド政府の長期的な目標実現にあまり貢献しない。

以上から、初期的GAM分析による結果は以下のように取りまとめることができる。

- 貨物新線案はインド政府の目標実現に対して最も貢献する案であり、輸送力を最大化することによって経済・社会的貢献も最も大きくなる。
- 旅客新線案はGAMによっても支持されない。巨額の投資にも関わらず、容量制限によって目標とする貨物輸送量に到達できないからである。
- 既存線改良案は財務的にもっとも魅力的な案である。財政制約がかなり厳しい場合にはこの案が好まれる。しかし、その効果は長期的でないことに注意すべきである。

以上の結果から、GAM分析によっても貨物新線案が好まれるが、ここで貨物新線方式が採択されたと仮定して、東西どちらの回廊に優先があるかをGAMを使ってみることにする。表11.26にその結果を示す。

表 11.26 最終ランキング（東西回廊比較）

GAM initial values	score		ranking	
	EAST	WEST	EAST	WEST
Financial	10.36	13.37	2	1
Capital Investment	0.0000018	0.0000003	1	2
Revenues	271	343	2	1
Financial return (npv 6%)	143	192	2	1
FIRR	0.0046	0.0049	2	1
Economic	2,519	2,109	1	2
EIRR (value at 6% NPV)	4,137	3,599	1	2
VOC improvement	1,301	2,067	2	1
Travel time savings	1,530	1,558	2	1
Cargo carrying capacity	5,486	2,772	1	2
Additional cargo transported	5,535	5,069	1	2
Policy & Strategic	71	149	2	1
5 Year Plans	20	17	1	2
Cargo transport benefits	32	27	1	2
Cargo forced to alternative mode	160	195	2	1
Reduction of road traffic	21	226	2	1
average	867	757	1	2
		FIXED RANK	2	1

11.3.5 リスク分析

(1) 分析の前提条件

経済・財務分析およびGAMの結果は、

- どちらの回廊についても貨物新線案が望ましい。
- 仮にどちらかの回廊を先に整備しなければならないとう場合には西回廊を優先させるべきである。

というものであった。この結果は様々な仮定、推計、予測、評価期間（2032年まであるいは2050年まで）といった多くの不確定要素に基づいている。

このような不確定要素を数量的に扱うためにリスク分析があるが、このような分析は各種評価の最終段階で行われるものである。また、最終的な経済・財務分析にフィードバックすることも可能である。

ここでは、貨物新線案が最終的に選択され、かつインド政府が投資を行なうという前提で東西両回廊に同時に貨物新線が建設される場合を想定してリスク分析を試みる。

なお、先に述べた経済・財務分析もそうであったように、現時点では利用できる情報が限られているために、理想的な意味でのリスク分析はできないが、いくつか興味深い結果を導くことができた。²

先ず、最初のごく一般的なリスク分析として、費用や収入の変化が収益に与える影響を分析する。このリスク分析にあたって初年度の各変数の分布を次のように定める。

(1) 財務コスト

分布型：正規分布（片側）

平均：389,176 Rs. Crores／評価期間中

標準偏差：10,000 Rs. Crores、

最小値：389,176 Rs. Crores

(2) 収入：

分布型：正規分布（片側）

平均：469,741 Rs. Crores／評価期間中

標準偏差：10,000 Rs. Crores

最大値：469,741 Rs. Crores

より詳細にリスク分析を行なうのであれば、評価期間中の各年次において与えられた分布（正規分布）からランダムに収入値とコスト値をサンプリングし、全体での内部収益率、純現在価値、便益・費用費にどのような影響を与えるかをシミュレーションする。ある年の収入－費用の分布は例えば図11.1のように定義される。

² この分析は市販のリスク分析ソフト @RISK を使っている。このソフトでモンテカルロ法やラテン方格法による無作為抽出によるリスクシミュレーションを行なうことができる。

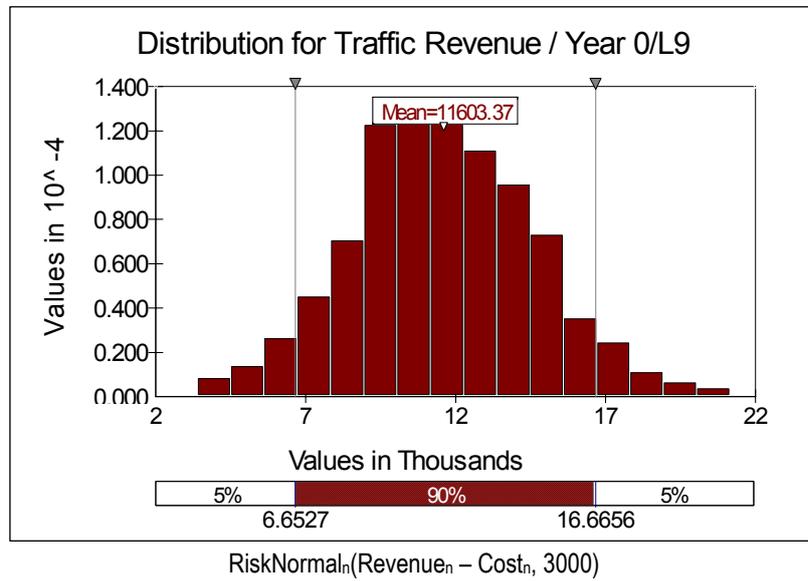


図 11.1 収入－費用の確率分布の例

(2) 費用とコストの変化にかかるリスク分析

繰り返し計算（繰り返しサンプリング）することにより、収益の確率分布をシミュレートする。図11.2に期間中の収益の確率分布を示す。

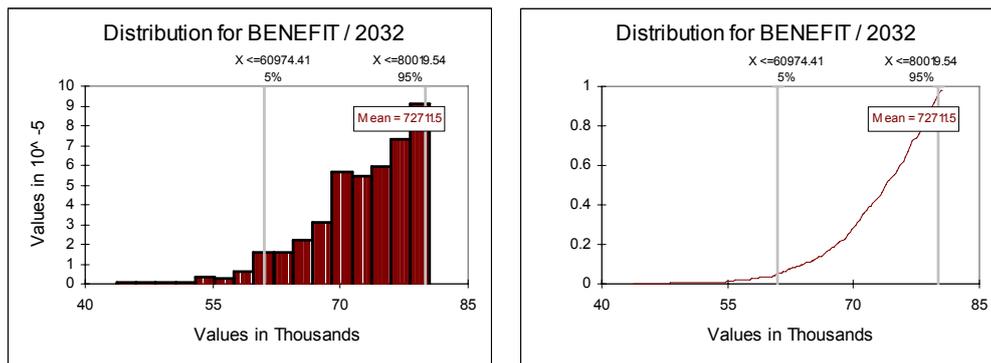


図 11.2 収益の累積確率分布

図11.2では、収益分布の最大値が80,539 RS Crores、最小値が43,709 RS Crores、平均値が72,711 RS Crores.であることを示している。費用あるいは収入のどちらか一方だけを変動（確率分布を与える）させた場合でも、結論はあまり変わらない。

シミュレートされた分布の標準偏差は6,133 Rs. Croresであり、比較的大きいと言える。より詳細な指標は表11.27にとりまとめる。

表 11.27 出力結果(総収益)

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	43,709	5%	60,974
Maximum	80,539	10%	64,039
Mean	72,711	15%	66,504
Std Dev	6,133	20%	68,024
Variance	37614276.93	25%	69,292
Skewness	-1.082891193	30%	70,257
Kurtosis	4.309206455	35%	71,157
Median	73,847	40%	72,172
Mode	80,189	45%	73,204
Left X	60,974	50%	73,847
Left P	5%	55%	74,820
Right X	80,020	60%	75,624
Right P	95%	65%	76,218
Diff X	19,045	70%	76,820
Diff P	90%	75%	77,691
#Errors	0	80%	78,414
Filter Min		85%	78,891
Filter Max		90%	79,412
#Filtered	0	95%	80,020

表11.27によれば5%（5パーセンタイル）値が、60,974 RS Croresであり、すなわち収益がこの値より下回る確率は5%である。また、90%値をみると79,412 RS Croresであるが、すなわち、収益がこれ以上になる確率は10%であることを示している。したがって、収益性はかなりの確率で正の値、しかもかなり大きい金額となると予想される。

(3) 費用および収入が毎年変動した場合のリスク分析（より詳細なリスク分析）

費用と収入の毎年の値が正規分布に従っていると仮定し、評価期間中の全てに対してシミュレーションした結果を図11.3（FIRRの分布）に示す。

図11.3に示されるようにシミュレートされたFIRRの最小値は5%、最大値は17%である。5パーセンタイル値は6%であり、FIRRが6%を下回る確率は5%である。費用、収入を毎年ランダムに変化させて得られた結果であり、この方法はでより適切にリスクが表現されていると言える。

また、表11.28からわかるように、歪度 (Skewness) および分散が小さく、尖度 (Kurtosis) が大きいことから、比較的左右対称で平均値の付近の山が高い分布になっていることが分かる。

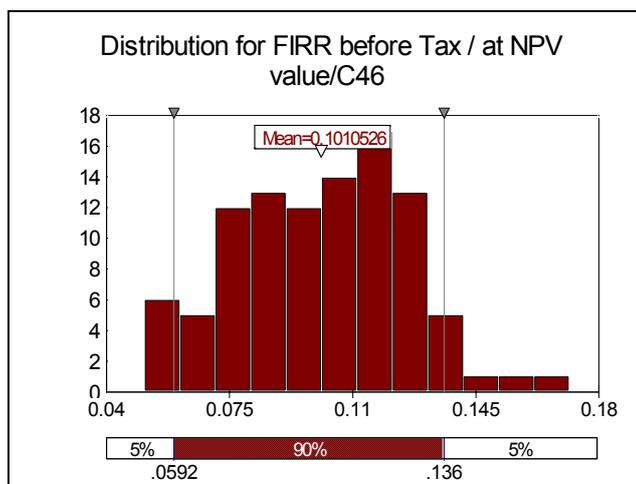


図 11.3 シミュレートされたFIRR

表 11.28 シミュレートされたFIRR分布の詳細指標

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	5%	5%	6%
Maximum	17%	10%	7%
Mean	10%	15%	7%
Std Dev	2%	20%	8%
Variance	0.00057797	25%	8%
Skewness	0.054262117	30%	9%
Kurtosis	2.794923341	35%	9%
Median	10%	40%	10%
Mode	11%	45%	10%
Left X	6%	50%	10%
Left P	5%	55%	11%
Right X	14%	60%	11%
Right P	95%	65%	11%
Diff X	8%	70%	11%
Diff P	90%	75%	12%
#Errors	0	80%	12%
Filter Min		85%	13%
Filter Max		90%	13%
#Filtered	0	95%	14%

次に図11.4に様々の割引率でのB/Cの分布を示す。図11.4から明らかなようにB/Cが1を下回る確率は割引率が大きくなるに従って、大きくなる。割引率を12%とした場合には、B/Cが1を上回る確率は5%となる。

以上のように、先的前提条件でシミュレートするならば、高収益（＝高いIRR）を期待することは困難ではあるが、正の利益を得る確率は比較的高いことが分かる。

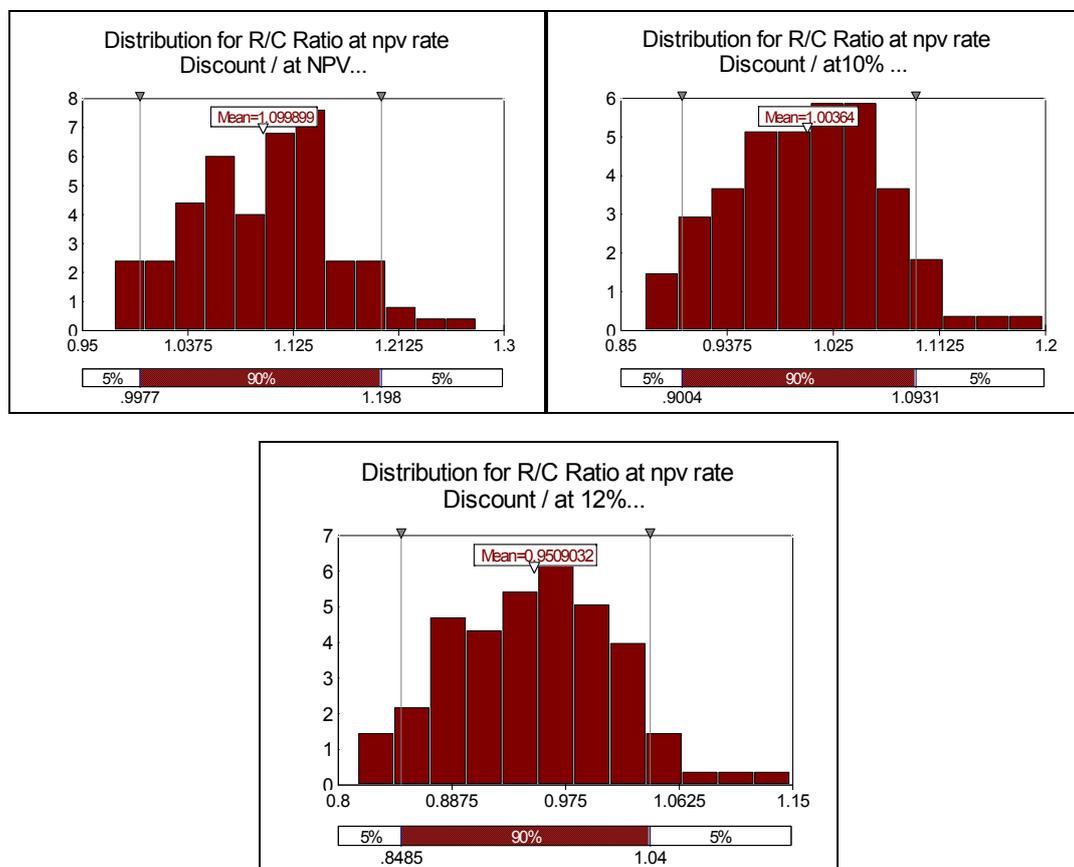


図 11.4 様々の割引率でのB/C比の分布

(4) 経済的リスクの分析

一般に鉄道プロジェクトは収益性が低く、逆に高い経済的便益が期待される。その意味で、経済便益にかかるリスク分析は財務のリスク分析よりも重要と言えるだろう。負の経済便益が生まれる確率を知ることは、計画の修正、見直しにとって貴重な示唆を与えるものである。

さて、以降の初期的な検討では便益の変数条件を以下のように設定する。

1. 1,000 Rs Crores 以下の場合の標準偏差を100 RS Croresとする
2. 10,000 Rs Crores 以下の場合の標準偏差を1,000 RS Croresとする
3. 10,000 Rs Crores 以上の場合にはすべて5,000 RS Croresとする

感度分析ではこの標準偏差を変えて、プロジェクトの最終的なパフォーマンスに与える影響をみている。

図11. 5に変数の標準偏差を先の初期設定にした場合の経済便益（名目値）の分布を示す。平均値は138, 126. 7 Rs. Croresであり、分布の形状も正規分布に近いものである。最小値は 100, 000 RS Crores、最大値は 180, 000 RS Croresである。ほとんど場合（90%）、117, 000 RS Crores と161, 000 RS Crores との数値におちることも分かる。

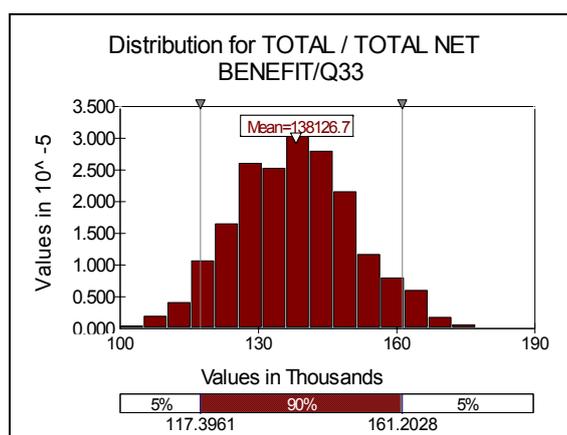


図 11.5 経済便益の分布(名目値)

表 11.29 経済便益の分布の詳細

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	100,047	5%	117,396
Maximum	182,431	10%	121,530
Mean	138,127	15%	124,823
Std Dev	12,929	20%	126,984
Variance	167164825.9	25%	128,793
Skewness	0.146778792	30%	130,493
Kurtosis	2.855825138	35%	132,296
Median	138,302	40%	134,040
Mode	139,976	45%	136,513
Left X	117,396	50%	138,302
Left P	5%	55%	139,839
Right X	161,203	60%	141,202
Right P	95%	65%	143,051
Diff X	43,807	70%	144,856
Diff P	90%	75%	146,540
#Errors	0	80%	148,648
Filter Min		85%	151,364
Filter Max		90%	155,042
#Filtered	0	95%	161,203

図11.6に様々な割引率を用いた場合の経済便益の分布を示す。

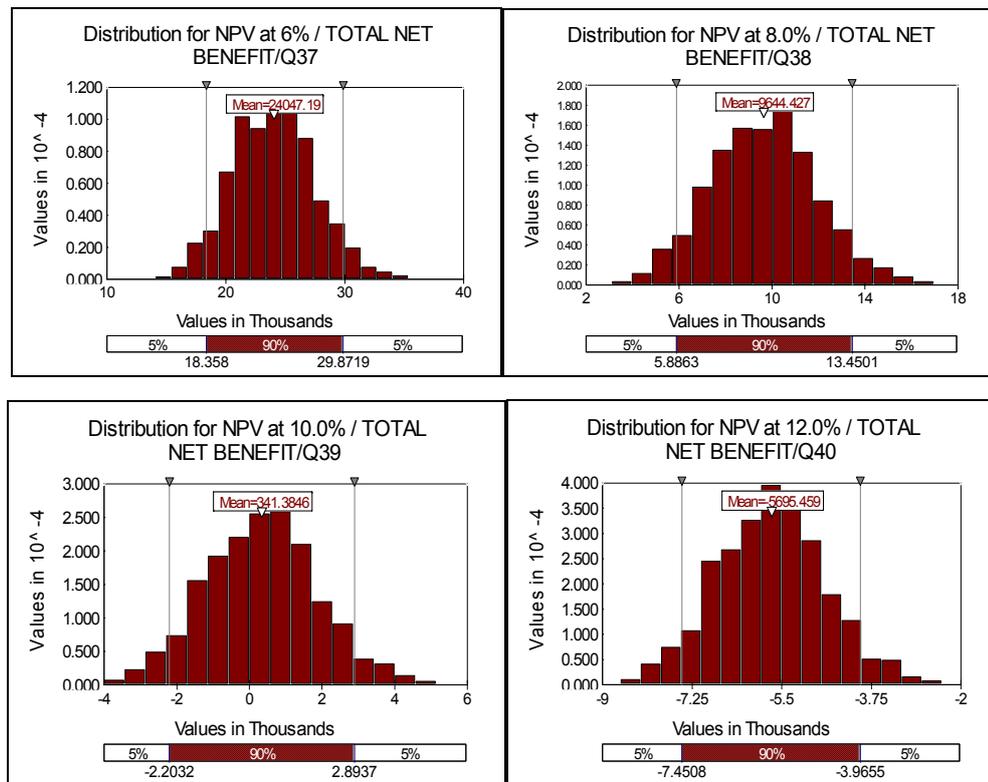


図 11.6 経済便益の分布(様々な割引率)

横軸に純便益 (NPV) を表すが、EIRRが10.1%になっているデータセット (東西回廊に貨物新線を建設) に対して行なった分析であるから、当然割引率10%の平均値はNPV=0の近くにくる。割引率12%の場合は当然負の値 (-5.5付近) の回りに集まるが、図11.6から明らかのように、割引率12%でNPVが0以上になる確率はほとんど0である。

(5) リスク分析のまとめ

ここで行なったリスク分析は貨物新線が選ばれたと仮定して、収入や費用が変化したときのリスクを試験的に検討したものである。本件のような大規模プロジェクトのリスク因子は様々であり、その詳細は今後の研究課題である。

11.4 まとめ

本研究では、大規模インフラプロジェクトの評価手法に関する研究を行ない、後半のエンジニアリング調査で行なわれる具体の計画案の評価にかかる方法論に目処を立てることが主目的であった。しかし、コンセプトレベルで用意された3つ案について、初期的な比較評価を行い、後の調査の対象の絞込みに貢献することも期待された。よって、初期的にはあるが財務分析、経済分析、GAMを行い、さらに貨物新線が選択されたと仮定

してリスク分析も試みた。なお、本報告書の12章では大規模プロジェクトの評価方法のレビューをし、13章ではIO表を用いたプロジェクトのインパクト計測の方法も確立している。

さて、表11.30に初期的に行なった3案にかかる比較評価の結果を要約する。

比較評価の対象となった3案（貨物新線、旅客新線、既存線改良）はすべて貨物輸送能力を増大することを目的に準備された案である。簡単な需要予測と大まかな建設費の情報しかなく、ルートも決定しておらず、必要車両数などの推計もなされていない中での分析ではあったが、評価の方法を具体的に紹介すると同時に、いくつかの仮定をもとに実際に3つの案の比較をある程度行なうことができた。

表 11.30 比較評価結果のまとめ

比較指標	既存線改良	貨物新線	旅客新線	備考
期待される最大到達項目				
建設費(RS Cores)	4,659	26,635	30,552	インフラのみ、車両費等は除く。非電化を前提。
貨物輸送収入(Rs Crores)	22,313	30,143	19,895	最大貨物輸送量に達したときの値
貨物輸送量 (Ton)	87,960,680	119,741,839	79,581,107	最大貨物輸送量に達したときの値
貨物トンキロ (1000 Ton)	113,791,274	133,086,942	114,178,740	最大貨物輸送量に達したときの値
線路容量達成(年)	2029	2038	2029	
輸送できない分量 (million ton)	(1,873)	HIGHEST	(4,302)	最大貨物輸送量を超えて鉄道輸送できない分量
評価指標				
プロジェクトFIRR	45%	10%	7%	Strict vision without any assistance
FIRR (オペレータ)	positive revenues from 1 st year	53%	39%	政府がインフラ建設を負担したときに輸送業者の立場
経済IRR	Negative revenues	10.1%	3.8%	主に貨物増の便益を捉えた
経済純便益@ 6% RS Crores)	(4,325)	24,063	6,436	
GAM 平均値 (fixed)	2	1	3	すべての項目を個別にみて、それを平均したもの
GAM 平均値 (calculated)	2	1	3	グループ(政策大項目分類)別に集計したもの

表11.30に示されるように貨物新線案がもっともパフォーマンスのよい案であると概ね結論付けることができる。しかしながら、その違いはさらに詳細に検討されるべきものである。

貨物新線の場合、需要が線路容量に追いつくのは2038年頃と推計されるが、他の2案の場合それよりも約10年早く訪れるであろう。その意味で貨物新線案が他の2案に対して明らかに優位であると言えるのは2029年以降である。

今回は輸送量増分のみ着目して便益を計算しているが、今後、詳細に検討する場合には特に早く容量限界に達する他の2案について以下のような点にも注意すべきであろう。

- 貨物需要が容量に近くなってきた場合に生ずる遅延や混雑、それに伴う収入源などを取り入れること。
- 混雑や遅延に伴う通常以上の人件費増や運営費増、またインフラの傷みなど。
- 遅延に伴う顧客離れ、やそれに伴う他の輸送機関への転換
- 混雑や遅延に伴う事故増、それに伴う費用の発生など

このような側面まで考慮すれば、明らかに輸送能力にゆとりのある貨物新線案が好まれることとなるであろう。

旅客新線案の場合には、投資額が大きいにもかかわらず、それほど貨物輸送力を増大させることはできない。したがって、貨物輸送という観点からは最も好まれない案である。

一方、既存線改良案は短期的には投資効率という面から好まれる案である。実際、既存改良案は、

- 必要資本が極めて小さく、財政面に与える影響も当然小さい。
- 2029年以降の潜在貨物需要に対応することは不可能であるが、財務上は問題ない。輸送業者の立場からはなんの問題もないであろう。

しかし、2029年以降生ずるであろう混雑や遅延の問題に関しては考慮していない。

一方、経済分析の立場からすれば、貨物輸送がもっとも重要な課題である。その意味で、評価期間中（2032年まで）、需要に対応した貨物輸送が可能となる貨物新線案が経済的にもっとも好ましい案である。これはGAMによっても明らかにされた。

今後の詳細なエンジニアリングスタディに向けて貨物新線を検討することを推奨する。初期的な検討ではあったが、3案に対して概ね平等な仮定を与えて比較検討した結果（財務分析、経済分析、GAM）はほとんどの場合貨物新線を建設すべきと示唆している。したがって、今後エンジニアリンググループがより詳細な検討を行なうべきは貨物新線案と言える。

なお、仮に東西貨物新線が同時に建設されないとするならば、どちらかを先に建設しなければならない。財務分析の結果は東線を優先し、経済分析の結果は西線を優先したが、GAMに総合的な分析では西線を優先させるべきであろうと示唆される。つまり、西線は急増するコンテナ貨物を輸送する役割を担っており、また需要が線路容量に達する時期も東に比較して若干早いと予想されるからである。

第12章 鉄道プロジェクト評価手法のレビュー

12.1 はじめに

本DFCプロジェクトは東西輸送回廊の路線長が約2,800kmにもなり、極めて大きな需要が予想されると同時にその建設には多額の投資が必要である。このため、魅力的な事業計画を策定することを通じて様々な金融機関から巨額の資金を調達することが必要とされる。我国のJBICやあるいはADB、WBといった国際融資機関からの資金調達のためには、プロジェクトの財務的健全性、国家経済への貢献、持続的な環境保全への貢献にかかるDFCプロジェクトの効果を適切に説明する必要がある。本プロジェクト研究では、前章までに検討したインターモーダル物流戦略の検討に加えて、このような大規模プロジェクトにかかる適切なプロジェクト評価手法は何かを研究テーマとして取り上げることとする。

まず、本研究では過去の鉄道プロジェクト評価をレビューすることからはじめることとした。過去の鉄道プロジェクト評価資料は、プロジェクトの準備段階、実行、モニタリングといったプロジェクトサイクルの各段階の評価において学ぶべき貴重な経験を提供する。また、様々な融資機関が行った評価をレビューするこの作業はもう1つの重要な目的がある。すなわち、DFCプロジェクトは、その規模の大きさから事業実施のために様々な財源を組み合わせる必要があり、資金提供に参加する可能性のある各融資機関の評価手法を研究することにより、すべての機関に受入れ可能な評価手法、基準等を構築することである。

具体的には、開発途上国の鉄道プロジェクトを技術的・財務的に支えてきた国際融資機関の評価基準を理解するために、以下に示す機関について過去における比較的大規模の鉄道事業の評価手法をとりまとめるものとする。

- a. 国際協力機構(JICA)、国際協力銀行(JBIC)
- b. 世界銀行
- c. アジア開発銀行
- d. 国土交通省(日本の事例)

12.2 国際協力機構(JICA)と国際協力銀行(JBIC)

承知のように、開発途上国に対する日本のODA事業は、国際協力機構(JICA)が技術協力、そして国際協力銀行(JBIC)が資金協力を担っている。

JICA開発調査で実施された鉄道関連プロジェクトは、2004年終了案件までで44件に上る。このうち、1980年以降、プロジェクト評価を行っている主な鉄道プロジェクトを表12.1に示す。また、全国レベル及び都市間の鉄道整備計画の事例3例について表12.2-12.4に詳細をまとめる。

表 12.1 JICA 開発調査における主な鉄道プロジェクト

案件名	調査形態	対象	調査期間	経済評価		財務評価	環境影響評価	備考
				便益項目	費用項目			
ジャカルタ大都市圏鉄道輸送計画:チェンカレン空港鉄道新線計画(インドネシア)	F/S		1982-1984	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 走行費用節減便益 交通事故減少便益 雇用機会創出便益 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 残存価値 	収支計画 キャッシュフロー分析	-	交通事故減少・雇用機会創出は副次的便益とし、補助指標として列挙
<u>デリー～カンパール間幹線鉄道改良計画(インド)</u>	F/S	旅客/ (貨物)	1987-1988	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 維持管理費用差 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 	FIRR キャッシュフロー分析	-	
ジャバタベック圏統合輸送システム改良計画(インドネシア)	M/P +F/S	旅客/ 貨物	1990-1991	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 維持管理費用差 土地の有効利用(高架化事業のため) 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 残存価値 	FIRR		
クランバレー地域鉄道改良計画(マレーシア)	F/S	旅客	1990-1991	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 維持管理費用差 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 残存価値 	FIRR		
ザミンウード駅貨物積替施設整備計画(モンゴル)	F/S	貨物	1992-1993	貨物の積み替え場所を移設する計画であり、直接効果は計測されていない				
重慶市快速軌道交通計画調査(中国)	F/S	旅客	1992-1994	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 走行費用節減便益 交通事故減少便益 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 	FIRR		
<u>南北縦貫鉄道整備計画調査(ベトナム)</u>	M/P +F/S	旅客/ 貨物	1994-1996	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 道路車両(旅客)・輸送貨物の資本コストの節約 鉄道管理運営コストの節約 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 	FIRR	○ EIAに基づく調査	
鉄道線路基盤改修計画調査(モンゴル)	M/P +F/S	旅客/ 貨物	1996-1998	<ul style="list-style-type: none"> 災害復旧費節約便益 時間節減便益 道路輸送費用節約便益 	<ul style="list-style-type: none"> 経済費用 	FIRR	- (環境への影響は小さい)	通常便益の他、災害減少効果を定量化
マニラ首都圏鉄道標準化調査(フィリピン)	M/P +F/S	旅客	2000-2001	<ul style="list-style-type: none"> 時間節減便益 走行費用節減便益 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 	FIRR	○ EIAに基づく調査	
<u>全国鉄道開発計画調査(シリア)</u>	M/P +F/S	旅客/ 貨物	2000-2001	<ul style="list-style-type: none"> VOC(旅客) ROC(旅客) TTC(貨物) 	<ul style="list-style-type: none"> 投資費用 運営維持費用 	FIRR	○ EIAに基づく調査	機関車工場近代化 F/S の中ではこの他に、オーバーホールの時間短縮/費用節減便益等を推計

出典: JICA 資料を基に調査団が作成

表 12.2 デリー～カンパール間幹線鉄道改良計画(1987-1988 年)

(1) 交通需要予測	<ul style="list-style-type: none"> 旅客の OD 表を予測し、転換率モデルを用いて鉄道のトリップ数を推計している
(2) 経済評価	<ul style="list-style-type: none"> 旅客を対象とした評価のみ 便益項目は時間節減便益と維持管理費用差 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 時間節減便益: 所得接近法により時間価値を推計し、需要にこれに乗じて便益を算出 ✓ 維持管理費用差: 鉄道が整備されて運ぶ需要に必要な投資費用と、それを他のモードで運ぶの必要な投資費用の差 費用は投資費用(インフラ・車両)、維持管理費(メンテナンス・人件費・電力費)
(3) 財務評価	<ul style="list-style-type: none"> FIRR 算出・キャッシュフロー分析を実施 転換/誘発交通量に関する運賃収入と投資費用・維持管理費用から評価している 外貨と内貨に分けて費用を計上

表 12.3 ベトナム国南北縦貫鉄道整備計画調査(1994-1996 年)

(1) 交通需要予測	<ul style="list-style-type: none"> 旅客および貨物の OD 表を予測し、転換率モデルを用いて道路と鉄道のトリップ数を推計している
(2) 経済評価	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト期間 15 年 経済コスト <ul style="list-style-type: none"> ✓ 投資費用、運営維持費用の他、残存価値を計上 ✓ 賃金のシャドウ価格: 実質的な平均労働生産性は名目賃金の 80%と想定 経済便益 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 時間節減便益、道路車両(旅客)、輸送貨物の資本コストの節約、鉄道管理運営コストの節約 EIRR を経済指標とする
(3) 財務評価	<ul style="list-style-type: none"> FIRR を経済指標とする インフラ投資は支出から除外 収入は列車速度の向上に応じて運賃を値上げるように考慮

表 12.4 シリア国鉄道開発計画調査(2000-2001 年)

(1) 交通需要予測	<ul style="list-style-type: none"> 旅客 OD は4段階推計法で予測、貨物輸送量はシリアの実情を踏まえ 32 品目に分類し、産地・消費地の関係を調べ OD を作成 旅客の交通手段選択は、アンケート調査を行い運賃と時間の関係を明らかにした上で、転換式を用いて推計 貨物の輸送手段選択は、品目別に遅れ時間と輸送単価の関係を考慮し、鉄道貨物シェアを推計
(2) 経済評価	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト期間 20 年 経済コスト <ul style="list-style-type: none"> ✓ 投資費用、運営維持費用を計上、経済費用＝財務費用と想定 経済便益 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 時間節減便益、道路輸送費用の節約、鉄道管理運営コストの節約 EIRR、NPV、B/C を経済指標とする
(3) 財務評価	<ul style="list-style-type: none"> FIRR を経済指標とする プロジェクト期間は 40 年、2020 年以降の交通需要は横ばいと想定 運賃収入の他、雑収入を運賃収入の 3%と想定 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 減価償却は日本の事例を参考に償却率と耐久年数を設定

出典: JICA報告書を基に作成

これまでに行われてきたJICA鉄道開発調査では、プロジェクト規模の小さいモンゴル鉄道駅調査（貨物の積替場所の移設計画）を除き、すべてのケースでプロジェクト評価を行っている。通常、経済評価は報告書の後半部分に記載され、また、ほとんどのケース

で“整備あり”、“整備なし”ケースを比較することで、所要時間短縮効果、交通費用節減、鉄道維持・管理費の節減等の便益を計上している。この他、プロジェクトの特殊性を考慮し、例えばインドネシアのプロジェクトでは空港への鉄道路線整備により既存道路の交通事故が減少便益や、モンゴルでは軌道基礎の補強による災害復旧コストの減少による便益が便益項目として採用されている。これら便益に対して建設費用と維持・管理費用を推計し、費用便益分析を行っているが、代表的な経済指標は経済的内部収益率(EIRR)、費用便益費(B/C)、純現在価値(NPV)である。同様に財務分析も財務的内部収益率(FIRR)が主要な評価指標であり、これに加えてキャッシュフロー分析も行なわれるケースも多い。

近年の環境保全にかかる重要性に鑑み、JICAは1994年に開発調査における環境社会配慮のためのガイドラインを策定している。それ以来、JICAの開発調査報告書にはIEEやEIA、環境関連の記述などに加えて環境社会配慮も含まれてきている。

このガイドラインによれば、FS対象プロジェクトによる予想される環境に対する影響度の大きさからA,B,Cのカテゴリーにプロジェクトを分類している。すなわち、カテゴリーAプロジェクトは、環境に対し重大な悪影響がある場合で、制度上のアレンジメントやモニタリング計画、悪影響の最小化、回避方策の検討などを含むEIAレベルの調査をしなければならない。カテゴリーBプロジェクトは、カテゴリーAよりも悪影響が少ない場合で、JICAの調査においてはIEEレベルまでの検討が求められる。カテゴリーCプロジェクトは環境影響が小さいかまたは無い場合であり、環境関連の調査は求められない。表12.5によれば、1994年以降、JICAの鉄道プロジェクト関連調査では3つがカテゴリーAで、1つがカテゴリーBとなっている。

次に、全国レベルおよび都市間の鉄道整備計画の事例3例について以下にまとめる。

- 1) デリー～カンパール間幹線鉄道改良計画（インド）：旅客に焦点を当てており本DFCプロジェクトとはプロジェクトの性格が異なる。1980年代後半に行われた調査で貨物の役割はごくわずかであった。すなわち、鉄道と道路で競合する旅客サービスの検討が中心であり、旅客交通需要モデルが重要な検討ポイントであった。環境に関する記述はないものの従来型の経済、財務分析は行われている。プロジェクトの詳細は表12.2参照のこと。
- 2) 南北縦貫鉄道整備計画調査（ベトナム）：社会主義政権の下で老朽化した鉄道路線およそ1,700kmのリハビリテーションを目的とした調査である。路線長が長いという点で本DFCプロジェクトと類似する。しかし、この調査は線路容量の拡大ではなく、確実に安全な運営のための単線と橋のリハビリテーションが主な目的であった。経済・財務・環境の分析は行われており、加えて国土軸としての、つまり国の基幹交通システムとしての鉄道改良の重要性が強調されている。本件FS調査後、両国の政府はJBICローンの融資に合意している。プロジェクトの詳細は表12.3参照のこと。

- 3) 全国鉄道開発計画調査（シリア）：この調査では2020年を目標年次としたマスタープラン策定とマスタープランに含まれる鉄道改良の一部区間のFS検討が行われている。旅客と貨物の双方を検討対象としており、経済・財務・環境分析が行われている。プロジェクト評価期間は経済分析が20年、財務分析が40年と異なる。特定のコンセッションなどの条件が示唆されていないにも関わらず、このような異なる評価期間設定をするのは一般的ではないと言える。プロジェクトの詳細は表12.4参照のこと。

一方、JBICも表12.5に示すように鉄道プロジェクトの評価関連資料を公表している。2001年以降、JBICはプロジェクト実施前のEIRRを含むアプレイザル報告書を公表しているものの、現時点では公表事例が限られているためJBICプロジェクトの評価方法と知見をレビューできる適切な鉄道ローンプロジェクト例をここから見つけるのは難しい。

ウェブサイトより、JBICが実施している鉄道セクターのローンプロジェクトを見ることが出来る。表12.5はインドを除くアジア地域での鉄道プロジェクトを示したものである。インドの主なJBICの鉄道プロジェクトは、カルカッタ都市鉄道(1983年にローン承認、46億6200万円)とデリーMRTシステムI, II, III (1997, 2001, 2002年にそれぞれローン承認、合計501億5100万円)がある。

表 12.5 アジア地域での JBIC による鉄道プロジェクト

案件名	国名	金利(%)	償還期間	据置期間	調達条件
鉄道輸送力整備事業	モンゴル	2.6	30	10	一般アンタイド
鉄道建設事業	中国	1.8-2.6	30	10	
国鉄軌道改良事業	タイ	2.7	25	7	
既往案件内貨融資事業(国鉄軌道改良事業)	タイ	2.2	25	7	
ジャワ南線複線化事業	インドネシア	2.7	30	10	
ジャワ北幹線鉄道複線化事業	インドネシア	2.7	30	10	
ジャワ幹線鉄道電化・複々線化事業(第1期)	インドネシア	0.95	40	10	
ジャワ南線複線化事業(Ⅱ)	インドネシア	1.3	30	10	日本アンタイド
南北鉄道橋梁安全性向上事業	ベトナム	0.75	40	12	
鉄道旅客輸送力増強事業	ウズベキスタン	2.7	30	10	一般アンタイド
タシグザール・クムクルガン鉄道新線建設事業	ウズベキスタン	0.4	40	10	タイド
鉄道輸送近代化事業	トルクメニスタン	2.7	30	10	一般アンタイド
鉄道輸送力増強事業	カザフスタン	3	25	7	

出典: www.jbic.or.jp

この他、JBICは2002年に円借款事業の内部収益率（IRR）算出マニュアルを取りまとめている。このマニュアルは、以下の5章で構成されている。①序章、②EIRRとFIRR、③EIRR計算のための分析モデルとサンプル、④主なセクターごとのEIRRの計算例、⑤国際金融機関における経済分析の最近の動向、の5章である。

マニュアルは広範囲のJBICローンプロジェクトに適用できるように作成されており、鉄道プロジェクトについても記述がある。国際的に受け入れられるEIRRとFIRRの算出方法に加えて、以下に示す実用的なプロジェクト評価の注意点・ポイントが挙げられている。

1) 広範囲なプロジェクト便益と実用的な計算

マニュアルでは、旅客・貨物の費用節減、旅客・貨物誘発交通（プロジェクトに起因する市場成長による追加的需要の一部）、旅行時間の短縮、維持管理費の節減、道路利用者の運行費用の節減、交通事故の減少、自動車排出ガス減少による環境改善、地域経済へのスピルオーバー効果など、広範囲のプロジェクト便益測定の可能性を示している。

これらの便益は交通需要予測の結果に頼る部分が多い。このため実際には主な便益計測項目として、貨物・旅客交通の費用節減、旅行時間の節減、誘発交通需要を採用している。その他の便益については量的に少ないため定性的な記述でよいとしている。

2) プロジェクトのモニタリングと事後評価

近年、プロジェクト実施の意思決定段階における事前のプロジェクト妥当性検討のためだけでなく、プロジェクト実施期間中におけるモニタリングと事後評価のためにベンチマーク指標の作成をおこなうことが求められている。

鉄道プロジェクトモニタリングのためのベンチマークとしては、旅客・貨物交通需要（人km、トンkm）、交通費用（人km、トンkmあたりの貨幣価値）、鉄道プロジェクトの旅行時間（距離と速度）、車両利用率、競合する道路の交通量（人km、トンkm）と交通費用（人km、トンkmあたりの貨幣価値）などがある。

これらのベンチマークは、モニタリングと事後評価の段階で容易に収集・加工できるようにすべきであって、EIRRはプロジェクトの事後評価により最終的に確定される。なお、鉄道のプロジェクト評価期間は25年前後としてよいとされる。

3) 既存鉄道プロジェクトからの知見

JBICの他、世界銀行とADBによって融資された過去の鉄道プロジェクトからの教訓として、いくつかのプロジェクトでは想定した経済便益を下回るケースが報告されている。その理由は主に2つある。

- 道路整備が急速に進み、予想していたように鉄道需要が増加しない場合
- 鉄道事業主体が非効率な場合

12.3 世界銀行

世界銀行は開発途上国においてかなり熱心に鉄道プロジェクトへ融資していると言える。これはウェブサイト上で13のアプレイザル報告書をダウンロードできることから伺えることであり、資料は2002年から2006年の間に作成されたものである(表12.6参照)。

最近のアプレイザル報告書から判断すると、世界銀行は鉄道事業運営の近代化と再構築に重点を置いている。つまり世銀は、物理的な鉄道開発、リハビリ、改良、容量拡大といった即物的な面ばかりでなく、マネジメントといったソフトの面も重視している。

もう1つ特筆すべき点として、ルーマニア、タンザニア、マリ、マダガスカル、インド(ムンバイ)のプロジェクトでは鉄道と道路交通を一緒にサポートしているということがあげられる。すなわち、世界銀行は民営化などを通じた鉄道輸送サービス全体の効率化とともに競合する道路輸送にも注目し、全体としての輸送効率改善に焦点を当てているように見られる。

ムンバイ都市交通プロジェクトでは、総融資額3億5800万ドルのうちの2/3が都市鉄道に割り当てられており、1988年に承認された第3次鉄道近代化プロジェクト後の久しぶりの世界銀行プロジェクトである。表12.7に示すとおり、このプロジェクトは7つ(経済評価・財務評価・技術・制度・環境・社会・セーフガード)の視点で評価されている。

表 12.6 WB における主な鉄道プロジェクト

案件名(国名)	プロジェクト概要	調査期間	経済評価	
			便益項目	費用項目
東アフリカ貿易と交通促進プロジェクト(アフリカ)	鉄道サービス改善事業	2006	・交通(運送)費用節減 ・所要時間節減	
鉄道改善プロジェクト(マケドニア)	鉄道経営の改善検討	2006	鉄道民営化の検討で、財務評価が主である	
鉄道再建プロジェクト(トルコ)	鉄道事業の生産性・実行性の向上、持続可能な鉄道事業のための検討。この中に貨物線容量の拡大事業がある	2005	・誘発交通量による追加的収入	・投資費用 ・維持運営費
交通再編プロジェクト(ルーマニア)	交通セクターの再編検討で道路管理の改善、道路改良、鉄道事業の経営改善が含まれる	2005	財務評価が主であり、鉄道の経済評価は実施していない	
ベイラ鉄道プロジェクト(モザンビーク)	鉄道路線のリハビリテーション	2004	・直接効果 ・間接効果(雇用創出など) ・外部効果(環境改善、交通事故減少など)	・投資費用 ・維持運営費
第二全国鉄道プロジェクト(Zhe-Gan 線)(中国)	主要鉄道路線のサービス向上のための改良(旅客サービスの向上)	2004	・所要時間節減 ・電化による運営費の節減	・事業費用 ・補足費用
中央交通コリドープロジェクト(タンザニア)	道路管理の改善、道路改良、鉄道事業の経営改善が含まれる	2004	・交通(運送)費用節減 ・誘発交通量の費用節減	・
交通コリドー改善プロジェクト(マリ)	港までの主要コリドーのインフラ整備、道路管理の改善、道路改良、鉄道事業の経営改善が含まれる	2004	・貨物輸送費用の節減	・
農村交通プロジェクト(マダガスカル)	地方部の交通環境改善を目標としており、このなかで鉄道のリハビリテーションも含まれる	2002	・貨物輸送費用の節減 ・道路維持管理費の節減 ・その他	・
鉄道コンセッションプロジェクト(カメルーン)	鉄道インフラのリハビリテーションと近代化事業	2002	・鉄道運営費の節減 ・交通(運送)費用節減 ・追加的便益(交通事故減少など)	・
全国鉄道プロジェクト(中国)	既存電化鉄道の複線化・改善	2002	・石油製品、鉱石・非鉄金属、肥料などの重化学工業発展に対応する原料・製品の輸送付加価値 ・定性的便益(地域開発)	・
交通開発プロジェクト(モンゴル)	道路管理の改善、道路改良、鉄道事業の経営改善が含まれる	2000	財務評価が主であり、鉄道の経済評価は実施していない	
ムンバイ都市交通プロジェクト(インド)	都市交通システム導入検討(道路・鉄道)、鉄道事業は旅客が対象で郊外路線の改良/拡張	2002	・旅客の時間短縮混雑緩和 ・道路混雑緩和による車両運行費の節約 ・環境(公害)改善 ・新車両導入による運行費用節減	・費用は投資費用(インフラ・車両)、維持管理費(メンテナンス・人件費・電力費)

Note 1: 全ての報告書でFIRR算出や感度分析などの財務分析が含まれている。

Note 2: EIA 調査は別個に行われている。

出典: www.worldbank.org

表 12.7 ムンバイ都市交通プロジェクト

(1) プロジェクト評価項目	<ul style="list-style-type: none"> • アプレイザルレポートの中でプロジェクト評価は、経済評価・財務評価・技術・制度・環境・社会・セーフガードの7つに分けて記述されている。
(2) 経済評価	<ul style="list-style-type: none"> • 都市鉄道(旅客)を対象とした事業評価の便益項目 ✓ 旅客の時間短縮、混雑緩和、道路混雑緩和による車両運行費の節約、環境(公害)改善、新車両導入による運行費用節減 • 費用は投資費用(インフラ・車両)、維持管理費(メンテナンス・人件費・電力費)
(3) 財務評価	<ul style="list-style-type: none"> • FIRR 算出
(4) 環境影響評価	<ul style="list-style-type: none"> • 道路・鉄道プロジェクトに伴う住民移転を取り上げており、別途 EIA が実施されている。

出典: www.worldbank.org/

12.4 アジア開発銀行

ADBはウズベキスタン、インド、バングラディッシュ、中国などの数カ国に対し、鉄道部門における広範囲な技術的・財政的な支援を行っている。最近の鉄道プロジェクトの数(1998年以来6つのプロジェクト)は世界銀行より少ないが、ADBは鉄道のリハビリ、拡張、新規路線の開発などの支援を継続的に行っている(表12.8参照)。

ADBのアプレイザル報告書をレビューすると、鉄道により誘発される経済開発と地域開発との関係をよく分析していることが理解できる。中国とインドにおけるADBプロジェクトでは炭鉱、セメント工業、その他経済活動に関係する天然資源から誘発交通を明らかにし、プロジェクトによりもたらされる便益を計測している。ウズベキスタンでは 国境鉄道の運営から外貨収入を予測している。ADBが「地域プロジェクトの経済分析のためのハンドブック 1999年」を発行したことも留意すべきである。

インドの鉄道部門は長い間外部からの支援を受けている。歴史的には世界銀行が対外援助の主な源であり、1959年から1988年にかけてインド鉄道の18のプロジェクトに対し21億ドルを超えるローンを提供してきた。それに加え、ADBはインド鉄道を援助するために1987年から1991年に4億1500万ドルのローンを提供している。しかし、その後世界銀行とADBはインド鉄道セクターの主要な内部的障害に対して鉄道省が政策的・制度的改革を実行するまでは投資が期待される効果を発揮しないと判断し、資金援助は縮小されている。

この一環で、現在実施中のADBによるプロジェクトである鉄道部門改善事業は、鉄道セクターの効率を向上させ、さらなる対外援助を受け入れる能力があることを示すための新しい試みとなった。一般的にプロジェクト実施の意思決定は、経済・財政・制度上・環境の観点から正当化されるが、現在インド国における最重要の評価ポイントは、鉄道省による制度改革との関連である。

環境分野における評価については、新規路線、橋梁、線路、複線化の4つのインフラ事業を含むプロジェクトであっても、このプロジェクトはADBの環境アセスメントではカテゴリーBに分類される。これはこれらの投資内容（鉄道）が法律上インド政府の環境アセスメントの対象とならないためである。

表 12.8 ADB における主な鉄道プロジェクト

案件名	国名	調査期間	経済評価		財務評価
			便益項目	費用項目	
鉄道復旧プロジェクト	ウズベキスタン	1998	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理費用節減 ・貨物運送時間短縮に伴う費用節減 ・列車運行費用節減 ・国境間運送増大による外貨運賃収入 ・将来機関車・車両投資節減 ・道路輸送費用の節減 ・定性的便益(鉄道運営の効率化) 		FIRR を評価指標とし、感度分析を実施
鉄道セクター改善プロジェクト	インド	2002	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道運営費用の節減 ・車両費の節減 ・所要時間節減 ・追加的便益(輸送容量拡大による資源生産性の向上) 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費 ・維持運営費 ・土地収用費など 	
ジャムナ橋鉄道リンクプロジェクト	バングラディッシュ	2005	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道運営費用の節減 ・道路維持管理費用の節減 ・道路整備費用の節減 ・道路交通減少による環境負荷軽減 ・フェリー廃止による費用節減 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費 ・維持運営費 	
Jing-Jiu 鉄道技術改善プロジェクト	中国	2000	<ul style="list-style-type: none"> ・道路維持管理費用の節減 ・石炭・セメント産業振興による市場価値創出 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費 ・維持運営費 	
広州-Longyan 鉄道プロジェクト	中国	2001	<ul style="list-style-type: none"> ・貨物・旅客輸送費用節減 ・地域経済発展と併行した増加輸送量の付加価値 ・リンク・アクセス道路の VOC 節減 ・道路維持管理費用の節減 ・観光振興 ・定性的便益(地域開発、貧困削減(貧困インパクト 26%)) 	<ul style="list-style-type: none"> ・土地収用費を含む費用 	
Guizhou Shuibai 鉄道プロジェクト	中国	1998/2005	<ul style="list-style-type: none"> ・運送費用節減 ・石炭産業振興による市場価値創出 ・定性的便益(地域住民への社会経済的便益(雇用拡大、保健・教育サービスへのアクセスなど)) 		

出典: www. adb.org

12.5 国土交通省

我国の国土交通省は、鉄道プロジェクトの承認、補助金の支給、および運営免許の発行を通して、鉄道システムの開発に責任を持つ行政組織である。国土交通省は鉄道プロジェクト評価を継続して行っており、1997年に「鉄道プロジェクトのための評価マニュアル」を発行したところであるが、近年の環境変化に対応して1999年と2005年に更新している。

最新版では、総合事業評価のフレームワークと利害関係者へのアカウンタビリティの強化を目的に、NPM（ニューパブリックマネジメント）手法が紹介されている。プロジェクト

ト評価の中心は費用便益分析であるが、鉄道開発における環境影響についても更新されている。

国土交通省の関係プロジェクトは国内の鉄道だけに留まらず、鉄道分野における経済協力プロジェクトにおいて政策と技術的アドバイスを提供している。例えば、2002年には日本と中国双方の専門家が参加し、北京と上海間的高速鉄道プロジェクト評価に協力している。その評価フレームワークの概要を以下に示す。

1) 調査の目的

この調査は、高速鉄道技術調査【経済・財務分析編】と題して2001-2002年に実施されている。この調査では中国の状況を勘案した上で鉄道開発において日本の経験と方法論を活用し、確立されてきた経済的・財政的な分析手法を中国に適用するために双方の専門家チームが構成された。調査は経済分析、財務分析および事業効果（乗数効果）分析をあつかっているが、環境社会配慮はスコープに含まれていない。

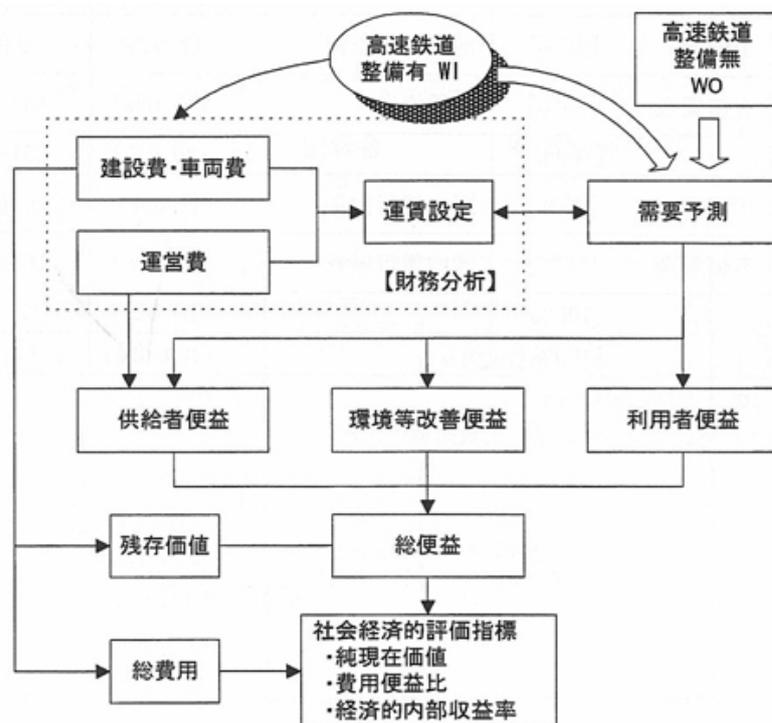
2) 経済分析

本調査ではプロジェクトの費用と便益が推計されており、費用は建設費、維持・運営費、車両費、再投資費用が含まれ730億元に達する。同様に便益は利用者便益（交通費用と旅行時間の軽減）、供給者便益（鉄道事業者の運賃収入）、環境改善便益（騒音、大気汚染、CO₂、交通事故軽減など）が含まれ、プロジェクト期間全体で1,600億元である。

経済分析のフローを図12.1に示す。分析結果はEIRRが17.4%、費用便益比が2.2、純現在価値が865億元となっている。これらの経済指標の結果値は社会的割引率と収支に基づいて感度分析の対象ともなっている。

3) 財務分析

財務分析は異なる事業主体（上下分離や上下一体など）という実施スキームを想定し行われている。主な関心はFIRRおよび営業収支と資本収支の単年度および累積収支黒字転換年である。これらの指標は物価上昇や関税の増加、運賃収入の変化等のケースを想定した感度分析の対象にもなっている。



出典: 高速鉄道技術調査報告書【経済財務分析編】国土交通省、2002年

図 12.1 分析手法の全体像

4) 事業効果分析 (乗数効果)

この調査では、産業連関モデルにより建設期間中の計測可能な3つのプロジェクトの経済効果 (乗数効果) を推計している。これらの計測範囲と推計結果を以下に示す (表12.9参照)。

- 生産誘発効果:** 生産誘発効果のうち、直接効果の部分は事業費より用地費を除いたものとし、間接一次効果の部分は均衡算出高モデルを採用している。全体で生産誘発効果を2,602億元と推計しており。これはプロジェクト投資額 (1997年の価格で1065億元) の2.4倍になる。
- 付加価値誘発効果:** これは生産誘発効果の一部で、経済用語でいう付加価値は生産過程における企業利潤と労働者収入から測定することができる追加的サービスを意味する。これは829億元、1997年価格における中国のGDPの1%と推計されている。部門別には、製造業部門で23%、建設部門で24%に相当する。
- 雇用創出効果:** 生産誘発効果は更に雇用創出効果を生む。建設期間中の雇用効果は480万人と推計され、1997年時点の中国の都市労働人口の2%に相当する。

表 12.9 建設期間中における中国高速鉄道事業における事業効果の測定結果

	直接効果	間接一次効果	合計
生産誘発効果 (10 億元)	99.9	160.3	260.2
付加価値誘発効果 (10 億元)	28.3	54.6	82.9
雇用創出効果 ('000 人)	1,720	3,110	4,830

備考: 間接二次効果はデータの制約上計測していない。

出典: 高速鉄道技術調査報告書【経済財務分析編】国土交通省、2002年

12.6 まとめ

最後に国際援助機関による鉄道プロジェクト評価の事例から得られた知見を、評価の重要ポイントである経済分析、財務分析、環境社会配慮、事業効果に分けて整理する。

1) 経済分析

- 鉄道開発の検討時には、すべての援助機関において費用便益分析を採用している。これらは投資費用と交通需要予測の結果に大きく依存し、多くの鉄道プロジェクトでは、競合する道路のために当初予測した鉄道需要を実現できなかったと報告されている。
- 便益項目はプロジェクトの性質により異なる。全てのプロジェクトで交通費用節減便益（鉄道のみ、または鉄道と道路交通）と旅行時間節減便益（主に旅客）が計算されているが、ADBでは鉄道コリドーや国境鉄道の整備による誘発需要の計測も含めて入る。国土交通省では近年、鉄道プロジェクトによる大気環境改善や交通事故軽減のような環境改善便益を費用便益分析の中に取り入れることを提唱している。

2) 財務分析

- 最近の鉄道プロジェクトの全てで財務分析が行われている。世界銀行はインフラ融資なしの鉄道セクター改革の経験がいくつかあり、これらのケースでは、鉄道事業運営の効率化を測るために財務分析のみを行っている。主な介入ツールとして民営化、PPPスキームの適用、ノンコアビジネスの鉄道からの切り離しなどがある。

3) 環境影響評価

- 環境に対する配慮意識が高まるなか、最近10年間で国際機関の間で様々の評価制度が作られてきた。今日では、鉄道インフラ開発プロジェクトに援助機関が関与する場合にはEIAレベルの調査が義務付けられるようになった。

4) 事業効果分析

- 経済誘発効果の計測も重要な評価ツールといえる。産業連関表が利用可能であれば、事業効果（乗数効果）分析は意味深いものとなる。但し、鉄道部門でこれまでこの方法を用いている国際機関はない。国土交通省は、国家経済の財政規模と比べて大規模な鉄道プロジェクトを評価するときに特に有意義なものとしてその適用を推薦している。

5) その他

- JBICは事前のプロジェクト妥当性検討のためだけでなく、プロジェクト実施期間におけるモニタリングとプロジェクトの事後評価のために、容易に集めて加工できるベンチマークの設定を推奨している。

第13章 DFC プロジェクト評価手法

13.1 はじめに

前章にて国際援助機関によって技術的支援と融資が行われてきた鉄道プロジェクトの評価をレビューした結果、DFCプロジェクトにおいても、財務・経済・環境の視点でこれまでに実施されてきたような方法論を用い、プロジェクトの妥当性を検討する必要があるものと考えられた。加えて、DFCプロジェクト評価は、回廊全体の開発機会増大をプロジェクト評価に組み込むことによって、さらにその正当性が主張できるものと考えられる。

本章では一般的に鉄道プロジェクト評価において妥当と考えられる方法論の提案とDFCプロジェクトの評価に関連する所見をまとめる。本章では、経済・財務的な評価方法論と方法論に関連する内容に焦点をあてまとめる。一方、環境評価については、我が国とインド国政府との間で本件が重大な環境への影響が懸念されるカテゴリー Aとして扱うことに同意しており、別途詳細な検討が開始されているところであり、本章では議論の対象外とする。

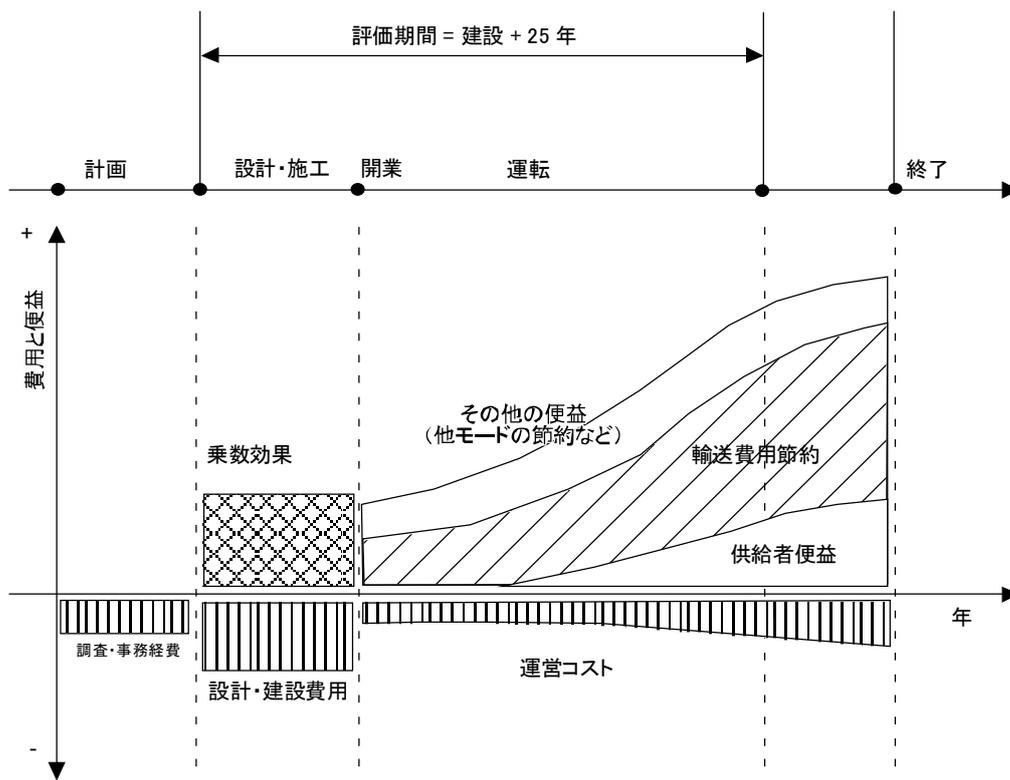
本章では以下の項目について分析を進める。

財務分析：

- RITES 社によるプレF/S報告書 (PETS1) のレビュー
- 道路輸送と競合するDFCプロジェクトの事業実現性の検討
- 近代的鉄道事業運営のためのセクター改善手段

経済分析 (図13.1参照)：

- プロジェクトの経済効果を把握するために留意すべき投資特性または費用・便益関係の明示
- 国際的に受け入れられるEIRRの計算に関する知見の整理
- DFCプロジェクトの投資規模を考慮した事業効果の測定



- 注1: 図中の乗数効果は施設効果としての便益としては計測されない。建設期間中に発生する効果として記載している。
- 注2: 輸送費用の節約は鉄道輸送コストが下がることによって生じる利用者の消費者余剰である。
- 注3: その他の便益にはトラック輸送における燃料の節約などが含まれる。

図 13.1 プロジェクト期間における便益と費用

13.2 財務分析

RITESはプレFS フェーズ1報告書を2006年1月に鉄道省へ提出している。また、フェーズ2についてもプレFS報告書を2006年末までに提出する予定である。2つのプレFSともに財務分析は報告書全9章のうち1つの章を構成しほぼ同じ内容となっている。両報告書は非常に重要であり精査する価値がある。本プロジェクト研究では、この報告書をベースにDFCプロジェクトのフルスケールFSに向けたいくつかの提案を行う。

(1) FIRR 算出上の留意点

実施体制とFIRR: RITES調査ではインド鉄道の視点でFIRRを算出している（プロジェクト全体の財務評価）。総合的な視点でのFIRRの算出は先ず第一に行なわれるべきものであるが、本DFCプロジェクトでは、従来の鉄道開発スキームが適用されず、インド鉄道省に代わり会社条例1956に基づき設立されるDFCプロジェクトのためのSPVによって投資が行

なわれる。すなわち、複数の事業主体がDFC開発に関与するため、FIRRもSPVと他のプレーヤーとに分けてそれぞれ計算されるべきである。

費用の推計：RITES報告書（PETS1）では、大まかな費用項目を採用しているが、住民移転費用、税金、減価償却費または減価償却リザーブファンド（インド鉄道による従来の方法）などのいくつかの重要項目は含まれていない。フルスケールのFSを行う上では、国際援助機関が認める詳細な費用項目を使用することが望まれる。表13.1にRITES報告書と通常必要とされる費用項目の比較を示す。

表 13.1 財務費用項目の比較

	RITES の費用項目	FS で必要とされる費用項目	備考
建設期間	土木費、電気・機械に関わる費用※、信号/通信費用	資機材費	・ 初期投資に伴う資機材費
		労働費	・ 労働者雇用費
	-	土地収用費	・ 用地の取得と住民移転補償費 ・ RITES は敷地内での建設を想定しているため、計上していないが、FS 検討時に一部土地収用が必要な場合は計上する。
		追加的総務費	・ 案件実施・管理・運営に必要とされる追加的総務費用
		コンサルタント費	・ 雇用される国際・現地コンサルタント雇用費
		輸入税	・ 輸入資機材・国際コンサルタントに係る税等
運営期間	車両費、営業費	運転・維持費	・ 操業に必要な賃金、維持・管理費等
		設備更新費	・ プロジェクト期間中における設備更新費用
	残存価値	減価償却費	
	-	税金	・ 営業税、企業所得税

* 車両維持費を含む
 出典: JICA 調査団

運賃設定：RITES報告書（PETS1）では、2005年4月から適用されている貨物運賃表No. 44に従って、現在の運賃を設定している。但し、現在の貨物運賃は旅客への内部補助を目的として価格が歪んでいるという点に留意すべきである。鉄道大臣が2002年5月に議会にてインド鉄道に関し提出した文書によれば、公共サービス提供義務メカニズムを果たすために旅客運賃への貨物収入からの内部補助金を用いるべきではなく、貨物運賃値下げの改革の必要性を中心的に論じている。SPVはインド鉄道から財務上独立しているので、この点で注目し値する考え方である。現在の貨物輸送運賃の歪みは、DFCプロジェクトのFSにおいてその見直しを検討されるべきである。しかし実際には、このような運賃の見直しはかなり困難な作業となるであろう。

なお、参考事例として、ADBの鉄道セクター改善プロジェクトにおける営業収入の見積方法を示す。

“財務評価においては、収入の増加分はプロジェクトのある・なしによる貨物収入に基づく。貨物運賃は内部補助を排除するために最初の5年間は毎年0.8%減少し、その後一定になると想定する(アプレイザル報告書, ADB 2002年)。”

収益の見通しとFIRR/EIRR: RITES 報告書では鉄道と道路の将来の機関分担、特にコンテナ運送業における鉄道貨物輸送と自動車貨物輸送との関係は分析されていない。プロジェクトの実行可能性を確認する上で、これは重要なポイントの1つで、以下に示す作業は最適な鉄道運賃設定に必要であると考えられる。

- 鉄道と道路を一体化した機関分担モデルを含む交通需要予測モデルの構築
- FIRRが最も高くなる運賃水準の確認
- FIRRが最も高い時のEIRRを算出。EIRRがベンチマークである12%を満たすことができない場合、折衷案の運賃レベルを見つける。

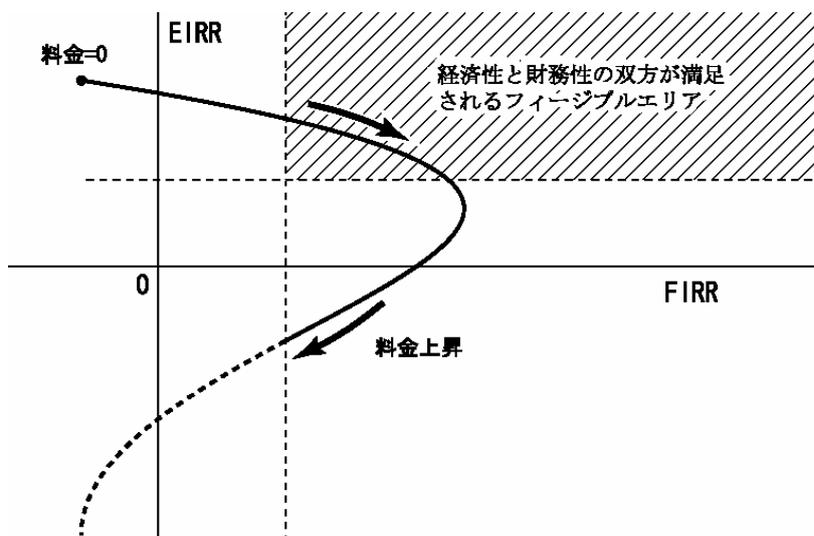


図 13.2 EIRR と FIRR の関係

減価償却: インド鉄道の財務諸表は一般に妥当と考えられる会計原則と異なったアカウントがいくつかある。例えば、減価償却を適用せずに固定資産の取得価値を維持するような固定資産会計のためのユニークな方法を採用している。すなわち、「減価償却リザーブファンド」と呼ばれる費用項目を積み立てているが、これにより、積み上がった減価償却分は実需よりかなり下になっている(つまり固定資産の過大評価)。DFCプロジェクトのFSでは、投資資産の減価償却は一般的に受け入れられる方法で計算すべきである。

FIRRのベンチマーク：財務的な実現性を評価するために、FIRRは加重平均資本コスト(WACC)と比較される。ODAプロジェクトでは、ODAのソフトローンとカウンターパートの資金である国内の公的資金を併用することになる。一般的に、ODAソフトローンは低利と長い返済期間のため魅力的であるが、借り手は長期の為替リスクを考慮考えるべきである。

また、DFCプロジェクトでは、民間セクターが参加する可能性もある。現在、リースによる車両調達にはインド鉄道融資会社を通して年利13%で利用可能である。

このように、プロジェクトに投入されるすべての資金ソースの額と条件を予測するのは難しい。

インドの国家財務統計2005-06年によると、中央政府から産業・商業部門で一千万ルピーを超える資本金を持っている公社への貸付金利は、1年あたり12.5%と設定されている。大まかに言えば、DFCプロジェクトはそのレベルより財務パフォーマンスが良いことを示すことが期待されている。

(2) 実施主体の設定

財務分析の重要な作業の1つに適切な事業主体の設定がある。近年ではインドに限らず他の国においても鉄道セクター改革問題は、非効率な従来の国有鉄道会社に集中している。実際、世界銀行の鉄道セクター改革は、鉄道会社の改良の度合・生産性をチェックするために財務分析だけを行っている。

インド鉄道の改革は遅れているが、このため、財務分析におけるDFCプロジェクトのFSでは、プロジェクト実施主体と共にそれらのセクター改革問題を記述するべきである。多くの政府機関から資金援助を得るのは戦略上重要となる。実施中のADBの鉄道セクター改革プロジェクトは以下に示す改革課題に取り組んでおり、参考になる。

- 2004年までに政府会計と商用会計を提供することができるコンピュータ会計システムを設計、導入して、2006年までにトレーニングとその適用を完了する。
- コアビジネスにおいては、2005年までにほとんどの費用と収入にかかわる中心ビジネスの会計を分離させて、そのサービス内容を細分化する。
- 2005年までにノンコアビジネスの会計を分離する。
- 2004年までに鉄道コンテナにおける競争、民間部門のターミナルサービス、非採算路線運転のコンセッションを導入する。
- 2005年までにインド鉄道の赤字路線を補填するための公共サービス提供義務メカニズムの有り様に関する決定を実行する。
- 鉄道省は2003年から2007年にかけて、旅客と貨物サービスの収益性と競争力を改良するために料金の合理化を実行する。

- 2002-2010年の間に年間2%の人員を削減し、2005年時点で141万人いる人員を2010年には118万人まで削減する。

DFCプロジェクトは、プロジェクト実施主体としてSPVを設立するので、コアビジネスからノンコアビジネスを取り除くことができる。セクター改革を制度化するために、コンピュータ管理システムやSPV傘下での民間参画、価格のゆがみの調整、継続的な人員合理化といった一連の問題を解決することがSPVに強く求められている。

(3) 財務分析の範囲

新しいSPVスキームと巨大な投資要件を考えると、FIRRの計算だけではプロジェクトのビジネスとしての実現性を確認するためには不十分である。このため、図13.3に示す包括的な財務分析の枠組みを用意し、SPVに不可欠な財務諸表とFIRRの計算の後に、感度分析、リスク分析、損益分岐点分析を行う。

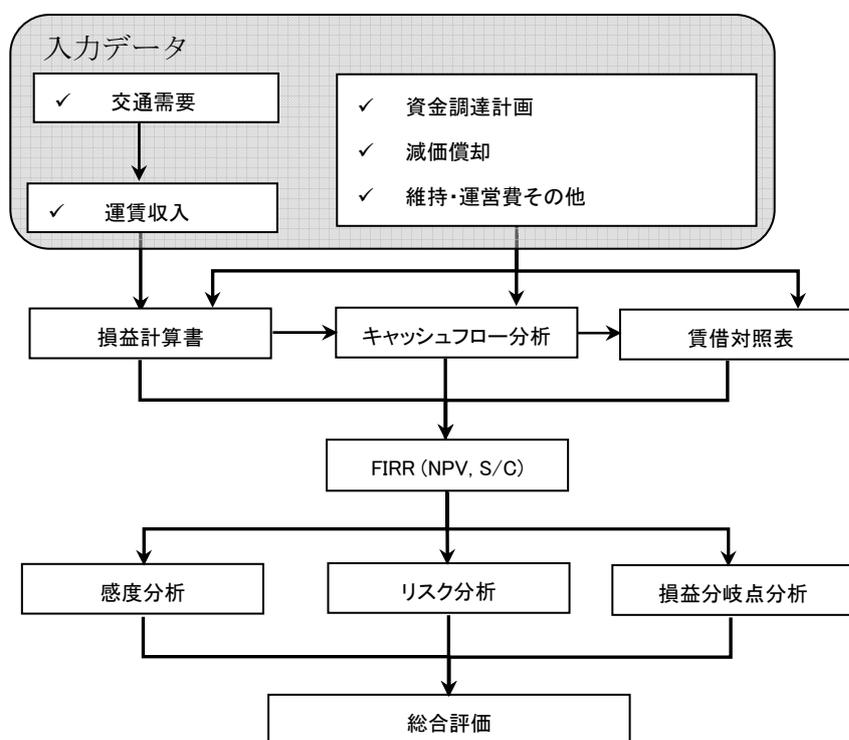


図 13.3 財務分析のフローチャート

13.3 経済分析

(1) 便益と受益者

DFCプロジェクトは巨大な投資が必要とされ、これは以下の4つのコンポーネントに分割することができる。(i) DFC新線の建設、(ii) 鉄道車両の調達、(iii) 貨物新線の電化、コンピュータ管理システムの導入、(iv) 複合一貫輸送のためのICDや港湾関連整備などのインターモーダル交通施設の整備。大まかには、(i)と(ii)のコンポーネントは、貨物鉄道容量の拡大、(iii)と(iv)のコンポーネントは経営効率・信頼性と、その結果競争力を向上するためのものである。

これより、DFCプロジェクトから様々な開発便益が発生する。経済分析により量的、質的にこれらの便益を理解・予測することは重要であり、特に、費用便益分析における便益計測は必須である。以下に、DFCプロジェクトのFSにおいて計測される便益に関する助言を取りまとめる。

A. 貨物輸送

A1. 鉄道と道路の維持・運営費用の節減

鉄道事業者の費用は、旅客列車を優先されるための待避の回数削減を含む所要時間の短縮と効率的な鉄道運営により、節減が期待できる。鉄道維持費用の節減は老朽化した鉄道資産を更新することで得られる。

貨物鉄道管理者と並行して、DFCコリドー沿いの道路管理者はトラックから鉄道への転換により道路混雑が緩和され、その結果として道路維持費節減によるプロジェクト便益が期待される。

A2. 貨物の時間費用の節減

貨物の時間費用の節約は輸送される商品のための運転資金費用の時間節約を意味する。鉄道が運ぶ商品には、特に腐りやすい食料品や輸送期限があるものなど性質が異なるため、品目別に計算するのが実務的である。

B. 旅客輸送

鉄道利用者はDFCプロジェクトによって、路線をフルに旅客列車に振り分けることができ、便益が享受できる。もし整備なしケースで容量限界が厳しくなるようであれば、整備ありケースでの相当な便益が期待できる。

C. 鉄道事業

C1. より効率的な利用による車両費の節減

DFCプロジェクトにより鉄道管理者は、効率的で最適な運行ダイヤを組むことができる。日列車運行本数と日平均列車走行距離などの特定の指標により計測することができる。この便益は車両費の調達に直接関係し、鉄道維持管理費用の節減に結びつく。ただし、これは2重計算を避けるために費用便益分析の一連の作業に入れることは勧められない。

C2. 追加的な経常（税引き前）利益

よりよい交通サービスを提供し、前述Aで記述した利用者に便益をもたらすと同時に、DFCオペレーターは追加的な経常（税引き前）利益（withとwithoutの比較において）を出す。これは付加価値の増加と捉えられプロジェクトの便益の一部であるとみなされる。但し、多くの鉄道プロジェクトでは、鉄道事業者は初期の数年間に巨額の借金を抱えて後年利益がでるようになる。その利益額は適切な社会的割引率の下での費用便益計測でマージナルなものとなる場合が多い。

D. その他

D1. 鉄道の安全性向上

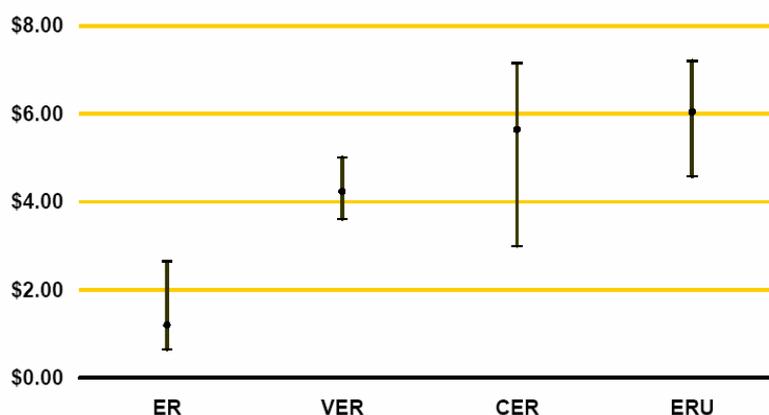
鉄道省の統計によれば、2001年の鉄道事故数は0.64（per million train km）であった。事故の大部分は脱線で、2001年は344件起きている。その他の事故のタイプは、衝突、踏切事故、列車の火事であり、これらは増加傾向にある。事故を増加させる要因の1つに、軌道や橋梁などの多くが更新時期にきていることがあり、取り替えが必要である。

DFCプロジェクトは、新規の車両調達・新線建設をおこなう。他国では、鉄道電化とコンピュータ管理システムの導入が安全操業を確立するのに有効であると立証されている。インド鉄道が自らの営業地域で便益計測のための好例を見つけることができなければ、他国の鉄道安全改善の事例を「整備ありケース」として用いることが考えられる。

D2. 環境改善とGHG排出ガスの削減

道路交通と比べ鉄道は環境にやさしい交通手段である。鉄道プロジェクトによりコリドー沿いの住民に被る騒音やNO_x、SO_x、SPMなどの大気汚染の軽減が期待される。最近では、地球温暖化ガス（GHG）が世界的に関心を集めており、トラックから鉄道へ転換することで相当な排出ガスを削減することができる。

GHG削減量の取引は、国連CDM理事会でCDMプロジェクトとして認められ、クレジット（CER）が発行されれば、可能となる。世界銀行によれば、2004年1月から2005年4月の間でCO2トンキロ当たりの取引価格が3-7ドルとされている。市場価値は上昇傾向にある。



出典：世界銀行、排出権市場の現状と動向、2005年

図 13.4 GHG 排出ガスの価格
 (US\$, per tCO₂e, 2004年1月~2005年4月)

D3. コリドーの地域開発効果

DFC沿線において、特定の鉄道関連開発プロジェクトがあれば、FSはその誘発交通を特定するべきである。たとえば、鉄道サービス改善により可能になった鉱山資源開発がある。

D4. 貧困削減への貢献

広い意味では、投資コンポーネントは以下の点で貧困削減に貢献することができる。

(i) 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。(ii) 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。(iii) 建設期間中に貧困層の雇用機会を提供する。

統計からDFCプロジェクト沿線コリドーの貧困発生率と貧困人口を確認することができる。また、建設期間中のプロジェクトの雇用誘発効果は、事業効果（乗数効果）分析によって推計することができる（詳細は13.4にて記述）。

これらの明確な便益に対応して、受益者は以下の7つに分類することができる。(i) 貨物鉄道利用者、(ii) 道路利用者/道路管理者、(iii) 鉄道旅客、(iv) 鉄道事業者、(v) 鉄道

関連のサービス業者、(vi) 鉄道関連の建設業者と技術・製造業者、(vii) DFC沿線の地域経済と住民。

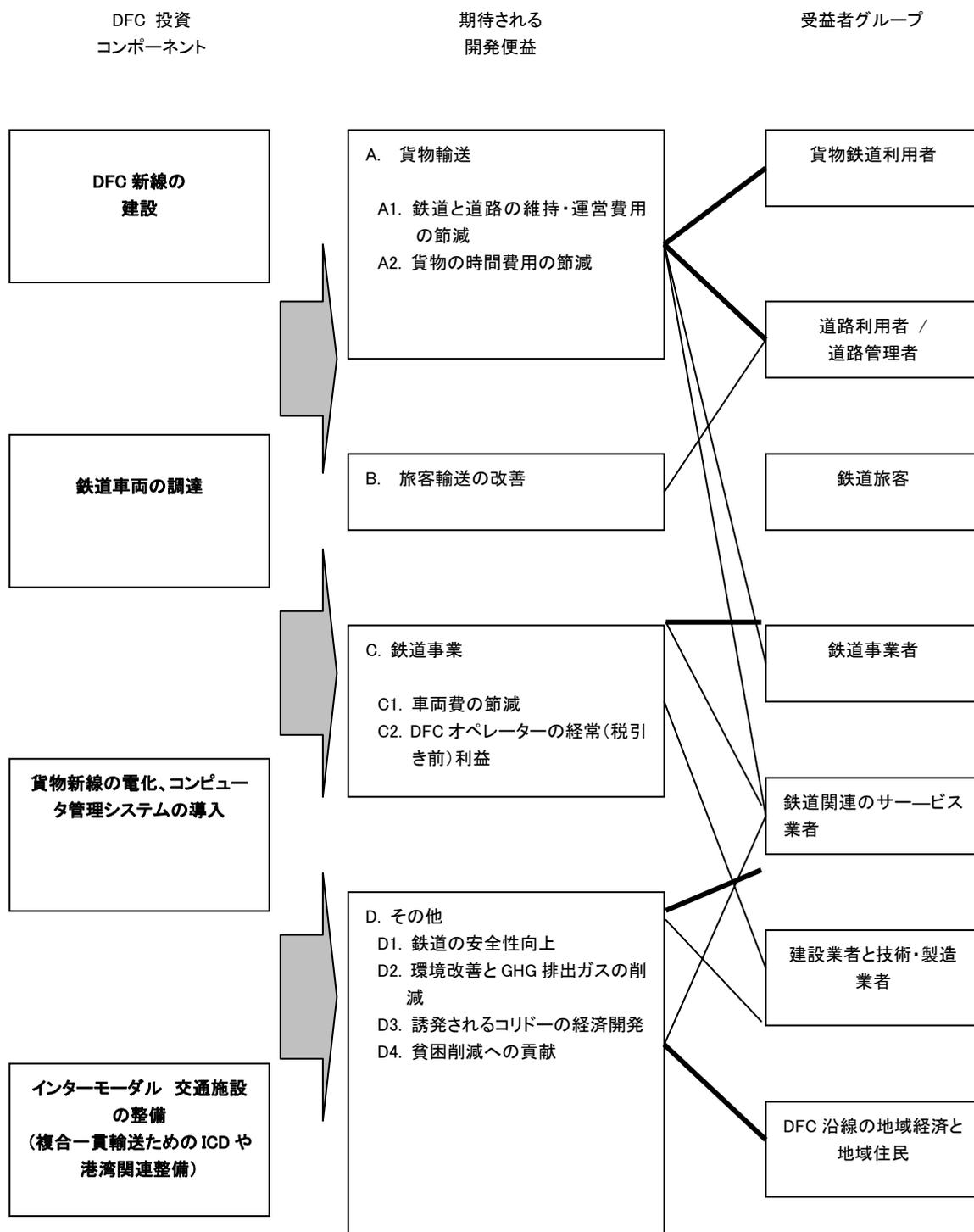


図 13.5 DFC プロジェクトに想定される便益と受益者

(2) 経済費用とEIRRの計算

経済費用は、価格予備費、税金、関税、補助金、建設期間の利息を除く。インドの税金システムの概要を表13.2に示す。実行税率は、主な税項目に割増分と教育目的税（2%）が上乗せされているため名目税率よりもわずかに高い。

財務費用から経済費用への変換するために、実施中のADBプロジェクトである鉄道セクター改善事業では、非貿易投入量の財務費用に標準的な変換率0.85を採用している。輸入された機材と材料の場合、0～12.5%の4段階の関税があるために、個別の経済費用計算が必要である。

これまでの外国が支援しているプロジェクトを勘案すると、EIRRベンチマークは最低限12%と設定することができる。EIRRが12%に満たない場合、経済的に意義あるプロジェクトとして見なすことはできないであろう。

表 13.2 DFCプロジェクトに関連するインドの税金

項目	適用範囲とレート
付加価値税 (VAT)	大半の製品について 12.5%、特定の原材料・部品および資本財について 4%、金・銀・宝飾品などは 1%、石油製品やアルコール飲料などについては 20%を課税
中央販売税(CST)	州を跨ぐ物品の販売には、4%の中央売上税 (CST) が課せられる
物品税	すべての製造加工品に課せられる物品税は、原則として8%、16%、24%の3段階がある。
サービス税	税率は 12%。鉄道輸送においては、鉄道コンテナは課税対象であるが、貨物運賃には含まれない。
関税	輸入品に対して 0%、5%、10%、12.5%の4段階がある
法人税	国内の法人は 30%、外国人法人は 40%

出典：日本貿易振興機構(JETRO)

13.4 事業効果（乗数効果）分析

(1) 分析の枠組み

いかなるインフラプロジェクトにおいても、プロジェクトが始まると、実施主体は作業員を雇い、資材を調達し、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。

また、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。この視点は、DFCプロジェクトのような大規模投資の経済効果を定量的に計測するために重要である。

そこで、本調査では、消費内生型の産業連関モデルを用いて乗数効果を計測する事とする。図13.6にその概念を示す。

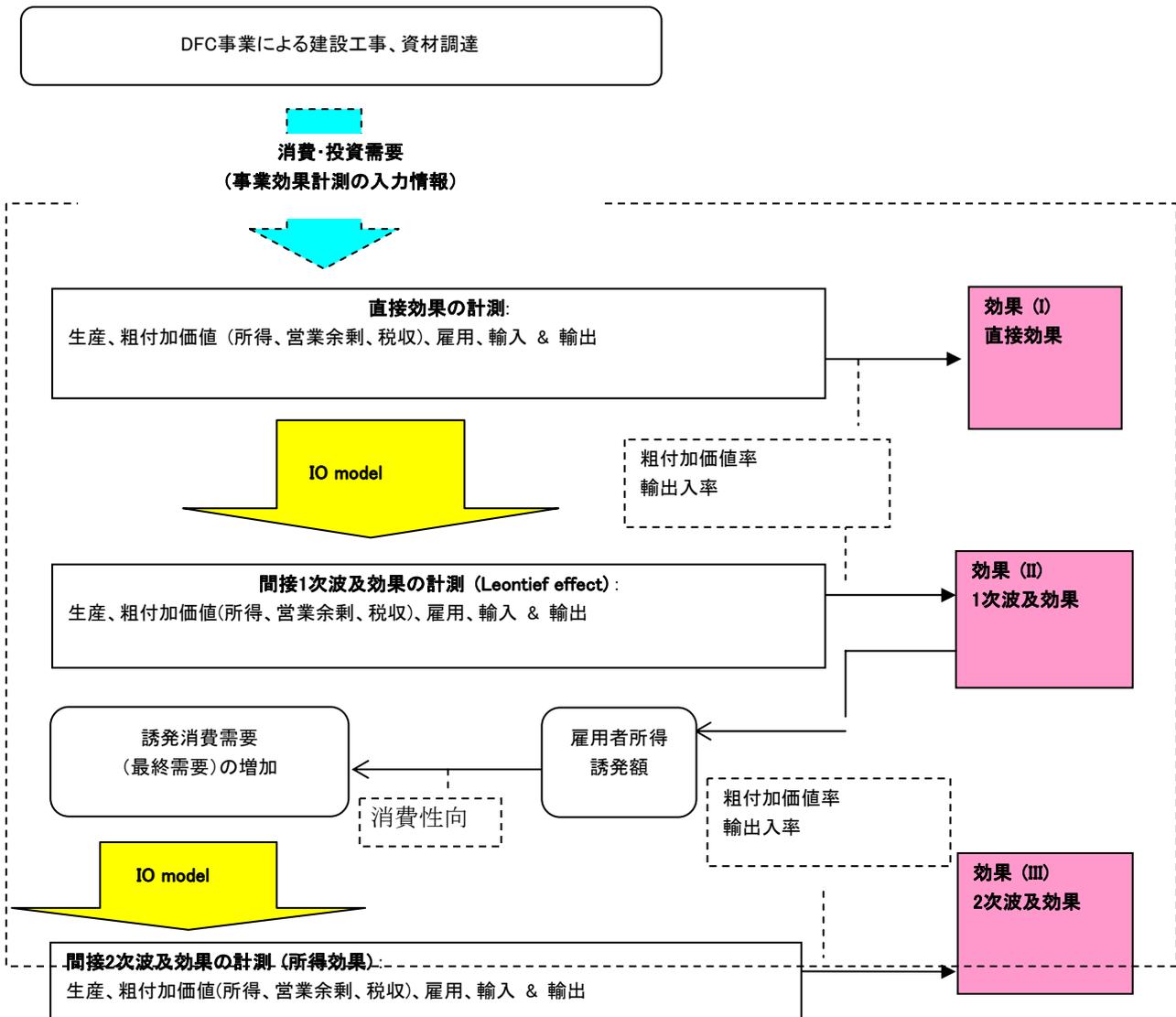


図 13.6 産業連関モデルに基づくDFCプロジェクトの事業効果計測フロー

本調査では、輸入・家計消費を内生化した産業連関モデルを用いた。以下にモデル式を示す。

- ・生産波及効果

$$\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2 = \hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F \quad (1)$$

- ・粗付加価値波及効果（所得、税収、営業余剰）

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = \mathbf{v}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F \quad (2)$$

- ・雇用波及効果

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = \mathbf{I}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F \quad (3)$$

- ・輸入への波及効果

$$\Delta M = \Delta M_1 + \Delta M_2 = \hat{M}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F \quad (4)$$

- ・輸出への波及効果

$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2 = \hat{E}\hat{B}\hat{K}[\mathbf{I} - \hat{M}]\Delta F \quad (5)$$

ただし、 \hat{B} はレオンチェフの逆行列 (Leontief Inverse or Macro Multiplier),
 $\hat{B} = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{A}]^{-1}$,

\hat{K} はケインズ逆行列 (Kenesian Inverse or Inter relational Income Multiplier)、

$\hat{K} = [\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{C}\mathbf{V}\mathbf{B}]^{-1}$ 、 ΔF は最終需要 (Final Demand)、 ΔX_1 、 ΔL_1 、 ΔV_1 、 ΔM_1 、 ΔE_1 は波及効果 (直接+間接一次波及, Induced Impact [Direct and 1st indirect spillover effect])、

ΔX_2 ΔV_2 ΔL_2 ΔM_2 ΔE_2 は波及効果 (間接2次波及; Induced Impact [Direct, 2nd indirect spillover effect])、 \hat{M} は輸入係数行列 (Import Coefficient Matrix)、 \hat{E} は輸出係数行列 (Export Coefficient Matrix)、 \mathbf{C} は消費支出比率行列 (Consumption Expenditure share Matrix 対角行列)、 \mathbf{v} は粗付加価値率行列 (GVA Rate Matrix)、 \mathbf{I} は労働投入係数行列 (Labor Input Coefficient Matrix)

(2) 暫定的効果計測の結果

DFCプロジェクトの経済効果をRITES報告書 (PTES1) およびいくつかの仮定に基づき計測された。なお、計測する効果は建設期間中に発生する事業効果である。

1) 準備作業

JICA調査団はDFCプロジェクトの経済効果を計測するにあたり、次のデータを収集・加工し、分析条件を仮定した (表13.3、13.4参照)。

2) 計測結果

計測結果より得られる主な知見を以下に整理した (表13.5、13.6参照)。

生産波及効果：DFCプロジェクトによるインド国全体への生産誘発効果は、直接効果、一次波及効果、二次波及効果の合計で約8,398.1億ルピーとなった。これは総投資額2,250億ルピーの約4.03倍に相当する（すなわち、生産誘発係数が4.03となった）。そしてこれは1998-99年にインド全国の生産総額29兆9824億ルピーの約2.8%に相当することが分かった。

粗付加価値波及効果(GVA)：国全体への粗付加価値誘発効果は、直接効果、一次波及効果、二次波及効果の合計で約4,248.3億ルピーとなった。これは総投資額2,250億ルピーの約1.98倍に相当する（すなわち、粗付加価値誘発係数が1.98となった）。そしてこれは1998-99年にインド全国の粗付加価値総額16兆6577億ルピーの約2.6%に相当することが分かった。波及効果の内訳は、直接効果（全体の21.4%）、間接1次波及効果（全体の44%）、間接2次波及効果（約34.6%）を占めることも確認できた。

世帯への波及効果（所得、雇用）：これは利害関係者へのプロジェクトによる波及効果の一部である。結果としては、DFCプロジェクトによる雇用機会は、層就業人口の0.2%人になる68万人に達する。同時に、世帯所得への波及効果は2,152億ルピーと予測され、これはインドの全就業者所得の4.0%におよぶ。

まず、投資による雇用への影響を把握するために、同事業によってどの程度の雇用が新規に誘発されたかを計測した。計測の結果、創出雇用量は約67万9千人となった。これは1998-99年のインドの総労働人口（3億9680万人）の約0.2%に相当する。次に、家計所得への影響を把握するために所得波及効果を計測し、累積所得誘発効果は総額で2,148.1億ルピーとなった。これは1998-99年のインドの雇用者所得総額（5兆4,416億ルピー）の約3.9%に相当する。

企業利潤への波及効果（営業余剰）：国全体への利潤への波及効果は、直接効果、一次波及効果、二次波及効果の合計で約1,544億ルピーとなった。そしてこれは1998-99年にインド全国の営業余剰総額8兆8,590億ルピーの約1.7%に相当することが分かった。

政府への波及効果（税収効果）：国全体への税収への波及効果は、直接効果、一次波及効果、二次波及効果の合計で約176.4億ルピーとなった。そしてこれは1998-99年にインド全国の税収総額6,765億ルピーの約2.6%に相当する。

経済成長への影響（経済成長率への貢献）：DFCプロジェクトが誘発した粗付加価値は、インド国内の経済成長にどの程度貢献するものか、表13.5をもとに検討した。1998-99年のGDPとDFCプロジェクトによる付加価値波及効果（年平均）を比較すると、年間の経済成長率（1998-99年と比較した場合）7.6%の内、0.51%はDFCプロジェクトによる貢献分に相当する。次に経済成長率への貢献に対する投資弾力値からDFCプロジェクトの投資効率をみてみると、弾力値は5.43を示しており、インド国内での資源配分を考える際、投資需要は非常に高いことがうかがえる。

表 13.3 入手・加工データの一覧

		分析で使用するデータソース(×:無し、●:在り)					
		一般経済統計		産業連関表(全国表)		雇用統計(業種別、産業別)	
		入手データ	加工データ (1998-99年)	入手データ (1993-94年、 1998-99年)	加工データ (1998-99年)	入手データ	加工データ (1998-99年)
A. 波及効果の項目	I.生産波及効果(額)	×	×	●(115部門)	●(9部門)	×	×
	II.付加価値波及効果	×	×	●(115部門)	●(9部門)	×	×
	(1)営業余剰(企業利潤)	×	×	×	●(9部門)	×	×
	(2)所得(雇用者所得)	×	×	×	●(9部門)	×	×
	(3)税收(間接税-補助金)	×	×	×	●(9部門)	×	×
(4)その他(資本減耗引当)	×	×	×	●(9部門)	×	×	
III.雇用波及効果(人)	×	×	×	●(9部門)	×	●(9部門)	
IV.輸入・輸出(額)	×	×	●(115部門)	●(9部門)	×	×	
B.使用した経済指標	IV.消費性向	×	●	×	×	×	×
	V.消費支出構成比	×	×	×	×	×	×
	VI.粗付加価値率(総額)	×	×	●(115部門)	●(9部門)	×	×
	(1)営業余剰	×	×	×	●(9部門)	×	×
	(2)所得率	×	×	×	●(9部門)	×	×
	(3)平均税率	×	×	×	●(9部門)	×	×
	(4)その他粗付加価値率	×	×	×	●(9部門)	×	×
	VII.輸入率	×	×	●(115部門)	●(9部門)	×	×
	VIII.雇用係数 (雇用者数/生産額)	×	×	●(115部門)	×	●(8部門)	●(9部門)
	IX.その他						
	(1)GDP	●	×	×	×	●(18部門)	●(9部門)
	(2)GSDP	●	×	×	×	●(19部門)	×
	(3)雇用者数	●	●(9部門)	×	×	×	●(9部門)
(4)その他	●	×	×	×	●	×	
出所(作成機関、作成者)	IndiaStat, CSO	調査団作成 (Indiastat, CSO、ヒアリング 結果などを活用)	IndiaStat, CSO	調査団作成 (Indiastat, CSO、ヒ アリング結果などを 活用)	IndiaStat, CSO	調査団作成 (Indiastat, CSO、ヒアリング 結果などを活用)	

注 1) CSO:国家中央統計局(Central Statistics Organization)

注 2) India Stat:インドの社会経済統計に関する総合データベース

注 3) JICA 調査団はインド国内および第三国の専門家(CSO[IO 表担当官]、インド工科大学[SAXENA 教授]、「アジアにおける地域計量経済と環境の研究機構(AREES)[SECRETARIO 氏、TRIHN 氏]など)とインドの経済統計について技術的議論を行い、彼らの支援のもと、DFC プロジェクトの経済分析に使えるように「1998-99 年産業連関表」を修整した。

表 13.4 分析条件

項目	本分析での考え方
1. 実績に基づく入力条件の設定	現地調査でのインタビュー結果および各種報告書における情報に基づき、以下の入力条件を設定する。 1) プロジェクト規模の設定: 2250 億 Rps(インド政府) 2) 建設期間: 5 年 3) 部門間の投資配分の設定: 車輛などの機械設備費に 640 億 Rps、工事費に 1610 億 Rps(事前調査報告書を参考) 4) 平均消費性向: 0.75 と仮定する。 5) STEP による資材調達率の自給率への影響を分析モデルに反映した。
2. 計測する効果の分類	1) 事業効果は帰着ベースで計測し、その計測単位は金額・数量ベースである。 2) 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事業効果を整理する。 ・対象: 企業、世帯、政府、国内全体、海外貿易 ・空間レベル: インド国全体
3. 分析の視点	入力情報、出力結果を以下の観点から比較 1) 費用対効果(事業費用 vs 効果)の比較 2) 国内マクロ経済への影響(全体での経済規模との比較)
4. 入力情報および出力結果	(入力情報): 事業総額(2250 億 Rps)に自給率を掛けた金額を最終需要として入力した。 (出力結果) 1) 経済全体への影響: 生産・粗付加価値への波及効果 2) 産業(企業)への影響: 営業余剰への波及効果 3) 世帯への影響: 雇用、所得への波及効果 4) 政府への影響: 租収効果(誘発税収) 5) 海外貿易への影響: 輸出・輸入への波及効果

出典: JICA 調査団

表 13.5 計測結果のまとめ

(金額、人)

効果の項目		全国、1998-99年		経済波及効果				
		対総需要	対国内投資 需要	直接効果	一次波及 効果	二次波及 効果	総効果	
全国レベル	生産波及効果	29,982.4	6,321.0	213.8	380.5	245.5	839.81	
	粗付加価値波及効果	16,657.7	2,949.9	90.8	186.8	147.2	424.83	
経済主体	政府	767.5	176.4	3.6	9.9	4.1	17.64	
	企業	8,859.0	1,220.3	23.0	70.1	61.3	154.4	
	その他	1,680.7	316.7	2.1	8.8	8.1	18.98	
	世帯	雇用者所得	5,441.6	1,236.5	58.5	87.8	68.4	214.81
		雇用量	396.8*	5.5*	0.1*	0.3*	0.2	0.68
国際貿易	輸入	2,463.3	518.8	9.2	29.5	13.4	52.12	
	輸出	2,003.9	383.5	6.2	20.5	11.5	38.16	

注: 価格単位は 10 億 Rps ((雇用波及効果* (単位 100 万人)を除く)。

(割合、および誘発係数)

効果の項目		全国、1998-99年		割合(%)		誘発係数 (倍)	
		対総需要	対国内投資 需要	対総需要	対国内投資 需要(3.61 兆 Rps)		
全国	生産波及効果	29,982.4	6,321.0	2.8	13.3	4.031	
	粗付加価値波及効果	16,657.7	2,949.9	2.6	14.4	1.987	
経済主体	政府	767.5	176.4	2.6	10.0	0.082	
	企業	8,859.0	1,220.3	1.7	12.7	0.722	
	その他	1,680.7	316.7	1.1	6.0	0.089	
	世帯	所得波及効果	5,441.6	1,236.5	3.9	17.4	1.005
		雇用波及効果	396.8*	5.5*	0.2	12.3*	3,178**
国際貿易	輸入	2,463.3	518.8	2.12	10.05	0.244	
	輸出	2,003.9	383.5	10.05	9.95	0.178	

注 1): 価格単位は 10 億 Rps ((雇用波及効果* (単位 100 万人)を除く)。

注 2): *割合、** [人/10 億 Rps]

出典: JICA 調査団

表 13.6 DFCプロジェクトによる経済成長率への貢献度

経済効果の項目	全国、 1998-1999年	DFCプロジェクト (建設期間中、年平均)
A. GDP (10億 Rps)	16657.7	-
B. GDPの増分 (10億 Rps/年)	1265.2	85.0
C. 年間経済成長率 (1998-99年、%)	7.60	0.51
D. 経済成長率への貢献度 (%)	100.0	6.7
E. 年間投資額 (10億 Rps)	3635.2	45.0
F. 国内投資に占める割合 (%)	100.00	1.24
G. 経済成長率への貢献に対する投資弾力値(D/F)	-	5.43

出典: JICA 調査団

第14章 今後の調査に向けて

今後、タスク2にてエンジニアリンググループが詳細に検討を進めるべき案は貨物新線案であると結論づけてよいと考えられる。初期的な検討ではあったが、3案に対して概ね平等な仮定を与えて比較検討した結果（財務分析、経済分析、GAM）はほとんどの場合貨物新線を建設すべきと示唆している。

仮に東西貨物新線が同時に建設されないとするならば、財務分析の結果は西線を優先し、経済分析の結果はわずかな差であるが東線を優先したが、GAMに総合的な分析は西線を優先させるべきであると示唆している。つまり、西線は急増するコンテナ貨物を輸送する役割を担っており、また需要が線路容量に達する時期も東回廊に比較して若干早いと予想されるからである。

以下、個別の検討事項についても、今後検討を重ねるべき課題を以下のように整理する。

14.1 需要予測手法について

(1) 残された課題

研究グループが実施した需要予測では交通解析ゾーンの最小単位を州としているため、フィーダーラインの需要推計、フィーダーから本線に出入りする列車本数、特定ボトルネックでの列車運行の改善などの検討を行うことが困難である。このような詳細な検討（FSレベル）の検討を行うには、目的に応じてより詳細なOD表を構築する必要がある。

初期的貨物需要予測では、1987年と1997年の2時点の物流センサスの結果を適用した部分（バルク貨物の分担率の検討）があるが、需要予測結果の信頼性を高めるためには、最新の観測データを用いる必要がある。RITES社が全国物流調査を実施中であるが、本件調査の期間内に利用可能であれば、これを用いてアップデートするべきである。

研究グループが行なった予測は州単位であるために、特に国際コンテナ貨物需要の予測に際しては港湾の取扱能力（容量限界）を考慮していない。そのため、各港湾の容量増大計画などを時間軸で整理し、フィーダー線からの出入りなど容量制限を考慮して予測する必要があると考えられる。

最後に、今回検討した機関分担モデルも改善すべき課題が残っている。例えば、機関分担モデルはラインホール部分のサービスレベルを説明変数に取り込んだものの、船舶の積下しから真荷主までのインターモーダルとしてのサービスレベルを取り込むには至っていない。

(2) タスク2調査での検討事項

上記を踏まえて、タスク2調査では残された課題に以下のように対応することを提案する。

- サービスレベルの変化に伴う鉄道貨物需要の検討をより詳細に行うために、目的に応じて詳細なOD表を構築する。
- 最新の物流関連データを用いてモデルの更新を行う。現在、計画局が実施するTotal Transport Systems Studyでは路側OD調査等物流調査を実施しており、可能であれば観測データの提供を受ける。
- 構想段階の計画を含めて、港湾およびICDの開発計画をレビューし、各港湾のコンテナの取扱量を規定する取扱容量を時間軸で整理する。取扱容量の検討に際しては、港湾の積下し施設の施設量および施設利用の効率性などの面を考慮する。
- 十分な組合せのODペアについて端末を含んだサービスレベルを設定して、今回構築した機関分担モデルを更新する。具体的には、港湾およびICDオペレータや輸送業者に対する補完的な物流調査を実施し、端末での輸送時間や諸手続きにかかる時間および料金をモデルに組み込む。
- また、バルク貨物についても、石炭や鉱石のように道路で運ぶには非効率で、かつ大規模な生産地と消費地があり鉄道で連絡されている場合は道路への転換の可能性は少ないと考えるが、穀物等の場合は道路と鉄道が競合関係になる可能性も否定できない。従って、一部バルク貨物についても、機関分担モデルを検討することを提案する。

14.2 プロジェクト評価について

インターモーダル研究グループは以下の3段階の評価を提案しているが、初期的な代替案評価のために①のレベルまでの評価は今回の調査期間内に実施している。タスク2調査では、積算の精度や需要予測の精度が高くなり、②以降の評価が可能となる。

- ① 構想あるいはプレFSレベルでの評価：貨物新線、旅客新線による貨物輸送力増強、既存線の改良を比較検討するための評価

- ② FSレベルでの評価：選択された方向性の中でFSのために準備されるより詳細な代替案の比較検討のための評価
- ③ 事業化計画レベルでの評価：選ばれた代替案の事業化計画の詳細化をする段階での評価（たとえば、プロジェクトのパッケージ化、段階的整備、資金調達の方法などを検討する）

したがって、まず、精度の高い数値で財務分析、経済分析を貨物新線案という枠組みのなかで作られるいくつかの代替案（技術オプション）について実施すべきである。また、その際には、本報告書の12章、13章で取りまとめているような、わが国のJBICあるいはADBなどの国際融資機関が受入れ可能な方法論により評価を実施するべきである。

評価の対象としては図14.1に示すように大きく2つに分かれることに留意すべきである。すなわち、本件で詳細に検討している鉄道本体部分と周辺施設（インターモーダル輸送を実現するための）を含めた回廊全体の輸送システムである。

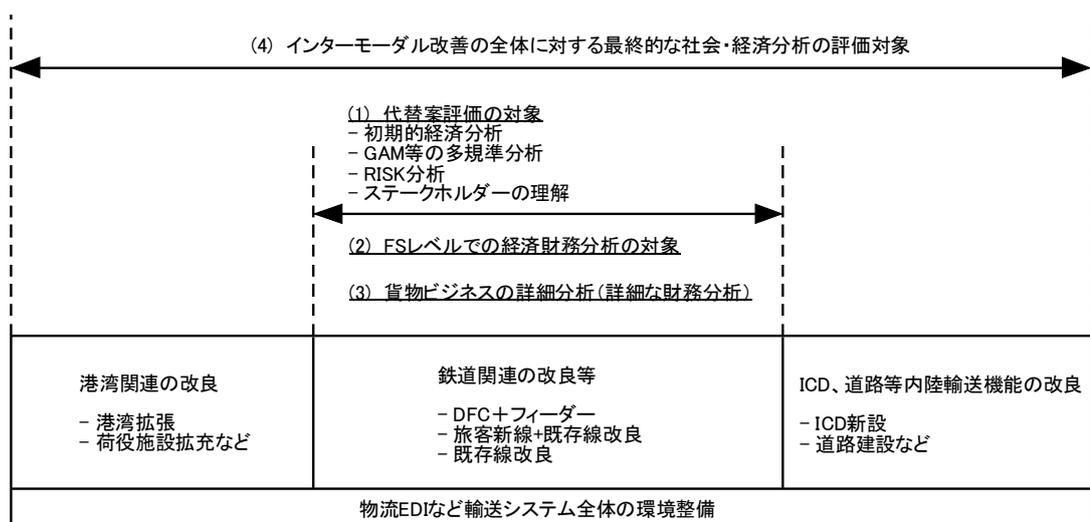


図 14.1 評価の対象(範囲)

基本的には、まず、鉄道本体部分について、周辺施設の改良を所与として

- (1) 代替案の評価（初期的検討）
- (2) FSレベルでの詳細検討
- (3) 貨物輸送事業の詳細財務分析

を行なうことが必要である。

このうち(1)の初期的検討は本インターモーダル研究グループにより実施済みと考えてよい。

これらの検討に加えて、回廊全体のインターモーダル輸送を実現するための周辺施設を概略検討し、積算の精度は異なるが、鉄道本体をあわせて全体に対して経済分析を行なうことを提案する(図14.1の(4))。

方法論としては、基本的には伝統的な経済分析を主軸とした評価が重要である。ただし、近年においては特に自然環境、社会環境、貧困削減に対する十分な配慮が重要であることが認識されており、その意味で多次元的な評価手法の必要がある。本研究では目標到達マトリックス法(GAM)を紹介し、具体的に初期的代替案の評価で適用を試みた。この応用をタスク2調査で試みるべきである。特に社会環境および貧困削減については一連のステークホルダー会議の成果を活用すべきと考えられる。

また、往々にして需要予測が過大に推計される場合があると指摘されるが、本件でもこの教訓を活かしていくつかのシナリオに基づいた複数の需要予測が必要であると考えられる。この意味においてリスク分析の必要性を認識し、市販のソフトウェア(@リスク)を利用して仮に貨物新線が選択された場合のリスク分析を試みた。このリスク分析は(2)のFSレベルでの詳細検討時にも行なうべきである。

また、過去の調査事例では、建設期間中の経済インパクトについて言及した例は少ないことが判明したが、本研究ではそれを可能とする産業連関表の存在を確認した。実際、これを適用することによって本DFC事業が建設期間中にGDPに与える影響の大きさについて推計しているが(13章)、これは(2)のFSレベルでの検討し選択された最終案に対して行なうと同時に、図14.1中の(4)に示される回廊全体の輸送システムに対しても適用を試みることを提案する。

なお、本DFC案件が生み出す便益あるいは効果のイメージは図14.2に示す通りである。基本的に鉄道サービスが拡大することによってトラック輸送に頼らずに輸送量を拡大することにより生じるもの(トラックからの転換)と高度なシステム整備による時間短縮、費用節約効果である。

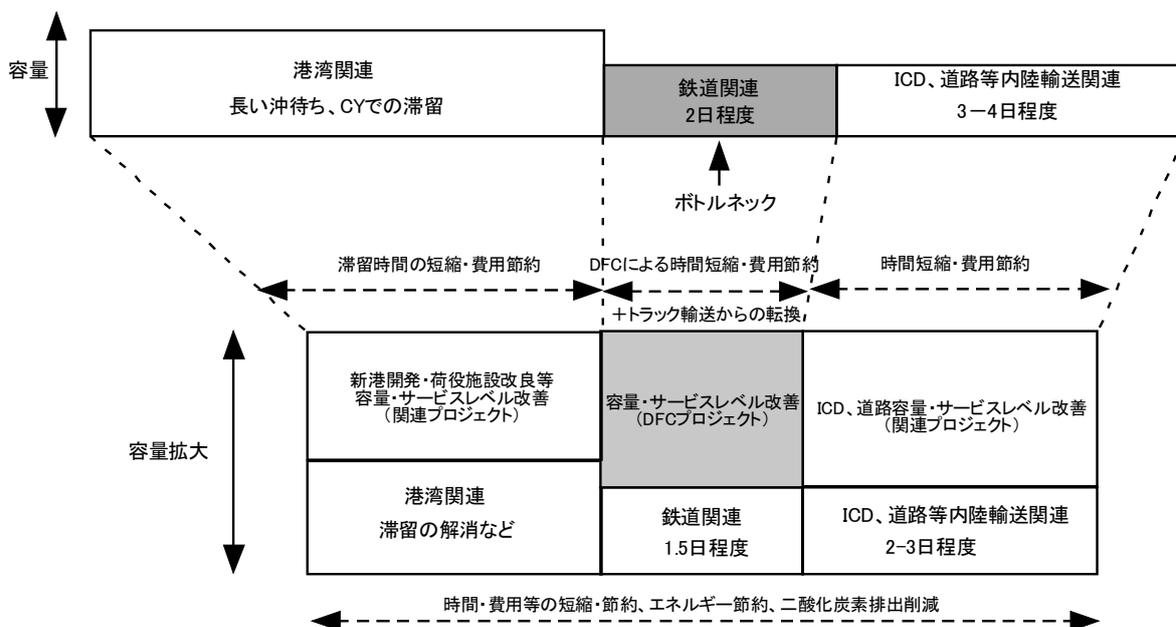


図 14.2 整備効果のイメージ

14.3 インターモーダル貨物輸送開発について

幹線輸送システムの改良は道路、鉄道（本DFCプロジェクト）とともに進みつつある。また、需要増に対応したICD増設、港湾改良、新港建設の構想もあり、主要な部分での貨物輸送システム改善の流れは良い方向にある。一方、端末での輸送問題に対しては具体的な対応策が構築されておらず、今後より決め細やかな対応が求められる。情報化等については民間輸送業者の参入により国際的に標準的なレベルになっていくものと考えられるが、特に適切なICD配置、関連道路整備、工業団地配置計画など官側で対処すべき課題は残されている。このような実態を踏まえて、タスク2調査ではデリー周辺の都市計画、コリドー上の工業団地開発計画、道路計画についてさらに言及すべきで、これらと連動してDFCの駅位置などの再検討が必要ではないかと考えられる。

インターモーダル輸送技術そのものについては、欧州の事例を中心に紹介し、現在のインドのおかれる状況と欧州での標準とについて定性的な比較を行い、今後の整備の方向性を示した。今後、電化を前提とした検討が進む中で、JRを中心とする我が国の輸送技術も適宜紹介し、インド国のインターモーダル輸送開発に貢献することが期待される。