

必要があるものと思われる。

(3) 間接便益

EIRRの計算では計量化が可能で、かつ金銭換算のできる便益のみを取り上げた。しかしプロジェクトの評価では、例えば環境に対する影響等評価指標として重要な項目がある。

本計画の場合策定された段階別投資計画を実施することにより、多くの道路交通を鉄道に転換させることができる。一般に道路による輸送より鉄道による輸送の方が大気汚染に与える影響が少ないと言われていることから、本計画の実施は環境に対して好影響をもたらす。

一方、段階別投資計画は、建設期間中及び完成後にかなりの雇用機会創出効果を持つものと考えられる。特に現在ENFEは、余剰人員を抱えているといわれている。時に、労働集約的工法の採用により、また、より広範な教育訓練の実施により、余剰職員をレイオフすることなく、本計画の創出する雇用機会に振り向けていくことは、有効需要を高め、ボリヴィアの経済に有効に作用するものと思われる。

(4) 評価

前述したように本段階別投資計画のEIRRは11.0%であり、世銀の選択基準の10%を超えている。さらに本計画に期待される雇用機会の創出は、ボリヴィア国の国民経済に好影響を与えるものと予測される。

また、本計画の環境に与える影響は、道路輸送に委ねるより良好なものと判断される。以上のことから、本段階別投資計画は、国民経済的にみて実施の妥当性がたかいたといえる。

16-2 財務評価

本節では、これまで検討した需要予測、路線の改良・建設計画、管理運営計画等から算出された投資規模（第15章参照）に基づき、2020年を目指した段階別投資計画を財務的な視点から分析して、収支状況とCash Flowの推移を予測し、計画実施後ENFEの企業体としての健全な運営が可能かどうかを検討する。

(1) 評価方法

評価の指標としては財務内部収益率（FIRR：Financial Internal Rate of Return）を用いる。FIRRは、需要予測に基づいて算出した運賃収入と、プロジェクトの投資費用及び管理運営費の支出の差引から資金繰表（Cash Flow）を作成し、次式により求める。

$$0 = \sum_{t=1}^n \text{Cash Flow}_t / (1 + \text{FIRR})^{t-1}$$

n : 分析期間
Cash Flow_t : 各年ごとのキャッシュフロー

評価を行うにあたっての主要な前提条件は、経済分析と同一であるが、財務評価の性格から、一部に異なった条件を設定した部分もある。

1) 分析期間

経済分析と同じく、策定された段階別投資計画の完成する2020年以降40年間、2060年までをプロジェクトライフとする。

2) 投資コスト

経済分析と異なり、市場価格を用いる。従って税金部分の調整は行わない。投資額は10年ごとにまとめ、各期間の中心（1995年、2005年、2015年）に一括支出するものと仮定した。予備費は経済分析と同じく10%とし、これを各投資項目に含めた初期投資額を示したものが、付属資料16-2-1である。また、付属資料16-2-2は、感度分析のため10%アップとした初期投資額である。

3) 減価償却

償却資産の耐用年数は経済分析と同一とし、償却方法は定額法によるものとする。耐用年数経過後、初期投資と同額の再投資を行うものとし、プロジェクトライフの最終年（2060年）には、残存価格を負の投資に計上する。再投資を含む総投資額と残存価格を付属資料16-2-3に示す。付属資料16-2-4は10%アップの総投資額である。

4) 資金調達

初期投資に要する資金のうち外貨部分については、ボリヴィアに対して適用可能な範囲で、極力有利な、公的機関からの借款を利用するものとし、以下の条件を想定した。また内貨部分は、全額政府出資によるものとする。

資金調達 1	金利	: 2.7 % p. a.
	期間	: 30年 (10年据置)
	返済方法	: 20年均等半年賦
資金調達 2	金利	: 0.75% p. a.
	期間	: 40年 (10年据置)
	返済方法	: 30年均等半年賦

5) 運賃料率

運賃料率は、旅客を US\$0.015 /人・キロ、貨物は US\$0.060 /トン・キロとする。これは、以下のとおり1989、1990両年におけるENFEの実績から、人・キロ、およびトン・キロあたり収入を算出し、それぞれの時点における為替相場（1989年 US\$1=Bs.2.7、1990年 US\$1=Bs.3.2）で米ドルに換算した数字を参考に、決定したものである。（第3章、表3-2-18、および表3-2-34参照）

旅客 : 人・キロあたり収入

1989年 Bs.0.0401 (US\$0.015)

1990年 Bs.0.0451 (US\$0.014)

貨物 : トン・キロあたり収入

1989年 Bs.0.150 (US\$0.056)

1990年 Bs.0.188 (US\$0.059)

(2) 分析結果と感度分析

以上の前提を基に、策定された段階別投資計画の収支予測を行い、Cash Flow を作成してFIRRを計算し、更に経済分析と同様、建設費、輸送需要の2要因（及び両者の組み合わせ）について感度分析を行った結果を表16-2-1に示す。

また付属資料16-2-5~12には、上記4ケースの各々について、2通りの資金調達方法を利用した合計8ケースの収支、借入返済、Cash Flow 等の推移予測を10年ごとにまとめて示してある。

この分析結果によると、FIRRは基本ケースでも資金調達1における借款の利率 2.7% を下回っており、当初借入分の返済と車両の再投資が始まる2011~2020年

表16-2-1 FIRR (感度分析結果)

ケース	FIRR (%)
基本ケース	2.17
建設費10% アップ	1.64
輸送需要10% ダウン	0.82
建設費10% アップ+輸送需要10% ダウン	0.37

を中心に一時的にかなりの資金不足が累積するため、この不足分を一般市中借入で賄うことは困難であり、初期投資の内貨部分に加えて、更に政府の資金負担が増えることは避けられない。これに対し資金調達2を利用するケースでは、Cash Flow上、特に問題はない。従って、策定された段階別投資計画が企業として十分運営可能であるためには、政府による財政的支援はもちろんのこと、外貨部分に極めて有利な条件の資金導入を図ることが必要である。

感度分析によると、EIRRと同様FIRRに対しても、輸送需要が10%減少する方が建設費が10%上昇するより、計算結果に与える影響が大であることがわかった。ただし建設費10%アップと輸送需要10%ダウンが同時に起こるケースでは、FIRRが0.37%に過ぎず、この場合たとえ資金調達2の資金を利用しても運営は困難であろうと考えられる。

(3) 投資規模の検討

ボリヴィア政府の「経済社会発展戦略1989~2000年」によると、同国は本段階別投資計画の最初の10年間(1991~2000年)に、年平均で、運輸部門全体に122.3百万米ドル、うち鉄道部門(ENFEおよびCOMIXTAの合計)にそのうち10.8%、13.2百万米ドルを投資する計画である。(表16-2-2参照)

表16-2-2 年次別運輸部門投資計画（経済社会発展戦略1989～2000）

（単位：百万米ドル）

年次	1991	1992	1993	1994	1995	1996
運輸部門(A)	60.6	63.6	90.8	107.4	125.7	144.2
鉄道部門(B)	7.3	7.1	11.1	14.3	13.3	15.0
B/A (%)	12.0	11.2	12.2	13.3	10.6	10.4
年次	1997	1998	1999	2000	合計	年平均
運輸部門(A)	150.2	158.5	162.5	159.7	1,223.2	122.3
鉄道部門(B)	19.6	14.7	15.1	14.8	132.3	13.2
B/A (%)	13.0	9.3	9.3	9.3	10.8	

2001年以降の投資計画は明らかにされていないが、仮に需要予測の際用いたPIBの予想伸び率年2.45%（第7章 表7-1参照）と同じ割合で投資額が増加するものとして年々の運輸投資額を推計すれば、表16-2-3のようになる。

表16-2-3 年次別運輸投資額推計（2001～2020年）

（単位：百万米ドル）

年次	2001	2002	2003	2004	2005	2006
運輸部門投資	163.6	167.6	171.7	175.9	180.2	184.7
年次	2007	2008	2009	2010	小計	年平均
運輸部門投資	189.2	193.8	198.6	203.4	1,828.8	182.9
年次	2011	2012	2013	2014	2015	2016
運輸部門投資	208.4	213.5	218.8	224.1	229.6	235.2
年次	2017	2018	2019	2020	小計	年平均
運輸部門投資	241.0	246.9	252.9	259.1	2,329.6	233.0
年次	2001～2020年合計		年平均	1991～2020年合計		年平均
運輸部門投資	4,158.5		207.9	5,381.7		179.4

策定された段階別投資計画の実施に必要な資金を以上の運輸投資計画及び推計の金額と対比したものが、表16-2-4である。

表 16-2-4

初期投資額の運輸投資計画額及び推計額に対する比率

期 間	比 率
1991～2000年	58.9%
2001～2010年	26.5%
2011～2020年	10.8%
1991～2020年	27.1%

経済社会発展戦略1989～2000年における鉄道部門投資計画が、運輸部門全体の投資計画の10.8%であるのに対して、本段階別投資計画の所要資金のみで運輸部門総投資の27.1%に達するものと予想される。特に第1段階（1991～2000年）の投資額は、同期間の運輸投資全体の半分以上を占めている。しかしながら、本計画は国民経済的に見て有意義であることから、ボリヴィア国として国の経済発展のため鉄道の整備が最優先課題であると位置づけできるならば、実施に移す意味はあるといえる。その際は事前にフィージビリティ調査を行う等、各投資対象ごとにその緊急度、収益性等を十分検討の上無理のない投資計画を立案することが重要である。

(4) 評価

前述したように、本段階別投資計画のFIRRは2.17%に過ぎないが、外貨部分について極めて有利な条件での資金借入ができれば、内貨部分に政府出資金の導入等の財政的措置を講ずることによって運営可能と考えられる。

第17章 結論と提言

第17章 結論と提言

17-1 結論

(1) 2020年のマスタープランにおける鉄道網

鉄道網の整備は、既設線をベースに、既設線に接続する新線建設、或は既存道路、河川を利用した intermodal 輸送を考慮して検討した。

検討は、まず、8 鉄道網候補案を設定し、投資規模、国内鉄道輸送網、開発効果、ENFE の増益性、車両運用の効率性等を定性的に総合評価して、8 鉄道網候補案の中から代表的な 4 鉄道網代替案を選定した。次に、4 鉄道網代替案について、経済・財務評価、投資規模を中心に沿線地域開発の促進、国際鉄道網への寄与等総合的に評価して、4 鉄道網代替案の中から、最適鉄道網（2020年）を選定した。

選定された最適鉄道網（2020年）は、図17-1に示すように、近代化された既設線をベースに、Cochabamba～Santa Cruz間の道路利用による intermodal 輸送等、及び Motacucito ～ Puerto Bush間の鉄道新線から構成されている。この鉄道網の特徴は、従来の鉄道輸送の機能に加えて、東西両局路線を道路を利用した Intermodal 輸送で連絡できること、また国際河川であるパラグアイ・パラナ川に直接連絡できることにより、外国（大西洋側）との輸出入輸送を他国を経由せずに行えることである。

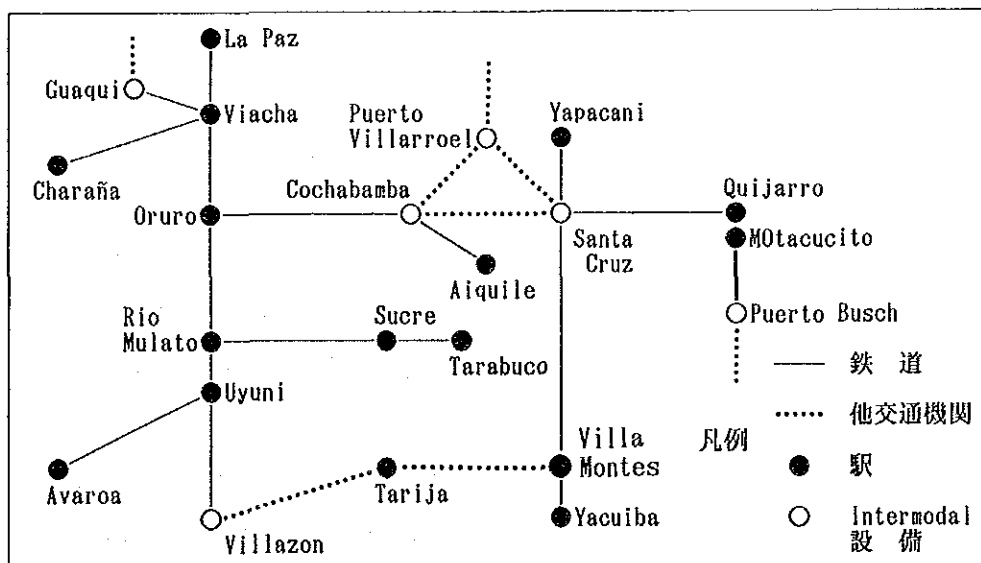


図17-1 鉄道網略図

(2) マスタープランにおける鉄道の再生化、近代化

鉄道の再生化、近代化はできるだけ少ない投資で、安全で安定した輸送の確保、ENFE財政の健全化を図ることを目標に計画を策定した。主な再生化、近代化計画の概要は次の通りである。

- ① 列車運転システムの確立を図り、信号設備等の運転保安設備を新設する。
- ② 輸送需要に対応する列車本数を設定し、これに対応する線路容量を確保するため、信号所新設、駅構内の配線変更等の施策を図る。
- ③ 輸送需要、列車運行計画に基づき、車両の増備、改善を図り、併せて車両の稼働率向上のため、車両保守工場の修繕設備改善を図る。
- ④ 設定された列車の速度、荷重、回数等を考慮し、適切な軌道（レール、分岐器更換、バラスト投入等）、土木構造物（路盤、橋梁改良等）、踏切設備（踏切の構造改良、踏切保安装置新設等）、防護設備（法面防護工、立入防護工等）等を整備する。
- ⑤ 通信設備について、VHF帯無線電話、UHF多重通信を基本とする通信システムを整備する。
- ⑥ ENFE全体として、さらにコンピューターシステムを有効に活用するため、拠点駅等に端末を設置し、整備される通信網を活用して、オンライン化を図る。
- ⑦ 災害が多発し、毎年列車運転休止を余儀なくされている Oruro～Cochabamba間の所謂災害区間については、Cochabamba～Santa Cruz間のintermodal輸送、地域住民等のため、安全で安定した輸送を緊急に確保する必要があり、その対策を図る。
- ⑧ 将来ともに営業の基幹となる貨物営業については、適正な貨車運用、貨物取扱駅の整理、統合等輸送の効率化の徹底と、設備・荷役方式等の近代化施策の推進を図る。旅客営業については、輸送力の段階的な整備にともない、利用者の利便性等のニーズにマッチした運賃・制度等営業システムの改善を図る。
- ⑨ ENFEの組織については、本社機能を独立させるとともに、東・西両局組織の再編成を行い、生産性の向上を考慮した適正な要員の配置を図る。また、教育施設については、当面、両局の現状施設の即効的な整備を行い、実務者教育の充実を図る。将来的には、一元的、総合的な教育施設の整備を図る。
- ⑩ Cochabamba～Santa Cruz間等の効率的 Intermodal 輸送を確保するために、関連する Intermodal 設備の改善を図る。
- ⑪ Motacucito～ Puerto Busch 間約 133 km の新線を建設して、Mutun の鉄鉱

石の輸送に供するとともに、国際河川であるパラグアイ・パラナ川の河川輸送と鉄道輸送との連絡を図る。

(3) 段階別鉄道整備

2020年のマスタープランの実現を図るために、マスタープランを構成する諸計画の投資優先ランクを検討し、2000年、2010年、2020年の各時点における段階別鉄道整備計画を策定した。

マスタープランを構成するプロジェクトとして、表17-1に示す15プロジェクトを設定し、その投資優先ランクを検討した。線区強化、新線建設プロジェクトについては、その線区の投資効果、各線区の重要性及び社会性等その線区の有す特殊な条件を考慮して、また事項別プロジェクトについては、その重要性、緊急性等を考慮して、ボリヴィア側の施策、ENFE世銀の実施している当面の輸出回廊整備計画との整合性等を踏まえ、日ボ共同して検討し総合的に評価のうえ、各プロジェクトの投資優先のランク付けを行った。

段階別鉄道整備計画は、10年単位で投資ランクを考慮のうえ、表17-1に示すように策定した。

(4) マスタープランの経済、財務評価

2020年を目標とするENFEのマスタープランを前述した段階別鉄道整備計画に従って実行する場合の経済内部収益率(EIRR)は11%である。これは世界銀行、アジア開発銀行等国際融資機関のプロジェクト選定基準の目安を越えており、さらにプロジェクト実施に伴う雇用機会の創出、環境保全等の国家社会的及び経済的な間接便益を考慮すれば、本マスタープランは国民経済的にフィージブルと判断される。

しかしながら本マスタープランの実施に当たって、ENFEの財政的な健全化をはかるためには、外貨資金に対しては低利子の国際機関、または政府間ベースの借款の活用、内貨資金に対してはボリヴィア政府の出資が必要である。

また、運営上の赤字に対しては当初の間、政府による補助を行うことが必要な場合もあり、このような措置をとれば、最終的には累積黒字が達成可能となる。

表17-1

段 階 別 鉄 道 整 備 計 画

プロジェクト名	線路延長 (Km)	整備案行程				記 事
		1991	2000	2010	2020	
1. 線区強化						
西部局						
La Paz ~Villazon	847.2					1991~2000 LaPaz~Or., R. Mur.~Uy. 2001~2010 上記以外
Viacha ~Guaqui	65.8					
Viacha ~ Charaña	209.3					
Uyuni ~Avaroa	172.4					
Oruro ~ Cochabamba	204.8					
Rio Mulato ~ Sucre	348.2					
東 部 局						
Santa Cruz ~Quijarro	650.4					
Santa Cruz ~ Yacuiba	539.0					
Santa Cruz ~Yapacani	209.2					
2. 新 線 建 設						
Motacucito~ Puerto Busch	132.7					
3. 事項別近代化						
車 両						需要に応じ車両を増備
工 場						1991~2000 Viacha, Guara.工場
通 信 網						UHF、交換機他
コンピューターシステム					
教育施設					1991~2000 既存の学園整備 2011~2020 総合鉄道学園

注) 線区強化の内容

- 軌道改良.....レール、分岐器、バラスト、保守用機器具
- 防護設備.....のり面工、線路立入防護柵
- 踏切改良
- 停車場改良.....配線変更、信号所、インターモダル設備
- ORURO~COCHABAMBA間災害区間改良
- 信号設備新設
- 橋梁改良.....仮設橋梁取替、橋台橋脚補強
- 通信設備一部改良

(5) 結論

策定された2020年を目標とするENFEのマスタープラン及びその段階的整備計画は、ENFEの企業としての立場からみた財務内部収益率は2.17%であり、ENFEの健全な財政を確保する為には、低利子の借款の活用、政府の一定額の補助が必要と考えられる。

しかしながら、国民経済的立場からみた経済内部収益率は11%であり、これは世界銀行、アジア銀行等国際融資機関のプロジェクト選定基準の目安を越えており、国家経済的には有意義なものと考えられる。

世界各国の基幹鉄道を概観すると、その大半の鉄道は経営的自立は困難な状況であるが、世界各国は基幹鉄道が自国の社会・経済を支える重要なインフラストラクチャーとしての国家経済的意義を認めて、政府による一定の財政的支援を与えつつ鉄道にその適切なる役割を果たさせている。

即ちその国の基幹鉄道の運営は本来財務的見地のみで判断すべきものでなく、国家経済的な見地から判断すべきものと考えられる。

又、近年特に世界的に問題となっている自動車の排気ガスによる環境破壊の抑制及びエネルギー効率の立場から鉄道にその国の輸送を適切に分担させる意義は大きい。又、マスタープランを構成する各プロジェクトを実際に実現する段階においては各プロジェクトの投資内容を一層詳細に分析・検討し、その外貨の大半を占める車両をはじめとして輸入資材の購入に当たっては品質の許せる範囲で出来るだけ低廉なものを選定するよう努めると共に、又、投資内容についても競争輸送機関である道路の整備状況を勘案しつつ、投資内容の一部を遅らす等により、可能な限り投資の低減に努める事により、本マスタープランの財務的立場からの改善をはかる余地も考えられよう。

上記の様な総合的見地から、本マスタープランはボリヴィア国の社会、経済的立場から有意義なものとして判断されるので、その実現にむけて第一歩を早急に踏み出すべきものとする。

尚、本マスタープランの効果的実現のためには、諸設備、車両等のハード面の投資の他に、管理運営、営業政策、保守、教育等ソフト面の改善が必須である。

17-2 提言

本マスタープランの実現を確実なものとするために、今後早急にとるべき措置として次の事柄を提言する。

(1) 第一段階(1991~2000年)の緊急整備プロジェクトの実現に当たっては、プロジェクトの実現のための資金の確保に努める必要がある。

これらのプロジェクトのうち、東西輸送の幹線としての役割を有し、また災害多発のために列車運休が多く、緊急に安定輸送確保を必要とするOruro-Cochabamba間の線区改善については地形図の作成を含めてフィージビリティ調査を早急に実施して、国際機関、政府間ベースの低利子の借款につなげるべきであろう。その他早期に車両の稼働率を高め、安定した効率的輸送を確保するために必要なViacha, Guaracachi工場整備プロジェクトについても、フィージビリティ調査を早急に実施の上、国際機関又は政府ベースの借款に結びつけることが有効であると考えられる。

また、Santa Cruz~Quijarro、Viacha~Charaña間等その他の線区強化プロジェクトは本調査報告書の調査結果をベースとして国際機関、政府間ベースの借款につなげることが有効である。

尚、上記「結論」の所で述べた様に、各プロジェクトの実現に当たっては、車両を始めとする資材につき、品質の許せる範囲で出来るだけ低廉なものを確保するように努めると共に、投資内容についても詳細に検討し、対抗輸送機関である道路の状況を十分考慮の上出来る範囲で投資の一部を遅らす事により投資コストの一層の低減をはかり、プロジェクトの収益性を可能な限り高める努力をすることが重要である。

(2) マスタープランの効率的実現のためには、車両、地上設備等のハード面の投資の他に、管理運営(組織を含む)、運転システム、運転事故防止対策の確立、軌道、構造物保守システムの確立、営業施策の改善、教育システムの改善等ソフト面の改善が必要な事は前述した通りである。これらソフト面の改善については、鉄道先進国から適当な期間、専門家の派遣を受けてその推進をはかることが有効と考えられる。

尚、(1)(2)について第一段階(1991~2000年)のプロジェクトの進め方を整理したものを表17-2に示す。

(3) 今回のマスタープランは30年の長期を展望した計画であるので、その間のボリヴィア国内外の社会、経済情勢の変化は当然考えられる。従って適切な時期に本マスタープランの見直しを行うことが必要であろう。ボリビア政府の社会、経済長期計画は5年ごとに見直しを行っているので、本マスタープランについても5年程度を目安に見直しを行うことも一つの考え方である。

特に Aiquile - Santa Cruz 間の新線建設については、当面は道路輸送の利用による intermodal システムの定着化に努力すべきであるが、マスタープランの見直しの時期に、ボリヴィア国の経済力、Land bridge を利用する国際貨物輸送量の的確な把握に基づいて、再度 Aiquile~Santa Cruz間鉄道新線の実現の可能性を検討することが適切であろう。

表17-2 第1段階(1991~2000年)プロジェクト等の当面の進め方

項目	F/S	借款・ 供与	専門家	記 事
1. 線区強化				当面軌道改良、特にバラスト投入、レール、枕木交換
La Paz~Villazon		○		L.P.~Or., R.Mur.~Uy.
Viacha~Charaña		○		世銀プロジェクト関連
Oruro ~Cochabamba	○	○		F/Sで適切な改良内容、投資規模、段階的施工計画等を検討する
Santa Cruz~Quijarro		○	○	世銀プロジェクト関連
2. 事項別プロジェクト				
車両増備		○		需要に対応して車両増備 世銀プロジェクト関連
工場整備	○			Viacha, Guaracachi工場
通信網整備		○		世銀プロジェクト関連 幹線系を優先整備
教育施設		○	○	既存の教育施設の整備
3. ソフト面の改善				
組織、管理運営			○	世銀プロジェクト関連
営業施策			○	
運転システム			○	運転事故防止を含む
軌道の保守			○	
車両の保守			○	
電気設備の保守			○	

注) F/S : フィージビリティ調査の実施

借款・供与 : 世銀の輸出回廊プロジェクト等と整合性を取りながら、借款・供与により資機材を調達し鉄道リハビリ等プロジェクトの実施

専門家 : 鉄道先進国の専門家によるアドバイスを受け、可能なものから実施

JICA