

ボリヴィア共和国

国際協力事業団

ボリヴィア国

オルロ・コチャバンバ間鉄道改善計画調査

最終報告書

要約(和文)

1995年10月

社団法人 海外鉄道技術協力協会  
株式会社 トーニテコンサルタント

社調一
JR
95-121

2  
F  
RARY



JICA LIBRARY



1123051 (3)

国際協力事業団

28600

ボリヴィア共和国

国際協力事業団

ボリヴィア国

# オルロ・コチャバンバ間鉄道改善計画調査

最終報告書

要約（和文）

1995年10月

社団法人 海外鉄道技術協力協会  
株式会社 トーニチコンサルタント

注 記

この報告書の中では、下記の為替レートを用いている。

1 US \$ (ドル) = 4.65 Bs (ボリヴィアーノス)

1 US \$ (ドル) = 100円 (エン)

## 序 文

日本国政府は、ボリヴィア共和国政府の要請に基づき、同国のオルロ・コチャバンバ間鉄道改善計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年1月から平成7年10月までの間、4回にわたり、社団法人海外鉄道技術協力協会の石原達也氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ボリヴィア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

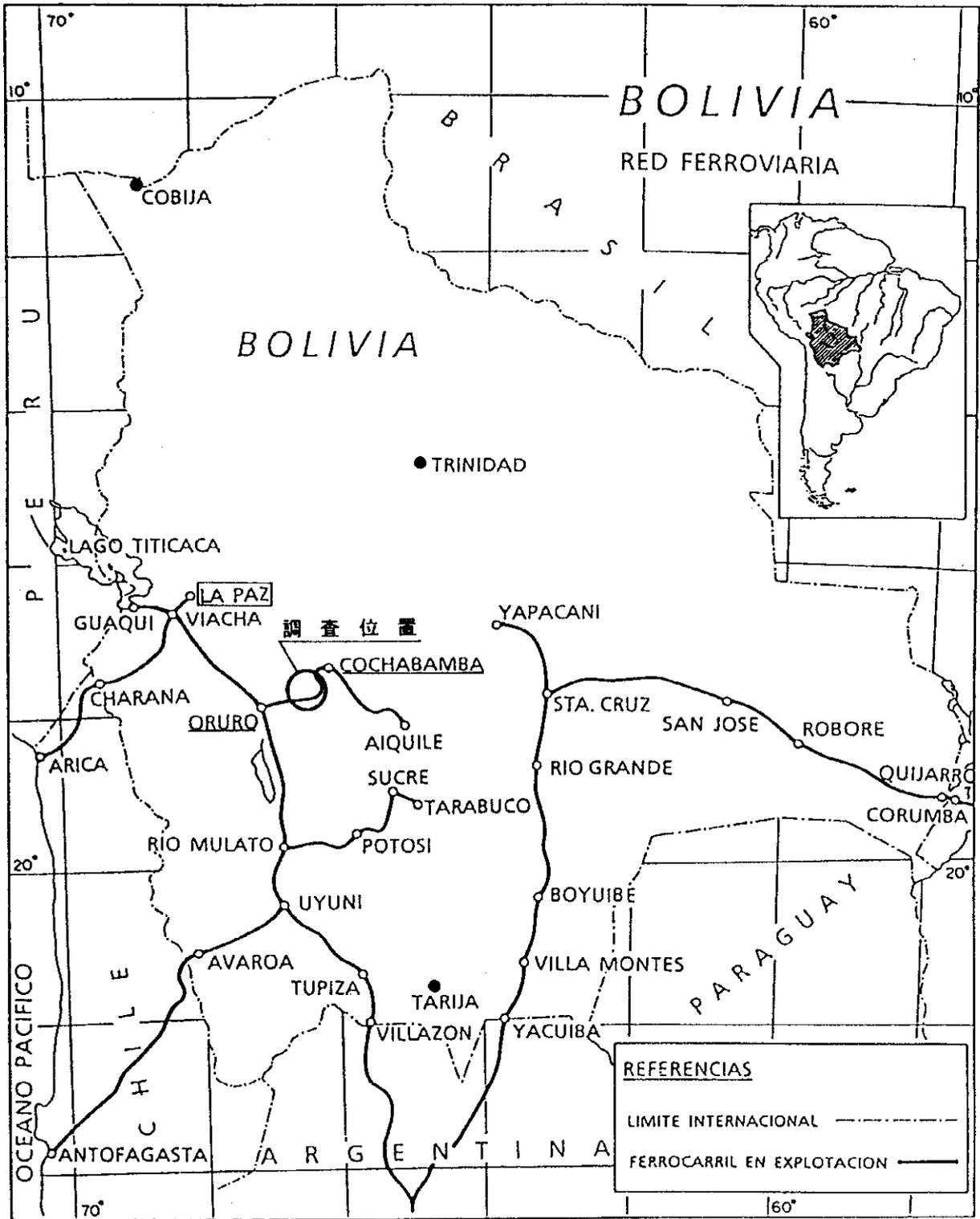
最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 7 年 10 月

国際協力事業団  
総 裁

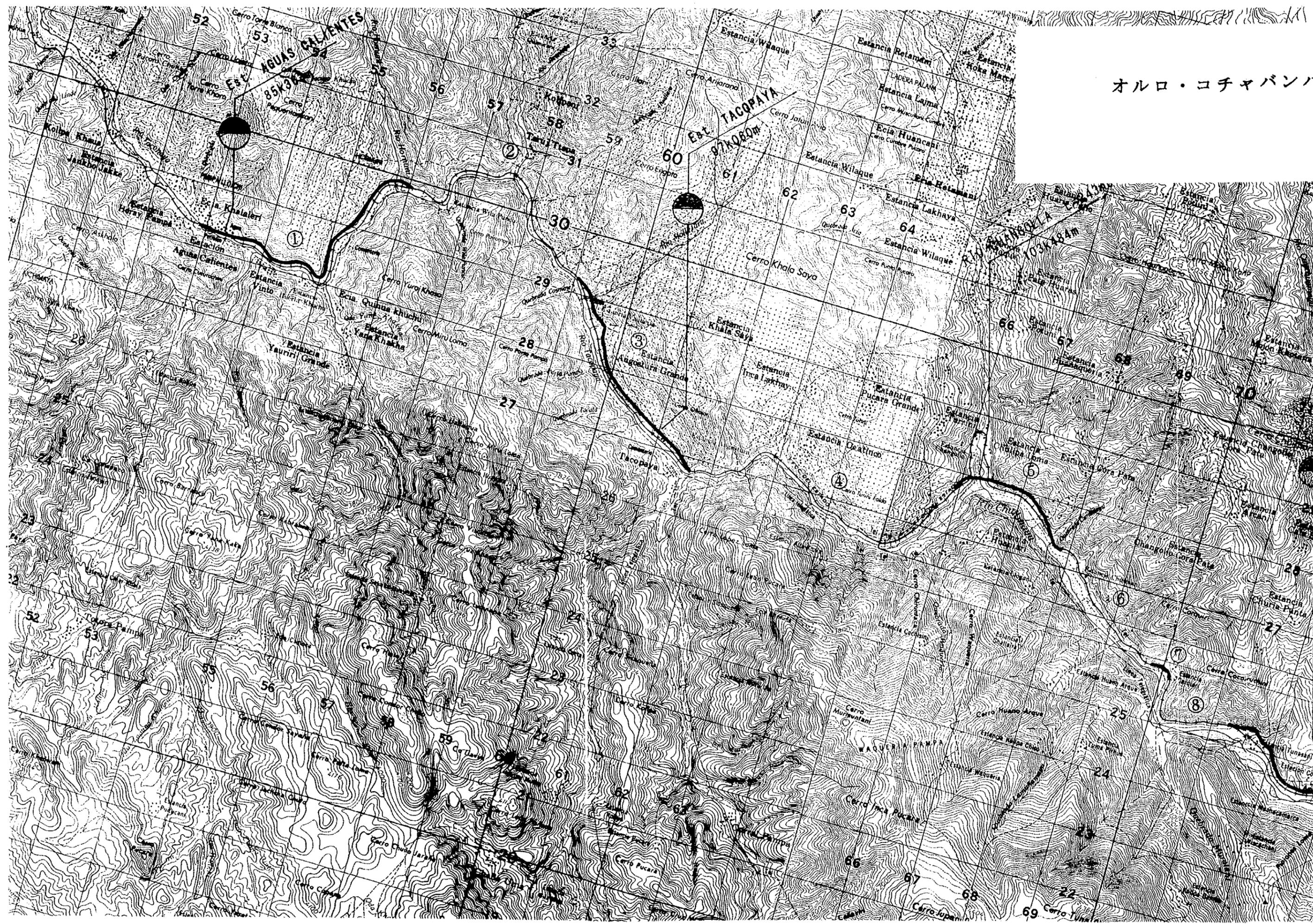
藤田 公 郎





調 査 位 置 図

オルロ・コチャバンノ



オルロ・コチャパンバ間鉄道改善計画線路平面図

Escala = 1 / 50,000





**ボリヴィア国**  
**オルロ・コチャバンバ間鉄道改善計画調査**  
**[要 約]**

**1. 目 的**

調査は、ボリヴィア国 Oruro・Cochabamba 間鉄道の安定した輸送の確保を目的とした鉄道改善計画に係るフィージビリティ調査である。

すなわち、Oruro・Cochabamba 間約204kmを対象範囲とし、特に災害多発地域である Aguas Calientes・Irpa Irpa 間約55km（地形図作成区間）については、ルート変更等を検討し、最適ルートの選定とそれに伴う構造物等の計画を策定するとともに、Oruro・Cochabamba 間の改善計画に関し、技術面、環境面、経済面、財務面から実現可能性について総合評価するものである。

**2. プロジェクトの概要**

**(1) 主な改善計画の概要**

1) Oruro・Cochabamba間のうちAguas Calientes・Irpa Irpa 間

- ① 線路と並行する河川との高低差が少なく、将来線路浸水の恐れがある10区間約33kmは山側へルートを変更し、同時に軌道整備を行う。
- ② また、線路と交差する河川、沢等からの土石流に対しては、橋りょう、ボックストンネル等で線路を防護する。
- ③ ルート変更に伴い、Aguas Calientes、Tacopaya、Colcha、Arque、Orcomaの5駅を改良する。また、この区間における線路容量との関係で、Changolla、Higueraniの2駅の列車行き違い設備を廃止する。
- ④ ルート変更をしない既設線10区間約22kmの軌道整備を行う。

2) Oruro・Cochabamba 間のうち、1) 項に示す区間を除いた区間(Oruro・Aguas Calientes間及び Irpa Irpa・Cochabamba間)

- ① 災害・線路故障に起因する脱線事故の多い区間約14kmの軌道整備を行う。
- ② 線区の線路容量との関係で、Cona Cona 駅に列車行き違い設備を新設する。

3) 工事費の低廉化を図るため、既存の鉄桁を積極的に転用することとする。

しかし、Yapacani線からの転用鉄桁21連については、次の2ケースを検討した。この結果を踏まえて、ボリヴィア国鉄は、本プロジェクトの実施段階において、Yapacani線から転用する鉄桁を決定し実行する。

- ① Yapacani線の鉄桁を転用して使用する場合。
- ② Yapacani線の鉄桁を転用しない場合。

(2) ルート変更区間施設の概略延長

構造物種別	延長 (km)	比率 (%)
切取・盛土	29.9	90.9
橋りょう	1.5	4.6
ボックストンネル	1.4	4.2
山岳トンネル	0.1	0.3
計	32.9	100.0

(3) 整備の時期

ルート変更計画10区間約33kmを緊急度により2期に分け段階的に整備する。

第Ⅰ期：改良計画区間の5区間約16km

第Ⅱ期：改良計画区間の残り5区間約17km

	第Ⅰ期	第Ⅱ期
準備作業	1996年	2001年
着工	1998年	2003年
完成	2000年	2005年

#### (4) 想定需要量

年	旅客 (千人/年)	貨物 (千トン/年)
2000	114	742
2010	156	1,049
2020	185	1,389

#### (5) 運転・車両

- 1) 表定速度：旅客（急）42km/h、旅客（普）37km/h、貨物 35km/h
- 2) 運転保安方式：票式（現行）
- 3) 列車本数（往復）

年	旅客（急行）	旅客（普通）	貨物
2000	1本/日	1本/日	5本/日
2010	1本/日	1本/日	6本/日
2020	1本/日	1本/日	8本/日

#### 4) 増備車両数（当該年次までの累計）

年	気動車（客）	ディーゼル機関車	貨車
2000	1両	6両	298両
2010	2両	7両	512両
2020	3両	10両	722両

注) 増備車両数：想定需要量に対応し、当該線区に限定した輸送計画から算定

## (6) 管理運営費

単位：百万US\$

年	2000	2010	2020
管理運営費	7.2	8.1	9.4

## (7) 投資額

単位：百万US\$

ケース	総投資額	うち地上設備関係投資額
Yapacani線鉄桁を 転用する場合	1.41 (内貨55、外貨86)	8.6 第Ⅰ期 50 (内貨29、外貨21) 第Ⅱ期 36 (内貨26、外貨10)
Yapacani線鉄桁を 転用しない場合	1.47 (内貨56、外貨91)	9.2 第Ⅰ期 53 (内貨30、外貨23) 第Ⅱ期 39 (内貨26、外貨13)

注 車両費は、総投資額と地上設備関係投資額の差である。

## (8) 経済・財務評価

ケース	経済内部収益率 (EIRR)	財務内部収益率 (FIRR)
Yapacani線鉄桁を 転用する場合	13.24 %	3.31 %
Yapacani線鉄桁を 転用しない場合	12.69 %	3.09 %

### 3. 総合評価(結論)

- (1) ルート変更等を内容とする本プロジェクトは、技術的に実行可能であり、また環境への影響も少ない。
- (2) 国民経済的にみた経済内部収益率 (EIRR) は、13.24 %～12.69 %で、その他の間接便益も考慮すると、本プロジェクトは国民経済的に実行の妥当性があると考えられる。
- (3) また、ボリヴィア国鉄の経営面からみた財務内部収益率 (FIRR) は、3.31%～3.09%であり、ボリヴィア国鉄の健全な財政を確保するためには、低利子の借款を活用するなど低利子の資金調達が可能であれば、本プロジェクト実施に特に問題はない。
- (4) 総合的な見地から、本プロジェクトは、厳しい地形条件、度重なる災害により長期間の列車運休を余儀なくされている線区に対し、適切なものであり、技術面、環境面、経済面、財務面から実行可能なものと判断される。
- (5) また、本プロジェクトの実施により、Oruro・Cochabamba間鉄道の安定した輸送が可能になり、ボリヴィア国の健全な社会、経済活動の発展に寄与できる。
- (6) しかしながら、ボリヴィア国鉄の健全な財政を確保するためには、低利子の資金調達が重要な課題であり、また、本プロジェクトの効果的実現のためには、工事の円滑な推進、環境面への配慮及び施設・設備・車両等についての有効な投資のほか、輸送管理、施設・設備の保守、教育等のソフト面の改善も重要であることを提言する。

# ボリヴィア国オルロ・コチャバンバ間鉄道改善計画調査

## 最終報告書 要約（和文）目次

1. 序 .....	1
2. 鉄道の現況 .....	3
3. 自然条件・環境	
3-1 自然条件 .....	6
3-2 環 境 .....	8
4. 路線計画	
4-1 ルート選定の考え方 .....	10
4-2 ルート選定における主な諸条件 .....	10
4-3 最適ルートの選定 .....	11
4-4 ルート選定結果 .....	16
5. 需要予測	
5-1 予測方法 .....	17
5-2 社会経済フレーム .....	18
5-3 ゾーニングおよび将来交通ネットワーク .....	20
5-4 サービスレベル（所要時間、運賃） .....	21
5-5 需要予測結果 .....	22
6. 輸送計画	
6-1 輸送計画策定の考え方と基本条件 .....	26
6-2 輸送計画 .....	26
6-3 車両計画 .....	29

7.	施設計画	
7-1	諸標準	31
7-2	構造物	33
7-3	軌道	37
7-4	停車場	40
7-5	信号・通信設備	44
8.	管理運営計画	
8-1	組織・要員	45
8-2	管理運営費	46
8-3	教育・訓練	47
9.	事業実施計画	
9-1	投資額	49
9-2	投資工程	51
10.	経済分析	
10-1	経済分析の方法	53
10-2	投資コスト	53
10-3	便益の算定	53
10-4	分析結果	55
10-5	感度分析	55
10-6	その他の便益	56
10-7	評価	57
11.	財務分析	
11-1	分析の目的と手法	58
11-2	主要前提条件	58
11-3	分析結果	59
11-4	感度分析	60

11-5	投資規模の検討	61
11-6	評価	61
12.	結論と提言	
12-1	結論	62
12-2	提言	66



## 1. 序

ボリヴィア国鉄 (Empresa Nacional de Ferrocarriles: ENFE) は、約 3,460km (西部局約2,080km, 東部局約1,380km) の路線を有し、ボリヴィア国の輸出入貨物の大部分を輸送しており、国の大動脈として社会的・経済的に重要な役割を担っている。

しかしながら、鉄道施設の全般的な老朽化、車両稼働率の低下、自然災害等により、鉄道は、その機能を十分に発揮できない状況である。このため、1990年から1991年にかけて国際協力事業団 (JICA) の協力により鉄道全般にわたる近代化、再生化のためのマスタープラン「ボリヴィア国鉄道網整備計画」が策定された。このマスタープランの中で、毎年雨期になると自然災害を受けて長期間にわたり列車の運休を余儀なくされている Oruro・Cochabamba間鉄道の改善計画は、優先的に実施されるべき事項として位置づけられた。

以上の背景のもとに、ボリヴィア政府は、Oruro・Cochabamba間鉄道改善計画調査の実施を日本政府に要請した。これを受けて日本政府は、JICA事前調査団をボリヴィアへ派遣し、ボリヴィア政府との間で調査内容等の協議を行ない、調査のScope of Work(S/W)を 1992年10月19日に締結した。このS/Wに基づいて、JICAは、Phase Iとして、災害多発地域である Aguas Calientes・Irpa Irpa間約55kmの地形図 (1/2,000)を作成し、Phase IIとして、今回のフィージビリティ調査を実施するものである。

本調査は、Oruro・Cochabamba間約204kmを対象範囲とする。特に災害多発地域である Aguas Calientes・Irpa Irpa間約55kmについては、Phase Iで作成した地形図を使用して、ルート変更等の検討を行ったうえ、災害に強い、または災害を受けても短時間で復旧が可能となるような計画を策定し、同区間の安定輸送の確保を図ろうとするものである。

また、この調査を通じて、ENFE技術者に対し技術移転を図ることとしている。

本調査において、計画策定にあたっての主な基本的な考え方は次の通りであり、また、ルートの選定等にあたっては、ボリヴィア側と十分協議しながら進めた。

- (1) 開発計画、鉄道網整備計画 (マスタープラン) 等の上位計画並びにENFE、世界銀行等により、現在進行中、或いは計画中のプロジェクトとの整合性を図る。

- (2) ボリヴィア国の経済、ENFEの財政状況を考慮し、適切な投資規模で現実的に具体化しやすい計画とする。
- (3) 経済的な施設・設備計画を策定するとともに、既設線の利用、ボリヴィア国産品の使用、ENFE所有の諸材料の使用等を積極的に行って、建設コストの低廉化及び投資効率の向上を図る。
- (4) 計画は、速度向上の施策よりも、安全・確実な輸送の確保に重点をおいて策定する。
- (5) ENFEの技術力、技術基準を考慮し、ENFEにおいて施工が容易で、将来保守しやすいよう配慮して計画を策定する。
- (6) ルート選定、構造物計画、概略設計等各段階において、自然条件、環境条件に十分配慮して計画を策定する。

なお、(3)項に関連し、建設コスト低廉化の一つの方策として、既存鉄桁を積極的に転用して使用する計画とした。しかし、既存鉄桁のうち、Yapacani線からの転用鉄桁21連については、現段階では具体的に決定できなかったため、

- ① 転用して使用する場合
- ② 転用しないで新桁を使用する場合

の2ケースを検討した。ENFEは、これらの結果を踏まえ、実施段階において、Yapacani線から転用する鉄桁を決定し、実行することとした。

本報告書(要約)は、日ボ双方が合意した最適ルートに関する改善計画について、総合評価のうえ、実行可能性の検討結果を取りまとめたものの要約である。