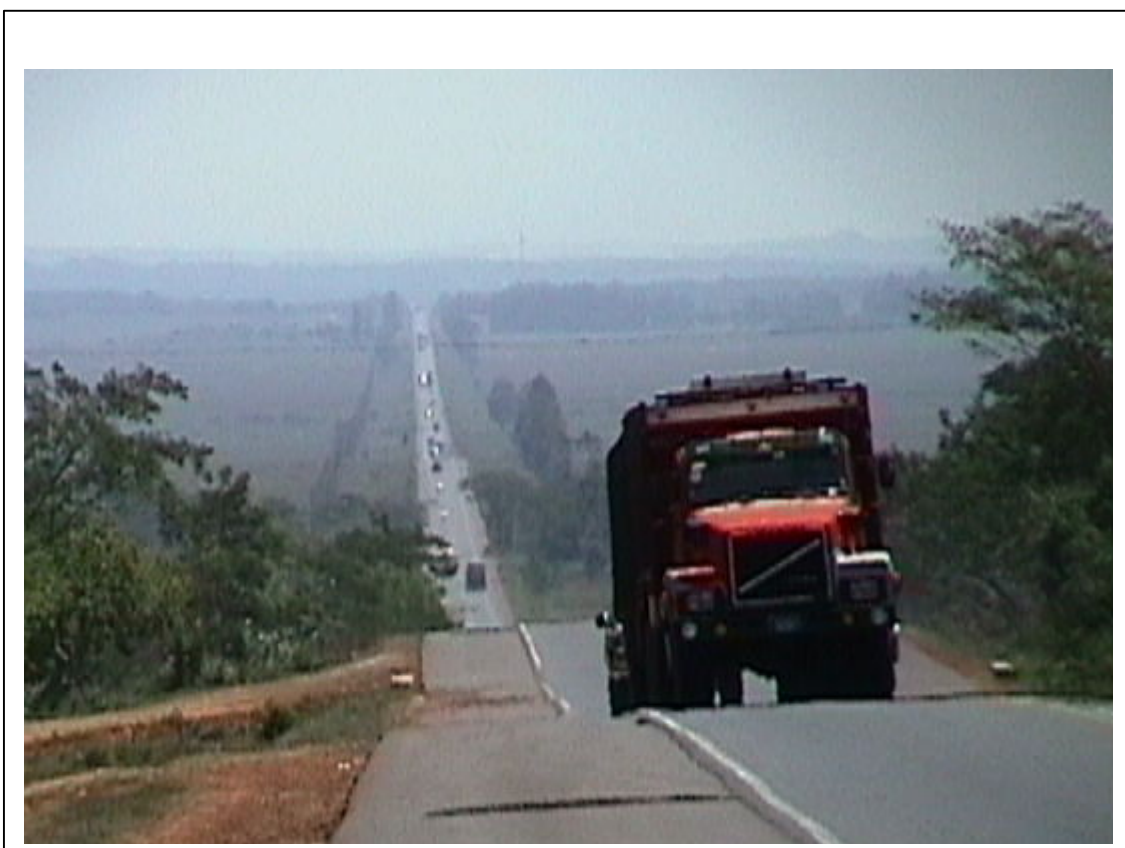


国際協力事業団  
パラグアイ共和国  
公共事業・通信省

# パラグアイ国 国道 2 号・7 号線改良計画調査

最終報告書 ( 要約版 )



平成 12 年 3 月

八千代エンジニアリング株式会社

国際協力事業団  
パラグアイ共和国  
公共事業・通信省

# パラグアイ国 国道2号・7号線改良 計画調査

最終報告書  
( 要約版 )

平成12年3月

八千代エンジニアリング株式会社

**工事費積算基準年月 : 1999 年 12 月**

**通貨単位 : Guaranies ( ガラニー )**

**US\$ 1.00 = Guaranies Gs 3,300**

**US\$ 1.00 = ¥ 105**

## 序 文

日本国政府は、パラグアイ共和国政府の要請に基づき、同国の国道2号・7号線改良計画調査に係わるフィージビリティ調査を行なうことを決定し、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11年3月から平成12年1月までの間、3回にわたり八千代エンジニアリング株式会社の堀田俊宏氏を団長とし、同社から構成される調査団を現地に派遣しました。

また、平成11年4月から平成12年1月の間、建設省東北地方建設局 齊藤廣見氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行なわれました。

調査団はパラグアイ国政府関係者と協議を行なうとともに、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、ここに本報告書の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。

終わりに、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12年3月

国際協力事業団

---

総裁 藤田 公郎

# 伝 達 文

国際協力事業団  
総 裁 藤田 公郎 殿

ここにパラグアイ国 国道2号・7号線改良計画調査の報告書を提出できることを光栄に存じます。

八千代エンジニアリング株式会社で構成された私を団長とする調査団は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、平成11年3月から平成12年1月にかけてパラグアイ国において現地調査、データの分析、計画等を行ない、フィージビリティ調査の作業を実施いたしました。

現地調査の結果は、パラグアイ国政府および、その他関連機関との十分な議論、検討がなされ、それに基づいて、様々な交通調査、現況分析、概略設計、環境影響評価、実施プログラムの準備、プロジェクト評価等の業務を行ない、調査結果を本報告書に取りまとめました。

調査団を代表して、パラグアイ国政府およびその他関連機関に対し、我々がパラグアイ国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力に心からお礼を申し上げます。

また、建設省、国際協力事業団、外務省、在パラグアイ日本大使館、国際協力銀行、および関係諸官庁に対し、現地調査および報告書作成にあたっての貴重なご助言とご協力をいただいたことに深く感謝申し上げます。

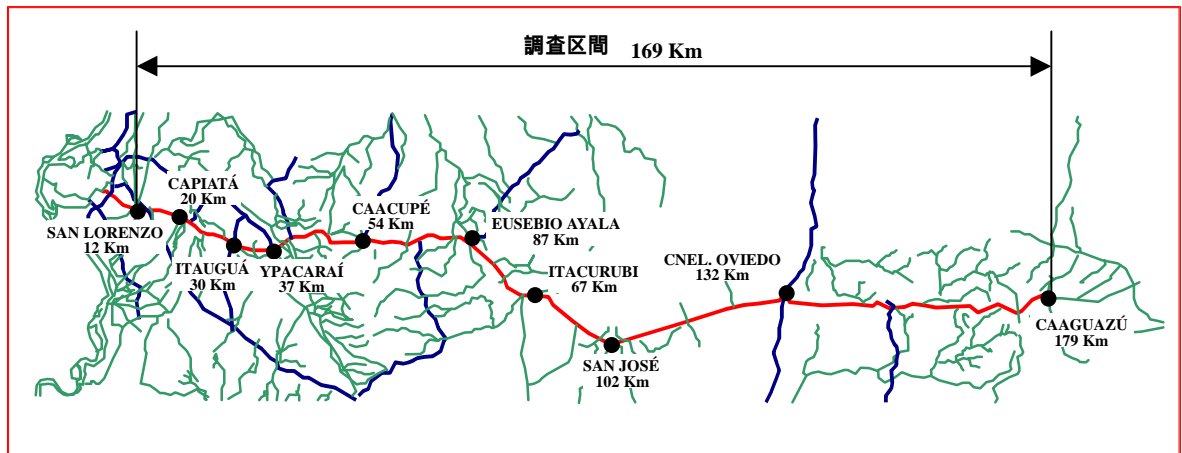
平成12年3月

パラグアイ国  
国道2号・7号線改良計画調査調査団

---

団 長 堀田 俊宏

調査名	パラグアイ国 国道2号・7号線改良計画調査			
調査期間	平成11年3月～平成12年3月			
受入機関	パラグアイ国 公共事業・通信省 道路局			
調査目的	1)計画目標 2010年までの国道2号・7号線改良計画のフィージビリティ調査 2)フィージビリティ調査を通して「パ」国側カウンターパートへの技術移転			
調査実施期間	1999年3月から現地調査が実施され2000年1月完了した。その後の国内作業を行ない2000年3月に最終報告書が完了した。			
提案された計画内容	1)ミニバイパスの建設計画 幹線道路がイパカライ、カアクペ、イタクルビ、サンホセ市の各街地部を通過する。この市街地部は通常の国道2号・7号線の道路幅員よりも狭く、沿道民家の軒先を大型車両が通過している状況にある。また、高速車両と沿道からの低速車両との混在化による接触事故が多発している。計画は交通モードを分離する必要があり、市街地部を避けた市の外環を通るバイパス計画を提案した。			
	2)登坂車線の設置 道路勾配3%以上、道路延長500m以上の登坂部では、過積載された大型車両による速度低下が交通量容量の低下をもたらす。また、この区間での一般車両による無理な追い越しが交通事故を起因している。計画はAASHTO設計規準を基に道路勾配3%以上、延長500m以上の区間に登坂車線の設置を提案した。			
	3)交差点立体化計画 交通事故の多発地点となっている現況ロータリー交差点を改築し、都市化が進むコロネル・オビエド地区からの交通と2号・7号線との交通を円滑に処理するため、ロータリー交差点を立体化することを提案した。			
		経済的內部 収益率	純現在価値 (百万ガラニー)	費用 - 便益 比
	事業全体	25%	87,069	2.3
	バイパス	28%	73,585	2.5
	登坂車線 (コロネル・オビエド)	20% (8%)	14,137 (-2,835)	1.8 (0.7)
フライオーバー	9%	-652	0.8	
国道2号・7号線は増大する交通需要およびメルコスールでの役割から判断すると、2020年には全線4車線化が必要である。本調査は目標年次を2010年までの道路改良計画としているが、提案したプロジェクトは2020に向けた4車線化を実現するためのステップである。				



調査位置図

## 調査概要

調査名： パラグアイ国国道2号7号線道路改良計画調査  
調査期間： 1999年3月 - 2000年3月  
受入機関： 公共事業・通信省 道路局

### 1. 調査の背景・経緯

調査対象路線である国道2号・7号線(全長: 320 km)は首都アスンシオン(人口: 約45.5万人)と第二の都市であるエステ市(人口: 約6.2万人)を結ぶ主要幹線道路であるとともに、パラグアイを東西に横断してブラジル、アルゼンチンへ通じる大西洋と太平洋とを連絡する位置にある。また、「パ」国において最も交通量が多い路線であり、1993年にJICAが実施した「全国総合交通計画調査」においても同国の大動脈として位置付けられている。

パラグアイ国は1995年1月のメルコスール(南米共同市場)の発足により近隣諸国との物流が一層活発化してきている。近年における輸出貿易量はトンベースで10%の割合で増加しており、自動車台数も2010年で1998年の1.77倍、2020年では2.62倍に増加することが予測されている。また、「パ」国の国内貨物輸送の8割が道路交通に依存しており、道路整備は国内産業の育成及び貿易の振興を図る上で極めて重要である。

これに対し、現在の国道2号・7号線は大部分が往復2車線の道路で日交通量が8000台/日近くあり、交差点部での左折車線や登坂車線が未整備であることから、今後一層の増加が予測される交通量を適切に処理することが困難になると予測される。

公共事業・通信省道路局は、このような交通状況を改善することが、国道の重要な課題であると認識し、国道2号・7号線の円滑な交通確保のための改良計画についてフィージビリティ調査の技術協力を要請した。日本政府は「パ」国側の要請に基づきフィージビリティ調査を行なうことを決定し、国際協力事業団が1999年3月から本調査を実施した。

### 2. 調査の目的

- 1) 計画目標2010年までの国道2号・7号線改良計画のフィージビリティ調査
- 2) フィージビリティ調査を通して「パ」国側カウンターパートへの技術移転

### 3. 調査対象地域

調査範囲は国道2号線14km地点(サンローレンソ)から国道7号線183km地点(カアグアス)までの延長約169km区間である。

### 4. 調査実施期間

1999年3月から現地調査が実施され2000年1月完了した。その後の国内作業を行ない2000年3月に最終報告書が完了した。

### 5. 調査の内容

調査の主な内容は以下の通りである。



- a. 資料の収集及びその分析
- b. 交通量、環境、測量、地質調査等の各種自然条件調査の実施
- c. 計画の基本方針および設計条件の設定
- d. 将来の交通需要予測
- e. 各種事業の概略設計
- f. 環境影響評価
- g. 事業実施計画の策定
- h. 経済・財務分析
- i. プロジェクトの評価

## 6. 提案された計画内容

### 1) ミニバイパスの建設

ミニバイパスの建設の提案概要を表 6.1 に示す。計画は技術的、環境的、経済的観点から評価した結果、実施可能である。

表 6.1 ミニバイパスの建設

計画提案項目	提案内容	適用
道路の規格	地方部幹線道路	
設計速度	60～80km/h	
計画交通量（2010年）	イパカライ 8,900pcu/d、 カアクペ 11,200pcu/d、 イタクルビ 13,300pcu/d、 サンホセ 13,300pcu/d	
車線数	4車線（イパカライ、カアクペ） 2車線（イタクルビ、サンホセ）	
道路構造	土工	
道路延長	イパカライ 5,175m、カアクペ 7,000m、 イタクルビ 6,120m、サンホセ 5,420m	
事業費	43,4百万ドル	
経済的内部収益	2.5%	

### 2) 登坂車線の設置

計画は AASHTO 設計規準を基に道路勾配 3%以上、延長 500m以上の区間に登坂車線の設置を提案した。

表 6.2 登坂車線の位置

計画提案項目	提案内容	適用
道路の規格	地方部幹線道路	
設計速度	一般車両 60km/h、低速車両 30～40km/h	
道路構造	車道 3m + 路肩 1.5m	
道路延長	13.4km	
事業費	27,9百万ドル	
経済的内部収益	2.0%	

### 3) 交差点の立体化建設

交通事故の多発地点となっている現況ロータリー交差点を改築し、都市化が進むコロネドオビエド地区からの交通と2号・7号線との交通を円滑に処理するため、ロータリー交差点を立体化することを提案した。

表 6.3 交差点の立体化建設

計画提案項目	提案内容	適用
道路の規格	地方部幹線道路	
設計速度	60km/h	
道路幅員	往復2車線 ( 1.50 + 3.65 + 3.65 + 1.50 )	
道路構造	PC コンクリート橋梁 ( 2@25.85 + 35.85+2@25.85 )	
道路延長	500m	
事業費	2,5 百万ドル	
経済的内部収益	9 %	

### 4) 緊急な整備計画

道路インベントリ調査結果から、交通事故多発地点及び交通施設未整備箇所を選定し、交通容量の低下箇所と照らし合わせながら、交通容量の向上を目的とした改善方法を提案した。

#### a. 交差点改良

調査対象区間における現況平面交差点の多くが左折専用車線が無く、未整備な状態となっている。計画は現況交差点の用地内で左折専用車線を設け、直進車の交通流をスムーズにすることで、交通容量の増大を計ることを提案した。

- サンロレンソとイパカライ間のビルトアップエリア 5カ所
- カアグアス 1カ所

#### b. 交通安全施設の設置維持・補修

道路インベントリ調査結果から、橋梁部路肩幅員の不用意な縮小が橋梁構造物への衝突事故に繋がっている。また、急カーブ箇所での車両の離脱事故、交差点付近での案内標識不足による交通施設への衝突事故等、安全施設の増強および改善を必要とする箇所を選定した。

計画は MOPC が行なう緊急かつ経済的に行なう方法を提案するものである。このため、計画は支障となっている構造物の大規模な改築を行なうのではなく、道路利用者に事前に危険箇所を認識してもらう警告施設を提案した。

- 既存橋梁前後に設置するスタッドの埋め込み、
- 急カーブ区間の前後に設置する警戒標識
- バイパスと既存道路との交差点の改良

#### c. 維持・補修

橋梁および道路インベントリ調査結果から、緊急な橋梁改築が必要な箇所の選定をおこなった。橋梁は老朽化および繰り返される交通荷重によって早急な処置を必要としている。計画はこれら改築箇所の選定および改築を提案した。橋梁補修

- オーバーレイ

## 7. プロジェクト評価

### 7.1 環境に対する評価

#### a. 住民移転

ミニバイパスの建設およびコロネル・オビエド地区登坂車線建設の新設道路建設区間では、住民移転が必要となる。本プロジェクトで住民移転が必要とされる全266世帯で実施した。世帯意識調査では、ほとんどの世帯(265:1)がプロジェクト実施に賛成の意向を示している。

#### b. 自然環境

イパカライ湖周辺は自然資源保護区がある。バイパス計画がこの湿地帯の一部を通過するため、湿地帯に対する影響を最小限にとどめる排水計画等の検討が必要である。

### 7.2 経済評価

工事費73.6百万ドル、用地費などの補償費8.4百万ドルで事業費合計は82百万ドルとなった。

緊急整備プロジェクトを除くEIRRは25%、B/Cは2.3倍で経済的に妥当である。個別プロジェクトではコロネル・オビエドの登坂車線設置とコロネル・オビエドのフライオーバーのEIRR値が低い。しかし、道路は規格を統一する上で一括した整備が必要である。

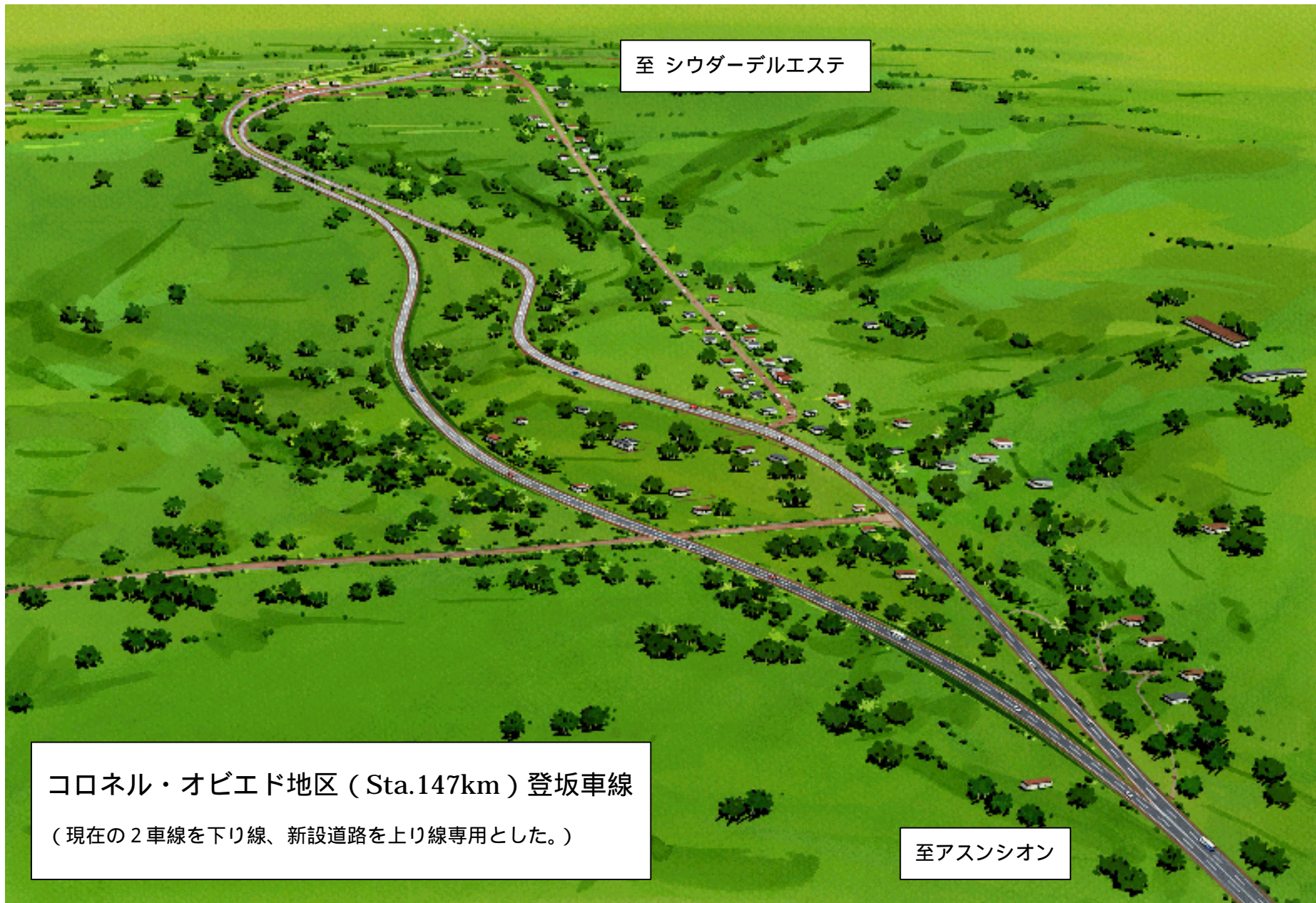
表 7.1 経済評価表

	経済的内部収益率	純現在価値(百万ガラニー)	費用 - 便益比
事業全体	25%	87,069	2.3
バイパス	28%	73,585	2.5
登坂車線 (コロネル・オビエド)	20% (8%)	14,137 (-2,835)	1.8 (0.7)
フライオーバー	9%	-652	0.8

### 7.3 財務評価

現在の料金徴収方法(乗用車5000Gs、バス10,000Gs、トラック15,000Gs)で実施した場合の財務分析を行なった。前提条件として費用は、用地費・補償費を除き、緊急整備プロジェクトを含んでいる。FIRRは15%であった。また、料金を国道7号線エステ市近郊で行われている料金設定にした場合(乗用車6000Gs、バス12,000Gs、トラック18,000Gs)、FIRRは20%に上昇した。

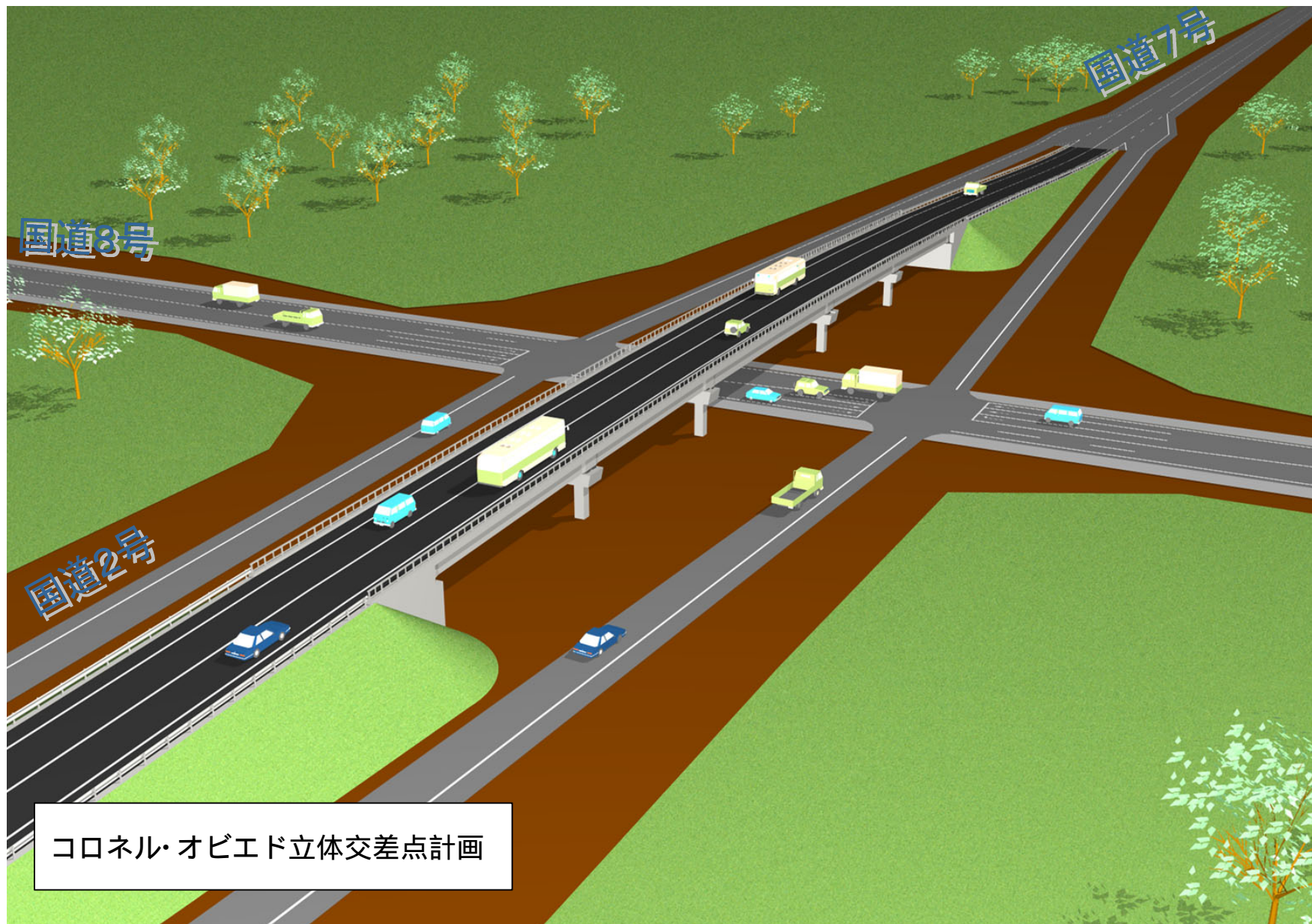
このプロジェクトを民間投資資金で実施した場合を想定した。現況の市中銀行からのガラニーの借入金利は現在22% - 24%である。年間のインフレ率が5%であることを考慮すれば実質金利は17% - 19%と推定される。このため、現在の徴収料金は民間にとって魅力的でない。



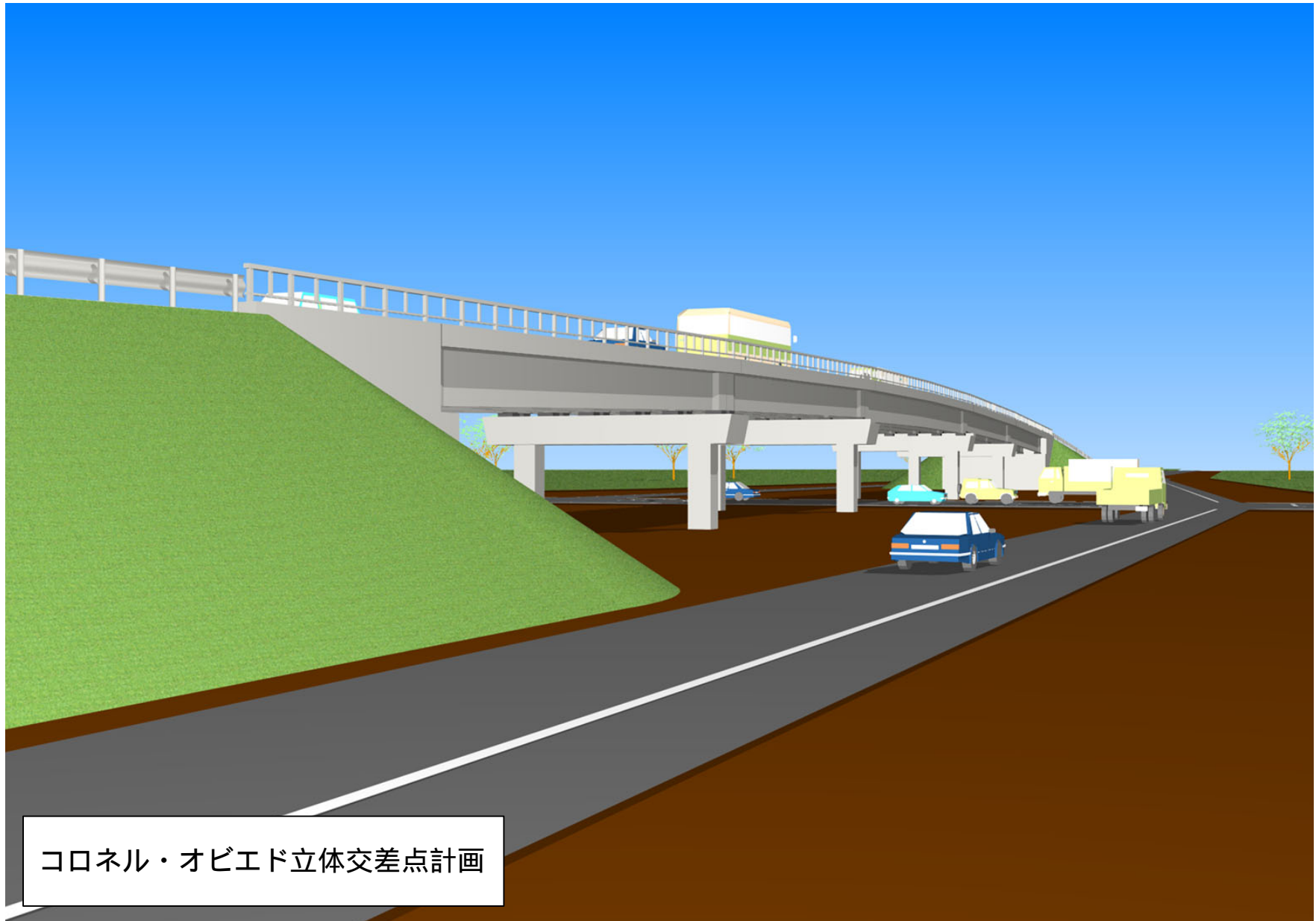
至 シウダーデルエステ

コロネル・オビエド地区 (Sta.147km) 登坂車線  
(現在の2車線を下り線、新設道路を上り線専用とした。)

至アスンシオン



コロネル・オビエド立体交差点計画



コロネル・オビエド立体交差点計画

## 目次

### 調査の背景

1 .	序論 .....	S-1
2 .	地勢・地形 .....	S-3
3 .	社会経済フレーム .....	S-4
4 .	対象路線周辺の土地利用 .....	S-6
5 .	対象道路沿道に位置する各地方の開発計画の現状 .....	S-8
6 .	現況交通の特性 .....	S-12
7 .	将来道路網 .....	S-14
8 .	初期環境影響調査 .....	S-15
9 .	将来交通量 .....	S-17

### 概略設計

10 .	道路設計規準 .....	S-19
11 .	提案したプロジェクト概要 .....	S-21

### 評価

12 .	事業費 .....	S-29
13 .	環境影響評価 .....	S-31
14 .	経済評価と財務分析 .....	S-33
15 .	提 言 .....	S-35

## 図表目次

表	3.1	輸出力の推計	S-5
表	3.2	パラグアイ国における将来の自動車登録台数	S-5
表	4.1	沿道3県の開発条件	S-6
表	6.1	都市部と郊外部の交通量比	S-12
表	6.2	現況道路交通特性	S-13
表	6.3	現況交差点交通特性	S-13
表	6.4	主要国道における年間交通事故数	S-13
表	8.1	環境項目	S-15
表	9.1	OD交通量の増加率	S-17
表	9.2	将来日交通量	S-17
表	9.3	乗用車換算日交通量(PCU)	S-17
表	10.1	設計規準	S-19
表	11.1	ミニバイパスの建設	S-21
表	11.2	イパカライ路線比較表	S-21
表	11.3	カアクペ路線比較表	S-22
表	11.4	イタクルビ路線比較表	S-23
表	11.5	サンホセ路線比較表	S-24
表	11.6	登坂車線の位置	S-24
表	11.7	加速車線長	S-25
表	11.8	計画橋梁の形式	S-28
表	12.1	事業費	S-29
表	12.2	実施工程	S-30
表	13.1	調査内容	S-31
表	14.1	経済評価の結果	S-33
表	14.2	事故費用軽減便益を考慮した評価結果	S-33
表	14.3	交通量が10%減少した際の評価結果	S-34
表	14.4	財務分析に適用した料金表	S-34
図	1.1	調査組織図	S-2
図	1.2	調査対象位置図	S-2
図	2.1	東部地方年間降雨、気温分布	S-3
図	3.1	パラグアイ国の人口将来予測	S-4
図	3.2	パラグアイ国のGDP推移	S-4
図	4.1	土地利用現況	S-7
図	5.1	イパカライ市将来土地利用区分	S-8
図	5.2	カアクペ市都市開発エリア	S-9
図	5.3	イタクルビ市開発計画位置図	S-10
図	5.4	サンホセ市車両重量観測所位置図	S-11
図	5.5	コロネルオビエド市アクセス道路計画図	S-11
図	5.6	カアグアス市バスターミナルの位置位置図	S-11
図	6.1	現況日平均交通量	S-12
図	7.1	将来道路網図	S-14
図	9.1	2010年将来交通需要予測	S-18
図	10.1	標準横断図	S-20
図	11.1	イパカライミニバイパス	S-21
図	11.2	カアクペミニバイパス	S-22
図	11.3	イタクルビミニバイパス	S-23
図	11.4	サンホセミニバイパス	S-24
図	11.5	コロネルオビエド地区(Sta. 147km)登坂車線	S-25
図	11.6	登坂車線の標準横断図	S-25
図	11.7	登坂車線	S-26
図	11.8	コロネルオビエド立体交差点計画	S-26
図	11.9	サンロレンソ、カビアタ、イタグア平面交差点改良	S-27
図	11.10	カアグアス平面交差点改良	S-27
図	11.11	曲線部安全施設の設置	S-28
図	11.12	橋梁アクセス部への車線誘導施設設置	S-28



## 1 . 序論

### 1 ) 調査の背景・経緯

調査対象路線である国道2号・7号線(全長: 320 km)は首都アスンシオン(人口: 約45.5万人)と第二の都市であるエステ(人口: 約6.2万人)を結ぶ主要幹線道路であるとともに、パラグアイを東西に横断してブラジル、アルゼンチンへ通じる大西洋と太平洋とを結ぶ連絡する位置にある。また、パラグアイ国において最も交通量が多い路線であり、1993年にJICAが実施した「総合交通計画調査」においても同国の大動脈として位置付けられている。

パラグアイ国は1995年1月のメルコスール(南米共同市場)の発足により近隣諸国との物流が一層活発化してきている。近年における輸出貿易量はトンベースで10%の割合で増加しており、自動車台数も2010年で1998年の1.77倍、2020年では2.62倍に増加することが予測されている。また、「パ」国の国内貨物輸送の8割が道路交通に依存しており、道路整備は国内産業の育成および貿易の振興を図る上で極めて重要である。

これに対し、現在の国道2号・7号線は大部分が往復2車線の道路で日交通量が8000台/日近くあり、交差点部での左折車線や登坂車線が未整備であることから、今後一層の増加が予測される交通量を適切に処理することが困難になると予測される。

かかる背景の下、公共事業・通信省道路局はパラグアイ国政府を通じ、国道2号・7号の円滑な交通確保のための改良計画についてフィージビリティ調査に関わる協力をわが国に対して要請したものである。

### 2 ) 調査の目的

本調査の目的は以下の2点である。

- 計画目標2010年までの国道2号・7号線改良計画のフィージビリティ調査
- 「パ」国側カウンターパートへのフィージビリティ調査を通じた技術移転

### 3 ) 調査対象地域

調査範囲は国道2号線14km地点(サンロレンソ)から国道7号線183km地点(カアグアス)までの延長約169km区間である。

### 4 ) 調査体制

本プロジェクトのJICA調査団は10名の専門家から構成される。また、JICAは調査の監理および技術的助言を齊藤廣見氏を団長とする作業監理委員会に委嘱した。パラグアイ側は公共事業省(MOPC)で構成されるカウンターパートチームを結成し、本調査の協力体制が形成された。二つのチームは合同で調査に当たり、主要議題など十分な協議が必要な事柄は関係する機関とテクニカルワーキンググループを設置した。調査を円滑に遂行するため、関連する機関の代表者から成るステアリングコミティを組織した。また、調査団は定例ワークショップを開催しF/S調査を通じ技術の移転に努めた。

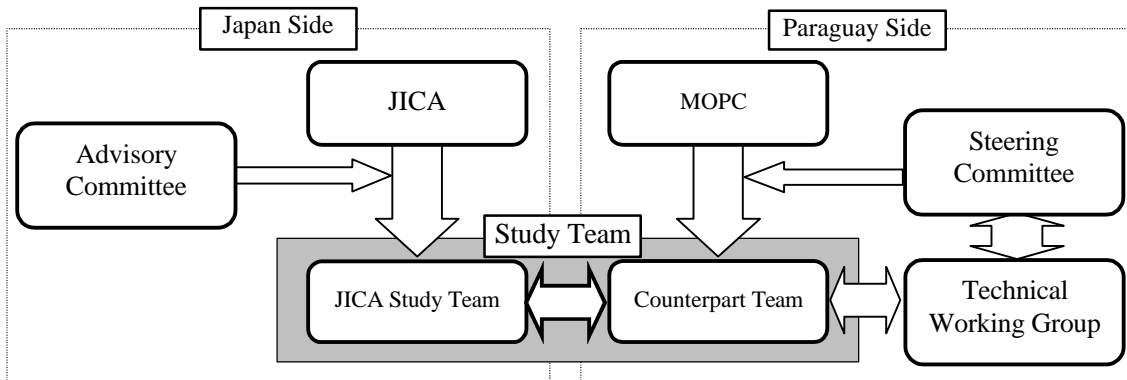


図 1.1 調査組織図



図 1.2 調査対象位置図

## 2 . 地勢・地形

### 1 ) 地勢

パラグアイ共和国はブラジル、アルゼンチン、ボリビアに国境を接し、面積 406,750km<sup>2</sup>、人口 508 万人 (1997 年) を有する。国土の中央を流れるパラグアイ川を挟んで西部地方と東部地方に区分できる。

西部地方は全国の 61% (247 千 km<sup>2</sup>) を占める面積があるが人口は 2%のみで、98%に当たる人口は東部地方に住居する。

東部地方は西側をパラグアイ川、東側をパラナ川に囲まれている。対象道路は東部地方を東西方向に走る。この間の地形は比較的平坦で、標高 600m を越えないならかな丘陵地である。

### 2 ) 気候

対象道路沿線の気候は亜熱帯であり、冬季 7 月でも平均気温は 22 度と高く、夏季 12 月から 2 月は平均気温 35 度を越える。降雨量は年間を通じて変化が少ない。年間降雨量は東部のエステ市で 1,800mm、西部にいくほど少なくなりアスンシオンでは 1,400mm である。

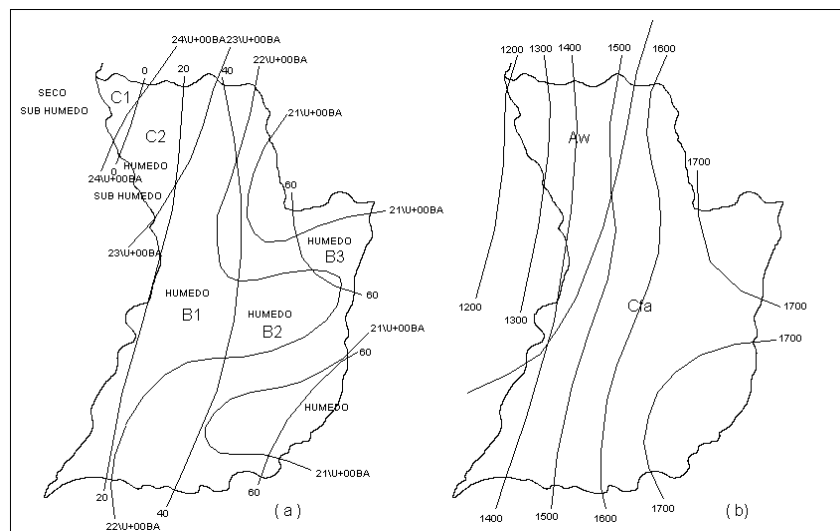


図 2.1 東部地方年間降雨、気温分布

### 3 ) 地質

パラグアイ川東部の基本的地質は古生代石炭紀の玄武岩、砂岩、石灰岩、花崗岩およびジュラ紀、三畳紀層である。土質は、玄武岩をもととするロシアの土 (Tierra Rusia) と呼ばれる赤色の肥沃な土であり、パラナ川に沿って分布する。この地帯が「パ」国の農業生産の 80% を占める。

### 3 . 社会経済フレーム

#### 1 ) 人口

パラグアイ国の人口は1992年から1997年にかけて445万人から508万人と年率平均2.7%で増加した。「パ」国の人口将来予測は2010年まで年率2.5%で伸び698万人、2020年までは2.0%で増加し857万人と1997年の1.69倍が予測される。

一方、15歳から65歳の就労可能人口は1997年より2.9%の伸びが予測され、2020年には1997年(284万人)の1.92倍の534万人が予測される。

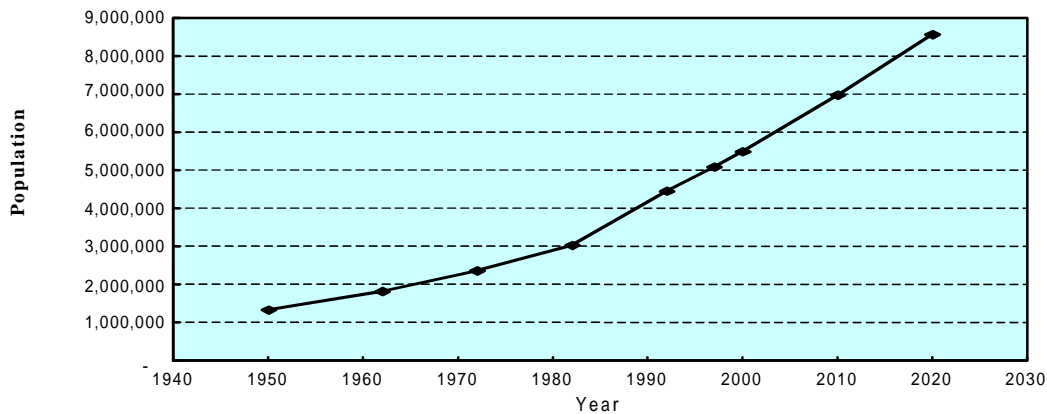


図 3.1 パラグアイ国の人口将来予測

#### 2 ) GDP

1982年からのGDPを82年の固定価格で見ると1997年までほぼ直線に年率3.5%で伸びている。就労者一人当たりの生産性の伸びを0.6%と期待するとGDPは2010年で1,805,000百万ガラニー、2020年には1997年の2.23倍の2,547,000百万ガラニーになると予測される。

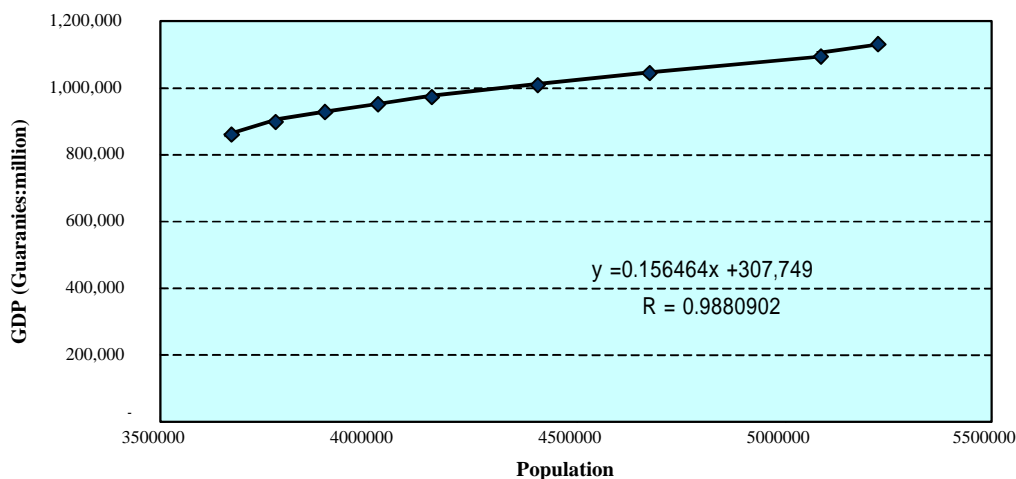


図 3.2 パラグアイ国のGDP推移

### 3) 産業

パラグアイの主要産業は農業であり、主要生産品は綿花、大豆、マンジョカ、サトウキビ、トウモロコシ、小麦、の6品目である。綿花の価格は低下傾向にあるが総生産量トンベースで1991年で774万トン、1997年で1,021万トンと年率4.1%で伸びている。これら農産品別に2010年、2020年までをトレンドで算定した。この結果、2020年まで平均2.3%で伸び2010年で1997年の1.34倍の1,371万トン、2020年に1.67倍の1,709万トンを予測している。

### 4) 輸出・輸入

#### a. 輸出

綿花の輸出は減少傾向にあるが、穀物の輸出は急激に増大している。トンベースで総輸出量は1993年より1997年までの間は約10%の割合で増大している。最近7年間の輸出実績を適応するとトンベースで2010年で1998年の1.98倍の752万トン、2020年で2.77倍の1,052万トンが予測される。

表 3.1 輸出量の推計

(単位：トン)		
年	輸出量	備考
1998	3,802,705	(実績値)
1999	4,226,151	
2010	7,521,070	1998年の1.98倍
2020	10,516,450	1998年の2.77倍

#### b. 輸入量

2010年でトンベースで1997年の1.36倍の349万トン、2020年で1.64倍の420万トンを予測している。

#### c. アスンシオンとエステにおける輸出・輸入の取扱量

アスンシオンとエステの輸出・輸入量の国全体に占める割合をこれまでのトレンドで推計すると両市の取扱量は輸出が2010年には624万トン、2020年には915万トン、輸入が2010年には293万トン、2020年で354万トンとなる。

### 5) 自動車保有

過去10年間の自動車登録台数は人口とGDPと高い相関を示しており、その伸び率は年率8.7%で増大している。将来の人口とGDPを相関させると2010年で現在1998年(40万台)の1.77倍の70万台、2020年で2.62倍の1.03万台が予測される。また、2020年の自動車保有台数は国民1,000人当たり121台となり、この水準は1999年のアスンシオン首都圏とセントラル県(central department)の1999年の保有水準に等しい。

表 3.2 パラグアイ国における将来の自動車登録台数

年	2010年	2020年
Car and utility car	619,000 veh.	912,000 veh.
Truck	60,000	87,000
Bus	22,000	35,000
Total	701,000	1,034,000
Growth rate to 1998	1.77 times	2.62 times
Car ownership (per 1000 habitants)	100	121

#### 4 . 対象路線周辺の土地利用

将来の沿道土地利用は既存道路沿いに拡大する。また、農業用地は耕作地が拡大し、機械化農業が進展する。

表 4.1 沿道3県の開発条件

	セントラル県	コルディジェーラ県	カアグアス県
沿道都市	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Lorenzo</li> <li>• Capiata</li> <li>• Itagua</li> <li>• Ypacarai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caacupe</li> <li>• Eusebio Ayala</li> <li>• Itacurubí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Jose</li> <li>• Cnel. Oviedo</li> <li>• Caaguazu</li> </ul>
面積	258,200 ha	494,800 ha	1,147,400 ha
人口	1,174,212	215,663	442,161
県の首都	Asuncion	Caacupé	Cnel. Oviedo
気候	年間平均気温 : 22.5° C 年間降雨量 : 1,400 mm	年間平均気温 : 22.5° C 年間降雨量 : 1,400 ~ 1,500 mm	年間平均気温 : 22° C 年間降雨量 : 1,600 mm
河川流域	Paraguay 川	Paraguay 川	Paraguay 川 Parana 川
土地利用	森林: 5,431 ha ( 2% ) 農地: 122,056 ha ( 47% ) 牧草地: 116,088 ha ( 45% ) -高密度 24% -低密度 76%	森林: 25,999 ha ( 5% ) 農地: 213,867 ha ( 43% ) 牧草地: 252,526 ha ( 51% ) - 高密度 48% - 低密度 52%	森林: 234,461 ha ( 20% ) 農地: 698,410 ha ( 61% ) 牧草地: 182,037 ha ( 16% ) -高密度 51% -低密度 49%

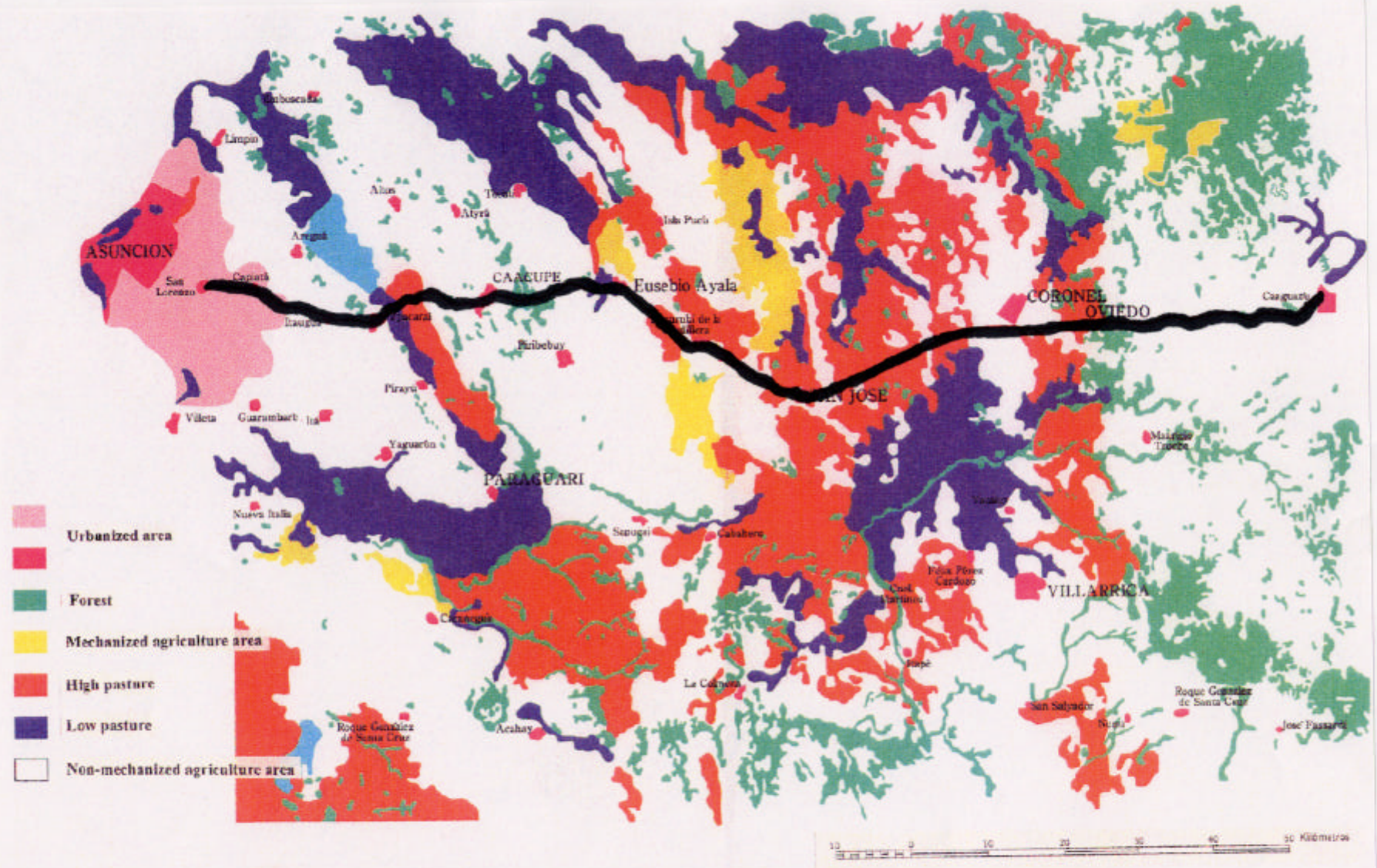


図 4.1 土地利用現況

## 5 . 対象道路沿道に位置する各地方の開発計画の現状

### 1 ) イパカライ

イパカライはアスンシオンへの通勤圏内であり、都市化の進展が著しい。イパカライ湖および周辺丘陵地の観光拠点となっている。新都市計画は北部イパカライ湖湿原地帯を避け、東側に計画されている。また、北東部イパカライ湖側は自然保護区に隣接している。この地域は河川の氾濫源になっている。

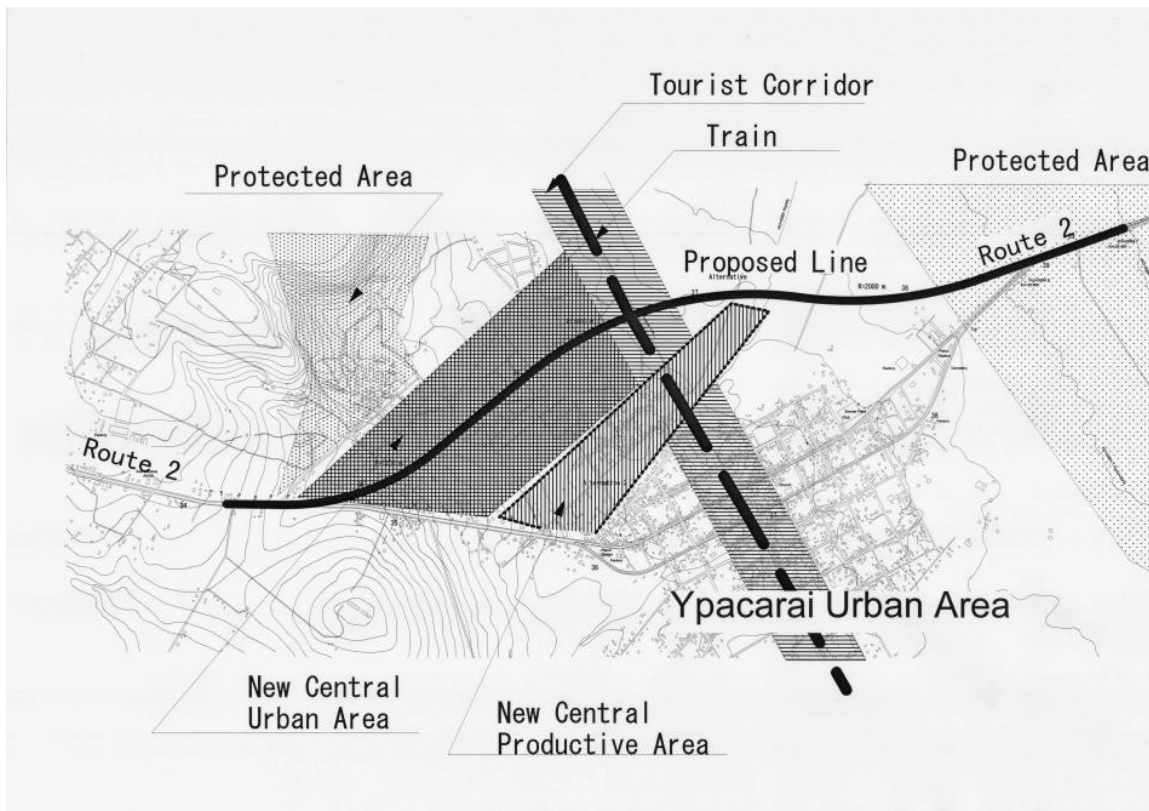


図 5.1 イパカライ市将来土地利用区分



## 2) カアクペ

現在のカアクペ市の人口は1万2千人であるが、将来計画として8万人を越える規模を想定している。下図に示す太線は現在の6km<sup>2</sup>の6倍の36km<sup>2</sup>とした開発エリアを示している。しかしながら、具体的な開発方針は決まっていない。

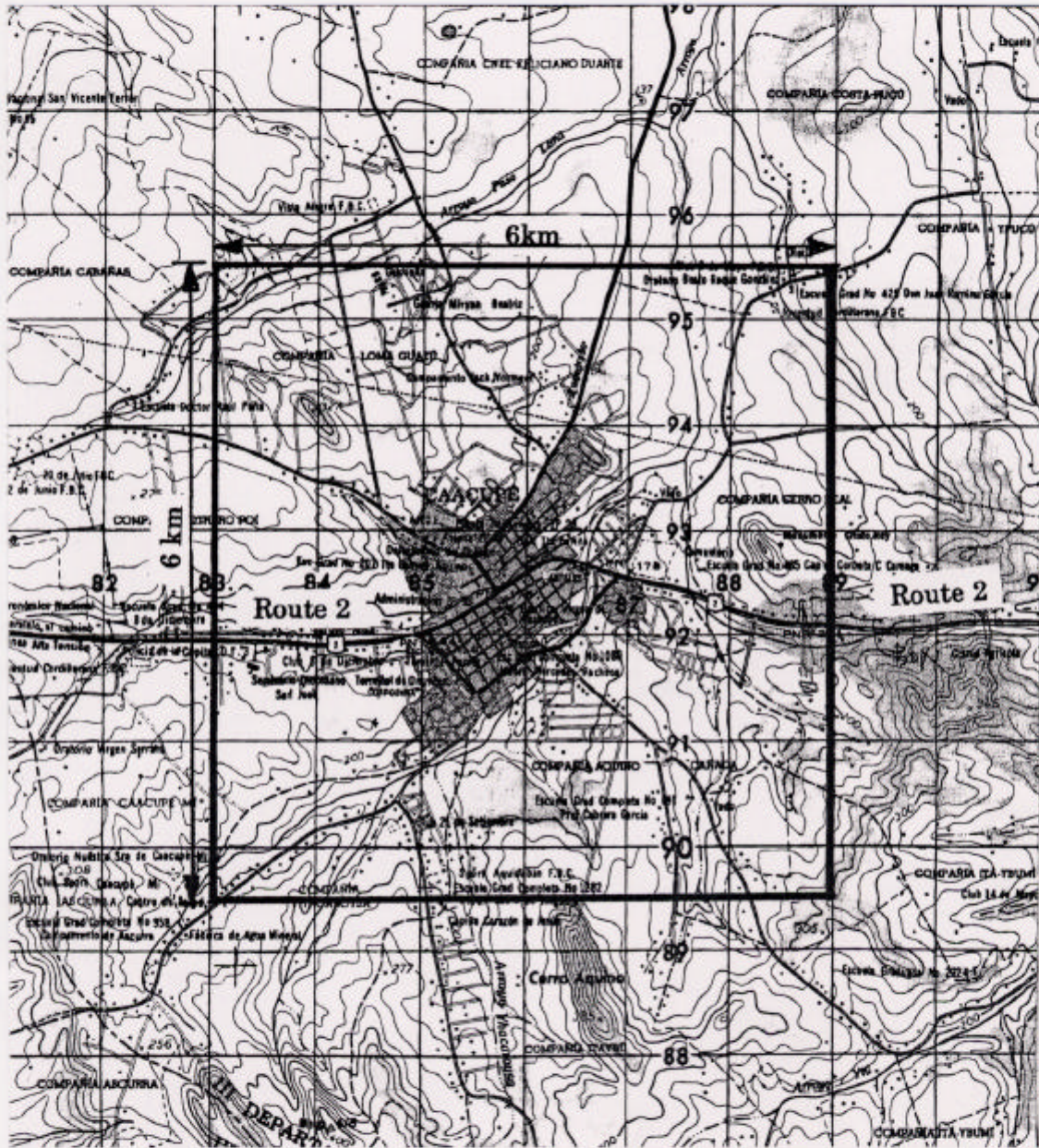


図 5.2 カアクペ市都市開発エリア

### 3) イタクルピ

人口8千人の町であるが市の北側にウアチ川が流れ、河川に沿ってレクリエーション施設が点在する。夏期には周辺都市から多くの市民が集まる。市は河川周辺の自然林を保護しながら観光開発に力を入れている。



図 5.3 イタクルピ市開発計画位置図

### 4) サンホセ

現在の国道2号線はサンホセの北部の湿地帯を避け市の南側に迂回する位置にある。都市開発においても湿地を避け、南部地域に進んでいる。市の西側にMOPCが建設している車両重量観測所がある。バイパス建設計画はこれを避けた位置とする必要がある。

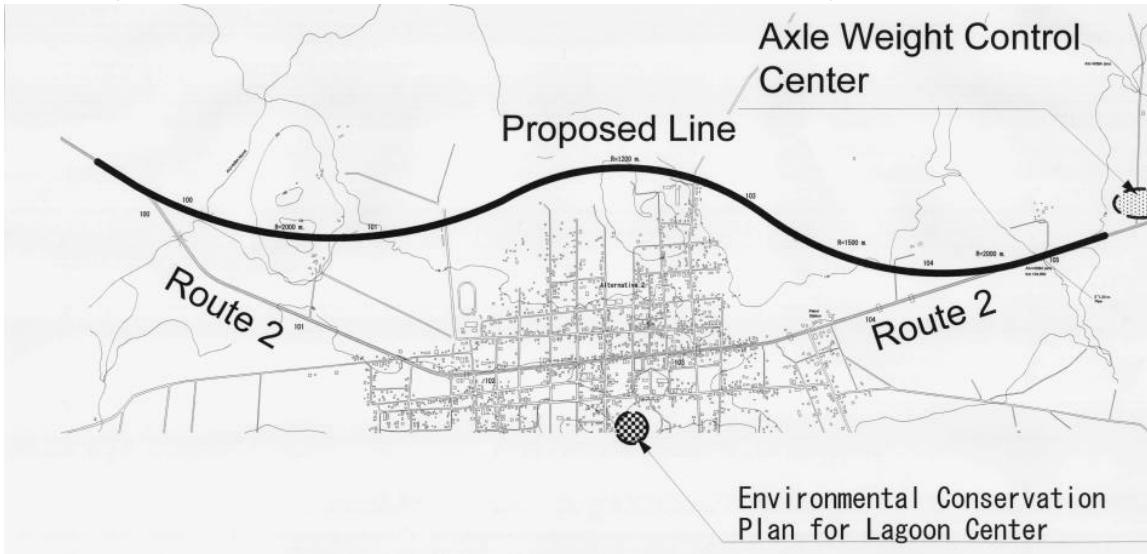


図 5.4 サンホセ市車両重量観測所位置図

### 5) コロネルオビエド

国道2号・7号線の北側が市の中心部となっている。中心市街地から国道2号・7号線とを結ぶ何本かの市街化道路の計画があるが、現在のコロネルオビエド交差点が市からの重要な結節点となる。このため、国道2号・7号線の幹線道路としての機能を重視することを目的とした交差点の立体化を提案する。

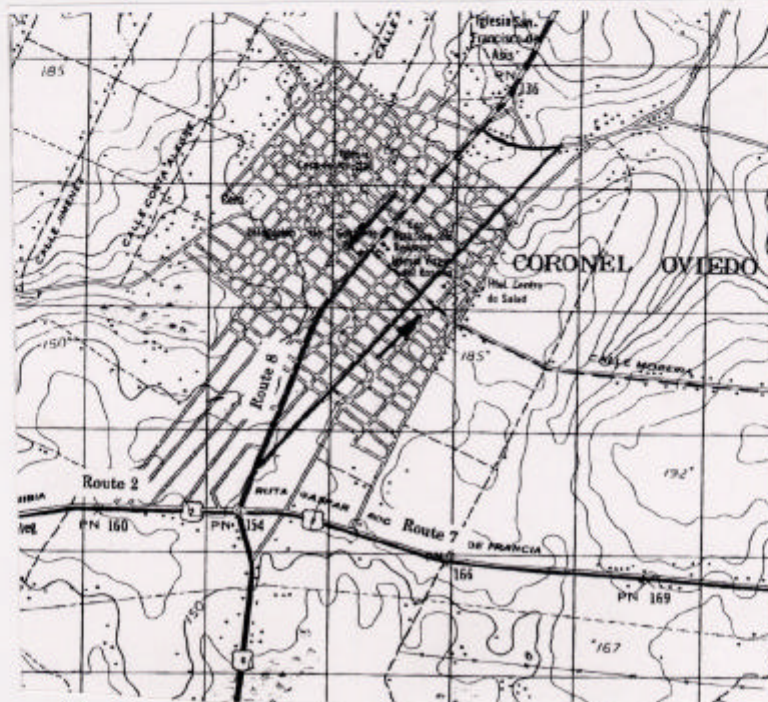


図 5.5 コロネルオビエド市アクセス道路計画図

### 6) カアグアス

国道7号線を挟んで両側に五番目状の都市開発が進められている。国道7号線の道路用地幅員は100mである。カアグアス市はこの道路用地を利用したバスターミナル計画がある。

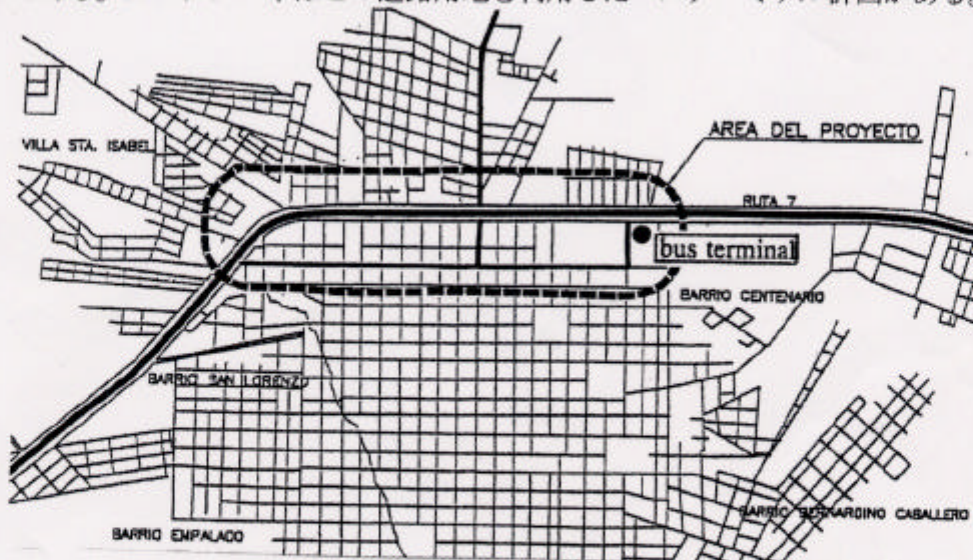


図 5.6 カアグアス市バスターミナルの位置位置図

## 6 . 現況交通の特性

### 1 ) 交通調査

現況交通を把握するため、国道2号・7号線上の交差点8ヶ所、都市間道路8カ所で断面交通量および方向別交通量を観測した。調査資料の整理分析を行なった結果、以下の項目が把握された。

- サンロレンソ・イパカライ間はアスンシオン市の拡大に伴う通勤交通が多く、日交通量は3万8千台/日であった。
- 市街地部の交差点交通量は都市間交通量より多い。これは域内交通が多いことを示しており、交差点交通量と都市間交通量比は1.2 - 1.75 倍であった。
- 都市間交通の特徴として、大型車混入率が30 - 58%高い。都市化の進展が著しいサンロレンソ — イパカライ間でも大型車混入率は30%を越えた。
- ピーク率は市街地部道路で6.0% - 7.7%、都市間道路で5.8 - 7.1%と小さく、道路は長距離幹線道路としての役割を示している。また、夜間交通量はトラックで、昼の交通量の90%に達する。

表 6.1 都市部と郊外部の交通量比

沿道市街地	比率
サンロレンソ	1.75
イタクルビ	1.21
コロネルオビエド	1.39
カアグアス	1.58

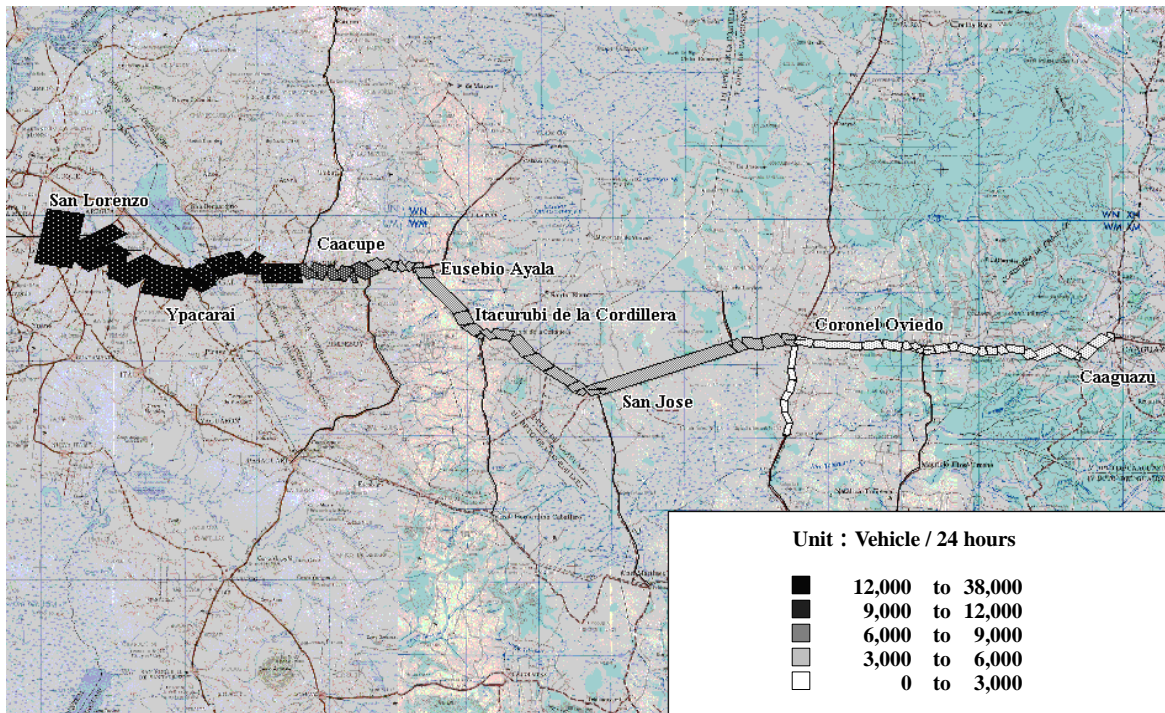


図 6.1 現況日平均交通量

表 6.2 現況道路交通特性

区 間	日 交 通 量 (Vehicles / Day)	トラック率 (%)	ピーク率 (%)	方 向 比
1 San Lorenzo – Capiatá Section	38,131	30.9	6.3	55/45
2 Capiatá – Itaguá Section	23,274	34.8	5.8	52/48
3 Ypacaraí – Caacupé Section	13,276	46.7	6.2	53/47
4 Eusebio Ayala – Itacurubí Section	10,279	48.1	5.8	56/44
5 Caacupé – Piribebuy Detour Section	7,086	49.6	5.9	53/47
6 San Jose – Cnel. Oviedo Section	8,271	50.9	6.6	61/39
7 Cnel. Oviedo – Caaguazú Section	5,638	57.9	6.7	52/48
8 Villarrica – Cnel. Oviedo Section	2,759	40.5	7.1	54/46

表 6.3 現況交差点交通特性

交 差 点	日 交 通 量 (Vehicles / Day)	トラック率 (%)	ピーク率 (%)
1 San Lorenzo-I/C de las Rutas 1 y 2	28,313	28.3	4.8
2 Capiata – Desvio aAregua	28,400	36.9	4.9
3 Ypacaraí – Desvio a San Bernardino	8,717	44.5	5.0
4 Caacupé – Desvio a Oiribebuy	10,268	49.5	6.0
5 Eusebio Ayala- Entrada la Ciudad	8,735	42.4	6.8
6 Itacurubi- Desvio aValenzuela	7,045	46.7	5.5
7 Cnel.Oviedo – Ruranda de la Ruta 7	14,391	35.2	5.4
8 Caaguazu – I/C dela Ruta a Yhu	10,879	43.7	5.6

## 2) 現況道路の特性

サンロレンソ - イパカライ間は上下線分離の4車線道路であるが、イパカライ市から東側は往復2車線道路である。イパカライ市、カアクペ市は市内街路を一方通行にして、片側2車線で運用している。登坂車線はイパカライ - カアクペの丘陵部2カ所、カアクペ - エウセビオアジャラの丘陵部に設置されている。また、国道2号・7号線上のほとんどの交差点は左折専用車線がない。

	道路用地幅員 (m)
サンロレンソ - イパカライ間	30.0
イパカライ - カアクペ間	30.0
カアクペ・イタクルビ・サンホセの市街地	20.0 - 16.0
カアクペ - コロネルオビエド間	50.0
コロネルオビエド - カアグアス間	100.0
車線は1車線あたり3.25m、路肩幅員は2.50m	

国道2号・7号線は他の国道と比較して交通事故が多く、本調査はこの点を重視して緊急整備箇所を選定して改良計画を提案した。表6.1は主要国道における年間交通事故数を示したものである。

表 6.4 主要国道における年間交通事故数

国道	延長 (km)	1995	/ km	1996	/ km
Route 1	370	509	1.37	506	1.37
Route 2	134	1,474	11.00	1,457	10.87
Route 3	452	29	0.06	50	0.11
Route 4	206	5	0.02	4	0.02
Route 5	215	22	0.10	25	0.12
Route 6	250	159	0.64	105	0.42
Route 7	193	254	1.32	419	2.17
Route 8	202	24	0.12	16	0.08
Route 9	776	67	0.09	66	0.08
Route10	396	13	0.03	34	0.09
Route11	88	-	-	-	-
Route12	162	6	0.04	-	-
Total	3,444	2,562	0.74	2,683	0.78

## 7. 将来道路網

### 1) 対象道路に競合する路線

- アスンシオンより北東方向に延びる国道3号線  
この道路の完成により東北部地方とアスンシオンの連絡の利便性は増大する。
- アスンシオンより本道路と1号線との放射道路であるパラグアリービジャリカ線  
この路線の完成により南東部地方のほぼ中央にあるビジャリカとアスンシオンの交通の利便性は向上する。

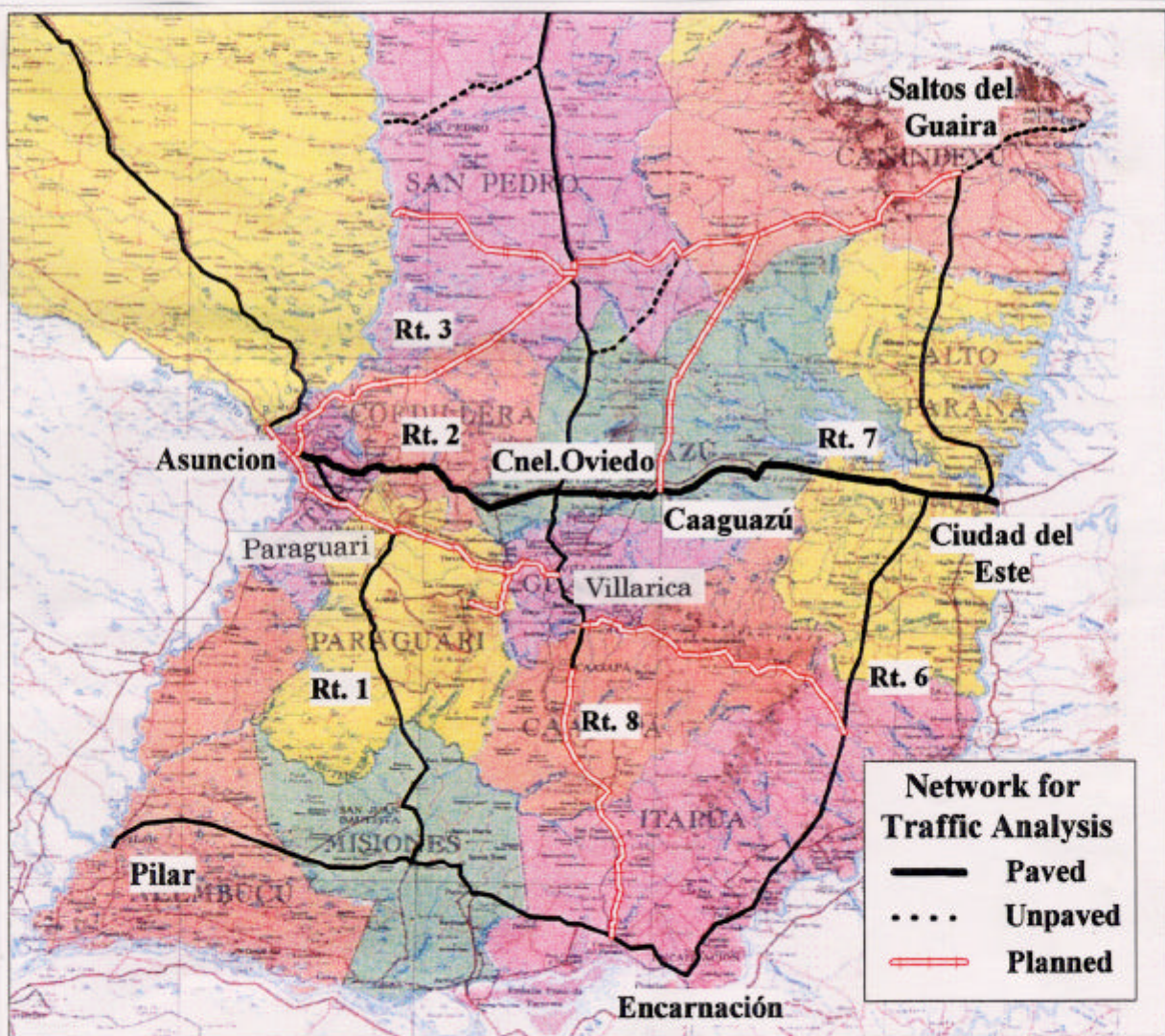


図 7.1 将来道路網図

## 8 . 初期環境影響調査

### 1 ) 環境項目

初期環境影響調査 (IEE) は調査対象地域の環境特性、パラグアイ国環境影響評価に関する法律第 294 号などから評価項目を選定した。評価項目の選定はパラグアイ国農牧省環境管理局 (DOA) 公共事業通信省 (MOPC) 環境対策局と JICA 調査団との間で十分な協議の上、表 8.1 の通り環境項目が決定された。

表 8.1 環境項目

1. 社会環境		
1.1 住民移転	1.4 地域分断	1.7 保健衛生
1.2 経済活動	1.5 文化遺跡・施設	1.8 廃棄物
1.3 交通・公共施設	1.6 水利権・入会権	1.9 災害 (リスク)
2. 自然環境		
2.1 地形・地質	2.4 水利状態	2.7 気象
2.2 土壌浸食	2.5 沿岸	2.8 風景
2.3 地下水	2.6 動植物	-
3. 公害		
3.1 大気汚染	3.3 土壌汚染	3.5 地盤沈下
3.2 水質汚染	3.4 騒音・振動	3.6 悪臭

### 2 ) 評価・分類

IEE の検討結果に基づき項目を表 8.1 に示した分類・評価法により評価・整理した。本改良事業の実施により、何らかのポジティブな影響が考えられる環境項目には、表 8.2 の備考欄に「 P 」のマークを記した。

### 3 ) 環境影響評価 (EIA) が必要な項目

環境影響評価が必要な項目「住民移転」、「大気汚染」と「騒音」である。表 8.2 で「 C 」と評価された環境項目は、バイパスおよび登坂車線設置工事対象地域における更なる調査が必要である。

表 8.2 IEE のまとめ

環境項目	評価	主な理由および対応等	備考	
社会環境	住民移転	B	バイパスの建設、現況国道の拡幅により住民移転が予測される。	
	経済活動	C	経済構造の変化や不動産価格の変動が予測される。	P
	交通・公共施設	C	バイパス建設の位置によっては宗教施設などの公共施設に影響があることが考えられる。	
	地域分断	C	調査対象地域には少数民族等のコミュニティは存在しない。しかしながら、バイパス建設予定地における行政区域や文化地区を明確にする必要がある。	
	文化施設・遺跡	C	幾つかの都市内に年代ものの建物やキリ教会等が現存している。	
	水利権・入会権	C	バイパス建設予定地決定の前に、関連権利の確認が必要。	
	保健衛生	D	雨水や下水用の道路側溝は衛生上の改善と蓋をすることが肝要。	
	廃棄物	D	バイパス、拡幅建設時における残土の適切な管理および処理が必要。	
	災害（リスク）	C	イパカライ湖流等幾つかの個所での洪水の可能性が予測される。	
自然環境	地形・地質	D	本バイパスおよび拡幅事業により大規模な掘削工事は実施されない。	
	土壤浸食	C	本バイパスおよび拡幅事業により、大規模な掘削工事は実施されない。しかしながら、建設個所によっては調査が必要。	
	地下水	D	本バイパスおよび拡幅事業により、大規模な掘削工事は実施されない。	
	水利状況	D	本バイパスおよび拡幅事業により、大規模な掘削工事は実施されない。	
	沿岸域	D	調査対象地域は海岸等の沿岸に接していない。	
	動植物	C	調査対象地域が属する Department では貴重種等が確認されている。バイパス、拡幅建設地における貴重種等が存在するかの確認が必要。国道沿いのイパカライ湖周辺等自然公園等への配慮が必要。	
	気象	D	本バイパスおよび拡幅事業により、大規模な建設工事や掘削は実施されない。	
景観	D	バイパス、拡幅は周囲の風景等に調和を持った設計、デザインとすることが肝要。	P	
公害	大気汚染	B	多かれ少なかれ改善事業後に交通量は増加する。	
	水質汚染	D	本改善事業による河川等水への直接の影響は考えられない。	
	土壤汚染	D	多かれ少なかれ改善事業後に交通量は増加する。	
	騒音・振動	B	多かれ少なかれ改善事業後に交通量は増加する。	
	地盤沈下	D	地下水に影響を与える掘削や工事は行われぬ。	
	悪臭	D	多かれ少なかれ改善事業後に交通量は増加する。	

Note:

- A : 重大な影響が予測される
- B : 若干の影響が予測される
- C : 影響の度合いが不明 (更なる調査が必要)
- D : 影響は予測されない

P : ポジティブな影響が予測される



## 9 . 将来交通量

既存のゾーン別人口、自動車保有率、農業生産量より集中発生モデルを作成した。さらに、各ゾーンの発生分散は現在のパターンより求めた。国道2号・7号線の特徴として輸出入貨物の影響が大きいため、将来の輸出増加による貨物の増大分を考慮してOD表を作成した。

表 9.1 OD交通量の増加率

Year	Item	P.Car	Bus	Truck	Total
1999	Vehicle/day	26,176	3,494	24,502	54,172
	(%) of 1999	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2010	Vehicle/day	46,123	6,242	44,965	97,330
	(%) of 1999	176.2%	178.6%	183.5%	179.7%
2020	Vehicle/day	55,376	7,485	54,625	117,486
	(%) of 1999	211.6%	214.2%	222.9%	216.9%

将来OD表を用いて最短時間法で対象路線へ配分して、各路線の交通量を推計した。

表 9.2 将来日交通量

	2010年	2020年
サンロレンソ - イパカライ	23,221	25,483
イパカライ - カアクペ	16,836	18,930
カアクペ - エウセピオアジャラ	17,765	20,907
エウセピオアジャラ - イタクルビ	17,021	20,045
イタクルビ - サンホセ	16,890	19,891
サンホセ - コロネルオビエド	16,892	19,888
コロネルオビエド - カアグアス	12,315	13,173

表9.3は上記表9.2で求めた将来交通量を乗用車換算したものである。さらに2010年での断面日交通量(PCU/日)と現況道路の交通容量との比を求め、2010年での交通混雑の度合いを照査した。

表 9.3 乗用車換算日交通量(PCU)

	現況交通容量(C)	推定交通量(V)	V/C
カピアタビルトアップエリア交差点	45,000台/日	47,000台/日	1.04
イタグアビルトアップエリア交差点	45,000	47,000	1.04
イパカライ市街地	32,000	42,220	1.31
カアクペ市街地	32,000	42,200	1.32
STA 68急勾配箇所	24,000	35,000	1.45
STA 80急勾配箇所	24,000	31,900	1.32
イタクルビ市街地	20,000	29,300	1.47
STA 92急勾配箇所	24,000	31,500	1.31
サンホセ市街地	20,000	30,600	1.50
STA 120急勾配箇所	24,000	34,100	1.42
コロネルオビエド交差点	25,000	31,400	1.25
STA 146、154、162、166急勾配箇所	24,000	27,600	1.15
カアグアス市街地交差点	25,000	27,900	1.16

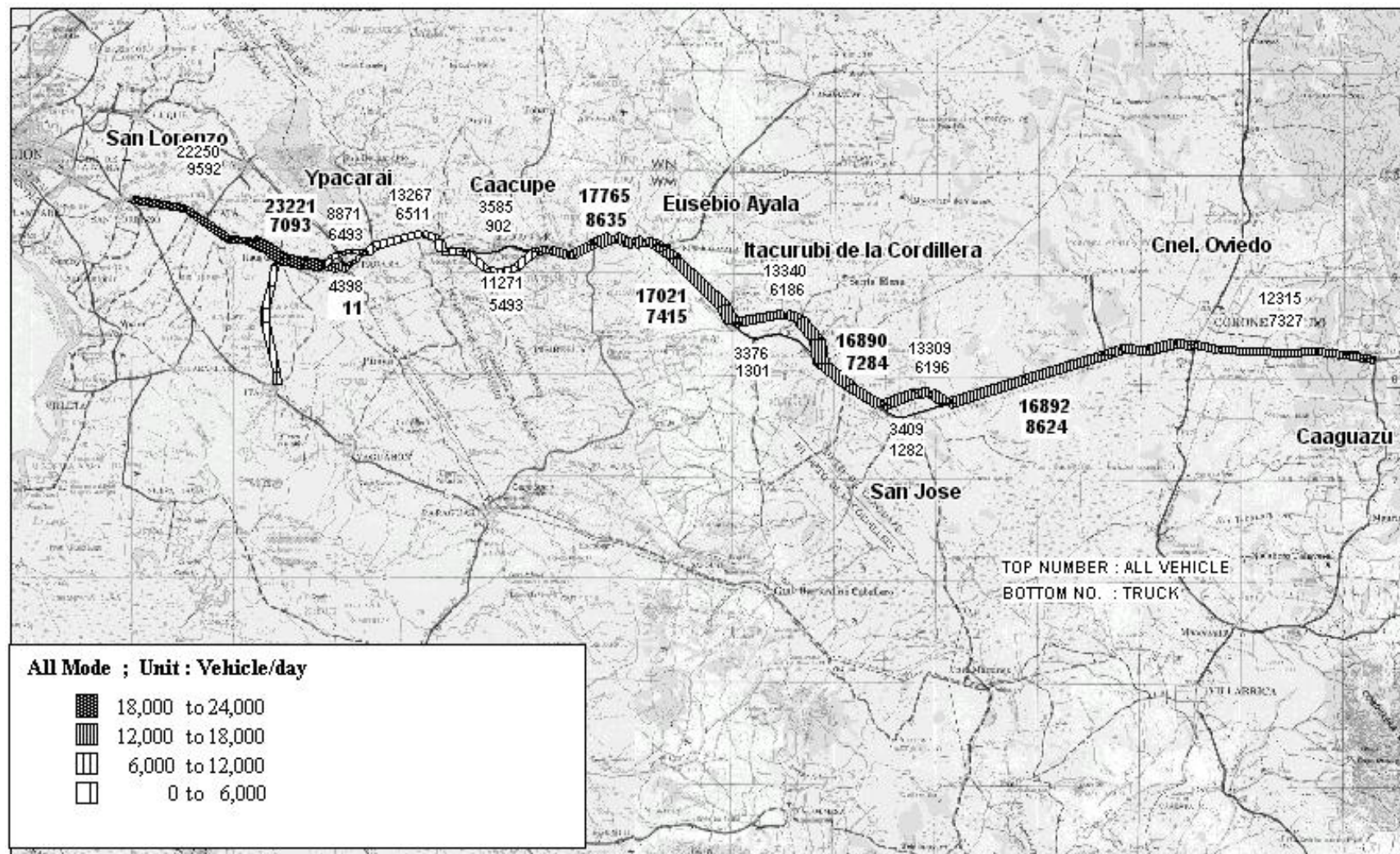


図 9.1 2010 年将来交通需要予測量

## 10 . 道路設計規準

### 1 ) 幾何構造設計規準

パラグアイ国には独自の幾何構造規準がなく、設計規準は各プロジェクトおよび主要幹線道路毎に決定される。本調査の設計規準は以下に示す道路機能を考慮して設定した。

- ア . 首都アスンシオンと第2の都市エステを接続する主要幹線道路である。
- イ . 多くの支線が国道2号・7号線に接続し、国道は周辺地域の開発軸となっている。
- ウ . 国道2号・7号線は西をブラジルに東をアルゼンチンに接続する重要な輸出回廊である。また、メルコスールに対応した国際道路としての役割を果たすことが期待されている。
- エ . 大型車交通量が多い。
- オ . 2020年の交通量において幹線道路は4車線に拡幅する必要がある。
- カ . 市街地部では良好な沿道環境を保護するため、沿道住民のために騒音と大気汚染を防護する施設が必要である。

上記の設計概念に基づき、本調査の設計規準はパラグアイ国で多くのプロジェクトで一般的に採用されている AASHTO の規準を用い、採用値は地方部における主要幹線道路規準に基づいて設計を行なった。

表 10.1 設計規準

地 形	平 地	起 伏 部	山 地 部
設計速度 (km/h)	60-80	60-80	50-60
車道幅員 (車線/m)	3.65 (12ft)	3.65	3.65
路肩幅員 (m)	2.5	2.5	2.5
道路用地幅 (m)	50.0	50.0	50.0
曲線半径 (m)	200-400	200-400	150-200
縦断勾配 (%)	3-4	3-4	4-6
視距 (m)	350-550	350-550	250-550

## 2) 横断構成

横断構成は幹線道路としての機能を発揮するため、以下の項目に留意した。

- ア． 大型貨物輸送に対応し、大型車両の高速性を維持できるものとする。
- イ． 2020年の整備目標である4車線化に対応する。
- ウ． 将来の沿道の市街化に対し、良好な住居環境を維持できるものとする。
- エ． 維持管理の合理化を考慮した横断構成とする。
- オ． 用地幅員はパラグアイ国幹線道路規準 50m を採用した。

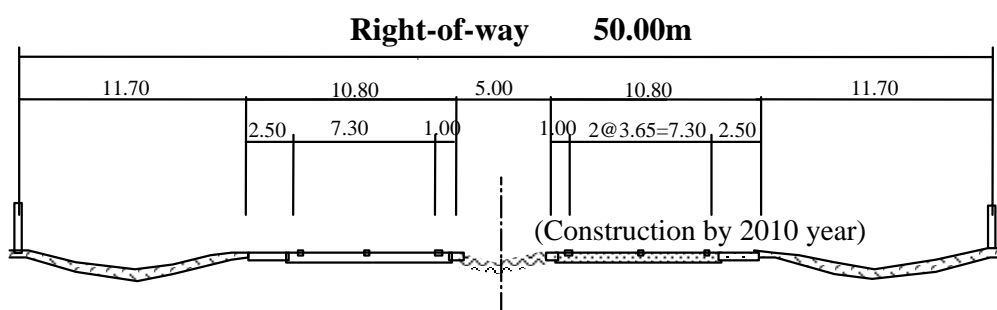


図 10.1 標準横断図

## 1.1. 提案したプロジェクト概要

### 1) ミニバイパスの建設

幹線道路がイパカライ、カアクペ、イタクルビ、サンホセ市の各街地部を通過する。この市街地部は通常の国道2号・7号線の道路幅員よりも狭く、沿道民家の軒先を大型車両が通過している状況にある。また、高速車両と沿道からの低速車両との混在化による接触事故が多発している。計画は交通モードを分離する必要がある、市街地部を避けた市の外環を通るバイパス計画を提案した。

表 1.1.1 ミニバイパスの建設

位置	整備内容	整備延長(m)
イパカライ	4車線道路	5,175
カアクペ	4車線道路	7,000
イタクルビ	2車線道路(将来4車線)	6,120
サンホセ	2車線道路(将来4車線)	5,420

#### a. イパカライ・バイパス

選定路線は住居地域を避けイパカライ湖に出来るだけ影響のない範囲で路線計画を行なった。

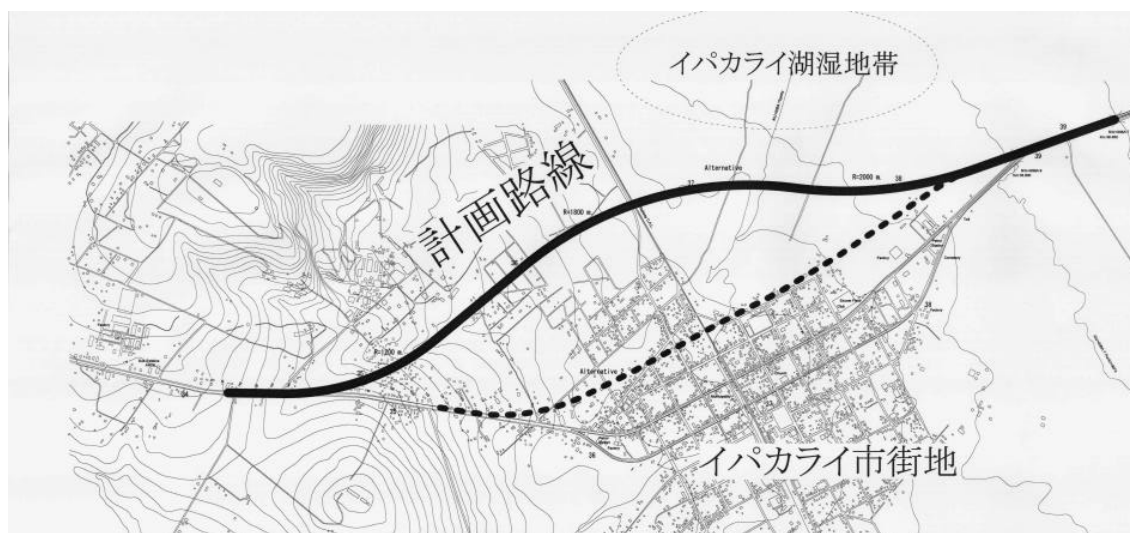


図 1.1.1 イパカライミニバイパス

表 1.1.2 イパカライ路線比較表

項目	比較路線		
	ルート1	ルート2	現況道路
道路延長	3.5km	4.6km	—
1. 技術評価			
地形	良	良	悪い
アクセス道路	普通	普通	悪い
建設難易度	普通	普通	普通
建設費	普通	普通	高い
2. 開発評価			
都市計画	普通	良	悪い
3. 環境評価			
自然環境	普通	普通	普通
社会環境	良	良	悪い
家屋数	45	33	—
土地取得面積	15ha	17ha	—
総合評価			

b. カアクペ・バイパス

選定路線は既存街路北側の市街化計画を避け選定された。

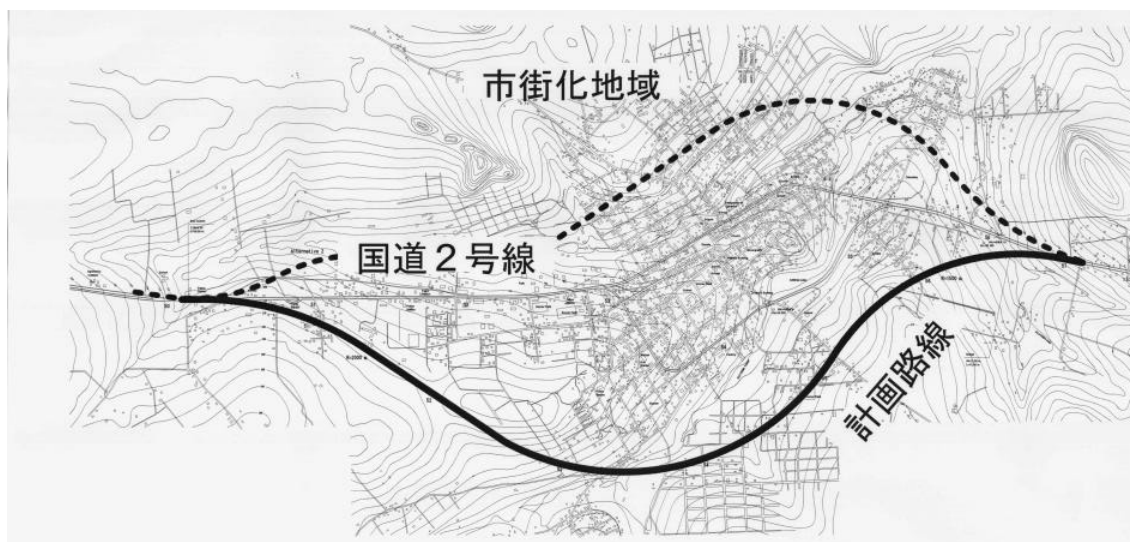


図 1 1.2 カアクペミニバイパス

表 1 1.3 カアクペ路線比較表

項 目	比較路線		
	ルート1	ルート2	現況道路
道路延長	7.2km	7.0km	—
1. 技術評価			
地形	普通	良	悪い
アクセス道路	普通	普通	悪い
建設難易度	普通	普通	普通
建設費	普通	普通	高い
2. 開発評価			
都市計画	良	普通	悪い
3. 環境評価			
自然環境	普通	普通	普通
社会環境	良	普通	悪い
家屋数	66	80	—
土地取得面積	普通	難しい	—
総合評価			

c. イタクルビ・バイパス

選定路線は既存道路北側のレクリエーション施設を避け、南側住居地域を迂回した。



図 1 1.3 イタクルビミニバイパス

表 1 1.4 イタクルビ路線比較表

項 目	比較路線		
	ルート1	ルート2	現況道路
道路延長	5.5km	6.0km	—
1. 技術評価			
地形	良	良	悪い
アクセス道路	普通	普通	悪い
建設難易度	普通	普通	普通
建設費	高い	普通	高い
2. 開発評価			
都市計画	悪い	良	悪い
3. 環境評価			
自然環境	悪い	普通	普通
社会環境	普通	普通	悪い
家屋数	15	20	—
土地取得面積	難しい	普通	—
総合評価			

d. サンホセ・バイパス

選定路線は住居地域を避け、既存道路をショートカットする北側とした。また、バイパス建設計画は市の西側にある MOPC 重量観測所の手前までとした。



図 1 1.4 サンホセミニバイパス

表 1 1.5 サンホセ路線比較表

項目	比較路線		
	Route 1	Route 2	現況道路
道路延長	4.1km	5.2km	—
1. 技術評価			
地形	良	良	悪い
アクセス道路	普通	普通	悪い
建設難易度	普通	普通	普通
建設費	普通	普通	悪い
2. 開発評価			
都市計画	普通	良	悪い
3. 環境評価			
自然環境	普通	普通	普通
社会環境	普通	普通	悪い
家屋数	15	2	—
土地取得面積	普通	普通	—
総合評価			

2) 登坂車線の設置

道路勾配 3% 以上、道路延長 500m 以上の登坂部では、過積載された大型車両による速度低下が交通量容量の低下をもたらし、また、この区間での一般車両による無理な追い越しが交通事故を起因している。計画は AASHTO 設計規準を基に道路勾配 3% 以上、延長 500m 以上の区間に登坂車線の設置を提案した。

表 1 1.6 登坂車線の位置

位置	整備内容	整備延長
STA68 付近	現在の登坂車線を延長する	450
STA79 付近	アスンシオン方向	1,000
STA91-93	カアグアス方向とアスンシオン方向	1,400
STA119-123	カアグアス方向とアスンシオン方向	1,900
STA146-150	既存道路を上り線とし下り線を新設	3,985
STA154	アスンシオン方向	1,000
STA162	カアグアス方向	1,600
SAT166	カアグアス方向	2,000



コロネル・オビエド地区 (Sta. 147km) においては現在の2車線道路を下り線とし、新設道路を上り線専用とした。

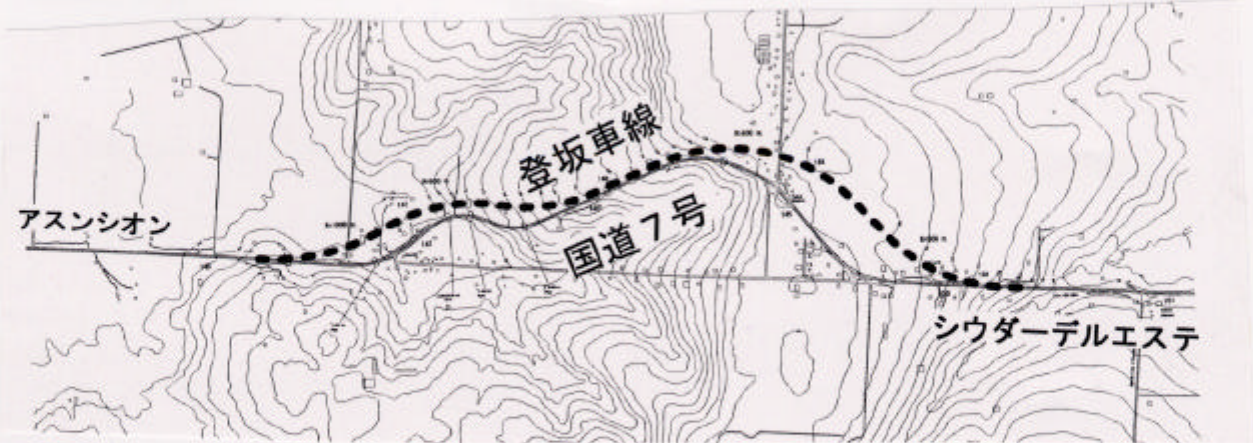


図 1 1.5 コロネルオビエド地区 (Sta. 147km) 登坂車線

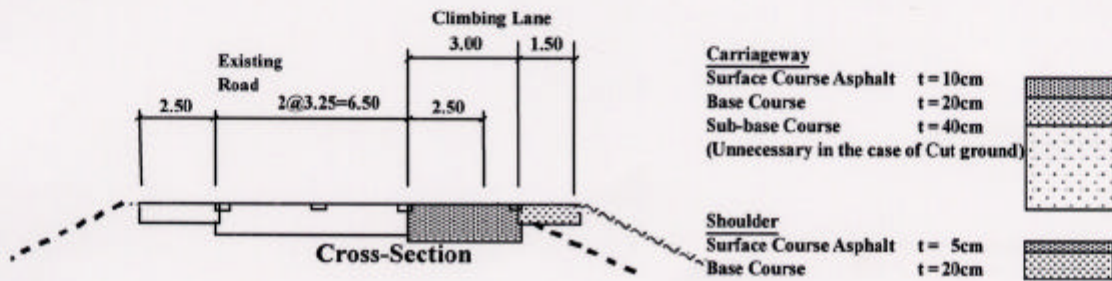
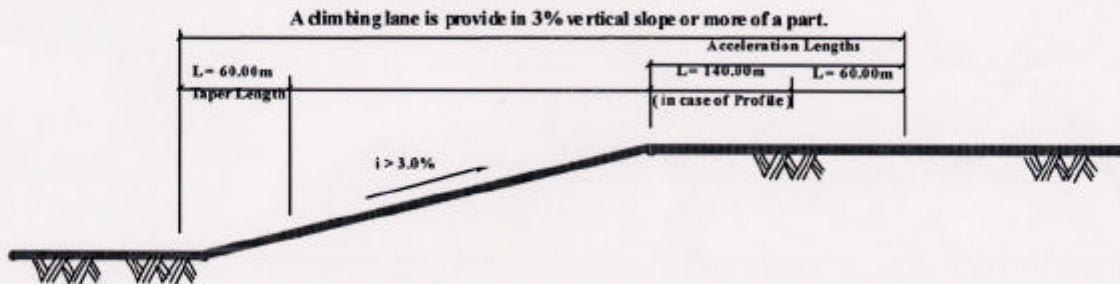


図 1 1.6 登坂車線の標準横断図

表 1 1.7 加速車線長

Profile (%)	-0.5	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Acceleration Length (m)	150	200	250	300	350	400



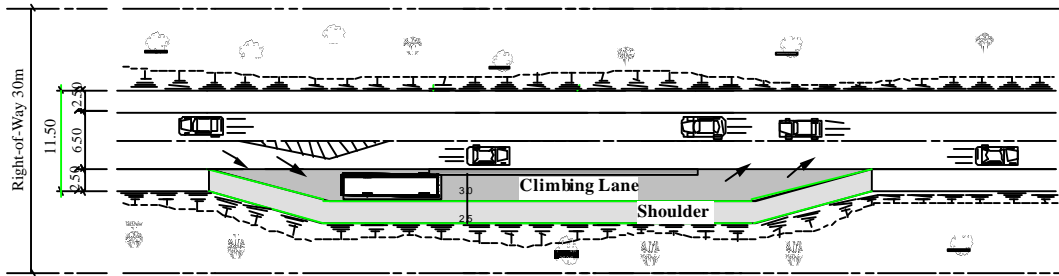


図 1 1.7 登坂車線

### 3) 交差点の立体化の建設

交通事故の多発地点となっている現況ロータリー交差点を改築し、都市化が進むコロネドオビエド地区からの交通と2号・7号線との交通を円滑に処理するため、ロータリー交差点を立体化することを提案した。

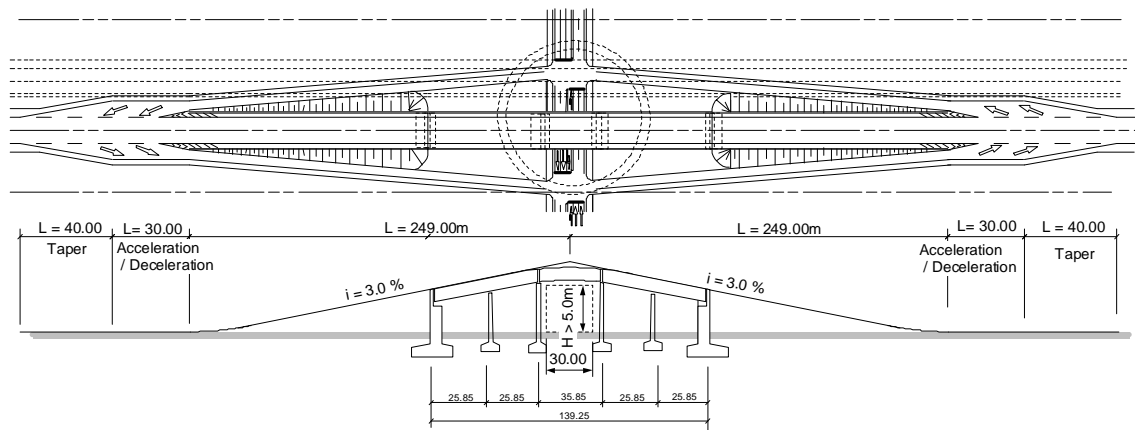


図 1 1.8 コロネルオビエド立体交差点計画

### 4) 緊急な整備計画

道路インベントリー調査結果から、交通事故多発地点および交通施設未整備箇所を選定し、交通容量の低下箇所と照らし合わせながら、交通容量の向上を目的とした改善方法を提案した。

#### a. 交差点改良

調査対象区間における現況平面交差点の多くが左折専用車線がなく、未整備な状態となっている。計画は現況交差点の用地内で左折専用車線を設け、直進車の交通流をスムーズにすることで、交通容量の増大を計ることを提案した。

- サンロレンソとイパカライ間のビルトアップエリア 5カ所
- カアグアス 1カ所

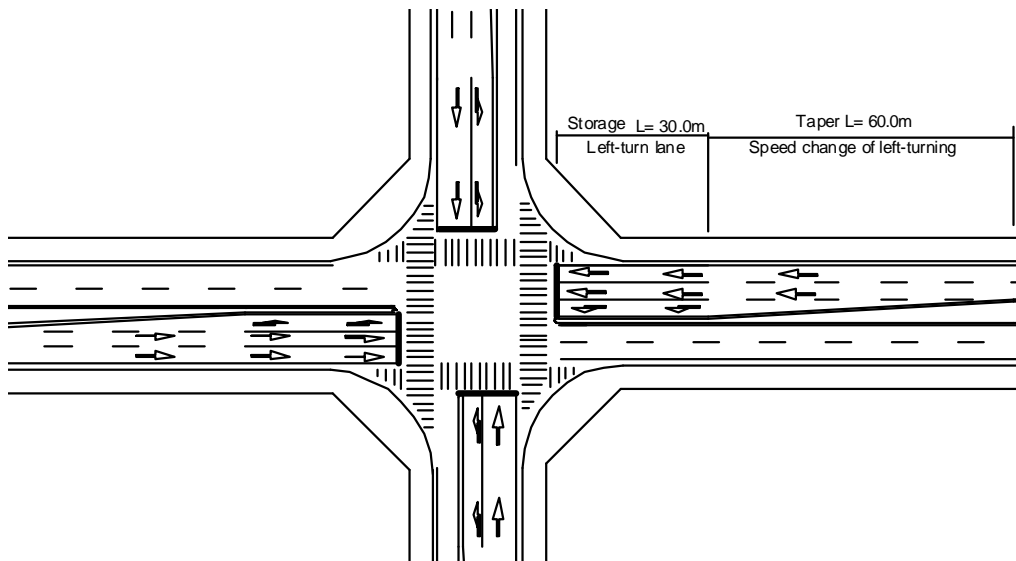


図 11.9 サンロレンソ、カピアタ、イタグア平面交差点改良

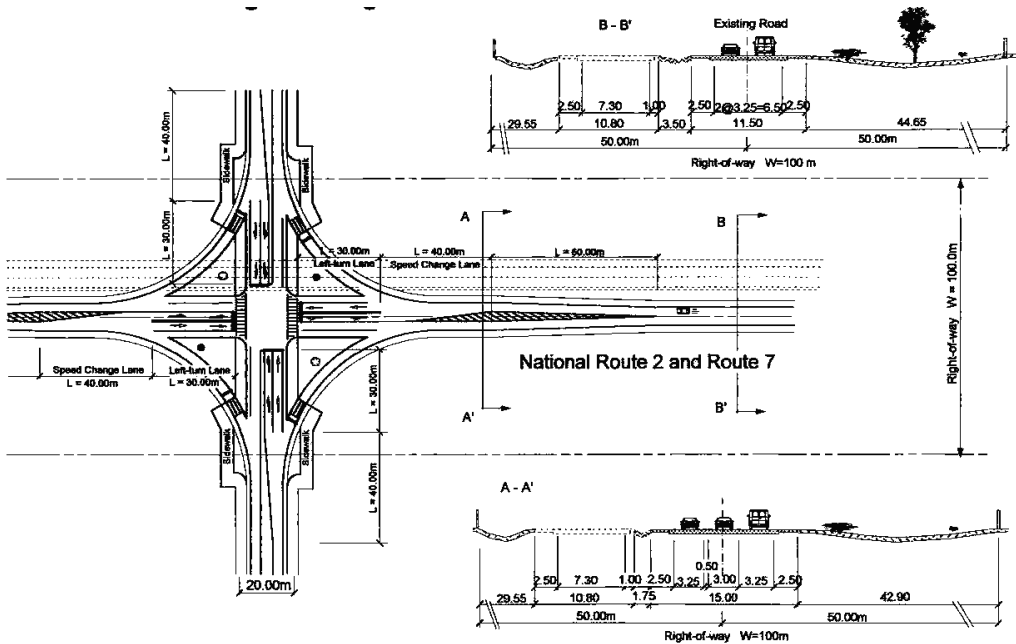


図 11.10 カアグアス平面交差点改良

### 5) 交通安全施設の設置

道路インベントリー調査結果から、橋梁部路肩幅員の不用意な縮小が橋梁構造物への衝突事故に繋がっている。また、急カーブ箇所での車両の離脱事故、交差点付近での案内標識不足による交通施設への衝突事故等、安全施設の増強および改善を必要とする箇所を選定した。

計画は MOPC が行なう緊急かつ経済的に行なう方法を提案するものである。このため、計画は支障となっている構造物の大規模な改築を行なうのではなく、道路利用者に事前に危険箇所を認識してもらう警告施設を提案した。

- 既存橋梁前後に設置するスタッドの埋め込み、
- 急カーブ区間の前後に設置する警戒標識
- バイパスと既存道路との交差点の改良

Guide Lane at Part of Curve

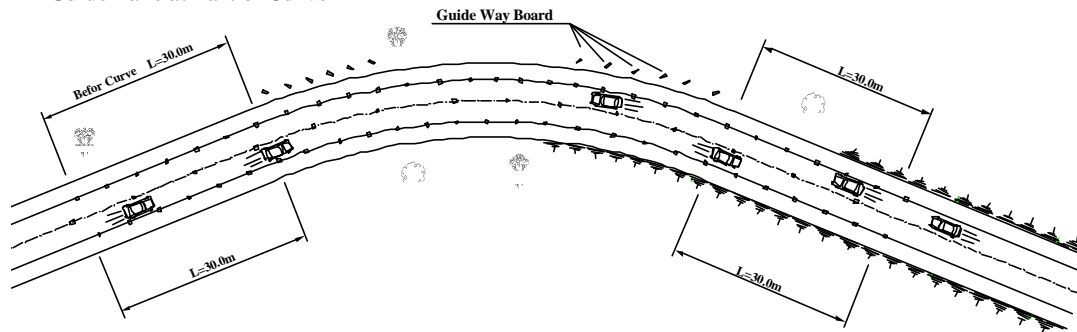


図 1 1.1 1 曲線部安全施設の設置

Guide Lane at Part of Bridge

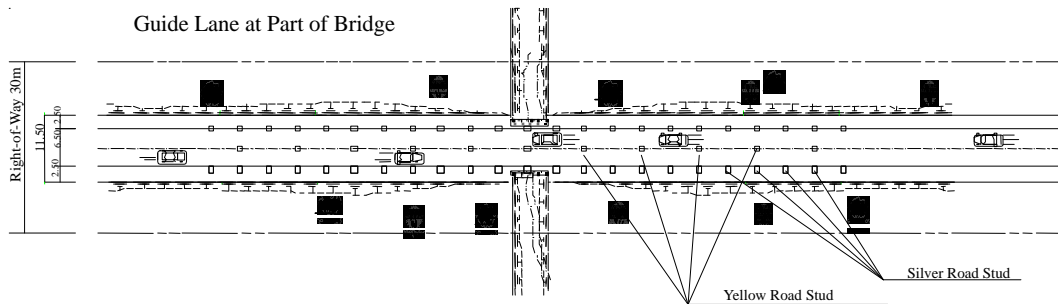


図 1 1.1 2 橋梁アクセス部への車線誘導施設設置

## 6) 維持・補修

橋梁および道路インベントリー調査結果から、緊急な橋梁改築が必要な箇所の選定を行った。橋梁は老朽化および繰り返される交通荷重によって早急な処置を必要としている。計画はこれら改築箇所の選定および改築を提案した。

- 橋梁補修
- オーバーレイ

## 7) 橋梁計画

### a. 設計規準

橋梁設計に用いる規準は、隣国ブラジルからの大型車両を考慮する必要がある。設計はブラジルの規準を基本的に用い、補足的に日本と米国の基準を適用した。また、パラグアイ国では地震時の荷重は考慮しないこととなっている。

### b. 橋梁設計

バイパス計画に伴う新設橋梁は 5 橋、既存道路の架け替え橋梁は 2 橋を計画している。橋梁形式は道路計画、河川状況、環境への適合性、経済性等により決められた。また、重要な要素としてパラグアイ国での施工実績と施工性を考慮した。本調査の橋梁標準タイプを図 13.1 に示す。

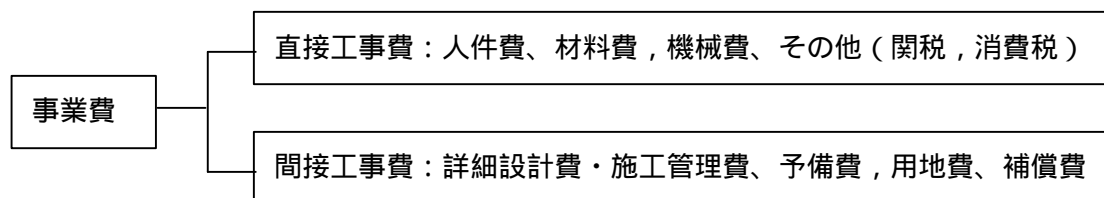
表 1 1.8 計画橋梁の形式

	測点	橋梁幅	上部工形式	径間長 (m)	橋台形式	基礎形式	バイパス名	Remarks
NB-1	38+600	11.80	PC-T 桁	25.00	逆T式	直接基礎	イパカライ	
NB-2	38+600	11.80	PC-T 桁	25.00	逆T式	直接基礎	イパカライ	
NB-3	53+400	11.80	PC-T 桁	30.00	逆T式	直接基礎	カアクベ	
NB-4	53+400	11.80	PC-T 桁	30.00	逆T式	直接基礎	カアクベ	
NB-5	100+200	11.30	PC-T 桁	30.00	逆T式	杭基礎	サンホセ	
NB-6	154+400	11.30	RC-T 桁	10.00	逆T式	直接基礎	-	既存橋梁の架替
NB-7	154+700	11.30	RC-T 桁	10.00	逆T式	直接基礎	-	既存橋梁の架替

## 1 2 . 事業費

### 1 ) 事業費の構成

事業費は財務価格と経済価格に分け積算価格を現地貨ガラニーで表示した。経済価格には関税、消費税は含まない。



間接工事費： 詳細設計費および施工管理  
 予備費： 直接工事費 + 詳細設計費および施工管理費の 10%  
 用地費： 25,000 ガラニー / m<sup>2</sup>  
 補償費： 20,000,000 ガラニー / 家屋

表 1 2 . 1 事業費

工 種	距離 km	外 貨	内 貨		合 計		備 考
		財務価格	財務価格	経済価格	財務価格	経済価格	
		(US\$ 1,000)	(百万ガラニー)				
A 直接工事費							
( 1 ) 道路改良および							
緊急維持補修工事							
1.1 コロネルオビエド登坂車線	4	2,807	7,833	6,105	17,096	15,368	幅員10.8m
1.2 その他登坂車線改良と緊急維持補修工事	10	11,111	24,208	16,685	60,874	52,783	
1.3 コロネルオビエド高架橋	0.57	1,198	3,104	2,250	7,057	6,203	幅員12.3m
小計		15,116	35,145	25,040	85,027	74,355	
( 2 ) バイパス建設							
2.1 イパカライ・バイパス	4.6	4,395	8,865	8,239	25,681	22,742	往復4車線
2.2 カアクペ・バイパス	7.2	9,761	2,6121	19,935	58,330	52,144	往復4車線
2.3 イタクルピ・バイパス	6.02	3,378	9,069	6,950	20,217	18,098	往復2車線
2.4 サンホセ・バイパス	5.15	2,898	7,490	5,596	17,052	15,158	往復2車線
小計		20,432	51,545	40,720	121,280	108,143	
直接工事費合計		35,548	86,690	65,760	206,307	182,498	
B 詳細設計、施工管理費	lump	2,488	6,068	4,603	14,442	12,775	
C 工事費合計		38,036	92,758	70,363	220,749	195,272	
D 予備費		3,804	9,276	7,036	22,075	19,527	
E 工事費合計		41,840	102,034	77,400	242,824	214,800	
F 用地費					24,570	11,940	
G 補償費					3,080	3,080	
H 事業費合計					270,474	229,820	

US\$換算 8 2 百万ドル ( 1 US=G\$3,300 )

## 2) 事業実施工程

事業は緊急補修工事及びミニバイパス建設工事の2期に分けた工事期間を設定した。工事は2002年に開始し、完成時期は第1期において2005年、第2期においては2009年とした。

第1期工事：道路改良（登坂車線建設）および緊急補修工事

第2期工事：バイパス建設工事

緊急補修工事は国道2号・7号全線169kmのオーバーレイ、現橋(2橋)の架け替えを含む。

表 1 2.2 実施工程

プロジェクト	単位	数量	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	事業費	
											財務価格 (Gs百万)	経済価格 (Gs百万)
1 準備期間		lump										
2 詳細設計 (含む測量、地質調査)		lump									15,886	14,052
3 建設工事												
A パッケージ1												
道路改良												
緊急補修工事												
1 コレド・オビド登坂 登坂車線	km	4									18,805	16,905
2 その他登坂車線	km	10									66,961	58,062
3 コレド高架橋	km	0.6									7,763	6,824
B パッケージ2												
バイパス建設												
1 イカライ バイパス	km	4.6									28,249	25,016
2 カクハ バイパス	km	7.2									64,163	57,359
3 イタルビ バイパス	km	6.1									22,239	19,908
4 サンホセ バイパス	km	5.2									18,758	16,674
C 財務価格合計			0	7,943	50,826	64,771	46,206	43,201	20,498	9,379	242,824	
D 経済価格合計			0	7,026	44,510	56,815	41,187	38,633	18,291	8,337		214,800

### 1 3 . 環境影響評価

初期環境影響調査 (IEE) を受けて、プロジェクト毎に考慮すべき環境調査および評価項目を以下に示す。

表 1 3 . 1 調査内容

調査内容	EIA が必要な環境項目	詳細な調査が必要な環境項目
社会環境調査	- 住民移転	- 経済活動 - 地域分断 - 水利権・入会権 - 交通・公共施設 - 文化施設・遺跡 - 災害 (リスク)
自然環境調査	無し	- 土壌浸食 - 動植物
大気汚染・騒音	- 大気汚染 (NO <sub>x</sub> 、CO <sub>2</sub> の予測) - 騒音の予測	無し
世帯意識調査	社会環境調査を補足するために各プロジェクト実施地域で実施	

#### 1 ) 社会環境

##### a . 住民移転

イパカライ、カアクペ、イタクルビおよびサンホセのミニバイパスの建設およびコロネルオビエド登坂車線建設により住民移転が必要となる。各建設ルートは、本調査の IEE の提言を受けて、環境インパクトを出来るだけ少なくするよう十分な比較検討によって決定されたものである。このため、各都市での住民移転は、最低限となるよう配慮されている。

また、本プロジェクトで住民移転が必要とされる全 266 世帯で実施した世帯意識調査の結果、ミニバイパス建設予定地の 4 都市の内プロジェクト反対は 1 世帯であった。調査したほとんどの世帯はプロジェクト実施に対し賛成の意向を示している。また、住民移転に伴う補償は、所有不動産の実勢評価額によるものとする意見が多かった。なお、登坂車線による拡幅は、現況道路用地内 (ROW) で実施するため、住民移転は発生しない。

##### b . 交通、公共施設

改良プロジェクトによる現存の交通公共施設への影響はないと考えられる。しかしながら、国道沿いには、交通事故の犠牲者を弔う「Nicho」と呼ばれる記念碑が遺族らにより建設されている。ほとんどのものは道路用地の端に設置されていて拡幅等工事による影響はないと思われるが、建設中および建設後影響がある場合、社会配慮の観点から地元の慣例等にならって適宜移動する等の配慮が必要である。

##### c . 災害 (リスク)

各バイパスは、現存の都市部を迂回する形で設計されている。特にバイパスプロジェクト実施による交通事故へのネガティブな影響はないと思われる。但し、将来の都市部の拡大を考慮し、横断歩道や、歩道境界線、ガードレール、交通標識等交通事故の発生を低減する交通施設の設置が望まれる。

イパカライ湖周辺およびサンホセ市の周辺は、過去に多降雨時に道路の冠水や洪水を起こした箇所がある。このため、道路計画は盛り土構造高さの検討、カルバート建設に備えが必要である。

## 2) 自然環境

### a. 動植物

本プロジェクト予定地区周辺には、貴重種、絶滅危惧種や固有種等の動植物は見当たらない。しかし、イパカライ湖周辺は自然資源保護区となっており、イパカライ湖南部と国道2号線が接する湿地帯には注意を払う必要がある。本バイパスプロジェクトの建設予定地がこの湿地帯の一部を通過するため、湿地帯に対する影響を最小限にとどめる設計が必要である。また、この湿地帯は地元のNGOが保護活動を行っている。このため、事前に必要な交渉等を実施し、よりよい関係を早い段階から構築することが肝要である。

## 3) 大気汚染・騒音

### a. 大気汚染

本プロジェクトは既存道路の改良事業あり、プロジェクトを実施した場合とプロジェクトを実施しなかった場合、交通量比較による環境評価への影響は少ない。但し、バイパスおよび拡幅区間での走行速度が改善されるため、NO<sub>x</sub>やCO<sub>2</sub>の発生が減少することで、環境便益が増加する。

### b. 騒音

騒音は新バイパス建設区間で増加することが予測される。しかし、バイパスが市街地部から離れた、人口希薄地に建設するため、この増加分における直接の影響は少ないと思われる。但し、将来の市街地部の拡大に伴い、良好な市街地部を保護するための植樹帯の設置を提案する。



## 1 4 . 経済評価と財務分析

### 1 ) 経済評価

#### a . 方法論

経済評価は提案された改良事業とそれらの区間の維持管理を対象としている。国道 2 号 7 号線の改良はさまざまな便益をもたらすが、本評価では以下の直接便益を推計した。

- 走行経費の節減
- 走行時間の節減

また、更に従来の方法に加え以下の便益を推計した。

- 事故費用の節減
- 環境改善便益

パラグアイは世銀の HDM モデルによる経済評価方法が使われている。公共事業・通信省 (MOPC) 内の総合交通計画室 (OPIT) が定期的に走行経費および走行時間費用計算のためのデータを公表しており、本評価はこれらのデータを使用し、更に本事業評価は走行速度による時間便益が重要な要素となるため、世銀の評価方法に基づき、走行速度毎の走行経費を推計した。

#### b . 評価結果

提案改良事業の内部収益率 (IRR) 純現在価値 (NPV) および費用 - 便益比 (B/C) は以下を以下に示す。区間によっては内部収益率が低い部分もあるが、事業全体は経済的に妥当なものである。

表 1 4 . 1 経済評価の結果

	経済的内部収益率	純現在価値 (百万ガラニー)	費用 - 便益比
事業全体	25%	87,069	2.3
バイパス	28%	73,585	2.5
登坂車線 (コロネル・オビエド)	20% (8%)	14,137 (- 2,835)	1.8 (0.7)
フライオーバー	9%	- 652	0.8

コロネル・オビエド登坂車線 (線形改良) およびフライオーバーについては事故費用軽減便益を考慮した評価を試みた。評価結果は以下の通り。

表 1 4 . 2 事故費用軽減便益を考慮した評価結果

	経済的内部収益率	純現在価値 (百万ガラニー)	費用 - 便益比
- コロネル・オビエド登坂車線	9.1%	-2,294	0.76
- フライオーバー	11.7%	-79	0.98

バイパス・登坂車線について環境改善便益を考慮した場合、経済的妥当性を示す指標にほとんど変化は見られなかった。

ベースケースに比べ交通量が 10%減少した場合、および費用が 10%増加した場合について感度分析を行った。交通量が 10%減少した際の評価結果を表 15.3 に示す。事業全体は依然経済的に妥当である。

表 1 4.3 交通量が10%減少した際の評価結果

	経済的内部収益率	純現在価値 (百万ガラニー)	費用 - 便益比
事業全体	18%	39,202	1.5
バイパス	22%	42,496	1.7
登坂車線	10%	-2,132	0.9
フライオーバー	6%	-1,161	0.7

建設費・運営維持管理費が10%増加した際は事業の内部収益率はベースケースに比べて10%低下する。交通量の減少に比べて費用の増加の感度は低い。

## 2) 財務分析

財務分析では改良事業の他に緊急改修工事、調査区間における維持管理等を、料金徴収費用で行なった場合、事業主体の財務的な健全性を分析した。財務分析は以下の前提をもとにしている。

料金設定は現在のイパカライ料金所での水準(ケース1)およびシウダードエステで行われている水準(ケース2)の2ケースの財務分析を行なった。

表 1 4.4 財務分析に適用した料金表

	乗用車	バス	トラック
ケース-1	5,000	10,000	15,000
ケース-2	6,000	12,000	18,000

- 料金は現行トールゲート付近の2箇所徴収する。
- 各ゲートでは片側のみで料金を徴収する。
- 事業実施のための料金徴収は2006年から開始する。
- 年間の通過台数はゲート所在地における日交通量の300倍とした。
- 収入・費用は1999年価格で推計し、インフレは考慮していない。
- 土地収用・補償の費用は事業者の費用からは除いた。

財務的な内部収益率はケース-1で15%、ケース-2で20%である。交通量が10%減少した際には財務的内部収益率は両ケースともにベースケースに比べて約3%低下する。従って、建設費・資金調達コストを含めて料金徴収による回収が可能である。

パラグアイにおける市中銀行からのガラニーでの借入金利は現在22% - 24%である。年間のインフレ率が5%であることを考慮すれば実質金利は17% - 19%と推定される。このため、ケース-1における内部収益率はあまり魅力的でない。

## 15 . 提 言

- 1 . 国道2号・7号線は増大する交通需要およびメルコスールでの役割から判断すると、2020年には全線4車線化が必要である。本調査は目標年次を2010年までの道路改良計画としているが、提案したプロジェクトは2020に向けた4車線化を実現するためのステップである。
- 2 . 2010年までの第2期工事は国道2号・7号線が通過する各地方都市におけるミニバイパス建設を提案した。これは市街地部での交通容量の増大とともに大型車両が市街地部を通るという交通安全面からも重要なプロジェクトである。
- 3 . 2005年までの緊急整備として現況施設の老朽化に対する維持補修と交通安全施設の整備を提案した。構造物の老朽化に伴う危険性は、落橋梁等により交通が遮断された場合、事故そのものの被害および輸送路の切断は社会経済に大きな影響を及ぼす。
- 4 . 道路機能の確保および安定したサービス水準を維持するために、維持管理システムの構築を提案した。現況の道路施設および構造物を調査し、このデータを整理統合して、維持管理を合理化したシステム作りが必要である。維持管理の重要性は道路ユーザーへの安定したサービスの提供とともに、走行性能の低下による輸送路の脆弱化がマイナス経済となることを防止することにある。

## 調査実施関連者名簿

### 1 ) Steering Committee Member

Mr. Ramón MALLEN OLMEDO	Vice Minister Ministry of Public Works and Communications
Mr. Felix ZELAYA MENDEZ	Director of Highway Directorate Ministry of Public Works and Communications
Dr. Mario RUIZ DIAZ	Director of International Cooperation Technical Planning Secretariat
Mr. Celso AYALA MARTINEZ	Infrastructure Sector Technical Planning Secretariat
Mr. Tomoaki NAKAI	Secretary, Embassy of Japan
Mr. Kaoru YANAGIDA	Embassy of Japan
Mr. Satoshi MUROSAWA	Vice Resident Representative, JICA Paraguay Office
Mr. Yoji OZAKI	Coordinator of Technical Cooperation, JICA Paraguay Office

### 2 ) MOPC Counterpart Team ( Key Staff only )

Eng. Reinaldo MACCHI	Chief, Department of Road Planning
Eng. José Ramón GOMEZ	Chief, Plans and Programs Division (DPP)
Lic. José Luis ARGAÑA	Director, Office of Transport Integral Planning (OPIT)
Econ. Manuel AQUINO	Chief, Department of Planning and Programming (OPIT)
Eng. Genaro PAREDES	Chief, Department of Transport Engineering (OPIT)
Eng. Federico GANDOLFO	Engineer, Hydrologic Study
Eng. Luis CABALLERO	Chief, Environmental Unit (UA)
Eng. Juan Carlos BALBUENA	Chief, Study and Project Division (DPP)
Eng. Yoshihiro WADA	JICA Expert

### 3 ) Technical Working Group

Mr. Fermin LUJAN	General Secretary Ypacaraí City
Mr. Renan YEGROS	Mayor, San Jose City
Mr. Gilberto AMARILLA	Mayor, Caaguazú City
Mr. Celso AYALA	Infrastructure Secretary, STP

### 4 ) JICA Advisory Committee

Mr. Hiromi SAITO	Chairman, Tohoku Reg. Construction Bureau, Ministry of Construction
Mr. Yoshiaki YATSUHASHI	Committee, Hokuriku Reg. Construction Bureau Ministry of Construction
Mr. Susumu YUZURIO	First Development Study Division, Social Development Study Department, JICA

### 5 ) JICA Study Team

Mr. Toshihiro HOTTA	Team Leader / Road Plan
Mr. Mamoru SHIBATA	Regional/Transport Plan
Mr. Tetsuo HORIE	Traffic Survey/Demand Forecast
Mr. Yoshiaki NISHIKATSU	Road Design
Mr. Masashi BESSHO	Structural Design
Mr. Yoshinori TANAKA	Implementation Plan/Cost Estimates
Mr. Sanggyoon LEE	Natural Condition Survey
Mr. Kenji IGARASHI	Environmental Impact Assessment
Mr. Naoki HARA	Economic/Financial Analysis
Mr. Hiroyuki AKASO	Project Coord./Toll Road Operation Survey

1 1 . 提案したプロジェクト概要	21
1 2 . 事業費	29
1 3 . 環境影響評価	31
1 4 . 経済評価と財務分析	33
1 5 . 提 言	35

表 1 1 . 1	ミニバイパスの建設	21
表 1 1 . 2	イパカライ路線比較表	21
表 1 1 . 3	カアクベ路線比較表	22
表 1 1 . 4	イタクルビ路線比較表	23
表 1 1 . 5	サンホセ路線比較表	24
表 1 1 . 6	登坂車線の位置	24
表 1 1 . 7	加速車線長	25
表 1 1 . 8	計画橋梁の形式	28
表 1 2 . 1	事業費	29
表 1 2 . 2	実施工程	30
表 1 3 . 1	調査内容	31
表 1 4 . 1	経済評価の結果	33
表 1 4 . 2	事故費用軽減便益を考慮した評価結果	33
表 1 4 . 3	交通量が10%減少した際の評価結果	34
表 1 4 . 4	財務分析に適用した料金表	34

図 1 1 . 1	イパカライミニバイパス	21
図 1 1 . 2	カアクベミニバイパス	22
図 1 1 . 3	イタクルビミニバイパス	23
図 1 1 . 4	サンホセミニバイパス	24
図 1 1 . 5	コロネルオビエド地区 (Sta. 147km) 登坂車線	25
図 1 1 . 6	登坂車線の標準横断図	25
図 1 1 . 7	登坂車線	26
図 1 1 . 8	コロネルオビエド立体交差点計画	26
図 1 1 . 9	サンロレンソ、カピアタ、イタグア平面交差点改良	27
図 1 1 . 1 0	カアグアス平面交差点改良	27
図 1 1 . 1 1	曲線部安全施設の設置	28
図 1 1 . 1 2	橋梁アクセス部への車線誘導施設設置	28