

図 3-15 アルミランテ・バホーズ街路の平均混雑度

3.5. 幹線バス運行計画

3.5.1. バス系統別の運行頻度

2007年時点で、需要予測結果からAバスターミナルから2系統の幹線バスの運行頻度は各々約8分間隔で発車することになる。一方、バスターミナル周辺のバス利用者を輸送した2系統の支線バスの運行頻度はそれぞれ約3分間隔で到着することになる。支線バスで到着した乗客はこのターミナルで幹線バスに乗換える。また、2012年においては4系統の幹線バスがそれぞれ約10分間隔で出発し、4系統の支線バスがそれぞれ約3分から4分間隔で到着する。

2007年時点では14バス系統がアルミランテ・バホーズ街路に集中するため、この道路を通行するバス頻度は25から30秒と非常に短い間隔で運行される。しかし、2012年時点までにはインディペンデンシア街路が完成し、バス需要及びバス系統が同道路に分散されるため、アルミランテ・バホーズ街路を通行するバス台数は減少し、バス通行間隔はバス需要量が増加するにも係わらず35～40秒間隔程度に拡大される。

3.5.2. バス車両購入台数

幹線バスシステムは現在ある165のバス路線の内、61バス路線に相当する区間に導入される。幹線バス導入区間において2002年、2007年、及び2012年に各バスシステム（既存バス、幹線バス、支線バス）の運行に必要なバス台数を表3-7に示す。

表 3-7 バス車両別購入台数

	Conventional Bus		Trunk Bus		Feeder Bus	
	2002	2007	2007	2012	2007	2012
Large Bus	394	446	0	0	0	0
Articulated Bus	0	0	150	213	0	0
Medium Bus (70passgrs.)	0	0	0	0	53	76

3.5.3. 料金制度

幹線バスシステムの料金徴収方法は以下のような方針とした。

- 1) 磁気カード式システムは徐々に導入することとするが、車掌が当面は料金を徴収する。
- 2) バスは前乗り、後ろ降りとする。

既存道路の両側の土地利用は商店、事務所ビル、住宅等が既に建設されており、沿道の利用状況からも幹線バス道路は中央分離帯に設置され、地覆により一般自動車と分離する。ここは一般自動車の通行を禁止する。バスの故障時を考慮し、地覆はバスがその上を通行可能な高さとする。

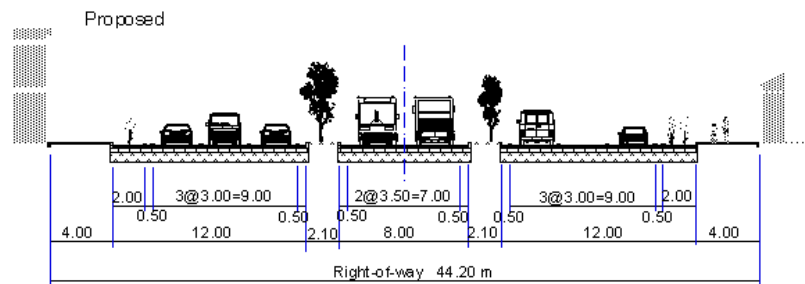


図 3-17 アルミランチ・バホーズ街路 標準横断面図

(2) 幹線バス専用レーン

幹線バス専用レーンはインディペンデンシア街路に導入した。幹線バス道路と同様、建設中の中央分離帯側の車線を利用して運行する。バス専用レーンと一般自動車の車線はチャッターバーにより分離し、一般自動車の通行を禁止する。幹線バス専用レーンの標準横断面図を図 3-18 に示す。

(3) 幹線バス優先レーン

幹線バス優先レーンは、既存幹線道路の右側車線を占有して、バス走行を優先させる。一般車線とはカラー舗装によって明確にした。一般自動車はバス走行時間帯外に走行ができる。幹線バス優先レーンの標準横断面図を図 3-19に示す。

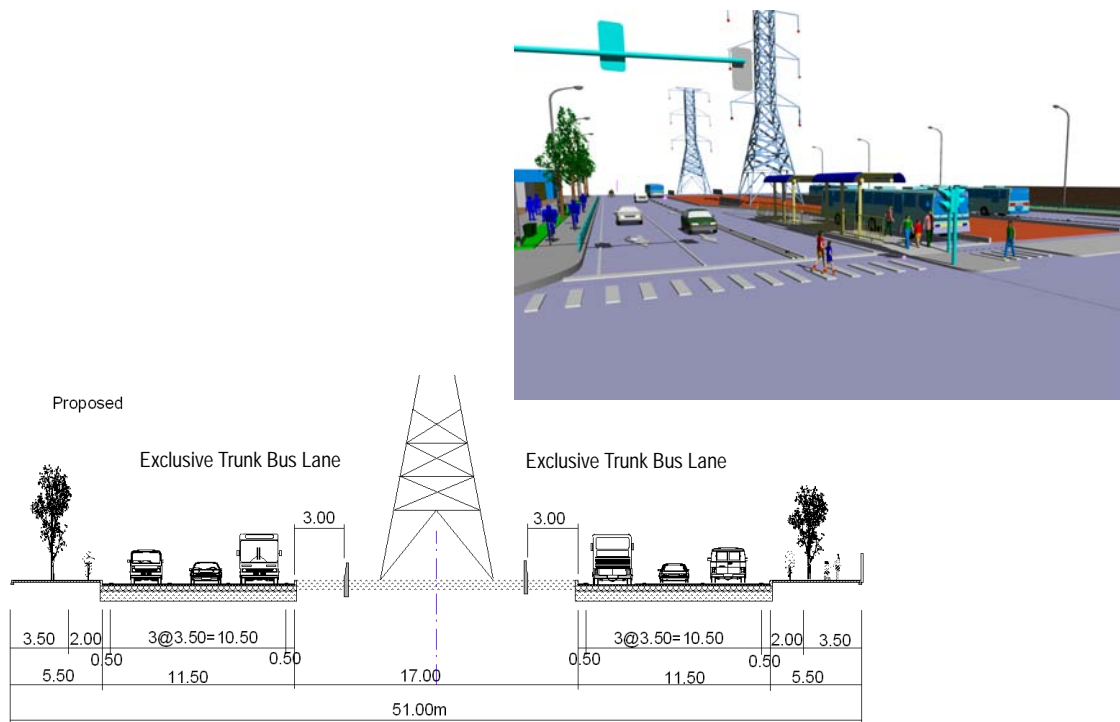


図 3-18 インディペンデンシア街路 標準横断面図

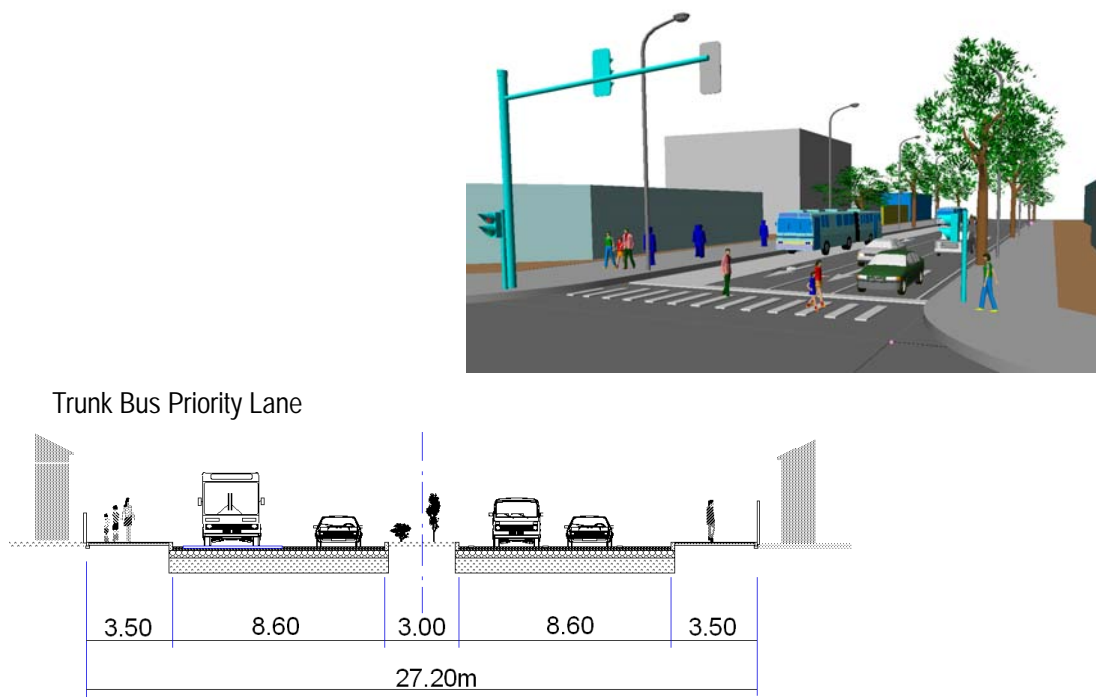


図 3-19 幹線バス専用レーン 標準横断面図

3.6.2. バスターミナル

(1) バスターミナルの特性

既存のバスターミナルはバス路線の起終点に建設し、バスの停車場（バース）計画は他のバスへ乗移るためにバスバースを横断しないよう計画し、バスバースがなるべく多数設置できるように平行に配置した。

本調査で提案したバスターミナルの特性は、幹線バスから支線バスへの乗換える交通結節点としている。乗客の移動時間及び移動の手間が最小になるように、幹線バス及び支線バス間の搭乘及び降車時に、バス車両が向き合えるよう両側のプラットホームを計画した。乗客及びバスの横断は標識を設置し、効率よくする必要があり。バスターミナルの基本方針を図 3-20に示す。

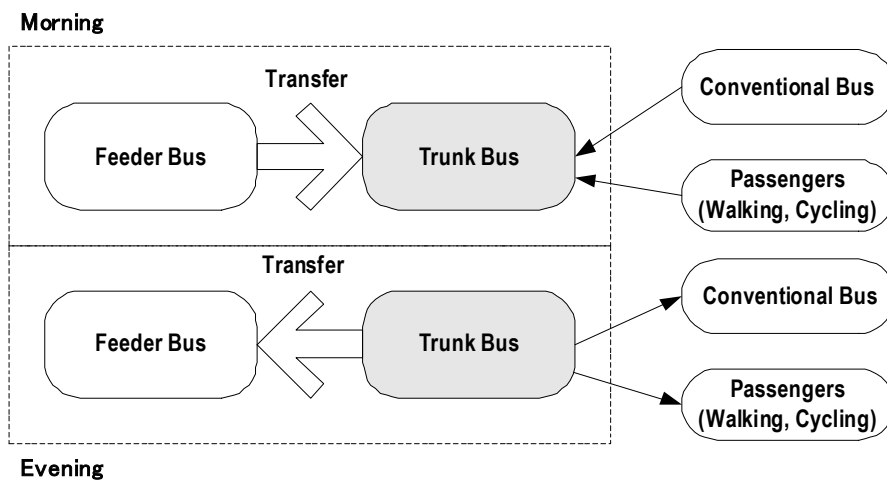


図 3-20 バスターミナルの方針

(2) バスターミナルの計画例：イコアラシ・ターミナル

バスターミナル：A（イコアラシ）の位置は河川棧橋が予定されているため、バス旅客建物は河川側に建設を計画した。バスの出入口、利用者及びタクシーの出入口、支線バスの駐車場、タクシー乗り場、自転車置き場等を示したバスターミナル A の平面計画図を図 3-21に示す。

3.6.3. 幹線バス停留所

幹線バス路線のバス停は後続バスの停車のため横断歩道の手前に設置した。バス停は幹線バス道路の右側に設け（既存バス車両も右側ドア）、幅 2.5m、延長 40m～50m とした（2 台分のバス車両長と同じ）。プラットホームは屋根、ベンチ、乗降場所と一般車道を分離する壁を設置し、プラットホーム高さはバス道路の路面より 15cm 高くした。バスストップの計画図を図 3-22 と図 3-23に示す。

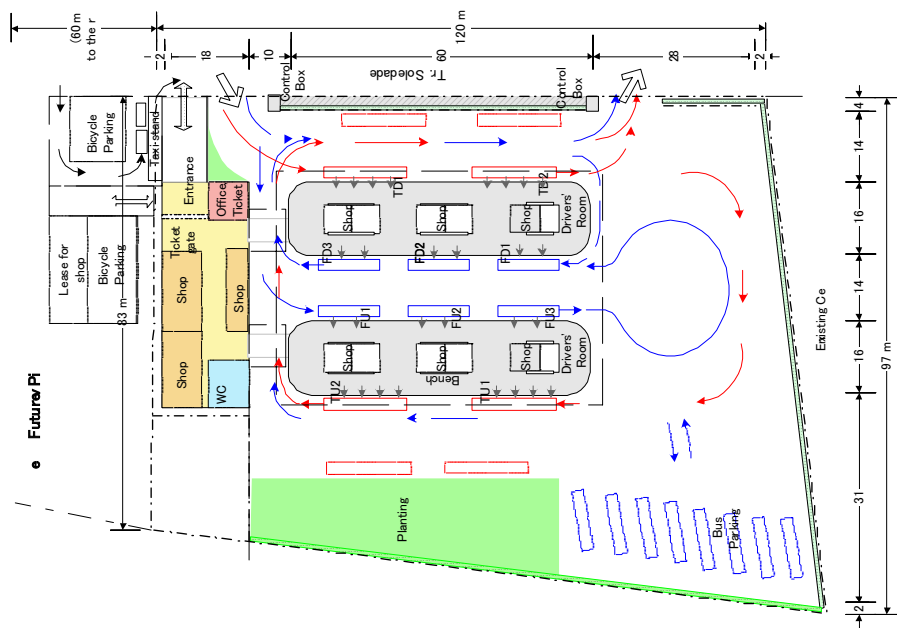
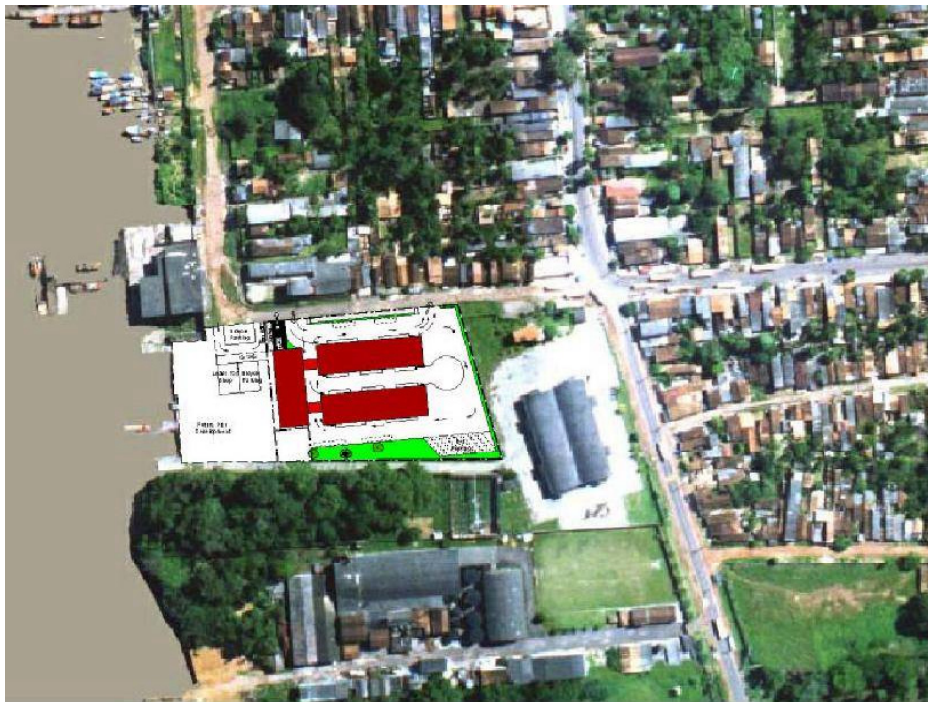
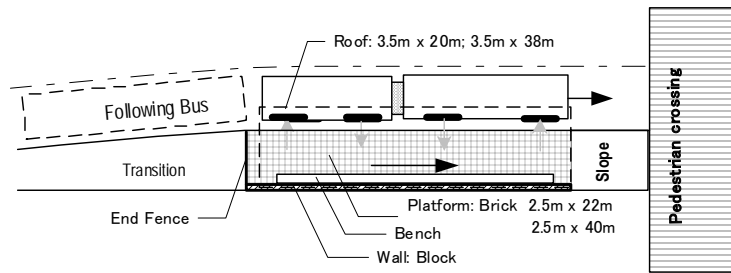
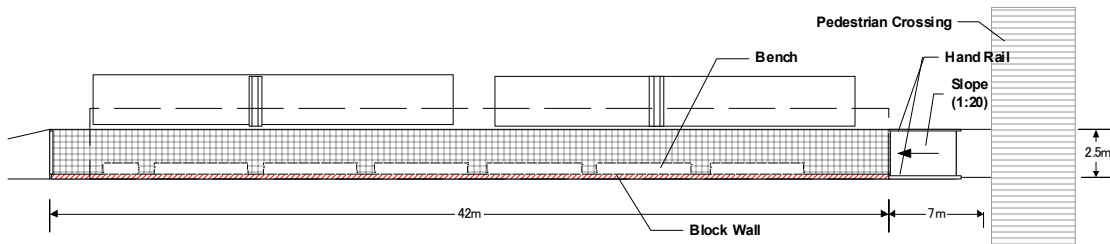


図 3-21 バスターミナル A(イコアラシ)の平面計画図



(1台停車用)



(2台停車用)

図 3-22 バスストップ平面図

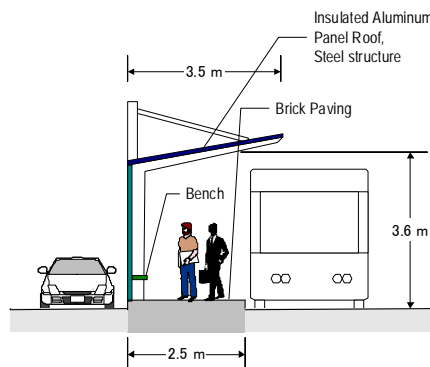


図 3-23 バスストップ横断図

3.7. 幹線バスシステムの実施・運営組織

3.7.1. バス行政組織の現況

ベレーン都市圏のバス行政は表 3-8に示すように3行政組織で行われている。ベレーン市 (CTBel) はベレーン市内と、アナニンデウアとベネヴィデスからベレーン市に流入するバス運行に関して管轄している。アナニンデウア市 (DEMUTRAN) はアナニンデウア市内のバス運行に関して管轄している。バスの運行、計画、監理等をこれらの市で行っている。なお、都市間バスに関してはパラ州 (ARCON) が管轄している。

CTBel は 1989 年に設立され、ベレーン都市圏の 88% のバスルートを管轄している。しかし、十分な監理が行えていないのが現状である。特に、人的質、サービスの向上、法律面等について十分とは言えない。

表 3-8 バス行政組織の現況

Name	Abbreviation	Administration	No. of Routes	Effectuation Date
Transport Company of Belem Municipality	CTBel	Belem Municipality	152	12/28/89
Municipal Department of Transport and Traffic	DEMUTRAN	Ananindeua Municipality	13	07/24/99
State Agency for Regulation and Control of Public Services	ARCON	State of Para	8	12/30/97

3.7.2. 幹線バスシステムの実施・運営組織の提案

ベレーン都市圏の新しいバス運営組織を以下のように提案した。

- 都市圏総合行政組織案
- 幹線バスシステムの運営組織

(1) 都市圏総合行政組織案

調査プロジェクトを実施するための組織は現在のバス運営行政組織とは別の実施組織を提案した。すなわち、調査プロジェクトを実施するための組織としてプロジェクト実行組織 (GET) を設立し、現在の行政組織はその管理機能を引き継ぐことになる。この両方の組織を合わせて、都市圏交通評議会 (CMTU) を組織する。これらの概要を図 3-24に示す。

CMTU はプロジェクトの実施段階において、GET と CTBel との行政上の重複を避けるため、重要な役割を果たすであろう。この評議会はパラ州、ベレーン市、及びベレーン都市圏の他の市、関連する市の代表者、バス会社で構成される。GET はプロジェクトを実施するための一時的な組織となり、パラ州都市開発局 (SEDRUBE) がこれに重要な役割を果たすことになる。GET は行政的には州に帰属に、CMTU の下部組織として州の行政機関として運営される。GET はプロジェクト実施段階における責任組織となり、事業実施後は都市圏の行政組織となり、技術者集団はこの組織に組み込まれるよう提案した。

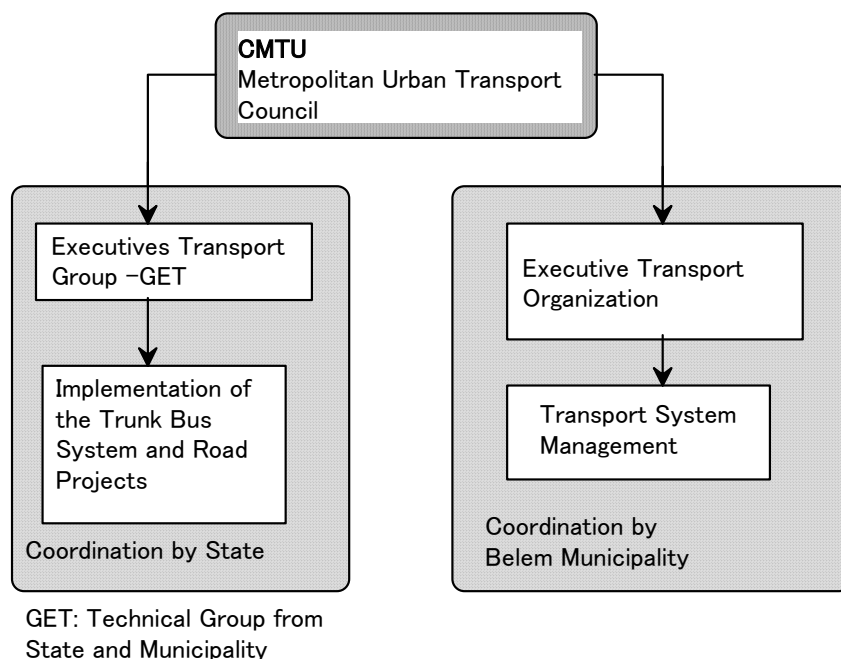


図 3-24 幹線バスシステムの実施・運営組織案

(2) 幹線バスシステムの運営組織

幹線バスシステムを運行する会社組織は以下のように提案した。

- 地域グループ別にバス運営組合を設立し、組合間に跨るバスルートは都市部に近い側の組合に属する方針とする。
- 各組合のバス運営は一元化し、各バス会社間のバスサービスの地域格差を調整できるようにする。
- 各組合では所属するバス会社はあたかも単一のバス会社のように、バスの保守・点検やバスルート管理等を行えるようにする。
- 財政面については、バス運営が効率良く行われれば、それだけ会社の利益が上がるような収益配分とする。各組合の財務計算は別組織によって行われ、利益配分は運賃収入から得られる収益を一元化管理する運営管理組織によって行う。

ベレーン都市圏では幹線バス導入に伴う新規業者参入に際し、以下の2案が考えられる。

- 1) バス会社を公開入札によって選択する。
- 2) 幹線バス導入により廃止した路線を運営していた会社を再編成する。

1) バス会社の公開入札

公開入札を希望する会社は幹線バス導入に影響する地域でバスを運営していたバス会社と新たに参入を希望する会社がある。前者はアウグスト・モンテネグロ街路沿線と BR-316 道路沿線方向のゾーン A と B (図 3-8 参照) に属する必要がある。

しかし、この公開入札による案は、特定のバスルートのみを分離して新規参入会社が運営することは既存バス会社の抵抗で実質的には難しい。この案はすべてのバスルートとバス会社を再編成し、再度公開入札することでのみ可能な案である。

2) バスルートの統合に関係した会社再編成

この案は幹線バスルートによって統廃合されたルートを持つバス会社のみで再編成する案である。この方が実施の可能性が高い。

4. 道路プロジェクト

4.1. 既存道路の現状

ベレーン市のセントロとイコアラシ及びアナニンデウアを結ぶ主要幹線道路はアルミランチ・バホーズ街路とアウグスト・モンテネグロ街路 BR-316 道路のみである。新興住宅地域はこれらの路線に沿って発展している。買い物、通勤、ビジネス・商業等の全トリップがこれらの路線に集中しており、慢性な交通渋滞を招いている。さらにアルミランチ・バホーズ街路からセントロへの代替計画は存在しない状況であるため、交通遮断の緊急時には、都市の生活と商業活動は甚大な損害を受けると予想される。

セントロは交通量が多く一方通行の規制が厳しい。セントロと郊外市街地を結ぶアルミランチ・バホーズ街路とペデロ・カブラルが交差するエントロカメント交差点では市街地からの交通量によりボトルネックが生じ、市街地への代替ルートが少ないため交通渋滞が激しい。

4.2. 概略路線選定

カウンターパート及び JICA 調査団による現地調査の結果、当初計画の調査道路路線を一部変更することが、より現実的であることが確認された。道路計画の変更箇所を以下に記述する。

(1) ペデロ・ミランダ街路

ペデロ・ミランダ街路の路線計画はセントロ地区と遷移地区の境界から民間飛行場を地下構造で横断してシェルムント街路に接続し、ヤマダ街路とタパナ街路を経てイコアラシに至る道路計画である。

この計画路線において、民間飛行場を地下構造で横断してシェルムント街路に接続する区間にはいくつかの問題点がある。主な問題点は民間飛行場の滑走路下の浅い地下に地下構造物を建設しなければならないこと、及びこの付近の住宅建設計画により良好な道路線形が取れないことである。これらの理由からこの区間を計画対象区間から削除することとした。問題箇所的位置を図 4-1 に示す。

(2) プリメロ・デ・ディセンプロ街路の路線位置

プリメロ・デ・ディセンプロ街路の路線位置は現地調査の結果より、以下点について変更した。

- 1) ベレーン市で建設を進めているプリメロ・デ・ディセンプロ街路からアルカビアリア道路区間は（図 4-2 参照）、幹線道路網の配置形状及び道路建設による移転家屋数の比較検討から、当初計画よりさらに南側の位置に計画した。
- 2) 計画道路に隣接してベレーン市の水源地であるアグアブレタがあり、ここへの環境影響が懸念される。この地域の現況状況を図 4-2 に示す。パラ州科学技術・環境局（SECTAM）との協議の結果、この区間の構造形式を高架構造物とし環境に配慮した。
- 3) この付近の家庭用汚水の流れは図 4-2 に示すように、簡易排水路や河川を通して北側から南側へと流れている。この区間に盛土構造物を計画すると、雨水や汚水は環境保護地域に流れ込む可能性がある。そこでこの盛土構造物の下に排水施設を作る必要がある。この検討は概略設計時に実施した。



図 4-1 変更された道路線形 ペドロ・ミランダ

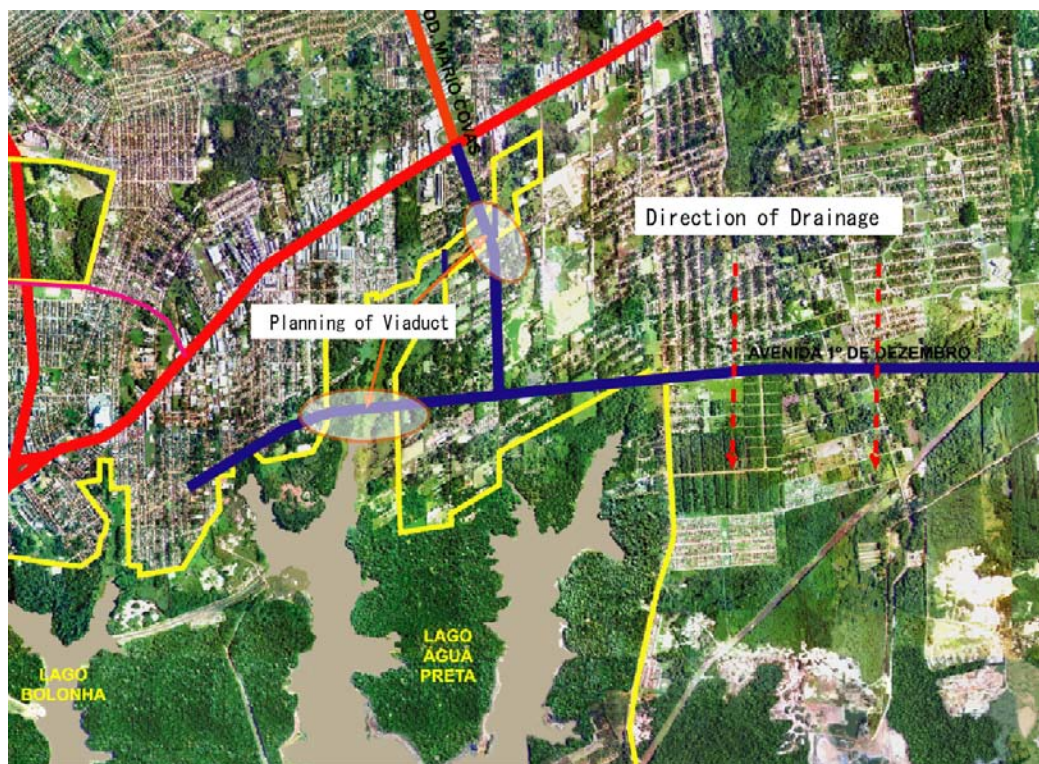


図 4-2 プリメロ・デ・ディセembro街路の周辺状況及び計画路線

(3) マリオ・コバス街路拡張計画

プリメロ・デ・ディセembro街路の道路ネットワーク機能を強化するため、BR-316 道路を連結し、さらにシダデ・ノバ地区を繋ぐ幹線道路が必要になる。このため、これらを連絡する道

路の代替案としてハルチム・プロビデンシル街路とオズバルド・クルーズ街路を一方通行道路として改良する計画が提案された。しかし、周辺の幹線道路網を考慮すると、プリメロ・デ・ディセンプロ街路、BR-316 道路、リカルド・ボルゲス街路を連結するのがより効果的であると考え、この計画に変更した。

(4) インディペンデンシア街路

インディペンデンシア街路のセントロ側起点部の計画に当たっては現地調査の結果、いくつかの問題点が明らかになった。(図 4-3参照)。ペドロ・カブラル街路とアーサー・ベルナル街路との5 叉路交差点における交通量の処理が難しいことと、大型橋梁の建設による高額な建設コストが必要になることである。このため新しい線形計画が提案され、インディペンデンシア街路のルア・ダ・マリーナとの交差付近からセントロ側起点までは河川の堤防を利用してこの両側に上下車線分離で計画することにした。そこで橋梁計画区間の手前で、上り方向道路をセナドール・レモナス街路に接続させ、下り方向路線はペドロ・カブラル街路に接続させる計画に変更した。この路線計画を図 4-3に示す。



図 4-3 インディペンデンシア街路の周辺状況及び計画路線

4.3. 道路計画の計画方針

(1) 計画方針

道路網計画を立てるための基本方針は以下の通りである。

- 1) セントロへの交通量の分散と特定の幹線道路への極端な交通量集中の是正
- 2) 安定した都市生活と商業活動を保証するための代替道路網の確保
- 3) 都市の道路機能の明確な階層化

(2) 道路計画の機能分類

ベレーン都市圏の主要環状道路および放射道路は主要幹線道路と副幹線道路に定義される。ベレーン市中心市街地内の道路分類は道路の連続性、幅員、交通量処理の状況に基づき区分した。2012年及び2020年の幹線道路網の道路分類を図4-4に示す。

2020年の将来幹線道路網の内、現在計画が進行している放射道路はインディペンデンシア街路とプリメロ・デ・ディセンプロ街路である。2007年にはインディペンデンシア街路はアルカ・ヴィアリア道路からアウグスト・モンテネグロ街路区間、及びプリメロ・デ・ディセンプロ街路は都心側からベレーン市境界までが開通する予定である。

本調査の目標年次である2012年には図4-4に示すように一部環状道路を除いてほぼ「PDTU2001」で提案した道路網が完成される予定である。

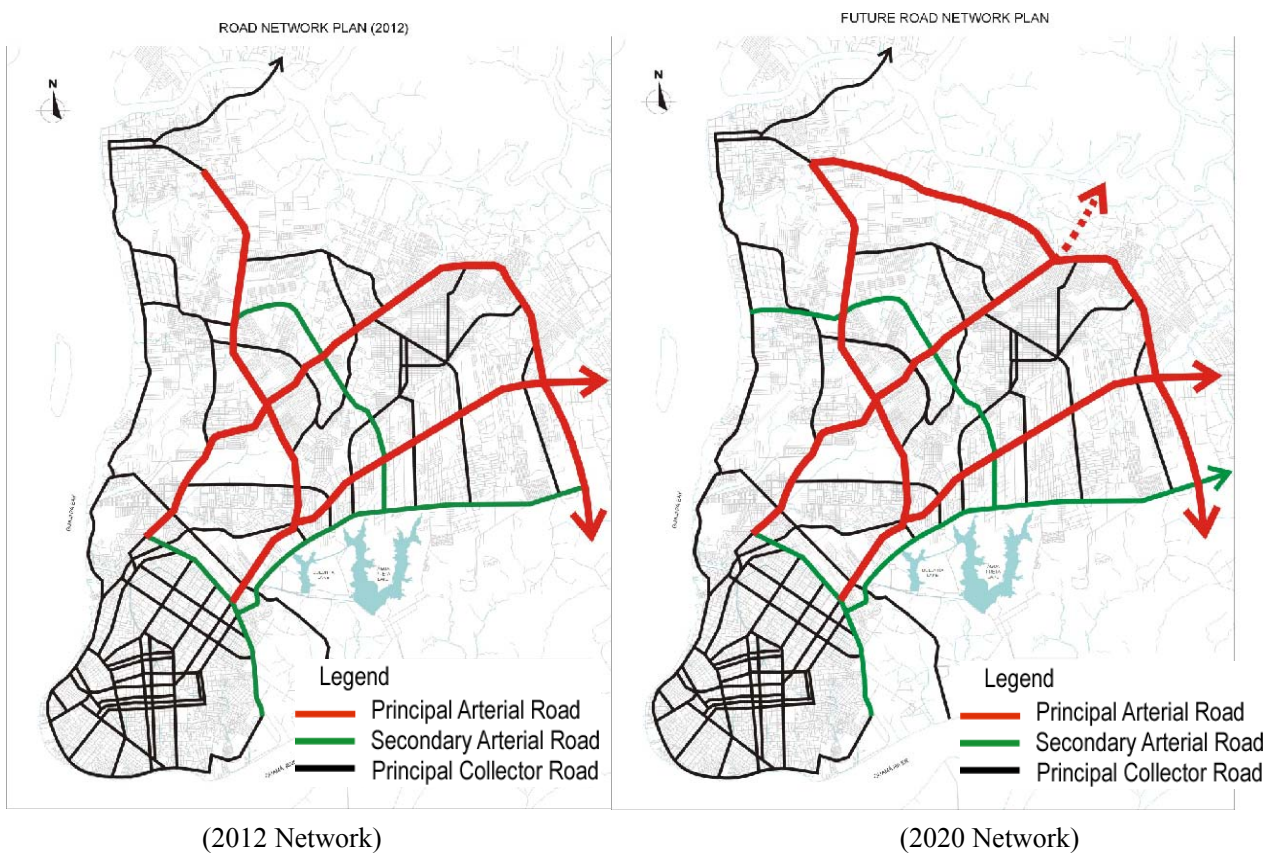


図 4-4 2012年及び2020年の将来幹線道路網計画

(3) 道路設計基準

本設計で用いた道路設計基準は連邦道路局（DNER）が作成した道路設計基準（NORMA）に従って設計を行った。本調査においては、DNERが定める道路設計区分に従ってできるだけ統一基準に近づけるものとした。調査対象道路の設計基準を表4-1に示す。

表 4-1 道路計画の設計基準

Name of Project Road	Road Functional Classification	Design Standard	Type of Project	Design Speed (km/h)	Required Facilities for road and Cross Section Elements						Land Acquisition Conditions
					On-Road Parking	Bike Road	Sidewalks	Wide of Lane (m)	Number of Lane	Median Strip	
1. Av. Alminante Barros	Principal Arterial	Class-II	Trunk Busway Introduced	70	Prohibited	Provided	Provided	3.50	6	Provided	No Needed Land Acquisition
	Collector	Class-IV	Trunk Busway Introduced	60	Prohibited	Provided	Provided	3.00	6	Provided	Acquisition
2. Rodovia BR -316	Principal Arterial	Class-I	Trunk Busway Introduced	100	Prohibited	Provided	Provided	3.50	6	Provided	No Needed Land Acquisition
3. August Montenegro	Principal Arterial	Class-II	Trunk Busway Introduced	70	Prohibited	Provided	Provided	3.50	6	Provided	No Needed Land Acquisition
4. Av. Independencia	Principal Arterial	Class-II	Widening of Existing Road (4 to 6 -lane)	70	Prohibited	Provided	Provided	3.50	6	Provided	Under Construction
	Collector	Class-III		60	Prohibited	Provided	Provided			Provided	Acquisition Compensation
5. Av. 1 De Dezembro	Secondary Arterial	Class-II	New Road Construction	70	Prohibited	Provided	Provided	3.50	4	Provided	Needed Land Acquisition Compensation
6. Rod. Mario Covas	Secondary Arterial	Class-II	New Road Construction	60	Prohibited	Not Provided	Provided	3.50	4	Provided	Needed Land Acquisition Compensation
7. Rua. Yamada	Collector	Class-IV	New Road Construction	40	Allowed	Not Provided	Provided	3.00	4	Provided	Needed Land Acquisition Compensation
8. Ruada Marinha	Principal Collector	Class-IV	Widening of Existing Road (2 to 4-lane)	60	Allowed	Not Provided	Provided	3.00	4	Provided	Needed Land Acquisition Compensation

(4) 道路計画の基本方針

調査対象道路の設計基本方針は対象道路の新設および改良・拡幅が含まれており、それぞれ以下の方針に基づいて行う。

- 1) アルミランチ・バホーズ街路、BR-316 道路、アウグスト・モンテネグロ街路は交差点を除き現況道路の改良を行った。
- 2) インディペンデンシア街路は現計画を基に拡幅を行った。
- 3) ヤマダ街路は既存道路用地内にて改良を行った。
- 4) ルア・ダ・マリーナは沿道住宅地域への影響を最小に留めて拡幅・改良を行った。

(5) 交差点計画の基本方針

本調査において DNER の設計ガイドラインを参考に交差点計画の基本方針を以下に示す。

- 1) 幹線道路の相互交差方法は基本的に立体交差とする。
- 2) 幹線道路と地域内道路又は2つの地域内道路の相互交差方法は立体か平面交差のいずれかとした。
- 3) 2つの地方道路の相互交差方法は平面交差とした。

調査対象道路との主要交差点は図 4-5に示す 18ヶ所であり、本調査では、この内 13ヶ所について交差点計画を実施した。本対象路線の幹線道路相互の交差方法は立体交差点を基本とした。また、2012年における交差点流入入交通量を考慮してアクセス道路を計画した。

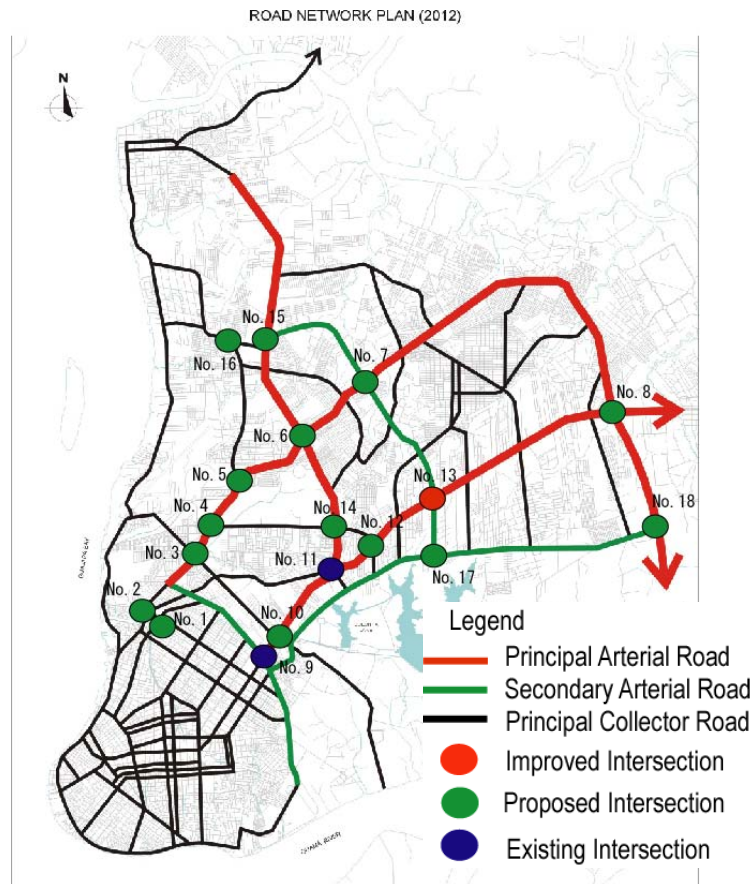


図 4-5 主要交差点計画方針

4.4. 道路計画の概略設計

4.4.1. プリメロ・デ・ディセンプロ街路

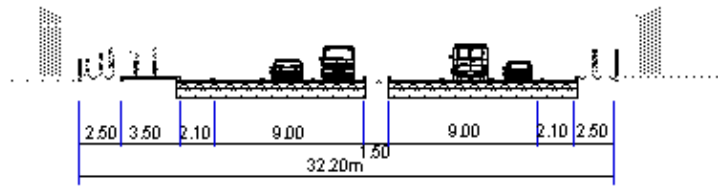
(1) 道路線形及び標準横断面の設計

縦断線形計画での設計条件を以下に示す。

- a) 住宅地域を通過することから、縦断設計はできるだけ既存街路高さに沿うこととした。
- b) 設計速度 70km/h に対応した縦断勾配を採用した。

横断計画は将来の拡幅を考えて往復 6 車線に対応できる幅員幅 40.0m とした。現在、セントロ東部側から本計画基点部分までベレーン市によって往復 4 車線の道路建設が進められている。図 4-6 に建設中及び本調査での標準横断面を示す。

現況 (建設中)



計画案

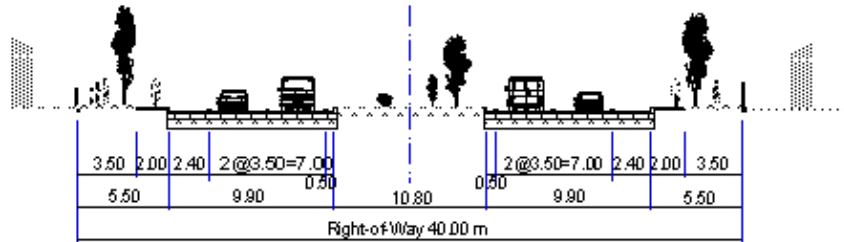


図 4-6 プリメロ・テ・ディセンプロ街路の標準横断面図

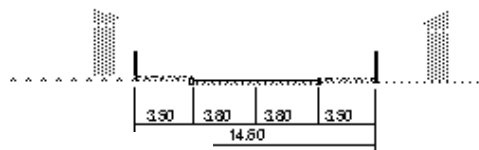
(2) 排水計画

計画道路の南側貯水池の自然環境を保全するため、提案されたプリメロ・テ・ディセンプロ街路の北側地域からの家庭排水を防ぐ計画を立案した。

4.4.2. ヤマダ街路

本調査の 2012 年における交通需要予測から、往復 4 車線、用地幅員は 27.2m とした。既存道路及び計画道路の横断構成を図 4-7 に示す。計画道路の横断構成は歩道 3.5m、路上駐車帯 2.1m、補助幹線道路 3.0m * 2 とし、中央分離帯側に左折車線として 3.0m を確保した。

現況



計画案

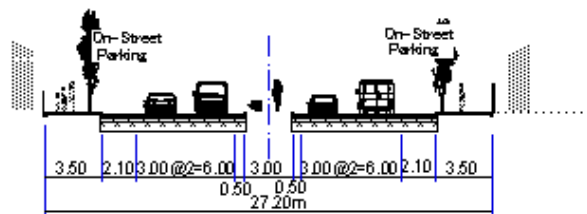


図 4-7 ヤマダ街路 道路標準横断面図

4.4.3. ルア・ダ・マリーナ

(1) 道路線形及び標準横断面の設計

平面線形計画は既存道路の中心に合せた線形とし、アルメダ・モサ・ボニータ街路との交差点まで延長した。縦断線形は既存道路縦断線形に合わせた線形とした。最急縦断勾配は 0.74%とした。

横断計画の設計条件として、道路幅員は海軍用地側に拡幅した。既存道路及び計画道路の横断構成を図 4-8に示す。計画道路の横断構成は歩道 2.4m、自転車道 2.0m、路上駐車帯 2.1m、補助幹線道路 3.0m*2 車線である。中央分離帯側に左折車線として 3.0m を確保した。

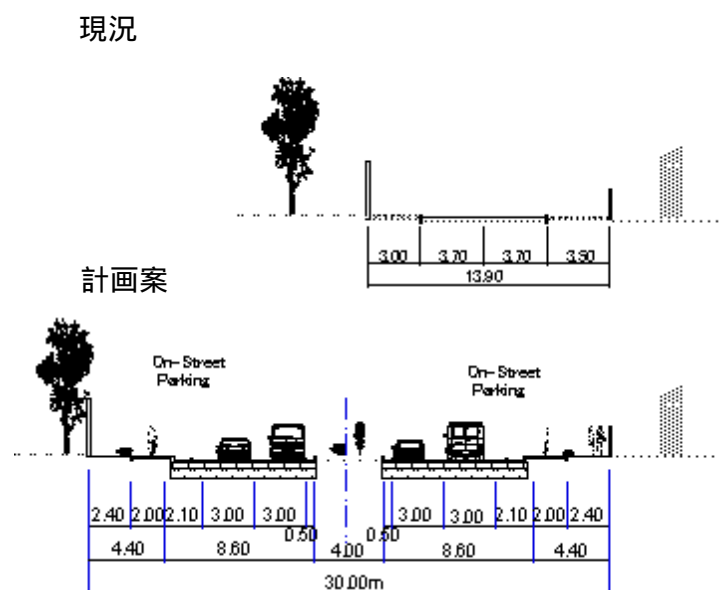


図 4-8 ルア・ダ・マリーナの標準横断面図

(2) 環境対策設計

ルア・ダ・マリーナはプレ・メディク環境公園の環境保護地域境界線に沿った路線であることから、排水構造物については小動物および植栽への影響を最小限にした構造物計画とした。路線計画に際し、地域の自然や生態系に対する配慮を以下のように行った。

- 1) 自然植物及び小動物生態への配慮
- 2) 自然環境の向上
- 3) 道路の施工段階での環境影響への緩和対策

5. 施工計画と概算事業費

5.1. 施工計画

(1) 幹線バス道路プロジェクト

幹線バス道路の施工は既存道路における大量交通量の下で実施されるため、既存交通の障害を少なくし、短期間の施工、最小の建設コストになる施工方法を選択する必要がある。主な施工方法を以下に示す。

- 既存の中央分離帯および自転車道の撤去
- 掘削、不陸整形、良材料による埋戻し
- 路床及び路盤の敷均し締め固め
- 中央分離帯と排水溝の設置
- コンクリート舗装
- バス停及びバス施設の設置
- エクストラ工事・オーバーレイ
- 既存歩道橋の撤去及び新歩道橋の建設
- 道路マーキング、仕上げ作業

(2) 道路プロジェクト

プリメロ・デ・ディセンプロ街路の施工は既存道路の拡張・拡幅及び コンクリート橋梁による新設道路の建設である。主な施工方法を以下に示す。

1) 道路部分:

- 拡幅・拡張箇所の障害物撤去及び整地
- 掘削、不陸整形、良材料による埋戻し
- 路床及び路盤の敷均し締め固め
- コンクリート縁石、排水溝、中央分離帯等の設置
- アスファルト舗装

2) 橋梁部分:

- 基礎工の鋼管杭又はR C 杭の施工
- 杭頭処理、フーチング施工
- 橋台及び橋脚躯体の型枠・配筋・コンクリート打設
- 上部工の型枠・配筋・コンクリート打設
- 高欄、橋面舗装

5.2. 事業費の算出

(1) 総事業費

事業費は建設費、技術費、管理費、土地取得及び補償費、及び予備費が含まれている。事業費の算出はベレーン市内で行われた類似の工事単価を参考に概略設計、概算工事数量及び施工方法の結果をベースに行った。

事業費の基本的なコンセプトは以下の通りである。

- a) 事業費の算出に使用した為替レートは 2003 年 6 月時とした。ドル=2.9 レアル、ドル=120 日本円
- b) 技術費は建設費の 10%とした。
- c) 管理費は建設費と技術費合計の 5%とした。
- d) 土地取得及び補償費はカウンターパート COHAB により算出した。
- e) 土地取得及び補償費は建設費と技術費合計の 15%とした。

“ エクストラ工事のあり ”、“ エクストラ工事なし ” による各プロジェクトの事業費を表 5-1 示す。エクストラ工事の内容は図 5-1 の緑色で示すように、その他の一般車道および自転車・歩道のオーバーレイ、排水溝の設置である。エクストラ工事を含む総事業費は約 2 億 6,150 万ドル、その内訳は幹線バスプロジェクト 1 億 6,300 万ドル、道路プロジェクト 9,850 万ドルである。エクストラ工事費は約 2,700 万ドルで幹線バス道路プロジェクトの 27%である。

表 5-1 各プロジェクトの工事費(エクストラ工事あり、なし)

Items	(1) Cost including Extra Works	(2) Cost excluding Extra Works	Difference	Ratio (2)/(1)
	Million US\$			
(1) Trunk Bus Project				
Trunk Busway and Priority Lane	100.7	73.8	26.9	0.73
Exclusive Trunk Bus Lane	45.8	45.8	0.0	
Integrated Bus Terminals and Bus Facilities	16.5	16.5	0.0	
Sub-total	163.0	136.1	26.9	0.83
(2) Road Projects	98.5	98.5	0.0	
(excluding Av. Independencia)				
Total Project Cost	261.5	234.6	26.9	0.90



(赤色部 : 本工事、緑色部 : エクストラ工事)

図 5-1 エクストラ工事区分

(2) 幹線バス道路プロジェクトの事業費

路線毎の延長、車線数及び事業費を表 5-2に示す。幹線バス道路プロジェクトの総事業費は約 1 億 6,350 万ドル、その内訳は幹線バス道路 1,465 万ドル、バスターミナル 1,350 万ドル、バス停施設費は 300 万ドルである。バス停施設及びバスターミナルを含む幹線バス道路の 1km あたり建設工事費は約 220 万ドルである。

(3) 道路プロジェクトの事業費

路線毎の延長、車線数及び事業費を表 5-3示す。道路プロジェクトの総事業費は約 9,850 万ドル（インディペンデシア街路含まず）、プリメロ・デ・ディセンプロ街路 5,180 万ドル、ヤマダ街路 3,270 万ドル、ルア・ダ・マリーナ 1,400 万ドルである。道路プロジェクトの 1km あたり建設工事費は約 400 万ドルである。

表 5-2 幹線バス道路プロジェクト事業費

No.	Project Name	Type of Busway	Project Length	No. of Bus Lane	Project Cost
			(km)	(/direction)	(1000US\$)
1. Busway Projects					
1)	Av. Almirante Barroso	Trunk Busway	6.000	2	17,886
2)	Rodovia BR-316	Trunk Busway	10.750	2	32,439
3)	Rodovia August Montenegro	Trunk Busway	13.635	2	34,651
4)	Av. Independencia on the Suburban Segment	Exclusive Trunk Bus Lane	12.344	2	24,241
5)	Av. Independencia on the central accessing Segment	Exclusive Trunk Bus Lane	7.235	2	21,551
6)	Bus Priority Road from Icoaraci Bus Terminal to Rodovia Augusto Montenegro	Trunk Bus Priority Lane	3.270	2	496
7)	Bus Priority Road from Sao Braz Bus Terminal into Centro	Trunk Bus Priority Lane	9.800	2	2,142
8)	Bus Priority Road on Avenida Pedro Cabral and Senador Lemos	Trunk Bus Priority Lane	7.800	2	11,855
9)	Rodovia Mario Covas in Cidade Nova	Trunk Bus Priority Lane	3.550	2	1,225
	Sub-Total		74.384		146,486
2. Integrated Bus Terminals					
			Area m2		
1)	Terminal A: Icoaraci	Bus Terminal	11,480		1,454
2)	Terminal B: Tapana	Bus Terminal	15,540		2,092
3)	Terminal C: Mangueirao	Bus Terminal	15,540		2,011
4)	Terminal D: Coqueiro	Bus Terminal	18,768		2,294
5)	Terminal E: Aguas Lindas	Bus Terminal	9,680		1,238
6)	Terminal F: Marituba	Bus Terminal	16,770		2,188
7)	Terminal G: Independencia 1	Bus Terminal	10,560		1,118
8)	Terminal H: Independencia 2	Bus Terminal	10,560		1,072
	Sub-Total				13,467
			Number		
3. Bus Facilities (Bus Stops)					
		Bus Stop	45		
		Bus Shelter	82		3,023
		Sao Braz Terminal Rehabilitation	1		
4. Total Cost of Trunk Bus System Project					
					162,976

表 5-3 道路プロジェクト事業費

No.	Project Name	Project Length (km)	No. of Lane (/direction)	Project Cost (1000US\$)	Remarks
1)	Av. Independencia on the Suburban Segment	12.344	4	39,360	Constructing by Para State
2)	Av. Independencia on the central accessing Segment	7.235	4	37,276	Planning by Para State
3)	Av. Primeiro de Dezembro/Rodovia Mario Covas Extension	10.077	4	51,796	New construction road
4)	Rua Yamada	10.000	4	32,655	Road Improvement
5)	Rua da Marinha	4.555	4	14,052	Road Improvement
	Sub-Total excluding Av. Independencia	24.632		98,503	Only Study Projects
Total		44.211		175,139	

6. 環境影響評価

6.1. 環境影響評価作業体制

ブラジル国環境影響法に基づき、本調査の環境影響評価（EIA）を実施した。EIA の実施にあたっては、カウンターパート、JICA 調査団、並びにローカル EIA コンサルタント会社から構成される EIA 作業実施チームを作り、EIA に関する関連調査、資料収集、各種検討、並びにライセンス取得審査に関する SECTAM との協議・折衝を行った。基本的に JICA 調査団は EIA 作業の技術的な監理・指導を行い、主に以下の作業項目に従事した。

- 1) 事業概要書（Project Brief）の作成・準備
- 2) TOR 協議
- 3) EIA 作業
- 4) EIA/RIMA (D/F) 報告書作成・準備

これに対し、カウンターパート側の作業分担項目は以下の通りである。

- 5) ライセンス取得に関する行政上の関連手続き
- 6) 住民参加に関する関連手続き

原則として JICA 調査団がベレーン滞在中に、本調査に関する環境ライセンスを取得する事を目標としているが、期間内でライセンス取得に関する手続き等を終える事ができない事も想定される。このような場合、JICA 調査団が帰国した後の、ベレーンでの環境ライセンス取得に関する関連残務作業はカウンターパート側が引続き、全責任を持って対処する事を相互に確認した。

本 EIA 作業は、EIA の TOR 最終版が 2002 年 7 月に完成した後、公式に着手し、EIA/RIMA の D/F 報告書は 2003 年 2 月末に SECTAM に提出、正式に受理された。その後、同報告書の一般公開・縦覧に関する通知が、2003 年 3 月 31 日付の官報、DIARIO OFICIAL に掲載され、住民参加手続きが進められた。住民参加手続きと同時並行して、SECTAM では EIA D/F 報告書の内容審査に関する評価作業を 5 チーム体制で開始した。

一般公開・縦覧は滞りなく終了し、同期間中、住民側からの公聴会開催請求はなかった。ブラジル国環境影響評価法では、同期間中に住民側からの公聴会開催要求がない場合、一連の EIA 審議過程における公聴会手続きを省略する事が出来るとしている。この結果に基づき、SECTAM では当初予定されていた公聴会を省略し、COEMA（パラ州環境評議会）による EIA/RIMA の最終審査に移行する事に決定した。SECTAM による EIA 報告書審査は 2003 年 7 月中旬に終了した。その評価結果は COEMA に提出され、最終的なライセンス審査が行われることになっている。

6.2. 環境影響評価

道路プロジェクトと幹線バス道路の計画路線に関する初期環境調査の評価結果を、環境保全の側面から基本設計に反映させ、周辺の自然環境破壊や著しい負の影響を生じないような対策を行った。表 6-1 に環境保全対策を示す。それらをもとに、主要環境評価項目に関する定性的なインパクト評価を行い、本調査の直接・間接、累積、もしくは 2 次的インパクトについて評価した。

表 6-1 初期環境調査(IEE)にもとづいた計画への環境配慮

	計画路線	設計変更内容
1	インデペンデシア (Avenida Independencia)	自然保護区プレジデント・メジチ (Presidente Medici II) 回避のため、一部計画路線を変更。

ベレム大都市圏交通輸送システム改善フェージビリティ調査

2	マリニャ (Rua Marinha)	柵、けもの道等の環境対策を行う。それらの概算工事費は以下の通り。 けもの道 R 12,500 x 5箇所 = R 64,500 防護柵 R 300,000 x 1セット = R 300,000 Total R 364,500
3	チェルモント (Rua Chermont)	大規模土地収用問題のため、計画路線を一部変更
4	プリメイロ・デ・デゼンブロ (Avenida Primeiro de Dezembro)	アルサ・ロドビアリア (Alca Rodoviaria) 周辺の水源地回避のため、計画路線を一部変更。
5	プリメイロ・デ・デゼンブロ (Avenida Primeiro de Dezembro)	アパ・ベレン (APA Belem) 内の河川横断のため橋梁案を採用。工事期間中の水質汚濁の危険性低減のため PC 杭基礎を採用、場所打ち杭は原則として採用しない。
6	マリオ・コパス (Rod. Mario Covas Extension)	同上

6.3. 環境対策

前述した環境影響評価結果に基づき、本調査の建設、及び幹線バス運行時に発生が予想される環境インパクト（負の効果をもたらすもの）に対し、包括的な環境対策を整理した（表 6-2と表 6-3）。

表 6-2 主要環境対策手法一覧(自然環境)

評価因子	環境対策内容
洪水・湛水	
建設残土の流出による河川・水路目詰まりによる局所的な洪水、冠水、浸水の発生	局所的な洪水、冠水、浸水発生をなくすため、一時的/もしくは恒久的な排水システムを設置。建設現場から流れ出る表流水は沈砂池を経由させる。排水系統は定期的に清掃を実施する。
路面排水系統の一部変更に伴う水質劣化	既往の水質基準をみたくようノン・ポイント汚染源監視プログラムを実施。例えば、建設現場下流部付近に湿地帯を設け、栄養塩、殺虫剤等を含む排水の浄化を促進する。
動植物	
沿道植生の破壊	植樹を行う場合は、FUNVERDE と協議しながら、維持管理の手間が比較的かからず、且つ、その土地の生態系攪乱のリスクが最小限となるような地方種、在来種を用いる。掘削を行った場合、その表層土部分は可能な限り保存し、再利用を図る。外来種の植樹が必要となった場合は、その後のモニタリング（例えば、生育状況）を行う。
自然植生の破壊	同 上
工事中、供用後の鳥類、野生動物生態系への影響	工事期間中、鳥類、野生動物（例えば猿）生態系への影響が考えられるが、これらの影響はあまり深刻とは考えられない。通常、これらの動物は、建設現場から離れたあまり工事の影響を受けない場所へ移動する。また工事終了後、その工事内容次第では、それらの動物がもどるケースも有りうる。IBAMA、SECTAM 又は FUNVERDE との協議を密にする。野生動物の産卵期、交配期への影響をなるべく抑えた工事計画を組み、食餌用樹木、水飲み場、その他の重要な場所を破壊しないよう留意する。柵の設置により、大型哺乳動物の化学薬品等、危険物への接触、もしくは交通事故のリスク低減が図れる。
工事中の事故による水生動物生態系の破壊	アパベレン (APA Belem) もしくは他の水資源地区に汚濁物質が漏出しないよう厳重に注意する。工事に使う化学薬品（例えばオイル、ガソリン等）は厳重に保管する。コンクリート・プラントを設置する場合は河川からなるべく離れた場所を選び、廃水は中和してから放流する。漏出事故の際のオイル拡散防止手段・計画を用意する。廃油は適切に処理する。IBAMA、SECTAM 又は FUNVERDE との協議を密にする。建設現場と河川・水路の間には十分なバッファゾーンを設ける。工事前の河川修復作業においては浅瀬、淵、落差等の形状変更も考慮する。工事実施責任者は漏出事故発生の場合の緊急監視体制を文書にして提出する。
供用後のけもの道確保	局所的な生態系（水飲み場、採餌場等へのアクセス）は十分に調査を行う。人工的なけもの道等の導入を計画し、野生動物生態系分断のインパクト低減を図る。必要に応じて、道路から離れた所に新しく採餌場、水飲み場を確保する。これらの方策により交通事故による動物の殺傷件数の低減が図れる。

表 6-3 主要環境対策手法一覧(社会環境)

評価因子	環境対策内容
土地収用	
事業実施にともなう土地収用	本調査においては、約 1,818 世帯が土地収用の対象となり、収用実施前に移転先、又は代替家屋を確保し、十分な補償を行う。移転先は移転前の場所に可能な限り近接した所を選定する等、周到な土地収用計画を作成する。
歴史・文化財、遺跡	
埋設遺跡の発見	建設現場において新しく遺跡が発見された場合、それらへの被害は最小限に抑える。例えば設計変更による計画路線、もしくは作業内容の変更を行うと共に、遺跡損傷部分の修復、発見現場周辺の回復、保全、維持管理等を実施する。この場合 IPHAN、SECULT-DHPAC、並びに FUMBELL との協議を密にする。
資材運搬	
工事中、資材運搬のための一時的な交通量増加	工事中は、資材運搬車両の点検を十分に行い、また資材の過積載を防止する。可能な限り、住宅地を通る運搬経路は避ける。また掘削土の再利用を図り、全体的な土砂運搬量、距離、回数の低減に努める。
土捨て場の確保	土捨て場は SECTAM 等の関連機関との協議を通して選定し、また運搬による混雑を低減するため、計画路線近傍に広範囲に分布させる。
騒音/振動	
供用後の局所的な騒音・振動問題の発生	一般的に自動車騒音は、その製造過程、適切なタイヤ選定、排気システム等の維持管理により、ある程度の低減が可能である。また路面の適切な監理により摩擦音や振動をある程度低減する事も可能である。遮音壁、低騒音舗装の採用も有効な騒音低減手法の 1 つである。また補助的な騒音対策として建物自体の遮音（例えば 2 重窓）の採用も考慮する。
大気汚染	
工事期間中の粉塵	資材運搬を行う際は、積載部にカバーを施し、土砂等が沿道にこぼれないように努める。攪拌機は覆いを施し、振動機器は粉塵除去装置を取付ける。裸地での風による浸食は、植生を行ったり、水撒き、薬剤使用、風除け等の設置によりある程度制御可能となる。労働者、並びに周辺住民の健康状態に留意する。
供用後の局所的な大気質悪化	エコ車両（例、ハイブリッド車両）の導入、より綿密な I/M プログラム、交通規制、クリーンガソリン政策を行う。現行の環境基準を越えないよう留意する。
水資源	
既設井戸の汚染	オイルや危険物の保管には万全を期し、周辺井戸への漏出による水質汚染を防ぐ適切な手段を講ずる。工事実施責任者は漏出事象発生の場合の緊急監視体制を文書にして提出する。
浅井戸の取壊し	新しい井戸、もしくは代替水源を確保する。

6.4. 自動車排ガス検討

6.4.1. 目的

本調査で計算された交通量将来需要予測結果に基づき自動車排ガスを算出し、本調査の排ガス低減効果に関する定量的な検討を行った。目標年次は 2007、2012、及び 2020 年とし、窒素酸化物（NO_x）と 2 酸化炭素（CO₂）を対象とした。

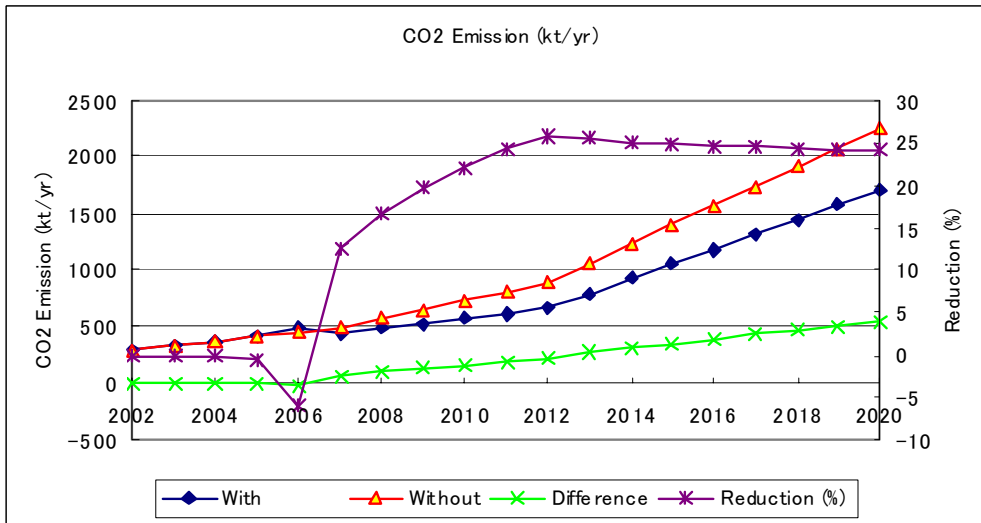
6.4.2. 検討結果

窒素酸化物は 2020 年で事業を実施しない場合に比べ 6.82 トン/日（約 19.6%）、また 2 酸化炭素については 1,740 トン/日（24.1%）削減可能である事が判明した。

6.4.3. 二酸化炭素排出量（ライフ・サイクル・アセスメント）

図 6-1 は 2002 - 2020 年にわたる 2 酸化炭素年間排出量の経年変化を示したものである。ここで年間 CO₂ 排出量の計算はライフ・サイクル・アセスメント（LCA: Life Cycle Assessment）の考えに基づき、工事期間中の、例えば建設機械の移動、資材運搬に伴う CO₂ 排出量、並びに供用後について算出を行った。

図 6-1 に示されるように、事業を実施した場合、工事開始直後の CO₂ 排出量は、事業を実施しない場合より多くなり、2006 年においてピークに達する。これは同時期までの間に各路線の工事が集中するためと考えられる。しかし、それらが完成し部分的供用が始まる 2007 年からは、事業実施した場合の CO₂ 排出量が、実施しないケースを下回り、その後、減少率は漸近的に増大し続け、2012 年で減少率 = 25.8% に達すると予測され、二酸化炭素排出量の削減に役立つ。



注：Reduction (%) = $100.0 \times ((CO_2)_{\text{実施しない場合}} - (CO_2)_{D0}) / (CO_2)_{\text{実施した場合}}$

図 6-1 自動車排ガス量(CO₂)の予測値

6.5. 沿道騒音予測

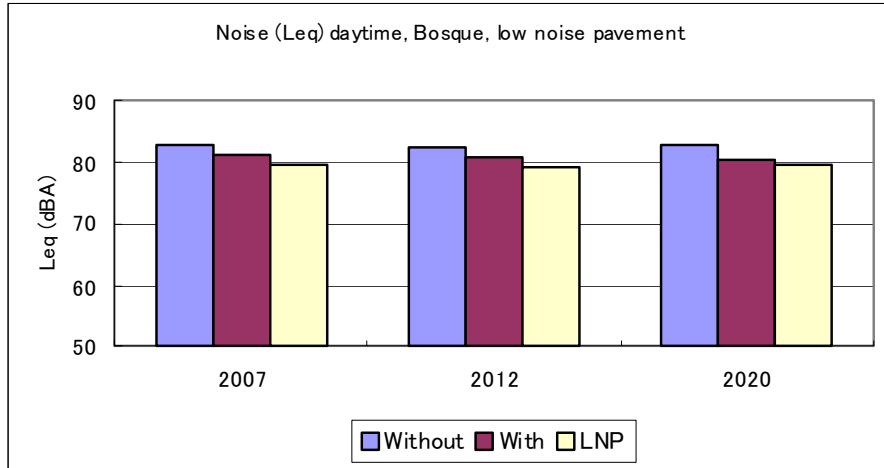
6.5.1. 目的

交通量将来需要予測結果にもとづき、アルミランチ・バホーズ街路等の主要計画路線における沿道騒音予測を行い、騒音対策を検討した。基本的に騒音予測は昼夜間において行い、騒音低減対策として(i)低騒音舗装、及び(ii)遮音壁設置、の2低減方法を検討した。

6.5.2. 検討結果

事業を実施しない場合、ボスケ及びサン・ブラスの予測地点での騒音レベルは、現行のブラジル国における環境基準（昼間：住宅地区 - 55 dBA、商業地区 - 60 dBA）を大きく上回った。環境対策無しで事業を実施した場合、事業無しの場合に比べ、騒音レベルが予測地点で2 dBA 下がり、また低騒音舗装を施した場合、更に1.5 dBA 下がる。但し、低騒音舗装を実施する場合、その性能保持のため、定期的な維持管理作業が必要となる。このことから、騒音低減への好結果が期待される。

騒音対策として遮音壁を採用した場合、予測地点（受音点高さ、hp = 1.2 m）ではかなりの騒音低下が期待出来るが、受音点高さ hp = 6.0 m の地点では、音の回折効果により環境基準を上回る。これより遮音壁を設置した場合、歩道付近ではかなりの騒音低減効果が期待できるが、沿道高層ビルの一部については期待できず、補完的な騒音対策（例えば2重窓の設置）が必要となる。図 6-2は騒音予測結果の一例を示す。



注: 図中において"LNP"は低騒音舗装を実施した場合を示す。

図 6-2 騒音予測結果 (Leq 値、Bosque, 昼間、低騒音舗装)

6.6. 沿道振動予測

6.6.1. 目的

アルミランチ・バホーズ街路等の主要計画路線における沿道振動予測を行い、本調査の振動低減効果に関する定量的評価を実施し、適切な振動低減対策手法を検討した。基本的に振動予測は昼夜間において行った。振動低減対策として(i)舗装表面の平坦性向上、及び(ii)路盤改良、の2低減方法を検討した。ここで路面の平坦性は路面凹凸の標準偏差 σ (mm)で、路盤特性は地盤卓越振動数 f (Hz)で表わしている。

6.6.2. 検討結果

事業を実施しない場合、ボスケ並びにサンプラスにおける L_{10} 予測値は 50 dB 前後で、日本における振動基準 (昼間、65 dB) を下回る。事業を実施した場合、事業無しの場合に比べ、同予測地点における L_{10} 予測値が更に 3 - 4 dB 低減する。また事業実施により路盤改良が行われた時、更に 2 dB 低減する。これより本調査実施により道路改良が行われた場合、その沿道においてかなりの振動低減効果が期待できる。図 6-3は振動予測結果の一例を示した。

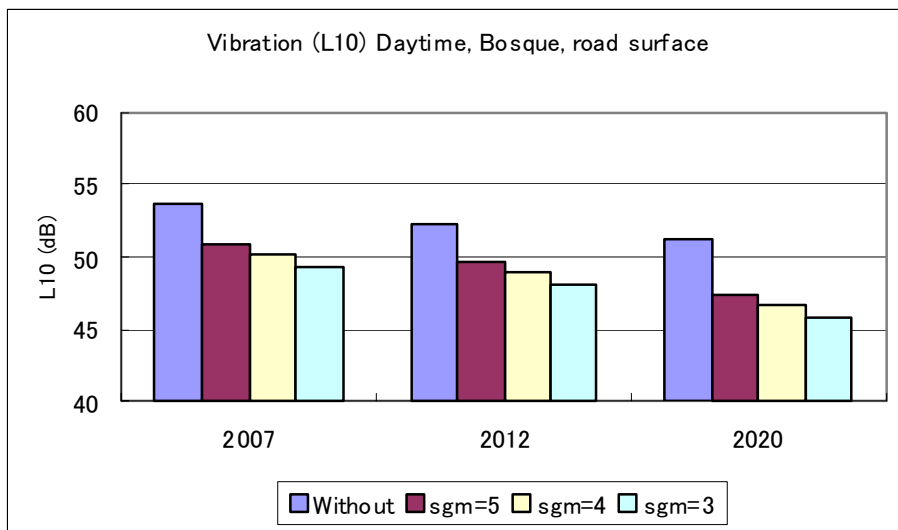


図 6-3 振動予測結果 (L10 値、Bosque、昼間、舗装表面改良、平坦性 $\sigma=3, 4,$ and 5 mm)

6.7. 住民移転

本調査により発生が予想される土地収用、並びに住民移転対象世帯数を以下に示す。これらの事業において工事实施前に可能な限り十分な補償を行い、移転先を確保する必要がある。

- 土地収用補償対象総世帯数 = 1,818 世帯
- 移転世帯総数 (推定) = 601 世帯

注：パラ州政府により計画路線周辺に9移転地が用意される計画である。

これらの推定はカウンターパート側が移転補償計算ソフトウェアにて算出した。

7. プロジェクトの実施計画

幹線バス道路プロジェクトの作業別・路線別の実施計画及び年度別の計画投資額を表 7-1に示す。バスターミナル及びバス停留所を含む幹線バス道路は 2004 年から 2006 年までの3年間の実施計画を策定した。2007 年の初めにはアルミランチ・パホーズ街路 BR-316 道路、アウグスト・モンテネグロ街路及びインディペンデンシア街路の市街地側部で幹線バスシステムの運行が開始される。

道路プロジェクトの作業別・路線別の実施計画及び年度別の計画投資額を表 7-2に示す。パラ州はインディペンデンシア街路のアウグスト・モンテネグロ街路とアルカ・ピアリア道路間の市街地部を現在建設中であり、幹線バスシステムを運行するためには、幹線バス用の2車線拡幅工事を 2006 年には完成する必要がある。

幹線バスシステムの運行のため、インディペンデンシア街路のセントロ部分(往復4車線道路及び往復2車線幹線バス)は 2011 年までには建設される必要がある。この部分はベレーン都市圏の公共交通及び交通輸送にとって重要である。プロジェクト実施計画にもとづいた 2007 年及び 2012 年における道路網および幹線バス道路網を図 7-1に示す。

表 7-1 幹線バス道路プロジェクト実施計画

Working Items	Classification	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Completion of Feasibility Study		■										
2. Detailed Design (including Field Survey)			■	■								
3. Environmental Analysis				■								
4. Approval of Environment				■								
5. Preparation of Tender Document				■								
6. Procurement of Project Costs			■	■								
7. Tender for Construction					■							
8. Tender Evaluation					■							
9. Contract of Contractor						■						
10. Construction of Trunk Busway (Including related integrated bus terminals)	Av. Aliminante (US\$1000)			3,556	3,556	10,774						
	Rod. August Montenegro (US\$1000)			6,889	6,889	20,873						
	Rod. BR-316 (US\$1000)			6,449	6,449	19,541						
	Av. Independencia (US\$1000)			6,280	6,280	16,021	5,612	7,743	3,856			
	Priority Lane (US\$1000)			941	941	13,836						
	Bus Facilities (US\$1000)			1,058	1,058	14,374						
Sum.Trunk Bus+Priority Lanes+Integrated Bus Terminals	162,976		25,173	25,173	76,335	19,084	5,612	7,743	3,856			

表 7-2 道路プロジェクト実施計画

Working Items	Classification	2002	2003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	
1. Completion of Feasibility Study													
2. Detailed Design (including Field Survey)													
3. Environmental Analysis													
4. Approval of Environment													
5. Land Acquisition & Compensation													
6. Preparation of Tender Document													
7. Procurement of Project Costs													
8. Tender for Construction													
9. Tender Evaluation													
10. Contract of Contractor													
11. Construction of Roads	Av. Independencia												
	Rua Yamada	2,924	7,993	10,906	15,028	10,562		14,935	7,801	6,487			
	Rua da Marinha				2,009	2,009	2,009				10,224	10,575	5,829
	Av. Primeiro de Dezembro					1,270	1,270						11,512
			3,308	3,308	3,308			16,076	16,628	9,168			
Road Project excluding Av. Independencia (US\$1000)	98,503		3,308	5,317	6,587	3,279	16,076	16,628	19,392	10,575	17,341		
Toatl (including Av. Independencia)	338,115	2,924	7,993	39,388	45,519	93,482	22,362	36,622	32,173	29,735	10,575	17,341	

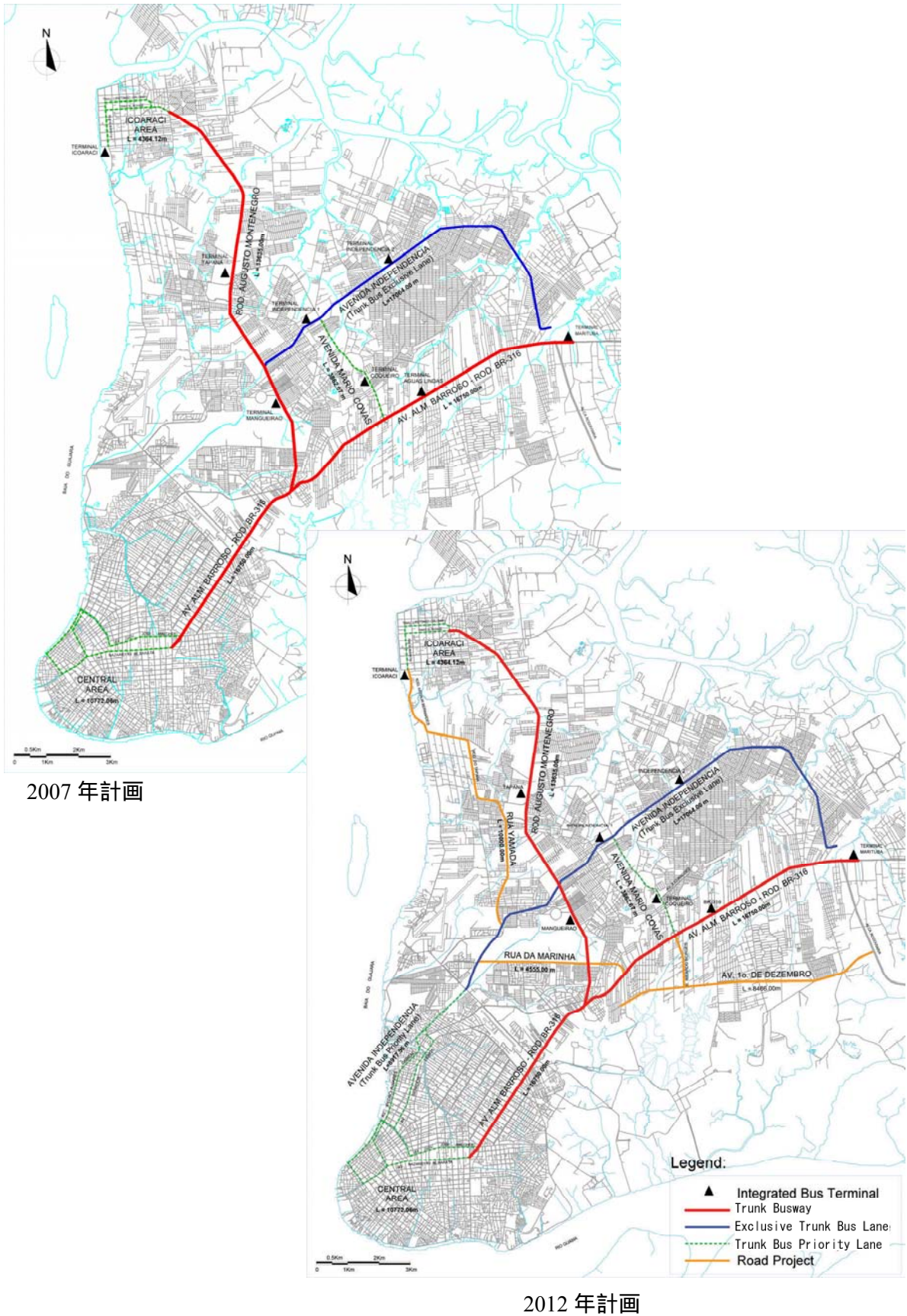


図 7-1 道路網及び幹線バス道路網計画(2007年、2012年)

8. 経済・財務分析

8.1. 経済評価

プロジェクト全体と、これの構成要素である幹線バスプロジェクトと道路プロジェクトによってもたらされる地域経済への評価を、経済コストと経済便益を比較することによって行った。

8.1.1. 経済コストと便益

(1) 経済コスト

第5章で述べた財務コストから移転費用である税金の除外、2個所のバスターミナルの公共用地の経済価格の適用、未熟練労働者の賃金を潜在賃率への適用、予備費の除外、を行って経済コストに換算した。全プロジェクトの経済コストは7億8,540万リアルであり、これは財務コストの約80%に相当する。(表8-1)

表 8-1 プロジェクトの経済・財務コスト

Project	Financial Cost (R\$ 1000)	Economic Cost (R\$ 1000)	Economic / Financial Ratio
Trunk busway Project	424,807	337,923	0.80
Bus terminals and bus stops	47,821	38,102	0.80
Road Project	507,904	409,365	0.81
Total	980,533	785,391	0.80

(2) 経済便益

経済便益はプロジェクトによって発生する自動車走行費用(VOC)と旅行時間費用(TTC)の節減額とした。便益は“プロジェクトを実施した場合”と“実施しない場合”の比較を行って計測した。単位VOCは旅行速度の関数として車種別に予測し、単位TTCは2000年に実施した家計調査結果をもとに予測し、自動車保有世帯では13.3リアル、非保有世帯では3.0リアルになる。経済便益結果を表8-2に示す。

2007年では便益の20%がVOCの節減によるものであり、80%はTTCによるものである。VOCの節減による便益の分担率は2012年には増加する。これはインディペンデンス街路のセントロ地区の完成と他のプロジェクト道路の完成によるものである。公共と私的交通機関の便益を比較すると、便益の3分の1は公共交通によるものであるが、2012年にはこの分担比は道路プロジェクトの完成により18%に減少する。長期的に見ると、公共交通の分担比は非常に大きくなり、これは将来交通需要量の増加により道路プロジェクトによる効果が低くなるためである。

表 8-2 プロジェクトの経済便益

Case	Cost Item	(R\$ million)								
		2007			2012			2020		
		Public Mode	Private Mode	Total	Public Mode	Private Mode	Total	Public Mode	Private Mode	Total
Economic Benefit	VOC	-2.8	24.1	21.3	-3.0	75.2	72.2	-0.5	10.4	9.9
	TTC	37.9	38.1	76.0	54.7	158.5	213.2	54.8	37.0	91.9
	Total	35.1	62.1	97.3	51.7	233.7	285.4	54.3	47.4	101.8

8.1.2. 評価結果

プロジェクトの経済便益は非常に高く、E-IRR 28%、現在価値 (NPV) 4 億 9,500 万リアルとなる。コスト便益比 (B/C) は約 2.0 となる。ブラジルの社会的割引率を 12% とすると、いずれのプロジェクトも高度にフイージブルと判断される (表 8-3)。

仮に幹線バスシステムプロジェクトのみを評価した場合、経済的 E-IRR は 17% となり、プロジェクトのフイージビリティを確実にする値である。しかし、コストが予測値よりも 1.37 倍高くなった場合、又は便益が予測値よりも 27% 低くなった場合、E-IRR は 12% より低下する。そこで、詳細設計や建設時でのコストやプロジェクト実施前後における交通需要量を監視することが重要となる。

道路プロジェクトのみの E-IRR は 41% と高く、これは道路プロジェクトがない場合に道路交通状況が悪化することが予測され、これによる影響である。しかし、2020 年には道路プロジェクトがない場合は交通状況がさらに悪化し、便益は小さくなる。

乗用車は 2020 年までに 3.5 倍に増加するのに対し、公共交通は 1.3 倍の増加に留まる。現在の道路容量はこのような乗用車の増加には絶対的に不足している。そこで道路プロジェクトの計画ばかりでなく、既存道路の改良、交通需要コントロール、大量公共交通機関の導入、都市機能の分散化等の包括的な施策が必要となる。このような意味から、幹線バスシステムは大量交通機関への過度期の交通手段であり、約 15-20 年はこの幹線バスシステムで対処できるであろう。

表 8-3 経済評価結果

Project	Economic Evaluation		
	E-IRR (%)	NPV (R\$ million)	B/C
All Project	28.0	495.3	1.97
Trunk Bus System	17.0	84.9	1.36
All Road Project	41.0	429.2	2.53
Independencia	42.8	247.8	2.75
Av.Primeiro de Dezembro	45.2	330.7	5.12
Rua Yamada	18.0	37.6	1.80
Rua de Marinha	37.9	49.2	4.05

8.1.3. 社会便益効果 (燃料消費量の節約と雇用への効果)

燃料消費量の節約は経済便益全体から見ると小さな効果であるが、乗用車利用者にとっても、環境保全の面からも重要な問題となる。2012 年にはプロジェクトによって全体の自動車走行距離は 274,000 car-km まで減少する。これは“計画なし”ケースの 2.3% の減少である。これによって、年間 2,380 万リアルの燃料費が節約できる。さらにこのプロジェクトによって平均走行速度が 15km/h から 16km/h に上がる。この走行速度の上昇は 70 万リアル/日の節約で、年間になると燃料コストは 2,450 万リアル節約できる。これはガソリン 10 万バレル以上に相当する。

ベレーン都市圏では現在 14% の失業率であり、これは約 10 万人が職探しをしていることに相当する。このような状況下で、本プロジェクトは新たな雇用の創出になる。全プロジェクト費用は 7 億 4,700 万リアルであり、この内人件費相当分は 7-8% である。これは約 62,300 人-月の労賃に相当する。この内、約 27,900 人-月分は未熟練労働者である。この調査プロジェクトでは失業問題の解消に幾分貢献できる。

8.2. 財務評価

8.2.1. 前提条件

財務分析の目的はバスを運営する民間会社の収益性を分析することである。ここでバスの経営の定義とは幹線バスの運営に直接的に関係する 幹線バスの運営、支線バスの運営、ター

ミナルの運営、についてである。幹線バスのインフラ整備は公共機関が整備し、バス経営者はバスの運営だけ行うものである。

8.2.2. 幹線バスシステムの料金収入

幹線バスシステムにおけるバス乗客数は2007年から2012年にかけてインディペンデンスア街路の開通による幹線バスルートの開設によりかなり増加し、その後2012年以降も年0.8-1.0%の割合で増加する(表8-4)。

現在、バス乗客の約23%は無賃乗車であり、36%の乗客は半額である。そこで、全乗客の60%が料金支払乗客に相当することになる。料金収入は2012年で5億5,000万レアル/日であり、この料金収入は上記したバス乗客数に比例して増えることになる。

表 8-4 幹線バスと支線バスの乗客数と料金収入

Kind of Bus	Passengers (1000pax/day)			Annual Revenue (R\$ million)		
	2007	2012	2020	2007	2012	2020
Trunk Bus	638.9	958.9	1028.0	115.0	171.8	183.6
Feeder Bus	376.4	532.3	591.5	395.3	379.1	391.1
Total	1015.3	1491.2	1619.5	510.3	550.8	574.7

8.2.3. バス車両購入計画

現在運行しているバス車両300台を幹線バスに、50台を支線バスに使用し、これらの現在運行しているバス車両の内、10年を過ぎたものから2両連結バスに買い換えて行く。これらのバス車両の価格は2,180万レアルと査定した。新規購入2両連結バスは留保利益又はローンで購入することになろう。この現在運行しているバス車両はバス経営者によるこのプロジェクトへの初期投資になり、この査定価格は2006年時点で支払われる現物出資金と見なす。

バス車両購入計画を表8-5に示す。これは3年毎の購入計画をもとにしている。2両連結バスの価格は2003年価格で470,000レアルであり、既存バスは125,790レアルである。2007年から2026年の全バス購入価格は2億4,700万レアル(2両連結バス2億2,650万レアル、支線バス2,050万レアル)である。この全費用は全料金収入の1.4年分に相当する。

表 8-5 バス車両購入計画と費用

(Bus unit; R\$ million)

Year	Bus to be Procured		Fleet Cost		
	Articulated	Standard	Articulated	Standard	Total
2007	63	21	29.6	1.8	31.5
2010	113	36	53.1	3.2	56.3
2013	50	18	23.5	1.6	25.1
2016	61	23	28.7	2.0	30.7
2019	122	39	57.3	3.4	60.8
2022	54	19	25.4	1.7	27.1
2025	19	7	8.9	0.6	9.5
Total	482	163	226.5	14.3	240.9

8.2.4. バス運営費用

CTBelはバス料金の見直しのため、毎年バスの運営費用を見直している。この資料によれば、運営費用は税込み、2001年価格で2.09レアル/kmであった。変動費は全体の35%を占め、固定費55.6%、税金9.7%である。

表 8-6 幹線バスシステムの年間運営費

(R\$ million)

Year	Operating Distance (million veh.-km)		Operating Cost (R\$ million at 2003 price)			
	Trunk Bus	Feeder Bus	Management	Trunk Bus	Feeder Bus	Total
2007	15.90	6.70	2.8	62.5	26.3	91.6
2011	23.35	9.36	2.8	91.8	36.8	131.3
2012	24.16	9.85	2.8	94.9	38.7	136.5
2020	25.64	11.08	2.8	100.7	43.5	147.1

Note: Management cost is operating cost of TBSMU

8.2.5. キャッシュフローと財務 IRR

プロジェクトのキャッシュフローはプロジェクト全体の純キャッシュフローと投資家の立場（株主）からのキャッシュフローの2つの視点から評価した。それぞれのキャッシュフローは以下のように定義する（図 8-1）。

- 1) プロジェクトキャッシュフロー = 「減価償却前の純収入」 - 「投資費用」
- 2) 株主キャッシュフロー = 「手持ち資金」 - 「企業体の投資費用」

2007年から2027年間の純運賃収入は6億6,510万リアルであり、平均運転効率（収入/運営費用比率）は1.23倍であり、これは中位程度の利益率を示している。2008年から2011年では税引き後の純収入は負になるが、絶対値は減価償却費より小さく、累加キャッシュフローはプラスになる（図 8-2）。

最初の10年間は債務率が40% - 70%の範囲で高いが、しかし、徐々に改良され次の10年間は10% - 30%に減少する。このように、バスの購入によるローンの借り入れはこのプロジェクトの鍵になる。

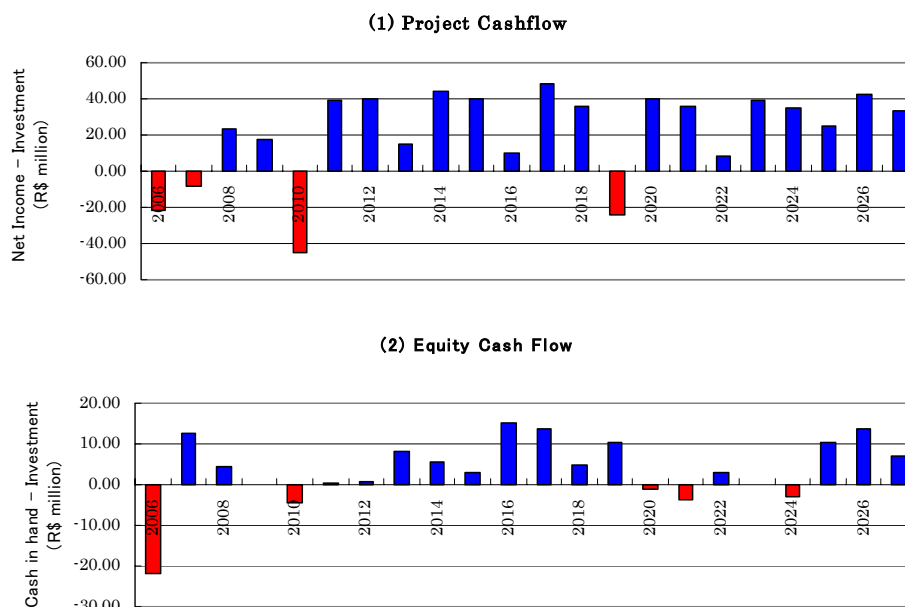


図 8-1 プロジェクトと株主キャッシュフロー

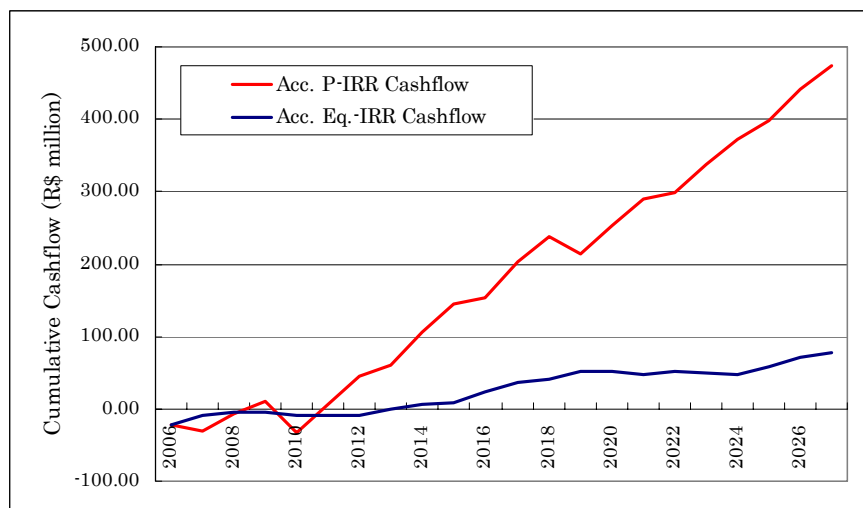


図 8-2 幹線バスプロジェクトの累加キャッシュフロー

プロジェクト F-IRR は非常に高く 40.9%であり、株主 F-IRR は 20.3%である。これは一般に十分なレベルにある。特に、株主 F-IRR は初期投資額が比較的小さく、そのため F-IRR が高いにもかかわらず、NPV も 660 万リアルと小さい(表 8-7)。株主 F-IRR は収入と費用に感度が高く、バスの運営期間を通じて適切な運賃政策を行うことが必要である。

表 8-7 財務 IRR とその感度分析結果

Factor to Change	Conditions	Project Evaluation		Shareholder's Evaluation	
		Project IRR	NPV	Equity IRR	NPV
		%	R\$ million	%	R\$ million
Base Case	-	40.9	82.2	20.3	6.6
Revenue	5% UP	43.7	90.7	24.9	12.8
	5% down	38.1	73.7	15.4	0.4
	10% down	35.4	65.2	9.7	-5.7
Price of Bus	10% down	45.2	91.2	25.0	13.1
	10% up	36.9	73.2	15.2	0.2
	20% up	33.3	64.2	9.3	-6.3
Tax	10% down	-	-	25.7	14.0
	10% up	-	-	17.4	7.9
	20% up	-	-	14.4	-0.7
Interest Rate	15% - 2.5%	-	-	23.0	10.2
	15% + 2.5%	-	-	17.5	3.1
	15% + 5.0%	-	-	14.6	-0.5

固定金利とスケジュール返済のもとで、インフレを考慮するとキャッシュフローは比較的有利になる。これは収入と支出の項目がインフレによって上昇し、支払と金利が相対的に低くなるからである。年間のインフレ率を 11%とすると、キャッシュフローはさらに好結果になり、プロジェクト F-IRR は 50.6%となり、株主 F-IRR は 37.3%になる。

結論的に言えば、幹線バスプロジェクトの収益性は極めて高いことが分かる。金利と税金の支払後の留保利益はバスの新規購入に対し十分ではなく、仮に税金の免除ができなければ返済期間を十分に取ったソフトローンを求めることが必要になる。

9. 提言

9.1. プロジェクト実現化の必要性

「PDTU2001」は日本とブラジル側双方の努力により 2000 年から 2001 年にかけて行われ、BMA における交通混雑緩和及びその健全な発展のために必要な多くの課題が整理された。そのうち、優先度・緊急度が最も高いと判断された本調査「ベレーン大都市圏交通輸送システム改善調査」が「PDTU2001」に引き続いて実施された。これらのプロジェクトの実施は以下に示すような効果が期待されるため、できるだけ早期にプロジェクトを実施する必要がある。

- 1) 交通混雑緩和・低減
- 2) 幹線バス導入によりバス運営システムの効率化
- 3) 大気汚染緩和による自然・社会環境の改善
- 4) 社会経済活動の活性化

9.2. 幹線バスシステム・プロジェクト

(1) バス運行システム

本調査では調査対象地域のバスシステムを 幹線バスシステム、支線バスシステム、及び既存バスシステムの 3 種類で運行する計画を提案した。幹線バスシステムはバスが走行する車線或いは道路の構造形式の相違により、幹線バス専用道路、幹線バス専用レーン、及び幹線バス優先レーンに区別する。支線バスシステムは幹線バスターミナル周辺地域のバス利用者を幹線バスターミナルまで輸送を行い、その路線延長は比較的短い。61 の既存バス路線は幹線バスシステムに取って変わるが、その他の 104 路線は現況と同様に運行する。

(2) 乗換え（インテグレイティッド）・バスシステム

幹線バスの運行のため、新規に 8 箇所の乗り継ぎバスターミナルを提案した。各乗り継ぎターミナルにおいて、支線バスと幹線バスとの間の相互乗換えが行われる。ここで既存バス路線は幹線バスシステムと相互乗り入れせず、8 箇所のバスターミナルでは幹線バスと支線バスの統合サービスを行い、既存バスやその他の移動手段から隔離するよう計画した。既存バス路線の乗客は、幹線バス停にて他幹線バス路線への乗換えはできるが、乗換えの際、料金を支払う制度とした。また幹線バスの乗客は、他の幹線バス路線に乗り換える場合（例、A ゾーンと B ゾーン間で行き来をする場合）、幹線バス停にて料金を支払う制度とした。

(3) 幹線バス路線整備

円滑で効率的な幹線バスの運行を行うため、以下の幹線バス路線整備を提案した。

- 1) 幹線バス道路を BR - 316 道路、アルミランチ・バホーズ街路及びアウグスト・モンテネグロ街路の 3 幹線道路の中央部分に建設する。これと併行して、それらの 3 道路の他車道部分、および自転車道や歩道の構造的改良も行う。
- 2) インディペンデンシア街路（現在、工事進行中の往復 4 車線道路）は 6 車線に拡幅し、そのうち中央分離帯付近に往復 2 車線の幹線バス専用レーンを設置する。
- 3) ベレーン市とイコアラシ市内の幾つかの道路及びシダデ・ノバのマリオ・コバス街路の最外側レーンには幹線バス優先レーンを設置し、また同レーンをカラー舗装で識別させる。
- 4) 現在、往復 4 車線道路であるペドロ・カブラル街路及びセナドール・レモス街路は 一方通行 3 車線道路に変換され、幹線バス優先レーンが設置される。前述したように、同レーンをカラーアスファルト・コンクリート舗装で識別させる。
- 5) 新規バスターミナルを 8 箇所において建設する。

-
- 6) 新規バス停は幹線バス道路、及び幹線バス専用レーン沿いに設置する。
 - 7) 現在、長距離バスターミナルとして使われているサン・プラスバスターミナルは、幹線バスと既存バスの相互乗換えを行う都市間バスターミナルにする。
 - 8) 幹線バスの交通信号は、幹線バス道路、専用レーン及び優先レーンの主要交差点毎に設置する。
 - 9) ベレーン市中心部の主要交差点では、幹線バス優先レーンはアスファルト・コンクリート舗装からセメントコンクリート舗装に変える。

表 5-2は今後実施すべき幹線バスプロジェクトの一覧を示した。

9.3. 道路プロジェクト

本調査では、インディペンデンシア街路建設計画（パラ州が現在、市郊外において部分的に建設中、また本調査においてセントロへのアクセス部分を計画）、プリメロ・デ・ディゼンブロ街路建設・延伸計画、及びヤマダ街路、ルア・ダ・マリーナ道路改良計画、の4道路を計画した。

道路の設計にあたっては、自然・社会環境の保全を重視した。また幹線バスと道路の実施計画は、道路と幹線バスの交通需要量を考慮して策定した。

インディペンデンシア街路については、当初、プレジデンテ・メヂチ II(自然保護地区)を直接横切る路線が計画されていたが、環境への配慮のため路線計画の一部を変更し、保護地区内の通過を避けて、その周辺を迂回させた。プリメロ・デ・ディゼンブロ街路の計画では、路線沿線の北側住宅地域から放流される未処理の家庭雑排水（現況では、これらの雑排水は水源地区にそのまま放流）の一部を同路線の道路排水施設で受け止め、他の地区へ放流することにより同水源地区への汚濁負荷の軽減を図った。ルア・ダ・マリーナは自然保護地区(プレジデンテ・メヂチ II)のすぐ横を通るが、自然保護の観点から、通常の盛土構造はとらず高架形式とし、小動物の自由な移動を妨げないような環境配慮設計を行った。

今後、バスの将来交通需要量の増加を考え、セントロにアクセスするインディペンデンシア街路は2010年までに完成させることを提案した。プリメロ・デ・ディゼンブロ街路も、インディペンデンシア街路同様、2010年までに完成させなければならないと提案した。他方、ヤマダ街路とルア・ダ・マリーナは中期事業として位置付けられ、2012年までに完成させるよう提案した。

表 5-3に各道路事業の概要を整理した。

9.4. プロジェクト・コスト及び資金調達

表 5-2及び表 5-3に示すように、幹線バス及び道路事業の総事業費は2億6,100万ドルと推定され、そのうち1億6,300万ドル（総事業費の62%に相当）が幹線バス事業に、また9,850万ドルが道路事業に要する。幹線バス事業への投資はバス道路が建設される2006年がピークとなり、同年の投資額は約8,200万ドルとなる。これらの投資額はパラ州のインフラ予算を上回っており、できるだけ早期段階に財源を確保する必要がある。

9.5. 今後の調査

パラ州政府は大都市圏開発整備4ヵ年プログラム(2004 - 2007)をパラ州議会が承認した後、正式に実施する予定となっている。この4ヵ年計画には、本調査で提案している幹線バス道路及び道路事業計画が含まれている。現在、工事が進行中のインディペンデンシア街路建設工事はパラ州により計画・監理されており、同路線はここで提案している幹線バスシステム事業の重要な路線の一部となり、この道路事業も承認され正式に同計画に盛り込まれる予定になっている。

ここで提案したプロジェクトをこの4年計画期間内で実施するためには、実施のための準備を早急に進めるべきである。特に、以下に示すプロジェクトの基本設計作業の優先度は極めて高く、本調査が終了次第、速やかに着手すべきである。

- 1) BR-316 道路、アルミランチ・バホーズ街路及びアウグスト・モンテネグロ街路沿いの幹線バス道路計画
- 2) インディペンデンシア街路の幹線バス専用レーン計画
- 3) ベレーン、イコアラシ市内街路及びシダデ・ノバのマリオ・コバス街路沿いの優先レーン計画
- 4) バスターミナル及びバス停計画

これらの事業を更に進展させるためにも、日本とブラジル国側において、より一層の相互協力が必要となる。また本調査でなされたように、今後まだ幾つかの分野において、日本側がブラジル側に技術協力の可能なものがあり、特に将来需要予測のソフト分野においてその要請が強いと考えられる。同分野はまだブラジル国内でも発展途上の段階にあり人材も乏しく、本調査でなされたレベルに達するには、まだ多くの時間、経験、及び人的資源の育成が必要と判断される。このプロジェクトの更なる理解の為に、他の関連分野はもちろん、幹線バスシステムの技術専門家、特に交通需要予測分野の専門家派遣を強く推薦するものである。

調査実施関連者名簿

(1) Members of JICA Study Team

Mr. Kenichi SEKINE:	Team Leader
Mr. Koichi TSUZUKI:	Deputy Team Leader/ Public Transport Planner
Mr. Hisayuki YAMAGUCHI:	Public Transport System Analyst
Mr. Toshihiro HOTTA:	Road Planner
Mr. Masato KOTO:	Traffic Management Planner
Mr. Tetsuo HORIE:	Traffic Demand Analyst/ System Engineer
Mr. Yoshiaki NISHIKATU:	Road Planner
Mr. Masahiko MORI:	Structure Designer
Mr. Naoyuki MINAMI:	Public Transport Facility Designer
Mr. Yasushi HIGA:	Cost Estimate Analyst/ Construction Method
Dr. Takanori HAYASIDA:	Environment Analyst
Mr. Tetsuo WAKUI:	Economist
Mr. Raimundo COSTA:	Public Transport Organization Planer
Mr. Yasutoku NAGASE:	Social Environmental Surveyor
Mr. Hiroshi KUDOU:	Project Coordinator

(2) Members of JICA Advisory Committee

Prof. Dr. Koshi YAMAMOTO: (Leader)	Professor, University of Nagoya Institute of Technology
Mr. Katsuya YAMAMOTO:	Foundation for Riverfront Improvement and Restoration
Mr. Osamu IWATA*:	Ministry of Land Infrastructure and Transport
Mr. Hitoshi YOSHIMURA:	Ministry of Land Infrastructure and Transport

(3) Members of JICA Headquarter

Mr. Toshio HIRAI*:	Director, 1st Development Study Division, Social Development Study Department
Mr. Takeshi NARUSE*:	Director, 1st Development Study Division
Mr. Toshiyuki KUROYANAGI*:	Director, 1st Development Study Division
Mr. Akira NAKAMURA:	Director, 1st Development Study Division
Mr. Satoshi UMENAGA:	Deputy Director, 1st Development Study Division
Mr. Nobuaki KOGUCHI*:	1st Development Study Division
Ms. Momoko HOTTA:	1st Development Study Division

(4) Members of JICA Belem Office

Mr. Katsuhiko HAGA:	Resident Representative
Ms. Chiharu MORITA:	Assistant Resident Representative
Mr. Yasuhiro ONISHI:	Assistant Resident Representative

(5) Members of Steering Committee

Mr. José Augusto Soares Affonso:	Secretary, SEIR
Mr. Paulo Elcídio Chaves Nogueira:	Secretary, SEDURB
Mr. Cicerino Cabral do Nascimento:	Director President, COHAB/PA
Mrs. Suleima Fraiha Pegado:	DETRAN
Mr. Pedro Abilio Torres do Carmo:	SETRAN
Mr. Ronaldo Barata:	ARCON
Mr. Clovis Manoel de Melo Begot:	Vice Mayor, Municipality of Ananindeua
Mr. Gustavo Sampaio Sardinha Pinto:	Secretary of Planning, Municipality of Marituba
Mr. Fernando Luiz Rodrigues Nogueira:	UFPA
Mr. Evaristo Clementino Rezende dos Santos:	UNAMA

(6) Member of Counterpart

Mr. Paulo de Castro Ribeiro:	Coordinator of Counterpart, COHAB/PA
Mrs. Massa Goto:	COHAB/PA
Mr. Carlos Henrique Rodrigues Rocha:	COHAB/PA
Mr. Paulo Maurício Pinho:	SEDURB
Mrs. Lilia Maria Carvalho da Silva Dantas:	DETRAN
Mrs. Maria de Fátima Arnaud Moreira:	SETRAN
Mr. Rui Begot da Rocha:	Municipality of Ananindeua
Mrs. Marta da Penha Ferreira:	Municipality of Marituba
Mrs. Máisa Sales Gama Tobias:	UFPA
Mr. Maurício Melo Ribeiro:	UNAMA

Note: * Predecessor