

独立行政法人 国際協力機構
ブラジル連邦共和国
パラ州

ブラジル国
ベレーン大都市圏
交通輸送システム改善フィジビリティ調査

最終報告書
(要約版)

平成15年10月

株式会社 長 大
八千代エンジニアリング株式会社

工事費積算基準年月：2003年6月

通貨単位：Real(リアル)

US\$ 1.00 = Real\$ 2.90

US\$ 1.00 = ¥120

序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国のベレーン大都市圏交通輸送システム改善フィージビリティ調査に係わるフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団（現独立行政法人国際協力機構）がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成14年5月から平成15年8月までの間、3回にわたり株式会社 長大の関根憲一氏を団長とし、同社及び八千代エンジニアリング株式会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14年5月から平成15年8月までの間、名古屋工業大学教授山本幸司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・審議が行われました。

調査団は、ブラジル連邦共和国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。

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15年10月

独立行政法人 国際協力機構
理事 松岡和久

伝 達 文

独立行政法人 国際協力機構

理 事 松 岡 和 久 殿

ここにブラジル国ベレーン大都市圏交通輸送システム改善フィージビリティ調査の報告書を提出できることを光栄に存じます。

株式会社 長大及び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（現独立行政法人国際協力機構）との業務実施契約に基づき、平成14年5月から平成15年8月にかけてブラジル国において現地調査、データの分析等を行い、幹線バス導入及び道路建設プロジェクトの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、ブラジル国ベレーン市及びその他関連機関との十分な議論、検討がなされ、それに基づいて運輸・交通実態調査、交通特性及び交通関連施設等の現況分析、将来の需要予測、環境アセスメント、及び経済・財務分析等の業務を行い、本報告書として取りまとめました。

調査団を代表して、ブラジル連邦共和国政府及びその他関連機関に対し、我々がブラジル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申し上げます。

国際協力機構、外務省、国土交通省、在ブラジル日本大使館及び関係諸官庁にたいしても現地調査及び報告書作成にあたっての貴重なご助言とご協力を頂いたことに深く感謝申し上げます。

平成15年10月

ブラジル国ベレーン大都市圏交通輸送
システム改善フィージビリティ調査団

団 長 関 根 憲 一

調査の概要

1. 調査の背景

ブラジル国政府は、日本国政府に対し 2000 年に『ベレーン都市交通計画のマスタープラン見直し調査』（以下「PDTU2001」と呼ぶ）に関わる技術協力を要請した。この調査はブラジル国及び国際協力事業団（現独立行政法人国際協力機構）の共同調査団により 2001 年に終了した。

「PDTU2001」はベレーン都市圏の公共交通システム及び都市道路網の強化として、幹線バスシステム計画及び幹線道路計画を重要かつ早期に実施すべき優先順位の高いプロジェクトであると提言した。ブラジル国政府はこの提言にもとづき、「PDTU2001」に係る更なる調査の実施を日本国政府に対し要請した。

日本国政府はこの要請にもとづき、「PDTU2001」に引き続き同国のベレーン大都市圏交通輸送システム改善 F/S 調査に関わるフィージビリティ調査を 2002 年 5 月から 2003 年 10 月にかけて実施した。

2. 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

- 1) ベレーン大都市圏における既存の交通輸送システムの非効率性を改善するためバスシステム計画及び道路計画に関するフィージビリティ・スタディを実施すること。
- 2) 本調査を通じて、伯国側カウンターパートに対して必要な技術移転を行なうこと。

3. 調査概要

本調査のバスシステム計画及び道路計画の内容を以下に記述する。

- 1) バスシステム計画
 - a) バス路線の新設による既存幹線道路の改修
 - b) バスターミナルの新設及び改修
 - c) バス運行システムの改善
- 2) 道路計画（対象路線：プリメロ・デ・ディセンプロ街路、インディペンデンシア街路、ルア・ダ・マリーナ、ヤマダ街路）

本調査の計画目標年次は西暦 2012 年とする。

4. 調査実施期間

本調査は 2002 年 5 月に開始され 2003 年 10 月に完了した。

5. 調査の内容

(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) 乗り換え（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) バス関連施設

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。表1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。

- 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、工事進行中の両方向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両方向に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。

(4) 道路計画

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・ディゼンプロ街路建設・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。

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・ディゼンプロ街路も、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2に各道路事業の概要を整理した。

(5) プロジェクト・コスト及び資金調達

表1及び表2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。プロジェクトの経済便益は非常に高く、E-IRR28%、現在価値（NPV）4億9,500万リアルとなる。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%、道路プロジェクトのみのE-IRRは41%と高い。財務分析に関しては、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はある。

表 1 幹線バス道路プロジェクト

No.	Project Name	Type of Busway	Project Length (km)	No. of Bus Lane (/direction)	Project Cost (1000US\$)
1. Busway Projects					
1)	Av. Almirante Barroso	Trunk Busway	6.000	2	17,885
2)	Rodovia BR-316	Trunk Busway	10.750	2	32,438
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	21,550
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	1,224
Sub-Total			74.384		146,482
2. Integrated Bus Terminals					
			Area m2		
1)	Terminal A: Icoaraci	Bus Terminal	11,480		1,454
2)	Terminal B: Tapana	Bus Terminal	15,540		2,091
3)	Terminal C: Mangueirao	Bus Terminal	15,540		2,010
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		2,187
7)	Terminal G: Independencia 1	Bus Terminal	10,560		1,117
8)	Terminal H: Independencia 2	Bus Terminal	10,560		1,071
Sub-Total					13,462
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					
					162,967

表 2 道路プロジェクト

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	51,795	New construction road
4)	Rua Yamada	10.000	4	32,655	Road Improvement
5)	Rua da Marinha	4.555	4	14,051	Road Improvement
Sub-Total excluding Av. Independencia		24.632		98,501	Only Study Projects
Total		44.211		175,137	

(6) 環境への影響

1) 環境保護

幹線バス道路は既存の道路専用地内に建設されるため、現状の沿線環境への負荷の増加はない。しかしながら、施工実施段階及び施工後で十分な環境保護対策が必要である。

2) 窒素酸化物 (NOX) 排ガスの減少

調査対象地域の NOX、CO、PM-10 による汚染状況はいずれの要素も標準値よりも低いものの、確実に悪化の一途を辿っている。幹線バスシステムを導入しない場合の 2007 年及び 2012 年時点で日あたりの発生する NOX 量は 12.6 トン及び 18.5 トンと推計される。幹線バスシステムを導入することにより、2007 年では約 10% 削減され 11.2 トン及び 2012 年において

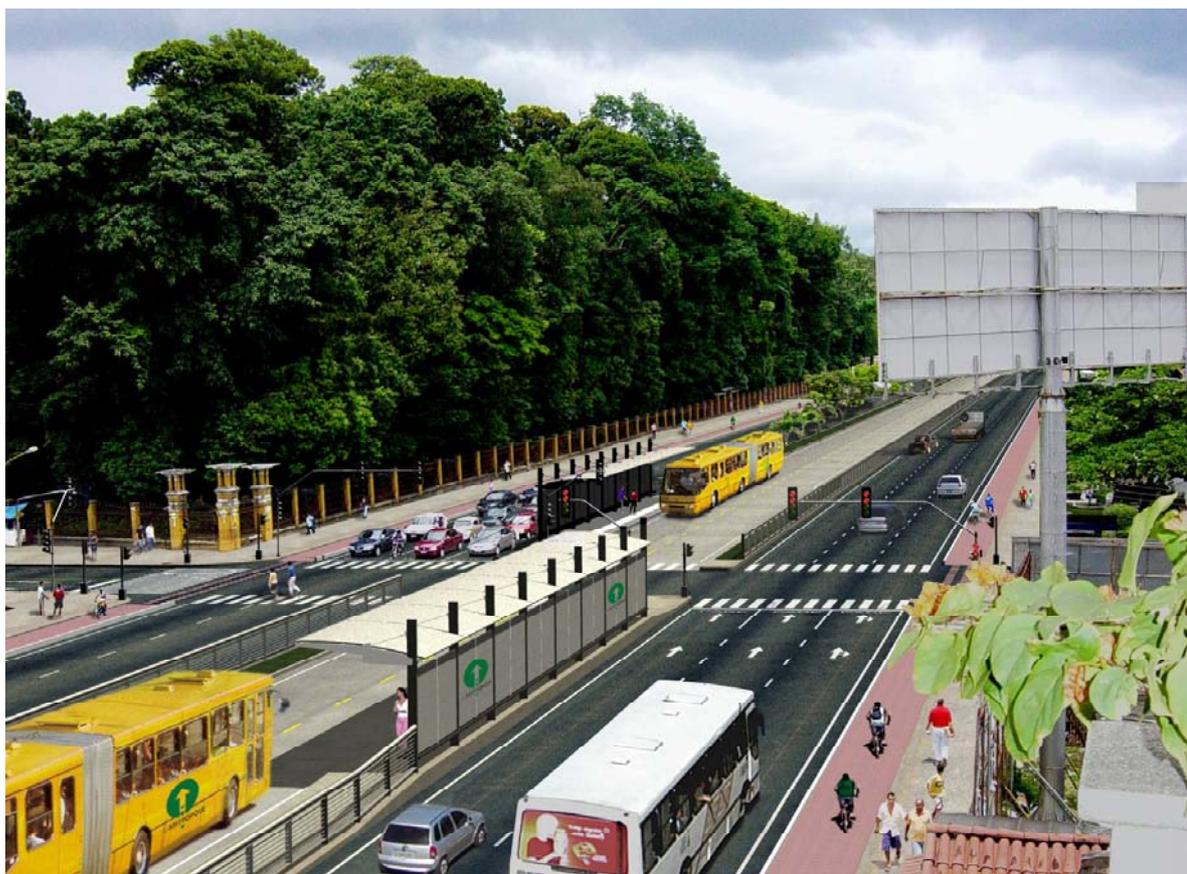
は約 20%削減され 14.9 トンと推定される。このように幹線バスシステムは大気汚染削減に大きく貢献するものである。

3) 2 酸化炭素 (CO₂) 排ガスの減少

幹線バスシステムを導入しない場合、日当たりの 2 酸化炭素排ガス量は 2007 年で 1,590 トン、2012 年では 2,850 トンであるが、幹線バスシステムを導入する場合は、同年の酸化炭素排ガス量は日当たり 1,380 トン及び 2,110 トンと 13% 及び 26%減少する。幹線バスシステムは地球温暖化の主原因である 2 酸化炭素排ガス量の削減に役に立つ。

4) 土地収用及び住民移転プログラム

幹線バス道路プロジェクト及び道路プロジェクトにより発生が予想される土地収用補償対象世帯数は 1,818 世帯、移転世帯総数は 601 世帯である。本調査の実施段階ではパラ州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。



モニタージュ写真： 幹線バス道路 アルミランチ・バホーズ街路



モニタージュ写真： 幹線バス道路 BR - 316 道路



モンタージュ写真： 幹線バス道路 アウグスト・モンテネグロ街路



モンタージュ写真： 幹線バス専用レーン インディペンデンシア街路



モニタージュ写真： 幹線バス優先レーン セントロ

目 次

1. 調査の概要	1
2. 調査対象地域概況	4
3. 幹線バスシステム計画	10
4. 道路プロジェクト	37
5. 施工計画と概算事業費	45
6. 環境影響評価	48
7. プロジェクトの実施計画	53
8. 経済・財務分析	56
9. 提言	61
調査実施関連者名簿	64

付表一覧表

表 2-1	ピーク時間交通量と乗客数（流入方向）	5
表 2-2	1990年と2002年におけるトリップ数、人口、保有世帯数	5
表 2-3	2002年ピーク時交通需要量	6
表 3-1	主要幹線上を運行するバス路線数と乗客数	11
表 3-2	現在及び将来人口、就業者数及び所得	15
表 3-3	将来交通需要予測結果	15
表 3-4	連結バスの運行頻度とその輸送容量	19
表 3-5	アルミランテ・バホーズ街路のバス台数	26
表 3-6	各代替案の総旅行時間	27
表 3-7	バス車両別購入台数	28
表 3-8	バス行政組織の現況	35
表 4-1	道路計画の設計基準	41
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）	46
表 5-2	幹線バス道路プロジェクト事業費	47
表 5-3	道路プロジェクト事業費	47
表 6-1	初期環境調査（IEE）にもとづいた計画への環境配慮	48
表 6-2	主要環境対策手法一覧(自然環境)	49
表 6-3	主要環境対策手法一覧(社会環境)	50
表 7-1	幹線バス道路プロジェクト実施計画	53
表 7-2	道路プロジェクト実施計画	54
表 8-1	プロジェクトの経済・財務コスト	56
表 8-2	プロジェクトの経済便益	56
表 8-3	経済評価結果	57
表 8-4	幹線バスと支線バスの乗客数と料金収入	58
表 8-5	バス車両購入計画と費用	58
表 8-6	幹線バスシステムの年間運営費	59
表 8-7	財務 IRR とその感度分析結果	60

付図一覧表

図 2-1	スクリーンライン-No.1 と No.2 における日交通量	4
図 2-2	大気質測定結果（CO 濃度、サン・プラス）	8
図 2-3	大気質測定結果（NO ₂ 濃度、サン・プラス）	8
図 3-1	主要幹線道路のピーク時バス乗客数	12
図 3-2	イコアラシ - セントロ地区における乗降特性	12
図 3-3	現況及び将来ピーク時バストリップ希望線図	16
図 3-4	現況及び将来交通量	16
図 3-5	計画基本方針	17
図 3-6	2007年と2012年の幹線バス導入路線網	19
図 3-7	既存バスターミナルと幹線バスターミナル計画	20
図 3-8	幹線バスシステムの運行ゾーニングシステム	21
図 3-9	既存道路内における幹線バス専用道路の建設位置	22
図 3-10	幹線バスルート設定	22

ベレーン大都市圏交通輸送システム改善フェージビリティ調査

図 3-11	2007 年ピーク時間バス乗客数	23
図 3-12	2012 年ピーク時間バス乗客数	24
図 3-13	2012 年ピーク時幹線バスと既存バス運行台数	25
図 3-14	対象地域全体の混雑度の影響	27
図 3-15	アルミランテ・バホーズ街路の平均混雑度	28
図 3-16	幹線バス路線網	29
図 3-17	アルミランチ・バホーズ街路 標準横断面図	30
図 3-18	インディペンデンシア街路 標準横断面図	31
図 3-19	幹線バス専用レーン 標準横断面図	31
図 3-20	バスターミナルの方針	32
図 3-21	バスターミナル A (イコアラシ) の平面計画図	33
図 3-22	バスストップ平面図	34
図 3-23	バスストップ横断面図	34
図 3-24	幹線バスシステムの実施・運営組織	35
図 4-1	変更された道路線形 ペデロ・ミランダ	38
図 4-2	プリメロ・デ・ディセンプロ街路の周辺状況及び計画路線	38
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	39
図 4-4	2012 年 及び 2020 年の将来幹線道路網計画	40
図 4-5	主要交差点計画方針	42
図 4-6	プリメロ・デ・ディセンプロ街路の標準横断面図	43
図 4-7	ヤマダ街路 道路標準横断面図	43
図 4-8	ルア・ダ・マリーナの標準横断面図	44
図 6-1	自動車排ガス量(CO2)の予測値	51
図 6-2	騒音予測結果 (Leq 値、Bosque, 昼間、低騒音舗装)	52
図 6-3	振動予測結果 (L10 値、Bosque, 昼間、舗装表面改良)	52
図 7-1	道路網及び幹線バス網計画 (2007 年、2012 年)	55
図 8-1	プロジェクトと株主キャッシュフロー	59
図 8-2	幹線バスプロジェクトの累加キャッシュフロー	60

付写真一覧表

写真 3 - 1	既存バスの外観	14
----------	---------	----

1. 調査の概要

1.1. 調査の背景

国際協力事業団（現独立行政法人国際協力機構）は 91 年に『ベレオン都市交通計画調査』（以下「PDTU1991」と呼ぶ）を実施したが、ブラジル政府の行政改革によりカウンターパートとなる連邦政府機関が解体されたため「PDTU1991」調査結果をそのまま実施することはできなかった。パラ州政府は 91 年のこの調査結果の重要性を認識し、日本政府に対し、マスタープランの見直しに関わる技術協力を要請した。我が国は州政府の要請に応え、2000 年に『ベレオン都市交通計画の見直し調査』（以下「PDTU2001」と呼ぶ）を行うことを決定し、ブラジル国及び国際協力事業団の共同調査団によりこれを実施し、翌年に新たなマスタープランが策定された。

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、PDTU2001 に引き続き同国のベレオン大都市圏交通輸送システム改善 F / S 調査に係わるフイージビリティ調査を 2002 年から 2003 年にかけて実施した。

本調査は「PDTU1991」及び「PDTU2001」調査の中から、重要かつ早期に実施すべき優先順位の高い計画として提言された幹線道路計画及び幹線バスシステム計画のフイージビリティ調査である。

1.2. 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

- 1) ベレオン大都市圏における既存の交通輸送システムの非効率性を改善するためバスシステム計画及び道路計画に関するフイージビリティ・スタディを実施すること。
- 2) 本調査を通じて、伯国側カウンターパートに対して必要な技術移転を行なうこと。

1.3. 調査対象地域および調査概要

本調査のバスシステム計画及び道路計画の内容を以下に記述する。これらの調査対象地域及び計画対象路線の位置を図 1-1 示す。

- 1) バスシステム計画
 - a) バス路線の新設による既存幹線道路の改修
 - b) バスターミナルの新設及び改修
 - c) バス運行システムの改善
- 2) 道路計画（対象路線：プリメロ・デ・ディセンプロ街路、インディペンデンシア街路、ルア・ダ・マリーナ、ヤマダ街路）

1.4. 計画目標年次

本調査の計画目標年次は西暦 2012 年とする。

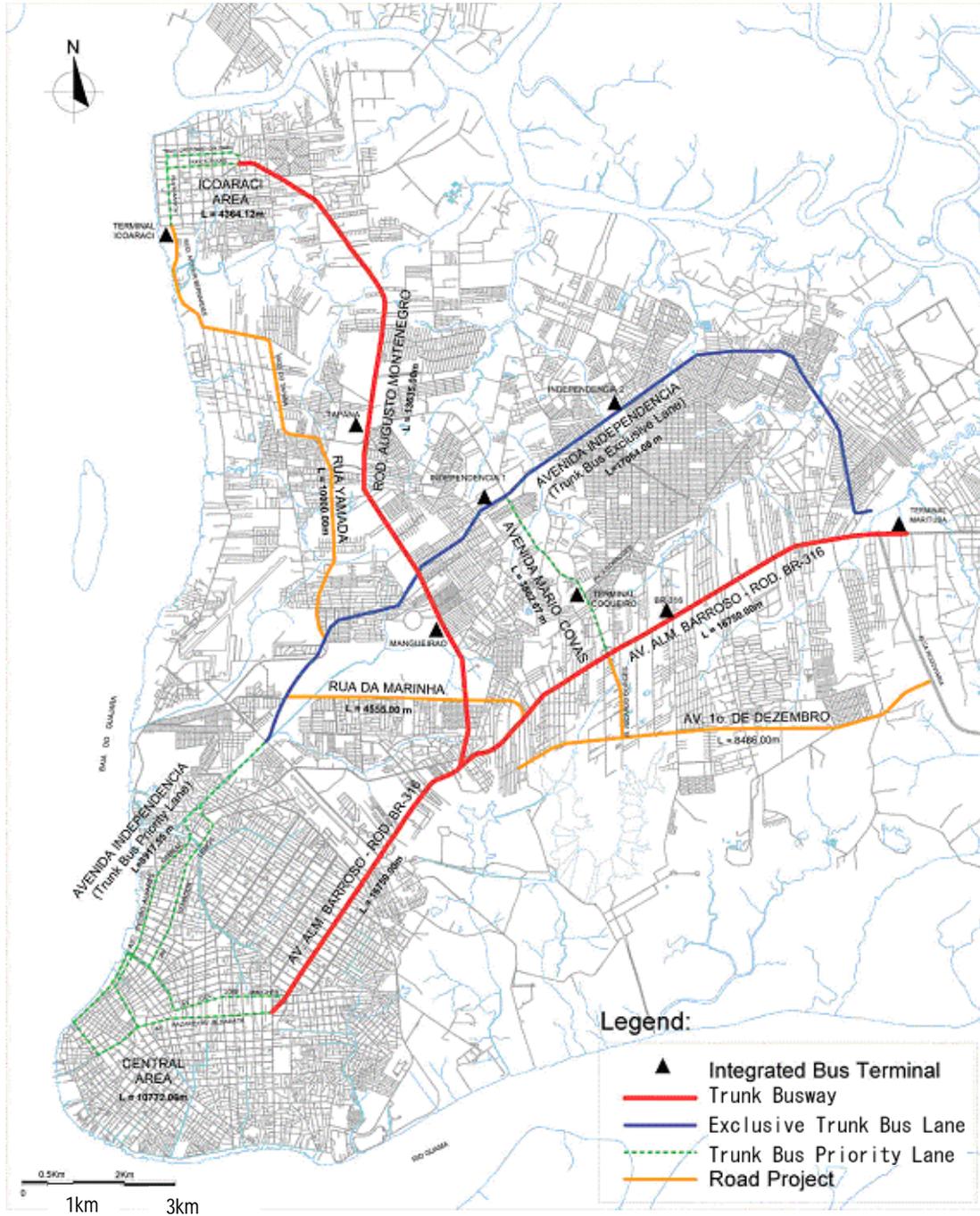


図 1-1 調査対象地域及び計画対象路線

1.5. 調査の内容

業務内容は調査特性から主に4つの調査項目に分類することができる。各調査項目及びその作業工程を図 1-2に示す。

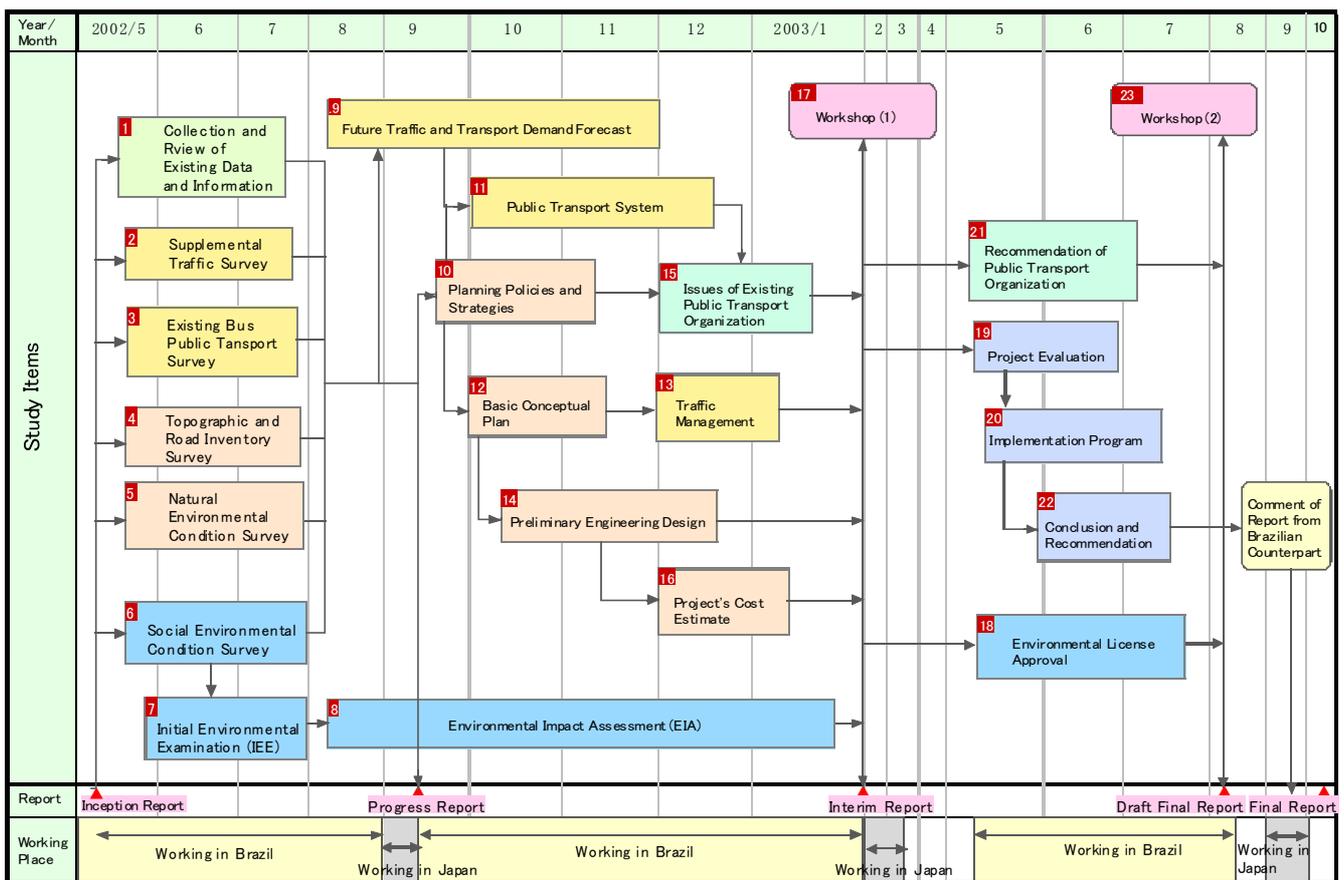


図 1-2 調査全体業務のフローチャート

1.6. 調査の組織

本調査の実施にあたり、国際協力事業団は関根憲一氏を総括責任者とする調査団を編成すると共に、名古屋工業大学教授山本幸司氏を委員長とする作業監理委員会を設置した。一方、ブラジル側はカウンターパートチームを編成し、パラ州特別地域総括局長のホセ・アウグスト・アホンソ氏を長とする運営委員会を設立した。図 1-3に調査組織図を示す。

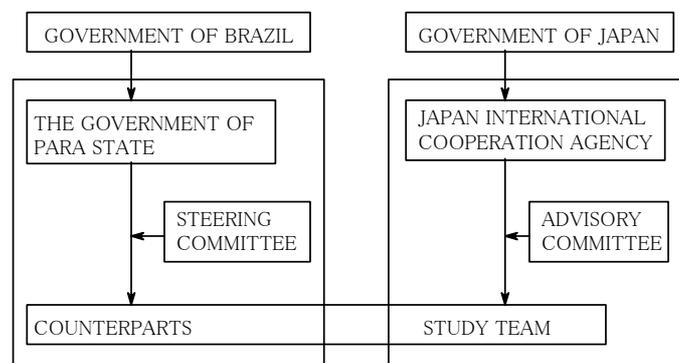


図 1-3 調査の組織図

スクリーン・ライン - No.1 での流入及び流出断面通過乗客数は、それぞれ約 439,000 及び 480,000 人/日、スクリーン・ライン - No.2 では、それぞれ約 257,000 人/日ずつで、両スクリーン・ラインで約 181,000 及び 223,000 人の違いがある。

またピーク時 (7:00 a.m. - 8:00 a.m.) におけるスクリーン・ライン - No.1 での流入及び流出断面通過乗客数はそれぞれ約 73,000 及び 31,000 人/時、スクリーン・ライン - No.2 ではそれぞれ約 29,000 及び 14,000 人/時である。またスクリーン・ライン - No.1 と No.2 における流入方向のピーク率は日乗客数の約 17 及び 11%で、ちなみに交通量に関しては 10 及び 7%となっており、両スクリーン・ラインにおいて乗客ピーク率は交通量ピーク率より高くなっている(表 2-1 参照)。この事は日全体の 11~17%の乗客数がピーク時に集中している事を意味している。

表 2-1 ピーク時間交通量と乗客数(流入方向)

Screen Line	Types	Peak hour	Volume	Peak Ratio by 24 hr
1	Vehicles	7:00-8:00	7,614	10.3%
2	Vehicles	7:00-8:00	3,947	7.0%
1	Passengers	7:00-8:00	72,633	16.6%
2	Passengers	7:00-8:00	28,608	11.1%

スクリーン・ライン - No.1 では、乗客数の流入のピークが 7:00 a.m. - 8:00 a.m.にかけて発生する。ピーク時でのバスの乗客比率は、全交通機関の乗客数の約 76%を占めており(日平均では 66%)、バスは交通機関の中でも重要な役割を担っている。

アルミランチ・パホーズ街路/BR-316 道路は都市間移動交通も含め、最も交通量の多い道路である。スクリーン・ライン - No.1 を横切るアルミランチ・パホーズ街路では、午前ピーク時における流入方向のバス交通量並びに乗客数は、それぞれ約 600 台/時/方向及び 43,000 人/時/方向であり、同道路の交通容量の限界に近い数字となっている。またピーク時のバス乗客比率も最高となっている(全体の 86%)。アウグスト・モンテネグロ街路は、ベレーン市域における最も重要な道路の 1 つである。この街路もピーク時において、かなりの混雑が発生する(290 台/時/方向及び 21,000 乗客/時/方向)。同街路における通過交通量の内、バス乗客の比率が高く(82%)、同路線は公共交通における重要な路線の 1 つとなっている。

(2) トリップ特性

表 2-2は、1990 及び 2002 年の調査対象地区におけるトリップ数、人口及び乗用車保有世帯数をまとめたものである。乗用車によるトリップ増加率は約 7.5%/年であるが、バスによるトリップはこの間あまり増減を見せていない。

表 2-2 1990 年と 2002 年におけるトリップ数、人口、保有世帯数

Item	Unit	1990	2002	2002/1990	
				Ratio	Per annum
Population	Person	1,419,224	1,782,394	1.26	2.3%
Motorized Households	Household	56,044	78,029	1.39	3.4%
All trip Modes	Trips/day	2,888,003	3,765,799	1.30	2.2%
Passenger Cars	Trips/day	366,190	876,514	2.39	7.5%
Buses	Trips/day	1,544,975	1,700,332	1.10	0.8%

ピーク時 OD トリップ特性について表 2-3に示す。2002 年の調査対象地域における午前ピーク時のパーソン・トリップ数の合計(歩行、自転車、バイクを除く)は 410,000 トリップ/時と予測されており、そのピーク率は 15.6%となる。また午前ピーク時の公共交通によるトリップ数

は全体の約 73%で（日平均では 65%）、ピーク時において公共交通が他の交通機関にくらべ重要な交通手段となっている事が分かる。

表 2-3 2002 年ピーク時交通需要量

Types	Peak Period	Day	Peak Ratio
Private	112,668	924,719	12.2%
Public	297,825	1,700,332	17.5%
Total	410,493	2,625,051	15.6%
Private	27.4%	35.2%	
Public	72.6%	64.8%	
Total	100.0%	100.0%	

2.3. 交通管理行政

市レベルでは運輸関連部局が交通管理行政を担っており、ベレーン市とアナニンデウア市においては、それぞれ CTBel、および DEMUTRAN が交通管理を行っている。また交通安全教育等は、DETRAN（パラ州）、CTBel（ベレーン市）及び DEMUTRAN（アナニンデウア市）等の部局で管理・指導を行っている。DETRAN（パラ州交通局）は州レベルにおける自動車登録、運転免許証、事故統計及び交通安全教育に関する交通管理行政を行っている。

2.4. 初期環境調査（IEE）

2.4.1. 概要

ここでは本調査で行われた初期環境影調査（IEE）内容を整理した。まずプロジェクト計画地周辺の自然・社会環境、並びに環境行政体制・環境審査実施手順に関する情報収集結果を整理し、本調査内で実施した沿道環境計測調査結果をまとめた。得られた環境情報をもとに環境予備評価（スクリーニング並びにスコーピング）を行った。

2.4.2. プロジェクト対象地区の社会・自然環境概要

ベレーン市はパラ州北部に位置し、調査対象地区は標高 50m 以下の平坦地にある。市内の主な中小河川はアマゾン河の支流であるグアマ河に流れ込み、ポローニャ、アグア・プレッタ湖と併せて、一大地域流出システムを形成している。年間降水量は 2,500 - 3,000 mm で、その降雨特性は、熱帯特有の比較的短い降雨時間の驟雨で特徴付けられる。年間を通して明確な乾期、雨期の区別はないが、通常、10 月頃、降雨量が少なく、3 月から 4 月にかけて多くなる傾向にある。

調査対象地区内の動植物相は豊富で、(1)プレジデンテ・メヂチ II(ベレーン市)、並びに、(2) アパ・ベレーン（パラ州）の、2 つの自然保護地区が存在する。基本的に アパ・ベレーン内においては、環境破壊、もしくは環境質低下をもたらす建設事業の計画・工事は禁止されている。この他にイコアラシのパラクリ川下流部にある湿地帯も環境保護を目的とした調査が、現在なされている。近年、これら自然保護地区の周辺流域から排出される未処理の家庭雑廃水による水質汚染が問題となっている。また保護地区内におけるゴミの不法投棄、不法占拠も目立つようになってきており、これらに対処するため、現在、幾つかの環境保護事業が推進されている（例えば、アパ・ベレーン保護事業、パラ州）。

歴史文化財、建築物・遺跡の多くは、ベレーン市セントロ地区に存在する。最近、一部の建築物において、周辺通過交通に起因する振動によりひび割れ等の損傷が認められ、数年前に振動対策を施した事例が報告されている。

ベレーン市では大気質、水質、騒音等の定期的な観測体制は確立されておらず、PDTU 2001 において、沿道大気質、騒音・振動に関する予備的な計測調査（市内 9 地点）が実施されたのみである。

2.4.3. ブラジル国における環境法規

環境影響評価（EIA）審査、並びに同審査に関連した住民参加は、以下の4法により規定されている。またブラジル国では、振動を除く大気質、水質、並びに騒音に関する環境基準が制定されている。

- 憲法（Federal Constitution）.
- 環境影響評価法（CONAMA Resolution 001 of 1986）
- EIAに関する住民参加法（CONAMA Resolution 009 of 1987）
- EIA並びに環境ライセンス認可に関する法律（Decree 99.274 of 1990）

2.4.4. ブラジル国におけるEIA審査手続き

EIA調査の主目的はブラジル国環境省により交付された環境ライセンスを取得する事にあり、同調査はEIA審査に関する検討内容（TOR）が公式に設定された後、着手する事が出来る。通常、このEIAに関するTORは、SECTAMとの協議を通して決定される。以下にブラジル国におけるEIA審査の全体的な流れを列記する。

- 1) 事業概要書（Project Brief）の作成・提出。 事業主体側が作成・提出する。この事業概要書には対象となる事業の概要、並びに現況の周辺環境情報を記載する。
- 2) EIA検討内容（TOR）の決定。 事業概要書をパラ州科学技術環境局（SECTAM）に正式に提出した後、同資料をもとにSECTAMと協議を行いEIA審査に要求される各種調査・検討範囲を決定する。
- 3) EIA調査検討の実施。 SECTAM並びに事業主体の間で決定されたTORにもとづき、EIAに関する各種環境調査・検討を行う。
- 4) EIA/RIMA報告書（D/F）の作成・提出。
- 5) 住民参加の準備。 同プロセスを通して、事業に関する住民の理解を深めるとともに、住民側から広く質問・意見を求める。
- 6) 住民参加の実施。 同プロセスを通して得られた事業に関する意見・質問内容をもとに、必要に応じてEIA(D/F)報告書の内容修正を行い、最終報告書を作成する。住民参加の実施と並行してSECTAMによるEIA(D/F)の内容精査も実施される。内容に不備がある場合は、同プロセスを必要に応じて繰返し、EIA(D/F)の内容向上に努める。

これらのプロセスを経て作成された最終報告書について問題がないと判断された場合、次の最終ステップに進む。

- 7) 最終審査。 EIAの最終審査はパラ州環境評議会（CONSEMA）により行われ、内容に問題がなければ環境ライセンスが交付される。

2.4.5. 沿道環境測定調査結果

(1) 大気質

1) PM-10

全地点におけるPM-10計測値（最大日平均計測値 = $65.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）は、現行の環境基準（日平均環境基準 = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を下回っていた。また同調査範囲内では、BR 316道路、ナザレ街路、アルミランチ・バホーズ街路のサン・プラス地点、アルミランチ・バホーズ街路のボスケ地点並びにアウグスト・モンテネグロ街路等、交通量の多い地点で比較的高い値が検出され、これより周辺交通状況と沿道大気質分布（PM-10）との間に、高い相関関係がある事が判明した。

2) CO

全地点におけるCO計測値は、現行の環境基準（時間平均環境基準=35 ppm）を下回っていた。PM-10の計測結果と同様に、交通量や人通りの多いナザレ街路、ガマ・アブレル街路、アルミランチ・パホーズ街路のサン・プラス地点、ジョン・バルビ街路並びにアルミランチ・パホーズ街路のボスケ地点において比較的高い値が検出された。計測されたCO値の多くは、夜間減少し、最低値に達した後、早朝から増加する傾向を示した。それらの時間変動パターンには幾つかのピーク（最大ピーク値=2.4 ppm）の存在が確認され、それらのピークは周辺交通のピーク特性（朝、昼、夕方の交通ピーク）にそれぞれ対応している。図2-2はサン・プラスにおいて計測された沿道CO濃度の24時間変動を示したものである。

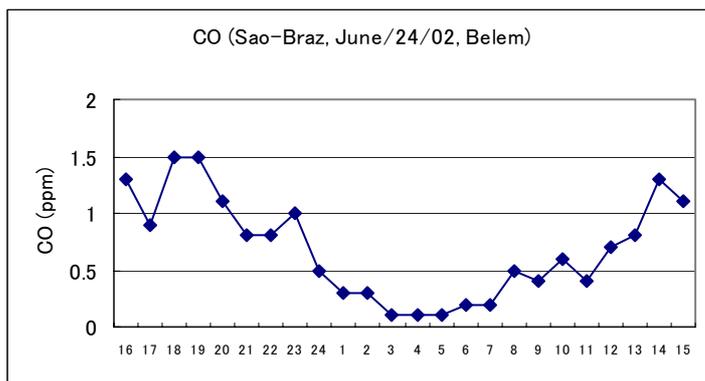


図 2-2 大気質測定結果(CO濃度、サン・プラス)

3) NO₂

全地点におけるNO₂計測値は現行の環境基準（第1次時間平均環境基準=320 μg/m³）を下回っていた。PM-10並びにCOの計測結果と同様に、交通量の多いBR 316道路、ガマ・アブレル街路、アルミランチ・パホーズ街路のサン・プラス地点、ジョン・バルビ街路、アルミランチ・パホーズ街路のボスケ地点及びアウグスト・モンテネグロ街路において比較的高い値が検出された。図2-3はサン・プラスにおいて計測された沿道NO₂濃度の24時間変動を示したものである。

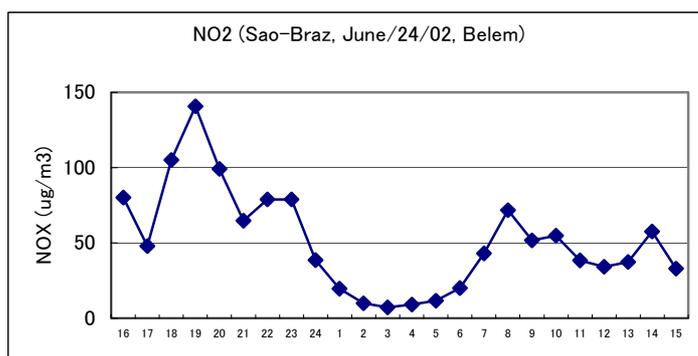


図 2-3 大気質測定結果(NO₂濃度、サン・プラス)

4) SO₂

全地点におけるSO₂計測値（最大日平均計測値 = 31.1 μg/m³）は、現行の環境基準（日平均環境基準 = 365 μg/m³）を大幅に下回っていた。市全域における現況SO₂濃度がかなり低い事は脱硫化された燃料が広汎に出回っている事等が関係していると考えられる。

(2) 騒音

騒音計測値は交通の 24 時間変動特性に対応し、朝、昼、夕方の、それぞれの交通ピークに対応する 3 つのピークの存在、及び夜間における騒音計測値が 40 – 60 dBA に低下すること等が殆どの地点で確認された。

ブラジル国においては商業、並びに住宅区域における昼間（7:00 – 22:00）の騒音環境基準が、それぞれ 60 及び 55 dBA と制定されている。本調査範囲内では、計測結果が殆どの地点でこれらの環境基準を上回っている。夜間の騒音環境基準（22:00 – 7:00）は商業、並びに住宅区域において、それぞれ 55 及び 50 dBA と制定されている。昼間同様、殆どの地点における Leq 値はこれらの環境基準を上回っており、夜間における沿道騒音環境も良くない事が明らかになった。

(3) 振動

騒音計測結果と同様に振動測定結果も沿道交通量に関係し、朝、昼、夕方の、それぞれのピークの存在、夜間における振動計測値の 40 dB 程度への低下等、殆どの地点で確認された。前述したように、ブラジル国では振動に関する環境基準が存在せず、ここでは日本の振動環境基準を参考に考察を行った。ちなみに日本の住宅地域における昼間（6:00 – 22:00）、夜間（20:00 – 6:00）の環境基準は、夫々、65 並びに 60 dB であり、L10 の概念に基づいている（経験的に L10 は VAL より 6 から 8 dB 低い事が知られている）。本調査範囲内では、殆どの地点において VAL 計測値が 60 dB 以下であり、これより L10 値は 54 から 52 dB 以下と推察され、昼間の沿道振動はそれほど深刻ではないと考えられる。同様に夜間の VAL 値も 40 dB 前後で、これより夜間の沿道振動もそれほど深刻ではないと判断される。

(4) 水質

広域にわたる未処理の家庭雑廃水の放出、並びに低い下水道施設整備状況等により、APA Belem に流れ込む河川を含め、殆どの河川、水路において水質劣化が認められた。これら河川等の表流水に比べると、地下水の水質は pH 値が幾分低くなり、また全地点において BOD、COD または大腸菌群数の値がかなり低い事が判明した。また幾つかの浅井戸で、未処理の家庭雑廃水の混入による水質悪化が認められた。

2.4.6. スクリーニング及びブスコピング

ここでは、現況の自然・社会環境情報をもとに各計画路線の予備環境評価を行っている。同評価結果を計画路線毎に、以下に列記する。

(1) アルミランチ・バホ-ズ街路

幾つかの歴史文化財・保存建築物が沿道に点在する。保護すべき貴重動植物の存在は確認されていない。

(2) BR-316 道路/マリオ・コバス街路/シダデ・ノバ

同路線はベレ-ンと近郊のアナニンデウワ並びにマリツバ市を結ぶ重要な通勤路線で、近年、ベレ-ン大都市圏の主要な都市開発は BR-316 道路沿線を中心に行われている。同様にマリオ・コバス街路はベレ-ンとシダデ・ノバを結ぶ重要な通勤路線として機能している。保護すべき貴重動植物の存在は確認されていない。

(3) アウグスト・モンチネグロ街路

同路線も近郊の主要衛星都市であるイコアラシとベレ-ンを結ぶ重要な通勤路線である。保護すべき貴重動植物の存在は確認されていない。

(4) インディペンデンシア街路

現在、アウグスト・モンチネグロ街路とマリツバの間で、州政府による道路建設（4 車線）が、またアウグスト・モンチネグロ街路とペドロ・カブラル街路間では広域排水事業が進められて

おり、計画路線はこれらの事業とかなりの部分において、道路設計上の調整が必要になると予想される。また計画路線の一部が自然保護区、プレジデンテ・メヂチ II の周辺を通る。幾つかの不法占拠区が存在する。低水地区が多く、雨期にはこれらの地区において浸水・冠水が発生する。

(5) ル・ダ・マリナ

計画路線の一部が自然保護区、プレジデンテ・メヂチ II の境界に位置する。将来、同自然保護区は隣接する密林地帯（海軍基地所有）まで拡張される計画となっており、その場合、同路線は完全に自然保護区内を横切る事になる。海軍基地内において大規模な土地収用の発生が予想される。

(6) プリメロ・デ・ディゼンブロ街路

計画路線の一部が自然保護区、アパ・ベレーンを横切る。現在、アパ・ベレーン環境保護事業の防護壁建設が進められており、同事業との間に設計上の調整が必要になると予想される。また同事業に関しては、一部の地区で土地収用が終了していない事が報告されている。多数の不法占拠区が存在が確認されており、それらの多くは地下水（浅井戸）を利用している。

(7) ルア・チェルモント、ヤマダ街路並びにタパナ通り

計画路線は空港、並びに2つの軍施設内を横切るため、これらの施設との間に設計上の綿密な調整が必要になると予想される。保護すべき貴重動植物の存在は確認されず。多数の不法占拠家屋の存在が報告されている。

(8) ペドロ・カブラル街路

保護すべき貴重動植物の存在は確認されず。一部、低水地区を通り、雨期にはこれらの地区において浸水・冠水の発生が確認されている。

(9) セナドール・レモス街路

保護すべき貴重動植物の存在は確認されていない。一部、低水地区を通り、雨期にはこれらの地区において浸水・冠水の発生が確認されている。

(10) ナザレ、バラタ、並びにセントロ地区内における他関連計画路線

多くの歴史文化財・保護建築物が計画路線近傍に存在する。交通振動に起因する歴史建築物の被害（ひび割れ）の発生が一部において報告されている。保護すべき貴重動植物の存在は確認されていない。

3. 幹線バスシステム計画

3.1. 現況公共交通特性

3.1.1. バス路線

調査対象地域内では165バス路線を約1,900台のバスによって運行している。大半の車両が100人乗りの既存バスで、2両連結バスは3台のみ稼働している。165路線で稼働する既存バスの総走行距離は約6,200kmである。2000年にPDTU2001が実施された時、27路線においてマイクロバスが稼働していた。しかし当時の既存バス料金0.85レアルに比べ、マイクロバス料金が1.5レアルと高額である事等により、5路線に縮小してしまった。(2002年6月時点)。

バス運営にあたっては、事前に運行を行う地域、例えばベレーン、アナニンデウア、マリツバ等の所轄の市交通局より認可を得る必要がある。現時点では29の民間バス会社が調査対象地域内で165路線のバス運行を許可されている。各会社とも50-300台以上のバス車両を所有し

ている。比較的、小規模のバス会社が 5 路線のみにおいて運営しているのに対し、大規模バス会社は 15 - 20 路線を網羅している。

ベレーン・セントロ地区では約 30 のバス路線が存在し、同セントロ地区とイコアラシ間に 40 バス路線が運行されている。またベレーン・セントロ地区とシダデ・ノバ間、またベレーン・セントロ地区とマリツバ間に、それぞれ 40 路線が運行している。ベレーン・セントロ地区での平均運行路線距離は約 10km - 15km であるが、中心部からイコアラシ、またはマリツバ間は、夫々、約 20km 及び 25km と増大する。

調査対象地域内の主要幹線道路はすでに述べたようにセントロ地区と周辺の住宅密集地区を 1 本の幹線でしか結んでいない。バスの乗り降り形態及び幹線網特性により、周辺部から中心部に向かう幹線において、表 3-1 に示すように、バス路線の集中が交通混雑を引き起こし易い状況となっている。表 3-1 に主要幹線毎のバス路線数及び乗客数をまとめた。

表 3-1 主要幹線上を運行するバス路線数と乗客数

Name of Road & Segment	No. of Traffic Lane(No.)	No. of Bus Route (No.)	No of Passenger (Passenger/Day)	No. of Bus (Vehicle/Day)
① Rodovia BR-316	4	29	88,027	3,606
② Rodovia BR-316	6	43	208,971	7,160
③ Rod. Mario Covas	4	17	98,222	2,831
④ Rod. Mario Covas	4	7	15,536	1,142
⑤ Rod. Augusto Montenegro	6	30	128,910	4,968
⑥ Rod. Augusto Montenegro	6	37	198,941	6,170
⑦ Av. Almirante Barroso	8	66	343,472	12,317
⑧ Av. Almirante Barroso	8	63	283,969	11,092
⑨ Av. P.A. Cabral	6	25	71,270	3,731
⑩ Av. P.A. Cabral	4	25	66,763	3,703
⑪ Av. Senador Lemos	2	4	25,862	1,518
⑫ Av. Pedro Miranda	6	6	35,421	1,662
⑬ Rod. Arthur Bernardes	2	10	27,794	844
⑭ Boulevard Castilhos Franca	6	23	49,503	2,670
⑮ Av. Marechal Hermes	2*	50	89,157	5,974
⑯ Av. Gov. Jose Malcher	3*	44	118,749	5,154
⑰ Av. Nazare	3*	33	65,189	3,657
⑱ Av. Jose Bonifacio	2	8	34,210	1,439
⑲ Av. Perimetral	2	8	26,514	1,500
⑳ Av. Julio Cesar	4	4	15,831	781

3.1.2. バス利用特性

図 3-1 は本調査で提案する幹線バスシステム 3 路線のピーク時乗客数を示した。アウグスト・モンテネグロ街路、BR-316 道路及びアルミランチ・バホーズ街路におけるバス乗客数は、それぞれ 12,000 - 20,000 人/時/流入方向、12,000 - 22,000 人/時、及び 33,000 - 44,000 人/時である。

一方、ピーク時におけるアウグスト・モンテネグロ街路、BR-316 道路、並びにアルミランチ・バホーズ街路のバス交通量は、それぞれ 248、327 及び 562 台/時/流入方向である。

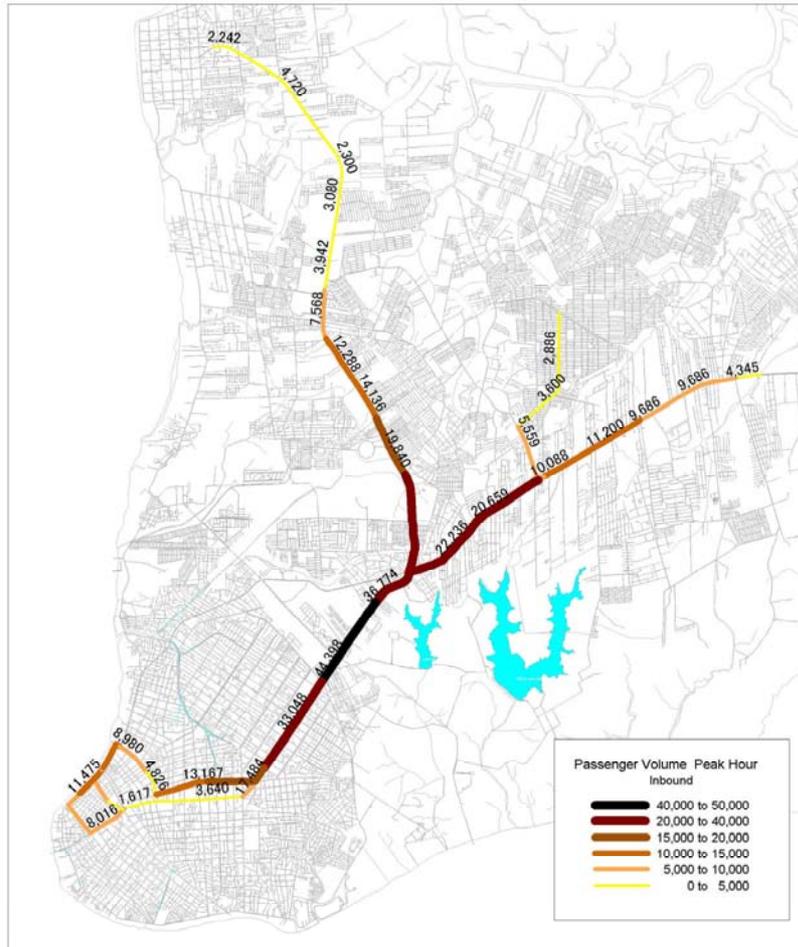


図 3-1 主要幹線道路のピーク時バス乗客数

図 3-2はピーク時のイコアラシ - セントロ地区における乗降特性を示したものである。最初イコアラシ・ターミナル周辺の乗客数は 20 人程度であるが、イコアラシ郊外の新興開発地域付近では 80-90 人に急激に増え、ターミナルから約 7km 離れた地点では定員の 100 名近い乗車数となる。この状況はサン・プラスのバス・ターミナルまで続き、同ターミナルで大半の乗客は降車し、バス乗客数は 20 名程度に減少する。セントロ地区ではあまり大きな利用客の乗降りは見られない。

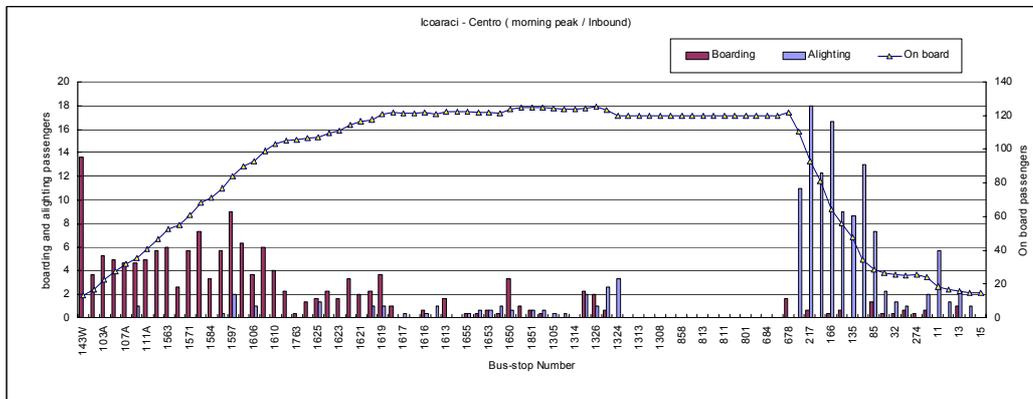


図 3-2 イコアラシーセントロ地区における乗降特性

3.1.3. バス運行の状況

(1) バス運行速度

新興住宅地区におけるバス運行速度は比較的安定しているが、ベレーン・セントロ地区の街路では低減する傾向にある。ちなみにイコアラシ - セントロ地区を結ぶアウグスト・モンテネグロ街路では、4車線区間で約25km/時に、また6車線区間で30 - 40km/時となっている。アルミランチ・バホーズ街路ではバスがセントロ地区に近づくにつれ速度が徐々に減少し、ホセ・マルシェール通りでは10km/時以下になる事もある。特にバス路線が集中するマーシェール・エルメス通りでの速度低下が著しい。

(2) バス移動時間

新興住宅地域でのバス運行時間調査結果によれば、73%のバス乗客が30分以上かかって目的地に着くと回答している。また1時間以上バスに乗る人は全体の21%であった。

(3) バス乗り降り時間

通常、バス停でバス利用客がある場合、バスへの乗り込みには12秒かかり、また降車には約10秒かかる事がわかった。乗降客数が増大するほどバス停でのバスの停車時間は長くなり、利用客が8人以上のバス停では、全員乗り込むのに30秒以上かかったが、降車時間は乗り込み時間より15 - 20%短縮する傾向にあった。

(4) 乗換え時間

中心部地域では調査では約75%の乗客が乗換えなしで目的地まで移動すると回答したが、新興住宅地での調査ではこれより10%減少して65%となった。129バス路線又は全路線の78%が調査対象地区内に存在し、それらの路線は中心部付近で集約される。このように、現況では多種多様な路線があるため、利用客の多くは乗換えなしでそれぞれの目的地に到達出来るようになっていると考えられる。

3.1.4. バス施設

(1) バス路線

本調査で提案する幹線バスシステムは、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、並びにインディペンデンス街路の3幹線道路を対象としている。アルミランチ・バホーズ街路は主要幹線道路の1つで、ここにBR-316道路とアウグスト・モンテネグロ街路が合流してくる。この街路は標準的な断面構成を呈しており、中央分離帯幅が2 - 4m、往復4車線(1方向路線幅7m)の横断面から構成される。現時点で既存バスは一般車両及び長距離バスと共に緩速車線側を走行している。

BR-316道路はマリツパとベレーンを結ぶ主要幹線である。この道路も標準的な断面構成を呈しており、中央分離帯幅が3 - 10m、6車線(1方向路線幅11m)双方向の横断面から構成され、両側に歩道(歩道幅3 - 7m)が存在する。

アウグスト・モンテネグロ街路は、イコアラシとベレーン・セントロを結ぶ主要幹線である。この街路は中央分離帯幅が3 - 5m、1.5mの自転車道があり、往復6車線(1方向路線幅11m)の横断面から構成され、両側に歩道(歩道幅3 - 5m)が存在する。

BR-316道路及びアウグスト・モンテネグロ街路では、バスは一般車道の外側車線を私的交通と混合交通で運行されている。この道路敷き内に往復2車線(仮定)のバス専用道路を導入することは比較的容易であると考えられる。

(2) バスターミナル

バス路線の起終点、即ち都市バスのターミナルは全路線で約47箇所であり、一個所のバスターミナルから数路線のバスが発着している。また、バス料金を払わずに別のバス路線に乗り

継ぎできるバスターミナル、即ち乗換えバスターミナルは3箇所存在している。その他のバスターミナルはマナウス、ブラジリア、サンパウロ等からの長距離バス専用の長距離バスターミナルが1箇所存在している。

(3) バス停

バス停は、往路復路全て含めて2,480存在する。イコアラシ - ベレーン・セントロ間では160のバス停が約340mおきに、シダデ・ノバ - セントロ間では約115のバス停が約330mおきに、またマリツバ - セントロ間では約120のバス停が380mおきに存在する。一般的なバス停留所の施設は屋根付きの待合スペースとベンチが整備されているが、時刻表、路線案内図等の整備はされていない。

3.1.5. バス車両

現在運行しているバス車両は約1,900台の既存バス及び数台の連結バスからなる。この他に5路線において小型のマイクロバスが稼働している。写真3-1に既存バスの代表例を示す。



写真3-1 既存バスの外観

3.1.6. バス料金制度

利用客は、通常、乗換えるたびに料金を支払う必要があるが、乗換えの際、支払い不要となるバスターミナルが3箇所ある。ただし、このインテグレイテッド・システムは同一バス会社のみ適用される。これらのバス・ターミナルは1バス会社、もしくは2つのバス会社が合同で運営している。

乗客は後方ドアから乗車して、回転式ゲートを通り、車掌にバス料金を現金もしくはチケット（乗車前に購入）で支払う。現時点ではクーポン・チケット、1ヶ月定期、プリペイド型のバス・カードはまだ使用されていない。料金支払いを免除されている人は、前方ドアから乗車する。

料金は各市の交通局が設定している。例えば、ベレーン市のCTBelは、以下のような料金設定を行っており、隣接するアナニンデウア及びマリツバ市も同じ料金体系を適用している。

- 1) エアコン無しバス: 1.00 レアル(2002年11月時点)
- 2) エアコン付きバス: 1.70 レアル(2002年11月時点)

3.1.7. バス会社

調査対象地域内にはバス会社が29社あり、そのうち11社がベレーン・セントロにてバスを運行している。また5社が主にイコアラシ - セントロ間の乗客輸送を、また7社がシダデ・ノバ - セントロ間及びマリツバ - セントロ間の乗客輸送を、それぞれ行っている。

調査対象地域内では、約1,900台のバスが運行している。このうち6社が100台以上のバスを運行し、現在運行しているバス総台数の53%(990台)を占めている。また8社が50 - 99台のバ

スを、また 12 社が 50 台以下のバスを運行している。調査対象地区内では 165 のバス路線があり、前述した 6 つの比較的、大規模のバス会社が 89 路線（全路線の 57%）を占めている。

3.2. 将来交通需要予測

3.2.1. 社会経済フレーム

表 3-2は現在、並びに将来における社会経済指標を整理したもので、人口、就業者数、就学状況及び家計収入を示した。2012 年では調査対象地区の人口は 240 万人に達し、2002 年から約 10 年の間に 1.29 倍に増加すると予想される。この 10 年間にける年人口増加率は約 2.6%/年である。また同期間にける 2012 年の経済増加率は 1.33 倍と設定され、これは収入ベースで年 2.9%の増加と等価であり、ペレオン大都市圏の将来交通需要予測に関する目標値となる。

表 3-2 現在及び将来人口、就業者数及び所得

Items	2002	2007	2012	2020	2007 /2002	2012 /2002	2020 /2002
Population	1,888,959	2,155,383	2,446,073	2,969,470	1.14	1.29	1.57
Employment	537,467	612,108	693,656	840,834	1.14	1.29	1.56
Primary	6,697	6,443	6,305	6,406	0.96	0.94	0.96
Secondary	38,316	43,316	48,923	59,392	1.13	1.28	1.55
Tertiary	492,454	562,349	638,428	775,036	1.14	1.30	1.57
Students	581,608	663,784	753,384	914,595	1.14	1.30	1.57
Income (R\$1.00)	865	973	1,150	1,593	1.13	1.33	1.84

3.2.2. 交通需要予測

(1) トリップ数

表 3-3は、将来における乗用車/その他の交通モード及びバスのトリップの推定値をまとめたものである。2012 年における調査対象地区内の全パーソン・トリップ数は、約 3,876,000 トリップ/日で、そのうち乗用車/その他の交通モード 1,788,000 トリップ、バス 2,088,000 トリップであり、バスのトリップ数が全体の約 54%を占める。

表 3-3 将来交通需要予測結果

Type	2002	2007	2012	2020	2007 /2002	2012 /2002	2020 /2002
Peak Period							
Car/Other	113,292	156,363	220,631	399,579	1.380	1.947	3.527
Bus	298,576	335,230	366,191	380,637	1.123	1.226	1.275
Total	411,868	491,593	586,822	780,216	1.194	1.425	1.894
Daily Trips							
Car/Other	925,841	1,272,619	1,787,881	3,183,302	1.375	1.931	3.438
Bus	1,701,826	1,911,700	2,088,226	2,170,307	1.123	1.227	1.275
Total	2,627,667	3,184,319	3,876,107	5,353,609	1.212	1.475	2.037

(2) トリップ分布

図 3-3は、2002 年及び 2012 年での午前ピーク時のバstrippによるゾーン間希望線図を示したものである。同図より、2012 年では全領域にわたり大量のバス輸送が発生し、中心部付近も幾分か増大する傾向にある。2002 年で中心部付近にのみ現れた太い希望線図は、2012 年では中心部 - 郊外間のトリップが増加し、さらに各郊外間においても幾分か増大する傾向にある。

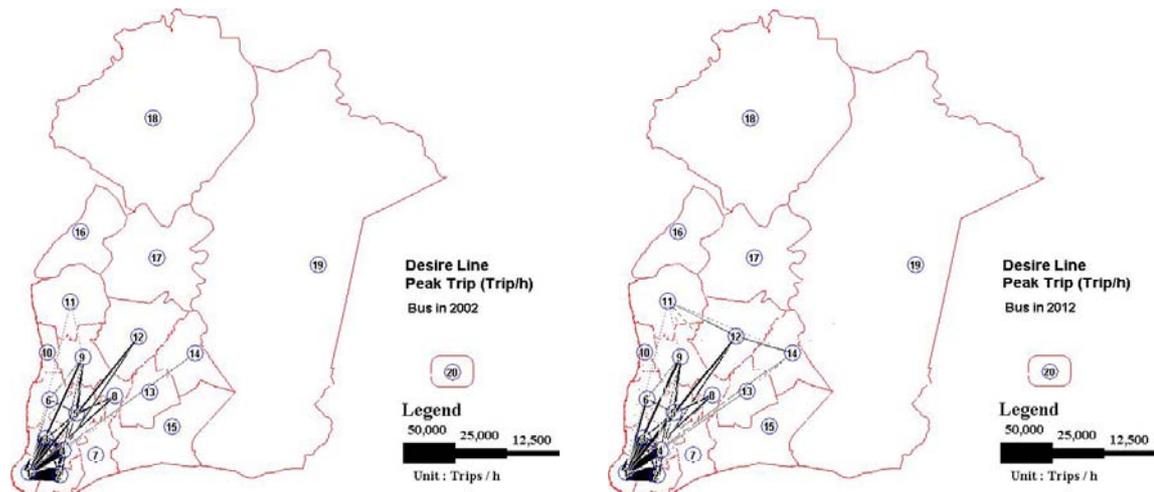


図 3-3 現況及び将来ピーク時バストリップ希望線図

(3) 主要幹線における将来交通量

図 3-4は左側図が現況交通状況を示しており、アルミランチ・バホーズ街路のみ混雑度（交通量 - 容量比）が 1.0 を超えており、中心部付近の他の街路では 1.0 以下となっている。

2012 年では（図 3-4右側参照）、仮にインディペンデンシア街路及びプリメロ・デ・ディセンプロ街路が将来計画されなかったとした場合、アルミランチ・バホーズ街路、BR-316 道路及びアウグスト・モンテネグロ街路の交通状況がかなり厳しくなる事がわかる。

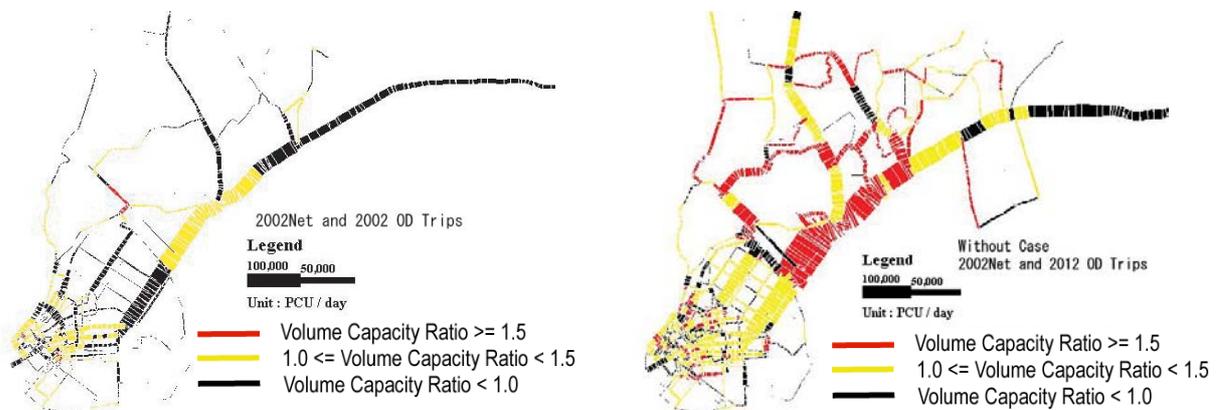


図 3-4 現況及び将来交通量

3.3. 幹線バスシステムの基本計画

3.3.1. 計画基本方針と戦略

幹線バスシステム導入計画の目的は現況のバス運行システムの問題点を解決し、機能的・効率的な幹線バスシステムを確立して健全なベレーン都市交通機能を回復するものである。幹線バスシステム計画の基本方針は図 3-5に示すように、バス利用者の立場、バス運行会社の立場、一般市民の立場、及び環境保全の立場等がそれぞれ満足するような計画を策定することとした。

計画基本方針を達成するための戦略は、現行のバスシステムの諸問題点・課題の抽出、問題点を引き起こす要因の分析、問題点を解決するための各種計画案の策定、及びソフト面

(バス運行システム)とハード面(バス道路施設)等を検討し、健全な都市交通システムを計画した。

特に、バス運行システムやバス運営の組織・体制等のソフト面の検討・提案は既存のバス会社との関連が重要な要素になるため、既存運行システムを十分考慮した実現性の高いシステムを提案した。また、バス道路建設のハード面についての検討・提案は既存バスシステムの改善が急務であることから、既存道路の用地幅の中で(追加用地買収をしないで)施設を建設する計画を策定した。

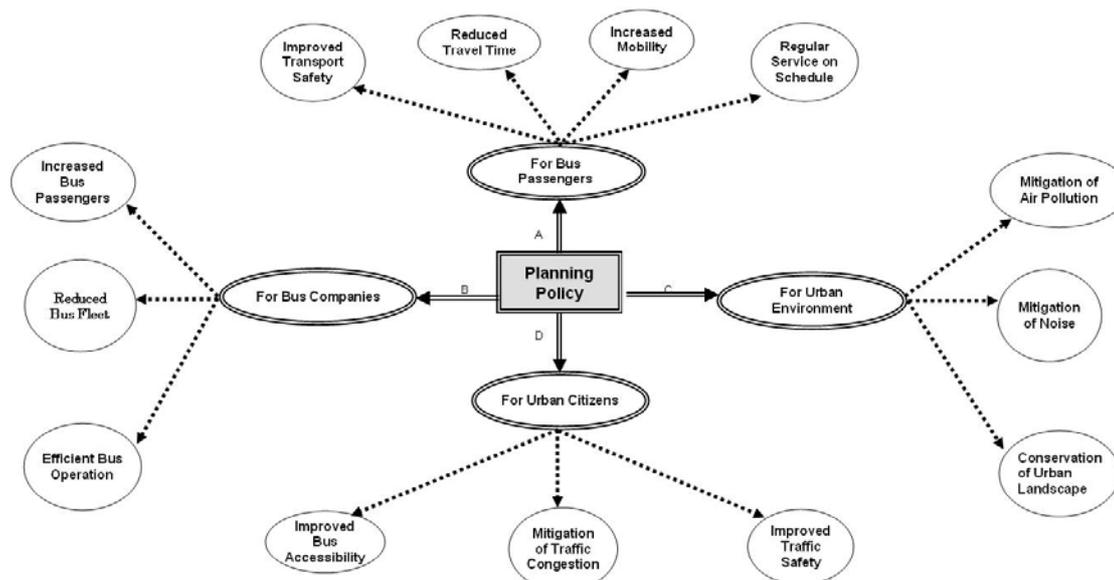


図 3-5 計画基本方針

3.3.2. 幹線バスシステムの基本計画

(1) 調査対象地域を構成するバスシステムの提案

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、 既存バスシステム、及び支線バスシステムの 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。また、幹線バスシステムを運行する車両は現行のバス運行台数を削減させ、交通渋滞の緩和を図ることを目的としてバス車両の大型化を計画した。導入するバス車両はブラジル国内のサンパウロ市、クリチバ市等で既に運行している 200 人乗りの 2 両連結バス車両を運行させることを提案した。

1) 幹線バス専用道路

幹線バス専用道路は バス利用者の需要が非常に多い区間(10,000 人以上/時間を目安)、 バス専用道路(建設幅約 10m 程度)を導入しても追加用地買収が発生しない既存道路用地が広く確保されている幹線道路、及び 往復 6 車線以上の幹線道路に導入した。バス専用道路の構造は定時制運行の確保及び交通安全性の確保等の観点から、バス専用車線と一般自動車の車線とはコンクリート等の構造物で完全分離した。

2) 幹線バス専用レーン

バス専用レーンは 比較的バス利用者の需要が多い区間(8,000 人~10,000 人/時間が目安)、 幹線バス専用レーン(導入幅約 7m)を導入しても追加用地買収が発生しない既存幹線道路や計画道路、及び 往復 6 車線以上に幹線道路に導入した。バス専用レーンは往復 6 車線以上

ある道路の中央分離帯側の往復2車線を利用して運行し、バス専用レーンと一般自動車の車線との分離構造はレーンマークやキャッツアイ等で分離した。

3) 幹線バス優先レーン

幹線バス優先レーンは 比較的バス利用者の需要が多い区間(8,000人~10,000人/時間が目安) 往復4車線以上の幹線道路、 既存道路交通量が多くバスの運行速度が低下している既存道路、及び 既存道路の拡幅が困難な道路に導入した。幹線バス優先レーンは既存道路の右歩道側の車線を利用して運行され、バス優先レーンと一般自動車の車線との分離構造は特別な施設は設けず、カラー舗装を施してバス優先レーンであることを認識させる。

4) 既存バスシステム

既存バスシステムは幹線バス路線及び支線バス路線以外のバス路線を運行する。運行システムは現行のバス路線、運行頻度、運行バス会社等の変更を行わず現行のシステムで運行する。また、運行バス車両は現行の100人乗り車両を提案した。

5) 支線バスシステム

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する。運行する地域は郊外部の比較的狭い地域に限定されるため、バス路線延長は比較的短く、1台あたりのバス利用者数も少数であることが推定される。走行する既存道路の幅員が狭いこと等を考慮して、運行する車両はバス利用者数、走行する既存道路状況等を考慮して小型バス化を目指し70人乗り程度のバス車両を提案した。

(2) 幹線バスシステムを導入する道路

幹線バス専用道路は アルミランテ・バホーズ街路、 BR-316、 アウグスト・モンテネグロ街路の3道路に導入した。幹線バス専用レーンをインディペンデンス街路に導入した。幹線バス優先レーンを マルシェー街路、 ナザレ街路、 マルシェー街路とナザレ街路を連絡する街路、 マリオ・コバス街路、 クリストファー・コロソボ街路、 サン・ロケ街路の6道路に導入した。図 3-6に幹線バス専用道路、幹線バス専用レーン、幹線バス優先レーン網を示す。

(3) 計画バス車両

本計画ではバス1台当たりの平均乗車人数を増加させると共に、バス車両の大型化を図り運行バス台数を減少させ交通混雑の緩和や効率的なバス運行システムを確立するものである。本計画で提案する2両連結バス車両はクリチバ市で現在運行している車両と同型のものとし、輸送容量(100%の乗車人数)は立ち席を含め200人/台の2両連結バス車両(全長18.0m)を提案した。これらのバスの概要を以下に示す。

- 1) 二両連結バス
- 2) 定員200人乗り
- 3) ピーク時には定員の120%、240人の乗客が乗る可能性があり、車体はこれらの乗客を運べる堅固な車体とする。
- 4) 4ドア、車両あたり2ドアが乗客の乗降に適している。
- 5) 乗客は各車両の前方のドアから乗り、後ろのドアから降りる。
- 6) ドアは車両の右側に取り付ける。

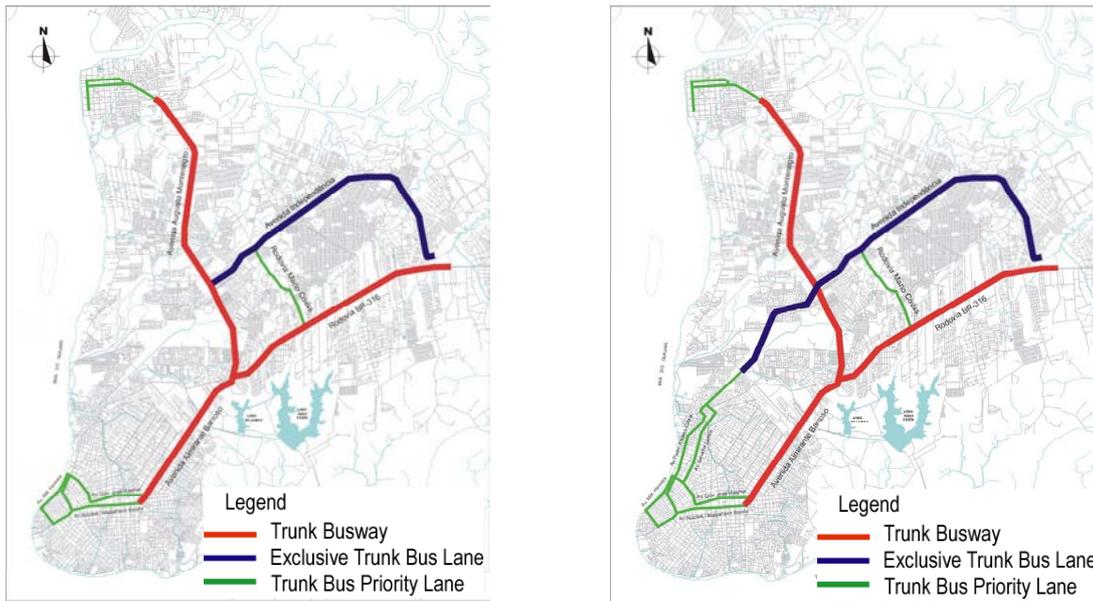


図 3-6 2007 年と 2012 年の幹線バス導入路線網

(4) バスの輸送容量

2 両連結バスの運行頻度とその輸送容量を表 3-4に示す。2 両連結バスが 30 秒間隔に運行した場合の 1 時間・車線あたりの輸送容量は 24,000 人を輸送することができる。また、20 秒間隔で運行した場合の輸送容量は計算上では 36,000 人が輸送可能であるが、実際にはバス停留所でのバス利用者の乗り降りに要する時間、バストップでの可能設置バスブース数等を考えると 20 秒間隔での運行は極めて困難である。幹線バス専用道路に対するバス利用者数が極めて多く、2 両連結バスで 30 秒間隔より短い運行頻度が必要になった場合は 3 両連結バス車両(270 人乗り)の導入も考慮に入れる必要がある。

表 3-4 連結バスの運行頻度とその輸送容量

Service Frequency (Headway)	Operatable Buses (units/hour) (A)	Capacity per Articulated Bus (B)	Transport Capacity per Hour (persons/direction/line) (A x B)	Remarks
20 seconds	180	200	36,000	Difficult in operation
30 seconds	120	200	24,000	
45 seconds	80	200	16,000	
60 seconds	60	200	12,000	
90 seconds	40	200	8,000	
120 seconds	30	200	6,000	

(5) 幹線バス導入に伴うバスルートの再編

幹線バスを運行するバス路線は全 165 バス路線の内、約 60~70 バス路線を幹線バス路線への再配置の対象とした。その他の地域をサービスしている残りの約 95 バス路線は現行の状態(バス路線、車両、運行頻度、バストップ等)で既存バスを運行する計画を提案した。

既存のバス路線網、現在施工中の幹線道路の建設工程、及び将来の道路計画等を基に、本調査の計画目標年次である 2012 年、及びその中間年次である 2007 年の調査対象地域のバス路線網を図 3-6に示すように設定した。

(6) 幹線バス運行基本方針

幹線バスシステム及び既存バスの運行計画の基本方針を以下に示す。

- 1) 幹線バス専用道路を運行しない現在のバス路線は既存バスとして現行の運行システムの状態（バス路線、バスの運行頻度、バス運営会社等）で運行する。
- 2) 幹線バス専用道路が設置された既存道路の一部区間を運行するような既存バス路線はバス専用道路を走行せず、バス専用道路の両側に整備される一般自動車の車線を現行の運行システムの状態で走行する。
- 3) イコアラシ地区、シダデ・ノバ地区、及びマリツバ地区のそれぞれの地域から幹線バス専用道路を利用する既存バス路線は支線バス路線と幹線バス路線に2分割される。支線バス路線は幹線バスターミナル周辺のバス利用者をバスターミナルまで輸送し、乗客はターミナルで幹線バス路線に乗換える。

(7) 幹線バスターミナル計画

幹線バスシステムは幹線バスと支線バスによって運行される。これらのバスは幹線バスターミナルでそれぞれのバスを乗り換えることになる。幹線バスターミナルは当初案では4箇所のバスターミナルを計画したが、幹線バスルートを導入する路線を考慮し、8箇所の幹線バスターミナルを提案した。

幹線バスシステムを円滑に運行するために、図 3-7に示すようにアウグスト・モンテネグロ街路沿いに3箇所（A、B、Cターミナル）、BR-316道路沿いに2箇所（E、Fターミナル）、マリオ・コバス街路沿いに1箇所（Dターミナル）、及び現在建設中のインディペンデンスア街路沿いに2箇所（G、Hターミナル）、合計8箇所の幹線バスターミナルを計画した。

(8) 幹線バス専用道路のバス停留所

バス停留所の建設位置は幹線バス路線から既存バス路線への乗換えを考慮し、既存バス路線が運行している主要交差点の手前側のバス専用道路に建設することとした。また、主要交差点以外の区間では350mから400m間隔で既に整備されている現行の既存バスの停留所の2箇所に1箇所程度の間隔で建設する。従って停留所間隔は700mから800m程度に建設される。

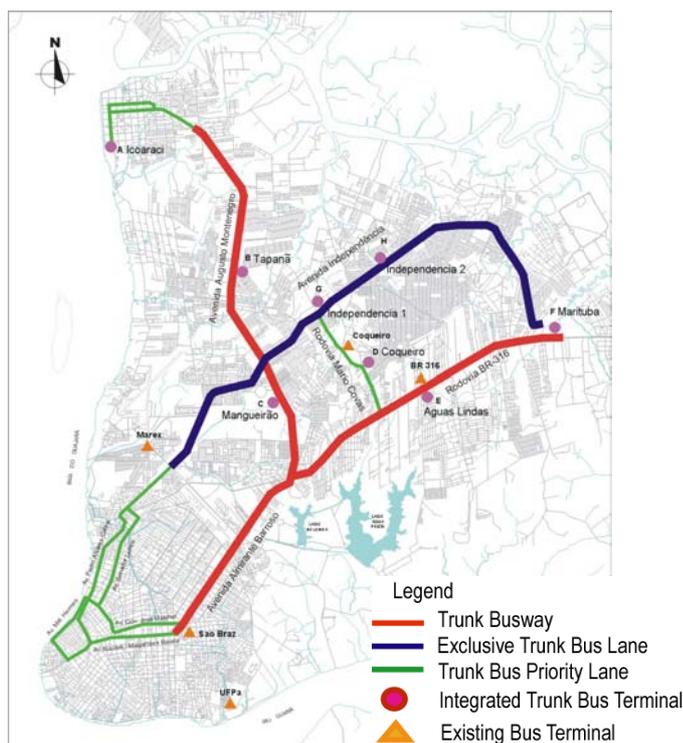


図 3-7 既存バスターミナルと幹線バスターミナル計画

(9) 幹線バスシステムの運営ゾーニング計画

図 3-8に示すように、幹線バスシステムは A-バス・ゾーンと B-バス・ゾーンの二つのゾーンに分けて運行される計画とした。A、B 間のバス・ゾーンは相互に統合されないため、バス・ゾーンにそれぞれ管理組織を設置する。バス・ゾーン管理組織はゾーンに関連するバス路線を運行している数社の既存のバス会社で構成される。バス料金は一度ゾーン管理組織に集められ、その後管理組織の構成員である各バス会社に還付される。この組織・制度は既にブラジル国のポート・アレグレ市で既に実施されている。基本的な考え方は以下のとおりである。

- 1) A-バス・ゾーンの幹線バス路線を運営する数社の既存バス会社（構成員）で管理組織を構成する。
- 2) B-バス・ゾーンの幹線バス路線を運営する数社の既存バス会社（構成員）で管理組織を構成する。
- 3) バス料金は 支線バスの乗車時、 幹線バス停留所での乗車時、 幹線バスターミナルに直接入る時、 キオスク等でバス乗車券を購入する時、 その他バス乗車券を入手した時に料金を支払う。
- 4) 徴収されたバス料金はゾーン毎の管理組織が管理する。
- 5) 管理組織は徴収された料金を構成員に還付する。

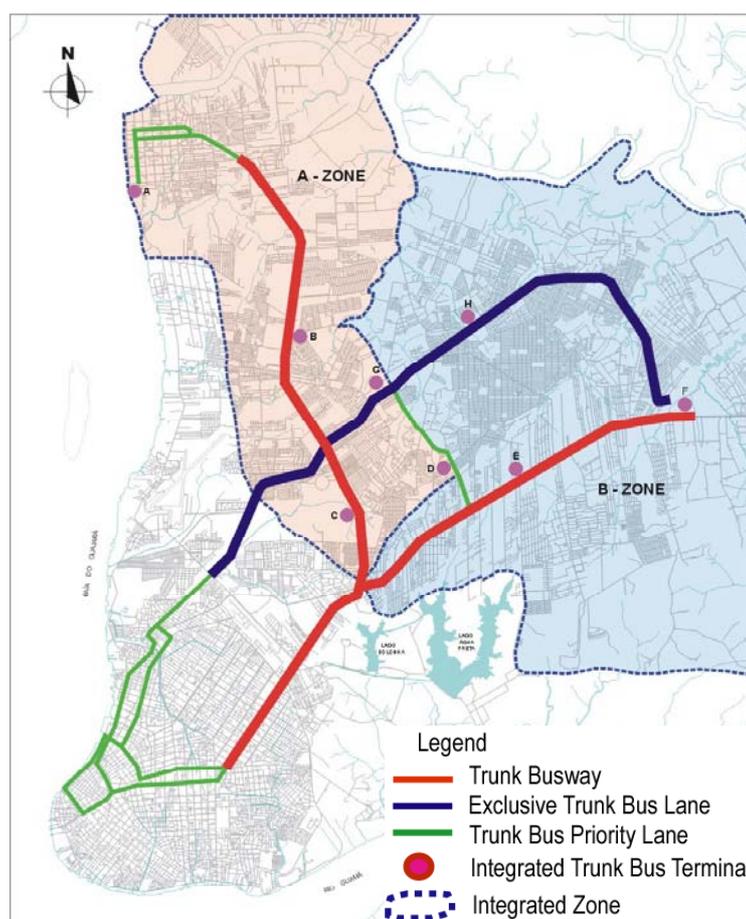


図 3-8 幹線バスシステムの運行ゾーニングシステム

(10) 幹線バス専用道路

幹線バス専用道路を導入する既存道路は道路用地幅が 42mから 45m確保された往復 6 車線以上の主要幹線道路である。往復 2 車線のバス専用道路をこれらの既存道路を利用して建設する場合、 既存道路の中央部に建設するケースと 外側車線（右歩道側の車線）を利用して建設

するケースの2ケースが考えられる。本計画ではバス専用道路は図 3-9に示すような既存道路の中央部を利用して建設することを提案した。

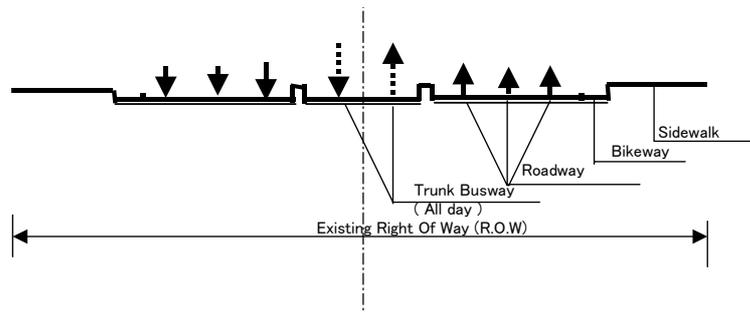


図 3-9 既存道路内における幹線バス専用道路の建設位置

3.4. 幹線バスシステムの交通需要予測

3.4.1. 幹線バスシステムの交通需要

(1) 幹線バスルート設定

2007年には各バスターミナル経由で運行しているバスルートを統合し、2系統の幹線バスルートを設定した。この系統は2012年には4系統に増加する。2007年のバスルートはアルミランチ・パホーズ街路とアウグスト・モンテネグロ街路を利用する2系統であり、2012年にはこれにアウグスト・モンテネグロ街路からインディペンデンス街路のセントロ区間を利用するバスルートが加わり、4系統となる。このインディペンデンス街路のセントロ区間は2012年までに完成することを提言している。

図 3-10はイコアラシ・バスターミナル方向からのターミナル A と B からのバスルートを示す。この図で、TA01 と TA03 の両バスルートはターミナル A から出発するが、バスルートは異なる。TA01 はセントロ経由のバスルート設定に対し、TA03 はサンブラスターミナルで引き返すルート設定である。ターミナル B からのバスルート (TB01 と TB03) においても同様である。

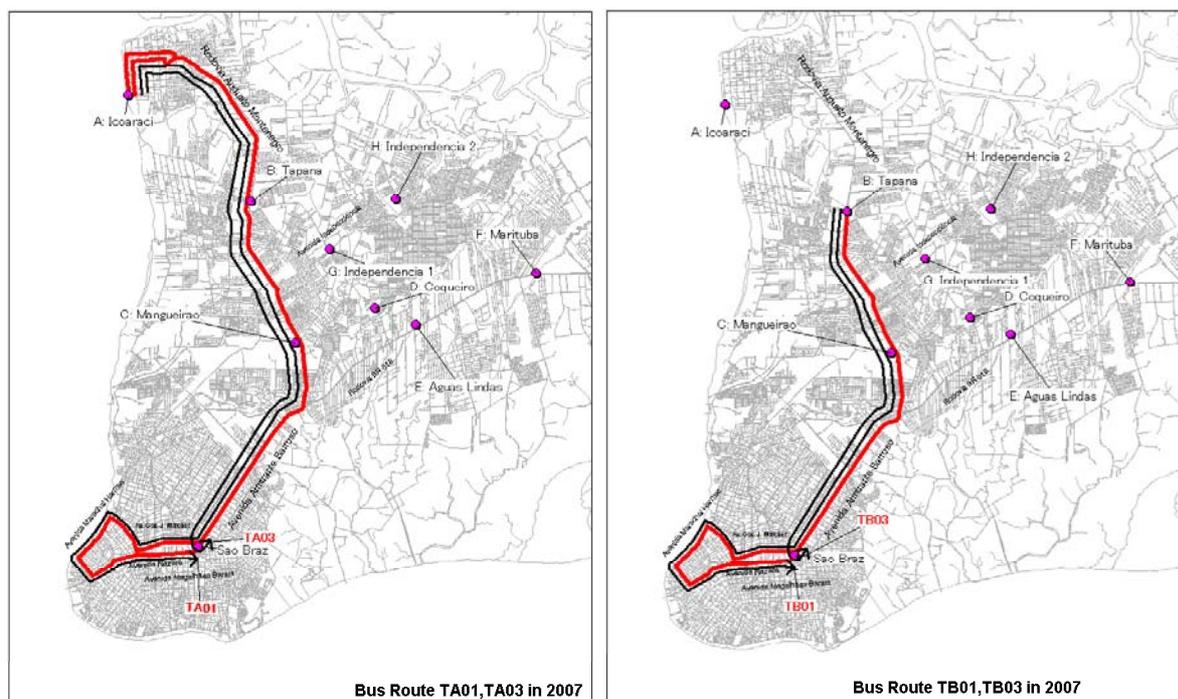


図 3-10 幹線バスルート設定

(2) バス乗客数

図 3-11と図 3-12は 2007 年と 2012 年の“計画あり”の場合におけるバス乗客数を示したものである。この図の数値は朝ピーク時の流入方向の乗客数である。この図は 2007 年に 2 系統、16 バスルートを設定した場合の予測値であり、アウグスト・モンテネグロ街路のバス乗客数は郊外部のイコアラシで 2,000 人、エントロンカ・メント付近で 16,000 人に増える。その後、BR-316 との合流するアルミランテ・バホーズ街路では 25,000 人になる。BR-316 ではマリツバ付近で 6,000 人、その後エントロンカ・メント付近で 14,000 人に増える。アルミランテ・バホーズ街路の既存バスの乗客は“計画なし”ケースで 45,000 人と予測され、“計画あり”ケースでは約 50%以下に減少する。

2012 年の“計画あり”ケースは 32 バスルートが設定され、22,000 人がアルミランテ・バホーズ街路を利用する。インディペンデンシア街路は利用区間の高いところで 14,000 から 16,000 人が利用する。

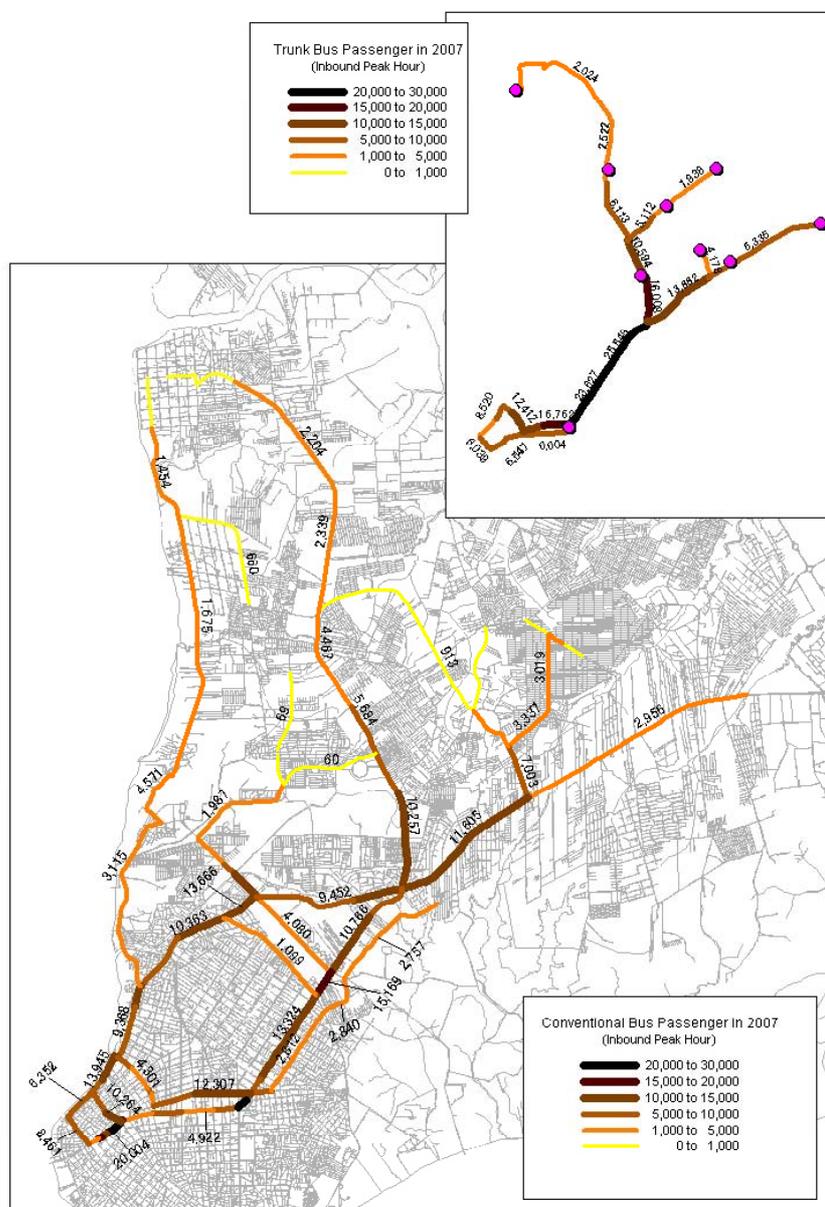


図 3-11 2007 年ピーク時間バス乗客数

これらのバス停での乗降時間や信号等による影響を考慮してアルミランテ・パホーズ街路のバス運行状況を分析することが必要であり、このため交通シミュレーションモデルを用いてこれらの影響を調べた。

交通シミュレーションモデルを用いた分析から、2007年と2012年とも“計画あり”ケースでは幹線バス道路上で問題のないことが明らかになった。さらに一般車線上での一般車両と既存バスの運行状況は幾分混雑が厳しくなることが予測される。一方、“計画なし”ケースでは道路上のバスの運行台数が多くなり、年々混雑が増し、片側2車線分をバスが占有することになり、一般車両への交通混雑がさらに増すことが予想される。

これらの分析結果は以下のようにまとめられる。

- 1) 2007年までにアルミランテ・パホーズ街路とBR-316及びアウグスト・モンテネグロ街路に幹線バスシステムの導入は必要不可欠である。
- 2) 2012年までにインディペンデンシア街路のセントロ区間の建設を完成する必要がある。
- 3) 現在のバスシステムでは、アルミランテ・パホーズ街路上のバス需要台数は近い将来、運行限界に達する。

表 3-5 アルミランテ・パホーズ街路のバス台数

(Unit: Number of Bus Volumes/Inbound Peak Hour)

Year	2002	2007		2012		
		Without Trunk Bus System	With Trunk Bus System	Without Trunk Bus System	With Trunk Bus System*	Without Centro Accessing Segment of Av. Independencia
Conventional Bus	610	640	250	700	230	260
Trunk Bus			150		130	170
Total		640	400	700	360	430

注：インディペンデンシア街路に幹線バスシステムを導入した。

3.4.2. 幹線バスシステムの導入効果

(1) 総旅行時間

表 3-6に各代替案の総旅行時間を示す。この旅行時間には支線バスの利用時間と乗換え時間を含んでいる。幹線バスは幹線バス道路、バス専用レーンとバス優先レーンを走行し、既存バスは一般車線を一般車と共有して走行する。ケース2：2007年“計画なし”では2002年現況ケースと比較すると、59%総旅行時間が増加する。ケース3では126%増加する。幹線バスシステムを導入することにより総旅行時間が抑えられ、“計画なし”ケースと比較すると、2007年で0.79倍、2012年で0.69倍と予測される。2012年の1人当たりの旅行時間は幹線バスを導入しないケース3で54分、導入したケース5で38分となり、16分の時間短縮が期待できる。

表 3-6 各代替案の総旅行時間

Year/Case		Type of Bus Service	Total Travel Time (hours)	Share (%)	Ratio to Without Forecast	Travel Time per Passenger (minutes)
2002	Case-1 Without	Conventional	124,271		-	28.1
2007	Case-2 Without	Conventional	197,149		1.00	41.2
	Case-4 With	Trunk	43,106	28	-	-
		Conventional	113,500	72	-	-
		Total	156,606	100	0.79	32.7
2012	Case-3 Without	Conventional	280,358		1.00	53.5
	Case-5 With	Trunk	72,542	37	-	-
		Conventional	122,175	63	-	-
		Total	194,717	100	0.69	37.2

(2) 対象地域全体の交通影響

対象地域全体の幹線バス以外の交通機関（既存バスと一般車両）への交通影響を分析した。図 3-14は対象地域全体の混雑度の変化を示す。幹線バスシステムを導入しない場合、混雑度は2012年までに1.00に達する。導入する場合は既存バスと一般車両の混雑度は改善され、混雑度は約30%改善される。この間、幹線バス道路を走行する幹線バスの走行条件は良好に保たれる。

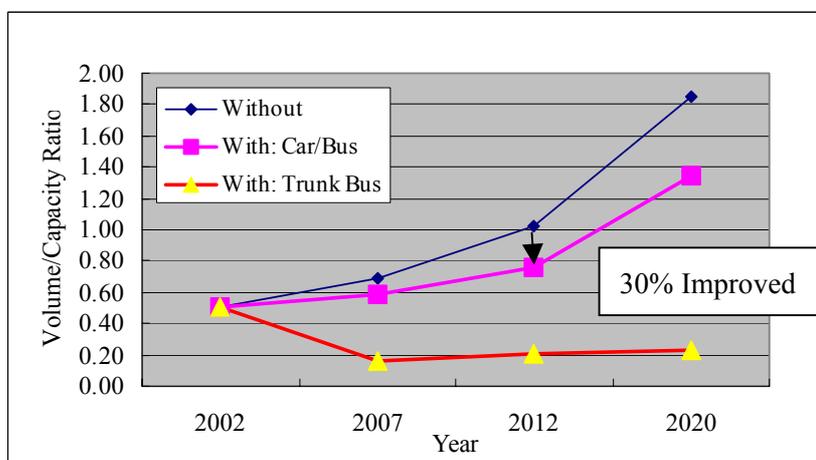


図 3-14 対象地域全体の混雑度の影響

(3) アルミランテ・バホーズ街路の交通への影響

図 3-15にアルミランテ・バホーズ街路のエントロンカメントからサンブラスまでの約5.9km区間の“計画あり”と“計画なし”ケースの幹線バス道路と並行する一般車線の平均混雑度の変化を示す。“計画なし”ケースでは交通需要の伸びに比例して混雑度が高くなり、2012年では約2.0に達する。“計画あり”ケースでは既存バスと一般車両の混雑度は2007年と2012年とも1.0を保つ。幹線バス道路の混雑度は1.0以下に保たれる。このように2車線をバス専用道路に利用しても、一般車線の混雑度は“計画なし”ケースに比べ走行条件は改良される。