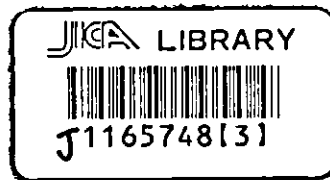


ブラジル連邦共和国  
ベレーン都市交通整備計画の見直し調査  
最終報告書  
(要約)

平成13年3月



国際協力事業団  
ブラジル連邦共和国パラ州政府

国際協力事業団  
ブラジル連邦共和国  
ベレーン市

ブラジル連邦共和国  
ベレーン都市交通整備計画の見直し調査  
最終報告書  
(要約)

平成13年3月

国際協力事業団  
ブラジル連邦共和国パラ州政府



1165748【3】

マイクロ  
フィルム作成

## 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、同国ベレーン都市圏における都市交通整備計画に係る調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団ブラジル事務所は FINATEC の Jose Matsuo Shimoishi 氏を団長とする調査団を選定し、平成 12 年 4 月から平成 13 年 3 月にかけて調査実施を委任しました。

また、パラ州住宅公社 Paulo de Castro Ribeiro 氏をカウンターパート長とするカウンターパート機関を設置し、本件調査団に対し技術的な見地から調整・検討・指導が行われました。

さらに、当事業団は株式会社長大 関根氏と八千代エンジニアリング株式会社 堀江氏を 2000 年 4 月から平成 13 年 2 月にかけて 4 回にわたり派遣し、調査実施を監理するとともに助言を与えました。

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、多量の関連データの分析を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本プロジェクト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頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 13 年 3 月

国際協力事業団  
ベレーン支所長  
芳 賀 克 彦



## 現地の状況



バスの運行状況(1)



バスの運行状況(2)



市街地部の駐車状況



市街地部の混雑状況



排気ガス対策のため排気管を上げている



郊外部の道路状況



## 付 表 一 覧

表 2-1	調査対象地域の総トリップ数(全交通機関) .....	4
表 2-2	調査対象地域の総トリップ数(船舶、自転車並びに徒歩を除く) .....	4
表 2-3	騒音測定地点 .....	13
表 2-4	汚染物質濃度 .....	14
表 4-1	対象地域の社会経済フレーム .....	17
表 4-2	対象地域の車種別トリップ数(2000年、2010年、2020年) .....	23
表 5-1	道路プロジェクトの優先順位 .....	25
表 5-2	各グループ別の道路建設コスト .....	27
表 5-3	公共交通システム建設コスト .....	27
表 6-1	プロジェクト実施予定表 .....	31
表 7-1	経済評価結果 .....	32

## 付 図 一 覧

図 1-1	調査対象地域 .....	2
図 2-1	調査対象地域における総トリップ .....	5
図 2-2	全交通手段目的別トリップ構成比 .....	5
図 2-3	交通手段別トリップ構成比 .....	5
図 2-4	PDTU/1991 と PDTU/2001 間の動力付交通機関別トリップ構成比比較 .....	6
図 2-5	バストリップ分布(全目的) .....	6
図 2-6	乗用車トリップ分布(全目的) .....	7
図 2-7	1ª Legua と周辺地域の公共交通網 .....	8
図 2-8	ベレーン都市圏公共交通網 .....	8
図 2-9	24時間方向別バス旅客数及び乗降客数 .....	9
図 2-10	平均区間速度 .....	10
図 2-11	道路舗装状況(1ª Legua 地域とその周辺地域) .....	11
図 2-12	道路舗装状況(郊外部) .....	11
図 4-1	人口密度(2000年、2010年、2020年) .....	18
図 4-2	第3次産業就業者(2000年、2010年、2020年) .....	18
図 4-3	ベレーン都市圏における将来機能別道路分類 .....	20
図 4-4	グループ別将来道路網計画 .....	21
図 4-5	将来幹線バスシステム計画 .....	22
図 4-6	私的交通の希望線図(2000年、2010年並びに2020年) .....	23
図 4-7	公共交通の希望線図(2000年、2010年並びに2020年) .....	24





## 略 語 表

PDTU : Master Plan for Urban Transport in the Metropolitan Area of Belem (Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belém) (ベレーン市都市交通計画調査)

JICA : Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)

ABC : Brazilian Agency of Cooperation (Agência Brasileira de Cooperação) (ブラジル協力事業団)

IBGE : Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (ブラジル地理・統計局)

EBTU : Urban Transport Brazilian Enterprise (Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos) (ブラジル国都市交通公社)

EMTU : Urban Transport Metropolitan Enterprise (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos) (パラ州都市交通公社)

RMB : Belem Metropolitan Area (Região Metropolitana de Belém) (ベレーン都市圏)

COHAB/PA : State of Para Habitation Company (Companhia de Habitação do Estado do Pará) (パラ州住宅公社)

CTBel : Transport Company of Belem Municipality (Companhia de Transportes do Município de Belém) (ベレーン市交通公社)



# 目 次

序 文

写 真

付表一覧

付図一覧

略語表

1. 調査の背景と目的	1
1-1 調査目的	3
1-2 実施項目	3
2. 現況交通状況	4
2-1 トリップ特性	4
2-2 観測交通量	7
2-3 公共交通状況	7
2-4 旅行速度	9
2-5 道路維持管理状況	10
2-6 交通意識調査	11
2-7 環境状況	12
3. ベレーン都市圏における現況交通問題	15
3-1 概要	15
3-2 道路状況	15
3-3 公共交通状況	15
3-4 交通管理状況	16
4. マスタープランで提案されたプロジェクト	17
4-1 将来社会経済状況	17
4-2 道路網計画	18
4-3 公共交通計画	21
4-4 交通管理計画	22
4-5 需要予測	23
4-6 マスタープランのまとめ	24

5. プロジェクト実施計画 .....	25
5-1 道路計画 .....	25
5-2 幹線バス計画 .....	26
5-3 建設コスト .....	26
6. まとめと提言 .....	28
6-1 道路計画 .....	28
6-2 公共交通計画 .....	28
6-3 交通管理計画 .....	30
7. 経済評価 .....	32
8. 今後の方向 .....	33
8-1 公共交通システムの実施に向けて .....	33
8-2 今後必要な調査 .....	33

## 1. 調査の背景と目的

1988年、パラ州政府並びにブラジル連邦共和国(以下、「ブラジル国」と記す)政府は、ブラジル協力事業団(Brazilian Agency of Cooperation:ABC)を通して、国際協力事業団(JICA)と「ベレーン市都市交通計画調査(Master Plan for Urban Transport in the Metropolitan Area of Belem:PDTU)」を実施することを決定した。この調査は、1989年11月から1991年6月にわたって実施された。

次の段階として、この調査における優先順位の高い計画の実施可能性調査(フィージビリティ調査)の実施が予定されていた。優先プロジェクトの実施は、日本政府による経済協力の一環として依頼される予定であった。しかし、実際にはフィージビリティ調査は以下の理由により実施されなかった。

- ・ブラジル国政府は当時行政再編を進め、連邦政府と協力して都市交通計画を立案・運営するブラジル国都市交通公社(Urban Transport Brazilian Enterprise:EBTU)を廃止した。このとき、PDTU調査を継続する組織はほかになかった。
- ・同様な行政再編が州行政組織にも断行され、計画を実施するパラ州都市交通公社(Urban Transport Metropolitan Enterprise:EMTU)も廃止に追い込まれた。この折、都市公共交通システムの管理責任はベレーン市交通公社(Transport Company of Belem Municipality:CTBel)に移管されたが、ベレーン市交通公社の交通計画にはPDTU調査の計画は盛り込まれなかった。

PDTU調査終了後の9年間にベレーン市とアナニンデウア市で構成されていたベレーン都市圏(Belem Metropolitan Area:RMB)は拡大し、1996年から新たにパラ州のマリトゥバ市、ベネヴィデス市及びサンタ・バーバラ市がRMBに加わった。このRMBを図1-1に示す。この都市圏の拡大により、交通需要に基づいた道路計画並びに公共交通システムの革新的な技術改革の必要性が高まることになった。

RMBの人口は、1991年には133万2,840人と推定されブラジル地理・統計局(Brazilian Institute of Geography and Statistics:IBGE/1991年人口センサス推定値)、1996年には157万4,487人であった(IBGE/1996年実測値)。これは年率18.0%の人口増加を示す。この人口増加は、1991年当時のベレーン都市圏であるベレーン市とアナニンデウア市のみ増加ではなく、マリトゥバ市、ベネヴィデス市及びサンタ・バーバラ市のベレーン都市圏への合併によるものも含まれている。また特に、マリトゥバ市とベネヴィデス市の2市は、ここ数年において、その周辺部で著しい人口増加が見られる。それに加えて、パラ州サンタ・バーバラ市もベレーン都市圏に合併されている。その周辺部での人口増加は少ないものの、この市も都市圏の人口増加に寄与している。

ベレーン都市圏周辺部の著しい人口増加は、周辺部と都市圏中心市街地を結ぶ放射方向の既存公共交通システムに直接、影響を与えている。交通渋滞の発生している放射方向道路においては、

公共バスの乗車状況はかなり深刻である。周辺部では、道路網の整備不足に伴いバス停へのアクセスも不十分な状況である。このため、バス利用客は、最寄のバス停まで長い距離を歩かざるを得ない。この7年間にベレーン都市圏のバスの運行状況は改善されつつあるが、公共交通サービスレベルの改善までには至っていないのが実情である。

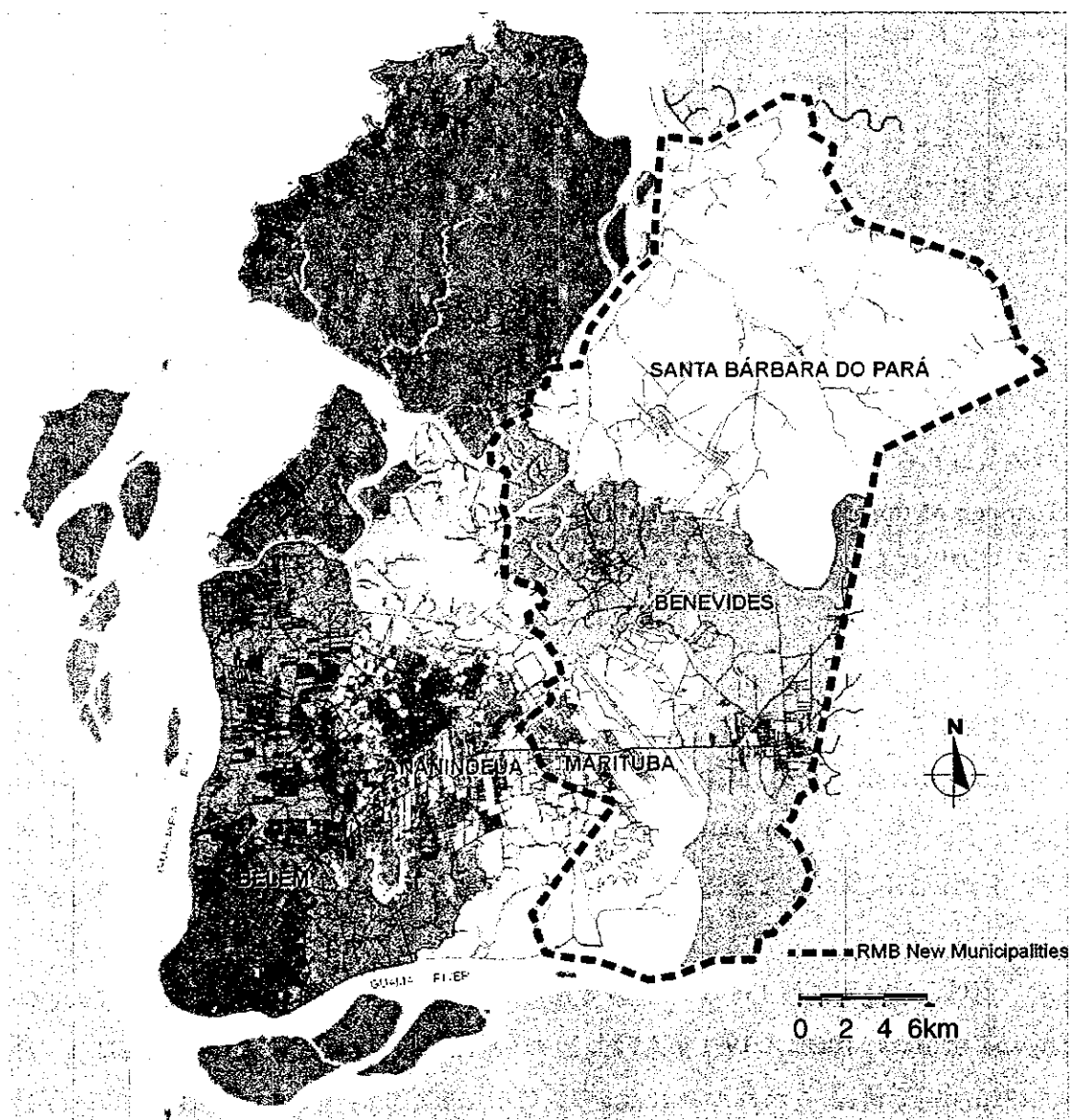


図 1-1 調査対象地域

## 1-1 調査目的

ベレーン都市交通計画の見直し調査(The Update of Master Plan for Urban Transport in the Metropolitan Area of Belem - PDTU/2001)の目的は、以下のとおりである。

- ① 調査対象地域の拡大・ベレーン都市圏の人口増加に対して、PDTU/1991の都市交通計画における、道路計画、交通管理計画並びに公共交通システムの見直しを行う。
- ② この10年間に実施された計画の評価を行う。
- ③ 新技術による公共交通システムの導入の可能性を検討する。

## 1-2 実施項目

調査の実施項目は以下のとおりである。

- ① 道路、公共交通並びに交通管理の現状把握
- ② 短期における、ベレーン都市圏に対する新公共交通システム導入の可能性の検討
- ③ 都市圏の幹線道路における環境現況の把握
- ④ ベレーン都市圏での将来交通需要予測
- ⑤ ベレーン都市圏における短期的な道路プロジェクト並びに交通管理システムの提言
- ⑥ マスタープラン調査で提案された最優先プロジェクトのフィージビリティ調査への提言
- ⑦ ベレーン都市圏における主要幹線道路の道路容量を考慮した公共交通システム導入の提言
- ⑧ 現地カウンターパートの技術向上のため、調査を通じて使われた技術・ソフトウェアの技術移転



## 2. 現況交通状況

### 2-1 トリップ特性

本調査では、現状の交通・輸送状況を把握するためにパーソン・トリップ調査、コードン・ライン調査、スクリーン・ライン調査、路側交通量観測、交差点交通量観測、公共交通調査、環境影響調査等、多種の実査を実施した。パーソン・トリップ調査は、社会経済状況、都市部の拡大に伴うベレーン都市圏の交通状況を把握するため、7,000世帯に家庭訪問調査を実施した。これらのデータは分析並びにPDTU/1991データと比較され、10年間の社会経済並びに交通状況の変化の把握に寄与した。

2000年における調査対象地域の総トリップ量は、約368万トリップであり、そのうち約99%にあたる364万トリップは調査対象地域内々の交通である。それに対して3万9,000トリップ(1%)は調査対象地域の境界を通過する交通である。全体の2000年トリップの伸び率は、1990年に対して約1.27倍となっており、人口の伸び率1.18倍より大きい(表2-1)。図2-1に船舶、自転車並びに徒歩を除く調査対象地域内々、内外、外々トリップを示す。船舶、自転車並びに徒歩を除いた総トリップ量は、256万トリップで、1990年に対して1.25倍となり、全交通機関での伸び率1.27倍より小さい(表2-2)。

表2-1 調査対象地域の総トリップ数(全交通機関)

トリップ種別	1990		2000		2000/1990
	トリップ/日	%	トリップ/日	%	
内々トリップ	2,852,700	98.8%	3,640,356	98.9%	1.28
内外トリップ	33,800	1.2%	39,046	1.1%	1.16
外々トリップ	770	0.0%	876	0.0%	1.14
合計	2,887,270	100.0%	3,680,278	100.0%	1.27

表2-2 調査対象地域の総トリップ数(船舶、自転車並びに徒歩を除く)

トリップ種別	1990		2000		2000/1990
	トリップ/日	%	トリップ/日	%	
内々トリップ	2,011,245	98.3%	2,525,108	98.5%	1.26
内外トリップ	33,329	1.6%	37,171	1.5%	1.12
外々トリップ	717	0.0%	827	0.0%	1.15
合計	2,045,291	100.0%	2,563,106	100.0%	1.25

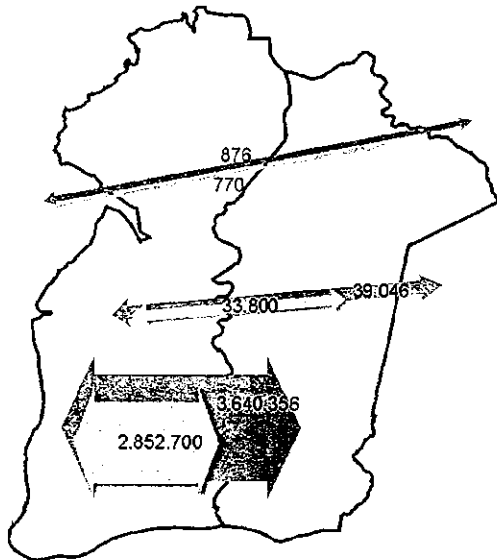


図 2-1 調査対象地域における総トリップ

図 2-2 に全交通手段目的別トリップ構成比を示す。最も比率が高いのは帰宅 (45.0%) であり、次に通勤 (16.0%)、通学 (15.0%) となる。その他目的 (23.0%) は買い物、レジャー、健康、個人的理由、乗換えとその他を合計したものである。交通機関別トリップ構成比 (図 2-3) では、バスモードが全体の約 44.6% に達している。これに乗用車 (12.1%) を加えると約 60% になる。

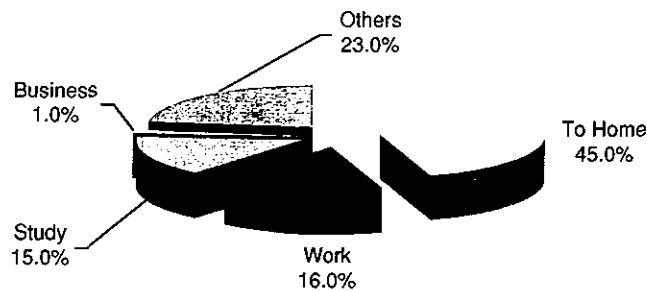


図 2-2 全交通手段目的別トリップ構成比

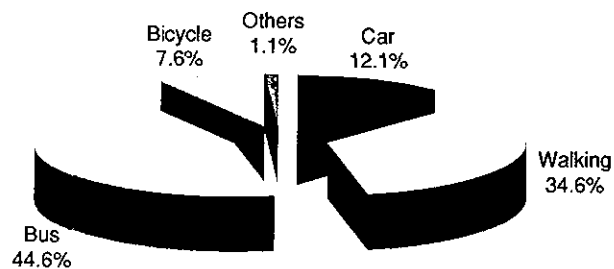


図 2-3 交通手段別トリップ構成比

本調査 PDTU/2001 と PDTU/1991 とを比較すると、その目的別トリップ構成比に関しては大きな差はない。図 2-4 に動力付交通機関別トリップ構成比を示す。これによればバスは 75.7% から 75.8% とほぼ変わっていない。一方、乗用車は 18.0% から 20.5% と増加している。

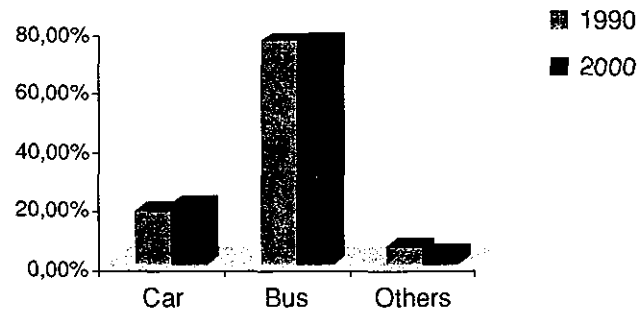


図 2-4 PDTU/1991 と PDTU/2001 間の動力付交通機関別トリップ構成比比較

図 2-5 と図 2-6 にマクロ・ゾーンベースの希望線図により、バスと乗用車(バス、徒歩を除く)のトリップ分布パターンを示す。これらは、類似したパターンを示しており、マクロ・ゾーン 1、2、3 並びに 4 の 1ª Legua 地域(図 2-5 参照)と周辺地域間に集中している。バス旅客トリップが広い範囲に分布しているのに対し、乗用車トリップは主として 1ª Legua 内部に分布していることが分かる。

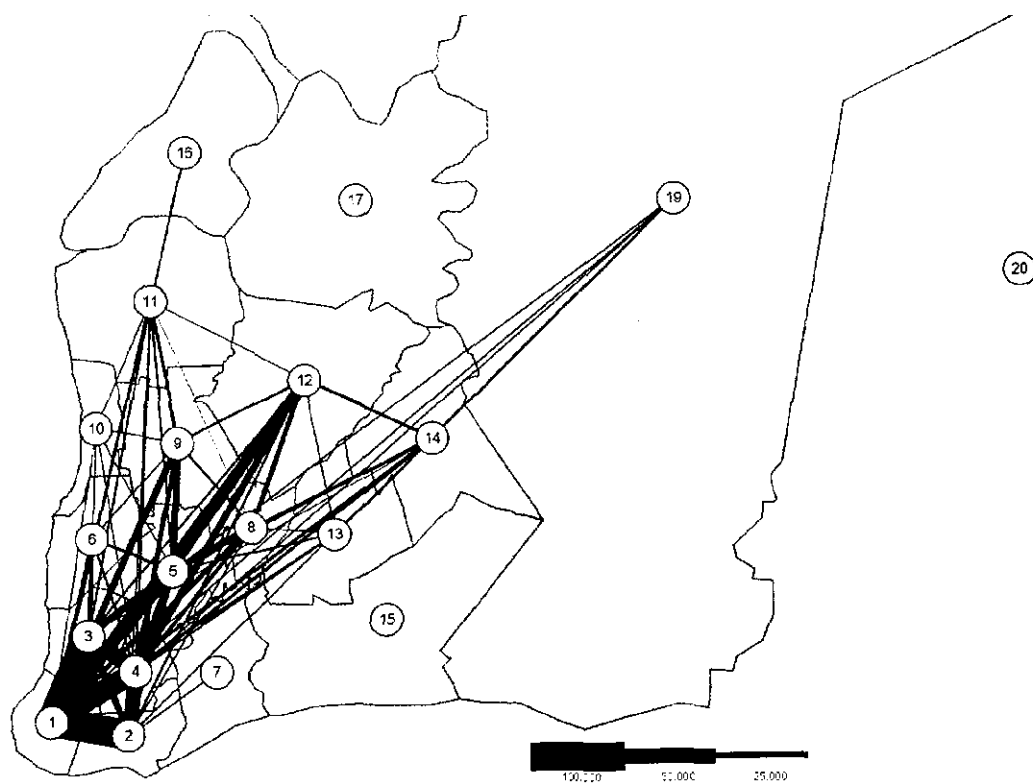


図 2-5 バストリップ分布(全目的)

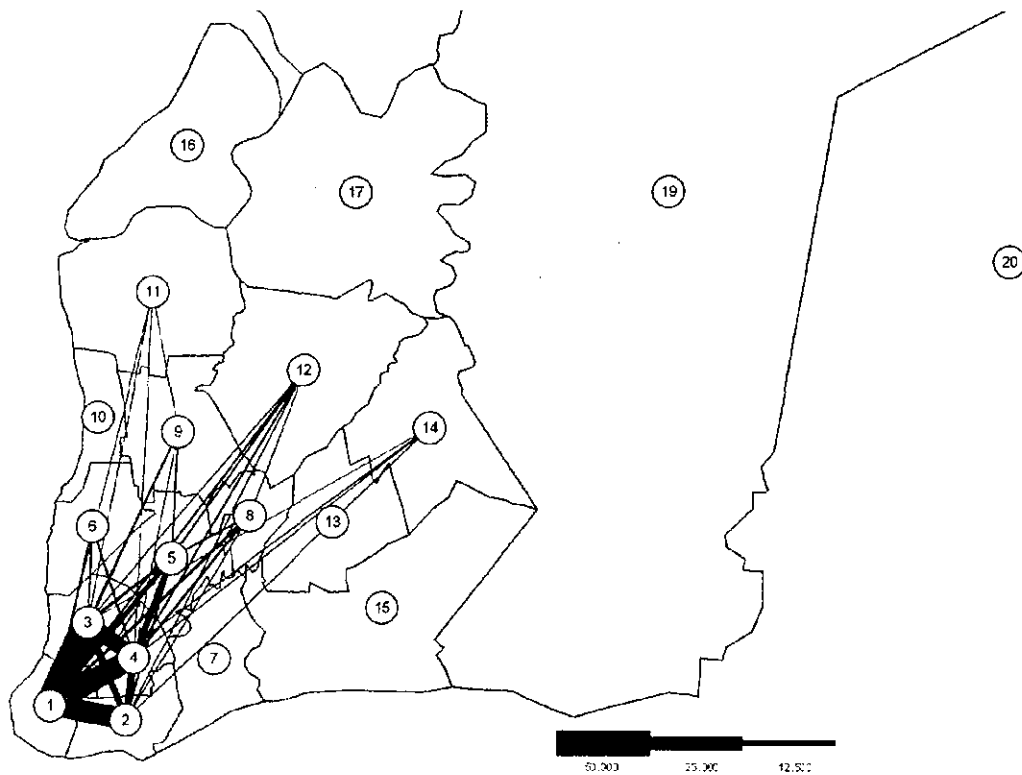


図2-6 乗用車トリップ分布(全目的)

## 2-2 観測交通量

国道BR-316が最も大きな交通量を示し、午前8:30から午前9:30のピーク時に両方向で約6,500台/時であり、午後6:15から午後7:15が午後のピークとなっている。次が Augusto Montenegro で平均4,000台/時から5,000台/時の交通量である。Bernardo Sayo、Perimetralと Arthur Bernardes 通りにおいては交通量が低く、同時間帯に500台/時から1,000台/時の交通量となっている。

午前と午後のピーク時における交差点の交通量は、Almirante Barrosoで4,000PCU/時に達している。中心市街地の主要交差点では、いずれも約4,000PCU/時の交通量が観測されている。午前のピーク時の交通量が2,000PCU/時の Boulevard Castilhos Fran 溝と Presidente Vargas 通りの交差点を除き、これらの交差点は似通った交通特性を示している。

## 2-3 公共交通状況

ベレーン都市圏の公共交通システムは、147の普通バス路線と81のバスターミナル、27のミニバス路線が約1,800のバス停で乗降している。1,750台の普通バスにより1日当たり1万2,723トリップ/日のバスが運行され、約145万人/日が利用している。バス路線網は、中心市街地である1ª Leguaの中心部とその周辺部に集中しており、道路網の不連続により国道BR-316と Augusto Montenegro 通りに集中している(図2-7及び図2-8)。図2-7と図2-8における Selective Transport Network とはミニバスが運行されているバスルートを示している。

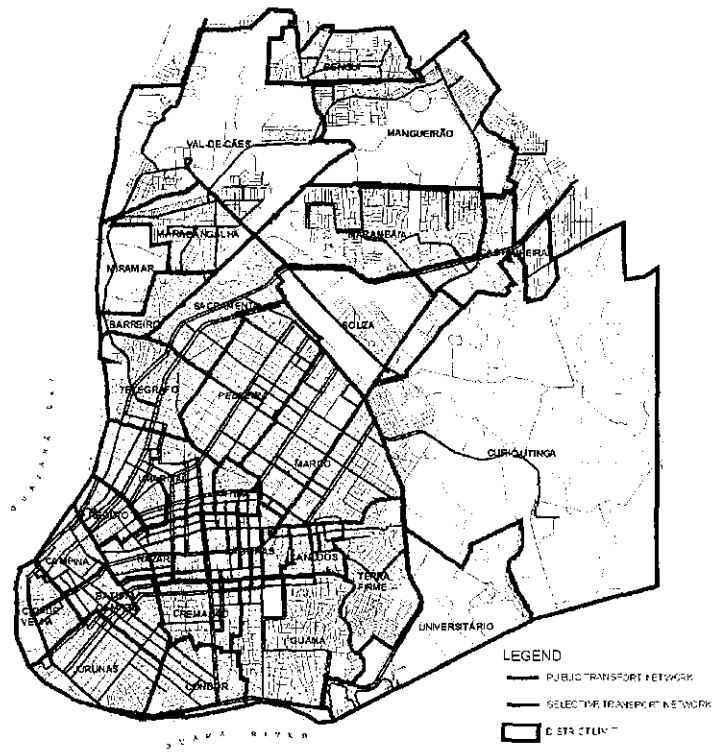


図 2-7 1ª Legua と周辺地域の公共交通網

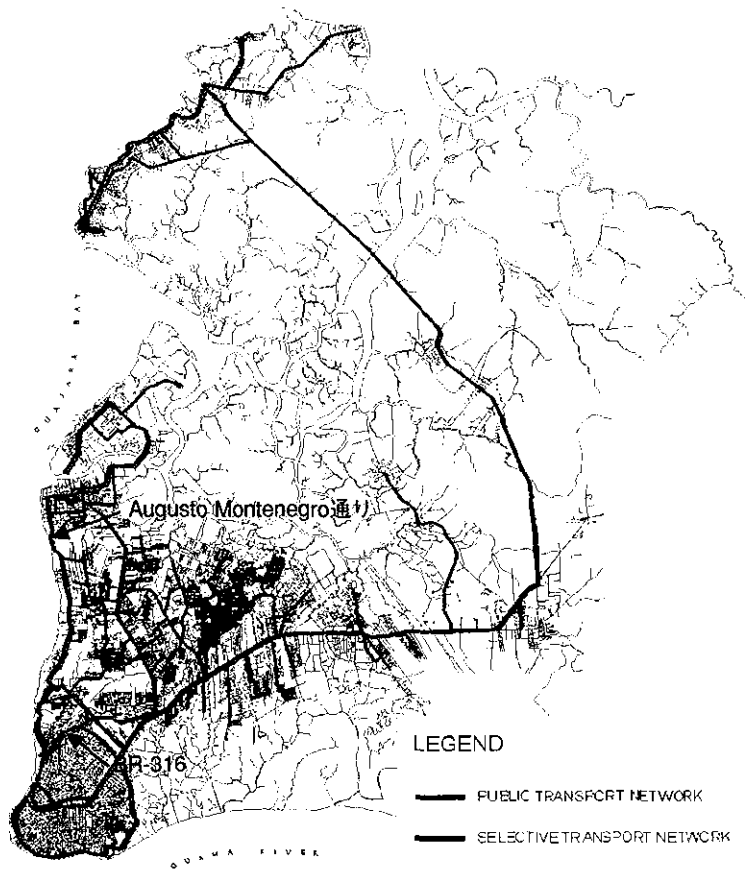


図 2-8 ベレム都市圏公共交通網

バス乗降調査に基づく1日の総バス旅客数は144万8,301人である。図2-9に主要幹線上の1日当たりのバス旅客並びに乗降客の多いバス停での乗降客数を示す。中心市街地に向かう路線では、Entroncamentoまで継続的に旅客数が増加する傾向にあり、Tavares BastosとAlmirante Barroso通りのJulio Cesarで旅客数がピークに達する。旅客数の最大の区間では、約20万人/日となっている。

乗降客数の最大は中心市街地において各方向4万人で、Sao Braz(2万5,000人から3万人)、Entroncamento(1万人から1万4,000人)と続いている。

午前6:15から午前7:15の午前ピーク時のバス乗客利用状況は日旅客数と似通った傾向を示している。その最大値は、Almirante Barroso通りの約3万8,000人/時である。中心市街地でも7,000人/時が記録されている。

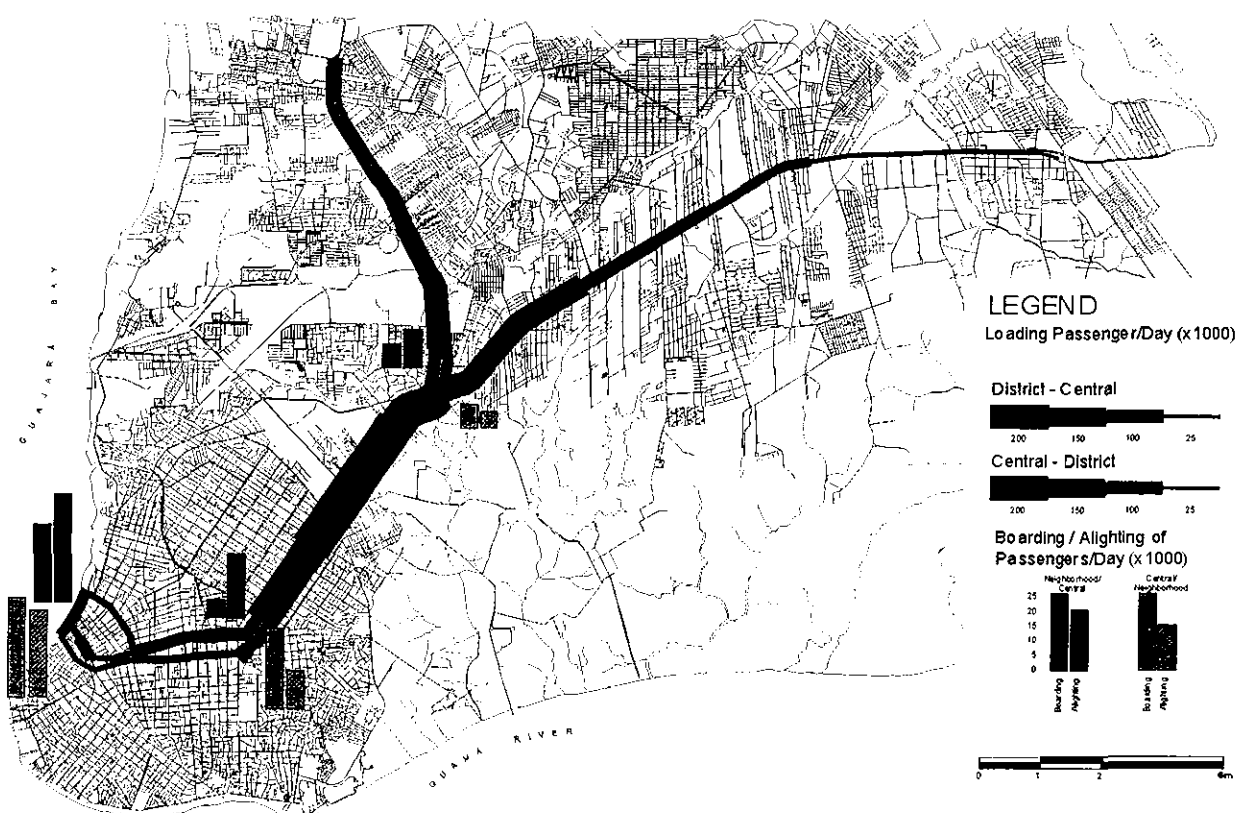


図2-9 24時間方向別バス旅客数及び乗降客数

#### 2-4 旅行速度

BR-316の自動車走行速度(図2-10)は、Entroncamentoに向かって次第に減少しており、中心市街地で最低の速度約20km/hとなる。自動車走行速度は、Pirelli道路に向かう方向ではEntroncamentoから離れるにつれて上昇する。その最大値は約60km/h以上である。

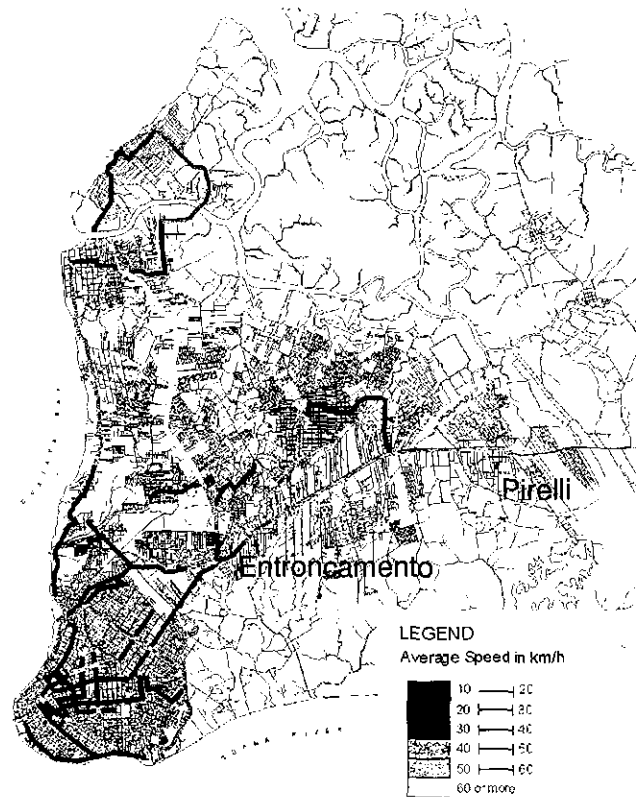


図 2 - 10 平均区間速度

## 2-5 道路維持管理状況

調査対象道路のうち、55.0%の舗装状況は悪い。1ª Legua では 45.0%が中位程度である。舗装状況が非常に良いとランクされた道路はない。対象地域の道路は2車線の道路がほとんどであり、歩道が設置されている。

舗装の管理不足、排水システムの不備、不十分な建設規格、道路機能分類の不明確、不十分な道路交通法、大型貨物輸送などにより現況道路管理システムは不十分である。図 2 - 11 と 2 - 12 に道路舗装状況の評価結果を示す。

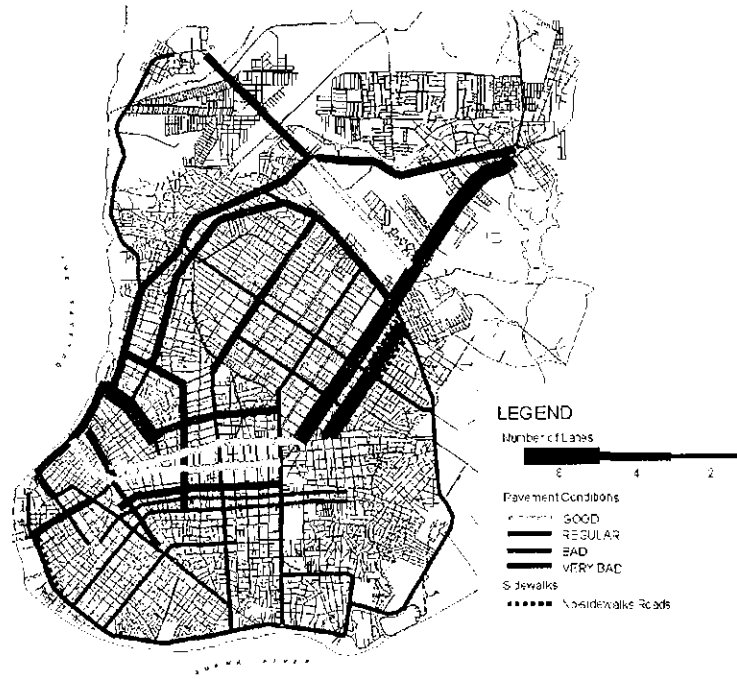


図 2-11 道路舗装状況 (1<sup>a</sup> Legua 地域とその周辺地域)

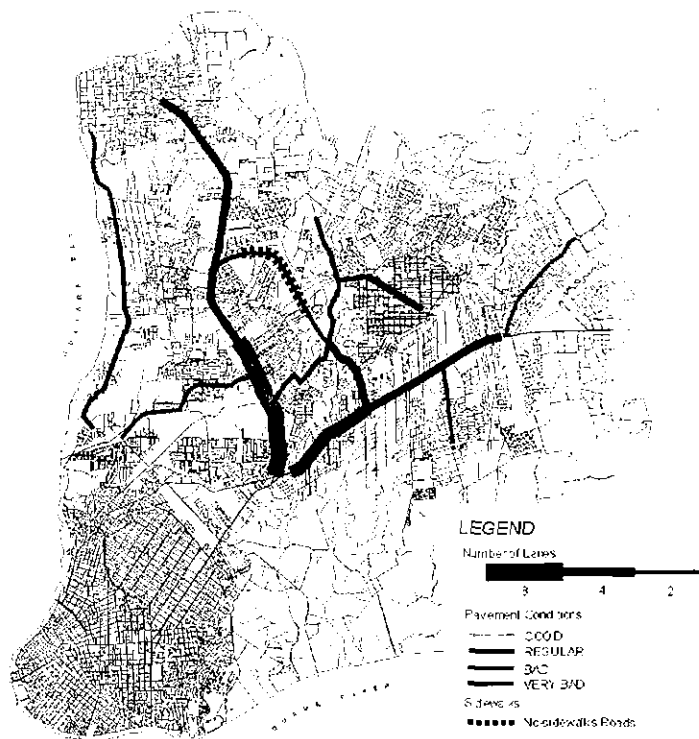


図 2-12 道路舗装状況 (郊外部)

## 2-6 交通意識調査

この調査は、パーソン・トリップ調査とともに実施され、歩行者、バス利用者、自家用車利用



者及び自転車利用者から交通意識情報収集を行い、6,841票を収集した。これは総人口の0.4%である。

バス利用者において、バス車内混雑度に対する意識は、超過密が40.1%と卓越している。この超過密と過密を加えると65.1%に達する。これはほとんどのバス利用者がバス車内混雑度に不満を抱いていることを示している。約65%のバス利用者は、バス運行頻度に対しても少ないまたは大変少ないと回答している。

公共交通による移動を取り止めるケースを、以下に述べる理由で分類するとそれぞれ10.7%から19.9%の範囲となった。

- ・バス乗換えが1回以上必要(19.9%)
- ・バス停への歩行距離が長い(19.2%)
- ・安全が確保できていない(19.0%)
- ・快適でない(18.7%)
- ・運賃が高い(10.7%)

現況運行状況のなかで、バス運賃が理由で移動を制限するケースは、バスの乗換え、バス停への歩行距離が長い並びに安全が確保できていないより少ない結果となった。

公共交通の優先改善項目としては、バスの安全性の改善が最も高く33.8%、次に運行速度(30.1%)、十分な運行頻度(18.8%)、そして快適性(17.2%)と続く。バスの安全性を除けば、公共交通の優先改善項目はバス運行システムの改善に集中している。

## 2-7 環境状況

本調査では、ベレーンの自動車交通が起因する騒音・振動レベルを測定し、ブラジル国内環境基準と比較した。測定は騒音・振動が大きいと予想される幹線道路に沿った住居地域、商業地域、学校集中地域並びに医療機関集中地域の9か所で実施した。このうち3か所では、分析のための材料として交通量の観測も行った。

表2-3に騒音レベルの観測地点を示す。ブラジル国内環境基準に基づく騒音最大値と、測定されたLeq(平均値)との比較では、すべての測定地点のLeqが騒音の最大値に達している。これらの主要幹線道路では、大型自動車混入率(バス及びトラック)が30%にも及ぶ。双方向3車線の調査地点1(Gentil Bittencourt通り)では、騒音レベルはLeq=79.7で1分当たり19台の大型自動車が行き、その混入率は29.0%となっている。この数値を商業地域の最大騒音レベル65dB(A)と比較すると14.7dB(A)を超えている。

振動レベルは、ブラジル国での基準がないので日本国環境基準の振動レベル制限値と比較すると、Doca Souza FrancoとAntonio Barreto通りの交差点で日本国環境基準の振動レベル制限値に達している。その測定値はZ軸最大レベルで71.3dBであるが、この値は問題ない。L10振動レベル

(測定結果された振動レベルを大きい順に並べ、大きい方から 10 番目の値)は、55.4dB に達する。

表 2-3 騒音測定地点

2001 年 1 月

番号	測定地点	日付	時刻	$L_{eq}$ dB-A	$L_{max}$ dB-A	$L_{10}$ dB-A	$L_{90}$ dB-A	$Q_T$	C (%)
1	Gentil Bittencourt 通り (Dr. Moraes 線と Serzedelo Correa 通りの間)	16	10:38	79.7	103.2	82.8	66.6	280	29
		17	11:25	79.5	97.7	83.0	64.1	293	33
2	Quintino Bocaiuva 線 / Nazare 通り	16	11:17	77.3	91.2	80.9	67.9	596	14
		18	08:30	77.8	92.5	81.9	64.8	586	15
3	Generalíssimo Deodoro 通り / Bernal do Couto 線	17	08:20	73.9	89.5	77.3	65.4	542	7
		18	12:00	75.0	87.4	78.5	68.2	659	5
4	Gov. Jose Malcher / Almirante Barroso 通り	17	09:10	79.0	90.6	82.3	73.1	603	23
		18	11:20	78.0	89.4	80.7	71.4	577	23
5	Visconde Souza Franco 通り / Antônio Barreto 線	17	10:00	77.0	93.3	81.0	65.3	482	8
		17	18:15	76.4	97.1	80.1	64.6	554	11
6	Castilhos França Boulevard	17	10:35	76.0	97.9	79.4	66.8	327	32
		18	07:30	75.6	88.9	79.4	65.9	239	46
7	Nazare / Generalíssimo Deodoro 通り	17	16:10	75.9	95.3	78.7	69.0	796	13
		18	08:00	74.8	90.5	78.2	66.5	583	15
8	BR-316 Road / Parabor 線	18	09:10	78.7	93.2	81.8	72.3	557	25
		19	08:25	79.0	91.9	82.1	72.2	660	20
9	Augusto Montenegro 通り / WE2 線	18	09:45	77.3	96.1	80.4	67.2	308	24
		19	07:50	79.2	92.5	82.9	64.4	402	20

$Q_T$  - 15 分総交通量

C - 大型車混入率

自動車の発する排出物質についても実測した。これは、浮遊粉塵 (PTS)、粒子状物質 (PI) 並びに煤煙の 3 要素で表される。これらは、空気の流動に乗り、発生源から住宅地域へと広範囲に拡散する。本調査では、ベレーン首都圏における道路沿いの排出物質濃度レベルを表 2-4 に示すように 3 地点で測定した。

浮遊粉塵濃度レベルは、20.38 (\*COHAB / PA) から 56.39 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Sao Braz) に及ぶ。これは、許容最大値に達していないことを示す。表 2-4 によれば、大型車混入率の高い地域で浮遊粉塵が多い。Almirante Barroso と Governador Jose Malcher 通り (Sao Braz) の交差点での交通量は 1 万 1,000 台 / 日であり、この交通渋滞がこの地域の浮遊粉塵量を増やしている。

\* COHAB : State of Para Habitation Company (パラ州住宅公社)

調査結果は、自動車車両検査プログラムとともに粒子状物質を管理の必要性を示している。これを行うことは、すべての大気汚染物質の年平均濃度のパラメータ値を得るための排出物質構成を分析することが可能となる。この分析は環境対策を行うために有用となる。

表 2-4 汚染物質濃度

測定地点	日付	雨 (min)	P (initial) (g)	P (final) (g)	P (sample) (g)	Qp (m <sup>3</sup> /min)	Vp (m <sup>3</sup> )	Concentration (μg/m <sup>3</sup> )
COHAB	24/01/01	0	2.6711	2.7045	0.0334	1.134	1638.5	20.38
COHAB	26/01/01	0	2.7154	2.7518	0.0364	1.131	1626.1	22.39
COHAB	25/01/01	0	2.6707	2.7130	0.0423	1.131	1670.1	25.33
COHAB	23/01/01	20	2.6973	2.7396	0.0423	1.133	1630.9	25.94
COHAB	29/01/01	0	2.7263	2.7713	0.0450	1.131	1628.1	27.64
COHAB	13/12/00	120	2.7886	2.8375	0.0489	1.126	1621.0	30.17
COHAB	11/12/00	35	2.7824	2.8380	0.0556	1.128	1623.8	34.24
COHAB	* 27/01/01	0	2.7400	2.8001	0.0601	1.131	1626.7	36.95
COHAB	* 28/01/01	0	2.7141	2.7828	0.0687	1.130	1626.7	42.23
P. Estiv.	* 20/01/01	445	2.7326	2.7658	0.0332	1.129	1614.4	20.56
P. Estiv.	* 21/01/01	20	2.7475	2.7951	0.0476	1.116	1606.0	29.64
P. Estiv.	* 17/12/00	50	2.6783	2.7391	0.0608	1.115	1604.6	37.89
P. Estiv.	18/12/00	475	2.7458	2.8078	0.0620	1.115	1605.3	38.62
P. Estiv.	19/01/01	105	2.7244	2.7913	0.0669	1.123	1617.4	41.36
P. Estiv.	19/12/00	45	2.7799	2.8463	0.0664	1.111	1599.6	41.51
P. Estiv.	22/01/01	0	2.7284	2.8018	0.0734	1.113	1602.4	45.81
P. Estiv.	18/01/01	80	2.7186	2.8008	0.0822	1.120	1612.4	50.98
Sao Braz	* 16/12/00	340	2.7192	2.7931	0.0739	1.124	1618.	45.67
Sao Braz	* 14/01/01	55	2.7753	2.8509	0.0756	1.113	1602.4	47.18
Sao Braz	15/01/01	35	2.7713	2.8522	0.0809	1.111	1598.9	50.60
Sao Braz	15/12/00	330	2.6748	2.7575	0.0827	1.108	1595.3	51.84
Sao Braz	14/12/00	130	2.7660	2.8503	0.0843	1.106	1592.4	52.94
Sao Braz	16/01/01	70	2.7633	2.8509	0.0876	1.103	1580.9	55.41
Sao Braz	17/01/01	10	2.7134	2.8032	0.0898	1.106	1592.4	56.39

(\*)：週末観測；

P (initial)：フィルターの初期グロス乾燥重量 (g)；

P (final)：測定後におけるフィルターの最終グロス乾燥重量 (g)；

P (sample)：採取された標本重量 (g)；

Qp：気温・圧力が通常状態での平均排気量 (m<sup>3</sup>/min)；

Vp：気温・圧力が通常状態での総排気量 (m<sup>3</sup>)；

Concentration：標本大気 1m<sup>3</sup> 当たりの汚染物質集中量 (μg/m<sup>3</sup>)。

### 3. ベレーン都市圏における現況交通問題

#### 3-1 概要

道路整備、公共交通整備、及び交通管理計画の将来計画立案の方向は現況都市交通の問題点を整理することで明らかになる。これらの現況都市交通の課題を議論するため、関係者を集めてセミナーを開催し、都市交通の課題を明らかにした。

都市交通政策は土地利用計画によって影響される。ベレーン都市圏において土地利用計画が策定されているのはベレーン市のみであり、この土地利用計画はパラ州と JICA によって行われた PDTU/1991 調査において勧告されたものである。ほかの市はこれらの土地利用計画は策定されておらず、都市政策における土地利用計画の重要性が認識されていない。

ベレーン都市圏の公共交通行政は大きな問題を抱えていることがセミナーで議論され、早急な問題解決の必要性が指摘された。なかでもパラ州と関連市との公共交通行政機関の協力関係が行政側の対応能力が不十分なため、十分に行われていないことが問題となっている。

#### 3-2 道路状況

現在の道路状況は自動車交通の需要に対し十分とはいえない。特に既存中心市街地とその周辺市街地とを結ぶ道路ネットワークに連続性のないことである。この幹線道路のミッシングリンクはこの地域の交通混雑の原因となっている。ベレーン都市圏全体を見たとき、幹線道路量が不足しているため、土地利用に見合った道路の機能階層が不十分である。この周辺市街地では BR-316 号線と Augusto Montenegro 通りのみが幹線道路であり、しかも中心市街地に入る所で合流しているため、ここから中心市街地を通過する区間：BR-316 の延伸部分である Almirante Barroso 通りは非常に混雑している。この周辺市街地の道路網形状は効果的に配置されていないことも混雑の原因である。さらにベレーン都市圏を見たとき、幹線道路軸が1本しかない(BR-316のみ)ことと環状道路もないことが問題であり、将来において、幹線環状道路の建設が必要である。

#### 3-3 公共交通状況

現在の公共交通システムはベレーン都市圏の需要に対して運行範囲、運行システム、料金システム等の面において十分適合していない。バス利用者インタビュー調査の結果、現況バスシステムの問題として需給バランスの取れていないことが明らかになっている。公共交通施設に関して、バスターミナル、バス停、バス専用道等については十分整備されておらず、これらの施設に対する行政側の支援も十分ではない。バスルートは幹線道路網が十分でないことから、特定の幹線道路に集中している。一方、都市間バスサービスについても同様な状況である。

バスターミナルは施設の数、バス駐車容量、利用者施設等が不足している。周辺市街地におけ

多くのターミナルではパーキング施設が不足しており、路上駐車を余儀なくされている。そのため、乗客はターミナル周辺でほかのバスや乗用車などとの交通安全面での問題に直面している。都市内バスターミナル施設の整備強化のため、現在都心にある都市間バスターミナル(Sao Braz)をベレーン市郊外のマリトゥバ市に移転する計画が示されている。

現在のバスシステムの問題点はバス利用者調査から明らかのように、乗換え回数、バス停までの距離、安全面、バス車両の快適性、料金問題等があげられており、満足のいくシステムにはなっていない。

バスからの排気ガス、特に粉塵調査結果から、都市の大気汚染問題にバス交通が大きな影響を与えていることが明らかになり、これに対する緊急の規制が必要である。

#### 3-4 交通管理状況

交通信号・標識等は不十分であり、中心市街地の道路機能に適していない。中心市街地の駐車政策がなく、幹線街路を除いた道路での路上駐車が多く、道路交通の妨げになっている。

## 4. マスタープランで提案されたプロジェクト

### 4-1 将来社会経済状況

対象地域の将来人口は2020年で約297万人に達する(表4-1)。2000年から2020年までの人口伸び率は約1.7倍であり、これは年平均伸び率が2.6%に相当する。就業人口に関しては3次産業就業者の伸び率が高く想定され、1.67倍であり、1次産業就業者は0.94倍と低く想定されている。

将来の人口分布を人口密度を指標にして図4-1に示す。人口密度の最も高い所は中心市街地であり、次に高いところは Umarizal、Telegrafo Districts、Icoaraci、Cidade Nova と Entroncamento であり、これらは Almirante Barroso 通りに面している。人口密度60-120人/haの中位クラスは Cidade Nova、Bengul、Icoaraci の周辺部である。

2010年での人口密度は1ª Legua と Telegrafo 地区のように既に市街化された所では2000年に比べわずかに増加する。一方BR-316や Augusto Montenegro 通りの沿線地域や Icoaraci、Cidade Nova と PAAR 地域の増加率はかなり高い。

2020年までにいくつかのプロジェクトの完成により、Coqueiro、Cidade Nova や Icoaraci の人口密度はさらに高くなる。それ以外の地域は人口密度60人/ha程度に増加すると予測した。

表4-1 対象地域の社会経済フレーム

Indices	2000	2010	2020	2010/2000	2020/2000
Population	1,782,394	2,315,225	2,969,472	1.30	1.67
Employment					
Primary	6,798	6,278	6,405	0.92	0.94
Secondary	36,318	46,305	59,389	1.27	1.64
Tertiary	464,499	604,274	775,032	1.30	1.67
Student	548,727	713,089	914,597	1.30	1.67

図4-2は2020年における第3次産業の就業者密度を示す。Comercio、Redutoや Batista Campos 地域の就業者密度は100人/haであり、1ª Legua や Telegrafo 地域の周辺部ではこれより幾分低くなっている。

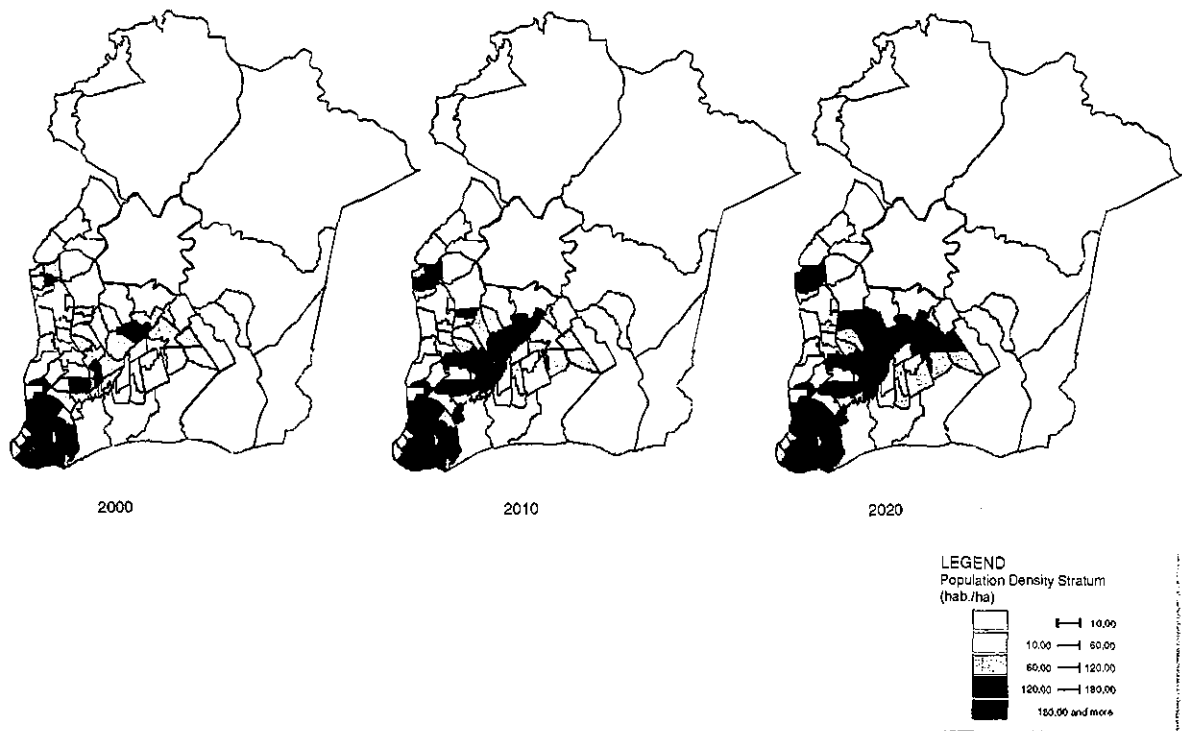


図4-1 人口密度(2000年、2010年、2020年)

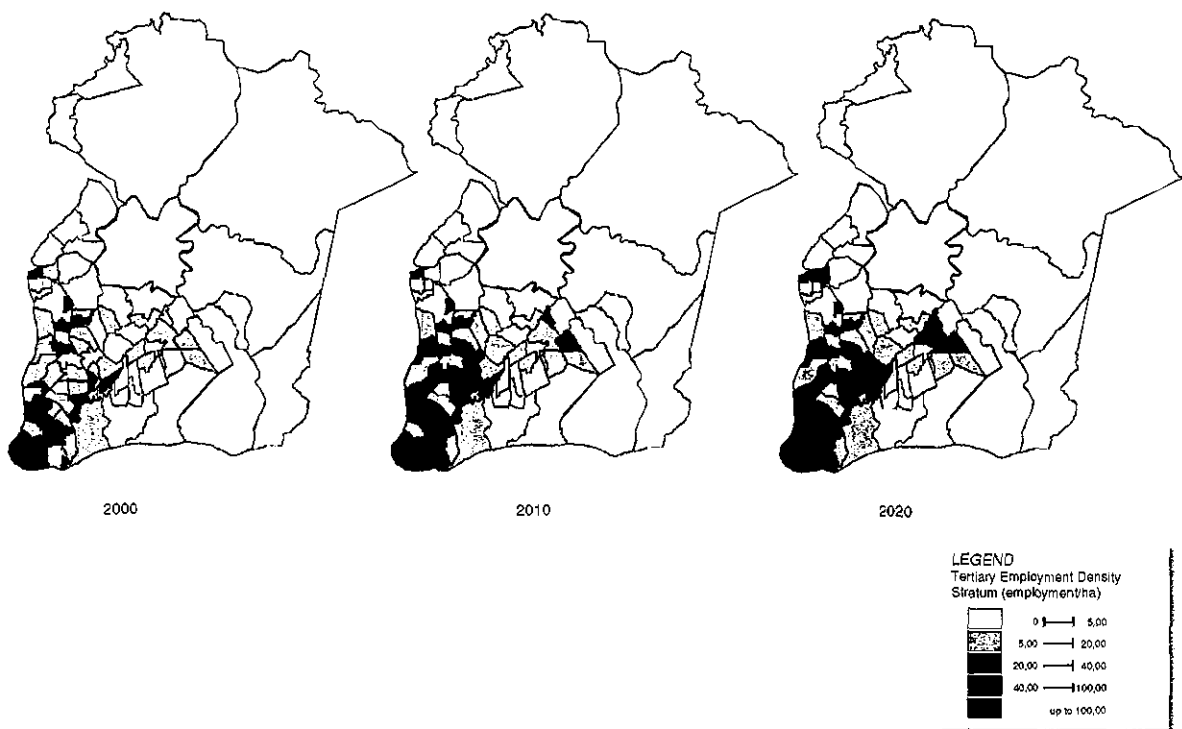


図4-2 第3次産業就業者(2000年、2010年、2020年)

#### 4-2 道路網計画

ベレーン都市圏における都市交通問題を解消するため、将来道路網計画を提案した。提案された道路計画は新たな交通需要の発生する所に提案した。地域特性と将来交通需要量の観点からベ

レーン都市圏の道路網基本概念として機能別道路網を設定した(図4-3参照)。

この基本概念を基に、幹線道路は地域の基本軸として計画した。準幹線道路はこれらの幹線軸を結ぶ道路として計画した。これらの道路は7つのプロジェクトグループにまとめられた(図4-4参照)。

- ・グループ1：Independencia通りを中心軸としたグループである。この道路はパラ州政府によって一部区間が実施の段階にある。Cidade Nova、PAAR and Curuçambaから1ª Leguaへの代替ルートとして計画された。このグループはBR-316 Roadと接続するMarinha通りの延伸を含んでいる。
- ・グループ2：1º de Dezembro通りを中心軸としたグループである。この道路はベレーン市によって一部区間が部分的に実施されている。BR-316 Roadの代替ルートとして計画された。このグループには1º de Dezembro通りとCidade Nova、PAAR、Curuçambaとを結ぶ準幹線道路を含んでいる。
- ・グループ3：パラ州によって計画されたLiberdade通りを中心軸としたグループである。この道路はAlça ViariaからPerimetral通りを結ぶ代替ルートである。このグループは1º de Dezembro通りへ接続する準幹線道路を形成する。
- ・グループ4：Pedro Miranda通りの延伸を含んでいる。この道路はIcoaraciと1ª Leguaを結ぶ代替ルートとなる。現在この地域を結ぶ幹線道路はArthur Bernarde道路とAugusto Montenegro道路である。Augusto Montenegro道路は現在公共交通に優先されている。
- ・グループ5：2本の幹線道路で構成される。1本はBR-316道路の北側に平行し、Ananindeua市からPA-391道路へ接続する。他の道路はBR-316道路の南側に平行し、1º de Dezembroの延伸道路に接続する。
- ・グループ6：AnanindeuaとIcoaraciを結ぶLig. Paar/Icoaraci通りを中心軸としたグループである。
- ・グループ7：1ª Leguaを囲む内環状道路を構成するBernardo Sayao通りを含んでいる。これらの道路計画はTerra Firme、Guama、CondorやJurunas地区へのアクセスの改良である。このグループはGeneralissimo Deodoro通りとQuintino Bocaiuva通りの拡幅を含んでいる。



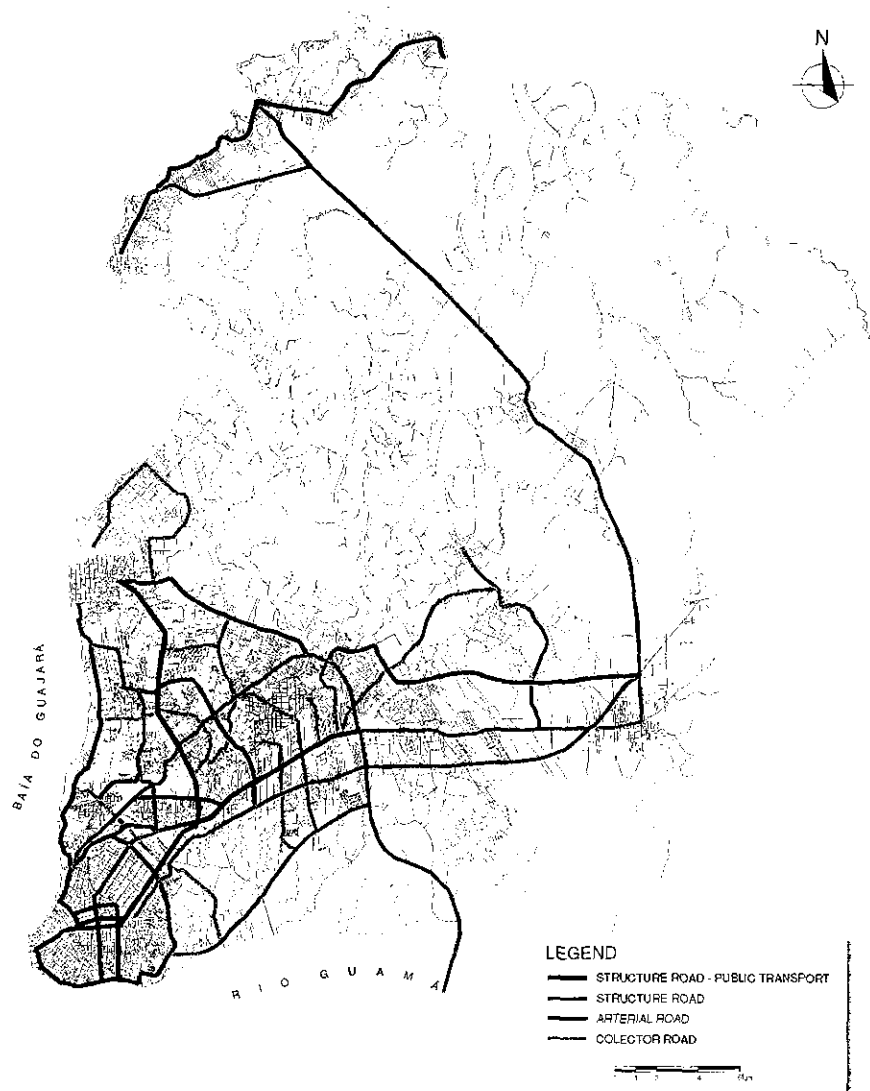


図4-3 ベレーン都市圏における将来機能別道路分類

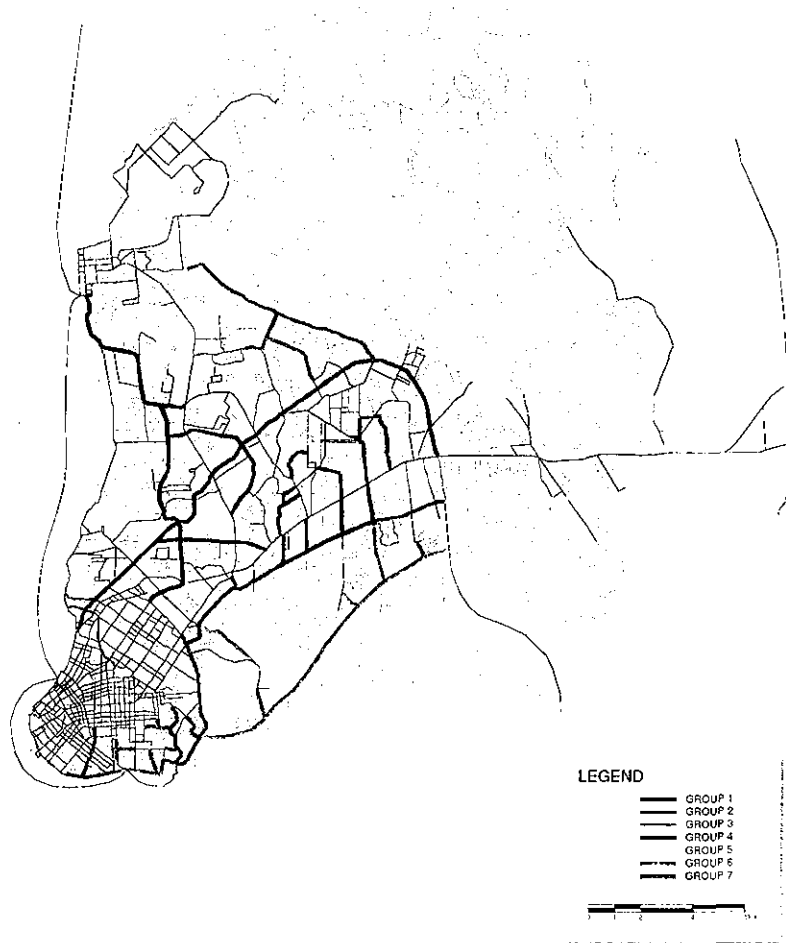


図 4-4 グループ別将来道路網計画

### 4-3 公共交通計画

公共交通計画は図 4-5 に示すように幹線バスシステムを提案した。このシステムは幹線バス、フィーダーバス、普通バスによって運行するシステムであり、幹線バスはバス専用道を大型の連節バスによって運行するように計画している。

- ・ 幹線バスルート：BR-316、Augusto Montenegro 通り、Almirante Barroso 通りにバス専用道を建設し、またほかの幹線道路にはバス優先道路を設置し、ここに大型バスを運行させる。
- ・ 準幹線バスルート：BR-316、Augusto Montenegro 通り、Almirante Barroso 通りにバス専用道を建設し、またほかの幹線道路にはバス優先道路を設置し、ここに大型バスを運行させる。
- ・ フィーダーバスルート：郊外部の地区内のバス運行を行い、このバスルートは幹線バスルートに接続させる。
- ・ 普通バスルート：既存のバスルートを走行し、フィーダーバスと同様に幹線バスルートに接続させる。

バス料金収集システムは多くのフィーダーバスの集中するバスターミナルに磁気カード式のシ

システムを導入することも検討する。このシステムの導入により大型連節バスの乗降時間が短縮でき、運行速度を上げることが可能となる。

幹線バスシステムと新料金収集システムの導入計画及び、これらのバスネットワークに合わせたバスターミナル建設は2005年を目標にしている。このバス計画では将来バス需要量と幹線道路計画と合わせて、ベレーン都市圏全体に広げることを計画している。

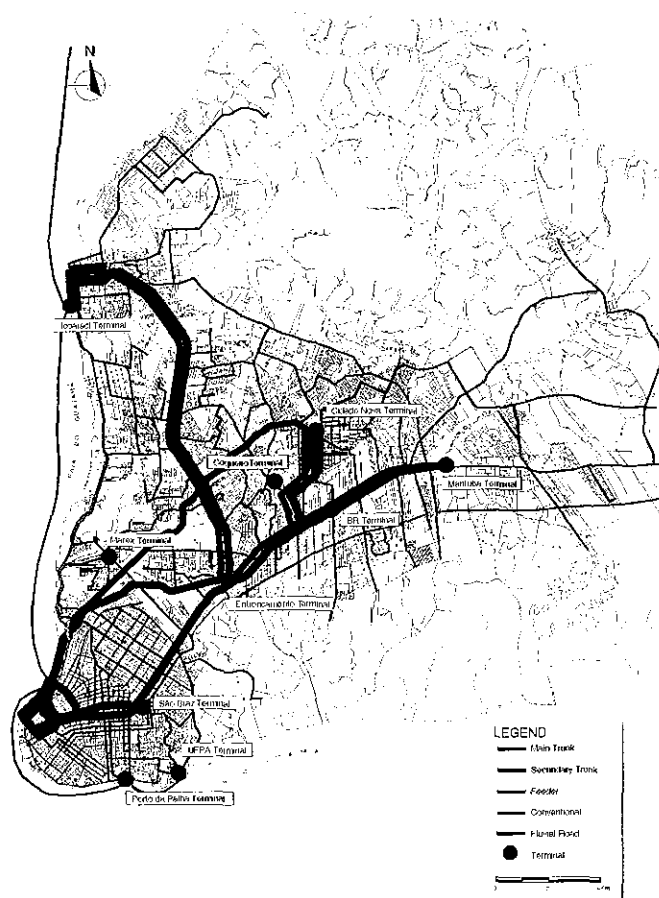


図4-5 将来幹線バスシステム計画

#### 4-4 交通管理計画

交通管理計画は以下の計画を提案した。

- ・ 将来道路網計画と提案された公共交通システムに合わせた一方通行システムの見直し
- ・ 自転車需要に合わせた自転車道の計画
- ・ 中心市街地での駐車規制や速度規制対策等による住環境の向上を目的とした計画
- ・ 中心市街地でのオンライン交通信号制御システムの導入

#### 4-5 需要予測

ベレーン都市圏の交通需要予測は私的及び公共交通機関別に4段階推計法で推計した。表4-2に各2000年、2010年、2020年朝のピーク時のトリップ数を示す。2000年～2020年までの総トリップ数の伸び率は1.99倍であり、これは人口伸び率1.67倍に比べ大きいことが分かる。私的交通と公共交通のトリップ数はそれぞれ1.98、2.01倍である。

現況、2010年並びに2020年のトリップ分布を私的交通と公共交通別に希望線図(図4-6と4-7)で示す。これは朝のピーク時交通状況を示している。これを見ると私的交通、公共交通とも中心市街地へトリップが集中していることが分かる。2020年ではトリップの地域的広がりを示しており、これらの地域への道路及び公共交通サービスの必要性が高くなることが分かる。

表4-2 対象地域の車種別トリップ数(2000年、2010年、2020年)

(without intra-zonal trips) PCU/hour

Year	2000	2010	2020	2010/2000	2020/2000
Car	30,348	44,065	60,075	1.45	1.98
Bus	191,550	276,240	384,274	1.44	2.01
Total	223,898	322,315	446,369	1.44	1.99

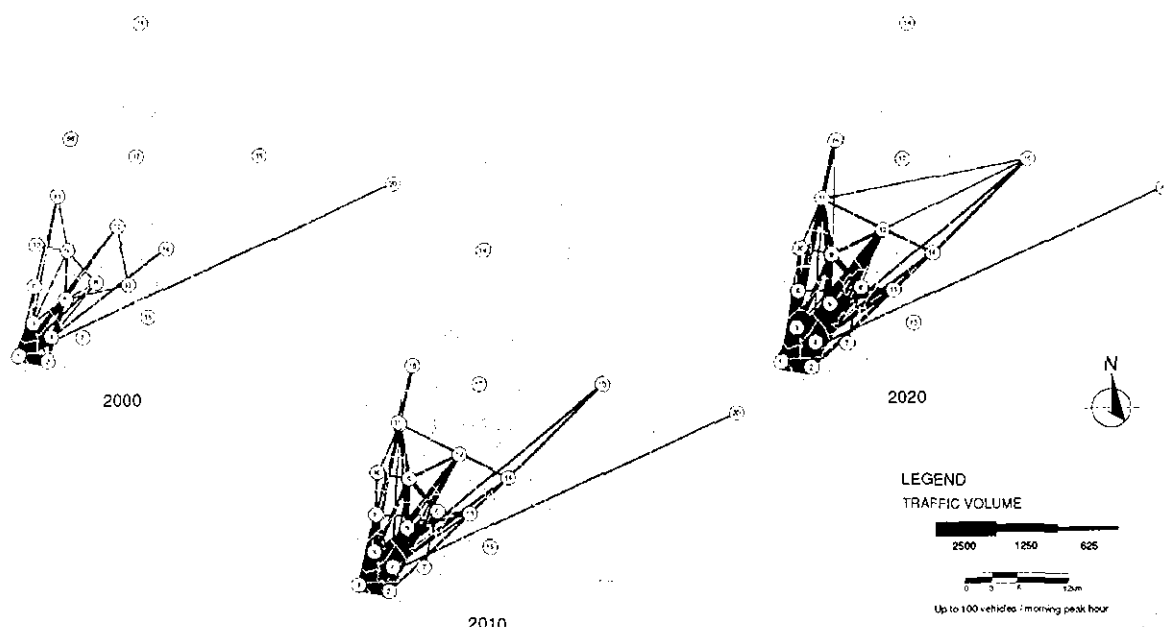


図4-6 私的交通の希望線図(2000年、2010年並びに2020年)



図 4-7 公共交通の希望線図 (2000 年、2010 年並びに 2020 年)

#### 4-6 マスタープランのまとめ

PDTU/2001 調査で作成された道路計画と公共交通計画のマスタープランは州政府として高い優先度が与えられている。公共交通計画はバス専用道路に大型の連節バスを運行させる幹線バスシステムを計画し、道路計画ではベレーン中心市街地と周辺部を結ぶ幹線道路の計画を行った。交通管理計画では中心市街地での CTA 信号システムの導入計画や駐車システムの改良等を提案した。これらのマスタープランの総投資額は約 2 億 4,000 万 US ドルに達する。

## 5. プロジェクト実施計画

### 5-1 道路計画

マスタープランで提案された7グループのプロジェクト優先度を評価し、道路プロジェクトの実施計画を策定した。プロジェクトの優先度の評価は各プロジェクトグループ別にコスト便益分析を行い、優先順位を定めた。

便益分析は自動車走行コスト (VOC) と時間コスト (TTC) の短縮による便益を計測した。これらの便益は各7グループ別に交通量配分を行い、プロジェクトの交通需要量を推計し、これらのプロジェクトを実施した場合 (With ケース) としない場合 (Without ケース：現況と同じ状況) とを比較し、これを基に便益を計測した。

これらの評価結果はプロジェクト実施の優先順位を設定するための指標として利用し、実施計画はさらにこれらの経済評価に加えて、プロジェクトの交通処理量、プロジェクトコスト、規模等を勘案して決定した。

経済評価分析結果を基にしたプロジェクト優先順位を表5-1に示す。

表5-1 道路プロジェクトの優先順位

2020		PDTU				
Group of Project	Name	Financial Cost (US\$ million)	Economic Cost (US\$ million)	Benefit	B/C	Ranking
Group 1	Independência	24,590	22,967	15.130	0.658794806	1
Group 2	1º de Dezembro	32,641	30,487	17.399	0.570714716	2
Group 3	Liberdade	17,089	15,961	6.692	0.419258978	3
Group 4	Pedro Miranda	18,829	17,586	4.601	0.261633132	4
Group 5	Curuçambá-Benevides	34,216	31,958	-1.860	-0.058204258	6
Group 6	Ananindeua-Icoaraci	15,989	14,933	0.722	0.048318674	5
Group 7	Bernardo Sayao	19,239	17,970	-1.714	-0.09539585	7

これらの経済評価結果を基にしたプロジェクト実施計画を表6-1に示す。これら各プロジェクトグループの特徴を以下に示す。

- ・ 1º de Dezembro 通りの Alça Viaria までの延伸計画：1º de Dezembro 通りの北側地域を BR-316 号線へ結びつける。このプロジェクトは Bolonha 地区と Agua Preta 湖に近く位置し、環境への配慮が必要である。
- ・ Independencia 通り：この計画は州政府によって進められており、原計画は片側2車線計画で

あるが、本調査では片側3車線計画を提案している。このうち1車線を公共交通に提供する計画である。このグループには2005年までにMarinha通りの延伸と拡幅が含まれている。これはAlmirante Barroso通りとPedro Alvares Cabral通りからIndependencia通りとBR-316号線とへの交通量の転換を意図している。

- ・ Liberdade 通り：このプロジェクトは既に道路敷地が高圧送電線の輸送経路にあたっているため、道路敷きが確保されており、建設コストが低く、そのため経済分析では第3位に評価された。しかし、この地域への不法占拠者への移転問題等の環境対策費のコストがかかるが、本プロジェクトでは考慮されていない。
- ・ Pedro Miranda 通りの延伸計画：Pedro Miranda 通りとRodolfo Chermont 通りを結合することはベレーンとIcoaraciを結ぶためにも重要である。この計画は既存道路の拡幅と一部新設道路の建設が計画され、新設計画には住民移転の問題が伴ってくる。さらにJulio Cesar空港の移転問題が生じる。

## 5-2 幹線バス計画

公共交通計画では優先度の高い計画として以下のものがあげられた。

- ・ Marituba、Cidade Nova、Icoaraciターミナル建設計画：幹線バスルート及びフィーダーバスのターミナルとして計画される。さらにSao Brazバスターミナルの改築が計画される。これらのターミナルは中心市街地と周辺地域とを結ぶ幹線バスが運行される。
- ・ Almirante Barroso 通りとBR-316の幹線バス道路の建設：この道路に幹線バスを運行させるため一般車を排除したバス専用道を建設する。さらにAugusto Montenegro通りにも同様の施設を建設する。このバス専用道は大型バスを運行させるためにも必要である。
- ・ Marituba、Cidade Nova、IcoaraciとSao Brazターミナルへの幹線バスルートの導入と運行を行う。

## 5-3 建設コスト

道路プロジェクトの建設コストは表5-2に示すように、約1億6,250万USドルであり、これはすべての建設コストを含んでいる。

表 5-2 各グループ別の道路建設コスト

Group of Project		Extension (km)	Total Cost (US\$×1.000)
Nº.	Name		
Group 1	Independência	39.52	24,585.52
Group 2	1º de Dezembro	38.57	32,641.14
Group 3	Liberdade	22.30	17,088.63
Group 4	Pedro Miranda	18.42	18,829.06
Group 5	Curuçambá-Benevides	35.63	34,216.48
Group 6	Ananindeua-Icoaraci	14.92	15,988.51
Group 7	Bernardo Sayao	23.98	19,239.32
TOTAL		193.34	162,588.66

公共交通システムの建設コストの合計は表 5-3 に示すように約 8,000 万 US ドルである。これはターミナル建設とバス専用道路建設コストを含んでいる。

表 5-3 公共交通システム建設コスト

Project	Extension (km)	Total (US\$×1.000)
BR-316 Road	10.29	9,775.00
Almirante Barroso Ave.	6.85	6,275.00
Augusto Montenegro Road	15.88	5,562.20
Road system of Area Central	15.01	6,724.48
Binary Pedro Alvares Cabral-Senador Lemos	13.94	12,318.96
Terminal Marituba (new)		8,234.24
Terminal Cidade Nova (new)		8,323.00
Terminal Icoaraci (new)		6,240.00
Terminal Porto da Palha (new)		7,860.45
Terminal Entroncamento (new)		2,141.44
Terminal Sao Braz		1,344.00
Terminal UFPA		1,344.00
Terminal Marex		1,344.00
Terminal Coqueiro		1,344.00
Terminal BR		1,344.00
TOTAL	61.97	80,174.77



## 6. まとめと提言

### 6-1 道路計画

PDTU/2001 調査で提案された計画は以下の効果をもたらすであろう。

- ・各道路の機能別役割を明確にした道路システムの提案と一方通行システム、駐車システム、交通信号システムの見直しを含めた交通管理の提案により交通流のよりスムーズな流れが確実になる。
- ・地区内道路の駐車システムや配送車の管理等を行うことで、住居地区でのアクセシビリティの向上が図れる。
- ・中心市街地内での幹線道路の利用を層別化することで、高速車と低速車等の混合交通を分けることで、交通流のよりスムーズな流れが確実になる。
- ・自動車交通から物理的に分離された自転車道路を幹線道路敷き内に建設することで、自転車利用と交通安全が促進される。

提案された道路計画は 2020 年までに表 6-1 に示された実施計画表にしたがって建設されるべきである。

### 6-2 公共交通計画

新規のバスターミナルの建設と既存バスターミナルの整理・統合が本調査で提案された。これらのターミナルには周辺地域からのフィーダーバスが集中する。ここにブラジル国での他の例を参考に、バス利用客のためのバス利用者施設を備え、これを民間業者に貸し付け、テナント料から施設の維持管理費用を捻出することが必要であろう。

提案されたターミナル計画の特徴を以下に示す。

- ・ Marituba ターミナル：このターミナルは Alça Viaria と BR-316 道路との交差する付近に位置し、都市内バスと都市間バスの結節点としての機能をもつ。将来都市間バスターミナルはここに移転の予定である。
- ・ Cidade Nova ターミナル：Cidade Nova と PAAR に周辺地域からフィーダーバスが集中し、同時にここから幹線バスがセントロや Sao Braz へと運行される。
- ・ Icoaraci ターミナル：フィーダーバスと水上公共交通がこのターミナルに集中する。
- ・ Entroncamento ターミナル：このターミナルは Augusto Montenegro 通りと BR-316 号線との間の乗換えターミナルであり、同時にフィーダーバスターミナルとしての機能ももつ。
- ・ Sao Braz ターミナル：中心市街地と郊外部を結ぶ交通の要所にあり、幹線バスルートはここを通過して郊外部へと運行される。
- ・ Porto da Palha ターミナル：このターミナルは普通バスとフィーダーバスに利用され、さら

に水上公共交通と結ばれる。

- ・ UFPA、Marex、Coqueiro、BR ターミナル：これらのローカルターミナルは今後施設の改良を行い、ここに幹線バスルートを引き入れるべきである。

一般車を排除したバス専用道は以下の幹線道路に建設する。

(1) Almirante Barroso 通り

この道路の幅員は 41.2m から 42.4m であり、片側 2 車線の車道と歩道、中央分離帯を備えている。幹線バス道路の建設と将来の需要量を考慮し、中央車線側に一般車と分離した幅 16.5m のバス専用道を建設する。このバス道路は片側 1 車線のバス専用道が設置され、乗降施設のためのバス停を 600m 間隔に設置する。

バス利用者はこのバス専用道を横切ることが必要なため、歩行者安全の立場からバス道路を一般車やバス利用車から分離する施設を設置し、バス停に安全に行けるよう配慮する。現在片側 2 車線で供用されている Almirante Barroso 通りのバス専用道の建設は、ここに現道拡幅なしで 1 車線のバス専用道を建設する。そのため各車線幅を減少する必要がある。

(2) BR-316 道路

BR-316 号線は側道部分を除いた中央走行車線幅が 16.5m あり、一般車を排除したバス専用道をこの中央車線側に計画する。このバス道路は片側 1 車線のバス専用道を設置し、乗降施設のためのバス停を 800m 間隔に設置する。現在車道はこの中央車線側に片側 2 車線で供用されており、これを 3 車線に変更する必要がある、さらに両方の側道側に自転車道の建設を計画した。

(3) Augusto Montenegro 通り

この道路の幅員は 35.8m から 52.4m であり、片側 2 車線の車道と歩道、中央分離帯を備えている。道路幅員が大きく変化していることから、バス専用道の建設は中央車線側に計画する。このバス道路は片側 1 車線のバス専用道を設置し、乗降施設のためのバス停を 600m 間隔に設置する。バス停は利用者の利便を考慮し、交差点付近に建設し、交通信号で交差点を横切ることができるように計画した。バス乗客はバス乗降時にバス専用道路を横断する必要に迫られるが、専用道はバスの運行速度をアップさせるためにも重要な施設である。

PDTU/2001 調査では水上公共交通機関を提案した。これは 25 キロノットの高速 140 人乗りボートを就航させ、サービスのアップを図るものである。この水上交通は水上交通と陸上交通機関の両方を利用する利用者への便宜を図るものであるが、この水上交通への行政側の資金補助は考えないシステムとすべきである。

公共交通システムはバス利用者への情報提供システム、バス停の施設の改良、身体障害者への配慮したサービス等を考えた計画にすべきである。

### 6-3 交通管理計画

#### (1) 駐車場管理

路上駐車の問題は中心市街地で最も深刻である。特に Ver o Peso 地域では朝のピーク時において、15 de Novembro 通りと Presidente Vargas 通りでは終日深刻である。

中心市街地では一方通行システムに起因する駐車場の問題がある。この駐車場問題は駐車需要に対し、駐車施設が不足しているというブラジル国の他の大都市でも同様な問題を抱えている。中心市街地での路上駐車を認めることは定常的な交通渋滞の原因となり、路上駐車禁止を提言する。

住居地域での駐車問題：住居地域での駐車問題は深刻ではない。中心市街地付近の住宅では駐車場が付置されていないため、住宅に面した街路に駐車している。これらの街路は幅員も狭い1車線道路が多く、一方通行規制があるため、自動車通行に支障を来している。このような所では、一方通行問題は駐車問題によってさらに増幅されるため、路上駐車規制が勧告される。

これらの問題解決は常に可能ではなく、駐車規制の是非は道路のサービスレベルによって関係してくる。これら地域の駐車問題の解決方法は一方通行政策と土地利用を考えて行うべきであろう。

#### (2) 交通信号制御システム

PDTU/2001 調査では既存の信号制御システムの近代化によって、交通渋滞の解消と交通輸送システムの運行速度のアップを図ることを提案した。

信号機の中央制御システム (CTA) を基にした以下の施策を提案した。

- ・ 中央制御による交通信号制御
- ・ ビデオカメラによる交通管理
- ・ 可変表示板の設置
- ・ 対象地域への交通情報の提供
- ・ 車両検知機の設置
- ・ コンピューターによる情報提供
- ・ コンピューターによって制御された信号サイクル長
- ・ 最新技術による交通制御システム

表 6-1 プロジェクト実施予定表

Road Projects		Year 2003 to 2020																	
Group	Road Name	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Av. Independência				■	■													
	Pass. Mirandinha				■	■													
	Sist. Viário Cabanagem				■														
	R. Marinha (duplicação)			■															
	R. Marinha (extensão BR)			■															
	R. Marinha (extensão Independência)			■															
	Marginal Una					■													
2	Av. 1º de Dezembro (até Moça Bonita)																		
	Av. 1º de Dezembro (até Pedreirinha)		■																
	Lig. Entroncamento/1º de Dezembro				■														
	Pass. São Pedro (Coqueiro/BR)	■																	
	Pass. São Jorge (Coqueiro/BR)		■																
	Lig. Cidade Nova/E. BR			■															
	Lig. Arterial 18/Br-316			■															
	Lig. Cidade Nova/Rod. Coqueiro			■															
	Av. 3 Corações (extensão)			■															
	Lig. Guajará/BR-316		■																
	Av. 1º de Dezembro (até Alça Viária)		■																
	R. do Fio		■																
	R. Pedreirinha			■															
	R. Osvaldo Cruz			■															
R. 2 de Julho			■																
3	Av. Liberdade					■	■												
	Lig. Júlio César/Liberdade							■											
	Lig. Osvaldo Cruz/Liberdade							■											
	R. Rio Negro (extensão Liberdade)							■											
	R. 2 de julho (extensão Liberdade)							■											
4	Av. Pedro Miranda (extensão)								■										
	Av. Rodolfo Chermont (duplicação)								■										
	Lig. Marambaia/Bengui									■									
	Estr. Yamada (duplicação)										■								
	Rod. Tapanã (duplicação)										■								
	Lig. Augusto Montenegro/Yamada											■							
	Rod. Arthur Bernardes (duplicação)											■							
5	Av. 1º de Dezembro (até Benevides)																	■	
	Lig. Distrito Industrial/Curuçamba																	■	
	Lig. Distrito Industrial/Benevides																	■	
	Lig. Distrito Industrial/Benfica																	■	
6	Lig. PAAR/Icoaraci																		■
	Estr. Icuí Guajara																		■
	Rod. 40 Horas (extensão)																		■
	Lig. 40 Horas/Conj. Maguari																		■
7	Marginal Quintino Bocaiúva																		■
	Trav. 9 de Janeiro																		■
	Pass. Mucaja																		■
	Trav. Liberato de Castro																		■
	R. Barão de Igarapé Miri																		■
	Marginal Tucunduba																		■
	Pass. Napoleao Laureano																		■
	Sist. Viário Terra Firme (R. Gama Malcher/Belo Horizonte/Arame)																		■
	Av. Bernardo Sayão (duplicação)																		■
	Av. Perimetral (duplicação)																		■
	Ponte-R. Municipalidade																		■
Transport Projects	Trunk Busway		■	■															
	Trunk Bus System				■	■	■												

## 7. 経済評価

マスタープランで提案したプロジェクトの経済評価はコスト便益分析によって行われた。経済分析は投資コストとプロジェクト実施による便益計測によって行われた。便益として以下の内容を考慮した。

- ・私的交通の自動車走行費用
- ・公共交通の走行費用
- ・私的交通利用者の時間費用
- ・公共交通利用者の時間費用

ここで公共交通便益の算定に関し、大型連節バスの導入において、通常のディーゼルエンジンバスとハイブリッドエンジンバスとを導入した場合の比較を行った。ハイブリッドエンジンバスはブラジル国で開発されたもので、ディーゼルエンジンで発電し、この電気でモーターを回してバスを走らせるシステムであり、通常のディーゼルバスに比べて車両コストは高いものの、走行費用と排気ガスは低い。

コスト便益比 (B/C)、純現在価値 (NPV)、(EIRR) の推計結果を表 7-1 に示す。内部収益率は約 23% である。この結果から PDTU/2001 プロジェクトは経済的に実行可能であるといえる。

表 7-1 経済評価結果

Bus Types	NPV		
	B/C	Mill US\$	EIRR
Diesel Bus	4.32	51.53	23.4%
Hybrid Bus	4.30	50.94	23.3%

## 8. 今後の方向

### 8-1 公共交通システムの実施に向けて

ベレーン都市圏においては都市内公共交通システムと都市間公共交通システムとがあり、前者は1つの行政単位内で運行し、後者は複数の行政区間を運行している。両システムとも現在の運営システムは運行制度、料金制度、組織等が非常に非効率である。結果として利用者に低いサービスを提供している。

PDTU/2001で提案した公共交通システムは、既に述べたように幹線バスシステムの導入を短期計画として計画した。この公共交通システムは5つの行政市区をカバーしているため、このシステムの実行はパラ州と関係5市の協力が必要不可欠であり、組織的、財政的、運営面等の実施能力を今後備えるべきである。

### 8-2 今後必要な調査

パラ州政府は既にブラジル国政府を通じて技術協力の一環として、日本国政府に優先度の高いプロジェクトのフィージビリティ調査の実施を要請している。本調査で提案したプロジェクトを実施するため、国際機関からのプロジェクト実施資金の確保が重要となり、この調査は今年度中に実施すべきである。フィージビリティ調査の実施後、マスタープラン調査で提案された優先度の高いプロジェクトが実施されよう。



JICA