

ペルー国  
首都圏都市交通情報収集・確認調査  
ファイナルレポート

和文要約

平成25年1月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
中南米工営株式会社

基盤
JR
13-010

ペルー国  
首都圏都市交通情報収集・確認調査  
ファイナルレポート

和文要約

平成25年1月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
中南米工営株式会社

為替レート (2012年4月)

1 ヌエボ・ソル (S/.)	= 30.988 円
1 円	= 0.03227 ヌエボ・ソル
1 米ドル (US\$)	= 82.5 円
1 US\$	= 2.662 ヌエボ・ソル

## 目次

第1章	序	1
1.1	背景	1
1.2	調査対象地域	2
1.3	調査目的	3
1.4	調査スケジュール	3
第2章	交通調査	4
2.1	交通調査の内容	4
2.2	パーソントリップ調査	4
2.3	コードンライン調査	7
2.4	スクリーンライン調査	9
2.5	交通機関利用者意識調査	13
2.6	走行速度調査	14
2.7	貨物実態調査	16
2.8	交通量調査	17
第3章	パーソントリップ調査の分析	18
3.1	OD表の作成	18
3.2	トリップ特性	19
第4章	社会経済フレーム	25
4.1	経済フレーム	25
4.2	土地利用計画	26
4.3	人口	27
第5章	需要予測	30
5.1	需要予測の方法	30
5.2	交通モデル	31
5.3	交通網のシナリオ	31
5.4	将来需要予測	32
第6章	中量輸送システムの検討	34
6.1	検討の背景	34
6.2	中量輸送システムの検討	37
6.3	ルート調査	38
第7章	総合交通計画（PMTU-2025）のレビュー	43
7.1	PMTU-2025の概要	43
7.2	社会経済フレームワーク	44
7.3	需要分析	44
7.4	公共交通計画	45
7.5	公共交通計画の評価	46
7.6	道路と交通管理	46
7.7	短期計画	48
7.8	都市交通の課題	50

## 図目次

図 1.1	リマ首都圏における鉄道網計画	1
図 1.2	調査対象地域	2
図 2.1	調査対象ブロックの位置図	5
図 2.2	調査区	6
図 2.3	コードンライン調査の実施箇所	8

図 2.4	コードンライン地点の交通量比較.....	9
図 2.5	スクリーンライン調査地点.....	11
図 2.6	リマック川スクリーンライン調査交通量.....	12
図 2.7	パン・アメリカンスル道路スクリーンライン調査交通量比較.....	12
図 2.8	インタビュー調査位置.....	13
図 2.9	幹線道路走行速度 20km/h の箇所.....	15
図 2.10	コードンライン調査地点における貨物交通量調査結果.....	16
図 2.11	コードンライン調査地点における貨物交通.....	17
図 3.1	人口構成比.....	18
図 3.2	所得分布.....	19
図 3.3	所得階層別の自動車保有率.....	19
図 3.4	統合ゾーン別発生集中交通量.....	22
図 3.5	マストランジットの発生集中密度.....	23
図 3.6	希望路線図.....	24
図 4.1	PLANMET の 4 つの都市センター.....	26
図 4.2	PLANMET の首都圏計画における土地利用計画.....	26
図 4.3	PMTU-2025 の土地利用計画.....	27
図 5.1	交通解析ゾーン.....	30
図 6.1	JICA F/S による東西幹線バス.....	34
図 6.2	最適投資の範囲.....	35
図 6.3	リマの鉄道システムの徒歩圏.....	36
図 6.4	モノレールの車体と軌道.....	37
図 6.5	モノレールの軌道構造と通常のスラブ構造.....	38
図 6.6	モノレールの寸法と座席配置.....	38
図 6.7	4 号線モノレール路線.....	40
図 6.8	提案路線.....	42
図 7.1	PMTU-2025.....	43
図 7.2	PMTU-2025 における鉄道網計画.....	45
図 7.3	PMTU-2025 における幹線バス計画.....	46
図 7.4	PMTU-2025 における道路網計画.....	47
図 7.5	地域通行許可証制度の適用地域.....	48
図 7.6	PMTU-2025 における短期の鉄道計画と幹線バス計画.....	49
図 7.7	PMTU-2025 のうち実現したプロジェクト.....	50

表目次

表 2.1	交通調査.....	4
表 2.2	ゾーングループ.....	6
表 2.3	有効サンプル.....	7
表 2.4	交通量調査結果(台/日).....	9
表 2.5	乗車率係数.....	10
表 2.6	スクリーン調査地点.....	10
表 2.7	交通量調査情報の要約.....	17
表 3.1	調査対象地域におけるトリップ数とトリップ率.....	20
表 3.2	交通手段分担率.....	20
表 3.3	トリップ目的.....	21
表 4.1	国内総生産(GDP)と一人当り GDP の推計.....	25
表 4.2	リマ県とカジャオ市における GRDP の推計.....	25
表 4.3	リマ県とカジャオ市における一人当り GRDP の推計.....	25
表 4.4	近年と将来の人口.....	27

表 4.5	将来人口推計.....	28
表 4.6	調査対象地域における社会階層別人口推計.....	29
表 4.7	産業分類別従業者数.....	29
表 4.8	居住地ベースの将来学生数.....	29
表 5.1	将来の朝ピーク時交通需要予測（2020－2030）.....	32
表 5.2	鉄道への乗降客数推計値.....	32
表 5.3	鉄道の断面交通量推計（PHPDT）.....	32
表 6.1	需要面と路線条件によるシステム候補.....	35
表 6.2	列車容量.....	38
表 6.3	4号線モノレールの前提条件と概要.....	39
表 6.4	提案路線の選定.....	41
表 6.5	提案路線の概要.....	42
表 7.1	セクター別プロジェクト数と事業費.....	44
表 7.2	PMTU-2025における将来人口推計.....	44
表 7.3	PMTU-2025における交通手段分担率の推計.....	44

略語

---

AATE	リマ・カジャオ電気鉄道自治公社
AC	交流
AGT	自動案内軌条式旅客交通システム
APEIM	ペルー市場調査会社協会
APM	自動運転車両
ATO	自動列車運転装置
ATP	自動列車保護システム
ATS	自動列車停止装置
BPR	米国公共道路局
BRT	幹線バス
BTN	基幹通信網
CBTC	無線通信列車制御
CCTV	閉鎖回路テレビ
CEPLAN	国家戦略計画センター
CETPRO	生産技術教育センター
CL	コードンライン
CNG	圧縮天然ガス
COSAC	高輸送力専用回廊
CTLC	リマ・カジャオ交通審議会
DC	直流
EMU	電車
FORNAM	ペルー自然環境基金
GDP	国内総生産
GRDP	域内総生産
HB	自宅ベース
HBO	自宅ベースその他
HBS	自宅ベース通学
HBW	自宅ベース通勤
HSST	高速地表輸送機
IMP	首都圏都市計画局
INEI	国家統計情報局
IT	情報技術

JICA	国際協力機構
KV	キロボルト
LRT	新型路面電車
MML	リマ市
MRT	大量高速旅客輸送機関
MTC	運輸通信省
NHB	自宅ベース以外
NSE	社会経済水準
OA	オフィスオートメーション
OCC	運用管理センター
OD	起終点
ONPU	国家都市計画事務局
O&M	運営・維持管理
PEA	経済活動人口
PHPDT	ピーク時ピーク方向交通
PIS	旅客情報システム
PLAM de Lima	リマ首都圏土地利用・都市開発計画 2006-21
PLANDEMET	リマ・カジャオ首都圏開発計画 1967-1980
PLANMET	リマ・カジャオ首都圏開発計画 1990-2010
PMTU	リマ・カジャオ首都圏総合交通開発計画
SL	スクリーンライン
STCTLC	リマ・カジャオ交通審議会技術委員会
TDM	交通需要管理
TSAS	交通安全検査システム
VOC	車両運行費用
VOT	時間価値
VVVF	可変圧可変調

## 第1章 序

### 1.1 背景

国際協力機構（JICA）は、2004年にリマ・カジャオ首都圏で36,000世帯を対象にしたパーソントリップ調査を含む一連の交通調査を実施した。この交通調査をもとに、2025年を目標年次とするリマ・カジャオ首都圏都市交通総合計画（PMTU-2025）が2005年に策定された。

PMTU-2025では4つの鉄道路線と15の幹線バス路線から成る将来公共交通網が提案された。Av. VenezuelaとAv. Nilolas Allyonを通る東西軸の幹線バスシステムは、2007年のJICA F/Sで調査された。

このPMTU-2025とF/Sの後、リマ・カジャオ首都圏の交通システムをとりまく状況は大きく変化した。2010年には、Paseo de la Repúblicaを通る全長27kmの幹線バス（BRT）が開通した。2010年12月23日には、5つの路線から成る首都圏の都市鉄道（メトロ）網基本計画が運輸交通省（MTC）によって策定され、大統領令（D.S. 059-2010-MTC）により承認された（図1.1）。また、2012年1月にはリマ・カジャオ電気鉄道自治公社（AATE）がリマで最初の鉄道を開業させた。



出典: MTC

図 1.1 リマ首都圏における鉄道網計画

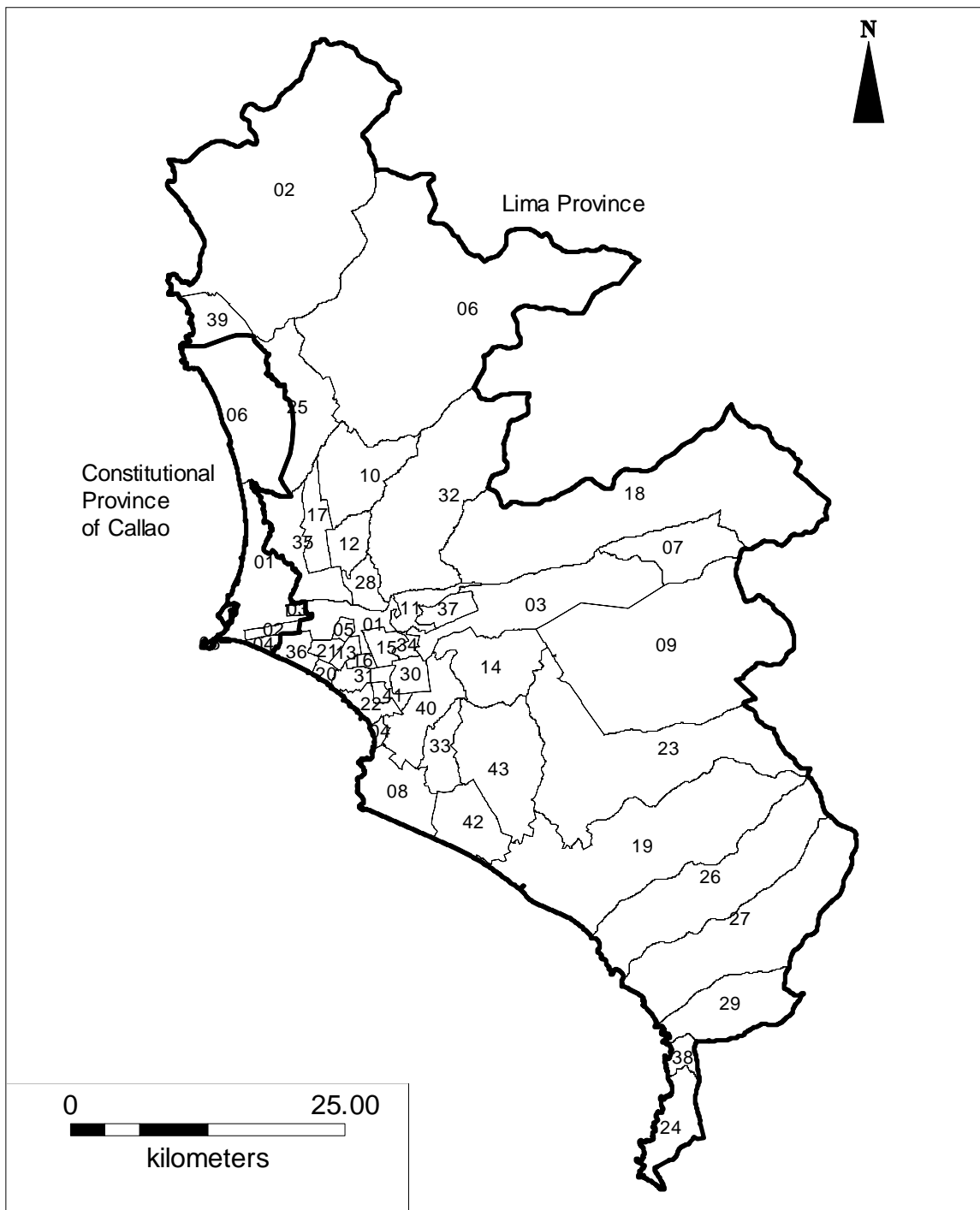
このような中、JICAはパーソントリップ調査の実施による起終点（O/D）表を含む前回調査のデータ更新によるPMTU-2025の見直しを提案し、その更新調査を実施するため、日本工営株式会社と中南米工営株式会社からなる日本のコンサルタントを雇用した。

PMTU-2025では、幹線バスと鉄道（高架と地上）の2種類による公共交通システムの計画が検討されたが、今回調査においては、需要予測の結果に基づき、幹線バスと中量輸送システム、及び鉄道（高架と地下）の3種類のモードを検討対象とした。



## 1.2 調査対象地域

調査対象地域は、図 1.2 に示すリマ・カジャオ首都圏である。この範囲は PMTU-2025 の調査地域と同じで、リマ郡 (Provincia) とカジャオ特別区から成る。リマ郡はリマ県 (Departamento) に 10 ある郡の一つである。地域面積は 2,800km<sup>2</sup> で、2012 年の人口は 945 万人である。調査対象地域にはリマ郡に 43 の行政区 (District)、カジャオ特別区に 6 行政区の計 49 行政区がある。



出典：調査団作成

図 1.2 調査対象地域

### 1.3 調査目的

本調査の目的は、2004年に実施した交通調査の更新と2030年を目標年次とする需要予測を実施する事により、リマ・カジャオ首都圏の都市交通分野における今後の整備のあり方について関係者の意思決定に必要な基礎的なデータを整備し、都市交通の課題を特定する事に資するものである。

### 1.4 調査スケジュール

本調査は2012年3月から同年12月まで実施された。20,000世帯を対象としたパーソントリップ調査を含む交通調査は5月から8月にかけて実施された。中間報告書は9月下旬に提出された。JICAとMTC共催によるセミナーが8月29日と12月6日の二日間実施された。

## 第2章 交通調査

### 2.1 交通調査の内容

調査団は交通の現況を把握するために表 2.1 に示す調査を実施した。

表 2.1 交通調査

番号	調査名	目的	内容	方法
1	パーソントリップ調査	社会経済状況およびトリップ情報の把握	調査範囲全体で 23,040 世帯（サンプル率 1.0%）	選定した世帯に対する家庭訪問調査
2	コードンライン調査	地域境界における交通量と OD 情報の把握	ホルヘ・チャベス国際空港を含む 7 箇所	14 もしくは 24 時間の交通量調査、OD 調査、目視による乗車率調査
3	スクリーンライン調査	スクリーンライン上の交通量と乗車率の把握	リマック川沿線で 15 箇所とパンアメリカンスル道路沿線で 7 箇所	14 もしくは 24 時間の交通量調査および目視による乗車率調査
4	交通機関利用者意識調査	交通機関利用者の交通手段に対する選好性を把握	バス、メトロポリターノ、メトロ 1 号線、自動車利用者を対象に 1,285 人	バス停、駅、駐車場での直接聞き取り
5	走行速度調査	主要道路の走行速度把握	22 路線でピーク時、オフピーク時における計測	各路線において車載 GPS で 3 往復計測
6	貨物実態調査	貨物の動向特性把握	交通量調査と聞き取り調査（10 地点） 物流会社への聞き取り調査（5 社）	交通量調査（24 時間）と運転手への直接聞き取り調査（12 時間） 物流会社への直接聞き取り調査

出典：調査団

### 2.2 パースントリップ調査

本調査で最も重要な交通調査で、世帯の社会階層等を含む情報を収集するとともに、任意の 1 日のトリップ情報を把握することを目的として実施した。なお、本章では調査内容について記述し、結果については第 3 章に記述している。

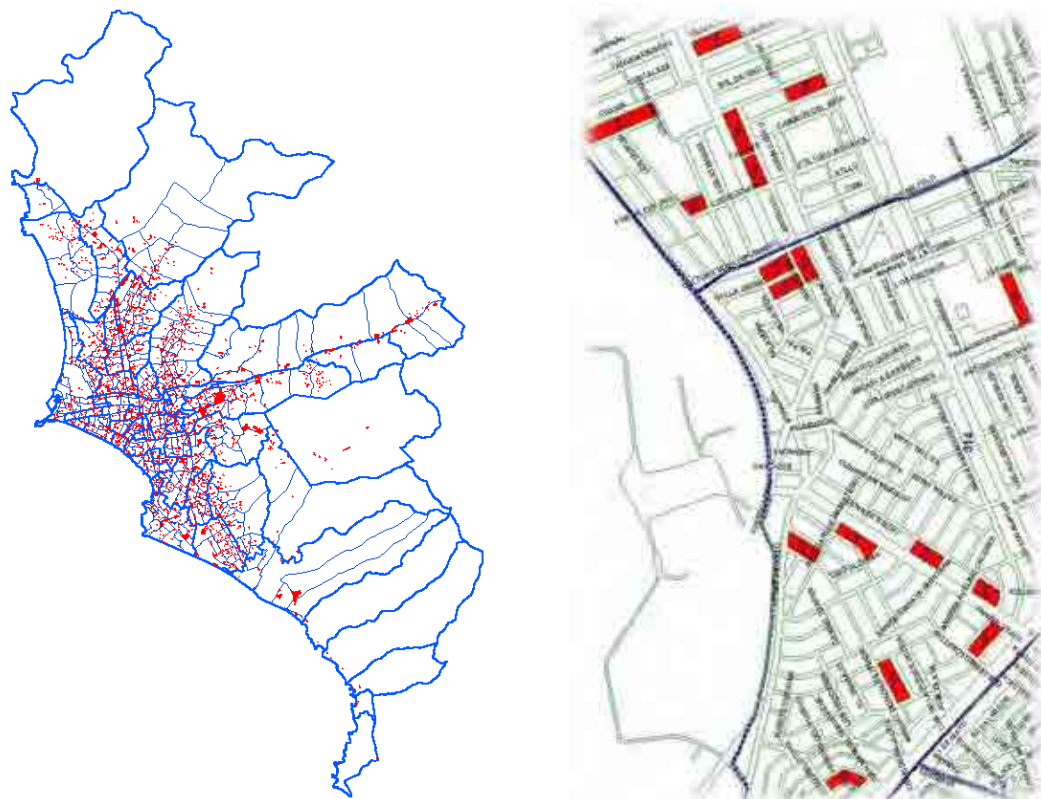
#### 2.2.1 規模

調査範囲は 49 の区（District）を含むリマ・カジャオ首都圏である。427 ある交通ゾーンのそれぞれに、調査ブロックを各ゾーンの人口に応じて割り当てた。インタビュー調査は 6 歳以上の世帯構成員を対象に実施した。

#### 2.2.2 対象世帯決定方法

2007 年全国センサス（Censos Nacionales 2007）および 2012 年時点の人口予測をもとに調査世帯数を決定した。まず、各ゾーンの調査対象世帯数を決め、その後無作為抽出法により、ランダムに対象世帯を決めた。社会階層はブロック毎で規定（あるブロックのすべての世帯は同じ社会階層に属する）されることから、この方法で対象世帯を決定することは妥当であ

ると判断した。インタビュー調査は各ブロックにおいて一定の間隔で必要数に達するまで実施した。



出典： パーソントリップ調査, 2012

図 2.1 調査対象ブロックの位置図

調査では、世帯構成員に対して直接インタビューを実施し、調査員が所定の質問票に記入した。世帯構成員が不在等の場合は同じ世帯を複数回訪問して調査を実施した。図 2.1 にパーソントリップ調査の対象ブロックの位置を示す。

### 2.2.3 交通ゾーン

交通ゾーンは本調査が PMTU-2025 の更新であることから同じ交通ゾーンを維持した。

各交通ゾーンのサンプル数は人口の比率で配分したが人口が少ない地区、特に南部のリゾート地域のゾーンについては最小サンプル数を 32 とした。

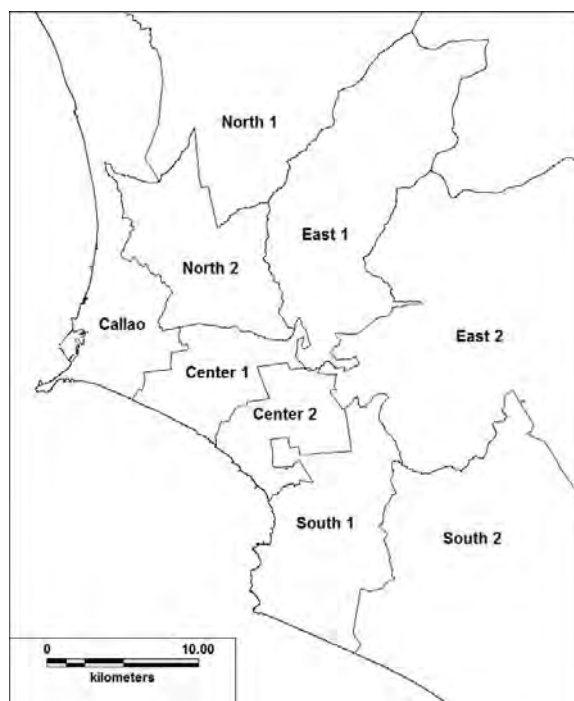
いくつかの交通ゾーンには住民がいないことから家庭訪問調査の対象から除外した。ただし、目的地としては考慮した。モデル構築に用いた 427 ゾーンのうち、410 ゾーンが家庭訪問調査の対象となった。

交通ゾーンは表 2.2 に示すように、分析や集計の目的のため、いくつかのグループにまとめた。調査は 9 チームによって実施され、それぞれ図 2.2 に示す調査区を担当した。

表 2.2 ゾーングループ

項目	詳細
交通ゾーン	427 対象地域内交通ゾーン (17 ゾーンは目的地のみ) 19 対象地域外交通ゾーン
地区/区	49 地区 リマ: 43 カジャオ: 6
調査区 (図 2.2)	9 大ゾーン: 北 1,北 2, 中央 1,中央 2, 東 1, 東 2, 南 1,南 2, カジャオ

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2.2 調査区

#### 2.2.4 調査項目

調査項目は以下の通りである。

- a) **世帯情報**：世帯の社会経済状況を把握する。質問項目は家族構成、車両保有の有無、収入、住所、家屋の状況、所有家具等を含む
- b) **個別情報**：各世帯構成員の社会経済状況を把握する。質問項目は年齢、性別、職業、障害の有無、職場住所、学校住所等を含む
- c) **トリップ情報**：各世帯構成員のトリップ情報を把握する。質問項目は当該トリップの起点、終点、目的、使用交通機関、乗換、料金、出発時刻、到着時刻等を含む。
- d) **利用交通機関に関する情報**：利用交通機関に対する意見や同交通機関を選択した理由等を確認する。

## 2.2.5 調査対象サンプル

表 2.3 にパーソントリップ調査で実施した有効サンプル数を示す。

表 2.3 有効サンプル

調査区	人口(2012)	世帯数(千)	調査世帯数	有効世帯数	有効世帯率(%)	サンプル率(%)	有効世帯構成員数
	A	B	C	D	E=D/C	F=D/B	G
北 1	1,146,547	266.43	2,756	2,722	99%	1.02%	10,577
北 2	1,403,138	337.82	3,356	3,327	99%	0.98%	12,925
東 1	1,215,853	281.91	2,840	2,812	99%	1.00%	11,962
東 2	1,227,903	297.87	2,904	2,863	99%	0.96%	11,184
中央 1	704,179	188.52	1,752	1,677	96%	0.89%	5,754
中央 2	545,492	154.02	1,604	1,599	100%	1.04%	5,185
南 1	1,159,543	286.14	2,812	2,787	99%	0.97%	9,587
南 2	1,078,760	257.72	2,652	2,637	99%	1.02%	10,577
カジャオ	969,170	240.81	2,364	2,280	96%	0.95%	9,075
合計	9,450,585	2,311	23,040	22,704	99%	0.98%	86,826

出典： INEI およびパーソントリップ調査

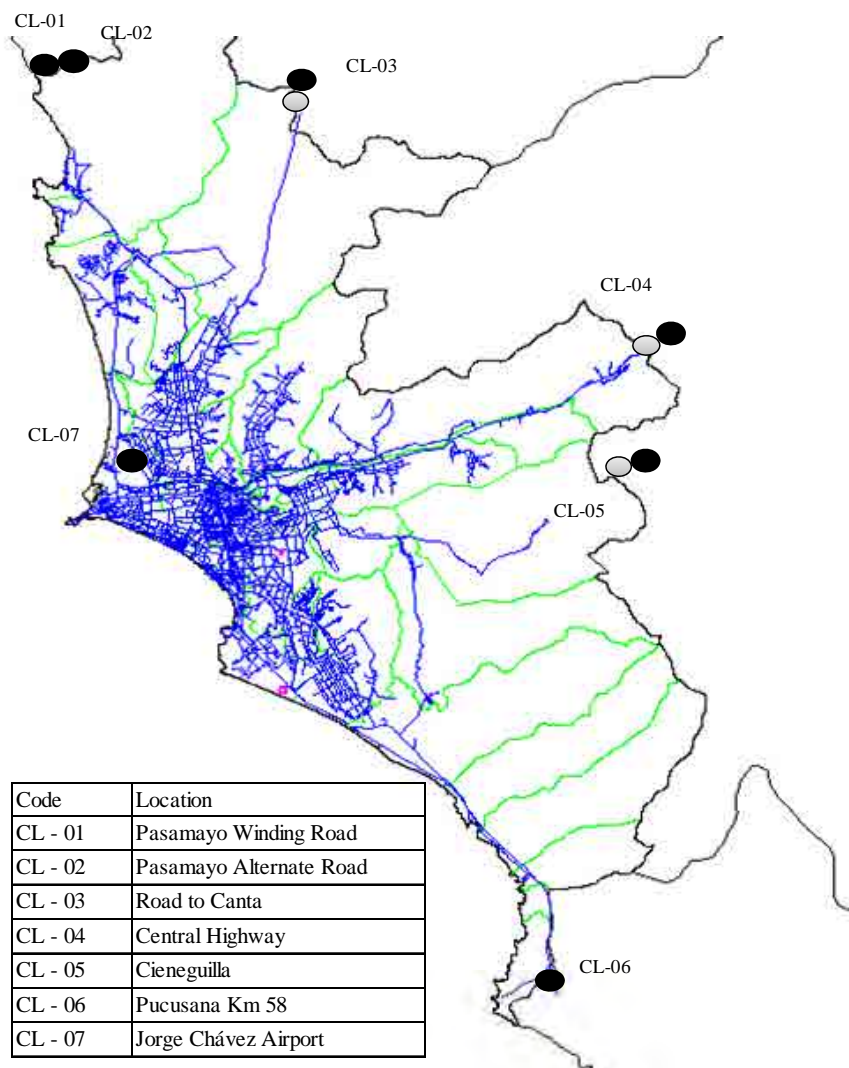
未回答の世帯を除く、有効サンプル数は 22,704 世帯であった。有効回答を得られた個人数は 86,826 人となった（有効世帯の世帯構成員数から算出）。したがって、2004 年調査と比較すると、平均世帯人数は低下している。本調査のサンプルトリップ数は 117,244 トリップであった。本パーソントリップ調査から算出されたグロスのトリップ率は、PMTU-2025 の調査と比較すると低い。これは、回答を得られた世帯が低収入のグループにより多く属していることによるバイアスの可能性がある。

## 2.3 コードンライン調査

### 2.3.1 調査方法

コードンライン調査は調査対象地域の境界（図 2.3）で、以下の 2 項目について実施した。

- 1) OD 調査：運転手に対し、OD インタビュー調査を実施した。調査は交通警察の協力のもとで、車両を路側に誘導、停車させて実施した。
- 2) 交通量調査：OD 調査実施箇所において、交通量調査も実施した。



出典：JICA 調査団

図 2.3 コードンライン調査の実施箇所

## 2.3.2 コードンライン調査結果

### (1) 要約

コードンライン調査地点の交通量調査の結果を表 2.4 に示す。図 2.4 は 2004 年調査との比較で、CL-6 地点で大きな増加が観察された。調査地域の南部では開発が進んでおり、従来は夏のリゾートだった地域にも宅地化が及びつつある。

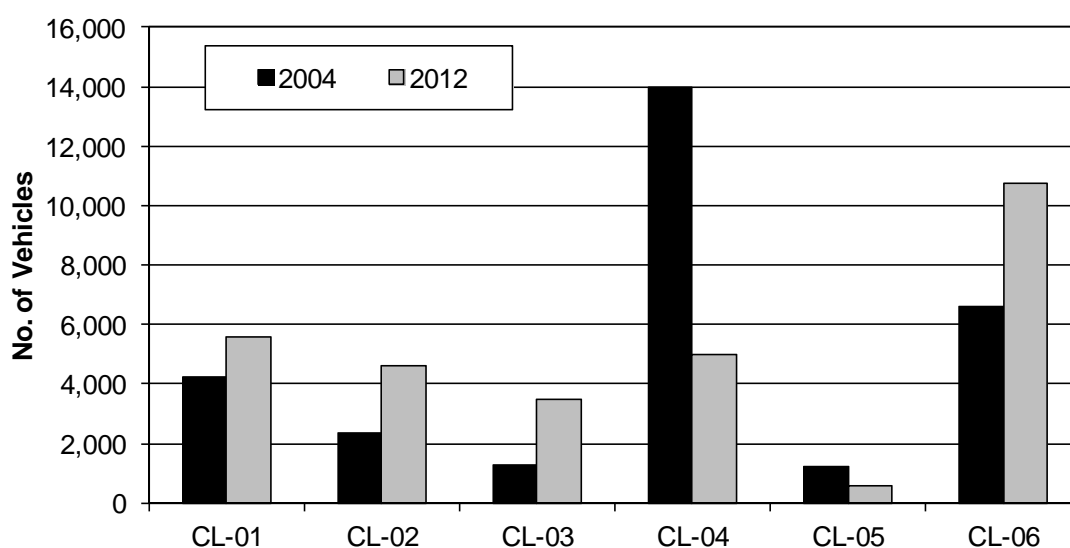
中央道路 (CL-04) およびシネギジャ道路 (CL-05) において PMTU-2025 調査と比較して交通量が減少している。これは、2004 年の調査では両地点で内→内交通を含む交通量が記録されていたためと考えられる。本調査では、点在する小さなバスターミナル等よりも外側に調査地点を設定し、調査を実施した。

表 2.4 交通量調査結果(台/日)

コード	マイクロ/コンビ		自動車/タクシー		公共交通		トラック		合計	
	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012	2004	2012
CL-01	1	2	1	33	1,590	2,244	2,632	3,293	4,224	5,572
CL-02	7	27	1,593	3,776	92	719	691	85	2,383	4,607
CL-03	57	225	333	1,554	317	1,476	555	239	1,262	3,494
CL-04	460	61	6,230	1,952	4,514	1,227	2,762	1,729	13,966	4,969
CL-05	61	50	612	387	429	96	116	36	1,218	569
CL-06	54	408	2,280	5,178	1,579	2,283	2,692	2,890	6,605	10,759
Total	680	773	25,084	12,880	10,172	8,045	9,946	8,929	45,882	30,627

出典：コードンライン調査 (2012)

同じ地点で観測した箇所では特に北および南方向の移動交通量が増加している。



出典：PMTU-2025 およびコードンライン調査(2012)

図 2.4 コードンライン地点の交通量比較

## 2.4 スクリーンライン調査

### 2.4.1 調査方法

スクリーンライン調査では、交通量調査と目視による乗車率調査を実施した。どちらも 15 分毎に記録をとりまとめた。結果は交通モデルのキャリブレーションに活用した。

交通量調査は 24 時間、乗車率調査は 14 時間の調査をリマック川沿線で 16 地点、パン・アメリカンスル道路では 8 地点で実施した。

#### (1) 交通量調査

車種別、方向別の交通量を時間毎に集計した。車種はコードンライン調査と同様に 17 種類に分類して記録した。

#### (2) 乗車率調査

路側からの目視により、車両毎の乗客数を調査した。コレクティーボ、コンビ、マイクロ、バスの乗車率は空車、1/4 座席、1/2 座席、満席、1/2 立席、満員の分類で実施した。調査は 14



時間（7:00- 21:00）実施した。表 2.5 に乗車人数への変換係数を示す。これらの係数は、既存の調査で用いられているものから、今回の調査結果をもとに更新された。この変更は主に各車種の大型化に起因する。

表 2.5 乗車率係数

車種	満員	100% 座席 50% 立席	100% 座席	50% 座席	ほぼ空車	空車
バス	80	57	33	17	8	0
マイクロ	50	37	23	12	4	0
ワゴン	24	20	15	8	2	0

出典：JICA 調査団

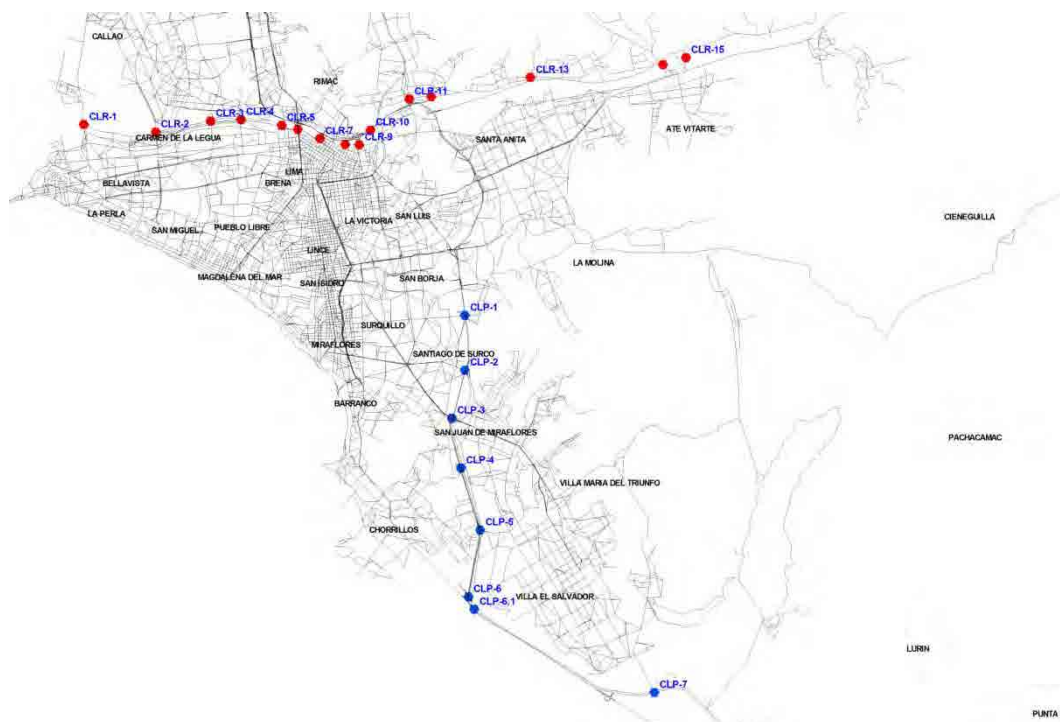
### (3) 調査準備

各スクリーンラインにおいて、各地点の調査を同時に実施した。表 2.6 に示す通り、リマック川のスクリーンラインは河川を交差する 15 橋（16 地点）で実施している。パン・アメリカン道路は沿線の 8 箇所を実施した。

表 2.6 スクリーン調査地点

コード	地点名 (リマック川)	コード	地点名(パン・アメリカン道路)
CLR1	ガンベタ橋	CLP1	アンガモス
CLR2	ファウセット橋	CLP2	ベナビデス
CLR3	ユニベルシタリア橋	CLP3	トマス マルサノ (鉄道)
CLR4	ドゥエニャス橋	CLP4	アリピオ
CLR5	サンタマリア橋	CLP5	マテオ プマカウア
CLR6	エヘルシト橋	CLP6	ウアイラス (ランプ)
CLR8	リカルドパルマ橋	CLP6-1	エルソル
CLR7	サンタロサ橋	CLP7	ルリン (道路)
CLR9	ウアヌコ橋		
CLR10	ウアスカール橋		
CLR11-1	チンチャイスーヨ橋		
CLR11-2	ピラミデ・デ・ソル橋		
CLR12	ラスロマス橋		
CLR13	プリアレ橋		
CLR14	ウアチバ橋		
CLR15	サンタクララ橋		

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

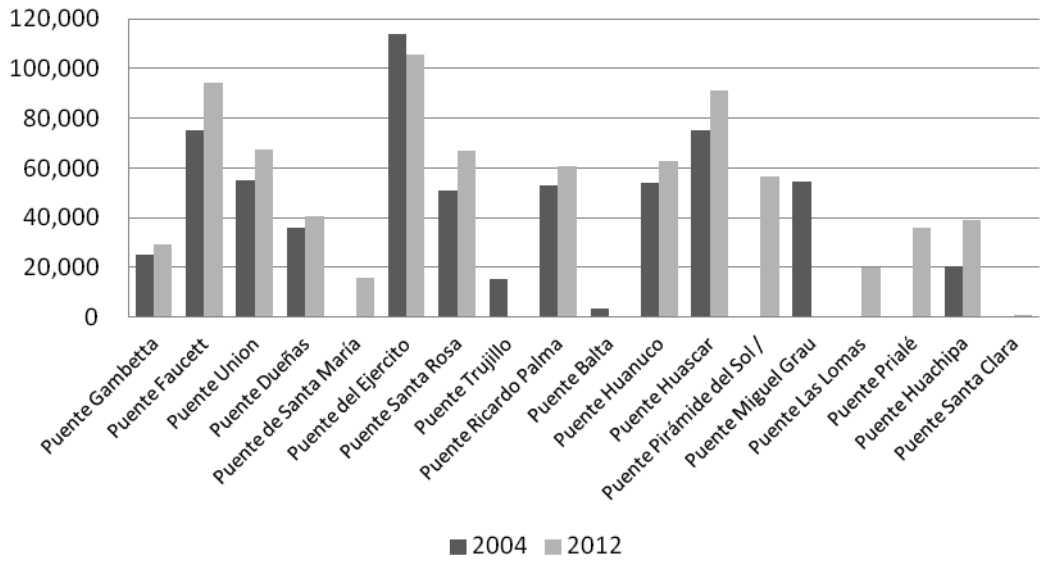
図 2.5 スクリーンライン調査地点

## 2.4.2 スクリーン調査結果

リマック川、パン・アメリカンスル道路を交差する車両の両方向合計はそれぞれ 785,614 台／日、280,973 台／日であった。それぞれのスクリーンラインで 2004 年と比較して 24.4% と 68% 増加した。

図 2.6 および図 2.7 は各スクリーンライン調査地点の交通量を示している。リマック川のスクリーンライン調査ではエヘルシト橋の 105,494 台が最も多く、ファウセット橋の 92,696 台、ウアスカル橋（バイパス）の 91,222 台が続く。交通量の多い順序は 2004 年と同じで、全般的に増加の傾向にある。

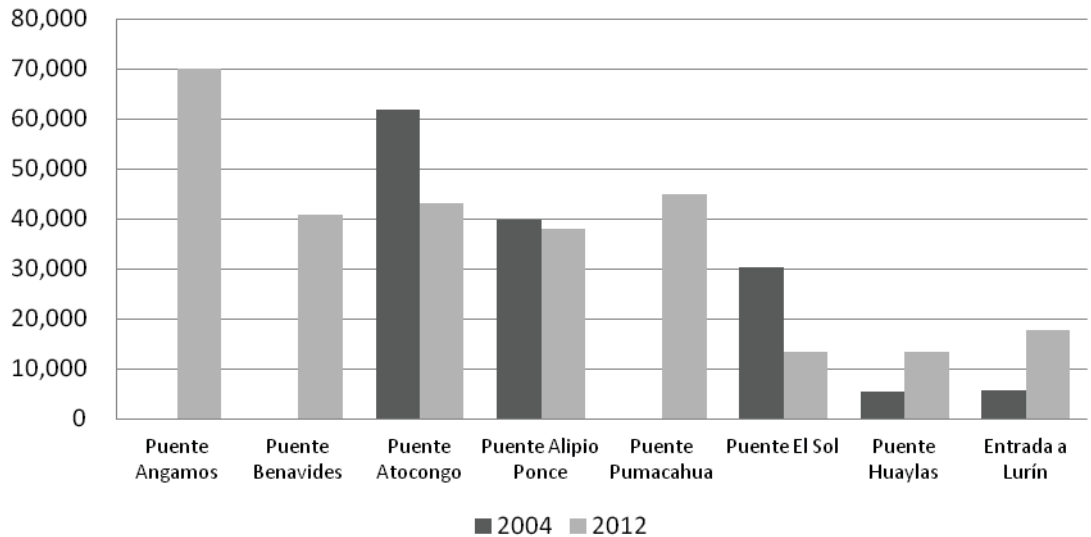
しかし、旅客数は変化がみられ、サンタロサ橋で 453,040 人／日、ピラミデ チンチャイスヨで 452,815 人／日、リカルドパルマ橋で 402,215 台を記録した。



単位：台/日  
 出典：スクリーン調査(2012)

図 2.6 リマック川スクリーンライン調査交通量

パン・アメリカンスル道路の最大交通量観測地点はプリマベラ橋（アンガモス道路）で、69,924 台/日、次いでマテオプマカチャ橋で 44,782 台/日、アトコンゴ橋で 43,144 台/日を記録した。アトコンゴ橋では 2004 年より減少しているが、メトロ 1 号線の開通が影響していると思われる。旅客数についてはアトコンゴが最も多く 336,857 人/日、次いでマテオプマカチャが 222,503 人/日となった。



単位：台/日  
 出典：スクリーンライン調査(2012)

図 2.7 パン・アメリカンスル道路スクリーンライン調査交通量比較

## 2.5 交通機関利用者意識調査

交通機関利用者意識調査は、利用者の大量輸送機関への転換意欲を把握するために実施した。

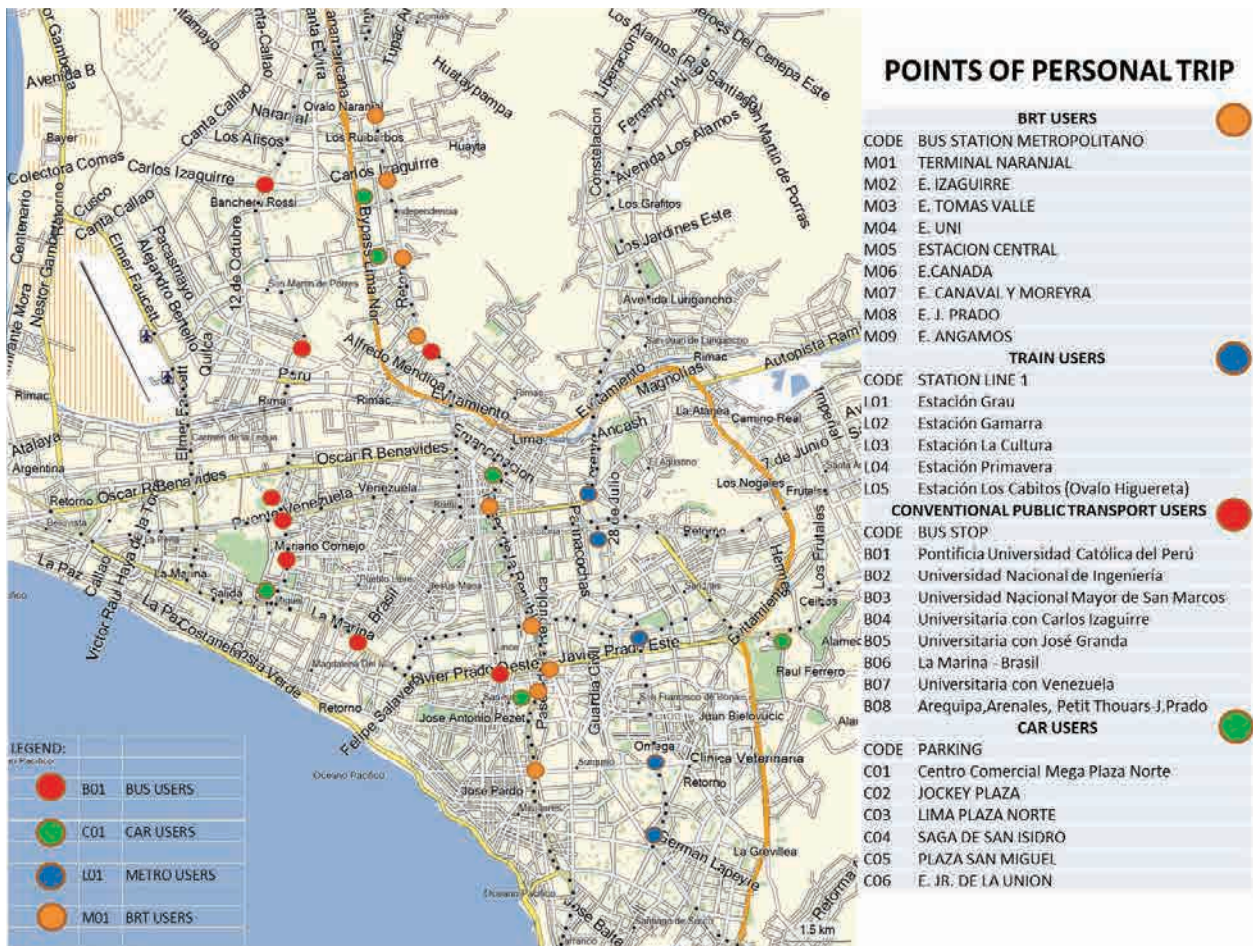
選好調査は、様々な仮定条件のもとで交通機関の選択肢を利用者に示し、選好を聞き取るもので、新交通の導入や新たなルートおよびサービスの導入の分析に資する。また、同調査によってサービスの質や改善に対する利用者の感度を把握することが可能となる。

### 2.5.1 調査方法

自家用車利用者および公共交通機関利用者に対してインタビューを実施した。質問項目は1)個人の属性、2)トリップ情報、3)公共交通に関する意見、4)大量輸送機関への支払い意欲額を含む。

主に公共交通の停留所、メトロポリターノやメトロ 1 号線の駅および駐車場で調査を実施した。目標サンプル数は2,000件とし、2012年6月にパイロット調査を実施した。

図 2.8 に調査地点を示す。



出典：JICA 調査団

図 2.8 インタビュー調査位置

## 2.5.2 調査結果

公共交通利用者からの回答では、11%が自動車を保有していた。自家用車を利用しない主な理由は、渋滞と燃料費であった。公共交通利用者の86%が、少なくとも週に1度タクシーを利用していると回答した。

バス利用者の半分以上がメトロポリターノを利用した事があり、1/5がメトロ1号線を利用した事がある。調査ではモノレールの写真を提示して各輸送機関の間の選好性を聞いたが、BRT、鉄道、モノレールの間に明確な選好の違いはなかった。

メトロポリターノ利用者の多くはメトロポリターノ駅まで徒歩で移動する。4%のメトロポリターノ利用者は自動車利用から移行し、2%がタクシーから移行した。メトロポリターノの運行速度は高評価を受け、次いで頻度や近接性や快適性（コンフォート）が高く評価されている。半分以上のメトロポリターノ利用者がサービスの質を非常によい、またはよいと評価している。

60%以上のメトロ1号線利用者がサービスの質を非常によい、またはよいと評価した。快適性は指標の中では低い評価だったが、80%が容認できるレベルと回答した。

## 2.6 走行速度調査

### 2.6.1 調査方法

調査の目的は道路網のピーク時のボトルネックを特定するとともに、交通量調査の結果を踏まえ、各路線で交通量と速度の関係を構築するものである。

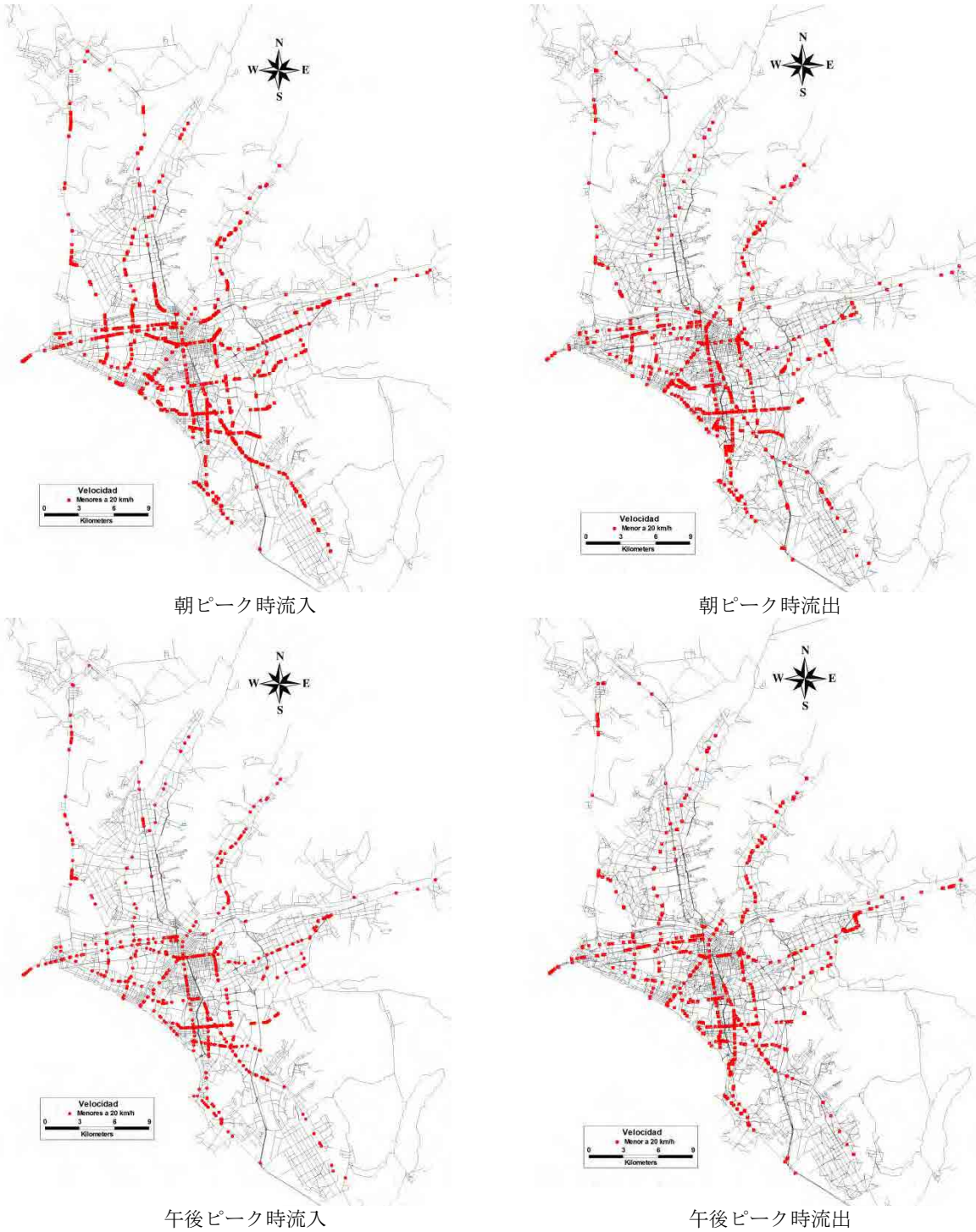
走行速度調査は22の幹線道路でGPSを用いて実施した。22路線の合計延長は400km程度であった。

調査はピーク時、オフピーク時に実施した。それぞれの時間帯は既存調査や事前に実施した交通量調査の結果をもとに決定した。

### 2.6.2 調査結果

図 2.9 はピーク時の流入、流出交通の走行速度を示している。時速20km/h未満の区間が赤く図示されている。





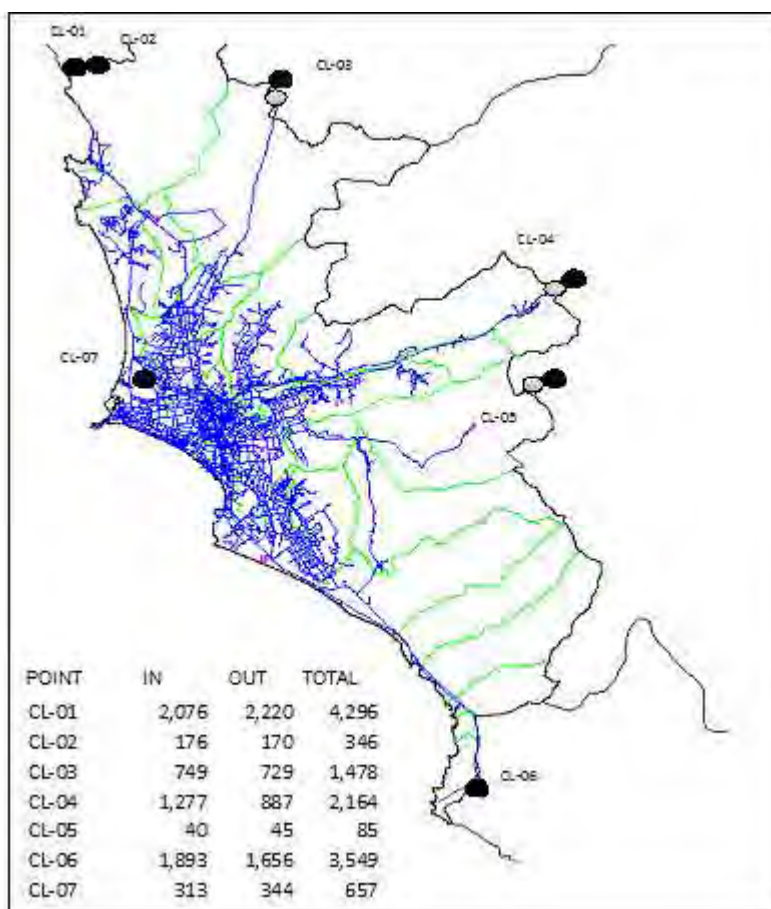
出典：JICA 調査団

図 2.9 幹線道路走行速度  $20\text{ km/h}$  の箇所

## 2.7 貨物実態調査

### 2.7.1 コードンラインにおける貨物車両交通量

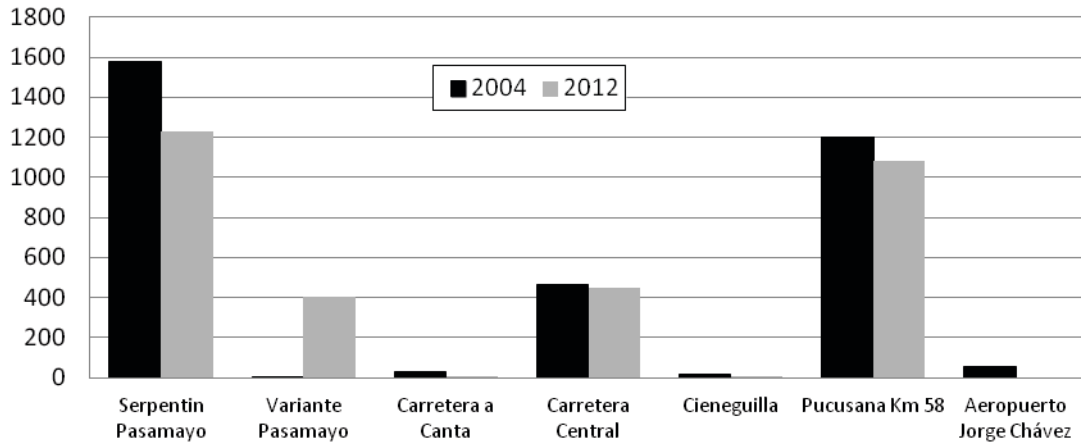
図 2.10 に貨物実態調査の調査地点を示す。また、図 2.11 は 2004 年調査との比較である。CL-1 (Lima - Huaral) 地点と CL-6 (Lima - Cañete) 地点でそれぞれ 4,296 台、3,549 台を記録し、PMTU-2025 調査と比較して交通量が増加した。CL-3(Lima - Canta) は 1,478 台へと増加した。中央道路の CL-4(Lima - Huarochiri) 地点は 2,164 台で、PMTU-2025 調査と比較して減少した。他の地点 CL-2 (Lima - Huaral) や CL-3 (Lima - Canta) は減少傾向にある。CL-2 (Lima-Huaral) では 346 台/日に減少し、CL-5 (Lima - Huarochiri) は 85 台/日に減少した。



出典：JICA 調査団

図 2.10 コードンライン調査地点における貨物交通量調査結果

(Vehicles)



出典：PMTU-2025 と貨物交通量調査(2012)

図 2.11 コードンライン調査地点における貨物交通

## 2.8 交通量調査

OD 表のキャリブレーションに用いる交通量に関する情報を調査期間中に以下の方法で収集した。

- 本調査で実施したスクリーンラインおよびコードンライン調査（2012年5月）
- 既存調査の主要道路における交通量調査結果

交通量に関して収集した情報を表 2.7 に示す。

表 2.7 交通量調査情報の要約

調査種別	観測点数	種類	
		交通量	乗車人数
スクリーンライン調査	リマック川沿線 16 地点	24 時間	14 時間 (7:00 a 21:00)
	パン・アメリカンスル道路 8 地点	24 時間	14 時間 (7:00 a 21:00)
コードンライン調査	リマから郊外に向かう主要幹線道路 6 地点	24 時間	
既存調査の結果	120 地点 (2009 年交調査-STCTLC)	4 時間 (6:00 - 10:00)	
	28 地点 (2011 年交通調査 -STCTLC)	12 時間 (7:00-11:00; 12:00 -16:00; 17:00 - 21:00)	
	12 地点 (2011 年交通調査-STCTLC)	4 時間 (7:00-11:00)	
	52 地点 (ファウセット道路交通調査 2011 年-AATE)	6 時間 (07:00- 10:00; 17:00- 20:00)	
	38 地点 (メトロ 1 号線合理化調査 2011 年-AATE)	16 時間 (06:00- 22:00)	
	7 地点 (ファウセット道路交通調査 2012 年-AATE)	6 時間 (07:00- 10:00; 17:00- 20:00)	
	28 地点 (EMU 2012 年 -AATE)	16 時間 (06:00 - 22:00)	16 時間 (06:00 - 22:00)

出典：JICA 調査団

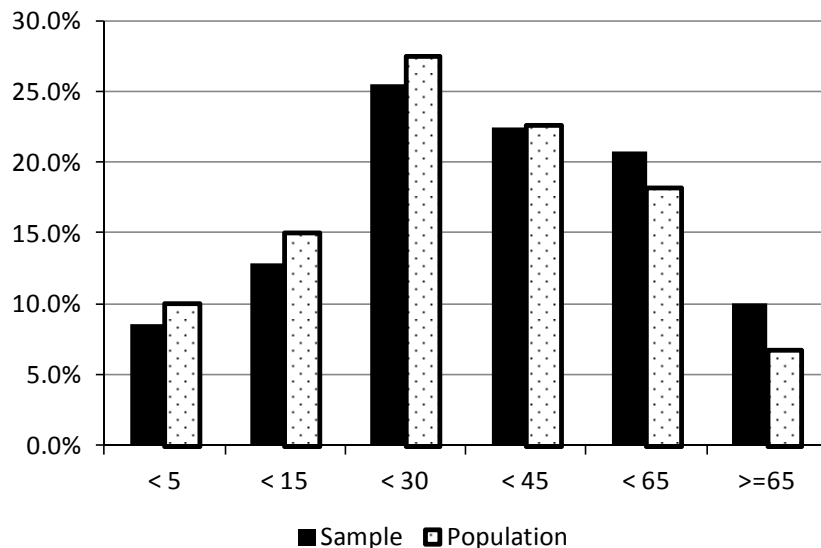


## 第3章 パーソントリップ調査の分析

### 3.1 OD 表の作成

#### 3.1.1 標本拡大

本調査におけるパーソントリップ調査は、抽出率 0.83% のサンプリング調査である。世帯抽出率は第2章で記載した 0.98% であったが、調査時に不在であった世帯構成員を除外すると、人口に対する抽出率は 0.83% となった。各種のデータは、抽出率の逆数として計算される拡大係数を適用する事により推計される。調査対象者が無作為抽出であれば、男女構成と年齢構成は母集団に一致する。図 3.1 は標本と母集団における年齢階層別人口構成割合を示したものである。二つの集団は似ているが、統計的に一致しておらず、年齢階層別に異なる抽出率であったと結論できる。



出典: 調査団 (Chapter 4 and Person Trip Survey)

図 3.1 人口構成比

抽出率は区によって異なる。調査団は区別年齢階層別に異なる拡大率を適用した。

#### 3.1.2 コードンライン OD

調査対象地域の居住者によるトリップはパーソントリップ調査で把握されたが、非居住者については記録されていない。コードンライン調査は非居住者のトリップ数を推計するために実施された。非居住者の OD 表は、6 箇所の道路コードンライン調査と空港コードンライン調査によって推計された。

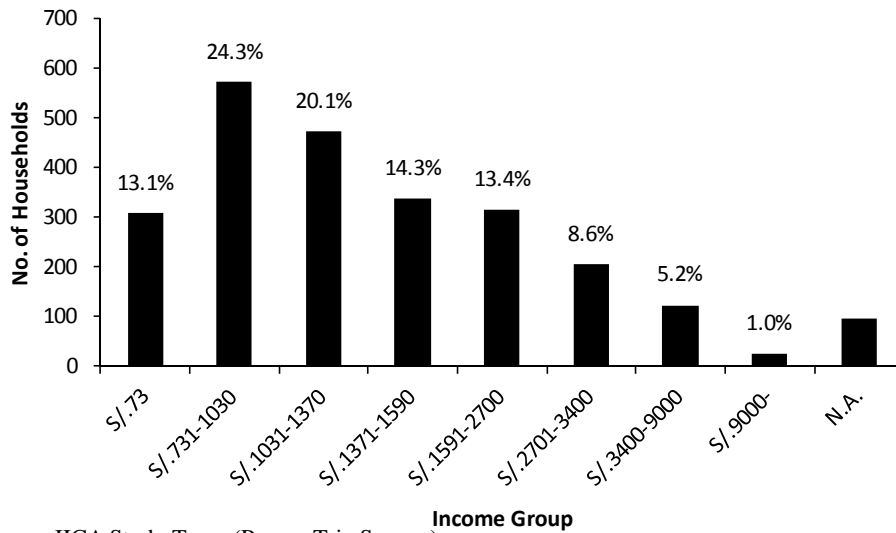
#### 3.1.3 OD の補正

推計された OD は、スクリーンライン調査の結果により補正された。トリップ数は、モード別に徒歩・自転車・バイクが 1.29 倍、モトタクシーは 1.0 倍、タクシー・自家用車は 1.91 倍、コンビ・ミニバス・バス・メトロポリターノは 1.44 倍、メトロ 1 号線は 1.29 倍した。

### 3.2 トリップ特性

#### 3.2.1 世帯

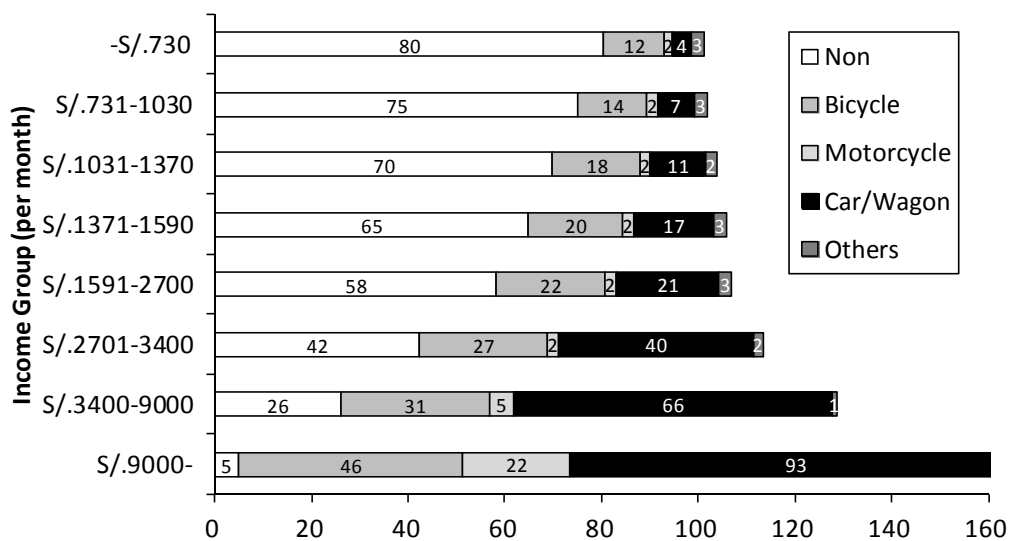
図 3.2 は所得階層別の世帯数とその割合を示したものである。「無回答」は割合の計算から除外している。一番多い所得階層は 731～1,030 ソル/月で、世帯総数の 24.3% を占める。所得が 2700 ソル未満/月の世帯が全体の 85% を占める。



Source: JICA Study Team (Person Trip Survey)

図 3.2 所得分布

図 3.3 は所得階層別の自動車保有率を示したものである。バイクと自家用乗用車など、2 台以上保有している世帯もあるため、合計のパーセントは 100 を超えている。この棒グラフから、自動車保有率が所得水準関係に関連している事が分かる。世帯所得が 9,000 ソル/月を超える世帯では、自家用乗用車の保有率は 93% もの高さである。



出典: 調査団 (Person Trip Survey)

図 3.3 所得階層別の自動車保有率

### 3.2.2 トリップ率

調査対象地域のトリップ数は、表 3.1 に示すように、補正後の数値で 22.3 百万トリップと推計され、うち 16.9 百万トリップは乗り物を利用したトリップであると推計された。調査対象地域のトリップ率は 2.4 トリップ/人/日で、中心地域では 2.7、それ以外では 2.3 である。

表 3.1 調査対象地域におけるトリップ数とトリップ率

	中心部	中心部以外	調査対象地域
人口 (1,000)	1,873	7,578	9,451
トリップ数 (1,000)	5,012	17,296	22,308
トリップ率 (1 日あたり)	2.7	2.3	2.4
徒歩を除くトリップ数 (1,000)	4,091	12,787	16,878
徒歩を除くトリップ数 (1,000)	2.2	1.7	1.8

出典: 調査団

### 3.2.3 交通手段分担率

調査対象地域における代表交通手段分担率は、表 3.2 に示すように計算された。2012 年の交通手段分担率は 2004 年の結果と似た結果となっている。徒歩は 24%を占め、私的交通手段は 16%、パラ・トランジットは 9%、そして公共交通は全体の 51%を占めている。

表 3.2 交通手段分担率

Mode	2012		2004	
	No. of Trips (000)	Modal Share	No. of Trips (000)	Modal Share
Walk	5,416	24.3%	4,208	25.4%
Bicycle	77	0.3%	84	0.5%
Motorcycle	107	0.5%	30	0.2%
Private car	3,401	15.2%	1,856	11.2%
Mototaxi	1,325	5.9%	600	3.6%
Taxi	591	2.6%	902	5.5%
Colectivo	333	1.5%	181	1.1%
Combi	3,880	17.4%	3,791	22.9%
Minibus	5,536	24.8%	3,072	18.6%
Bus	1,248	5.6%	1,661	10.0%
BRT	274	1.2%	0	0.0%
Train	74	0.3%	0	0.0%
Truck&Others	44	0.2%	152	0.9%
Total	22,308	100.0%	16,537	100.0%

出典: 調査団 (Person Trip Survey)

### 3.2.4 トリップ目的

表 3.3 は目的別トリップ構成を示している。通勤通学トリップ（通勤、通学とその帰宅）が調査対象地域での主要なトリップである。通勤と通学は全トリップの 16.7%と 14.0%を占める。これらの割合は 2004 年調査の結果（16.2 と 13.9%）と比較してわずかに高い。私的トリップと業務トリップの割合はそれぞれ 19.5%と 2.5%である。これらの割合は 2004 年の結果（3.1%）より低い。徒歩トリップを除くと、通学トリップの割合が 11%に減る。

表 3.3 トリップ目的

目的	全交通手段			除徒歩		
	トリップ数 (1,000)	%	除帰宅	トリップ数 (1,000)	%	除帰宅
通勤	3,733	16.7	32.2	3,052	18.1	33.8
通学	3,122	14.0	26.9	1,861	11.0	20.6
業務	557	2.5	4.8	538	3.2	6.0
私用	4,191	19.5	36.1	3,579	21.2	39.6
帰宅	10,549	47.3	-	7,849	46.5	-

出典: 調査団 (パーソントリップ調査)

### 3.2.5 発生集中交通

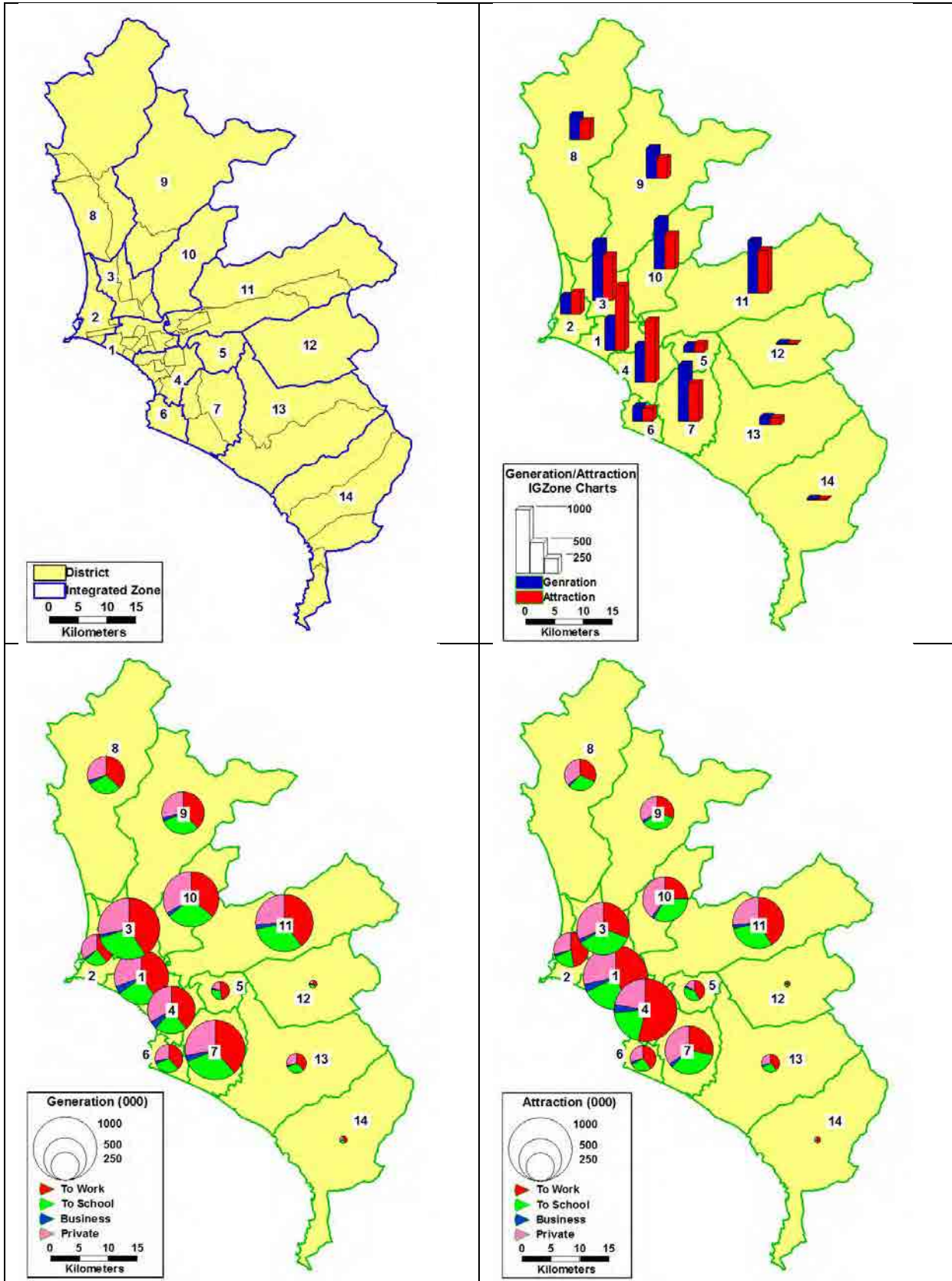
発生交通は、出発地におけるトリップ需要で、集中交通は到着地におけるトリップ需要である。これらは交通解析ゾーン (TAZ)、区、統合ゾーン、そして調査対象地域の単位で計算される。PMTU-2025 の調査では調査の分析結果を表示する際に 49 の区ではなく、14 の統合ゾーンを利用した。本調査でも 2004 年調査と比較するため、14 の統合ゾーンで結果を表示する。図 3.4 の左上の地図が統合ゾーンの境界と区の境界を示している。

図 3.4 右上の地図は、調査対象地域における発生集中量を示している。帰宅交通は除外している。青と赤の棒は、それぞれ発生と集中を示す。統合ゾーンの 1 と 4 などの中心地域が一日の交通の主要な到着地である一方、発生交通は郊外部で高い事が読み取れる。

調査対象地域における交通システムが 2004 年と 2012 年の間で最も異なる点はメトロポリターノとメトロ 1 号線といったマストランジットの存在である。図 3.5 は「帰宅」を除くマストランジット旅客の発生ゾーンと集中ゾーンの分布を示している。交通解析ゾーン (TAZ) は、トリップ密度 (トリップ数をゾーン面積で除した値) で分類されている。図に示すように、メトロ 1 号線のトリップ発生地は南の郊外に分布し、到着地は中心部に集中している。メトロポリターノのトリップ発生地は路線の北部に広がっており、到着地は中心市街地の広い地域にわたっている。

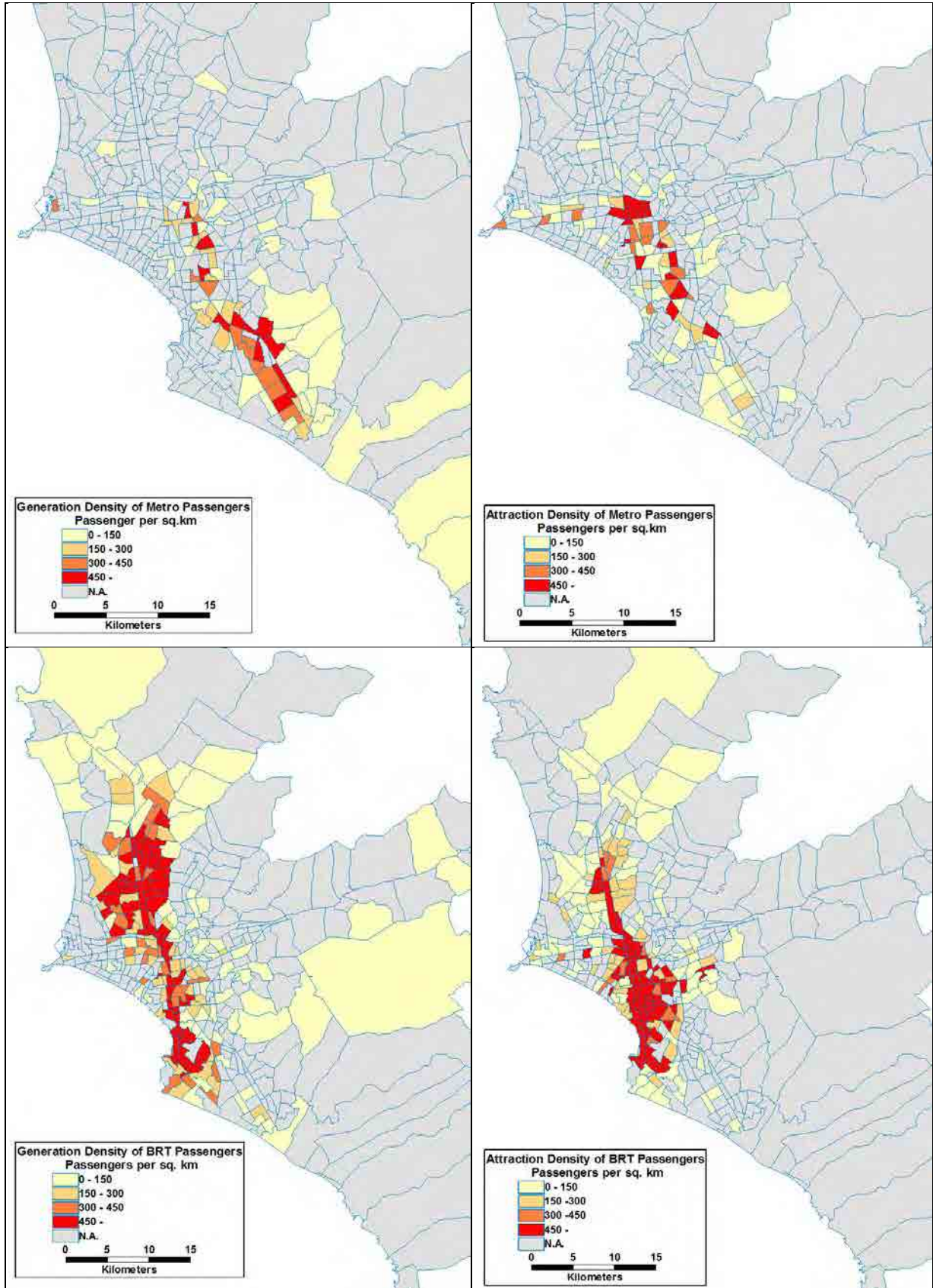
### 3.2.6 分布交通

希望路線図は、地域間の交通量を線の太さで示す事で OD 表を図として表現したものである。図 3.6 は統合ゾーンを基にした希望路線図である。交通需要が統合ゾーンの 1 に集中している事が分かる。公共交通利用者の割合が非常に高いため、公共交通の希望路線図はほとんど全手段合計の希望路線図と同じである。私的交通とパラトランジットの希望路線図は、見易いようにスケールを変更している。私的交通は、統合ゾーンの 1~4、4~5 の間のよう中心市街地での需要が高い。パラトランジットの分布は公共交通の分布に似ている。



出典: 調査団 (Person Trip Survey)

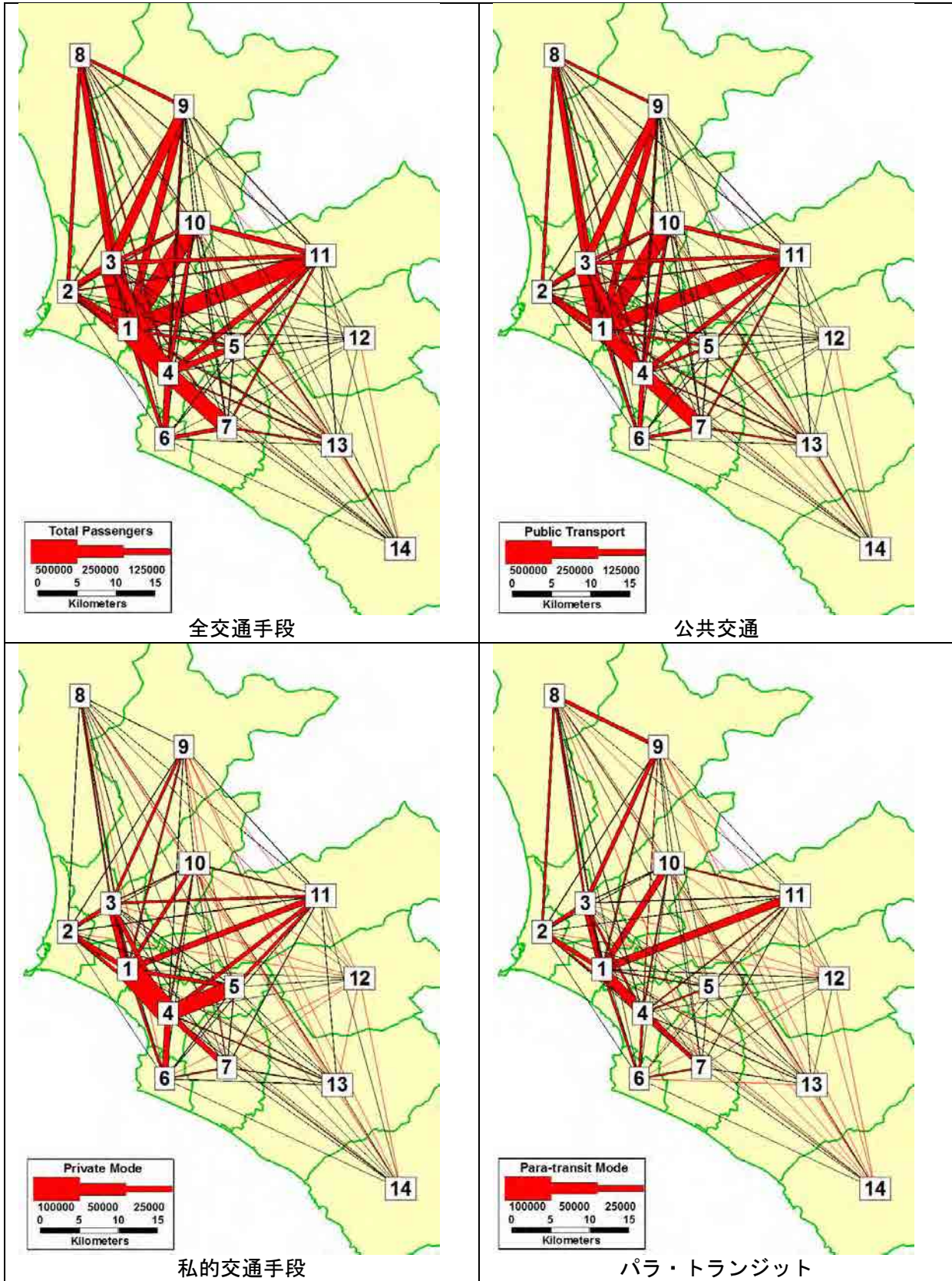
図 3.4 統合ゾーン別発生集中交通量



出典: 調査団 (Person Trip Survey)

図 3.5 マストランジットの発生集中密度





出典: 調査団 (Person Trip Survey)

図 3.6 希望路線図

## 第4章 社会経済フレーム

### 4.1 経済フレーム

#### 4.1.1 GDP 推計

2021年までのGDP成長率については、国家戦略計画センター（CEPLAN）が2010年に公表したレポートの中で推計されている。本調査では、2020年までのGDP成長率としてその推計値を採用している。2020年以降の推計については、2020年～2025年までの成長率を4.3%、2025年～2030年までの成長率を4.2%と設定した。一人当たりGDPについては、将来のGDPと後述の将来人口推計をもとに推計した。結果は、表4.1に示す通りである。

表 4.1 国内総生産(GDP)と一人当たり GDP の推計

(1994 基準年価格)

年	国内総生産 (GDP)		一人当たり GDP	
	百万新ソル	年平均増加率	新ソル	年平均増加率
2012	235,605		7,818	
2015	286,023	6.7% (2012-2015)	9,182	5.5% (2012-2015)
2020	373,861	5.5% (2015-2020)	11,390	4.4% (2015-2020)
2025	461,170	4.3% (2020-2025)	13,401	3.3% (2020-2025)
2030	566,305	4.2% (2025-2030)	15,775	3.3% (2025-2030)

出典: 調査団

#### 4.1.2 地域総生産 (GRDP) の推計

調査対象地域におけるGRDPと一人当たりGRDPについては、公的な推計値はない。調査団は、リマ県とカジャオ市における値につき、GDPの推計値と過去の同地域におけるGRDPのシェアから、表4.2に示すようにGRDP成長率を推計した。また、後述する人口推計値をもとに、表4.3に示すように一人当たりGRDPの増加率を推計した。

表 4.2 リマ県とカジャオ市における GRDP の推計

(1994 年基準価格)

年	国内総生産 (GDP)	域内総生産 (GRDP)		
	百万新ソル	百万新ソル	年平均増加率	全国に占める割合
2012	235,605	113,558		48.2%
2015	286,023	139,949	7.2% (2012-2015)	48.9%
2020	373,861	185,998	5.9% (2015-2020)	49.8%
2025	461,170	231,761	4.5% (2020-2025)	50.3%
2030	566,305	287,195	4.4% (2025-2030)	50.7%

出典: 調査団

表 4.3 リマ県とカジャオ市における一人当たり GRDP の推計

(1994 年基準価格)

年	一人当たり GRDP (百万新ソル)	年平均増加率
2012	10,957	
2015	12,900	5.6% (2012-2015)
2020	15,910	4.3% (2015-2020)
2025	18,486	3.0% (2020-2025)
2030	21,631	3.2% (2025-2030)

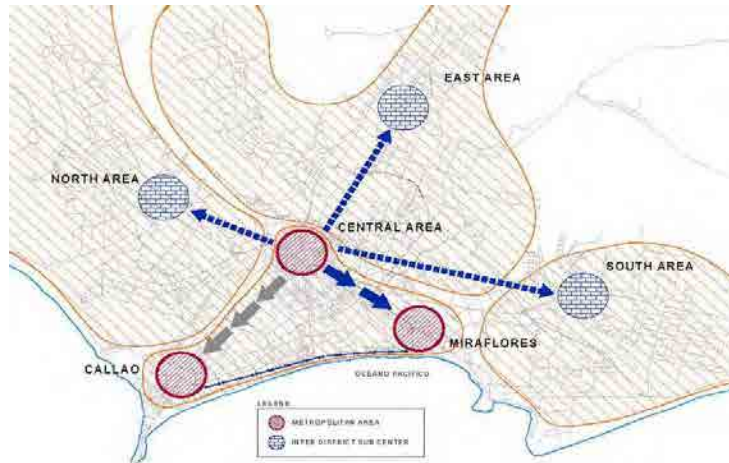
出典: 調査団



## 4.2 土地利用計画

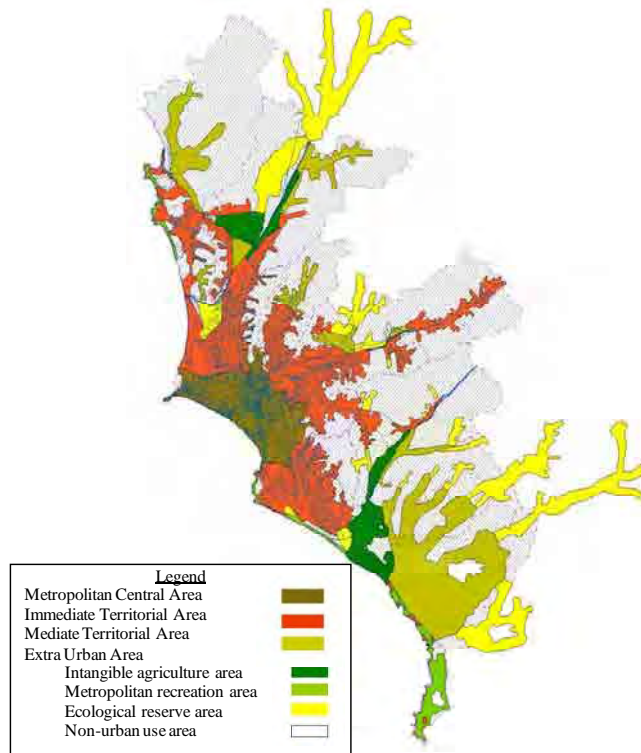
### 4.2.1 リマ・カジャオ首都圏開発計画(PLANMET) 1990-2010

リマ・カジャオ首都圏における最新の公的な開発計画は、1989年にリマ首都圏自治体(MML)が策定した「リマ・カジャオ首都圏開発計画 (PLANMET) 1990-2010」である。PLANMETでは図 4.1に示すように4つの都市センターと3つの郊外サブセンターからなるコンセプトを導入している。また、図 4.2に示すように、目標とする都市化の程度に応じて4つの分類を導入している。



出典: PMTU

図 4.1 PLANMET の4つの都市センター

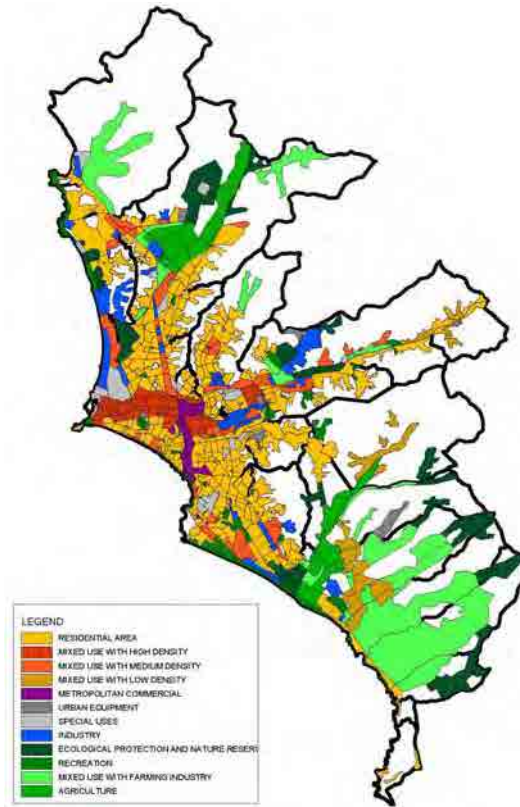


出典: PMTU

図 4.2 PLANMET の首都圏計画における土地利用計画

### 4.2.2 PMTU-2025 における土地利用計画

図 4.3 は PMTU-2025 における土地利用計画である。本調査では将来推計のため、PMTU-2025 における首都圏構造の考え方と土地利用計画を踏襲する。



出典: PMTU

図 4.3 PMTU-2025 の土地利用計画

## 4.3 人口

### 4.3.1 区別人口

表 4.4 は、国とリマ・カジャオ首都圏における近年の人口推移と将来予想を示したものである。リマ・カジャオ首都圏の人口が全国に占める割合は徐々に増加し 30%から 34%になると推計された。

表 4.4 近年と将来の人口

年	全国	リマ・カジャオ首都圏		リマ郡	カジャオ特別区
	人口	人口	全国に占める割合	人口	人口
2000	25,983,588	7,757,300	29.9%	6,968,339	788,961
2005	27,810,540	8,489,668	30.5%	7,622,791	866,877
2012	30,135,875	9,450,585	31.4%	8,481,415	969,170
2020	32,824,358	10,690,877	32.6%	9,609,386	1,081,491
2030	35,898,422	12,175,250	33.9%	10,963,461	1,211,789

出典: 調査団

表 4.5 はリマ・カジャオ首都圏における将来人口と人口密度を区別に推計した結果である。交通需要予測のため、427 交通ゾーン別の推計も行なった。図は交通ゾーン別の人口密度である。リマ中心部は人口が減少し、北部、南部、東部は人口が増加すると予想された。

表 4.5 将来人口推計

Area	District Name	Area (ha)	2012		2020		2030	
			Population	Population Density	Population	Population Density	Population	Population Density
Total [Lima Area]		267,040	8,481,415	31.8	9,609,386	36.0	10,963,461	41.1
Central Lima Area	Lima	2,198	286,849	130.5	250,769	114.1	204,312	93.0
	Barranco	333	31,959	96.0	27,037	81.2	20,677	62.1
	Breña	322	79,456	246.8	71,214	221.2	60,605	188.2
	Jesús María	457	71,364	156.2	71,964	157.5	72,714	159.1
	La Victoria	874	182,552	208.9	156,044	178.5	121,838	139.4
	Lince	303	52,961	174.8	46,379	153.1	37,894	125.1
	Magdalena del Mar	361	54,386	150.7	55,111	152.7	56,016	155.2
	Magdalena Vieja	438	77,038	175.9	75,281	171.9	73,025	166.7
	Miraflores	962	84,473	87.8	79,092	82.2	72,168	75.0
	Rimac	1,187	171,921	144.8	155,885	131.3	135,257	113.9
	San Borja	996	111,568	112.0	112,970	113.4	114,595	115.1
	San Isidro	1,110	56,570	51.0	51,124	46.1	44,117	39.7
	San Luis	349	57,368	164.4	58,593	167.9	60,066	172.1
	San Miguel	1,072	135,086	126.0	137,470	128.2	140,124	130.7
Santiago de Surco	3,475	326,928	94.1	375,355	108.0	434,720	125.1	
Surquillo	346	92,328	266.8	90,386	261.2	87,852	253.9	
Total [Central Lima Area]		14,783	1,872,807	126.7	1,814,674	122.8	1,735,983	117.4
North Lima Area	Ancón	29,864	39,769	1.3	49,178	1.6	60,555	2.0
	Carabaylo	34,688	267,961	7.7	353,520	10.2	455,939	13.1
	Comas	4,875	517,881	106.2	544,326	111.7	576,884	118.3
	Independencia	1,456	216,503	148.7	220,608	151.5	225,398	154.8
	Los Olivos	1,825	355,101	194.6	401,239	219.9	457,906	250.9
	Puente Piedra	7,118	305,537	42.9	423,069	59.4	562,386	79.0
	San Martín de Porres	3,691	659,613	178.7	772,050	209.2	909,235	246.3
	Santa Rosa	2,150	15,399	7.2	23,344	10.9	32,537	15.1
Total [North Lima Area]		85,667	2,377,764	27.8	2,787,336	32.5	3,280,840	38.3
South Lima Area	Chorrillos	3,894	314,835	80.9	346,955	89.1	386,483	99.3
	Cieneguilla	24,033	38,328	1.6	58,998	2.5	82,870	3.4
	Lurin	18,026	76,874	4.3	98,024	5.4	123,497	6.9
	Pachacamac	16,023	102,691	6.4	165,546	10.3	237,453	14.8
	Pucusana	3,739	14,403	3.9	20,786	5.6	28,273	7.6
	Punta Hermosa	11,950	6,935	0.6	8,681	0.7	10,791	0.9
	Punta Negra	13,050	6,878	0.5	9,478	0.7	12,560	1.0
	San Bartolo	4,501	7,008	1.6	8,792	2.0	10,946	2.4
	San Juan de Miraflores	2,398	393,493	164.1	426,560	177.9	467,313	194.9
	Santa María del Mar	981	1,220	1.2	2,108	2.1	3,107	3.2
	Villa El Salvador	3,546	436,289	123.0	509,576	143.7	599,201	169.0
Villa María del Triunfo	7,057	426,462	60.4	488,430	69.2	564,414	80.0	
Total [South Lima Area]		109,198	1,825,416	16.7	2,143,934	19.6	2,526,907	23.1
East Lima Area	Ate	7,772	573,948	73.8	720,347	92.7	897,166	115.4
	Chaclacayo	3,950	43,180	10.9	44,417	11.2	45,897	11.6
	El Agustino	1,254	189,924	151.5	196,726	156.9	205,050	163.5
	La Molina	6,575	157,638	24.0	194,308	29.6	238,757	36.3
	Lurigancho	23,647	201,248	8.5	247,707	10.5	304,039	12.9
	San Juan de Lurigancho	13,125	1,025,929	78.2	1,206,300	91.9	1,426,300	108.7
	Santa Anita	1,069	213,561	199.8	253,639	237.3	302,521	283.0
Total [East Lima Area]		57,392	2,405,428	41.9	2,863,442	49.9	3,419,731	59.6
Callao Area	Callao	4,565	417,622	91.5	394,834	86.5	339,742	74.4
	Bellavista	456	74,287	162.9	68,485	150.2	57,308	125.7
	Carmen de La Legua-Reynoso	212	42,065	198.4	39,944	188.4	35,092	165.5
	La Perla	275	60,886	221.4	55,966	203.5	46,625	169.5
	La Punta	75	3,793	50.6	2,655	35.4	1,396	18.6
	Ventanilla	7,352	370,517	50.4	519,606	70.7	731,626	99.5
Total [Callao Area]		12,935	969,170	74.9	1,081,491	83.6	1,211,789	93.7
Grand Total [Lima and Callao Metropolitan Area]		279,975	9,450,585	33.8	10,690,877	38.2	12,175,250	43.5

出典: 調査団

### 4.3.2 社会経済階層別の人口

調査団は、INEI と APEIM の公表資料及び PMTU の将来開発シナリオを元に、社会経済階層 (ESTRATO) 別の人口を表 4.6 に示すように推計した。ESTRATO A と B の人口は中心部に集中している一方、ESTRATO C, D, E は郊外に分布している。

表 4.6 調査対象地域における社会階層別人口推計

年	社会階層 (ESTRATO) 別人口 ( )内は割合				
	A と B	C	D	E	合計
2012	2,006,351 (21.2%)	3,298,800 (34.9%)	2,957,358 (31.3%)	1,188,076 (12.6%)	9,450,585 (100.0%)
2020	3,152,225 (29.5%)	3,682,967 (34.4%)	2,737,926 (25.6%)	1,117,759 (10.5%)	10,690,877 (100.0%)
2030	4,217,054 (34.6%)	4,154,220 (34.1%)	2,687,412 (22.1%)	1,116,565 (9.2%)	12,175,250 (100.0%)

出典: 調査団

### 4.3.3 従業者数

将来の居住地ベースの従業者人口は 2007 年のセンサスと業種別従業人口の過去の推移から推計した。表 4.7 にその結果を示す。従業地ベースの従業者人口は PMTU-2025 の推計値をもとに推計した。

表 4.7 産業分類別従業者数

年	第 1 次産業	第 2 次産業	第 3 次産業	合計
2012	42,261	1,137,967	3,298,095	4,478,324
2020	33,666	1,292,977	3,686,811	5,013,454
2030	32,893	1,505,890	4,292,035	5,830,818

出典: 調査団

### 4.3.4 学生数

将来の居住地ベースの学生数は 2007 年のセンサスと人口階層別の増加率をもとに推計した。表 4.8 に調査対象地域における学生数の推計値を示す。

表 4.8 居住地ベースの将来学生数

年	初等・中等学校の生徒数	高等学校の生徒数	専門学校 of 生徒数	合計
2012	1,550,395	551,426	67,137	2,168,958
2020	1,716,645	607,003	75,461	2,399,108
2030	1,886,629	656,943	83,209	2,626,781

出典: 調査団

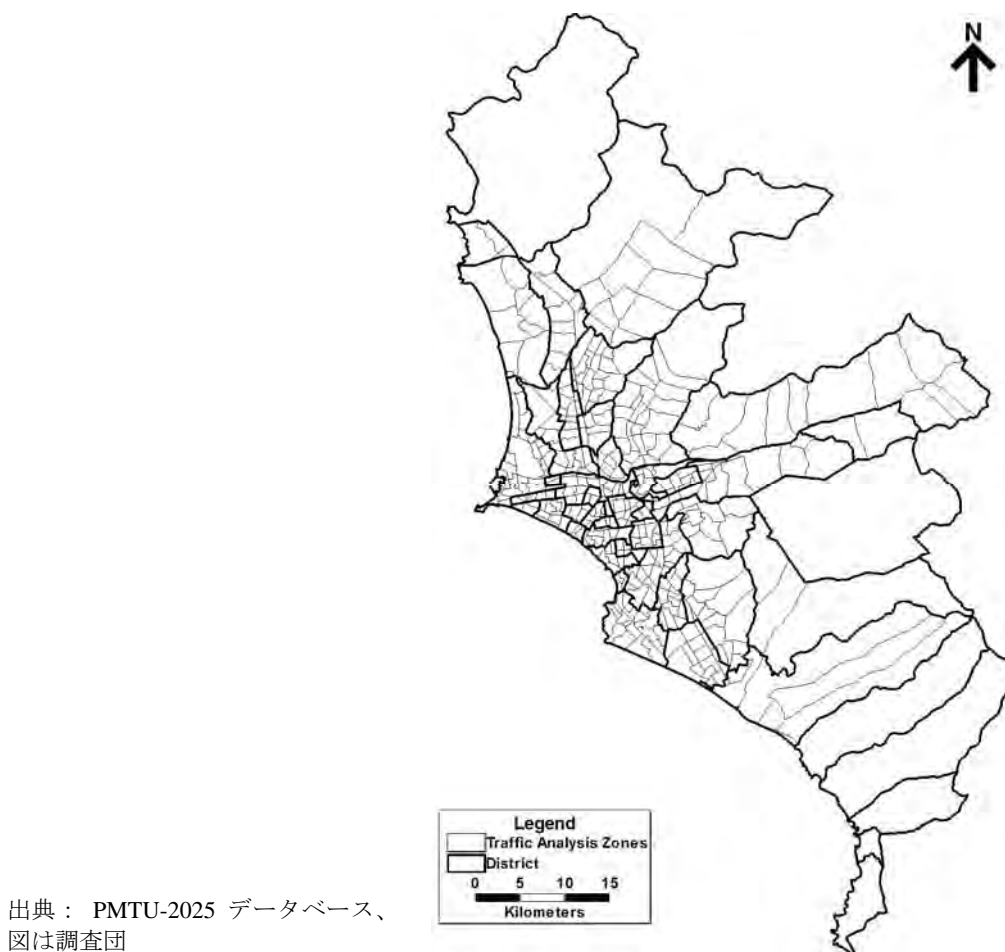
学校所在地ベースの学生数は、年齢階層別の人口増加率をもとに推計した。教育省は学生数と学校所在地の GIS データをホームページ上で公開している。このデータベースは教育センサスに基づくもので、最近のセンサスは 2011 年に実施された。リマ・カジャオ首都圏における 2011 年の 3 分類別学生数は、このデータベースをもとに、427 の交通ゾーン別に集計された。大学については、INEI により出版された大学センサスのデータから取得された。

## 第5章 需要予測

### 5.1 需要予測の方法

需要予測については、①交通生成モデル、②分布モデル、③機関分担モデル、④配分モデルからなる通常の四段階推計法を採用した。これらのモデルは、パーソントリップ調査の結果を使い開発された。リマ・カジャオ首都圏においては、ピーク時における交通混雑への対応と大量公共交通システムの輸送力確保が課題となっているため、これらのモデルはピーク時交通を対象としている。

図 5.1 に、交通解析ゾーン (TAZ) を示す。調査地域はこれまでの調査同様、427 の TAZ に分割される。リマには 401、カジャオには 26 のゾーンがある。



出典：PMTU-2025 データベース、  
図は調査団

図 5.1 交通解析ゾーン

ネットワークデータは、既存の公共交通データが利用できることから、TransCAD 形式で作成された。ネットワークは約 14,400 リンクと 8,600 ノード、そして 590 のバスルートから成る。

## 5.2 交通モデル

### 5.2.1 交通生成モデル

発生モデルと集中モデルからなる交通生成モデルは、線形重回帰分析により、下記の3つのトリップ種別ごとに開発された。

- 自宅発着通勤トリップ (HBW) : 自宅から発生、または自宅に到着する通勤目的のトリップ。
- 自宅発着通学トリップ (HBS) : 自宅から発生、または自宅に到着する通学目的のトリップ。
- 他目的トリップ (OP) : 以下のトリップ。
  - 自宅から発生または自宅に到着する他の目的のトリップ
  - 発生地、到着地とも自宅ではない全てのトリップ

### 5.2.2 交通分布モデル

交通分布モデルは、交通生成モデル同様、上記の3トリップ種別ごとに重力モデルを利用して推計された。重力モデルに必要な抵抗値は、旅行時間と旅行費用から計算している。

### 5.2.3 機関分担モデル

私的交通機関と公共交通機関の間の機関分担として、二項ロジットモデルによる機関分担モデルが3トリップ種別ごとに作成された。

### 5.2.4 交通配分モデル

本調査の交通配分モデルは、私的交通機関の配分と公共交通機関の配分の二つのステップから成る。いずれも利用者均衡モデルを適用している。私的交通機関の配分では、BPR 関数を各リンクの遅れ関数として採用した。公共交通機関配分の費用関数では、混雑による不快さの影響が考慮されている。

## 5.3 交通網のシナリオ

調査団は、TransCAD 形式の現況道路ネットワークデータを更新した。将来道路ネットワークについては、PMTU-2025 で計画されている道路に加え、その後事業化された道路を追加した。Without ケースとしては、現況道路網を採用した。

将来の鉄道ネットワークについては、政府決定 (059-2010-MTC) の鉄道計画を想定する事が現実的であるため、これを追加した。なお、メトロポリターノとメトロ3号線、5号線の路線が重複しているため、3号線と5号線が無いネットワークも検討した。一方で既存の計画に加え、第6章で追加されたモノレールの提案路線についても、ルートに関する3つの代替案を追加した。

## 5.4 将来需要予測

### 5.4.1 トリップ数および機関分担

将来の私的交通機関、公共交通機関の朝ピーク時の OD 表推計の結果を表 5.1 に示す。表は、公共交通セクターへの大規模投資にもかかわらず、私的交通機関の利用割合が増加する結果を示している。これは、自動車普及率のさらなる進捗と、いくつかの道路プロジェクトの結果である。

表 5.1 将来の朝ピーク時交通需要予測 (2020-2030)

年	朝ピーク時トリップ数			割合	
	公共交通	私的交通	合計	公共交通	私的交通
2012	999,972	303,114	1,303,086	76.7%	23.3%
2020	1,090,237	346,943	1,437,180	75.9%	24.1%
2030	1,215,816	390,897	1,606,713	75.7%	24.3%
増加割合 2012-20	9.0%	14.5%	10.3%		
増加割合 2020-30	11.5%	12.7%	11.8%		

出典: 調査団

### 5.4.2 公共交通システムの需要予測結果

公共交通システムの需要予測結果を表 5.2 に示す。表は、第 6 章で検討している新路線を、2010 年に策定された鉄道網計画に追加した場合の結果である。3 号線の需要が最も高く、1 号線が 2 番目である。3 号線については、鉄道以外には輸送できない需要であるが、BRT のルートと重なっている。

表 5.2 鉄道への乗降客数推計値

	2020			2030		
	Line-1, 2, 4	MTC Plan	MTC Plan & New Route	Line-1, 2, 4	MTC Plan	MTC Plan & New Route
Line 1	436,000	428,000	530,000	574,000	672,000	697,000
Line 2	304,000	379,000	421,000	368,000	498,000	518,000
Line 3	0	569,000	582,000	0	716,000	699,000
Line 4	235,000	333,000	367,000	300,000	434,000	452,000
Line 5	0	104,000	109,000	0	117,000	122,000
New Route	0	0	175,000	0	0	202,000
Metropolitano	341,000	186,000	251,000	414,000	214,000	315,000

出典: 調査団

表 5.3 鉄道の断面交通量推計 (PHPDT)

	2020			2030		
	Line-1, 2, 4	MTC Plan	MTC Plan & New Route	Line-1, 2, 4	MTC Plan	MTC Plan & New Route
Line 1	25,000	24,000	28,000	35,000	38,000	40,000
Line 2	22,000	24,000	27,000	27,000	34,000	35,000
Line 3	0	39,000	39,000	0	53,000	49,000
Line 4	12,000	16,000	18,000	16,000	20,000	20,000
Line 5	0	8,000	9,000	0	9,000	10,000
New Route	0	0	15,000	0	0	17,000
Metropolitano	29,000	15,000	14,000	39,000	19,000	18,000

出典: 調査団

### 5.4.3 需要予測結果の考察

需要予測の結果より、以下の点が指摘できる。

- 1) 都心と郊外を結ぶ幹線道路は、ピーク時における混雑が激しくなる。このため、PMTU-2025 で提案された道路建設が不可欠であり、特に *Vía de Periférica*、*Av. Paseo de la República Sur*、及び *Autopista Ramiro Priale* の実現が重要である。
- 2) 都心部の幹線道路は、旧市街地を除き、通勤通学需要に対して断面で見た場合の交通容量に比較的余裕がある。このため、都心部の混雑が交差点の改良や適切な交通管理によってある程度解消できる可能性がある。
- 3) 南北方向の交通需要が高く、メトロ 1 号線と 3 号線は輸送力が大きいシステム、すなわち鉄道により整備する必要がある。3 号線はメトロポリターノと同じ *Tupac Amaru* を利用しているが、メトロポリターノは輸送力が不足している。
- 4) 東西方向では、メトロ 2 号線と 4 号線が計画されているが、需要面だけで判断すると、中量輸送システムでも対応できる可能性がある。これについては、第 6 章でさらに検討している。
- 5) メトロ 5 号線は約 10,000PHPDT の輸送需要があるものの、メトロポリターノと路線が重複しており、5 号線の整備は過剰投資になる可能性がある。
- 6) 2010 年に策定された都市鉄道計画路線は、縦横に交差しているため乗り換え需要が多い。このため、ある路線の計画変更の影響が、他の路線の需要に大きく影響する。また、乗り換え利便性の高い駅を整備する必要がある。
- 7) 上記の都市鉄道計画路線より郊外方向の需要も高い。このため、鉄道整備の際にフィーダーバスの整備を検討する事が望ましい。

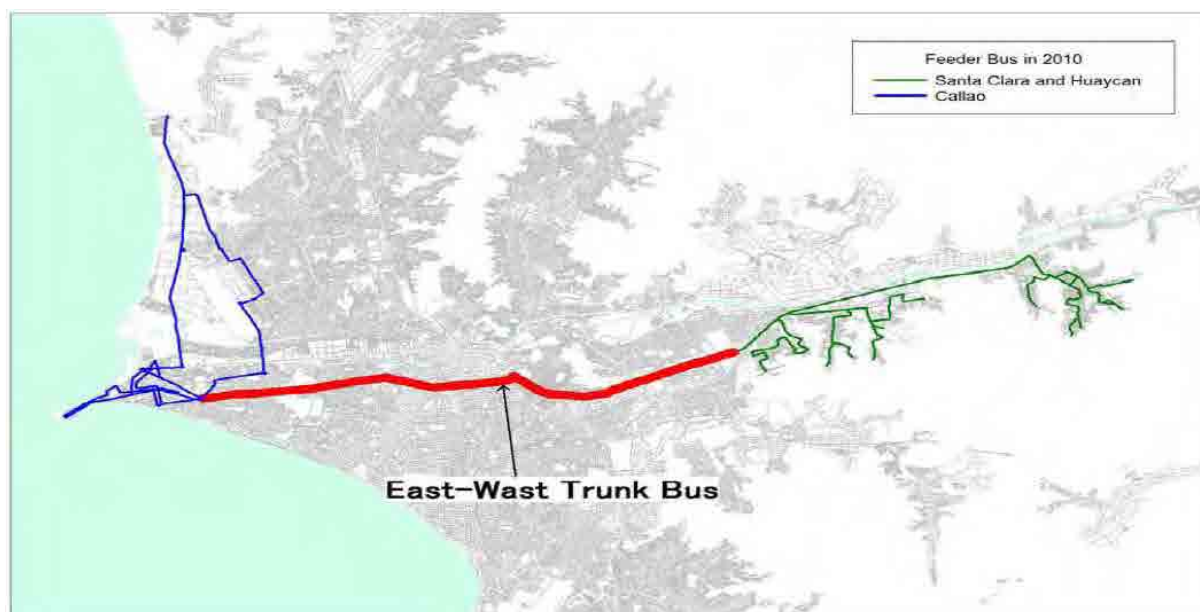


## 第6章 中量輸送システムの検討

### 6.1 検討の背景

#### 6.1.1 選択肢の一つとしての中量輸送システム

ペルーにおいては、都市交通システムの選択肢として BRT か鉄道かの議論が中心であった。PMTU-2025 においても、幹線バスと鉄道を都市交通システムの対象として計画を策定している。2007 年、JICA は PMTU-2025 の結論に基づいて Av. Venezuela - Carretera Central（東西軸）の幹線バス調査を実施した（図 6.1）。この東西軸は Protransporte によりメトロポリターノ No.2 として位置付けられた。



出典: JICA F/S (2007)

図 6.1 JICA F/S による東西幹線バス

一方で、この東西軸は 2010 年の政府決定（059-2010-MTC）により、鉄道網の路線 2 号線と位置付けられた。これら二つの計画は同じ道路を路線として利用しているため、このうち一つを東西軸に最適なシステムとして選択する必要がある。

一般的に、BRT と LRT の間の選択は、両者が同じような条件の路線に導入できる事から、議論になりやすい。一方、BRT と鉄道は性格（特に輸送力）がかなり異なるため、他の選択肢、すなわち両者の間のシステムとなる中量輸送システムが選択肢となり得る。

このような背景から、本調査においては、中量輸送システムを新たな選択肢として追加する事により、更新された需要予測をもとに都市交通システムを検討する事になった。

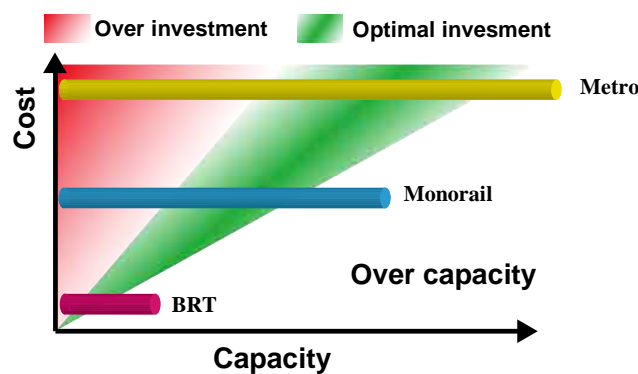
#### 6.1.2 システム選定

PMTU-2025 の調査では、公共交通ネットワークを検討するにあたって、BRT と鉄道のみが検討対象となっていた。その中では、BRT と鉄道の組み合わせにより 16 のシナリオが設定され、それらが評価された。評価基準として、事業費、裨益人口、費用対効果、道路の走行速度、混雑区間の総延長、CO<sub>2</sub>削減が採用された。

その方法は総合計画策定の段階では適切ではあるものの、個々の路線のシステム選定は様々な要素を考慮する必要がある。以下の項目はシステム選定に影響するものである。

- 交通需要
- 路線の状況
- システム統合
- 持続性
- 開発時期

図 6.2 は需要と輸送力の観点から最適な投資規模の概念を描いたものである。需要が低い場合には高い輸送力のシステムは過剰投資であり、低い輸送力のシステムを高い需要の路線に導入すると飽和状態になってしまう。中量輸送システムは両者の間を埋めるものである。



出典：調査団

図 6.2 最適投資の範囲

### 6.1.3 現計画の評価

#### (1) 需要予測による候補システム

第 5 章の需要予測結果から、2010 年策定の都市鉄道計画の各路線に適切と判断されるシステムは以下の通りである。なお、判定基準としては、ピーク時ピーク方向の最大輸送量（PHPDT）が 10,000 未満であれば BRT もしくは路面電車、10,000～20,000 では中量輸送システム、35,000 以上では鉄道で、20,000～35,000 の場合は路線条件等から判断する。

表 6.1 需要面と路線条件によるシステム候補

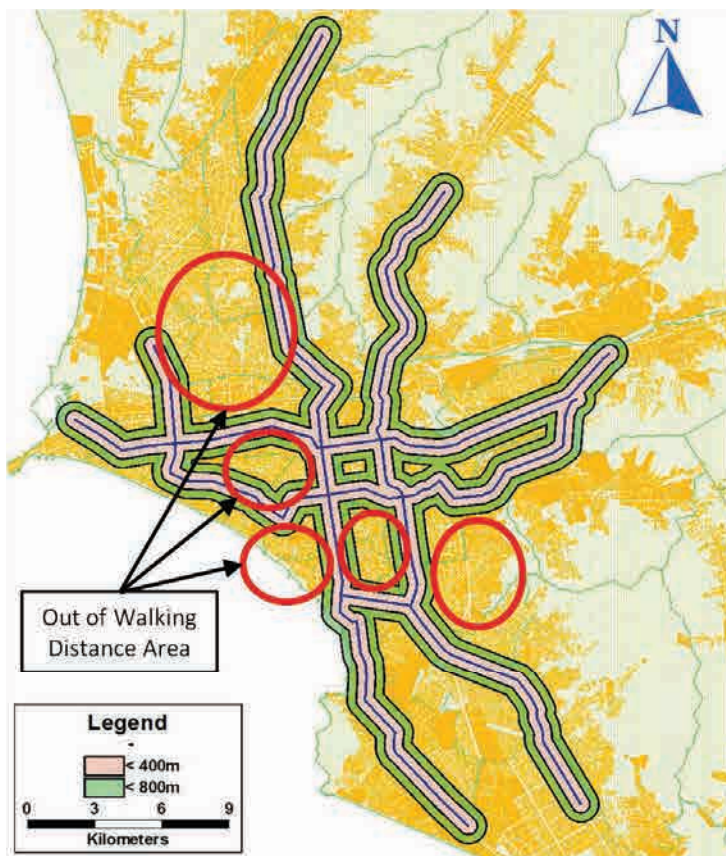
路線	PHPDT	路線条件	システム候補
1 号線	38,000	高架鉄道として延伸区間建設中	高架鉄道
2 号線	34,000	全線高架構造は困難	地下鉄
3 号線	53,000	全線高架構造は困難	地下鉄
4 号線	20,000	高架構造は可能であるが曲線半径の条件が通常の鉄道では厳しい	鉄道又は中量輸送システム
5 号線	9,000	高架構造は可能だが BRT と重複	中量輸送システム

出典：調査団

## (2) 鉄道のサービス圏域

図 6.3 は現在の都市鉄道計画における鉄道網のサービス圏域を図示したものである。図の帯の部分はそれぞれの路線から 400m と 800m の範囲を示している。一般的に 800m という距離は徒歩圏の最大距離である。この帯に含まれていない地域への移動にはフィーダーバスが利用される。Rimac 川北側の Av. Universidad 沿い (San Martin de Porres, Los Olivos) に空白地帯がある。ここは人口も多く、交通需要も高い。現在、この地域にはメトロポリターノのフィーダーバスがサービスしている。この地域にはマストランジットを導入する必要がある。

需要が高い主要な都市軸には都市鉄道の計画路線が通っている。しかしながら、いくつかの都市軸には鉄道が通らない。例えば Av. Universitaria の需要は高いが、この都市軸にはマストランジットの計画はない。



出典:調査団作成

図 6.3 リマの鉄道システムの徒歩圏

## 6.2 中量輸送システムの検討

### 6.2.1 対象システムと対象ルート

前節に記述したように、需要予測の結果から、都市鉄道の計画路線のうちメトロ4号線は中量輸送システムが最適である可能性がある。1号線は高架鉄道として建設中であり、3号線の需要に応じるには鉄道しかない。2号線は中量輸送システムで輸送可能な需要であるが、経済性を考慮すると鉄道が適している可能性があり、路線の条件を確認する必要がある。5号線は需要が小さく、現在のメトロポリターノで対応可能と予想される。

一方、現計画のサービス圏域と潜在的需要の分析から、PMTU-2025で提案された幹線バス路線のいくつかを繋ぐ形でルートが中量輸送システムに適した路線として特定された。

中量輸送システムには、LRT、新交通システム、モノレールなどのシステムがある。このうちモノレールには小型、中型、大型のタイプがあり対応可能な需要の幅が広い。また、リマにおける都市環境との調和の観点から優れたシステムである。

以上のことから、4号線と新路線を対象に、モノレール導入の可能性を検討した。

### 6.2.2 モノレールの長所

図 6.4 に、モノレールの車体と軌道を示す。

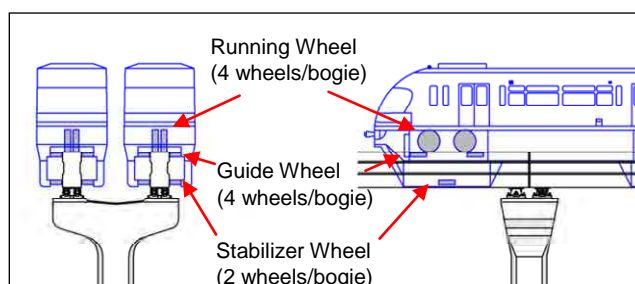


図 6.4 モノレールの車体と軌道

モノレールの利点は以下の点に要約される。

- 路線の線形条件に非常に柔軟に対応可能
- 環境にやさしい
- 幅広い輸送力

2010年政府決定の都市鉄道計画に見るように、計画路線では半径が小さいカーブが要求される。高架区間においては、システムの最小回転半径を維持するよう路線を計画する必要がある。モノレールの最小回転半径は70mであるため、最小回転として250mが必要となる通常の鉄道に比べ、柔軟な対応が可能である。

モノレールの構造は図 6.5 に示すように、多くの公共交通システムで採用されるスラブ構造に比較して細身である。



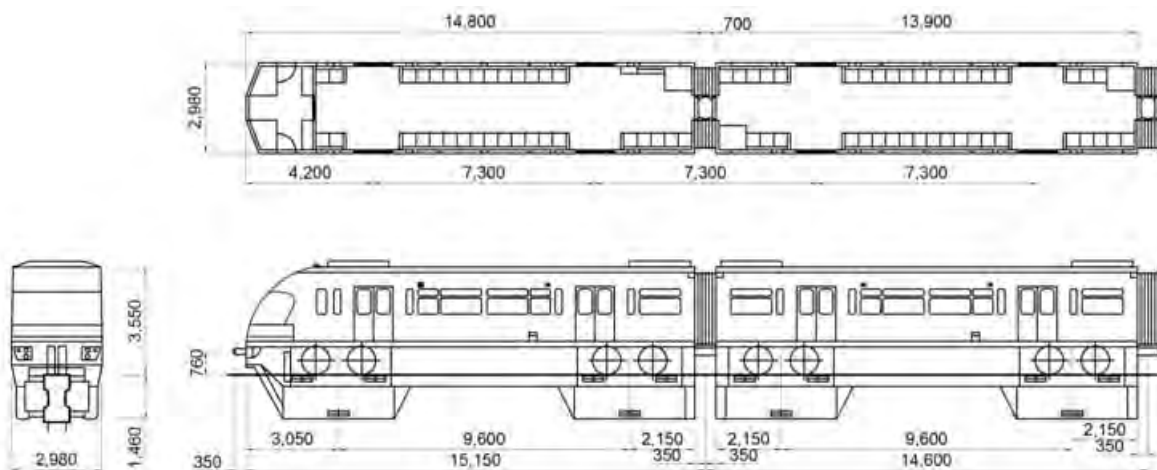


出典:調査団

図 6.5 モノレールの軌道構造と通常のスラブ構造

### 6.2.3 モノレール車両のデザイン

図 6.6 は、モノレールの座席配置の一例である。Line-1 同様、ロングシートの適用を想定する。車いすスペースとスパイラルシュートなどの緊急避難用設備も設定される。



出典: 調査団

図 6.6 モノレールの寸法と座席配置

車体長は通常の鉄道と比較して短いため、列車あたりの輸送力は通常の鉄道に比べて小さい。しかしながら、モノレールは6両編成で900人以上の旅客を輸送する事が可能である。表 6.2 にモノレールの列車容量を示す。

表 6.2 列車容量

	2 両編成	3 両編成	4 両編成	6 両編成
列車容量 (人)	302	463	624	946
列車長	30.0m	44.9m	59.5m	88.7m

注：立席は6人/m<sup>2</sup>として計算

出典：調査団

### 6.3 ルート調査

本調査では、MTC が 2 号線を地下鉄として計画している一方で Protransporte による東西軸への BRT 計画が存在していた調査の初期では、2 号線と 4 号線に中量輸送システムの検討を行う予定であった。東西軸は最終的に地下鉄となったが、調査団は 2 号線へのモノレール導入のための現地調査も実施した。

### 6.3.1 4号線

需要予測の結果では、中量輸送システムが望ましいと言えるが、必要車両数が多くなるため、初期投資額によっては鉄道が有利になる可能性もある。モノレールは、4号線の路線条件については、高架方式の場合に小さい回転半径が必要となるため、その長所を活かせる事ができる。また、1号線との交差点で急勾配を適用する事が可能であるため、建設費を削減する事が可能である。図 6.7 は、4号線にモノレールを導入する場合の路線図である。図に示す通り、小さな回転半径でも対応可能となっている。

需要予測の結果では、モノレールは4号線の将来需要に対応する事が可能である。表 6.3 に、4号線にモノレールを導入する際のシステム概要を示す。

表 6.3 4号線モノレールの前提条件と概要

項目	内容
線形	
路線長	29k500m
駅数	32 駅
小規模カーブ区間 (300未満)	100m: 3箇所 150m: 1箇所 300m: 3箇所
急勾配区間 (i=6%)	1 箇所
鋼桁区間	31 箇所
長径間橋	1 橋
サービス	
需要予測	35,000 PHPDT
表定速度	35km/h
列車編成	8-両編成
運行間隔	2 分
輸送容量	38,000 PHPDT

出典：調査団



### 6.3.2 新路線

PMTU-2025 の鉄道計画では、旅客需要が高い Av. Universitaria 沿いの計画がある。図 6.3 に示すように、現在の都市鉄道計画ではこの通り沿いの地域は鉄道のサービス圏にはなっていない。他にも現計画のサービス圏になっていない路線がある。それは Av. Angamos Este で、4号線と3号線南区間の間を通る。MTC との協議にもとづき、Av. Universitaria と Av. Angamos Este を通るモノレールの路線が計画された。表 6.4 に提案路線選定の考え方を示す。車両基地の場所と、幹線道路の位置によって3つの代替案が考えられるが、需要予測の結果、図中 C の路線を選定した。

需要予測の結果では、Av. Universitaria の需要は非常に高く、Av. Angamos の需要は低い。このため、新路線の計画は二つのフェーズに分割された。

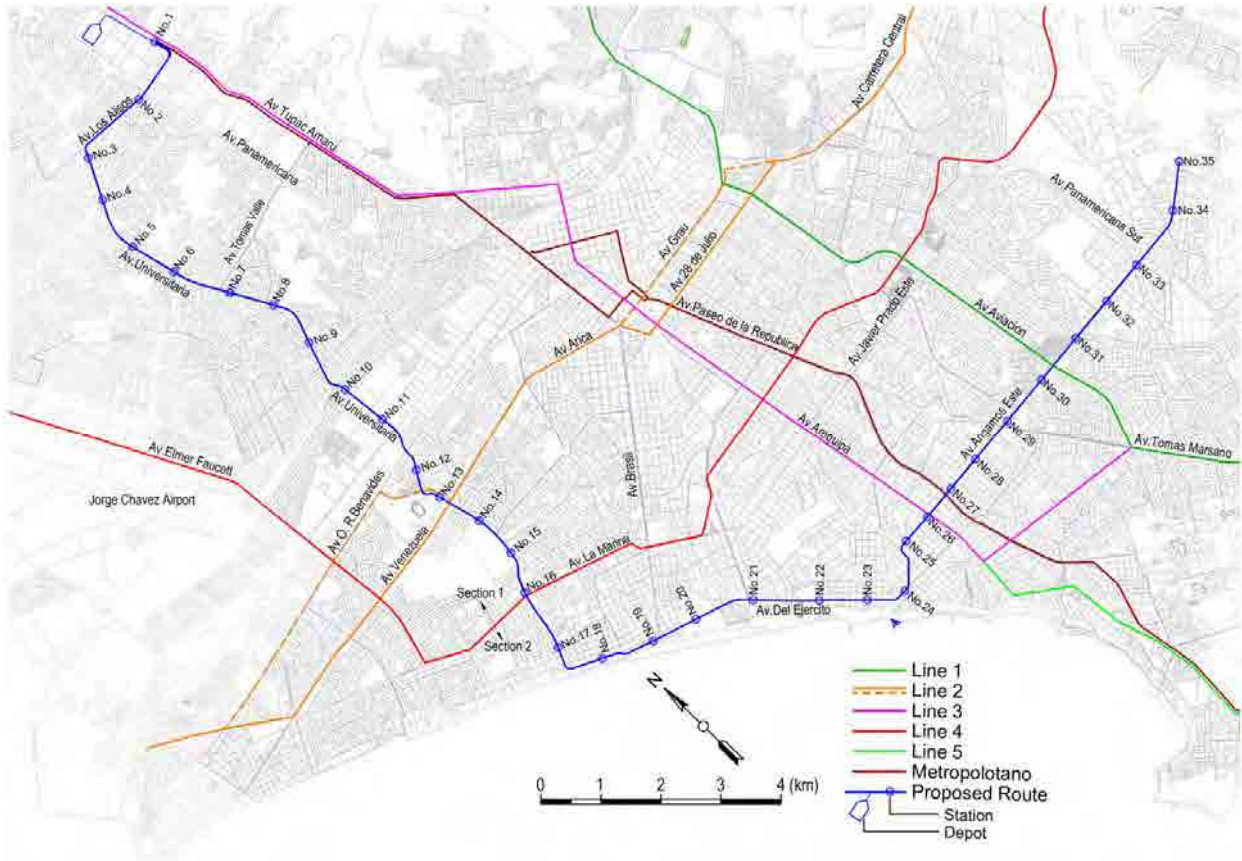
表 6.4 提案路線の選定

	<p>現在の都市鉄道計画では、以下の2箇所の空白地域がある。</p> <p>A) Av. Universitaria 沿い (南北軸) B) Av. Angamos Este 沿い (東西軸)</p> <p>これより、Av. Universitaria と Av. Angamos Este 沿いに新路線を提案する。</p> <p>(図ではサービス圏を各駅から 1km としている)</p>
	<p>北側の終端駅の位置により、以下の3案が考えられる。</p> <p>C) メトロポリターノの Naranjal 駅との接続 D) 国際空港との接続 E) 長距離バスターミナル (Gran Terminal Terrestre)</p> <p>需要予測の結果から、代替案 C が選択された。</p>

出典：調査団

図 6.8 に提案路線の路線図を、表 6.5 に提案システムの概要を示す。





出典：調査団

図 6.8 提案路線

表 6.5 提案路線の概要

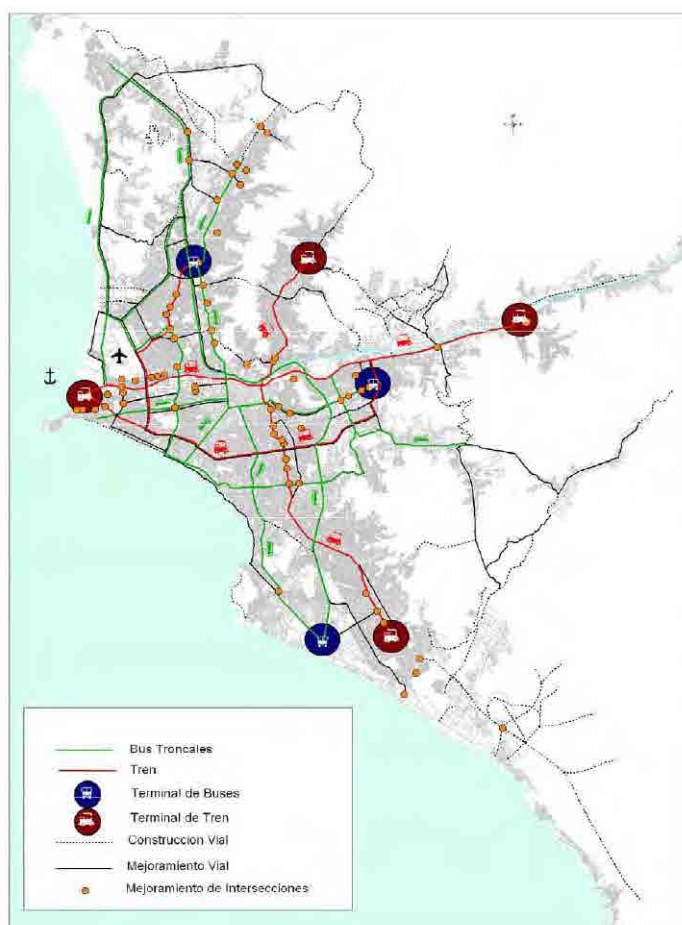
項目	フェーズ 1	フェーズ 1&2
路線		
路線長	13k690m	30k150m
駅数	16 駅	35 駅
小規模カーブ区間 (300m 未満)	100m: 5 箇所 150m: 2 箇所 300m: 4 箇所	100m: 12 箇所 150m: 2 箇所 300m: 4 箇所
急勾配区間 (i=6%)	3 箇所	5 sections
鋼桁区間	10 箇所	22 sections
長径間橋	無し	1 橋
サービス		
需要予測	10,000 PHPDT	22,000 PHPDT
表定速度	35km/h	35km/h
列車編成	6 両編成	6 両編成
運行頻度	5 分	2.5 分
輸送容量	11,300 PHPDT	22,700 PHPDT

出典：調査団

## 第7章 総合交通計画（PMTU-2025）のレビュー

### 7.1 PMTU-2025 の概要

リマ・カジャオ首都圏総合交通計画（PMTU-2025）は2005年にリマ・カジャオ交通審議会（CTLC）と JICA の協力によって策定された。調査の中では、現況の分析と将来のシナリ分析のため、34,000 を超える世帯への聞き取り調査を含むパーソントリップ調査が実施された。PMTU-2025 は、1)道路施設、2)鉄道、3)幹線バス、及び4)交通管理の4分野を対象に策定された。図 7.1 は、PMTU-2025 のプロジェクト地図である。



出典: PMTU-2025

図 7.1 PMTU-2025

PMTU-2025 は表 7.1 に示すように5.535百万USDの投資による68プロジェクトを提案している。提案事業には道路施設、鉄道、幹線バス、そして交通管理プログラムが含まれている。

表 7.1 セクター別プロジェクト数と事業費

	道路施設	鉄道	幹線バス	交通管理	合計
プロジェクト数	33	7	18	10	68
事業費 百万 USD	2,374	2,024	981	156	5,535

出典: PMTU-2025

## 7.2 社会経済フレームワーク

PMTU-2025 の調査では、リマ・カジャオ首都圏の将来人口を推計している。PMTU-2025 によれば 2004 年の人口は 8.0 百万人で、2010 年には 8.85 百万人、2025 年には 10.6 百万人に達すると推計された（表 7.2）。実際の人口は 2010 年に 9.16 百万人である。人口推計は本調査で見直され、前回の推計値より大きい予測となった。この違いは 2004 年の人口推計値の違いによる。前回調査では 2004 年の人口を 8.0 百万人と推計していたが、実際には 2005 年時点で 8.5 百万人であった。

表 7.2 PMTU-2025 における将来人口推計

(百万)

	2010	2015	2020	2025
人口	8.85	9.48	10.06	10.57
本調査における見直し	9.16	9.90	10.69	11.48

出典: PMTU-2025 及び調査団

PMTU-2025 では、中心部の人口が増加すると予想していたが、実際には中心部の人口は 2004 年から減少している。実際の人口増加は、予想より郊外部で高く、中心部で低いものであった。

ペルーは近年高い経済成長を実現している。PMTU-2025 では 2005 年から 2010 年までの実質 GDP の年間増加率を 4% と想定していたが、この 5 年間での実際の増加率は年率 7.2% の伸びであった。一人当たり GDP の伸びも予想では年率 2.0% であったが、実際には年率 6.0% の増加率であった。

## 7.3 需要分析

PMTU-2025 の調査における需要予測では、2025 年の交通需要は 2004 年の 1.48 倍になるという結果になっている（一日トリップ数が 12.1 百万から 18.0 百万トリップになる）。交通手段分担率の変化は表 7.3 のようになると推計されている。

表 7.3 PMTU-2025 における交通手段分担率の推計

	2004	2025
自家用車	15.3%	22.5%
タクシー	7.4%	7.0%
公共交通	77.3%	70.5%

資料: PMTU-2025

同調査は、何も事業を実施しない場合には平均速度が 16.8km/h から 7.5km/h に低下すると予想し、平均通勤通学時間が 44.9 分から 64.8 分に増加すると予想している。

## 7.4 公共交通計画

### 7.4.1 鉄道

前回調査では鉄道とLRTを比較し、LRTでは需要を満たす事が出来ないと結論づけている。しかしながら、提案された鉄道は平面方式の鉄道であり、これは高架や地下の鉄道システムより輸送力が低い。図 7.2 は PMTU-2025 における鉄道網である。前回調査時点で既に構造物が高架で建設中だった路線 1 のみ、高架での提案となっている。高架方式ではなく平面方式が提案された理由は、PMTU-2025 の報告書で明記されていないため明らかではない。しかしながら PMTU-2025 は、「既存の鉄道構造物や施設の有効活用」が鉄道網計画の基本方針の一つであった事から、事業費の削減が PMTU-2025 の中で重要な配慮事項であったと推測される。



出典: PMTU-2025 (調査団作図)

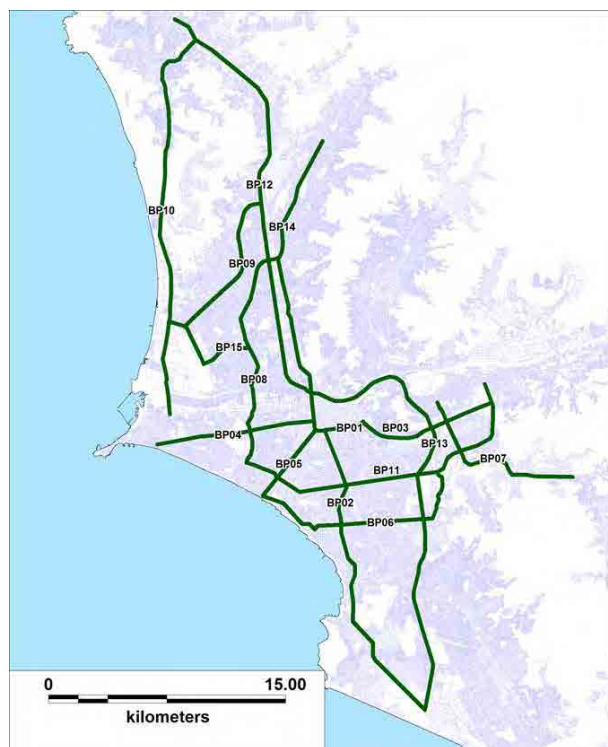
図 7.2 PMTU-2025 における鉄道網計画

### 7.4.2 幹線バス

PMTU-2025 の調査では図 7.3 に示す通り、17 の幹線バス路線が特定されたが、バス走行レーンの形式については明確にしていない。PMTU-2025 では、1)幹線バス、2)バス専用レーン、3)バス優先レーンの3つの形式を提案している。幹線バスは他の交通から完全に切り離されており、バス専用レーンは他の交通とは道路の路面の標識で区別されている。これらの形式には車両あたり容量が150~200人の連結バスが提案されている。バス優先レーンでは、容量が80~100人の大型バスが提案されている。

幹線バスの輸送力は 25,000 人/時/方向と設定されている。代替案分析の後、15 の幹線バスが選ばれ、このうち COSAC プロジェクトのみが BRT システム（メトロポリターノ）として実現し、2010 年に開業した。

2007 年に JICA は東西軸（Av. Venezuela 幹線バス、Av. Grau 幹線バス、及び Carretera Cebtral 幹線バス）のフィービリティ調査を実施した。しかしながらこの東西軸には 2010 年の政府決定により、鉄道（路線 2 号）を導入することになった。



出典: PMTU-2025 (調査団作図)

図 7.3 PMTU-2025 における幹線バス計画

## 7.5 公共交通計画の評価

鉄道は 1 号線を除き平面で計画されているが、将来の交通需要に対処するには高架か地下とすべきである。南北軸と東西軸の需要に対処するため、鉄道と幹線バスの計画は、2010 年に策定された都市鉄道計画（D.S. 059-2010-MTC）をもとに再構築する事が望ましい。この際、事業費推計の見直しに加え、中量輸送システムの導入も選択肢として検討すべきである。本調査では、幹線バスのいくつかを統合し、メトロ 6 号線として提案している。

## 7.6 道路と交通管理

### 7.6.1 道路計画

PMTU-2025 において、道路網計画は、1)全国高速道路、2)首都圏高速道路、及び 3)幹線道路・補助幹線道路の 3 区分の道路を対象に策定された。道路網開発計画は、1)道路建設及び改善、2)道路拡幅、3)新規住宅地域における道路建設から成る。また、62 の交差点改良が提案された。図 7.4 は 2025 年における道路網の計画を示す。



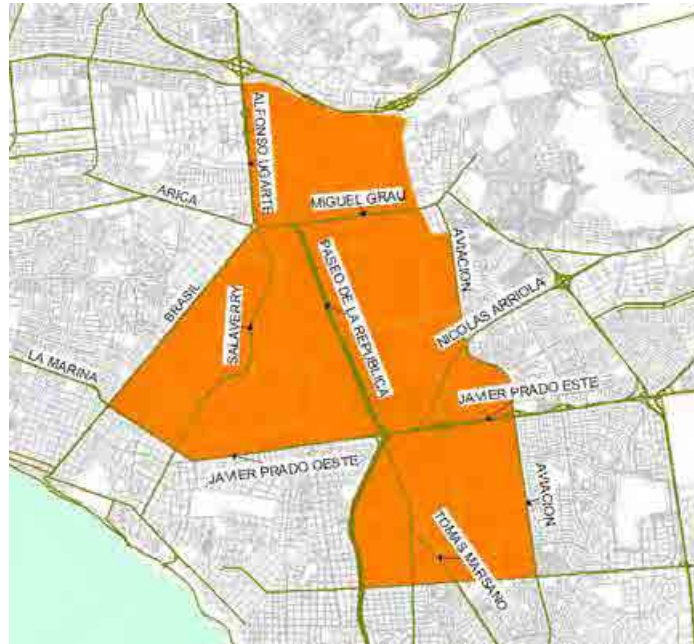


出典: PMTU-2025

図 7.4 PMTU-2025 における道路網計画

### 7.6.2 交通管理

交通需要管理 (TDM) 計画では、12 の典型的な TDM 手法が評価され、ナンバープレート規制が首都圏における最適な手法と判断されたものの、最終的には調査の技術審査委員会を経て、地域通行許可証制度 (ALS) の採用が決まった。図 7.5 に、提案された ALS の実施地域を示す。ALS は短期計画に提案されたが、実施されていない。ALS は自動車の利用を抑制するものであるため、代替公共交通システムが不可欠である。



出典: PMTU-2025

図 7.5 地域通行許可証制度の適用地域

### 7.6.3 道路計画及び交通管理計画の評価

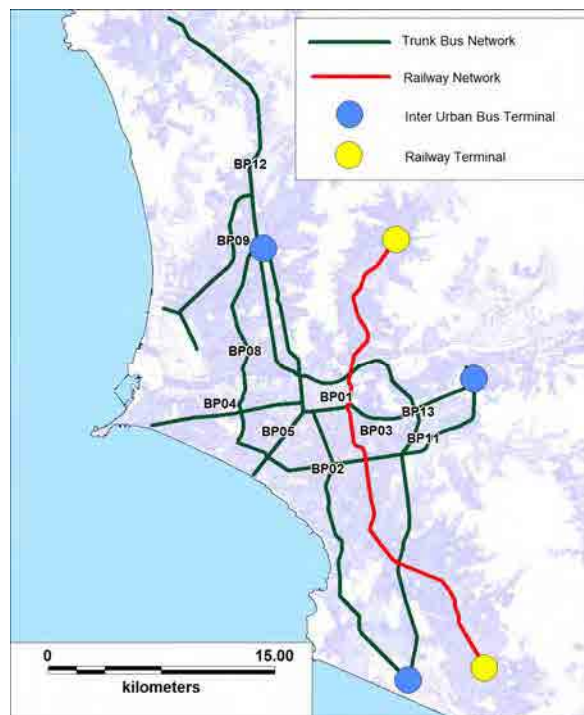
計画のうち、Costa Verde はすでに実現しているが、需要予測の結果から非常に重要な道路となっている。今回の需要予測では、郊外部の人口増加が前回推計値より多く、結果として郊外と都心を結ぶ道路の交通量が増大する結果となっており、幹線道路の重要性が増している。需要予測の結果、特に重要な道路としては、Vía de Periférica、Av. Paseo de la República Sur、及び Autopista Ramiro Priale である。なお、PMTU-2025 には含まれていなかった Linea Amarilla は Rimac 川沿いの混雑軽減に重要な事業である。

需要予測の結果を見ると、都心部の幹線道路はピーク時の交通容量が必ずしも不足しているという状況ではない。それにもかかわらず渋滞が発生しているのは交差点や中心市街地の細街路などのボトルネックが要因と考えられるため、適切な交通管理が重要である。一方、PMTU-2025 で提案されている自動車の利用抑制策を導入するには、マストランジットのネットワークが不十分である。自転車道路整備ともあわせ、導入のタイミングを再検討する必要がある。

## 7.7 短期計画

### 7.7.1 PMTU-2025 の短期計画

PMTU-2025 の調査では、6つの基準により優先事業を特定し、33 プロジェクトから成る 2005 年から 2010 年までの短期計画を策定した。そこでの基準とは、(1)交通計画の方針、(2)経済効果、(3)交通改善効果、(4)プロジェクトの特性と条件、(5)実施中事業の進捗状況、そして (6)毎年の投資額のバランス、である。全事業費は 1,295 百万 USD で、2025 年までの PMTU-2025 の総事業費の 24%を占める。図 7.6 は、短期計画のうち鉄道と幹線バスの計画について図示したものである。



出典: PMTU-2025 (調査団作図)

図 7.6 PMTU-2025 における短期の鉄道計画と幹線バス計画

### 7.7.2 短期計画の実施状況

図 7.7 は短期計画のうち、実施されたプロジェクトの位置を示している。33 事業のうち、実現したのは下記の 6 事業である。

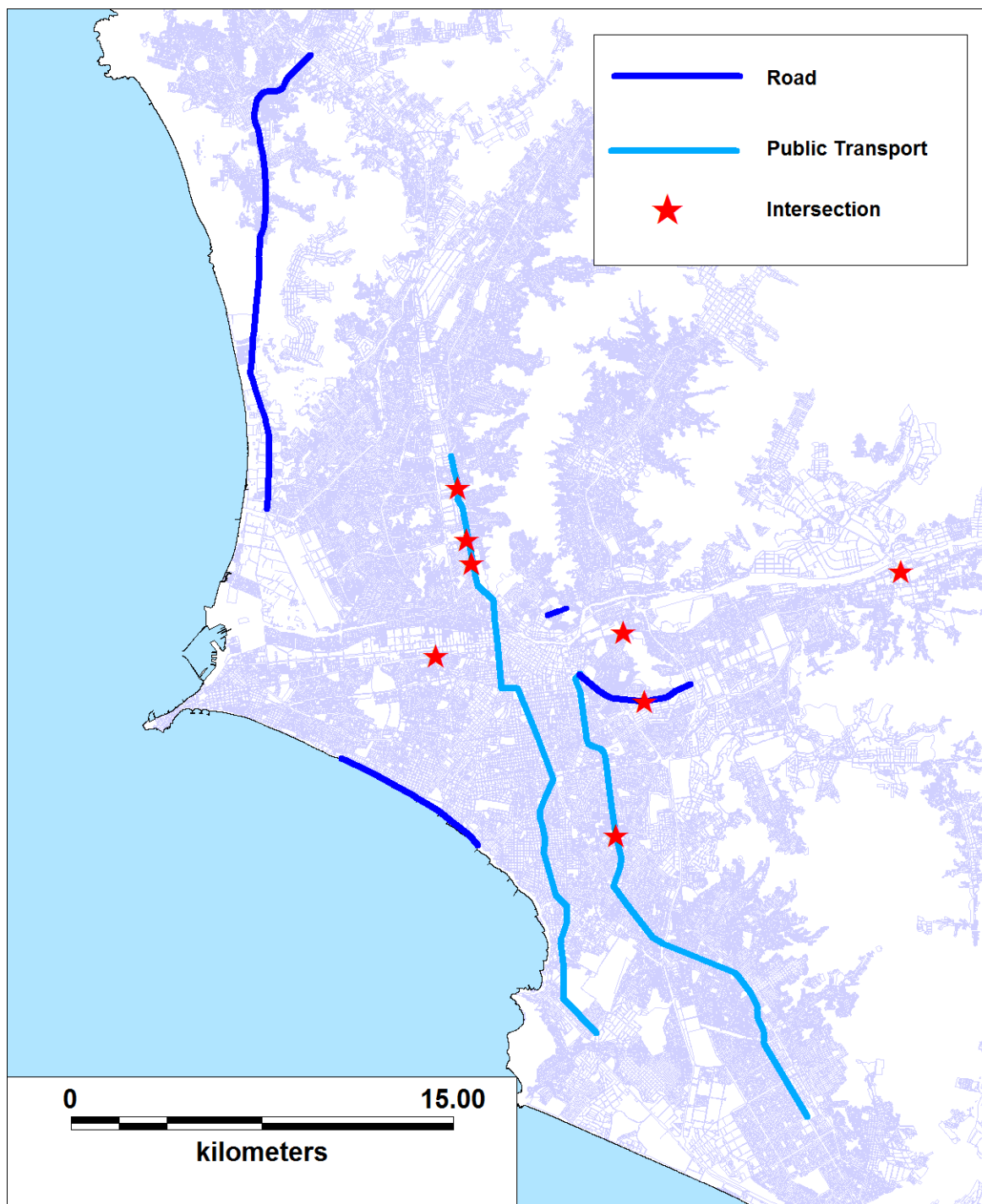
- 1) メトロ 1 号線の建設
- 2) COSAC 事業 (Metropolitano)
- 3) Av. Elmer Faucett の改良
- 4) Av. Universitaria の改良
- 5) 系統式信号システムの導入
- 6) 交差点改良事業 (一部)

なお、Costa Verde 道路建設は中期計画と位置付けられていたが、実現している。また、いくつかの交通管理計画では、「プランニング」がプロジェクトとなっており、その「プランニング」は 2007 年の JICA F/S の中で実施された。

他の事業が実現されなかった理由として、以下の要因が考えられる。

- 幹線バスのプロジェクトが多過ぎた。幹線バスは鉄道よりは早期に実現可能であるが、図で提案しているプロジェクトを実現するには 5 年間は短すぎる。
- 他に優先となる事業があった。中期計画として位置付けられたいくつかの事業については、短期計画の期間中に実施された。





出典: 調査団 (PMTU-2025 をもとに作成)

図 7.7 PMTU-2025 のうち実現したプロジェクト

### 7.8 都市交通の課題

本調査においては、交通調査と需要予測及び PMTU-2025 のレビュー結果より、以下の点が都市交通の課題として指摘された。

### 7.8.1 市街地の拡大

PMTU-2025 は将来土地利用計画にもとづく人口分布を前提に策定された。しかしながら、実際の都市開発動向は計画とは異なるものであった。JICA 調査団は、人口推計を見直し、実際の人口動向を反映した将来の人口分布を修正した。その結果、郊外地域、特にサン・フアン・デ・ルリガンチョなど北部地域の将来人口推計値は PMTU-2025 より大きくなった。このことから、郊外部、特に北部地域における交通インフラ開発の重要性が PMTU-2025 策定時よりも増した。また、交通インフラの整備を需要に対応させるだけでなく、都市開発を適切に誘導して、効率的な公共交通システムの構築を実現する事が望まれる。さらに、PMTU-2025 で想定していた中心市街地の人口回復も長距離の交通需要を減らすために有効であり、そのための施策が望まれる。

### 7.8.2 通勤時間の増加

パーソントリップ調査の結果によれば、通勤の平均時間は約 45 分である。また、バスの平均移動時間は約 50 分である。市街地の拡大に伴い、移動時間はより長くなると予想される。交通機関利用者意識調査の結果に見るように、バス利用者の移動時間短縮は重要な課題であり、速度の速い公共交通機関を整備する事が、特に郊外居住者のために必要である。

### 7.8.3 自家用車の増大

現在、リマでは徒歩・自転車を除く交通における公共交通機関の分担率は 70%にもなる。第 4 章で推計したように自動車の数は将来も増加するが、今後は鉄道網が整備され、一方で将来も幹線道路で混雑が残る事から、JICA 調査団はピーク時における機関分担率はそれ程大きくは変化しないと推計した。しかしながら、急速な市街地の拡大を背景に、推計値よりも自家用車の利用割合が高くなる可能性はある。現在、郊外の自動車保有率は中心部に比較すると低い、所得が向上しているため、適切な公共交通機関が整備されない場合、自動車の利用が増大する。

### 7.8.4 メトロポリターノの容量限界

メトロポリターノは、需要の高い路線を通り、2010 年開業以来リマにおける都市交通を大幅に改善してきた。現在、そのサービス圏域はメトロ 1 号線よりも広い。需要予測によれば、他のマストランジットが整備されない場合、将来需要はメトロポリターノの容量を超えることになる。

### 7.8.5 モーダルシフト

交通機関利用者意識調査によれば、メトロポリターノとメトロ 1 号線の利用者の 95%はバスやコンビなどの公共交通利用者である。自家用車の利用者は、公共交通よりも自家用車の利用が便利な中心市街地に集中している。需要予測によれば、都市鉄道計画の 5 路線が全て実現したとしても、幹線道路の混雑は残る。自家用車から公共交通への転換促進は、道路混雑の解消のために重要である。メトロの整備にあたっては、パーク&ライド施設の整備も必要となる。

### 7.8.6 インターモーダル交通

メトロポリターノは大規模ターミナルとフィーダーバス網により多くの旅客に利用されて

いる。需要予測では、バスとメトロ（もしくはモノレール）の間の乗り換えが便利であると仮定している。フィーダーバスからターミナル駅での乗り換え需要は非常に大きいと予想されているため、インターモーダル施設の整備が重要な課題である。さらに、フィーダーバスとメトロの料金統合も検討すべきである。バスとメトロの乗り換えに追加料金が必要である点が、将来ともバス需要が残る理由の一つだからである。

### 7.8.7 駅の乗り換え

需要予測の結果では、メトロの各路線間の乗り換え需要が非常に高い。徒歩の時間と駅間の距離を短くする事は、駅の容量と同様に重要な課題である。

### 7.8.8 新しい公共交道路線

本調査では、PMTU-2025 において幹線バス路線として位置付けられたルートをも metro 6 号線として提案している。本調査での概略検討によれば、当該路線にはモノレールが最適なシステムである。この路線を都市鉄道計画に含める事が望ましい。