

第4章 戦略的環境アセスメント

4.1 環境管理法規制

4.1.1 環境法

環境法（法第6号1992年）は、ボリビア国土の環境管理、環境汚染防止、有害物質取扱い、及び廃棄物管理について規定する。本法の施行規則1995年閣僚例27176号(DS27176)は以下規定によって構成される。

①環境管理全般規定、②大気汚染防止規定、③水質汚濁防止規定、④有害物質取扱い規定、⑤一般廃棄物管理規定、及び⑥環境保全・管理規定

環境影響評価制度は、法の第4章の施行規則、環境管理全般規定（RGGA）によって規制されている。

4.1.2 環境影響評価制度

上述の環境管理全般規定によって環境影響評価制度が定められている。同制度の国レベルの主管は、環境水資源省傘下の環境・生物多様性・気候変動次官室が担う。一方、所轄自治体は環境影響評価制度のスクリーニング、及び制度除外承認証の交付権を有し、また、関連市町村は、環境影響評価の許認可プロセス資料につき助言と監査を行使する権限を持つ。なお、サンタクルス県内に影響を及ぼすと想定されるプロジェクトに対し、県の持続可能な開発・環境局がその許認可プロセスを管理する。

4.1.3 ボリビア国の戦略的環境アセスメントの導入

環境法とその施行規則RGGAは、国家による計画、及びプログラムに対し、戦略的環境アセスメント（SEA）の適用を可能とする。その実践を目的に2007年に当時の国家環境庁によってSEA啓発マニュアルが策定されたが、SEA施行規則の未制定状態が続き、適用が遅れている。

4.2 環境の動態

4.2.1 主要項目のベースラインデータ

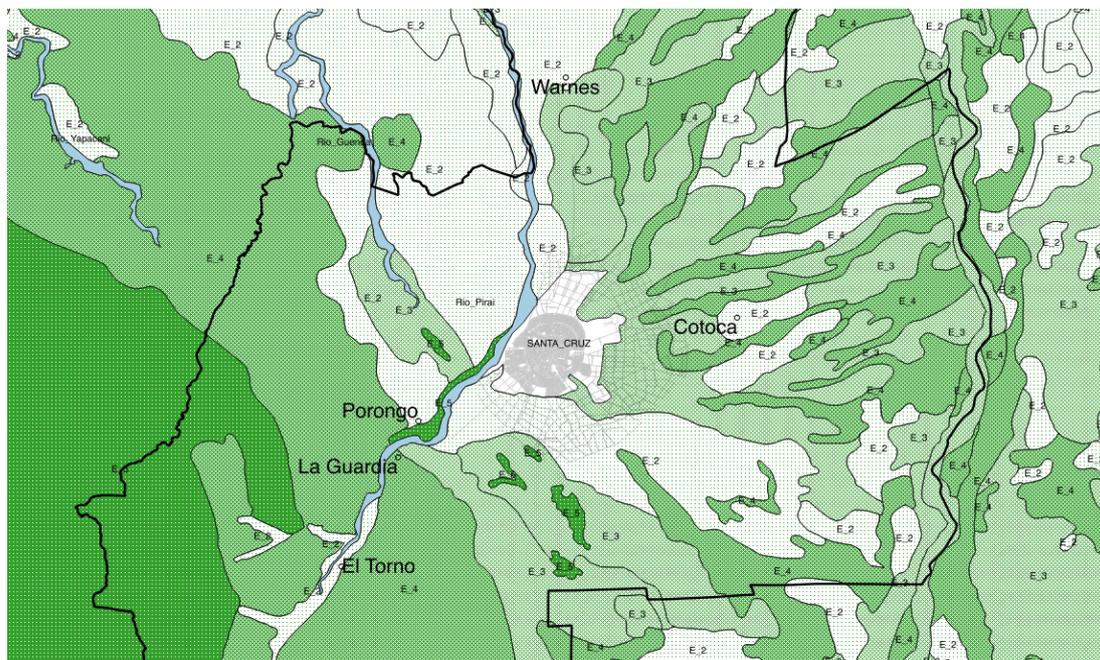
(1) サンタクルス都市圏の生態学的評価

エコリージョン、土壌学的特性、動植物相、観光地等の分布、及びサンタクルス県土地利用計画（PLUS）を参考にサンタクルス都市圏の生態学的評価が実施され、以下区分が指定された。

- ① E1：生態学的価値が非常に低い地域
- ② E2：生態学的価値が低い地域

- ③ E3：生態学的価値が認められる地域（局所的に環境保全・保護活動が対象となる地域）
- ④ E4：生態学的価値が高い地域（環境保全・保護活動に支障を来たさない活動のみが認められる）
- ⑤ E5：生態学的価値が非常に高い地域（環境保全・保護活動のみが認められる）

下図にサンタクルス都市圏の生態学的評価区分図を示す。



出典：サンタクルス県持続可能な開発・環境局をもとに JICA 調査団作成

図 4-1 サンタクルス都市圏の生態学的評価区分図

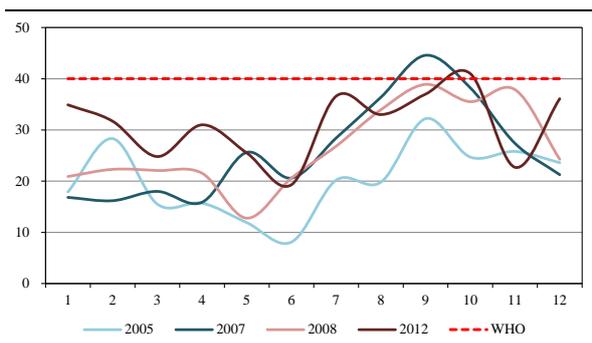
(2) サンタクルス都市圏の大気質

サンタクルス市環境局は、11ヶ所に設置したモニタリングステーションの大気質（二酸化窒素、オゾン、10 μ m 以下の浮遊粒子）を記録している。図 4-2 に大気中二酸化窒素（NO₂）濃度の推移を示す。一時的に世界保健機関（WHO）の NO₂ ガイドライン値（年間平均 40 μ g/m³ 以下）を超過していることが分かる。

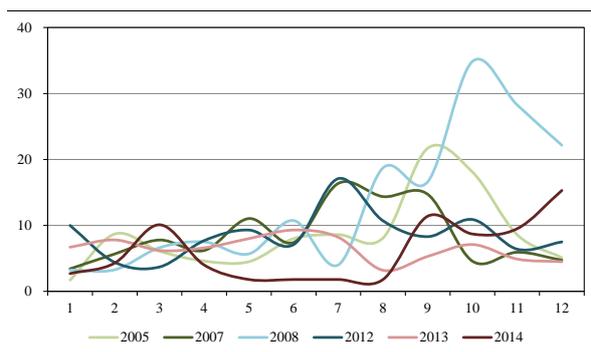
図 4-3 に大気中オゾン濃度の推移を示す。オゾンに関しては、WHO のガイドライン値（8 時間平均 100 μ g/m³ 以下）の許容範囲にある。

図 4-4 にサンタクルス市の大気中の 10 μ m 以下の浮遊粒子（PM10）濃度の推移を示す。WHO ガイドライン値（年間平均 20 μ g/m³ 以下）を大幅に超過しており、更に緩和型のボリビア国大気環境基準（年間平均 50 μ g/m³ 以下、24 時間平均 150 μ g/m³ 以下）も超えている。

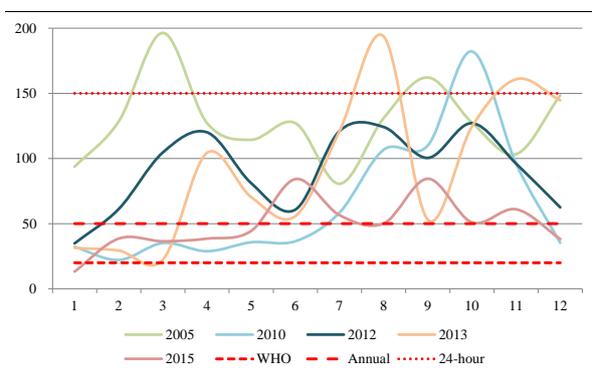
サンタクルス都市圏における大気質は、現在のところ自動車の排気ガスがもたらす効果よりも焼畑農業による影響の方が遥かに大きい点の特徴である。



出典： サンタクルス市環境局、JICA 調査団処理
図 4-2 サンタクルス市の大気中 NO2 濃度 (µg/m³) の推移



出典： サンタクルス市環境局、JICA 調査団処理
図 4-3 サンタクルス市の大気中オゾン濃度 (µg/m³) の推移



出典： サンタクルス市環境局、JICA 調査団処理
図 4-4 サンタクルス市の大気中 PM10 濃度 (µg/m³) の推移

4.3 環境評価項目、開発シナリオ評価

4.3.1 主要関連計画・制度

(1) 土地利用計画

サンタクルス県は 1995 年にサンタクルス県土地利用計画 (PLUS) を策定、閣僚例 24124 号 (DS24124) によって制定している。

(2) 大気質の管理

国レベルでは、国家大気質管理プログラムによって「Red MONICA」と称する大気質モニタリングネットワークの構築が進められており、2025 年目標として人口密度の高い地方自治体とのデータ管理システムの結成を目指している。

(3) 保護区の管理

サンタクルス県法 98 号 (2015 年 5 月制定) によって、所轄保護区の管理制度を設置し、持続可能な開発・環境局保護区管理部を監督機関とする。

(4) 気候変動適応策

サンタクルス県の気候変動適応策は、①森林資源の持続可能な開発と保全、産業セクター一温室効果ガス排出抑制、森林伐採の低下と森林火災・焼畑防止を焦点とした気候変動適用のためのアクションプラン策定、②河川流域管理プログラムの発動、及び③温室効果ガス排出量のインベントリーに基づいて検討を進める方針である。

(5) 非自発的住民移転

法 2028 号（1999 年制定）「自治体法」によって土地の収容プロセスが規定されている。本法にしたがい、サンタクルス市は、土地の収容に係る許容公共用途、利用範囲、強制収容・利用権取得について市条例 84/2015 号によって定めている。

4.3.2 評価基準による開発シナリオ別の比較分析

(1) 比較基準① 温度上昇

都市開発に伴う緑地や水面の減少、建築物の高層化、及び高密度化等は、ヒートアイランド現象の原因となる。日中地表温度と夜間地表温度推移を分析したところ、地表の温度が増加傾向にあることが示された。これは都市化と関連していると想定されるため、人口を変数として市別の温度上昇を予測した。

(2) 比較基準② 地下水涵養能力低下

都市化の拡大による地表面の被覆化は、地下水の自然涵養能力を低下させる。地表面の被覆化は人口密度に比例すると仮定し、開発シナリオ別の人口密度を比較基準とし、市別に予測した。

(3) 比較基準③ 大気汚染

自動車排ガスは、燃料の燃焼生成物からなり、特に不完全燃焼による一酸化炭素（CO）、揮発性有機化合物、またこれらによって生成される光化学エアロゾール、オゾン等は大気汚染を生じる。

サンタクルス都市圏では森林火災や焼畑農法による CO 濃度への影響が高いため、これらの影響がない時期の CO 濃度を分析したところ、人口と正の相関があることが示された。このことから、人口を変数として市別の CO 濃度を推計した。

(4) 比較基準④ 水質汚濁

都市化に伴う人口増加は水資源需要増とともに排水量の増加による水質の攪乱要素となる。また自動車排ガス中の汚染物質が降雨とともに地表水への流入ないし地下水への涵養を経由して水質汚濁を起こす。本比較基準は、地下水涵養能力と同様、人口密度に比例すると判断し、市別に推計した。

(5) 比較基準⑤ 景観劣化

上述した都市開発に伴う緑地や水面の減少は自然景観の減少となり、生活環境の劣化につながる。本基準の指標として植生指標（NDVI）及び葉面積指数（LAI）の挙動を調べたところ、年々低下していることが示された。これは都市化と関連していると想定されるため、人口を変数として市別の温度上昇を予測した。

(6) 比較基準⑥ 市民の交通における問題の解消

交通セクター改善度合いを評価基準の一つとする。評価指標として 2035 年の交通ピーク時の移動効率（利用者当たりの走行距離）を引用した。

表 4-1 利用者あたりの走行距離

単位：km/人

開発シナリオ		自動車	バス	自動車+バス
1	A	9.8	9.8	9.8
	B	9.7	10.2	10.0
2	A	9.3	9.6	9.5
	B	7.6	9.7	9.0
3	A	9.4	8.8	9.0
	B	7.0	9.3	8.6
4	A	9.2	9.5	9.4
	B	7.5	9.5	8.9

出典: JICA 調査団

(7) 比較基準⑦ 社会経済効果

交通セクター改善による便益効果も評価基準とする。本評価指標は、移動効率によって生じる便益として解釈し、上述と同等な結果となる。ただし、シナリオオプション「A」は、「B」と比較してインフラ整備費用がより多く発生することから、評価指標の下降修正を勘案する必要がある。

(8) 比較基準⑧ 温室効果ガス

予想される 2035 年の交通ピーク時の自家用車とバスの総走行距離を用いて開発シナリオ別の温室効果ガス排出量を下表のとおり試算した。二酸化炭素換算排出量が最も多いシナリオは「1A（低密度市街地の拡大が継続し、公共交通を整備しないケース）」であり、最も少ないシナリオは「3B（市街地の拡大を認めず公共交通を整備するケース）」である。

本プロジェクトでは最終的にシナリオオプション「2B（市街地を許可済み宅地開発地と既成市街地に限定し、公共交通を整備するケース）」を採用したが、この場合の二酸化炭素換算排出量は「3A」、「3B」よりも多く「4B」と同程度である。

表 4-2 開発シナリオ別温室効果ガス排出量

開発シナリオ		1		2		3		4	
		A	B	A	B	A	B	A	B
総走行距離 (1000 km)	自動車	2,761	2,605	2,446	2,434	2,278	2,266	2,463	2,454
	バス	390	391	404	398	390	379	390	388
CO ₂ 排出量(kg)		868	832	803	797	756	747	799	796
CH ₄ -CO ₂ -eq.排出量(kg)		8	8	7	7	7	7	7	7
N ₂ O-CO ₂ -eq. 排出量(kg)		12	12	11	11	11	11	11	11
二酸化炭素換算排出量(kg)		889	852	822	815	773	764	818	814

出典: JICA 調査団

4.3.3 ステークホルダー会議

(1) 第1回ステークホルダー会議

開催日時／場所：2016年7月26日
(火)／サンタクルス県環境研究センター (CEA)

目的: 開発シナリオ比較基準の検討・協議

結果: 「Modified DPSIR」指標群を用いた比較基準の検討、及びモニタリングの実施



出典: JICA 調査団

(2) 第2回ステークホルダー会議

開催日時／場所：2016年11月24日
(木)／CEA

目的: 設定基準による開発シナリオの比較検討

結果: 比較基準 (①温度上昇、②地下水涵養能力、③大気汚染、④水質汚濁、⑤景観劣化、⑥交通の利便性、⑦経済社会効果) の合意及び各開発シナリオの定性的比較、及びシナリオオプション「2B」の選択



出典: JICA 調査団

(3) 第3回ステークホルダー会議

開催日時／場所：2017年5月5日（金）／CEA

目的：①開発シナリオモニタリングのためのベースライン設置、②ステークホルダー間の情報共有のための協調関係強化と③ステークホルダーの役割分担整理

結果：①第2回ステークホルダー会議にて決定した比較基準のベースライン設置、②第1回ステークホルダー会議にて決定した「Modified DPSIR」指標群のステークホルダーによる情報共有のための役割分担の整理、③衛生画像の解析数値化における技術指導の実施

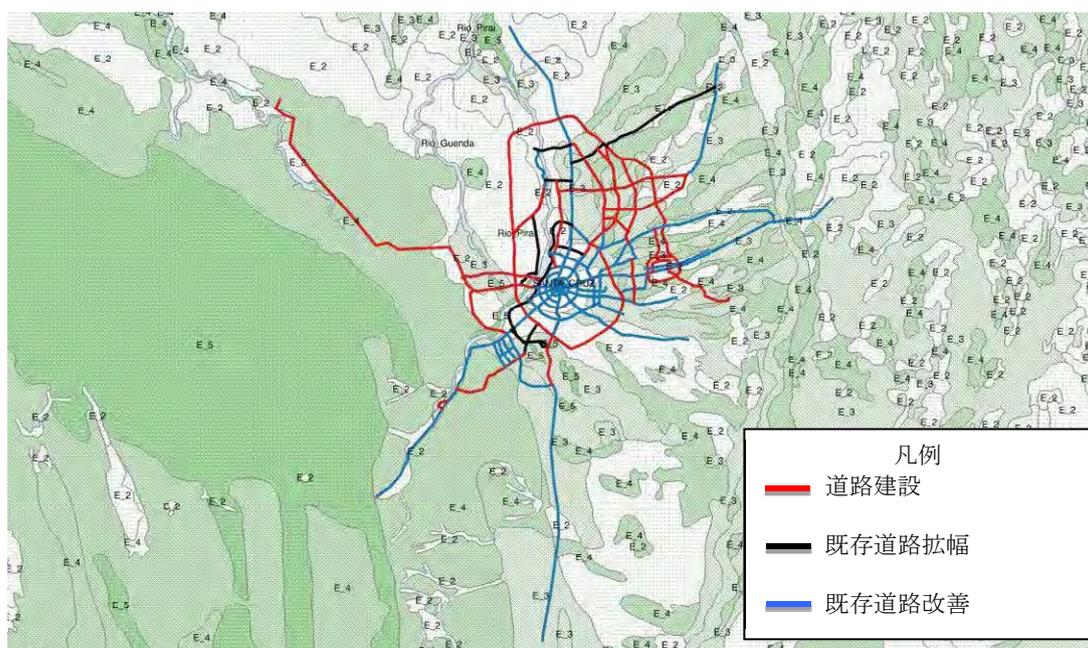
4.3.4 交通マスタープラン・コンポーネントのスクリーニング

(1) 環境影響評価（EIA）制度のカテゴリー

ボリビアにおける EIA 許認可プロセスでは、プロジェクトの環境への影響度合いより、①カテゴリー1：総合的な EIA 調査、②カテゴリー2：特殊要素の EIA 調査、③カテゴリー3：環境モニタリング計画と環境劣化防止・軽減策等環境管理計画の策定、及び④カテゴリー4：EIA 免除が指定される。

(2) マスタープラン事業のカテゴリー区分

下図にマスタープラン事業と生態学的評価区分の関係を示す。



出典：生態学的評価区分:サンタクルス県持続可能な開発・環境局、マスタープラン:JICA 調査団

図 4-5 マスタープラン事業と生態学的評価区分の関係

マスタープラン事業と生態学的評価区分の関係、及びボリビアの EIA 制度に鑑み、各事業を EIA カテゴリーに分類した。各評価項目の影響を-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 の評点で評価し、ボリビアの EIA 制度に定める計算式により計算した。

表 4-3 交通マスタープラン・コンポーネントの EIA カテゴリー

事業コード	負の影響の 総計	正の影響の 総計	EIA カテゴリー	事業コード	負の影響の 総計	正の影響の 総計	EIA カテゴリー
R100	0.469	0.175	2	BRT	0.175	0.096	2
R102	0.469	0.175	2	R001	0.175	0.096	2
R103	0.516	0.175	1	R007	0.175	0.096	2
R002	0.567	0.175	1	R008	0.175	0.096	2
R009	0.343	0.175	2	R011	0.175	0.096	2
R014	0.343	0.175	2	R012	0.175	0.096	2
R015	0.808	0.175	1	R017	0.175	0.096	2
R023	0.343	0.175	2	R018	0.175	0.096	2
R501	0.424	0.175	2	R106	0.175	0.096	2
R509	0.343	0.175	2	R203	0.175	0.096	2
R510	0.343	0.175	2	R205	0.175	0.096	2
R700	0.469	0.175	2	R206	0.175	0.096	2
R006	0.343	0.175	2	BRT	0.175	0.096	2
R013	0.343	0.175	2	R004	0.175	0.096	2
R101	0.567	0.175	1	R005	0.175	0.096	2
R105	0.567	0.175	1	R010	0.175	0.096	2
R300	0.343	0.175	2	R016	0.175	0.096	2
R400	0.343	0.175	2	R019	0.175	0.096	2
R401	0.808	0.175	1	R024	0.175	0.096	2
R403	0.516	0.175	1	R200	0.175	0.096	2
R404	0.567	0.175	1	R201	0.175	0.096	2
R500	0.567	0.175	1	R202	0.175	0.096	2
R502	0.567	0.175	1	R204	0.175	0.096	2
R503	0.343	0.175	2	R302	0.175	0.096	2
R504	0.567	0.175	1	R305	0.175	0.096	2
R501	0.343	0.175	2	R405	0.175	0.096	2
R506	0.424	0.175	2	R801	0.175	0.096	2
R507	0.516	0.175	1	R802	0.175	0.096	2
R508	0.424	0.175	2	R803	0.175	0.096	2
R701	0.567	0.175	1	R804	0.175	0.096	2
R800	0.516	0.175	1	R806	0.175	0.096	2
R805	0.567	0.175	1	R807	0.175	0.096	2
R003	0.567	0.175	1	Flyovers	0.068	0.145	3
R021	0.175	0.096	2	Intersection(a)	0.044	0.13	3
R022	0.237	0.096	2	Intersection(b)	0.044	0.13	3
R208	0.237	0.096	2	Flyovers	0.068	0.145	3
R209	0.237	0.096	2	Intersection(a)	0.044	0.13	3
R301	0.27	0.096	2	Intersection(b)	0.044	0.13	3
R303	0.237	0.096	2	Flyovers	0.068	0.145	3
R020	0.567	0.113	1				
R304	0.306	0.096	2				
R402	0.237	0.096	2				

出典: JICA 調査団

第5章 交通実態調査

5.1 調査概要

交通実態調査は、パーソントリップ（PT）調査をはじめ 11 種類の調査を実施した。

表 5-1 交通実態調査概要

調査	数量	方法
PT 調査	家庭訪問調査 (HIS)	7,500 世帯 家庭訪問調査（2 回訪問）
	通勤通学調査 (CS)	8,500 世帯 PT 調査と同様に家庭訪問調査であるが、質問を簡略化しており、一回の訪問でヒアリング実施
コードンライン調査	24 時間×4 (6:00-18:00) 12 時間×2(6:00-22:00)	料金所での OD インタビュー（抽出率 20%程度）及び交通量調査
交通量調査	24 時間×14 16 時間×11	路側カウント(17 か所)及びビデオ調査(8 か所)
アクティビティ・ダイアリ調査	900 世帯×2 人/世帯	PT 調査世帯の中から、サンプルを抽出し、1 日の動きを、より詳細にヒアリング
貨物インタビュー調査	200 社程度 保有トラック 5%	郵送及び電話インタビュー及び同意企業に GPS 移動記録調査(1 週間)
貨物車 GPS 追跡調査	50 台×1 週間	都市圏内で移動している貨物車に GPS を搭載し、移動を記録。
交通意識調査	2000 サンプル	PT 調査の際に追加で実施
乗車人数調査	9 時間 (6:00-9:00, 11:00-14:00, 16:00-19:00)×5	自家用車、バス、タクシーを対象に路側観測により記録
バス頻度調査	16 時間×10 箇所	路側観測による記録（路線別）
移動時間調査	22 ルート×3 回×2 台	朝、昼、夕の各ピーク時にテスト車両(GPS 装着)による実走調査を実施
駐車場実態調査	瞬間駐車台数調査	第 1 環状道路の内側 平日ピーク 自動車で街路を走行し、沿道の様子をビデオに記録し、駐車台数をカウント
	ナンバープレート記録調査	100m 程度×10 箇所 12 時間 15 分毎 調査員が巡回目視によりナンバープレートを記録
	路外駐車場利用実態調査	第 1 環状道路の内側の路外駐車場 調査員が巡回目視によりカウント

出典：JICA 調査団

5.2 PT 調査

5.2.1 調査方法

本プロジェクトでは、インタビュー調査にタブレットを使用した。回答者の回答を調査員がその場でタブレットに入力する事でデータの集計を効率化した。標本抽出は県統計局の世帯情報から無作為に抽出した。



出典：JICA 調査団

図 5-1 タブレット画面

5.2.2 サンプル数

本プロジェクトにおけるパーソントリップ (PT) 調査は、通常の PT 調査である家庭訪問調査 (HIS) と、調査項目から特定の日のトリップ情報を除いて簡略化した通勤通学調査 (CS) により構成される。下表にサンプル数を示す。

表 5-2 PT 調査サンプル数内訳

単位:世帯

市	目標サンプル数			調査サンプル数		
	HIS	CS	合計	HIS	CS	合計
サンタクルス市	6,507	7,114	13,621	6,501	7,120	13,621
ウルネス市	365	456	821	358	457	815
コトカ市	110	201	311	110	198	308
ラ・グアルディア市	357	418	775	360	418	778
エル・トルノ市	143	240	383	141	236	377
ポロンゴ市	18	71	89	30	71	101
	7,500	8,500	16,000	7,500	8,500	16,000

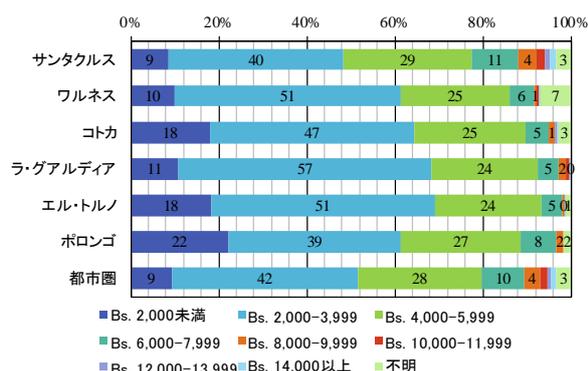
出典：JICA 調査団

5.2.3 調査結果

都市圏における自動車保有世帯の割合を標本から直接計算すると 25.4%であり、これは2012年のセンサスの統計値 31.4%よりも低い。このため、全体の自動車保有率が2016年の推計値 (36%) に等しくなるよう、拡大率を調整して集計した。

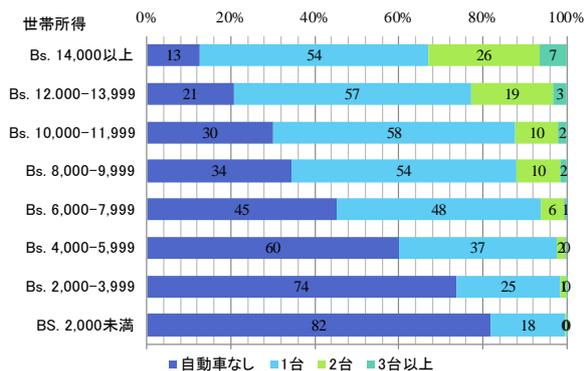
(1) 世帯情報

世帯の所得階層は月 Bs. 2,000-4,000 の世帯が最も多く、高所得世帯の割合はサンタクルス市が最も高い。自動車保有世帯は所得階層が上がる程高くなり、月 Bs.2,000 未満の世帯では 18%であるが、月 Bs.14,000 以上の世帯では 87%の保有率となっている。



出典：JICA 調査団

図 5-2 各都市の所得階層構成割合

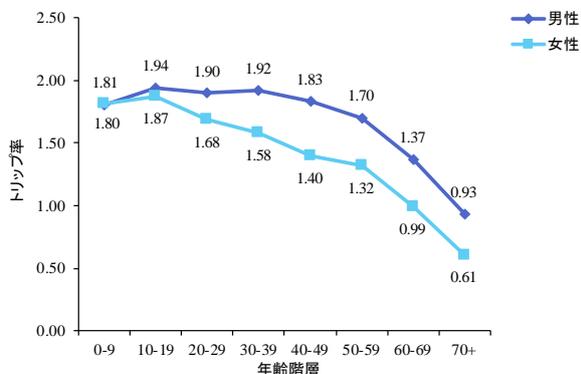


出典：JICA 調査団

図 5-3 所得階層別の乗用車所有台数

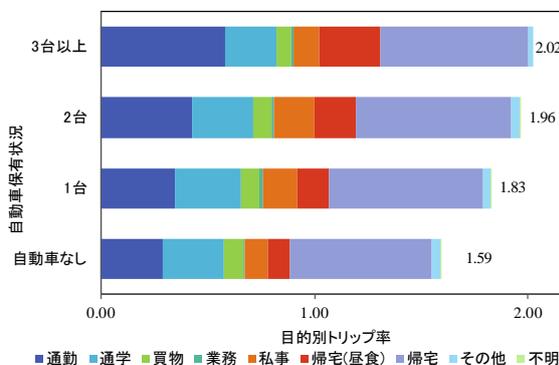
(2) トリップ集計

男女別年齢別にトリップ率を見ると、男性は60歳までのトリップ率が一定の数値であるのに対し、女性は30歳以降のトリップ率が大きく低下している。トリップを自動車保有状況別に見ると、自動車の保有台数が多い程トリップ率が高い。



出典：JICA 調査団

図 5-4 年代別のトリップ率

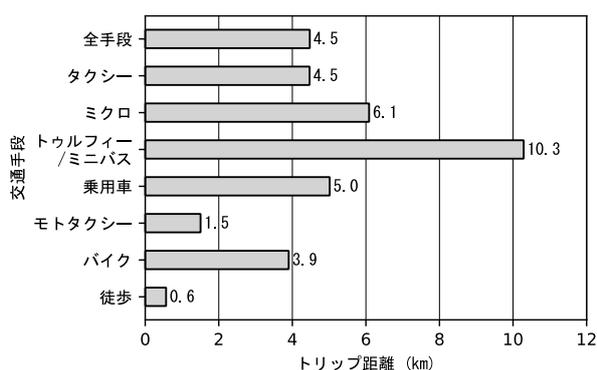


出典：JICA 調査団

図 5-5 乗用車所有台数別の目的別トリップ率

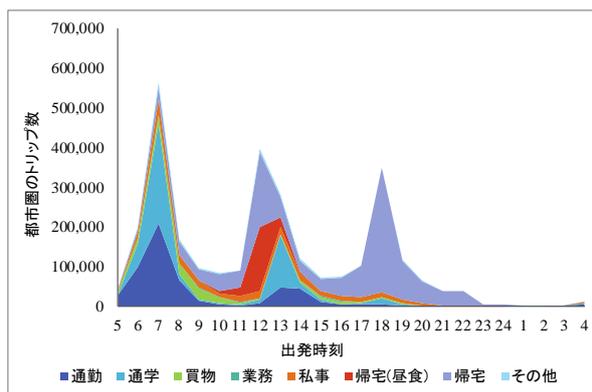
交通手段別の平均移動距離を見ると、自家用車は5.0kmでマイクロバスの6.1kmより短い。トゥルフィーやミニバスの平均移動距離が10.3kmと長いのは、これらの交通機関が主として都市間交通に利用されているためである。モトタクシーの平均移動距離は1.5kmと短い。

トリップの発生時刻には午前、昼、夕方の3つのピークがある。昼のピークは昼食のために帰宅する人が多いためである。また授業時間が午前と午後に分かれている小中学校が多いため、通学のトリップも昼に発生する。



出典：JICA 調査団

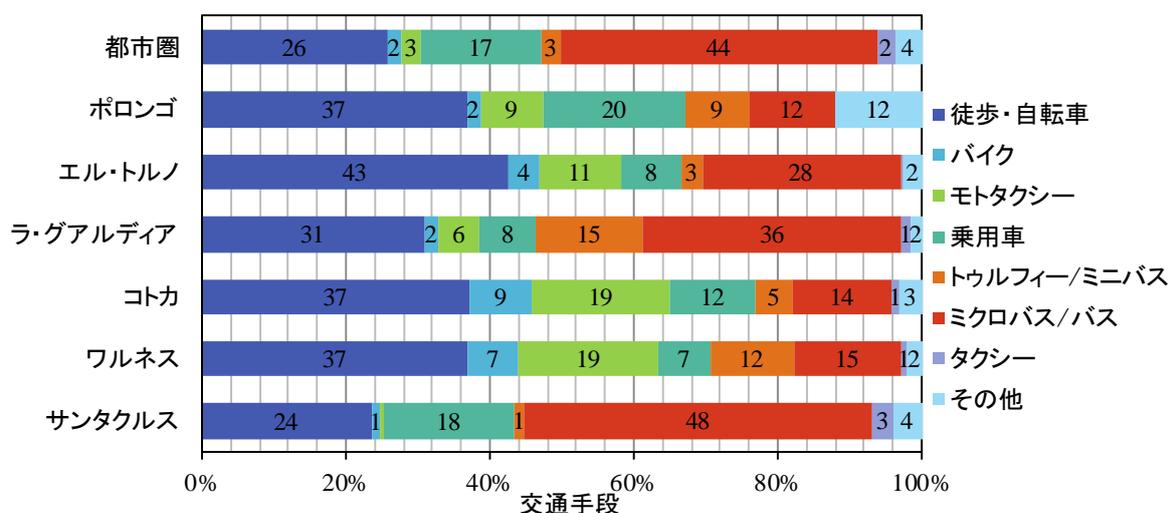
図 5-6 交通手段別のトリップ長



出典：JICA 調査団

図 5-7 時間帯別の都市圏のトリップ数

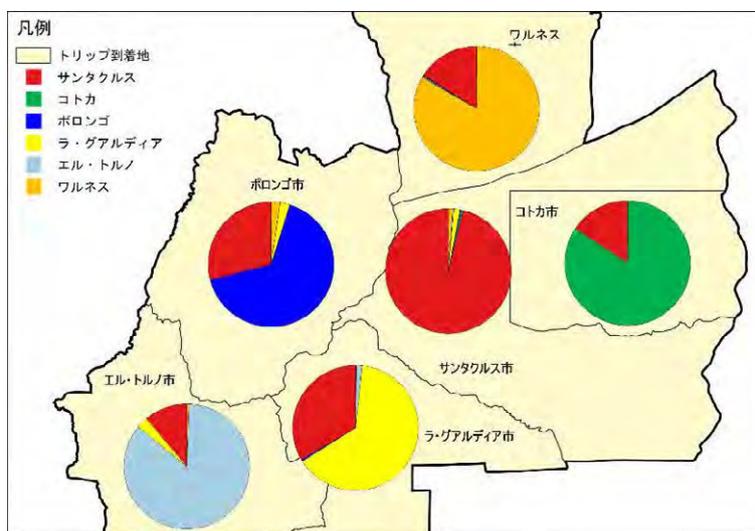
公共交通がトリップに占める割合は都市圏全体で約半分である。徒歩は全体の26%を占める。ワルネスとコトカではモトタクシーが占める割合が高い。



出典：JICA 調査団

図 5-8 各都市の交通手段分担率

市別のトリップ先に占めるサンタクルス市の割合は、ラ・グアルディア市が20%程度と高く、次いでポロンゴが25%、コトカとワルネスが20%程度となっている。これらは、サンタクルス市と各市の結びつきが強い事を示している。



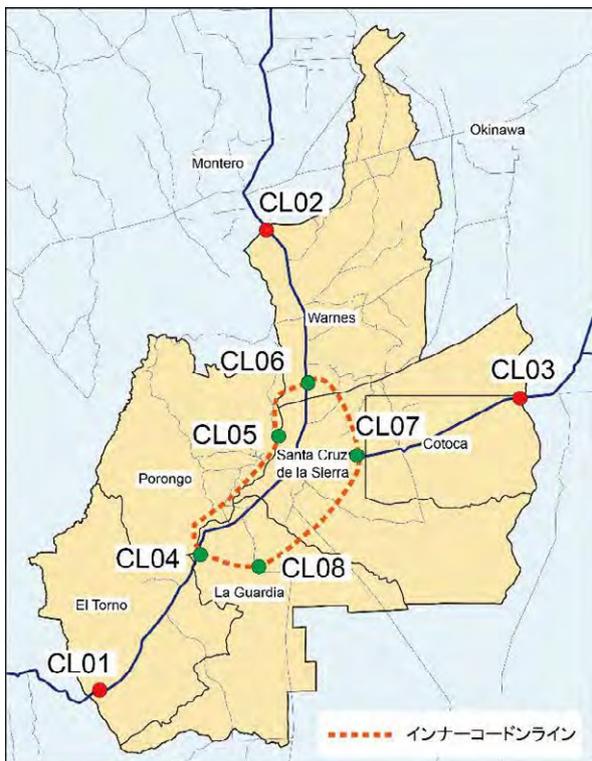
出典：JICA 調査団

図 5-9 市別のトリップ到着地の割合 (全目的)

5.3 コードンライン調査

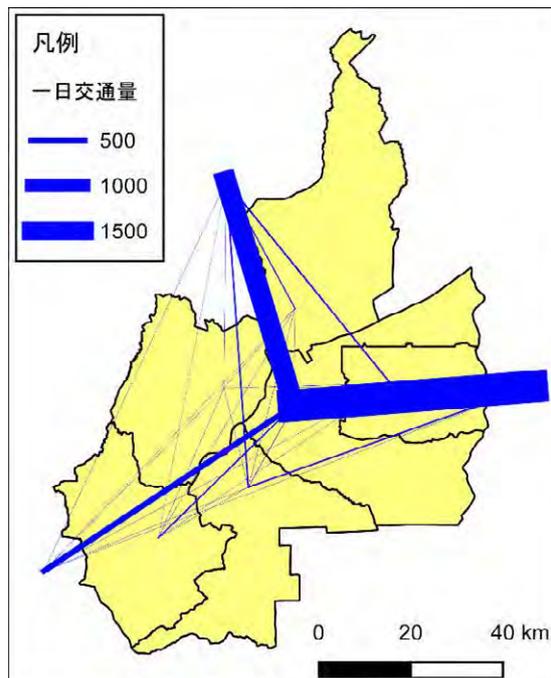
コードンライン調査はパーソントリップ調査では把握できない域外居住者のトリップ情報を取得するために実施された。この調査には交通量調査と車両に対するインタビュー調査が含まれる。対象都市圏が広いため、サンタクルス市を取り囲む内側と都市圏全体

を取り囲む外側の二つのコードンラインを設定した。コードンライン調査の結果は、都市圏の内外・外々トリップの推計に利用された。



出典：JICA 調査団

図 5-10 コードンライン調査の対象地域



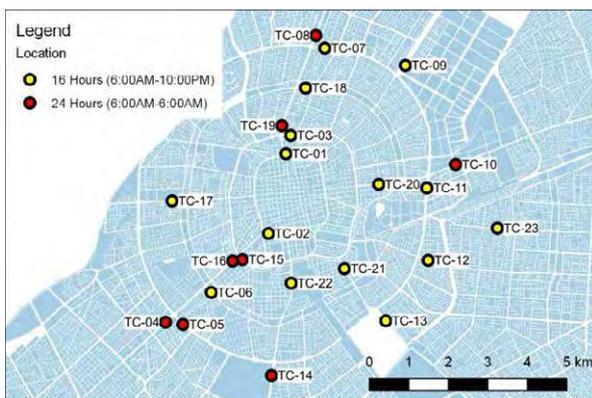
出典：JICA 調査団

図 5-11 貨物車の域内外、外々トリップ数

5.4 車種別交通量調査

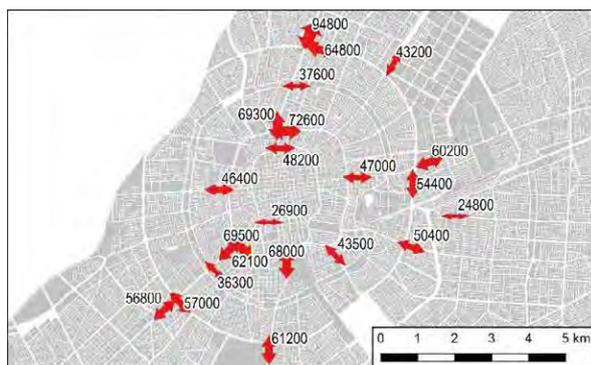
車種別交通量調査は 23 箇所で行われ、そのうち 8 箇所は 24 時間、15 箇所は 16 時間調査（6:00-22:00）であった。下図に調査実施箇所を示す。

車両換算台数（PCU）で最も交通量が多かったのは第 2 環状道路で 1 日 72,600 PCU（往復）であった。放射方向ではワルネス市からサンタクルス市に入るクリスト・レデントール通りが 69,400 PCU、グリゴタ通り（ラ・グアルディア方面）が 62,100 PCU、ビルヘン・デ・コトカ通り（コトカ方面）が 62,000 PCU であった。



出典：JICA 調査団

図 5-12 交通量調査実施箇所位置図



出典：JICA 調査団

図 5-13 24時間交通量 (PCU)

5.5 アクティビティ・ダイアリ調査

この調査は、トリップだけではなく、人の一日の行動を詳細に記録するもので、PT 調査では見落とされがちなトリップ情報まで把握し、トリップ率の補正に活用する事を目的としている。調査では PT 調査に協力した世帯の中から 900 世帯を抽出し、各世帯 2 名を対象として計 1800 人分のインタビューを実施した。

調査の結果は、PT 調査で推計された自宅外の発生トリップ率を補正する目的に使用された。

5.6 貨物インタビュー調査

貨物自動車の発生トリップ率を推計するため、物流会社と工場を対象にインタビュー調査を実施した。変数として事務所の敷地規模、床面積、従業員人口を調査し、トラックの発生交通量との相関を分析したが、会社によって発生需要は様々で、相関関係は見い出せなかった。このため、発生トリップの合計を従業員人口の合計で除した値を原単位として採用した。

表 5-3 ADS の結果

トリップ目的※	所得階層 (月收入)	トリップ率		補正係数
		PT	ADS	
業務	低	0.008	0.067	8.114
	中	0.011	0.045	4.168
	高	0.005	0.098	18.239
その他	低	0.07	0.15	2.135
	中	0.083	0.181	2.166
	高	0.121	0.148	1.224

※自宅外起点 (Non-home based) トリップ

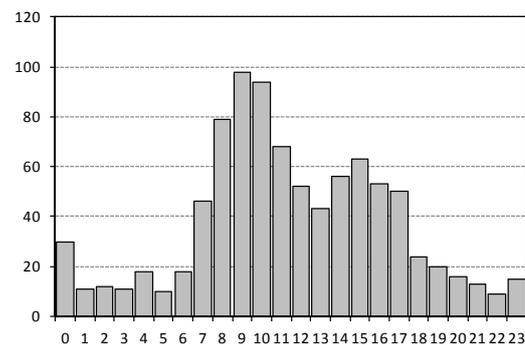
PT パーソントリップ調査
 ADS アクティビティダイアリ調査
 所得階層 低：Bs. 6000/月
 中：Bs. 6000-10000/月
 高：Bs. 10000-/月

表 5-4 貨物トリップ率 (1日あたり)

車両	単位	工場	運送業者	合計
乗用車	従業員(人)	0.088	0.121	0.091
	面積(ha)	3.22	21.7	3.53
貨物車	従業員(人)	0.13	0.522	0.166
	面積(ha)	4.81	92	6.37
合計	従業員(人)	0.218	0.643	0.257
	面積(ha)	8.03	114	9.9

5.7 貨物車移動調査

この調査では 50 台の貨物車に設置された GPS の 1 週間分のデータを解析し、貨物車のトリップ特性を把握した。一台の貨物車は平均して 4.8 回のトリップを行っており、その平均距離は 25.5km であった。貨物車の出発時刻は図 5-14 に示すようにパーソントリップの出発時刻とは異なるが、午前と午後のピーク時にトリップ需要が重なっているため、貨物車の業務を夜間にシフトすることで混雑緩和に貢献すると予想される。



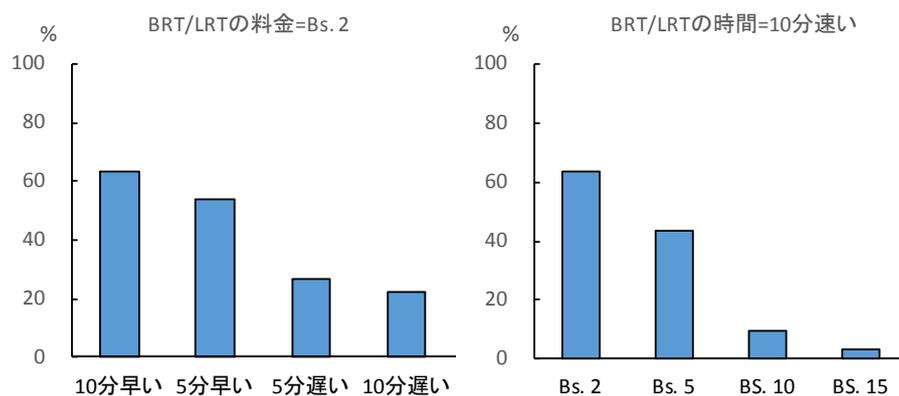
出典：JICA 調査団

図 5-14 貨物車の出発時刻の分布

5.8 交通意識調査

需要予測における機関分担モデルの構築を目的として、交通意識調査（選好意識調査）を実施した。都市鉄道もしくは BRT の導入を想定し、現在利用している交通手段と都市鉄道または BRT との間での選択についてインタビューした。調査対象者は PT 調査実施世帯の中から 2000 人を選択した。

以下の図は自動車利用者が BRT/LRT に移ると回答した割合である。BRT/LRT の料金が今のマイクロバスと同じ Bs.2 である場合、10分早く到着する場合には 6割の人が BRT/LRT を利用すると回答しており、10分遅い場合でも 2割の人が移る。一方で料金が Bs.10 以上の水準である場合には、移ると回答した人の割合は低くなる。この結果から、魅力的な公共交通システムを提供することでモーダルシフトが進むことが期待される。



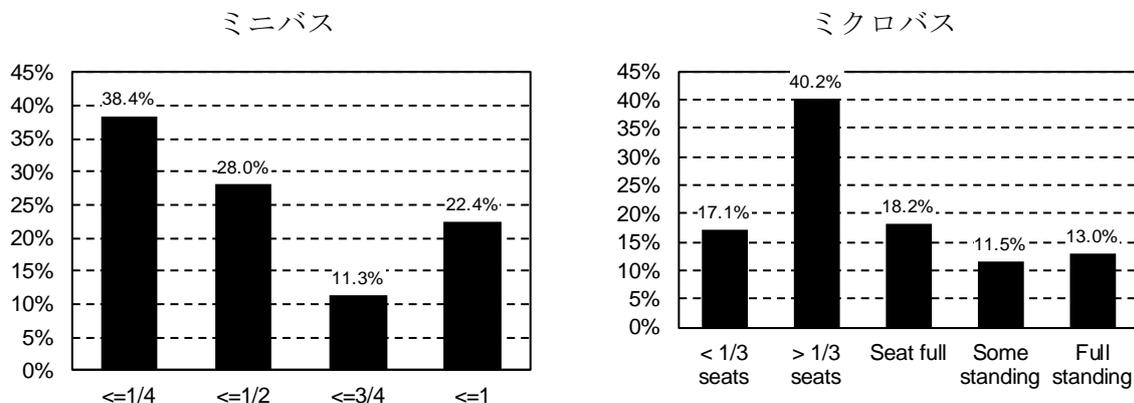
出典：JICA 調査団

図 5-15 BRT/LRT 選択意向

5.9 乗車人数調査

自家用車、トゥルフィー、ミニバス、マイクロバスを対象に路側からの観測により平均乗

車人数を調査した。調査地点は5箇所である。一日平均で見ると、マイクロバスの43%は満席かそれ以上の乗客を乗せている。ミニバスは座席の半分以下の割合が高い。自家用車はドライバーのみの割合が56%を占めている。トゥルフィーは乗客がないケースが約8%程度であり、通常のタクシーよりも稼働率が高いと言える。

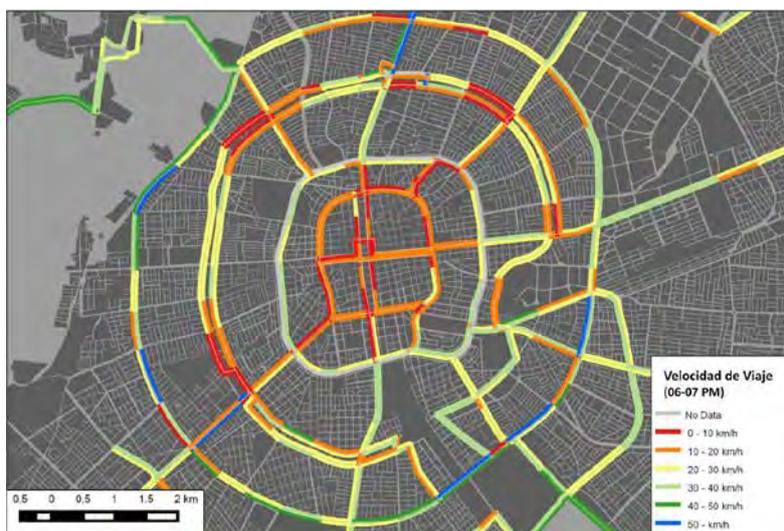


出典：JICA 調査団

図 5-16 平均乗車人数

5.10 走行速度調査

走行速度調査は実走行によりサンタクルス市内の15道路で実施した。時間帯は朝、昼、夕方の3時間帯であり、それぞれ3時間実施した。走行速度が時速20kmを下回る区間は、環状道路沿いに立地するマーケット周辺と、第一環状道路の全区間、第一環状道路の内側、放射方向の道路の第一環状道路と第四環状道路の間の区間で観測された。



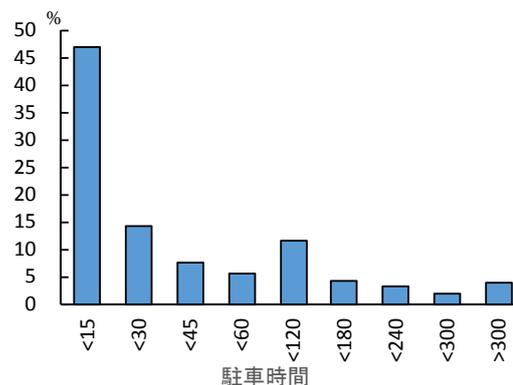
出典：JICA 調査団

図 5-17 夕方ピーク時間帯(午後6-7時)の平均走行速度

5.11 駐車場調査

5.11.1 ナンバープレート調査

路上駐車している車両の駐車時間を把握するため、午前7時から午後7時まで、15分間隔で路上駐車車両のナンバープレートを記録する調査を10箇所の区間で実施した。図5-18に結果を示す。45%の車は15分未満の駐車であるが、25%の車は1時間以上駐車しており、路上スペースが有効に活用されていないと言える。

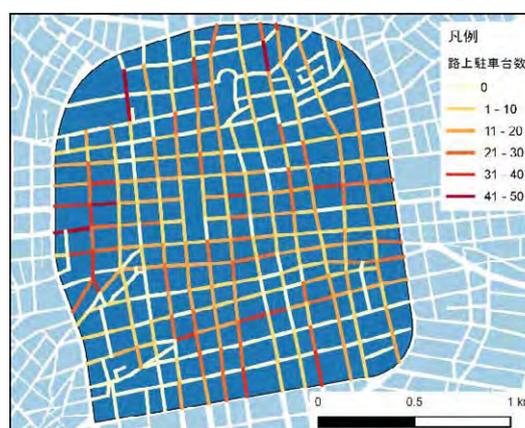


出典：JICA 調査団

図 5-18 ナンバープレート調査

5.11.2 路上駐車実態調査

第一環状道路の内側において、夕方のピーク時（15-17時）に道路に駐車している車両の数を走行車両からの映像記録により調査した。図5-19はその結果である。バス路線と駐車禁止の区間を除き、ほとんどの区間に路上駐車が見られる。第一環状道路の内側では約3,800台の車両が道路沿いに駐車しており、その約半数は駐車禁止の場所で駐車していた。

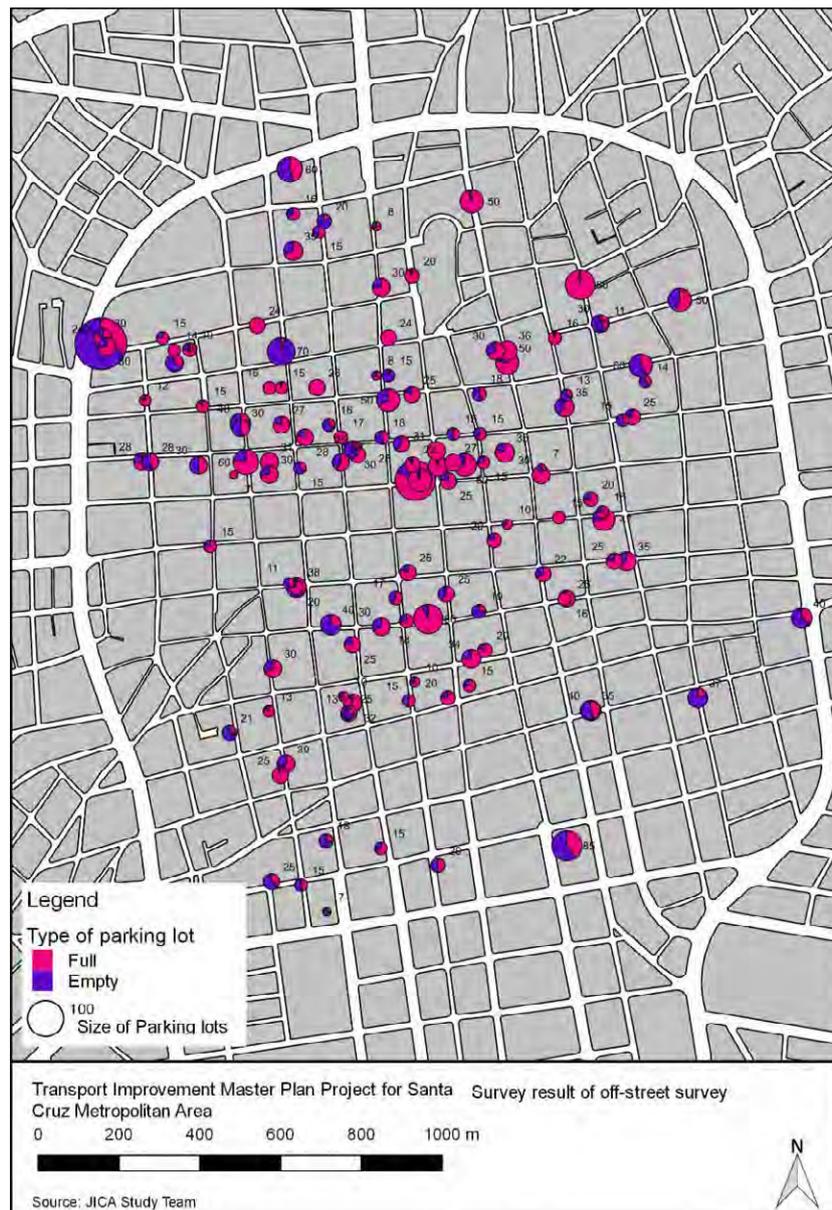


出典：JICA 調査団

図 5-19 路上駐車実態調査

5.11.3 路外駐車施設調査

第一環状道路内側にある103箇所の路外駐車施設（専用駐車場・有料駐車場）を調査し、需給動向を分析した（2016年6月28日午後3～5時）。路外駐車場の駐車容量の合計は3129台であり、2097台が駐車していた（約3分の2の利用率）。図5-20に路外駐車場の分布状況と利用状況を示す。



出典：JICA 調査団

図 5-20 第一環状線道路内側の駐車場の規模と空きスペース

第6章 交通需要予測

6.1 需要予測の方法

6.1.1 四段階推計法

本プロジェクトにおける交通需要予測は、通常の四段階推計法を採用している。これは、①発生集中交通量、②交通分布、③機関分担、④交通配分、の各段階で構成される推計法である。本プロジェクトでは、前段階の変数に配分結果の数値を反映させるため、繰り返し計算を実施している。

6.1.2 ゾーニング

交通解析ゾーン (TAZ) は、パーソントリップ調査の調査区をもとに都市圏全体で 434 ゾーンを設定した。調査区は UV 単位で設定され、UV が無い郊外では各コミュニティをボロノイ線で分割して設定した。

6.1.3 社会経済フレーム

社会経済フレームは第 3 章で設定したが、需要予測のため以下の変更を加えた。

- 市場の移転
- ワルネスの工業団地

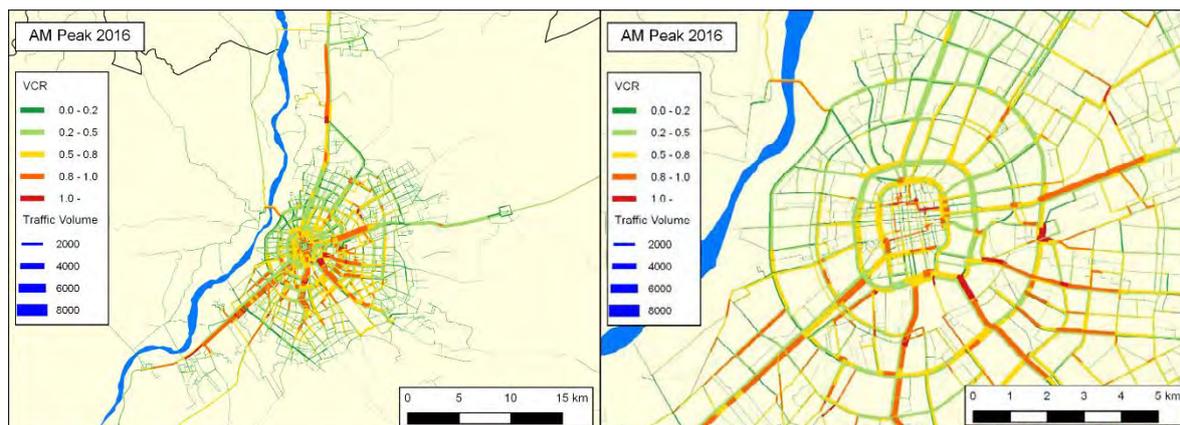
6.1.4 配分ネットワーク

配分ネットワークは交通解析ゾーン (TAZ) の規模を考慮して構築した。TAZ は UV を複数合体させた規模であり、概ね幹線道路に囲まれている。このため道路ネットワークモデルでは、放射環状道路の他、主要な幹線道路を含め、それより下位の道路網はリンクに加えていない。

公共交通ネットワークについては、現在のマイクロバス、ミニバス、トゥルフィを追加した。特にサンタクルス市のマイクロバスについては全ての路線を追加した。既存の公共交通サービスがないゾーンにはダミーの路線を追加した。

6.1.5 交通配分

交通配分は自動車 OD を道路ネットワークに利用者均衡モデルにより配分し、公共交通 OD を公共交通ネットワークにロジットモデルにより配分した。使用したソフトは Citilab 社の Cube Voyager である。図 6-1 に現況の配分結果 (午前ピーク時) を示す。



出典：JICA 調査団

図 6-1 交通量配分結果（現在）

6.2 需要予測の結果

6.2.1 「事業なし」の需要予測

サンタクルス市の道路網は、第四環状道路内側では充実している。しかしながら、公共交通利用者が全て自家用車に転換すると仮定した場合の需要予測結果（図 6-2）を見ると、現在の道路網では公共交通の存在が不可欠である。図 6-4 は現在と 2035 年（事業なし）の旅客需要である。放射方向の道路に需要が集中する一方、環状道路では第一環状道路の増加が顕著であるものの、他の環状道路では放射方向ほどは増加していない。

6.2.2 シナリオ別需要予測

シナリオ別の需要予測は SEA の一環として実施され、最適なオプションが選定された（第 3 章）。

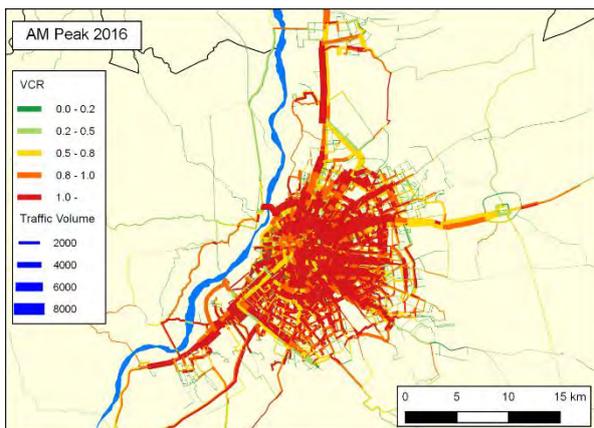
6.2.3 マスタープラン需要予測

図 6-5 及び図 6-6 にそれぞれ 2025 年と 2035 年の需要予測結果を示す。BRT が整備され、公共交通の需要は増えているが、全体の交通需要が増加しているため中心部の状況は現状と大きな違いはない。

6.2.4 BRT の需要予測

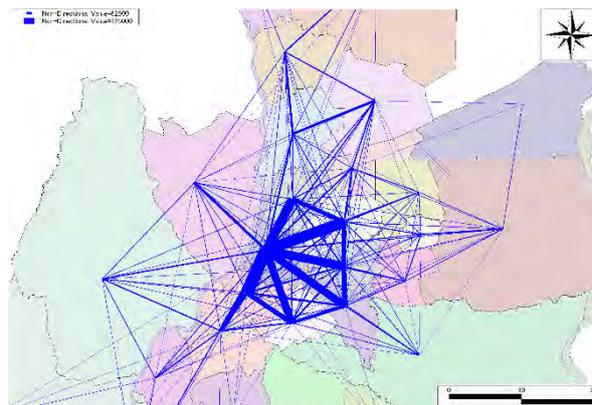
図 6-7、図 6-8 及び図 6-9 にそれぞれ 2020 年、2025 年及び 2035 年の BRT の旅客需要を示す。2020 年では BRT 整備の初期段階であり、現状のバス路線と共存している。このため第一環状道路でのピーク時ピーク方向の最大輸送需要は 350 人/時/方向 (PPHPD) と少ない。一方、第二環状道路と第三環状道路ではそれぞれ 2,070 と 4,070 PPHPD である。

2025 年には全ての BRT 路線が完成している前提であるが、最大区間では 19,400 PPHPD で、2035 年には 22,400 PPHPD に達する。



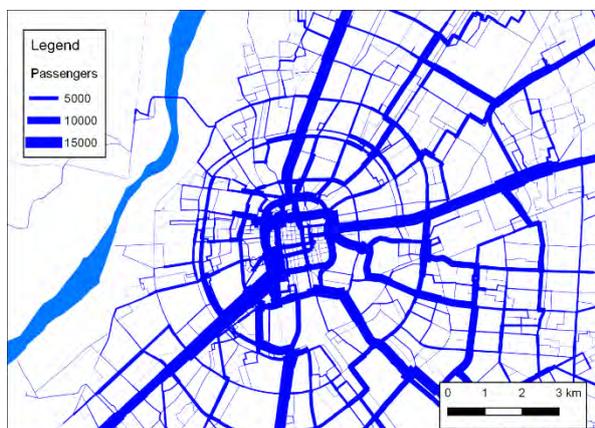
出典：JICA 調査団

図 6-2 交通量配分結果（全需要が自動車に転換するケース）



出典：JICA 調査団

図 6-3 2035年の旅客需要



出典：JICA 調査団

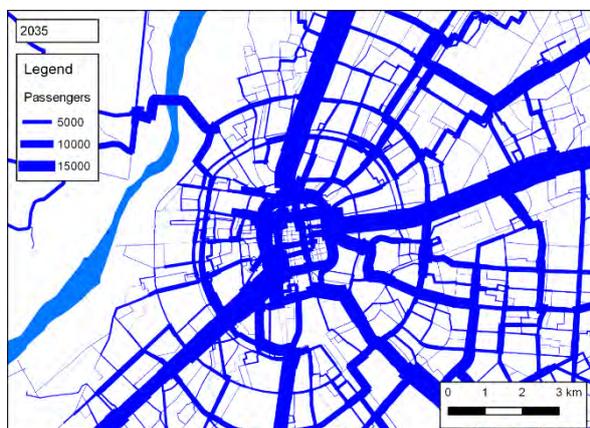
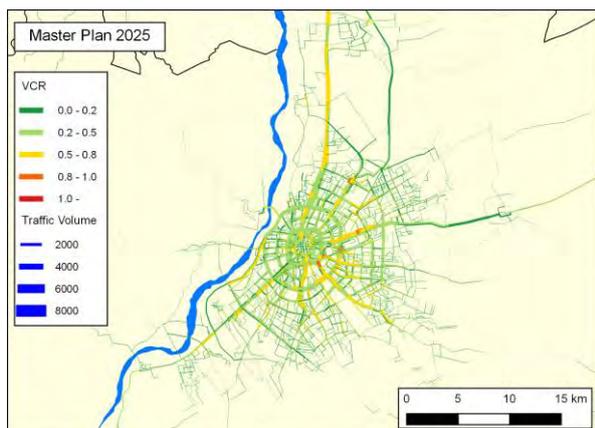


図 6-4 現在および2035年（事業なし）の場合の旅客需要



出典：JICA 調査団

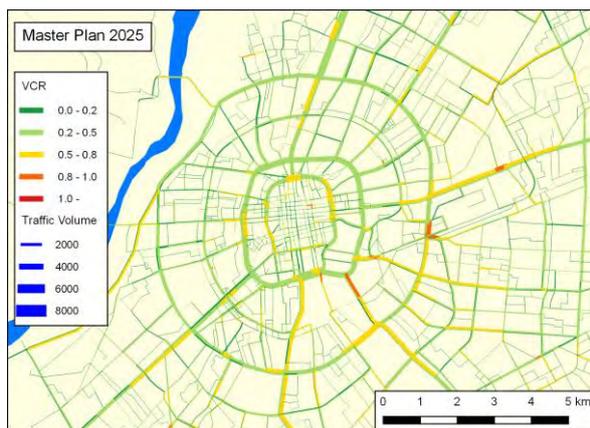
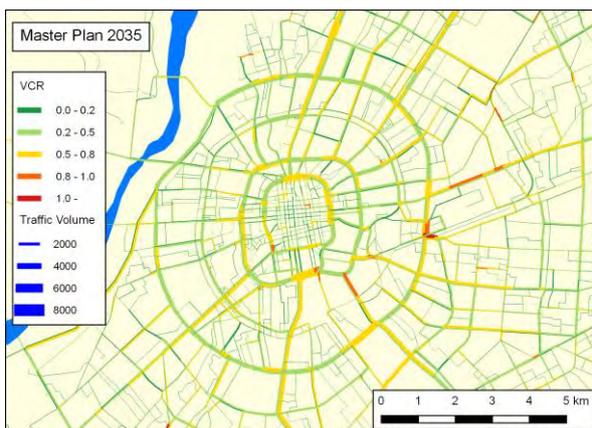
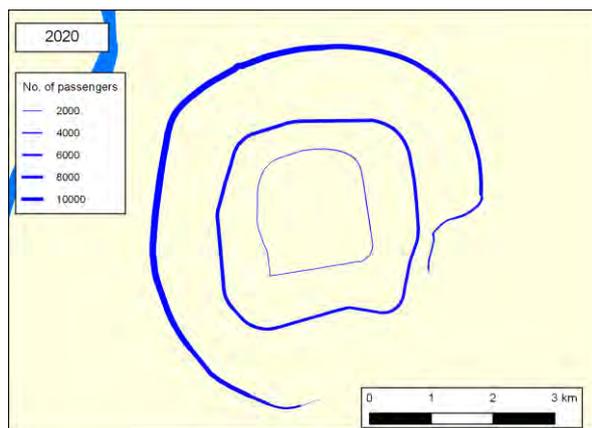


図 6-5 交通量配分結果（2025年）



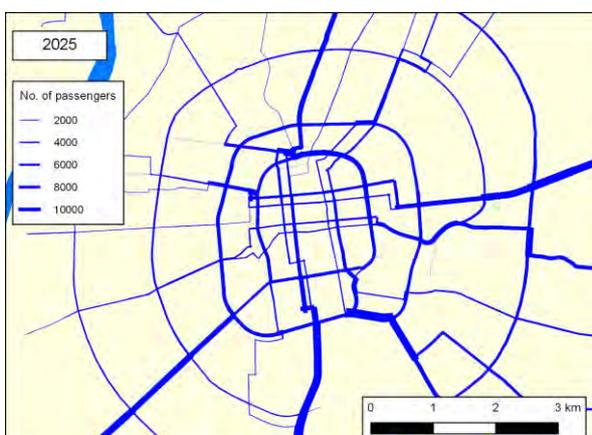
出典：JICA 調査団

図 6-6 中心部の交通量配分結果 (2035 年)



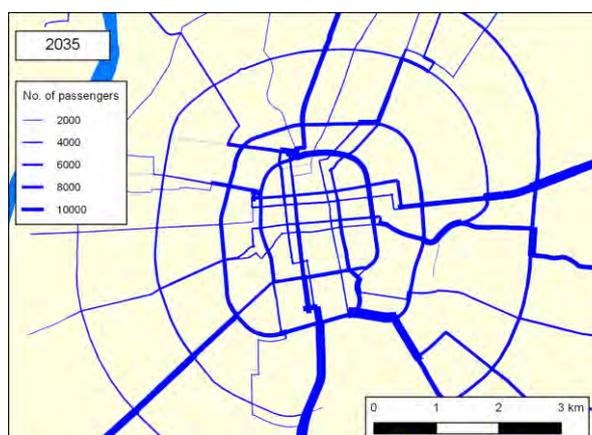
出典：JICA 調査団

図 6-7 BRT の旅客需要 (2020)



出典：JICA 調査団

図 6-8 BRT の旅客需要 (2025)



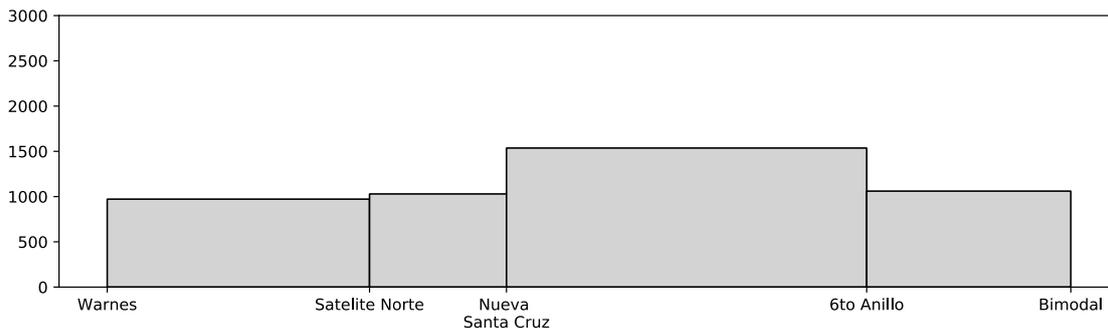
出典：JICA 調査団

図 6-9 BRT の旅客需要 (2035)

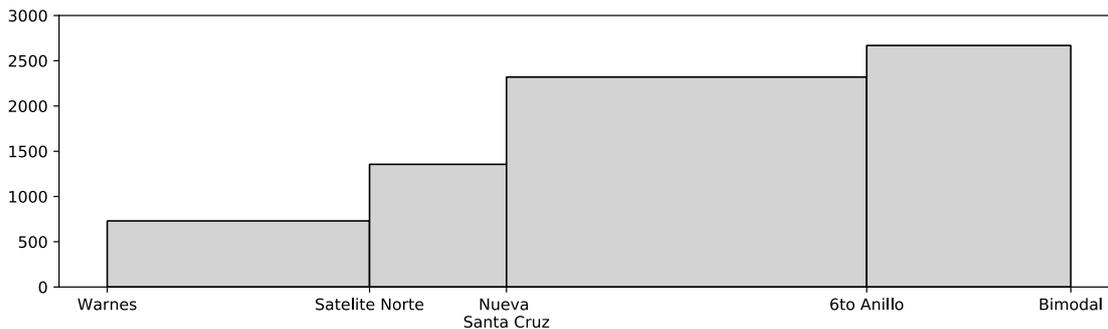
6.2.5 都市間鉄道の需要予測

ワルネス市とサンタクルス市を接続する都市鉄道の需要予測を実施した。これは、国がサンタクルスにおける都市間鉄道の整備を計画しているためである。国の計画では高速鉄道を整備する事になっているため、その前提で需要予測を実施した。料金体系は現在の公共交通の料金水準を仮定した。

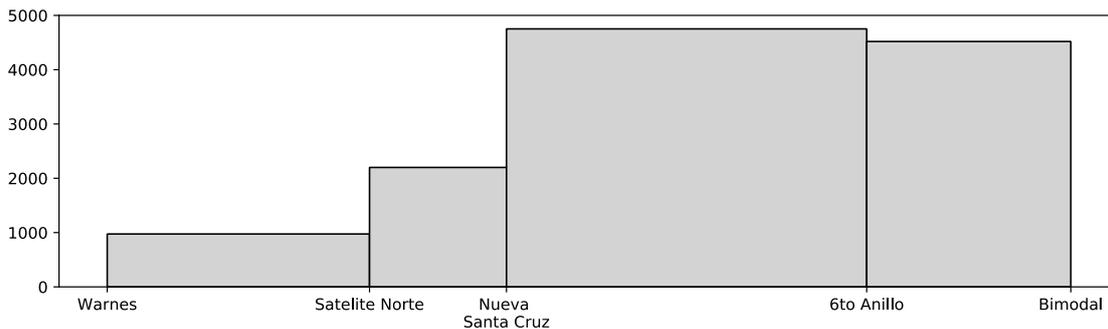
2016 年時点のピーク時における最大区間の旅客需要は 1,500 人/時間である。2035 年には 2,700 人/時間である。これは、定員 300 人の高速鉄道で輸送できる水準であるが、そもそもこの輸送需要であれば、BRT で輸送する事が可能である。



2016年



2035年



2035年（ニューサンタクルスシティ開発ケース）
 図 6-10 都市間鉄道のピーク時ピーク方向の将来需要予測

第7章 マスタープラン

7.1 ビジョン

本マスタープランのビジョンは以下の通りである。

2035年のサンタクルス都市圏は、国際的なコリドーに位置するサンタクルス県の戦略的な中心地であり、環境的に持続可能で、高い移動性とアクセス性を備えたマルチモーダル交通システムにより統合された地域であり、全ての市民に安全、便利、快適、そして適正な費用で移動の選択肢を提供する。

7.2 基本方針

本マスタープランの基本方針は、概ね公共交通、道路、都市開発、交通管理、歩行者交通の部門別に交通政策が立案できるよう、以下の5項目を掲げた。

- 公共交通の移動性とアクセス性を向上させる
- 交通網で都市圏を統合する
- 持続成長可能な都市開発を支える
- 交通の流れを円滑にする
- 歩行者環境を良好にする

7.3 整備方針

整備方針は、各基本方針を達成するためにより具体化した目標である。その内容については次ページの表に記載の通りである。

7.4 指標及び施策

指標は各整備方針を達成するために設けられた数値目標である。数値は容易に計算できるものである必要があり、既存の統計を利用して設定できるものに限定した。指標の中には統計が不足しているために曖昧な設定となっているものも含まれる。例えば交通事故については、都市圏における事故統計が不足しているため、「人口あたりの件数」といった設定ができない。このため、指標については統計の整備にあわせて更新していくべきものである。

マスタープランの施策は、道路計画、公共交通計画、交通管理計画、及び歩行者交通計画の各分野で検討された。

各指標と施策については、次ページの表に記載の通りである。

表 7.4-1 基本方針、整備方針、指標、及び施策の一覧

セクターの凡例

道路

公共交通

交通管理

歩行者交通

基本方針	整備方針	指標	施策
公共交通の移動性とアクセシビリティを向上させる	A1	<ul style="list-style-type: none"> どの様な天気状況でも確実に信頼できる公共交通サービスを提供する 	<ul style="list-style-type: none"> 雨天時に運行を休止するバスの数をゼロにする
	A2	<ul style="list-style-type: none"> 全ての市街化地域で十分な公共交通サービスを提供する 	<ul style="list-style-type: none"> 雨天時に運行を休止するバスの数をゼロにする 全ての市街化地域でオフピーク時のバスの運行頻度を1時間あたり4台以上とする 市街化地域では500mの距離に最低1箇所のバス停が存在する 郊外では1000mの距離に最低1箇所のバス停が存在する
	A3	<ul style="list-style-type: none"> 安全で、快適で、かつ高速の公共交通システムを提供する 	<ul style="list-style-type: none"> ピーク時に自動車よりも速い公共交通路線が10以上ある
	A4	<ul style="list-style-type: none"> 車両からの空気汚染を減らす 	<ul style="list-style-type: none"> 全てのバスは排出ガスに関する基準を満足している
交通網で都市圏を統合する	B1	<ul style="list-style-type: none"> ピライ河の両側を結ぶ 	<ul style="list-style-type: none"> ポロンゴ市内の市街化地域から都市圏の他都市の中心地まで最大で60分以内に到着する
	B2	<ul style="list-style-type: none"> 車両に対して道路を良好な状態に保つ 	<ul style="list-style-type: none"> 混雑していない時の走行速度の最大は道路の最高速度に達する
	B3	<ul style="list-style-type: none"> 各市を高い移動性で結ぶ 	<ul style="list-style-type: none"> 中心部間の移動時間は、コトカ〜ワルネス(40分)、ワルネス〜ポロンゴ(60分)、ポロンゴ〜ラ・グアルディア(15分)、ラ・グアルディア〜エル・トルノ(20分)
	B4	<ul style="list-style-type: none"> 道路の適切な段階構成を形成する 	<ul style="list-style-type: none"> 幹線道路が全区間で他の幹線道路と交差する

セクターの凡例

道路

公共交通

交通管理

歩行者交通

基本方針	整備方針	指標	施策	
持続成長可能な都市開発を支える	C1	<ul style="list-style-type: none"> 郊外の開発を規制し、適切な道路網により都市構造を形成する 	<ul style="list-style-type: none"> マスタープランに合致しない宅地開発は認めない 	<ul style="list-style-type: none"> 提案されている道路の ROW を将来にわたって確保する
	C2	<ul style="list-style-type: none"> 都市圏の経済開発を支える 	<ul style="list-style-type: none"> トラックは第4環状道路の内側を通過せずにワルネスとラ・グアルディアの間を1時間で到達できる トラックは第4環状道路の内側を通過せずにポロンゴとコトカの間を1時間で到達できる 	<ul style="list-style-type: none"> 都市圏のバイパス道路を建設する
	C3	<ul style="list-style-type: none"> 建設・維持管理の面で費用の効率性が高い道路網を構築する 	<ul style="list-style-type: none"> 都市圏における道路の総延長は10,000km未滿とする 	<ul style="list-style-type: none"> 新規道路の建設より既存の道路の活用を優先する 道路網の規模は財源内で維持管理な範囲内とする
交通安全を確実にする	D1	<ul style="list-style-type: none"> 交通死亡事故をなくす 	<ul style="list-style-type: none"> 交通関連死亡数をゼロにする 都市圏の交通事故率は都市圏の事故率より低くする 	<ul style="list-style-type: none"> 道路の状態を監視する 交通事故のリスクが高い地点(ブラックスポット)を特定し原因を究明する 適切な交通信号と交通標識を設置する
	D2	<ul style="list-style-type: none"> 交通事故の件数を減らす 	<ul style="list-style-type: none"> 都市圏の交通事故率は都市圏の事故率より低くする 	<ul style="list-style-type: none"> D1と同じ D2と同じ
	D3	<ul style="list-style-type: none"> 交通安全と交通ルール遵守の意識を高める 	<ul style="list-style-type: none"> 交通警察により把握される交通違反件数は現状の50%未滿とする 	<ul style="list-style-type: none"> 交通ルール遵守を維持するための電子違反検知装置を導入する 道路安全に関する継続的な教育システムを構築する
交通の流れを円滑にする	E1	<ul style="list-style-type: none"> 交通混雑を緩和する 	<ul style="list-style-type: none"> 歴史的市街地における走行速度は時速20km以上である 	<ul style="list-style-type: none"> バス路線の再編整備 歴史的な中心部で可能な場所にトランジットモールを整備する 路上駐車は原則禁止する一方でパーキングメーターを導入する 路外駐車場を整備する タクシー乗降場もしくは公共のタクシープールを整備する 適切な登録制によりタクシーを規制する

セクターの凡例

道路

公共交通

交通管理

歩行者交通

基本方針	整備方針	指標	施策	
交通の流れを円滑にする	E2	<ul style="list-style-type: none"> マーケットや学校など交通発生需要が高い施設周辺での移動性を高める 	<ul style="list-style-type: none"> 第三環状道路及び第四環状道路の走行速度を全区間時速 25km 以上とする 	<ul style="list-style-type: none"> マーケット周辺での荷捌きに関する規制を導入する 新規開発における交通影響調査の導入
	E3	<ul style="list-style-type: none"> 道路のボトルネックを取り除く 	<ul style="list-style-type: none"> 主要交差点における車両の遅れを基準年の半分以下にする 	<ul style="list-style-type: none"> 交通管理では交通流の飽和を解決できない交差点の立体化 全ての主要交差点に信号を導入 交通量が多いラウンドアバウトは信号処理する交差点に変更する
	E4	<ul style="list-style-type: none"> 最新技術を活用して交通の流れを最適化する 	<ul style="list-style-type: none"> プローブカーを活用しリアルタイムの交通情報を収集する 高度なカーナビゲーションシステムを提供する 	<ul style="list-style-type: none"> 信号の系統制御と中央制御システムの導入 都市圏において ITS の活用を拡大 駐車場を探す交通を減らすため電子掲示板やスマートフォンなどによる駐車場案内システムを導入 自動車のプローブデータ活用のため民間部門と協調する 就業開始時間の多様化などモビリティ・マネジメントを促進する
	E5	<ul style="list-style-type: none"> 自動車から公共交通へのモーダルシフトを促進する 	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通のモーダルシェアを 2025 年に 50%、2035 年に 60%とする 	<ul style="list-style-type: none"> バスロケーションシステムの導入 BRT の導入 バス車両の大型化
	E5	<ul style="list-style-type: none"> 魅力的な公共交通システムを整備しモーダルシフトを進める 		
歩行者環境を良好にする	F2	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者ネットワークを改善 	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者による道路の横断が 500m 以内で可能 	<ul style="list-style-type: none"> 歴史的な中心部の歩道は建築物のデザインを配慮する
	F3			<ul style="list-style-type: none"> 道路の横断距離が長い交差点では、歩行しやすい信号現示を設定する
	F4			<ul style="list-style-type: none"> 歩道の建設と改善 都市圏共通の車椅子利用ガイドラインの策定
	F5	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通指向型開発 (TOD) を促進する 	<ul style="list-style-type: none"> TOD 開発を 3 箇所以上実施する 	<ul style="list-style-type: none"> TOD を支援する道路網の形成 TOD を支援する公共交通システムの整備

出典：JICA 調査団

7.5 道路計画

道路計画においては、既成市街地における未舗装道路の舗装を進めることが再優先である。また、交通安全のため LED 街路の設置・置き換えを進める。

新規の道路建設については、承認済みの宅地開発以外には市街地開発を進めないという土地利用の方針により、承認済み宅地開発地と既成市街地を接続する道路に限定した。

対象都市圏は太平洋と大西洋を結ぶバイ・オセアニック・コリドーに位置するため、将来的に東西方向の交通量が第四環状道路に集中することになる。このためマスタープランでは都心部をバイパスする道路網を強化している。

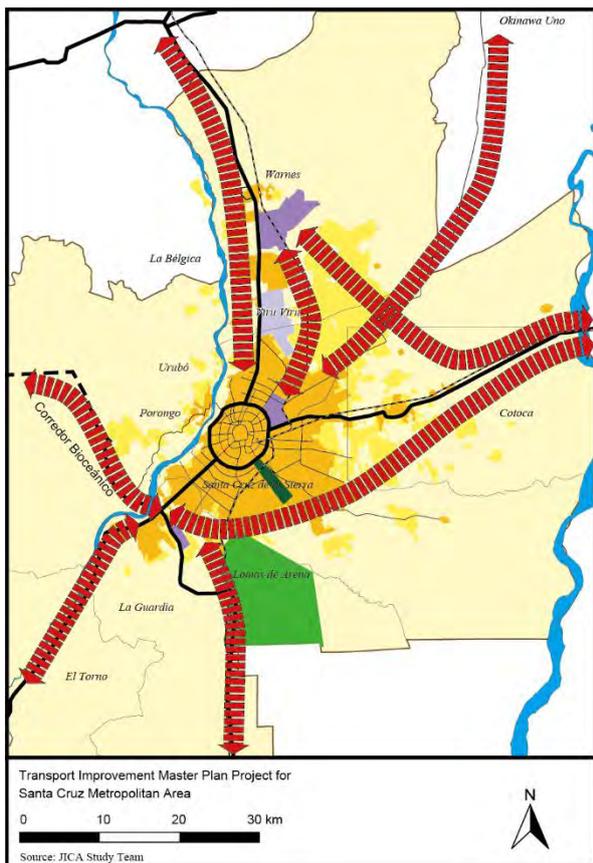
複数の市を結ぶ道路は、現在の制度では国道もしくは県道となるが、一体化した都市圏の内部の道路として機能する道路については、「都市圏道」として位置づけた。

マスタープランでは 73 道路、合計 1,040km の道路事業（建設・改良・拡幅）、4,000km の未舗装道路の舗装、及び 7 箇所の橋梁建設で構成される。

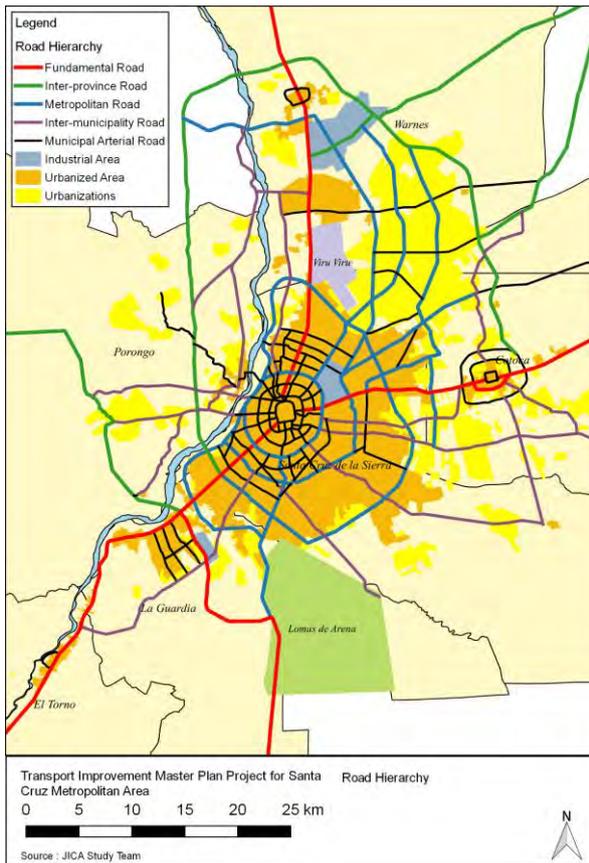
表 7.5-1 道路事業の種類別規模

目標年次	単位：km				
	道路建設	道路改良	道路拡幅	道路舗装	合計
短期	75	28	0	700	803
中期	70	118	80	1,100	1,368
長期	253	360	45	2,200	2,858
合計	398	506	125	4,000	5,029

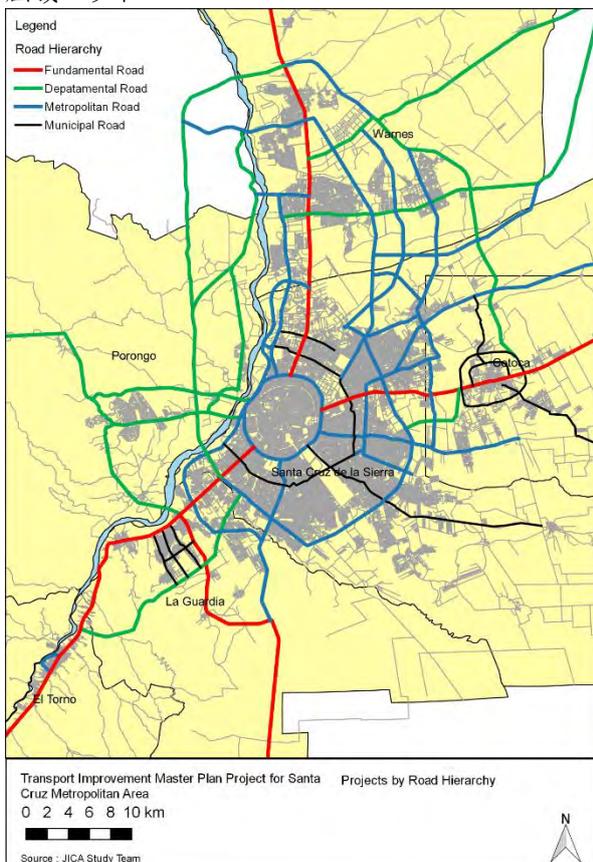
出典：JICA 調査団



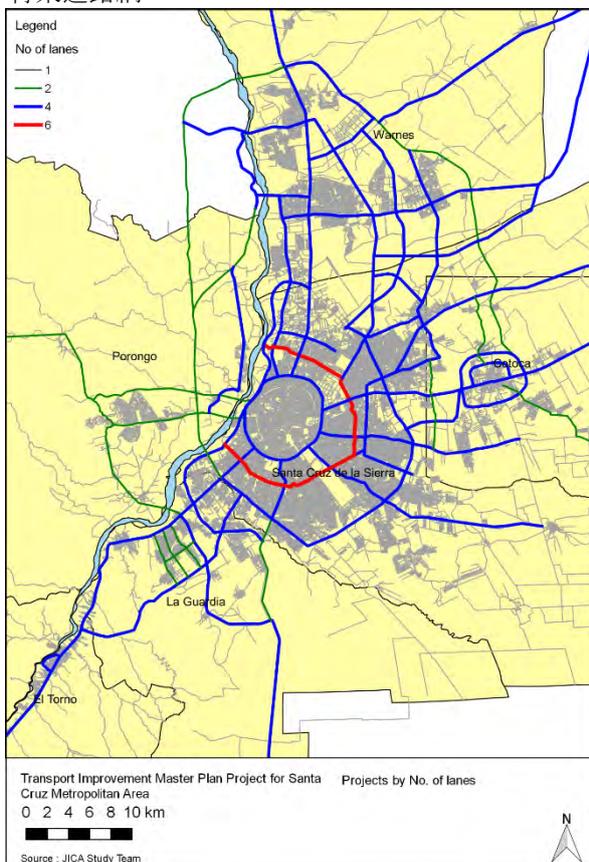
広域コリドー



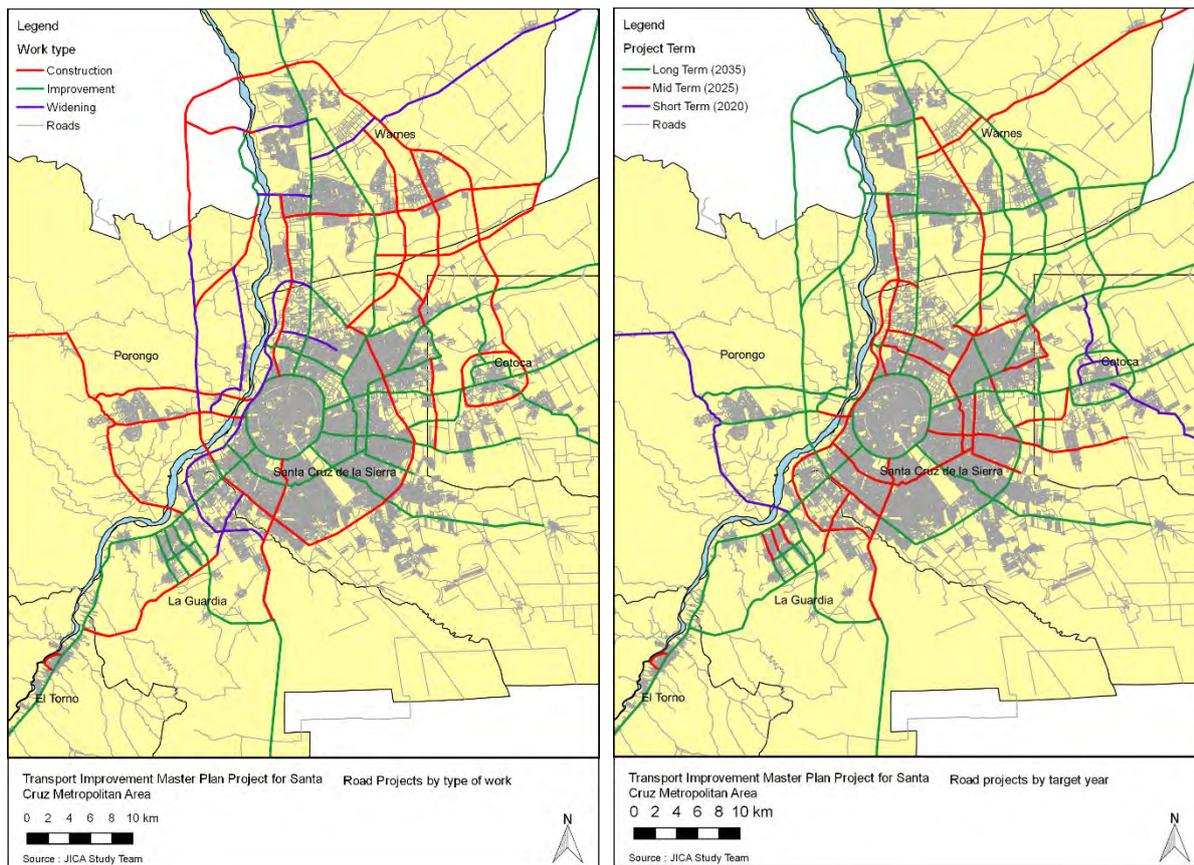
将来道路網



機能別道路事業



車線数別道路事業



工事種別道路事業
 出典：JICA 調査団

目標年次別道路事業

図 7.5-1 マスタープランにおける道路計画

7.6 公共交通計画

7.6.1 公共交通計画の施策

公共交通計画の施策は表 7.4-1 に示している通りである。本節では、これらの施策について概要を示す。

7.6.2 バス路線の再編成

(1) バス路線の階層性

バス交通システムを効率的で乗客にとって利便性の高いものにするためには、表 7.6-1 に示す基幹、補助幹線、フィーダーから構成されるバス路線網を確立すべきである。このため、現在のバス路線を再編整備する。

表 7.6-1 バス路線の階層性

基幹バス路線	大量のバス乗客を高速で輸送する路線である。バス高速輸送システム（BRT）を基幹バス路線に導入することを提案する。
補助幹線バス路線	基幹バス路線を補完する路線で基幹バス路線の間に設置される。
フィーダーバスサービ	人口密度の低い住宅地区からバス乗客を基幹バス路線まで輸送する路線である。

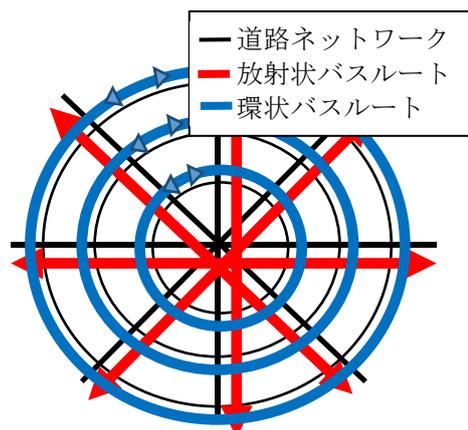
出典：JICA 調査団

(2) バス路線網の基本的な考え方

サンタクルス市の道路ネットワークは放射状と環状の道路から構成されている。本計画では、図 7.6-1 に示すようにバス路線網を道路ネットワークと同様に放射状の路線と環状の路線からなる単純明快な構造とすることを目指す。このようなバス路線網の利点としては、一路線から別の路線に乗り換えることによりバス利用客が容易に目的地に達することができるという利便性の向上が挙げられる。

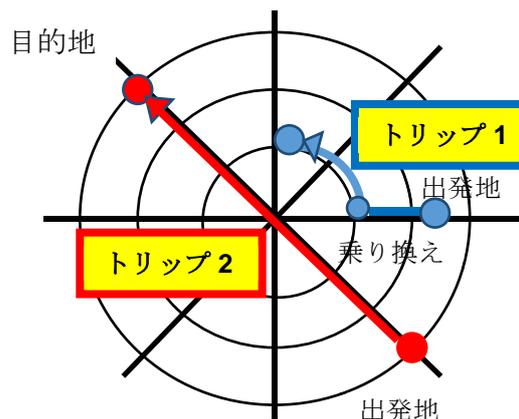
放射環状型のバス路線網では、乗り継ぐことで目的地に到着できるため目的地別のバスを利用するよりも待ち時間が短く、結果的に所要時間の短縮につながると考えられる。この場合、乗り換えに伴う追加料金の支払いを無くすか、低減する必要がある。

現在のサンタクルス市内のバス料金は、均一料金システムである。バス利用客は1回の乗車ごとに Bs. 2 を払い、別の路線のバスに乗り換える場合には、乗り換え回数分の料金を支払わなければならない。図 7.6-2 はバス利用客間の不平等を示している。トリップ1の距離はトリップ2よりも短いにもかかわらず、トリップ1の場合には現在の料金システムの場合、2回払わなければならない。



出典：JICA 調査団

図 7.6-1 望ましいバス路線の構成



出典：JICA 調査団

図 7.6-2 乗り換えトリップと直行トリップの例

(3) 料金システム

放射環状型バス路線網を実現するため、ICカードを活用した料金システムの統合を目指すものとする。この場合、ICカードのみのシステムを導入することを推奨する。なぜなら、ICカードの料金システムにより、運転手の料金の不正受領防止やバス料金収受に伴う業務の軽減化が可能となるからである。また、このシステムの導入により、バス乗客の乗車地点と降車地点間の旅客需要を把握することが可能になる。そのような情報は、バス運行本数の調整や変更役に役立てることができる。

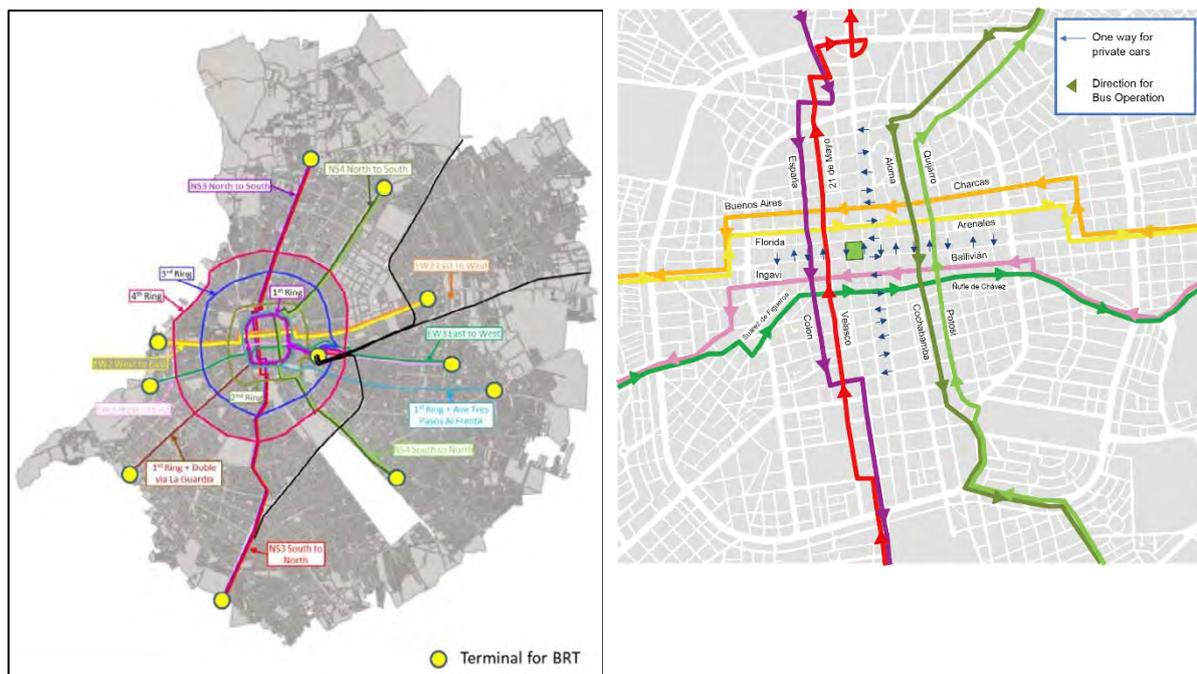
7.6.3 基幹バス路線網

(1) サンタクルス市における基幹バス路線

図 7.6-3 に基幹バス（BRT）路線網を示す。原則として、サンタクルス市の中心部と市内郊外部を結ぶ放射状の路線（4 路線）と市内中心部の環状道路を運行する路線（7 路線）からなっている。

中心部は格子状の道路網となっているため、東西南北方向については中心部を突き抜ける路線とするが、その他の方角については中心部で折り返す路線とする。

第 1 環状路の内側では、大型バスの交差点での右左折が難しいため原則として直進する路線となっている。バス乗客は歩道から乗車、降車することになる。



出典：JICA 調査団

図 7.6-3 サンタクルス市内の BRT 路線

(2) 都市間基幹バス

上記の基幹バス路線がサンタクルス市内に限定されている理由は、BRT としての運行のしやすさと需要の集中度に加え、事業実施主体をサンタクルス市に限定する方が事業の実現性が高いからである。

一方で以下に示す都市間交通においても基幹バスを導入し、増大する需要に対応するとともに、快適で利便性の高い公共交通サービスを提供する。

- サテリテ・ノルテ、ワルネスとサンタクルス市中心部を結ぶ BRT システム
- コトカとサンタクルス市中心部を結ぶ BRT システム
- ラ・グアルディア、エル・トルノとサンタクルス市中心部を結ぶ BRT システム
- ポロンゴとサンタクルス市中心部を結ぶ BRT システム

路線は以下の図に示す通りである。

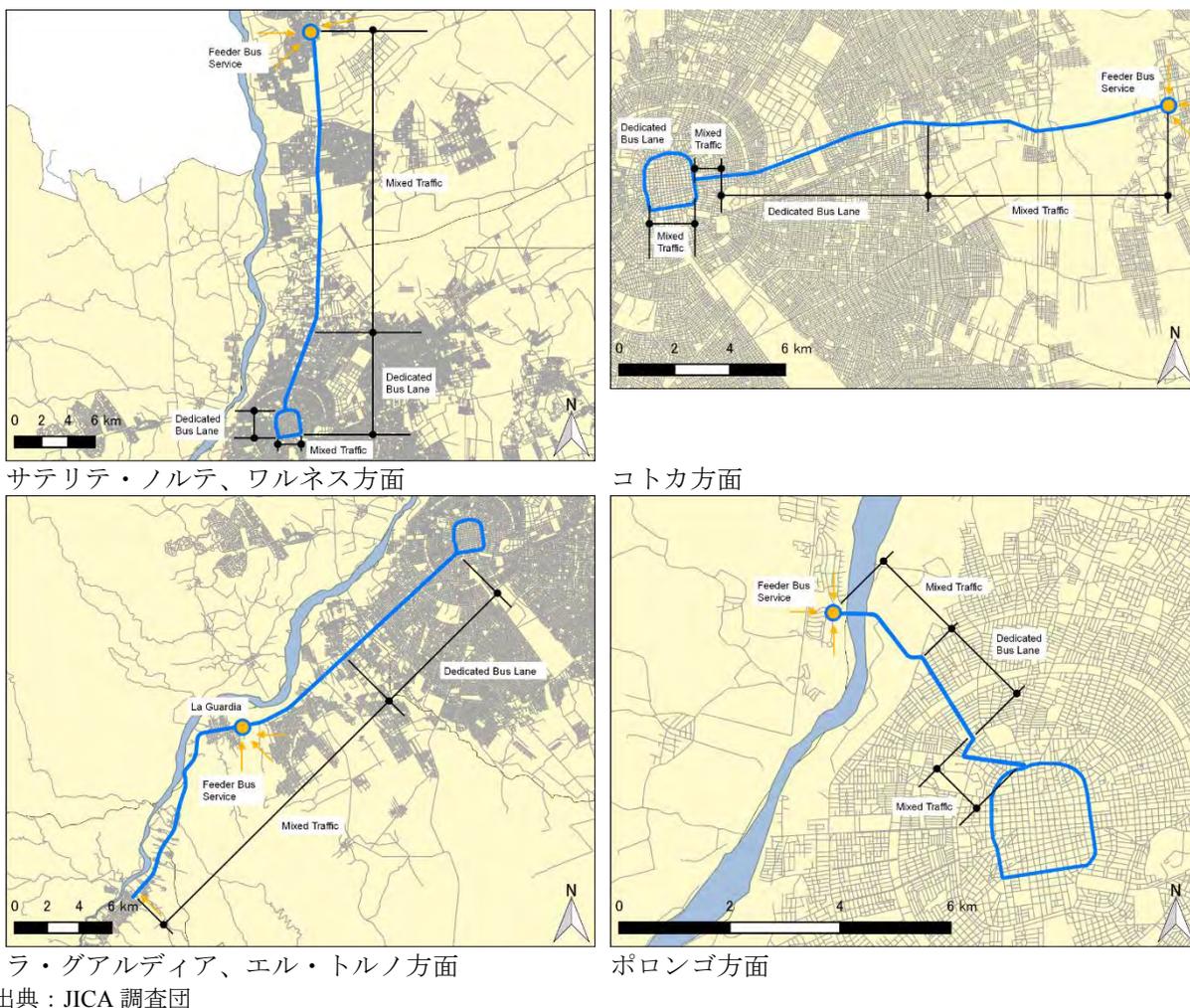


図 7.6-4 都市間の BRT 路線

(3) 基幹バスターミナル

放射方向路線の主要なバスターミナルは、図 7.6-3 に示すように、原則として各路線の郊外での端末に配置し、車両基地を兼ねる。またサテリテ・ノルテなどフィーダー路線が集中する地点でもバスターミナルを設置する。第1、第2環状道路の路線については、運転手や車両の交代のため、バイモーダルターミナルを活用し、第3、第4環状道路の路線については路線上に配置する。

7.6.4 基幹バスシステムの概要

(1) 基幹バス（BRT）の種類

BRT には料金収受、乗降位置、走行車線の違いにより以下のような種類がある。

- | | |
|------|---------------------------|
| 料金収受 | ①車内、②駅、バスシェルター |
| 乗降位置 | ①歩道側、②道路中央 |
| 走行車線 | ①一般車両と混合、もしくは優先レーン、②専用レーン |

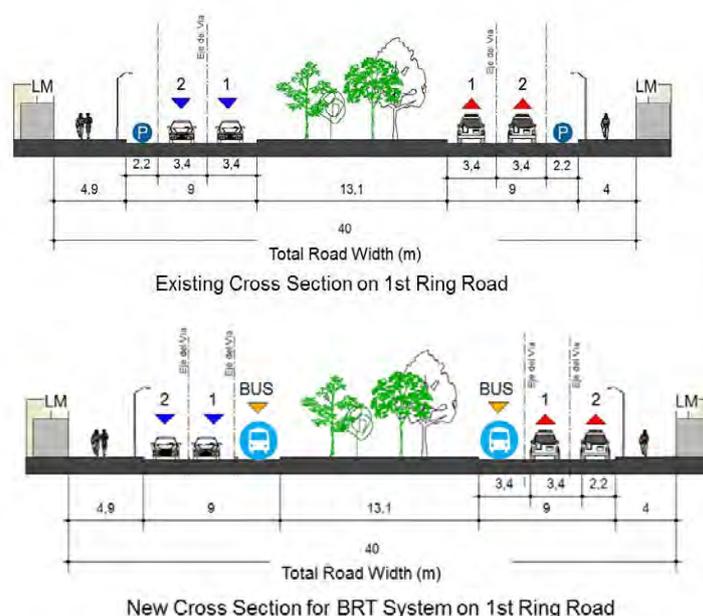
乗降位置が道路中央になる場合、ドアの位置は一般のバスとは反対側に位置する。

本格的な BRT は専用レーンを利用することで高速性を確保し、料金は搭乗前に払うことで乗降と料金収受に要する時間を短縮する。一方、本計画の基幹バス路線は、専用レーンや駅の設置が困難な区間を含んでいる。また、本計画では既存バス路線の再編整備を伴うため、過渡期においてはバスレーンを一般のバスが利用するなど柔軟な対応が必要である。

このため、両側ドアタイプの車両を導入し、走行車線について専用区間と混合区間を併用する。また料金収受は原則として駅で実施するが、車内でも可能とするよう、IC カードの機器を設置できる車両とする。なお、両側ドアタイプの車両は中南米では広く利用されている。

(2) BRT システムの横断面構成

沿道の土地利用へのアクセス交通とのコンフリクトを避けるために道路の中央側にバス専用レーンを設置することを推奨する。サンタクルス市役所が準備している現況の第 1 環状道路の横断面とバス専用レーンを導入した場合の道路の横断面を図 7.6-5 に示す。



出典：サンタクルス市

図 7.6-5 第 1 環状道路の現況横断面と BRT システム導入時の横断面

7.6.5 公共交通システム整備計画

(1) 路線の再編整備

本計画における中心部での基幹バス路線は、本プロジェクト期間中にサンタクルス市が実施したメルカドの移転により露天商が排除されたことにより可能となった。基幹バス導入に先立ち、中心部における既存のバス路線を提案しているルートに変更する。同時に、環状道路沿いのメルカドを主目的地とするバス路線のうち、中心部を通過する路線については統合や廃止を進め、中心部への不要なバス路線の集中を緩和する。

(2) BRT の先行整備

本プロジェクトの期間中、サンタクルス市は既に第1環状道路でのBRT導入に向けて準備を進めてきた。本計画の実現のためにはBRT整備だけでなく市内のバス路線網全体を再構築する必要があるが、第一段階として既存のシステムと共存可能な路線においてBRT整備を進めるものとする。これには今後の整備方針を確定させるためのパイロット事業としての意味もある。

(3) 基幹バス路線網とバス路線の再編成

本計画における放射環状型、幹線・フィーダーシステム、及び統一料金制度は中期（2025年）を目標とした実現を目指す。一方で既存のバス車両は郊外の路線に移すなどして活用を図り、上記システムと共存させる。

(4) 長期（2035年）計画

長期（2035年）までに、全てのバス路線が本計画のバスシステムに組み入れられることを目指す。また、将来的な都市鉄道導入に向けた準備と中心市街地におけるトランジットモールの導入を目指すものとする。

7.7 交通管理

7.7.1 交通管理の施策

「交通安全を確実にする」、「交通の流れを良くする」及び「歩行者環境を良好にする」という基本方針を達成するための施策のうち、交通管理に関連する施策を「交通安全プログラム」、「駐車管理プログラム」、「ボトルネック箇所改良」及び「交通需要管理」としてプログラム化した。

7.7.2 交通安全プログラム

(1) 交通事故データベースの整備

現在、交通警察によって得られる交通事故データは、道路管理者である各市との間で共有されていない。交通事故統計を事故多発箇所の特定や要因分析に活用するため、交通警察が作成する事故調書を共有し、データベース化する。

(2) 交通事故多発箇所分析の実施

交通事故データベースを活用し、事故多発箇所の特定と事故原因の分析、対応策の立案、及び対応策の定量的評価を実施する。

(3) 道路安全監査の導入

道路の安全性は、道路利用者は様々なドライバー、歩行者、自転車利用者などそれらの道路利用者の観点から総合的に評価する必要がある。このため、新規道路の設計や改良にあたり、第三者による評価である道路安全監査の仕組みを導入する。道路安全監査は、3~5人のプロジェクトから独立したチームを組み、安全の観点から計画、設計、整備、整備後の各段階で評価される。サンタクルス都市圏において道路安全監査を実施するため、マニュアルの作成や人材育成を行う。

(4) 交通安全教育の強化

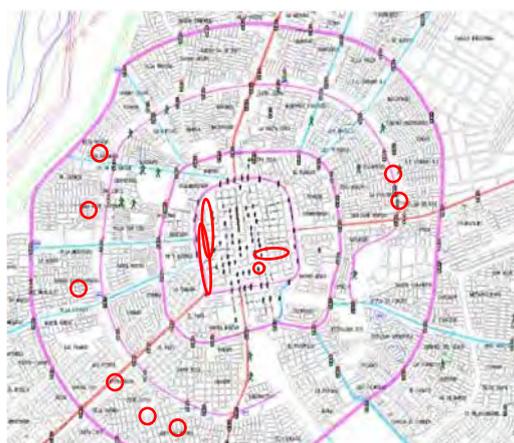
小中学校で交通教育の時間を設けるなど、交通安全教育を継続的に実施する。

(5) 交通違反の点数制度の導入

現在、交通違反に対しては罰金が適用されているが、常習犯に対する免許剥奪などの仕組みはない。このため、国の管轄であるが交通違反の点数制度導入を目指す。

(6) 交通安全の向上ための交通信号制御の拡大

交差点に交通信号制御の設置する区域を、第1環状道路のバス専用レーン、第3環状道路（外側）の交差点、学校や公共施設の歩行者が多い地域（図 7.7-1 の赤丸で示した場所）に拡大する。



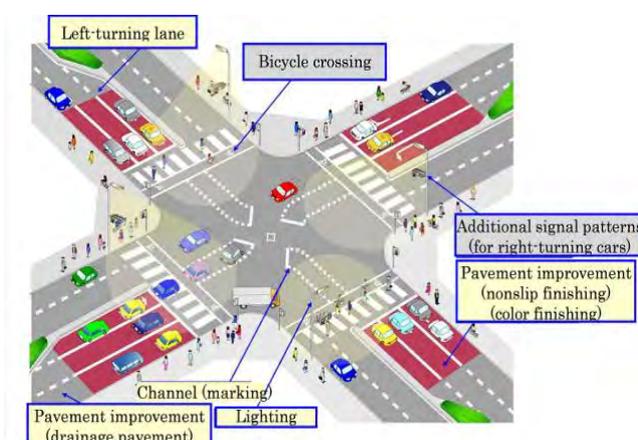
出典：信号標識課の配置図を基に JICA 調査団が編集

図 7.7-1 交通信号設置配置（案）

(7) 交通標識及び路面表示を含む交差点改良

交差点では、ドライバーが直感的に理解できるような交通標識や路面表示を導入する。

例として、渋滞中の追突事故やスピード超過を防ぐため、道路幅員を狭くみせ、速度を自然に減少させるようなドットラインの導入、交差点が近づいていることを示すカラー舗装を導入する。これらの対策は低コストで交差点の大きなレイアウトの変更を必要せず施工期間が短い。



出典：国土交通省の資料基に JICA 調査団が編集

図 7.7-2 交差点での路面表示のイメージ

(8) 電子違反検知システムの推進

現在サンタクルス市が導入を進めている電子違反検知システム（DEI）を推進する。このシステムの導入によって、ドライバーが交通違反への意識が変わり、運転マナーの向上による交通事故の削減が期待される。運用にあたっては、警察と協同し、将来、交通違反ポイントシステムを導入し連携されることが望ましい。

7.7.3 駐車管理プログラム

(1) 駐車施設開発方針の検討

中心市街地の渋滞の要因となっている路上駐車の問題を解決するため、以下の事項を含む施策を策定する。

- 駐車場の再定義と分類の設定
- 土地利用と新しいバスルート網との調整と連携

- 路上駐車と路外駐車役割分担
- 中心市街地における課金による時間制限路上駐車場の整備
- 公共と民間の役割分担
- 民間による駐車場施設の管理と支援（附置義務駐車場等）

(2) 路上駐車管理の改善

路上駐車適切な管理は、駐車スペースの有効利用だけでなく円滑な交通流のためにも必要である。違法な路上駐車を減らすため、同時にプログラム実施する。

- 既存路外駐車場施設の十分な活用
- 路上駐車場の整備と課金システムの導入
- 決められた場所以外での路上駐車禁止

原則として 30 分以上の長時間駐車する車両は路外駐車場に停めるべきである。路上駐車場は、交通渋滞への影響が少ない区間に設置し、分かりやすいデザインとする。長時間の駐車は禁止もしくは路外駐車場よりも料金を高く設定する。

(3) 新たな駐車施設の整備

現在、第 1 環状道路の内側においては、路外駐車場の収用台数よりも多くの駐車需要があり、空きのある駐車場を有効利用したとしても供給が不足している。このため、機械式立体駐車施設など新たな駐車施設を整備する。



出典：PROYECTO DE ESTACIONAMIENTO
VERTICAL INTELIGENTE-SCZ:

(4) 違法駐車取締り強化

図 7.7-3 提案された新駐車場施設の概念図

適切な路上駐車管理を行うために、違法駐車を厳格に取り締まる必要があるが、効果的な取締りをするために以下の施策を推進する。

1) 明確で可視化された駐車可能、禁止区間の設定

- 路上駐車禁止区間と可能区間を明確にする路面表示（カラー）、案内表示等
- 駐車可能区間はボックスで明確化

2) デバイスによる取締りを逃れられない仕組み

- 違法駐車に対してステッカー、車輪止め等で固定、取締りを強化
- 贈収賄の厳罰化

3) ビデオ撮影等によるモニタリング

- 監視カメラによるモニタリング、違法駐車へ注意する遠隔監視システムの導入
- 民間の駐車監視員による駐車違反監視代行

(5) 駐車場ガイダンスシステムの導入

既存駐車場施設の効率的な利用を促すため、インターネットや駐車場情報板、スマートフォンアプリなどを活用した駐車場案内システムを導入する。これらのシステムは場所や利用状況、駐車場料金などが混雑エリアの外から確認でき、予約もできるものである。中心市街地の入り口に駐車場案内情報提供板を設置し、リアルタイムに空きスペース情報を提供することで迷い交通を減らす。このシステムは、ドライバーだけでなく、民間の駐車場管理会社にとっても有益である。

(6) 適切な登録システムによるタクシー管理及び公共タクシー停留所の整備

中心市街地では、タクシーの台数が多く、渋滞の大きな要因となっているため、タクシーが供給過剰とならないよう当局が管理する必要がある。未登録のタクシーも多いため、登録システムを改善する。

サンタクルス市では、タクシー会社専用のタクシー停車場（2台程度のスペース）をそれぞれの会社に路線ごとに許可を与えているが、中心市街地は、それぞれの会社に与えるスペースもないため、公共が管理する駐車場施設を活用しつつ、2、3台の車がタクシー乗り場で待つ「ショットガンシステム」を導入する。これにより、利用者は決められた場所でタクシーを待つことができ、ドライバーはガソリンを節約することができる。また、タクシーによる客探し交通が減り、渋滞の削減につながることを期待できる。

7.7.4 ボトルネック箇所改良

(1) 信号管理の高度化

サンタクルス市では 214 の交差点で信号が設置されており、信号標識課のコントロールセンターで中央管理されているが、このうち車両感知器が設置されている信号交差点は約 40 箇所のみで、リアルタイムに交通流に合わせた信号現示の設定はされていない。導入済みの車両感知器はループコイル方式や画像解析によるものであるが、ループコイルは、メンテナンスや設置時に道路を規制しなければならない、画像解析はコストが高い。そこで、日本で活用されている超音波式の車両感知器を導入する。このセンサーは画像解析よりもコストが低く、メンテナンスが比較的簡単という特徴がある。また、一部で開始しているオフセット処理の地域を拡大するなど信号管理を高度化する。

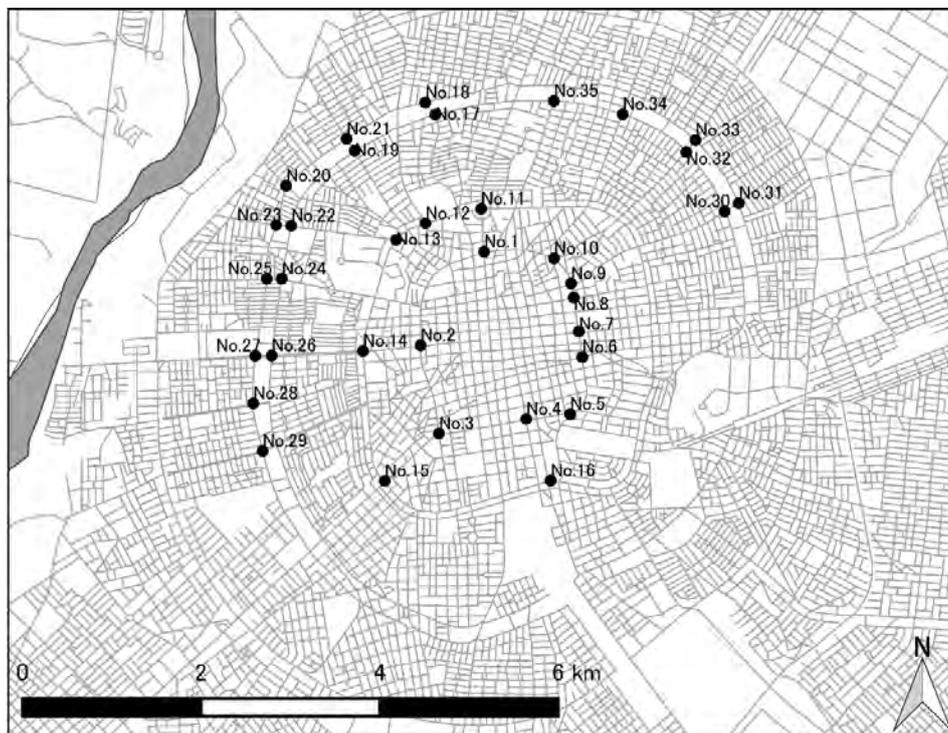


出典：住友電工株式会社

図 7.7-4 超音波式車両感知器

(2) 交通需要の多いラウンドアバウトの信号制御化及びコンパクト化

ラウンドアバウトは、通常の交差点よりも交差箇所が少ないため安全性は高いが、交通量が多くなると、車両を捌くことができなくなり、渋滞が発生する。サンタクルス市内の特に第 1、2、3 環状線のラウンドアバウトは既に交通量が多く、信号制御のコンパクトな交差点に変更する。



出典：JICA 調査団

図 7.7-5 サンタクルス市内のラウンドアバウト箇所

7.7.5 交通需要管理 (TDM)

交通渋滞を緩和させるため、施設整備に加え交通需要を管理する施策 (TDM) を展開する。TDM は、交通需要の抑制や時間や場所を再配分する方策であり、交通容量を増加させる費用対効果の高い代替案となり得る。本マスタープランで提案している TDM 施策を表 7.7-1 に示す。

表 7.7-1 交通需要管理アプローチと適用が考えられる施策

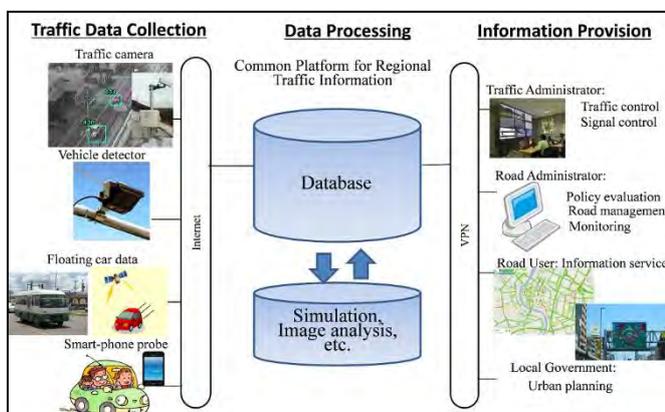
アプローチ	施策
経路の変更	交通情報提供の強化
ピーク時間の変更	モビリティ・マネジメントプログラムの促進
効率的な車の利用	リバーシブルレーンの導入
交通需要の抑制の検討	車の利用規制 (中心部におけるナンバープレート規制) 駐車管理

出典：JICA 調査団

(1) 交通情報提供の強化

ドライバーにリアルタイムで交通情報を提供し、最適な経路を選択させることで特定区間に集中している交通を分散し、道路網上の交通需要を最適化する。

現在、4つの道路情報板が稼働し旅行時間情報を提供しているが、いずれもリアルタイムの情報とはなっていない。リアルタイムの情報提供を行うためには、交通データを取得する必要がある。図 7.7-6 は、導入する交通情報提供システムの概念図であり、交通データの収集、データ処理、情報提供の3つの段階からなる。



出典：JICA 調査団

図 7.7-6 交通情報システムの概念図

交通データは広範囲に取得する必要があるが、車両感知器を数多く設置するには多額の費用が必要であり、整備にも時間がかかる。このため、現在マイクロバスがバスの運行管理用に設置している GPS の情報（プローブデータ）を市に提供してもらい、市でデータを処理して情報提供に活用する。

データ処理によって、インターネットやスマートフォンアプリ、道路情報板から情報提供することができる。図 7.7-7 は、図形情報板の事例であるが、このようにサンタクルス市の中心市街地に入る放射道路と環状道路との交差点の手前に設置し、混雑状況を可視化することで、ドライバーの経路選択の判断材料に活用することができ、結果として交通需要が分散されることが期待される。



出典：JICA 調査団

図 7.7-7 図形情報板の事例

(2) モビリティ・マネジメントプログラムの推進

サンタクルス都市圏では、ピーク時間帯への交通の集中が顕著である。このため、学校の就学時間をずらしたり、就業時間の多様化を促進したりするなど、特定時間帯への交通の集中を緩和することを目指す。

(3) リバーシブルレーンの導入

既存の道路の交通容量を最大限活用するため、リバーシブルレーンの導入を検討する。

7.8 歩行者交通

各市共通の歩道整備ガイドラインを作成し、歩行者や車椅子利用者にとって移動しやすい歩行者ネットワークを形成する。

現在、サンタクルス都市圏で自転車が全トリップに占める割合はわずか1%程度である。都市圏では自転車の利用を促進する機運が高まっているが、都市交通の問題を解決する手段としての優先度は高くない。特に長距離の通勤手段としては、公共交通を整備することが優先される。一方で買い物や通学など近距離の移動は、地形が平坦であることから自転車利用のポテンシャルは高い。このため、BRTが計画されていない道路の中央分離帯や側道を活用し、自転車道路の整備を進め、自転車利用の促進を図る。

7.9 マスタープランの評価

7.9.1 経済便益

(1) 前提条件

本マスタープランの経済評価では、経済便益として移動時間の短縮効果と車両走行費用の削減を採用し、これらを推計した。

経済評価では、「事業なし」と「事業あり」の場合の経済費用を比較して、その差を経済便益として扱う。本マスタープランの評価にあたっては、マスタープランに含まれている全ての事業が実施されない場合を「事業なし」のケースとした。

一方で「事業なし」の社会経済フレームについては、「事業あり」の場合と同じケースを採用した。「事業なし」の場合には郊外開発のための道路がないため人口は既成市街地で増加すると想定することが妥当であるが、本マスタープランが現在進行中の宅地開発以外の郊外開発がないことを前提としており、人口分布については「事業なし」のケースに近いと想定されるためである。

(2) 指標

移動時間と車両走行費用については、需要予測モデルから計算される台キロ、人・時間の数値を採用した。需要予測はピーク時とオフピーク時を対象に実施しているため、ピーク時の値を4倍、オフピーク時の値を12倍して加えることで1日の値を推計した。

時間価値については、交通意識調査の分析結果をもとに、公共交通の時間価値を Bs. 12.5、自家用車利用の時間価値を Bs. 14.5 とした。

都市圏では1990年代モデルの自動車が多いが、将来的には最新モデルの自動車に置き換わると仮定して、車両走行費用を推計した。自家用車は1,000kmあたり Bs. 1,654、公共交通は1,000kmあたり Bs. 4,918 と計算された。

7.9.2 事業費

事業費については、以下の表のように推計された。経済分析においては、事業費から移転費用（特に税金）を除外する必要があるが、事業費は概算の推計値であるため税込・税抜の区分が明確ではない。このため、この推計値を経済費用として採用した。なお、排水事業については、排水に関連する便益を除外していることから経済費用には算入していない。

表 7.9-1 プロジェクト事業費

部門	(単位：US\$ 百万)			
	短期	中期	長期	合計
道路	85.6	423.2	902.4	1,411.1
公共交通	60.7	64.1	0.0	124.8
交通管理	9.2	25.4	0.0	34.6
排水	5.0	103.3	206.6	309.9
合計	160.5	616.0	1,109.0	1,880.4

出典：JICA 調査団

7.9.3 費用便益分析

下表に 2035 年までの計算結果と経済的内部収益率 (EIRR) を示す。EIRR は 35% と高い数値であり、本マスタープランによる経済効果が高いことが示された。

表 7.9-2 費用便益分析

年	便益			費用	キャッシュフロー
	走行費用削減	時間費用削減	合計		
2018				869	-869
2019				882	-882
2020	396	100	496	979	-484
2021	216	178	394	908	-514
2022	460	445	905	1,521	-616
2023	978	1,066	2,044	1,795	249
2024	1,553	1,863	3,416	1,843	1,573
2025	2,158	1,784	3,943	1,232	2,711
2026	2,302	2,224	4,526	1,063	3,463
2027	2,445	2,664	5,109	1,148	3,961
2028	2,588	3,104	5,693	1,236	4,456
2029	2,732	3,544	6,276	1,225	5,051
2030	2,875	3,984	6,859	1,096	5,763
2031	3,019	4,424	7,443	1,026	6,416
2032	3,162	4,864	8,026	1,188	6,837
2033	3,305	5,304	8,609	1,044	7,565
2034	3,449	5,744	9,192	850	8,342
2035	3,592	6,183	9,776	490	9,286

35%

出典：JICA 調査団

7.9.4 地球温暖化ガスの削減

本マスタープランではエネルギー効率の高い鉄道などの都市交通システムは提案しておらず、地球温暖化ガスの削減効果は車両の総走行キロの減少によってもたらされる。地球温暖化ガスの削減量を計算した結果を下表に示す。

表 7.9-3 地球温暖化ガスの削減量

年	交通機関	走行距離の減少 1000台キロ	CO2換算kg 原単位 (kg/1000km)	CO2換算トン削減量 (ton)	
				日	年
2020	自動車	-1	0.2388	0.00	0
	公共交通	244	0.5878	0.14	47
	合計	243		0.14	47
2025	自動車	687	0.2388	0.16	54
	公共交通	1,099	0.5878	0.65	213
	合計	1,785		0.81	267
2035	自動車	4,317	0.2388	1.03	340
	公共交通	761	0.5878	0.45	148
	合計	5,078		1.48	488

出典：JICA 調査団

7.10 組織制度

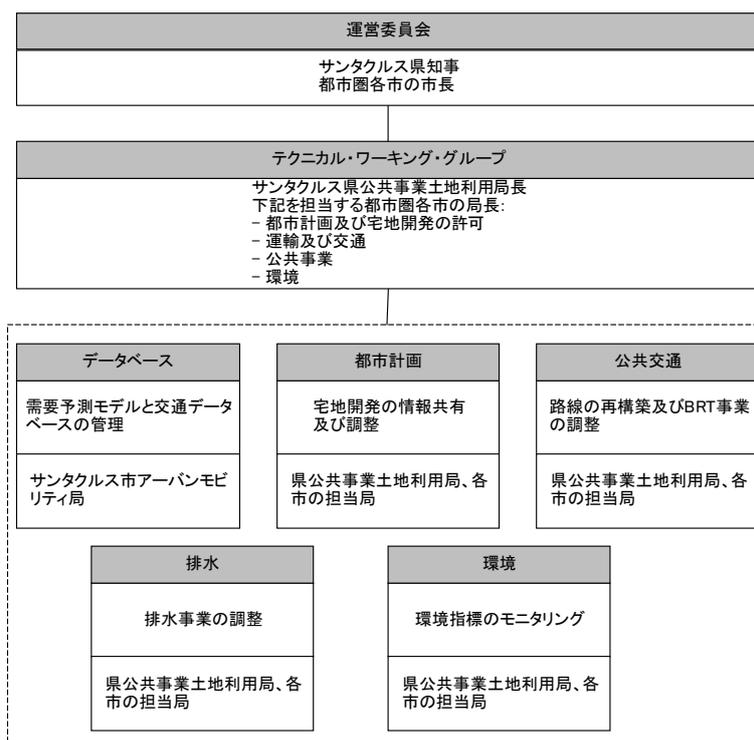
7.10.1 都市圏レベルでの協調体制

(1) サンタクルス都市圏調整協議会の設立

本マスタープランを実現してゆくためには、以下の理由により都市圏レベルでの協調体制を確立する必要がある。

- 1) 二つ以上の市を通過する道路については、原則としては県の管轄となるが、市域の拡大により機能的には市のレベルで扱うべき道路が多く含まれる。これらの道路は本マスタープランで都市圏道路として定義されたが、これらの道路を建設・維持管理するうえで隣接市の協調が不可欠である。
- 2) 本マスタープランでは郊外部における新規の宅地開発が規制されることを前提としている。現在、郊外部における宅地開発は各市の権限で許可されているため、都市圏全体での協力が不可欠である。
- 3) 排水対策としてサンタクルス市からコトカ市を通過しリオグランデに至る水路建設を提案しているが、実現のためには両市の協議が不可欠である。
- 4) 公共交通についても道路と同様、単純に市を跨ぐという理由で県の管轄とすることが適切とは言えない状況になっている。
- 5) 本マスタープランで整備したデータベースや需要予測モデルを都市圏で統一して活用する必要がある。

サンタクルス都市圏では、県が主導して法的に位置づけられた都市圏地域の設立が進められているが、実現には時間がかかると予想される。このため、本プロジェクトで設立されたテクニカルワーキンググループ（TWG）を継続、発展させたサンタクルス都市圏調整協議会の設立を提案する（図 7.10-1）。



出典：JICA 調査団

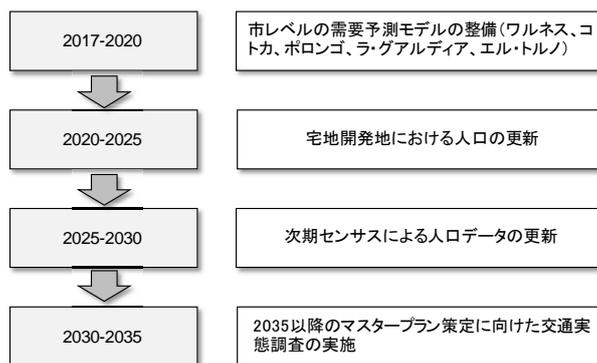
図 7.10-1 サンタクルス都市圏調整協議会の組織図

(2) 交通分野における調査能力の強化

サンタクルス都市圏においては、交通調査や結果解析を実施できる民間のコンサルタント会社がない。このため、マスタープランのモニタリングにあたっては県や市が直接交通調査やその分析を行う必要がある。現在、この能力をある程度備えているのはサンタクルス市のアーバンモビリティ局のみであり、この組織を中心として能力強化を図る必要がある。

(3) 交通データベースの更新

本プロジェクトで整備したデータベースについては、以下の図に示すように将来的に更新していくことを提案する。2030年頃には、2035年以降の計画策定に必要となる大規模調査を実施する必要があるが、それまでは次回センサスによる補正により活用可能である。



出典：JICA 調査団

図 7.10-2 交通データベースの更新計画

7.10.2 土地利用及び都市開発に関する方針

本計画の実現のためには無秩序な市街地拡大を抑制するための都市計画上の制度改革が必要である。

(1) 農地改革政策と土地利用計画との調整

国の農地改革政策はサンタクルス都市圏の市街地拡大に影響を与えている。県や市の土地利用方針と農地改革政策を無秩序な市街地拡大を抑制する観点から協調させるため、以下の方針に基づいた施策を実施する。

表 7.10-1 農地改革政策と土地利用計画との調整

課題	方針
土地の再配分と宅地開発の関係	土地再分配政策と都市化政策の明確な定義を確立する。
統合された土地登記台帳未整備	土地取引を監視するための統合的な地積データベースを開発する。
法の執行力の弱さ	土地紛争を最小限に抑えるため、新しい調停機関を設立する。

出典：JICA 調査団

(2) 地方政府の歳入システムの強化

自治体による宅地開発の管理能力を強化するため、以下の方針に基づく歳入システムの改善施策を実施する。

表 7.10-2 地方政府の歳入システムの方針

課題	方針
人口ベースの中央政府からの歳入配分	法レベルの収入制度の改善
不動産税徴収のための地籍台帳データベースの更新の難しさ	地籍情報システムの改善のための資金援助
税の未払対策の難しさ	市民の納税の重要性を知るための啓蒙活動

出典：JICA 調査団

(3) 適切な開発管理

予期せぬ宅地開発を防ぐため、以下の方針によって市が適切な開発管理を行う。

表 7.10-3 開発管理の方針

課題	方針
検査・罰則規定の欠如	開発許可手続きと都市開発の管理時期の改善
法令順守倫理の欠如	民間開発業者のための開発コードの定期的な学習と調整の機会の確立
地方政府の自立性の不足	全ての開発関連許可手続きを中央レベルから地方レベルに移転する
長期化する手続きと関係機関の間の土地管理情報の連携不足	土地取引に関する調整メカニズムの確立

出典：JICA 調査団

(4) 都市計画分野のプロジェクト

上記の方針に基づき、都市計画分野において、以下のプログラム・事業を実施する。

表 7.10-4 都市計画分野のプロジェクト

プログラム	事業	概要
開発管理プログラム	地籍データベースの統合	都市圏レベルでの統合的な地籍データベースは、土地取引と都市開発活動を管理するために、また自治体の財産税の徴収のために必要である。
	土地取引モニタリングシステム	宅地開発の拡散を防ぐため、統合された地籍データベースに基づき土地の取引活動を監視する必要がある。土地取引モニタリングシステムにより、INRA、IGM、財産権局、自治体間で情報が共有される。
	統一された EIA 承認基準	中央政府による開発活動に対する制御不能な承認を避けるために、EIA に関する承認権限は県政府に完全に移管すべきである。
	市の土地利用計画の見直し	このマスタープランに基づき、各自治体で詳細な土地利用計画を改訂するものとする。計画は都市圏調整委員会の下で調整されるものとする。
歳入改革プログラム	予算配分システムの改善	持続可能な都市開発管理に必要な地方政府への安定・適切な予算配分が必要である。予算配分は中央政府の問題であるが地方政府の管理を改善するためには、予算配分システムの変更に対する技術サポートが必要である。
	定期的な財産税率の改定	日常的な税率改定は経済成長に基づいて税収を得るための鍵である。小規模市では、財産税の税率を改定するための財政支援が必要である。

出典：JICA 調査団

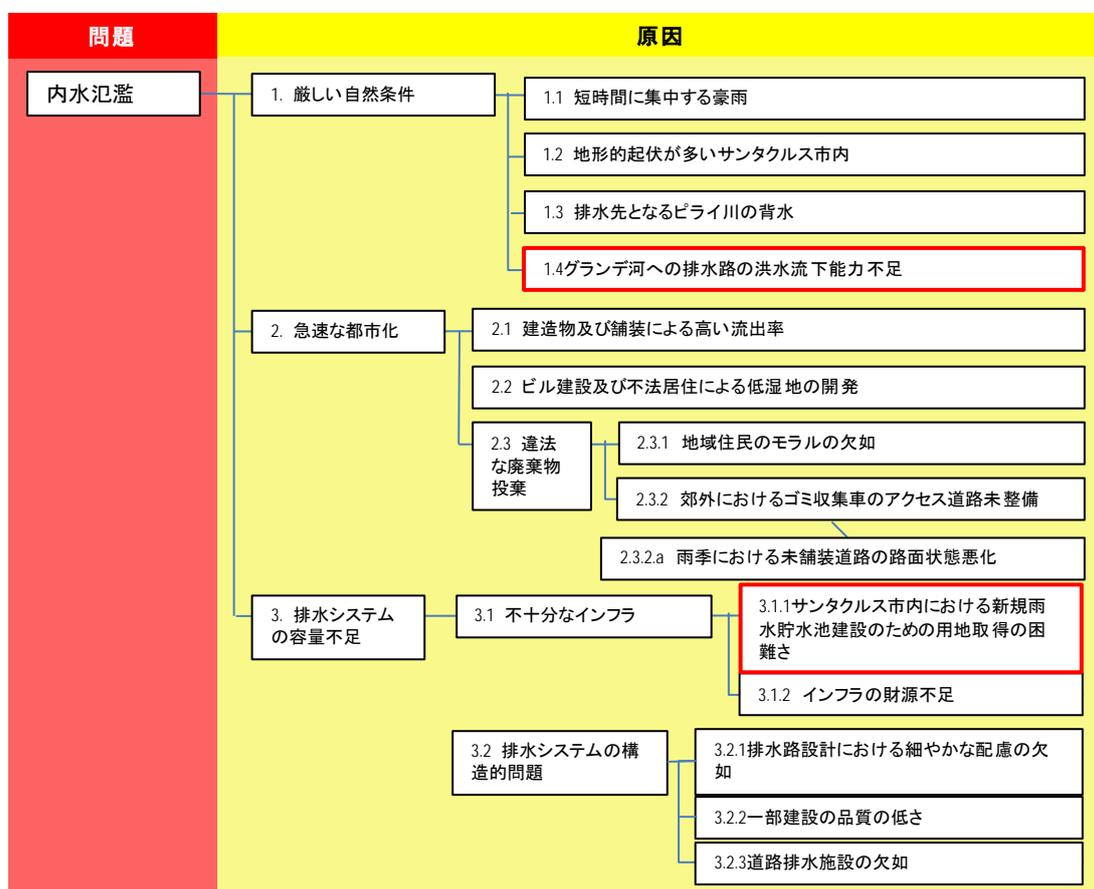
第8章 排水計画

8.1 現況の問題分析

調査対象地域の都市区域における雨水の排水不良は、複雑な問題である。図 8-1 の右列「原因」に示すとおり、1) 厳しい自然条件、2) 急速な都市化、3) 排水システムの容量不足、という複数の条件がこの問題を起こしている。それら 3 つの問題原因の根本原因を右列中右側に向かって整理している。

特に赤線で囲っている「グランデ川への排水路の洪水流下能力不足」および「サンタクルス市内における新規雨水貯水池建設のための用地取得の困難さ」は重要な問題である。

また、「排水システムの構造的問題」の根本原因としては、「排水路設計における細やかな配慮の欠如」、「一部建設の品質の低さ」および「道路排水施設の欠如」が挙げられる。



出典: JICA 調査団

図 8-1 内水浸水の問題と原因の分析

8.2 問題・原因への対策と事業化

図 8-1 に整理された問題の各根本原因へは、以下の 7 つの対策が効果を挙げるものと考えられる。

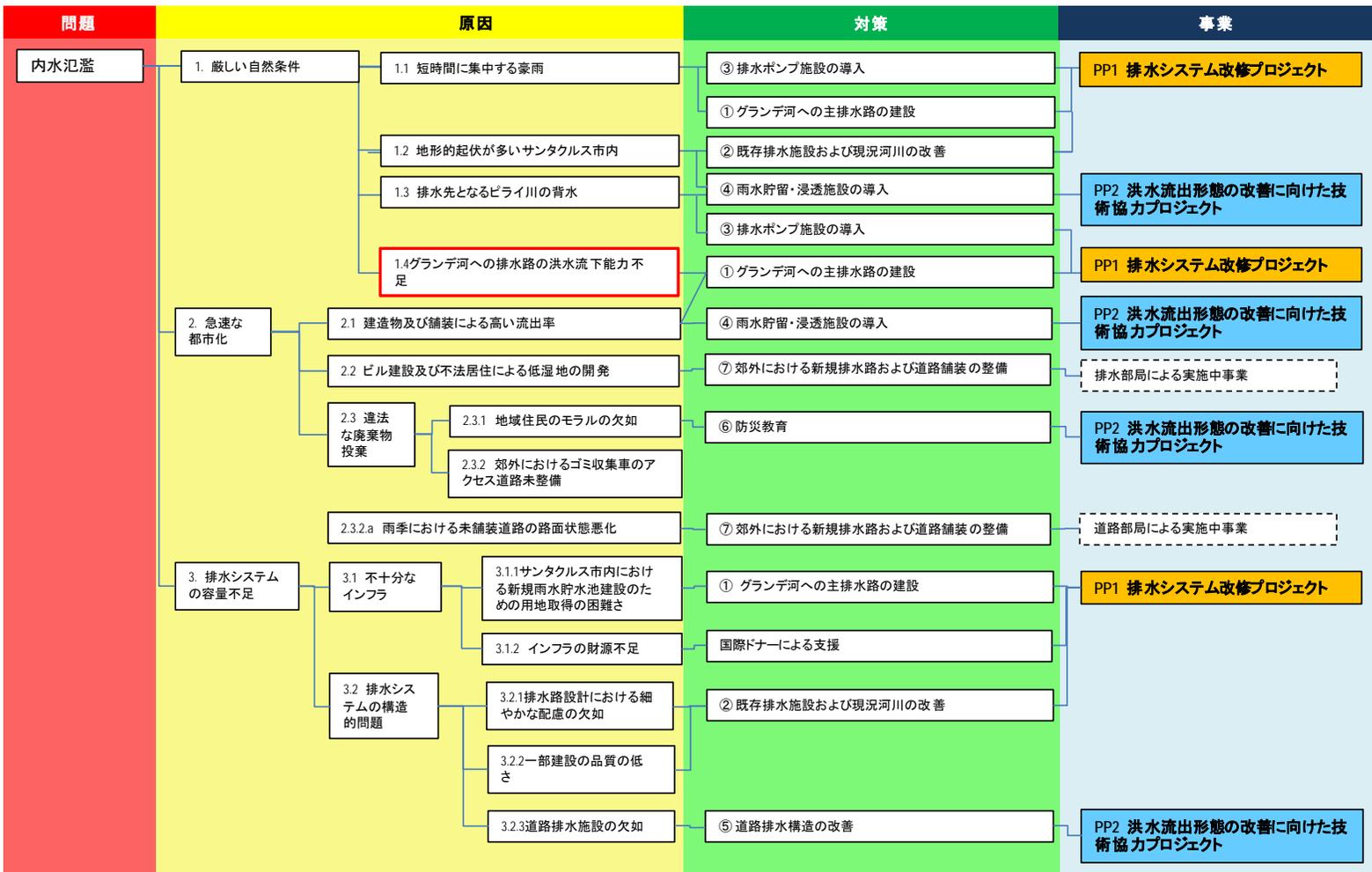
- ① グランデ川への主排水路の建設
- ② 既存排水施設および現況河川の改善
- ③ 排水ポンプ施設の導入
- ④ 雨水貯留・浸透施設の導入
- ⑤ 道路排水構造の改善
- ⑥ 防災教育
- ⑦ 郊外における新規排水路および道路舗装の整備

図 8-2 の三列目にこれらの対策がどの根本原因に対応するかを整理し、対策群を 2 つのプロジェクトに統合したものを最右列に示す。

①から③の対策を統合して、

「(1) 排水システム改修プロジェクト」とし、④から⑥の対策を統合して、

「(2) 洪水流出形態の改善に向けた技術協力プロジェクト」として提案する。⑦については、サンタクルス市が実施中であり、更なる継続と促進が求められる。



出典: JICA 調査団

図 8-2 排水問題の原因と対策及びプロジェクトの形成

第9章 実施計画

9.1 プロジェクトリスト

本マスタープランのプロジェクトの一覧を以下に示す。また、道路事業の位置を次ページの図に示す。

部門	番号	プロジェクト名	規模	目標時期
道路	V01	ワルネス開発地域の幹線道路網整備	171.3 km	2035
	V02	サンタクルス外郭環状道路建設	49 km	2035
	V03	コスタネラ事業	28.2 km	2025
	V04	バイ・オセアニック道路建設	74.2 km	2020
	V05	ワルネス～ラ・ベルヒカ間接続	12.0 km	2035
	V06	コトカ市道建設プログラム	54.2 km	2035
	V07	ラ・グアルディア道路網開発	27.5 km	2035
	V08	ポロンゴ道路網開発	109.1 km	2035
	V09	エル・トルノ道路網開発	19.3 km	2035
	V10	道路舗装	4,000 km	2035
	V11	サンタクルス市内環状道路整備	45 km	2025
	V12	コミュニティ接続プログラム	83.6 km	2035
	V13	サンタクルス～ラ・グアルディア放射道路	22.8 km	2025
	V14	オキナワ～ワルネス道路	80.3 km	2035
公共交通	P1	サンタクルス市 BRT 建設事業	119.1 km	2025
	P2	バス・ロケーションシステム	-	2025
交通管理	T01	交通事故データベース整備	-	2020
	T02	交通事故多発箇所分析	-	2020
	T03	交通安全監査の導入	-	2020
	T04	交通違反ポイントシステム	-	2025
	T05	交通信号制御の拡大	交差点 20 箇所	2025
	T06	交差点改良 (交通標識・路面表示)	交差点 10 箇所	2025
	T07	電子違反検知システム	22 箇所	2020
	T08	歩道整備ガイドライン	10 箇所	2020
	T09	駐車施設整備方針の策定	-	2020
	T10	路上駐車管理	-	2025
	T11	路外駐車場の整備	2 箇所	2025
	T12	違法駐車取締強化	10 箇所	2025
	T13	駐車場ガイドシステム	5 箇所	2025
	T14	タクシー規制	大規模タクシー停留所 1 箇所 小規模タクシー停留所 5 箇所	2025
	T15	信号システム更新	車両感知器 170 箇所	2035
T16	ラウンドアバウト信号化	35 箇所	2035	
T17	市場周辺の荷捌き車両の規制や施設導入	3 箇所	2018	
T19	交通情報提供	5 箇所	2025	
T20	モビリティ・マネジメント	-	2025	
T21	リバーシブルレーンの導入	-	2022	
排水	D1	排水システム改善	主要排水路 111.4km 橋梁 23 基 既存排水施設及び現況 河川改善 20km 排水ポンプ場 2 箇所	2035

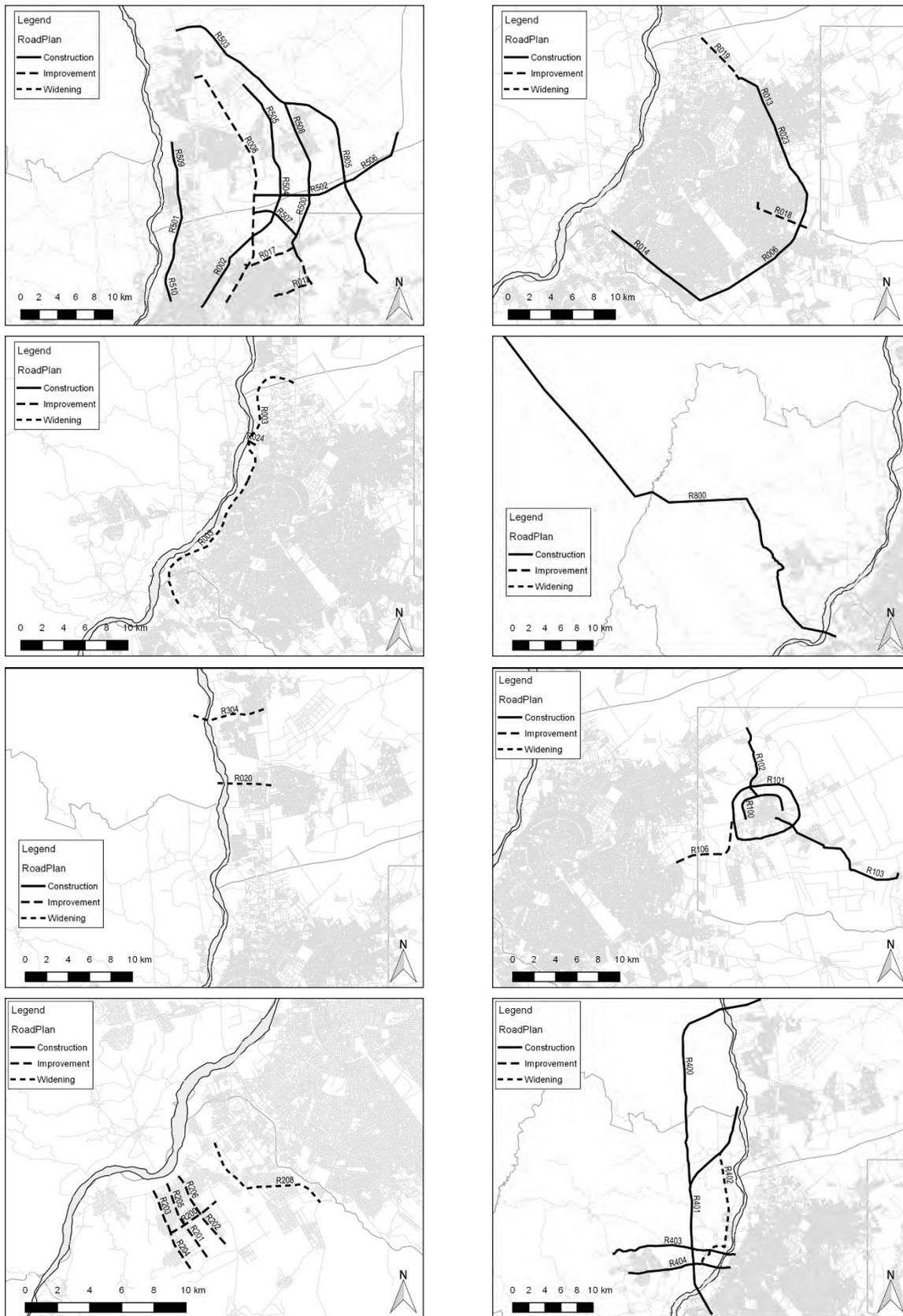


図 9-1 マスタープラン プロジェクト位置図 (1/2)

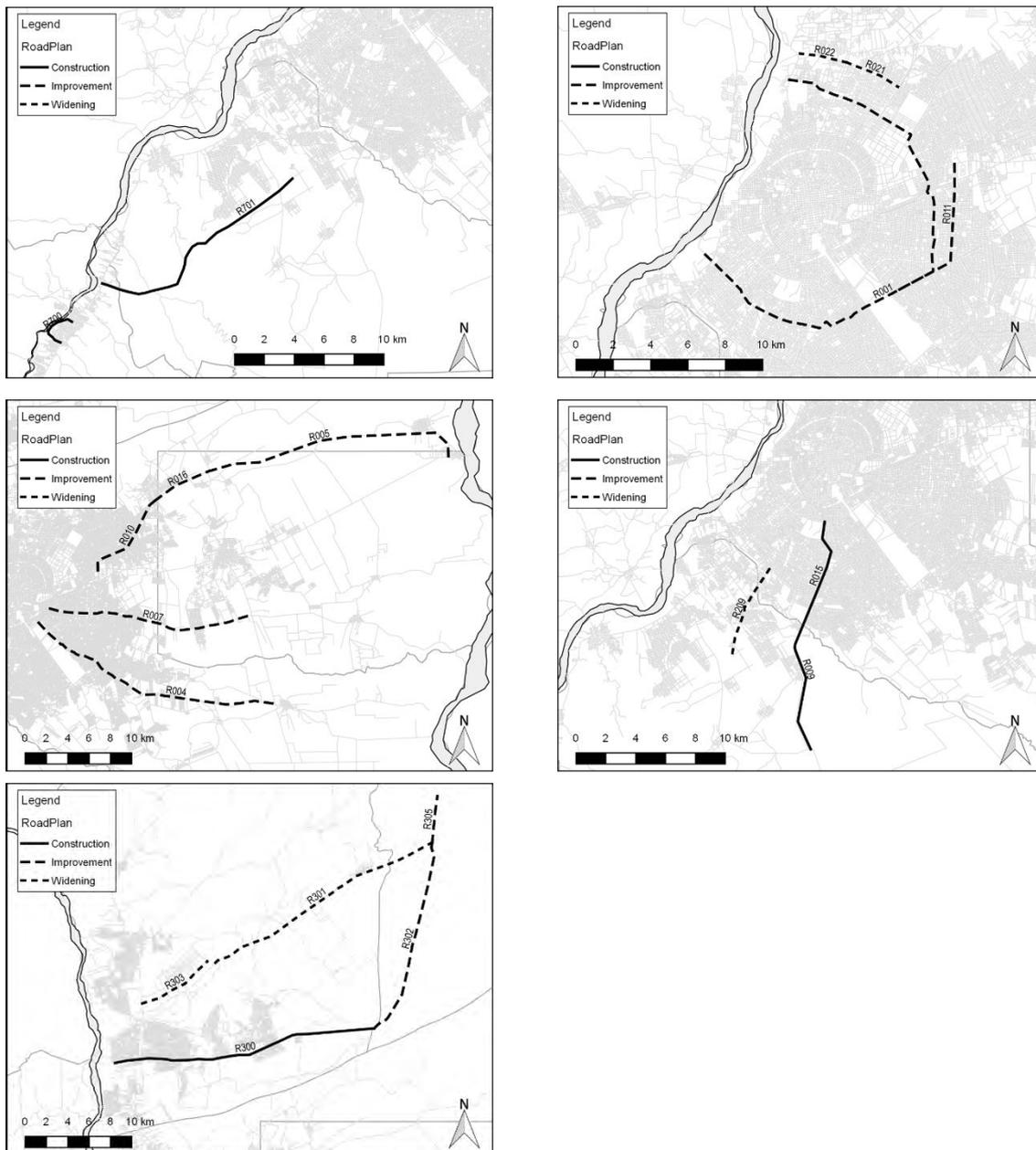


図 9-2 マスタープラン プロジェクト位置図 (2/2)

9.2 アクションプラン

9.2.1 組織制度

- 第 7 章で提案した都市圏調整協議会を早期に設立すべきであるが、同時にサンタクルス都市圏地域の設立議論も継続する必要がある。
- 本マスタープランの前提となっている都市構造を維持するため、市境問題の解決や農地改革などの開発管理プログラムも優先度が高い。
- BRT を含めた公共交通改善のため、サンタクルス市の能力向上が必要である。
- 道路やバスターミナルの建設のため用地買収が必要となるが、地域の一体的開発のため都市再開発の仕組みを整備する事も優先すべき事項である。

9.2.2 道路

- 未舗装道路の舗装は短期および中期で進める重要な事業であるが、同時に排水路を整備する必要がある。このため、第 8 章で提案している排水改善プログラムを短期に実施すべきである。
- 道路の ROW を明確にするため、幹線道路、特にバイパス道路の F/S を実施すべきである。また、市内の街灯を LED 方式に交換するための F/S も早期に実施すべきである。

9.2.3 公共交通

(1) バス路線の再構築

現在のバス路線を本マスタープランで提案している路線網に一度に変更する事は不可能であり、段階的な路線再編計画が必要である。第一段階としては、中心部のルート変更で、第二段階としては中心部を通過するバス路線の統合である。その後は BRT の整備にあわせてフィーダールートを整備する事になる。これらの段階的再編計画の策定は短期的な優先プロジェクトである。

(2) BRT 事業

BRT 事業のため、サンタクルス市は以下の行動を実行する必要がある。

- 1) バス路線を設計し、それぞれのルートにおける必要なバスの台数を定める。
- 2) バスのサービス基準を定めた入札書類を準備する。
- 3) BRT 事業者を入札により選定する。

上記を実施するため、BRT の F/S を実施する必要がある。

(3) 都市間交通システム

本マスタープランでは、国が高速鉄道を計画した路線（サンタクルス～ワルネス間）に BRT を提案している。一方で、この沿線にあるニューサンタクルスシティがマスタープ

ランの想定を超えて開発され、業者の計画人口である 40 万人に早期に到達しそうな場合には鉄道導入の可能性もある。本ルートにおける最適な都市交通システムを選定するための調査に着手すべきである。

9.2.4 交通管理

交通事故統計の把握のため、交通警察と市が協力して交通事故データベースを構築するための協議を開始すべきである。

9.2.5 歩行者交通

都市圏共通のユニバーサルデザインを考慮した歩道設計のガイドラインを策定すべきである。また、中央分離帯や側道を利用する BRT 路線計画との調整を図るため、自転車ネットワークの計画も必要である。

9.2.6 市交通計画

サンタクルス市は本マスタープランを受けて市交通計画の策定に着手しているが、他の市も同様に市交通計画の策定に着手すべきである。

9.2.7 優先すべきアクション

優先すべきアクションは以下の通りである。

部門	No.	行動
組織制度の整備	1	都市圏調整協議会の設立
	2	開発コントロール管理プログラム策定
	3	BRT 事業能力開発
	4	都市開発・再開発の能力開発
道路	1	舗装・排水整備プログラム策定
	2	サンタクルス外郭環状道路 F/S
	3	サンタクルス環状道路 F/S
	4	ウルネス開発地域幹線道路 F/S
	5	LED 街灯導入 F/S
公共交通	1	中心部のルート変更
	2	中心部を通過する路線の統廃合
	3	マイクロバス路線網の移行計画策定
	4	BRT F/S
	5	都市間交通のシステム選定調査
交通管理	1	交通事故データベースの構築
	2	ブラック・スポット分析
歩行者交通	1	歩道整備ガイドラインの策定
	2	自転車ネットワーク計画の策定
排水	1	排水改善事業 F/S
市交通計画	1	ウルネス
	2	ラ・グアルディア
	3	コトカ
	4	ポロンゴ
	5	エル・トルノ