

フィリピン共和国
運輸通信省 (DOTC)

フィリピン国
マニラ首都圏地下鉄事業
情報収集・確認調査
ファイナル・レポート

平成 27 年 9 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 アルメック V P I
日本コンサルタンツ株式会社
東京地下鉄株式会社

東大
JR
15-037

フィリピン共和国
運輸通信省 (DOTC)

フィリピン国
マニラ首都圏地下鉄事業
情報収集・確認調査
ファイナル・レポート

平成 27 年 9 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

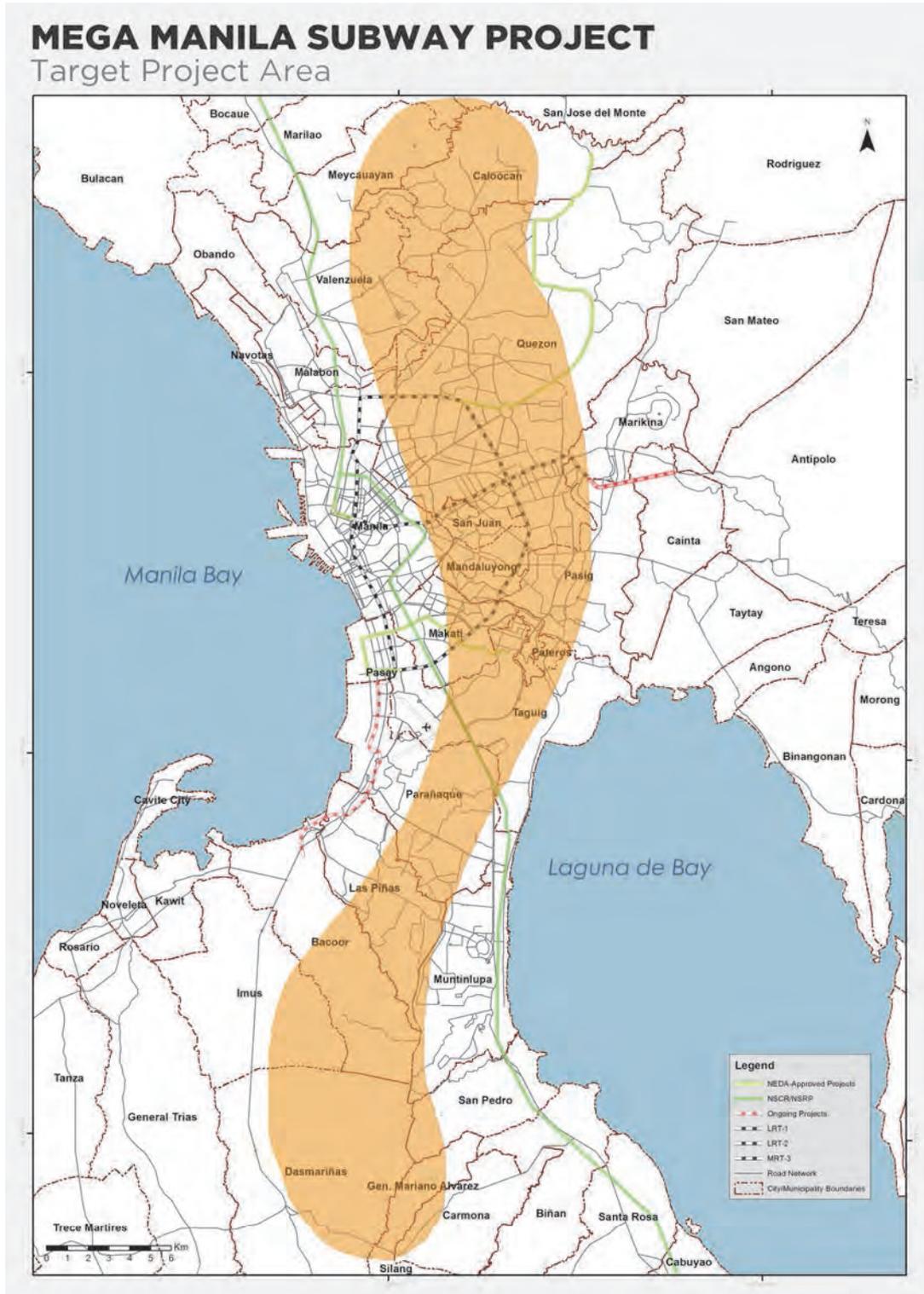
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 アルメック V P I
日本コンサルタンツ株式会社
東京地下鉄株式会社

為替交換レート (2015年3月)

1 フィリピンペソ (PhP) = 2.708 円

1 米ドル (US\$) = 119.03 円

1 米ドル (US\$) = 43.95 PhP



調査対象地域図

(空白ページ)

フィリピン国
マニラ首都圏地下鉄事業情報収集・確認調査

ファイナル・レポート
目次

調査対象位置図

略語表

頁

第1章	はじめに	
1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-1
1.3	調査対象地域	1-1
1.4	調査の内容	1-1
1.5	路線案選定に対する調査の基本方針	1-3
第2章	調査対象地域における交通セクターに係る現状と課題	
2.1	マニラ首都圏都市開発セクターの現状と課題	2-1
2.2	マニラ首都圏運輸交通セクターの現状と課題	2-4
2.3	都市・交通セクター開発の政策と各種計画	2-7
2.4	他ドナーおよび民間による関連事業・計画の現況	2-13
2.5	鉄道輸送能力および輸送網の現況	2-28
2.6	地下鉄事業の必要性および課題	2-29
2.7	鉄道用地取得・整備の現況および現在の利用状況	2-29
2.8	公共交通指向型開発 (Transit Oriented Development: TOD)	2-30
第3章	地下空間利用に関する法制度の現状と課題	
3.1	地下空間の所有権・利用権等に関する法制度の現況	3-1
3.2	地下建設に伴う地権者への補償と建設実施に関する法制度	3-9
3.3	地下空間利用に必要とされる法制度と制定プロセスの提言	3-13
第4章	路線検討クライテリアの整理	
4.1	地形および災害リスク	4-1
4.2	社会・経済的側面	4-3
4.3	公共交通ネットワークとの接続性	4-6
4.4	技術的側面	4-9
4.5	既存通行権 (ROW)	4-10
4.6	既設の地下構造物の現状	4-10
4.7	沿線住民への裨益および沿線開発のポテンシャル	4-19
4.8	候補路線の検討	4-19
第5章	交通需要予測	
5.1	需要予測アップデートの手順	5-1
5.2	需要予測アップデートの結果	5-4
第6章	概略路線計画	
6.1	路線・線形計画	6-1
6.2	土木施設計画	6-2

6.3	駅計画	6-10
6.4	軌道	6-17
6.5	車両基地計画	6-21
6.6	本邦技術の活用（土木）	6-27
第7章	鉄道システム計画	
7.1	マニラ首都圏の既存鉄道の鉄道システムの現状	7-1
7.2	車両計画および車両設計諸元	7-2
7.3	電気・機械施設	7-6
7.4	信号・通信施設	7-16
7.5	運行計画	7-28
7.6	本邦技術の活用（車両・鉄道システム）	7-33
第8章	概略事業実施計画及び概略事業費	
8.1	概略事業実施計画	8-1
8.2	概略事業費	8-4
第9章	MMSPにおけるTODシナリオの予備的検討	
9.1	TODシナリオ検討における留意点	9-1
9.2	駅別のTODコンセプトの予備的検討	9-2
9.3	BGC地区の駅におけるTODコンセプトのケーススタディ	9-8
第10章	事業実施体制・運営維持管理体制	
10.1	マニラ首都圏内の軌道交通系事業の事業実施・運営維持管理体制の現況	10-1
10.2	事業実施体制の提言	10-9
10.3	運営維持管理体制の提言	10-14
10.4	概略運営・維持管理費	10-17
第11章	自然条件レビュー	
11.1	自然災害リスク評価	11-1
11.2	自然災害の予防・低減策の提言	11-21
第12章	自然・社会環境配慮	
12.1	事業予定地の自然環境と社会的特性の確認	12-1
12.2	地下鉄事業による自然環境と社会環境への影響可能性	12-5
12.3	土地取得・住民移転計画の政策および現況	12-7
第13章	プロジェクト評価	
13.1	経済評価	13-1
13.2	財務評価	13-6
第14章	財務計画とプロジェクト実施スキーム	
14.1	財務計画の予備的検討	14-1
14.2	事業実施スキームの予備的検討	14-2
第15章	路線検討結果のまとめ	
15.1	各路線の検討結果	15-1
15.2	各候補路線の特徴	15-4

第 16 章 今後の課題と提言

16.1	需要予測	16-1
16.2	地質調査	16-1
16.3	事業費積算	16-2
16.4	経済・財務分析	16-3
16.5	環境・社会配慮	16-3
16.6	運営・保守計画	16-4
16.7	事業実施スキーム	16-5
16.8	公共交通指向型開発 (TOD)	16-5
16.9	他の鉄道路線および交通機関の事業などに対する法的影響	16-5
16.10	他の鉄道路線および交通機関とのインターフェース	16-6
16.11	類似鉄道建設事業との比較	16-6
16.12	広報室の設置	16-6

第 17 章 本邦企業へのヒアリング結果

17.1	建設業者へのヒアリング結果	17-1
17.2	総合商社へのヒアリング結果	17-2
17.3	車両・鉄道システムメーカーへのヒアリング結果	17-2

別添 A 日本における一体開発の主要事例と開発手法メカニズム

別添 B 各オプションの路線図

別添 C 駅間 OD 量

別添 D 各オプションの概略平面・縦断線形図およびキロ程と駅間／構造別距離

別添 E 各オプションの経済・財務分析結果

付属 A BGC における TOD 事例のパース図面

付属 B 地下部建設イメージの 3D CAD 図面

付属 C 協議記録

付属 D 本邦研修記録

略語表

略語	正式名称
AC	Alternating Current
ACELP	Algebraic Code Excited Linear Prediction
ADB	Asian Development Bank
AFC	Automatic Fare Collection
AG	Automatic Gate
AGT	Automated Guideway Transit
ALI	Ayala land Inc.
ASEAN	Association of South - East Asian Nations
ATACS	Advanced Train Administration and Communications System
ATC	Automatic Train Control
ATO	Automatic Train Operation
ATP	Automatic Train Protection
ATS	Automatic Train Stop
BCDA	Bases Conversion and Development Authority
BGC	Bonifacio Global City
BLDC	Bonifacio Land Development Corporation
BLT	Build-Lease-Transfer
BMCL	Bangkok Metro Public Company Ltd.
BOO	Build-Own-Operate
BOT	Build-Operate-Transfer
BPO	Business Process Outsourcing
BRLC	Bulacan, Rizal, Laguna and Cavite
B/C	Benefit / Cost
CA	Concession Agreement
CAMANAVA	Caloocan, Malabon, Navotas and Valenzuela
CAVITEX	Manila-Cavite Expressway
CBD	Central Business District
CBTC	Communications Based Train Control
COA	Commission of Audit
CTC	Centralized Train Control
DBM	Department of Budget and Management (of the Republic of the Philippines)
DC	Direct Current
DMU	Diesel Multiple Unit
DOF	Department of Finance (of the Republic of the Philippines)
DOTC	Department of Transportation and Communication (of the Republic of the Philippines)
DPWH	Department of Public Works and Highways (of the Republic of the Philippines)
E&M	Electrical and Mechanical
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EMU	Electric Multiple Unit
ENPV	Economic Net Present Value
ETCS	European Train Control System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EWR	East West Railway
FBDC	Fort Bonifacio Development Corporation

略語	正式名称
FC	Foreign Currency
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FMD	Ferrocarril de Manila-Dagupan
FY	Fiscal Year
F/S	Feasibility Study
GAA	General Appropriations Act
GCMT	Global Cities Mass Transit
GCR	Greater Capital Region
GDP	Gross Domestic Product
GHG	Greenhouse Gas
GOJ	Government of Japan
GOP	Government of Philippines
GRDP	Gross Regional Domestic Product
HQ	Headquarters
HSR	High Speed Railway
ICAO	International Civil Aviation Organization
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
IMO	International Maritime Organization
ISO	International Organization for Standardization
ITS	Intelligent Transportation System
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication (Sector)
JBIC	Japan Bank For International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JPY	Japanese Yen
LC	Local Currency
LCD	Liquid Crystal Display
IEC	International Electrotechnical Commission
LED	Light Emitting Diode
LGU	Local Government Unit
LRT	Light Rail Transit
LRTA	Light Rail Transit Authority
LRV	Light Rail Vehicle
LTFRB	Land Transportation Franchising and Regulatory Board
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (of Japan)
MICT	Manila International Container Terminal
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (of Japan)
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority
MMS	Mega Manila Subway
MMSP	Mega Manila Subway Project
MMUTIS	Metro Manila Urban Transportation Integration Study
MOA	Memoranda of Agreement / (SM) Mall of Asia
MRR	Manila Railroad Company
MRT	Mass Rapid Transit / Metro Rail Transit
MRTA	Mass Rapid Transit Authority of Thailand
MRTC	Metro Rail Transit Corporation Limited
MTSL	Mass Transit System Loop

略語	正式名称
MVA	Mega Volt Ampere
NAIA	Ninoy Aquino International Airport
NCR	National Capital Region
NEDA	National Economic Development Authority
NEDA ICC	NEDA Investment Coordination Committee
NHA	National Housing Authority
NLRC	North Luzon Railways Corporation
NPV	Net Present Value
NR	North Rail
NSCB	National Statistical Coordination Board (of the Republic of the Philippines)
NSCR	North-South Commuter Railway
NSO	National Statistics Office (of the Republic of the Philippines)
NSRP	North-South Railway Project
O&M	Operation & Maintenance
OCC	Operation Control Center
OCS	Overhead Catenary System
OD	Origin-Destination
ODA	Official Development Assistance
OTS	Office for Transportation Security
PAHs	Project Affected Houses
PAPs	Project Affected Persons
PC	Pre-stressed Concrete
PHBOR	Philippine Inter Bank Offered Rate
PHIVOLCS	Philippine Institute of Volcanology and Seismology
PhP, PHP	Philippine Pesos
PHPDT	Peak Hour Peak Direction Traffic
PMO	Project Management Office
PMSM	Permanent Magnet Synchronous Motor
PNR	Philippine National Railways
PPP	Public Private Partnership
PRA	Philippine Railway Agency
PRC	Programmable Route Control
PSD	Platform Screen Door
PUJ	Public Utility Jeepney
PWM	Pulse Width Modulation
RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens
RL-CELP	RaiL system Code Excited Liner Prediction
ROW	Right-of-Way
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SLEX	South Luzon Expressway
TETRA	TErrestrial Trunked RAdio
TIMS	Train Information Management System
TIS	Train Information System
TOD	Transit Oriented Development
TRO	Temporary Restriction Order
TTC	Travel Time Cost
TVM	Ticket Vending Machine

略語	正式名称
USD	United States Dollar
VAT	Value Added Tax
VOC	Vehicle Operation Costs
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency

(空白ページ)

第1章

はじめに

第1章 はじめに

1.1 調査の背景

フィリピン国のマニラ首都圏は 620km² という比較的小さな都市地域であるにも関わらず、人口が年間 1.8%で増加しており、1990 年の 790 万人から 2010 年には約 1,200 万人に達した。その結果、他のアジアのメガシティと比較しても、マニラ首都圏の人口密度は非常に高い値となっている。(マニラ 191 人/ha、東京 131 人/ha、上海 124 人/ha)。都市への急速な人口集中は、持続的な都市開発の脅威となっている。また、環状・放射状道路、高速道路及び軽量軌道交通(LRT)といった首都圏内の運輸・交通網は徐々に整備されているが、増大する交通需要を満たすことができず、むしろ交通渋滞は深刻化し、同国の国際競争力を低下させる要因となっている。

2013 年度に貴機構が「マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ作成支援調査」(以下、「ロードマップ調査」という)を実施し、交通開発投資計画の策定及び優先プロジェクトの選定が実施された。その提案は、2014 年 6 月の国家経済開発庁 (NEDA) 理事会ですでに承認されている。同ロードマップ調査の目的は、2030 年までに理想的な交通ネットワークを構築することであり、約 300km の鉄道、約 500km の高速道路、公共交通機関の合理化、交通管理を含む主要プロジェクトが提案されている。

同ロードマップ調査の中で、マニラ大首都圏 (GCR (Greater Capital Region) : マニラ首都圏 (NCR) 、リージョン 3、リージョン 4A を含む) の持続的開発を目的として、2 本の南北線が提案されている。その内の一つがマニラ首都圏地下鉄事業であり、その路線は北部のサンホセデルモンテからエドサ(環状 4 号線)を通じて南部のダスマリニャスまでと想定されている。また、マニラ首都圏地下鉄事業化に向けて、詳細な線形や技術検討を含まない予備的な調査が実施されている。

1.2 調査の目的

本調査では、マニラ首都圏における地下鉄事業にかかる基礎的な情報の収集・確認・整理を行う。マニラ首都圏地下鉄事業化に向けた課題等の整理及びその対応策の検討がなされた結果、マニラ首都圏地下鉄事業の実現に向けた有益なインプットとなる。本調査においては、候補となる複数路線を提示し、各候補路線の概算事業費、概算建設工程、概算経済・財務分析結果、等は試算するものの、候補路線の比較検討や特定の路線の推奨は行わない。一方、地下鉄建設事業に係る重要検討事項(災害対策、事業スキーム、非鉄道事業案、等)について、日本の事例を参照し、本地下鉄建設事業に有用なものを紹介する。

1.3 調査対象地域

マニラ首都圏、リージョン 3、リージョン 4A

1.4 調査の内容

調査項目を表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 調査項目

項目	内容
1 地下空間利用に関する法整備の現状と課題レビュー	<ul style="list-style-type: none"> 地下空間の所有権・利用権等に係る法令の整備状況を確認する。 地下鉄工事に伴う地権者等への補償等、工事を行う法的根拠及びその内容につき確認・整理する。 既存の法令の改訂、及び新たな法令の制定プロセスを確認する
2 大首都圏 (GCR) 運輸部門の状況問題点の確認	<ul style="list-style-type: none"> 技術的側面による実施可能性 工費・工期 環境社会配慮面 (被影響住民世帯数等含む) 公共交通網 (将来計画を含む) との接続性、利便性 沿線住民への裨益、沿線開発のポテンシャル 既存通行権 (RoW) の現状と課題 既設の地下構造物 (建築物、上下水道網、各種ケーブル網、その他自然条件等) の現状
3 既存のマニラ首都圏交通ネットワーク及び都市開発に係る事業・計画レビュー並びに公共交通指向型開発シナリオの作成	<ul style="list-style-type: none"> 文献レビュー及び聞き取り調査を通じて、アップデートが必要なものにつき、情報を整理する。 公共交通指向型開発 (Transit Oriented Development: TOD) シナリオの策定
4 交通需要予測の精緻化	<ul style="list-style-type: none"> 需要予測モデルをアップデートする。 対象年度の各駅の乗降客のみでなく駅間乗客数をする。
5 対応策の検討 (線形案の作成)	<ul style="list-style-type: none"> 線形案 システム
6 自然条件レビュー	<ul style="list-style-type: none"> 線形案毎に、地形 (地盤沈下含む) 及び地質に関する既存の調査及びデータを収集、分析し、地下鉄建設の妥当性及び事業実施上の留意点につき、検討する。
7 災害リスク評価・防災対策検討	<ul style="list-style-type: none"> 洪水リスク 高潮、地震リスク
8 事業効果の算定	<ul style="list-style-type: none"> 概略の事業費算出 概略経済的内部収益率 (EIRR) ・財務的内部収益率 (FIRR) 算出
9 事業実施体制・運営維持体制の検討	<ul style="list-style-type: none"> 既存のマニラ首都圏内の軌道交通事業の事業実施体制・運営維持管理体制の状況を踏まえ、マニラ首都圏地下鉄事業にとって最適な事業実施体制及び運営維持管理体制について検討し、フィリピン側関係者との協議を踏まえて、それぞれ提案する。
10 事業スキーム・資金計画の検討	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施に際しての、PPP スキーム適用可能性 (適用対象、補助金方式、上下分離方式、運営委託方式等) 及び資金計画のオプションに関する概略検討を行う。
11 自然環境・社会環境への影響可能性を確認	<ul style="list-style-type: none"> 自然環境・社会環境への影響可能性の確認 用地取得、住民移転計画の政策及び現状の確認
12 本邦企業の技術活用検討	<ul style="list-style-type: none"> 既存構造物への影響を検討し、その対応策として、本邦企業の活用を検討する。
13 3次元CADの作成	<ul style="list-style-type: none"> 一部の地下区間に関し、複雑な構造形状や既存構造物との近接状況をモデル化し、3次元CAD図を作成する。
14 事業紹介ビデオ (動画) の作成	<ul style="list-style-type: none"> 本事業全体のイメージをフィリピン側関係者に幅広く認識してもらうため、本事業の完成イメージとなる3分程度の音声付のCG動画を作成する。
15 今後の課題・留意点整理	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施及び整備主体・体制にかかる留意点 事業運営・維持管理体制にかかる留意点

16 本邦研修の実施	<ul style="list-style-type: none"> ● 時期及び内容について発注者と協議した上で、本邦研修を実施する。 ● 研修実施に伴うカリキュラムや見積もり作成については、「コンサルタント等契約における研修実施技度ライン(2014年4月)」に従うものとする。
------------	--

本ファイナル・レポートには、上記表の項目1から13および15を含む。

1.5 路線案選定に対する調査の基本方針

マニラ地下鉄事業（MMSP）は、JICAにより実施され、2014年3月に最終報告書が出された「フィリピン国マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ作成支援調査」（以下、ロードマップ調査）において検討され、提案された路線である。このため、調査団はまずロードマップ調査において提案された候補路線を含む路線案に関する初歩的な検討内容を確認した。

ロードマップ調査を始めとし、複数の候補路線の選定に必要なデータ・情報を入手した。本調査では詳細な検討を行うことが出来ないことから、入手したデータ・情報を基に複数の候補路線の概要と検討結果を提示するに留め、これら複数の候補路線をベースとして次の段階であるフィージビリティ調査においてマニラ地下鉄事業の路線を選定することになる。このため、需要予測、社会・環境への影響、概算事業費、概算経済・財務分析等、様々な評価基準（クライテリア）を基に、フィージビリティ調査において候補となりうる複数の路線を提示することに主目的として調査を実施している。提示する複数路線に対する各種項目の検討結果は提示するものの、それらの中から特定の路線を地下鉄事業の最適路線として選定することはしない。最適路線は、需要予測、事業費、経済内部収益率等のうちの一つの要素により選定されるものではなく、様々な要素を包括的に検討した上で決められるものである。各項目（要素）の検討結果は、現時点のデータ・情報や現在までに承認または認知されている交通網計画に基づいて出されている。今後、計画されている鉄道路線のルートが変更になったり、新しい路線が追加されたり、新規の幹線道路や高速道路が計画に加えられたりした場合、一部の項目の検討結果は違うものになる。このため、これらの計画の動向の見極めをフィージビリティ調査において行う必要がある。

複数の候補路線に対する各項目の検討において用いる前提条件を下記に示す。

- JICA がフェーズ 1（北部）、PPP センターがフェーズ 2（南部）の調査を実施している南北通勤線と共存する第二の「南北交通基盤」の役割を担う
- 需要予測の対象年次は 2025 年、2035 年および 2045 年
- 経済・財務分析の対象期間は開業後 40 年後まで
- 事業は 2 フェーズに分けて実施。フェーズ 1 の開業は 2025 年、フェーズ 2 の開業は 2035 年と想定
- フェーズ 1 およびフェーズ 2 の概算事業費の算出。概算事業費には建設費、埋設物移設費、税金、コンサルタント費、物理的予備費、用地取得費、補償費、鉄道建設に必要な付帯道路の建設費を含む。
- 空港への接続等の支線については検討しない

第 4 章に候補路線の選定における評価基準（クライテリア）の概要および評価基準に従って選定した複数の候補路線を、また第 15 章に各候補路線に対する各検討事項の結果のまとめを示す。

(空白ページ)

第2章

調査対象地域における交通セクターに係る 現状と課題

第2章 調査対象地域における交通セクターに係る現状と課題

2.1 マニラ首都圏都市開発セクターの現状と課題

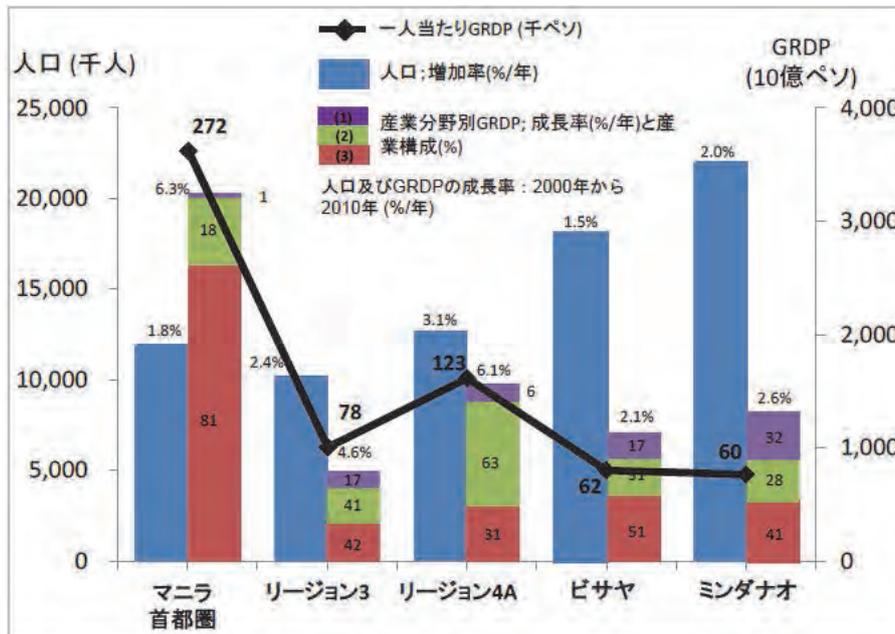
2.1.1 大首都圏 (GCR)

大首都圏 (GCR) はフィリピンの国際競争力をけん引する経済開発の原動力で、国の約 1/3 の人口を有している。39,500km² (フィリピン全体の約 11.5%) の広大な GCR の人口はフィリピンの他の地域よりも高い増加率で推移し、1980 年には1,540 万人であったが、1990 年には2,060 万人、2010 年には3,460 百万人にまで増加した。高い経済成長が他の地域からの移住を促している (表 2.1.1-1 及び図 2.1.1-1)。

表 2.1.1-1 GCR の社会経済面の特徴

地域	面積 (km ²)	人口 (1,000 人)		GRDP (10 億 Php)	
		2000 年	2010 年	2000 年	2010 年
フィリピン	343,448	76,507	92,338	3,916	5,702
マニラ首都圏	620	9,933	11,858	1,113	2,043
中央ルソン	22,015	8,205	10,138	327	514
カラバルソン	16,873	9,321	12,610	557	1,004
合計(3 リージョン)	39,508	27,458	34,604	1,997	3,562
調査地域/フィリピン	11.5%	35.9%	37.5%	51.0%	62.5%

出典：国家統計局 (NSO)



出典：国家統計局 (NSO)

注：GRDP は 2000 年値

図 2.1.1-1 GCR の GRDP と人口増加

2.1.2 マニラ首都圏からメガマニラへの膨張

マニラ首都圏の人口は急激に増加し、1948年には160万人であったのが、1960年には250万人、そしてその10年後には約4倍にも膨れ上がった。その後人口増加が更に加速し、1980年には600万人、1990年には790万人となった。今日のマニラ首都圏の人口は約1,200万人で、620km²という比較的小さな都市域にも関わらず尚年間1.8%で人口増加が続いている(表2.1.2-1)。

人口の過密化により、既存市街地の拡大はマニラ首都圏周辺地域にまで及び、現在の実質的な首都圏域は隣接州のブラカン、リザール、ラグナ、カヴィテ(BRLC)も含まれる(図2.1.2-1)。多くの人々がこれらの周辺地域に居住し、マニラ首都圏へ通勤している。2030年までには、周辺4州の総人口はマニラ首都圏を上回り、メガマニラが3,000万人の人口をもつ、世界で最も大きな都市圏の一つとなる(図2.1.2-2)。

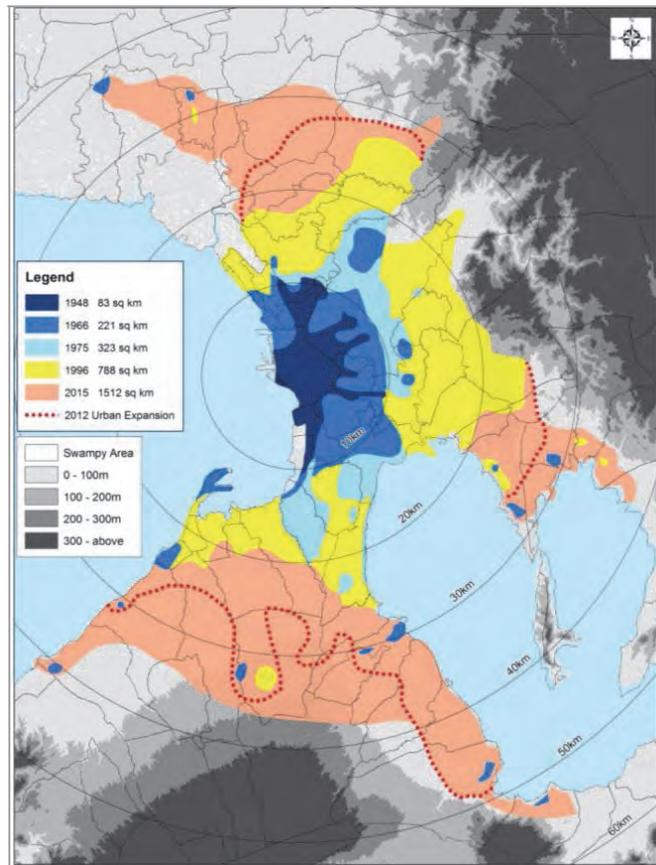
経済成長とモータリゼーションの増加を伴っている首都圏の都市化は衰えず、これらの発展は土地利用、交通、環境へ様々な影響をもたらす持続的な開発の脅威ともなっている。マニラ首都圏の人口密度(191人/ha)は他のアジアの都市(東京は131人/ha、上海は124人/ha)と比較しても非常に高く、状況を一層悪くしている(表2.1.2-1)。

表2.1.2-1 マニラ首都圏の人口成長(1980年から2010年)

州/市/町	面積 (km ²)	人口(1,000人)					年人口増加率 (%)		人口密度 (人/ha)		
		実績値			予測値 ¹⁾		'90- '00	'00- '10	2010	2030	
		1990	2000	2010	2020	2030					
マニラ首都圏	620	7,929	9,933	11,858	13,109	13,904	2.3	1.8	191	224	
隣接州	ブラカン	2,796	1,505	2,234	2,924	3,472	3,958	4.0	2.7	11.3	14.2
	リザール	1,192	977	1,707	2,485	2,999	3,474	5.7	3.8	20.8	29.1
	ラグナ	1,918	1,370	1,966	2,670	3,223	3,733	3.7	3.1	13.9	19.5
	カヴィテ	1,574	1,153	2,063	3,091	3,731	4,321	6.0	4.1	19.6	27.5
	小計	7,479	5,005	7,970	11,170	13,425	15,486	4.8	3.4	14.9	20.7
メガマニラ合計	15,059	12,934	17,903	23,027	26,534	29,390	3.3	2.5	15.3	19.5	

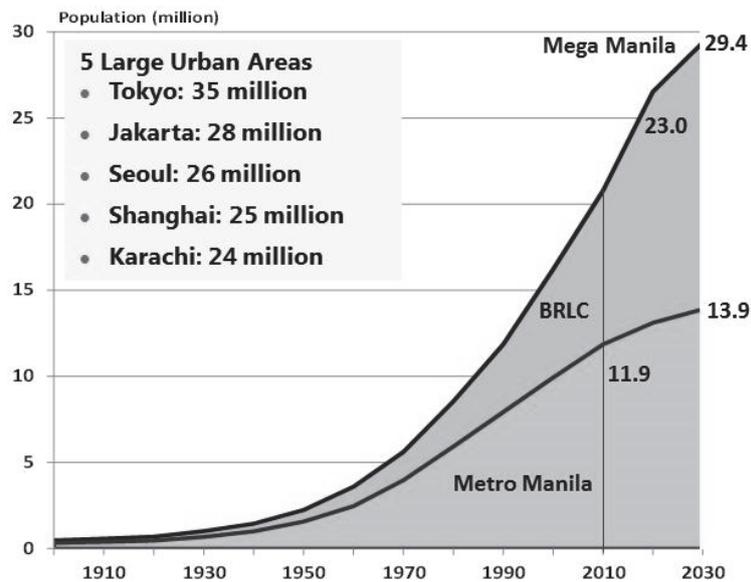
出典：国家統計局(NSO)

1) NSCBの人口予測に基づくロードマップ調査(JICA、2014年)の推計値



出典：ロードマップ調査 (JICA、2014年)

図 2.1.2-1 マニラ首都圏の市街地拡大傾向



出典：国家統計局 (NSO)

図 2.1.2-2 メガマニラの人口成長

2.2 マニラ首都圏運輸交通セクターの現状と課題

2.2.1 概況

前項で議論した通り、マニラ首都圏の人口密度は他のアジアのメガシティと比較しても非常に高い値となっている（マニラ 191 人/ha、東京 131 人/ha、上海 124 人/ha）。都市への急速な人口集中は、持続的な都市開発の脅威となっている。また、環状・放射状道路、高速道路及び軽量軌道交通（LRT）といった首都圏内の都市交通網やサービスは徐々に整備されているが、増大する交通需要を満たすことができず、むしろ交通渋滞は深刻化している。

マニラからの長距離の国際及び国内輸送には、パサイにあるニノイアキノ国際空港がマニラ首都圏にある唯一の空港であり、4 ターミナルを有し、国際線と国内線の運航を行っている。マニラ港は北マニラ港、南マニラ港、マニラ国際コンテナターミナル（Manila International Container Terminal: MICT）の 3 つの港湾グループからなる。

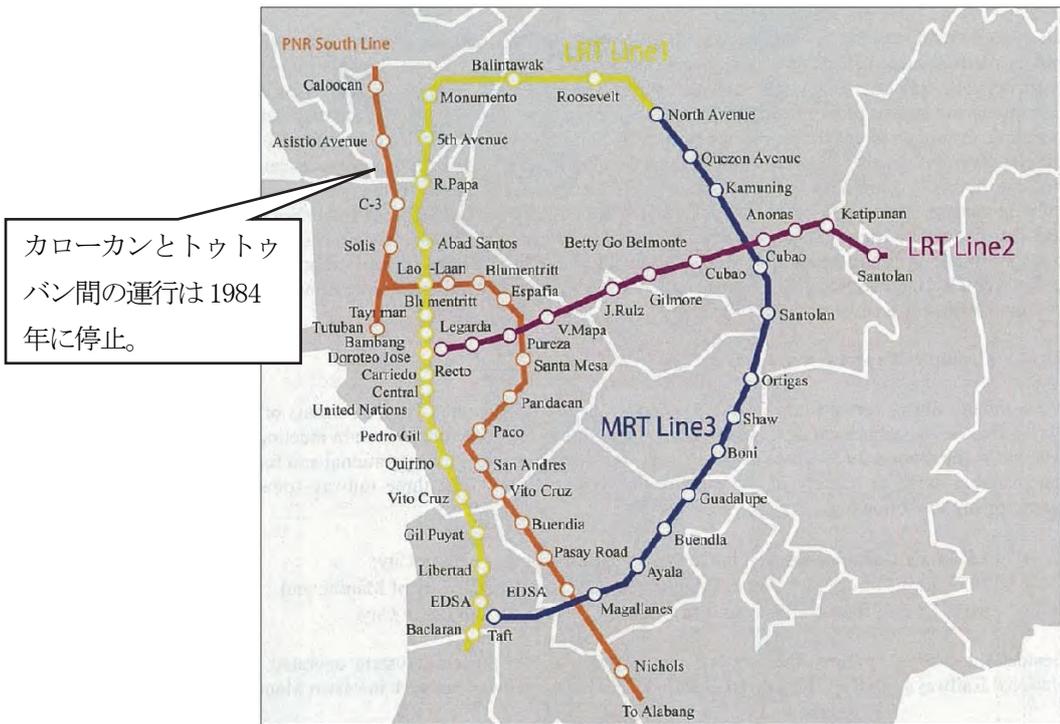
2.2.2 道路ネットワーク

マニラ首都圏はよく計画された放射道路（R1 から R10）と環状道路（C1 から C5）をもち、これらが首都圏内の主要幹線道路を構成している。これらの道路の主要交差点においては立体交差を用いているが、道路用地の制約や不十分なゾーニングコントロールにより、多くの区間において技術基準を満たしていない他、いくつかのミッシング区間がある。

マニラ首都圏は南ルソン高速道路（SLEX、延長 60km）とスカイウェイ（マカティからアラバンまで延長 16km の高速道路）により南部のカラバルソン地域とつながっている。北部の中部ルソン地域とは北ルソン高速道路（NLEX、延長約 84km）でつながっており、NLEX はスービック～クラーク～タルラック高速道路（延長約 94km で、東はタルラック市から西スービックフリーゾーンと国際コンテナ港）とつながっている。また南西にはマニラ - カヴィテ高速道路（CAVITEX）があり、R1 道路に沿ってマニラ湾沿岸をカヴィテ州のナイックまで総延長約 14km の有料道路である。

2.2.3 鉄道ネットワーク

マニラ首都圏は ASEAN 諸国の首都の中で最初（1985 年）に都市鉄道を建設した都市であるが、鉄道ネットワーク密度はまだ低く、3 つの LRT（ほとんどの区間が高架）の総延長は約 50km である。LRT 1 号線は延長 20km で R2 道路の南部区間と R9 道路の北部区間を通る。LRT 2 号線は 13km で R6 回廊を、総延長 17km の MRT 3 号線は C4 道路上を走っている。4 番目の鉄道路線はフィリピン国鉄（PNR）南線であり、28km の延長で、ほとんどの区間を複線で運行しているが、マニラ市のトトバン駅からモンテンルパ市のアラバン駅と、ラグナ州ビニャンに続く 12km の路線は単線運行である。PNR 北線（マロロスまでの約 32km 延長）は 1984 年に運行を廃止し、ノースレールプロジェクトとして再建計画があり 10 年が経過したが実現に至っていない。



出典：LRTA

図 2. 2. 3-1 現況の鉄道ネットワーク

2. 2. 4 道路交通

道路交通は自家用車両とバスやジープニー、UV エクスプレス (FX)、タクシー、トライシクル、ペディキャブなどの路面公共交通車両から構成され、ロードマップ調査によると 2012 年の交通需要 (人・トリップ) は 1996 年の MMUTIS と比較すると、自家用車利用者が 15%増加した一方で、公共交通 (バスとジープニー) 利用者は 7% 減少した。同時期の自動車トリップは、乗用車が平均 3.3%/年、公共交通車両が 2.2%/年それぞれ増加した。また自動車保有率は 1995 年の 112 台/千人から 2010 年には 161 台/千人に増加しているのに対し、平均乗車員は 1996 年から 2012 年に掛けて、乗用車は 2.5 人/台から 1.7 人/台、ジープニー 15.1 人/台から 10.0 人/台、バスは 46.5 人/台から 35.3 人/台に減少している。つまり自動車保有率が増加した一方で、自動車占有率が減少したことが自動車交通量増加の一因となっている。

2. 2. 5 都市交通課題

交通量の顕著な増加は 1990 年代後半よりも更にひどい交通渋滞を生み出し、主要な幹線道路や環状道路の交通を麻痺させることもある。道路交通の分析結果より、交通ネットワーク、多くの区間で交通量が道路容量を既に超過していることが分かる (図 2. 2. 5-1)。マニラ首都圏の自動車交通の 55%から 76%は 10 km/h 以下で走行しており、75%から 92%は 20 km/h 以下で走行している (表 2. 2. 5-1)。



出典：ロードマップ調査(JICA、2014年)

図 2.2.5-1 2012 年のマニラ首都圏の道路における交通需給ギャップ

表 2.2.5-1 2012 年のマニラ首都圏における旅行速度別自動車交通の分布

地域	速度別自動車交通	
	10km/h 以下	20km/h 以下
マニラ市	76%	92%
マニラ首都圏北部	58%	80%
マニラ首都圏中央部	63%	80%
マニラ首都圏南部	55%	75%

出典：ロードマップ調査(JICA、2014年)

交通渋滞は道路のみならず、鉄道、特に LRT1 号線と MRT3 号線で起きている。他の公共輸送手段に比べ、LRT の運賃が安いこと、また鉄道ネットワークが不十分であることが鉄道容量以上の乗客を LRT 1 号線と MRT 3 号線に惹きつけている。このため鉄道を待っている人々がホームに収まらず、特に通勤ラッシュ時には階段や道路にまで列ができ、電車のホームや合流地帯にいる乗客にとって危険な状態となっている。また電車の遅延にも繋がり、更なる迷惑が乗客に掛かっている。容量超過による運行は、事故や運休にもつながるインフラのトラブルをも招いている。



出典：JICA 調査団

図 2.2.5-2 混雑している MRT3 号線のプラットフォーム

マニラ首都圏の鉄道における問題は、容量超過以外にも以下が挙げられる。

- (1) 物理的統合：ネットワーク効率と経済性の観点から重要となり、統合されたネットワークは乗客に利便性と通勤時間の短縮をもたらすが、マニラ首都圏では 4 路線の鉄道が運行されているにも関わらず乗換駅は一つもない。また、駅周辺のインターモーダル施設についても再考が必要である。通常バスの停留所は駅から少し離れた場所に設置されているため、バス停以外の場所での乗客の乗降が多発している。
- (2) サービス統合：運賃回収、運行・保守(O&M)、調達、フィーダー交通の統合などが含まれ、これらの統合は乗客と経営者両方に便益をもたらす。フィリピンではジープニやバスが鉄道と同じ路線で競合しているが、これらのバスやジープニが鉄道駅へのフィーダー交通としての役割を担うことにより、バスやジープニの O&M 費用を削減し、鉄道の乗客数を増加することができる。
- (3) 組織体制の統合：フィリピンの都市交通管理のための体制は非常に細分化されており、O&M や規制などを管理する政府組織の権限が不明瞭である。これらの組織的不明瞭さが機能の重複を生じ、政府の意思決定過程を妨げている。個々の機関が異なる調達プロセスを持ち、製品が標準化されず、ネットワーク内で類似する輸送機関が未統合のため、様々な問題を生んでいる。

2.3 都市・交通セクター開発の政策と各種計画

2.3.1 概況

2013 年度に JICA により「マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ作成支援調査」（以下、「ロードマップ調査」という）が実施され、交通開発投資計画の策定及び優先プロジェクトの選定が実施された。その提案は、2014 年 6 月の国家経済開発庁（NEDA）理事会ですでに承認されている。同ロードマップ調査の目的は、2030 年までに理想的な交通ネットワークを構築することであり、約 300km の鉄道、約 500km の高速道路、公共交通機関の合理化、交通管理を含む主要プロジェクトが提案されている。

2.3.2 GCR の空間構造と都市開発

今日の GCR の空間構造はマニラ首都圏が際立つ一極集中型となっている。北部 のクラーク、スービック、タルラック他の地域と、南部のバタンガス、カヴィテ、ラグナの開発が進められているが開発は初期段階で連携も取れていない。

ロードマップ調査では、「フィリピン開発計画 2011-2016 年」やマニラ首都圏 (NCR) やその隣接リージョン (中央ルソンとカラバルソン) の開発計画 (同 2011-2016 年) 等の先行計画を参考にして、GCR の開発コンセプトと戦略を提案している。

提案する開発コンセプトと戦略の導入により、将来を異なったものとする事ができる。成長拠点はヒエラルキーをもった形で開発され、連携のとれた形でクラスターを形成するとともに、南北交通軸がモビリティを強化し同時に環境への影響を最小限に抑え、災害リスクを軽減する。

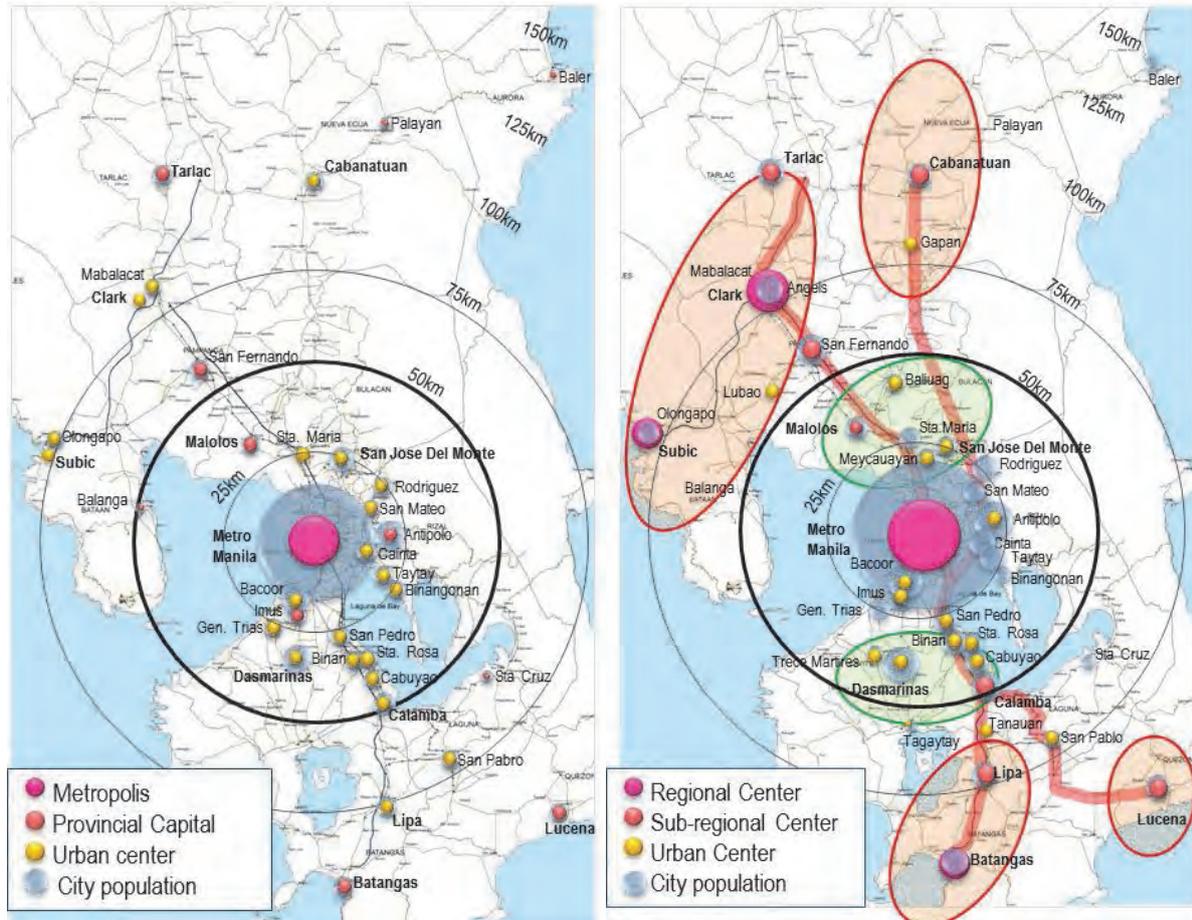
都市セクターとクラスターは機能分散や互いの機能を補完し合うためにヒエラルキーをもった形で開発されるべきあり、提案する都市センターの機能は下表の通りである。

表 2.3.2-1 GCR における都市センターのヒエラルキーと機能

ヒエラルキー		機能
広域拠点		<ul style="list-style-type: none"> 地域の様々な活動を先導する地域活動圏の中核都市 様々な活動成長による自立型都市 交通ネットワークの地域ハブ
広域副拠点	州都 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> 幅広いサービスや施設を提供する地域や州レベルの中心 広域拠点から 50km 圏内に位置する既存の市街地で広域拠点やマニラ首都圏と連結する。 持続可能で調和のとれた開発が行われる。
	市中心 ²⁾	
	町中心 ³⁾	
潜在的な新アーバンセンター		<ul style="list-style-type: none"> 就業機会のある住宅都市 マニラ首都圏と通勤鉄道もしくは高速道路で連結し、公共交通アクセスに重点が置かれているニュータウン

出典：ロードマップ調査 (JICA、2014 年)

- 1) 州都：州の行政、経済、サービスの中心
- 2) 市中心：市の行政、経済、サービスの中心
- 3) 町中心：町の行政、経済、サービスの中心



出典：ロードマップ調査 (JICA、2014年)

図 2.3.2-1 GCR の空間開発コンセプト

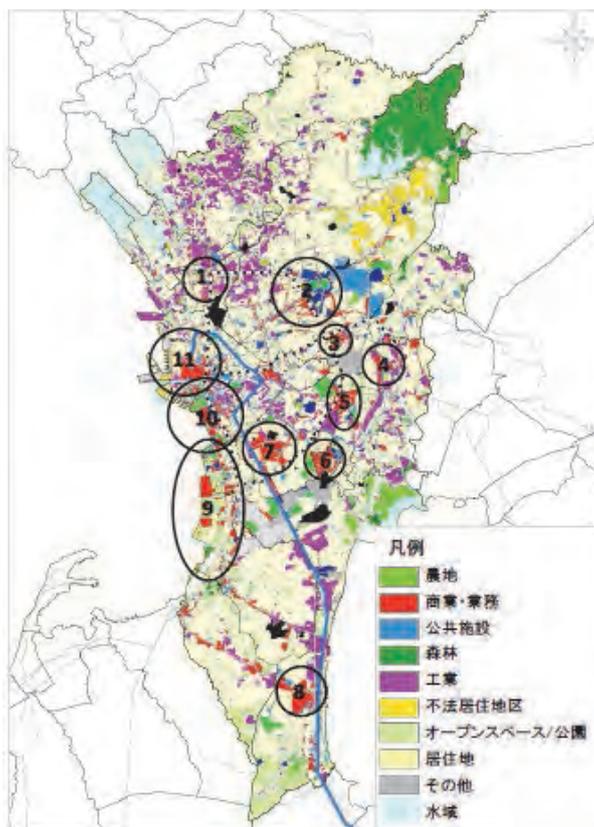
マニラ首都圏の持続的な発展において、地域レベルの一体的なインフラ開発が求められている一方で、同地域のビジネス中心地区 (Central Business District: CBD) の役割が社会・経済に正負の影響を与えている。CBD が投資と雇用の機会を生み出す一方で、都市交通システムのボトルネックとなり、CBD 周辺地域に深刻な交通渋滞を引き起こしている。道路の渋滞緩和、公共交通利用者のモビリティと快適性の改善と、CBD における社会経済活動の促進ために、公共交通のアクセス改善が必要である。

急速に進む都市化はマニラ首都圏に商業・業務施設が集約されたいくつもの CBD を生み出した。主な CBD 下記の通りである。

- (1) モニュメント地区 (カローカン市) : 南カローカンに位置しており、合計 558ha の面積を有する。この地域は CAMANAVA (Caloooca, Malabon, Navotas and Valenzuela) 地区を結ぶゲートウェイ機能している。
- (2) ケソンサークル地区 (ケソン市) : ノーストライアングルとイーストライアングルを含むこの地区は、国家住宅庁 (NHA) と Ayala 土地会社 (ALI) が中心となってトライアングルパークと呼ばれる複合地区開発を進めている。
- (3) クバオ地区 (ケソン市) : 合計 35ha の面積を有し、アラネタ財閥により開発された古い商業中心地である。この地区は多くのバスターミナルや LRT 2 号線と MRT 3 号線の駅があることから交通ハブとしても知られている。

- (4) イーストウッドシティ(ケソン市) : 合計 17ha を有する商業・居住開発地区である。この地区にはフィリピンのビジネスプロセスアウトソーシング (BPO) の先駆けとなったイーストウッドシティ・サイバーパークがある。
- (5) オルティガスセンター (パシグ市) : フィリピンにおいて 2 番目に重要とされている業務地区である。合計 100ha 以上の面積を有し、多くのショッピングモール、オフィスビル等が並んでいる。
- (6) ボニファシオグローバルシティ(タギッグ市) : 上流階級のコンドミニアムや企業オフィスビルなどがある。合計 260ha ある土地は、以前はフィリピン陸軍基地として使用されていた。
- (7) マカティ CBD (マカティ市) : フィリピンの主要な金融及び業務の中心地区であり、この地区の大半は ALI が所有している。多くの企業本社や地域本部がここに立地している。
- (8) アラバンセンター (ムンティンルパ市) : アラバンタウンセンターやノースゲート業務地区を含むムンティンルパの商業中心地となっている。
- (9) マニラベイエリア (パサイ市) : ベイシティとエンターテイメントシティからなる埋立て地である。まだ開発途中ではあるが、SM Mall of Asia (MOA) やカジノ、ホテル等、多くのエンターテイメント施設が既に開業している。
- (10) ポートエリア(マニラ市) : フィリピン国内及び海外との通商・貿易を担っている地区である。また官庁や観光地等が集まるエルミタもこの地区に位置している。
- (11) セントラルマニラ (マニラ市) : フィリピンの古い CBD の 1 つであり、ビノンド (世界最古の中華街) 、トゥトゥバン、ディヴィゾリア地区から成る。商業、金融、貿易の中心として機能している。

無計画に進む都市化が都市スプロールやマニラ首都圏内の交通混雑を悪化させている。更に、周辺地域からの交通アクセスが考慮されない CBD 開発が蔓延している。



出典：マニラ首都圏ビジネス中心地区マストラ建設事業準備調査 (JICA、2015年)

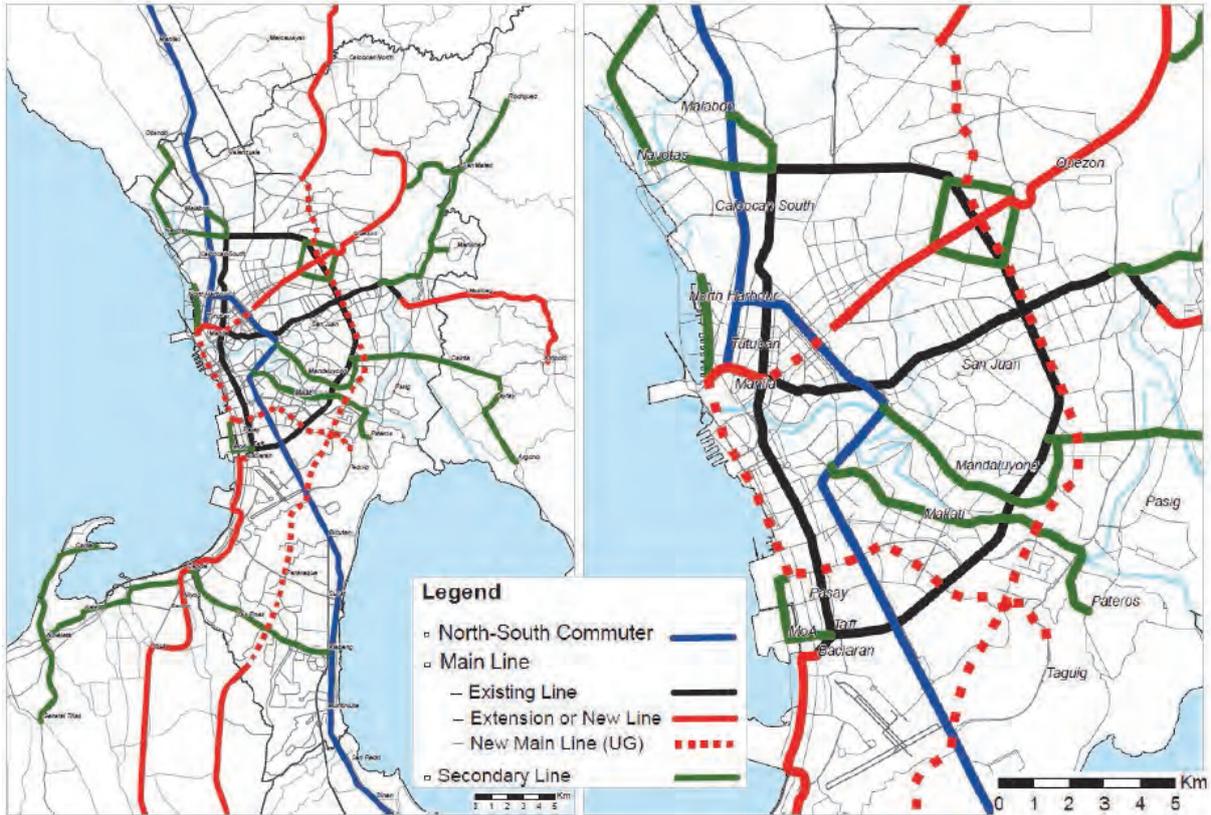
図 2.3.2-2 マニラ首都圏の CBD

2.3.3 都市交通開発計画

ロードマップ調査では、2030 年に向けた GCR の都市交通開発のドリームプランが提案され、2014 年に NEDA 理事会によって承認された。

より良いメガマニラ実現のためのドリームプラン 5 つの主要プログラムからなる。一つ目は都市道路の整備、2 つ目は都市内及び都市間高速道路の建設、3 つ目は都市鉄道と郊外鉄道の整備、4 つ目はバスとジープニのサービス改善、最後の 5 つ目は最も基本的な交通管理である。各プログラムは下記を含む (図 2.3.3-1)。

- (1) 平面都市道路：C3 及び C5 のミッシング区間、橋梁、137km の新規道路、フライオーバー、歩道・歩行者施設、郊外部での補助幹線道路を含む。
- (2) 高速道路：426km の都市間高速道路と 78km の都市高速道路からなる高速道路網。
- (3) 都市鉄道/郊外鉄道：6 路線、総延長 246km の幹線、総延長 72km の 5 補助幹線で構成される鉄道ネットワーク。路線間の連結、マストラへのアクセス改善を含む。
- (4) バス/ジープニ：バス/ジープニの近代化と安全な車両・運営、合理的な路線構成、改善されたターミナルと乗換施設等を含む。
- (5) 交通管理：交通信号の拡充、交通安全、交通取締りと交通教育の強化、ITS の積極的導入を含む。



出典：ロードマップ調査 (JICA、2014年)

図 2.3.4-1 メガマニラのマストランジットネットワークコンセプト (2030年)

2.4 他ドナーおよび民間による関連事業・計画の現況

現在、マニラ首都圏内でのみ、大量都市鉄道輸送が運行されている。その大量都市鉄道輸送は、電化された軌道系の大量輸送ネットワークで構成されており、道路ネットワークを補完することで主要都市における交通需要の充足を目指している。現在、3つの都市鉄道輸送システム及びフィリピン国有鉄道 (PNR) が運行中であり、さらに4つの鉄道プロジェクトが建設に向けて計画されている。さらに、3つの既存路線の延伸プロジェクトも現在実施中であるか、間もなく入札開始である。運行中の4つの鉄道輸送システムは下記の通りである。

- マニラ首都圏のトゥットゥバンとアラバンの間の PNR 通勤輸送およびルソン島南へ向かう PNR 長距離輸送 (現在は運行していない)
- LRT 1 号線 (ケソン市のルーズベルトからパサイ市のバクラランまでの南北路線)
- LRT 2 号線 (パサイ市のサントランからマニラ市のレクトまでの東西路線)
- MRT 3 号線 (ケソン市のノースアベニューからパサイ市のエドサ駅までの半円の南北路線)

現在運行中の路線及び計画されているまたは提案されている路線を図 2.4-1 に示す。各路線の概要、提供している輸送サービス、そして増加するマニラ首都圏および大首都圏の人口の交通需要を満たすことが望まれているこれら路線の将来における役割を下記に述べる。



出典：JICA 調査団

図 2. 4-1 マニラ首都圏および大首都圏内の既存／計画鉄道路線

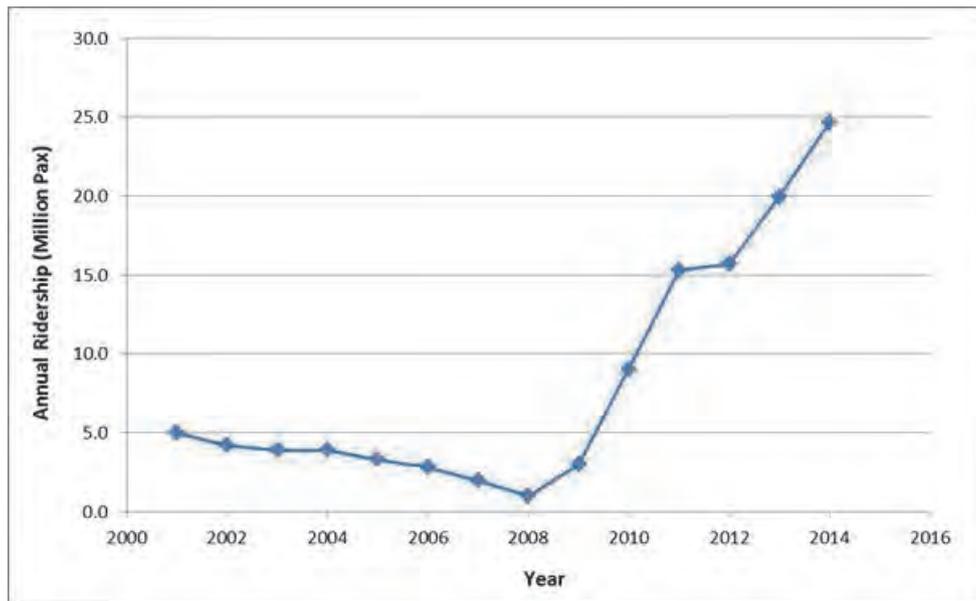
2. 4. 1 現行のシステム

2. 4. 1. 1 フィリピン国有鉄道 (PNR)

ルソン島のフィリピン国有鉄道 (PNR) ネットワークは、トゥトゥバンの主要鉄道駅があるマニラ首都圏内外で運行中の南北線で主に構成されている。ノースレール (NR) プロジェクトの構想以来、マニラ首都圏から北へ抜ける輸送サービスはほぼ中断されている。また、2006 年 9 月の猛烈な台風以降、マニラ首都圏の南からビコールまでの長距離輸送は中断された。2006 年以降運行している区間は、マニラ首都圏からアラバンまでの区間のみである。

過去 10 年間、利用者分析の結果は望ましくなかった。しかし、2009 年、マニラ首都圏～アラバンの輸送区間、ビナンへの一部区間、ビコールを越える一部区間において、PNR が新規の(改造した)車両が導入された。結果として、マニラ首都圏からアラバンの区間において利用客数が大幅に増加した。マニラ首都圏～アラバン間及びその他輸送サービスにおける PNR ネットワークの年間利用者数を図 2. 4. 1. 1-1 に示す。

大首都圏における PNR ネットワークは、マニラ首都圏のトゥトゥバンからアラバンまでを網羅する約 28km の狭軌の複線 (スカット～アラバン間を除く) である。PNR は毎日午前 5 時から 19 時までこの区間を運行しており、30 分間隔での運行が月曜日から土曜日の午前及び午後ピーク時間帯 (午前 6 時から午前 11 時、15 時から 19 時) に行われ、1 時間間隔での運行がピーク時間以外及び日曜日に行われている。



出典：PNR

図 2.4.1.1-1 PNR の年間利用客数 (2001 年から 2014 年)

さらに、ルソン島南部の PNR 路線網を図 2.4.1.1-2 に示す。これはマニラ首都圏からビコール/マヨンまでの 415km の単線である。PNR 列車は 1 週間に 3 本ビコールまで向かい、マニラ首都圏に 3 本戻ってくる。さらに、PNR がビコール地方で限定的に 1 日当り 2,000 人弱の乗客を運ぶ通勤運行を行っている。興味深いことに、列車運行表ではメトロマニラからビコールまで約 13 時間だが、実際は 20～24 時間かかることが良く知られている。ほとんどの原因は、軌道の状態が非常に悪いこと、多くの踏切があること、また車両が古いことである。したがって、これらの明らかな理由により、この長距離の区間においても乗客数は非常に少ない。この運行は、マニラ首都圏とビコール間の鉄道輸送を提供する目的よりも、むしろ非常に廉価に鉄道運行を行うという社会的理由によるものである。



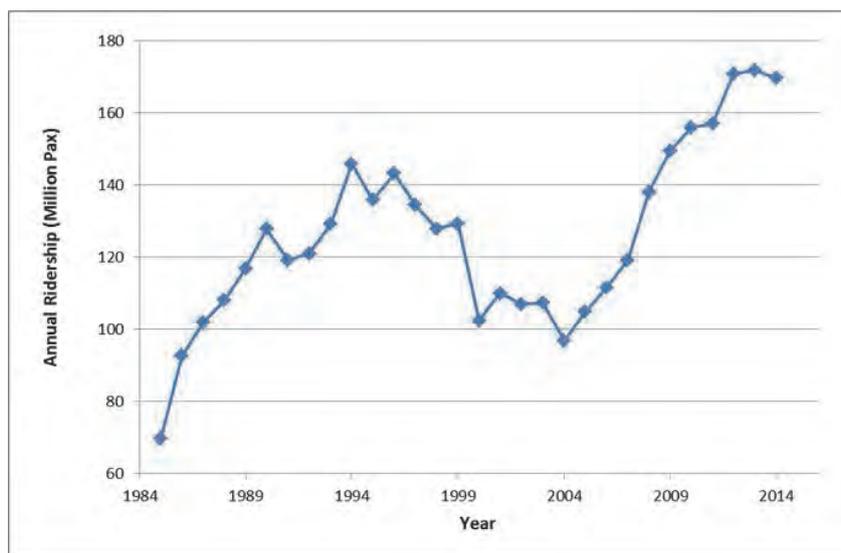
出典：PNR

図 2.4.1.1-2 ルソン島における PNR 路線網

2.4.1.2 LRT 1号線

LRT 1号線は、タフト通りからリザール通り及び北エドサ回廊を運行する延長 20.35km の高架鉄道である。現在、LRT 1号線は平日に 1 日当たり約 457,000 人を輸送しており、ピーク時では特別祝祭日に 1 日当たり 525,000 人に達する。LRT1 号線の利用者増加により、車両調達事業が計画された。その主目的は通常輸送容量である方向別ピーク時間毎乗客数を 18,000 人から 27,000 人へと 50%の線路容量の拡大するもので、現状より 1 日当たり 235,000 人多い乗客を輸送できるようにするものである。同事業は 2000 年に完了し、エアコン付き 4 両編成列車の車両が 7 編成調達され、現行の 2 両編成列車が 3 両編成列車に変更された。また、輸送力増強を実現するため、現行の車両、システム、機器、構造に改良がなされた。その後、2007 年には、軽量鉄道公社(LRTA)が LRT1 号線輸送力増強事業のフェーズ II が完了し、LRT1 号線の輸送力は方向別時間毎 27,000 人（フェーズ I 完了時）から 40,000 人まで大幅に増加した。

LRT 1号線の北延伸事業として、2009 年に 5.7km の高架区間の延伸工事が完了した。同事業には 2 駅（バリクタワク及びルーズベルト）の建設も含まれる。この事業の最後フェーズとして、LRT 1号線と MRT3 号線を接続する共通駅の建設を行い、将来的に 7 号線に接続することが計画されている。しかし、大手小売ショッピングモールの複合企業と DOTC/LRTA の間で駅位置に関する商業的な議論を呼び、最高裁判所の保全処分（TRO）により、この共通駅の建設事業は中止となった。LRT 1号線の年間利用客数の変遷を図 2.4.1.2-1 に示す。



出典：LRTA

図 2.4.1.2-1 LRT 1号線の年間利用客数



出典：LRTA

図 2.4.1.2-2 LRT 1号線



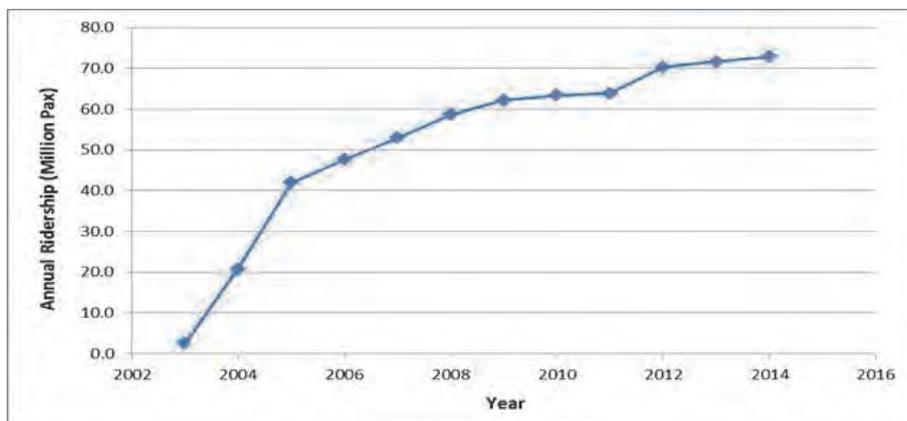
出典：CMX Consortium

図 2.4.1.2-3 LRT 1 号線で運行している 3 種類の車両

2.4.1.3 LRT 2 号線

広くメガトレンと呼ばれている LRT 2 号線は、13.8 km の大量輸送鉄道で、マニラ首都圏の 4 都市（パシグ、ケソン、サンジュアン、マニラ）を横断し、マルコスハイウェイ、オーロラブールバード、ラモンマグサイサイブルバード、ラガーダ、レクト通りの主要な道路沿いに運行している。2003 年 4 月に運行を開始したメガトレンは、この種の列車では当時において世界でも最新のものであった。メガトレンの自動列車運転装置には、世界の他の地域における自動列車運転装置と同様の装置や技術が採用されている。メガトレンには CCTV システムが搭載されており、鉄道事業者が駅構内や車内で乗客や駅員の行動を監視することを可能としている。さらに、LRT2 号線の施設は利用者にやさしく、特に高齢者や障がい者が利用しやすいデザインを採用している。4 両編成の列車を 8 編成有しており、各車両は長さ 92.6m、4 つの動力車で構成されている。一編成につき 232 人の座席があり、立乗客を含めて定員は 1,396 人である。

LRTA の資料によると、LRT 2 号線の平均日毎乗客数は 2004 年開業時から大幅に増加し、開業の 5 年後から増加率が徐々に減少している。2013 年の平均日毎乗客数は 213,000 人であった。1990 年代後半に実施された実現可能性調査の当初の予測と比べて、実際の乗客は 3 分の 2 程度である。



出典：LRTA

図 2.4.1.3-1 LRT 2 号線の年間利用客数



出典：LRTA

図 2.4.1.3-2 LRT 2号線の車両

2.4.1.4 MRT 3号線

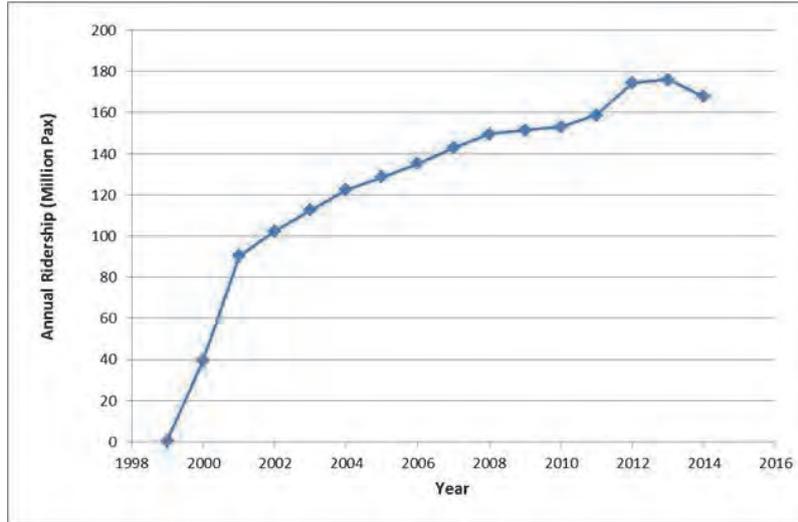
首都圏鉄道公社（MRTC）とのBLT契約に基づき、エドサMRTと称されるMRT 3号線は1998年から2001年に建設された。MRT 3号線は、エドサ沿いのケソン市のノース通りからパサイ市のタフト通りまでの16.9 kmの鉄道である。首都圏鉄道システムは、方向別時間毎乗客数で23,000人超を輸送できるよう設計され、将来的に方向別時間毎乗客数で48,000人の輸送が可能とされている。この鉄道システムは、チェコ製のエアコン付き車両が73両、ピーク時には3両編成列車で最大60両（20編成）が毎日運行されている。一編成当たり216人の座席を有し、最大乗客定員は1,182人である。

近年、運行可能な車両数の減少により輸送力が低下しており、2015年には深刻なレベルにまで達した。また、停電、信号不具合、脱線等により、提供しているサービスレベルは標準以下になった。中国からの新車両の調達、共通チケットシステムの実施、その他システムの強化により、この状況は近い将来に改善されるものと考えられる。



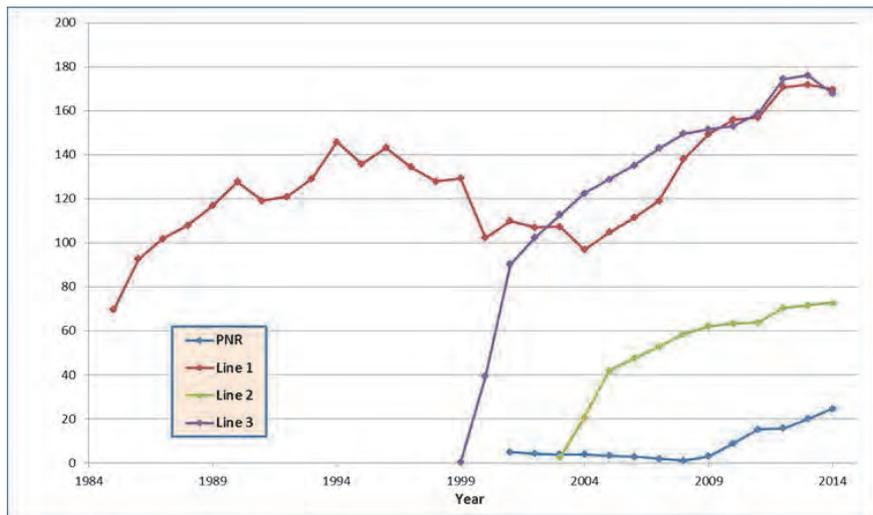
出典：<http://www.mb.com.ph>

図 2.4.1.4-1 EDSA 上の MRT 3号線



出典：MRTA/DOTC

図 2.4.1.4-2 MRT 3 号線の年間利用客数



出典：PNR/LRT/MRTC/DOTC

図 2.4.1.4-3 PNR・LRT 1/2 号線・MRT 3 号線の年間利用客数

表 2.4.1.4-1 に運行中の既存 3 鉄道路線の主な仕様を示す。

表 2.4.1.4-1 マニラの鉄道路線の主な仕様

項目 / 説明	LRT 1 号線	LRT 2 号線	MRT 3 号線
構造形式	PC-I 型桁の高架軌道	高架 PC コンクリート ボックス桁	PC-I 型桁の高架及び 地下軌道
路線長さ	20.35km	13.52 km	16.9 km
駅数	20	11	13
軌間ゲージ	1,435 mm	1,435 mm	1,435 mm

最小曲線半径	本線 170 m 操車場 28 m	本線 175m 車両基地 100m	本線 370m 車両基地 25m
最大勾配	4.0%	5.0%	5.0%
車両長さ	26,000 mm (G2, G3) 29,280 mm (G1)	22,500 mm	31,720 mm
高さ	3,320 mm (G2) 3,272 mm (G1) 3,350 mm(G3)	3,700 mm	3,250 mm
車両幅	2,590 mm (G2, G3) 2,485 (G1)	3,200 mm	2,500 mm
軸重	10.7 tons (G2) 8.7t (G1) 10.3t (G3)	16.6 ton	8.8 ton
列車編成	4 両編成 (G2, G3); 3 (G1)	4 両編成	3 両編成
輸送力	1,358 人/編成 (G3 の場合)	1,628 人/編成	1,182 人/編成
最大速度	60 km/h	80 km/h	65 km/h
車両メーカー	G1 Original: ボンバルディア G2 Capex I: アドトランス G3 Capex II: 近畿車両	ロテム 東芝	CKD タトラ 三菱重工 (MHI)
計画運行速度	38 km/h	32.8 km/h	30 km/h
信号	ATP, ATS	ATP, ATO, ATS	ATP, CTC
料金	距離ベース 最小 P12, 最大 P20	距離ベース 最小 P12, 最大 P15	距離ベース 最小 P9.5, 最大 P15
電圧	750 kV DC	1500 V DC	750 kV DC
き電システム	オーバーヘッド	オーバーヘッド	オーバーヘッド
移動時間	53 分	30 分	30 分
運行間隔	112 秒 (輸送量増強事業 II 実施後)	最小 1.5 分	最小 3 分
事業費 (US\$ 百万)	\$500 又は 1km 当り \$35 (1982 年で ¥ 35 億)	\$850 又は 1km 当り \$61.6	\$698 又は 1km 当り \$41.3

出典: JICA 調査団

2.4.2 鉄道セクターの将来事業

本マニラ首都圏地下鉄事業 (MMSP) に加え、将来の実施に向けて下記の鉄道事業が政府機関または民間投資家から提案されている。

2.4.2.1 LRT 1号線の南延伸（カヴィテ）事業

本事業は、現行の20.35kmのLRT 1号線を南側へ11.7km（高架約10.5km、地上約1.2km）延伸する事業である。南延伸は、既存路線の終着駅であるバクラランから、マニラ首都圏内のパラナク市及びラスピナス市を通り、カヴィテ州のビコールに到達する。この延伸事業には、8駅の駅建設と、2駅の将来建設用の整備が含まれる。ライトレール車両（LRV）及び簡単な保守業務のための車両基地が提案路線の南端近くのザポテに建設されることになる。インターモーダル施設は乗降者が多い3つの駅に設置される。

JICA が実施した調査によると、LRT 1号線南延伸事業の主な概要は下記の通りである。

- 既存路線とバクララン駅で接続（乗り入れ）することにより、より多くの乗客を輸送する
- 列車の相互直通運行を可能とするため、既存LRT 1号線と適合するシステムを採用する
- シームレスな移動を可能とする共通チケット化を採用した料金徴収システムを導入する
- 乗降客数の多い3つの駅においてインターモーダル施設を設ける
- パサイ市の車両基地において、既存LRT 1号線の車両及び延長区間の車両のそれぞれの保守のための設備を共有する

この事業の目的は、(a) マニラ首都圏及びその周辺において、安全で、信頼性が高く、環境に優しい交通輸送を迅速に提供する、(b) パラナクエ〜ラスピナス〜カヴィテ地域において悪化している交通渋滞を迅速に改善する、および(c) 鉄道駅周辺での商業開発を促進する、である。図 2.4.2.1-1 に同事業の提案路線図を示す。2015年5月時点における同事業の現状は下記の通りである。

- 事業主体（コンセッショネア）が選定され、事業実施契約書（CA）が2014年10月2日に調印された。事業主体となったのは軽量マニラ鉄道会社（Light Manila Rail Corporation）である。
- 円借款事業部分の工事に対するコンサルティングサービスはCMX コンソーシアムが受注し、2015年2月2日に業務を開始している。



出典：LRTA

図 2.4.2.1-1 LRT 1号線南（カヴィテ）延伸事業の路線図

2.4.2.2 LRT 2号線東延伸事業

LRT 2号線東延伸事業は、現在の終着駅であるマルコスハイウェイの中央線沿いのサントランからアンチポロのマシナグ市場までの約 4.1km の延伸で、2つの新駅の建設が含まれる。その2つの新駅は、(a) ケインタに位置するイメルダ通り及びロビンソンイーストモールとサンタルチアイーストグランドモールに隣接するエマーランド駅と(b) マルコス及びサムロングハイウェイの交差点で、マシナグ市場近くのマシナグ駅である。同事業には、ROW 取得、車両調達、車両基地拡大は不要のため含まれていない。

同事業も、(a) フィリピン政府による資金でエンジニアリングコンサルタントが詳細設計、施工業者選定の入札補助、および土木構造物の施工監理を行い、(b) 円借款による資金で既存システムとの統合も含めた E&M システムの調達及び延伸区間の軌道工事を行うという、2つの契約方式で実施されている。

2015年5月時点での同事業の現状は下記の通りである。

- 土木工事の詳細設計コンサルタントとして FDSC、KRNA および韓国の Soonsung によるコンソーシアムを選定し、同社は既に高架構造物の詳細設計を完了させ、設計施工方式で発注される 2 駅の概念設計を完了させている。
- 高架構造物の工事契約は D.M. Consunji Inc. に発注され、同社は 2015 年 4 月末に着工した。
- 円借款による E&M 工事のコンサルティングサービスの契約を CMX コンソーシアムと結び、同コンソーシアムは 2015 年 2 月 2 日に業務を開始した。

2.4.2.3 MRT7 号線事業

MRT 7 号線はマニラ首都圏で建設される 4 番目の高速輸送鉄道である。MRT7 号線は延長 23km 及び計 14 駅で、コンセッション契約により Universal LRT Corporation (ULC) が事業主体 (コンセッショネア) として運行・保守を行う予定である。同路線はマニラ首都圏の北東に位置し、ケソン市を通り、マニラ首都圏のカローカン市の一部を通過してブラカン州のサンホセデルモンテ市に至る。ケソン市のノースアベニューにおいて 3 路線が乗り入れる予定のマニラ首都圏総合鉄道ターミナル(コモンステーション)を通るため、イエローライン及びブルーラインへの乗り継ぎが可能である。

事業主体の提案書によると、同事業は北ルソン高速道路 (NLEX) のボカウエ出口からノースアベニューとエドサの交差点までの総延長 45km の道路及び鉄道輸送で構成される。延長 22km、6 車線のアスファルト舗装道路は NLEX からサンホセデルモンテの交通ハブに接続する。一方、延長 23km の高架鉄道 (MRT) がその交通ハブと SM シティノースエドサ近くの統合型駅を結ぶ。

建設期間は約 3 年半と想定されている。MRT7 号線の開業後、ULC が 25 年間の運行・保守を行い、年間容量費用 (annual capacity fee) の支払い額に比例して、同鉄道の所有権を徐々に政府に引き渡す。図 2.4.2.3-1 に同事業の提案路線図を示す。なお、同事業は現在、事業実施資金確保の最終段階である。



出典：LRTA

図 2.4.2.3-1 MRT 7 号線事業の路線図

2.4.2.4 南北鉄道事業 (NSRP)

以前は南北通勤線事業と称されていた南北鉄道事業 (NSRP) の北区間は 2012 年に実施されたプレ FS において当初、クラークとニノイアキノ国際空港 (NAIA) を結ぶ空港アクセス特急の運行と通勤線の運行の両方を提供する鉄道路線として提唱された。その後、調査結果、関係機関との協議、および DOTC 内での検討結果により路線線形が数回変更された。最初の変更でクラークからマニラ首都圏の FTI の区間の路線となり、その後北部はマロロスへと短くなり、一方で南部はカランバまで延伸された。その中で、空港アクセス特急の運行を辞めることも検討された。2012 年中旬に、平面・縦断線形、需要予測、社会・環境影響評価、導入する鉄道システム、運転計画等の見直しを行うため、2つの調査が実施された。

上記の 2 つの調査の結果、全線において PNR の敷地 (ROW) を活用した平面線形とすることが決められた。しかしながら、選定された路線線形は DPWH による 3 つの高速道路事業と交差するため、カラーカンと FTI 区間の平面・縦断線形の設計はコスト面と社会・環境影響面においてそれぞれの事業は非常に難しいものとなった。それにもかかわらず、最終的に南北鉄道事業を下記の通りに実施することが決定された。

- フェーズ 1：南北鉄道事業の北区間。マロロス駅とトゥトゥバン駅を結ぶ区間で、日本政府の円借款により実施される。トゥトゥバン駅はトゥトゥバンショッピングモールがあるレクト通り沿いに建設される。2015 年 5 月時点において、円借款締結に向けた協議が行われている。

- フェーズ 2：南北鉄道事業の南区間。ソリス駅から南に向かい、カランバに至る通勤路線である。同事業は PPP 方式により実施される予定である。アジア開発銀行（ADB）が財務業務（Financial Transaction）に関するアドバイザーとして選定されており、事業の入札は 2016 年初旬と想定されている。同事業では、ルソン島の南部まで結ぶ長距離列車の運行も含まれる。



出典：DOTC および南北通勤線調査の JICA 調査団

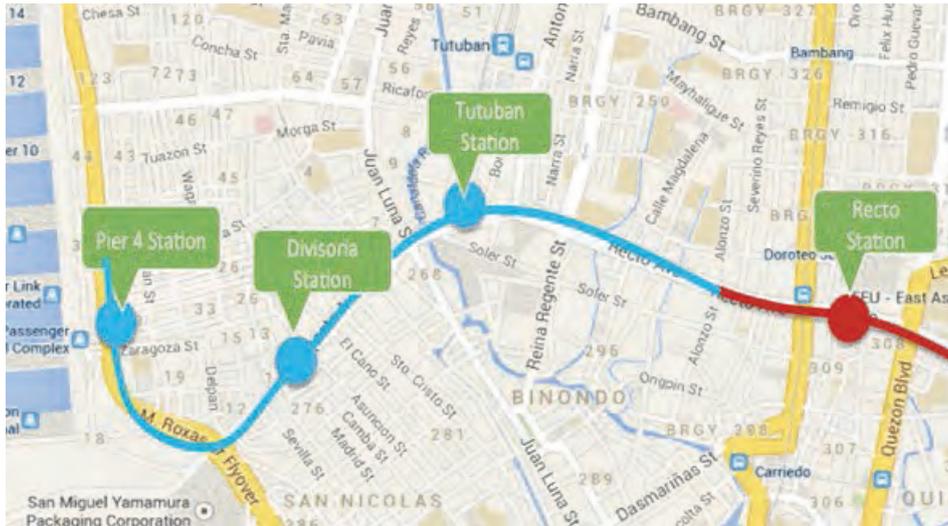
図 2.4.2.4-1 南北鉄道事業マスタープラン

2.4.2.5 LRT 2 号線西延伸事業

同事業は DOTC と LRTA により、LRT2 号線東延伸に続くフェーズの延伸事業として提唱された。このため、同事業は LRT 2 号線延伸事業フェーズ 3 と言える。

LRT 2 号線西延伸事業の技術的な点は、上述の 2 つの調査で提言されているが、東延伸事業と同様に既存の LRT 2 号線と同じシステムを採用する必要があるため、同事業として特記する点はない。注目すべき点としては、南北鉄道事業との接続性の観点から、トゥトゥバン／ディヴィゾリア地区をターミナルハブとする点である。

LRT 2 号線延伸事業のフェーズ 3 となる同事業は、既存のレクト駅から西方に延伸し、ディヴィゾリア市場近くの PNR のトゥトゥバン駅を通り、R10 道路沿いの Pier 4 まで結ぶ約 3km の路線建設と 3 駅の新駅建設である。図 2.4.2.5-1 に同事業の計画路線を示す。



出典：DOTC LRT 2 号線西延伸調査

図 2.4.2.5-1 LRT 2 号線西延伸事業の計画路線および駅位置

LRT 2 号線延伸事業フェーズ 3 の目的は、1998 年の MMUTIS 調査および 2013 年のロードマップ調査における提言に従い、既存路線を西方に延伸することである。延伸区間の路線の仕様は既存路線と同じである。トゥトゥバン駅は南北鉄道（通勤線）との接続駅となり、拡大するマニラ首都圏の鉄道ネットワークの一端を担うことが期待されている。図 2.4.2.5-2 に、ハブ駅として計画されている将来のトゥトゥバン駅の概念図を示す。

同事業は NEDA に承認されており、GAA (General Appropriations Act) 資金を活用して実施される予定である。



出典：TOD 調査の JICA 調査団

図 2.4.2.5-2 ハブ駅として計画されているトゥトゥバン駅のイメージ図

2.4.2.6 東西鉄道（EWR）事業

当初は MRT 8 号線（東線）と称されていた東西鉄道事業は、ATS という民間企業が提案し、マニラ首都圏のサンタメサ、マンダルヨン、パッシグ、ケソンおよびリザールを横断する路線として計画された。延長約 17km の路線で、16 の駅を有し、カインタのサンジュアン駅から約 1.75km に位置する Filinvest 社所有の 13 ヘクタールの土地を利用して車両基地を建設する計画であったが、この民間から提案された計画は 2009 年に保留となった。

2014 年 9 月に、経済産業省が本事業を復活させるべく、プレ FS 調査（フィリピン国マニラ首都圏都市内中量輸送システム建設事業調査）を実施し、カニタ市からオルティガスに入り、ADB 通りからショウブルーバードを通して EDSA を横断し、オーロラブルーバードを取って LRT 2 号線の V マバ駅に接続する延長約 18.8km（うち、約 2.2km が地下）、計 12 駅の路線となり、AGT 方式の交通システムの提案となった。同調査は 2015 年 3 月に完了している。



出典：「フィリピン国マニラ首都圏都市内中量輸送システム建設事業調査（経済産業省）」

図 2.4.2.6-1 EWR 事業の計画路線

2.4.2.7 大量輸送システムループ（MTSL）事業

「マカティーループ」とも称される同事業は、ボニファシオグローバルシティ（BGC）からマカティ CBD を通り、マニラ首都圏西側の埋立地域を結ぶ地下鉄路線である。PPP センターのホームページに掲載されている情報によると、2015 年 5 月時点での総事業費の見積額は 1,350 億ペソ（約 30 億 USD）とされている。

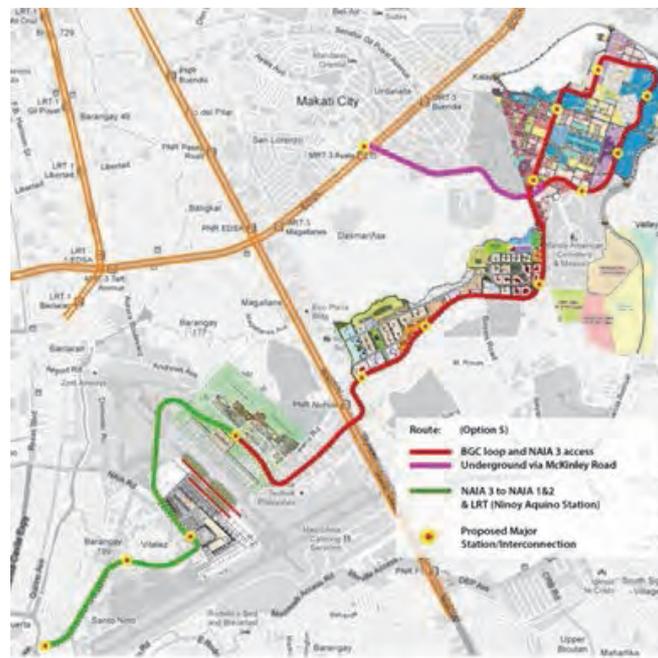


出典：DOTC

図 2.4.2.7-1 MTSL 事業の計画路線

2.4.2.8 グローバルシティ大量輸送交通 (GCMT) 事業

経済産業省が 2012 年にプレ FS 調査を実施したモノレールによる軌道系システム建設事業で、マカティ CBD、ボニファシオグローバルシティ (BGC) のグローバルシティ、マッキンリーヒルズ、マッキンリーウェスト、ニューポート、NAIA ターミナル 1、2 および 3、そして LRT 1 号線カヴィテ延伸区間に至る路線である。事業費は約 700 億ペソと見積もられているが、事業計画は中断している。



出典：BCDA

図 2.4.2.8-1 GCMT 事業の計画路線

2.5 鉄道輸送能力および輸送網の現況

図 2.2.3-1 に示したとおり、マニラ首都圏には 3 本の都市マストラ鉄道と通勤鉄道 (PNR) がある。これらの特徴は下記の通りである。

- (1) PNR : トウトゥバンからアラバンまでの 29km (16 駅) を結ぶ狭軌の鉄道
- (2) LRT 1 号線 : 南部のバクラランと EDSA の北部区間にあるルーズベルトまでの 18km (20 駅) を結ぶ標準軌の立体交差化されたマストラシステム
- (3) LRT 2 号線 : マニラ市のレクトから東部のサントランまでの 16.7 km (11 駅) を結ぶ標準軌のマストラシステム
- (4) MRT 3 号線 : EDSA (環状 4 号線) 沿いをタフトアベニューからノースアベニューまでの 16.5km (13 駅) を結ぶ標準軌のマストラシステム

マニラ首都圏のマストラ 3 路線と PNR は、2012 年の平日の平均で約 135 万人の旅客を輸送している (PNR の割合は少なく約 4.6 万人)。各路線の一日の需要と輸送能力の特徴を表 2.5-1 に整理した。マストラ 3 路線はマニラ首都圏における公共交通旅客キロの約 10%を輸送している。一方 850km の道路においてジブニーによる輸送は 48%、バスは 42%を占め、1,200 万人の居住人口を持つ都市において 51.3km (44 駅) のマストラ (PNR を除く) と比較すると良好な運行実績である。PNR の輸送能力は限定的である。

表 2.5-1 マニラ首都圏における鉄道の特性

項目	PNR ²⁾	LRT 1 号線	LRT 2 号線	MRT 3 号線	鉄道 合計	
路線長 (km)	28.0	18.1	12.6	16.5	75.2	
駅数	16	20	11	13	60	
2011 年輸送人数 (百万人)	15.4	156.9	63.8	158.8	394.9	
2011 年平日平均輸送人員 (千人)	46	476	193	481	1,196	
2012 年平日平均輸送人員 (千人) ¹⁾	50	519	212	572	1,348	
午前ピーク時乗車人数/時	2,000	43,200	18,000	48,100	111,300	
ピーク時路線需要 (最大: 人/時/方向=pphpd)	1,000	20,100	11,500	20,300	20,300	
現状の運行間隔 (分)	30	3	5	3	-	
現状の車両容量 (人/車両)	最大 500	1,350	1,600	1,180	-	
現状の路線容量 (人/時/方向=pphpd)	最大 1,000	27,100	19,500	23,600	-	
現状の搭乗率 (路線需要/路線容量)	-100%	74%	59%	86%	-	
将来の最大容量 ³⁾ (ホーム長を最大限利用 した車両編成とした場 合)	車両長さ (m)	200	110	110	130	-
	人/車両	1,800	1,630	1,630	1,930	-
	運行間隔	3	2.5	2.5	2.5	-
	人/時/方向=pphpd	36,000	40,000	40,000	46,000	-

出典：PNR/LRTA/MRT からのデータを JICA 調査団で分析

- 1) LRT 1 号線と LRT 2 号線のデータは 2012 年 3 月、MRT 3 号線は 2012 年 9 月、PNR は 2012 年 2 月
- 2) PNR のデータはトウトゥバン～アラバン間でピーク時のデータは調査団で推計
- 3) 将来の容量は容量強化プログラムを考慮して推計

2.6 地下鉄事業の必要性および課題

現在、フィリピン国にはLRT 1号線、LRT 2号線、MRT 3号線、フィリピン国鉄（PNR）路線の4路線の鉄道がある。PNR路線を除く3路線は全てマニラ首都圏にあり、大量高速交通としてNCR内において重要な交通機関の役割を担い、社会・経済活動に貢献している。LRT 1号線は西側の縦断と北部の東西方向、MRT 3号線は東側の縦断と南側の東西方向、LRT 2号線はマニラ市、サヌアン市、ケソン市、パング市を東西に横断する路線である。NCRの北部または南部、もしくはそれぞれの先の郊外に住んでいてNCRの中心部に通勤する人は、自家用車、バス、UVエクスプレス（ミニバス）、ジブニー、及びこれらの組み合わせで鉄道がある場所まで来て鉄道に乗り換えるか、そのまま自動車交通で中心部まで移動している。これは、鉄道の混雑率が高いことと、鉄道への乗り換えが不便であることが原因と思われるが、郊外から来る車両が中心部に流入することで、中心部および中心部と郊外の境界付近の交通混雑が高くなっている。

中心部および中心部と境界付近の渋滞緩和の根本的な対策として、郊外と中心部を結ぶ鉄道の整備が不可欠である。地理的な特性から、マニラ首都圏の人口や商業施設の発展は南北方面であるため、南北方向の鉄道網整備が必要となる。

PNRは南北方向の鉄道整備に関するマスタープランを作成している。マスタープランでは、所有するPNR用地を活用し、中心部と北西部を結ぶトゥトゥバン／マロロス間の路線（延長約37km。JICA資金により調査が行われている区間で、フェーズ1とされている。）と、中心部と南東部を結ぶトゥトゥバン／カランバ間の路線（延長約56km。PPPセンターが調査を行っている区間で、フェーズ2とされている。）、さらにその後の延伸も計画されている。この他、現在、バクラランからバコールまでの区間の南方延伸（第一期）が実施されているLRT 1号線には、第二期延伸として更にカヴィテ州のダスマリニャスまでの延伸の計画もある。EDSAの北部とカローカン市（北）の東部（将来的にはサンホセデルモンテ市まで）を結ぶMRT 7号線が計画されており、ユニバーサルLRT社（Universal LRT Corporation（BVI）Limited）が運営・保守の事情権を取得している。

マニラ首都圏と南北の郊外を結ぶ鉄道路線の計画はいくつかあるが、南北いずれも中央部には鉄道計画はない。南北の郊外の中央部の現在の人口や成長率を考えると、この地域とマニラ首都圏の中心部を結ぶ鉄道も必要であると十分に考えられる。このように、第二の南北交通基盤として計画されているマニラ首都圏地下鉄事業（MMSP）の必要性は非常に高いといえる。

2.7 鉄道用地取得・整備の現況および現在の利用状況

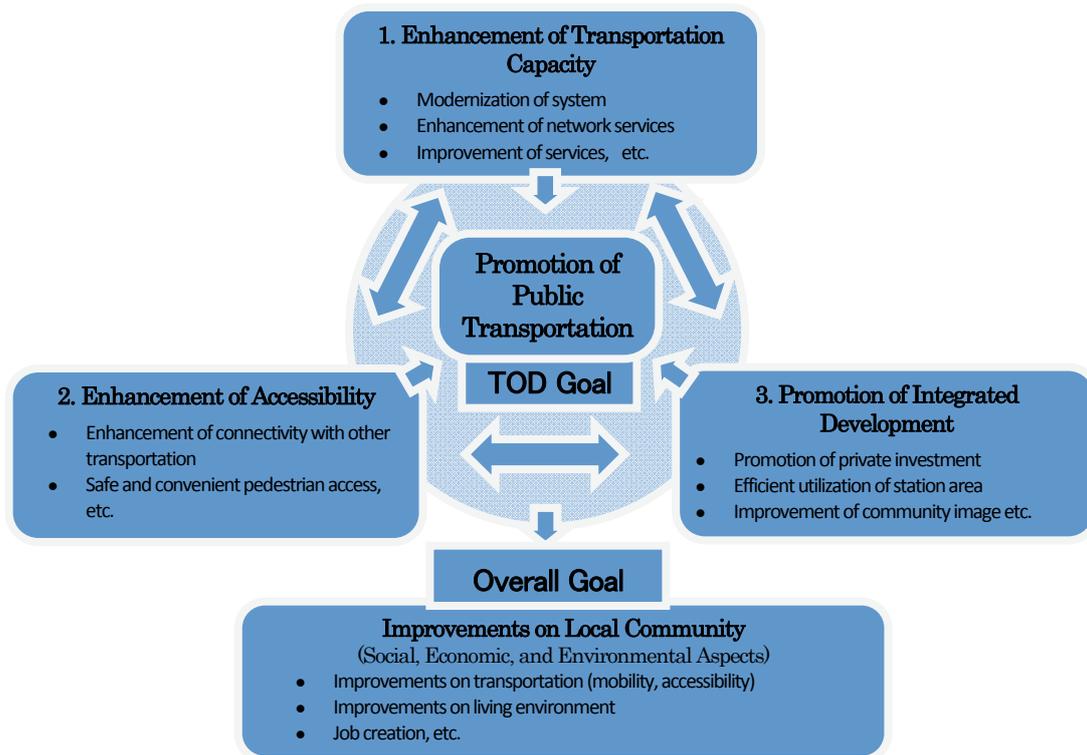
ロードマップ調査において提言された本地下鉄はフィリピン国政府内において近い将来必要な鉄道路線の一つとして認知されているものの、本地下鉄事業に関する用地取得は開始されていない。用地取得はフィージビリティ調査が実施され、路線の選定が行われてから開始することができる。本地下鉄の路線となり得る鉄道用地は現在、一部は幹線道路か地方道路で、一部は公共地か私有地である。本地下鉄の候補路線はできる限り既存道路上または下を活用すべく計画されているが、既存道路がない区間では用地取得が必要となる。必要な用地取得については第12章に記述している。

2.8 公共交通指向型開発 (Transit Oriented Development: TOD)

2.8.1 TOD (Transit Oriented Development) のコンセプトと目標

TOD は、鉄道駅付近における交通整備と、商業、オフィス、住宅などの他のタイプの開発を一体的に統合することによって生じる相乗効果により、公共交通の利用を促進する開発手法である。

図 2.8.1-1 が示すように、交通容量やアクセス機能の強化と駅との一体開発の促進は、公共交通の利用促進に貢献する良好な TOD 実施のための重要な要素である。



出典：フィリピンの都市鉄道における TOD 促進準備調査 (JICA、2015 年)

図 2.8.1-1 TOD のコンセプト

2.8.2 日本の TOD 事例と開発手法

日本は長い鉄道整備の歴史を持ち、駅周辺のアクセス改善と一体開発による TOD の成功事例が多くある。特に PPP 手法を通して民間セクターの開発経験と開発資金が公共交通施設整備を含む一体開発の実施に有効活用された。また、日本では土地区画整理手法や公共交通施設の整備と管理において適用されてきた。土地区画整理事業はまた、歩行者デッキや立体駐車場等の複層施設の建設による土地利用の増強を促進した。土地の増強に関しては、日本における高架構造物下の空間の商業や公共交通施設を含む公共施設としての活用等の好事例も MMSP 沿線の一体開発において参考になる。

日本における一体開発のいくつかの主要事例と開発手法のメカニズムを別添 A に参考として収録した。

2.8.3 マニラ首都圏における TOD の現状

マニラ首都圏には現在 3 本の LRT/MRT 路線が都市交通の用に供されている。しかし、各鉄道路線はそれぞれ独立して整備されており、スムーズな乗換えのために相互の路線を物理的に接続するための連携は非常に限られている。鉄道駅においてバスやジープニィのために乗換え空間を確保することもあまり考慮されていない。この状況は公共交通モード間の乗換えにおいて旅客の不便さを引き起こしている。

マニラ首都圏では TOD も実現していない。鉄道駅やバスやジープニィのターミナルは、周辺地域の都市開発と一体的に整備されていない。これは都心部だけでなく郊外部でも同様である。特に郊外部の都市開発は道路ネットワークに完全に依存している。

新規の鉄道プロジェクトがマニラ首都圏において実施される場合、鉄道の利用を促進し鉄道整備の便益と正のインパクトを最大化するためには TOD コンセプトを同時に取り入れることは不可欠である。

(空白ページ)

第3章

地下空間利用に関する法制度の現状と課題

第3章 地下空間利用に関する法制度の現状と課題

3.1 地下空間の所有権・利用権等に関する法制度の現況

フィリピンにおける地下鉄の建設と運営の計画は、これまでにない新しい試みであり、フィリピン政府にとって初めての建設方式による大量輸送機関の本格検討となる。

このような大規模事業においては、明確な法的枠組みの下で必要な土地と通行権（ROW）を取得することは極めて重要である。事業実施中に鉄道用地や作業用地が確保できないために、建設が中断することはよくあることである。事業提案者にとって事業の実現を可能とする法的拘束力のある明確な法制度なしには、事業実施の試みは土地収用の課題を効果的に解決できるかという面で行き詰まるであろう。

これらの課題に対する理解が必要であるが、フィリピンではこの種の試みは初めてで、本プロジェクトはその先駆けであるため、法律と制度間のギャップを埋める調整が必要となる。さらに、フィリピンでは地下空間の権利や地下空間を明確に規定する法律が存在しない。すなわち、地下空間の権利に関する現行法や関連法規が存在せず、地表権と空中権のみが規定されているのが現状である。

この分野における本調査の目的は、現行法制度を調べ、それらを基に交通開発の新規開拓に活用できる法的手段を体系化することである。

3.1.1 土地収用の実施機関

土地収用の権力は政府にあり、政府は補償金をもって私有地を公共利用するために土地収用を行う。本プロジェクトでは、運輸通信省(DOTC)と公共事業道路省(DPWH)が土地収用と通行権（ROW）の取得を行う主要な2大政府機関となる。

フィリピンの鉄道事業は、一般にDOTCとDPWHとの連携によって実施され、この2つの機関が土地収用を行使する権限を持っている。

公共インフラと道路整備の実施機関であるDPWHは土地収用の経験を多数有しており、その実施手続きに精通している。DPWHは、(a)国道や橋、洪水対策、水資源事業、その他公共事業の計画、(b)国道や橋、主要な洪水対策システムの設計、建設、維持管理が義務付けられている。DPWHは個々の私有地の土地利用を公共利用へと変換する権限を持っている。DPWHは、国道網の建設と運営管理を一体的に行う権限を有する唯一の機関であるが、事前許可を得た上でその権限を地方自治体や他の公共機関、民間組織に委任することができる。

一方、DOTCはフィリピンの大量輸送機関と通信分野の開発を管理・運営、規制する役割を担う政府機関であり、DOTCの監督下にある重要インフラの開発とその維持管理の責任を負っている。DOTCの公式ホームページでは、「本機関は、効果的な国家資源の活用を通じてフィリピンの生活向上を図る重要プロジェクトの最前線に立つ」と謳っている。

DPWHとDOTCの責務と機能は、全てではないが多くのインフラプロジェクトで相互に関連している。2つの機関は連携しパートナーシップを持っており、共に以下のプロジェクトの建設を実施した。

- ・ LRT1 号線と 2 号線
- ・ マニラ国際空港
- ・ フィリピン国鉄の延伸
- ・ MRT3 号線

両機関が連携して、公共利用のために私有地を政府用地へと変換を行っている。

3.1.2 土地収用：法律と法体系

土地収用は 1987 年に制定されたフィリピン共和国憲法に記載されており、公共利用目的であっても補償費を支払わずに私有地を取得することが禁じられている¹。憲法の条項で使用されている「取得(taking)」という用語は、政府の特権 (jura regalia) もしくは土地収用権として知られている。

土地収用権は固有の権限であると言われ、憲法もしくは特定の法律²に明文化される必要がない。それゆえ、個人の保護に必要な権限を制限する場合に、いずれの正式文書から生じるわけではなく、むしろ独立した存在として憲法がその権限を認めると言及したことを契機に土地収用権が生まれた³。

土地収用の実施には 5 つの条件が必要である。

- A. 土地の「取得」が必須であること
- B. その取得は正当な機関によって行われること
- C. その取得は公共利用のために行われること
- D. 私有地の土地所有者に補償費が支払われること
- E. しかるべき法的手続きによる請求が順守されること

土地収用権の権限下による「取得」は、最高裁判所によって一般的に「一定期間以上私有地に立ち入り、法的権限を持つ機関の許可の下、当該地を公共利用に充てること、さもなければ非公式に占有または不当に土地やその利益を土地所有者から剥奪すること」と定義されている⁴。

「取得」の範囲を適切な認識で捉えると、憲法の第 III 条、第 9 項に記載されている憲法が保障する補償の項目が適用される以前は、対象の土地全体の活用の必要性はないことに留意することが重要である。この留意点において、裁判所は「所有権は既得の占有権、支配権、享有なしには意味をなさない。⁵」との意見である。したがって、私有地の所有者がその土地の「一般的で有益な土地の利用」を剥奪されるとすぐに、憲法の意味で既に「取得」されたことになる⁶。

裁判所は、土地収用権における「取得」は、地役権もしくは通行権 (ROW) ⁷の性質を併せ持つことを明確に規定している。ある判例において裁判所は以下の宣告の機会を得た。

¹ 1987 PHILIPPINE CONSTITUTION, ATR. III, § 9.

² BERNAS, S. J., JOAQUIN G. THE 1987 CONSTITUTION OF THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES: A COMMENTARY. REX BOOK STORE, (2003).

³ Visayan Refining Co. v. Camus, 40 Phil. 550, 559 (1919).

⁴ Republic v. Vda. de Castellvi, et al. G.R. No. L-20620. August 15, 1974.

⁵ Municipality of La Carlota v. National Waterworks and Sewerage Authority. G.R. No. L-20232. September 30, 1964.

⁶ *Id.*

⁷ National Power Corporation v. Gutierrez, et al. G.R. No. L-60077. January 18, 1991.

「名目上、土地収用権は土地や土地所有権の取得、収用した土地の所有において生じる。しかし土地の権利と所有を失わず、ただ非難財産の所有者に負担を課すためになぜその権限が効力を持たないかについての説得力のある理由はない。

土地収用を通じて、不動産が通行権（ROW）の地役権に供することは問題ない。⁸⁾

しかし、この特定の点に関しては、私有地にかかる通行権（ROW）のみの部分的な取得であっても、私有地の土地所有者はその土地全体の価値に基づいた補償費を受けられる権限を有していることが裁判所によって決定されている⁹⁾。

その他の土地収用権の行使における必要条件は、土地の取得は正当な機関によって行われなければならないことである。概して、土地取得は議会から権限を与えられた行政機関を通して行われなければならない。¹⁰⁾

法律では、議会がその議決によって土地収用の権限を地方自治体、他の政府機関、公共サービス会社（但し株式(有限)会社ではない）等に委任することを許可している¹¹⁾。

3 つ目の効果的な土地収用のための必要条件は、土地取得は公共利用のために行われなければならない、「公共への裨益」、「公共活用」、「公共性の優位」と結びついていることである¹²⁾。それゆえ土地取得の「必要性」は、公共利用の自然要素としても理解される。これらは規定されており、絶対的な必要性ではなく、妥当な必要性が求められる¹³⁾。

これは必要条件ではないが、しかし実際に土地収用によって公共全体が裨益する。最高裁判所は広範な意味で「公共利用」を捉え、たとえ実際の土地収用で取得した土地の利用が限られたものであっても、公共一般への「間接便益」を割り当てている¹⁴⁾。

4 つ目の効果的な土地収用の必要条件は、私有地の土地所有者に対して、収用した土地の補償金を支払うことである。正当な補償金¹⁵⁾は、「土地所有者が失う土地の正当で等価な補償金は、土地収用によって支払わなければならない」、「土地の評価を行うことはいつでも可能であり、補償金は当該地と等価の金額以上でも以下でもない。」として定義付けられている¹⁶⁾。これは補償金の正しい基準として捉えられてお

⁸⁾ Republic of the Philippines v. Philippine Long Distance Telephone Company. G.R. No. L-18841. January 27, 1969.

⁹⁾ National Power Corporation v. Manubay Agro-Industrial Development Corporation. G.R. No. 150936. August 18, 2004.

¹⁰⁾ Visayan Refining Co. v. Camus, 40 Phil. 550, 559 (1919).

¹¹⁾ City of Manila v. Chinese Community of Manila. 40 Phil 349 (1919); Teneria v. Manila Railroad Co. 22 Phil. 111 (1912).

¹²⁾ Guido v. Rural Progress Administration. 84 Phil. 847 (1949).

¹³⁾ Manila Railroad Co. v. Mitchell. 50 Phil. 382 (1927).

¹⁴⁾ Phil. Columbian Assn. v. Panis, 229 SCRA 668 (1993).

¹⁵⁾ Province of Tayabas v. Perez. 66 Phil. 467, 469 (1938); City of Manila v. Estrada. 25 Phil. 208, 234 (1913).

¹⁶⁾ National Power Corporation v. Gutierrez, et al. G.R. No. L-60077. January 18, 1991.

り、土地収用の補償金が何でも発生することと反意である¹⁷。政府が正当な補償金を個々人に支払う義務は憲法によって規定されており、法定時効によってその義務が失われることはない¹⁸。

正当な補償金は、定量的には実際の土地の「公開市場で売り手と買い手によって通常の合法取引と競争過程を経た統制価格」と定義される「市場価値」に基づく。公共または民間組織による通常のビジネス手法を通じて設定されるこの市場価値の価格と価値は、買い手と売り手間の土地の公正価値、現在価格、当該地域で販売される通常価格などで定められる¹⁹。

取得される土地の実際の価格に基づく補償金によって「派生的な損害」もしくは土地収用によって土地所有者に生じた他の損害への説明責任を明らかにする場合に裁判所は開廷される²⁰。正当な補償金は、抵当権設定者や借り主、買い主など、未履行契約の法定金利を保有する個人所有者以外の人にも支払われる義務がある²¹。

補償金を実際にどの時点で計算するか²²の考慮も重要である。裁判所が示す一般的な決まりは、「正当な補償金は、土地の取得時か土地収用手続き開始時のいずれか早い方で計算される」²²。この原則は、下記の記述にある国対 Lara 裁判の判決が出された時に、裁判所によって補強された²³。

「土地の収用手続きの申請に先立って土地を取得する場合、公共目的のためにその土地が利用されることから地価が上昇する。土地に係る原告の参入により土地の価値は償却される。また、全般的な経済状況の変化によっても訴状の提出時点から自然と地価が上がる。

私有地の土地所有者は、実際に損失した分の補償金を受け取るべきであり、損失・損害費用を超えた補償金を受け取ることはできない。また、土地所有者の損失は、土地が収用されるときの実際の土地の価値に相当する。」

しかし、裁判所は国家電力公社対控訴裁判所の判例²⁴にてこの規定の例外も紹介している。この判例では、無関係な土地収用者の出現やその影響によって土地の取得と申請の間で地価が上昇した場合、補償金の計算は後に行われる方にあわせて計算される見解が述べられた。

さらに、政府が私有地の所有者に土地取得時に補償金を支払わなかった事例では、後に取得時から支払時までに上がった地価に法定金利を上乗せした金額が政府によって支払われた²⁴。また、裁判所が政府に私有地の土地所有者の弁護士費用を支払うよう土地収用手続きに加えて命じた例もある²⁵。

¹⁷ J. M. Tuason and Co., Inc. v. The Land Tenure Administration, et al. G.R. No. L-21064. February 18, 1970.

¹⁸ National Power Corporation v. Heirs of Macabangkit Sangkay. G.R. No. 165828. August 24, 2011.

¹⁹ Manila Railroad Co. v. Fabie. 17 Phil 206, 208 (1910); City of Manila v. Corrales. 32 Phil. 85, 92, 98 (1915).

²⁰ BERNAS, S. J., JOAQUIN G. THE 1987 CONSTITUTION OF THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES: A COMMENTARY. REX BOOK STORE, (2003).

²¹ *Id.*

²² Ansaldo v. Tantuico. G.R. No. L-50147. August 3, 1990.

²³ 50 O.G. 5778 (1954).

²⁴ G.R. No. 113194. March 11, 1996.

²⁴ Alfonso v. Pasay City. G.R. No. L-12754. January 30, 1960.

²⁵ Amigable v. Cuenca. G.R. No. L-26400. February 29, 1972.

3.1.3 実施手順

土地収用の実施手順は、主にフィリピン裁判所改訂規則 67 の通りである。要約すると土地収用は以下のステップで実施される。

1. 土地収用の実施機関は、該当する土地のある場所の司法権を持つ地方裁判所で検証された訴状²⁶、手付金が申告時と同じ時期か事後か、公定地価と同等の土地価格と政府機関の預託等をファイリングする²⁷。
2. 裁判所が土地収用の申請が有益であると判断した場合、補償金をもって土地を取得する権限を持つ土地収用令を発令し、補償金は土地取得時もしくは申請時のいずれか早い方で支払われる²⁸。
3. 土地収用令による土地の引き渡しは、裁判所が 3 人以下の適切かつ私欲のない者を委員に指名し、土地の引き渡し手続きを委任する²⁹。
4. 裁判所により定められた所定の期限内に、委員は土地所有者への適切な補償金に関する報告書を提出し³⁰、全関係者がコメントをした時点で報告書が受領され、引き渡しの判断が成される³¹。

土地所有者への補償金の支払いは、法廷規則に従った手続きが適用される。これは上述の効果的な土地収用の 5 番目、すなわち最後の手順である。この手続きにおいて、土地所有者は公共利用の存在、用地取得の必要性、委員により推奨され裁判所で承認された補償金額の妥当性等に関して質問する十分な機会を与えられている。

最近の法律では特定の規則に従って効率化され、公認された用地取得が行われる。土地と所有権の取得において、Limited Access Highway Act³²の第 5 項で「既存法を遂行する DPWH は、土地取得による贈与、寄贈、購入または収用によって得たアクセス権を含む限られたアクセス施設やサービス道路整備のための公共用地とその所有権の入手を促進する」と言及している³³。

国のインフラやその他の目的の通行権 (ROW) の用地取得である限り、その促進法の第 4 項で、国家インフラ事業とその他の目的³⁴における土地収用手続きの規則が規定されている。

- B. 土地収用の要請において実施機関は、(1) 内国歳入庁 (BIR) の現在の地域査定に基づく所有地の 100%の地価、(2) 第 7 項で決定された建物や構造物の価値の合計と同等の金額を、土地所有者への支払期限通知後に土地所有者に早急に支払うことになる。
- C. 地域査定のない州、市、自治体、その他の地域では、BIR が土地収用の 60 日以内に地域査定を作成するよう指示する。

²⁶ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 1.

²⁷ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 2.

²⁸ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 4.

²⁹ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 5.

³⁰ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 7.

³¹ 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, rule 67, § 8.

³² RA 2000

³³ Ibid

³⁴ RA 8974

- D. 国家インフラ事業の完成が緊急性を要するもので、重要かつ現在価値が検討されていない地域である場合、実施機関は早急に土地所有者に第 5 項で規定された基準を考慮した提示価格を支払うことになる。土地所有者が実施機関の提示価格に異議を唱えた場合、裁判所は土地所有者に対する補償金額を異議が唱えられてから 60 日以内に決定する。裁判所の決定が最終決定として有効となった時、実施機関は土地所有者に既に支払われた補償金と裁判所が決定した補償金の差額を支払う。

さらに、同法律は以下の土地取得の追加手法も定めている。

1. 権利放棄
2. 貨幣交換または物々交換
3. 寄贈
4. 交渉による売却
5. 収用
6. 法律で定められたその他の方法

共和国法 8974 の第 5 項で土地収用手続きや売却交渉のための地価評価の基準を設定している。補償金額の決定のために、裁判所は以下のような既定項目を考察する。

1. その土地が適している土地区分と活用
2. 土地改良の工事費
3. 土地所有者の提示価格
4. 類似した周辺地の現在の売却価格
5. 移転、撤去、土地の改善とそれによる改善の価値に対する妥当な補償金
6. 面積、形状、立地、税金申告、地域査定
7. 証拠書類だけでなく視察によって明らかにされ確認された土地価格
8. 政府が必要とするのと同様の条件の土地を入手するのに十分な資金を持つように該当する土地を有効にする事実や事象、またそれによるできるだけ早期の生活再建

3.1.4 LRT と MRT プロジェクト

軽量鉄道公社 (LRTA) / LRT1 号線、2 号線

1966 年にフィリピン政府は国際協力機構 (JICA) によるフィリピン交通システムの近代化を促進するための調査を実施した。調査の結果、都市内で 5 つの環状道路の建設と主要幹線道路沿いを走る軌道系の大量輸送機関の整備が提案された。提案されたほとんどの幹線道路の整備は実施され、C1-C5 からなる道路システム開発を先導した。しかし、大量輸送機関事業は鉄道の整備費用が多額なことから遅れた。

大量輸送機関の事業はその 10 年後に再び話が持ち上がり、世界銀行の支援により Freeman Fox and Associates が JICA による提案の更新を行った。改訂調査の結果、フィリピンハイウェイに影響する主要交差点を迂回する高架鉄道システムが提案された。事業費用も 1977 年には 15 億ペソから 20 億ペソへと増加した。

1982 年 6 月、マルコス大統領令によって LRTA が創設され、その 2 年後の 1984 年 12 月 1 日に初の LRT が運行開始した。LRTA は今もなお、いくつかの既存通勤路線の運営・維持管理を担っている。

メトロ鉄道輸送会社 (MRTC) /MRT3 号線

MRTC は、Ayala Land, Inc., Fil Estate Management Inc., Anglo-Phil, Inc., Ramcar Inc., Greenfield Development Corporation, Antel Land Holdings Inc., DBH Inc.による合弁企業で、DOTC との協調連携している。特別な設立許可や法律を通して法人化されたわけではなく、現地法人と同様にフィリピン法人法に則っている。BLT (建設・リース・移譲) 方式のもと、異なるオーナーが鉄道システム完成までの資金を担保して事業を実施し、政府にリースする方法であった。DOTC は事業権を有し、実際に公共交通システムを運営している。

MRT3 号線は 2000 年 7 月 15 日に正式に運行開始し、全 13 駅が開通した。それ以来、継続的に乗客に公共交通サービスを提供している。特に、EDSA を通過する通勤者に利用されている。

ROW の経験

大量輸送機関事業で、DOTC またはそのパートナーが担う役割は、DPWH の運営管理する既存の国道上にある高架鉄道、線路、鉄道に付随する構造物の建設であった。LRT1 号線の場合は、マニラのタフト通り上に位置する。MRT3 号線の場合は EDSA 上に位置し、カローカン市からマカティ市までまたがる。

LRT2 号線、MRT3 号線の全ての構造物、建物が国有地または国道上にあるわけではなく、駅施設や乗車券売場等の施設は ROW 用地の外にある場合がある。これらの土地は DOTC が事業に必要な土地として土地収用手続きを通じて入手した。

多くの国家インフラ事業は、個人所有の土地、もしくは国道、幹線道路、その他公共用地を通過する空間を必要とする。全ての国道や幹線道路は法的に DPWH の運営管理下にあることは重要である。とりわけ、Executive Order No. 124 (1987 年公布)は DPWH の権限と機能を定義しており、以下の重要な条項を含んでいる。

第 3 項、政策の宣言：政府は全てのインフラ施設の安全性を確保し、公共事業と道路の建設が最も効果的で適切な質を保つために、エンジニアリングと建設の能力を維持し、その技術を継続的に開発する。インフラ施設、特に道路、洪水対策と水資源開発システム、その他の国の発展を目的とした公共事業の計画、設計、建設、維持管理はエンジニアリングと建設の能力に左右される。しかし、この責任行使は最大限分散されなければならない。

第 5 項、権限と機能：DPWH はその委任統治権を実施するために、以下の権限と機能を有する：

- a) インフラ施設の計画、設計、建設、維持管理、運営のための技術的なサービスの提供
- b) 国内の公共または民間の構造物の安全性を確保し、公共事業の建設の効率性と適切な質を保証するために効果的な規則、基準、適切なガイドラインの作成と実施

XXX

- e) 全ての公共事業と事業実施計画が現行の基準とガイドラインを満たしているかの確認

これらに議論の余地はなく、全ての公共事業や国道と幹線道路は、DPWH の調整と承諾が必要である。これらは DOTC によって提案または実施される事業にも適用可能である。Executive Order No. 125-A (1987 年公布)により改訂された Executive Order No. 125(1987 年公布)では、DOTC の権限と機能の再編と再定義が行われた。

- e) 全てのインフラ事業と施設の設計、立地、開発、復元、改善、建設、維持管理、修理は DPWH と調整すること。しかし、特別な通信、港湾、空港、鉄道事業と大統領令もしくは法律によって制定された施設整備の実施に関しては、DOTC に付随する政府機関がこれらの事業を請け負う権限を与えられる。

2 つの鉄道事業の実際のインフラ施設の多くの部分はちょうど幹線道路の上に建設されている。したがって、ROW 用地購入は最小限に留まった。政府は既に幹線道路の建設時に収用した土地を所有しているので、他の政府機関にその土地を利用する公式承認を与えるだけである。

国道と幹線道路に関する DPWH の明確な法定の委任統治権に基づき、また DOTC による全てのインフラ事業の開発、建設、維持管理においては DOTC と DPWH が直接調整するという特定の法定要件に準拠して、これまでの LRT2 号線や MRT3 号線事業は DOTC と DPWH の長官による了解覚書(MOA)によって管理されている³⁵。この覚書は以下の条件を規定している。

- A. MOA 規定の範囲である DPWH 権限下の特定の地域
- B. MOA 規定の範囲である特定の DOTC 事業
- C. 両機関の合意により実施が承認された全事業の排他的詳説
- D. 対象地全体の全作業を監督し、目的のために妥当な機能を有するための DPWH の権限

DOTC と DPWH とのこれまでの調整に基づき、公共道路や幹線道路を活用した将来の事業において、事業開始に先駆けて DOTC と DPWH 間で MOA が取り交わされることは甚だ妥当である。

土地取得における現在の規定では、政府が取得する不動産の階層化や種類ごとの分類は行わない。政府は、個人あるいは法人の私有地といった不動産の種類に関わらず、公布された規定の中で絶対的で一般的な土地取得の権限を持っている。したがって、その土地が低層、高層、地下、地上、商業、住居等であるかは関係ない。一旦、政府が適切な申請を行い、委任の手付金を支払って土地収用の手続きを開始したら、既に土地が政府に取得される。実際は、数ヶ月のうちに裁判所の決定により土地と所有権が政府に確保される。しかし、ほとんどの例では、元の土地所有者による補償金に関する訴訟が長期に渡るため、その裁判所の決定を待たなければならない。裁判所は土地の補償金として高い価格を推奨し、それが事業予算に影響するため、これは政府と事業提案者の問題となる。

実際に、フィリピンの規定の土地収用の基準が LRT と MRT 事業に適用される場合、補償金については以下のようにまとめられる。

³⁵ Interview with Former DOTC Undersecretary for Planning Dr. Primitivo Cal, March 15, 2015, Mactan, Cebu

- A. 少なくともその一部が道路等の政府所有の敷地の上空、上部に設置される場合、その土地の利用に対する補償金を支払う必要はない。
- B. 私有地がどのような形状であっても、事業を完遂させる必要がある場合、土地収用は現行規則に則った正当な補償金が支払われる。

3.2 地下建設に伴う地権者への補償と建設実施に関する法制度

現在、地下空間の所有に関して基本となる法律は、下記のフィリピン民法の第 437 条である。

第 437 条：土地所有者は、その地表面と地下空間の所有者であり³⁶、その土地に如何なる建設工事や植栽、掘削を行うことができ、地役権を損なうことはなく、特別法や条例の対象とならない。土地所有者は航空の合理的な要件に対して苦情を申し立てることができない。

上記の条文で読み取れるように「特別法」は包括的なものである。したがって、地下で発見された鉱物資源とその他自然資源は国の所有物であると明言する 1987 年制定の憲法をも含んでいる³⁷。1988 年のフィリピン政府と控訴裁判所間の裁判³⁸において、最高裁判所はこの理論を補強した一方で、公共用地の権利が不明瞭であるため土地表面と地下空間の所有権の境界線はないと判断した。それ故、現行法の下で自然資源がその地下空間に存在している場合は政府が所有していることになるが、そのケースを除くと土地所有者がその地下空間も所有していることになる。

地下空間に関する私有地の所有権に関しては、2007 年の国家電力公社 (NPC) 対 Ibrahim 他の判例³⁹が参考になる。本判例では、Ibrahim と彼の共同相続人が、敷地内を横切り当初から彼らが計画していた電動井戸の設置を不可能とする NPC により建設された地下トンネルの存在を後に発見した。NPC はラナオ湖の水を汲み上げ、数箇所の水力発電所を稼働させるための地下トンネルを建設したのである。

最終的に、最高裁判所は地下トンネルの建設は Ibrahim 他の井戸設置を妨げておらず、特に地表面に権利は尊重しているという NPC の反論を否定した。特に、先で述べたように民法の第 437 条は、たとえ政府が土地のわずか一部を占有しただけでも、地役権への支払いと土地の補償金を支払う責任からは逃れられないことを定めている。自然の地役によって土地所有者は事実上その効果的な活用の権利を奪われることになる⁴⁰。

最高裁判所は、NPC と Heirs of Macabangkit Sangkay との裁判⁴¹において Ibrahim の判例を反映し、2011 年にその最終判決を下した。NPC は、対象となる全体の土地価格を基に、補償金の支払い責任を負った。

これらのフィリピンでの法制度の現状は、以下の概要表に要約されている。

³⁶ Emphasis supplied.

³⁷ PHILIPPINE CONSTITUTION, Art. XII, § 2

³⁸ G. R. No. L-43938. April 15, 1988.

³⁹ G. R. No. 168732. June 28, 2007.

⁴⁰ *Id.*

⁴¹ G. R. No. 165828. August 24, 2011.

表 3. 2-1 フィリピンの法制度の現状

判例名とその詳細	取得目的	関連する理論
国対 Lara 50 O.G. 5778 1954 年	不明	申し立て申請手続きに先行して土地収用が行われた場合、その土地は公共目的で使用されるため、土地の価値は上がる。申し立てによってその土地の価値が下がるか、または一般経済状況により土地収用の申請時からの土地の価値が自然上昇する。 私有地の土地所有者は、実際の過失分のみの補償金を受け取るべきであり、それ以上を受け取ることはない。また、その過失分とは土地取得時の土地の価格である。
Alfonso 対 Pasay 市 G. R. No. L-12754 1960 年 1 月 30 日	既存道路の延長	政府が私有地の土地所有者に土地使用料を補償しなかった場合、土地所有者は土地取得時から政府が補償金を支払うまでの間、法的金利に基づいた土地使用料を受け取る権利がある。
La Carlota 町対国家上下水庁 G. R. No. L-20232 1964 年 9 月 30 日	監督、管理組織、現在の水資源システムの統制	所有権とは、所有、統制、享有等の固有の権限無しには存在しない。公共利用のために土地所有者が土地を有効活用する権利やその価値を奪う場合、それは法的判断によって行われる。
国対フィリピン長距離電話会社 (PLDT) G. R. No. L-18841 1969 年 1 月 27 日	国際電話施設	名目上、土地収用権は土地や土地所有権の取得、収用した土地の所有において生じる。しかし土地の権利と所有を失わず、ただ非難財産の所有者に負担を課すためになぜその権限が効力を持たないかについての説得力のある理由はない。 土地収用を通じて、不動産が通行権 (ROW) の地役権に供することは問題ない。
J. M. Tuason and Co., Inc. 対 The Land Tenure Administration 他 G. R. No. L-21064 1970 年 2 月 18 日	土地の再分割と様々な占有者への売却	補償金とは、土地取得時のその土地の価格と同等の金額である。過失分を補完する上で公平かつ公正な保障の基準となるものであり、これは土地収用地全体に適用される。
Amigable 対 Cuenca G. R. No. L-26400 1972 年 2 月 29 日	道路拡幅事業	土地収用手続きの結果として、土地所有者は政府から代理人費用を回収できる。

判例名とその詳細	取得目的	関連する理論
<p>国対 Vda. de Castellvi 他 G.R. No. L-20620 1974 年 8 月 15 日</p>	<p>フィリピン空軍による公共 活用</p>	<p>土地収用の権限下における「取得」は、一般に私有地に一定期間以立ち入り、法的機関の保障の下で公共利用すること、さもなければ非公式に占有する、または不当に土地やその利益を土地所有者から剥奪すること」と定義されている。</p>
<p>国対控訴裁判所 G.R. No. L-43938 1988 年 4 月 15 日</p>	<p>採掘要請</p>	<p>公共用地に係る権利は分割できない。それ故、地表面と地下空間の「境界線」は存在しない。</p>
<p>Ansaldo 対 Tantuico G.R. No. L-50147 1990 年 8 月 3 日</p>	<p>道路拡幅事業</p>	<p>私有地の土地所有者は、その土地を政府が公共目的のために活用している一方で、どのような目的であっても季節ごとに価格を上げるようなことはできず、土地の損失分に対する適正な補償のみ受け取る。 補償金の金額は、土地取得時か、土地収用手続きの開始時のいずれか早い方で計算される。</p>
<p>国家電力公社 (NPC) 対 Gutierrez 他 G.R. No. L-60077 1991 年 1 月 18 日</p>	<p>高電圧伝送路の建設、運 営、維持管理</p>	<p>土地収用権による「取得」は、地役権あるいは通行権 (ROW) の特性を持つ。 この理由により、収用される土地の所有者は、補償金を受ける権利がある。補償金が正当であるかの評価をいつでも可能である。</p>
<p>国家電力公社 (NPC) 対 Manubay Agro-Industrial Development Corporation G.R. No. 150936 2004 年 8 月 18 日</p>	<p>高電圧伝送路の設置</p>	<p>政府が私有地にかかる ROW 用地のみの地役権を要求した場合でも、私有地の土地所有者はその土地全体の土地価格を基に補償金を受け取る権利を有している。</p>
<p>国家電力公社 (NPC) 対 Ibrahim 他 G.R. No. 168732 2007 年 6 月 29 日</p>	<p>ラナオ湖から水を吸い上げるための地下トンネルの建設</p>	<p>政府は土地の一部のみを占有するにも関わらず、土地所有者に土地全体の補償金が支払われる。これは、自然の地役権である通常の土地の有効活用の権利を土地所有者から奪うことになるからである。</p>
<p>国家電力公社 (NPC) 対 Heirs of Macabangkit Sangkay G.R. No. 165828 2011 年 8 月 24 日</p>	<p>アグス川から水力発電所へと水を通す地下トンネルの建設</p>	<p>法令により認められた期間は、補償金の支払いに関しては適用されず、補償金は憲法によって保障されている。</p>

地表面と地下空間の権利に関する判例の調査の結果、フィリピンの法律ではその区別ができないことが明らかになった。すなわち、土地の権利が地表面か地下空間であるかの区別はない。それゆえ、土地全体もしくは土地の権利を土地所有者から取り上げる場合、土地全体の価値相当の補償金が支払わなければならない。

補償金と「全価値」の捉え方を明確に区別するには、土地所有者の土地全体が公共目的で取得される場合の補償金の法的な定義（収用地の土地の市場価値など）を考慮すべきである。補償金とは、土地取得による土地の価値分ちょうどが土地所有者に還元されるものであり、土地所有者の過失分に対して多くも少なくもないという考え方と一致している。これらのケースでは、補償金は「全価値」と同義である。

しかし、私有地が単に地役権や通行権（ROW）に該当する場合は、土地所有者が失うのは土地全体ではなく一部分のみであるため、補償金は「全価値」と同等であるべきではない。しかし、最高裁判所は先に述べた Ibrahim と Sangkay の判例で、該当地の全価値に基づく補償金を固定させた。妥当な理由として、政府が立ち入ることによって土地所有者の土地活用の享有を取り上げることが挙げられる。

補償金のコンセプトに関する最も有効な分析として、Association of Small Landowners in the Philippines, Inc. 他対 Honorable Secretary of Agrarian Reform の判例⁴²で最高裁判所が明確に言及している。

「正当な補償金は、土地収用者によって取得される土地全体と等価のものであると定義される。基準は、土地取得者が得る分ではなく、土地所有者の過失分であると何度もこの裁判で強調されてきた。「正当な」という言葉は、「補償金」が実際に、実質的に、十分に引き渡される土地と等価であるという考え方を示すために使われている⁴³。」

明確には補償金は絶対的な基準で「全価値」と等価であるとは限らない。むしろ、関連の法律から読み取れるのは、正当な補償金とは、土地取得によって収用される土地における土地活用の享有を奪われる場合、対象地全体の市場価格と等価であることである。

補償金に関する調査結果は、現在の司法省長官である Leila M. De Lima の承認によって支持されている⁴⁴。Jose Perpetuo M. Lotilla 次官宛の文書では、地下に建設されるインフラ施設の上部の土地所有者に対する補償金支払いにおける正当性に関する質問に回答している。Makati-Taguig 地下鉄事業に係る事業費の議論を和らげることを目的に法的質問が作成された。その結果、長官は土地所有者が土地の全価値の補償金を主張していることを理解した。現行規定と現行法を引用し、長官は地表でも地下でも、その土地活用の享有を奪われたことによって、規制や規定、裁判所による正当な決定に基づき、実際の土地の価値をもとに土地所有者は正当な補償金を受け取ることができるという結論を下した。

⁴² G. R. No. 78742. July 14, 1989.

⁴³ Emphasis supplied.

⁴⁴ Department of Justice Opinion No. 43, Series of 2014, July 17, 2014

さらに、調査結果は DOTC が依頼した Puyat Jacinto Santos 法律事務所による民間の法学的見解を反映している⁴⁵。報告書では、民間弁護団は、地下空間の権利の取得方法は地表面の補償金による権利取得と類似しており、土地の全価値が支払われるものであると助言している。

この検討は的確であり、今のところ地下空間の利用権利に関する法規や規制はない。現在の法体系、民間の法的報告書、地下空間の権利と利用に関する司法省の公式な意見に基づき、本調査は土地所有者が土地活用の享有を奪われることに対して土地の全価値が支払わなければならないことを示唆している。

それゆえ、現在のフィリピンの土地収用の一般基準は、マニラ首都圏地下鉄事業にも適用される。その方針は以下の通りである。

- A. 少なくとも、道路のような政府が直轄的に所有する土地に関しては、その土地の利用に関して補償金を支払う必要がない。
- B. 私有地やそのような種類の土地に関しては、事業の完遂のために事業提案者が既存の土地収用の規定に則り、議論された補償金の支払いが求められる
- C. 私有地の地下空間に関しては、内密または公然にその土地所有者は全価値分の補償金を得る権利がある。

3.3 地下空間利用に必要とされる法制度と制定プロセスの提言

民法では、地下空間上部の私有地の所有権を変更するための特別法や条例の制定を許可しているが、議会は今のところ肯定的に動くことに積極的ではない。この件で、Justice J. B. L. Reyes は以下のように言及している。

「地下空間の権利は、土地の開発と活用において地下深度に妥当な制限がされるべきである。規約では、地表面の土地所有者の空中権に制限を与えることを否定しているが、同様に地表面の土地活用の享有がほぼ妨げられない限り、土地所有者の権限によって地下空間の移動や採掘を妨害することや、地下シェルターや地下倉庫を作ること等の権利は否定しなければならない。⁴⁶」

既存法は明らかに十分ではなく、地下空間上部の私有地の所有権に関する制限が不足している。これが適切になされない限り、Ibrahim と Sangkay の判例に基づき最も一般的となっている法的解釈は、間違いなく最高裁判所によって支持され補強され続けるだろう。

現在の理論体制では、土地収用を強いる場合、土地の全価値が支払われる。事業提案者が政府が共和国法 8974 で認められている手段に拠る場合、市場価格もしくはそれに類する価格の支払いがなされる。それゆえ、ROW 用地の取得がしばしば起こることに特に疑問の余地はない。浅かれ深かれ地下空間利用のために土地を取得することは、土地所有者に支払われる補償金の金額に影響しない。既存の法体系と法律が適用されれば、土地の全価値が補償金として支払われることになる。

⁴⁵ Puyat Jacinto Santos Law Office Memorandum addressed to the Department of Transportation and Communication and The Public-Private Partnership Center dated May 30, 2014

⁴⁶ Observations on the New Civil Code. 15 Lawyer's Journal 499. October 31, 1950.

なぜ地下空間利用に関する法律が不足しているのか。この法律の状況はおそらく特別な土地利用の開発があまりないことに起因する。100年以上にわたる大量輸送機関の事業スパンのなかで、これがフィリピンではじめての地下鉄提案である。先駆的な事業の性質であるため、土地を容易に取得できる法律はない。土地の取得とその支払いに活用される関連法は、地上の活用のものだけである。

対照的に、空中の所有権の活用に関しては、既に特別法や特別規制で規定を制定している。実際に、フィリピン政府はフィリピン民間航空庁、住宅・土地利用規制委員会、そして地方自治体までもが土地利用と建物高さ規制を行っており、これらの様々な政府機関を通して建物の高さや空中空間を規制している。しかし残念ながら、フィリピンでは地下空間の所有権を監督し、規制する組織が存在しない。

フィリピン民法での法律不足は前進的な司法制度と比較して目立っており、主要な法律は最高裁判所での多くの判例で以下のように言及されている。

「小区画の土地所有者の権利は地表面の上空にも伸びており、地下の下層土にも及ぶ。しかし、所有者は一定の高さ以上の上空、一定以下の地下空間での行為を排除するつもりでなければ、その行為を禁じることはできない⁴⁷。」

日本の民法も、土地の権利を規制する特別法の必要性を下記の通り認識している。

「土地の所有権は、その土地の上部と地下空間にまで延長されるが、法規によって規制を定める必要がある⁴⁸。」

明白に、土地所有者の権利は地上空においても地下空間においても無制限のものとしては主張できない。土地所有者にはその影響圏に関する制限が課されなければならない。地下空間の権利が規定されている国もある。例えばフィンランドでは、政府は土地所有者に 6m までのみの地下空間の所有権を与えており、それ以下は政府の開発事業のみに使用される⁴⁹。また、日本でも大都市では個々の土地所有者は地下 40m までの所有権を有すると規定している⁵⁰。フィンランドと日本の両モデルとも、定められた深さ以下における政府の開発事業では、上部の土地所有者に補償金が支払われることはない。これらの地下空間の所有権の制限事例は、政府のインフラや大量輸送機関の事業実施に必要な費用を削減できる。

特に日本のモデルを、詳細に分析することは興味深い。2001年に日本の国会で「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が議決された。内容は、インフラ開発のために地下空間を最大限活用することを想定している。駐車場や倉庫の地下空間利用は既に日本では普及していたが、政府はより深い地下空間を公共事業に活用できることを法定化した。

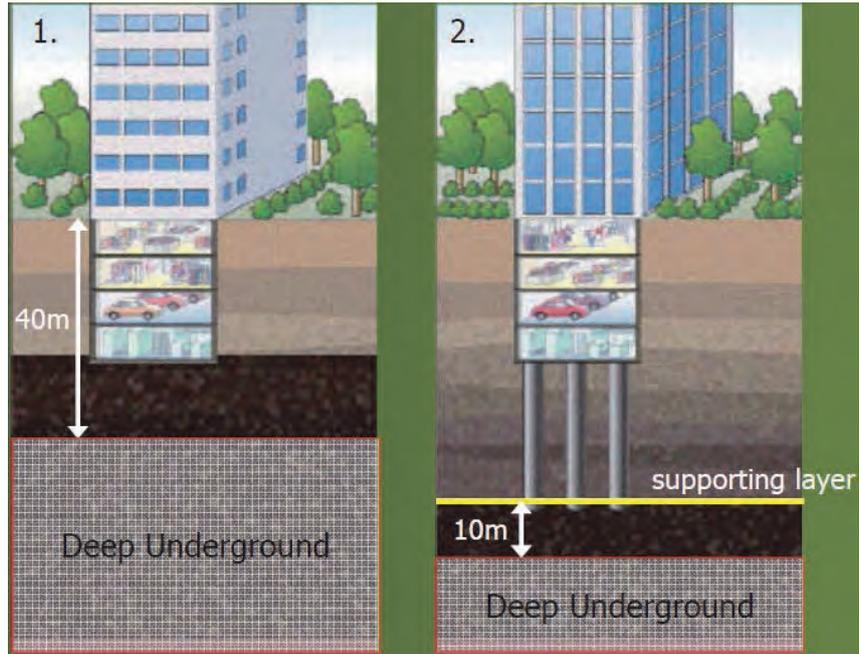
この法律では、地下 40m 以下の地下空間、もしくは地下構造物がある場合はそのさらに地下 10m 以下を「大深度地下」と定義し、政府が私有地の「大深度地下」と分類される地下空間で開発を行うことを明確に認めている。さらに、土地所有者への補償金支払い義務の適用を除外している。実質的に、この法律は地下空間利用に関して、土地所有者の土地所有権とその活用権利を制限、または規制していると言える。

⁴⁷ Bürgerliches Gesetzbuch, section 905

⁴⁸ Civil Code of Japan, Article 207

⁴⁹ Helsinki Underground Master Plan

⁵⁰ Japanese Deep Underground Utilization Act of 2001



出典：国土交通省

図 3.3-1 日本で 2001 年に制定された大深度法の定義

前述の検討により運輸通信省(DOTC)は、地下空間の所有権に関する特別規制を働きかけるために上下両院での討議を開催した。さらに、法規制に関係のある組織や機関が議論することも提案された。これは事業を妥当な費用、予算で実現させるためである。

しかし、全ての土地収用手続きが迅速に行えるわけではなく、政府のインフラ事業への土地取得の過程を急ぐことへの協力的な考えが必要である。また、事業の透明性と説明責任を無碍にしてはならない⁵¹。

上院法案 No. 2447 は、2014 年 11 月に Teofisto Guingona III 上院議員によって上程された。これにより、上述の目的を実行するために、関連法である共和国法 8974 の改訂の議論が始まった。

表 3.3-1 上院法案 2447 での修正提案

旧 RA NO. 8974 条項	改訂 RA NO. 8974 条項
第 1 項：政策宣言：憲法第 III 条、第 9 項により、私有地は補償金なしに公共利用のために取得されることはないことが示されている。この条項の最後には、政府は国家インフラ事業のために取得する不動産の所有者に、迅速な補償金の支払いを保障しなければならないと記述している。	第 1 項：政策宣言：憲法第 III 条、第 9 項により、私有地は補償金なしに公共利用のために取得されることはないことが示されている。この条項の最後には、政府は国家インフラ事業のために取得する不動産の所有者に、事業の ROW 用地として必要な土地の補償金の迅速な支払いを保障しなければならないと記述している。

⁵¹ Explanatory Note, Senate Bill No. 2447.

明らかにここでの意図は、法律に時間の有効性を盛り込むことである。裁判所は通常、法律方針を示すために審問を行うので、これは審問の材料となる。法案が土地収用手続きを奨励(事実上の強制)するためであることは明白であり、提案されている改訂の推進は土地収用過程における迅速な解決に寄与する。法案は上院での最初の審問を待っている段階である。

補償金の決定において、上院の法案 2447 の第 9 項の効果的な書き換えと、既存法である共和国法 8974 の第 2 項の改訂がなされることで、土地収用がより効率化できる。まず、裁判所への適切な手付金額が総合的に計算される。これは様々な課題を迅速に解決する。次に、適切な手付金が支払われた時点で、様々な方法によって実施機関が裁判所に土地所有の令状発行を申請する。一旦土地所有の令状が実施機関に発行されると即座に事業実施されるため、この手続きは非常に重要である。提案されている改訂は、全体として裁判所の決定権を減らし、スムーズで迅速な対象事業の土地収用過程を可能なものとする。

そして、この上院法案で最も重要な条項は、以下の項目である。

「第 10 項：地下事業のための私有地への立ち入り：土地所有者や占有者、他人に賃貸をしている人の土地の地下に、鉄道やトンネルの建設・設置等の国家インフラや開発事業が必要な時はいつでも、**地下 15m 以下であれば、政府もしくはその権限を委託されている機関がその私有地の地下空間に立ち入ることを土地所有者や土地を占拠している人から妨げられることはない⁵²。**」

明らかに、これは地表と地下空間の始まりを区別する新しい条項である。最初に、地下 15m 以下の如何なる国家事業においても、地上の土地所有者への補償金支払い義務が免除となる。しかし条項を見ると、事業を実施するために私有地の地下空間へ政府が立ち入ることへの「妨げ」をただ禁止しているだけで、上述された深さ以下の地下空間であっても土地所有者への補償金が必要かどうかは、依然明白になっていない。提案された法案の審問が開始されれば、審問にてこの点が議論されることになるだろう。この条項はおそらく空中権のように地下空間の権利への認識を形作ることになり、その規定や基準は必ず規定されるべきである。

現在、提案されている法案は上下両院の討論の前に条項の精査、見直しが行われている。憲法に基づき、法案の提案は上院もしくは下院のどちらかによって行われるが、それぞれで三回の過半数票を受けて、承認される。

提案された法案は上下両院によって承認された後、大統領に承認されるか、30 日以内に大統領の拒否権が発動されなければ、この法案は大統領のサインによって法律として成立する。

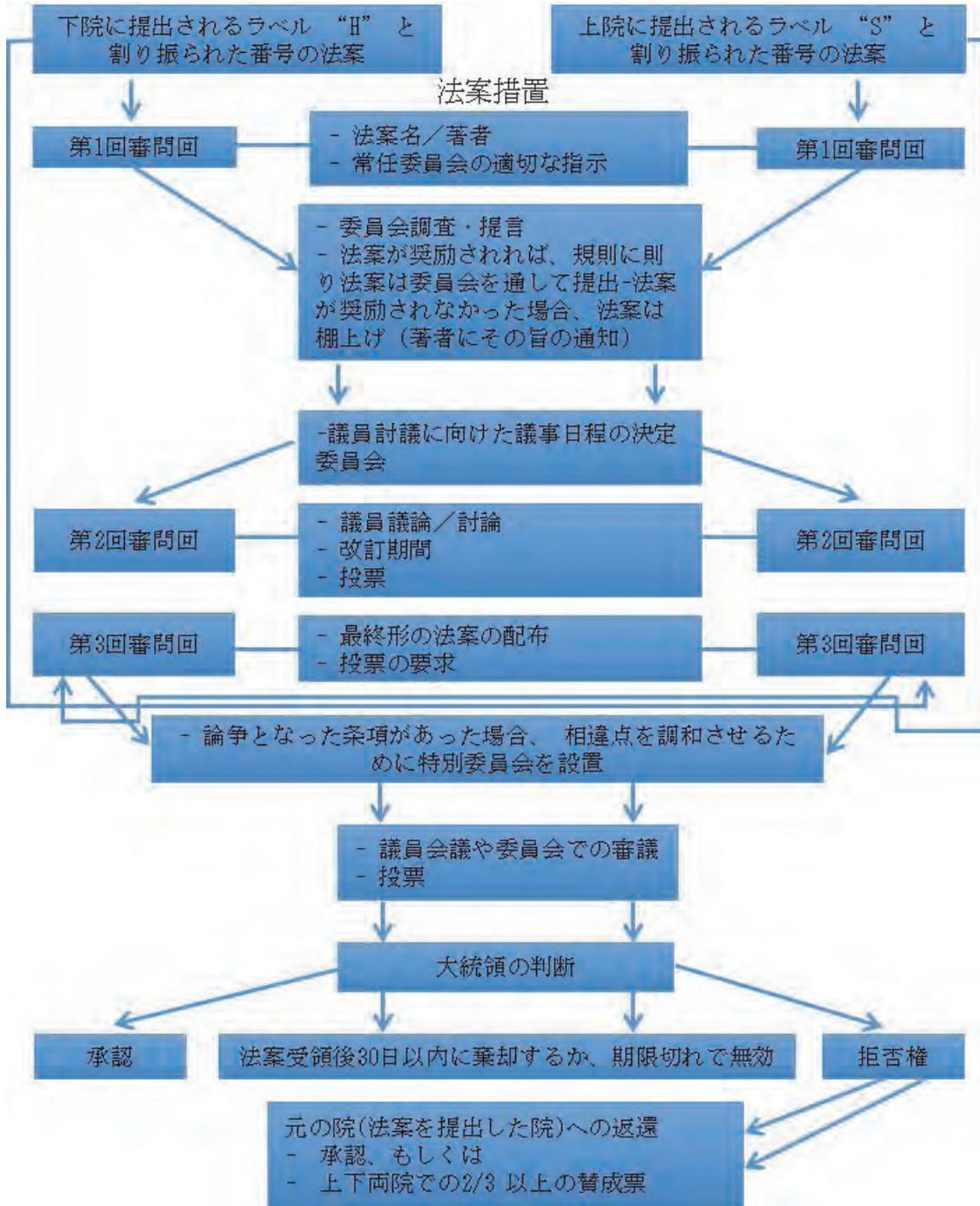
大統領が法案に拒否権を発動した場合、法案を作成した院は大統領のコメントを考慮して法案を再検討するかどうかを決定する。再検討が行われる場合、もともと法案を作成した院での再検討案が 3 分の 2 以上の賛成票が必要であり、次にもう一方の院で再検討されるために再検討案が送られる。再検討案が法案となるには、そのもう一方の院でも 3 分の 2 以上の賛成票が必要となる。

フィリピンでは、この法案が法律化される流れは、新しい法案であっても改訂法案であっても同じプロセスを踏むことになる。これには大統領と同様、上下両院の主體的な参加が組み込まれている。それゆえ、

⁵² Emphasis ours

提案された共和国法 8974 の改訂は、法律化するにはこのプロセスの全てを完了する必要がある。現在、適切な上院の委員会によってその提案内容が精査されているところである。

法律化の全体プロセスは以下の図 3. 3-2 のとおりである⁵³。



出典 : Congressional Library; House Printing Division, Administrative Support Bureau, July 1996

図 3. 3-2 法案が法律化するまでの流れ

⁵³ Congressional Library; House Printing Division, Administrative Support Bureau, July 1996.

提案された法案は、全ての議会審問会を通過して法律となり、現在のインフラ事業の形成は変化することになる。新たな手法は、実施における通常のボトルネックを回避するバイパスとして活用される。本調査では既に改訂法案を上程した Guingona 上院議員の弁護士と連携し、さらなる付加項目を法案に盛り込むことを提言しており、今後の審問会や議論の参考にすることを約束している。

本調査では、私有地の 40m 以下の地下空間においてその活用が公共活用でかつ便利である限り、補償金を支払うことなく活用することが許可されている日本の大深度地下空間利用法を導入することを提言している。政府が、土地の補償金に関する長い裁判に妨害されることなく即座に地下空間に立ち入ることができる法律の制定は、マニラ首都圏地下鉄建設のような事業の実施にかかる時間を大幅に短縮できる。

第4章

路線検討クライテリアの整理

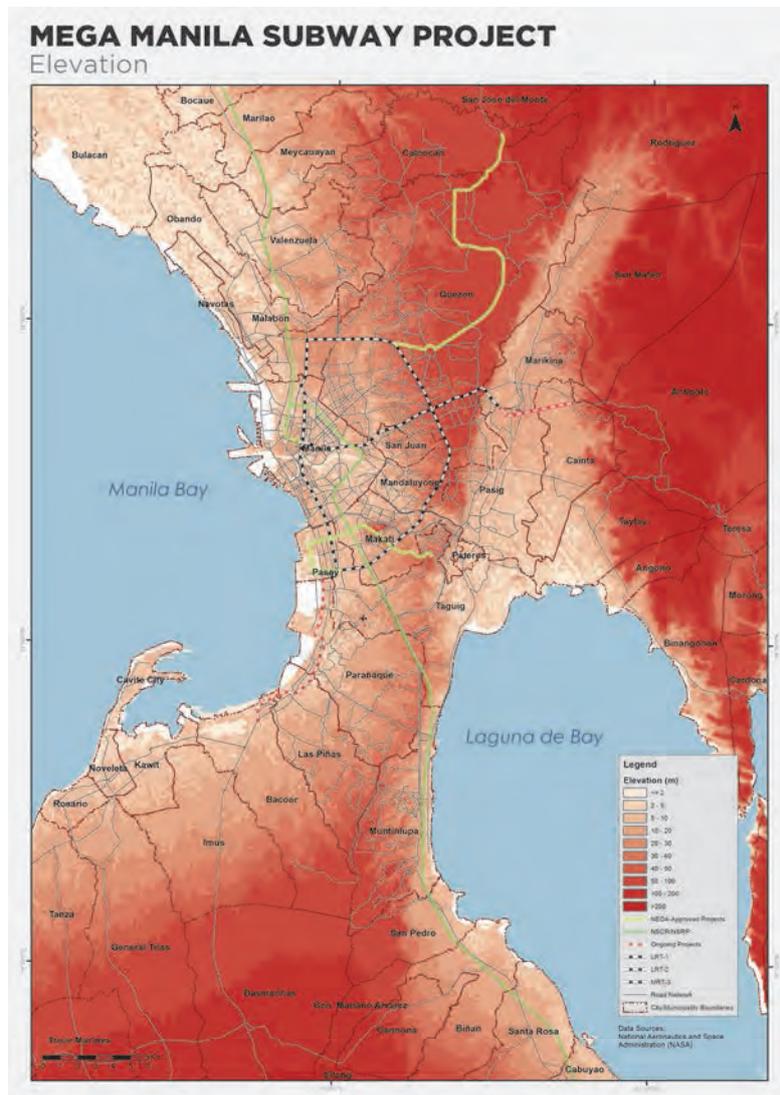
第4章 路線検討クライテリアの整理

4.1 地形および災害リスク

4.1.1 地形リスク

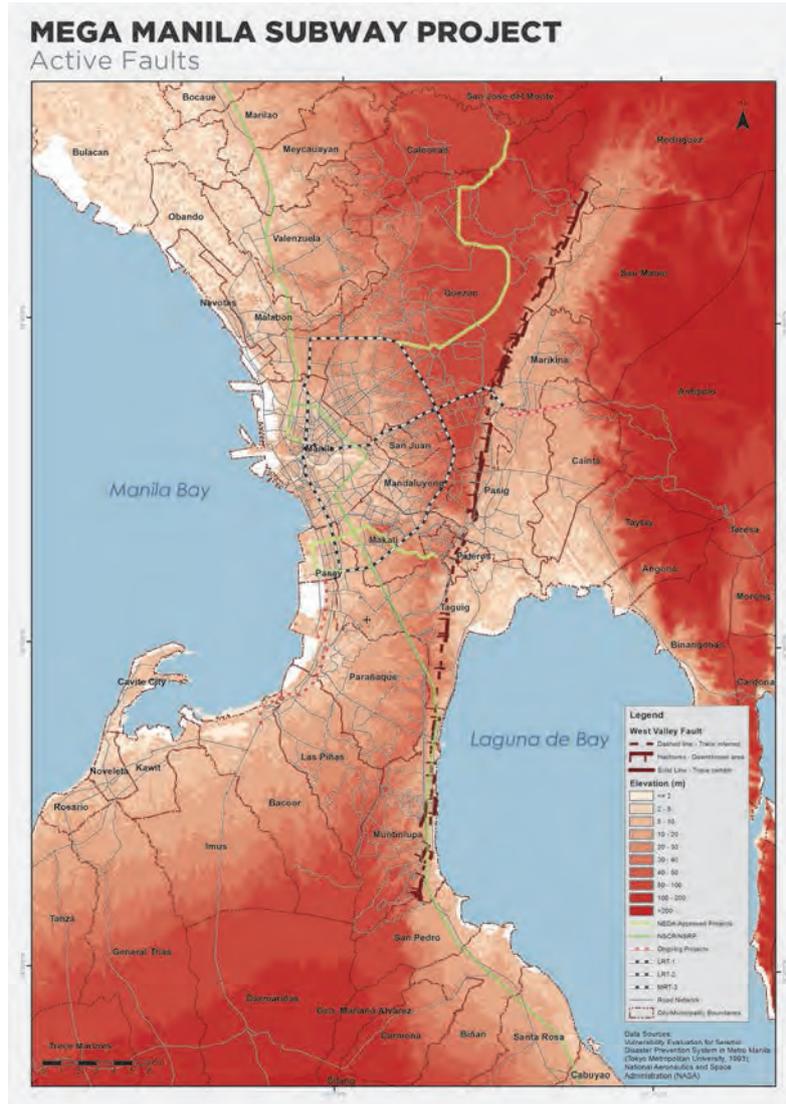
必ずしも絶対的条件、あるいは決定的条件ではないが、適切な鉄道路線を検討する上で地形についても考慮する必要がある。しかしながら、特別なケースを除き、地形リスクを緩和する、または克服する手段はある。日本などの鉄道先進国は長い鉄道建設の歴史があり、様々な地形条件の箇所での鉄道建設の経験を有し、その中で技術革新によって地形リスクを緩和・克服してきた。地形自体が鉄道建設や運営にとってリスクであるのではなく、地形により自然災害が発生するリスクが高まる。

本調査ではボーリング調査を実施していないため、既存資料・データを収集・活用した。地形条件に関しては、標高と活断層の図面を入手した。それらと本地下鉄事業の対象地域の関係は下記図の通りである。



出典：PHIVOLCS

図 4.1.1-1 プロジェクト対象地域の標高

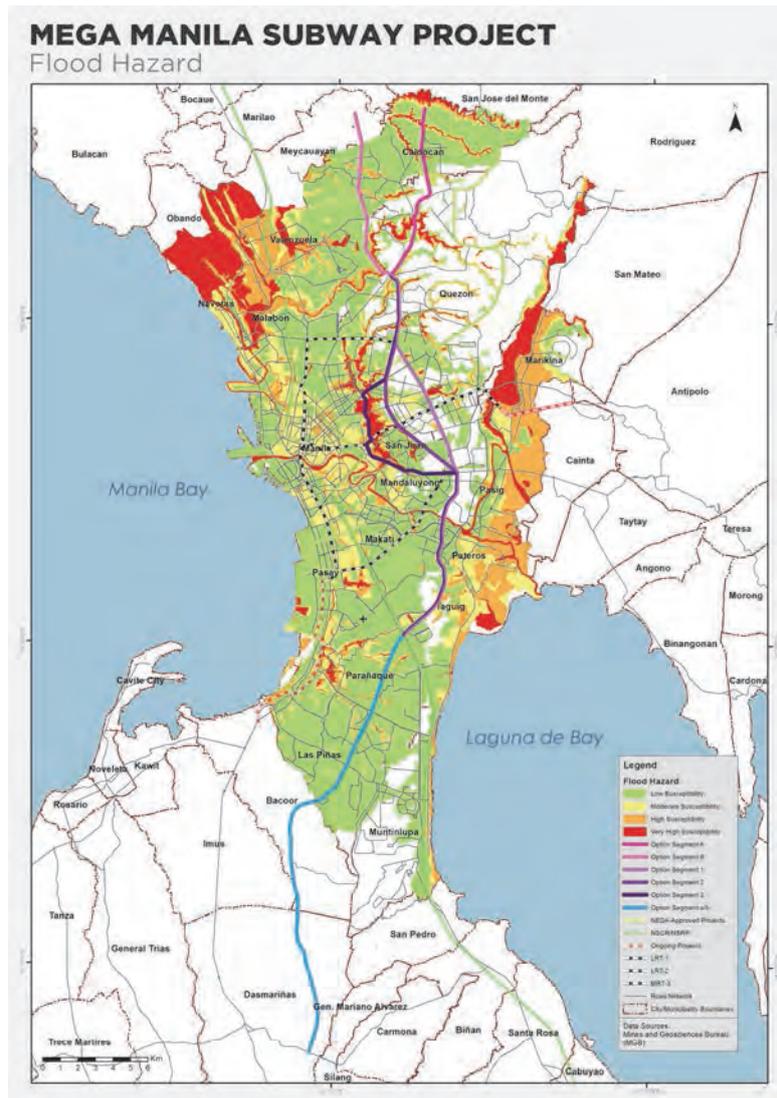


出典：PHIVOLCS

図 4.1.1-2 プロジェクト対象地域の活断層位置図

4.1.2 災害リスク

鉄道構造物や施設は深刻な自然災害に対しては脆弱であり、それが鉄道運営において最も重要なリスク要因となる。自然災害を避けたり発生時期を予測したりことは出来ないため、設計段階から適切な対策を講じておく必要がある。フィリピンにおいて最も深刻な自然災害の一つに洪水がある。下記図は環境省鉱山・地球科学局が作成したから入手した本地下鉄の対象地域における災害マップ（洪水シミュレーション）の図である。本災害マップは同局が作成した地すべり・洪水影響評価に関するガイドラインの策定において造られたもので、最悪シナリオを想定したものである。洪水等の自然災害への対策については 11 章で述べる。



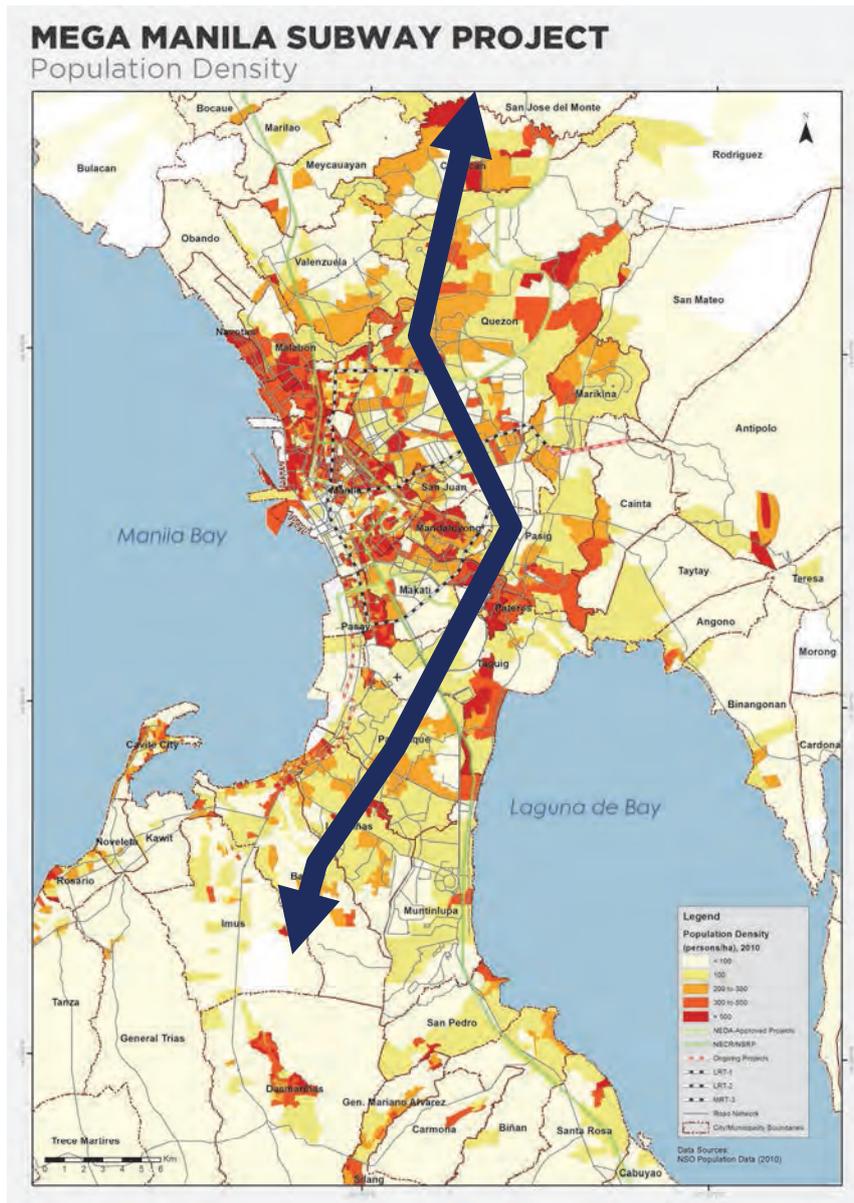
出典：フィ国環境省鉱山・地球科学局作成の図を基に
JICA 調査団が加工

図 4.1.2-1 プロジェクト対象地域の洪水マップ

4.2 社会・経済的側面

4.2.1 人口密度と鉄道サービスの範囲

鉄道の利用者数を最大化するため人口集積は路線検討において重要なクライテリアの一つである。鉄道サービスは大きな潜在需要が期待できる地域に供給されるべきである。図 4.2.1-1 はマニラ首都圏及び周辺地域の現在の人口密度の分布と現在と実施予定の鉄道ネットワークを示したものである。本地下鉄の路線は、図 4.2.1-2 に示すとおり他の鉄道路線のサービス範囲との重複を避けながら、特にマニラ首都圏の北部と南部の郊外地域における中・高の人口密度の地域を連絡すべきである。これによりマニラ首都圏の鉄道サービス範囲は拡大する。

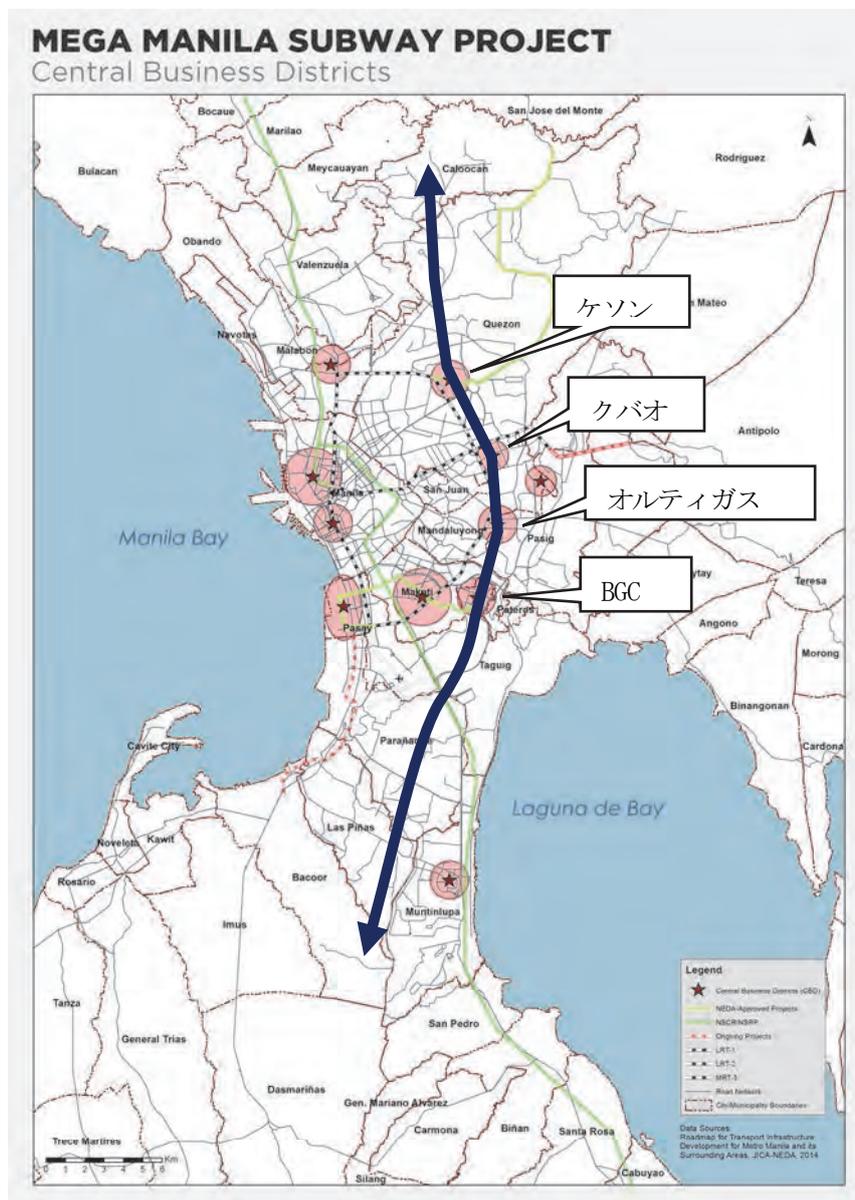


出典：国家統計局 (NSO) を基にJICA調査団が加工

図4.2.1-1 プロジェクト対象地域における人口密度

4.2.2 中心業務地区 (CBD)

一般的に、マニラ首都圏の中心業務地区 (CBD) は多くの居住人口を持つばかりでなく、業務、商業、公共、娯楽等の膨大な活動が行われている。多くの人々が CBD に集まり、膨大なトリップが発生集中している。そのため、ケソン、クバオ、オルティガス、BGC 等の主要な CBD は大量輸送システムである本地下鉄によって連絡することが重要である。



出典: JICA CBD 調査インテリムレポート (2014年6月) を基に
 JICA 調査団が加工

図4.2.2-1 プロジェクト対象地域における鉄道駅勢圏

4.3 公共交通ネットワークとの接続性

一般的に、都市圏のほとんどのトリップは一つの公共交通モードだけでは完結しないため、公共交通システムはネットワークとして整備する方が、独立した鉄道やバスに比べより効果的である。鉄道やバス、ジ

プニー等の公共交通モードの間の円滑で効率的な乗換えのため、これらの駅間で良好で便利な連結を提供することは大変重要である。本地下鉄の経路には LRT 1 号線、LRT 2 号線、MRT 3 号線、MRT 7 号線、MTSL、NSCR 等の鉄道が交差している。

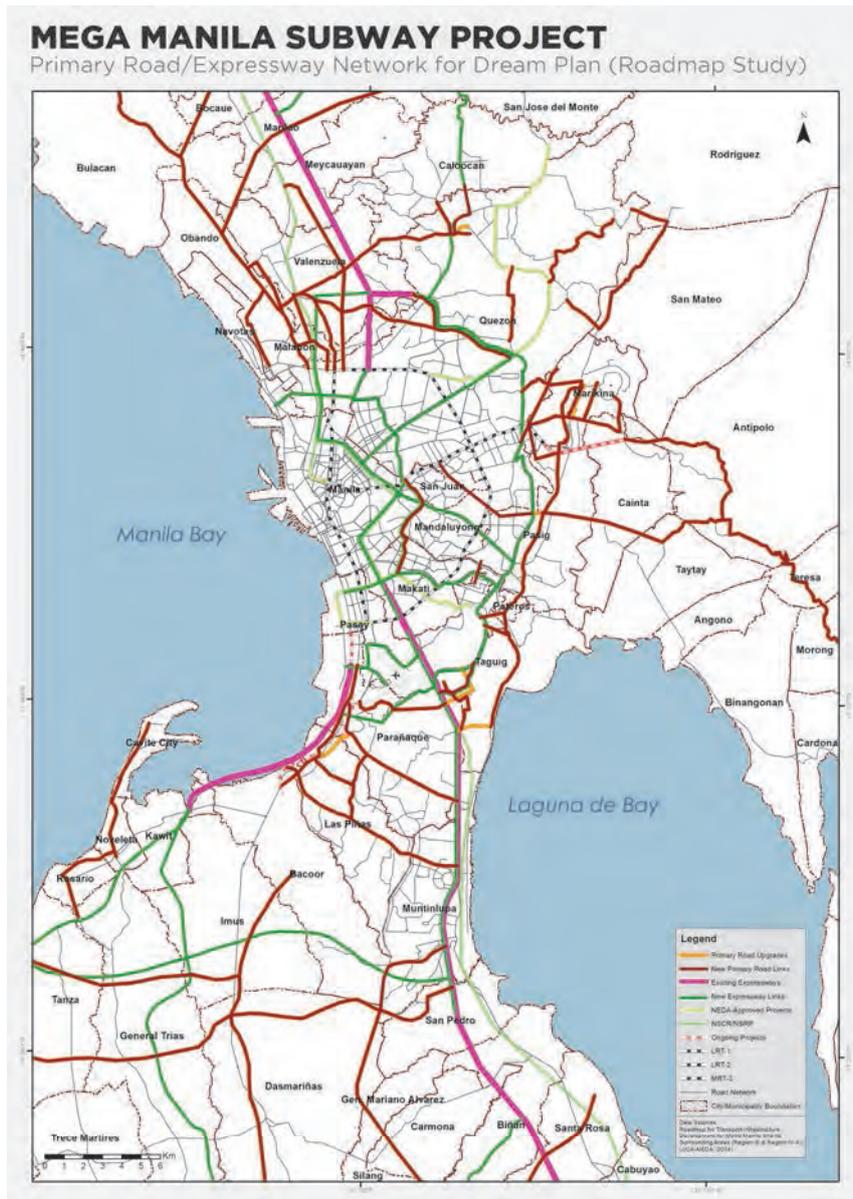
マニラ首都圏では都市間バスや市バス、ジプニー等の道路系公共交通サービスのマルチモーダル交通ターミナル、すなわち ITS（複合交通システム）の建設が計画されている。マニラ首都圏の北部、南部、南西部の 3 か所の ITS ターミナルが提案されている。これらの内、本地下鉄は南部と北部の ITS ターミナルと有機的に連結する必要がある。

本地下鉄の路線検討においては道路ネットワークの考慮もまた必要である。幹線道路の ROW が鉄道整備において活用できる場合、地下や高架の鉄道構造物の建設は基本的に容易である。



出典: DOTC データを基に JICA 調査団が加工

図4.3-1 プロジェクト対象地域におけるITS開発



出典: ロードマップ調査 (JICA, 2014年)

図4.3-2 プロジェクト対象地域における道路ネットワーク開発

4.4 技術的側面

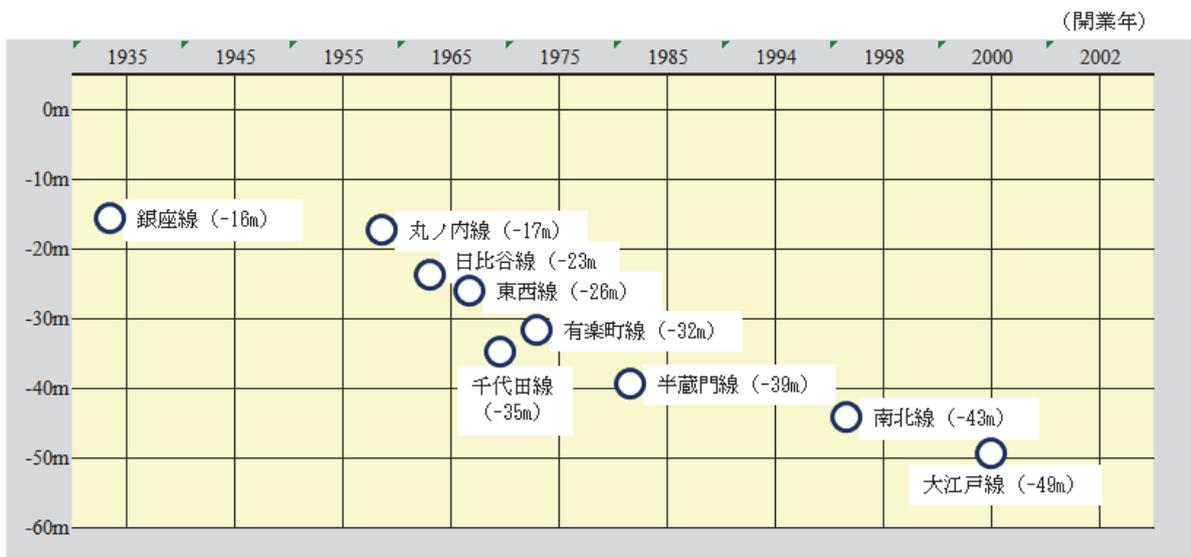
マニラでは、本格的に地下空間を利用した交通インフラの整備はこれから行われる状況であり、地下空間を利用するための法整備も現時点では十分ではない。

特に都心部の地表および浅い地下には、高架鉄道、高架およびアンダーパス道路、高層ビルディング等の大型土木構造物や、水道管、下水管、配電線等の生活インフラ設備がすでに多数存在している。そのため、浅い地下空間を地下鉄施設のために利用するには非常に多くの時間とコストが掛かる状況になっている。

従って、マニラで地下鉄を建設するためには、既設構造物への影響が排除出来る大深度空間の活用や、既設構造物への影響を考慮しながら地下20m前後の空間を活用することを検討する必要がある。

4.4.1 大深度空間の活用

日本では旅客用地下鉄が最初に建設されてから約90年の歴史があり、以降多くの地下鉄が建設されている。そのため、新しい地下鉄は既存の地下鉄の下を通過することが多くなり、新しい地下鉄ほど深い場所に建設される傾向がある。(図4.4.1-1参照)



出典：国土交通省

図4.4.1-1 東京の地下鉄におけるトンネル部の最大深度の推移

従って、日本では法律を整備し、既設構造物への影響を排除できると考えられる大深度空間も活用出来るようにした。それにより道路の下だけでなく道路以外の地下空間を利用して柔軟な路線の設定が出来る。

深い位置を掘削する実績は十分にあり、フィリピンにおいても大深度空間を活用した地下鉄を建設することは十分に可能である。

4.4.2 既設構造物への影響を考慮した地下空間の活用

大深度空間を活用して地下鉄を建設することは可能であるが、建設する深さが深くなればなるほど建設に掛かる費用は大きくなり、利用者の利便性も悪くなる。

従って、やむを得ない場合を除き、地下鉄の建設位置は必要以上に深くするべきではなく、構造物への影響を考慮しながらできるだけ浅い位置に建設することが望ましい。

そのためには、以下の事項を考慮して地下鉄と既設の構造物との近接の程度を判定することが必要である。

- ・ 地盤の質
- ・ 既設構造物の安全度
- ・ 既設構造物の重要度
- ・ 工事の難易度

さらに、施工条件を考慮して最も適切と考えられる施工方法を検討することが大切である。

これらの事を実施する事によって、既設構造物への影響を考慮しつつできるだけ浅い位置に建設することは十分に可能である。

4.5 既存通行権 (ROW)

第3章で調査・検討されているように、フィリピンでは道路や鉄道施設の下の地下空間の所有権に関する法律の整備が十分ではない。また、現時点では地下鉄のための用地の確保は行われていない。そのため、既存道路、既存鉄道施設、公有地、民有地に隣接するかその地下の空間の利用については、用地の通行権に関する調整が必要となり、場合によっては非常に多くの時間が必要になる可能性がある。

従って、設計時には構造物間の必要空間を出来るだけ小さくする設計が行われることが望ましい。そのためには、以下に示す詳細な検討を行う必要がある。

- ・ 4.4章で説明した近接の程度の判定
- ・ 施工方法の検討
- ・ 施工方法を考慮した精度の高い構造物の変位予測

既存通行権については、法律の整備状況を考慮し、関係機関と十分な協議を実施していく必要がある。

4.6 既設の地下構造物の現状

地下鉄を建設するにあたっては以下の様な構造物、埋設物等に留意する必要がある。

- ・ 鉄道構造物や道路構造物の基礎、杭
- ・ ビルディングの基礎、杭、地下階
- ・ 水道管、雨水排水施設
- ・ 配電線、通信線等のケーブル
- ・ 断層等の自然環境

今回の路線に関連する上記の構造物や施設の現状については、現地側の関係機関である DPWH、LRTA、DOTC (MRTC)、PHIVOLCS、Maynilad から資料を入手し確認を行った。

4.6.1 鉄道構造物や道路構造物の基礎、杭

今回の路線では EDSA 通りの地下を通過するルートオプションがある。EDSA 通りの道路中央部には MRT 3 号線の高架橋構造物と駅舎があり、鉄道高架橋や駅の支柱と基礎が多数ある。

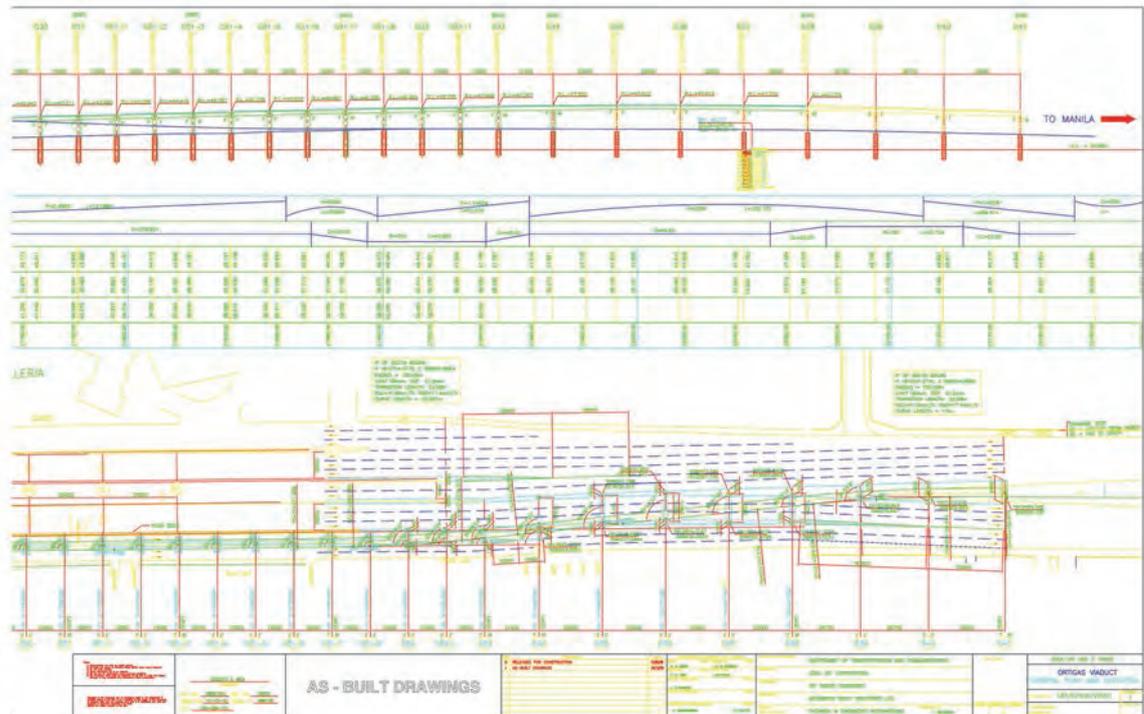
LRTA と DOTC (MRTC) から入手した資料によって以下のことが判明した。

(1) MRT 3 号線

MRT 3 号線の本線高架橋の基礎には平均で約 10m の長さの杭があり、一部には 15m の長さの杭が存在することが判明した。

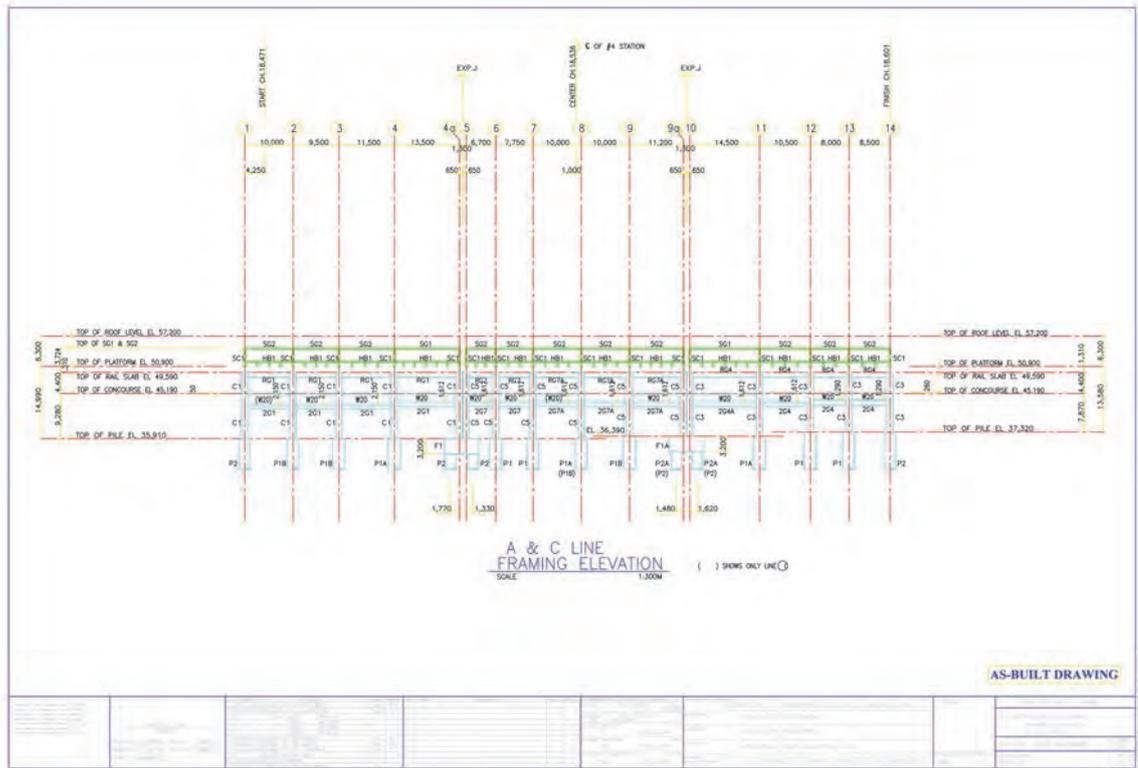
MRT 3 号線の駅舎構造物は、ほとんどの場合直接基礎のみで杭は無いが、クバオ駅の駅舎構造物には、長さ 20m の杭が存在している。

従って、EDSA 通りの地下に沿って地下鉄を建設する場合は、MRT 3 号線の構造物の杭を考慮した地下構造物（トンネル、地下駅）を検討する必要がある。



出典：MRTC

図4.6.1-1 MRT 3号線の縦断・平面図



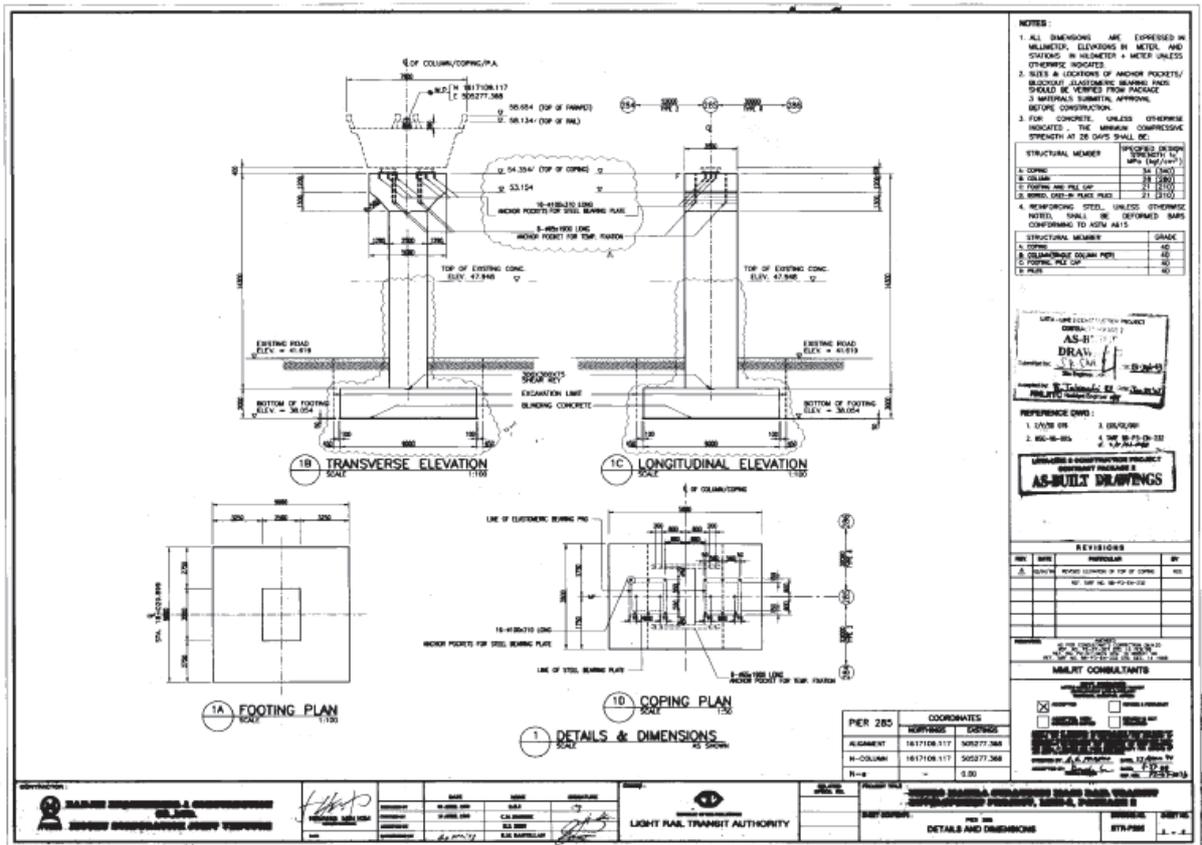
出典：MRTC

図4.6.1-2 MRT 3号線の駅舎の基礎図

(2) LRT 2号線

LRT 2号線はクバオにあるEDSA通りとオーロラブルーバード通りの交差点でMRT3号線と直交しており、その交差点付近にはLRT2号線の支柱がある。LRTAの資料から、この支柱はフーチングのみで杭は無いことが判明した。(図4.6.1-3)

従って、トンネルが地中の杭に直接支障することは無いが、トンネル構造物の位置によっては支柱への影響を検討する必要があると考えられる。



出典：LRTA

図4.6.1-3 LRT 2号線の支柱の基礎図

(3) 道路構造物

大きな通りの交差点では、道路がフライオーバーやアンダーパスになっている箇所が存在し、道路構造物の支柱や基礎が存在する。また、将来建設が予定されているフライオーバーや高架道路（スカイウェイ）については、今後可能な限りの情報を道路管理者から入手し、地下鉄構造物に影響を及ぼすような構造物があるか確認する必要がある。



出典：DPWH

図4.6.1-4 DPWHの道路建設計画の例

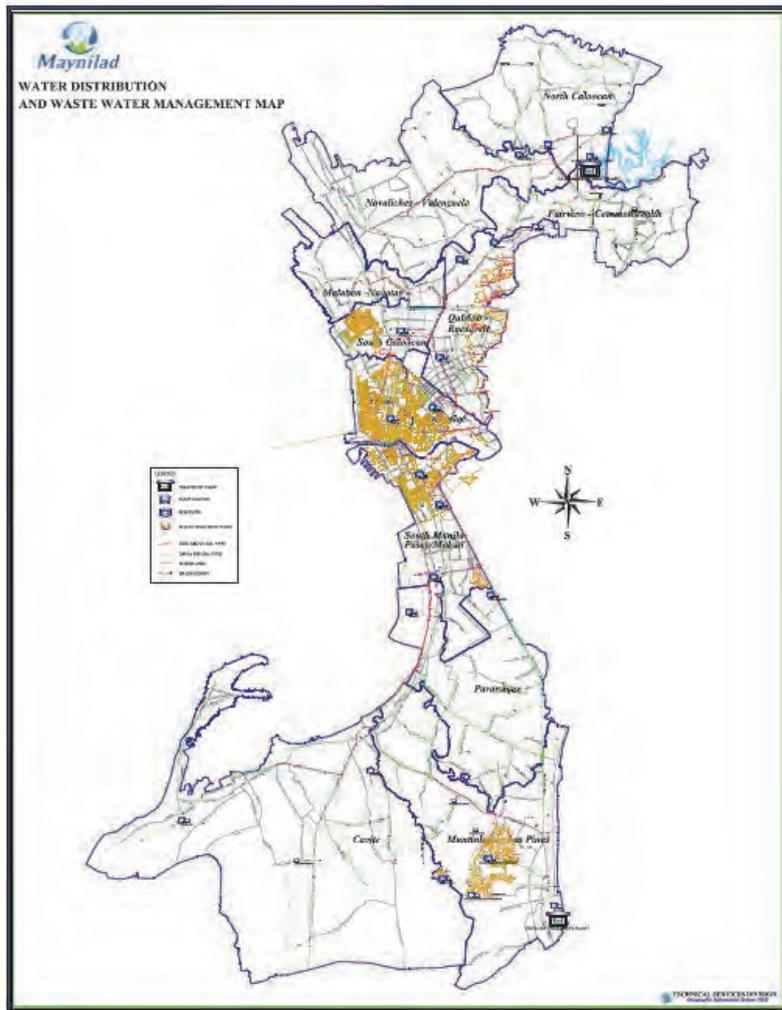
4.6.2 高層建物の基礎、杭、地下階

今回の路線では、道路の下だけではなく、公有地もしくは私有地の下を通過するルートも存在する。その場合は近接する高層建物の地下部分について十分な調査を行い、地下鉄構造物と高層建物の地下構造物との間の影響の有無、および、施工方法を検討する必要がある。高層建物の場合、地下階を駐車場として使用していることも多いため、注意が必要である。

4.6.3 水道管、雨水排水施設

一般的に市街地では道路に沿って水道管が埋設されており、今回のルートに沿って水道管が存在している。また、生活排水や雨水のための下水設備も多数存在する。(図4.6.3-1 および図4.6.3-2)

このため、高架橋の支柱、駅舎、トンネル入り口部等の建設のために地下の浅い部分を工事する場合は、これらの配管設備の防護や迂回について関係機関と協議し、施工方法の検討を行う必要がある。

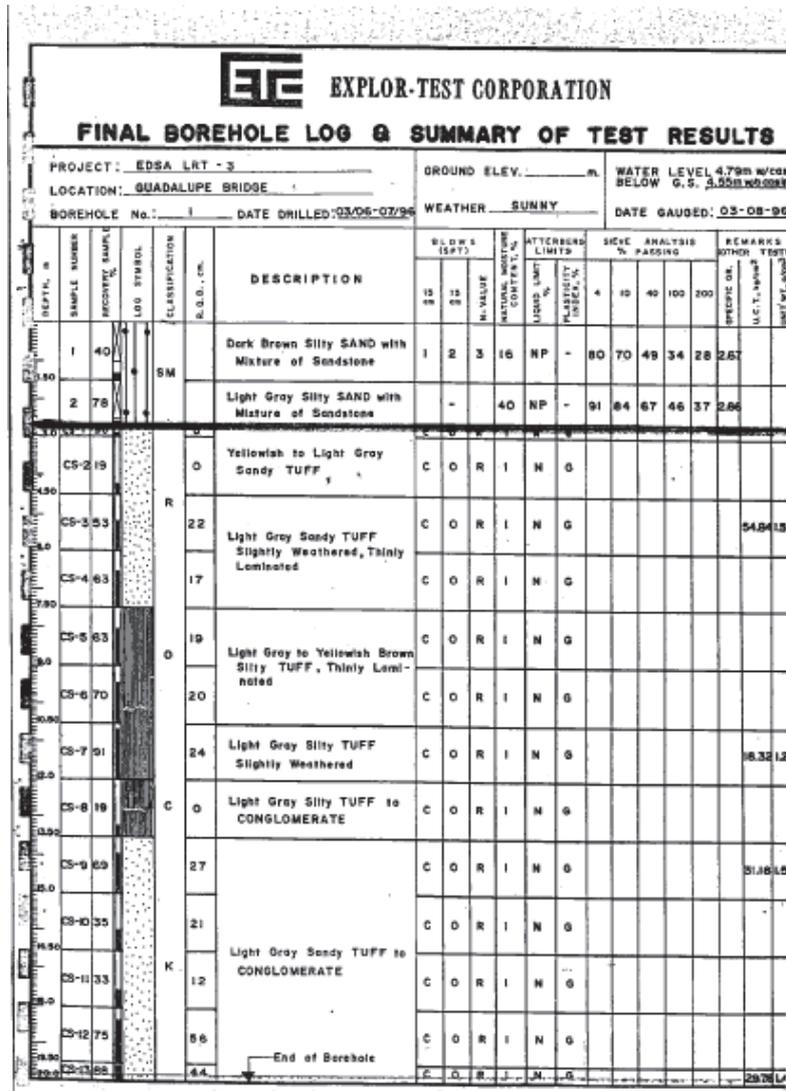


出典：Maynilad

図4.6.3-1 上水道の配管ネットワーク

4.6.5 断層等の自然環境

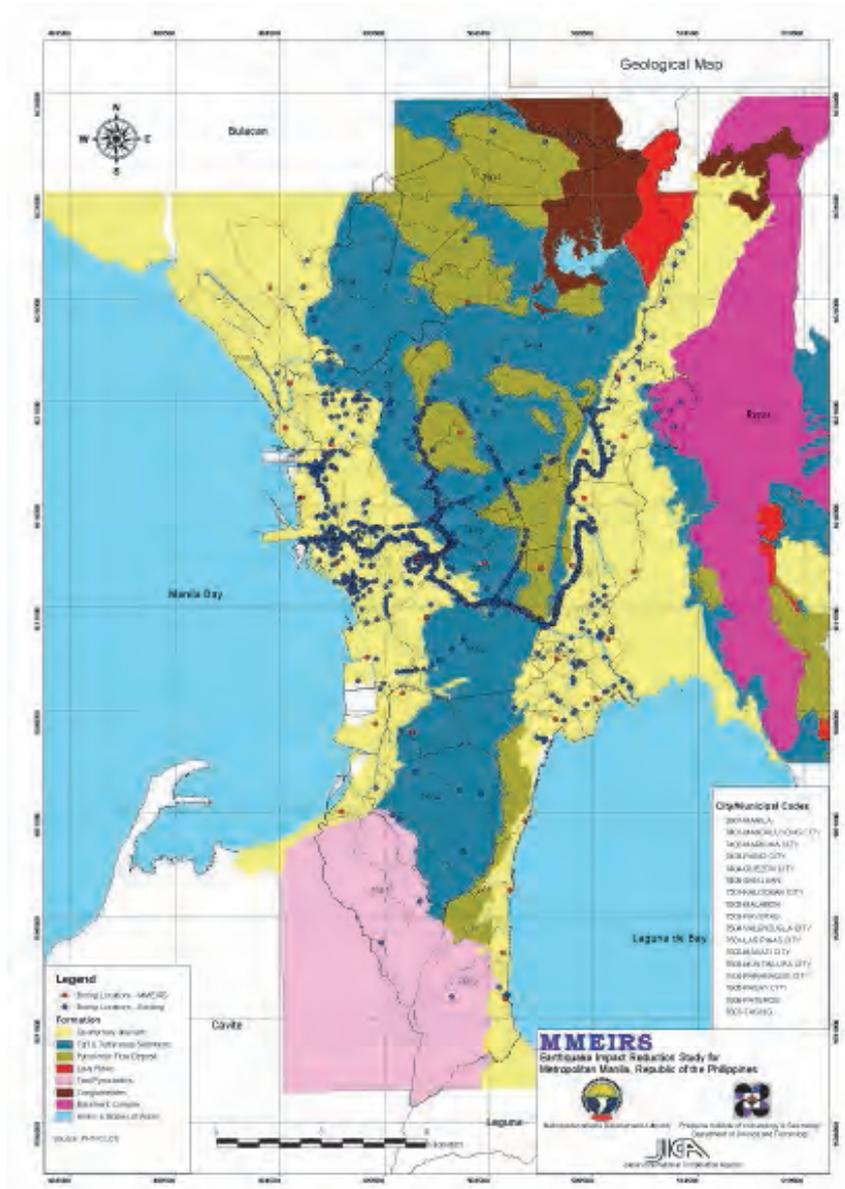
フィリピンは火山国であり、マニラ首都圏には全体的に凝灰岩（tuff）もしくは火山砕屑物（pyroclastic material）が広がっている。今回のルートに近いグアダループ橋付近で行われた地質調査データに拠れば、地表から 10m 程度の深さで深に凝灰岩質の硬い地層があることが判明した。（図 4.6.5-1）



出典：DOTC (MRTC)

図4.6.5-1 グアダループ川付近の地質調査結果

また、マニラ湾沿岸部やマリキナ川付近の低地部分は第四紀沖積層（quaternary alluvium）が広がっている。比較的沿岸部に近い FTI 付近では、地表から 5m 程度の深さで深に風化した砂岩が存在する。（図 4.6.5-2）



出典：PHIVOLCS

図4.6.5-2 マニラ首都圏全体地質図

マニラ首都圏にはマリキナ川に沿って2本の断層があることが知られており、本地下鉄ルートでも断層に近い区間がある。PHIVOLCSから入手された資料に拠れば、過去にマリキナ川の断層を震源とする地震の被害想定が行われており、それらのデータを地下鉄建設で活用すべきである。(断層の位置については図4.1.1-2、予想震度分布図については図11.1.2.1-1～図11.1.2.1-3および図11.1.2.1-9～図11.1.2.1-10を参照)

4.7 沿線住民への裨益および沿線開発のポテンシャル

4.7.1 沿線住民への裨益

本地下鉄の開発により、沿線住民へは以下のような裨益が考えられる。

- (1) 生活利便性の向上：本地下鉄の開発により移動時間が短縮され、より多くの生活関連施設にアクセスできるようになる。
- (2) 交通利便性の向上：本地下鉄の新設により、地域の住民の交通利便性が向上する。
- (3) 道路交通事故の減少：本地下鉄の開発により、自動車利用者が鉄道を利用することが期待されるため、道路交通事故の減少が見込める。
- (4) 環境の改善：本地下鉄の開発により、自動車利用者が鉄道を利用することが期待されるため、地域のCO₂削減が見込まれる。

4.7.2 沿線開発のポテンシャル

本地下鉄の開発により、以下の沿線開発ポテンシャルが高まることが期待される。

- (1) 企業立地の促進：交通の利便性の向上がもたらす生産性の上昇により、企業の誘致可能性が期待される。
- (2) 定住人口の増加：業務・商業地区への交通利便性が高まるため、居住地としての魅力が高まり、人口の流入が期待される。
- (3) 街づくりの活性化：駅周辺に住宅、商業、事業所等が集積し、沿線全体の活性化が期待される。

4.8 候補路線の検討

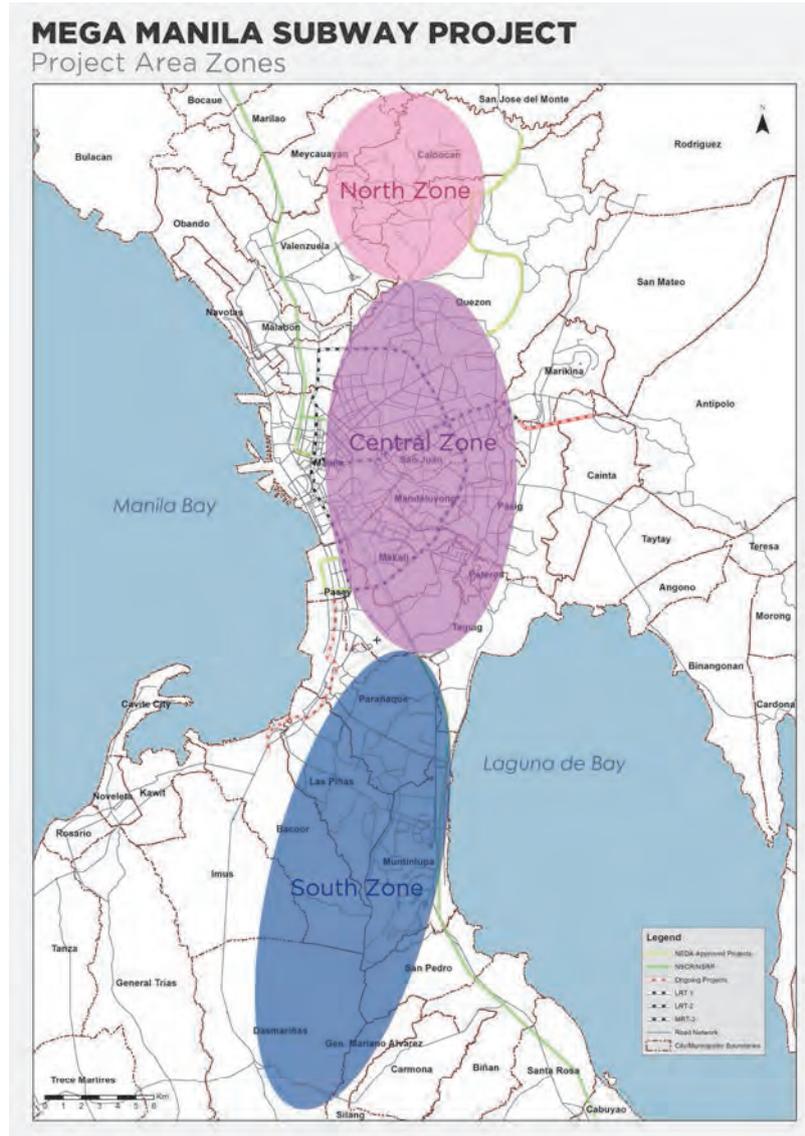
4.8.1 ゾーニング

本地下鉄の対象としている地域・路線は約 60km と非常に長いため、路線検討は下記図に示す通り、北ゾーン、中央ゾーン、南ゾーンの3ゾーンに分けて行った。

北ゾーンと中央ゾーンの接続点は、北部郊外地域とマニラ首都圏の中心部の接続箇所とし、検討の結果、Mindanao Avenue 沿いの Quirino Highway と EDSA の間とした。Mindanao Avenue はロードマップ調査においても地下鉄の候補路線とされたルートである。

中央ゾーンと南ゾーンの接続点については、南部郊外地域とマニラ首都圏の中心部の主要な交通ハブとして開発が計画されている FTI とした。南北通勤線事業 (NSRP) も FTI に駅の設置を計画しており、この駅は NSRP とマニラ地下鉄の乗換駅となる。

北ゾーンの候補路線は「オプション A」と「オプション B」、中央ゾーンは「オプション 1」、「オプション 2」と「オプション 3」、南ゾーンは「オプション a」と「オプション b」とした。対象区間全域での候補路線名としては、「オプション A1a」、「オプション B2b」等としている。



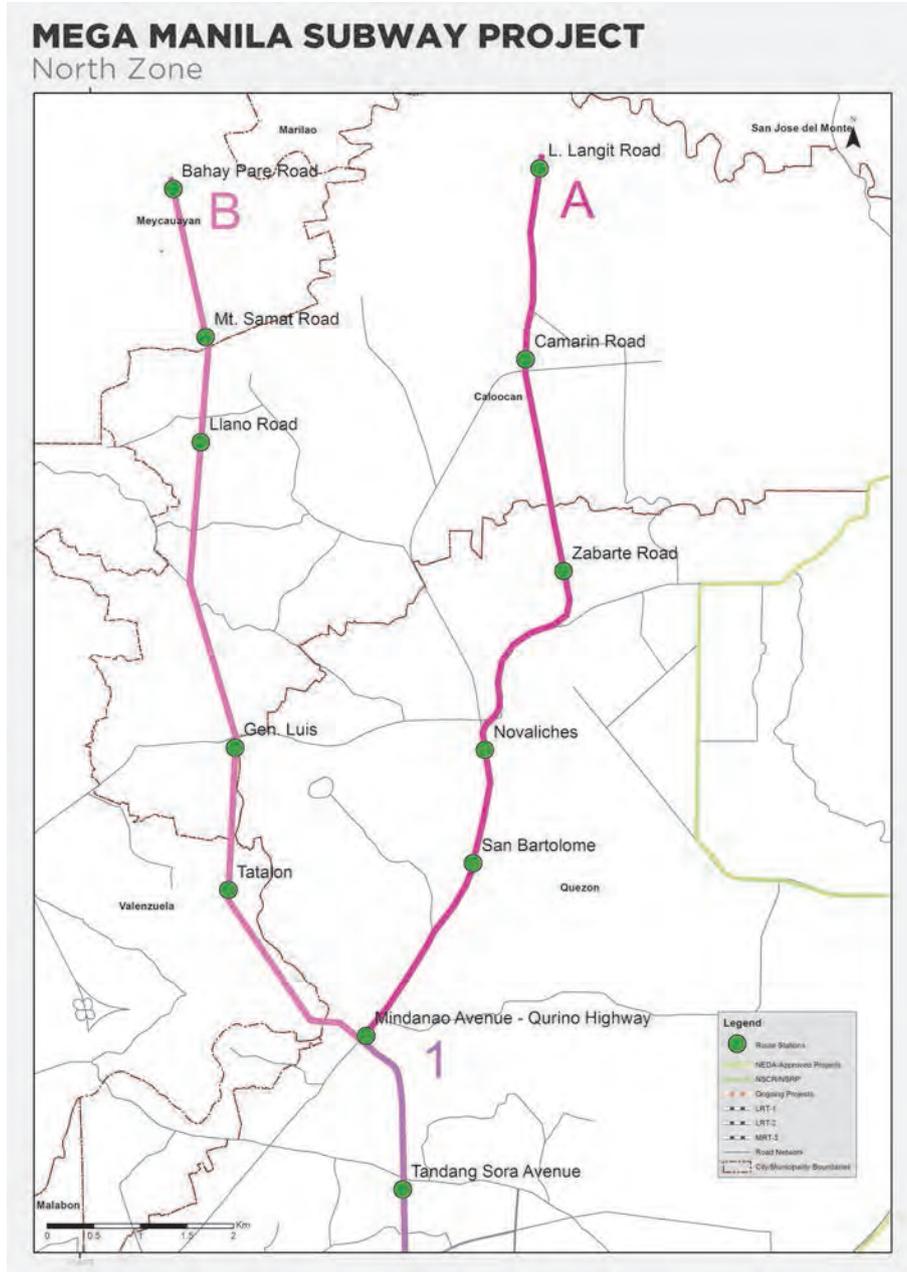
出典：JICA 調査団

図 4.8.1-1 本地下鉄事業の路線検討におけるゾーニング

4.8.2 北ゾーンの候補路線

北ゾーンの候補路線の検討にあたり、まずはロードマップ調査において提案された路線（代替候補路線を含む）について、上述のクライテリアに基づき、その妥当性および実現可能性を検討した。ロードマップ調査でも提案されているように、Quirino Highway から Zabarte Road に入り北上するルートは、既存道路があること、高い交通量があること、また沿線に商業施設が点在していることから、候補路線として高い潜在力があることを確認した。本調査で提案する候補路線としては、近隣のより広い道路幅の道路を使うこと点でロードマップ調査と若干異なる。また、北端の駅位置を、ロードマップ調査で提案されている San Jose Del Monte 市の中心部から、Zabarte Road が L. Langit Road と交差する箇所に変更した。これは、L. Langit Road 以北には既存道路がないためである。現在、Zabarte Road と L. Langit Road の交差点は地域の交通結節点の機能を果たしており、本マニラ地下鉄事業における始終点駅として適切であると考える。このように、Quirino Highway から Zabarte Road に入るルートをオプション A とした。

北ゾーンの代替候補路線として、Mindanao Avenue を Quirino Highway を超えて進み、Que Balag Road を北上し、Bahay Pare Road のやや北までのルートとした。この候補路線沿いは大半が既存道路のない箇所であるが、多くの住宅地が点在し、またいくつかの集合住宅地が計画・建設されていることから、潜在力の高いルートと考える。このルートをオプションBとした。



出典：JICA 調査団

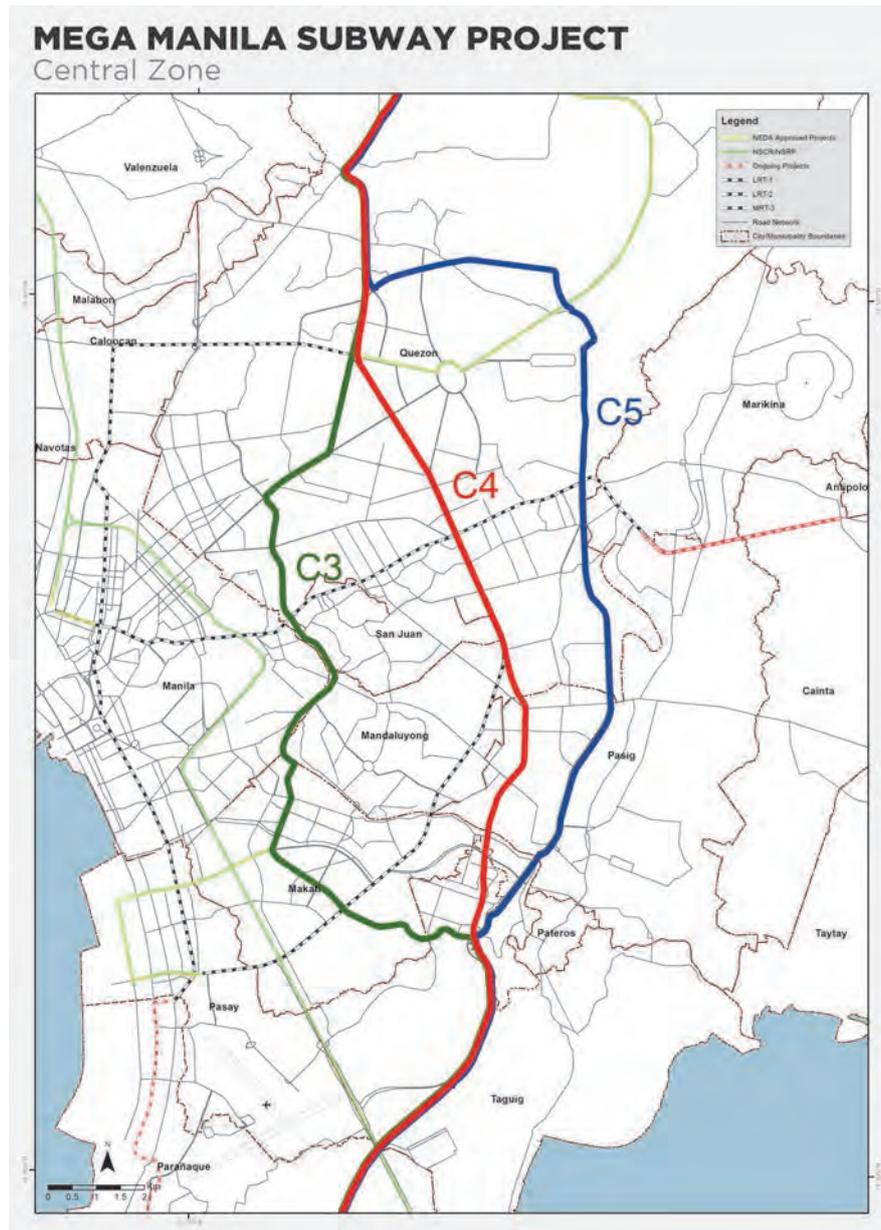
図 4.8.2-1 北ゾーンの候補路線

4.8.3 中央ゾーンの候補路線

4.8.3.1 中央ゾーンの主要回廊の選定

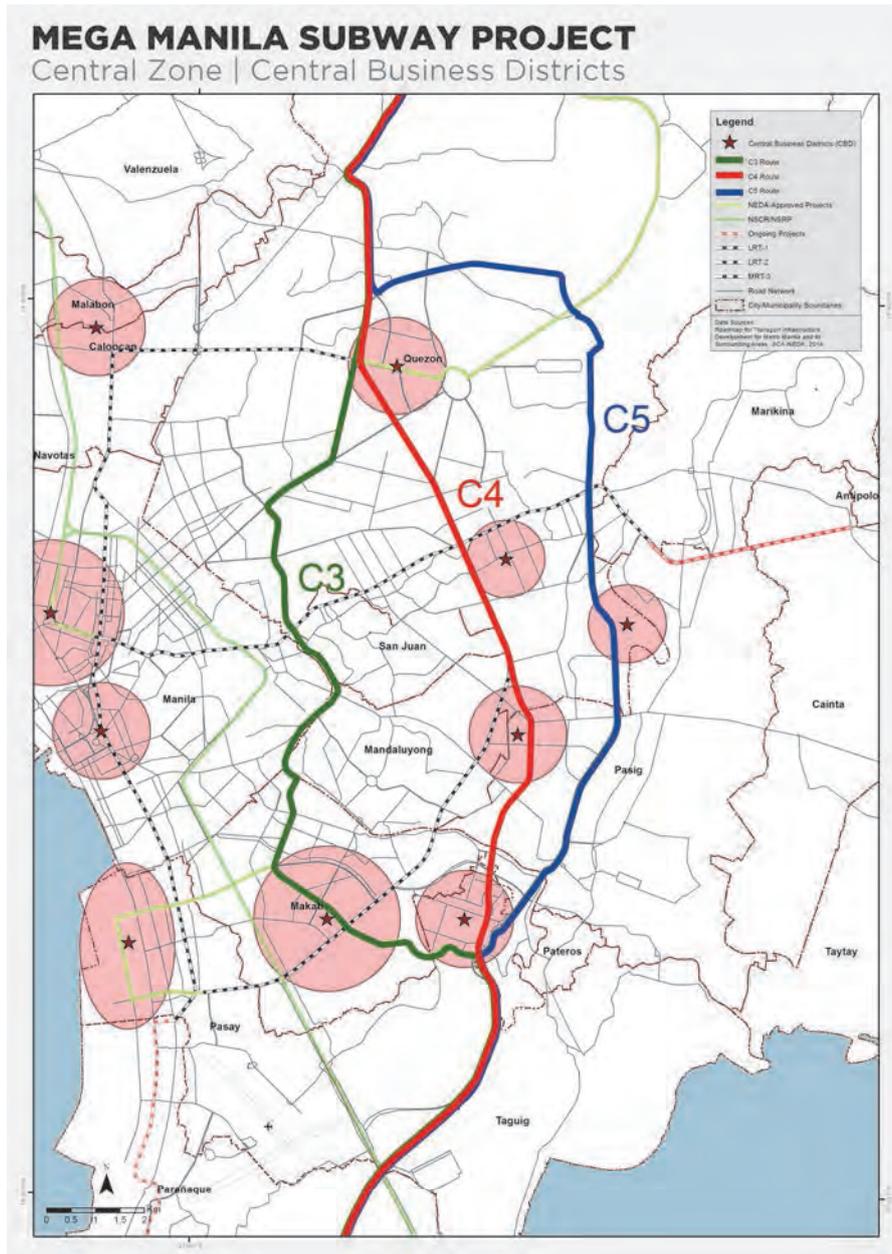
マニラ首都圏の中心部である中央ゾーンは、社会・経済活動が活発に行われている地域が様々な個所に点在しているため、その地域内で新たな鉄道整備が必要であったり、郊外地域との直接的な接続が必要で

あったり等、いくつかの高い潜在力を有するルート（回廊）がある。このため、具体的な候補路線の検討を行う前に、マニラ首都圏内の主要な回廊で、いずれも一見すると高い潜在力を有すると考えられる幹線道路3番（C3）、4番（C4、EDSA）および5番（C5）の比較を行った。マニラ首都圏の中心部にあるこれら3つの幹線道路沿いには、モール、ビジネス施設、教育施設等、様々な社会・経済活動の施設があり、常に深刻な交通渋滞が発生している。これらのルートに関し、本地下鉄の路線候補となりうるかの観点から、各ルートの特性や潜在力を確認するため、上述の主要なクライテリア及び初歩的な技術面での比較を行った。中央ゾーンにおける各候補回廊の路線および主要なクライテリアとの相関性を下記の図に示す。



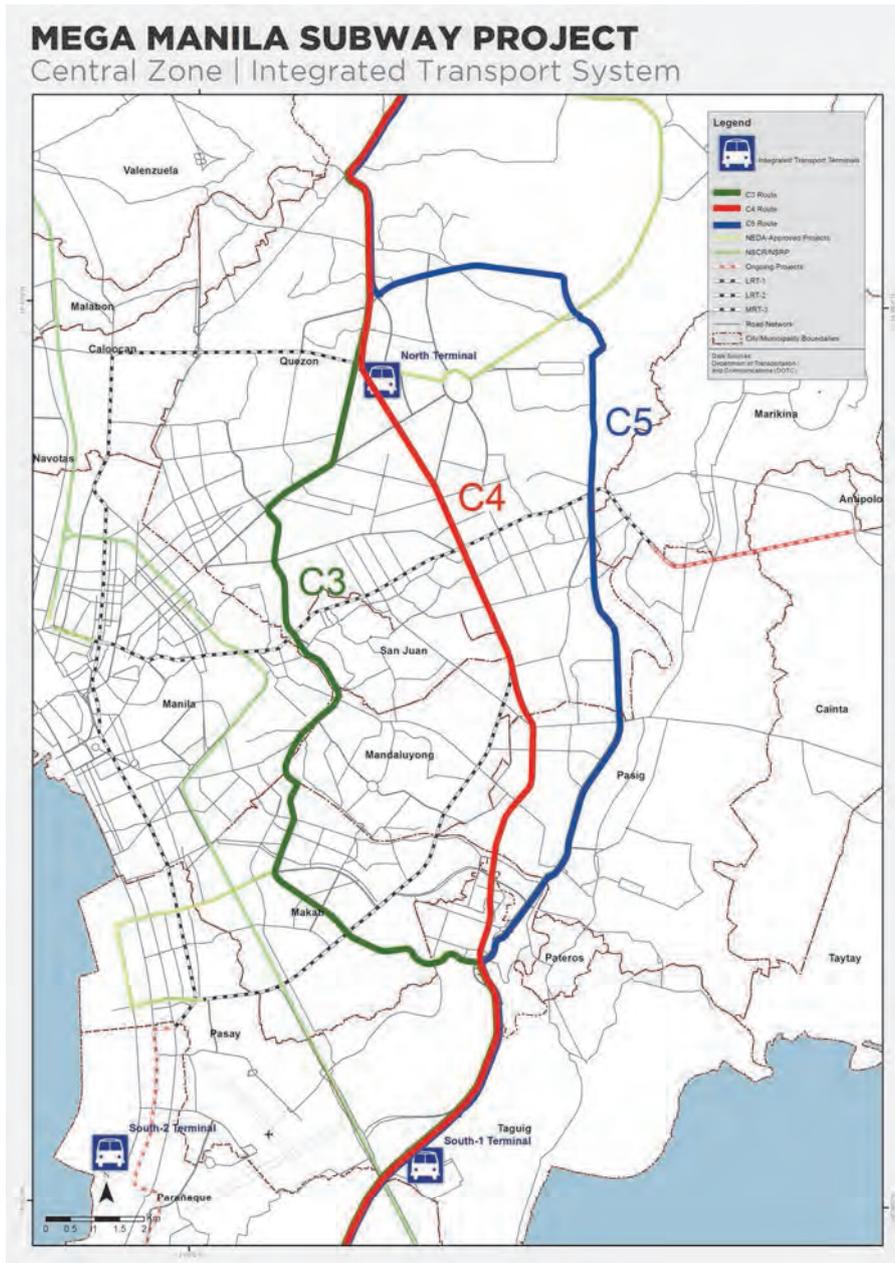
出典：JICA 調査団

図 4.8.3.1-1 中央ゾーンの C3/C4/C5 回廊における候補路線図



出典：JICA 調査団

図 4.8.3.1-2 主要な CBD と C3/C4/C5 回廊の相関性



出典：JICA 調査団

図 4.8.3.1-3 計画されている ITS と C3/C4/C5 回廊の相関性

中央ゾーンにおける各回廊の比較検討の結果を下記の表に示す。

表 4.8.3.1-1 中央ゾーンの候補回廊の比較

クライテリア	C3		C4 (EDSA)		C5	
地形条件および防災	○		◎		△	
標高	△	比較的標高の低い地域を通る。	◎	全区間において標高の高い地域を通る。	○	パシグの北を除き、比較的標高の高い地域を通る。
活断層	◎	活断層から離れた地域を通る。	○	わずかな地域を除き活断層から離れた地域を通る。	△	数か所で活断層を横断する。
洪水と浸水	○	潜在的洪水地域を一部通るが、通る地域は比較的影響の小さい地域である。	◎	潜在的洪水地域を通らない。	○	潜在的洪水地域を一部通るが、通る地域は比較的影響の小さい地域である。
社会・経済活動状況	○		◎		○	
人口密度	◎	多くの中～高人口密度地域を通る。	○	いくつかの中～高人口密度地域を通る。	○	いくつかの中～高人口密度地域を通る。
人口増加率	◎	多くの中～高人口増加率地域を通る。	○	いくつかの中～高人口増加率地域を通る。	○	いくつかの中～高人口増加率地域を通る。
業務中心地区 (Central Business District : CBD)	△	マカティ CBD のみを通る。	◎	4つの CBD (ケソンシティ、アラネタセンタークバオ、オルティガスおよび BGC) を通る。	○	2つの CBD (オルティガスと BGC) を通る。
都市計画・開発および交通計画・開発計画	△		◎		○	
駅勢圏	◎	他路線との接続駅を除き、他路線と駅政権が重複することはない。	○	一部の区間ではあるが、既存の MRT 3 号線と同じ区間を通り、駅政権が重複する。	◎	他路線との接続駅を除き、他路線と駅政権が重複することはない。
統合交通施設 (Integrated Transport System : ITS)	△	南側の ITS (South Terminal 1) のみ通る。	◎	北側と南側の両方の ITS (North Terminal と South Terminal 1) を通る。	△	南側の ITS (South Terminal 1) のみ通る。

クライテリア	C3		C4 (EDSA)		C5	
鉄道ネットワーク	○	LRT 1号線/2号線、MRT 3号線、および計画されているマカティ交通システムループ (MTSL) と南北鉄道 (NSRP) と接続する。	◎	MRT 3号線と一部の区間を共有するに加え、LRT 2号線、計画されている MRT 7号線、マカティ交通システムループ (MTSL) と南北鉄道 (NSRP) と接続する。	△	LRT 2号線および計画されている MRT 7号線、マカティ交通システムループ (MTSL) と南北鉄道 (NSRP) と接続する。ただし、DOTC は C5 を路線とする BRT の計画があり、ほぼ全区間で BRT とルートが重複する。
高速道路および幹線道路ネットワーク	△	一部で計画されている (一部の区間は既に建設中) 高速道路と区間が重複する上、幹線道路のない区間を長く通る。	◎	建設が計画されている高速道路はない。	△	ロードマップ調査で提案されている高速道路の計画がある。
交通量	○	既存道路下を通る区間の地上交通量は中程度である。	◎	既存道路の交通量は中～高程度である。	◎	既存道路の交通量は大半が中～高程度である。
建設/施工性および建設費	△		◎		○	
トンネル区間の施工性	△	広幅員の道路 (C3) を通るが、C3 上には高速道路が計画されている。また、C3 以外の道路の幅員は広くなく、更に既存道路がない区間があるため、大深度となる可能性が高い。	○	既存の MRT 3号線の地下構造物 (基礎構造物) やフライオーバーがある EDSA を通り、駅部を除いて道路のない区間を通る。既存構造物の影響を受けない大深度層での建設が可能となれば、既存構造物の施工への影響は少ない。	○	比較的道路幅員の広い道路 (C5) を通るが、道路沿いのルートとすると直角に曲がる箇所が 2 か所ある。また、複数個所で同方向のフライオーバー (2つのフライオーバーが同方向で並列している個所もあり) があり、これらの基礎構造物との調整が必要と思われる。

クライテリア	C3		C4 (EDSA)		C5	
駅および駅出入口の施工性	△	<p>駅は、C3 区間では広幅員の道路下に建設が可能であるが、高速道路建設において用地取得が問題となっている区間においては、道路下に駅を建設できないため、用地取得の上での駅建設となる。よって、いくつかの駅では駅建設が困難となる可能性がある。</p>	○	<p>駅は、C4 の道路下か道路脇の下に建設される。C4 以外の区間でも既存道路の下に駅建設が可能であり、駅建設は比較的容易と考える。</p>	○	<p>駅はほぼ全線において比較的広幅員の道路 (C5) の下に建設される。しなしながら、道路幅が非常に広い区間では、駅施設部 (改札・プラットホーム等) と駅出入口を結ぶ通路が長くなるが、一般的には駅建設は比較的容易と考える。</p>
建設費	○	<p>建設費単価は、道路がないため大深度層での建設となる区間が多くなるため、比較的高くなると想定される。この他、洪水対策として駅出入口を高くしたり、防水パネルを設置したりするなど、追加設備が必要になる。</p> <p>総延長は C4 ルートよりも長いいため、建設費総額も比較的高くなると想定される。</p>	◎	<p>建設費単価は、道路がないため大深度層での建設となる区間が多くなるため、比較的高くなると想定される。</p> <p>しかしながら、3 候補回廊の中で総延長は最も短いため、建設費総額は一番低いと想定される。</p>	○	<p>建設費単価は、ほぼ全区間で既存道路下に建設可能なことから、大深度層での建設区間は最小限となり、標準的なものになると想定される。しかしながら、洪水対策として駅出入口を高くしたり、防水パネルを設置したりするなど、追加設備が必要になる。</p> <p>総延長は C4 ルートよりも長いいため、建設費総額は C4 よりも高くなると想定される。</p>

注) ◎ : 非常に良い、○ : 良い、△ : 普通 (またはやや劣る)

上記の表に示した各候補回廊の比較検討結果をまとめると下記の通りとなる。

地形条件および防災

3 候補路線のうち、標高が比較的高く、活断層および潜在的な洪水地域からも離れている C4 が最も適していると考えられる。C3 と C5 の一部は潜在的な洪水地域を含むため、これらの回廊の場合は地下駅への出入口等において洪水対策が必要となる。また、C5 はいくつかの箇所に活断層が横切っている。

社会・経済活動状況

C3 沿いが他の回廊と比べて最も人口密度も成長度も高いが、C4 と C5 のルート沿いにも人口密度・成長度が高い箇所が点在し、今後の更なる発展が見込まれる地域がある。このため、社会・経済活動に関しては 3 候補路線とも差異はない。

都市計画・開発および交通計画・開発計画

4 つの CBD と 2 つの ITS を通る C4 が最も適切であり、鉄道の整備が必要とされていると考えられる。C3 と C5 上には高速道路の建設計画があるが、C4 上は現時点では高速道路建設の計画がないため、鉄道と高速鉄道の役割分担の観点からは C4 が最適と考えられる。また、C4 は多くの既存および計画されている鉄道路線と交差するため、これら路線の駅との接続が可能となる。

建設／施工性および建設費

施工性に関しては、各回廊とも既存構造物との調整や駅出入口位置の選定等においてそれぞれに優劣があるが、南北地域を結ぶ路線として最も延長が短く、結果的に最も低い建設費になると考えられる C4 が 3 回廊の中では最適と考えられる。

結論と提言

上記の通り、様々な観点から検討した結果、本地下鉄の中央ゾーンの回廊として C4 (EDSA) の回廊が最も適切であり、実現性の高い回廊と考える。

4. 8. 3. 2 選定された回廊上および付近の候補路線の検討

中央ゾーンにおける候補路線の回廊 (C4) の選定後、回廊上および回廊付近を対象として候補路線の検討を行った。

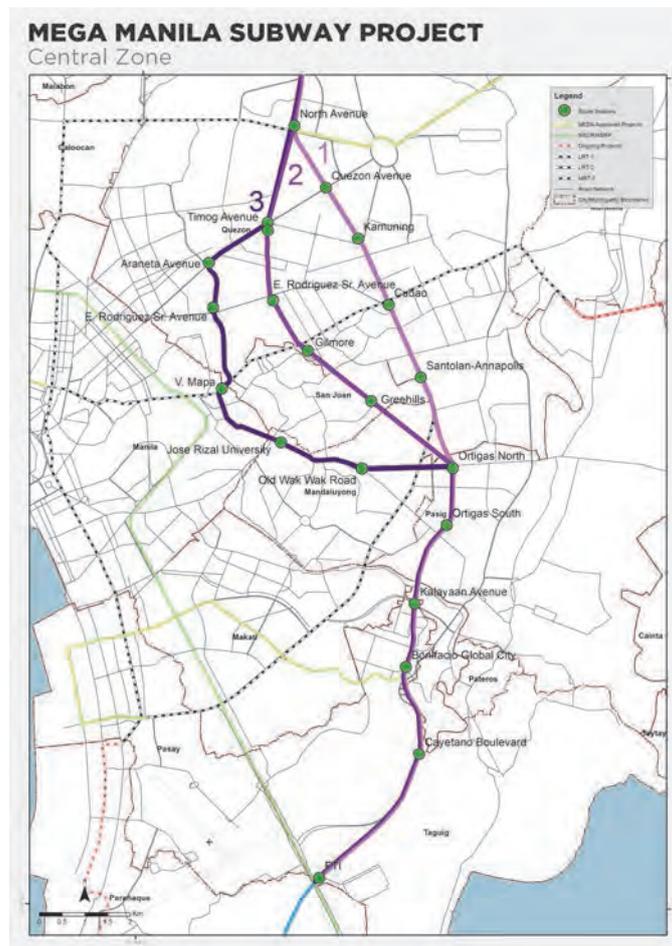
LRT 1 号線と MRT 3 号線が接続し、将来的には MRT 7 号線も接続する予定の共通駅 (common station) が EDSA の北側に計画されているため、本地下鉄もこの共通駅近くを通るように計画するのが望ましい。共通駅の具体的な位置がまだ確定されていないため、本地下鉄の駅は暫定的に SM North EDSA 近くの North Avenue 駅とした。共通駅の具体的な位置が確定されたら、本地下鉄の駅位置の調整を図ることになる。この North Avenue 駅を中央ゾーンの複数候補路線の始点とした。

高い建設費を必要とする新規の鉄道は、より多くの利用客が見込まれ、経済活動にも帰するルートに建設されるべきである。このため、より多くの CBD を通るルートとすることは路線検討において重要な要素となる。Ortigas North 駅を通過することで中央ゾーン内の全ての候補路線が少なくとも 3 つの CBD (ケソン市 CBD、オルティガスセンター、ボニファシオグローバルシティ) を通ることになるため、中央ゾーン

の候補路線は North Avenue 駅と Ortigas North 駅の間で検討することとした。

ロードマップ調査で候補路線として提案された C4 (EDSA) 沿いのルートは当然ながら候補路線となり、これをオプション 1 とした。このルートは上述の 3 つの CBD に加え、ケソン市 CBD とオルティガスセンターの間にあるアラネタセンタークバオの CBD も通る。C4 沿いには既存の MRT 3 号線があり、候補となる本地下鉄路線とは約 6km の区間および 6 駅が同一路線となるため、このルートに地下鉄を建設することで、特に計画されている輸送力強化計画の実施後に MRT 3 号線の需要 (すなわち収益) が減るのではないかとの懸念が会議の場が出された。この点については、需要予測の章で本地下鉄建設による MRT 3 号線の需要 (収益) への影響がほぼないことを説明する。

代替候補路線として、North Avenue 駅から West Avenue を南下し、LRT 2 号線と Gilmore 駅で交差して Ortigas Avenue を通って Ortigas North 駅に繋がるオプション 2、同じく North Avenue 駅から West Avenue を南下し、Quezon Avenue を西方に向かい、Metro Manila Skyway の建設が計画されている G. Araneta Avenue を南下して LRT 2 号線の V. Mapa 駅を通り、Victorino Mapa Street、P. Sanchez Street、Shaw Boulevard を通って Wack-Wack ゴルフ場入口近くから既存道路のない区間を通過して Ortigas North 駅の手前で Ortigas Avenue に入るルートをオプション 3 とした。両ルートとも多くの商業施設や教育施設がある地域を通り、LRT 2 号線とも接続する、潜在力の高いルートである。中央ゾーンの各候補路線のルートおよび駅位置を下記の図に示す。

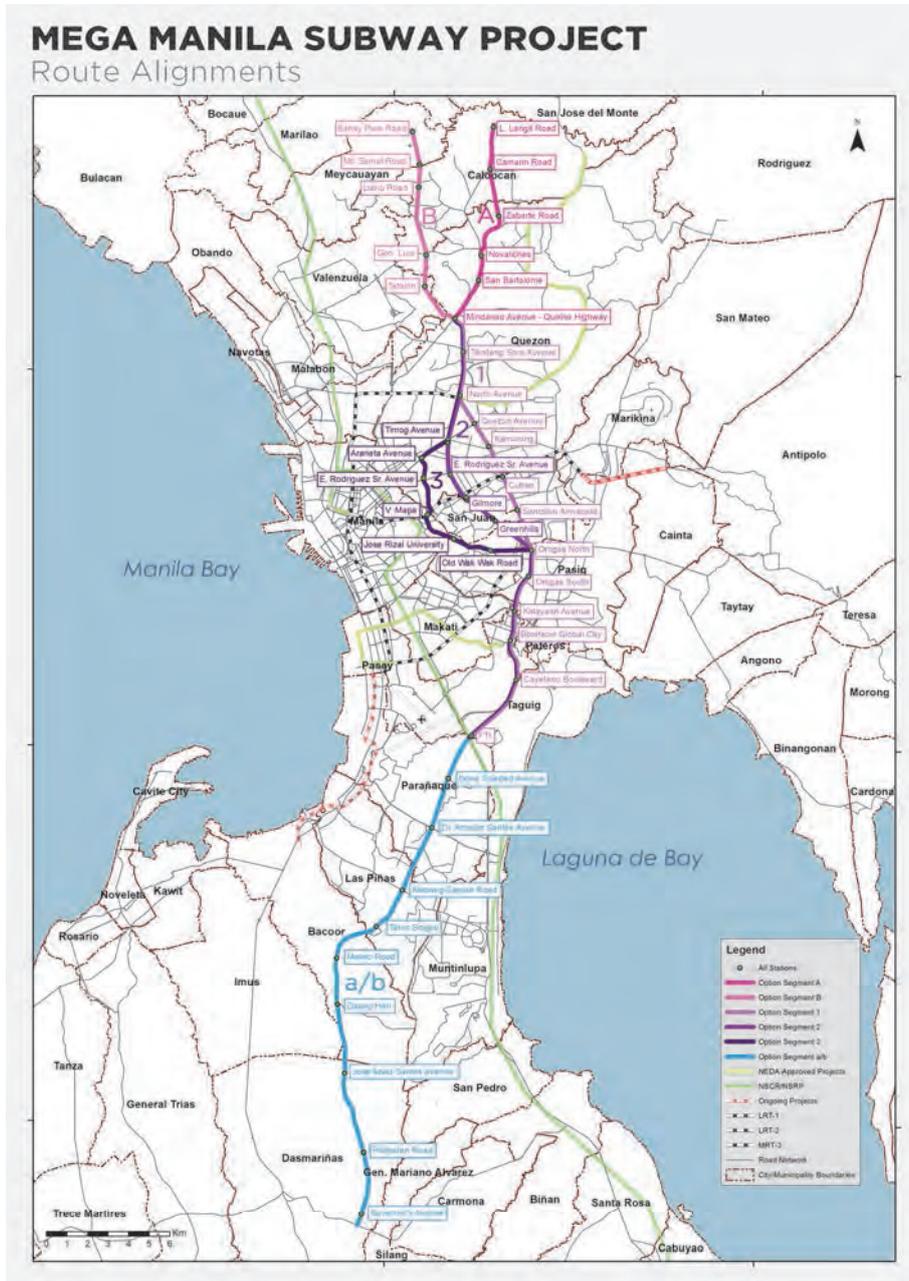


出典：JICA 調査団

図 4.8.3.2-1 中央ゾーンの候補路線

4.8.5 候補路線の概要

上述の通り、北ゾーンに2つの候補路線、中央ゾーンに3つの候補路線、南ゾーンに2つの候補路線を提案した。これらの組み合わせにより、本地下鉄事業（全線）としての候補路線は12ルートとなる。これら12のオプションに対し、需要予測、概略事業費の算出、概略経済・財務分析等を行い、それぞれのオプションの特性を示す。事業実施に取得が必要な用地の概略面積や概略の被影響世帯数/人数および補償額も12オプションに対して算出する。前述の通り、本調査は「情報収集・確認調査」のため、12オプションの中から特定のオプションを最適な路線として選定したり、提案したりすることはせず、各オプションの特性や検討結果を提示するに留める。全オプションの路線図を下記に、また各オプションの路線図を別添Bに示す。



出典：JICA 調査団

図 4.8.5-1 本地下鉄事業の路線オプション

(空白ページ)

第5章

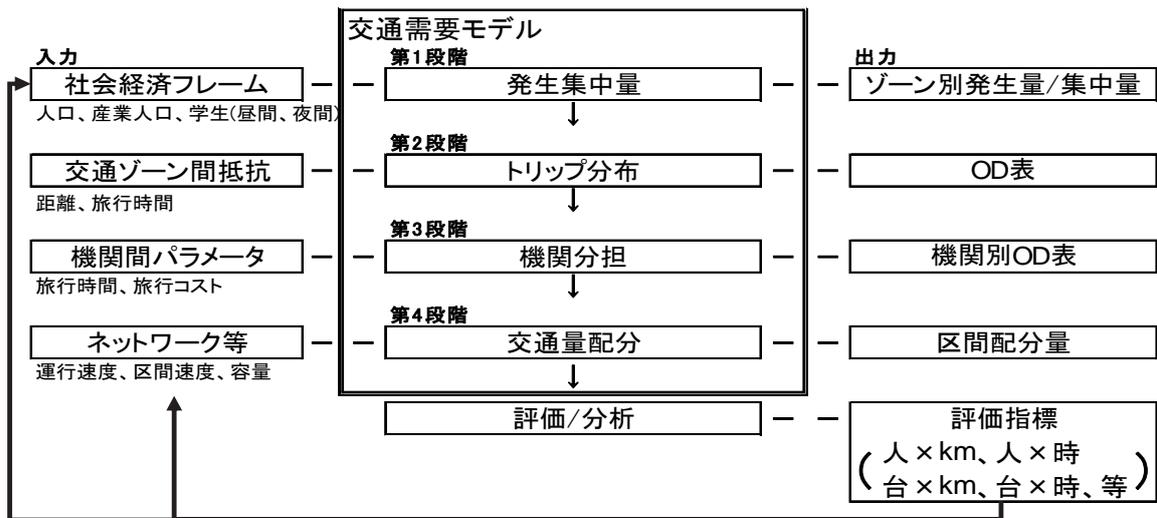
交通需要予測

第5章 交通需要予測

5.1 需要予測アップデートの手順

5.1.1 需要予測方法

交通需要予測は、図 5.1.1-1 に示すオーソドックスな4段階推計法を適用した。また、従来の関連調査¹との整合を図るために”マニラ首都圏総合交通計画”(1996年、JICA。以下、MMUTIS とする)のデータベースを適用した。



出典：JICA 調査団

図 5.1.1-1 4段階推定法

5.1.2 需要予測前提条件

(1) 地下鉄運行頻度

地下鉄運行頻度は以下の通りとした。利用客の平均待ち時間は運行頻度の1/2としている。

表 5.1.2-1 地下鉄運行頻度

単位：分

予測年次	2025	2035	2045
運行頻度	5	4	4

出典：JICA 調査団

¹ “フィリピン国マニラ首都圏の持続的発展に向けた運輸交通ロードマップ作成支援調査(JICA、2014)” 並びに “フィリピン国クラーク空港高速鉄道(通勤線区間)事業準備調査(JICA、2014)”

(2) 車両構成

地下鉄の車両構成は以下の通りとした。

表 5.1.2-2 地下鉄車両構成

単位：両数/1列車

予測年次	2025	2035	2045
車両構成	6	8	10

出典：JICA 調査団

(3) 評定速度

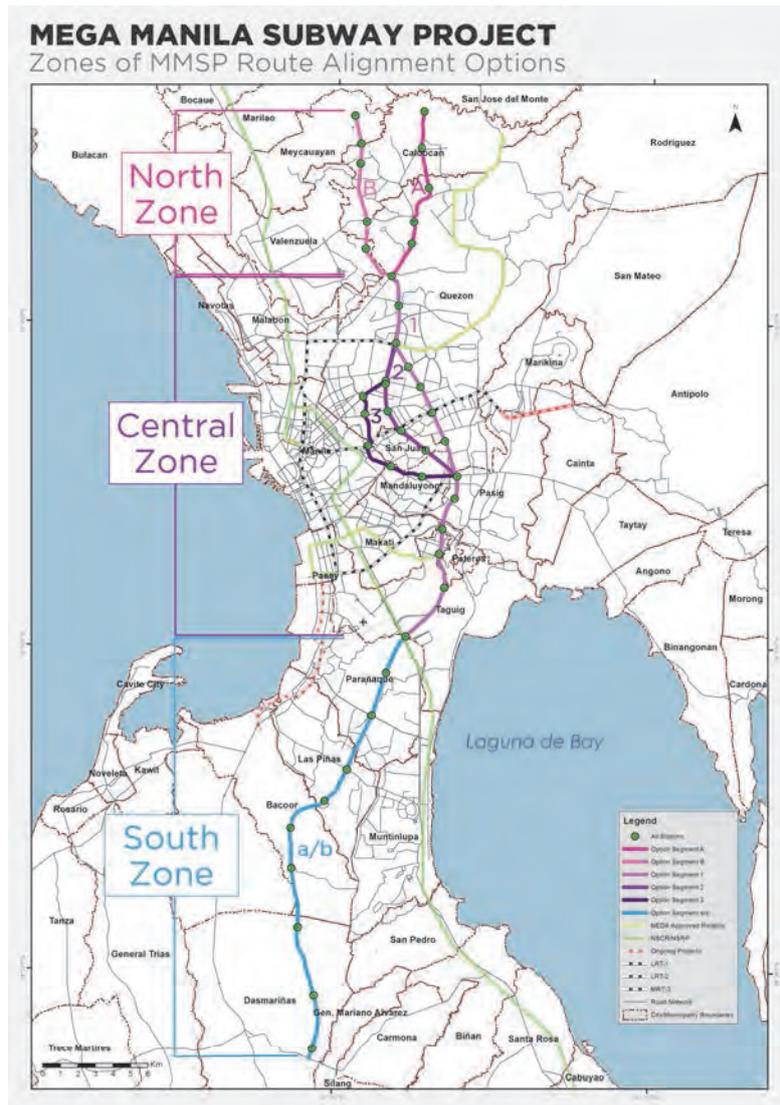
地下鉄の評定速度は 45.0 km/h と想定した。

5.1.3 需要予測アップデートの手順

需要予測にあたっては、従来の関連調査から、以下の点をアップデートした。

- (1) 地下鉄のルート並びに駅位置のオプション設定
- (2) 地下鉄の料金設定
- (3) 地下鉄の段階供用と予測年次

- (1) 路線オプションに関しては、北ゾーン 2 オプション(A、B)、中央ゾーン 3 オプション(1、2、3)とした。本調査では、南ゾーンにも 2 オプション有るが、オプションの違いが高架構造、或は地下構造であり、区間長や駅位置は同一のため、オプションの違いは需要予測には影響しない。そのため、南ゾーンのオプションは需要予測としては考慮する必要がない。また、駅数は、オプション 3 の組合せのみ 29 駅で、その他の組合せでは 27 駅としている。本章でのオプションの組合せは、北ゾーン A+南ゾーン 1 のオプションを「オプション A1」とするように、オプション名を 2 桁で標記する。



出典：JICA 調査団

図 5.1.3-1 地下鉄ルート・オプション

- (2) JICA が FS を実施している南北通勤線においては、鉄道路線の特徴（運行形態、対象乗客、等）の違いから、既存の LRT 1 号線、MRT 3 号線の料金設定の 2 倍としている。ロードマップ調査における本地下鉄の料金設定は LRT 1 号線、MRT 3 号線と同じとしていたが、本調査では、本地下鉄の鉄道路線の特徴が南北通勤線と類似していることから、本地下鉄の料金設定を南北通勤線と同様に LRT 1 号線、MRT 3 号線の 2 倍としている。

なお、料金の年次上昇は、GDP/Capita の伸びに連動して設定している。

表 5.1.3-1 鉄道料金設定

既存調査

単位：PhP

路線	2025年		2035年		2045年	
	初期	/km	初期	/km	初期	/km
LRT 1号線	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78
MRT 3号線	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78
PNR	-	-	-	-	-	-
南北通勤線	37.50	2.80	56.20	4.25	73.40	5.55
本地下鉄	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78
その他鉄道	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78

本調査

単位：PhP

路線	2025年		2035年		2045年	
	初期	/km	初期	/km	初期	/km
LRT 1号線	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78
MRT 3号線	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78
PNR	-	-	-	-	-	-
南北通勤線	37.50	2.80	56.20	4.25	73.40	5.55
本地下鉄	37.50	2.80	56.20	4.25	73.40	5.55
その他鉄道	18.75	1.40	28.10	2.13	36.70	2.78

出典：JICA 調査団

- (3) 本調査では、本地下鉄のフェーズ1区間の供用を2025年、フェーズ2区間も含めた全線の供用を2035年としている。フェーズ1では中央ゾーンのみでの運行とし、オプション1、2、3の何れかのみを供用する。フェーズ2では、北ゾーンおよび南ゾーンを含む全線での供用とする。これに伴い、オプションの組合せルートは、A1、A2、A3、B1、B2、並びにB3の6ルートとする。また、段階供用に伴い、予測年次は2025年、2035年、並びに2045年の3年次とした。

5.2 需要予測アップデートの結果

需要予測のアップデートの結果として、以下の指標を算定した。

- (1) 本地下鉄総利用者数と駅間OD
- (2) 本地下鉄駅間需要
- (3) 料金収入

また、本地下鉄の適正設定料金の根拠として、以下の項目も算定している。

- (4) 料金感度

(1) 本地下鉄総利用者数と駅間 OD

オプションごとの本地下鉄総利用者数を表 5.2-1 に示す。また、本地下鉄利用者の駅間 OD を別添 C に記す。

表 5.2-1 本地下鉄総利用者数

単位: 1,000 Passengers/日

オプション	2025	2035	2045
A1	421	1,470	2,049
A2	386	1,476	2,059
A3	478	1,568	2,205
B1	421	1,652	2,185
B2	386	1,666	2,257
B3	478	1,776	2,385

注：上記の 2035 年および 2045 年の数値は北・中央・南ゾーンの全区間を含む。

出典：JICA 調査団

中央ゾーンのオプション 1（上記表のオプション A1 および B1）は EDSA 通り沿いの区間において既存の MRT 3 号線と路線が重なるが、MRT3 号線の将来の輸送量増強も考慮した MRT 3 号線の需要予測と本地下鉄の需要予測の検証を行ったが、本地下鉄により MRT3 号線の需要に影響が出ることはほとんどないという結果となった。これは、MRT 3 号線がマニラ中心部内の低運賃での移動者を対象としているのに対し、本地下鉄は郊外からマニラ中心部へのより移動速度（平均運転速度）が速く、かつ高運賃での移動を対象としているためである。このため、EDSA 沿いにおける MRT 3 号線と本地下鉄の共存は可能であると考えられる。しかしながら、フィージビリティ調査において、最新の道路・鉄道ネットワークを反映させたデータベースを基にした需要予測において更なる詳細な検証を行い、妥当性を確認する必要がある。

(2) 本地下鉄駅間需要

本地下鉄の駅間需要を表 5.2-2 (1)～(6)に示す。

表 5.2-2 (1) 駅間需要 (オプション: A1)

オプション: A1

(単位: 1,000 Passengers/日)

北→南					南→北				
駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
L_Langit_Road	1	-	88	126	Governor's_Drive	26	-	154	202
Camarin_Road	2	-	134	194	Paliparan_Road	25	-	106	160
Zabarte_Road									
Novaliches	3	-	141	226	Jose_Abad_Santos_Avenue	24	-	88	130
San_Bartolome									
Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	4	-	134	214	Daang_Hari	23	-	78	120
Tandang_Sora_Avenue									
North_Avenue	5	-	132	214	Molino_Road	22	-	95	114
Quezon_Avenue									
Kamuning	6	82	124	196	Talon_Singko	21	-	97	134
Cubao									
Santolan-Annapolis	7	122	135	218	Alabang-Zapote_Road	20	-	148	199
Ortigas_North									
Ortigas_South	8	98	110	166	Dr_Arcadio_Santos_Avenue	19	-	136	188
Kalayaan_Avenue									
Bonifacio_Global_City	9	101	114	170	Dona_Soledad_Avenue	18	-	126	182
Ortigas_South									
Ortigas_North	10	114	123	185	FTI	17	55	139	196
Ortigas_South									
Ortigas_South	11	119	135	198	Cayetano_Biylevard	16	65	144	202
Ortigas_North									
Ortigas_North	12	120	141	216	Bonifacio_Global_City	15	85	129	191
Ortigas_South									
Ortigas_South	13	109	135	201	Kalayaan_Avenue	14	90	129	190
Ortigas_North									
Ortigas_North	14	93	130	192	Ortigas_South	13	108	135	195
Ortigas_South									
Ortigas_South	15	88	129	189	Ortigas_North	12	119	143	210
Ortigas_North									
Ortigas_North	16	67	145	202	Santolan-Annapolis	11	116	137	199
Ortigas_South									
Ortigas_South	17	57	140	196	Cubao	10	115	125	183
Ortigas_North									
Ortigas_North	18	-	130	184	Kamuning	9	97	109	172
Ortigas_South									
Ortigas_South	19	-	139	191	Quezon_Avenue	8	96	104	172
Ortigas_North									
Ortigas_North	20	-	151	204	North_Avenue	7	119	136	227
Ortigas_South									
Ortigas_South	21	-	102	136	Tandang_Sora_Avenue	6	77	125	206
Ortigas_North									
Ortigas_North	22	-	99	117	Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	5	-	133	222
Ortigas_South									
Ortigas_South	23	-	78	119	San_Bartolome	4	-	134	227
Ortigas_North									
Ortigas_North	24	-	86	127	Novaliches	3	-	146	237
Ortigas_South									
Ortigas_South	25	-	104	157	Zabarte_Road	2	-	129	211
Ortigas_North									
Ortigas_North	26	-	153	199	Camarin_Road	1	-	84	134
Ortigas_South									
Ortigas_South	26	-	153	199	L_Langit_Road	1	-	84	134
Ortigas_North									

出典: JICA 調査団

表 5.2-2 (2) 駅間需要 (オプション: A2)

オプション: A2

(単位: 1,000 Passengers/日)

北→南					南→北				
駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
L. Langit Road	1	-	86	132	Governor's Drive	26	-	155	203
Camarin_Road	2	-	128	206	Paliparan_Road	25	-	105	157
Zabarte_Road	3	-	136	242	Jose_Abad_Santos_Avenue	24	-	88	128
Novaliches	4	-	127	228	Daang_Hari	23	-	78	118
San_Bartolome	5	-	131	228	Molino_Road	22	-	94	111
Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	6	75	123	208	Talon_Singko	21	-	98	131
Tandang_Sora_Avenue	7	122	137	230	Alabang-Zapote_Road	20	-	148	200
North_Avenue	8	98	111	185	Dr._Arcadio_Santos_Avenue	19	-	135	186
Timog_Avenue	9	100	115	187	Dona_Soledad_Avenue	18	-	127	182
E._Rodrigues_Sr._Avenue	10	109	125	196	FTI	17	38	130	199
Gilmore	11	116	132	208	Cayetano_Biylevard	16	47	133	205
Greenhills	12	108	126	201	Bonifacio_Global_City	15	68	115	189
Ortigas_North	13	98	121	188	Kalayaan_Avenue	14	74	115	185
Ortigas_South	14	82	118	185	Ortigas_South	13	93	116	188
Kalayaan_Avenue	15	76	117	180	Ortigas_North	12	103	123	200
Bonifacio_Global_City	16	54	135	196	Greenhills	11	111	129	206
Cayetano_Biylevard	17	44	131	191	Gilmore	10	107	125	190
FTI	18	-	130	183	E._Rodrigues_Sr._Avenue	9	94	112	180
Dona_Soledad_Avenue	19	-	138	189	Timog_Avenue	8	94	109	177
Dr._Arcadio_Santos_Avenue	20	-	150	205	North_Avenue	7	120	139	219
Alabang-Zapote_Road	21	-	101	135	Tandang_Sora_Avenue	6	75	123	200
Talon_Singko	22	-	99	115	Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	5	-	133	218
Molino_Road	23	-	78	118	San_Bartolome	4	-	132	217
Daang_Hari	24	-	86	126	Novaliches	3	-	140	234
Jose_Abad_Santos_Avenue	25	-	104	156	Zabarte_Road	2	-	129	207
Paliparan_Road	26	-	153	202	Camarin_Road	1	-	86	130
Governor's Drive					L. Langit Road				

出典: JICA 調査団

表 5.2-2 (3) 駅間需要 (オプション: A3)

オプション: A3

(単位: 1,000 Passengers/日)

北→南					南→北				
駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
L_Langit_Road	1	-	81	135	Governor's_Drive	28	-	153	203
Camarin_Road	2	-	128	203	Paliparan_Road	27	-	107	157
Zabarte_Road	3	-	137	236	Jose_Abad_Santos_Avenue	26	-	89	128
Novaliches	4	-	125	224	Daang_Hari	25	-	79	117
San_Bartolome	5	-	125	223	Molino_Road	24	-	95	111
Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	6	86	122	205	Talon_Singko	23	-	98	131
Tandang_Sora_Avenue	7	119	137	234	Alabang-Zapote_Road	22	-	149	200
North_Avenue	8	82	105	188	Dr_Arcadio_Santos_Avenue	21	-	135	189
Timog_Avenue	9	81	105	187	Dona_Soledad_Avenue	20	-	127	185
Araneta_Avenue	10	88	114	186	FTI	19	27	132	198
E_Rodrigues_Sr_Avenue	11	100	129	212	Cayetano_Biylevard	18	37	137	208
V_Mapa	12	106	140	225	Bonifacio_Global_City	17	49	118	190
Jose_Rizal_University	13	106	140	227	Kalayaan_Avenue	16	56	119	191
Old_Wak_Wak_Road	14	106	141	229	Ortigas_South	15	76	121	200
Ortigas_North	15	78	126	205	Ortigas_North	14	104	135	217
Ortigas_South	16	59	124	194	Old_Wak_Wak_Road	13	105	136	218
Kalayaan_Avenue	17	52	122	189	Jose_Rizal_University	12	104	136	214
Bonifacio_Global_City	18	41	137	206	V_Mapa	11	99	129	202
Cayetano_Biylevard	19	31	132	197	E_Rodrigues_Sr_Avenue	10	86	114	174
FTI	20	-	129	186	Araneta_Avenue	9	81	106	174
Dona_Soledad_Avenue	21	-	136	191	Timog_Avenue	8	82	106	175
Dr_Arcadio_Santos_Avenue	22	-	151	204	North_Avenue	7	119	147	224
Alabang-Zapote_Road	23	-	100	136	Tandang_Sora_Avenue	6	85	133	204
Talon_Singko	24	-	97	115	Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	5	-	139	220
Molino_Road	25	-	78	118	San_Bartolome	4	-	138	220
Daang_Hari	26	-	85	126	Novaliches	3	-	146	243
Jose_Abad_Santos_Avenue	27	-	103	155	Zabarte_Road	2	-	136	202
Paliparan_Road	28	-	150	201	Camarin_Road	1	-	84	122
Governor's_Drive					L_Langit_Road				

出典: JICA 調査団

表 5.2-2 (4) 駅間需要 (オプション: B1)

オプション: B1

(単位: 1,000 Passengers/日)

北→南					南→北				
駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
Bahay_Pare_Road	1	-	86	95	Governor's_Drive	26	-	155	200
Mt._Samat_Road	2	-	77	106	Paliparan_Road	25	-	106	155
Llana_Road	3	-	118	176	Jose_Abad_Santos_Avenue	24	-	89	125
Gen._Luis	4	-	147	219	Daang_Hari	23	-	78	125
Tatalon	5	-	145	224	Molino_Road	22	-	94	123
Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	6	82	143	225	Talon_Singko	21	-	96	139
Tandang_Sora_Avenue	7	122	152	241	Alabang-Zapote_Road	20	-	147	201
North_Avenue	8	98	117	171	Dr._Arcadio_Santos_Avenue	19	-	135	187
Quezon_Avenue	9	101	125	178	Dona_Soledad_Avenue	18	-	125	178
Kamuning	10	114	134	192	FTI	17	55	132	189
Cubao	11	119	139	195	Cayetano_Biylevard	16	65	138	198
Santolan-Annapolis	12	120	143	207	Bonifacio_Global_City	15	85	125	185
Ortigas_North	13	109	133	191	Kalayaan_Avenue	14	90	125	181
Ortigas_South	14	93	127	183	Ortigas_South	13	108	129	186
Kalayaan_Avenue	15	88	124	184	Ortigas_North	12	119	141	202
Bonifacio_Global_City	16	67	141	196	Santolan-Annapolis	11	116	136	194
Cayetano_Biylevard	17	57	135	189	Cubao	10	115	137	191
FTI	18	-	130	180	Kamuning	9	97	125	171
Dona_Soledad_Avenue	19	-	138	191	Quezon_Avenue	8	96	118	162
Dr._Arcadio_Santos_Avenue	20	-	150	203	North_Avenue	7	119	159	153
Alabang-Zapote_Road	21	-	100	143	Tandang_Sora_Avenue	6	77	153	237
Talon_Singko	22	-	98	131	Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	5	-	153	231
Molino_Road	23	-	78	125	Tatalon	4	-	142	222
Daang_Hari	24	-	87	124	Gen._Luis	3	-	113	179
Jose_Abad_Santos_Avenue	25	-	105	153	Llana_Road	2	-	74	105
Paliparan_Road	26	-	153	199	Mt._Samat_Road	1	-	86	95
Governor's_Drive					Bahay_Pare_Road				

出典: JICA 調査団

表 5.2-2 (5) 駅間需要 (オプション: B2)

オプション: B2
北→南

(単位: 1,000 Passengers/日)

駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
Bahay_Pare_Road	1	-	86	94	Governor's_Drive	26	-	152	196
Mt_Samat_Road	2	-	76	98	Paliparan_Road	25	-	105	156
Llana_Road	3	-	115	164	Jose_Abad_Santos_Avenue	24	-	86	127
Gen_Luis	4	-	139	215	Daang_Hari	23	-	79	122
Tatalon	5	-	145	221	Molino_Road	22	-	95	119
Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	6	75	144	221	Talon_Singko	21	-	97	136
Tandang_Sora_Avenue	7	122	151	239	Alabang-Zapote_Road	20	-	146	201
North_Avenue	8	98	117	183	Dr_Arcadio_Santos_Avenue	19	-	133	189
Timog_Avenue	9	100	124	189	Dona_Soledad_Avenue	18	-	126	182
E_Rodrigues_Sr_Avenue	10	109	134	196	FTI	17	38	133	198
Gilmore	11	116	140	211	Cayetano_Biylevard	16	47	138	207
Greenhills	12	108	135	204	Bonifacio_Global_City	15	68	121	192
Ortigas_North	13	98	127	189	Kalayaan_Avenue	14	74	120	189
Ortigas_South	14	82	123	185	Ortigas_South	13	93	125	194
Kalayaan_Avenue	15	76	123	183	Ortigas_North	12	103	133	203
Bonifacio_Global_City	16	54	139	199	Greenhills	11	111	139	211
Cayetano_Biylevard	17	44	135	193	Gilmore	10	107	135	193
FTI	18	-	128	182	E_Rodrigues_Sr_Avenue	9	94	121	188
Dona_Soledad_Avenue	19	-	136	192	Timog_Avenue	8	94	116	181
Dr_Arcadio_Santos_Avenue	20	-	149	207	North_Avenue	7	120	156	246
Alabang-Zapote_Road	21	-	102	142	Tandang_Sora_Avenue	6	75	148	233
Talon_Singko	22	-	99	125	Mindanao_Avenue-Quirino_Highway	5	-	151	233
Molino_Road	23	-	78	123	Tatalon	4	-	143	208
Daang_Hari	24	-	86	128	Gen_Luis	3	-	119	163
Jose_Abad_Santos_Avenue	25	-	105	157	Llana_Road	2	-	71	96
Paliparan_Road	26	-	152	197	Mt_Samat_Road	1	-	85	90
Governor's_Drive					Bahay_Pare_Road				

出典: JICA 調査団

表 5.2-2 (6) 駅間需要 (オプション: B3)

オプション: B3

(単位: 1,000 Passengers/日)

北→南					南→北				
駅	区間	2025	2035	2045	駅	区間	2025	2035	2045
Bahay Pare Road	1	-	85	93	Governor's Drive	28	-	153	198
Mt. Samat Road	2	-	72	99	Paliparan Road	27	-	104	157
Llana Road	3	-	107	162	Jose Abad Santos Avenue	26	-	86	129
Gen. Luis	4	-	139	215	Daang Hari	25	-	79	121
Tatalon	5	-	149	221	Molino Road	24	-	92	110
Mindanao Avenue-Quirino Highway	6	86	151	227	Talon Singko	23	-	94	134
Tandang Sora Avenue	7	119	158	252	Alabang-Zapote Road	22	-	146	199
North Avenue	8	82	107	188	Dr. Arcadio Santos Avenue	21	-	133	186
Timog Avenue	9	81	107	188	Dona Soledad Avenue	20	-	125	181
Araneta Avenue	10	88	118	193	FTI	19	27	130	198
E. Rodrigues Sr. Avenue	11	100	131	216	Cayetano Biylevard	18	37	136	208
V. Mapa	12	106	144	223	Bonifacio Global City	17	49	119	189
Jose Rizal University	13	106	142	223	Kalayaan Avenue	16	56	121	191
Old Wak Wak Road	14	106	143	225	Ortigas South	15	76	123	197
Ortigas North	15	78	127	206	Ortigas North	14	104	136	217
Ortigas South	16	59	125	195	Old Wak Wak Road	13	105	138	217
Kalayaan Avenue	17	52	123	193	Jose Rizal University	12	104	139	216
Bonifacio Global City	18	41	139	207	V. Mapa	11	99	128	211
Cayetano Biylevard	19	31	133	198	E. Rodrigues Sr. Avenue	10	86	113	189
FTI	20	-	128	184	Araneta Avenue	9	81	102	184
Dona Soledad Avenue	21	-	135	190	Timog Avenue	8	82	101	184
Dr. Arcadio Santos Avenue	22	-	148	203	North Avenue	7	119	160	255
Alabang-Zapote Road	23	-	98	140	Tandang Sora Avenue	6	86	152	240
Talon Singko	24	-	96	118	Mindanao Avenue-Quirino Highway	5	-	151	231
Molino Road	25	-	78	120	Tatalon	4	-	148	220
Daang Hari	26	-	85	126	Gen. Luis	3	-	118	168
Jose Abad Santos Avenue	27	-	103	154	Llana Road	2	-	77	99
Paliparan Road	28	-	152	195	Mt. Samat Road	1	-	88	92
Governor's Drive					Bahay Pare Road				

出典: JICA 調査団

(3) 料金収入

本地下鉄の各オプションにおける料金収入は、表 5.2-3 に示すとおりである。

表 5.2-3 地下鉄料金収入

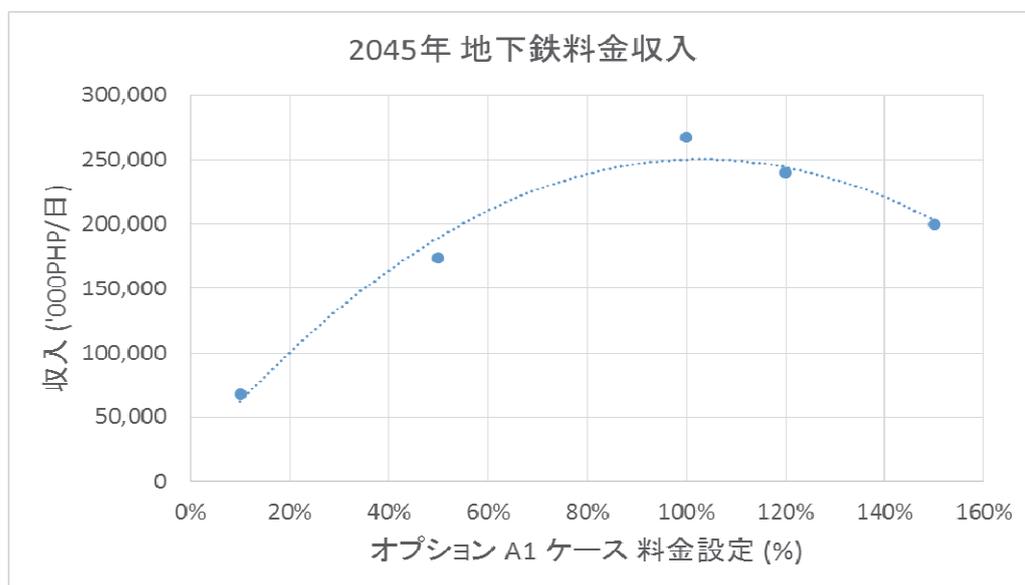
料金収入	単位	オプション	2025 年	2035 年	2045 年
	1,000 PHP/日	A1	27,277	143,666	267,421
	A2	25,411	143,366	270,344	
	A3	29,464	155,694	294,724	
	B1	27,277	155,112	276,865	
	B3	25,411	156,469	284,738	
	B3	29,464	168,527	307,441	

出典：JICA 調査団

注：上記の 2035 年および 2045 年の数値は北・中央・南ゾーンの全区間を含む。

(4) 料金感度

オプション A1 ケースでの 2045 年の料金感度分析結果を図 5.2-1 に示す。下記図から読み取れるように、本調査で設定した料金体系は本地下鉄事業の実施に適していると考えられるが、今後のフィージビリティ調査等で更なる検討が必要である。



出典：JICA 調査団

図 5.2-1 地下鉄料金感度分析結果

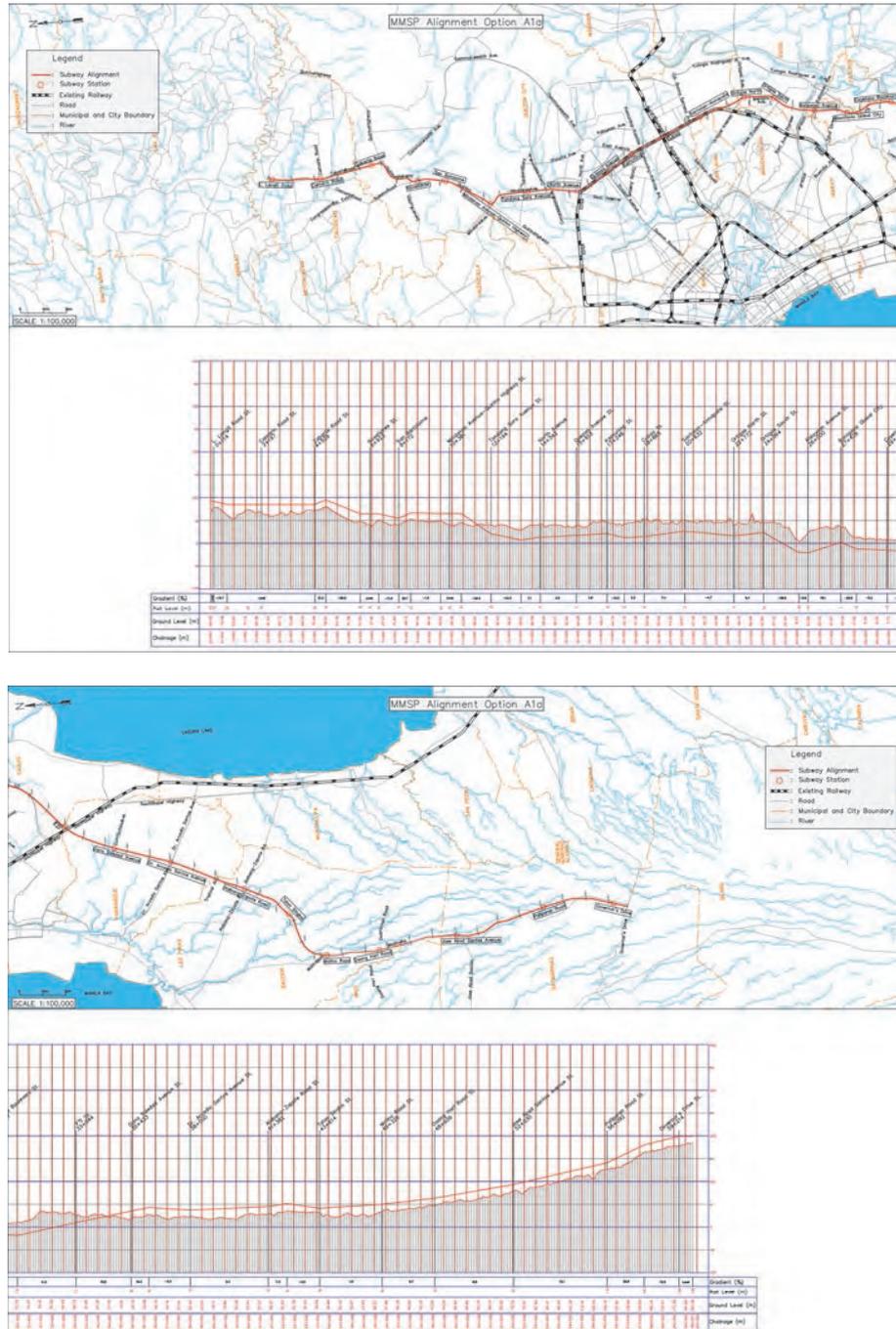
第6章

概略路線計画

第6章 概略路線計画

6.1 路線・線形計画

4章の各クライテリアに基づき検討し、4.8章で示した通りの全12オプションの候補路線に関し、概略の平面・縦断線形を策定した。これらは別添Dに示すが、オプションA1aの概略平面・縦断線形図を図6.1-1に示す。



出典：JICA 調査団

図6.1-1 オプションA1aの概略平面・縦断線形図

6.2 土木施設計画

6.2.1 概要

土木構造物の選定においては、都市鉄道を導入する地域の都市化率、道路幅員及び道路交通の状況、土地利用との整合性、鉄道システムの特徴が重要な基準となる。都心部では道路幅員が狭く、交通状況も悪化している場合が多く、都市鉄道システムの建設及び導入にあたっては、道路混雑の更なる悪化を招くことが予想される。更に都心では建物や住居が道路の沿道に立地しているため、用地取得に係る費用や時間を考慮し高架構造もしくは地下構造が推奨される。

用地取得が比較的容易で住民移転の発生が少ない郊外地域であっても、郊外の地域開発と交通システムの一体的な開発に当たり、①道路及び鉄道システムに必要な用地を先行取得し、②地域開発のコンセプトに都市部の高度化利用を適用すべきである。

マニラ首都圏の街路への平面型鉄道システム導入は更なる道路混雑の悪化を招く恐れがあるため、地下鉄システムの規模や特徴の観点から、地下鉄システムは地下構造もしくは高架構造として整備され、利用者の利便性に配慮した設計が施される。

6.2.2 土木構造物の種別

地下鉄の建設と導入にあたり、車両、電気・機械（E&M）、装置、信号システム、運行に必要な補助施設、維持管理に必要な空間、非常用施設、安全施設からなる鉄道システムは、土木構造物の種類の設定において全て考慮されるべきである。

土木構造物種別と一般的な軌道系交通システムの適合性は、表 6.2.2-1 に示すとおりである。

表 6.2.2-1 構造種別と一般的な軌道系鉄道システムの適合性

交通システム	平面		高架	地下
	専用軌道	併用軌道		
MRT	A	B	A	A
LRT	A	B	A	A
モノレール（跨座式）	N/A	C	A	B
モノレール（懸垂式）	N/A	C	A	N/A
AGT	N/A	C	A	A

凡例： A=最適； B=可； c=不可； N/A=非適用

出典：JICA 調査団

(1) 高架構造

MRT（架空線タイプ）と LRT（架空線タイプ）、跨座式モノレール、懸垂式モノレールおよび新交通システム（第三軌条タイプ）の導入に必要な標準的な空間を下表に示す。必要な空間はシステムの運行、側方及び上方の必要空間及び道路上の下方余裕からなる。

表 6.2.2-2 にシステムに運行な幅、また表 6.2.2-3 に標準的な占有幅を示す。

表 6.2.2-2 各システムの運行に必要な標準幅員

システム	運行に必要な幅員	詳細
MRT	10.9m	軌道中心間隔（最少 3.8m、標準 4.0m）、施工基面幅（2.75m）、路側施設幅（0.7m）
LRT	9.7m	軌道中心間隔（標準 3.2m）、施工基面幅（2.55m）、路側施設幅（0.7m）
跨座式モノレール	7.57m	軌道中心間隔（標準 3.7m）、多摩モノレール、東京モノレール、沖縄モノレール、等
懸垂式モノレール	8.84m	軌道中心間隔（標準 5.1m）、千葉モノレール、等
AGT	7.50m	軌道中心間隔（標準 3.75m）、ゆりかもめ、等

出典：JICA 調査団

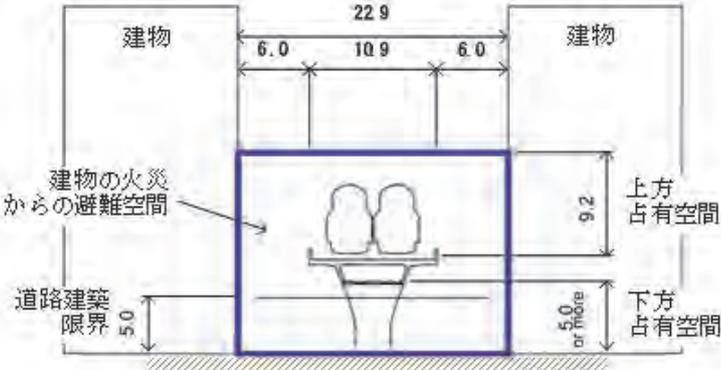
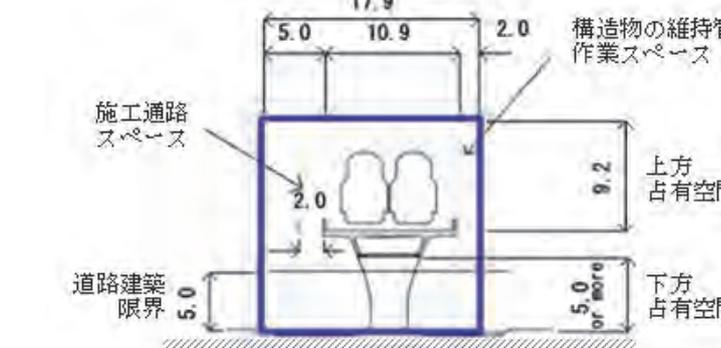
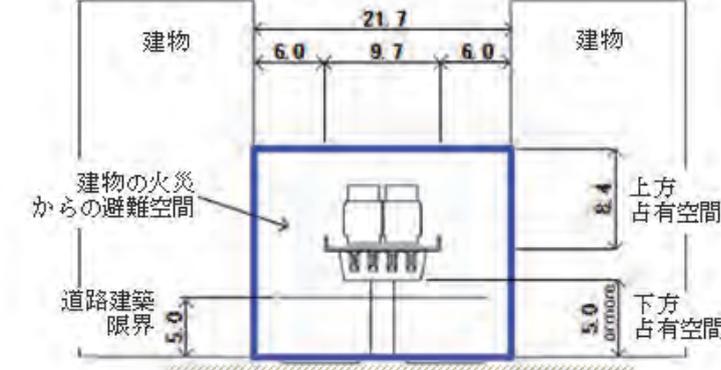
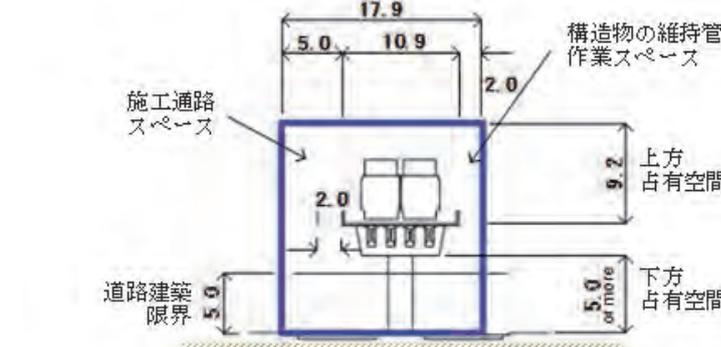
表 6.2.2-3 標準的な占有幅

種別	占有幅	基準	
側方占有幅	工事用道路	工事用道路として高架構造物の両側 5m を確保	日本の一般的な値
	維持管理通路	維持管理作業用道路として高架構造物の両側 5m を確保	フーチング幅
	火災時避難通路	沿線建物火災時の避難通路として軌道両側に 6m を確保	日本基準
	モノレール乗客救助用通路	救助用通路として建築限界の両外側に 3m を確保	日本基準
上方占有高	MRT/LRT	電柱設置スペース及び電線との絶縁離隔距離（直流）	日本基準
	跨座式モノレール	建築限界の上方 2m	安全のための余裕を見込む
	懸垂式モノレール	構造物の上端から 2m	維持管理作業スペース
	AGT	建築限界の上方 2m	安全のための余裕を見込む
下方占有高	MRT/LRT/AGT, 跨座式モノレール	構造物(横桁)底面から道路の建設限界上端まで 5m	比国基準
	懸垂式モノレール	懸垂式モノレールの建築限界下端から道路の建築限界上端まで 5m に 2m の余裕を加える	比国基準に安全のための余裕を見込む

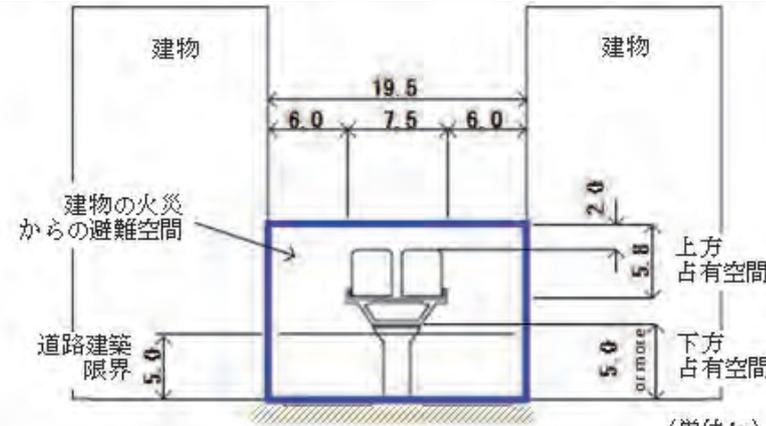
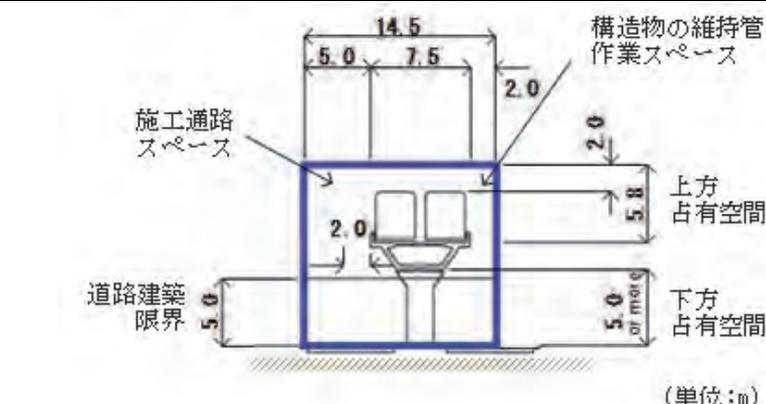
出典：JICA 調査団

各交通システムの代表的な高架構造について標準的な占有区間を表 6.2.2-4 に示す。据付空間を示す 2 つの断面図には最大必要幅員（建物に隣接する区間）及び最小必要幅員（その他の区間）をそれぞれ示す。

表 6.2.2-4 標準的な設置空間

交通モード	区間	標準的な設置空間
MRT (架空線タイプ)	建物に隣接する区間	 <p>(単位:m)</p>
	その他区間	 <p>(単位:m)</p>
LRT (架空線タイプ)	建物に隣接する区間	 <p>(単位:m)</p>
	その他区間	 <p>(単位:m)</p>

交通モード	区間	標準的な設置空間
跨座式 モノレール	建物に隣接する区間	<p>(単位:m)</p>
	その他区間	<p>(単位:m)</p>
懸垂式 モノレール	建物に隣接する区間	<p>(単位:m)</p>
	その他区間	<p>(単位:m)</p>

交通モード	区間	標準的な設置空間
AGT (第三軌条方式)	建物に隣接する区間	 <p>(単位:m)</p>
	その他区間	 <p>(単位:m)</p>

出典：JICA 調査団

(2) 地下構造

都市鉄道の地下構造として採用されるのは、シールドトンネル、開削トンネル及び U 型壁である。地下構造は MRT、LRT 及び AGT など主な鉄道システムに適用可能である。地下構造物の設計基準に基づき、地下の鉄道構造物とその周辺の間には要求される離隔を確保する必要がある。各地下構造形式の採用に必要な空間を以下に示す。

(a) シールドトンネル

1) 最小土被り

一般的に最小土被りはトンネル外径と同程度を確保する。特に土質、掘削断面サイズ、地表の状況及び施工性を十分に考慮の上、必要な土被りを設定する。

2) 最小土被り(河川下)

トンネルの浮き上がりを防止するために必要な河川下を通過する場合の最小土被りは、トンネル外径の 1.5 倍である。

3) トンネル間の離隔

並列または縦列の単線トンネルでは、施工時の影響を避けるために必要なトンネル間の離隔は、トンネル外周径以上を確保する。

4) その他

民地または鉄道の下を通過する場合、建物または軌道への影響を減らすため、土被り厚を若干大きくする必要がある。離隔を上記より小さくする場合は影響の検討と安全の確保を考慮する必要がある。経験上、地盤改良等の特別な処置を行った上でトンネル外径の1/2程度を確保するのが一般的である。

また、安全な離隔が確保できない場合は、補助工法を検討する。隣接する地下構造物や杭とシールドトンネルとの離隔は、シールドトンネル同士の離隔と同程度を確保する。

標準的な単線及び複線シールドの設置に必要な空間を表 6.2.2-5 に示す。

表 6.2.2-5 標準的な地下構造物の設置空間

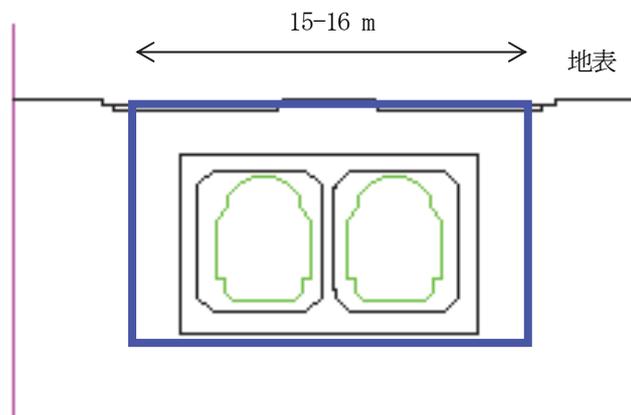
形状	標準的な設置空間		
単線並列 シールド トンネル			
	標準外径	D = 6.7m	
	最小 土被り厚	標準	Df = 1D = 6.7m
		民地、線路下	Df > 1D = 6.7m 以上
	河川下	Df = 1.5D = 10m 以上	
最小坑間離隔	dc = 1D = 6.7 m (状況に応じ、0.5D = 3.4m) 注) 地盤改良等により最少 0.4m まで可能		
地下構造物との最小離隔	de = 1D = 6.7 m (状況に応じ、0.5D = 3.4m)		
単線縦列 シールド トンネル			
	標準外径	D = 6.7m	
	最小 土被り厚	標準	Df = 1D = 6.7m
		民地、線路下	Df > 1D = 6.7m 以上
地下構造物との最小離隔	de = 1D = 6.7 m (状況に応じ、0.5D = 3.4m)		

形状	標準的な設置空間	
複線 トンネル		
標準外径	D = 10.4m	
最小 土被り厚	標準	Df = 1D = 10.4m
	民地、線路下	Df > 1D = 10.4m 以上
	河川下	Df = 1.5D = 15.6m 以上
地下構造物との最小離隔	de = 1D = 10.4 m (状況に応じ、0.5D = 5.2m) 注) 地盤改良等により最少 0.4m まで可能	

出典：JICA 調査団

(b) 開削トンネル

図 6.2.2-1 に示す標準的な開削トンネルは深さ約 10m、幅 15~16m である。土被りは構造物設計基準及び鉄道システムの技術仕様に従って設定される。

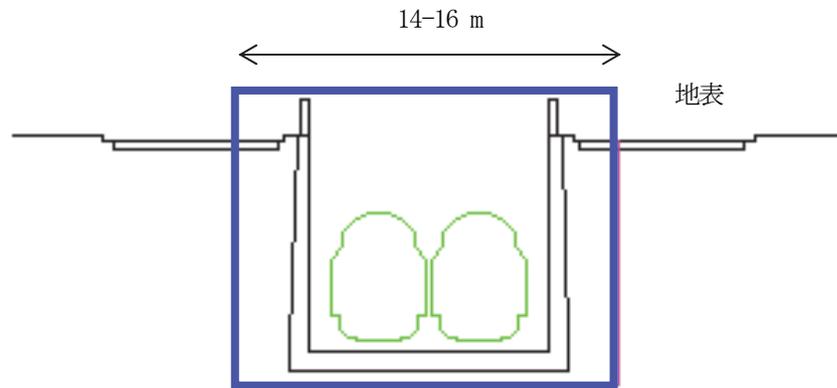


出典：JICA 調査団

図 6.2.2-1 開削トンネルの標準断面

(c) U型壁

U型壁の標準的な設置空間は、最大深さ 10m、幅 14~16m である。この幅は点検通路及び救難・避難通路を含む (図 6.2.2-2)。道路交通の安全上必要な開口部までの余裕幅は、現地の所管機関、構造物設計基準及び鉄道システムの技術仕様の定めるところによる。

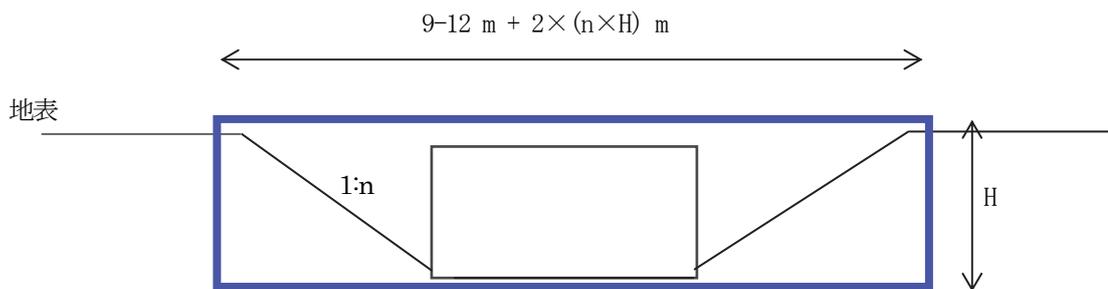


出典：JICA 調査団

図 6.2.2-2 U型壁の標準断面

(d) 切土

切土の標準断面を図 6.2.2-3 に示す。点検その他運行に必要な作業用の幅員を含む切土幅は、法面の幅及び高さから決まるが、最小幅員は 9~12m である。同様に水平方向の余裕幅は、現地の所管機関、構造物設計基準及び鉄道システムの技術仕様の定めるところによる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.2-3 切土の標準横断

6.3 駅計画

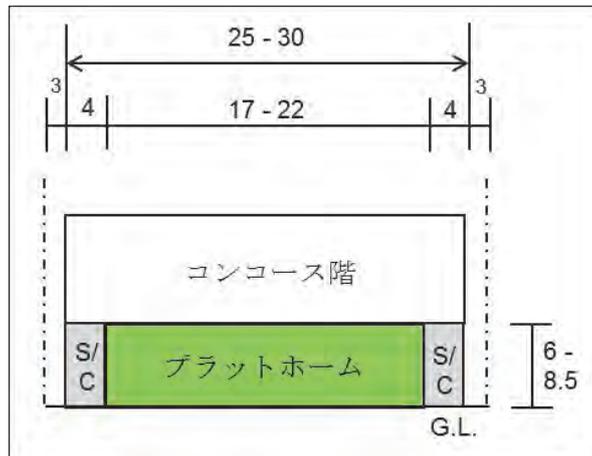
6.3.1 駅の必要空間

駅の代表的な構造形式は橋上駅、高架駅及び地下駅に区分される。各形式の概要を以下に述べる。

(1) 橋上駅

橋上駅に必要な空間と主な寸法を以下に示す。(図 6.3.1-1、図 6.3.1-2)

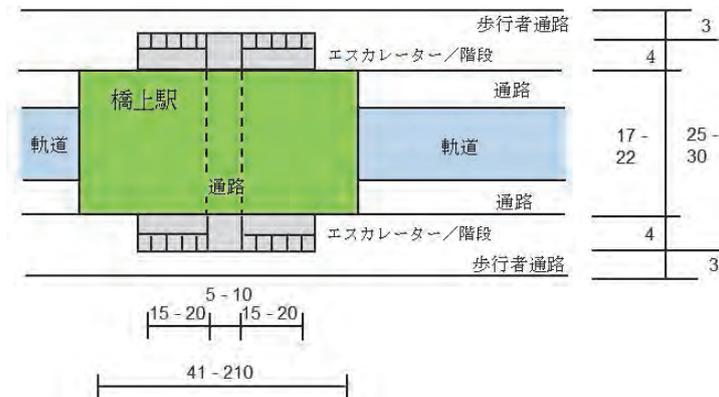
- (a) 必要な総幅員：25～30m
- (b) 橋上駅部の幅：17～22m
- (c) エスカレーター/階段：4m (並列)
- (d) 歩道：車いすの通行を考慮し、最小3m
- (e) コンコース階の通路幅：5～10m (乗降客数による)
- (f) エスカレーター/階段の長さ：高さ6～8.5m に対し、15～20m
- (g) プラットホーム長：41～210m (乗降客数及び列車長による)



(単位：m)

出典：JICA 調査団

図 6.3.1-1 橋上駅の必要幅員



(単位：m)

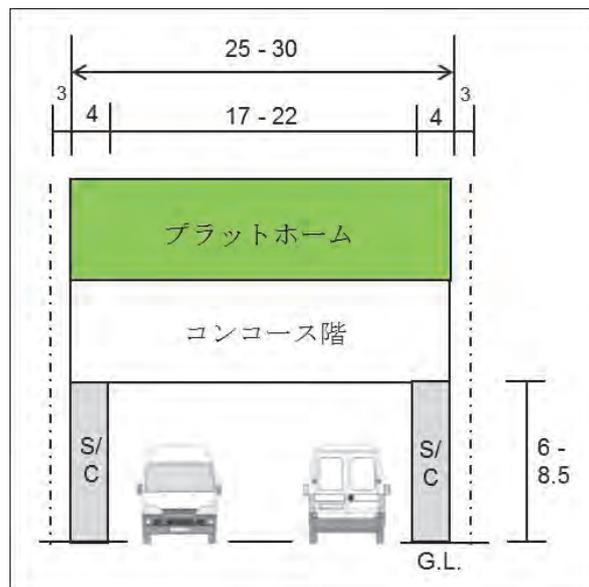
出典：JICA 調査団

図 6.3.1-2 橋上駅の設置空間

(2) 高架駅

高架駅に必要な空間と主な寸法を以下に示す。(図 6.3.1-3、図 6.3.1-4)

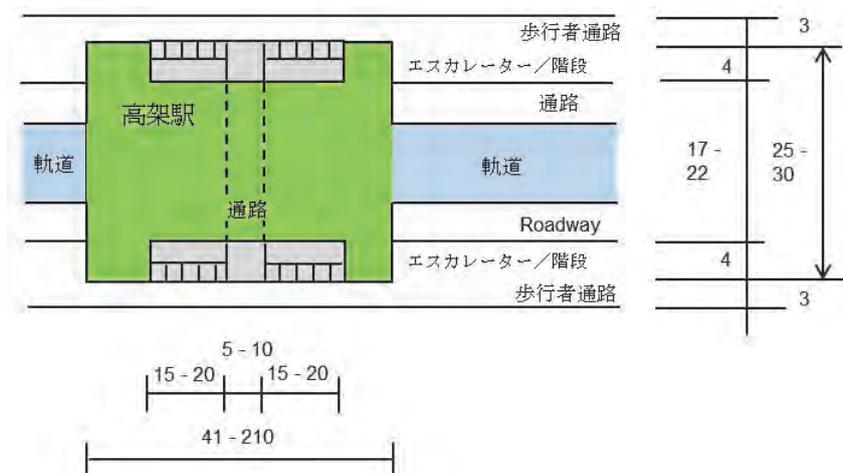
- (a) 必要な総幅員：25～30m
- (b) 高架駅部の幅：17～22m
- (c) エスカレーター/階段：4m (並列)
- (d) 歩道：車いすの通行を考慮し、最小3m
- (e) 通路幅：5～10m (乗降客数による)
- (f) エスカレーター/階段の長さ：高さ6～8.5m に対し、15～20m
- (g) プラットホーム長：41～210m (乗降客数及び列車長による)



(単位：m)

出典：JICA 調査団

図 6.3.1-3 高架駅の必要幅員



(単位：m)

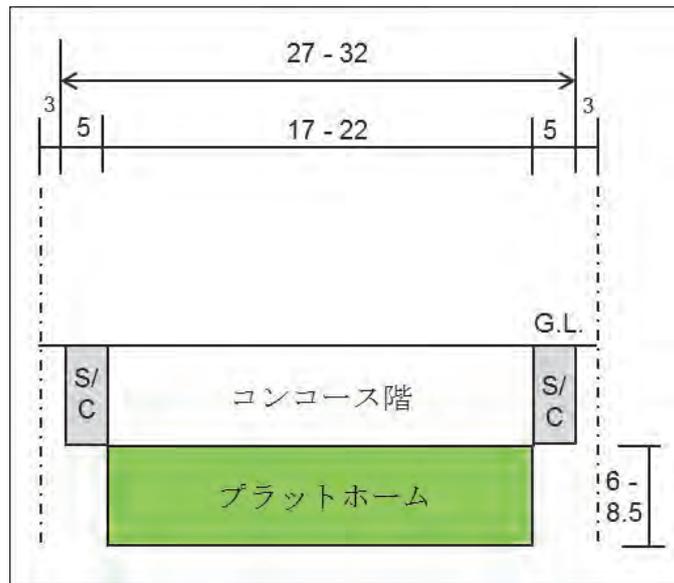
出典：JICA 調査団

図 6.3.1-4 高架駅の設置空間

(3) 地下駅

地下駅に必要な空間と主な寸法を以下に示す。(図 6.3.1-5、図 6.3.1-6)

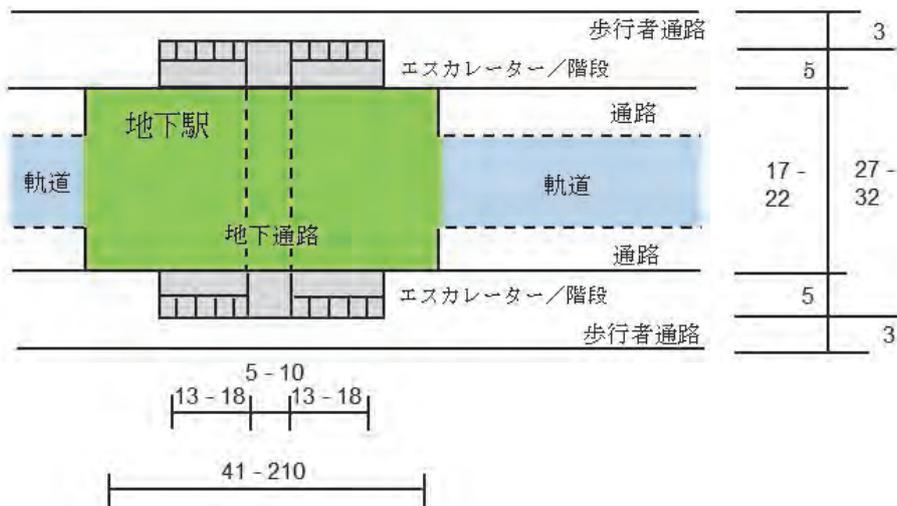
- (a) 必要な総幅員：27～32m
- (b) 地下駅部の幅：17～22m
- (c) エスカレーター/階段：壁構造の手すりも含め、5m（並列）
- (d) エスカレーター/階段の長さ：高さ5～7.5mに対し、13～18m
- (e) 通路幅：5～10m（乗降客数による）
- (f) プラットホーム長：41～210m（乗降客数及び列車長による）



(単位：m)

出典：JICA 調査団

図 6.3.1-5 地下駅の必要幅員



(単位：m)

出典：JICA 調査団

図 6.3.1-6 地下駅の設置空間

6.3.2 プラットホーム形式

プラットホームには異なる特徴を持つ2つのタイプがある。図6.3.2-1では(1)島式ホーム、(2)相対式ホームの形状を示す。必要な設備幅はそれぞれのタイプによって異なる。島式ホームの駅舎構造物の幅は相対式ホームの幅より狭くすることが可能である。

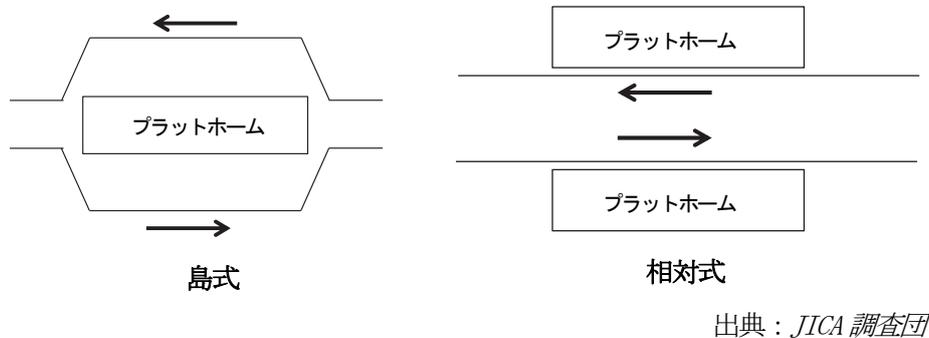


図6.3.2-1 プラットホーム形式

それぞれのプラットホーム形式の特徴（利点・欠点）は下記のとおりである。

(1) 島式プラットホーム

- 相対式の2つのプラットホーム幅の合計よりもプラットホーム幅が狭く、駅構造物を狭く出来る。地下駅の場合に特に有効である。
- 両方向の列車へのアクセスが容易。
- 郊外の駅のように、朝ピークは上り線の乗客が多く、夕方は下り線の到着客が多いなど、それぞれの方向のピーク時が異なる駅に適している。
- エスカレーター／エレベーターの数を少なくすることが出来る。
- 高架路線の場合、駅手前で本線から駅構内に入る区間で曲線が必要となるため、建設費を抑えるために駅間の構造物の高さを低くできる区間が短くなり、効果が小さい
- 駅間の構造物の高さを低くすることが難しいため、省エネ運転が出来ない。
- 将来的に輸送力増強のためにプラットホームを延長し、編成当たりの車両数を増やすことが出来ない。

(2) 相対式プラットホーム

- 島式プラットホームに比べて2つのプラットホーム幅の合計が広いいため、駅構造物が広くなる。
- 方向によりプラットホームが分かれているため、間違った方向のホームに行ってしまう可能性がある。
- 都心部の駅のように、それぞれの方向の乗降客数がどの時間帯でも大きな差がない駅に適している。
- プラットホームが2つのため、エスカレーター／エレベーターの数が多くなる。

- 高架路線の場合、駅間の構造物の高さを低くし、建設費を抑えることが出来る。（駅間と駅構内の平面線形が直線のため）
- 駅間の構造物の高さを低くすることにより、省エネ運転が可能となる。
- 将来的に輸送力増強のためにプラットホームを延長し、編成当たりの車両数を増やすことが出来る。



出典：JICA 調査団

図 6.3.2-2 島式プラットホームの事例
(バンコク・ブルーライン：地下鉄)



出典：JICA 調査団

図 6.3.2-3 相対式プラットホームの事例
(バンコク・エアポートリンク：高架鉄道)

6.3.3 駅の建築デザイン

従来の駅のデザインコンセプトは、地域の状況やランドマークとしての役割が主だったが、近年ではより造形的な意匠や、都市開発を誘導する機能が求められている。デザイン上の特徴では円や曲線が多く採用され、建材はガラスやアルミニウム、布が多く採用されている。（図 6.3.3-1、図 6.3.3-2 参照）。



出典：metrobits.org

図 6.3.3-1 駅の屋根
(クアラルンプール・モノレール)



出典：JICA 調査団

図 6.3.3-2 駅の屋根
(舍人ライナー)

駅のデザインは景観的な良さだけでなく、機能の観点からも重要である。例えば、プラットホームでの換気機能を有する屋根は雨を避けながら自然の風を取り入れることが出来る。駅構内やプラットホームにキオスクや商業施設の設置をすることで鉄道利用客の利便性も高まる。混雑する駅においては、利用客の流

れを考慮した施設配置をすることで流れをスムーズにすることが可能となる。便利な案内設備の設置により利用者が必要な情報を容易に得ることが出来る。多目的トイレは障がい者に対してだけでなく、お年寄りや子供連れの女性に親切な設備の一つである。(図 6.3.3-3)



出典：東京メトロ

図 6.3.3-3 多目的トイレ

6.3.4 エレベーター/エスカレーター

鉄道の高架化および地下化の進展に伴い、駅が立体化し、昇降施設の設置が必然化、また乗客の移動距離も増加している。上下移動への抵抗の解消のため、エレベーターおよびエスカレーター導入の必要性が増加し、これら施設の設置例が増えている。またこれらの施設は高齢者や移動制約者に対する利便性の向上にも有効である。車いすの転回が不要な 2 面扉や車いす対応のエスカレーターも広く採用されている。(図 6.3.4-1、図 6.3.4-2 参照)



出典：JICA 調査団

図 6.3.4-1 2 面扉エレベーター



出典：東京メトロ

図 6.3.4-2 車いす対応階段/エスカレーター

6.3.5 ユニバーサルデザインおよび特別な配慮（女性専用車両、優先席、等）

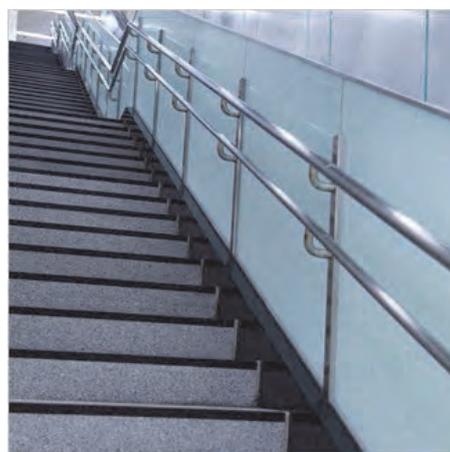
鉄道施設の設計において、子供、お年寄り、移動障がい者、妊婦、視覚障がい者等の利用客にも容易なアクセスを可能とするユニバーサルデザインの導入が近年は必須となっている。スロープ等による段差のないアクセス（図 6.3.5-1）や階段／エスカレーターにおいて車いすで昇降が出来る設備を設けることで車いす利用者が自由に移動できるようになる。また、階段に 2 段の手摺を設けることも子供やお年寄りに優しい。（図 6.3.5-2）

終日やピーク時のみなどに女性と子供専用の女性専用車を導入している鉄道事業者も多い。（図 6.3.5-3）更に、高齢者や障がい者、妊娠中女性のための優先席（図 6.3.5-4）や、車いす用スペース（図 6.3.5-5）などが広く採用されている。視覚障がい者の鉄道利用を促進する目的で、券売機に点字での案内（図 6.3.5-6）を設けるなど、様々な工夫もされている。



出典：東京メトロ

図 6.3.5-1 駅構内のスロープ



出典：東京メトロ

図 6.3.5-2 2段の手摺を設けた階段



出典：JICA 調査団

図 6.3.5-3 女性専用車



出典：JICA 調査団

図 6.3.5-4 車両内の優先席



出典：東京メトロ

図 6.3.5-5 車両内の車いすスペース



出典：東京メトロ

図 6.3.5-6 券売機横の点字運賃表

6.4 軌道

6.4.1 軌道の役割

軌道は、列車の走行路を確保し、進行方向を定めるとともに、走行に伴う振動を抑えたり車体を支えたりするものである。さらに、軌道の下にある路盤や構造物に力を分散して伝える役割を持つ。

このために、古くから軌道はバラスト、まくらぎ、締結装置、レールの組み合わせで構成されてきたが、近年では、施工性の向上、精度の保持、保守作業の軽減等の観点から新しい軌道構造が開発され、実用化されている。

6.4.2 軌道の種類

軌道の選定のため参考として、主な軌道の種類を表 6.4.2-1 に示す。

表 6.4.2-1 主な軌道の種類

軌道種別	バラスト軌道		スラブ軌道	
	バラスト軌道	バラスト・ラダー軌道	平板スラブ軌道	枠型スラブ軌道
写真				
使用場所	地平部、高架部、地下部	地平部、高架部、地下部	地平部、高架部、地下部	高架部、地下部
軌道の変位	発生しやすい	発生しにくい		
まくらぎの交換	交換可能	-		
保守作業	定期的な保守作業が必要	大幅に保守作業が軽減される		

軌道種別	直結軌道			
	コンクリート道床 直結軌道	着脱式弾性まくらぎ 直結軌道	着脱式弾性まくらぎ 直結軌道 (消音バラスト有り)	フローティング・ラダー軌道
写真				
使用場所	高架部、地下部	高架部、地下部	高架部、地下部	高架部、地下部
軌道の変位	発生しにくい			
まくらぎの交換	交換不可	交換可能		—
保守作業	大幅に保守作業が軽減される			

各々の軌道についてその特長等を以下に示す。

(1) バラスト軌道

古くから広く利用されている軌道構造であり、その長所と短所は以下である。

<長所>

- 列車の通過による振動や騒音を吸収する
- 建設費が安い

<短所>

- 列車荷重の分散性が比較的低いためバラストが変形してレールの沈下や不陸が発生する
- 高温や地震等によるレール座屈に弱い

従って、バラスト軌道は定常的なバラストの入れ替えや突き固め等の保守作業が必要となり、メンテナンスコストが掛かる。

このため、バラスト軌道の短所をカバーし、保守作業を軽減することが出来るバラスト・ラダー軌道が開発され、実用化されている。

バラスト・ラダー軌道は、従来とは異なり枕木をレール方向に敷設した構造になっていることから、列車荷重の分散性が向上し、軌道のズレが発生しにくい。従って、夜間のバラスト軌道保守が困難な区間、急曲線、トンネル、路盤不良部、伸縮継目等の保守が困難な箇所を主体として導入が進められている。

ただし、列車の走行速度が遅く、営業線ではない車両基地内においては、建設コストの安いバラスト軌道が利用されていることが多い。

(2) スラブ軌道

スラブ軌道は、保守作業を省力化するために開発された軌道構造のひとつである。スラブ軌道は、プレキャストコンクリートスラブを高架橋等の強固な場所に据え付け、レールを固定したものである。スラブ軌道の長所と短所を以下に示す。

<長所>

- 耐久性に優れる
- 構造重量が軽い
- 列車荷重に因る軌道の沈下や不陸は小さい
- 保守作業はバラスト軌道に比べ大きく軽減される

<短所>

- バラスト軌道と比べると、路盤とレールの間に音の減衰効果を生む隙間がなく、さらにスラブやコンクリート路盤の表面で反射する音も加わるため、車両の内外共に騒音や振動が大きい
- 災害などで軌道に狂いが生じた際、これを修正するための時間と費用がかかる

最近ではコンクリートスラブの中央部分をくり抜いて軽量化した枠型スラブ軌道が開発され、高架橋への荷重やコンクリートスラブの製作コストを低減することが出来るようになっている。

(3) 直結軌道

直結軌道も保守作業を省力化するために開発された軌道構造のひとつである。

直結軌道の道床はバラストではなくコンクリート製で、コンクリート枕木をコンクリート製の道床に固定して、その上にレールを敷設する構造になっている。直結軌道の長所と短所を以下に示す。

<長所>

- 軌道の狂いはほとんど発生しない
- 保線作業が大きく軽減するため、メンテナンスコストの抑制が可能

<短所>

- 地盤が軟らかい箇所や経時変化により沈下を起こす区間などで、地盤の沈下によりコンクリート道床そのものが沈下を起こした場合、道床の高さや横ずれの調整は困難

直結軌道は多くの種類が開発されている。

コンクリート道床直結軌道は、堅いコンクリート道床にまくらぎを固定し、その上にレールを取り付けている。従って、軌道の狂いはほとんど発生せず、保守作業が軽減される。コンクリート道床直結軌道は、地盤が強固で保線の作業環境が劣る長大トンネルや地下鉄などで採用されている。

欠点としては下記が挙げられる。

- 弾性がほとんど無く、列車の走行による振動を抑える効果が低い
- スラブ軌道と同様に、騒音が大きい。
- 事故や通常使用による軌道狂いが生じた場合、容易な修正は困難で、修復・修正には大規模な工事が必要となる。

そのため、上記の欠点を改良した弾性まくらぎ直結軌道が開発された。

弾性まくらぎ直結軌道は、まくらぎとコンクリート道床の間に弾性材を取り付け、振動や騒音を軽減する構造になっており、都市内の高架橋など振動・騒音に対して配慮が必要な箇所にも用いられている。

また、最近の弾性まくらぎ直結軌道は、道床を破壊せずに弾性材の交換が出来たり、軌道の位置調整を可能にしたり、まくらぎの交換も可能になっている。騒音を更に低減させるため、消音バラストを散布することも可能である。

また、ラダーまくらぎと呼ばれる枕木を従来とは異なりレール方向に敷設し、軌間を保つためにレールとレールの間で一定の間隔で鋼管を入れた、フローティング・ラダー軌道が開発されている。

この軌道の特長を以下に示す。

- コンクリート路盤とラダーまくらぎの間に防振材を挿入しているため、低振動、低騒音
- 軽量、防振による高架橋建設コストを低減
- 軌道敷設の工期短縮

フローティング・ラダー軌道は、近年、都市部の高架鉄道や地下鉄で採用されている。

本地下鉄はマニラおよび周辺地域の公共交通機関として重要な位置を占めるものになるため、将来に渡って継続的な運行を行う役割を持つ。その役割を果たすには、鉄道施設のメンテナンスを十分に行うことが最重要であるため、軌道に関しては、メンテナンスの負担が大きくなるようにする必要はある。

従って、初期コストを抑えることだけではなく、運営コストを抑えることも考え軌道の構造を選択することが重要である。

上記で挙げた着脱式弾性まくらぎ直結軌道やフローティング・ラダー軌道等は、建設およびメンテナンスの省力化を検討して開発された軌道構造であり、建設時から将来に渡り全体的に見て利点が多いため、今後の新規路線建設では主流になっていくものと考えられる。

ただし、車両基地内は列車の速度が低速で本線に比べ軌道への負担が少ないことから、車両基地内で使用する軌道構造の候補としては、建設コストが低く軌道調整が容易なバラスト軌道を挙げることが出来る。

6.5 車両基地計画

6.5.1 基地用地選択の基準

基地用地の選択のための基準には様々なものがあるが、まず必要なことは将来の運転計画、交通需要を満たすことである。土地の形状は細長いものが好ましく、平坦であり勾配の無いことが求められる。また、回送時間が短くなることが好ましい。

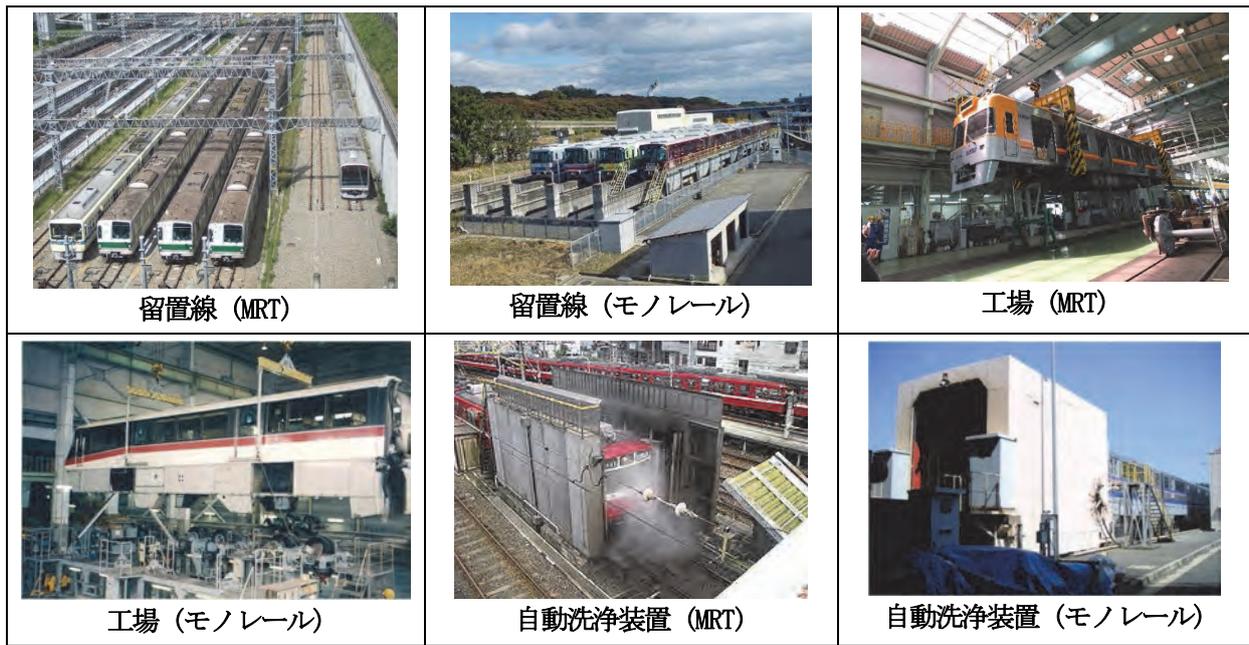
6.5.2 車両基地の機能

車両基地の主な機能は車両の留置と検査および修繕である。また、列車ダイヤに応じた効率のよい列車配備や作業計画が求められる。基地の一つの種類として、本線の運転指令、電力指令、乗務員用施設、軌道、電気、信号、通信、土木、建築の保守基地を統合したものが挙げられる。基地内の線路は下表のような用途を持っており、基地内の建物は管理棟、解艀装や修繕を行う工場主棟、車両検査棟、保守棟、変電所等の用途ごとに区分される。表 6.5.2-1 にこれらの建物を示す。以下の施設は上記の建物の中又は外に設置される。また図 6.5.2-1 に車両基地内の施設・設備の事例を示す。

表 6.5.2-1 車両基地の設備及び機能

設備		機能	
線路	留置線	車両留置	
	仕業検査線	仕業検査	
	交番検査線	交番検査	
	全般検査/要部検査線	解体検査	
	入場/出場整備線	入場検査、出場検査	
	洗浄線	車両の自動洗浄及び手洗い	
	引上げ線	入換え	
	試験線	試運転	
	保守用車留置線	保守用車両の留置	
建物/設備	主要建物	中央管理棟	総務、技術管理、機器管理、厚生施設
		工場主棟	車両の解艀装、機器修繕職場、用品倉庫、動力室等
		交番検査棟	交番検査
		仕業検査棟	仕業検査
		保守用車検査棟	保守用車両の留置
		受電変電所	本線及び工場への電力供給
	その他の設備	基地内通路	基地内の施設へのアクセス
		門	基地入り口
		塀	不法侵入防止
		緑地帯、駐車場	-
設備/装置	検査修繕設備	車両の検査及び修繕の為の設備	
	自動列車洗浄装置	車両の外板の自動洗浄	
	排水処理装置	工場排水及び洗浄後の排水の質を基準内に納める	
	屋外照明装置	留置線、洗浄線、基地内通路の照明	
	保守用車	線路及び電力、信号設備の保守の為の車両	
	焼却炉	工場廃棄物の焼却	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 6.5.2-1 車両基地内の施設・設備の事例

6.5.3 車両基地に必要な面積

様々な交通システムの基地の概要を表 6.5.3-1 に示す。1 両当りに必要な面積は基地の全体の面積及びそこに収容できる車両の数から推定できる。各種交通システムの車両基地の事例を図 6.5.3-1 に示す。

表 6.5.3-1 車両基地の面積

システム		車両数	基地面積 (ha)	1 両当り面積 (m ²)
メトロマニラ	LRT 1 号線 (LRT)	139	7.76	558
	LRT 2 号線 (MRT)	144 (将来)	8.80	772
	MRT 3 号線 (LRT)	120	8.40	700
MRT	仙台市地下鉄南北線 (日本)	84	8.80	1,047
	福岡市地下鉄空港線 (日本)	108	7.15	662
LRT	福岡市地下鉄七隈線 (日本)	68 (開業時)	7.90	1,161
モノレール	北九州モノレール (日本)	72 (将来)	5.56	772
	大阪モノレール (日本)	72 (将来)	5.10	708
	東京モノレール (日本)	54	3.00	556
	沖縄モノレール (日本)	44 (将来)	3.50	795
	多摩モノレール (日本)	92 (将来)	5.50	598
	千葉モノレール (日本)	34 96 (将来)	4.74	1,394 493 (将来)
AGT	横浜シーサイドライン (日本)	85 (現行) 170 (将来)	7.00	823 411 (将来)
	ゆりかもめ (日本)	156	5.60	359
浮上式 都市鉄道	愛知高速交通リニモ (日本)	24	3.50	1,458

出典：JICA 調査団

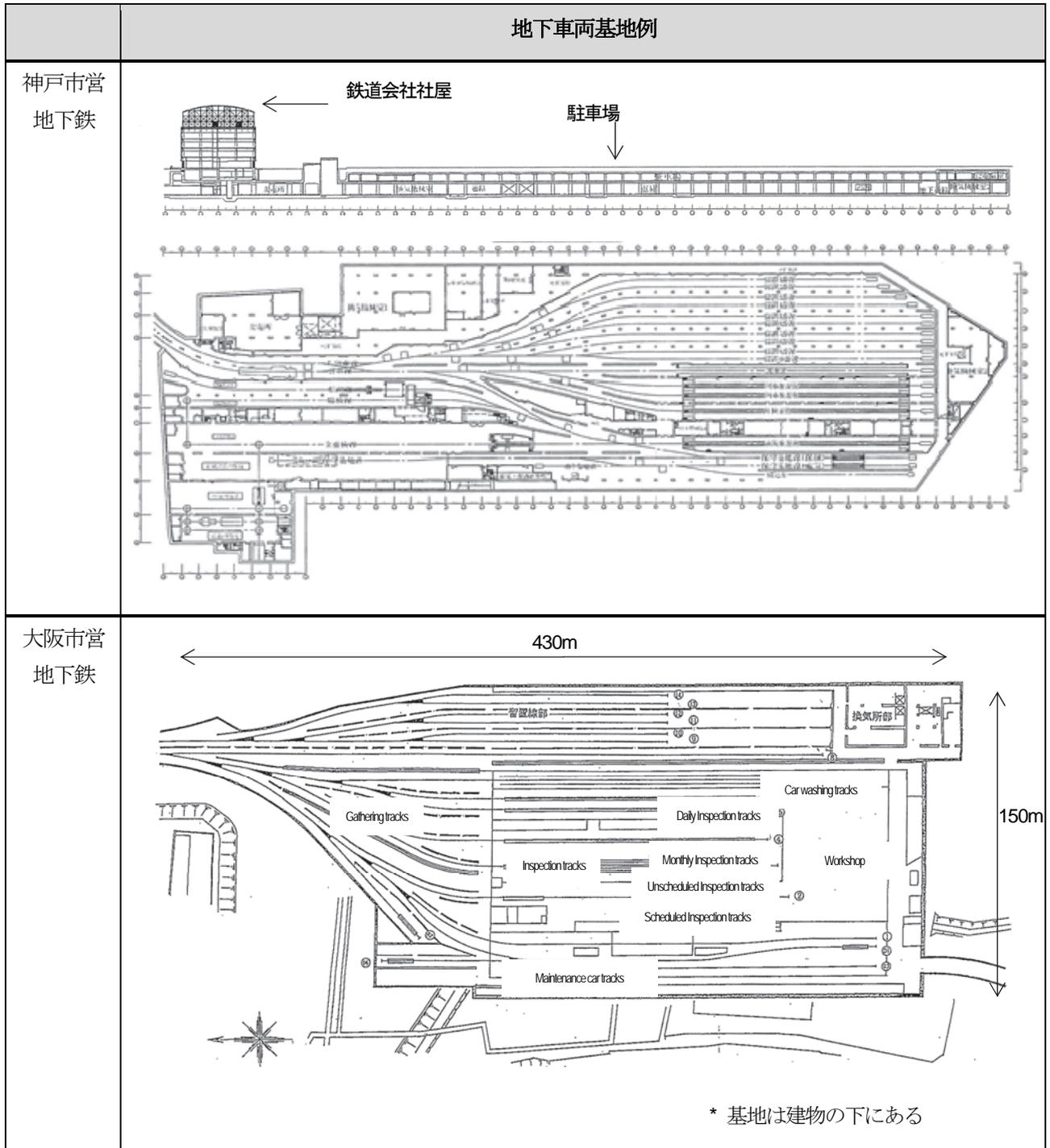


出典：JICA 調査団

図 6.5.3-1 各種交通システムの車両基地レイアウトの事例

6.5.4 地下車両基地

図 6.5.4-1 は日本の地下鉄における地下車両基地の事例である。車両基地の上には鉄道会社の社屋及び駐車場がある。

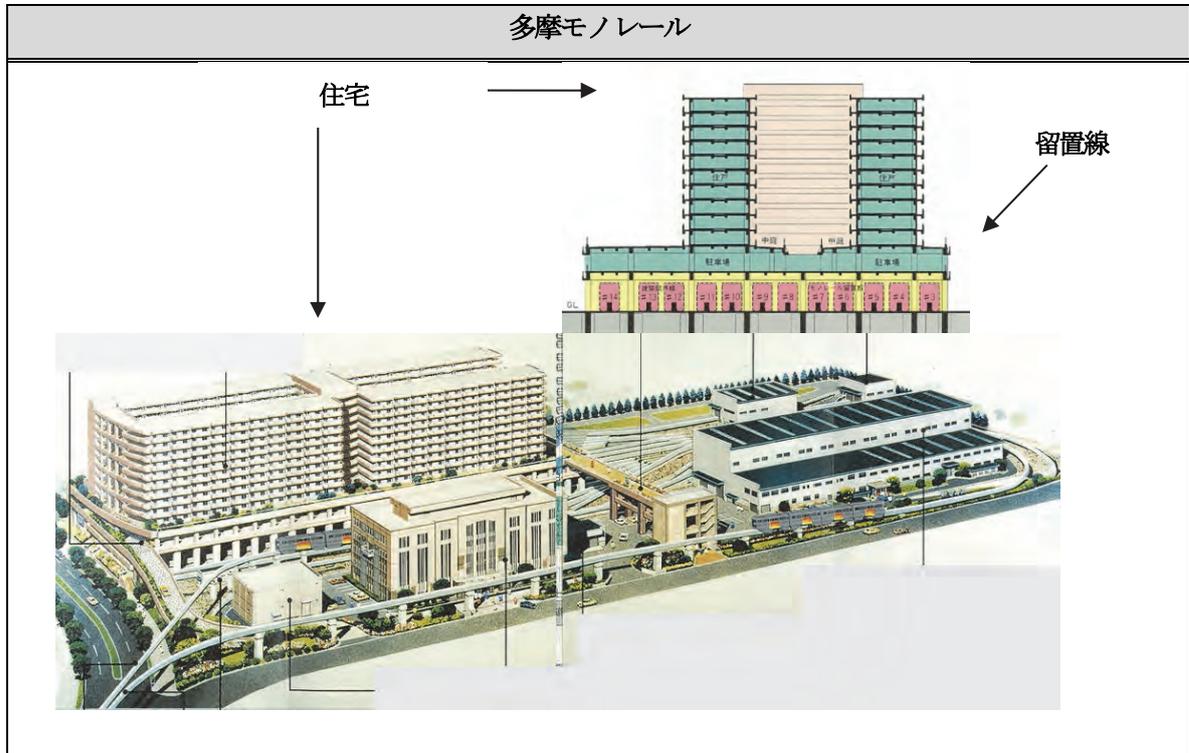


出典：JICA 調査団

図 6.5.4-1 地下車両基地例

6.5.5 建物内の車両基地

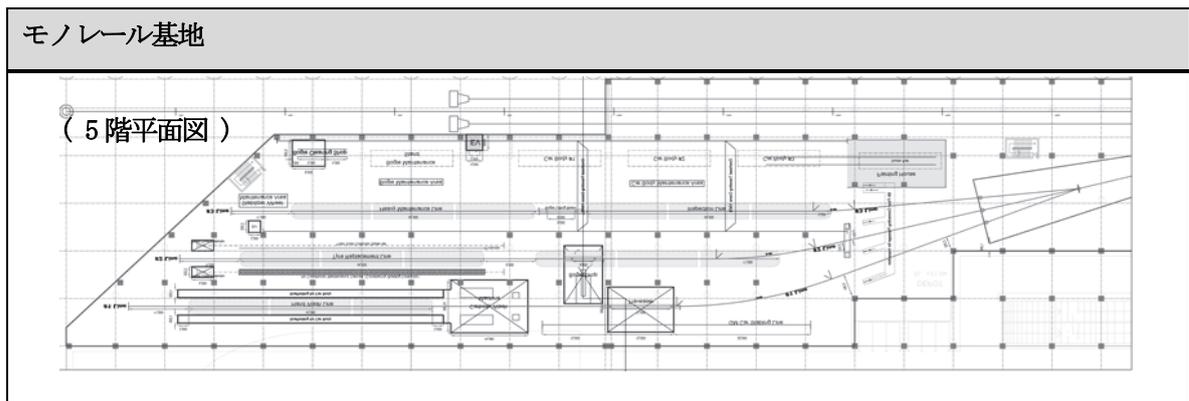
図 6.5.5-1 は日本の多摩モノレールの基地の概要である。東京都が建設した住宅が留置線の上に建てられている。



出典: 日立パンフレット

図 6.5.5-1 多摩モノレールの車両基地

図 6.5.5-2 は建物内にあるモノレールの基地の平面図である。



出典: 日立パンフレット

図 6.5.5-2 モノレール車両基地のフロアプラン例

6.5.6 MMSP の車両基地の規模

上記の考え方や例を参考にして、MMSP の車両基地は初期開業時と将来延伸時に必要な規模を考慮して計画する。また、路線や運転計画（7.5章を参照）を考慮して、車両基地の候補地は以下の場所とする。

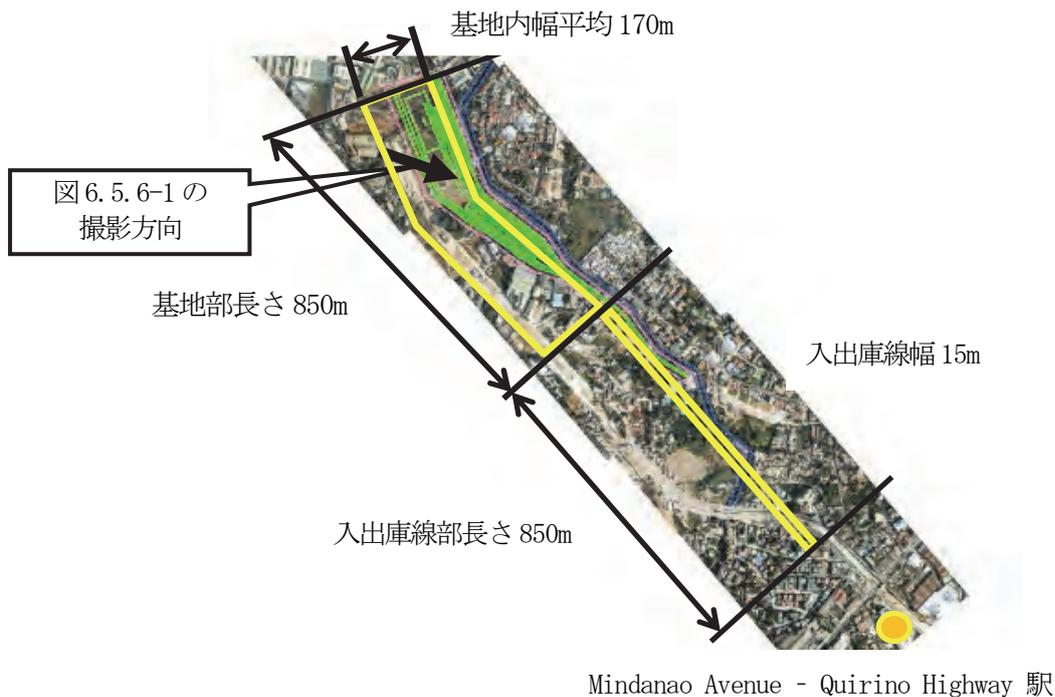
- (1) 2025年初期開業時（フェーズ1）
場所： Mindanao Avenue - Quirino Highway 駅北西部
面積： 約16 ha（図6.5.6-2）
収容車両数： 約200両
基地機能： 車両留置、車両洗浄、列車検査から全般検査までの全ての検査および修繕、乗務員施設、鉄道施設保守等
- (2) 2035年延伸時（フェーズ2）
場所： Governor's Drive 駅南部
面積： 約19.5 ha
収容車両数： 最大約450両
基地機能： 車両留置、車両洗浄、乗務員施設、鉄道施設保守等。車両の検査と修繕は、Mindanao Avenue の車両基地の検査・修繕施設を拡張して実施される。



出典：JICA 調査団

図6.5.6-1 フェーズ1の車両基地用地の候補地の現況

図6.5.6-2に初期開業時（フェーズ1）の車両基地の全体規模案を示す。



出典：JICA 調査団

図6.5.6-2 初期開業時の車両基地の全体規模案

6.6 本邦技術の活用（土木）

6.6.1 土木構造（高架式）

(1) 耐震設計の概念および方法

(a) 背景

大きな地震時に構造物や施設や住民などの安全性を確保するため、日本のすべての新しい構造物や公共施設を設計する際には地震の影響を考慮しなければならない。

阪神・淡路大震災（1995年）の後に実施された耐震設計基準の改訂は、2011年の東日本大震災のときにその効果が実証された。（新しい耐震設計基準に従って設計および建設された区間の新幹線では乗客の死亡者や重軽傷者は発生しなかった）

(b) 耐震設計の実施

地震の種類によって予測される損傷レベルに基づき、鉄道構造物（特に最も重要な構造部材である支柱）の重大な損傷レベルを設定する。

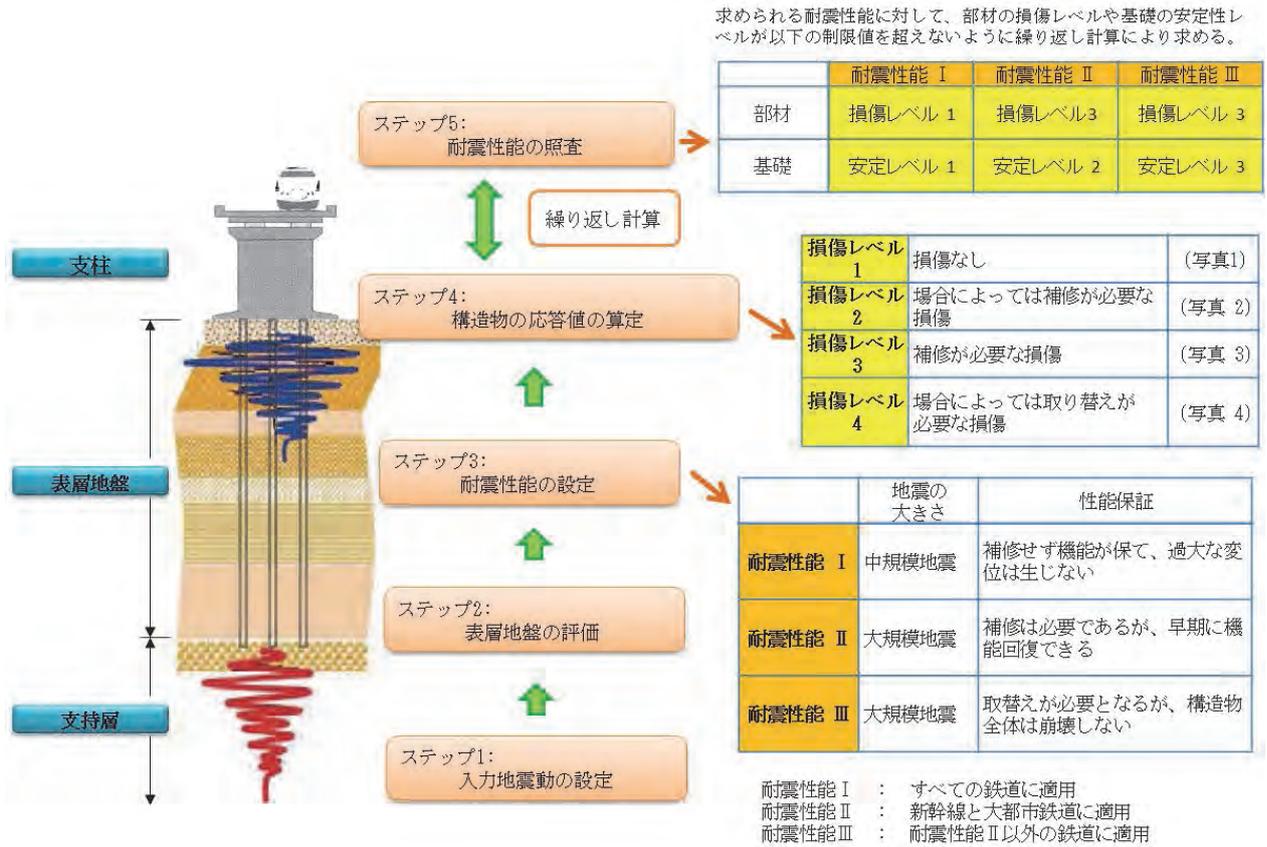
地震発生シミュレーションによって動的解析を行う。

(c) 日本の耐震設計基準のメリット

- 諸外国の耐震設計基準の実績と比較しても、日本の耐震設計は最小の損傷、人命損失および重軽傷者であること。
- 地震時の鉄道構造物や乗客の安全性を確保し、さらに経済的な設計であること。
- 構造部材として美的で細い横断面を持つ事ができること。

(d) 耐震設計手順

日本の耐震設計の手順を図 6.6.1-1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 6. 6. 1-1 耐震設計の手順

(e) レベル毎の損傷の例

損傷レベルの違いに因る損傷の例を図 6. 6. 1-2 に示す。

(写真1)
損傷レベル1
損傷なし



(写真2)
損傷レベル2
場合によっては補修が必要な損傷



(写真3)
損傷レベル3
補修が必要な損傷



(写真4)
損傷レベル4
場合によっては取り替えが必要な損傷



出典: JICA 調査団

図 6. 6. 1-2 損傷レベルの違いに因る損傷の例

(2) 制限された空頭下での場所打ち杭工法

日本の大都市では土木工事は狭く限られた作業スペースで行われてきた。困難な工事に対処するため、先進的な機械や装置等を利用した効果的な建設方法が確立されてきた。

場所打ち杭工法の作業例を図 6. 6. 1-3 に示す。



シートパイル



場所打ち杭

出典: 鹿島建設

図 6. 6. 1-3 場所打ち杭工法の例

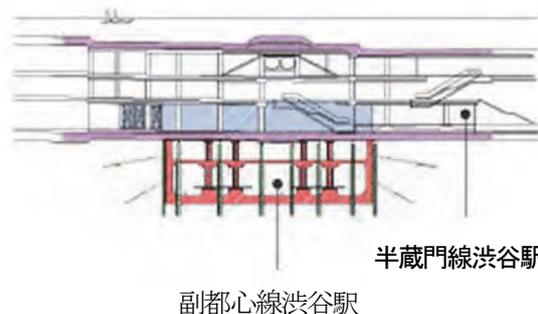
6. 6. 2 土木構造（地下）

(1) アンダーピニング

アンダーピニングは、既存の地下構造物に影響を与えずに新しい地下構造物を建設することが出来る工法である。（右側の図は、半蔵門線の直下に建設された副都心線渋谷駅の断面図である）



ビルの構造体と梁の間に挿入されたフラットジャッキ



半蔵門線渋谷駅

副都心線渋谷駅

出典: 鹿島建設

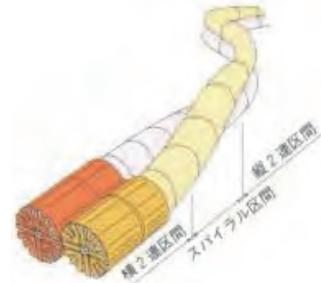
図 6. 6. 2-1 アンダーピニングの施工の例

(2) トンネルボーリングマシン／シールド工法

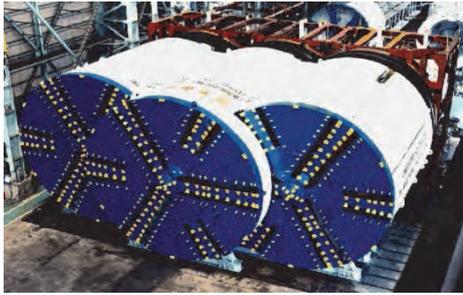
長年に渡る多くの地下構造物の建設を通じ、特定の地質条件や、制限された空間や制約された条件下での建設の困難さを乗り越えるために、日本では様々なタイプの工法や機器が開発され、適用されてきた。従って、様々な工法から最適な工法を提案する事ができる。トンネルボーリングマシン／シールドマシンの例を図 6. 6. 2-2 に示す。



4心円H&V シールドマシン



H&V シールドマシンに依るらせん状掘削



マルチフェースシールドマシン



出典：安藤ハザマ・日本シールド工法技術協会

図 6. 6. 2-2 トンネルボーリングマシン/シールドマシンの例

(3) 洪水対策

地下鉄における洪水対策の例を図 6. 6. 2-3 に示す。



地下駅出入口の止水板



トンネル内防水ゲート



防水扉と駅施設入口の嵩上げ

出典：東京メトロ

図 6. 6. 2-3 洪水対策の例

第7章

鉄道システム計画

第7章 鉄道システム計画

7.1 マニラ首都圏の既存鉄道の鉄道システムの現状

現在、マニラ圏には、フィリピン国鉄（PNR）、LRT 1 号線、LRT 2 号線 および MRT 3 号線の 4 つの路線の鉄道が運行されている。本プロジェクトの鉄道システム計画を策定するうえで、それらの路線の特徴をレビューした。その結果は、表 7.1-1 に示すとおりである。

PNR は、軌間 1,067mm の狭軌鉄道であり、非電化で旧式の鉄道システムである。機関車と中古の客車による旅客列車およびステンレス車体の動力分散型のディーゼル列車（DMU）が運行されているが、軌道の状態などはあまりよくない。

LRT 1 号線および MRT 3 号線は、いわゆるライトレール（LRT）方式の鉄道システムであり、旅客定員も少ない。近年は車両を含めた設備の保守不良により、最高運転速度の低下、列車運転本数の減少等により、通勤時には旅客の積み残しが発生する等、旅客需要を満たせない状況が常態化している。

LRT 2 号線は、名前は LRT となっているが、システム的には普通鉄道の構造をとっている。幅の広い車体構造であり、旅客定員の見地からは十分な大きさを持っているが、こちらも車両を含めた保守レベルの低下により、列車運転本数の減少等のサービス低下を招いている。

表 7.1-1 フィリピン国内の既存都市鉄道のシステム比較

	LRT 1 号線	LRT 2 号線	MRT 3 号線	PNR
概要	ライトレール方式、 旅客定員小、 連接台車構造	MRT 方式、 旅客定員大、 全電動車構成	ライトレール方式、 旅客定員小、 連接台車構造	DL 牽引客車列車、 一部は DC、 狭軌（1067mm）
車両	第 3 世代の車両はス テンレス製車体、 交流モータ駆動か	ステンレス製車体、 VVVF 制御による 交流モータ駆動	鋼製車体、 チョツパ制御による 直流モータ駆動	客車は JR 等の 払下車両（EC） 一部はステンレス 車体の DC
電化方式	DC750V、OCS	DC1500V、OCS	DC750V、OCS	非電化
信号方式	地上信号、 自動閉そく、ATP	車上信号、 自動閉そく、ATP、 ATO	地上信号、 自動閉そく、ATP	地上信号、 非自動閉そく
運行管理 方式	CTC、PRC による 集中制御	CTC、PRC による 集中制御	CTC、PRC による 集中制御	各駅の駅員による 制御

出典：JICA 調査団

PNR を除く LRT 等の都市鉄道は、いずれの路線も直流電化、運行管理は列車集中制御装置（CTC）、自動進路制御装置（PRC）を用いた中央指令所（OCC）からの集中管理方式となっている。

LRT 1 号線と MRT 3 号線の信号装置の現示は進行と停止の 2 現示の複線自動閉そく方式（自動列車防護：ATP 機能付き）、LRT 2 号線は車上信号現示の複線自動閉そく方式（ATP 及び、自動列車運転：ATO 機能付

き) となっている。

以上のように LRT 各路線は導入経緯、導入規模、導入システムによりそれぞれ異なる。LRT 1 号線と MRT 3 号線は、類似した信号システムを採用しているが、列車集中制御システム (CTC)、列車防護システム (ATP) 等の方式や詳細の仕様が異なっている為、現状のままでは双方の乗り入れは実現出来ない。これは LRT 2 号線も含め、LRT の導入にあたり、相互乗り入れを想定した細かい仕様の規程等を定めていない事も一因として考えられる。

7.2 車両計画および車両設計諸元

7.2.1 車両の基本コンセプト

本マニラ首都圏地下鉄事業 (MMSP) はマニラ首都圏地域を南北に貫通する計画路線長が 60 kmにも及ぶ基軸鉄道システムの建設を意図しており、需要予測から朝の通勤時間帯にかなりの旅客の集中が予想されている。鉄道システムには、一定の時間に大量かつ迅速・快適に旅客を輸送できる性能が求められる。車両は計画路線での用途に適合し、前記要求事項を実現し且つ持続可能な性能が求められ、詳細仕様は計画路線の様々な特性に応じ決定される。

本調査では本地下鉄向け車両に求められる基本的仕様の検討を行う。本地下鉄向け車両に求められる基本的事項は下記のとおりである。

- (1) 走行性能
地下鉄は一般的に既存の構造物を避け、道路下などの狭隘な土地に建設されるため、急曲線と急勾配が多く、駅間距離も短いため、高加減速性能や登坂性能が充分であること。
- (2) 安全性
カーブが多く、見通しの悪い地下区間を走行するため列車衝突を防止する ATC、ATO などの高度な運転保安装置を備えるとともに、車両火災防止の為徹底した不燃化を図り、異常時の退避が危険・困難でもあることから、これまで重大な事故が無いなど安全に関して十分な実績を持つこと。
- (3) 信頼性
同じく異常時の退避が危険・困難であることから故障の発生が少なく、故障が生じても運転が継続可能であるなど冗長性を持つこと。
- (4) 輸送量
需要に適応した大量の人員の輸送が可能で、大量の人員がスムーズに乗降可能であること。
- (5) ライフサイクルコスト・省エネルギー・メンテナンスフリー・リサイクル
高効率、3R などの社会的要請を追求していること。
- (6) 環境配慮
発熱量、騒音、振動を低減させ環境に配慮すること。
- (7) 快適性
乗客の多様なニーズに対応し乗車時に快適であること。

本調査では上記の要求事項を全て満たし且つ過酷な日本の通勤輸送で実績・信頼のある JR 東日本が使用している E233 系や東京メトロが使用している 16000 系をベースとした車両を想定し提案する。



E233 系車両



16000 系車両

出典：JICA 調査団

図 7.2.1-1 E233 系および 16000 系車両

7.2.2 車両の基本諸元

E233 系及び 16000 系をベースとした本地下鉄向け車両の基本諸元を表 7.2.2-1 に示す。

表 7.2.2-1 本地下鉄向け車両の基本諸元案

項目		諸元	
車両タイプ		E233 系	16000 系
編成		電車方式	電車方式
Tc:		10 両：6M4T	10 両：4M6T
M:		Tc+M+M+T+M+M+T+M+M+Tc	Tc+M+T+M+T+T+M+T+M+Tc
T:		8 両：6M2T Tc+M+M+M+M+M+M+T	
		6 両：4M2T Tc+M+M+M+M;Tc	
主要寸法 (mm)	車体長 (先頭車)	20150	20470
	車体長 (中間車)	20000	20000
	車体幅	2770	2800
編成あたり乗客定員	座席数	522	522
	乗客定員	1474	1518
編成重量 (空車) (t)		約 310	約 300
車体材料		軽量ステンレス	アルミニウム合金
車内設備	乗降口	両側に 4 か所ずつ	両側に 4 か所ずつ
	扉形状	両引戸：幅 1300	両引戸：幅 1300
	座席方式	ロングシート	ロングシート
最高速度 (km/h)		120	110
走行性能	加速度 (m/s ²)		0.92
	減速度 (m/s ²)	常用	1.3
		非常	1.3

動力システム	集電装置	シングルアーム式	
		編成あたり3ユニット (予備1基)	編成あたり4ユニット
	主制御装置	VVVFインバータ制御 (IGBT素子)	
		編成あたり3セット	編成あたり4セット
	主電動機	三相誘導電動機	永久磁石同期電動機
ブレーキ装置	電気ブレーキ優先電気指令式電空・回生併用ブレーキ		
台車	ボルスタレス式	ボルスタ式	
空調装置	屋根上集中搭載式		
旅客情報提供システム	液晶ディスプレイ式車内案内表示装置 自動放送音声案内装置	液晶ディスプレイ式車内案内表示装置 自動放送音声案内装置	
列車情報管理システム	TIMS	TIS	
信号システム	車内信号方式		
運転保安方式	ATC 同等		
列車無線	デジタル列車無線同等		

出典：JICA 調査団

7.2.3 本地下鉄向け車両の特徴

(1) 走行性能

通勤輸送用車両・地下鉄車両は発停車回数が多く、運行間隔も短い為に高加減速性能が重視される。MMSP 路線は駅間距離が最小 1.1 km～最大 4.1 km で駅間距離が 2km を超える区間が多く、平均駅間距離も 2.3 km と列車の高速走行が可能な距離となっている為、加減速性能だけを偏重せず、速度性能とのバランスを考慮する。急こう配区間で異常時を含め十分起動可能な性能を有する。

(2) 安全性能

信号は車内信号方式、信号保安装置は日本での実績が高い ATC 相当を想定している。異常時の避難路として運転席前面に非常脱出口を設備する。座席の表地に難燃性繊維を織り込むなど耐燃性の向上を図る。衝突対策として車体に衝撃吸収構造を取り入れ、更に強度向上を図る。



車体前面の非常出口



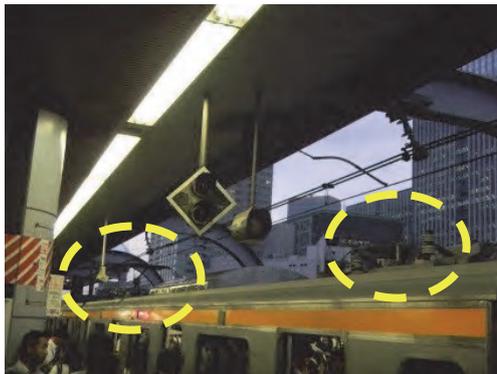
不燃性素材を用いた座席

出典：JICA 調査団

図 7.2.3-1 車両の安全設備

(3) 信頼性・冗長化

車体機器は構造を単純化し、摩耗部品を最小限にすることでメンテナンス量を削減し、信頼性の向上を図る。予め故障や事故などに備えて同一主要機器（パンタグラフ等）を2基以上搭載し、保安装置等にも二重系化を施し、万一片方が故障しても自力走行を可能とする。複数の動力ユニットで列車を組成し、一部の動力ユニットが故障しても、他のユニットで継続運転を可能とする。列車情報管理システムは、運転士が運転室のモニターで列車の機器等の状態を一元的に把握できるシステムであり、列車情報管理システムとデジタル列車無線を介した車上・地上間の双方向の故障等車上データの送受信により故障時の乗務員支援を充実させ、関係個所との情報の共有化によりダウンタイムの短縮を可能としている。



冗長性の確保



運転台のTIMS（運転情報管理システム）

出典：JICA 調査団

図 7.2.3-2 車両の安全設備

(4) 輸送力

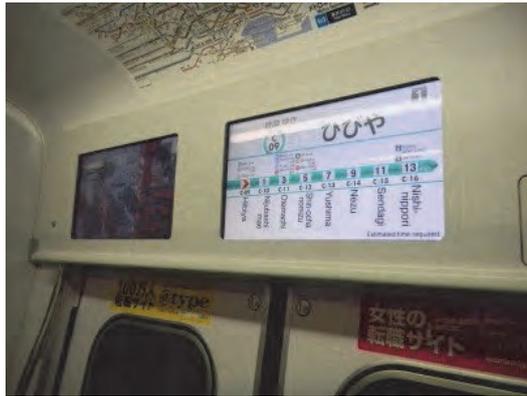
需要予測と輸送計画から、MMSF 向け列車は 2045 年時点で 1 編成当り 1500 名程度の旅客定員が想定される。地下区間では急曲線の存在が予測され、幅広い車体や長い車体は大きな旅客定員が確保できるが、旧曲線通過時の偏倚が大きく、重量も増大しコストの増加につながる。MMSF 向け車両は日本の通勤車両の標準タイプの車体寸法（20,000 mm×2,950 mm）と同等し、最大 10 両編成を想定する。

(5) 高効率・環境性能

通勤輸送用車両・地下鉄車両は発停車回数が多く、運行間隔も短い為に高加減速性能が必要とされる。力行消費電力削減を主目的に車両の軽量化を図る。車体は軽量ステンレス製或アルミニウム合金製が適合する。鋼体の各部材の材質を極力統一するなどしてリサイクル性を向上する。駆動システムにはエネルギー効率が高くメンテナンスフリーな機器を採用し消費電力、メンテナンスコストの削減を図る。

(6) 快適性

客室内装はユニバーサルデザインの採用やバリアフリー対応を促進し、車内空間の快適性の向上を図る。大量の乗客がスムーズに乗降できるよう各車体両側に各 4 か所に 2 扉の出入り口を設ける。乗客に列車の案内情報他、種々の情報を提供する為、LED・LCD ディスプレイを用いた旅客情報提供システムを導入する。空調システムには冷房・除湿機能を持たせる。



情報案内ディスプレイ (1)



情報案内ディスプレイ (2)



優先席



多目的スペース

出典：JICA 調査団

図 7.2.3-3 車内の快適な設備

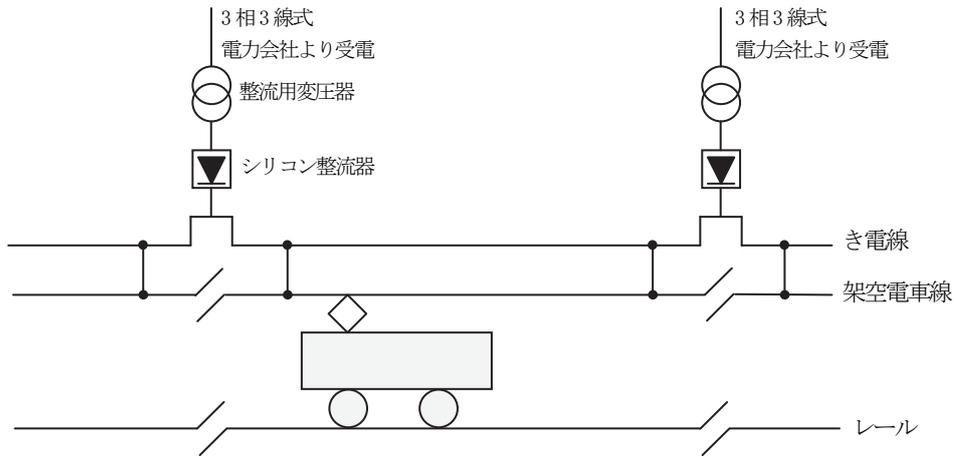
7.3 電気・機械施設

7.3.1 電気施設

(1) き電方式の検討

マニラ首都圏地下鉄に採用可能なき電方式は3種類が考えられる。一つは直流1,500Vき電方式（架空電車線）及び直流750Vき電方式（架空電車線、第3軌条）、もう一つは交流25,000V×2ATき電方式（架空電車線）である。各き電方式の概要を図7.3.1-1および図7.3.1-2に示す。

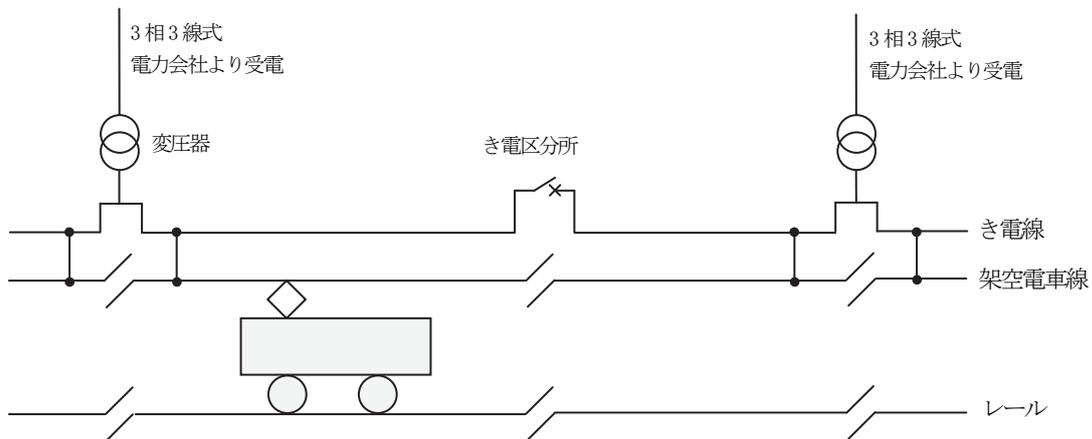
直流 1,500V き電方式



出典：JICA 調査団

図 7.3.1-1 直流き電システムの概要 (DC 1,500V 架空電車線)

交流 AT き電方式(2×25,000V)



出典：JICA 調査団

図 7.3.1-2 交流き電システムの概要 (AC 2×25kV)

マニラ首都圏地下鉄に採用するき電方式は、次項に掲げる項目を矛盾無く高い水準で協調が取れるように設計を行わなくてはならない。

- 都市鉄道における実績に裏付けされた高い安全性と信頼性が有る技術の導入
- 鉄道システム全体を最適化することによるコストダウン
- 最新技術の導入による環境に優しい省エネルギーシステムの実現
- 建設費の低減

直流き電システム (1500V : OCS、750V : 第 3 軌条) と交流き電システム (2×25kV : OCS AT き電方式) の比較を行った結果を以下に示す。

表 7.3.1-1 き電方式の比較

項目	直流き電方式 OCS (DC 1,500V)	交流き電方式 OCS : ATき電方式 (AC 2×25 kV)	直流き電方式 第3軌条 (DC750V)	
1. 変電所間隔 (都市圏鉄道) マニラ首都圏地下鉄変電所数	約 3km ~ 10km 約10 ~15 箇所	約10km ~ 35km 2 ~3 箇所	2km ~ 3km 約20 ~ 30 箇所	
2. トロリ線電圧	直流1,500V	交流25kV	直流750V	
3. 電車線路方式	架空電車線路 : OCS		第3軌条	
4. 電鉄 変電所	受電電圧	69kV or 34.5kV	230kV or 115kV	34.5kV
	電車用変圧器容量	3 ~12MVA	10M ~50MVA	1.5 ~ 6MVA
5. 最高運転速度	90~130km/h	100~160km/h	60~80km/h	
6. メリット	都市鉄道実績大 車両が安価	地上電力設備がスリム 電圧降下小、電流小	トンネル断面小 車両が安価	
7. デメリット	電圧降下中、 電流中電触対策要	絶縁離隔大 通信誘導対策要 車両が比較的高価	乗客感電対策要 構内死区間問題あり 電圧降下大、電流大	
8. 変電所建設コスト	安価	高価 (用地約20,000 m ² 必要)	安価	
9. 用途	都市鉄道一般 中速中距離稠密 線区	中距離線区へ乗り入れ 高速中長距離地方線区	低速近距离の地下鉄 低速短距離稠密線区	
10. その他	各国都市鉄道の標準 品が使えるコスト安い	中長距離線区向き	トンネル等土木工事 費が安い	

出典 : JICA調査団

交流き電方式は、近距离で地下鉄区間があり、高速運転も必要とせず、車両価格も高くなるため、マニラ首都圏地下鉄には適していない。

直流 750V き電 (第 3 軌条) 方式は、乗客の感電防止対策、死区間対策等が必要で、50km 以上と比較的距離も長いこと変電所数が多くなることから、同様にマニラ首都圏地下鉄には適していない。

上記比較結果等考慮して、マニラ首都圏地下鉄のき電方式として、中距離の稠密都市鉄道において実績があり、車両も安価な直流 1,500V き電 (架空電車線) 方式を提案する。

(2) 変電設備

(a) 変電所数と受電電圧

一般的に日本の都市鉄道の直流変電所は電力会社送電網より 66kV 又は 22kV の電圧で受電している。なお、マニラ都市鉄道の既設直流変電所は 34.5kV の電圧で受電している。

(b) 変電所の位置

変電所の位置を検討する際は以下の条件を考慮しなくてはならない。

- ・ 一般道路への接続が良いこと
- ・ 土地の取得が容易であること
- ・ 直流変電所を新設する場合は 400m² の土地を収用できること
- ・ 電力会社から受電が可能であること

(c) 変電所の変圧器容量

変電所の変圧器容量を計算するには負荷容量を合計した総負荷容量が必要である。総負荷容量は列車運行と駅設備に必要な負荷を合計することで算出できる。全線開業時までの最小列車間隔と列車編成数を表 7.3.1-2 に示す。

表 7.3.1-2 最小列車間隔と列車編成数

営業年	2025年	2035年	2045年
最小列車間隔	5	4	4
列車編成数	6両×18	8両×44	10両×44

出典：JICA調査団

必要電力量は電車と駅設備の使用電力量を合計し算出を行った。電力量の合計値にさらに 120%の余裕率を加味したものを必要電力量としてある。駅設備用の必要電力量は駅数に従い算出を行った。計算結果を表 7.3.1-3 に示す。

表 7.3.1-3 必要電力量

営業年	2025年	2035年	2045年
列車 (MVA)	20	50	65
駅設備 (MVA)	40	50	50

出典：JICA調査団

(d) 変電所の設計条件

電鉄変電所の設計条件は、変電所間隔、直流変圧器の容量の検討が例として挙げられる。主な設計条件を下記に示す。

- ・ 1 変電所が脱落したときに、隣接変電所より電力供給ができること
- ・ トロリ線電圧が IEC (表 7.3.1-4) で定められている最大電圧を超えないこと、また最低電圧を下回らないこと

表 7.3.1-4 IEC における標準電圧と最大電圧と最低電圧

き電電圧	最低電圧	標準電圧	最大電圧
直流 1.5kV	1,000V	1,500V	1,800V

出典：IEC 60850 Ed. 2

(e) 電圧降下計算

変電所間隔を決めるには電車線路が今までに述べた条件を満たす他に、電圧降下を検討しなくてはならない。電圧降下は列車運行ダイヤから最も厳しい条件を探し出して算出する。厳しい条件の中で最も経済的な設計をしなくてはならない。

(3) 架空電車線路設備

架空電車線路方式は世界中で採用されており、線区条件に応じて架空電車線路方式を検討する。本プロジェクトにおいても、線区条件に適している架空電車線路方式を採用しなくてはならない。架空電車線路はマニラでも LRT と MRT で採用されている。架空電車線路は長い歴史を持ち、地下鉄を含む都市鉄道、高速鉄道に採用しても高い性能を発揮することが一般的に知られている。マニラ首都圏地下鉄に採用可能な 4 種類の架線構造の特徴を表 7.3.1-5 に示す。

シンプルカテナリ方式は、最も一般的な架空電車線路方式である。単純な構造を持ち、建設費が安価なことから、高速鉄道を除き広く採用されている。このなかで、き電ちょう架方式は、ちょう架線にき電線の機能を持たせた電車線路方式である。他方式と比べて、き電線が無い方式であり電線本数が少なく済むため、建設工事費と維持管理費を低減することができ、景観にも配慮した方式でもある。この方式は直流き電システムに適した方式である。

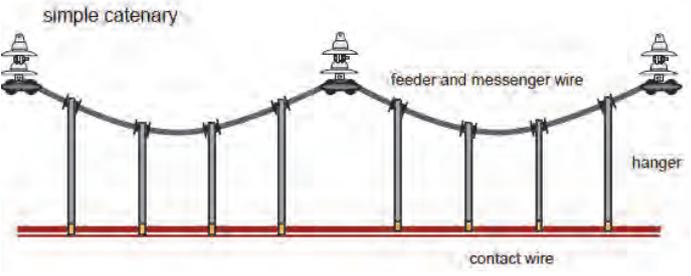
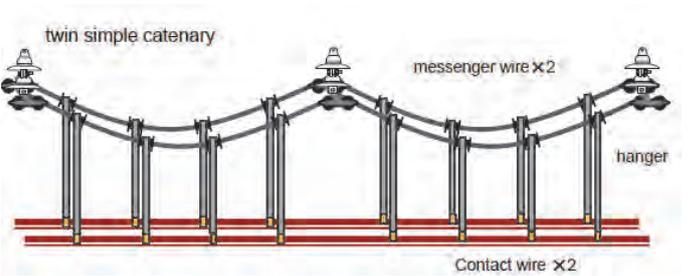
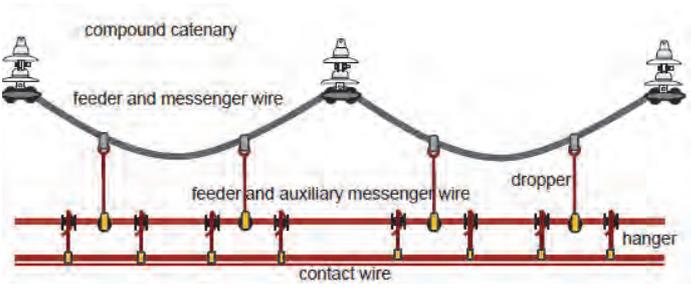
ツインシンプルカテナリ方式は、都市鉄道等の負荷容量が大きい高密度線区に向けた高速運転も可能な電車線路方式である。複雑な構造を持つことから、建設費は高価である。そのため、マニラ首都圏地下鉄に相応しくない。複雑な構造のため、建設費はもちろん維持管理費も他の電車線路方式と比べて高価である。

コンパウンドカテナリ方式はツインシンプルカテナリ方式よりも単純な構造である。この方式は高速鉄道の本線上への採用が適している。

剛体ちょう架式は、アルミなどの剛性を有する同体成形材の下面にトロリ線を支持する方式であり、高速では離線を生じやすいが、単純な構造のため、保守が容易で、断線の危険が無く、トンネル高さも低くできるため、高速運転を行わない地下鉄等のトンネル区間に使用される。

以上より、マニラ首都圏地下鉄に採用する電車線路設備は、地上区間はき電ちょう架線方式、地下区間において高速運転を行わない場合は剛体ちょう架方式が適している。

表 7.3.1-5 架空電車線路方式

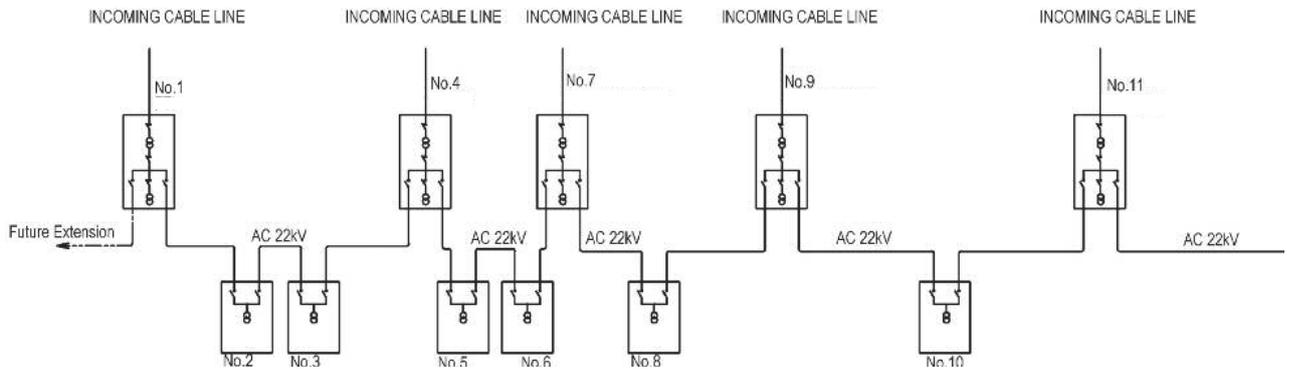
架空電車線路方式	特徴	適用箇所
 <p>simple catenary</p> <p>feeder and messenger wire</p> <p>hanger</p> <p>contact wire</p>	<p>ちょう架線がき電線の機能も併せ持つため、き電線が不要である。</p> <p>中速運転に適している (100km/h以下)</p>	<p>中速以下の本線、車両基地、留置線</p>
 <p>twin simple catenary</p> <p>messenger wire x2</p> <p>hanger</p> <p>Contact wire x2</p>	<p>き電線が必要な方式で、構造も複雑であることから、他の架空電車線路方式よりも維持管理費が高い。</p> <p>高速運転に適している (160km/h以下)</p>	<p>稠密線区、高速線区の本線上</p>
 <p>compound catenary</p> <p>feeder and messenger wire</p> <p>feeder and auxiliary messenger wire</p> <p>dropper</p> <p>hanger</p> <p>contact wire</p>	<p>ちょう架線と補助ちょう架線がき電線の機能も併せ持つため、き電線が不要である。</p> <p>京成スカイライナーが本方式を採用している。</p> <p>高速運転に適している (160km/h以下)</p>	<p>本線上 高速鉄道</p>
	<p>剛体成形材の下面に架線を支持する単純な構造のため、トンネル断面を低くすることができ、保守が容易である。</p> <p>高速運転をしない地下鉄に適している。 (80km/h以下)</p>	<p>高速運転をしない地下鉄</p>

出典：JICA調査団

(4) 配電設備

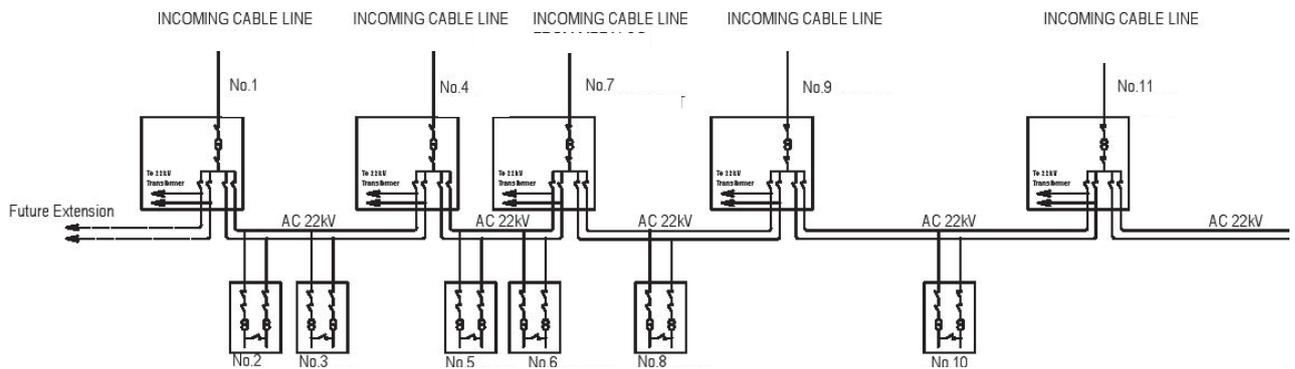
全ての駅の負荷設備は、既設の路線と同様に配電所で変圧された単相交流 220V、三相交流 480V の低圧を使用する。配電所は電鉄用変電所から 2 系統以上の高圧ケーブルにより電力供給され、配電所で高圧を低圧に変圧する。また、特に地下区間においては事故停電等による、長時間停電に対し、防災上最低限必要な負荷に対し一定時間以上電源供給可能な非常用発電設備を設ける。

マニラ首都圏地下鉄に相応しい配電線路方式は2種類考えられる。一つはループ配電方式、二つ目が相互予備方式である。2つの方式を比較すると、ループ配電方式の方が相互予備方式よりも建設費が低いため、フィリピンでは一般的にループ配電方式が使用されている。マニラ首都圏地下鉄において既設の路線よりも電源供給の信頼性の向上を図りたい場合は、相互予備配電方式を採用すべきである。どちらの配電方式を採用するかは詳細設計時に良く検討する必要がある。



出典：JICA調査団

図 7.3.1-3 ループ方式配電網の例



出典：JICA調査団

図 7.3.1-4 並列方式配電網の例

(5) 照明設備

地下区間駅の各部の明るさは、お客様の安全性、快適性を考慮して設定する必要がある。駅の利用者数等を考慮しつつ、ホーム、コンコース等の部分に分けて、それぞれ 200~300 ルクス程度に設計する。照明器具の電源区分は複数系統の常用高圧系に加えて、残りの1系統を防災系より配電することで、事故停電等により無灯火状態となるのを防止する。また、防災計より配電する照明を非常灯とし、発電機電源を給電して約4時間程度点灯でき、お客様の避難、駅員、消防隊の活動をサポートできるものとする。

(6) 電力 SCADA

変電所設備、駅、デポ配電所設備の監視制御は無人化とし、遠隔端末装置を介して OCC からの遠隔監視制御を実施する。変電所等の機器に異常が検出されると保護連動システムが自動的に作動する集中監視システム（電力 SCADA）を OCC に備える。

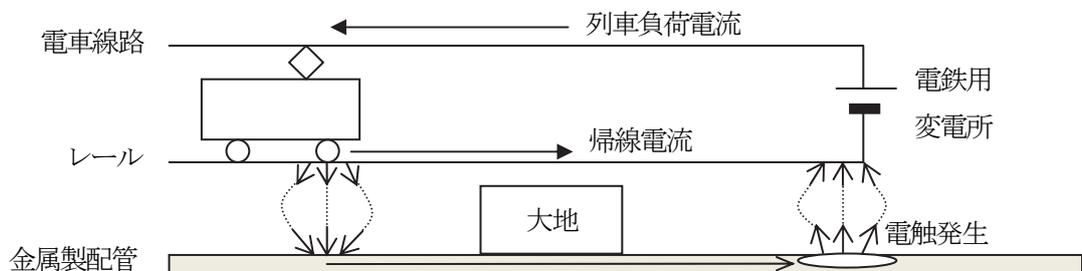
(7) 迷走電流

迷走電流はレールから大地に漏れる漏洩電流のことである。迷走電流は本来レールを介して流れる電流が、レールの代わりに大地を通して流れる電流であり、迷走電流によってレール周辺に存在する地下に埋設されている金属製配管に電触を引き起こすことがある。加えて、レール帰線電流は本線上から車両基地や電留線に向かって流れる傾向がある。それは、多くのレールが並列に布設されているので、レール抵抗が本線よりも低いためである。そのため、帰線電流が車両基地で働く社員の感電事故を発生させることも起きている。

(a) 電触

電触とは直流電流により金属が電気分解を起こし金属が腐食することや、異なる種類の金属を接続したものが電解質に満たされることで金属が腐食する現象の事を指す。

図 7.3.1-5 は金属製の配管の近くに帰線電流が流れる変電所があった場合、一般的に発生する電触の図である。レールが密集している車両基地や留置線では接地抵抗が低くなっているため電触が発生しやすい。その結果、電触の問題は車両基地や留置線で特に発生しやすい。



出典：JICA調査団

図 7.3.1-5 帰線電流による電触

(b) 迷走電流対策

迷走電流を低減させることが最も基本的な電触防止対策である。対策として、漏洩電流を減らすこと、帰線電流の導体抵抗を低くすること、漏電時間を短くすることで電触防止が可能である。

- ・ 漏洩電流：道床の排水を良くする等、レールからの漏れ抵抗を大きくすることで、漏洩電流を減らすことができる。
- ・ レール抵抗：大きい規格のレールを設置し、レールボンドを適切に保守することで帰線電流の導体抵抗を減らすことができる。

- ・ 漏洩時間：漏洩電流が流れる時間を減らすことは、本線上の列車運行計画を制限しなくてはならないためとても難しい。しかし車両基地や留置線では適切な位置に帰線電流開閉装置を設けることで漏洩時間の低減を図ることができる。電車が車両基地や留置線に滞留していないときに、帰線電流開閉装置はレールと電車線路を絶縁する機能を持っている。

7.3.2 機械施設

(1) 空調・換気設備

(a) 駅換気設備

地下区間駅の換気は、ホーム・コンコース、居室、機械室等をすべて機械換気により衛生換気を行う。さらに地下駅の防災対策に対応した排煙設備と駅冷房を考慮した設備とする。このため、送風機、ダクト等の換気系統は、ホーム・コンコース、居室、機械室等の場所別に設備し、それぞれの用途に応じた設計とする。（例えば、駅・コンコース系統のダクトは駅冷房を考慮し断熱保温仕上げとする）

(b) 駅空調設備

駅冷房については、駅ごとの空調対象面積を考慮し冷凍機等の容量を決定する。設備設計においては、省エネ運転等の環境対策についても考慮する。

(c) トンネル換気設備

トンネル換気設備は、トンネル内の換気及び、非常時の排煙も兼用した機械換気方式で、縦流換気方式と中間換気方式がある。縦流換気方式は、駅端部に換気室を儲け、片方の駅から直接外気を取り込み、トンネル内に送気して他方の駅端で吸い上げて外に排気する換気方式で、通常単線シールドトンネル区間においては列車の進行方向に送風することとする。中間換気方式は、駅部で吸気された外気を、駅間トンネル部に換気室を設けてトンネル内に吸引し、外に排気する換気方式である。送風機は各トンネル換気室に複数台設置し、トンネル内の廃熱に必要な所要風量を確保するため、台数制御による省エネ運転を行う。なお、排煙時の運転については、総合指令所からの遠隔運転が可能なものとして、排煙時は自動で全機運転し、有効な排煙を行う。

(2) 排水ポンプ設備

地上部からの雨水等の流入及びトンネル内の湧水を、各集水区間で高度の最も低い地点に設置したポンプで、地上部分までくみ上げて下水等に排水する設備で、ポンプ室 1 箇所辺りのポンプ台数は、異常出水時及び、ポンプの故障・保守点検等を考慮して 3 台設置を標準とする。ポンプの運転制御は超音波式水位レベル計で、地下水量を自動判定し、排水制御を実施する方式とし、運転状況等は指令所から監視・制御可能とする。

(3) 昇降機設備

(a) エスカレーター設備

各駅ホーム、コンコース間に 2 箇所以上のエスカレーターを設置し、乗降客の利便等に配慮する。利用客の少ない場合は自動的に微速運転に切り替える等して、省エネに考慮する。

(b) エレベーター設備

各駅ホームから地上までの 1 ルート以上を確保する。車椅子、視・聴覚障害者対応の設備とし、監視カメラを設けて駅事務室から監視を行う等、防犯対策を考慮する。

(4) ホームドア設備

鉄道利用者のホーム上での安全性を確保（列車との接触防止、ホームからの転落防止等）するため、ホームドア（PSD）を設置する。PSD には 2 つのタイプがあり、各々次の特質を持っている。

(a) 全高タイプ

フルスクリーンタイプとも呼ばれ、天井までを完全にホームを覆う密閉型と、上部に隙間を空ける半密閉型がある。密閉式はホームの空調効率を高めるが、費用は PSD の中で最も高く、天井の構造によっては取付けが困難な場合がある。

(b) 腰高タイプ

可動式ホーム柵とも呼ばれ、全高タイプよりも安く、ワンマン運手やホームの安全強化等で、既存路線での導入が増えている。

(c) ホーム柵

（自動開閉する）PSD ではないが、同様の機能を持つドア位置付近のみが開口された鉄製の柵、費用は最も安い。



全高タイプ



腰高タイプ



ホーム柵

出典：JICA 調査団

図 7.3.2-1 ホームドア設備

PSD の自動制御を行うには、すべての車両のドアの位置が、PSD の位置と一致している必要があり、ドアの開閉は、線路上の位置検知地上子、列車及びホーム上の PSD 制御システム間で列車の停車位置、車両・PSD のドア開閉情報等をやり取りして、以下を考慮して行われる。

- ・ ホームドアと車両の停止位置がずれていないこと
- ・ 車両とホームドアの間に乗客等が挟まれていないこと

(5) 駅設備監視装置（駅設備 SCADA）

旅客サービス及び駅施設の安全管理を目的とした駅業務監視盤と、駅機械施設等の機器の運用・保守管理を目的とした保守管理装置について、システムで安全、信頼性の高い管理を行えるよう考慮する。主な監視・制御対象設備として、以下を検討する。

- (a) 駅換気・空調設備
- (b) トンネル換気・排煙設備
- (c) 消火・スプリンクラー、排水ポンプ設備
- (d) 昇降機設備
- (e) 照明設備
- (f) ホームドア設備

7.4 信号・通信施設

7.4.1 信号設備

(1) 地下鉄区間を含む都市鉄道における信号制御方式

地下鉄区間を含む都市鉄道の列車運行を司る信号設備については、列車の高密度運行、カーブの多い地下区間における安全性向上、ワンマン運転等の運用効率化への対応等を考慮して、これまでの在来線向けの地上信号機を前提とした ATP(点制御方式)等が主体)とは別設計の、車内信号かつ連続制御方式による自動列車制御装置 (C-ATC)、ATP(連続制御方式)の導入が基本となる。

特に近年新設される都市鉄道については、電子機器の普及とそれによる情報処理の高速化、通信技術の発達に伴い、これまでのアナログ方式のシステムから、車種別の高度な制御が可能なデジタル方式が主体になっている。

以下に、最近の都市鉄道向け及びこれまでの在来線向け信号設備等の特徴についてそれぞれ記す。

(a) アナログ ATC、ATP（連続制御）

都市鉄道に初めて導入された車内信号方式の信号システムであり、連続制御方式の列車制御により、カーブ区間が多く地上信号機視認性の悪い地下鉄線区等における高密度運転時の安全性、信頼性を確保している。これまでの地上信号方式と同様の固定閉塞方式及び信号伝送にアナログ信号（軌道回路等に周波数信号を送信）を用いているため、制御情報量が少なく固定閉塞による時間ロスがあり、今後のさらなる列車間隔短縮等のニーズに対して対応できなくなっている。（1時間当たり 24 列車程度まで）

(b) デジタルATC、ATP（連続制御）

制御情報の伝送にデジタル信号（軌道回路、無線等）を用いた ATC および ATP(連続制御) であり、信号情報量の増加により、ヘッドカット等の各種ニーズへの対応が可能（1 時間当たり 24 列車以上）である。また、これまでの地上設備主体の速度制御のみのシステムから、先行列車の列車位置等をデジタル情報データで車上に伝送することにより、従来の固定閉塞のまま、車上論理主体の高度な制御（固定閉塞による時間ロスが少なく、車種別最高速度、ブレーキ性能等を反映した高度な制御を実現）が可能なシステムの導入も始まっている。

(c) 基本的な ATP（点制御）、ATS-P

多くの実績のある在来線の信号システムであり、都市鉄道と中・長距離列車（優等、ローカル、貨物）との混走区間（大都市通勤線、地方都市交通線）において、中長距離列車との信号設備の互換性等を考慮して、これまでの地上信号機設備を活用する形で用いられている。都市鉄道に必要な基本的要件（安全性、信頼性、高密度運転対応等）は備えており、閉塞区間を短くすれば、1 時間当たり 24 本以上の運転も可能である。地上信号機を前提としているため、カーブの多い地下区間等における信号機現示視認性、自動運転（ATO）への対応等の課題がある。

(d) デジタルATC（移動閉そく）

デジタル ATC、ATP の新しいタイプであり、列車位置の検知に軌道回路等の地上設備を用いず、車上で把握している列車位置情報を、無線装置等を介して ATC 装置に伝送して列車制御（移動閉塞制御が可能）に用いる方式である。

これまでの方式に比べ地上の信号設備の簡素化及び、列車運転間隔の短縮（1 時間当たり 24 列車以上）が可能であり、高密度運転が実施される地下鉄等の都市鉄道や、地上設備のスリム化等により運営を効率化したいモノレール、新交通システム、ローカル線等において導入が始まっている。

アナログATC (Automatic Train control)、ATP (Automatic Train protection : 連続制御)

- 地上設備論理主体の制御
- 車上に速度信号を送信
- 次列車は速度信号で許容された速度を超えないようにブレーキ制御

システム名 (使用国) :

- 旧タイプのATC (日本、ヨーロッパ、アメリカ)
- TVM 300 (フランス、中国)

長所:

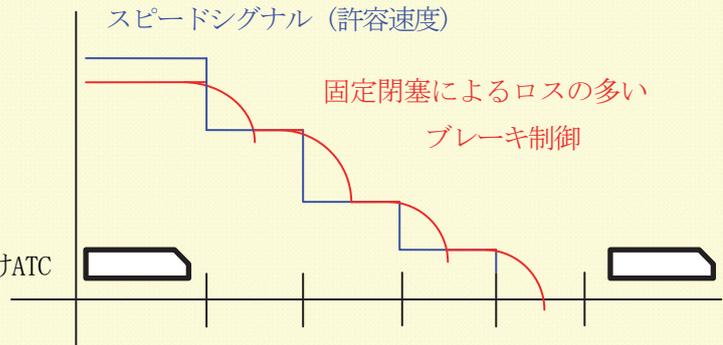
- 安全性、信頼性を担保する連続制御

短所:

- 固定閉塞による時間ロス (時隔、到達時分)
- 車両性能に応じた制御不可

適用:

- 旧タイプの都市鉄道、高速鉄道向けATC



デジタルATC、ATP (連続制御)

- 車上装置論理主体の制御が可能
- 車上に EoA (停止閉そくキロ程) を送信
- 次列車はEoAに向けて適切なブレーキ制御を実施

システム名 (使用国) :

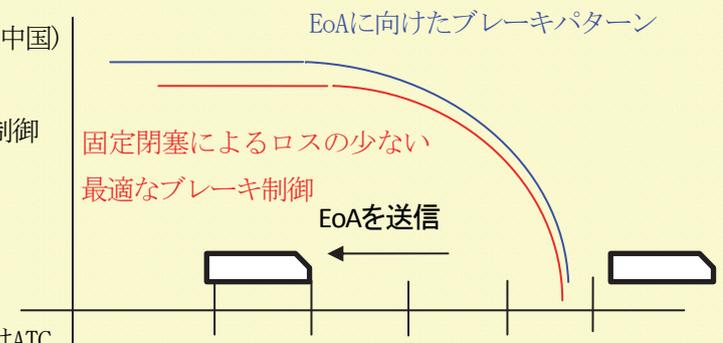
- D-ATC (日本 : JR東日本)
- C-ATC (フランス、韓国),
- LZB (ドイツ、スペイン)
- ETCS L2 (ヨーロッパ)、CTCS L3 (中国)

長所:

- 一段ブレーキによるロスの少ない制御
- 車種別のブレーキ性能に応じた最適な制御が可能 (車上論理方式)

適用:

- 現在主流の都市鉄道、高速鉄道向けATC



出典 : JICA 調査団

図 7.4.1-1 地下鉄区間を含む都市鉄道向けの列車制御システム

基本的なATP（点制御）、ATS-P

主な構成箇所：
 地上信号機区間
 車内信号列車並走区間
 システム名（使用国）：
 ATP（ヨーロッパ、アジア、アメリカ）、ATS-P（日本）
 ETCS L1（ヨーロッパ、アジア）
 CTCS L2（中国）
 長所：
 既存の信号設備を活用可能
 短所：
 - 連続制御ではない（パリスによる点制御）
 - 地上信号機は視認性の問題あり（地下鉄区間）
 適用：
 既存の在来線を走行する区間
 地下鉄線区間には望ましくない

新しいデジタルATC（移動閉そく）

- 車上装置論理主体の制御
 地上の信号設備を削減可能
 次列車はEoAに向けて適切なブレーキ制御を実施
 （EoAは先行列車と一緒に連続的に移動：移動閉そく）
 システム名（使用国）：
 ATACS（日本）
 CBTC（ヨーロッパ、アジア、アメリカ）
 ETCS L3（地方線区用：ヨーロッパ）
 長所：
 列車運転時隔を短縮可能
 地上の信号設備を削減可能
 短所：
 - 車上装置非搭載車との混走難しい
 - 設計難度高（確実な制御データ作成、無線環境対策等）
 適用：
 稠密な通勤線区（24列車/h以上）
 モノレール・新交通システム、地方ローカル線（地上信号設備削減により運営を効率化するため）

出典：JICA 調査団

図 7.4.1-2 これまでの在来線向け及び今後の新しい都市鉄道向け列車制御システム

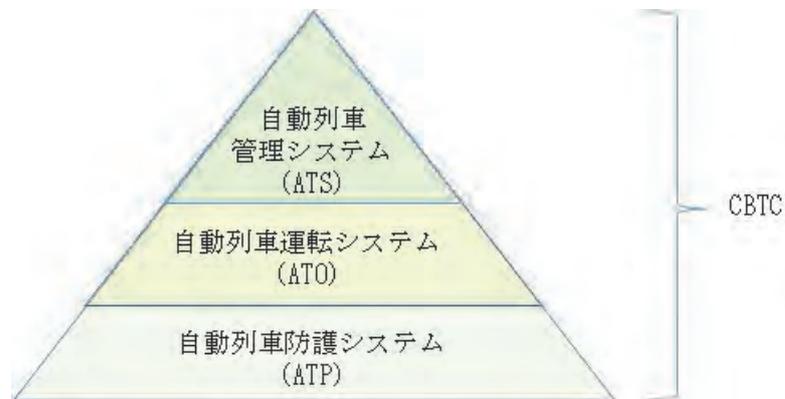
(2) 各国の地下鉄区間を含む都市鉄道における信号制御方式

欧米諸国においては、イギリス、フランス、ドイツ、アメリカ等の各国において、古くから地下鉄区間を含む都市鉄道の整備が進められてきており、これらの国においては、それぞれ独自の信号方式の整備が進められてきたほか、地下区間における信号機現示視認性を含めた保安性の向上、高密度運転への対応等に向けて、早い時期から列車防護装置（ATP）の導入、車内信号方式化、多信号によるきめ細かな速度制御等が実施され、さらに情報技術の発展にあわせて信号システムのデジタル化、自動運転機能（ATO）の導入等が行われてきた。

近年、都市内交通の効率的、低コストの運営を目指して IEEE1474 規格に基づく CBTC システムが開発され、各国においてシステム導入が進んでいる。CBTC は高速大容量の情報伝送網を介して、地上、車上間の制御情報を行うことにより、車上装置主体の高度な列車制御が可能なシステムであり、通常の列車防護機能（ATP）のみでなく、

- ・ 自動列車管理システム（ATS）
- ・ 自動列車運転システム（ATO）
- ・ 自動列車防護システム（ATP）

を兼ね備えた総合システムで、移動閉塞機能による高密度運転や、ATS、ATO 機能を活用した線区全体の効率的な管理が可能なシステムとして、近年、アジアを含めた世界各国で新設された都市交通、地下鉄等において導入が進んでいる。



出典：JICA 調査団

図 7.4.1-3 CBTC システムの構成要素

システム導入の進展により、製造会社ごとに仕様が異なることによる、システム間の接続、相互乗り入れ等の課題が発生しているほか、都市近郊鉄道の地下鉄区間乗り入れ等のニーズに対し、ETCS を含む既存の信号方式との間でも同様のシステム間接続、相互乗り入れ等の課題が発生している。

日本の都市鉄道においては、優等列車、貨物列車等を含む中・長距離列車と線路を共用する線区においては、車上設備の共通性を考慮して、これまでの地上信号機及び点制御による ATP（ATS-P）により、最大 1 時間 29 本運転（JR 東日本中央線快速：10 両編成）を実現している。

中長距離列車の乗り入れのない線区においては、これまでのアナログ ATC のデジタル方式への移行が順次進められており、車上論理を活用した最適な自動ブレーキ制御等、高度な ATC 制御により最大 1 時間 25 本運転を行っている。（JR 東日本山手・京浜東北線：10 両編成）

また、東京メトロ等の地下鉄線及びこれに乗り入れる民鉄線区においては、多段現示方式の ATC（デジタル方式）が主流になっており、こちらも 1 時間 31 本の高密度運転を実現している。（東京メトロ丸の内線 6 両編成）

新しい試みとして、CBTC システムと同様移動閉塞方式で、無線を活用した列車制御システム（ATACS）が JR 東日本仙石線で導入され、首都圏線区への展開が検討されているほか、IEEE1474 に準拠した CBTC システム導入の検討も行われている。

今回のマニラ首都圏地下鉄導入に当たって、比較検討がされている各国の都市鉄道（地下鉄乗り入れ区間を含む線区）の信号方式について、表 7.4.1-1 の比較表に記した。

表 7.4.1-1 地下鉄導入の信号技術の比較

	日本 (東京メトロ)	フランス (パリ RATP)	ドイツ	スペイン (マドリッド)	韓国 (ソウルメトロ)	中国 (北京地 鉄運営公司)
信号方式	ATC・ATS (連続制御)	ATC (連続制御)、 CBTC	ATP (連続制御)	ATP (連続制御)、 CBTC	ATC (連続制御)、 ATS、CBTC	ATC (連続制御)、 CBTC
信号現示方式	車内信号、 地上信号	車内信号	車内信号、 地上信号	車内信号	車内信号、 地上信号	車内信号
営業最高速度	65～100km/h	70～80km/h	72 km/h	70～100km/h	80～100km/h	80～100km/h
最小運転時隔	1 分 50 秒	1 分 35 秒	3 分	2 分	2 分 30 秒	2 分 45 秒
編成量数	6～10 両	3～6 両	6～8 両	3～6 両	4～10 両	4～6 両
制御方式	連続制御	連続制御	連続制御	連続制御	連続制御、 点制御	連続制御
信号伝送方式	デジタル、 アナログ	デジタル、 アナログ	デジタル、 アナログ	デジタル、 アナログ	デジタル、 アナログ	デジタル、 アナログ
技術導入国	日本	フランス	ドイツ	ドイツ等	日本、 フランス等	フランス、 ドイツ等
営業キロ (駅数)	304 (285)	202 (300)	153 (170)	275 (239)	314 (280)	442 (318)
輸送人員 (営業キロ当り) 百万	2454 (12.6)	1541 (7.5)	473 (3.1)	689 (2.5)	1453 (10.5)	2738 (6.8)
新システム導入 (当初開業年)	1993 (1927)	2007 (1900)	2008 (1902)	2008 (1919)	2011 (1974)	2008 (1969)

出典：JICA 調査団

(3) マニラ首都圏地下鉄に導入する信号制御システム方式の検討

地下鉄区間を含む都市鉄道の信号方式としては、いずれの国でも車内信号かつ連続制御方式が主流となっている。このうち、マニラ首都圏地下鉄に導入する信号方式として、最新かつ必要な機能等への対応が可能で、導入が有力と考えられる車内信号方式のデジタル ATC、ATP（連続制御方式）、CBTC とこれまでの地上信号方式による基本的な ATP について詳細機能比較を表 7.4.1-2 に示す。

表 7.4.1-2 マニラ首都圏地下鉄に導入が有力な車内信号方式と地上信号方式の詳細機能比較

	デジタル ATC、ATP (連続制御：日本、 アジア、ヨーロッパ等)	CBTC (アジア、ヨーロッパ 等)	基本的な ATP (世界各国)
閉塞方式	固定閉塞	移動閉塞	固定閉塞
列車検知方式	地上装置（軌道回路、 アクセルカウンター他）	車上位置検知（位置補正 用にトランスポンダ設置）	地上装置（軌道回路、 アクセルカウンター他）
車上への信号 伝送方式	レール（デジタル伝送 軌道回路）、誘導無線等	無線 LAN：IEEE802.11 x プロトコル、誘導無線等	トランスポンダ、 軌道回路等
主要信号装置 (地上設備)	ATC 装置、電子連動装置、 運行管理（PRC）機能 追加可	ゾーンコントローラ（ZC） 無線情報伝送装置（DCE） 運行管理装置（ATS）	ATP（ATS-P）装置、 電子連動装置、運行 管理（PRC）機能追加可
ブレーキパターン 生成方式	地上から停止点に向けた 一段ブレーキパターンを 伝送、または車上で ブレーキパターン計算	地上装置から送られた 停止点情報に対する 一段ブレーキパターンを 車上装置で逐次演算	地上から停止点情報等を 伝送、車上でブレーキ パターン計算（点制御）
駅停車時の ブレーキ制御	ATO または手動制御 (定点停止制御可)	自動運転制御（ATO）	手動制御（定点停止 制御可）
最短信号 制御時間	○：3 秒程度（緊急 ブレーキ制御）	○：3 秒程度（同左）	△：3 秒以上（点制御の ため即時制御不可）
最多列車 設定本数	◎：30 本/h 以上	◎：30 本/h 以上	○：30 本/h 程度
投資コスト	○	○	◎
その他	軌道回路方式の場合、 レール破断検知可能	ATO、ホームドア制御等 が容易に実施可能	地下区間において地上 信号機現示視認性の課題有

出典：JICA 調査団

列車防護（ATP）機能はデジタル ATC、CBTC ともデジタル伝送を活用した車上信号、一段ブレーキ制御を行っている。CBTC はこのほか、自動運転制御（ATO）、運行管理（ATS）機能等を常備した総合システムとなっている。地上信号方式は運転士による手動制御が原則で ATO 機能の追加は不可能である。

性能面においては、最短信号制御時間、最多列車設定本数等の面でデジタル ATC、CBTC の有為差が認められない一方、地上信号方式では信号機の視認、及び点制御の問題により、異常時の対応（緊急ブレーキ制御等）において不利である。

建設コスト面においては、地上信号方式のコストが安く、車内信号方式はこれに較べて一般的に若干割高である。総合すると、信号機視認性の悪い地下区間での保安度向上等を考慮すると、車内信号方式の整備が必要と考えられる。このうち、機能面の充実した CBTC により ATO によるワンマン運転実施等により効率的な運営を目指すか、実績による信頼性の高いデジタル ATC 方式を選択するか、上記以外に日本の移動閉塞方式の ATACS 等を含めて、次のフェージビリティ調査の段階で詳細な検討を実施する必要がある。

7.4.2 通信設備

(1) 基幹光情報通信設備

列車を安全かつ正確に運行する為に、各駅の信号設備、変電所設備等の制御をシステム化して、総合指令所から集中監視、自動制御化すること等が急速に進展している。これらのシステムの高速度大量の情報伝送を高い信頼性を持って行う為には、線路沿線や各駅に設置する設備を接続する通信線路が重要となる。

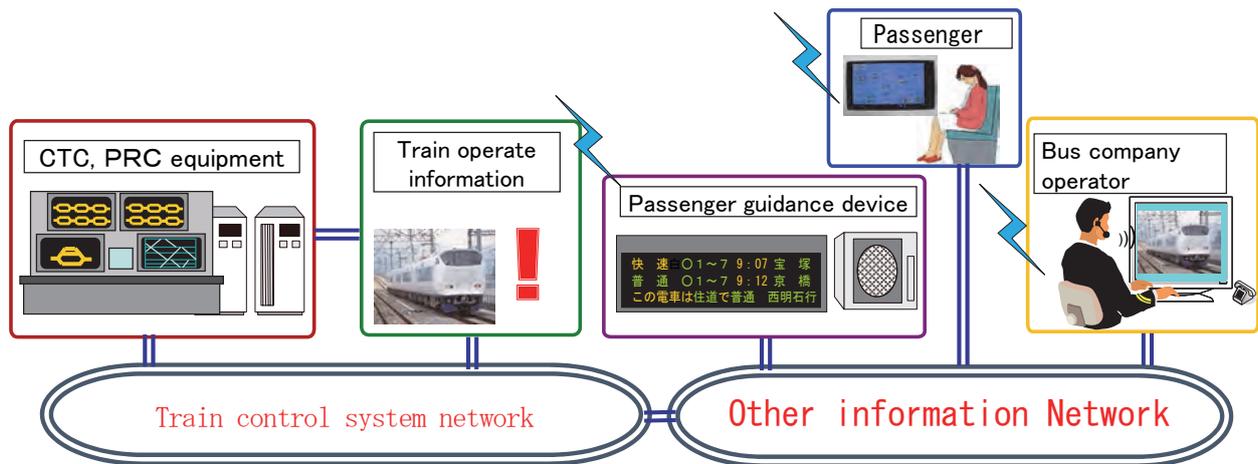
近年情報通信技術の発達により、通信線路は従来の導線を用いたメタルケーブルから、光による通信を行う光ケーブルを使用する事が主流になっている。特に今案件のように（地下鉄区間を含む高密度輸送線区）、各駅の信号設備や列車制御情報など大量の情報通信が必要な鉄道の基幹通信線路においては、高速・大容量の情報伝送が必要である。特に CBTC 等、運行管理機能（ATS）を含む総合システムを用いて、指令所から線区全体を総括的に管理するとすると、専用の光ケーブルを用いた伝送システムの導入が必須となる。

光ファイバーケーブルはメタルケーブルに比べて非常に多くの情報を伝送することができ、最新の都市鉄道システムの光伝送路では信号システムの他に、列車無線、旅客案内、集中監視・制御（電力、信号、通信、機械、防災設備：SCADA）、指令電話、自動出改札（AFC）、ホーム画像監視、列車運行情報提供など多くの情報が伝送されている。光ファイバーケーブルは、回線の異常、機器の故障に対応できるように2重系で本線の上下線の両側に敷設する。

特に混雑時のプラットホームの安全を監視したり、駅の防犯上必要としたりされる画像データは、音声などの情報に比べて大きい為、伝送が効率よく行なわれるギガビットイーサの技術を用いたマルチメディア伝送路を用いる。SCADA システムや列車運行情報をユーザーや他交通機関に提供する情報サービスを実現する為、必要な送受信を遅滞なく行える伝送路の構築を行う。

また、列車制御を行う信号システムと、その他の情報通信を行う光伝送路は、信頼性、セキュリティ面等を考慮し、他システムとは混在させず別個に構築するものとする。

鉄道以外の利用として、鉄道事業者が一般企業に光伝送路を貸し出すサービスがある。光伝送路は将来の需要増を見込んで大きな容量を確保されるが、これは未使用状態にある回線（ダークファイバー）を利用するサービスである。これも信号システムの光伝送路はこのサービスには使用せず、列車運行管理に支障ない範囲で行う事を前提とする。



出典：JICA 調査団

図 7.4.2-1 光伝送路を用いた鉄道運行システムの構築例

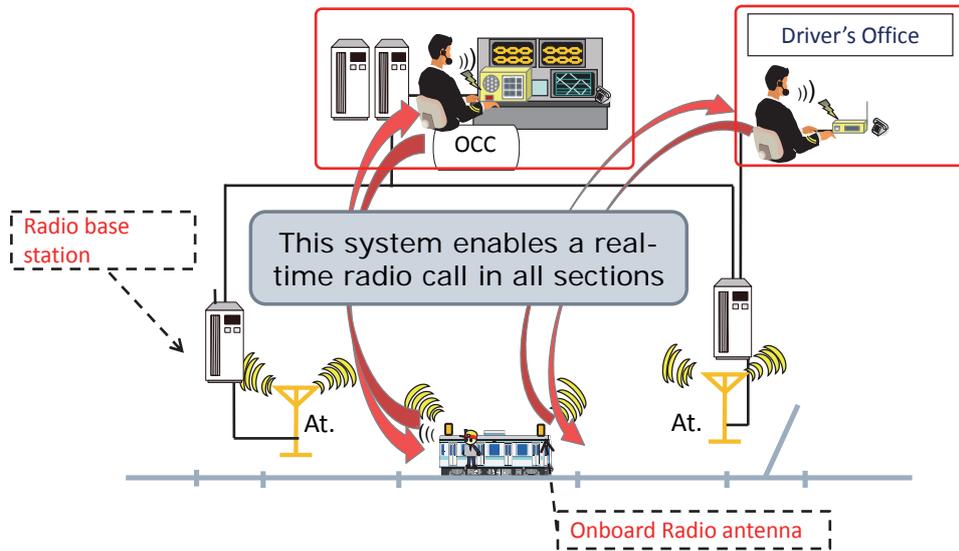
(2) 指令連絡設備

列車乗務員と運転指令の連絡は、列車が移動体であるため、無線が用いられる。音声为主体であったアナログ列車無線から、多様なデータ通信が可能となったデジタル列車無線が開発され、既設鉄道では移行が進められている。最近のデジタル列車無線は以下の機能が可能となっており、本プロジェクトではデジタル列車無線を採用する。

- | | |
|--------|--|
| 通話系 | <ul style="list-style-type: none"> ● 運転指令からの指定列車の呼び出し(複数回線) ● 運転指令からの関係列車の一斉呼び出し ● 乗務員からの運転指令の呼び出し |
| 非常時系 | <ul style="list-style-type: none"> ● 列車から緊急時防護信号の送信、周辺列車への停止指示 ● 通話中の指令員に対し乗務員からの緊急割り込み ● 地上係員による列車の非常停止 |
| 保守作業系 | <ul style="list-style-type: none"> ● 沿線作業員から携帯電話による線路の各所との通話 |
| データ伝送系 | <ul style="list-style-type: none"> ● 運転台モニター画面での指令伝達の迅速確認(運転ダイヤ変更、速度規制等) ● 車掌への運行情報提供(接続列車の状況、遅延時分等) ● 客室内LCD画面への表示(事故、遅れ等の運行情報) ● 車上情報の車両基地への迅速な伝送(車上機器の故障情報) |

<Train Radio System>

Train radio bandwidth : 400MHz ~ 900MHz



出典：JICA 調査団

図 7.4.2-2 デジタル列車無線の運用イメージ

(3) 旅客案内設備、各種端末、諸設備

(a) 旅客案内

駅のホームで列車を待っている旅客に対して、列車の接近や運行状況を告知する旅客案内装置も重要な設備の1つである。列車の運行状況に合わせた適切なアナウンスが要求される為、列車運行を管理する OCC の列車集中制御装置と接続して、リアルタイムの列車運行情報を取得出来る設備とする。

(b) 映像監視

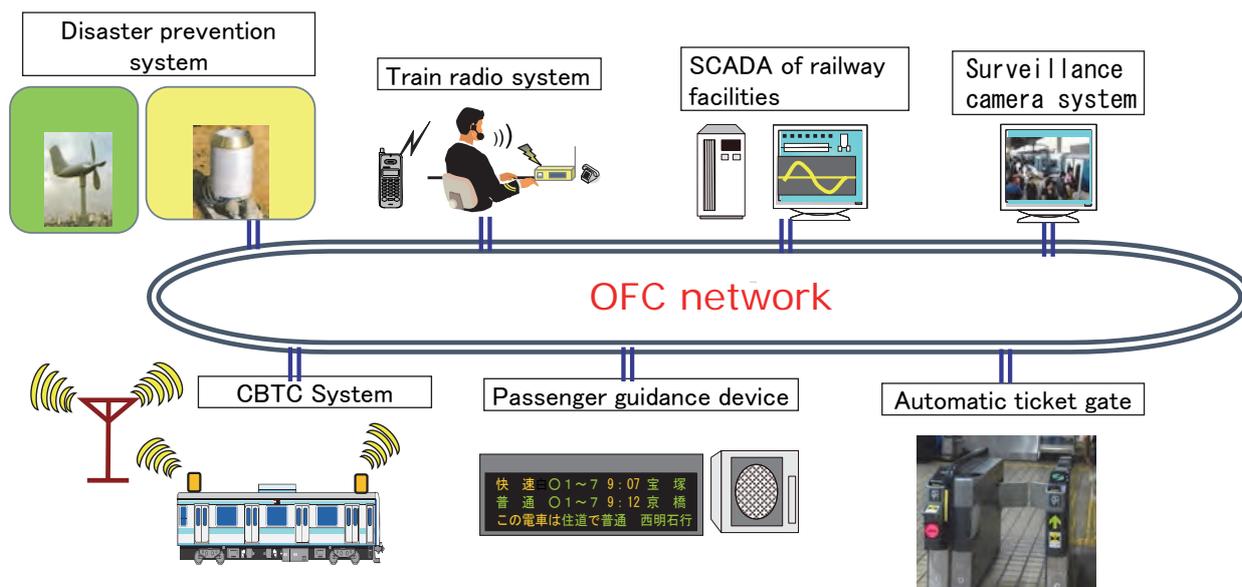
駅の係員や OCC の運輸指令は、混雑時の運行を円滑に行うため、プラットホームやコンコースの状況を把握する必要がある。駅施設のセキュリティチェックのため固定カメラやリモコンカメラを使用する。車掌が視認しにくいプラットホームの場所に固定カメラを配置し、車掌の位置から乗降客の安全を確認できるホーム監視モニターテレビを設置する。OCC、デポ、変電所等の重要個所ではカメラを配置し防災監視・防犯管理を実施する。CCTV の技術的進歩は著しく、画面のマルチ表示、表示画面の切替え、映像の保存期間などの充実した機能を備える。また OCC から音声による注意、警告が行なえる放送設備を提供する。これらの設備の構築にも、光伝送路は大容量通信で威力を発揮する。

(c) 時刻情報配信

駅、OCC、デポなどでの時刻表示、AFC、SCADA、CCTV などの時刻管理は、正確な時刻を共有する時刻同期が必要である。親時計は、ネットワークを介して、すべての時計、列車運行管理、旅客情報に正確な参照時刻を提供する。

(d) 設備集中監視 (SCADA)

信号装置や通信設備といった電子機器や電気設備も定常状態を監視し、異常があればアラームを出したり、系切換を行ったりするような SCADA システムを導入し、設備の常態把握と適切な予防保全の実施を補助する。これにより鉄道システムの故障発生率を出来る限り減少させ、鉄道を安全で安定正確な輸送機関として維持する事が重要である。その為には必要によりレール等の土木構造物や沿線の気象条件、地震情報等の取得と活用を検討し、より安定的な運用を目指す。



出典：JICA 調査団

図 7.4.2-3 光伝送路を用いた鉄道システムネットワークイメージ

(4) AFC

(a) 概要

AFC は世界中の多くの都市鉄道で採用されているシステムであり、自動券売機、自動改札機、自動精算機、データ集計機、切符／カードチェッカーなどで構成されている。各機器の概要を以下に示す。

- ・ 自動券売機
自動券売機は出札業務に使用される。利用客が必要なお金を投入し、乗車区間を選択することにより切符類が自動的に発券される。券売機は利用客が操作する機器であるため、判りやすさ、使いやすさが要求される。
- ・ 自動改札機
自動改札機は改札口や集札口に設置され、係員に代わり迅速かつ正確に切符類の確認及び回収を行う。自動改札機のタイプは入場専用、出場専用、入出場両用がある。入場時、自動改札機はカードや切符から必要な情報を読み取り入場情報を書き込み、出

場時、入場時の情報より料金の精査と確認を行う。入場または出場に必要な情報が得られない場合は、ゲートが閉鎖され係員による確認が行われる。

- ・ 自動精算機
自動精算機は改札口の内側に設置され、乗越し等の運賃精算を利用客自身が行う機器である。切符等が自動精算機に挿入されると、精算機は切符等の情報を自動的に読み取り、料金を計算して不足額を表示する。利用客は不足額を投入し、発券された精算券を改札機に入れ改札を出る。
- ・ データ集計機
データ集計機は自動改札機、自動券売機、自動精算機などの日々のデータを集計し保存する。集計されたデータはオンライン通信設備でデータ管理部門に送られ、さらに経営トップに報告され、経営戦略、利用客へのサービス向上に役立てられる。
- ・ 切符／カードチェッカー
切符／カードチェッカーは係員の窓口に設置される。係員は切符等に記録された入場、出場、精算などの情報の確認や更新を行う。

(b) AFC 必要台数の求め方

自動券売機、自動改札機、自動精算機の必要台数は以下により求める。

$$N = P \times C / T$$

ただし

N：必要台数

P：ピーク時1時間に機器を使用する利用者数

C：利用者の波動率(イベントの開催、他の交通機関との接続等)

T：機器1時間あたりの処理能力(人数)

(c) AFC の設置計画において考慮すべき事項

- ・ 自動改札機は非接触型切符、カードに対応するタイプとする。
- ・ 自動改札機の処理能力は最大毎分60人程度を想定する。
- ・ 自動券売機による切符等の販売を基本とする。ただし紙幣やコインの流通状況に応じて係員による対面販売を併用する。
- ・ 各駅の改札口には車椅子が通過できる通路幅約90cmの改札口を案内窓口の近くに置く。
- ・ 自動券売機、自動精算機、案内窓口等は車椅子利用者が容易に扱えるタイプとする。また、点字操作、表示の明るさ調整等により、視覚障害者にも扱えるよう考慮する。
- ・ AFCシステムはマニラ首都圏のコモンチケットシステムに統合する。



出典：JICA 調査団

図 7.4.2-4 水平フラップ方式の自動改札機

7.5 運行計画

本地下鉄事業の計画路線は鉄道利用の潜在需要が高く、集客が有望な地域を結ぶ為、当該路線の輸送計画は

- ・ 朝・夕の通勤・通学等での多客集中・混雑集中時間帯輸送に対応可能であること
- ・ 閑散帯でも旅客の利便性を確保する為、適当な運行間隔を維持すること。

等の要件を満たす輸送サービスを提供する必要がある。また路線中心部は既存の MRT 及び PNR 路線と一部競合する為、利便性、速達性等での競争優位も考慮しなければならない。

7.5.1 路線計画

今回の調査では 12 オプションの路線案を提示しており、各路線案の概要を表 7.5.1-1 (1)および表 7.5.1-1 (2)にそれぞれ示す。いずれの路線案でも駅間距離が最小 1.1 km～最大 4.1 km で駅間距離が 2km を超える区間が多く、平均駅間距離も 2.3 km と列車の高速走行が可能な距離となっている。

表 7.5.1-1 路線案概要 (1)

候補路線	A1a	A2a	A3a	A1b	A2b	A3b	
路線長 (km)	59.1	60.1	63.4	59.1	60.1	63.4	
駅数	27	27	29	27	27	29	
最大駅間距離 (km)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
最小駅間距離 (km)	1.3	1.2	1.1	1.3	1.2	1.1	
平均駅間距離 (km)	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	
構造	地下 (km)	23.0	24.0	27.3	36.2	37.2	22.9
	地上 (km)	36.1	36.1	36.3	22.9	22.9	40.5

表 7.5.1-1 路線案概要 (2)

候補路線		B1a	B2a	B3a	B1b	B2b	B3b
路線長 (km)		58.8	59.9	63.2	58.8	59.9	63.2
駅数		27	27	29	27	27	29
最大駅間距離 (km)		4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
最小駅間距離 (km)		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
平均駅間距離 (km)		2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
構造	地下 (km)	22.9	24.0	27.3	36.2	37.3	40.6
	地上 (km)	35.9	35.9	35.9	22.6	22.6	22.6

出典：JICA 調査団

7.5.2 列車運行計画

(1) 列車運行計画の前提

本調査での列車運行計画の前提条件は以下の通りである。

- ・ 本地下鉄事業は2つのフェーズに分けて実施される。
- ・ フェーズ1はMindanao Avenue-Quirino Highway～FTI 間で2025年開業。全線地下区間。
- ・ フェーズ2は2035年開業。2035年以降、全区間営業・列車運行開始。
北ゾーン： Mindanao Avenue-Quirino Highway ～L.Langit Road、または
Mindanao Avenue-Quirino Highway ～Bahay Pare Road
南ゾーン： FTI～Governor’ s Drive
- ・ 列車種別は各駅停車タイプのみを想定。

(2) 列車運行計画の基本方針

本調査での列車運行計画はプロジェクトの規模を推定・把握することを目的とする為、前提条件は各国の都市鉄道・地下鉄道の現状・事例を参考とし準用することとする。

(a) 列車運行時間

営業列車の運行時間は6:00～24:00とし、営業列車の運行終了後に施設・設備の保守作業時間帯を集中的に確保する。

(b) ピーク時間帯集中度

計画路線では朝・夕の通勤・通学需要が想定される。乗客の集中時間帯のピークは朝の7時～8時と想定され、本調査では一日の15%の利用客が集中すると仮定した。許容混雑率は乗車定員の180%迄を許容する。通勤輸送時の極端な混雑が社会問題とまでなった日本では現在150%が将来の目標値とされている。

(c) 列車標準定員

列車種別は各駅停車タイプのみを想定する。列車標準定員については、朝・夕の旅客集中時間帯での車内混雑を事前に十分考慮し、著しくサービスが低下することがないよう余裕

を持たせる必要がある。本調査では日本の代表的な通勤輸送用・地下鉄車両の1両当り150名程度で列車標準定員を想定する。近年、多くの国々の都市鉄道で旅客集中時間帯に女性専用車両を設定している例がみられるが、本調査では旅客集中時間帯での女性専用車サービスは考慮しない。

(d) 運転速度

地下鉄道は、既存の地下構造物を避け、主要道路下など狭隘区間への建設が余儀なく制限されるため、急曲線と急こう配が多く、駅間距離も短く、車両性能は高速性能より高加減速性能や登坂性能が重視される。本プロジェクトの計画路線は駅間距離が最小1.1km～最大4.1kmで駅間距離が2kmを超える区間が多く、平均駅間距離も2.3kmと列車の高速走行が可能な距離となっている。列車の最高運転速度は地下区間を含め80km/h～120km/h程度が想定される。

(3) 列車運行計画

前項までの前提及び基本方針に基づき、各想定年での列車運行計画とプロジェクト及びO&Mのコスト・規模を把握する為、所用編成・車両数並びに列車走行キロの推定を行った。

(a) 需要予測

需要予測結果より各想定年の列車輸送計画の前提となる最大断面輸送量と需要予測から想定されるピーク時の最大断面輸送量(PHPDT)を表7.5.2-1～表7.5.2-4に示す。

表7.5.2-1 最大断面輸送量とピーク時最大断面輸送量(PHPDT) (A1a, A2a, A3a)

オプション	A1a				A2a				A3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
最大断面輸送量/日	122,077	124,436	154,135	237,337	121,739	118,454	154,673	241,755	118,831	120,527	152,950	243,303
PHPDT(15%)/時間	18,312	23,120	23,120	35,601	18,261	17,769	23,201	36,263	17,825	22,943	22,943	36,495

表7.5.2-2 最大断面輸送量とピーク時最大断面輸送量(PHPDT) (A1b, A2b, A3b)

オプション	A1b				A2b				A3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
最大断面輸送量/日	122,077	124,436	154,135	237,337	121,739	118,454	154,673	241,755	118,831	120,527	152,950	243,303
PHPDT(15%)/時間	18,312	23,120	23,120	35,601	18,261	17,769	23,201	36,263	17,825	22,943	22,943	36,495

表7.5.2-3 最大断面輸送量とピーク時最大断面輸送量(PHPDT) (B1a, B2a, B3a)

オプション	B1a				B2a				B3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2035	2045	2034
最大断面輸送量/日	-	-	154,497	252,681	-	-	152,373	246,104	-	-	160,006	254,459
PHPDT(15%)/時間	-	-	23,175	37,902	-	-	22,856	36,916	-	-	24,001	38,169

表7.5.2-4 最大断面輸送量とピーク時最大断面輸送量(PHPDT) (B1b, B2b, B3b)

オプション	B1b				B2b				B3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2035	2045	2034
最大断面輸送量/日	-	-	154,497	252,681	-	-	152,373	246,104	-	-	160,006	254,459
PHPDT(15%)/時間	-	-	23,175	37,902	-	-	22,856	36,916	-	-	24,001	38,169

出典：JICA 調査団

(b) 列車設定

列車運転本数は、断面輸送量に対応可能な輸送力を確保できる本数を設定する。区間輸送量に若干段差はあるが、途中駅での折り返しを考慮するほど極端ではない為、列車設定は全区間を通して同一本数とする。ピーク時間帯でも列車の混雑率が180%以内、その他時間帯毎の多寡を考慮し輸送量に対応した列車本数を設定する。尚、閑散な時間帯においても利便性確保の為最低限の列車設定を行う。各想定年のピーク時間帯での列車運転本数と運行間隔の推移を表7.5.2-5～表7.5.2-8に、1日当たりの列車運行本数の推移を表7.5.2-9～表7.5.2-12にそれぞれ示す。

表7.5.2-5 ピーク時間帯での列車運転本数・運行間隔 (A1a、A2a、A3a)

オプション	A1a				A2a				A3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数/時間	14	14	13	16	13	13	13	16	13	13	13	16
列車運行間隔(分)	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4

表7.5.2-6 ピーク時間帯での列車運転本数・運行間隔 (A1b、A2b、A3b)

オプション	A1b				A2b				A3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数/時間	14	14	13	16	13	13	13	16	13	13	13	16
列車運行間隔(分)	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4

表7.5.2-7 ピーク時間帯での列車運転本数・運行間隔 (B1a、B2a、B3a)

オプション	B1a				B2a				B3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数/時間	-	-	13	17	-	-	13	17	-	-	13	17
列車運行間隔(分)	-	-	5	4	-	-	5	4	-	-	5	4

表7.5.2-8 ピーク時間帯での列車運転本数・運行間隔 (B1b、B2b、B3b)

オプション	B1b				B2b				B3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数/時間	-	-	13	17	-	-	13	17	-	-	13	17
列車運行間隔(分)	-	-	5	4	-	-	5	4	-	-	5	4

表7.5.2-9 1日当たりの列車運転本数 (A1a、A2a、A3a)

オプション	A1a				A2a				A3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数(片道)/日	97	97	95	118	96	96	95	118	95	95	94	118

表7.5.2-10 1日当たりの列車運転本数 (A1b、A2b、A3b)

オプション	A1b				A2b				A3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数(片道)/日	97	97	95	118	96	96	95	118	95	95	94	118

表 7.5.2-11 1日当たりの列車運転本数 (B1a、B2a、B3a)

オプション	B1a				B2a				B3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数(片道)/日	-	-	95	119	-	-	94	118	-	-	96	119

表 7.5.2-12 1日当たりの列車運転本数 (B1b、B2b、B3b)

オプション	B1b				B2b				B3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車本数(片道)/日	-	-	95	119	-	-	94	118	-	-	96	119

出典：JICA 調査団

(c) O&M 諸元

1) 所用列車編成数・車両数

各想定年での列車運行計画で必要となる編成数及び車両数の推移を表 7.5.2-13～表 7.5.2-16 に示す。予備編成数は所用編成数の 15%程度としている。

表 7.5.2-13 所用列車編成・車両数 (A1a、A2a、A3a)

Option	A1a				A2a				A3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
所用編成数(含予備)	25	25	46	55	23	23	46	55	26	26	49	58
所用車両数(含予備)	150	150	368	550	138	138	368	550	156	156	392	580

表 7.5.2-14 所用列車編成・車両数 (A1b、A2b、A3b)

Option	A1b				A2b				A3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
所用編成数(含予備)	25	25	46	55	23	23	46	55	26	26	49	58
所用車両数(含予備)	150	150	368	550	138	138	368	550	156	156	392	580

表 7.5.2-15 所用列車編成・車両数 (B1a、B2a、B3a)

Option	B1a				B2a				B3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	-	-	8	10	-	-	8	10	-	-	8	10
所用編成数(含予備)	-	-	46	58	-	-	46	58	-	-	49	62
所用車両数(含予備)	-	-	368	580	-	-	368	580	-	-	392	620

表 7.5.2-16 所用列車編成・車両数 (B1b、B2b、B3b)

Option	B1b				B2b				B3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	-	-	8	10	-	-	8	10	-	-	8	10
所用編成数(含予備)	-	-	46	58	-	-	46	58	-	-	49	62
所用車両数(含予備)	-	-	368	580	-	-	368	580	-	-	392	620

出典：JICA 調査団

2) 推定列車走行キロ

各想定年での列車運行計画上推定される列車走行キロ（1日）の推移を表 7.5.2-17～表 7.5.2-20 に示す。

表 7.5.2-17 列車走行キロ（1日）(A1a、A2a、A3a)

Option	A1a				A2a				A3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車キロ/日 (km)	4,384	4,384	11,229	13,948	4,550	4,503	11,419	14,184	5,130	5,130	11,919	14,962

表 7.5.2-18 列車走行キロ（1日）(A1b、A2b、A3b)

Option	A1b				A2b				A3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	6	6	8	10	6	6	8	10	6	6	8	10
列車キロ/日 (km)	4,384	4,384	11,229	13,948	4,550	4,503	11,419	14,184	5,130	5,130	11,919	14,962

表 7.5.2-19 列車走行キロ（1日）(B1a、B2a、B3a)

Option	B1a				B2a				B3a			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	-	-	8	10	-	-	8	10	-	-	8	10
列車キロ/日 (km)	-	-	11,172	13,994	-	-	11,242	14,113	-	-	12,134	15,042

表 7.5.2-20 列車走行キロ（1日）(B1b、B2b、B3b)

Option	B1b				B2b				B3b			
	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045	2025	2034	2035	2045
年												
編成両数	-	-	8	10	-	-	8	10	-	-	8	10
列車キロ/日 (km)	-	-	11,172	13,994	-	-	11,242	14,113	-	-	12,134	15,042

出典：JICA 調査団

7.6 本邦技術の活用（車両・鉄道システム）

海外鉄道事業を展開する本邦企業のうち、フィリピンを含むアジア地域に関心を示すと考えられる主要な企業は以下のとおりである。

- 商社： 丸紅、双日、三菱商事、住友商事、三井物産
- 設備関連： 東芝エレベーター、日立エレベーター、三菱電機エレベーター、三菱重工業
- 車両関連： 日立製作所、川崎重工業、近畿車両、日本車両、JTREC
- システム関連： 日本信号、京三、日立、三菱電機、東芝
- AFC・セキュリティー関連： SONY、日本信号、京三、オムロン

7.6.1 フィリピン国における受注実績

フィリピン国における本邦企業等の受注実績を表 7.6.1-1 に示す。現時点で、本邦企業は車両部門で3社（商社1社を含む）、信号で1社（商社1社がE&Mを受注）、電力で1社等がフィリピン国におけるメトロプロジェクトに関わる受注を獲得している。

表 7.6.1-1 フィリピン国における本邦企業等の受注実績

路線名	分野	企業名	JV 等
LRT 1 号線	車両		近畿車両、日本車両（第 3 世代）
	信号		Siemens、BBR
LRT 2 号線	車両	丸紅	現代 Rotem、Adtranz (Bombardier)
	信号	丸紅 (E&M)	Dimetronics
	電力		明電舎
MRT 3 号線	車両	住友商事	三菱重工、CKD Doprovni System
	信号		Bombardier

出典：JICA 調査団

7.6.2 本邦企業の動向と関心

7.6.2.1 車両

日本は世界でも最大規模の通勤輸送を、安全・正確に、安定して行っており、使用されている車両は海外諸国と比較しても十分な実績と信頼を有している。車両に用いられている技術は常に改善を重ね、快適性・効率性・信頼性・環境適合性の各分野で大きな進展を遂げており、これらの技術は MMSF 向け車両にも適応可能であり有益である。

特徴的な活用技術について以下に示す。

(1) 車体軽量化技術

車両の重量は、直接、列車運行のエネルギー消費量に影響する為、環境負荷削減や運営コスト削減の観点から、日本の鉄道事業者は車両製造事業者と協力しながら車両の軽量化を追求してきた。軽量ステンレス車両並びにアルミ合金車両とも、日本の車両製造技術は世界のトップクラスにあり、日本の多くの地下鉄、都市鉄道で環境負荷及び運営コスト削減の実績を有する。

(2) 高効率の動力・制動システム及びメンテナンスを考慮した設計

近年、日本の通勤輸送用・地下鉄車両では、永久磁石を用いた同期モータ（PMSM: Permanent Magnet Synchronous Motor）や、SiC（ケイ素）素子を用いた VVVF 制御装置の開発・採用により、エネルギー消費量及びメンテナンスの削減に多大な効果をあげている。また列車の制動制御を電気ブレーキのみで行える全・純電気ブレーキの開発・採用で高減速性能に加えて、ブレーキシステムの簡素化、軽量化、粉塵等の発生回避の効果もあげている。台車、車体機器は構造を単純化し、部品点数も少なく摩耗部品を最小限にすることで、メンテナンス量の削減を図っており、更に車両に搭載されている列車情報管理システムは、データ伝送速度、データサイズとも海外他社と遜色ない性能を有し、自動的に主要装置の機能検査を行う機能によりメンテナンス作業の削減を図っている。このような分野でも日本の鉄道技術は世界のトップレベルである。

(3) 無人運転システム

本地下鉄での列車運転方式（ワンマン運転等）は今後の検討ではあるが、鉄道での無人運転システム（添乗員乗車を含む）は海外でもフランス、台湾、シンガポール、カナダ、アメリカなどで様々な形式で実用化されている。日本においては 1981 年の世界初の実用化から 30 年以上を経過し、現在 9 路線で運用されており、技術レベル、安全性において実績と信頼がある。

7.6.2.2 電気・機械施設

電力システム関係については、変電設備を受注したメーカーがあり、進出意向を持っている。

7.6.2.3 信号・通信設備

信号メーカーはフィリピンへの進出意向を持っている。すでにフィリピンに現地事務所を設置しているところもある。

信号システムとして検討中の CBTC 方式において、無線システムの信頼性が高く、システムダウンからの自動回復機能等、高いアベイラビリティを有するシステムがあり、詳細設計仕様において考慮することを推奨する。

通信メーカーについては、列車無線についてヨーロッパ規格（ETSI）で標準化された TETRA とは別に、日本で普及が進んでいる新デジタル列車無線の国際規格（ITU-R）標準化を検討しているメーカーがあり、今後の海外進出意向を持っている。表 7.6.2.3-1 に両方式の比較表を示す。

表 7.6.2.3-1 日本の新しいデジタル列車無線と TETRA の比較

項目	TETRA	新しいデジタル列車無線	新しい列車無線のメリット
システム概要	業務用無線（警察、消防等）として開発された無線システム、業務用無線、列車無線として広く普及	列車無線専用開発された無線システム、条件の厳しい東京圏の通勤線区で使用	<ul style="list-style-type: none"> 列車無線での使用を前提に考えられたシステム、通信サービス 首都圏過密運行にも対応
無線基地局間ハンドオーバ	周波数切替にて実現	周波数を切替ることなく基地局間移動が可能	基地局エリア境界でも安定した無線回線品質を確保
音声圧縮（符号化）方式	携帯電話で広く用いられている音声圧縮方式（ACELP）	列車無線専用開発した音声圧縮方式（RL-CELP）	列車内騒音、伝送誤り等の影響を抑制して高品質な音声通話が可能
障害対応	機器故障、電波干渉等の通信障害発生時、4ch すべてが影響を受けやすい	ch 別ユニット構成、周波数割当により全 ch が同時に障害影響を受けない	<ul style="list-style-type: none"> 混信、障害波等により全体が影響を受けない 障害 ch が局所化できる
無線周波数割当、伝送速度	帯域幅 25kHz/4ch 単位 伝送速度 7.2kbps/ch	帯域幅 6.25 kHz/ch 単位 伝送速度 9.6kbps/ch	周波数割当の自由度が高く、割当厳しい地域メリット大

システム設計 自由度	厳密なシステム設計が必要 (周波数割当、基地局タイ プ、配置等考慮必要)	システム設計が比較的容易 (1つの周波数で線区のシス テム構築可能)	・工事費削減可 ・周囲環境変化、システム 改良等に柔軟に対応
適応規格	ETSI (ヨーロッパ標準)	ITU-R (国際標準) 取得予定	

出典：JICA 調査団

AFC システムについて ISO 14443 Type A、B (ヨーロッパ方式) と、Type C (日本方式) がある。日本方式は情報の読み取り、書き込み速度が 2 倍速く、改札機時間当たりの処理能力を高めることができ、特に利用者数の多い大都市圏都市鉄道での使用に適している。表 7.6.2.3-2 にこれらの方式の比較表を示す。

表 7.6.2.3-2 AFC システム方式の比較

		ISO 14443		
		Type-A	Type-B	Type-C candidate
Reader/ Writer	Speed	106 kbps		212 kbps
	Freq.	13.56 MHz		
	ASK	100%	10%	10%
	Bit Coding	Modified Miller	NRZ	Manchester
Card	Freq.	13.56 MHz		
	Subcarrier	847 kHz		(Symmetry)
	Bit Coding	Modified Miller	NRZ	Manchester
Providers	Micron Philips Infineon	Innovatron ASK ST Micro	SONY Panasonic Hitachi	

出典：JICA 調査団

7.6.3 課題

上述のように円借款案件であるものの、本邦企業の受注実績はそれほど多くない。特に信号、通信システム等の分野では本邦企業の受注実績がないため、今後の受注機会の拡大に向けた方策検討が必要である。

(1) 入札仕様及びパッケージについて

- ・ 海外勢との競争になるアンタイト方式より、国内勢での競争となるタイト方式を採用することで、単なる価格競争とならず、実績やライフサイクルコストなどの品質を重視すること希望する企業が多い。
- ・ 大パッケージ (E&M ターンキー等) でも対応可能の企業及び、小パッケージにして個別に受注したい企業 (信号メーカー等) に分かれる。

(2) 入札評価方式について

- ・ 価格優先の評価となっており、参入の大きな障壁となっている。一部の入札において実施されている技術評価について、省エネ等の環境技術、性能・品質・信頼性、ライフサイクルコスト等、他国と差別化を図れるような指標を付加することにより優位性を発揮している可能性がある。

第8章

概略事業実施計画及び概略事業費

第8章 概略事業実施計画及び概略事業費

8.1 概略事業実施計画

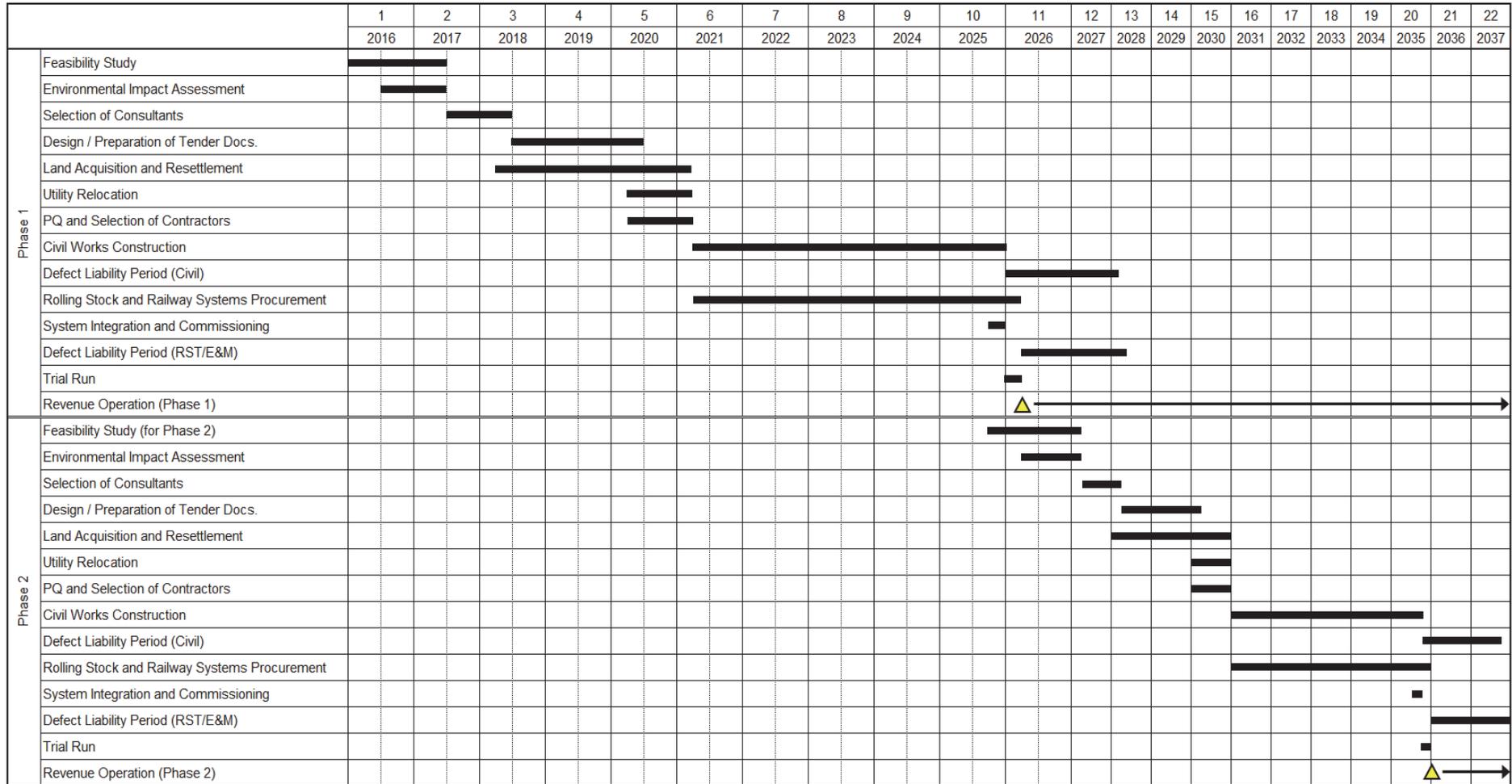
8.1.1 概略事業実施スケジュール

本調査で複数の候補路線を選定し、その後に実施される予定のフィージビリティ調査において各候補路線の詳細について更に深く検討を行い、最終的に地下鉄事業に最適な路線を選定することになる。フィージビリティ調査では環境影響表評価を行い、事業実施に取得が必要な用地の確定および必要な住民移転／補償等を明確化する。フィージビリティ調査の完了後、選定された路線に対する設計が行われ、その設計に基づき入札図書が作成される。円滑な工事の実施のため、また事業全体の遅延を避けるため、工事着工前に用地取得と住民移転が完了していなければならない。同様に、選定路線沿線上の主要な埋設物や支障物の移設も工事着工前に完了させておく必要がある。

土木工事契約が設計／施工方式で実施される場合は、埋設物／支障物の移設も土木工事契約に含めることは可能であるが、その場合、工事業者は移設に掛かる不確定要素を応札価格／契約金額に上乗せしておくことが十分に考えられるため、政府または発注機関が移設作業を行うよりもコスト増になると思われる。このため、主要な埋設物や支障物の移設は政府または発注機関が行うことが望ましい。工事業者または政府／発注機関のいずれが移設を行うにしても、移設の遅れは工事の進捗に直接的に影響し、遅れにより工事業者は工期延伸や追加費用の権利を有することになるため、移設は着工前に完了させる必要がある。

主に中央ゾーンの地下区間が対象となるフェーズ1の建設工期は、概略で5年間と考える。これには、土木工事（主に地下）、車両及び鉄道システムの調達（業者設計、製作、設置、個別機能・性能試験を含む）、システム全体の統合、コミッショニング、そして開業前の試運転期間を含む。フェーズ2はオプションにより地下区間の有無が異なるが、4～5年間と想定する。上記の工程を可能にする契約パッケージ分けを設定する必要がある。工事業者の瑕疵期間は、一般的に工事完了／引き渡し後の2年間である。

表 8.1.1-1 マニラ首都圏地下鉄事業 (MMSF) の概略事業スケジュール

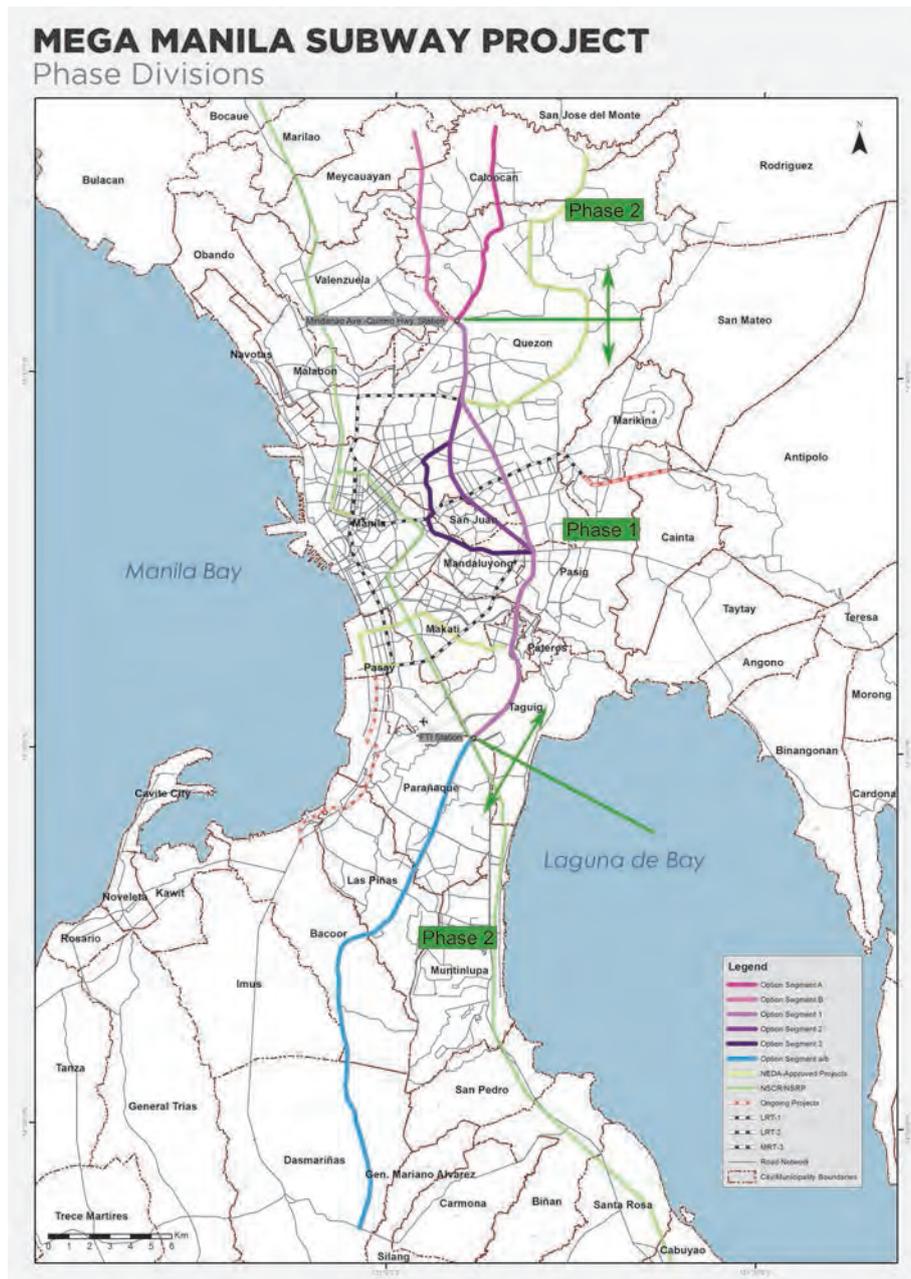


出典：JICA 調査団

8.1.2 事業のフェーズ分け

8.1.2.1 フェーズ1とフェーズ2

マニラ地下鉄事業の総延長は、オプションにもよるが 60km 前後と非常に長い。このため、全区間を一度に実施することは、資金的にも、工事業者や建設敷材の確保の面からも、さらには多数の工事契約パッケージの同時管理の困難さの観点からも適切ではないと考える。このため、事業実施を 2 つのフェーズに分けることを提言する。



出典：JICA 調査団

図 8.1.2.1-1 マニラ首都圏地下鉄事業（MMSF）のフェーズ分け

8.1.2.2 フェーズ1とフェーズ2の境界

上記の通り、中央ゾーンをフェーズ1、北ゾーンと南ゾーンをフェーズ2とした。現時点では、フェーズ1の北側の始終点を Mindanao Avenue-Quirino Highway 駅（オプション A1a の場合で、キロ程は 10.381 km）とし、南側の始終点を FTI 駅（オプション A1a の場合でキロ程は 33.044 km オプション A3a の場合でキロ程は 37.383 km）としている。フェーズ1の延長はオプションにより約 23 km から 27 km、また駅数は 13 駅から 15 駅である。フェーズ1区間は主に地下構造で、Tandang Sora Avenue 駅から Mindanao Avenue-Quirino Highway 駅の間で地下構造から高架構造に変わる。Mindanao Avenue-Quirino Highway 駅のみが高架駅で、オプションに関わらず南側の始終点である FTI 駅を含め、他の全ての駅は地下駅となる。

フェーズ2区間の延長は、全てのオプションにおいて、北ゾーンと南ゾーンの合計で約 36 km、駅数は 14 駅である。北ゾーンの2つのオプション（オプション A-XX と B-X-X）はいずれも高架構造であるが、南ゾーンはオプション X-X-a が全線で高架構造（フェーズ1の始終点の FTI 駅が地下駅で、FTI 駅とフェーズ2の南ゾーンの最初の駅（Dona Soledad Avenue 駅）の間で地下構造から高架構造に変わる）で、オプション X-X-b は Molino Road 駅までが地下構造、Molino Road 駅と Daang Hari 駅の間で地下構造から高架構造に変わり、その後は始終点の Governor' s Drive 駅まで高架構造としている。

それぞれのフェーズで車両基地を建設する計画である。フェーズ1の車両基地は、フェーズ2開業までに必要な車両数の留置および点検・検査に十分な規模とする。フェーズ2の車両基地は、フェーズ1の車両基地の規模および導入する機器、また保守方針に従ったフェーズ1車両基地とフェーズ2車両基地の役割分担を考慮した上で、フェーズ2の計画年次まで十分な機能を果たせる規模とする必要がある。

8.2 概略事業費

8.2.1 概略事業費の概要

調査団が設定した前提条件を基に、全てのオプションの概略事業費を算出した。概略事業費には、直接事業費として建設費、埋設物／支障物移設費、税金、コンサルタント費および物理的予備費を含み、間接事業費として用地取得費、補償費（住民移転費）および付帯道路建設費が含まれる。建設費は土木工事費、軌道工事費、車両調達費および鉄道システム調達費を含む。フェーズ1、フェーズ2および全体の概略事業費を算出した。外貨を含む項目については、概算の外貨（FC）・内貨（LC）比を適用し、外貨分の金額と内貨分の金額を算出した。

本地下鉄事業における概略の km 当たりの事業費単価（直接事業費および間接事業費を含む）は延長と駅数にもよるが、ほぼ全線が地下区間のフェーズ1において約 190～197 百万 USD、ほぼ全線が高架区間のフェーズ2のオプション a において約 100～107 百万 USD となった。

表 8.2.1-1 概略事業費 (オプション A1a)

オプションA1a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	239.84	2,158.56	2,398.40	122.41	1,101.69	1,224.10	3,622.50
	軌道	70:30	56.41	24.18	80.59	73.45	31.48	104.93	185.52
	車両	95:5	301.69	15.88	317.57	804.50	42.34	846.85	1,164.41
	E&Mシステム	90:10	272.99	30.33	303.32	339.00	37.67	376.66	679.98
	小計	-	870.93	2,228.95	3,099.87	1,339.36	1,213.17	2,552.53	5,652.41
ユーティリティ移設費	-		62.00	62.00		51.05	51.05	113.05	
税金	輸入税	-	63.11		63.11	121.69		121.69	184.80
	VAT	-			371.98			306.30	678.29
コンサルタント費	60:40	208.31	138.87	347.19	171.53	114.35	285.88	633.07	
物理的予備費				291.16			244.98	536.14	
直接事業費合計				4,235.31			3,562.45	7,797.76	
用地取得費、補償費	-		230.91	230.91		84.00	84.00	314.91	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		4.29	4.29	4.29	
間接事業費合計				230.91			88.29	319.20	
事業費合計				4,466.22			3,650.74	8,116.96	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-2 概略事業費 (オプション A2a)

オプションA2a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	245.18	2,206.60	2,451.78	122.41	1,101.69	1,224.10	3,675.87
	軌道	70:30	58.63	25.13	83.76	73.45	31.48	104.93	188.69
	車両	95:5	277.55	14.61	292.16	828.64	43.61	872.25	1,164.41
	E&Mシステム	90:10	281.53	31.28	312.81	339.00	37.67	376.66	689.47
	小計	-	862.89	2,277.62	3,140.51	1,363.49	1,214.45	2,577.94	5,718.45
ユーティリティ移設費	-		62.81	62.81		51.56	51.56	114.37	
税金	輸入税	-	61.77		61.77	124.11		124.11	185.88
	VAT	-			376.86			309.35	686.21
コンサルタント費	60:40	211.04	140.69	351.74	173.24	115.49	288.73	640.47	
物理的予備費				294.82			247.51	542.33	
直接事業費合計				4,288.51			3,599.19	7,887.70	
用地取得費、補償費	-		241.12	241.12		84.00	84.00	325.13	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		4.29	4.29	4.29	
間接事業費合計				241.12			88.29	329.42	
事業費合計				4,529.63			3,687.49	8,217.12	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-3 概略事業費 (オプション A3a)

オプションA3a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	278.78	2,508.98	2,787.76	122.41	1,101.69	1,224.10	4,011.85
	軌道	70:30	65.59	28.11	93.71	73.45	31.48	104.93	198.63
	車両	95:5	313.76	16.51	330.27	852.77	44.88	897.66	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	316.99	35.22	352.21	339.00	37.67	376.66	728.88
	小計	-	975.12	2,588.83	3,563.94	1,387.63	1,215.72	2,603.34	6,167.29
ユーティリティ移設費	-		71.28	71.28		52.07	52.07	123.35	
税金	輸入税	-	69.63		69.63	126.52		126.52	196.16
	VAT	-			427.67			312.40	740.07
コンサルタント費	60:40	239.50	159.66	399.16	174.94	116.63	291.57	690.74	
物理的予備費				334.53			250.04	584.57	
直接事業費合計				4,866.22			3,635.94	8,502.17	
用地取得費、補償費	-		258.65	258.65		84.00	84.00	342.65	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		4.29	4.29	4.29	
間接事業費合計				258.65			88.29	346.94	
事業費合計				5,124.87			3,724.24	8,849.11	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-4 概略事業費 (オプションB1a)

オプションB1a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	239.84	2,158.56	2,398.40	124.03	1,116.23	1,240.26	3,638.66
	軌道	70:30	56.41	24.18	80.59	72.96	31.27	104.23	184.82
	車両	95:5	301.69	15.88	317.57	864.84	45.52	910.36	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	272.99	30.33	303.32	337.56	37.51	375.07	678.38
	小計	-	870.93	2,228.95	3,099.87	1,399.39	1,230.53	2,629.91	5,729.79
ユーティリティ移設費	-		62.00	62.00		52.60	52.60	114.60	
税金	輸入税	-	63.11		63.11	127.54		127.54	190.64
	VAT	-			371.98			315.59	687.57
コンサルタント費	60:40	208.31	138.87	347.19	176.73	117.82	294.55	641.74	
物理的予備費				291.16			252.57	543.73	
直接事業費合計				4,235.31			3,672.76	7,908.07	
用地取得費・補償費	-		230.91	230.91		75.05	75.05	305.96	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		7.43	7.43	7.43	
間接事業費合計				230.91			82.48	313.39	
事業費合計				4,466.22			3,755.24	8,221.46	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-5 概略事業費 (オプションB2a)

オプションB2a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	245.18	2,206.60	2,451.78	124.03	1,116.23	1,240.26	3,692.04
	軌道	70:30	58.63	25.13	83.76	72.96	31.27	104.23	187.99
	車両	95:5	277.55	14.61	292.16	888.98	46.79	935.76	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	281.53	31.28	312.81	337.56	37.51	375.07	687.88
	小計	-	862.89	2,277.62	3,140.51	1,423.52	1,231.80	2,655.32	5,795.83
ユーティリティ移設費	-		62.81	62.81		53.11	53.11	115.92	
税金	輸入税	-	61.77		61.77	129.95		129.95	191.72
	VAT	-			376.86			318.64	695.50
コンサルタント費	60:40	211.04	140.69	351.74	178.44	118.96	297.40	649.13	
物理的予備費				294.82			255.10	549.91	
直接事業費合計				4,288.51			3,709.51	7,998.01	
用地取得費・補償費	-		241.12	241.12		75.05	75.05	316.17	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		7.43	7.43	7.43	
間接事業費合計				241.12			82.48	323.60	
事業費合計				4,529.63			3,791.99	8,321.62	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-6 概略事業費 (オプションB3a)

オプションB3a (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	278.78	2,508.98	2,787.76	124.03	1,116.23	1,240.26	4,028.02
	軌道	70:30	65.59	28.11	93.71	72.96	31.27	104.23	197.93
	車両	95:5	313.76	16.51	330.27	933.22	49.12	982.34	1,312.61
	E&Mシステム	90:10	316.99	35.22	352.21	337.56	37.51	375.07	727.28
	小計	-	975.12	2,588.83	3,563.94	1,467.77	1,234.13	2,701.90	6,265.84
ユーティリティ移設費	-		71.28	71.28		54.04	54.04	125.32	
税金	輸入税	-	69.63		69.63	134.37		134.37	204.01
	VAT	-			427.67			324.23	751.90
コンサルタント費	60:40	239.50	159.66	399.16	181.57	121.04	302.61	701.77	
物理的予備費				334.53			259.73	594.26	
直接事業費合計				4,866.22			3,776.88	8,643.10	
用地取得費・補償費	-		258.65	258.65		75.05	75.05	333.70	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		7.43	7.43	7.43	
間接事業費合計				258.65			82.48	341.13	
事業費合計				5,124.87			3,859.36	8,984.24	

出典: JICA 調査団

表 8. 2. 1-7 概略事業費 (オプション A1b)

オプションA1b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	239.84	2,158.56	2,398.40	197.34	1,776.08	1,973.42	4,371.82
	軌道	70:30	56.41	24.18	80.59	78.11	33.48	111.59	192.18
	車両	95:5	301.69	15.88	317.57	804.50	42.34	846.85	1,164.41
	E&Mシステム	90:10	272.99	30.33	303.32	359.11	39.90	399.01	702.33
	小計	-	870.93	2,228.95	3,099.87	1,439.07	1,891.80	3,330.87	6,430.74
ユーティリティ移設費	-	-	62.00	62.00	-	66.62	66.62	128.61	
税金	輸入税	-	63.11	63.11	124.17	-	124.17	187.28	
	VAT	-	-	371.98	-	-	399.70	771.69	
コンサルタント費	60:40	208.31	138.87	347.19	223.83	149.22	373.06	720.24	
物理的予備費	-	-	-	291.16	-	-	317.09	608.25	
直接事業費合計	-	-	-	4,235.31	-	-	4,611.51	8,846.82	
用地取得費、補償費	-	-	230.91	230.91	-	78.60	78.60	309.50	
付帯道路建設費	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	
間接事業費合計	-	-	-	230.91	-	-	78.60	309.50	
事業費合計	-	-	-	4,466.22	-	-	4,690.10	9,156.32	

出典: JICA 調査団

表 8. 2. 1-8 概略事業費 (オプション A2b)

オプションA2b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	245.18	2,206.60	2,451.78	197.34	1,776.08	1,973.42	4,425.20
	軌道	70:30	58.63	25.13	83.76	78.11	33.48	111.59	195.35
	車両	95:5	277.55	14.61	292.16	828.64	43.61	872.25	1,164.41
	E&Mシステム	90:10	281.53	31.28	312.81	359.11	39.90	399.01	711.82
	小計	-	862.89	2,277.62	3,140.51	1,463.20	1,893.07	3,356.28	6,496.79
ユーティリティ移設費	-	-	62.81	62.81	-	67.13	67.13	129.94	
税金	輸入税	-	61.77	61.77	126.59	-	126.59	188.36	
	VAT	-	-	376.86	-	-	402.75	779.61	
コンサルタント費	60:40	211.04	140.69	351.74	225.54	150.36	375.90	727.64	
物理的予備費	-	-	-	294.82	-	-	319.61	614.43	
直接事業費合計	-	-	-	4,288.51	-	-	4,648.26	8,936.76	
用地取得費、補償費	-	-	241.12	241.12	-	78.60	78.60	319.72	
付帯道路建設費	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	
間接事業費合計	-	-	-	241.12	-	-	78.60	319.72	
事業費合計	-	-	-	4,529.63	-	-	4,726.85	9,256.48	

出典: JICA 調査団

表 8. 2. 1-9 概略事業費 (オプション A3b)

オプションA3b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	278.78	2,508.98	2,787.76	197.34	1,776.08	1,973.42	4,761.18
	軌道	70:30	65.59	28.11	93.71	78.11	33.48	111.59	205.30
	車両	95:5	313.76	16.51	330.27	852.77	44.88	897.66	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	316.99	35.22	352.21	359.11	39.90	399.01	751.22
	小計	-	975.12	2,588.83	3,563.94	1,487.34	1,894.34	3,381.68	6,945.62
ユーティリティ移設費	-	-	71.28	71.28	-	67.63	67.63	138.91	
税金	輸入税	-	69.63	69.63	129.00	-	129.00	198.63	
	VAT	-	-	427.67	-	-	405.80	833.47	
コンサルタント費	60:40	239.50	159.66	399.16	227.25	151.50	378.75	777.91	
物理的予備費	-	-	-	334.53	-	-	322.14	656.67	
直接事業費合計	-	-	-	4,866.22	-	-	4,685.01	9,551.23	
用地取得費、補償費	-	-	258.65	258.65	-	78.60	78.60	337.25	
付帯道路建設費	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	
間接事業費合計	-	-	-	258.65	-	-	78.60	337.25	
事業費合計	-	-	-	5,124.87	-	-	4,763.60	9,888.48	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-10 概略事業費 (オプション B1b)

オプションB1b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	239.84	2,158.56	2,398.40	198.96	1,790.63	1,989.59	4,387.99
	軌道	70:30	56.41	24.18	80.59	77.63	33.27	110.89	191.48
	車両	95:5	301.69	15.88	317.57	864.84	45.52	910.36	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	272.99	30.33	303.32	357.67	39.74	397.41	700.73
	小計	-	870.93	2,228.95	3,099.87	1,499.10	1,909.16	3,408.25	6,508.13
ユーティリティ移設費	-		62.00	62.00		68.17	68.17	130.16	
税金	輸入税	-	63.11		63.11	130.01		130.01	193.12
	VAT	-			371.98			408.99	780.98
コンサルタント費	60:40	208.31	138.87	347.19	229.03	152.69	381.72	728.91	
物理的予備費				291.16			324.67	615.84	
直接事業費合計				4,235.31			4,721.82	8,957.13	
用地取得費、補償費	-		230.91	230.91		69.64	69.64	300.55	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		3.14	3.14	3.14	
間接事業費合計				230.91			72.78	303.69	
事業費合計				4,466.22			4,794.60	9,260.82	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-11 概略事業費 (オプション B2b)

オプションB2b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	245.18	2,206.60	2,451.78	198.96	1,790.63	1,989.59	4,441.36
	軌道	70:30	58.63	25.13	83.76	77.63	33.27	110.89	194.65
	車両	95:5	277.55	14.61	292.16	888.98	46.79	935.76	1,227.93
	E&Mシステム	90:10	281.53	31.28	312.81	357.67	39.74	397.41	710.22
	小計	-	862.89	2,277.62	3,140.51	1,523.23	1,910.43	3,433.66	6,574.17
ユーティリティ移設費	-		62.81	62.81		68.67	68.67	131.48	
税金	輸入税	-	61.77		61.77	132.43		132.43	194.20
	VAT	-			376.86			412.04	788.90
コンサルタント費	60:40	211.04	140.69	351.74	230.74	153.83	384.57	736.31	
物理的予備費				294.82			327.20	622.02	
直接事業費合計				4,288.51			4,758.57	9,047.08	
用地取得費、補償費	-		241.12	241.12		69.64	69.64	310.76	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		3.14	3.14	3.14	
間接事業費合計				241.12			72.78	313.91	
事業費合計				4,529.63			4,831.35	9,360.98	

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-12 概略事業費 (オプション B3b)

オプションB3b (単位: 百万USD)

項目	外貨:内貨	フェーズ 1 (2025年)			フェーズ 2 (2035年)			合計	
		外貨	内貨	小計	外貨	内貨	小計		
直接工事費	土木	10:90	278.78	2,508.98	2,787.76	198.96	1,790.63	1,989.59	4,777.34
	軌道	70:30	65.59	28.11	93.71	77.63	33.27	110.89	204.60
	車両	95:5	313.76	16.51	330.27	933.22	49.12	982.34	1,312.61
	E&Mシステム	90:10	316.99	35.22	352.21	357.67	39.74	397.41	749.63
	小計	-	975.12	2,588.83	3,563.94	1,567.48	1,912.75	3,480.23	7,044.18
ユーティリティ移設費	-		71.28	71.28		69.60	69.60	140.88	
税金	輸入税	-	69.63		69.63	136.85		136.85	206.49
	VAT	-			427.67			417.63	845.30
コンサルタント費	60:40	239.50	159.66	399.16	233.87	155.91	389.79	788.95	
物理的予備費				334.53			331.84	666.37	
直接事業費合計				4,866.22			4,825.94	9,692.17	
用地取得費、補償費	-		258.65	258.65		69.64	69.64	328.29	
付帯道路建設費	-		0.00	0.00		3.14	3.14	3.14	
間接事業費合計				258.65			72.78	331.43	
事業費合計				5,124.87			4,898.73	10,023.60	

出典: JICA 調査団

概略事業費の算出は 2015 年 3 月をベースとし、下記的前提条件を採用した。用地取得費および補償費は調査団による初歩的な確認により算出している。付帯道路建設費は、鉄道建設において最低限必要な道路の建設費として含めている。

- 交換レート
1 USD = 119.03 JPY
1 USD = 43.95 PhP
1 PhP = 2.708 JPY
- 輸入税
外貨分の10%
- VAT
直接工事費の12%
- コンサルタント費
直接工事費の10%とVAT
- 物理的予備費
直接工事費、税金、コンサルタント費の7.5%
- 埋設物／支障物移設費
直接工事費の2%

全オプションの概略事業費を以下に示す。

表 8.2.1-13 全オプションの概略事業費 (USD ベース)

(単位: 百万USD)

オプション	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b	
フェーズ1	直接事業費	4,235.31	4,288.51	4,866.22	4,235.31	4,288.51	4,866.22	4,235.31	4,288.51	4,866.22	4,235.31	4,288.51	4,866.22
	間接事業費	230.91	241.12	258.65	230.91	241.12	258.65	230.91	241.12	258.65	230.91	241.12	258.65
	小計	4,466.22	4,529.63	5,124.87									
フェーズ2	直接事業費	3,562.45	3,599.19	3,635.94	3,672.76	3,709.51	3,776.88	4,611.51	4,648.26	4,685.01	4,721.82	4,758.57	4,825.94
	間接事業費	88.29	88.29	88.29	82.48	82.48	82.48	78.60	78.60	78.60	72.78	72.78	72.78
	小計	3,650.74	3,687.49	3,724.24	3,755.24	3,791.99	3,859.36	4,690.10	4,726.85	4,763.60	4,794.60	4,831.35	4,898.73
合計	直接事業費	7,797.76	7,887.70	8,502.17	7,908.07	7,998.01	8,643.10	8,846.82	8,936.76	9,551.23	8,957.13	9,047.08	9,692.17
	間接事業費	319.20	329.42	346.94	313.39	323.60	341.13	309.50	319.72	337.25	303.69	313.91	331.43
	小計	8,116.96	8,217.12	8,849.11	8,221.46	8,321.62	8,984.24	9,156.32	9,256.48	9,888.48	9,260.82	9,360.98	10,023.60

出典: JICA 調査団

表 8.2.1-14 全オプションの概略事業費 (PHP ベース)

(単位: 百万ペソ)

オプション		A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b
フェーズ1	直接 事業費	186,142	188,480	213,871	186,142	188,480	213,871	186,142	188,480	213,871	186,142	188,480	213,871
	間接 事業費	10,148	10,597	11,368	10,148	10,597	11,368	10,148	10,597	11,368	10,148	10,597	11,368
	小計	196,290	199,077	225,238									
フェーズ2	直接 事業費	156,569	158,185	159,800	161,418	163,033	165,994	202,676	204,291	205,906	207,524	209,139	212,100
	間接 事業費	3,881	3,881	3,881	3,625	3,625	3,625	3,454	3,454	3,454	3,199	3,199	3,199
	小計	160,450	162,065	163,680	165,043	166,658	169,619	206,130	207,745	209,360	210,723	212,338	215,299
合計	直接 事業費	342,711	346,665	373,670	347,560	351,513	379,864	388,818	392,771	419,777	393,666	397,619	425,971
	間接 事業費	14,029	14,478	15,248	13,773	14,222	14,993	13,603	14,052	14,822	13,347	13,796	14,567
	小計	356,740	361,142	388,918	361,333	365,735	394,857	402,420	406,822	434,599	407,013	411,415	440,537

備考: USD 1 = PHP 43.95 (2015年3月, JICA)

出典: JICA 調査団

8.2.2 土木工事および軌道工事

8.2.2.1 土木工事費および軌道工事費の単価

地下構造物の工事費単価は、トンネル位置（深さ）に関わらず一律の単価を採用した。一方、地下駅の工事費は掘削量に大きく影響を受けるため、標準的な深さの地下駅には設定した標準単価を適用し、標準深さよりも深い駅については、フェーズ 1 区間の大深度駅およびフェーズ 2 区間（オプション X-X-b に限る）の大深度駅のそれぞれの平均深さを算出し、それぞれに割増単価を設定し、適用した。高架構造物と高架駅については、標準高さの構造物/駅に対して標準単価を設定して適用し、それらよりも高い区間の構造物および駅に対し、割増単価を設定し、適用した。

軌道工事と車両基地土木工事の工事費単価はいずれも JICA が実施している南北通勤線プロジェクトで適用している単価を採用した。地下区間の軌道は高架区間の軌道と異なる種類となるため、地下区間には異なる工事費単価を適用している。

各工事項目の建設単価は 8.2.2.2 章の表中に示す。

8.2.2.2 土木工事費および軌道工事費

土木工事費は、高架構造物、高架駅、地下構造物、地下駅および車両基地土木工事に分類し、それぞれの建設単価を設定して概算数量を掛けて算出した。建設単価の設定には、フィリピン及び東南アジア諸国で完了/実施中/計画されている類似事業を参照した。その上で、検討した各オプションの概略平面図/縦断図や運転計画を反映し、本地下鉄事業の特性を考慮して調整し、本地下鉄事業の概算事業費算出のための建設単価を算出した。

土木工事費の概略費用は、既存の詳細な地形や現状を反映して作成した詳細な平面/縦断線形によるものではなく、各オプションの大まかな土木工事費の差異を確認することを目的として算出したものである。特に、地下構造物と地下駅の建設費は他の建設費と比べて非常に高く、土木工事費全体並びに事業費全体

において高い比率を有する。しかしながら、地下構造物と地下駅の建設費の正確な見積りは地質条件や地上部分の現状を正確に把握し、その上で最適なトンネル工法、地下駅建設工法、トンネルおよび地下駅の深さ等を確定しないと算出できない。このため、本調査において算出する土木工事費ならびに事業費は概算であり、各オプションの際の確認のためのものである。

本地下鉄事業における地下構造物/地下駅の km 当たりの土木工事費単価は延長と駅数にもよるが約 105～115 百万 USD、高架構造物/高架駅の km 当たりの工事費単価は 36 百万 USD となった。(いずれも車両費および鉄道システム費を含まない。)

地下構造物及び駅、高架構造物及び駅、車両基地土木工事の建設費単価および本地下鉄事業の建設費を表 8.2.2.2-1～表 8.2.2.2-5 に、また軌道工事の建設費単価および本地下鉄事業の建設費を表 8.2.2.2-6 に示す。

表 8.2.2.2-1 概略地下構造物工事費

オプション	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b	
建設単価 (百万USD/km)	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	50.88	
フェーズ1	延長(km)	19.457	20.506	23.396	19.457	20.506	23.396	19.457	20.506	23.396	19.457	20.506	23.396
	費用 (百万USD)	990.04	1,043.42	1,190.47	990.04	1,043.42	1,190.47	990.04	1,043.42	1,190.47	990.04	1,043.42	1,190.47
フェーズ2	延長(km)	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	13.324	13.324	13.324	13.324	13.324	13.324
	費用 (百万USD)	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69	55.69	677.96	677.96	677.96	677.96	677.96	677.96
合計	延長(km)	20.551	21.600	24.490	20.551	21.600	24.490	32.780	33.829	36.719	32.780	33.829	36.719
	費用 (百万USD)	1,045.73	1,099.11	1,246.17	1,045.73	1,099.11	1,246.17	1,668.00	1,721.38	1,868.44	1,668.00	1,721.38	1,868.44

出典：JICA 調査団

表 8.2.2.2-2 概略地下駅工事費

オプション	A1a				A2a				A3a			
	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計
建設単価 (百万USD/駅)	94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24	
フェーズ1	駅数	8	4	12	8	4		12	10	4		14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21	1,314.90	755.69	559.21		1,314.90	944.61	559.21		1,503.82
フェーズ2	駅数	0		0	0		0	0	0		0	0
	費用 (百万USD)	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
合計	駅数	8	4	12	8	4	0	12	10	4	0	14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21	1,314.90	755.69	559.21	0.00	1,314.90	944.61	559.21	0.00	1,503.82

オプション	B1a				B2a				B3a			
	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計
建設単価 (百万USD/駅)	94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24	
フェーズ1	駅数	8	4	12	8	4		12	10	4		14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21	1,314.90	755.69	559.21		1,314.90	944.61	559.21		1,503.82
フェーズ2	駅数	0		0	0		0	0	0		0	0
	費用 (百万USD)	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
合計	駅数	8	4	12	8	4	0	12	10	4	0	14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21	1,314.90	755.69	559.21	0.00	1,314.90	944.61	559.21	0.00	1,503.82

オプション		A1b				A2b				A3b			
項目		標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計
建設単価 (百万USD/駅)		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24	
フェーズ1	駅数	8	4		12	8	4		12	10	4		14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21		1,314.90	755.69	559.21		1,314.90	944.61	559.21		1,503.82
フェーズ2	駅数	2		3	5	2		3	5	2		3	5
	費用 (百万USD)	188.92		345.73	534.65	188.92		345.73	534.65	188.92		345.73	534.65
合計	駅数	10	4	3	17	10	4	3	17	12	4	3	19
	費用 (百万USD)	944.61	559.21	345.73	1,849.54	944.61	559.21	345.73	1,849.54	1,133.53	559.21	345.73	2,038.47

オプション		B1b				B2b				B3b			
項目		標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計	標準 深度駅	フェーズ1 大深度駅	フェーズ2 大深度駅	合計
建設単価 (百万USD/駅)		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24		94.46	139.80	115.24	
フェーズ1	駅数	8	4		12	8	4		12	10	4		14
	費用 (百万USD)	755.69	559.21		1,314.90	755.69	559.21		1,314.90	944.61	559.21		1,503.82
フェーズ2	駅数	2		3	5	2		3	5	2		3	5
	費用 (百万USD)	188.92		345.73	534.65	188.92		345.73	534.65	188.92		345.73	534.65
合計	駅数	10	4	3	17	10	4	3	17	12	4	3	19
	費用 (百万USD)	944.61	559.21	345.73	1,849.54	944.61	559.21	345.73	1,849.54	1,133.53	559.21	345.73	2,038.47

出典：JICA 調査団

表 8.2.2-3 概略高架構造物工事費

オプション		A1a			A2a			A3a			B1a			B2a			B3a		
		標準区間	高層区間	合計															
建設単価 (百万USD/km)		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51	
フェーズ1	延長(km)	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807
	費用 (百万USD)	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34
フェーズ2	延長(km)	28.456	4.087	32.543	28.456	4.087	32.543	28.456	4.087	32.543	21.815	10.451	32.266	21.815	10.451	32.266	21.815	10.451	32.266
	費用 (百万USD)	577.30	87.89	665.19	577.30	87.89	665.19	577.30	87.89	665.19	442.57	224.75	667.32	442.57	224.75	667.32	442.57	224.75	667.32
合計	延長(km)	28.456	4.894	33.349	28.456	4.894	33.349	28.456	4.894	33.349	21.815	11.258	33.072	21.815	11.258	33.072	21.815	11.258	33.072
	費用 (百万USD)	577.30	105.24	682.54	577.30	105.24	682.54	577.30	105.24	682.54	442.57	242.09	684.66	442.57	242.09	684.66	442.57	242.09	684.66

オプション		A1b			A2b			A3b			B1b			B2b			B3b		
		標準区間	高層区間	合計															
建設単価 (百万USD/km)		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51		20.29	21.51	
フェーズ1	延長(km)	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807	0.000	0.807	0.807
	費用 (百万USD)	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34	0.00	17.34	17.34
フェーズ2	延長(km)	16.227	4.087	20.314	16.227	4.087	20.314	16.227	4.087	20.314	9.586	10.451	20.037	9.586	10.451	20.037	9.586	10.451	20.037
	費用 (百万USD)	329.20	87.89	417.09	329.20	87.89	417.09	329.20	87.89	417.09	194.47	224.75	419.22	194.47	224.75	419.22	194.47	224.75	419.22
合計	延長(km)	16.227	4.894	21.120	16.227	4.894	21.120	16.227	4.894	21.120	9.586	11.258	20.843	9.586	11.258	20.843	9.586	11.258	20.843
	費用 (百万USD)	329.20	105.24	434.44	329.20	105.24	434.44	329.20	105.24	434.44	194.47	242.09	436.56	194.47	242.09	436.56	194.47	242.09	436.56

出典：JICA 調査団

表 8. 2. 2-4 概略高架駅工事費

オプション	A1a			A2a			A3a			B1a			B2a			B3a			
	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	
建設単価 (百万USD/駅)	31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		
フェーズ1	駅数	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	費用 (百万USD)	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41
フェーズ2	駅数	12	2	14	12	2	14	12	2	14	8	6	14	8	6	14	8	6	14
	費用 (百万USD)	382.78	70.81	453.59	382.78	70.81	453.59	382.78	70.81	453.59	255.19	212.44	467.63	255.19	212.44	467.63	255.19	212.44	467.63
合計	駅数	12	3	15	12	3	15	12	3	15	8	7	15	8	7	15	8	7	15
	費用 (百万USD)	382.78	106.22	489.00	382.78	106.22	489.00	382.78	106.22	489.00	255.19	247.85	503.04	255.19	247.85	503.04	255.19	247.85	503.04

オプション	A1b			A2b			A3b			B1b			B2b			B3b			
	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	標準駅	高層駅	合計	
建設単価 (百万USD/駅)	31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		31.90	35.41		
フェーズ1	駅数	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	費用 (百万USD)	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41	0.00	35.41	35.41
フェーズ2	駅数	7	2	9	7	2	9	7	2	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9
	費用 (百万USD)	223.29	70.81	294.10	223.29	70.81	294.10	223.29	70.81	294.10	95.69	212.44	308.14	95.69	212.44	308.14	95.69	212.44	308.14
合計	駅数	7	3	10	7	3	10	7	3	10	3	7	10	3	7	10	3	7	10
	費用 (百万USD)	223.29	106.22	329.51	223.29	106.22	329.51	223.29	106.22	329.51	95.69	247.85	343.54	95.69	247.85	343.54	95.69	247.85	343.54

出典：JICA 調査団

表 8. 2. 2-5 概略車両基地土木工事費

全オプション		車両基地・ 車両工場
建設単価(USD/m ²)		254.45
フェーズ1	面積(m ²)	160,000
	費用(百万USD)	40.71
フェーズ2	面積(m ²)	195,000
	費用(百万USD)	49.62
合計	面積(m ²)	355,000
	費用(百万USD)	90.33

出典：JICA 調査団

表 8.2.2-6 概略軌道工事費

オプション	A1a				A2a				A3a				
	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	
建設単価 (百万USD/km)	2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		
フェーズ1	延長(km)	0.907	21.757	6.000	28.663	0.907	22.806	6.000	29.712	0.907	26.096	6.000	33.002
	費用 (百万USD)	2.28	65.76	12.54	80.59	2.28	68.93	12.54	83.76	2.28	78.88	12.54	93.71
フェーズ2	延長(km)	35.243	1.195	6.000	42.437	35.243	1.195	6.000	42.437	35.243	1.195	6.000	42.437
	費用 (百万USD)	88.77	3.61	12.54	104.93	88.77	3.61	12.54	104.93	88.77	3.61	12.54	104.93
合計	延長(km)	36.149	22.951	12.000	71.100	36.149	24.000	12.000	72.149	36.149	27.290	12.000	75.439
	費用 (百万USD)	91.06	69.37	25.09	185.52	91.06	72.54	25.09	188.69	91.06	82.49	25.09	198.63

オプション	B1a				B2a				B3a				
	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	
建設単価 (百万USD/km)	2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		
フェーズ1	延長(km)	0.907	21.757	6.000	28.663	0.907	22.806	6.000	29.712	0.907	26.096	6.000	33.002
	費用 (百万USD)	2.28	65.76	12.54	80.59	2.28	68.93	12.54	83.76	2.28	78.88	12.54	93.71
フェーズ2	延長(km)	34.966	1.195	6.000	42.160	34.966	1.195	6.000	42.160	34.966	1.195	6.000	42.160
	費用 (百万USD)	88.07	3.61	12.54	104.23	88.07	3.61	12.54	104.23	88.07	3.61	12.54	104.23
合計	延長(km)	35.872	22.951	12.000	70.823	35.872	24.000	12.000	71.872	35.872	27.290	12.000	75.162
	費用 (百万USD)	90.36	69.37	25.09	184.82	90.36	72.54	25.09	187.99	90.36	82.49	25.09	197.93

オプション	A1b				A2b				A3b				
	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	
建設単価 (百万USD/km)	2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		
フェーズ1	延長(km)	0.907	21.757	6.000	28.663	0.907	22.806	6.000	29.712	0.907	26.096	6.000	33.002
	費用 (百万USD)	2.28	65.76	12.54	80.59	2.28	68.93	12.54	83.76	2.28	78.88	12.54	93.71
フェーズ2	延長(km)	22.014	14.424	6.000	42.437	22.014	14.424	6.000	42.437	22.014	14.424	6.000	42.437
	費用 (百万USD)	55.45	43.60	12.54	111.59	55.45	43.60	12.54	111.59	55.45	43.60	12.54	111.59
合計	延長(km)	22.920	36.180	12.000	71.100	22.920	37.229	12.000	72.149	22.920	40.519	12.000	75.439
	費用 (百万USD)	57.73	109.36	25.09	192.18	57.73	112.53	25.09	195.35	57.73	122.48	25.09	205.30

オプション	B1b				B2b				B3b				
	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	高架 スラブ	地下 スラブ	地上 バラスト	合計	
建設単価 (百万USD/km)	2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		2.52	3.02	2.09		
フェーズ1	延長(km)	0.907	21.757	6.000	28.663	0.907	22.806	6.000	29.712	0.907	26.096	6.000	33.002
	費用 (百万USD)	2.28	65.76	12.54	80.59	2.28	68.93	12.54	83.76	2.28	78.88	12.54	93.71
フェーズ2	延長(km)	21.737	14.424	6.000	42.160	21.737	14.424	6.000	42.160	21.737	14.424	6.000	42.160
	費用 (百万USD)	54.75	43.60	12.54	110.89	54.75	43.60	12.54	110.89	54.75	43.60	12.54	110.89
合計	延長(km)	22.643	36.180	12.000	70.823	22.643	37.229	12.000	71.872	22.643	40.519	12.000	75.162
	費用 (百万USD)	57.04	109.36	25.09	191.48	57.04	112.53	25.09	194.65	57.04	122.48	25.09	204.60

出典：JICA 調査団

8.2.3 車両

車両費は日本の標準的な直流/1,500V方式の車両を基に算出した。各フェーズで調達する車両数は、フェーズ1はフェーズ1としての最終年次となる2034年の需要予測に基づいた必要車両数、フェーズ2は2025年の開業から20年後の2045年の需要予測に基づいた必要車両数とした。

表 8.2.3-1 概略車両費

オプション	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b
建設単価 (百万USD/両)	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
フェーズ1	車両数(両)	150	138	156	150	138	156	150	138	156	150	138
	費用 (百万USD)	317.57	292.16	330.27	317.57	292.16	330.27	317.57	292.16	330.27	317.57	292.16
フェーズ2	車両数(両)	400	412	424	430	442	464	400	412	424	430	442
	費用 (百万USD)	846.85	872.25	897.66	910.36	935.76	982.34	846.85	872.25	897.66	910.36	935.76
合計	車両数(両)	550	550	580	580	580	620	550	550	580	580	620
	費用 (百万USD)	1,164.41	1,164.41	1,227.93	1,227.93	1,227.93	1,312.61	1,164.41	1,164.41	1,227.93	1,227.93	1,312.61

出典：JICA 調査団

8.2.4 鉄道システム

鉄道システムの概算費用には、信号システム、電力システム、通信システム、自動料金収受 (AFC) システム、車両基地機器、ホームドア等、一般的な都市鉄道に含まれるシステムを含めたものとしている。

表 8.2.4-1 概略鉄道システム費

オプション	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b
フェーズ1 (百万USD)	303.32	312.81	352.21	303.32	312.81	352.21	303.32	312.81	352.21	303.32	312.81	352.21
フェーズ2 (百万USD)	376.66	376.66	376.66	375.07	375.07	375.07	399.01	399.01	399.01	397.41	397.41	397.41
合計 (百万USD)	679.98	689.47	728.88	678.38	687.88	727.28	702.33	711.82	751.22	700.73	710.22	749.63

出典：JICA 調査団

(空白ページ)

第9章

MMSP における TOD シナリオの予備的検討

第9章 MMSP における TOD シナリオの予備的検討

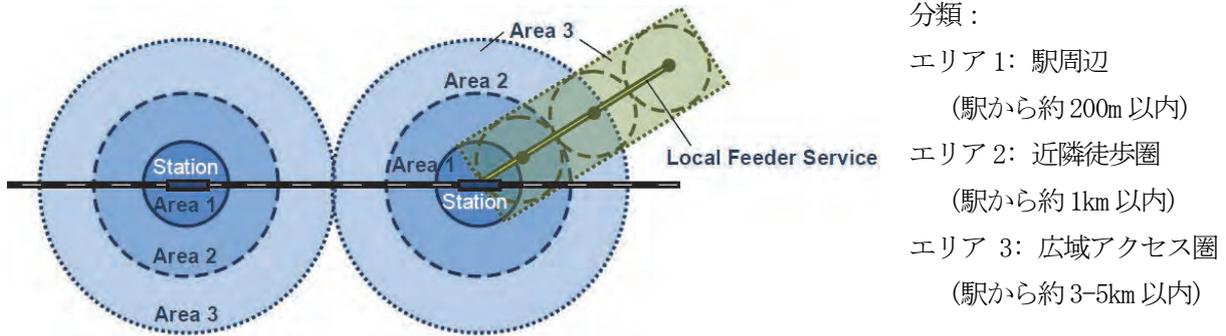
9.1 TOD シナリオ検討における留意点

2.8 章でも言及したとおり、本地下鉄事業（MMSP）の実施において TOD を取り込むことは、特に公共交通の利用を促進したり、MMSP 自体の便益や正のインパクトを最大化したりすることにおいて非常に重要である。

TOD はコミュニティレベルから国家レベルまで様々な利害関係者を含むので、適切なタイミングで関連する利害関係者と調整を行うことは、TOD 実施のために重要となる。

実施スケジュールもまた、全ての改善が同時並行的に実現できないことを考慮する必要がある。しかし、ある特定のアクセス機能についてはその効果を最大化するために鉄道運行に先立って改善されるべきものもある。

実践的で適切な TOD 計画を策定するためには、TOD のインパクトを空間的な特性に基づいて分析する必要がある。一般的に、駅からの距離によって 3 つのエリアが規定される。a) 駅から約 200m 以内の駅周辺、b) 駅から約 1km の徒歩圏（近隣徒歩圏）、c) 駅から約 3-5km の広域アクセス圏。TOD の計画策定においては、以下の TOD の主要検討項目について十分な検討が必要である。



出典：フィリピンの都市鉄道における TOD 促進準備調査（JICA、2015 年）

図 9.1-1 駅勢圏の分類

- (1) アクセス機能改善：TOD の基本原則は、駅からの徒歩圏内において安全かつ便利で快適な歩行者空間を整備することである。徒歩圏は、アクセス機能改善と一体開発の両者により鉄道の便益を最大化させる多大な潜在的可能性を秘めている。高齢者、障害者、その他補助を必要とする交通弱者を含む全ての旅客に配慮したユニバーサルアクセスを考慮し設計に取り込む必要がある。バスやジブニー等のフィーダー公共交通サービスは旅客の利便性を改善し、広域アクセス圏を拡大する。アクセス機能改善の実施には、関連公共機関である DPWH、地方自治体や地元コミュニティとの連携が必要不可欠である。
- (2) 一体開発の促進：実践的な TOD 計画を策定するためには、現在の PPP スキームに基づいた実施スキームを検討する必要がある。そのため、TOD を実施するための関連の利害関係者、必要な実施スキームとコンサルティングサービスを明確にする必要がある。用地取得は鉄道沿線での一

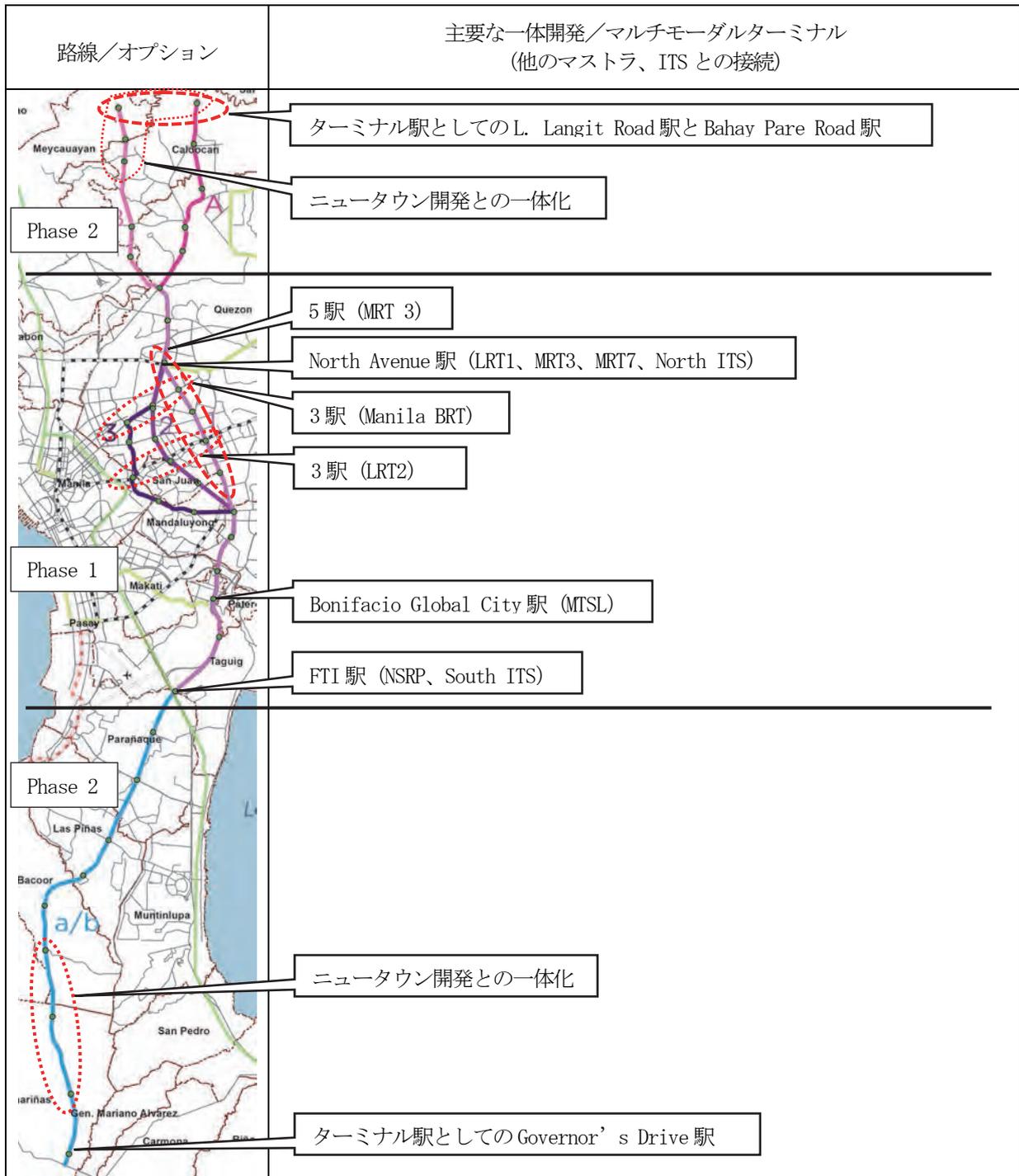
体開発を成功させるカギであり、地方自治体との適時の連携は、新市街地開発と公共交通施設等の一体開発のための十分な土地を確保するのに必要不可欠である。

- (3) アクセス機能改善に係る管理運営制度の強化：アクセス機能改善は、単に道路拡幅等の物理的な改善を介してだけで実施することはできない。交通管理もまた道路交通を安全、便利でかつ持続可能な状態で制御するために必要である。マニラ首都圏では路上駐車と露天商の規制が交通混雑を緩和する上で重要である。これらを実施するためには、DPWH、MMDA、地方自治体等の政府機関とバラングイ等の地元コミュニティの連携が必要となる。

9.2 駅別の TOD コンセプトの予備的検討

本調査では、本地下鉄の各路線区間についていくつかの代替アラインメントと仮の駅位置を選定し検討している。本節では、これらの本地下鉄の各駅について TOD の開発コンセプトの予備的検討を行なった。本地下鉄の便益と正のインパクトを最大化するため、本調査では TOD によるアクセス機能と駅前一体開発の強化のための方向性を検討した。

図 9.2-1 では、本地下鉄における主要な一体開発/マルチモーダルターミナルの位置を示した。表 9.2-1 から表 9.2-3 では、本地下鉄の駅ごとにアクセシビリティと都市開発の観点から TOD コンセプトを予備的に整理した。



出典：JICA 調査団

図 9.2-1 MMSF における主要な一体開発／マルチモーダルターミナル

表 9.2-1 本地下鉄における TOD コンセプトの予備的検討（フェーズ1、オプション1/2/3）

駅名	オプション/ 駅タイプ	開発課題/TOD コンセプト	
		交通施設、交通サービス	都市開発
Mindanao Ave. - Quirino Hiwy	オプション1, 2, 3 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> フェーズ1のターミナル駅としてフィーダー用駅前広場（バス、ジプニー、K&R）、P&R 駐車場 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設
Tandang Sora	オプション1, 2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
North Avenue	オプション1, 2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 他の鉄道（LRT1、MRT3、MRT7）とNorth ITS（バス、ジプニー）との直接連絡 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設（SM、Trinoma 等）との直接連絡
Quezon Ave.	オプション1 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> MRT3、Manila BRT の各駅との直接連絡 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設（Centris Station（モール）等）との直接連絡
Kamuning	オプション1 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> MRT3 駅との直接連絡 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Cubao	オプション1 地下 CBD	<ul style="list-style-type: none"> MRT3、LRT2 の各駅との直接連絡 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設との直接連絡
Santolan - Annapolis	オプション1 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> MRT3 駅との直接連絡 路側の乗換えスペース（バス） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Ortigas North	オプション1, 2, 3 地下 CBD	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設との直接連絡
Ortigas South	オプション1, 2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> Capitol Commons の敷地を活用した乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設（Capitol Commons 等）との直接連絡
Kalayaan Ave.	オプション1, 2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設との直接連絡
Bonifacio Global City	オプション1, 2, 3 地下 CBD	<ul style="list-style-type: none"> Market Market の敷地を活用したMTSL、バス、ジプニーとの乗換えターミナル 	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する商業・業務施設（Market Market、SM 等）との直接連絡
Cayetano Blvd.	オプション1, 2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（バス、ジプニー） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）

FTI	オプション1, 2, 3 地下 CBD	<ul style="list-style-type: none"> NSCR と South ITS (バス、ジプニー) との直接連絡 Arca South へのアクセス 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設
Timog Ave.	オプション2, 3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> Manila BRT 駅との直接連絡 路側の乗換えスペース (バス、ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)
E. Rodriguez Sr. Ave.	オプション2 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース (ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)
Gilmore	オプション2 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> LRT2 駅との直接連絡 路側の乗換えスペース (ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)
Greenhills	オプション2 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> Greenhills SC の敷地を活用した乗換えスペース (バス、ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば) Greenhills SC との直接連絡
Araneta Ave.	オプション3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> Manila BRT 駅との直接連絡 路側の乗換えスペース (バス、ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)
E. Rodriguez Sr. Ave.	オプション3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース (ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)
Jose Rizal Univ.	オプション3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> LRT2 駅との直接連絡 SM の敷地を活用した乗換えスペース (バス、ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば) SM との直接連絡
Old Wak Wak Road	オプション3 地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース (バス、ジプニー) 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 (適地があれば)

出典：JICA 調査団

表 9.2-2 本地下鉄における TOD コンセプトの予備的検討（フェーズ2、北区間、オプションA/B）

駅名	オプション/ 駅タイプ	開発課題/TOD コンセプト	
		交通施設、交通サービス	都市開発
L. Langit Road	オプションA 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 ・ 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設 ・ ニュータウン開発
Camarin Road	オプションA 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Zabarte Road	オプションA 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Novaliches	オプションA 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
San Bartolome	オプションA 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> ・ SM の敷地を活用した乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば） ・ SM との直接連絡
Bahay Pare Road	オプションB 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 ・ アクセス道路 ・ 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設 ・ ニュータウン開発
Mt. Samat Road	オプションB 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 ・ アクセス道路 ・ 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設 ・ ニュータウン開発
Llano Road	オプションB 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 ・ アクセス道路 ・ 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設 ・ ニュータウン開発
Gen. Luis	オプションB 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Tatalon	オプションB 高架 都市部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）

出典：JICA 調査団

表 9.2-3 本地下鉄における TOD コンセプトの予備的検討（フェーズ2、南区間、オプション a/b）

駅名	オプション/ 駅タイプ	開発課題/TOD コンセプト	
		交通施設、交通サービス	都市開発
Dona Soledad Ave.	オプション a/b 高架/地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Dr. A. Santos Ave.	オプション a/b 高架/地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Alabang - Zapote Road	オプション a/b 高架/地下 都市部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Talon Singko	オプション a/b 高架/地下 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> 路側の乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば）
Morino Road	オプション a/b 高架/地下 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> RFC モールの敷地を活用した乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば） RFC モールとの直接連絡
Daang Hari	オプション a/b 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> SM の敷地を活用した乗換えスペース（ジブニー、トライシクル） 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設（適地があれば） SM との直接連絡
J. A. Santos Ave.	オプション a/b 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 ニュータウン開発
Paliparan Road	オプション a/b 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> フィーダー用駅前広場（ジブニー、トライシクル、K&R）、P&R 駐車場 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 ニュータウン開発
Governor' s Drive	オプション a/b 高架 郊外部	<ul style="list-style-type: none"> フィーダー用駅前広場（バス、ジブニー、K&R）、P&R 駐車場 交通誘導管理 	<ul style="list-style-type: none"> 駅と一体化した商業・業務施設 ニュータウン開発

出典：JICA 調査団

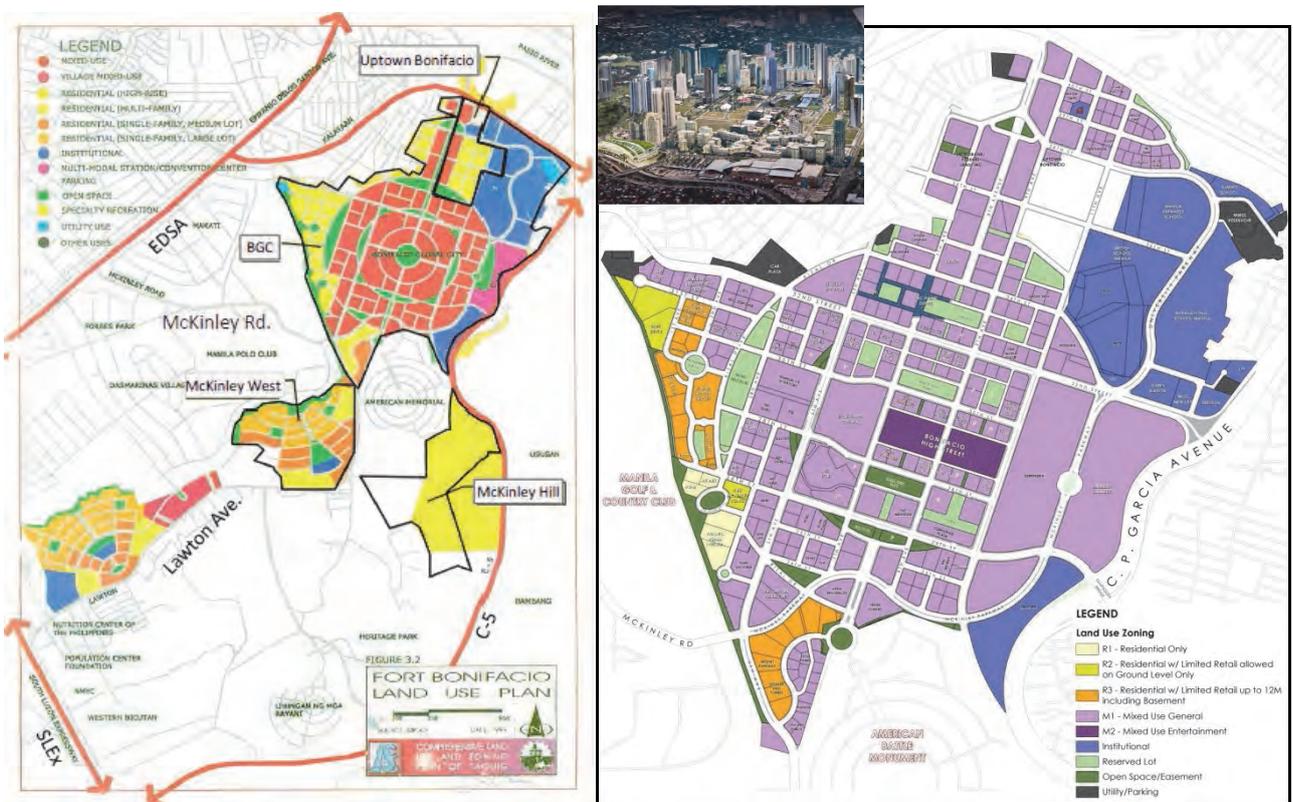
9.3 BGC 地区の駅における TOD コンセプトのケーススタディ

(1) BGC 開発

ボンファシオグローバルシティ (BGC) はマニラ首都圏の主要な CBD の一つである。マニラ中心地の東南に位置し、マカティ市とタギッグ市及びパテロス町にまたがっており、EDSA、C5、南ルソン高速道路の3つの主要幹線道路に境界を接している。BGC は、BGC の他に McKinley Hills、McKinley West、Uptown Bonifacio から成る総敷地面積 345ha の Fort Bonifacio の主要な開発地区である。近年、この地区は基地転換開発庁 (BCDA) による軍用地の売却により力強い商業的な成長を経験している。この地区全体はかつてフィリピン陸軍の主要な基地の一部であった。

1995 年、ボンファシオ土地開発会社 (BLDC) は BGC の主要な都市開発の計画を開始した。BLDC は地区開発における BCDA とのパートナー権を落札した。Ayala 社は Ayala 土地会社と Campos グループの Evergreen ホールディング会社を通じて、2003 年に Metro Pacific から BLDC の企業支配権を購入した。BCDA とこの 2 社は現在 BGC のマスタープラン実施を管理しているフォートボンファシオ開発会社 (FBDC) を運営している。

BGC の全敷地面積の 52%は住居、公共施設、複合用途開発等の建物開発の用に供するよう計画されている。残りの面積は道路、駐車場、空地、マルチモーダル駅 (Bonifacio Global City 駅) のために確保されている。



出典: BCDA

図 9.3-1 フォートボンファシオの位置と BGC の土地利用

表 9.3-1 フォートボニファシオの開発進捗状況の概略

地区名	土地面積 (ha)	総床面積 (1,000m ²)		住民、就業者、 学生の数	2014年2月 現在の進捗
		完了	建設中		
BGC	245	1,197 (住居) 700 (オフィス) 451 (商業) 250 (公共施設)	1020 (住居) 763 (オフィス) 275 (商業) 21 (公共施設)	103	70-100%
McKinley Hill	50	270 (オフィス) + 482 戸 商業、大使館、学校	3 コントミアム	48	85-91%
McKinley West	34.5	285 戸	1,256 戸	197	土地の 92%
Uptown Bonifacio	15	500 (住居) 400 (オフィス) 90 (商業、レストラン)		98	不明
合計	344.5	-	-	-	-

出典: ボニファシオマスタープラン、BCDA のプロジェクト開発更新情報

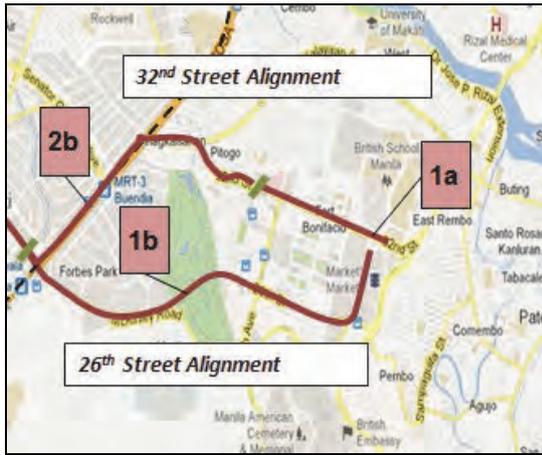
(2) BGC における本地下鉄の駅

4.8 章で述べたとおり、MMSP の複数の路線オプションと予備的な駅位置を抽出した。これらの内、BGC における駅の位置は、商業モールである Market Market! と集合住宅開発である Serendra に挟まれた McKinley Parkway の地下部分を提案している。

2015 年 3 月、PPP センターにより MTSL (Makati-Pasay-Taguig 間のマストラループ) プロジェクトが承認され、次の国家経済開発庁 (NEDA) の委員会の承認に向けて引き継がれた。MTSL プロジェクトは、フィリピンにおける最初の地下鉄で、高容量のマストラシステムの導入によるピーク時の交通状況の改善を目的としている。MTSL の路線は BGC の Market Market! を起点、EDSA/Taft 通りを終点とし、Ayala 通り、Sen. Gil Puyat 通り、Pres. Diosdado Pacapagal 通り、EDSA 等の Makati 市と Pasay 市の主要コリドーを通過する。しかし、BGC においては起終点である Market Market! に至るアラインメントとして 32nd 通りと 26th 通りの 2 つのオプションが検討されている。

現在、BGC への鉄道によるアクセスは無い。PUJ、UV エクスプレス、タクシー等、全て道路系の公共交通サービスに頼っている。これらの路線の多くは Market Market! を起終点としている。バスや habal-habal 等も利用できるがそのサービス限られている。BGC の地区内ではそのアクセス機能を高めるため、FBDC 傘下の Bonifacio 交通会社が 3 路線の循環バスサービスを提供している。

BGC 地区はマニラ首都圏の主要 CBD の一つとして開発されており、多くの人々がこの地区に通ったり、訪問したりすることが予測されている。そのため、MMSP 駅のフィーダーとして、BGC 地区内だけでなく周辺地区に対してもジブニーやその他公共交通モードを用いた良好なサービスを提供することは非常に重要である。そのため、BGC における本地下鉄の駅 (Bonifacio Global City 駅) はマルチモーダルターミナルとして整備し、Market Market! や SM Aura、Hi Street 等の周辺商業・業務施設と一体的に開発されることが重要である。



出典: DOTC

図 9.3-2 BGC での MTSL 路線オプション



出典: BCDA, JICA 調査団

図 9.3-3 BGC における本地下鉄の駅の位置

表 9.3-2 BGC における公共交通運行現況(2014年)

項目	PUJ	UV エクスプレス	タクシー
路線	EDSA-McKinley EDSA-Market Market! EDSA-Gate2-Market Market! EDSA McKinley-Market Market! Guadalupe-Fort Bonifacio Guadalupe-Fort Bonifacio Gate3 Guadalupe-FTI Guadalupe-Market Market! Market Market!-Ayala Market Market!-Pateros Market Market!-Sucat	Market Market!-Ayala Market Market!-Ayala Pembo Market Market!-Bicutan Market Market!-Marikina Market Market!-Megamall Market Market!-Pasig Market Market!-Rosario Market Market!-Taguig	固定の路線、地区はない
車両台数	3,200 台	54 台	不明
運行時間	開始	4:00-10:00	1:00-16:00
	終了	10:30-0:00	16:00-0:00
	平均	14 時間 15 分	12 時間 48 分
平均トリップ数/日	15-20	5-10	35
車両保有	保有%	6.7	29.6
	レンタル%	92.5	70.4
運賃システム	固定(概ね 40Php)	距離制/ 基本運賃: 14Php (概ね)、距離運賃: 5-15/km	距離制/ 基本運賃: 40Php (概ね)、距離 運賃: 3.5/km
平均収入(Php/日)	2,909	3,059	3,245
平均支出	燃料(Php/日)	965	1,031
	維持費(Php/月)	1,230	2,146

出典: マニラ首都圏ビジネス中心地区マストランジット建設事業準備調査 (JICA, 2015年)

(3) BGCにおける本地下鉄駅の TOD コンセプト

BGC の Meket Market! に一体開発/マルチモーダルターミナルを整備するために、以下の TOD コンセプトを予備的に検討した。

- (a) 複合モード間の乗換えターミナルの整備：全ての交通モードの施設、すなわち本地下鉄と MTSL の駅、BGC バスやジプニー、UV エクスプレス、タクシーのターミナルを一つのターミナル施設で直接連絡し、旅客のスムーズな乗り換えを確保する。パーク&ライドのための自動車駐車スペースをターミナル施設内に確保する。特に、本地下鉄と MTSL の地下駅の間を乗り換える旅客に対しては、各駅の改札が同じ地下レベルで直接連絡するようにする。
- (b) 地下連絡通路による周辺地区との連絡：Market Market! や SM Aura、High Street 等の周辺の商業・業務施設は 2 つの鉄道駅とターミナル施設と直接地下連絡通路で接続し、アクセスをより便利なものとする。
- (c) 商業・業務スペースの整備：ターミナル施設ではその上層階と地下連絡通路を活用し、商業・業務利用のスペースを提供する。多くの旅客がこのターミナルを利用するため、これらのスペースは高い賃料で貸し出すことができる。
- (d) 交通管理の改善：ターミナル周辺道路における交通混雑を緩和するために、適切な交通規制による効果的な交通運用を実施する。またサービスの重複を避けるためにフィーダーとなるバスやジプニーの路線再編成も検討する。

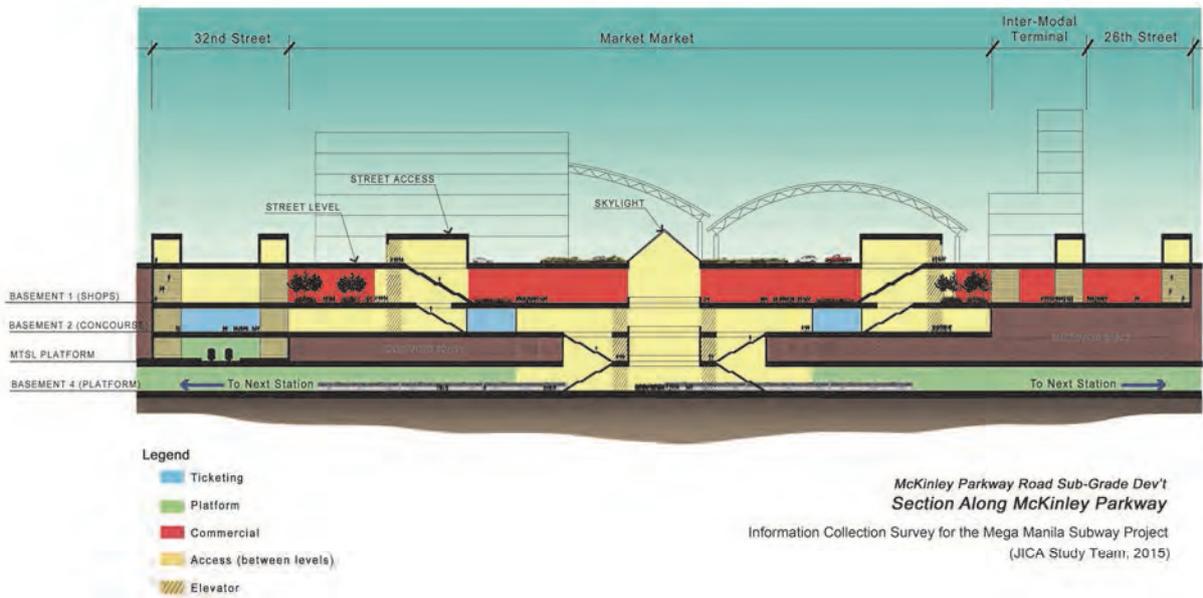
(4) BGCにおける一体開発/マルチモーダルターミナル駅の TOD イメージ

先に検討した BGC における本地下鉄駅の予備的 TOD コンセプトに基づき、一体開発/マルチモーダルターミナル駅の概略を検討しイメージ化した。図 9.3-4～図 9.3-6 はターミナル駅の鳥瞰図と断面イメージを示す。図 9.3-7 と図 9.3-8 はターミナル駅の各レベルの平面図を示す。図 9.3-9 と図 9.3-10 はマルチモーダルターミナルの概略レイアウトと内観を示す。



出典：JICA 調査団

図 9.3-4 BGC の本地下鉄駅と一体開発/マルチモーダルターミナルの鳥瞰図



出典：JICA 調査団

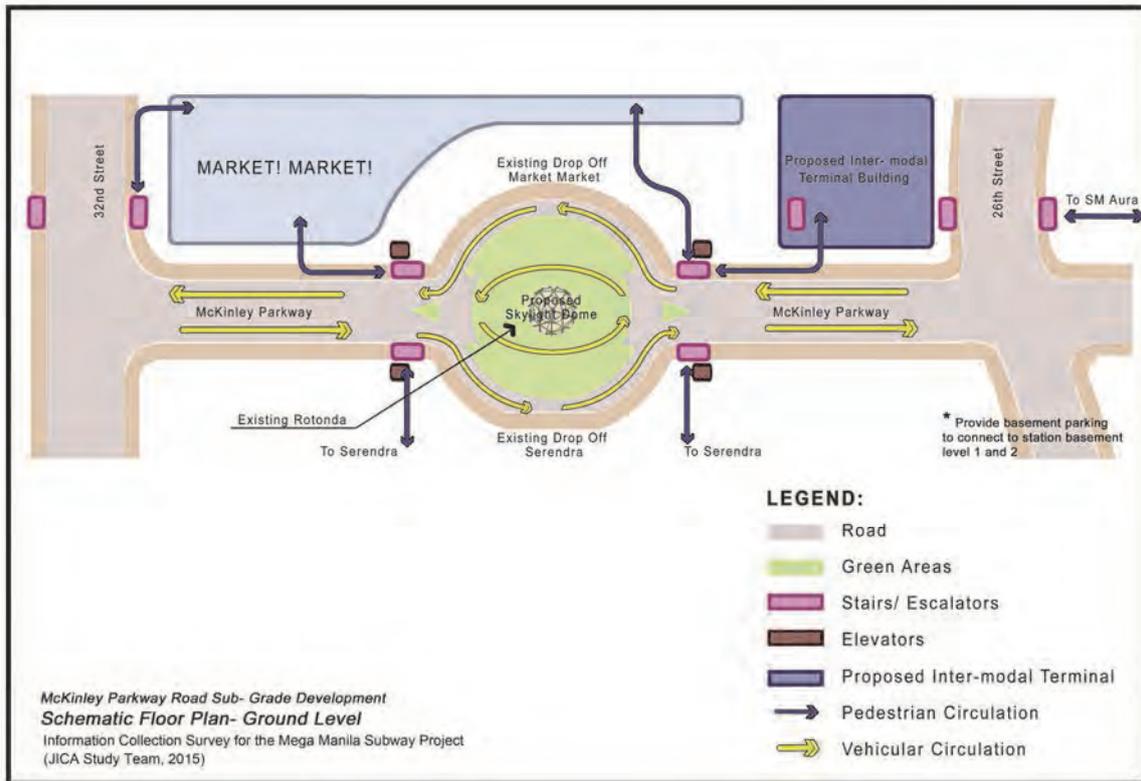
図 9.3-5 BGC における本地下鉄駅の断面図



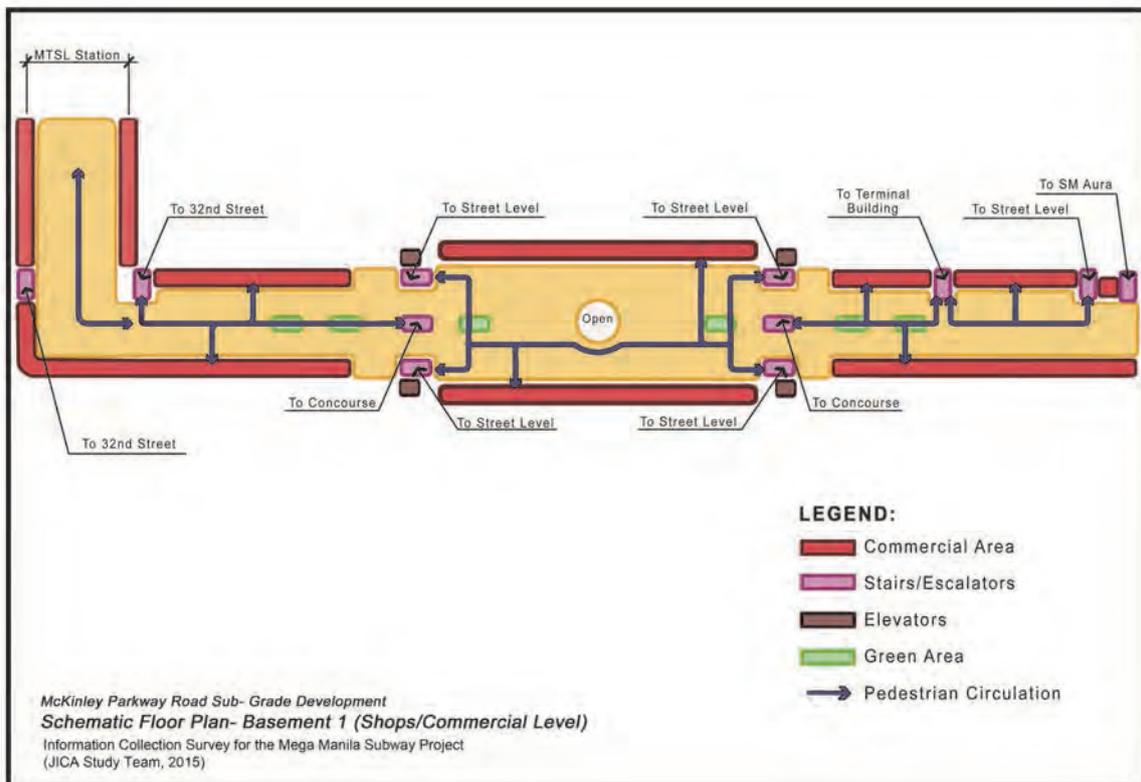
出典：JICA 調査団

図 9.3-6 BGC における本地下鉄駅の断面パース

地上階レベル



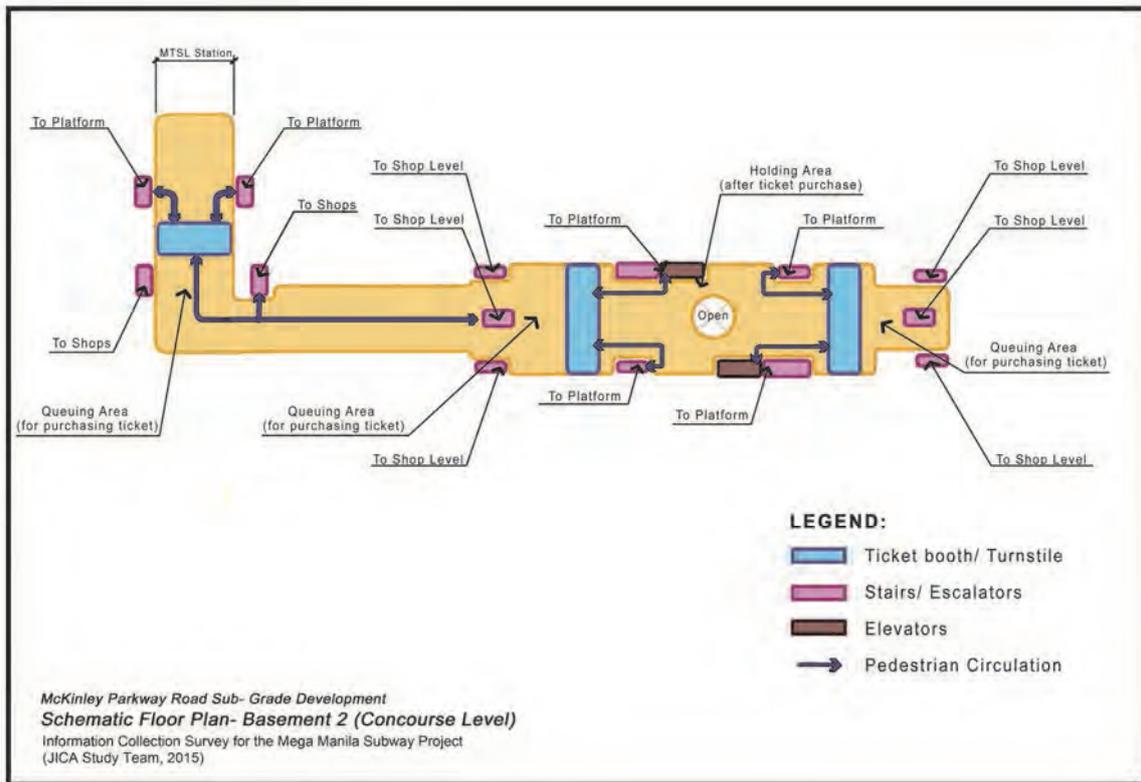
地下1階レベル



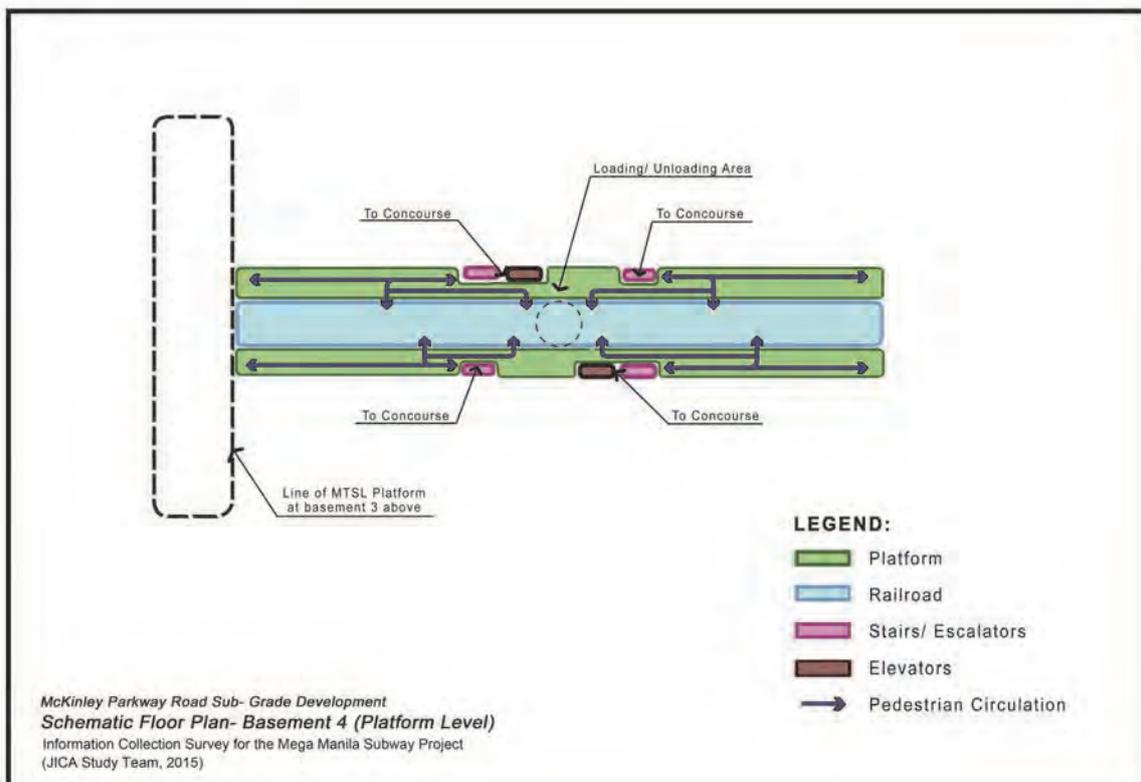
出典：JICA 調査団

図 9.3-7 BGC における本地下鉄駅の平面図(1/2)

地下2階レベル

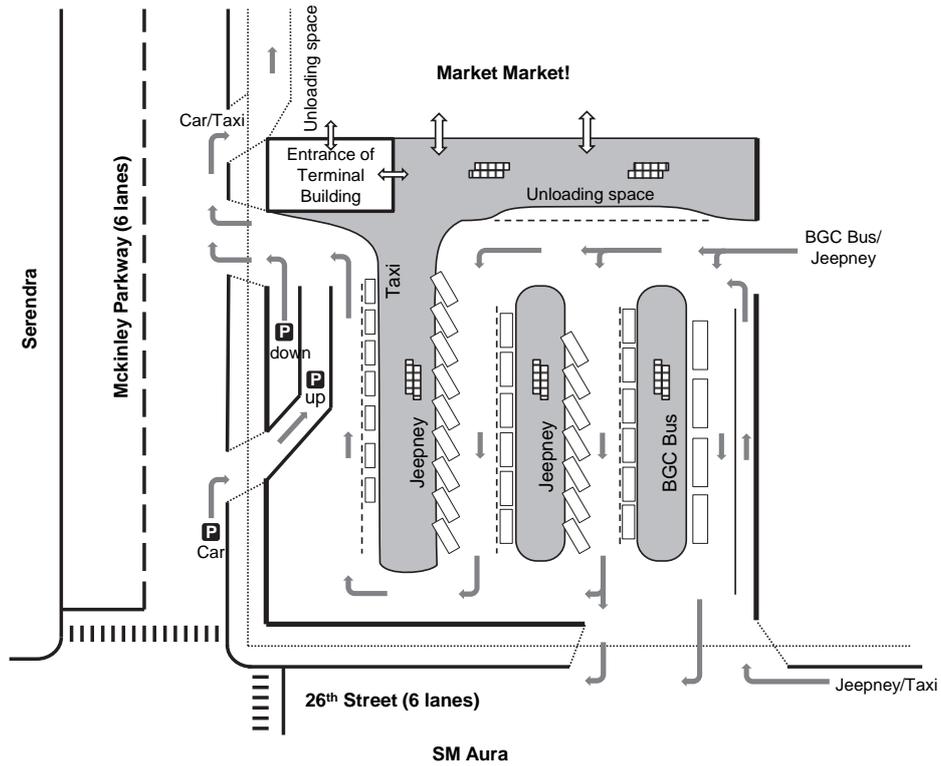


地下4階レベル



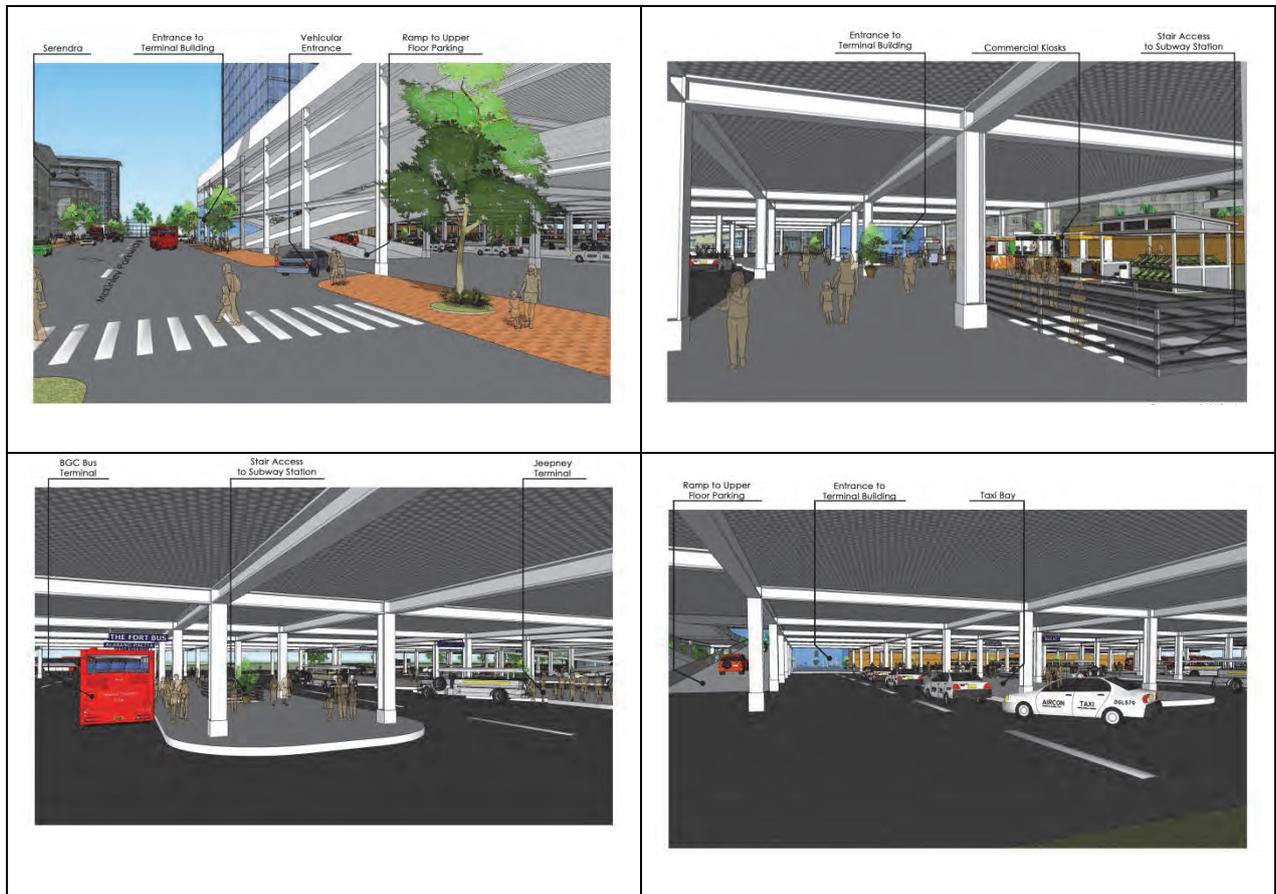
出典：JICA 調査団

図 9.3-8 BGC における本地下鉄駅の平面図(2/2)



出典：JICA 調査団

図 9.3-9 BGC のマルチモーダルターミナルの地上階の概略平面図



出典：JICA 調査団

図 9.3-10 BGC におけるマルチモーダルターミナルのイメージ

(空白ページ)