

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
(要約編)

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
15-039

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
(要約編)

平成 27 年 9 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

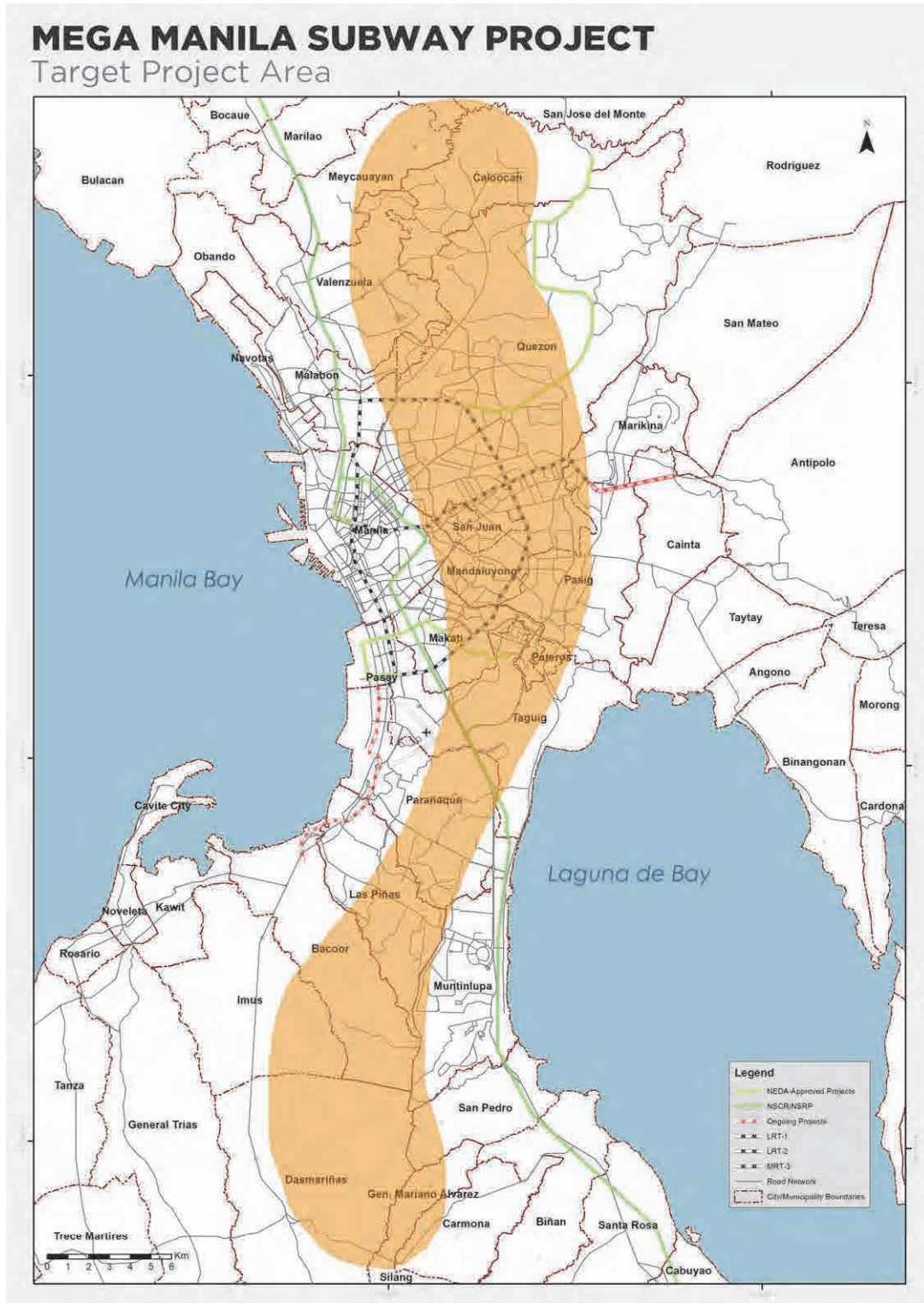
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 アルメック V P I
日本コンサルタンツ株式会社
東京地下鉄株式会社

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(要約編)
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・・・・ 2-2
2.3	都市・交通セクター開発の政策と各種計画・・・・ 2-3
2.4	他ドナーおよび民間による関連事業・計画の現況・・・・ 2-5
2.5	鉄道輸送能力および輸送網の現況・・・・・・・・・・・・ 2-12
2.6	地下鉄事業の必要性および課題・・・・・・・・・・・・ 2-13
2.7	鉄道用地取得・整備の現況および現在の利用状況・・・・ 2-13
2.8	公共交通指向型開発 (Transit Oriented Development: TOD) 2-13
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・・・・ 3-3
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・・・・ 3-4
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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4-2
4.3	公共交通ネットワークとの接続性・・・・・・・・・・・・ 4-3
4.4	技術的側面・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4-3
4.5	既存通行権 (ROW) 4-4
4.6	既存の地下構造物の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4-4
4.7	沿線住民への裨益および沿線開発のポテンシャル・・・・ 4-6
4.8	候補路線の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4-6
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・・・・・・・・・・・・・・ 5-2
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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6-3
6.4	軌道・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6-5
6.5	車両基地計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6-7
6.6	本邦技術の活用 (土木) 6-10

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	7-4
7.4	信号・通信施設	7-10
7.5	運行計画	7-15
7.6	本邦技術の活用(車両・鉄道システム)	7-17
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	8-2
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	10-3
10.3	運営維持管理体制の提言	10-6
10.4	運営・維持管理費	10-8
第11章	自然条件レビュー	
11.1	自然災害リスクのリスク評価	11-1
11.2	自然災害の予防・低減等の提言	11-7
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	12-3
12.3	土地取得・住民移転計画の政策および現況	12-5
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	13-3
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

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

1.1 調査の背景

フィリピン（フィ国）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かかわらず、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ておらず、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 1-1 に示す。

表 1-1 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(要約編)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

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)。

表 2-1 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)

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、620 km² 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。

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。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。

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

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ておらず、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（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 年に運行されている。

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イ、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（バスとジープニイ）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、ジープニイ 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。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。

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。

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ヤ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ヤ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、バスやジープニヤの 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である。

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のために、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 を生み出しているが、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。

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。

2.3.4 マストラランジットネットワーク

提案するマストラランジットネットワークは下記から構成される。

- (1) 南北軸：2 本の鉄道路線を将来の首都圏の南北交通軸とする。一つは PNR の鉄道用地を利用したマロロス (ブラカン州) からカランバ (ラグナ州) の郊外通勤サービス、もう一つは地下鉄である。フィリピンにとって初の地下鉄は、北部のサンホセデルモンテと南部のダスマリニャスを、EDSA (環状道路 4 号線) を経て連結する。
- (2) 既存路線の延伸と拡大：LRT 1 号線、LRT 2 号線、MRT 3 号線はそれぞれの容量を拡大して、隣接州 (BRLC) の発展過程にある都市郊外地域まで延伸する。
- (3) その他路線：上記に加え、他の主要路線及び補助路線には MRT や LRT、モノレール、BRT 等、現地の状況に応じた都市軌道システムを導入し、マストラネットワークを強化する。

想定されるシステムによって、メガマニラは総延長 318km の近代的なマストランジットシステムによってカバーされ、人々のアクセス性は劇的に改善する。また、路面交通(つまりバス、ジープニィ、自動車)利用者が軌道交通に移行することにより、平面道路の混雑も軽減される。

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。現在は、マニラ首都圏のトゥトゥバンとアラバンの間の PNR 通勤輸送、LRT 1 号線、LRT 2 号線および MRT 3 号線が運行されている。

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 2-1 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 2-1 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。

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。

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(パリンタワク及びブルーベルト)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。

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、13.8km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、オーロラブルーバード、ラモンマグサイサイブルーバード、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。

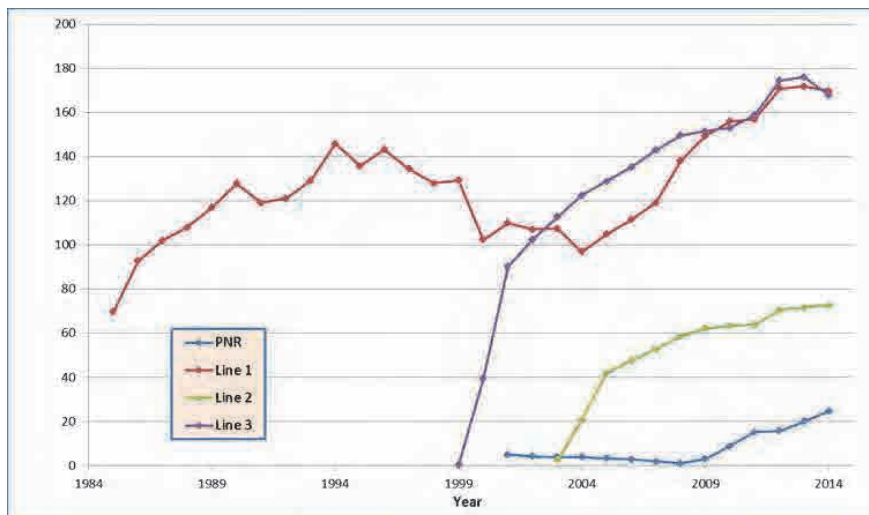
LRTA の資料によると、LRT 2 号線の平均日毎乗客数は 2004 年開業時から大幅に増加し、開業の 5 年後から増加率が徐々に減少している。2013 年の平均日毎乗客数は 213,000 人であった。1990 年代後半に実施された実現可能性調査の当初の予測と比べて、実際の乗客は 3 分の 2 程度である。

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。

図 2-2 に、PNR、LRT 1 号線、LRT 2 号線、MRT 3 号線の年間利用客数の変遷を示す。また、表 2-2 に運行中の既存 3 鉄道路線の主な仕様を示す。



出典：PNR/LRT/MRTC/DOTC

図 2-2 PNR・LRT 1/2 号線・MRT 3 号線の年間利用客数

表 2-2 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
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	最小 P12, 最大 P15	最少 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 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、カヴィテ州のピコールに到達する。この延伸事業には、8駅の新駅建設と、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。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（コンセッションア）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。

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トラルチアイーストグラウ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。なお、同事業は現在、事業実施資金確保の最終段階である。

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、カローカンと 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。

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。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。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。

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、パッシング、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、カインタ市からオルティガスに入り、ADB 通りからショウブールバードを通過して EDSA を横断し、オーロラブールバードを取って 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。

2.4.2.7 大量輸送システムループ（MTSL）事業

「マカティループ」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。

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。

2.5 鉄道輸送能力および輸送網の現況

図 2-2 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 2-3 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 2-3 マニラ首都圏における鉄道の特性

項目	PNR ²⁾	LRT 1	LRT 2	MRT 3	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。

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。

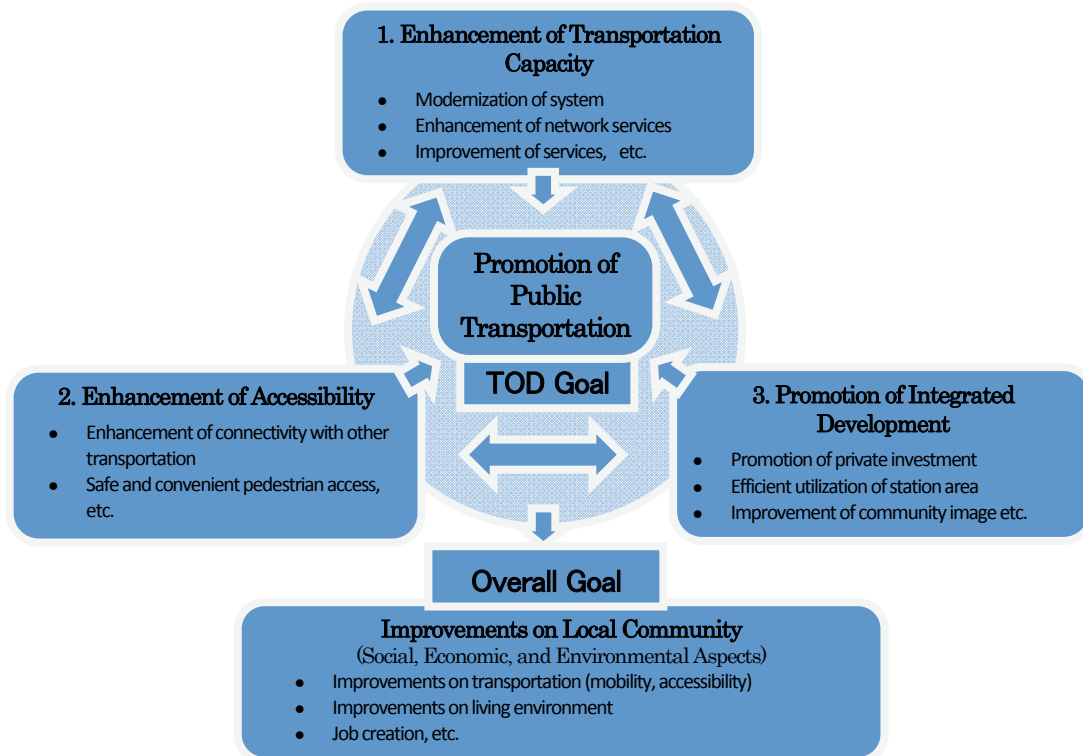
2.7 鉄道用地取得・整備の現況および現在の利用状況

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 2-3 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 2-3 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。

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。

第3章 地下空間利用に関する法制度の現状と課題

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、このような大規模事業において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。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。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現行法や関連法規がまだ存在せず、地表権と空中権のみが規定されているのが現状である。本調査ではこの分野に関する現行法制度を調べ、それらを基に交通開発の新規開発に活用できる法的手段を体系化する。

3.1 地下空間の所有権・利用権等に関する法制度の現況

3.1.1 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政府機関となる。

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¹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。憲法の条項で使用されている「取得(taking)」という用語は、政府の特権もしくは土地収用権として知られている。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。

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）の性質を併せ持つことを明確に規定している。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で決定されている。

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 67²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 1987 PHILIPPINE CONSTITUTION, ATR. III, § 9.

² 1997 RULES OF CIVIL PROCEDURE, Rule 67

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、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。
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。
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。
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、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。

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。

国のインフラやその他の目的の通行権 (ROW) の用地取得である場合、その促進法である共和国法 8974 の第 4 項で、国家インフラ事業とその他の目的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。
- 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。

3.1.4 LRT と MRT プロジェクトにおける ROW の経験

実際にフィリピンの土地収用の規定が 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。

- 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、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。

1988 年のフィリピン政府と控訴裁判所間の裁判³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。

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。

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。

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 G.R. No. L-43938. April 15, 1988.

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認めているが、議会は今のところ肯定的に動くことに積極的ではない。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、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。

事業提案者が政府が共和国法 8974 で認められている手続きに拠る場合、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。

一方、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⁴。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。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。

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。

近年、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。このような状況の中、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、関連法である共和国法 8974 の改訂の議論が始まった。

改定案の意図は、法律に時間の有効性を盛り込むことである。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。さらに、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。」

⁴ Helsinki Underground Master Plan

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。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。しかし条項では、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。

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する。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であろう。このため、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、今後の審問会や議論の参考としてもらうよう約束した。

(空白ページ)

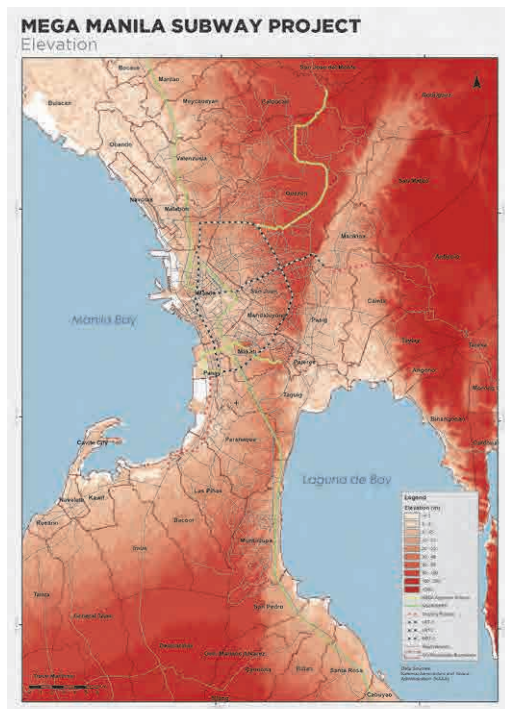
第4章 路線検討クライテリアの整理

4.1 地形および災害リスク

4.1.1 地形リスク

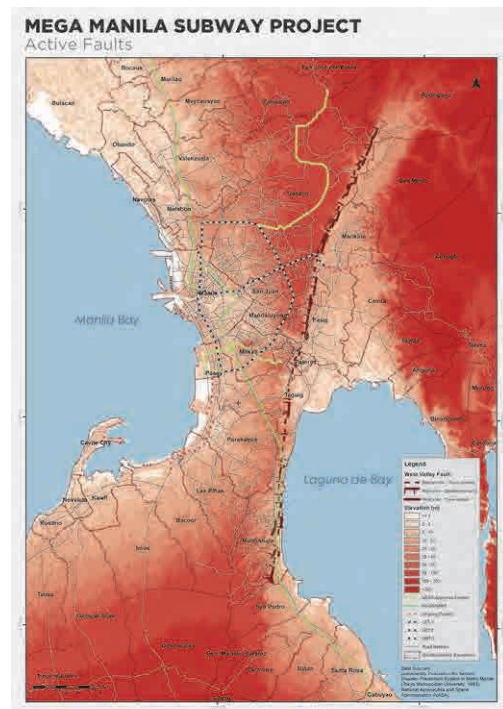
必ずしも絶対的条件、あるいは決定的条件ではないが、適切な鉄道路線を検討する上で地形についても考慮する必要がある。しかしながら、特別なケースを除き、地形リスクを緩和する、または克服する手段はある。日本などの鉄道先進国は長い鉄道建設の歴史があり、様々な地形条件の箇所での鉄道建設の経験を有し、その中で技術革新によって地形リスクを緩和・克服してきた。地形自体が鉄道建設や運営にとってリスクであるのではなく、地形により自然災害が発生するリスクが高まる。

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 プロジェクト対象地域の標高



出典：PHIVOLCS

図4-2 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

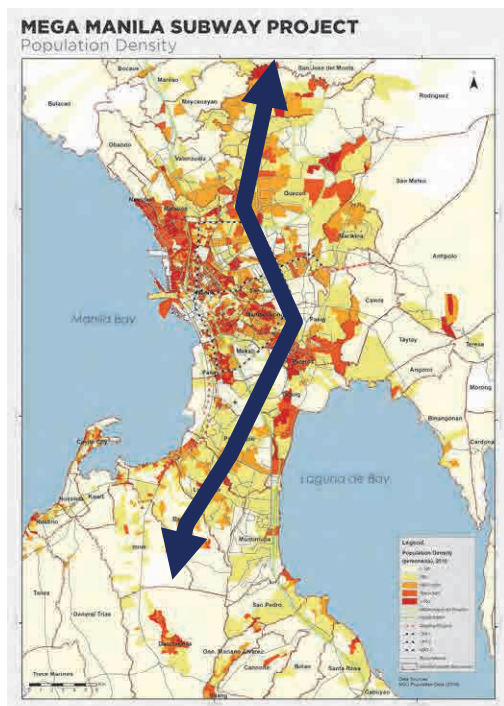
鉄道構造物や施設は深刻な自然災害に対しては脆弱であり、それが鉄道運営において最も重要なリスク要因となる。自然災害を避けたり発生時期を予測したりことは出来ないため、設計段階から適切な対策を講じておく必要がある。フィリピンにおいて最も深刻な自然災害の一つに洪水がある。下記図は環境省鉱山・地球科学局が作成したから入手した本地下鉄の対象地域における災害マップ（洪水シミュレーション）の図である。本災害マップは同局が作成した地すべり・洪水影響評価に関するガイドラインの策定に

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。

4.2 社会・経済的側面

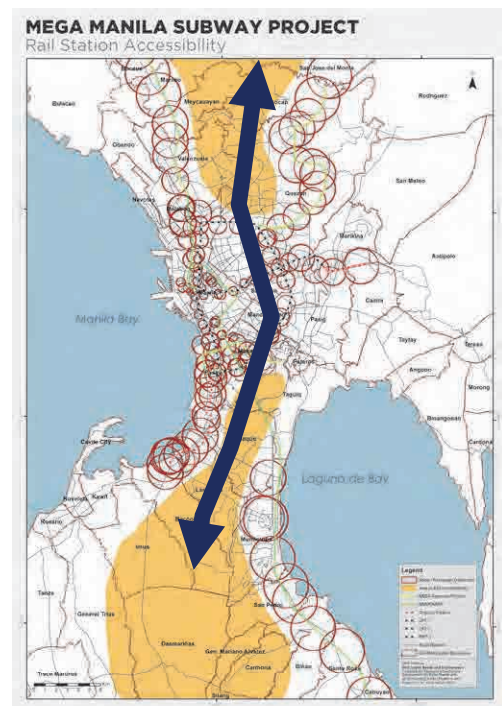
4.2.1 人口密度と鉄道サービスの範囲

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 4-3 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 4-4 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 4-3 プロジェクト
対象地域における人口密度



出典：JICA 調査団

図 4-4 プロジェクト
対象地域における鉄道駅勢圏

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。

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。

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。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。

(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。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。

(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。

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。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。

4.6.4 配電線、通信線等のケーブル

水道管と同様に、埋設された配電線や通信ケーブルについても、地下鉄の建設に伴いそれら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。

郊外部では、高圧送電線が鉄塔や電柱を使った架空線の場合もある。高圧の架空線の設置高さが低い場合は、高架式電気鉄道のシステムに影響が出ないように処置する必要がある。そのため、次の調査では埋設および架空の送電ルートの確認を行い、電力会社との早目に協議をおこなうことが望ましい。

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。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。

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。

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。

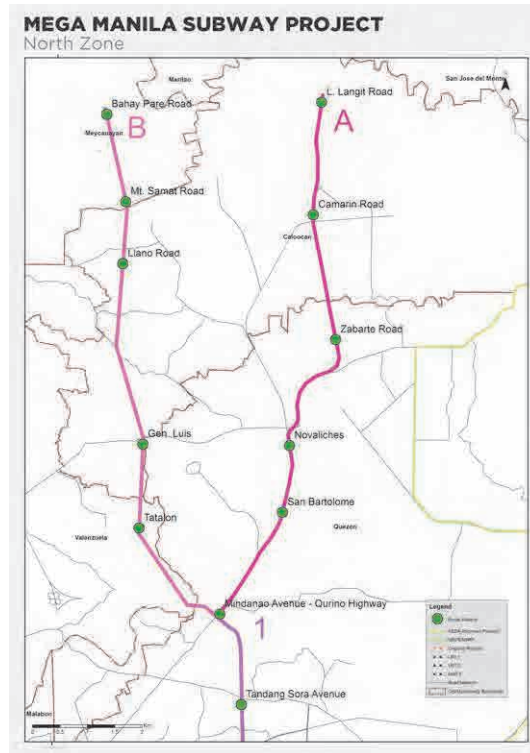
中央ゾーンと南ゾーンの接続点については、南部郊外地域とマニラ首都圏の中心部の主要な交通ハブとして開発が計画されている FTI とした。南北通勤線事業 (NSRP) も FTI に駅の設置を計画しており、この駅は NSRP とマニラ地下鉄の乗換駅となる。

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。

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。



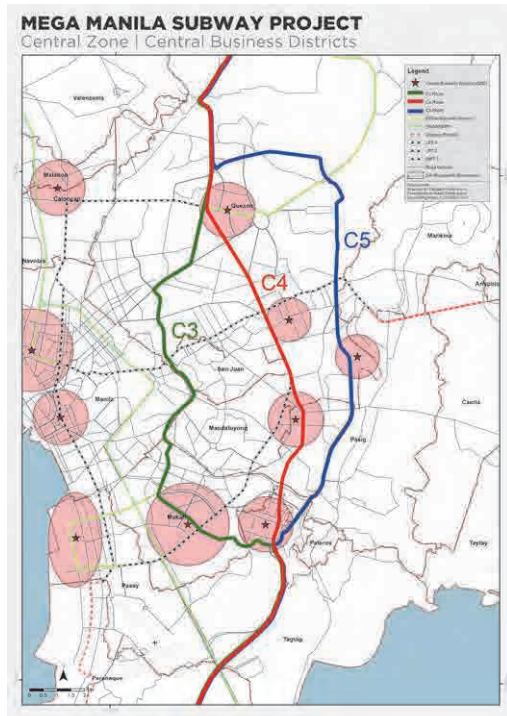
出典：JICA 調査団

図 4-5 北ゾーンの候補路線

4.8.3 中央ゾーンの候補路線

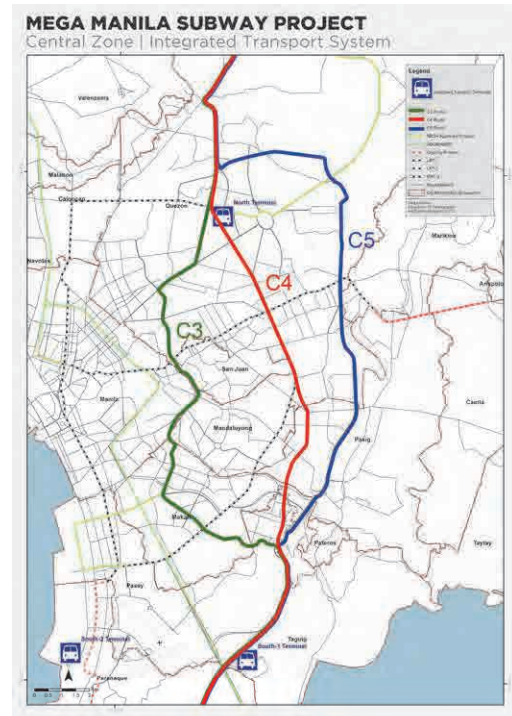
4.8.3.1 中央ゾーンの主要回廊の選定

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 4-6 主要な CBD と
C3/C4/C5 回廊の相関性



出典：JICA 調査団

図 4-7 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ファイナル・レポート第 4 章の表 4.8.3.1-1 に示す。同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。

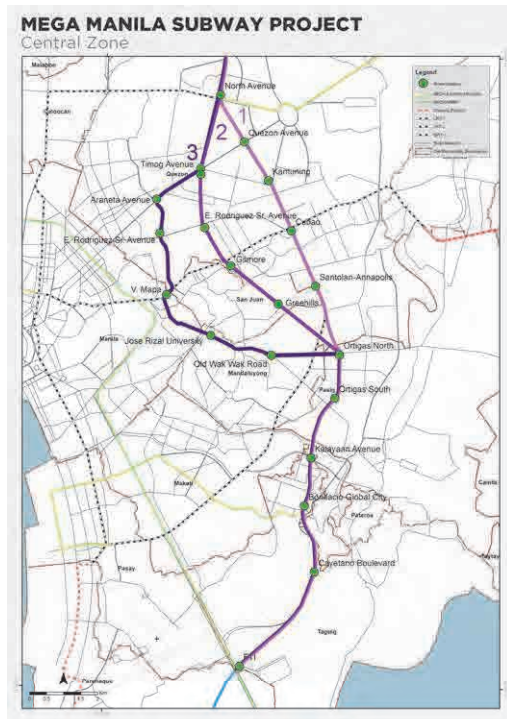
高い建設費を必要とする新規の鉄道は、より多くの利用客が見込まれ、経済活動にも帰するルートに建設されるべきである。このため、より多くの CBD を通るルートとすることは路線検討において重要な要素となる。Ortigas North 駅を通過することで中央ゾーン内の全ての候補路線が少なくとも 3 つの CBD (ケソン市 CBD、オルティガスセンター、ボニファシオグローバルシティ) を通ることになるため、中央ゾーンの候補路線は North Avenue 駅と Ortigas North 駅の間で検討することとした。

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図 4-8 に示す。

4.8.4 南ゾーンの路線検討

ロードマップ調査でも示されている通り、FTI 駅からカヴィテ州のダスマリニャスまでの南ゾーンには、南部の Molino-Paliparan Road の区間を除き、鉄道建設に資する南北の幹線道路が本地下鉄路線の対象地域内に存在しないため、現在は道路がない区間に計画せざるを得ない。このため、FTI 駅を超えて、更に SLEX (South Luzon Expressway) を超えた個所で地下構造から高架構造になり、本地下鉄の南側の終点駅となる Governor' s Drive 駅まで全て高架構造とするオプション a と、FTI 駅から Molino-Paliparan Road に入るまで地下構造を続け、それから地下構造から高架構造になり、Governor' s Drive 駅まで高架構造とするオプション b の 2 つのオプションを検討した。オプション a を実現するには、本地下鉄事業と併せて、もしくはその前に、候補路線沿いに道路を建設する必要がある。南ゾーンの駅位置は、東西方向の主要な道路沿いで、商業施設が集まっている個所や、住宅地域への出入り口がある箇所と想定した。南ゾーンの地域 (特に南部) はまだ開発されていない地域もあるため、南ゾーン内の駅間の距離は他のゾーンに比べて長くなっている。南ゾーンはフェーズ 2 としての開発と設定しているため、この地域が開発され、現在想定しているよりも高い需要が見込まれるようであれば、フェーズ 2 の建設事業前に駅位置の見直しを行うことが望ましい。南ゾーンの候補路線のルートおよび駅位置を図 4-9 に示す。オプション a とオプション b は同じルートで、FTI 駅と Daang Hari 駅間の構造形式のみそれぞれのオプションで異なる。



出典：JICA 調査団

図 4-8 中央ゾーンの候補路線



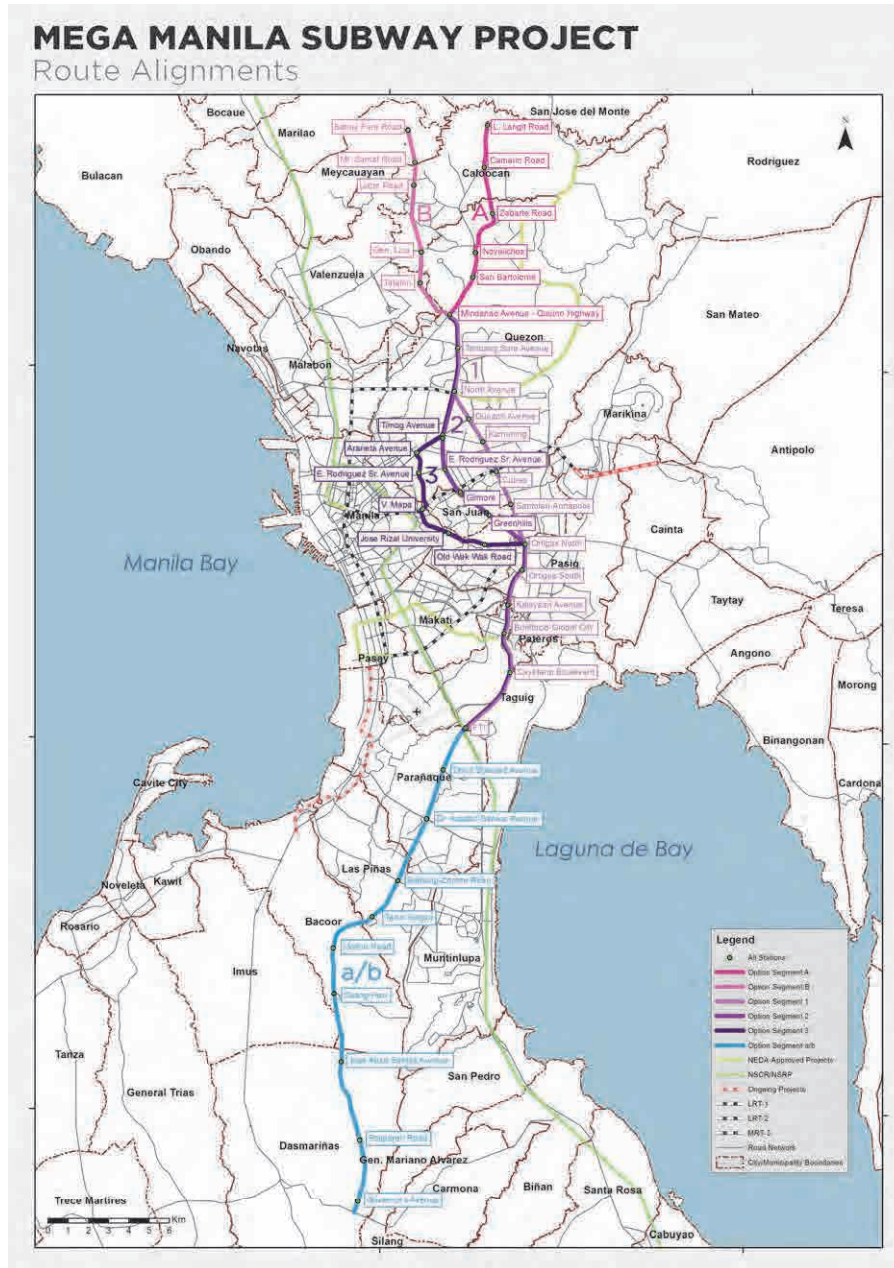
出典：JICA 調査団

図 4-9 南ゾーンの候補路線

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。



出典：JICA 調査団

図 4-10 本地下鉄事業の路線オプション

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、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。

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 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

(2) 車両構成

地下鉄の車両構成は以下の通りとした。

表5-2 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 “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)”

- (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ため、南ゾーンのオプションは需要予測としては考慮しない。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。
- (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 5-3 鉄道料金設定

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 5-4 に示す。また、本地下鉄利用者の駅間 OD をファイナル・レポートの別添 C に記す。

表 5-4 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

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。

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はオプションにより異なるが、2025 年時 (フェーズ 1 開業時) に最小区間で 27,000 人/日、最大区間で 122,000 人/日、2045 年 (2035 年のフェーズ 2 開業後 10 年時) に最小区間で 90 人/日、最大区間で 255,000 人/日となっている。

各オプションの駅間需要はファイナル・レポート第 5 章の表 5.2-2 (1)~(6) に示す。

(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 5-5 に示すとおりである。

表 5-5 地下鉄料金収入

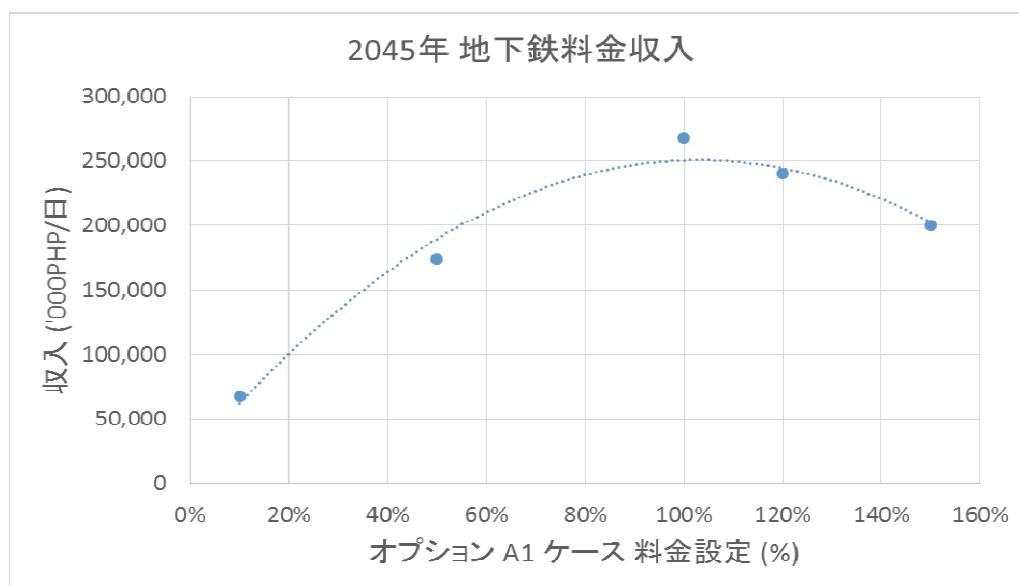
料金収入	単位	オプション	2025 年	2035 年	2045 年
	1,000 PHP/日	A1	27,277	143,666	267,421
	A2	25,411	143,366	270,344	
	A3	29,464	155,694	294,724	
	B1	27,277	155,112	276,865	
	B3	25,411	156,469	284,738	
	B3	29,464	168,527	307,441	

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 5-1 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。



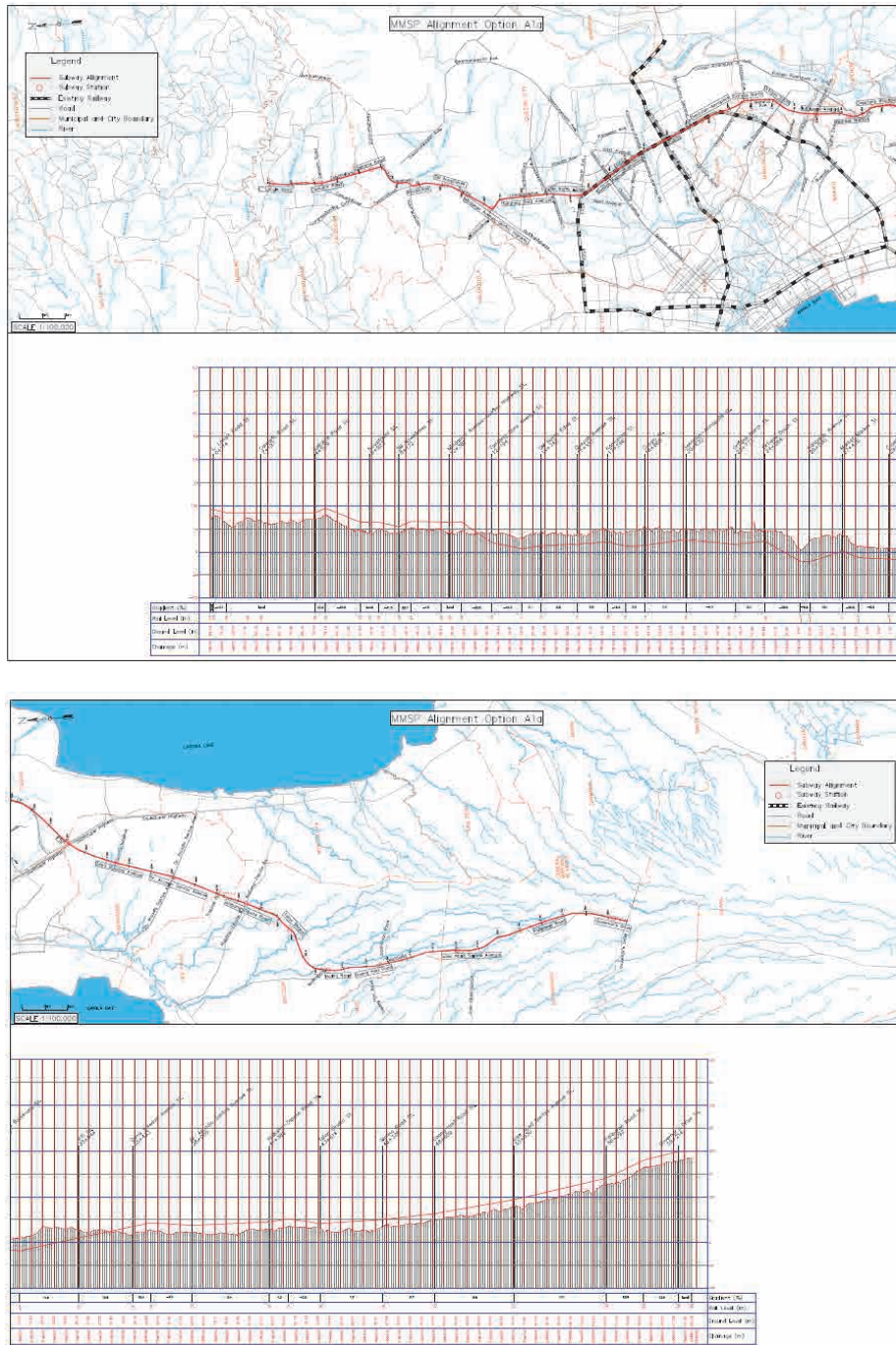
出典：JICA 調査団

図 5-1 地下鉄料金感度分析結果

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。これらはファイナル・レポートの別添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に示す。



出典：JICA 調査団

図6-1 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。

(1) 高架構造

高架構造物が適用される交通システムには 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、新交通システム (第三軌条タイプ) 等がある。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導入に必要な空間や占有区間・設置空間 (建物に隣接する区間の最大必要幅員、その他の区間の最小必要幅員、等) はシステムによって異なるため、計画においては導入するシステムに沿って検討を行う必要がある。

(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し、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は、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。

(b) 開削トンネル

必要な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。標準的な開削トンネルは深さ約 10m、幅 15~16m である。

(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。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。

(d) 切土

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。

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

- (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)

(2) 高架駅

- (a) 必要な総幅員： 25~30m

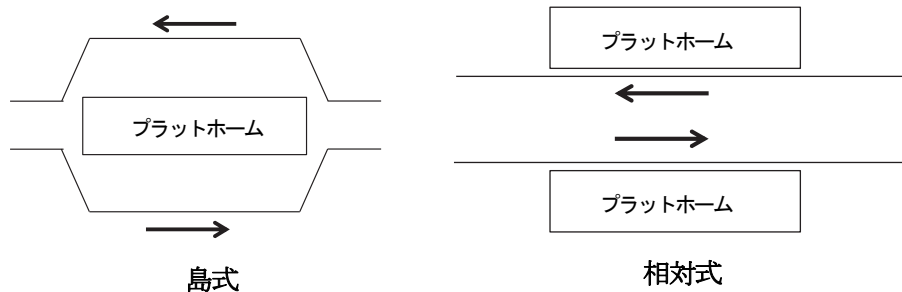
- (b) 高架駅部の幅：17～22m
- (c) エスカレーター/階段：4m(並列)
- (d) 歩道：車いすの通行を考慮し、最小3m
- (e) 通路幅：5～10m(乗降客数による)
- (f) エスカレーター/階段の長さ：高さ6～8.5mに対し、15～20m
- (g) プラットホーム長：41～210m(乗降客数及び列車長による)

(3) 地下駅

- (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)

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6-2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。それぞれ特徴(利点・欠点)があるため、鉄道の目的、導入するシステム、駅周辺の地形や環境等、様々な点を考慮してプラットホーム形式を選定する必要がある。



出典：JICA 調査団

図6-2 プラットホーム形式

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。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。

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。

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者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。

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、走行に伴う振動や荷重を支えるものである。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6-1に示す。

表6-1 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

バラスト軌道は古くから広く利用されている軌道構造であり、列車の通過による振動や騒音を吸収する、また建設費が安いという長所と、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し、高温や地震等に因るレール座屈に弱いという短所がある。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。

(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。スラブ軌道は耐久性に優れ、重量が軽く、列車荷重に因る軌道の沈下や不陸は小さいため、保守作業はバラスト軌道に比べ大きく軽減されるという長所がある一方、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く、また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という短所もある。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。直結軌道では軌道狂いがほとんど発生しないため、保線作業が大きくされてメンテナンスコストの抑制が可能となるが、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は、地盤沈下によりコンクリート道床そのものが沈下すると、道床の高さや横ずれの調整は困難となる。

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。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が、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の、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、などの欠点があるため、これら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に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。フローティング・ラダー軌道は、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・低騒音であり、軽量且つ防振により高架橋建設コストを低減することが可能で、さらに軌道敷設の工期を短縮することが出来るため、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事が出来る。

6.5 車両基地計画

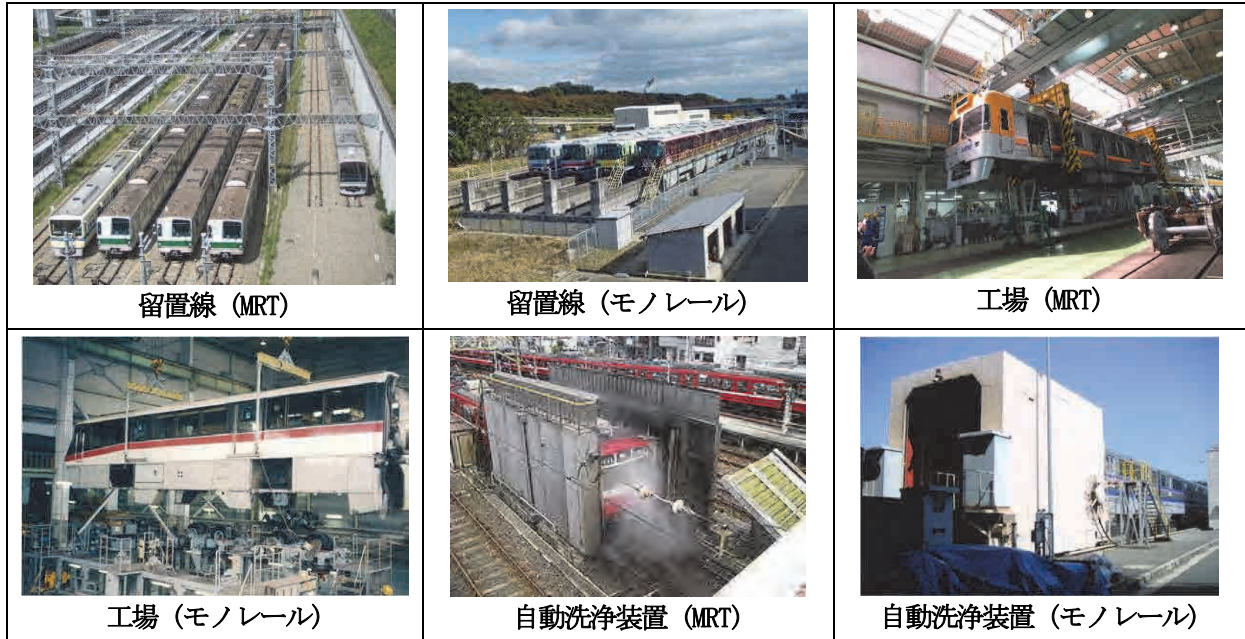
6.5.1 基地用地選択の基準

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のが好ましい。

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。図 6-3 に車両基地内の施設・設備の事例を示す。

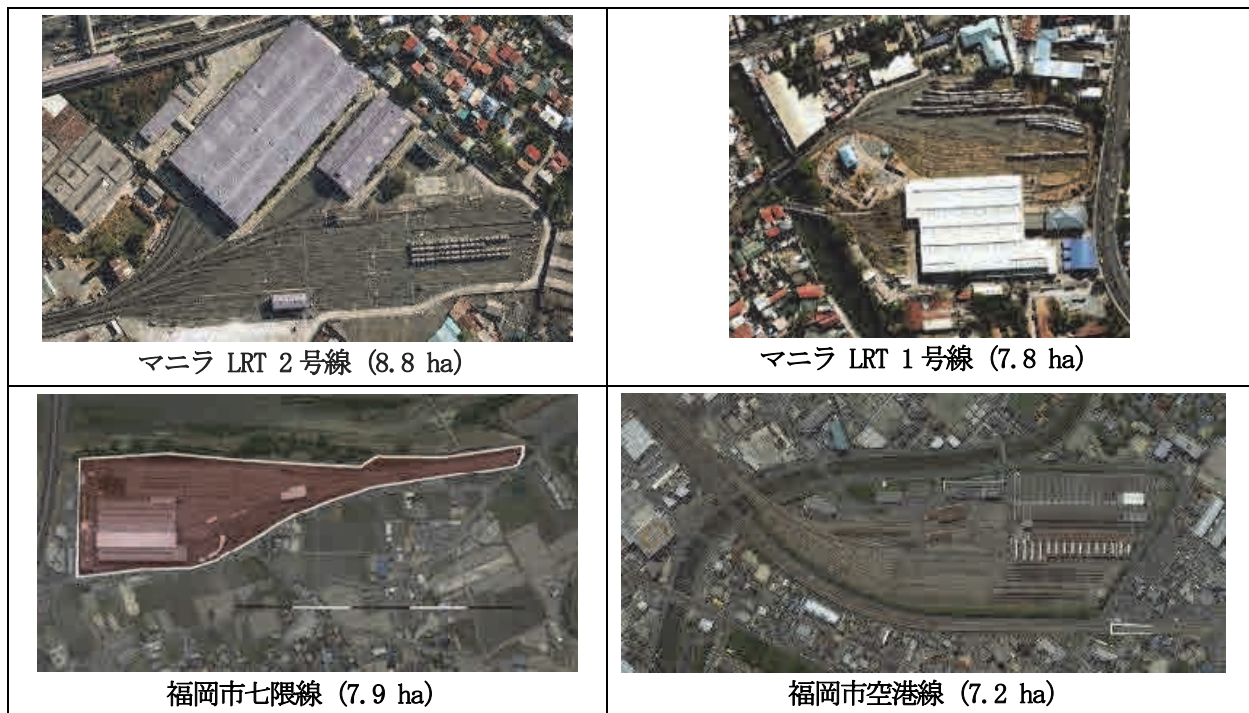


出典：JICA 調査団

図 6-3 車両基地の事例

6.5.3 車両基地に必要な面積

各交通システムの車両基地の面積はシステムの種類、路線長、保有車両数等により様々である。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、一般的に 400~800 m² 程度の範囲である。車両基地の事例を図 6-4 に示す。



出典：JICA 調査団

図 6-4 車両基地レイアウトの事例

6.5.4 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。

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 6-6）

収容車両数： 約 200 両

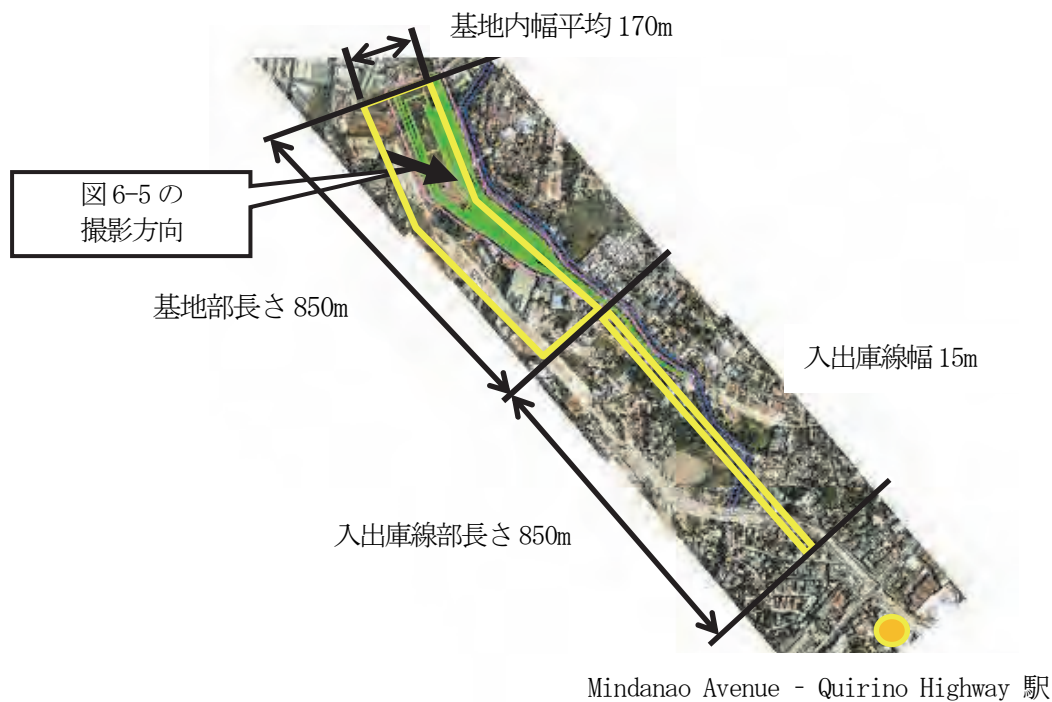
基地機能： 車両留置、車両洗浄、列車検査から全般検査までの全ての検査および修繕、乗務員施設、鉄道施設保守等



出典: JICA 調査団

図 6-5 フェーズ1 の車両基地用地の候補地の現況

図 6-6 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 6-6 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し、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

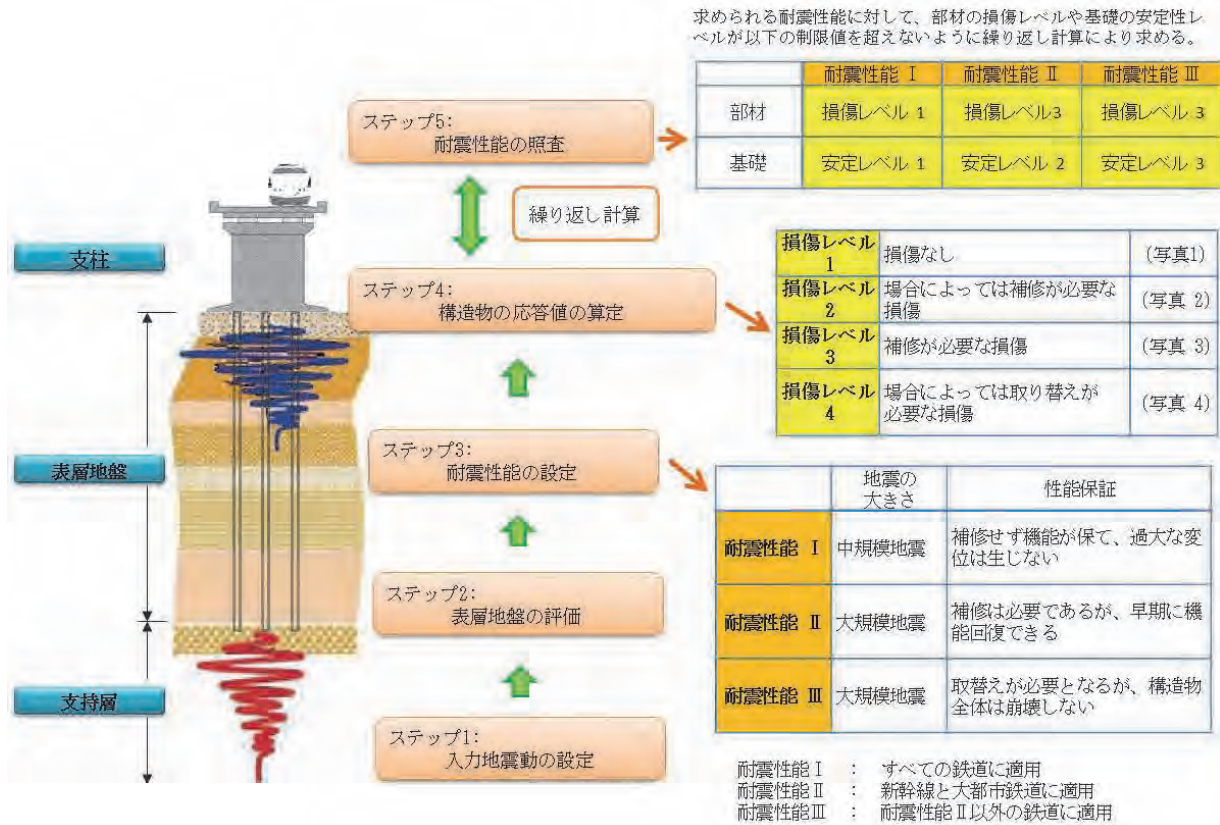
- 諸外国の耐震設計基準の実績と比較しても、日本の耐震設計は最小の損傷、人命損失および重軽傷者であること。
- 地震時の鉄道構造物や乗客の安全性を確保し、さらに経済的な設計であること。
- 構造部材として美的で細い横断面を持つ事ができること。

(d) 耐震設計手順

日本の耐震設計の手順を図6-7に示す。

(2) 制限された空頭下でのシートパイルや場所打ち杭工法

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(上部にスペースがない場所でのシートパイルや場所打ち杭の打設、等)が確立され、それらを可能にする建設機器が開発されている。



出典: JICA 調査団

図 6-7 耐震設計の手順

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。(半蔵門線の直下に建設された副都心線渋谷駅の建設時に採用されている。)

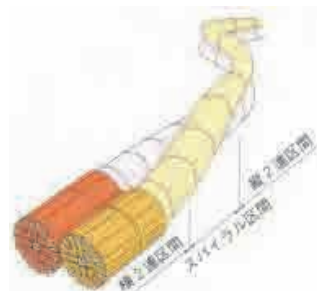
(2) トンネルボーリングマシン/シールド工法

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。

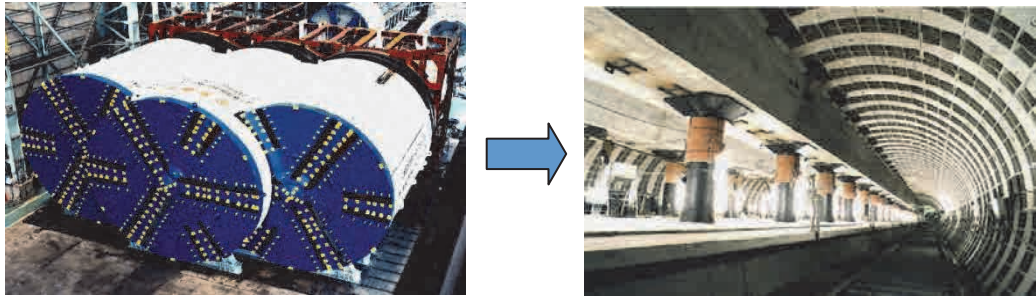
トンネルボーリングマシン/シールドマシンの例を図 6-8 に示す。



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6-8 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6-9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6-9 洪水対策の例

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 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 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、 チョップ制御による 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、走行性能、安全性、信頼性、輸送量、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、環境配慮および快適性である。

本調査では上記の基本事項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 系や東京メトロの 16000 系をベースとした車両を想定し、提案する。

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 に示す。

表 7-2 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	
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		0.92		
	減速度(m/s ²)	常用	1.3		1.0	
		非常	1.3		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、高加減速性能が重視される。MMSP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。

(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。

(4) 輸送力

需要予測と輸送計画から、MMSP 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。MMSP 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。

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×2 AT き電方式 (架空電車線) である。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 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 受電電圧	69kV or 34.5kV	230kV or 115kV	34.5kV
変電所 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	絶縁隔離大 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 中近距離稠密線区)	中距離線区へ乗り入れ (高速中長距離地方線区)	低速近距離の地下鉄 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、近距離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。上記比較結果等を考慮すると、マニラ首都圏地下鉄のき電方式として、中近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、1) 一般道路への接続が良いこと、2) 土地の取得が容易であること、3) 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、および 4) 電力会社から受電が可能であること、を考慮しなくてはならない。

(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。想定する全線開業時までの最小列車間隔は、2025年が5分、2035年以降は4分で、列車編成数は2025年が6両 x 18編成、2035年が8両 x 44編成、2045年が10両 x 44編成である。

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。計算結果によれば、列車および駅設備にそれぞれ必要な電力量は2025年に20 MVA / 40 MVA、2035年に50 MVA / 50 MVA、2045年に65 MVA / 50 MVAである。

(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 60850 Ed.2 で定められている最大電圧 (1,800V) を超えないこと、また最低電圧 (1,000V) を下回らないこと (注: 直流 1.5kV の場合)

(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。本地下鉄事業においても、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。

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。

(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ループ配電方式か相互予備方式が考えられる。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。

(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。

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、一般的に電触が発生する。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ため、電触の問題は車両基地や留置線で特に発生しやすい。

(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。

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。

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、駅換気・空調設備、トンネル換気・排煙設備、消火・スプリンクラー、排水ポンプ設備、昇降機設備、照明設備およびホームドア設備を検討する。

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きた。(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。

(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）および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。

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。

(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のは、車内信号方式のデジタル ATC、ATP (連続制御方式)、CBTC である。

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、次のフェーズ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なると、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フォ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ため、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、他系統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。

(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。

(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、プラットフォ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フォ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、系切替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。

(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、利用者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 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。

7.5 運行計画

本地下鉄事業(MMSP)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、また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いる。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。

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 (MMSP) 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 1.1 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。列車の最高運転速度は地下区間を含め 80 km/h～120 km/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）は、路線オプションにより異なるが、2025年の開業時で最大断面輸送量が12万人前後、ピーク時の最大断面輸送量（PHPDT）が1万8千人前後、2045年時でそれぞれ24万人～25万人、3万6千人～3万8千人程度である。

(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運転間隔は、2025年と2035年が5分、2045年が4分、また列車運転本数は路線オプションにより異なるが、2025年で13～14本、2045年で16本～17本となる。1日当たりの列車運行本数は、路線オプションにより異なるが2025年は95～97本、2045年は118～119本となる。

(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は、路線オプションにより異なるが2025年で23～26編成/138両～156両、2045年で55～62編成/550～620両となる。予備編成数は所用編成数の15%程度としている。

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）は、路線オプションにより異なるが2025年で約4,400～5,100km、2045年で約13,900～15,000kmとなる。

7.6 本邦技術の活用（車両・鉄道システム）

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。

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。活用が可能な特徴的な技術として、車体軽量化技術、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および無人運転システムが挙げられる。

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。

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。

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) でも対応可能な企業及び、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

8.1 概略事業実施計画

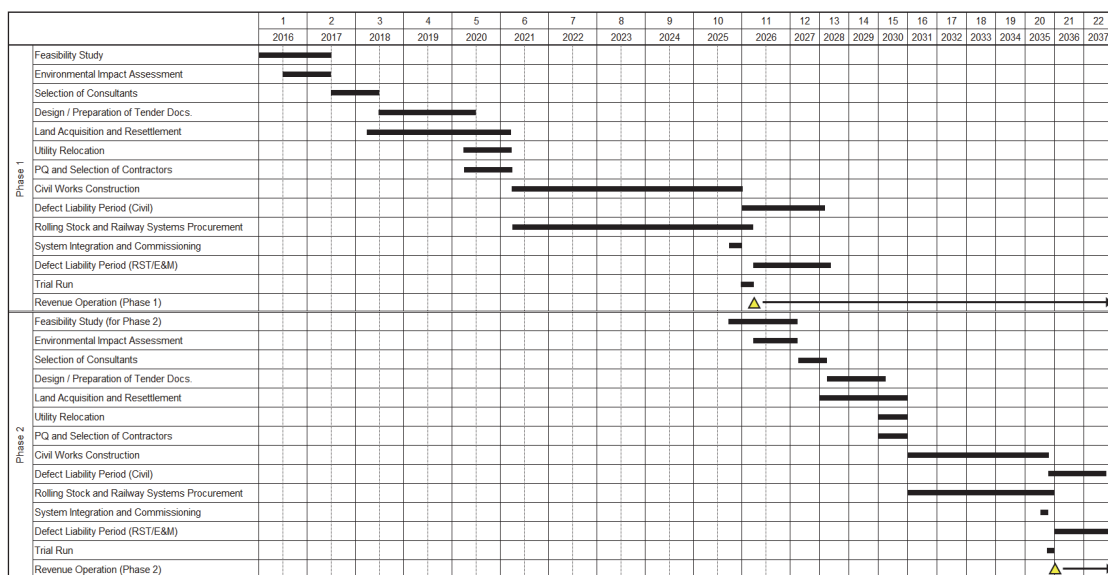
8.1.1 概略事業実施スケジュール

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 マニラ地下鉄事業（MMSP）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。

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。

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 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	4,466.22	4,529.63	5,124.87	4,466.22	4,529.63	5,124.87	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 8-3 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	196,290	199,077	225,238	196,290	199,077	225,238	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。)

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。

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。

(空白ページ)

第9章 MMSP における TOD シナリオの予備的検討

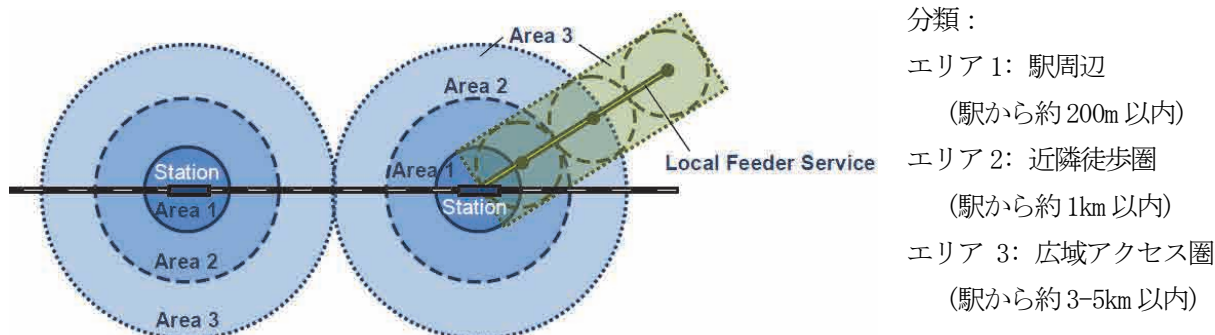
9.1 TOD シナリオ検討における留意点

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 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

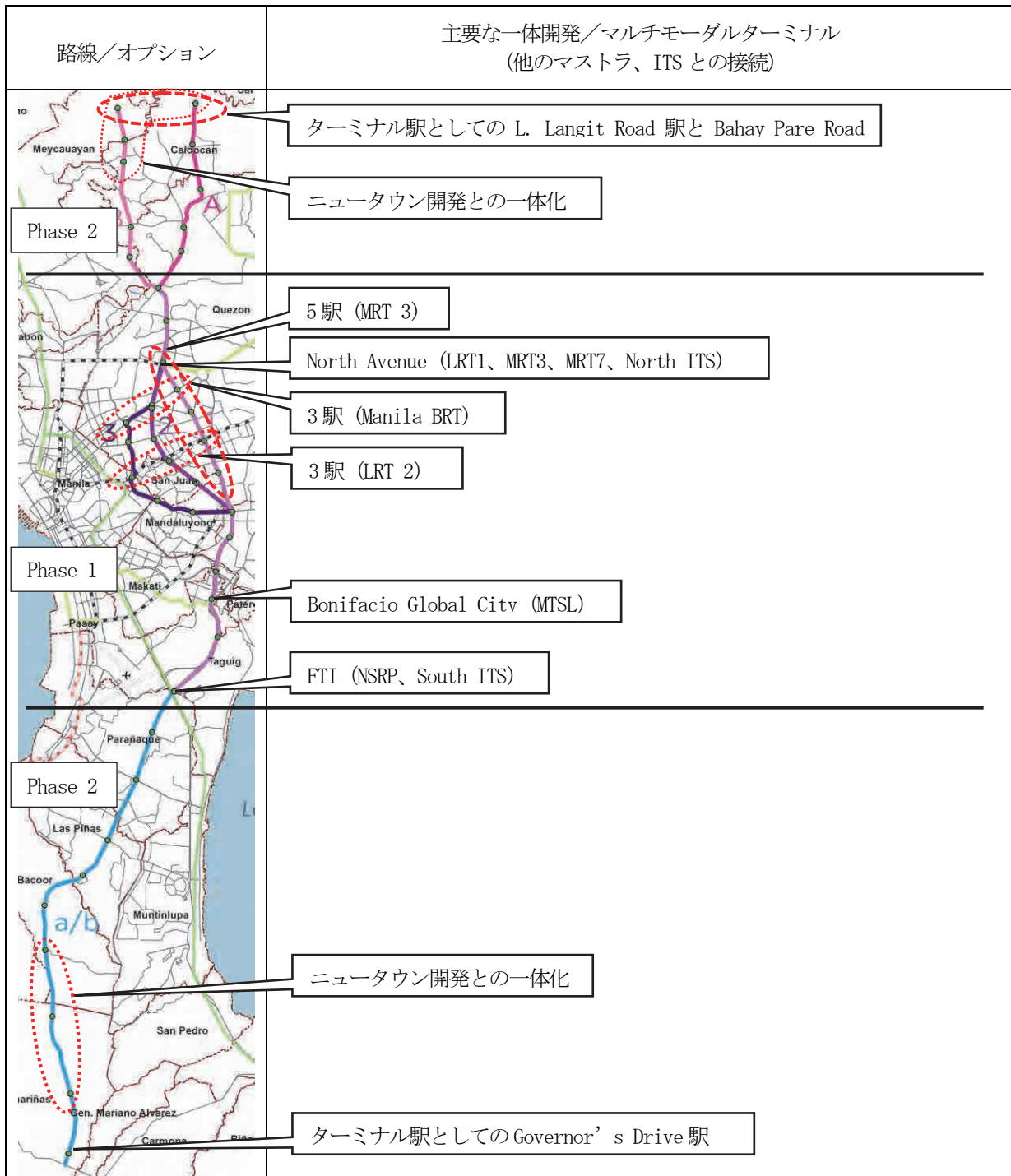
体開発を成功させるカギであり、地方自治体との適時の連携は、新市街地開発と公共交通施設等の一体開発のための十分な土地を確保するのに必要不可欠である。

- (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 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 9-1 から表 9-3 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 MMSP における主要な一体開発／マルチモーダルターミナル

表9-1 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 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 9-3 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

ボニ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、ボニ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ニファシオ開発会社 (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。

(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、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。

(3) BGC における本地下鉄駅の TOD コンセプト

BGC の Market 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 はターミナル駅の鳥瞰図、図 9-4 は断面イメージを示す。図 9-5 と図 9-6 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。



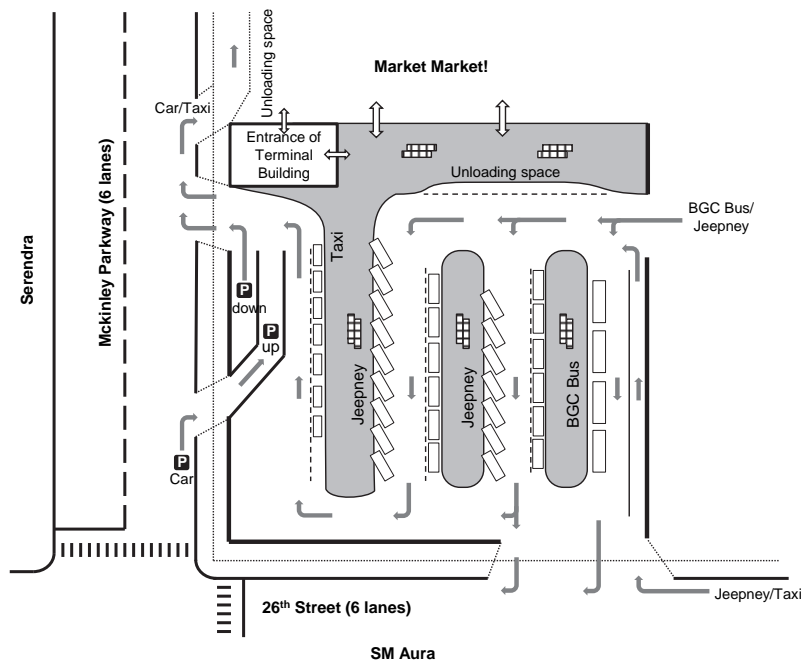
出典：JICA 調査団

図 9-3 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



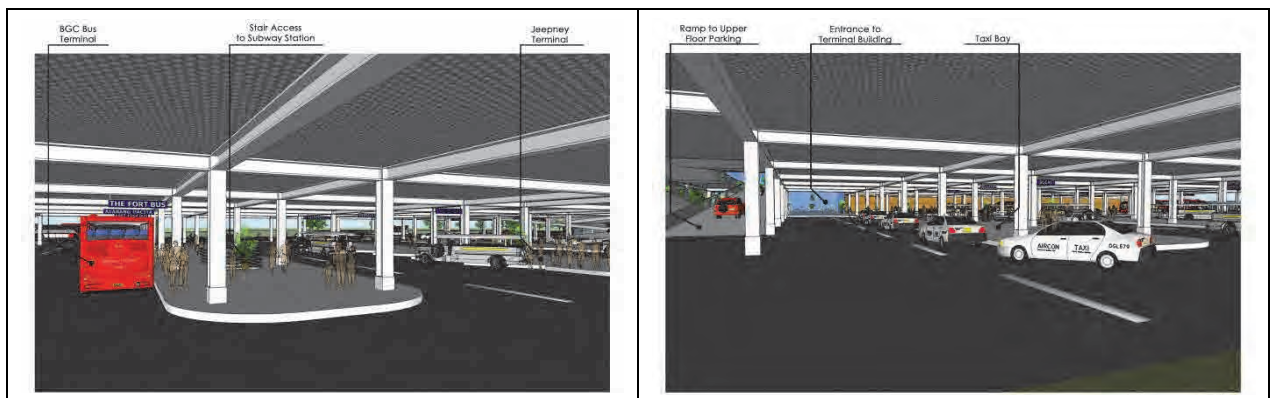
出典：JICA 調査団

図9-4 BGCにおける本地下鉄駅の断面パース



出典：JICA 調査団

図9-5 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9-6 BGCにおけるマルチモーダルターミナルのイメージ

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

10.1.1 運輸通信省 (DOTC)

DOTC は、信頼性の高い運輸通信ネットワークの構築促進・規制、サービスに関しての、基本政策立案、計画立案、調整、実施、管理を行う政府の執行機関である。同省は、1899 年 1 月 21 日、マロロス憲法下で最初の政府機関のひとつとして設立され、優れた運輸通信インフラを構築することにより、成長及び競争力を生み出し、フィリピンの経済成長にとって極めて重要な役割を担ってきた。

10.1.1.1 外局および附属機関

DOTC は、3 つの外局と 15 の附属機関を保有しており、これらのうち、鉄道輸送に関連するものは外局 1、附属機関 4 である。

- 鉄道輸送に関連する外局： (1) Metro Rail Transit (MRT)
- 鉄道輸送に関連する附属機関： (2) 運輸安全局 (OTS)
- (3) フィリピン国有鉄道 (PNR)
- (4) 軽量鉄道公社 (LRTA)
- (5) 北ルソン鉄道会社 (NLRC / North Rail)

10.1.1.2 財務の状況

2012 年度の DOTC の主要業務に対する予算は、34,574.48 百万ペソであり、このうちの 73.88%がインフラ開発に充当された。その他、13.03% が規制および法令執行に、12.15% が運営管理に、0.94%が政策・計画立案に充当された。

新たな鉄道建設及び運営管理を実施する際の機能を分類すると、表 10-1 に示す 3 つの機能が挙げられる。即ち、規制・事業監督機関、事業管理・実施機関、および運営維持管理 (O&M) である。

表 10-1 鉄道建設及び運営管理における機能

機能	機能の詳細	役割
規制・ 事業監督機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画策定 ● 予算措置 	プロジェクトの準備 <ul style="list-style-type: none"> ● 新規の鉄道ネットワーク計画の策定 ● 個々の路線の建設計画の策定
事業管理・ 実施機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 入札 ● 契約 ● 監理 ● 養成訓練 	プロジェクトマネジメントオフィス <ul style="list-style-type: none"> ● 入札、契約、管理 (建設・設備設置) ● 開業準備 (要員の養成訓練)
O&M	<ul style="list-style-type: none"> ● 運営 ● 維持管理 ● 外注 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運営維持管理 ● 一部維持管理業務の外注 ● 外注先の管理

出典：JICA 調査団

10.1.2 フィリピン国有鉄道 (PNR)

10.1.2.1 組織構造

PNR は、フィリピン最大の島であるルソン島において広範な地域を網羅する唯一の鉄道事業者である。PNR は公式にはスペイン植民地時代の 1875 年 6 月 26 日に Ferrocarril de Manila-Dagupan として営業を開始し、その後 アメリカ植民地時代には Manila Railroad Company (MRR) として営業した。そして、1946 年 6 月 20 日付け共和国法第 4156 号により、DOTC の付属機関として PNR が誕生した。

PNR はマニラ首都圏とビコール地方の 2 地域で通勤線を保有している。ビコールにおいては現在ビコールエクスプレス (南カマリネス州ナガまで、最終的にはアルバイ州レガスピ市へ至る。) 再開のための復旧作業が行われている。マニラ首都圏において、多くの市民に利用されている通勤線サービスはオレンジラインと呼ばれ、都市鉄道システムの一翼を担っている。PNR の機能は主に運営維持管理で、DOTC が規制機関及びプロジェクト実施機関としての役割を担っているといえる。

10.1.2.2 財務の状況

2014 年 8 月に発行された 2013 年度の監査委員会報告による PNR の財務の状況は表 10-2 のとおりである。

表 10-2 PNR の財務状況

(単位：百万 Pesos)

Comparative Financial Position				
	2013	2012	Increase / (Decrease)	%
Assets	52,868.619	53,102.553	(233.934)	0.4
Liabilities	26,114.602	25,956.031	158.571	0.6
Equity/Capital Deficiency	26,754.017	27,146.522	(392.505)	1.4

Comparative Results of Operations				
	2013	2012 As restated	Increase/ (Decrease)	%
Total rail and non-rail revenue	401.023	397.641	3.382	0.9
Personal Services	99.198	100.953	(1.755)	1.7
Maintenance & Other Operating Expenses	567.912	638.315	(70.403)	11.0
Financial Expenses	225.308	404.682	(179.374)	44.3
Total other income (expenses)	(25.670)	244.327	(269.997)	110.5
Subsidy from National Government	254.605	128.653	125.952	97.9
Net loss	262.459	373.329	(110.87)	29.7

出典：COA, *Annual Audit Report (FY 2013)*

10.1.3 Metro Rail Transit (MRT)

MRT3 は、DOTC により民間資本である Metro Rail Transit Corporation (MRTC) との BLT 契約により建設・運営されているケソン市のノースアベニューとパサイ市のタフトアベニューをエドサ通りに沿って結ぶ駅数 13、延長 16.9km の路線である。2000 年に全線が開通した。

MRTC は MRT3 を建設し所有しており、これを DOTC にリースしている。DOTC はこれを運営している。MRTC は実施機能を持ち、DOTC は規制機関かつ運営維持管理の機能を保有しているといえる。

10.1.4 軽量鉄道公社 (LRTA)

10.1.4.1 組織構造

LRTA は DOTC 傘下の国有企業である。

LRTA は、1980 年 7 月 12 日付け大統領令第 603 号 (1982 年 11 月 30 日付けの大統領令第 830 号および 1987 年 7 月 7 日付け大統領令第 210 号により修正) により設立され、主にフィリピン国内の軽量鉄道システムの建設、運営維持管理、リースを担うこととされた。

LRTA は、現在 1 号線 2 号線を所有・運営維持管理しており、また、運賃設定および路線ネットワークの拡大や路線延長の計画を行う権限も留保している。したがって、LRTA は規制機関の機能の一部、実施機能、運営維持管理機能を保有しているといえる。しかし、これらの 2 路線の運営維持管理を民間に委託する計画がある。

理事会は、8 人の職権上の委員 (DOTC の長官を会長に、DPWH、DBM、DOF、NEDA の長官、MMDA、LTFRB の会長、LRTA の社長) および 1 人の民間セクターの代表で構成されている。理事会は、LRTA の経営陣により、プロジェクトの実施のための方針、計画、基準、ルール等を規定・採択する責を負っている。また、運営に関する課題、緊急の決議等が必要な場合には、理事会を開く必要がある。

10.1.5 プロジェクトに関連する諸機関の機能に関する評価

鉄道事業の実施における組織体制および機能と役割分担には様々な種類があり、それぞれ利点・欠点がある。表 10-3 にフィリピンの鉄道事業の実施における機能と役割分担の概要を示す。

表 10-3 機能と役割分担の概要

路線 \ 機能	規制・事業監督機関	事業管理・実施機関	O&M
PNR	DOTC	DOTC	PNR
MRT3	DOTC	MRTC	DOTC / MRTC
LRT 1&2	DOTC / LRTA	LRTA	LRTA

出典：JICA 調査団

上記の通り、フィリピンの各鉄道では路線毎に関係機関の機能と役割分担が異なっており、要員の非効率な配置や各機関の役割分担の混乱他の問題が起こる可能性がある。このため、本地下鉄事業の実施ならびにフィリピンの鉄道事業全体における組織・機能・役割分担に関する提言を下記に述べる。

10.2 事業実施体制の提言

10.2.1 長期的な視点での提言

10.2.1.1 Manila Metro Vision (マニラ・メトロ・ビジョン) の策定

メガマニラにおける将来の鉄道ネットワーク構築に際しての基本思想として、Manila Metro Vision (マニラ・メトロ・ビジョン) の策定を提案する。より多くの市民に選択される持続的な交通手段であるために、鉄道は、安全で、信頼性が高く、適正価格であり、利便性が高くかつ快適でなければならない。

マニラ・メトロ・ビジョンの基本的な考え方は以下の通りである。

- (1) 安全： 鉄道システム・鉄道事業にとりもっとも重要な価値である。建設中の安全、運行開始後の安全とも不可欠である。
- (2) 信頼性： 定時運行や透明性の高い料金収受といった信頼性は次に重要な価値である。
- (3) 適正価格： 運賃設定は旅客需要喚起の鍵である。適正価格の提供のため、建設コスト、運営維持管理コストを極力削減する必要がある。また、関連事業そのものや、鉄道事業と関連事業の相乗効果による収入増も検討しなければならない。
- (4) 利便性： 待ち時間の少なさやユニバーサルデザイン、便利な非鉄道サービス、他の交通機関との乗換の利便性により、乗客を引き付けることができる。
- (5) 快適性： 乗客が鉄道を快適に感じることで、リピーターとなる。

このビジョンは今後、鉄道ネットワーク計画、建設、運行維持管理に一定の方向性を示すものとなる。

10.2.1.2 新たなビジネスモデルの創出

政府と鉄道事業者の負担を軽減するため、鉄道プロジェクトを新たなビジネスモデルにする必要がある。鉄道事業者にとっては非常に困難であるが、財務的に政府から独立することが理想である。

鉄道事業を新たなビジネスモデルとするための課題は以下のとおりである。

- (1) 政府と鉄道事業者の合理的なリスク分担（土地収用の執行方法、補助金制度、契約方法、公的私的交通機関に対する規制）
- (2) 建設コスト、運営維持管理コストの削減（初期コストを削減するための適切な補助金制度および経験のあるコンサルタントや事業者のコンサルティングに基づく最新の技術採用によるコストの削減）
- (3) 質の高い鉄道サービスの提供（乗客の意見の分析、IC チケットによって集積されたビッグデータの分析による需要への対応）
- (4) 関連事業開発及び鉄道事業と関連事業の相乗効果（関連事業開発を考慮した駅設計および駅の店舗で購入した旅客への運賃割引等のシナジー）
- (5) 持続可能な事業のための全体計画の策定

10.2.1.3 フィリピン鉄道庁（PRA）の設立

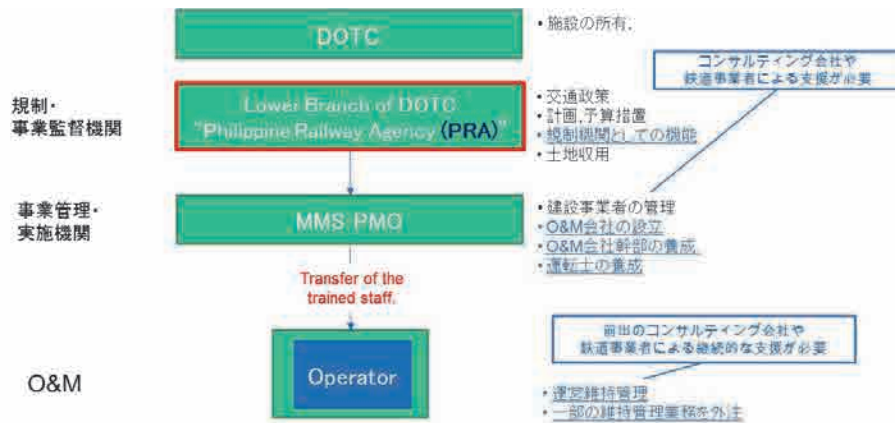
前2項の検討は、経験のあるコンサルタントや事業者の支援が必要であると思われるが、フィリピンの適切な機関により検討されることが望ましい。なぜならば、これらの政策は、フィリピン側の必要に応じ、管理され修正されるべきものであるからである。そこで、これらの検討を促進し、10.1.5章において前述したような問題がフィリピンの鉄道行政において起こることを回避するため、鉄道行政に関する自主決定権のある「PRA（仮称）」をDOTCの下部機関として設置することを長期的な視点から提案する。この機関は、鉄道建設プロジェクトにおいてはプロジェクトオーナーの役割を果たし、開業後には規制機関の役割を果たし、運輸政策、計画、予算措置、規制機関の機能、土地収用等の権限を有する。PRAの任務は主に、

交通政策、計画・予算措置（規制監督）、規制そして土地収用であり、下記に関し貢献できると考える。

- 鉄道行政に関する役割・責任が明確化し、一貫性が確保されるため、鉄道プロジェクトを円滑に進めることができる。
- すべての鉄道プロジェクトを監督することにより、ノウハウが効率的に蓄積される。
- 鉄道プロジェクトを管理し、鉄道事業者を規制する唯一の機関として、十分な権限とノウハウを持つことができるため、信頼性の高い鉄道行政を実現できる。

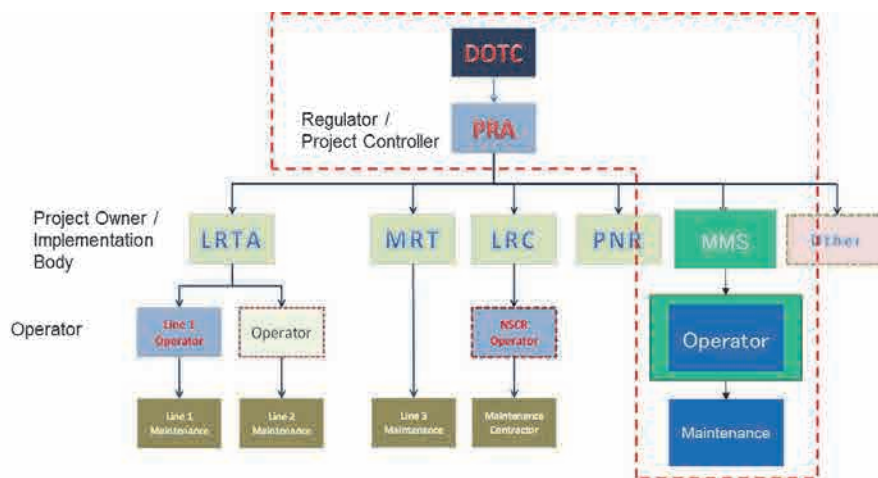
10.2.1.4 PMO の設置

鉄道プロジェクトの実施期間中は、MMS Project Management Office (PMO) を設置し、プロジェクトの進捗、コントラクターやコンサルタント、その他関係者との契約管理等の任務を遂行する必要がある。MMS PMO はまた、運転士やその他運営維持管理にかかわる要員の養成も行う必要がある。これらの要員は、建設完了後、速やかに事業者に移管される。図 10-1 にこれらを示す。また、図 10-2 はフィリピンの鉄道プロジェクト全体を表す組織図である。



出典：JICA 調査団

図 10-1 本地下鉄事業実施における機能と役割分担の提言（長期）



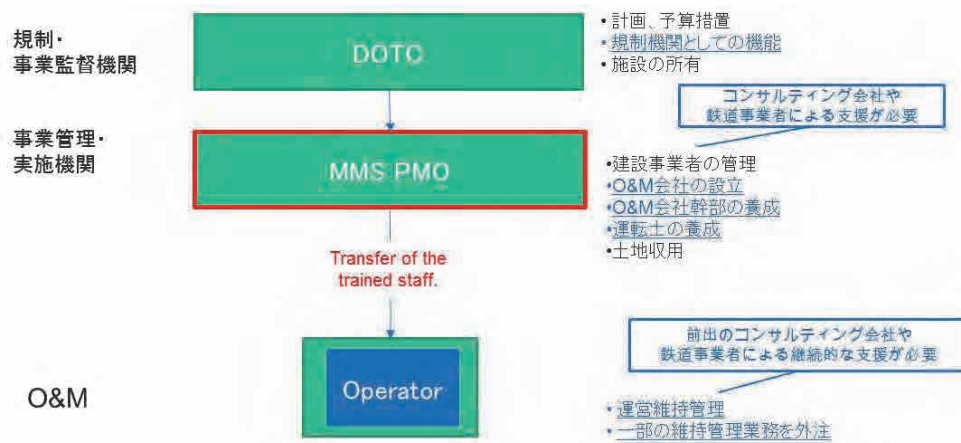
出典：JICA 調査団

図 10-2 本地下鉄事業実施における組織体制の提言（長期）

10.2.2 短期的な視点での提案

長期的な視点では、PRA の設立が望ましいものの、常設の機関を設置するには時間を要するため、短期的な次善策として、メガマニラ地下鉄プロジェクトの管理を行う臨時の機関の設置を提案する。

幸いなことに、PRA の設置の有無に関わらず、MMS PMO は必要であるため、PRA に将来的に帰属すべき機能は、DOTC と MMS PMO で分担することができる。図 10-3 に示すように、DOTC は計画や予算措置を行い、MMS PMO は土地収用を行う。



出典：JICA 調査団

図 10-3 本地下鉄事業実施における機能と役割分担の提言（短期）

MMS PMO の設置については2つの選択肢がある。

ひとつは、DOTC の附属機関として設置する方法、もう一つは現在鉄道プロジェクトを管理している機関の中では最も相応しいと考えられる LRTA 内の一部門として設置する方法である。

DOTC の附属機関として設置した場合は、当初は都市鉄道プロジェクトに関する経験・ノウハウ不足が懸念されるものの、ガバナンスの観点からはこの案が推奨される。意思決定の迅速性を確保するため、関係機関がより少ないほうがよいため、この点で LRTA 内の一機関として設置するよりも有利であることがその理由である。どちらのケースにしても、プロジェクトの遂行のためには、経験のあるコンサルタントや鉄道事業者の協力が必要である。

鉄道プロジェクトの実施にあたっては、スタッフの養成が不可欠である。一般的に、教育の対象は2つあり、ひとつが規制機関、もうひとつは事業者である。どちらも現場での訓練（OJT）が主となる。

規制機関の教育内容は、組織（機能と権限の設定）、運賃政策、事故調査、法制等の規制等であり、事業者の教育は鉄道事業者が持つべき機能の全てを網羅したものとなる。

10.3 運営維持管理体制の提言

10.3.1 運営維持管理会社の組織構造

開業後、鉄道システムは鉄道会社によって運営・維持管理される。会社および鉄道システムを効率的に管理するため、会社の組織構造は、現存のフィリピンの鉄道会社のそれよりも、組織を専門性により細分化し

た機能別組織となることが望ましい。技術部門がその責任より確実に果たすためには、技術の類似性を考慮し、より細分化した組織とすべきである。例えば、軌道部門と信号部門を「技術」だからと言って一緒にしても、必要とされる専門性が全く異なるため、実効性のある管理は困難である。

また、技術部門は、検査、小規模な補修・修繕、保守事業者の監督を実施する現業事務所を設置することが望ましい。鉄道現業における全ての活動を外注した場合、鉄道のメンテナンスに関する知見を獲得する機会を失ってしまい、保守事業者を適切に管理することができなくなる。

10.3.2 各部の機能

各部の機能に関しては、2つの特徴がある。

第一に、経営管理部門と総務部門が事業部門を主導するために広範な権限と責任を持つことが挙げられる。特に、経営管理部門は、鉄道会社として最も重要な要素である経営計画および安全管理に責任をもつこととなっている。

この組織構造は、機能別組織となっているため、セクショナリズムによる問題が起こる可能性が高い。しかし、社長の直属部門である経営管理部門がその他の部門の意見調整を行うこととなっている。経営管理部門は会議その他部門の意見調整を行うだけでなく、Key Performance Indicator (KPI)を各部門に課し、管理する権限も保有している。

次に、運輸指令所 (OCC) が運行の安全を確保するために、各現業に対して強いリーダーシップを持つことが挙げられる。OCC は、各現業を強力に主導し、各現業は運行および維持管理に際して OCC の指令に従わなければならない。表 10-4 に各部門の主な機能と役割分担を示す。

表 10-4 各部門の主要な機能と役割

Department	Major Functions
Corporate Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Management • Corporate Vision, Strategy, Business Planning, Business Development • Supervising the other departments (except Internal Audit Dept.)
General Affairs	<ul style="list-style-type: none"> • General affairs, Document Management, Property Management, Human Resource Management, Finance, Accounting, ICT planning & implementation
Legal	<ul style="list-style-type: none"> • Legal Consultation, Lawsuits, Compliance Activity • Risk Management, Business Continuity Plan
Internal Audit	<ul style="list-style-type: none"> • Financial Audit • Safety & Operation Audit
HQs of O&M	<ul style="list-style-type: none"> • Managing on-site offices, Setting rules and standards, Managing Contracts • Staff training, Other unique activities
OCC	<ul style="list-style-type: none"> • Controlling and supervising operational & maintenance activities.
On-site offices (Operational)	<ul style="list-style-type: none"> • Operational Activities • Supervising Contractors (Security, cleaning etc.)
On-site offices (Maintenance)	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection • Supervising maintenance contractors • Parts replacement, light repair, depend on offices (These activities will consider to be outsourced in the future.)

出典：JICA 調査団

運営維持管理会社は、維持管理に関するノウハウの蓄積、責任の遂行のために、検査等を行う技術部門の現業を設置すべきであると前述したが、表 10-5 は各現業の機能を示したものである。

表 10-5 技術部門の機能と役割

機能 現業	点検	保守 (部品交換を 含む)	軽微な 修繕	修繕	リニューアル
車両	X	X	X	-	-
土木	X	-	-	-	-
軌道	X	X	X	-	-
建築	X	-	-	-	-
電力・機械	X	X	X	-	-
信号・通信	X	X	X	-	-

X: 内部対応, -: 外部委託およびその監督

出典: JICA 調査団

これまでに述べたような鉄道会社の活動を実施するために必要な人員は、路線オプション（営業キロ数／駅数）により異なるが、概ね 2,300 人～2,400 人である。

10.4 運営・維持管理費

運営・維持管理費は、人件費とその他の経費の 2 つの要素から算定される。算定の参考として、日本の事業者のうち本地下鉄に類似した事業者を表 10-6 において選定した。（色掛けしている事業者）

日本には、9 都市に 10 の事業者（東京に 2 事業者）が営業を行っている。これらのうち、東京メトロ、東京都交通局、名古屋市交通局、大阪市交通局は、本地下鉄の参考とするには規模が大きすぎるため、残りの 6 事業者（札幌市交通局、仙台市交通局、横浜市交通局、京都市交通局、神戸市交通局、福岡市交通局）を参考にすることとした。これらの事業者のデータは、国土交通省編纂の鉄道統計年報平成 24 年度版から引用した。

表 10-6 日本の地下鉄事業者の運行路線数、距離および駅数

都市／事業者	路線数	営業距離 (km)	駅数
東京メトロ	9	195	179
札幌市	3	48	49
仙台市	1	15	17
東京都	4	109	106
横浜市	3	53	42
名古屋市	6	93	100
京都市	2	31	32
大阪市	8	130	123
神戸市	3	31	26
福岡市	3	30	36
合計	42	735	710

出典: 経済産業省

10.4.1 人件費

人件費は、人員数×平均賃金（LRTA 拠出データより）により算出している。

10.4.1.1 人員計画

人員計画は、7.5 章の記述を前提として作成した。各部門の人員の算出の考え方は下記のとおりである。

- (1) 本社部門：日本の 6 事業者における、全従業員中の本社従業員割合を超えないように設定。本社社員は開業当初から全線開業以降も同数の設定としている。延伸関係の調整に従事している者が全線開業後は路線管理に当たるという前提である。
- (2) 駅係員：改札口、切符売場、プラットホームの数（想定）から必要人員を算定。
- (3) 運転士：運行本数をもとに必要人員を算定。
- (4) 車両基地（検車および車両工場）：定期的な検査等に必要とされる人員及び車両数から算定。
- (5) その他の技術現業：日本の 6 事業者の当該部門の従業員数と車両営業キロの比例値を基に算出。

10.4.1.2 各路線オプションの人件費

人員計画を基に算出された本社と現業務を含む年間人件費の総額は、路線オプションにより異なるが 2025 年で約 13.1～14.4 百万 USD、2045 年で約 24.3～25.3 百万 USD である。

10.4.2 その他の経費

10.4.2.1 各種単価

その他の経費を算出するにあたっての根拠として、日本の 6 事業者のデータから各種単価を計算した。各種単価は、鉄道システムの運営・維持管理に単位あたりどれくらいの経費がかかるかを表すものであり、表 10-7 に示すような項目に細分化される。

表 10-7 各種単価

(単位：USD)

項目	費用	単位
一般管理費	25,800	／人（管理部門）
広告宣伝費	4	／1,000 人（乗客）
福利厚生費	24	／人（全従業員）
現業管理費	77,300	／人（本社の関連者）
運輸費	487,940	／駅
運転費	279	／1,000 運転キロ／車両
車両保存費	312	／1,000 運転キロ／車両
線路保存費（土木・建築含む）	407	／1,000 運転キロ／車両
電路保存費	292	／1,000 運転キロ／車両

出典：JICA 調査団

10.4.2.2 各路線オプションのその他の経費

各路線オプションのその他の経費の算出の考え方は下記のとおりである。

- 一般管理費（管理部門の従業者数に比例）
- 広告宣伝費（旅客数に比例）
- 福利厚生費（全従業者数に比例）
- 輸送管理費、線路管理費、電路管理費（現業を管理する各部門の本社従業者数に比例）
- 運輸費（駅の数に比例）
- 運転費（車両営業キロ）
- 車両保存費（車両営業キロ）
- 線路保存費（車両営業キロ）
- 電路保存費（車両営業キロ）

各路線オプションのその他の経費（本社と現業を含む）の年間総額は、路線オプションによって異なるが、2025年で約23.3～25.9百万USD、2045年で約78.6～83.9百万USDである。

10.4.2.3 運営・維持管理費（合計）

人件費およびその他の経費を合計すると、各年度、各路線オプションに対する運営・維持管理費は表10-8に示すとおりである。

表10-8 各路線オプションの運営・維持管理費

(単位：千USD)

オプション	2025	2035	2045
A1	36,518	89,065	103,241
A2	37,114	90,057	104,460
A3	40,372	93,911	109,196
B1	36,518	88,875	102,883
B2	37,114	89,917	104,278
B3	40,372	93,780	109,005

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。

第 11 章 自然条件レビュー

11.1 自然災害リスク評価

フィリピンでは、毎年のように洪水等の自然災害が発生し、マニラ首都圏においても、甚大な被害を出している。特に集中豪雨や台風発生時の浸水は頻発しており、地下鉄事業を推進する上で浸水対策は不可欠な要素である。フィリピンは、我が国と同様に世界で最も地震・火山の活動が活発な国の一つであり、過去にもたびたび地震による被害がでていた。地下構造物は地震に強い構造物であるが、地震対策も浸水対策同様、不可欠な要素である。

11.1.1 洪水

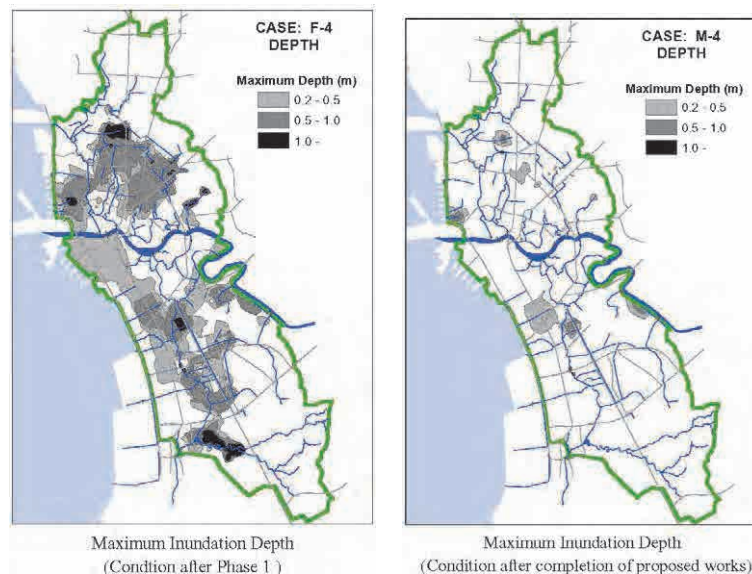
今までに、マニラの洪水対策に関し幾つかの調査が行われている。そのなかで、2005 年 JICA 調査「マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査」では、過去の洪水実績より、洪水のモデルを構築し、洪水のシミュレーションを行っている。また、2008 年 JBIC 調査「Study on Climate Change Impact over Asian Mega Cities (Phase 2): Metro Manila」においても、気候変動を踏まえマニラの洪水のシミュレーションが行われている。さらに、2014 年に JICA 調査「マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査」が行われている。

11.1.1.1 本地下鉄事業の事業対象地域と既存調査結果との関係

本地下鉄事業の事業対象地域と既存調査におけるシミュレーション結果の関係を以下に示す。

(1) マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査

同調査では、洪水のモデルを構築し、洪水のシミュレーションを行っている。このうち、本地下鉄事業の事業対象地域とケース 5、6 の洪水シミュレーション結果の関係を図 11-1 に示す。



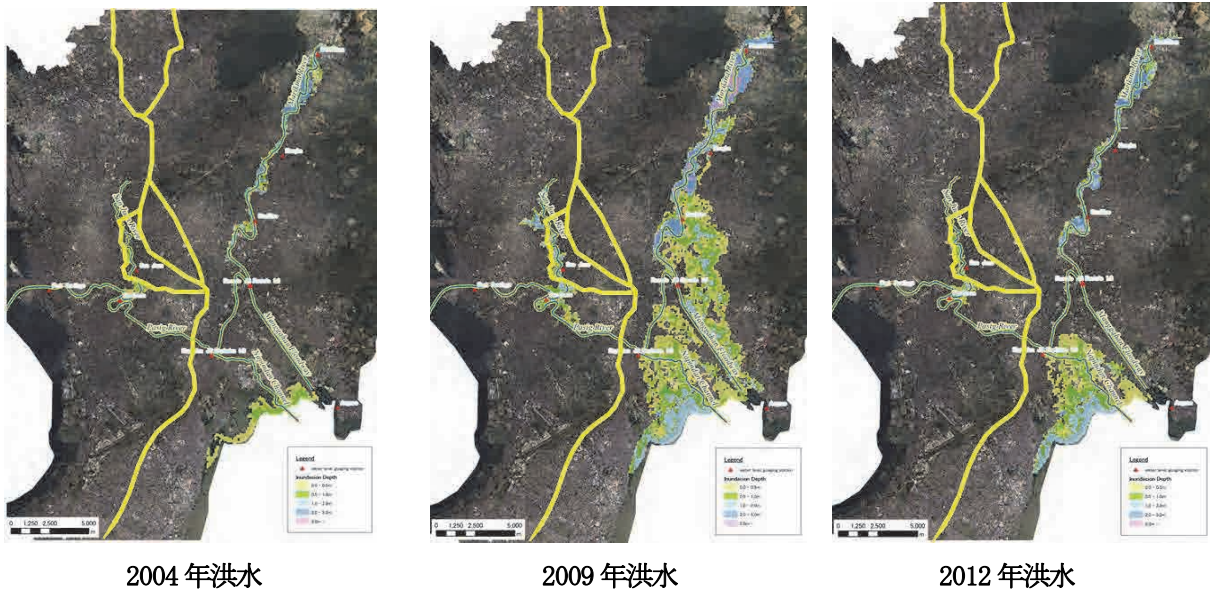
出典：2005 年 JICA 調査「マニラ首都圏中心地域排水機能向上調査」

図 11-1 事業対象地域と 2005 年 JICA 調査における洪水シミュレーション結果の関係
(ケース 5、6)

(2) マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査

この調査では、洪水のモデルを構築し、過去の実績をシミュレーションで再現している。この調査では、台風オンドイによる 2009 年の大洪水が再現され、洪水の際の水流への影響を与える要素が算出された。そして、それらの要素に基づき、2004 年及び 2012 年の洪水が再現された。2009 年の洪水では、最速の水流が確認された。最速の水流は 2004 年の洪水では比較的小ない一方、最速の水流は頻繁にピークがあり比較的多い。

本地下鉄事業の候補路線と各ケースの洪水シミュレーション結果の関係を図 11-2 に示す。



出典：2014年 JICA 調査「マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査」を基に JICA 調査団が加工

図 11-2 事業対象地域と 2014 年 JICA 調査における各年の洪水シミュレーション結果の関係

11.1.1.2 結論

前述の調査結果により、事業対象地域の大半が 2014 年 JICA 調査におけるシミュレーションによる洪水影響範囲に含まれない事が分かった。ただし、中央ゾーンのオプション 3 のルートの一部は、2009 年の洪水地域の近くを通過する。また、以前に深刻な洪水被害がなかった地域でも、今後洪水が発生する恐れもある。マニラ首都圏地下鉄事業の大半の対象地域において、洪水及び氾濫のリスクは非常に小さいと考えられるが、設計段階では、全ての地下駅において駅出入口や鉄道施設の開口部（換気塔、等）に適切な浸水対策を講じる必要がある。

11.1.2 地震

2004 年の JICA 調査「フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査」で、マニラ首都圏の地震被害を軽減するためのマスタープランを確立するために、地質調査をはじめとする現地調査に基づき、地震動解析とハザード評価を実施している。一方、フィリピン側においても、フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）が独自の調査でハザード評価を行っている。

11.1.2.1 事業対象地域と地震によるハザード評価の関係

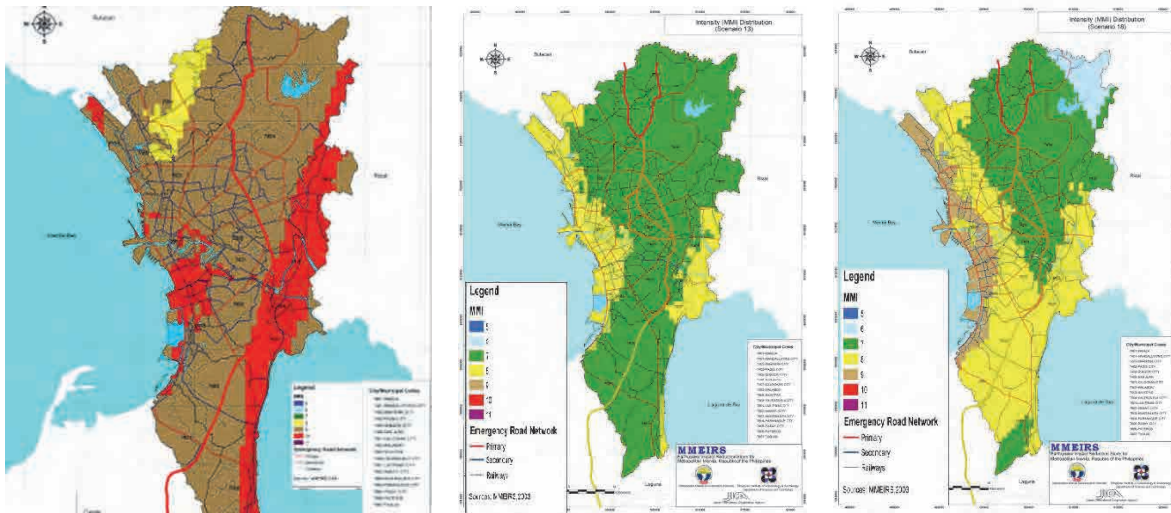
事業対象地域と上記の調査におけるハザード評価の関係を以下に示す。

(1) 2004年「フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査」

18の地震を設定し、地震動分布、液状化可能性分布等を検討している。その結果、今後大きな被害が予想される3つのモデル(モデル8(ウェストバレー断層 M.7.2)、モデル13(マニラトレンチ M.7.9)、モデル18(1863年マニラ湾 M.6.5))の結果と事業対象地域との関係を示す。

(a) 揺れ

事業対象地域と地震時の揺れの予測図の関係を図11-3に示す。高架構造物及び地上構造物の設計時においては、耐震設計が必要となる。



シナリオ8

シナリオ13

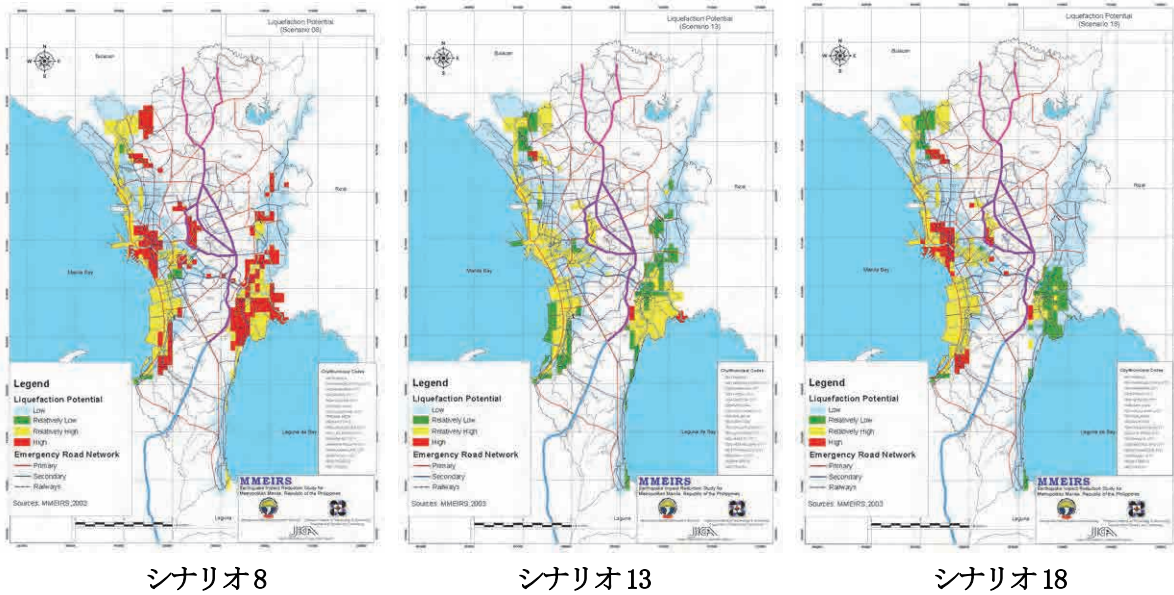
シナリオ18

出典：2004年JICA調査「フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査」を基にJICA調査団が加工

図11-3 事業対象地域と各シナリオの揺れとの関係

(b) 液状化

事業対象地域と地震による液状化の予測図の関係を図11-4に示す。事業対象地域において、大半の区間は液状化の影響の可能性がほぼない地域に位置しているが、中央ゾーンのオプション3の一部と中央ゾーンの南部の一部の区間は、候補路線が液状化の影響がある地域と接しているか、地域内にある。液状化の影響がある地域を含む路線が選定される場合は、地下構造物を液状化現象の影響を受けない深さに建設する、施工可能な場所では地盤改良を行う、などの対策を講じる必要がある。



出典：2004年 JICA 調査「フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査」を基に JICA 調査団が加工

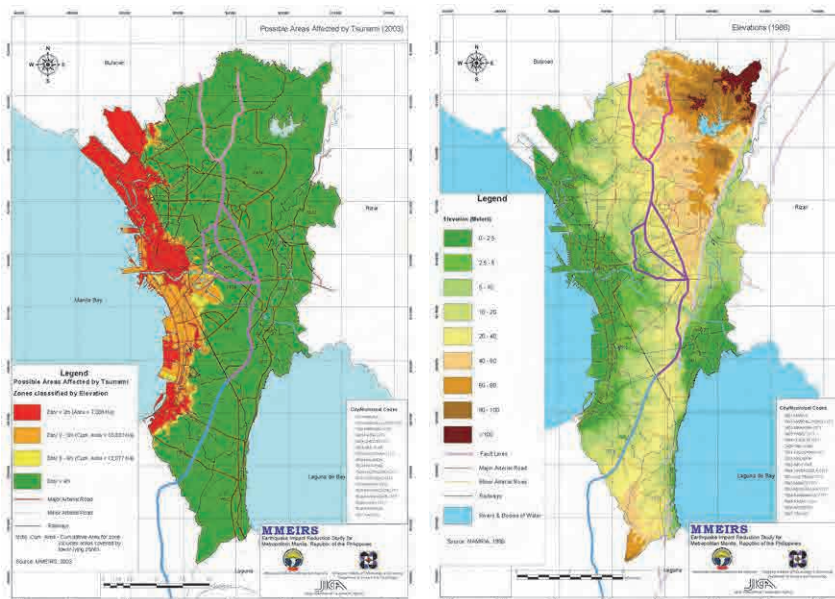
図 11-4 事業対象地域と各シナリオの液状化発生地域の関係

(c) 津波

事業対象地域と 2003 年の地震による津波発生図の関係を図 11-5 に示す。事業対象地域において、津波対策は不要又は最低限で良いと考えられる。

(d) 断層

事業対象地域の一部が断層と交差している。事業対象地域及び断層の関係を図 11-5 に示す。構造物の設計時には、断層に対する対応策の検討が必要である。



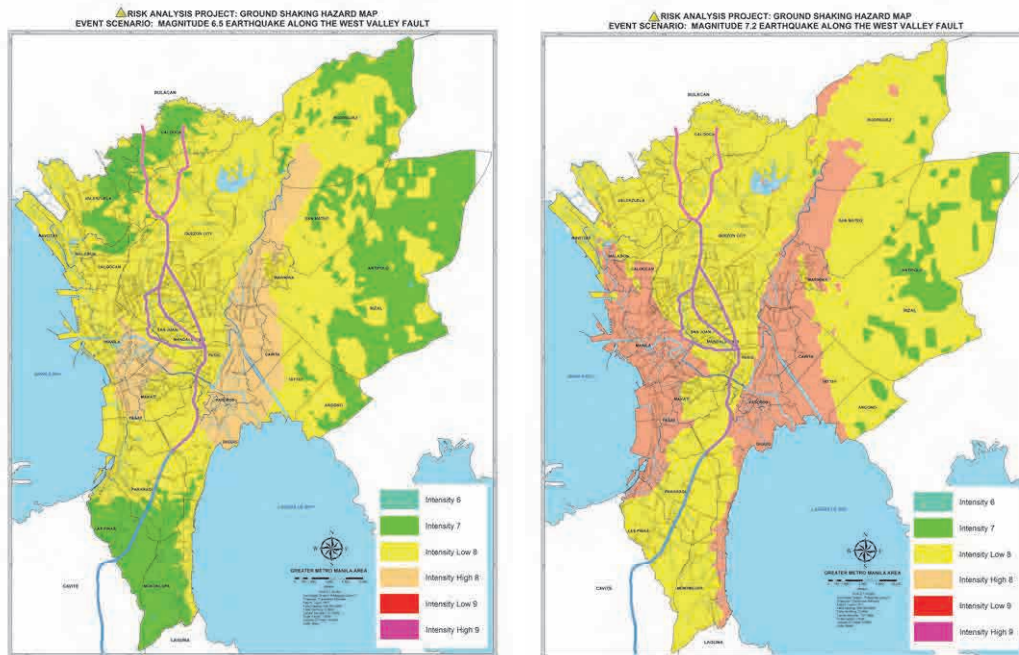
出典：2004年 JICA 調査「フィリピン国マニラ首都圏地震防災対策計画調査」を基に JICA 調査団が加工

図 11-5 事業対象地域と 2003 年の津波発生地域（左図）および断層（右図）の関係

(2) フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS) によるハザード評価

フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS) が独自の調査でハザード評価を行っている。その結果と事業対象地域との関係を示す。

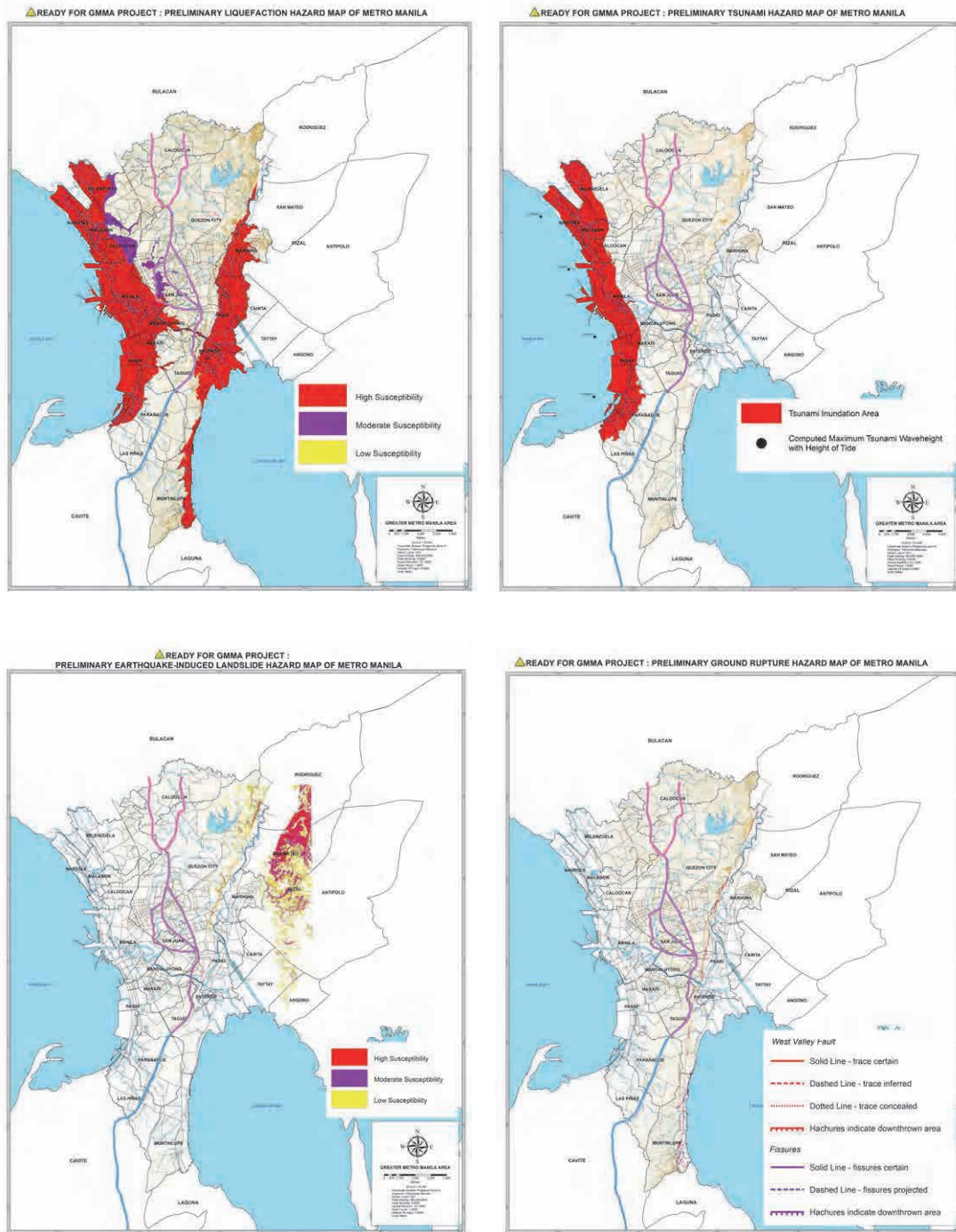
- (a) 揺れ： 事業対象地域と地震時の揺れの予測図の関係を図 11-6 に示す。構造物の設計時には、これらに対応できる耐震設計が必要となる。



出典：フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS) によるハザード評価を基に JICA 調査団が加工

図 11-6 事業対象地域と M6.5 (左図) および M7.2 (右図) の地震時の揺れの関係

- (b) 液状化： 事業対象地域及び地震時の液状化の予測図の関係を図 11-7 (左上図) に示す。事業対象地域において、大半の区間は液状化の影響の可能性がほぼない地域に位置しているが、中央ゾーンのオプション 3 の一部と中央ゾーンの南部の一部の区間は、候補路線が液状化の影響がある地域と接しているか、地域内にある。液状化の影響がある地域を含む路線が選定される場合は、地下構造物を液状化現象の影響を受けない深さに建設する、施工可能な場所では地盤改良を行う、などの対策を講じる必要がある。
- (c) 津波： 事業対象地域と地震時の津波の予測図の関係を図 11-7 (右上図) に示す。事業対象地域において、津波対策は不要又は最低限で良いと考えられる。
- (d) 地滑り： 事業対象地域と地震時の地滑りの発生予測図の関係を図 11-7 (左下図) に示す。事業対象地域において、地滑り対策は不要又は最低限で良いと考えられる。
- (e) 断層： 図 11-7 (右下図) の通り、事業対象地域が断層と交差している。構造物の設計時には、断層に対する対応策を検討すべきである。



出典：フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS) によるハザード評価を基に JICA 調査団が加工

図 11-7 事業対象地域と地震による液状化 (左上図)、津波 (右上図)、地滑り (左下図) および断層 (右下図) 発生地域の関係

11.1.2.2 結論

構造物の設計までには、耐震設計方針をまとめ、設計に耐震設計を組み込むことが必要である。また営業までには、地震時に列車を停止させ、運転を再開させるシステムを確立することが最も重要である。

11.2 自然災害の予防・低減等の提言

11.2.1 洪水対策

大規模水害が発生し、地下鉄に浸水した場合、甚大な人的被害の発生や、地下鉄の運休に伴う経済社会的な影響が懸念される。よって、洪水や浸水に対する対策が必要である。

地下における洪水には、地上の洪水とは異なるリスク特性が存在する。

- (1) 地上の状況を把握しにくい：地上と隔絶されている状況下におかれるため、正確な情報を地上からタイムリーに得る事が難しい。災害状況の情報収集が遅れた場合、状況判断が難しくなる。したかつて、地下駅において、乗客及び駅員の避難行動の開始が遅れる傾向にある。
- (2) 避難経路が限定される：地下空間における避難方向は、基本的に地上出入口や接続ビルの上階に限定され、水の流入経路と避難経路が重なる可能性が高い。また、地上へとつながる階段から流入してくる水に逆らった避難は困難である。
- (3) 浸水開始後、時間の猶予が少ない：地下空間は、閉鎖的であり地上に比べて浸水スピードが速い。

11.2.1.1 建設時

施工現場での洪水は、作業の中断、作業員の死傷事故等を引き起こす可能性がある。よって、地下鉄建設時、施工現場では適切な洪水対応策を講じる必要がある。以下に工事段階毎の対策を述べる

- (1) 開削工事時：工事現場周辺の地形、下水の状況、過去の洪水実績等を踏まえ、洪水時に必要なポンプを現場に配備する。
- (2) シールド工事時：洪水によりシールドマシンが水に浸かると、工事が長期間中断することとなる。従って、トンネル内に水を侵入させないことが非常に重要となる。
- (3) E&M 工事時：土木工事が終わり、施設工事の段階で洪水により電気機械施設が水に浸かると、開業時期を大きく遅らせることとなる。シールド工事と同じく工事用の開口を含めすべてに止水鉄板を設置する。
- (4) その他
 - (a) 避難マニュアルの作成：洪水時に備え、避難経路の確保方法、連絡体制等を含むマニュアルを開業前に作成し、関係者全員に周知する。
 - (b) 訓練：避難マニュアルに基づき、全従業員は定期的に洪水対策の訓練を受ける。
 - (c) 教育：過去の工事現場における浸水被害等、洪水にかかわる教育を全従業員に対して定期的に行う。
 - (d) 気象情報オンラインシステムの活用：精度の高い気象情報を短時間で入手できる気象情報オンラインシステム等の導入

11.2.1.2 営業時

洪水時、地下鉄に水が入る侵入経路は3つある。1つ目は駅の出入口、2つ目は換気口、そして3つ目は電車が地上に出るトンネルの坑口である。

(1) 駅出入口

駅出入口で浸水を防ぐためにはいくつかの方法がある。浸水の可能性が高い地域では、道路より高い位置に出入口を設置する。設計水位が駅出入口の床よりも高い場合、取り外し可能な止水版の設置を行う。



出典：東京メトロ

図 11-8 駅出入口の止水板



出典：東京メトロ

図 11-9 駅出入口の防水扉

近年東京の地下鉄では、強化ガラスにより囲まれ、従来のシャッターによる扉を防水扉に変更した新しいタイプの出入口が採用されている。この出入口は、扉を閉めることにより、完全防水型の出入口となる。

(2) 換気口

換気口が設置される地域の設計水位を上回る高さに換気用シャフトの高さを設計するのが通常である。しかし、道路に設置された換気口には適応が困難である。開口部の高さが設計水位よりも低い場合、浸水防止機をダクトの入口に設置する。換気口浸水防止機は、各駅操作盤からの遠隔操作、現地での手動操作、浸水感知器による自動閉扉が可能なものである。

(3) 本線

高架から地下への移行区間には、原則として防水壁とポンプで対応する。移行区間の地域の設計水位よりも高い防水壁をトンネル坑口の廻りに設置する。また、防水壁の内側の雨水がトンネル内入るため、それに対応できるポンプ室をトンネル内に設置する。これに加え本線への浸水を防ぐ目的で、防水鉄扉を設置する方法もある。



出典：東京メトロ

図 11-10 新しいタイプの完全防水出入口



出典：東京メトロ

図 11-11 本線部防水扉

(4) 案内板の設置

利用者に対して日頃から水害発生時の行動を意識させるために、駅出入口に海拔の表示をする。

11.2.1.3 タイにおける対策

日本の技術協力により建設されたバンコクの地下鉄における洪水対策を以下に示す。バンコクは度々洪水に見舞われるが、地下鉄は通常通り運行されている。



出典：JICA 調査団

図 11-12 バンコクの駅出入口の防水板



出典：JICA 調査団

図 11-13 駅出入口を高くした状況

11.2.2 地震対策

フィリピンは、我が国と同様に世界で最も地震・火山の活動が活発な国の一つであり、過去にもたびたび地震による被害がでている。地下構造物は地震に強い構造物であるが、地震対策が不可欠な要素である。また、営業線においては、安全確認し、速やかに運転を再開することが非常に重要なことである。

11.2.2.1 建設（設計）時

フィピンでは、今回が初めての地下鉄であることより、地下構造物に対する耐震設計手法が整備されていない。地震が大きく構造物の設計に影響を及ぼす耐震設計は、地震国であるアメリカ、ニュージーランド

等でおこなわれている。一方、日本においても、1995年の阪神淡路大震災、2011年の東日本大震災等の経験を踏まえ、耐震設計法は常に見直され、世界でトップレベルの耐震設計を有している。

地下鉄構造物の設計段階では耐震設計の導入が必要不可欠である。

11.2.2.2 営業時

地下構造物は地上構造物よりも壊れる確立が少なく、地下のほうが地震には強いと言われている。また、構造物は耐震構造部となっている。問題なのは、地下にいると多くの人が不安を感じ、また、災害が発生すると地下から地上に脱出しようとする人が出入り口や階段に殺到する危険性である。

(1) 地震計の設置

強い地震が発生したときに列車を安全に停止させるため、気象庁の早期地震警報を利用するとともに、より詳細な営業路線の地震状況を把握するため沿線数か所に地震計を設置する。

(2) 列車の停止、安全確認と運転再開

これらの値が規定値を超えたときは、全列車を直ちに停止する仕組みを整える。

また、沿線のエリア地震計の計測値に応じた点検を行い、安全を確認できた区間から速やかに運転を再開する仕組みを整える。

(3) その他

(a) 地震対応の計画書作成：地震に備え、緊急時の対応、避難経路の確保方法、連絡体制等を含む計画書を作成し、関係者全員に周知する。

(b) 訓練：計画書に基づき、定期的に訓練を行う。

(c) 教育：過去の地震時の経験を踏まえ、地震時の対応にかかわる教育を定期的に行う。

(d) 帰宅困難者対策：地震により、利用者が帰宅困難となった場合に備え、一時的に駅構内で滞在できるための環境を整える。飲料水、ブランケット、マット、簡易トイレ等を駅に配備する

11.2.3 結論

洪水に関しては、本調査の提案ルートは、洪水の心配がないエリアに位置していると判断している。しかし、最悪の場合に備えて、費用のかからない最低限の施設を導入すべきである。たとえば、駅出入口の取り外し可能止水版、地上区間の防水壁等である。

地震に関しては、本調査の提案ルートは地震による津波や地滑りの発生エリア、活断層のある箇所に位置していないと判断している。構造物の設計までには、耐震設計方針をまとめ、設計に耐震設計を組み込むことが必要である。また営業までには、地震時に列車を停止させ、運転を再開させるシステムを確立することが最も重要である。

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

12.1.1 提案路線周辺の環境の現況

本プロジェクトは、マニラ首都圏（NCR）の東側を南北に通過する鉄道事業である。全区間（約60km）において、フェーズ1は業務中心地区、高度に開発された地区、都市居住地区で占められる。フェーズ2（北ゾーンおよび南ゾーン）では、フェーズ1に隣接する地域は比較的に高密度な商業、工業、住居地域である一方、南端、北端は今なお田園・農村地域である。このように路線の周辺地域の環境は、多様である。本調査では、路線周辺の踏査および既存資料のレビューにより、本プロジェクトの実施による周辺の環境社会配慮上の課題について確認を行った。

(1) フェーズ1北側

Mindanao Avenue-Quirino Highway 駅から North Avenue 駅に至る区間は、低層住宅と商業施設が混在する高密度地区である。

(2) フェーズ1中央区間（3候補路線）

オプション1の路線（主にEDSA通り上）は、Cubao駅の北側は中低層の住居および商業施設が立ち並んでおり（図12-1、左図）、高密度の小規模住宅から大規模ショッピングモールが混在する多様な地区であるが、南側は中高層建築物が林立する業務・商業地区である。ゴルフ場のような緑地帯も存在する。オプション2の路線は、中高層建築が林立する業務・商業地区、低層住居からなる住居地域、および商業地区の地域を通る（図12-1、中央図）。Ortigas North駅周辺には大規模ショッピングモールが存在する。オプション3の路線は、North Avenue駅からAraneta Avenue駅の区間は中高層ビルが立ち並ぶ業務・商業地区であるが、Araneta Avenue駅からJose Rizal University駅に至る区間は、今なお古い街並みを残す下町であり、狭い道路の沿道に小規模の商業施設は密集している（図12-1、右図）。Jose Rizal University駅からOrtigas North駅の区間は、商業および住居地区である。Ortigas North駅周辺には大規模ショッピングモールが存在する。



Quezon Ave 駅周辺
(オプション1)



Greenhills 駅周辺
(オプション2)



Jose Rizal University 駅周辺
(オプション3)

出典：JICA 調査団

図12-1 フェーズ1中央区間（各オプション）の現況

(3) フェーズ1 南側

Ortigas North 駅から Ortigas South 駅に至る区間は、業務・商業の中心地区である（図 12.1.1-6）。中高層建築が Meralco 通りの沿道に林立している。Ortigas South 駅から Kalayaan Avenue 駅の区間は主に低層住宅が密集した地区である。この区間では途中、Passig 川の下を通過する。Kalayaan Avenue 駅から Bonifacio Global City 駅の区間は、ボニファシオ・グローバルシティとして新たに開発が進められている地区である（図 12.1.1-7）。Bonifacio Global City 駅から FTI 駅の区間は、主に C-5 道路に沿った線形であるが、低層の住居が非常に密集した住居地域である。また、FTI 駅の近くには、工場や倉庫が存在する。

(4) フェーズ2 北側

フェーズ2の北側は、線形が異なる2つの代替案がある。既存道路上を通過する案、およびほぼ全区間で既存道路外を貫通する案である。

- (a) オプションA路線：オプションA路線の線形は、ほとんどの区間が幹線道路上となる。新規の用地を新たに切り開く必要はほとんどないものの、既存道路の中央に橋脚を設置するため、ROWの拡幅が必要となる。オプションA路線の沿道周辺はすでに開発されており、沿道は中程度の密度である。しかし、L. Langit Road 駅から Zabarte Road 駅の区間は郊外であり、緑地が残されている（図 12-2、左図）。オプションA路線では、L. Langit Road 駅から Camirin Road 駅に至る区間の住居地区、Zabarete Road 駅付近の住居、商業地区、Novaliches 駅付近の商業地区において、土地取得が必要となる。
- (b) オプションB路線：オプションB路線は全区間を通して既存の道路外を通過するため、大規模な土地取得が必要となる。Bahay Pare Road 駅から Mt. Samat Road 駅の区間は低密度地区であり、農地および林が主で（図 12-2、中央図）、自然環境を残す田園地帯である。Mt. Samat Road 駅から Llano Road 駅の区間は、低密度の農地、未利用地および工場（あるいは農業施設）である。Llano Road 駅から Gen. Luis 駅の区間は、低層住居、新たに開発が進められている住居地区、工場で占められる。Gen. Luis 駅から Mindanao Avenue-Quirino Highway 駅の区間は、工場およびその施設が主となっている（図 12-2、右図）一方で、住居が点在しており、密度は中程度である。



Camarin Road 駅周辺
(オプションA)



Bahay Pare Road 駅周辺
(オプションB)



Tatalon 駅周辺
(オプションB)

出典：JICA 調査団

図 12-2 フェーズ2北側（各オプション）の現況

(c) フェーズ2 南側

フェーズ2の南側は、構造形式の異なる2つのオプション(全線高架、および一部地下区間を含む高架)があるが、2つの案の線形位置は同じである。FTI駅の近くには大規模な工場が立地し、Dona Soledad Avenue駅までの区間は主に高密度の住宅地区である。この区間のほとんどは既存道路のROWからはずれていることから、大規模な土地取得が必要となる。Dr. Arcadio Santos Avenue駅からAlabang-Zapote Road駅の区間は、中密度の住居地区および裸地を含む未利用地となっている。全区間が既存道路の外を通過する。Alabang-Zapote Road駅からTalon Singko駅は中密度の住居地区に囲まれた既存道路上を通過する。Talon Singko駅からMolino Road駅は、中密度の住居地区および裸地を含む未利用地で、全区間で既存道路の外を通過する。Molino Road駅からGovernor's Drive駅は自然環境が残る田園・農業地域で、低密度の住居地区および農地に囲まれた既存道路上を通過し、いくつかの地点で農地あるいは未開発地内を通過する。



Dona Soledad Avenue 駅付近



Paliparan Road 駅付近

出典：JICA 調査団

図 12-3 フェーズ2 南側の現況

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

12.2.1 環境配慮における影響と必要事項

(1) フェーズ1

フェーズ1の周辺はすでに開発が進んでおり、住居地区、オフィスビル、商業施設、工場など多目的な用途を含む地区である。この路線区間は地下であり、地上の環境に対して影響はない。地上の施設となる駅の出入り口、換気施設は規模が小さく、これらの存在が環境に影響を与えることはない。中央区間の代替案については、環境社会配慮上の差異はほとんどない。

(2) フェーズ2 北側 オプションA 路線

線形の周辺はすでに開発されており、自然環境は残っていない。従って本プロジェクトの実施が自然環境に悪影響を及ぼすことはほとんどない。一方、高架線路によって沿線の住居に対する騒音、日照、景観などへの負の影響が発生する可能性がある。

全区間を通して既存道路の ROW の拡幅が必要なること、いくつかの地点で既存道路の外を通過することから、土地取得によって多数の非自発的住民移転が発生する可能性がある。

保護地域や影響を受けやすい施設など、特に配慮を要する対象は存在しない。

(3) フェーズ2 北側 オプションB 路線

オプション B 路線の北側には自然環境が残されている。この自然環境を保つために、適切な配慮が必要である。また、線形の ROW 内に多くの工場施設があることから、本プロジェクトの建設作業により、工場敷地内に蓄積された汚染物質が拡散するおそれがある。土壌汚染あるいは廃棄物管理における配慮が必要である。

全線にわたって土地取得が必要となることから、大規模住民移転を発生させる可能性がある。

(4) フェーズ2 南側

FTI 駅から Molino Road 駅の区間は、主に中高密度の住居地区である。線形に周辺はすでに開発が進んでおり、自然環境は残されていない。周辺は主に住居であることから、高架線路が沿道周辺の住居に対して、騒音、日照、景観などに対して負の影響を及ぼす可能性がある。

Molino Road 駅から Governor' s Drive 駅の区間は自然環境が残る田園地帯であることから、本プロジェクトによる生活環境への影響はほとんどない。しかし、自然環境への配慮が必要である。

既存道路の拡幅のほか、いくつかの地点で大規模な土地取得が必要となることから、会規模な非自発的住民移転を発生させる可能性がある。

なお、周辺に保護地域や影響を受けやすい施設など、特に配慮を要する対象は存在しない。

線形の ROW 内には、多くの工場が立地する。本プロジェクトの建設工事により、工場敷地内に蓄積された汚染物質が拡散する可能性がある。

12.2.2 土地取得および非自発的住民移転の規模

本プロジェクトの総延長は長く、都市部から郊外の住居地域を通過することから、土地取得および住民移転の発生は避けられない。土地取得およびPAHs、PAPsの規模は、候補路線および区間によって異なる。

フェーズ1では、出入り口や換気設備等の駅施設で土地取得が必要となる。しかし、土地取得の規模が小さいことから、大規模な(物理的)住民移転を発生させる可能性は低い。フェーズ2では、既存のROW外の新たな土地取得が非自発的住民移転を発生させる可能性がある。既存道路(ROWs)上の線形については、道路の両側にセットバックが必要となることから、家屋・建物の撤去、しいては住民移転を発生させる可能性がある。土地取得およびPAHs、PAPsの規模や費用を表12-1に示す。

表 12-1 本プロジェクトにおける土地取得および住民移転の推定規模

フェーズ	代替案	土地取得		住民移転		
		面積 (ha)	費用 (百万 PhP)	PAHs 数	PAPs 数	構造物に 対する補償 (百万 PhP)
フェーズ 1	1	11.3	8,582	568	3,012	874
	2	14.0	8,603	714	3,702	1,303
	3	12.4	9,312	652	3,270	1,364
	Depot (North)	16.0	640	182	1,008	53
フェーズ 2	North A	7.0	1,158	1,020	5,586	224
	North B	12.2	686	437	2,256	302
	South a	25.2	1,129	1,777	9,204	782
	South b	22.6	911	1,646	8,580	762
	Depot (South)	16.0	400	0	0	0

出典：JICA 調査団

フェーズ 1 に関しては、3 つの候補路線はすべて地下区間であることから、土地取得および住民移転の規模はほとんど同じである。

フェーズ 2 北区間に関しては、オプション A 路線はオプション B 路線より土地取得が小規模であるが、土地取得のコスト、PAHs および PAPs の数はオプション A 路線が大きい。これは、オプション B 路線がほとんど既存 ROW 外であり、より多くの土地取得面積を要するのに対し、オプション A 路線が高密度な道路沿道のセットバックが必要で、かつ土地単価が高いことによる。

12.3 土地取得・住民移転計画の政策および現況

12.3.1 社会配慮に関する法制度

土地取得および非自発的住民移転に関するフィリピン国の法制度は下記のとおりである。

- フィリピン国憲法 (The Philippine Constitution of 1987)
- 地方自治法または共和国法第 7160 号 (Local Government Code of 1991/ Republic Act No. 7160, 1991)
- 都市開発住宅法または共和国法第 7279 号 (Urban Development and Housing Act : UDHA, Republic Act No. 7279, 1992)
- 公共用地取得促進法または共和国法第 8974 号 (An Act to Facilitate the Acquisition of Right-of-Way/ Republic Act No. 8974, 2000)
- 先住民民族権利法 (Indigenous Peoples' Rights Act, 1997)
- 行政命令 No. 1035, 1985 (Executive Order (EO) No. 1035, 1985)

12.3.2 土地取得および住民移転計画の現状

フィリピンでは、土地取得および住民移転を一元的に扱う政府機関は存在しない。各々の事業者が個別に土地取得と住民移転を実施している。土地取得に関しては、基本的に RA No. 8974 に基づいて行われる。

違法居住者については、RA No. 7279 に基づいて対応が進められる。違法居住者を移転させるにあたって、事業者は移転地を準備する必要がある。移転にあたっては、事業地の LGU s が移転地の準備に責任を持つ。さらに National Housing Authority (NHA) が移転地の整備において LGU s を支援する。

マニラ首都圏 (NCR) 周辺の既存の移転地を、表 12-2 に示す。近年、移転地の容量がひっ迫していることから、プロジェクトの計画において移転数を最小限に抑えることが必要となる。

表 12-2 マニラ首都圏 (NCR) 周辺の移転地

移転地	場所	注
San Jose Del Monte Heights	Brgy. Muzon, San Jose Del Monte, Bulacan	
Pandi Residence	Brgy. Mapulang Lupa, Pandi, Bulacan	
Disiplina Village	Brgy. Bignay Valenzuela City	計画中 (2016 年完成予定)
新規予定地	Brgy. Lambikan, Marilao	2016 年建設開始予定

出典：JICA 調査団

第13章 プロジェクト評価

13.1 経済評価

13.1.1 経済評価の方法

調査団は提案された本地下鉄事業の経済的実行可能性を評価するために割引キャッシュフロー分析を実施した。提案された路線の実行可能性を検証するために経済的内部収益率（EIRR）と経済的純現在価値を計算した。分析はプロジェクトの効果を測るために「プロジェクトが実施されたケース」と「プロジェクトが実施されなかったケース」に焦点を当てて分析を行った。プロジェクトの期間は、45年間と想定した。この期間中には、2020年から5年間の建設（フェーズ1）と2025年からの40年間の運営期間が含まれる。2035年の開業を目標とするフェーズ2の建設期間はこの40年間の運営期間に含まれている。

経済コストと経済便益が変化することにより実行可能性の指標がどのように反応するかを評価するために感度分析も行った。

13.1.2 便益とコストの比較

(1) プロジェクトの経済的なコスト

経済的なコストは、財務的なコストに含まれる全ての税金とプライスコンティンジェンシーを控除し、投資コストに含まれる非熟練労働者にシャドウウエイジレートを適用して決めた。経済的なコストは財務的なコストの約85%に相当すると見積った。この変換係数（85%）は、O&Mコストにも適用した。

(2) プロジェクトの経済便益

本地下鉄事業の主要な経済便益は走行経費の削減と移動時間の節約によるものである。本地下鉄の建設により交通量が減少し、結果として移動時間が短縮され、走行スピードが速くなることが期待されている。短い移動時間は低い移動時間コストとなり、一方、走行スピードの上昇は、低い走行経費となる。これらの経済便益の価値は、移動についての時間コストと走行経費への支払意思に基づくものである。追加の経済便益としては、交通事故減少による便益、CO₂削減による便益、道路維持費用の削減による便益等が経済評価には含まれる。プロジェクトにおける主要な便益を計算するプロセスで、走行経費と移動時間コストが見積もられる。走行経費（VOC）は代表的な車両の平均的な運行コストに基づいている。計算において想定されている項目は、(1) 燃料費 (2) 潤滑油 (3) タイヤ (4) 修繕費 (5) 減価償却費 (6) 車両費 (7) 管理費 (8) ドライバーであり、計算結果は車種及び走行スピードごとに示される。

単位移動時間コストは交通モード、世帯収入毎に見積もられている。交通モード毎の月の移動時間コストは、車を所有している人の世帯収入の加重平均である。しかしながら、これらの価値は、仕事をしながらの時間価値で移動時間コストではない。交通手段ごとの平均移動時間が時間ごとの時間価値で、仕事での移動と通勤のための移動よりなっている。単位当たりの移動時間コストは、メガマニラ地域の一人あたりのGRDPの増加に応じて増えることとなっている。

GHG 排出削減による環境の改善も本地下鉄事業の重要な便益の一つである。GHG 排出削減の効果は、特に環境の観点から重要である。しかし GHG 削減によって作り出される便益は、他の便益や本地下鉄の建設コストに比べて非常に小さいものである。従って、GHG 排出の削減効果は、この調査での経済評価には大きな影響を与えることはない。近年の交通インフラ事業における経済分析において、道路交通量が削減されることで道路上の車両から発生する有害物質により健康を害されるリスクが減ることの便益として健康便益を考慮する傾向にある。一方、高架構造物、駅部やトンネルボーリングマシン搬入のための立抗の建設中における工事現場周辺の一部車線の閉鎖等により引き起こされる交通渋滞を経済的損失と考え、この経済的損失も経済分析において考慮するようになってきている。これらの項目については、次の段階であるフィージビリティ調査で実施する経済分析において、上記の便益と併せて考慮する必要がある。

13.1.3 経済評価

(1) コスト・ベネフィット分析

経済分析の結果を表 13-1 に示す。全ての提案された路線は、NEDA が設定している社会的割引率(15%)以上である。この結果は、提案された路線は経済的に見て実行可能であるということを示している。又、結果は、経済的な純現在価値も大きいことを示している。(別添E)

表 13-1 本地下鉄事業の経済評価の結果

オプション	指標	結果	オプション	指標	結果
A1a	EIRR	17.3%	A1b	EIRR	17.3%
	ENPV	42.01 百万 USD		ENPV	41.98 百万 USD
	B/C Ratio	17.49		B/C Ratio	17.27
A2a	EIRR	17.1%	A2b	EIRR	16.7%
	ENPV	45.07 百万 USD		ENPV	44.82 百万 USD
	B/C Ratio	18.47		B/C Ratio	16.87
A3a	EIRR	17.2%	A3b	EIRR	16.9%
	ENPV	44.91 百万 USD		ENPV	44.67 百万 USD
	B/C Ratio	17.33		B/C Ratio	15.91
B1a	EIRR	17.6%	B1b	EIRR	17.2%
	ENPV	44.81 百万 USD		ENPV	44.56 百万 USD
	B/C Ratio	18.44		B/C Ratio	16.83
B2a	EIRR	16.9%	B2b	EIRR	16.6%
	ENPV	44.28 百万 USD		ENPV	44.04 百万 USD
	B/C Ratio	18.03		B/C Ratio	16.48
B3a	EIRR	17.3%	B3b	EIRR	16.9%
	ENPV	42.25 百万 USD		ENPV	42.00 百万 USD
	B/C Ratio	16.20		B/C Ratio	14.89

出典：JICA 調査団

(2) 感度分析

感度分析は、コストと便益の変化に EIRR がどのように反応するかを見るために、一番 EIRR の値が高かったオプション B1a と一番低かった B2b に対して行った。結果は、いくつかのケースでプロジェクトの経済的な実行可能性がないことを示している。(表 13-2 の網目の部分が経済的に実行可能性のないケースを示している)

表 13-2 経済評価の感度分析 (オプション B1a)

便益/コスト		オプション B1a			オプション B2b		
		経済コストの変化			経済コストの変化		
		ベース ケース	+10%	+20%	ベース ケース	+10%	+20%
経済便益の 変化 (%)	ベースケース	17.6%	16.9%	16.2%	16.6%	15.9%	15.3%
	-10%	16.8%	16.1%	15.5%	15.8%	15.1%	14.5%
	-20%	15.9%	15.2%	14.6%	14.9%	14.3%	13.7%

出典：JICA 調査団

13.2 財務評価

13.2.1 一般

プロジェクトの財務分析の主目的は、プロジェクトの実施機関の観点からプロジェクトの財務的な実行可能性を見ることである。財務分析の最初のステップは、収入と投資コストと O&M コストの見積もりである。財務的内部収益率 (FIRR) は、資金調達条件や投資コストに要すると思われる調達金利や政府からの補助金等を考慮しない条件で計算している。

13.2.2 運賃体系と本地下鉄の乗客の予測

プロジェクトによる運行収入は、交通需要予測の結果に基づき推測される。いくつかの想定のもと、運賃と需要の関係を調べるために距離比の運賃体系を適用し、初乗り運賃を PHP 37.50、距離比運賃 (1 km 毎) を PHP 2.80 と設定した。(第5章を参照) 表 13-3 に交通需要予測に基づく運賃収入の結果を示す。

表 13-3 本地下鉄事業の運賃収入

単位：百万 USD/年

オプション	2025	2035	2045	オプション	2025	2035	2045
A1a	159.49	1,023.04	1,904.29	A1b	159.49	1,023.04	1,904.29
A2a	148.58	1,020.90	1,925.10	A2b	148.58	1,020.90	1,925.10
A3a	172.27	1,108.69	2,098.71	A3b	172.27	1,108.69	2,098.71
B1a	159.49	1,104.54	1,971.54	B1b	159.49	1,104.54	1,971.54
B2a	148.58	1,114.20	2,027.60	B2b	148.58	1,114.20	2,027.60
B3a	172.27	1,260.07	2,189.27	B3b	172.27	1,260.07	2,189.27

出典：JICA 調査団

13.2.3 プロジェクトキャッシュフロー

(1) コスト

第 8 章に記載されている本地下鉄事業の概略事業費見積りに基づき、インフラへの投資コストと O&M コストを年次毎に割り振った。

- (a) 価格：2015 年のコンスタント価格を使用。FIRR を計算するための評価期間中のインフレーションは、収入、コストともに考慮していない。
- (b) プロジェクトの評価期間：本地下鉄の運行開始から 36 年間。
- (c) コスト：初期投資コスト、初期投資及び O&M に要する代替コストは含む。
- (d) 乗客の増加により車両を増やすことが必要となった場合の追加コスト。
- (e) 施設の耐用年数に基づく車両、信号、電気施設の代替費用

(2) 収入

- (a) 運賃収入：プロジェクトの収入は、需要予測に基づき計算した。乗客の需要は、1 日当たりの本地下鉄の乗客トリップが本地下鉄の能力の限界に達した時に飽和する。
- (b) 他の収入：本地下鉄運行による関連事業からの収入、例えばキオスクや広告等は、本調査に於いては考慮していない。

(3) プロジェクトキャッシュフロー

財務分析の最初のステップとして、収入と投資コストと O&M コストを見積もり、ローンや政府からの補助金を考慮しないで、FIRR (VAT の支払いは含む、初期投資に伴う金利や資金調達条件は考慮しない) は計算された。各オプションの結果を表 13-4 に示す。FIRR の値は、8.64%~9.39%となっている。一方、現状のフィリピンの金利は、PHBOR¹ (7-8%) プラス 2-3% (リスク度合いに応じて変化) である。従って、本地下鉄事業自体に商業的な実行可能性を見出すことは難しい。

表 13-4 本地下鉄事業の各オプションの FIRR

オプション	FIRR (%)	オプション	FIRR (%)
A1a	9.20%	A1b	9.13%
A2a	9.08%	A2b	8.64%
A3a	9.11%	A3b	8.71%
B1a	9.39%	B1b	8.97%
B2a	9.38%	B2b	8.95%
B3a	9.35%	B3b	9.22%

出典：JICA 調査団

¹ フィリピン銀行間レート

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

提案した路線の経済内部収益率 (EIRR) は、国家経済開発庁 (NEDA) が設定している社会的割引率 15%以上である。(詳細は、第 13 章参照) このことは提案された路線の経済的実行可能性が高く、フィリピン政府としては、国家経済的な観点からは実施すべきプロジェクトであるということを示している。しかしながら、第 13 章の財務内部収益率 (FIRR) の値が示すように、実施事業体が政府のサポートなしに実施することは難しいということも示している。

14.1.1 民間資金による実行可能性

本地下鉄事業の FIRR (おおよそ 9%) は、民間セクターが自らの資金で本地下鉄事業を実施するには、十分に魅力的なものとは言えない。本地下鉄事業を実施するには、民間セクターは巨大な投資 (概算 9,200 百万 USD 前後) が必要で、更に高い金利とプロジェクトのマーケットリスクの大部分を背負わなければならない。従って、予備的な FIRR の値及び高い金利から判断して、民間セクターが本地下鉄事業の実施に興味を示すのは難しい。更に、民間セクターがすべてのコストをカバーすることは、潜在的利用者の支払意思及び能力以上の料金設定になる可能性も秘めている。

14.1.2 政府予算による実行可能性

政府は 1995 年から 2013 年までの間、GDP の 2.3%を超える政府支出がインフラと他の資本支出に支出された経緯がないにもかかわらず、2014 年～2022 年の間は、3.5%、それ以降は 5.0%とインフラに対する予算配分の目標を設定している。表 14-1 は、名目 GDP 値と推定インフラ予算額を示している。

表 14-1 GDP とインフラ及び他の資本支出

単位：百万 USD

	2012	2013	2014	2015*
GDP (名目)	240,440	262,757	287,974	313,640
従来の割合に基づく推定予算 (2.2%)	4,897 (2.04%)	5,958 (2.27%)	6,623	7,214
目標予算 (3.5%)	8,415	9,197	10,079	10,977
目標予算 (5.0%)	12,022	13,138	14,399	15,682

注：網目がかかっているコラムの値は実績値。網目がかかっていないコラムの値は推定値。

出典：IMF (2015 年の値は、IMF の推定値) および
“Fiscal Statistics Handbook (1994～2013)”, Department of Budget and Management

一方、本地下鉄事業の見積もりコストは、路線オプションにより異なるが、概算で 9,200 百万 USD 前後である。(詳細は、第 8 章参照) 従来の予算配分額では、本地下鉄事業を実施するのに足りないことは明白である。また、目標予算 (3.5%-5.0%) でも、本地下鉄事業だけで全てのインフラ予算を使うような金額であり、本地下鉄事業を実施するには、政府予算だけでは十分ではない。

14.1.3 資金調達機会

14.1.1 及び 14.1.2 に記述したように、国家財政状況及び財務的内部収益率等から判断して、国家予算または民間資金だけで本地下鉄事業を実施することは難しい。

本地下鉄事業は、PPP スキームまたは ODA からの資金供与によって実施されるかもしれない。もし、PPP スキームで実施されるのであれば、民間の提案者は、投資コスト、O&M コスト、資本支出そしてローン償還の大部分を要求するであろう。そして、これは、フィリピンの PPP 法が定めている全プロジェクトコストの 50%を政府が負担してはいけないという条項に違反することとなる。巨大な資本が必要となり、民間提案者は、政府による何らかの保証が提供されない限り、プロジェクトのマーケットリスクの大部分を負うことは嫌がるであろう。

プロジェクトが民間セクターにとって興味の対象とならない場合、二国間又は多国間からの ODA 資金が必要となる。一つの可能な資金調達戦略としては、公的セクター、ODA と PPP スキームのコンビネーションで実行可能なプロジェクトとすることである。実際には、3 つの資金源、公的セクター、ODA、と民間セクターとなる。

もう一つの実行可能な資金調達方法は、建設と基本的な鉄道インフラの所有、車両と E&M システムの調達を分離することである。前者は公的セクターが責任をもち、一方後者はコンセッションベースで民間セクターへ譲渡される。ODA ローンは、公的セクターが、土木工事、駅、デポ、軌道、エスカレーター等の建設するために使われる。

14.2 事業実施スキームの予備的検討

従来、大規模インフラプロジェクトは、通常、実施機関による予算という純粋な公的資金で実施されてきた。そして、外国資金の大部分は ODA が注入された。財源の不足及びインフラ開発促進の必要性から PPP による実施が促進され、多くのプロジェクトが実現している。既述の通り、政府予算だけまたは民間資金又は典型的な PPP スキームでの本地下鉄事業の実施は難しい。一つの可能な資金調達戦略としては、3 つの資金源（公的セクター、ODA、と民間セクター）のコンビネーションを用いることである。もう一つの実行可能な資金調達方法は、建設と基本的な鉄道インフラの所有、車両と E&M システムの調達を分離することである。前者は公的セクターが責任をもち、一方後者はコンセッションベースで民間セクターへ譲渡される。ODA ローンは、公的セクターが、土木工事、駅、デポ、軌道、エスカレーター等の建設するために使われる。

14.2.1 他国の事例

ここでは、可能な事業実施スキームを本地下鉄事業の状況や他国の事例を考慮しながら示す。表 14-2 は、アジアの 3 都市の都市鉄道 (MRT) のプロジェクト概要を示している。表 14-2 の通り、事業実施スキームは、BOT、BOO、BLT と様々である。交通部門において BLT の適用は多くなく、マニラ首都圏の MRT 3 号線で BLT が適用されたのは特徴的である。コンセッション期間も 25 年から 60 年間と大きく異なる。コンセッション期間の設定は事業者の最終的な収益に大きな影響を与えるものの、理論的に設定されているわけではない。資金調達先は、バンコクとマニラ首都圏は外資の割合が高いのに対し、クアラルンプールは国内からの調達割合が高い。バンコクのブルーラインは土木工事が円借款であったために政府からの融資が高いが、他の都市鉄道は民間からのみである。

表 14-2 都市の都市鉄道 (MRT) のプロジェクト概要

	バンコク	クアラルンプール	マニラ
	ブルーライン	スター	MRT 3 号線
事業監督機関	運輸省傘下の大量高速輸送公社 (MRTA)	総理府傘下の EPU	DOTC
事業主体 (コンセッショネア) と主要融資者	BMCL CH Karnchang (タイの大手ゼネコン)	STAR マレーシア政府、Taylor、Woodrow/Adtranz	ELC 4 のフィリピン系不動産開発事業者
コンセッション契約	車両・鉄道システム調達と運営・保守を含む 25 年間の BOT 方式。土木工事は円借款資金で実施。	BOO (review after 60 years)	BLT for 25 years in return for guaranteed revenue stream + property upside
事業費 (百万 USD)	3,100 (うち、600 はコンセッショネアの負担)	900	700
事業資金			
● 政府	80% (用地取得)	0%	0% (政府が 100% リース契約金を支払う)
● 資本金/外国借入/国内借入	6%/5%/9%	20%/0%/80% (政府支援の借入含む)	28%/56%/16%

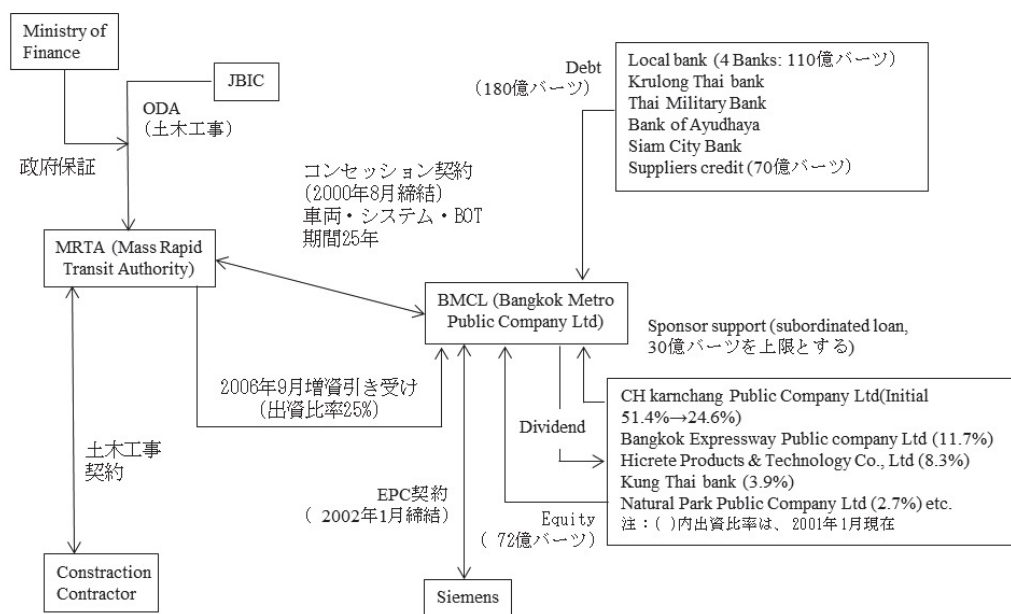
出典：世銀 (2004)

14.2.2 他国の具体的な事例の概要

他国の具体的な事例として、表 14-2 でも紹介したタイ・バンコクのブルーライン建設事業とインドのデリーメトロ建設事業を、円借款を使用した場合の事例として以下に紹介する。

(1) タイ・バンコクのブルーライン建設事業

上下分離方式によるブルーラインのプロジェクトの事業実施スキームを図 14-1 に示す



出典：PPIAF、世銀

図 14-1 バンコク・ブルーラインプロジェクトの事業実施スキーム

1992年に、プロジェクトを推進する機関として、運輸省(MOT: Ministry of Transport)の傘下に高速度交通公社(MRTA: Mass Rapid Transit Authority of Thailand)が創設された。土木工事については、1996~2000年にかけて総額2222億円の円借款が供与された。MRTAとバンコク・メトロ社(BMCL: Bangkok Metro Public Company Ltd.)との間で、コンセッション契約(期間25年)が締結された。同契約に基づき、BMCLは、車両・信号システムなどの購入・設置を行った後、施設維持管理を含む運営を担当している。また、ネットコスト方式が採用されており、運賃収入はBMCLに入り、契約に定められた比率に従ってその一部がMRTAに支払われている。このため、需要リスクはコンセッショネアのBMCLが負う仕組みとなっている。

(2) インドのデリーメトロ建設事業

デリーメトロは、円借款の成功例として取り上げられる機会の多いプロジェクトである。その理由としてはいくつかあるが、一つには1998年に工事を開始し、2002年には部分開業を果たすというインドの公共事業に於いて初めて工期内にしかも前倒しで完成したことが挙げられる。

フェーズ1は、1997年2月に初めての円借款が供与され、1998年10月より建設を開始、その後完成区間ごとに順次開業しており、最初の開業は、2002年12月に1号線のTis hazari~Shadara間(8.3Km)が開業し、最終的には3号線のBarakhamba~Indraprastha間(3Km)が2006年11月に開業しフェーズ1が完成している。その後、順次フェーズ2の工事が進められた。

事業スキーム(円借款供与実績)

上述の通り、デリーメトロ全線が円借款の対象となっているわけではない。円借款の対象となっているのは、デリー市内の土木(地下土木のみ)、電気、信号・通信、軌道、車両となっている。フェーズ1の円借款の割合は60%で、フェーズ2では49%となっている。残りは中央政府資金(それぞれ14%、21%)、デリー準州出資金(14%、21%)、中央政府の無利子ローン(5%、7%)、不動産開発などによる収益(7%、2%)である。フェーズ1及びフェーズ2ともにその半分以上を円借款で賄っており、円借款の果たした役割が大きかった。但し、フェーズ2についてはデリー市外への路線が入っていること又空港線など路線全体が円借款対象外となっている区間などもあることから、円借款の割合は小さくなっている。

また、空港線は円借款対象外となっておりPPP方式(土木構造物がDMRCで車両、信号、通信、軌道がDAME(Delhi Airport Metro Express)が工事を実施)により実施されている。

円借款供与実績

フェーズ1は1997年2月25日の第1期分から2005年3月31日の第6期分まで計6期に分けて約1,630億円、継続してフェーズ2は2006年3月31日の第1期分から2010年3月29日の第5期分まで、計5期に分けて約2,120億円が供与されており、フェーズ1とフェーズ2併せて計11回で合計約3,750億円が円借款として供与されている。

第 15 章 路線検討のまとめ

15.1 各路線の検討結果

既出の各章にて様々な観点・クライテリアに基づいた路線選定の結果を記述した。これらをまとめると表 15-1 の通りである。

表 15-1 各路線の検討結果

項目	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b
路線延長 (km)												
フェーズ 1	22.66	23.71	27.00	22.66	23.71	27.00	22.66	23.71	27.00	22.66	23.71	27.00
フェーズ 2	36.44	36.44	36.44	36.16	36.16	36.16	36.44	36.44	36.44	36.16	36.16	36.16
全体	59.10	60.15	63.44	58.82	59.87	63.16	59.10	60.15	63.44	58.82	59.87	63.16
構造種別の路線延長 (km)												
フェーズ 1												
地下区間	21.76	22.81	26.10	21.76	22.81	26.10	21.76	22.81	26.10	21.76	22.81	26.10
高架区間	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
フェーズ 2												
地下区間	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	14.42	14.42	14.42	14.42	14.42	14.42
高架区間	35.25	35.25	35.25	34.97	34.97	34.97	22.02	22.02	22.02	21.74	21.74	21.74
全体												
地下区間	22.95	24.00	27.29	22.95	24.00	27.29	36.18	37.23	40.52	36.18	37.23	40.52
高架区間	36.15	36.15	36.15	35.87	35.87	35.87	22.92	22.92	22.92	22.64	22.64	22.64
構造種別の駅数 (駅)												
フェーズ 1	13	13	15	13	13	15	13	13	15	13	13	15
地下区間	12	12	14	12	12	14	12	12	14	12	12	14
高架区間	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
フェーズ 2	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
地下区間	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5
高架区間	14	14	14	14	14	14	9	9	9	9	9	9
全体	27	27	29	27	27	29	27	27	29	27	27	29
地下区間	12	12	14	12	12	14	17	17	19	17	17	19
高架区間	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

項目	A1a	A2a	A3a	B1a	B2a	B3a	A1b	A2b	A3b	B1b	B2b	B3b
概略需要予測 (人/日)												
2025年	421,142	385,886	477,762	421,142	385,886	477,762	421,142	385,886	477,762	421,142	385,886	477,762
2035年	1,470,307	1,475,763	1,567,959	1,652,449	1,665,617	1,776,130	1,470,307	1,475,763	1,567,959	1,652,449	1,665,617	1,776,130
2045年	2,048,487	2,058,646	2,204,897	2,185,281	2,256,920	2,385,042	2,048,487	2,058,646	2,204,897	2,185,281	2,256,920	2,385,042
概略運賃収入 (百万USD/年)												
2025年	159	149	172	159	149	172	159	149	172	159	149	172
2035年	1,023	1,021	1,109	1,105	1,114	1,260	1,023	1,021	1,109	1,105	1,114	1,260
2045年	1,904	1,925	2,099	1,972	2,028	2,189	1,904	1,925	2,099	1,972	2,028	2,189
概略事業費 (百万USD)												
フェーズ1	4,466	4,530	5,125	4,466	4,530	5,125	4,466	4,530	5,125	4,466	4,530	5,125
フェーズ2	3,651	3,687	3,724	3,755	3,792	3,859	4,690	4,727	4,764	4,795	4,831	4,899
全体	8,117	8,217	8,849	8,221	8,322	8,984	9,156	9,256	9,888	9,261	9,361	10,024
概略経済・財務分析 (%)												
EIRR	17.3	17.1	17.2	17.6	16.9	17.3	17.3	16.7	16.9	17.2	16.6	16.9
FIRR	9.20	9.08	9.11	9.39	9.38	9.35	9.13	8.64	8.71	8.97	8.95	9.22
被影響住民 (PAP) (人)												
フェーズ1	4,020	4,710	4,278	4,020	4,710	4,278	4,020	4,710	4,278	4,020	4,710	4,278
フェーズ2	14,790	14,790	14,790	11,460	11,460	11,460	14,166	14,166	14,166	10,836	10,836	10,836
全体	18,810	19,500	19,068	15,480	16,170	15,738	18,186	18,876	18,444	14,856	15,546	15,114
被影響住居 (PAH) (人)												
フェーズ1	750	896	834	750	896	834	750	896	834	750	896	834
フェーズ2	2,797	2,797	2,797	2,214	2,214	2,214	2,666	2,666	2,666	2,083	2,083	2,083
全体	3,547	3,693	3,631	2,964	3,110	3,048	3,416	3,562	3,500	2,833	2,979	2,917

15.2 各候補路線の特徴

本調査において提示した全 12 オプションは、北ゾーンの 2 オプション、中央ゾーンの 3 オプション、南ゾーンの 2 オプションの組み合わせである。このため、組み合わせた後の 12 オプションそれぞれに対する特徴を述べるより、ゾーン別に各オプションの特徴を述べるのが望ましい。本調査で検討した各項目および表 15-1 に示した内容に基づき、下記にゾーン別の各オプションの特徴を述べる。

中央ゾーン (フェーズ 1)

3 オプションの中ではオプション 1 の延長が最も短いため建設費も低い。オプション 3 が最も長いため建設費も高いが、2 駅多いこともあり、需要予測による想定利用客数は最も多い。オプション 1 は North Avenue 駅と Ortigas North 駅の間はほぼ全区間において既存道路下の路線となるため被影響住民数 (PAPs) および被影響住居数 (PAHs) は 3 オプションの中では最も少ない。経済内部収益率 (EIRR) と財務内部収益率 (FIRR) に関しては、オプション間の差はほとんどなく、いずれも NEDA が設定している社会的割引率の 15%を超えている。オプション 1 の路線は既存の MRT 3 号線と一部区間において路線が重複するが、オプション 2 とオプション 3 は他の既存及び建設中の鉄道路線との重複はない。さらに、EDSA には BRT の計画もある。フィージビリティ調査における中央ゾーンの路線の選定においては、将来計画も含めた鉄道/軌道系公共交通の適切な配分を十分に考慮して行う必要がある。

北ゾーン (フェーズ 2)

オプション A とオプション B の延長はほぼ同じで、駅数も同じである。地形条件により高い高架駅がいくつか含まれるオプション B の建設費がオプションの A の建設費より若干高い。オプション B の路線沿いには現在は道路がないが、将来的な需要予測ではオプション B の方がオプション A よりも想定利用客数は多い。このため、経済内部収益率 (EIRR) と財務内部収益率 (FIRR) は若干であるがオプション B のほうがオプション A より高い。ただし、両オプションとも NEDA が設定している社会的割引率の 15%を超えている。オプション A は道路沿いに住宅等が密集している道路の拡幅が必要なため、被影響住民数 (PAP) および被影響住居数 (PAH) はオプション B よりも多い。一方、路線沿いに既存道路がないため、オプション B の方が必要な用地取得面積は大きく、また高架構造物の建設のため路線沿いの道路の建設が必要となる。

南ゾーン (フェーズ 2)

オプション a とオプション b は平面線形が同じなので、延長や駅数は両オプションで同じである。また、需要予測の結果も同じである。オプション b は一部の区間が地下となるため、オプション a よりも建設費が高くなる。建設費が高い分、オプション b はオプション a よりも経済内部収益率 (EIRR) と財務内部収益率 (FIRR) が低い。オプション a は地下からの移行区間を除き全線高架構造物となるが、一部区間は路線沿いに既存道路がないため、この区間で用地取得が必要となり、被影響住民数 (PAP) および被影響住居数 (PAH) はオプション b よりも多いが、全体数から考えるとその差は小さい。オプション a における留意点として、民間が所有する既存の住宅コンプレックス地域を横断する箇所において用地を取得し、高架構造物および並走する道路を建設することが可能かどうかということが挙げられる。用地取得の手続き等による事業の遅れも懸念事項である。一方、オプション b に関しては、地下空間の利用に関する法制度が整備されれば事業が円滑に進む可能性は高いものの、郊外地域において建設費の高い地下構造を採用するのが適切かどうかについても十分に検討すべきである。

第 16 章 今後の課題と提言

本調査は「情報収集・確認調査」であり、フィージビリティ調査は次の段階である。フィージビリティ調査において、本調査で提示したオプションの中から最適且つ最も事業化可能性の高いオプションを選定するためには、下記の事項をフィージビリティ調査において検討することが望ましいと考える。

16.1 需要予測

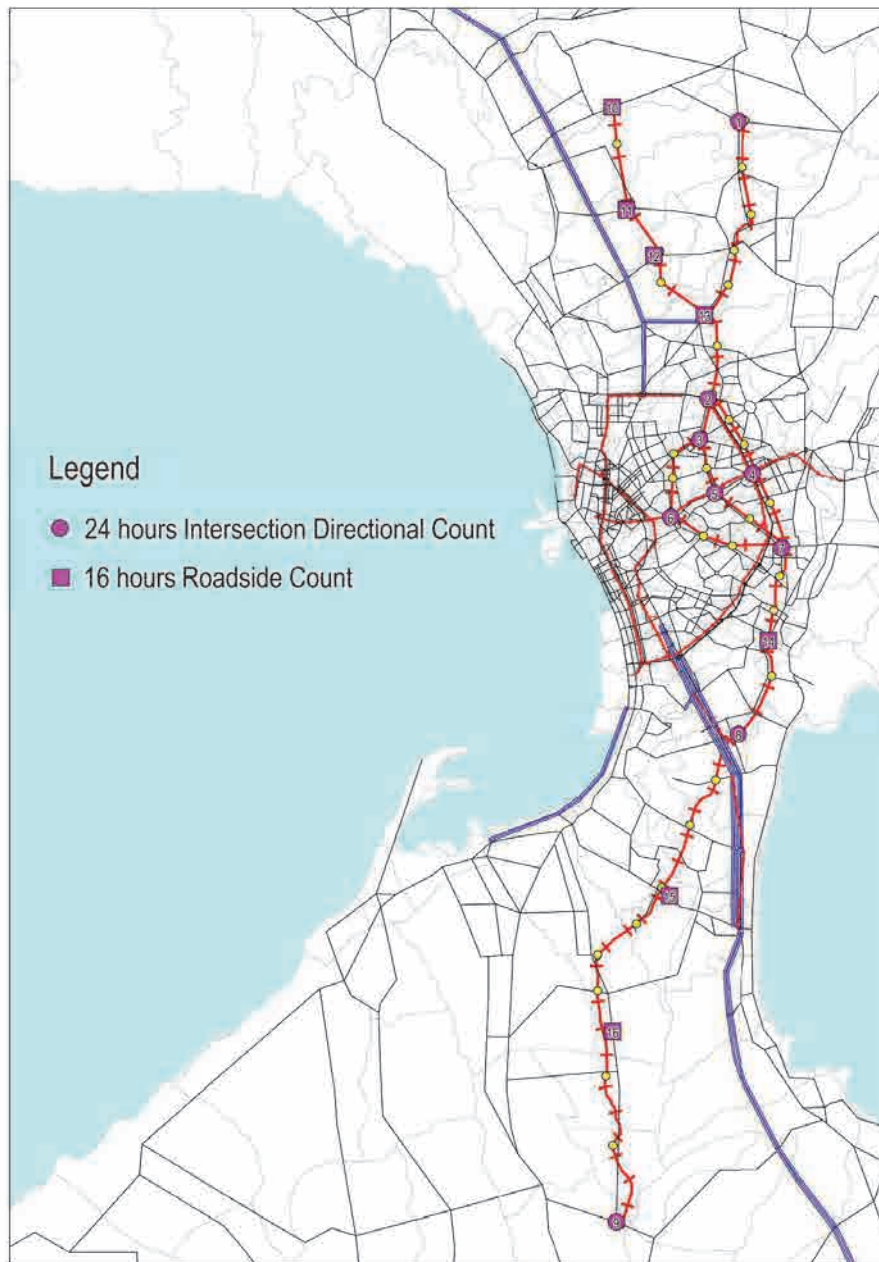
フィージビリティ調査においては、最新のメガマニラ内の道路・鉄道ネットワークおよび MUCEP 調査により作成したデータベースを基に需要予測を行う必要がある。新路線の建設、既存路線の延伸、AGT や BRT 等の路線の建設等、将来の鉄道計画には不確定要素がある。しかしながら、DOTC および他の関係機関と協議・調整の上、フィージビリティ調査の時点で最新の道路・鉄道ネットワークを適用して需要予測を行うべきである。

フィージビリティ調査の経済分析において考慮すべき便益として、健康便益 (Health Benefit) および建設期間中の交通渋滞による損失費用 (Disruption Cost) も加える必要がある。DOTC によれば、MRT 7 号線の事業の経済分析においては健康便益が考慮されており、また DPWH によれば NEDA ICC のプロセスにおいて建設期間中の交通渋滞による損失費用についても経済分析で考慮することが求められているようである。建設期間中の交通渋滞による損失費用を算出するためには、工事期間中のどの時期に、どの区間を、どの程度の期間、何車線閉鎖しなければならないかを概略でも各候補路線に対して検討する必要がある。これらを設定するためには、各候補路線の線形計画をより詳細に行い、駅、駅出入口、トンネルボーリングマシン/シールドマシンの搬入のための立坑、等の位置、更には地下区間の建設工法についてもそれぞれの候補路線に対して確定する必要がある。

建設期間中の道路交通への影響をキャリブレーションするために、交通量調査を行う必要がある。交通量調査では、基本的に交差点での計測を 24 時間、路側での計測を 16 時間/日が必要であると考えられる。同調査の現地委託の準備作業および契約締結、計測作業、そして計測結果のデータ入力に 2~3 か月間を要すると想定する。調査団には交通調査専門家も必要となる。渋滞長を分析するマイクロ・シミュレーションを考慮する場合は、交通量計測業務に加えてこの作業も加わる上、現状での渋滞長の調査も必要となる。

16.2 地質調査

選定した路線に対し、全ての計画駅位置および駅間地点でボーリング調査を実施すべきである。ボーリング調査の結果を考慮して詳細な線形計画を行い、適切な土木構造物および駅構造物の計画を行うことが可能となる。



出典：JICA 調査団

図 16-1 フィージビリティ調査で交通量調査を行う地点の提案

16.3 事業費積算

本調査においては、地下構造物、地下駅、高架構造物、高架駅、軌道、車両基地、車両および鉄道システムのそれぞれに対して建設／調達単価を設定し、概略事業費の算出を行った。地下駅、高架構造物および高架駅に関しては、深さや高さを考慮して標準単価とより深い／より高い単価も設定した。建設／調達単価の設定においては、フィリピン国での類似案件の事例や諸外国での事例（事業費見積りや実際の契約金額）を参照したが、フィージビリティ調査では、より詳細な平面・縦断線形、地形や既存構造物を考慮した駅位置、建設単価に影響を及ぼす建設工法、鉄道システムに含まれる各システムの施設・機器の数量、等も考慮した上で、より精度の高い事業費見積りを行う必要がある。

16.4 経済・財務分析

本調査においては、走行経費（VOC）と移動時間コスト（TTC）を経済分析における本事業の便益とした。上述の通り、フィージビリティ調査においては、これらに加えて健康便益と建設期間中の交通渋滞による損失費用も経済分析において事業実施における便益として考慮する必要がある。また、本プロジェクトの旅客輸送量に影響を与える事業の実施が遅れる場合や実施されない場合の事業効果についても確認する必要がある。

地下鉄事業は、道路系交通から軌道系交通への転換が促進され、化石燃料消費量が低減することにより、温室効果ガスの排出抑制に資すると考えられるところ、気候変動緩和事業としてフィリピン政府・実施機関との認識を共有するとともに、温室効果ガス削減量の推計についても算出する必要がある。

財務分析においては、更新した需要予測を基に算出した運賃収入、非運賃（鉄道）収入、より精度の高い事業費見積りおよび運営・保守費用（ライフサイクルコストも勘案）を用いて行う必要がある。

16.5 環境・社会配慮

本調査では、各候補路線の現況の把握と本地下鉄事業により影響を受ける地域における被影響住民数（PAP）と被影響住居数（PAH）を算出し、概略の環境・社会配慮の検討を行った。地下鉄事業は、国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）に掲げる鉄道セクター及び影響を及ぼしやすい特性に該当するためカテゴリAと分類される。このため、フィージビリティ調査においては、同ガイドラインに基づき、環境・社会影響について先方政府の支援を行うことが求められる。

16.5.1 環境アセスメント（Environmental Impact Assessment: EIA）報告書案の作成

「環境社会配慮ガイドライン」に基づき、環境アセスメント報告書案¹の作成を行い、フィリピン国の環境適合証明（Environmental Compliance Certificate：ECC）の取得を支援する。報告書案は、世界銀行セーフガードポリシーOP4.01 Annex Bの記載事項を含むとともに、フィリピン国のEIA要求事項を満たすものとする。なお、フィリピン国のEIAの流れは、図16-2のとおりである。

16.5.2 住民移転計画（Resettlement Action Plan: RAP）案の作成

JICA「環境社会配慮ガイドライン」に基づき、住民移転計画案の作成を行う。計画案の作成にあたっては、被影響範囲において社会経済調査（人口センサス調査、財産・用地調査、家計・生活調査）を行い、世界銀行セーフガードポリシーOP4.12 Annex Aの記載内容を踏まえて作成する。²

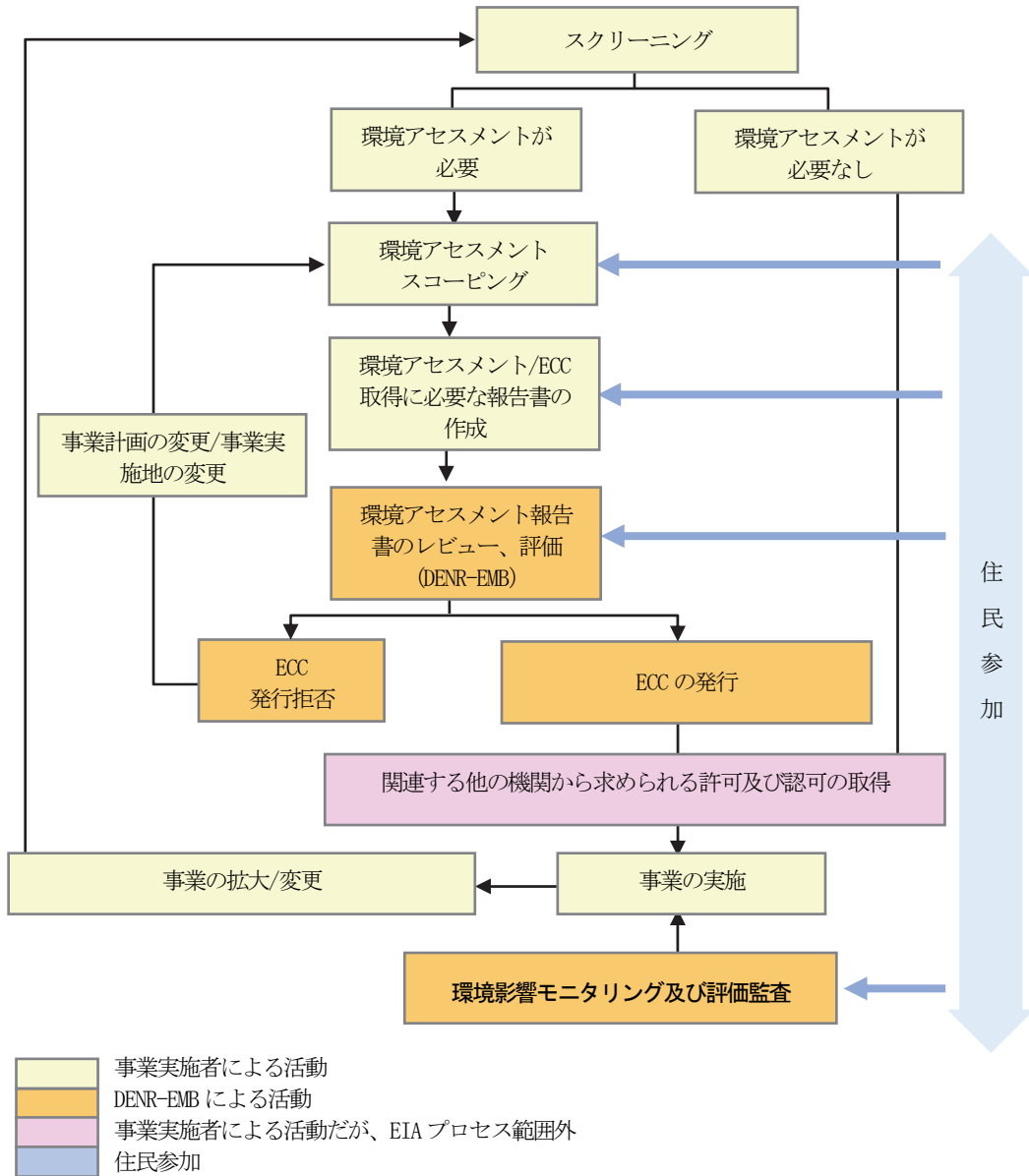
16.5.3 スクリーニング

本プロジェクトは、マニラ首都圏において地下鉄を新設するもので、工事中は大気質、水質、騒音・振動、廃棄物等に対する影響、供用後は水質、騒音・震動、地盤沈下に対する影響がそれぞれ想定されるため、適切な緩和策を確認する必要がある。また、用地取得、非自発的住民移転の発生など社会影響に加え、工

¹ フィリピン国のEIA制度において、本プロジェクトは「環境に重大な影響がない地域（NECA）」の「環境影響が大きい事業（ECPs）」の新規事業であることから、ECC取得のための図書としてEIS（Environmental Impact Statement）が必要となる見込みである。

² フィリピン国には、土地取得に係る法令・制度はあるが、非自発的住民移転に関する法制度はなく、DOTCにも移転の手続きが確立されていないため、主としてJICAガイドラインに沿って実施する。

事中は道路交通を含む経済活動に対する影響が及ぼすことが考えられる。このため、環境アセスメント報告書案、住民移転計画案は、JICA ガイドラインにおけるカテゴリーA に必要な内容を満たすよう作成する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 16-2 フィリピン国のEIAの実施フロー

16.6 運営・保守計画

フィージビリティ調査においては、運営主体のあり方を含め、開業後の事業運営における組織体制や要員計画を明確にするために、更なる運営・保守計画の検討が必要と考える。さらに、第 10 章で提案した通り、DOTC 内に設立が望まれる本地下鉄事業プロジェクトマネジメントオフィスの設立に向け、フィージビリティ調査完了後も継続されるべく、必要な手続き等について DOTC と協議する必要がある。

同じく第 10 章で提案したフィリピン鉄道庁 (PRA) の設立に関しても DOTC と協議し、DOTC が PRA 設立に前向きであれば、必要な手続き等に関し DOTC および他の関係機関と協議を行うべきである。

土木構造物の概念設計および車両・鉄道システムの計画において、保守業務の軽減と運営維持管理費全体の削減のためにもライフサイクルコストを考慮することが望ましい。ライフサイクルコストを考慮した場合、初期調達費用が若干高くなることがあるが、鉄道事業者にとっては長期的に得られる便益が高いため、ライフサイクルコストを考慮する価値は十分にあると考える。

16.7 事業実施スキーム

第 14 章では、本地下鉄事業の規模を考慮すると、政府と民間の協働で事業を実施すべきと提案した。フィージビリティ調査の最後には事業実施のための資金計画を確定する必要があるため、土木工事、車両・鉄道システム調達、運営、保守、をそれぞれどのように実施するか検討しなければならない。資金計画の確定には NEDA や DOF、DBM とも協議が必要であり、そのためにも事業実施計画に関して関係機関内で合意形成を図る必要がある。加えて、ADB 等他ドナーとの連携の可能性についても検討が求められる。

本地下鉄事業の実施において PPP 方式を検討する必要がある場合は、比国や他国において PPP 方式で実施された類似鉄道事業を調査し、本地下鉄事業にとって最適な PPP 方式を提案する必要がある。PPP 方式で実施された鉄道事業の大半は当初計画よりも実績が下回っているケースが多い。このため、本地下鉄事業に PPP 方式を採用するのであれば、官民の責務の分担を明確にし、政府からの適正な補助金等を考慮する他、駅構内外、駅周辺および沿線における商業開発の権利の付与についても考慮し、現実的かつ実現可能性のある PPP 方式を提案すべきである。

更に、官民のどちらが事業主体になるかに関わらず、事業運営・実施主体の負担を軽減すべく、非鉄道事業導入の可能性について検討すべきである。本地下鉄事業に非鉄道事業を初期段階から導入することは、事業の長期的な継続性に大きく貢献するものである。

16.8 公共交通指向型開発 (TOD)

本調査において、ボニファシオグローバルシティを事例とし、各種交通機関が乗り入れ、乗り換えが出来るマルチモーダル施設のイメージ図を作成し、第 9 章および付属 A に示した。非鉄道事業は持続性のある鉄道事業の実現において重要な要素の一つであるため、本地下鉄事業も一部の駅において、駅構内および駅周辺における商業施設との一体開発を十分に考慮して事業の実施を行うべきである。

駅と一体となった商業施設の開発を行う場合、駅建設と商業施設建設を同時期に行うか商業施設建設を後に行うかで駅の構造やレイアウトが変わるため、本地下鉄事業においてどの駅を商業施設と一体開発するか、詳細な検討を行う必要がある。政府が負担すると考えられる本地下鉄事業の事業費には商業施設の建設費用は含まないため、鉄道施設と商業施設の明確な線引きを行わなければならない。

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

マニラ首都圏では、複数の鉄道新路線や BRT、高速道路等の交通インフラあるいはその他インフラ事業 (BatMat 天然ガスパイプライン事業、地下放水路事業等) が計画されており、マニラ地下鉄の計画路線付

近に位置している。鉄道新路線や交通インフラ等が政府により実施される場合、マニラ地下鉄が他の鉄道路線や交通インフラと互いに補完しあう限りは路線選定において近くに計画されても問題はないが、政府とのコンセッション契約で事業の運営・保守を行う民間企業はコンセッション契約の条件に基づいて事業の実施を行い、想定した利益を確保することに最大限注力する。このため、既存の鉄道路線や交通インフラ事業等をコンセッション契約で行っている路線の契約条件において、これら路線の付近に政府が新規の鉄道を計画・建設してはならないというような事項が含まれているか、確認する必要がある。マニラ地下鉄の実施においては、他の鉄道／交通インフラ事業者の契約条件に影響を与えることがあってはならない。

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

マニラ地下鉄および他の鉄道路線や交通インフラから利用者が得られる便益を最大化するためには、マニラ地下鉄の駅位置選定において、付近に位置する他の鉄道路線や交通インフラとの接続性を十分に考慮する必要がある。

16.11 類似鉄道建設事業との比較

DOTC が PPP 方式で別途計画しているマカティループ (MTSL) 事業等、類似の鉄道建設事業のフィージビリティ調査の内容を参照し、本マニラ地下鉄事業のフィージビリティ調査における提案が適切かどうか検証する必要がある。また、バリューエンジニアリング等による技術的な検証を行うことにより、費用対効果が高く、適正な規模の事業実施計画を策定すべきである。

16.12 広報室の設置

地下鉄事業による社会的便益が高いことは言うまでもないが、地下鉄建設の事業費は非常に高く、国家のインフラ事業全体における投資額の一定の割合を閉めてしまう可能性もある。このため、国民から否定的な印象を持たれないよう、慎重に本事業の実施を進める必要がある。本事業実施による社会的便益を直接的・間接的に影響を受ける人々に認識してもらい、同意を得るために、FS 調査の段階から広報活動を行うことが望ましい。FS 調査から建設完了まで継続的に広報活動を行うためにも、DOTC、関係機関、コンサルタント（従事期間中）で構成される広報室を設立することが望ましい。

第 17 章 本邦企業へのヒアリング結果

本地下鉄事業はフィリピン国にとって初めての地下鉄建設になる可能性が高く、地震や洪水災害等の自然環境において類似性もあるため、日本の地下鉄建設技術の活用が望まれる。また、本事業は地下鉄建設であること、また延長が長いこともあり事業費（特に建設費）は高く、フィリピン国の今までのインフラ投資額と比較してもフィリピン国政府資金のみで実施することは難しいと考えられるため、日本政府による円借款の供与での事業実施が期待されている。これらの状況を鑑み、将来的に本地下鉄事業の入札に参加する可能性があると考えられる本邦企業に、本地下鉄事業への関心およびフィリピン国のカントリーリスクや注意事項をヒアリングした。ヒアリングの対象としたのは建設業者（ゼネコン）、総合商社、車両・鉄道システムメーカーである。下記にヒアリング結果を業種別にまとめる。

17.1 建設業者へのヒアリング結果

いくつかの建設業者は過去に無償・有償（円借款）事業に参加し、実施してきている。無償事業は日本政府から直接工事費の支払いを受けるため特に大きな問題は発生していないが、円借款事業の場合、支払い遅延や税務問題（免税措置が取られている事業において、下請業者への支払いに含めた税金の還付を受ける際に手続きが大変）など、多少の問題はあるようである。また、事業実施において、現地政府側が責任を持って迅速に用地取得を行うことを望む声大きい。

工事実施における労務者は自社で直接雇用している業者もあれば、プロジェクト毎に雇用する場合や現地の建設業者を下請業者として雇用し対応する場合などが、建設業者によって異なる。本地下鉄事業は、契約パッケージ分けによっても異なるが、多くの工区に分割されたとしても事業規模は比較的大きいため、現地建設業者の活用は必須と考えられる。地下工事の経験がある現地建設業者はないことを懸念している本邦建設業者もいる。

発注者設計方式または設計・施工方式の契約とするかについては、適正な契約条件となっていれば設計・施工方式での契約で構わないという意見が多かった。むしろ、適正な工期を設定し、契約期間としてもらいたいという意見のほうが強かった。

ヒアリングを行った全ての本邦建設業者は本地下鉄事業が円借款事業として、更には STEP で実施されるのであれば事業参加に前向きな反応であった。一方、現地政府資金で実施する場合は、特に契約金額の支払いに関して懸念を示す業者もあり、あまり積極的ではないように考えられる。建設業者の場合、土木工事が PPP 方式で実施される場合は事業に関心を持たない傾向にある。

当然ながら建設業者は土木工事契約を STEP（本邦技術活用条件）で実施することを望んでいるが、懸念事項として、他国の建設業者を下請業者として雇用し、大部分の業務を下請業者に委託することで価格を抑える戦略を取る日系建設業者がいる場合、それら他国の下請建設業者の業務実績（経歴）を適切に判断してもらいたい、という点があった。

円借款／STEP での実施を望んでいるものの、上述の通り下請け業者契約分の税金の還付を受けられないという問題が過去にあるため、むしろ免税とせず、各社が税金分を応札価格に含めて価格提示し、税金分を含めた契約金額とすることを望んでいるという意見もあった。

17.2 総合商社へのヒアリング結果

総合商社の鉄道事業における関心分野は一般的に車両・鉄道システムおよび O&M である。フィリピン国においては今までに特殊な PPP 方式（鉄道事業ではあまり採用されない方式）が採用されてきていることもあり、PPP 事業には消極的な商社もあるが、ライダースhipリスクを取らない条件の PPP 方式であれば関心がある商社もある。ただし、フィリピン国での PPP 事業への参加は 60%が現地企業による出資のため、一緒に応札する現地企業が見つからないと応札できないため、ローカルパートナーの選定が必須である。ライダースhipを取る BOT 方式では、全ての商社が高リスクのため参加は難しいと考えている。

本事業が円借款/STEP で実施されれば、多くの商社が車両・鉄道システムの契約パッケージに関心があるようである。（ただし、土木工事も含めた契約パッケージは望まない。）車両と鉄道システムの契約パッケージを一体とするか別々とするかは、基本的にどちらでも構わないようであれば、一体のほうが望ましいという意見もあった。円借款/STEP のスキームで、O&M を含めない車両・鉄道システム調達の EPC 契約での実施であれば、全ての商社が高い関心を示している。一方、STEP にすることでの懸念事項として、現地政府側が承認している事業費見積りが標準的なシステム・機器で算出されているにも関わらず、技術仕様が特定の日本の部品メーカー等によるものを前提としているため、価格交渉が難しく、応札額が高くなってしまい、現地政府側の予算と合わない場合があるため、STEP での実施としても事業費予算の設定を適切に行ってほしいという意見があった。

いわゆる PPP 方式ではなく、業務委託による O&M 業務に関しては現時点では慎重な考えのようであるが、過去の事例をみると事業完了後の O&M が適切に行われていないと考えているため、日本政府が O&M に対する支援、特に人材の育成に関する支援を行うべきであるという意見もあった。

17.3 車両・鉄道システムメーカーへのヒアリング結果

メーカーには単独（もしくは共同事業体として）で元請業者として鉄道事業に参画する企業と、元請業者の下請業者として一部のシステム（車両、信号、AFC、等）のみを担当する企業がある。いずれの種類のメーカーとも円借款/STEP で本地下鉄事業が実施されることは望ましく、その中で主要分野に関して日本製品縛りの対象としてもらい、日本の基準・規格が採用されることを期待している。一方、日本製品縛りとすることで諸外国との競争がないため、日系の部品メーカーからの調達価格が高止まりとなってしまう結果的にコスト増となり、現地政府が承認した予算を超える可能性があるため、STEP にするのであれば適正かつ妥当な事業費予算に関して現地政府に十分に理解してもらいたいと考えている。このため、必ずしも STEP でないと事業に関心がないということではなく、STEP でない場合には品質が確保できる限り諸外国の製品/システムも含めて検討し、応札することも考えられる。

また、日本製品の定義が不明確な場合があり、日本企業が外国で製造した製品でも良いのか、日本企業の海外現地法人会社がある国で製造した製品でも良いのか、を入札時点で明確にもらいたいという意見があった。

フィリピン国での円借款による鉄道事業に関しては、実績がない企業はカントリーリスクに関する情報を持っておらず、これから検討が必要とのことであるが、税務問題（下請業者への税金の還付、等）については懸念しており、事業参画に際しては慎重に検討するようである。