

エジプト国
カイロ地下鉄4号線
整備事業準備調査

最終報告書
Volume 5
(要約)

平成22年6月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本工営 株式会社
社団法人 海外鉄道技術協力協会
日本シビックコンサルタント株式会社

基盤
JR
10-124

エジプト国
カイロ地下鉄4号線
整備事業準備調査

最終報告書
Volume 5
(要約)

平成22年6月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

日本工営 株式会社
社団法人 海外鉄道技術協力協会
日本シビックコンサルタント株式会社

エジプト国
カイロ地下鉄4号線
整備事業準備調査

最終報告書の構成

Volume 1	フィージビリティ・スタディ・レポート1	英文
Volume 2	フィージビリティ・スタディ・レポート2	英文
Volume 3	フィージビリティ・スタディ・レポート3/4	英文
Volume 4	図面集	英文
Volume 5	要約（フィージビリティ・スタディ・レポート1、2及び3/4）	和文 及びアラビア語

交換レート

1.00 LE = JPY17.28

USD1.00 = JPY95.25

USD1.00 = 5.512 LE

序 文

日本政府は、エジプト政府の要請に基づき、「カイロ地下鉄4号線整備事業準備調査」を行うことを決定し、平成20年12月に独立行政法人 国際協力機構(以下、JICA)は同調査の実施細則(S/W)の確認を行いエジプト国運輸省トンネル公団(NAT)、国際協力省(MOIC)との間で署名を取交わしました。

この実施細則に基づき、JICAは平成21年2月から日本工営株式会社の井沢滉氏を総括とし、同社、社団法人海外鉄道技術協力協会及び日本シビックコンサルタント株式会社の3社から構成される調査団を現地に派遣し、調査を開始いたしました。

本報告書は、平成21年2月から平成22年5月までに同調査団が実施した、現地調査やエジプト政府関係者と協議をまとめたものです。

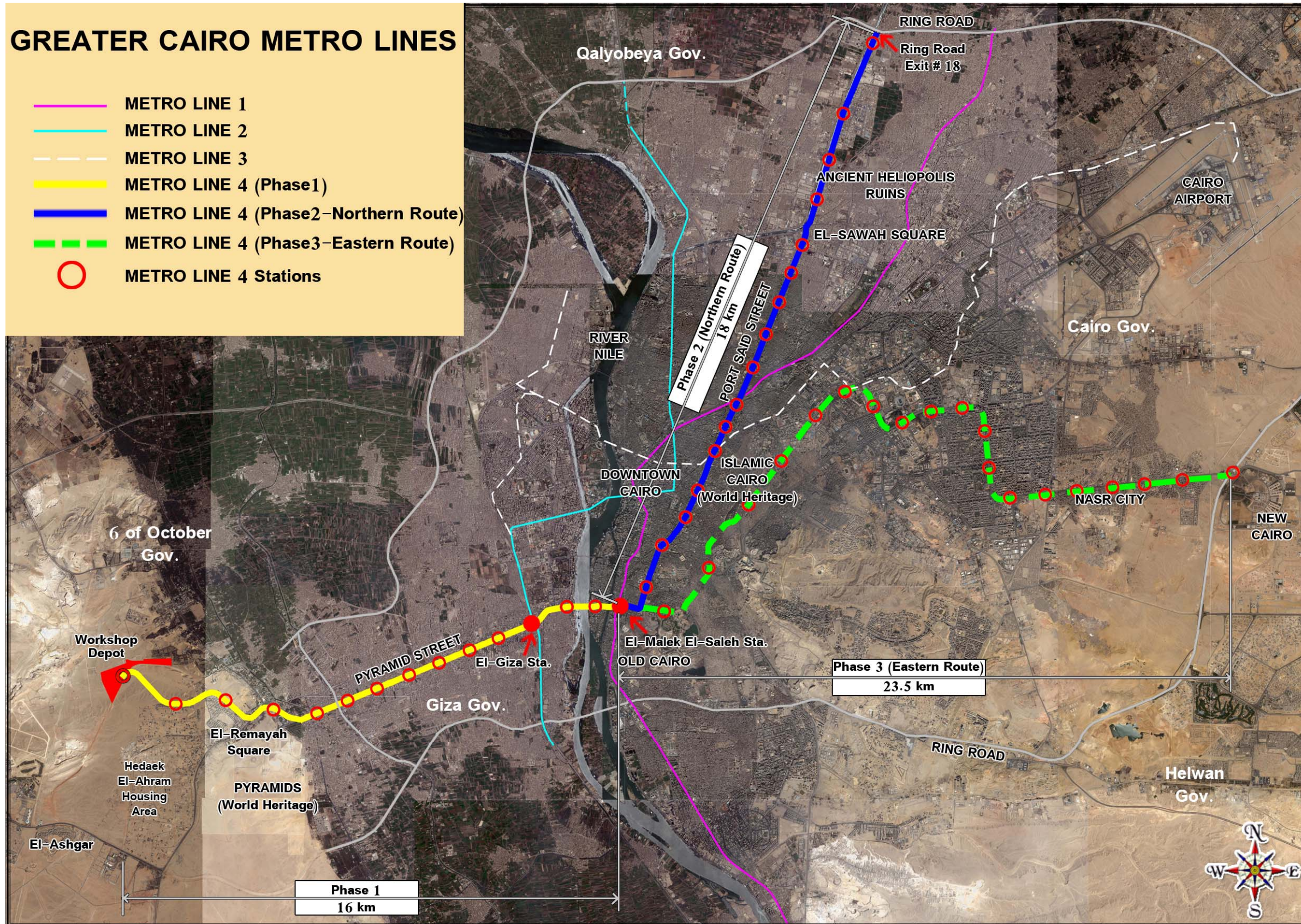
本報告書が、カイロ地下鉄4号線の建設、運営を通して大カイロ圏の都市交通に貢献するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本プロジェクトにご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成22年6月

独立行政法人 国際協力機構
理事 小寺 清

LOCATION MAP



エジプト国
カイロ地下鉄4号線整備事業準備調査

最終報告書

Volume 5

(要約)

目 次

序文

位置図

1. プロジェクトの概要	1
1.1 プロジェクトの背景.....	1
1.2 調査対象範囲とコンセプト.....	1
1.2.1 フェーズ1	2
1.2.2 フェーズ2	2
1.3 F/S完了後の変更.....	2
1.4 レポートの構成	2
2. Volume 1 の概要	3
2.1 データ収集、既存公共交通システムと都市開発計画の検討.....	3
2.2 計画と関連する既存公共施設のデータ収集.....	4
2.3 関連する社会経済情報の収集.....	4
2.3.1 環境に必要な情報.....	4
2.3.2 住民移転計画（RAP: Resettlement Action Plan）に必要な情報	5
2.3.3 埋蔵文化財調査に必要なデータ	5
2.3.4 経済・財務分析に必要なデータ	6
2.4 他の関連データの収集.....	6
3. Volume 2 の概要	8
3.1 交通計画	8
3.1.1 交通調査	8
3.1.2 2050年までの都市化および社会経済開発の傾向.....	9
3.1.3 交通需要分析.....	10
3.1.4 交通需要予測モデル.....	11
3.1.5 現在及び将来の交通需要マトリクス.....	11
3.1.6 現在及び将来の地下鉄旅客予測.....	12
3.1.7 バスフィーダーサービスの分析と連絡設備計画.....	14
3.2 フェーズ1の線形検討.....	14
3.2.1 ルート選定の基本概念.....	14
3.2.2 ルート選定に必要な基本設計パラメーター	15
3.2.3 El Malek El Saleh — El Remaya Square 間.....	15

3.2.4	El Remayah Square – デポ／車両工場	16
3.2.5	ハードポイント（工事の困難な箇所）	16
3.3	フェーズ2のルート選定	17
3.3.1	需要予測	17
3.3.2	フェーズ2北ルートおよび東ルートのルート検討	17
3.3.3	両ルートのハードポイント	18
3.3.4	線路構造及び建設工法	19
3.3.5	建設工期	19
3.3.6	建設工事費	19
3.3.7	自然環境、社会環境及び考古学の観点	19
3.3.8	マルチクライテリア・アナリシスによる比較結果と提案	20
4.	Volume 3の概要	21
4.1	需要予測の見直しとアップデート	21
4.2	鉄道の規格概要と主要特性	22
4.3	予備設計 フェーズ1	27
4.3.1	線路線形	27
4.3.2	輸送計画	29
4.3.3	防災、火災対策	29
4.3.4	設計概念、設計基準	29
4.3.5	車両	30
4.3.6	土木工事（トンネル）	31
4.3.7	土木工事（地下駅）	31
4.3.8	軌道	37
4.3.9	建築	37
4.3.10	信号、通信、電力設備	37
4.3.11	デポ設備	38
4.4	概略設計 フェーズ2	39
4.5	保守・運営計画	39
4.5.1	運行計画	39
4.5.2	保守計画	40
4.5.3	組織	40
4.6	プロジェクトコストと調達パッケージ	40
4.6.1	建設コスト	40
4.6.2	維持運営コスト	41
4.6.3	調達パッケージ	42
4.7	プロジェクト実施計画	42
4.8	環境および社会開発調査（EIA）	43
4.9	移転計画（RAP）	43
4.10	文化財調査	44
4.11	JICA フォーマットによる環境チェックリスト案	44

4.12	経済・財務分析.....	44
4.12.1	経済分析	44
4.12.2	財務分析	44

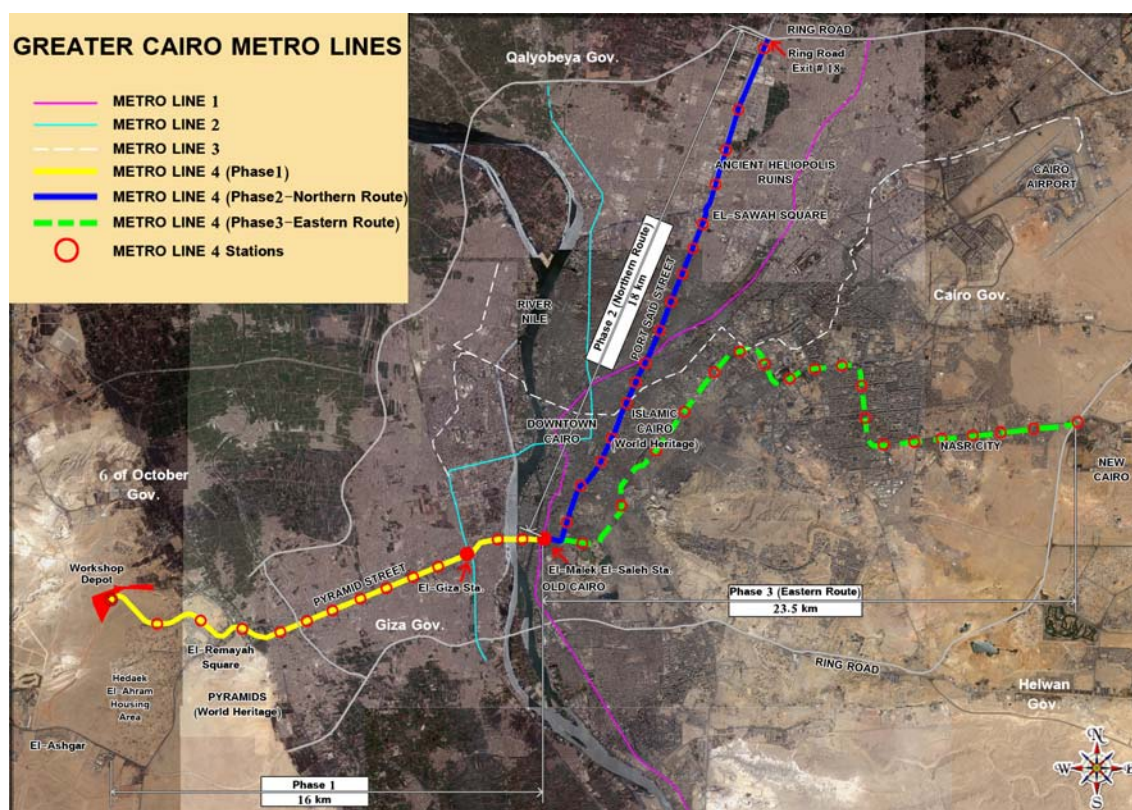
1. プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

カイロ市は人口1,800万人のアフリカ大陸及び中東地域で最大の都市であり、同市内には、1号線(延長約44km)および2号線(延長約22km)の2本の地下鉄が営業を行っており、現在3号線(延長約34km)の建設が進められている。

GOPP (General Organization for Physical Planning: 国土開発計画庁) の作成したカイロ・ビジョン 2050 では15本の地下鉄建設が計画されている。

エジプト政府は、2000年から2002年に実施したJICA 開発調査「大カイロ都市圏総合交通計画調査」以下、(CREATS: Cairo Regional Area Transportation Study) で提案された地下鉄4号線建設計画を基に、フィージビリティ調査を日本政府に要請し、2008年12月に実施細則(S/W)の合意がなされた。



出展: 調査団

1.2 調査対象範囲とコンセプト

調査対象範囲は、Alexandria Desert Road のバイパス道路と Ring Road の交差付近のデポから大エジプト博物館、2号線との乗換駅となる El Giza 駅、1号線との乗換駅となる El Malek El Saleh 駅までのフェーズ1と、El Malek El Saleh 駅から El Sawaha Square までの北ルート(フェーズ2)または Nasr City までの東ルート(フェーズ3)における、全長約35kmまたは約40kmのルート選定、プロジェクトの妥当性、プロジェクトの技術的、経済財務及び環境面からの検討を行うものである。

1.2.1 フェーズ 1

デポ位置及びデポへのアクセスルートは、2009年10月20日にトンネル公団（NAT）から正式の通知を受けたデポ位置及びアクセスルートについて調査を行った。

デポ候補地の決定が遅れたことから El Malek El Saleh 駅から El Remayah Square までの区間をフェーズ 1A、デポまでの残りの区間をフェーズ 1B として調査途中から作業範囲を分割した。

フェーズ 1A については、地質調査・地形測量・ユーティリティ調査結果を用いてフルスケールでの F/S 調査を行った。

フェーズ 1B については、デポ位置の決定が遅れたため、既存資料に基づく予備調査レベルでの調査を行った。

1.2.2 フェーズ 2

El Malek El Saleh 駅から東側のフェーズ 2 については、北ルートと東ルートともに需要は大きくフィージブルであるが、2022 年の需要は北ルートの方が大きいこと、東ルートについては 3 号線の Abbasia 駅から Nasr City までの既存トラムのリハビリが計画されていることから、フェーズ 2 を北ルート、フェーズ 3 を東ルートと選定し、Port Said Street を通過する北ルートに対して Preliminary Study レベルの調査を行った。

1.3 F/S 完了後の変更

3月10日に NAT より、車庫・工場の位置、範囲およびアクセスルートが決定したとの正式通知のレターを受領した。

この決定により、13 番駅が大エジプト博物館の裏から表側へ位置の変更、13 番駅と 14 番駅の間に 1 駅追加すること、電化方式を架線方式から 3rd レール方式に変更すること、高圧受電所 (HVS) の位置を新しい 14 番駅付近に変更することが必要となった。さらに、アクセスルートの変更に伴い 10 番駅、11 番駅および 12 番駅の位置変更も NAT から求められた。

また、5 番駅からエジプト国鉄（ENR: Egyptian National Railway）線への連絡線建設も中止することとなった。

これらの変更に伴うルート、駅位置・構造、電化システムなどの再検討については、本 F/S においては対応していない。

1.4 レポートの構成

本レポートは、本文 3 編および付属編よりなる。本文は、

- Volume 1: 需要予測、設計に関する資料収集について報告。
- Volume 2: 交通調査、収集資料に基づく需要予測およびルート比較について報告。
- Volume 3: 設計基準、基本機能、等技術検討結果および、経済財務評価を含むフィージビリティについてのスタディ結果を報告
- Volume 4: 図面集

2. Volume 1 の概要

2.1 データ収集、既存公共交通システムと都市開発計画の検討

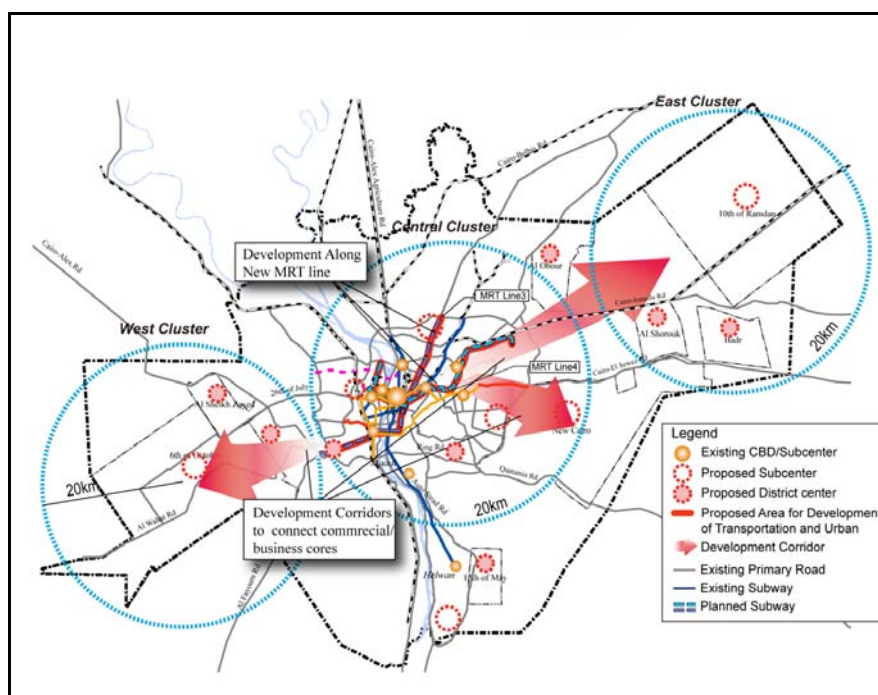
エジプトの統計局（CAPMAS）の統計によるとカイロ市の人口は、2006年に1,600万人であり1996年-2006年の人口増加率は2.08%である。大カイロ都市圏持続型都市開発整備計画調査（SDMP）レポートによると、本件調査対象地域の2006年における人口は1,600万人であり、2027年には2,400万人に達すると見込まれている。これをベースにした予測では、2050年には3,200万人に達すると想定されている。既存データによる地下鉄4号線の2027年の需要予測では、フェーズ1で95.4万人/日、フェーズ2で102.6万人/日と予測している。住宅・公共施設・都市開発省（MOHUUD）に属するGOPPが都市計画に関する政策及び計画の策定を行っている。最初のカイロ市都市計画マスタープランは、1956年に策定され、この計画ではカイロ市周辺に6つのニュータウンの建設が提案されており、そのうちHelwanおよびNasr Cityは実現している。

1970年に策定されマスタープランでは、1990年の人口を1,470ないし1,600万人と予測している。この計画に基づき6th October City、10th of Ramadan City、El-Obourおよび15th Mayの新市街地（New Urban Communities: NUCs）が建設されている。

現在のマスタープランは、1997年に策定されたものであり2020年の人口を2,400万人と予測している。この予測では、2000年の1,600万人から2020年までに800万人増加するとし、そのうち220万人は既存市街地であり580万人はNUCsにおける増加としている。

土地利用計画については、SDMPでNUCsを中心に6th October City等の西クラスターと10th of Ramadan City等の東クラスターを結ぶ線を開発コリドーとして提案している。

SDMPで提案している開発コリドーは以下の図に示す通りである。



出展:SDMP

2.2 計画と関連する既存公共施設のデータ収集

主要な公共施設データおよびデータ管理システムについて調査を行い、以下の事項が明確になった。フェーズ2の Port Said Street の地下10ないし15mにカイロ市の下水本管が1990年代に建設されている。Port Said Street と交差する El Azhar Street には、下水道本管の下側に道路トンネルが建設されている。その他の下水道トンネルについても、建設計画を含めて調査する必要がある。埋設管やケーブル等道路下の埋設物については、Cairo Utility Data Center および Giza Utility Data Center が一元的に管理している。これら以外の地下鉄との競合施設としては、Gamrah Bridge、El Azhar Bridge、地下鉄1号線などがある。

2.3 関連する社会経済情報の収集

2.3.1 環境に必要な情報

EIAに必要な法規類および大気、水質、騒音、廃棄物に関する規制および現状の情報を収集した。

エジプト環境庁（EEAA: Egyptian Environmental Affairs Agency）の大気状況モニターの既存データを入手した。関係法令は以下の通り。

	Name	Description
1	Egyptian Constitution	
2	Law No. 31/1976	Public cleanliness (control of solid waste management, amends Law No.38 of 1967)
3	Law No.27/1978	Public water sources
4	Law No.137/1981	Labour (control of work place safety and environment)
5	Law No.48/1982	Protection of Nile and its waterways
6	Law No.102/1983	Natural protection
7	Law No.117/1983	Cultural heritage
8	Law No.4/1994	Protection of environment
9	Law No.12/2003	Labour
10	Law No.9/2009	Amendment of some parts in Law No.4/1994

2009年に改訂された法律No.4により建設工事開始前までにEIAレポートを作成し、EEAAの承認をとることが義務づけられている。

EIAが必要なプロジェクトは、環境への影響の大きさにより、影響の少ないものから Category A, B, C に分類されている。また、この法律により、カテゴリーごとにEIAレポートに盛り込むべき事項が規定されている。

また、Category C については、Public Consultation の実施が義務づけられている。

2.3.2 住民移転計画（RAP: Resettlement Action Plan）に必要な情報

住民移転に関する法規類および用地取得と住民移転の手続きについての情報を入手した。
関係法令は以下の通り。

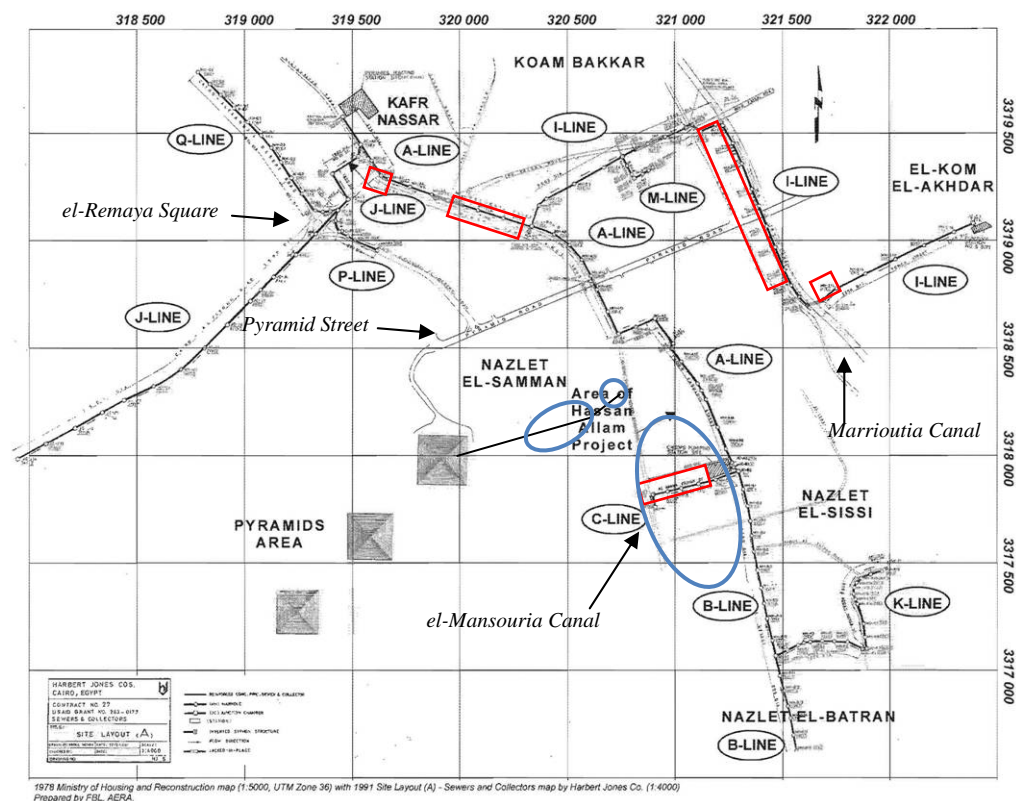
	Name	Description
1	Egyptian Constitution	
2	Law No.10/1990	Regulation and procedure for expropriation of real estate in the public interest
3	Law No.4/1994	Regulation for environmental management and mandate of EEAA
4	Law No.12/2003	Labour Law
5	Law No.94/2003	Establishing the National Council for Human Rights

2.3.3 埋蔵文化財調査に必要なデータ

考古学、文化財に関する法令を調査し、本件実施に関連する条項を明確にした。

考古最高評議会（SCA :Supreme Council of Antiquities）、大エジプト博物館（GEM: Grand Egyptian Museum）の関係者に面談し必要な情報を入手した。

フェーズ1に関しては、Giza 台地地区、フェーズ2に関しては Matariya 地区の情報を入手した。



Note: Blue indicates architectural remains; Red indicates scattered objects)

出展:調査団

ギザピラミッド周辺の状況



出展:調査団

Matariya 地区の文化財分布

2.3.4 経済・財務分析に必要なデータ

経済分析に必要な情報として、2007年の道路案件リスト、その他の運輸プロジェクトのリストを収集するとともに、経済便益を測る指標として、自動車運転コスト、旅行時間短縮効果関係データ、環境汚染低減効果データ、などの情報を収集し解析した。

財務分析に必要な情報として、現在の地下鉄の運賃構造とレベル、プロジェクトファイナンス情報等の情報を入手した。

2.4 他の関連データの収集

設計基準については、既存の1, 2, 3号線の情報を収集した。

フェーズ2のルート選定に関しては、Port Said Streetを通過してRing Roadに至る北ルートとNasr Cityに至る東ルートについて検討することとして、概略のルートと駅位置を提案した。

フェーズ1のルートとデポ位置に関しては、キックオフミーティング時にNATから指示されたデポ位置の図面、3号線の技術情報、GOPPの開発計画、道路計画の情報を入手した。

El Remayah Squareからデポまでのルートについては、4つの案について概略検討した。

運転計画、土木構造計画、駅計画、デポ/工場計画、信号通信計画、電力計画、車両計画、運営維持計画、プロジェクト実施計画について、本調査の基本的な方針を示した。

3. Volume 2 の概要

3.1 交通計画

3.1.1 交通調査

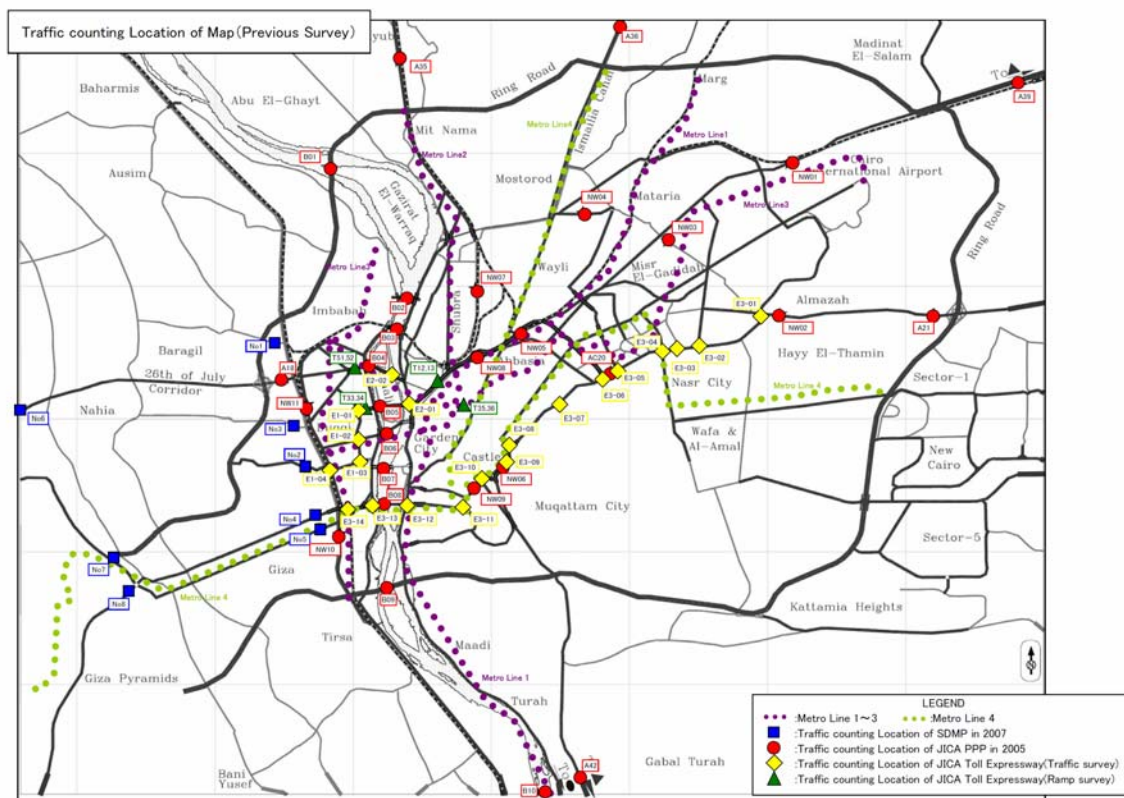
CREATS 以降に JICA が実施した次の 3 つの調査結果を分析した。

- Public Private Partnership Program for Cairo urban Expressway Network Development (May 2006)
- Feasibility Study on High Priority Urban Toll Expressways in Cairo (January 2009)
- The Strategic Urban Development Master Plan Study for Sustainable Development of the Greater Cairo Region (January 2008)

上記分析の結果、以下の 4 つの追加調査を行うこととした。

- 車種別交通量調査
- スクリーンライン調査
- 自動車利用者及び公共交通機関利用者へのインタビュー調査
- 観光客へのインタビュー調査

NAT からの強い要求により調査地点の増加、調査時間の延長、インタビュー調査のサンプル数の増加を行った。

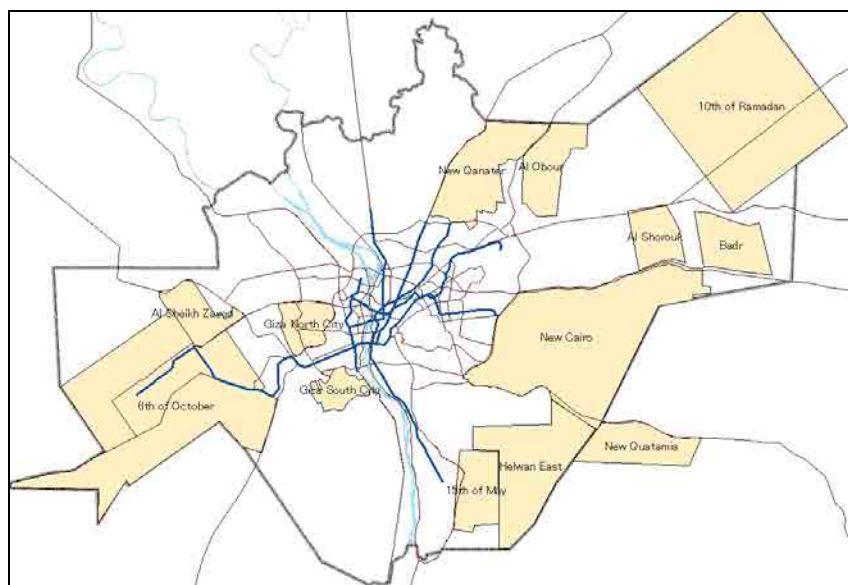


出展: 調査団

交通調査位置図

3.1.2 2050年までの都市化および社会経済開発の傾向

2050年までの都市発展の傾向としては、カイロ・ビジョン2050に示されているものに従い、都市の発展は現在の中心部から新市街地（NUCs:New Urban Communities）へ移るものと仮定した。



2050年の新市街地化開発計画

カイロの人口は、2006年の人口約1,600万人をベースに2027年まではSDMPの予測を使用し、以降もSDMPと同様に人口増加率が下降を続け2050年の人口増加率1%まで減少すると予測し、2027年で約2,400万人、2050年には約3,200万人に達すると予測した。

2050年までの人口と人口増加率は次の表に示す。

No.	Sector	Y2009	Y2027	Y2050	Overall Growth		Av. annual rate of growth	
					2009-2027	2009-2050	2009-2027	2009-2050
1	6th of October	322,880	1,449,364	1,671,672	449%	518%	8.7%	4.1%
2	Imbaba Markaz	1,835,262	2,684,164	3,575,870	146%	195%	2.1%	1.6%
3	Dokki	1,343,380	1,429,463	1,648,719	106%	123%	0.3%	0.5%
4	Giza	1,567,077	1,974,991	2,625,922	126%	168%	1.3%	1.3%
5	South Giza	530,317	590,495	681,067	111%	128%	0.6%	0.6%
6	Helwan	820,100	995,041	2,911,664	121%	355%	1.1%	3.1%
7	Maadi	1,113,044	1,655,522	1,909,452	149%	172%	2.2%	1.3%
8	Khaleafa	858,798	951,550	1,097,502	111%	128%	0.6%	0.6%
9	CBD	399,602	384,529	443,509	96%	111%	-0.2%	0.3%
10	Shobra	1,020,712	1,041,766	1,201,556	102%	118%	0.1%	0.4%
11	Masr El Gedeeda	873,972	976,786	1,126,609	112%	129%	0.6%	0.6%
12	Nasr City	1,118,408	2,355,577	2,716,884	211%	243%	4.2%	2.2%
13	Ain Sham	1,067,601	1,401,467	1,616,429	131%	151%	1.5%	1.0%
14	Salam City	815,377	725,064	836,277	89%	103%	-0.7%	0.1%
15	Shobra El Kheima	1,084,038	1,406,107	1,621,781	130%	150%	1.5%	1.0%
16	Qalyob	924,506	1,270,396	1,465,254	137%	158%	1.8%	1.1%
17	Qanater	1,350,293	2,313,704	3,988,588	171%	295%	3.0%	2.7%
18	10th of Ramadan	171,217	586,024	675,910	342%	395%	7.1%	3.4%
Total		17,216,581	24,192,010	31,814,664	141%	185%	1.9%	1.5%

Sources: (1) SDMP Report 2008 (Population forecasts 2007-2027)
(2) JICA Study Team 2009 (Population forecasts 2030-2050)

Key: Includes existing NUC's
 Includes new NUC's identified in Vision 2050

また、雇用状況予測、学生数予測、自動車保有数予測を行い、交通需要予測の指標を算出

した。

地区毎の雇用増加率予測は次表に示すとおりであり、2009年～2050年の雇用増加率は218%と人口増加率185%を上回っている。

No.	Study Sector	Y2009	Y2027	Y2050	Overall Growth		Av. annual rate of growth	
					2009-2027	2009-2050	2009-2027	2009-2050
	NUC's - existing	461	1,443	2,803	313%	608%	6.5%	4.5%
1	6th of October	119	335	718	282%	603%	5.9%	4.5%
12	Nasr City	47	294	704	631%	1513%	10.8%	6.9%
18	10th of Ramadan	166	365	739	220%	446%	4.5%	3.7%
	Others	130	449	642	346%	495%	7.1%	4.0%
	Agglomerations, small towns and new NUC's	4,004	5,507	8,462	138%	211%	1.8%	1.8%
2	Imbaba Markaz	463	747	654	161%	141%	2.7%	0.8%
3	Dokki	347	398	348	114%	100%	0.8%	0.0%
4	Giza	403	549	1,417	136%	352%	1.7%	3.1%
5	South Giza	137	164	387	120%	283%	1.0%	2.6%
6	Helwan	211	277	1,280	131%	606%	1.5%	4.5%
7	Maadi	283	460	403	163%	142%	2.7%	0.9%
8	Khaleafa	221	265	232	119%	105%	1.0%	0.1%
9	CBD	104	107	94	103%	90%	0.2%	-0.2%
10	Shobra	264	290	254	110%	96%	0.5%	-0.1%
11	Masr El Gedeeda	226	272	238	120%	105%	1.0%	0.1%
13	Ain Sham	273	390	341	143%	125%	2.0%	0.5%
14	Salam City	212	202	177	95%	83%	-0.3%	-0.4%
15	Shobra El Kheima	278	391	343	141%	123%	1.9%	0.5%
16	Qalyob	236	353	309	150%	131%	2.3%	0.7%
17	Qanater	342	643	1,985	188%	581%	3.6%	4.4%
	Total	4,465	6,950	9,726	156%	218%	2.5%	1.9%

3.1.3 交通需要分析

現在営業中の地下鉄1号線、2号線について、運行状況・利用客数などの情報を入手し、利用客の嗜好、交通手段の選択等について分析を行った。ENR、バス輸送、道路ネットワークについて分析を行った。分析の結果、地下鉄1号線、2号線の運営状況および公共交通のモード別シェアを以下の表に示す。

既存地下鉄1号線、2号線の運営状況

Metro Line No.1 (43km)		00/99	01/00	02/01	03/02	04/03	05/04	06/05
No. of Passenger	Mil/day	1.24	1.21	1.18	1.13	1.14	1.18	1.22
	Mil/year	451.2	442.2	429.5	413.3	418.8	429.5	441.1
No. of Unit	3Cars/U.	115	139	139	139	138	144	159
No. of Trips*	No/day	400	400	410	414	414	414	426
Revenue	Mil. LE	126.10	126.95	128.79	139.13	153.11	160.14	164.75
Metro Line No.2 (21km)		00/99	01/00	02/01	03/02	04/03	05/04	06/05
No. of passenger	Mil/day	0.56	0.64	0.69	0.69	0.65	0.68	0.73
	Mil/year	204.3	234.7	251.8	252.2	239.3	247.9	266.6
No. of Unit	3Cars/U.	62	66	70	70	70	70	70
No. of Trips*	No/day	450	456	498	498	498	500	500
Revenue	Mil. LE	62.66	73.52	81.59	88.95	102.17	110.99	121.27
Total (64km)		00/99	01/00	02/01	03/02	04/03	05/04	06/05

No. of Pass.	Mil/day	1.80	1.85	1.87	1.82	1.79	1.86	1.95
Revenue	Mil. LE	188.76	200.47	210.38	228.08	255.28	271.13	286.02
Costs	Mil. LE	443.02	509.16	541.63	567.65	751.42	701.85	713.08

出展: 調査団

公共交通における交通モード別シェアは次の表に示す。

Total Demand	1370 万人
Metro	200 万人
Cairo Transportation Authority Bus	410 万人
Private Bus	760 万人

出展: 調査団

3.1.4 交通需要予測モデル

本件調査では、JICA STRADA を用いて需要予測を行った。NAT の要請に応じて交通需要予測の手法およびその解説を行っている。

3.1.5 現在及び将来の交通需要マトリクス

現在及び将来の交通需要予測は 2050 年の社会経済フレームワークをベースに 4 段階法、(1)発生・集中交通量、(2)分布交通量、(3)分担交通量、(4)配分交通量により予測した。4 号線の需要予測は SDMP のデータを用いて行った。SDMP では、464 トラフィックゾーン の OD マトリクスで予測しているが、本レポートでは 18 セクターゾーンに集約して予測した。発生・集中交通量は、2008 年で 1,900 万トリップ/日であるのが 2050 年には 4,280 万トリップ/日となった。

発生と集中交通量予測(千トリップ/日)

No.	Sector Zone	Gi2008	Gi2027	Gi2050	Growth Rate 2027/2008	Growth Rate 2050/2008	Growth Rate 2050/2027
1	6th October	351.7	1,879.0	2,812.4	5.34	8.00	1.50
2	Imbaba Markaz	1,579.9	2,585.0	4,450.0	1.64	2.82	1.72
3	Dokki	1,470.7	1,692.5	2,313.0	1.15	1.57	1.37
4	Giza	2,124.3	2,711.9	4,491.8	1.28	2.11	1.66
5	South Giza	513.3	627.1	865.4	1.22	1.69	1.38
6	Helwan	903.6	1,064.0	3,326.3	1.18	3.68	3.13
7	Maadi	1,098.3	1,712.2	2,873.7	1.56	2.62	1.68
8	Khaleafa	921.3	968.1	1,322.8	1.05	1.44	1.37
9	CBD	719.6	593.3	802.5	0.82	1.12	1.35
10	Shobra	1,094.0	1,118.9	1,556.2	1.02	1.42	1.39
11	Masr El Gedeeda	1,619.2	1,585.1	2,171.9	0.98	1.34	1.37
12	Nasr City	1,369.0	2,583.9	3,473.3	1.89	2.54	1.34
13	Ain Sham	1,062.5	1,385.6	1,907.4	1.30	1.80	1.38
14	Salam City	841.7	773.4	1,071.9	0.92	1.27	1.39
15	Shobra El Kheima	1,137.8	1,404.4	1,927.4	1.23	1.69	1.37

16	Qalyob	882.7	1,103.4	1,477.9	1.25	1.67	1.34
17	Qanater	1,298.2	2,102.6	4,918.2	1.62	3.79	2.34
18	10th of Ramadan	191.7	687.5	1,038.2	3.59	5.42	1.51
	Total	19,179.5	26,577.9	42,800.3	1.39	2.23	1.61

分布交通量は、2008年、2027年、2050年について予測し、予測結果では2008年の主移動が南北方向であるのが、2027年には東西方向と変化している。分担交通量では、2008年には鉄道が約12%であったのが、2050年には約18%と増加している。

分配交通量では、鉄道が2008年には240万トリップ/日であったのが2027年には470万トリップ/日、2050年には780万トリップ/日となった。地下鉄4号線の需要は、2027年、2050年ともにフェーズ2では北ルートと東ルートでほとんど差がない。

モード別シェア予測

年次	フェーズ2 北ルート 東ルート	No of Trip (thousand trip per day)			Modal share (%)		
		Car mode	Bus mode	Rail mode	Car mode	Bus mode	Rail mode
2008		4,584	12,693	2,412	23.3%	64.5%	12.2%
2027	北ルート	9,593	12,365	4,744	35.9%	46.3%	17.8%
	東ルート	9,599	12,374	4,730	35.9%	46.3%	17.7%
2050	北ルート	19,374	16,017	7,809	44.8%	37.1%	18.1%
	東ルート	19,381	15,975	7,845	44.9%	37.0%	18.2%

3.1.6 現在及び将来の地下鉄旅客予測

地下鉄1,2,3,4号線の需要予測比較において、4号線のフェーズ2が北ルートの場合には、東ルートの場合と比較して1,2号線の需要が小さく、3,4号線の需要が大きくなっている。これは北ルートが1,2号線と競合関係にある一方、東ルートは3号線と競合するためである。また1号線の輸送需要は、2050年に設計容量を超えており、この地域の公共輸送サービスの改善が必要となっている。フェーズ2が北ルートのケースと東ルートのケースについて、2027年及び2050年の各駅及び駅間の1日およびピーク時の旅客数の算出を行った。

フェーズ2が北ルートの場合の各地下鉄の旅客数予測 (単位:人/日)

Year		Line1	Line2	Line3	Line4	Total
2008	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	1,237,000	977,000			2,214,000
	Section Maximum Passengers per hour per direction	54,100	42,200			
2027	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	2,105,000	1,381,000	1,686,000	1,968,000	3,964,000
	Section Maximum Passengers per hour per direction	62,100	36,300	59,100	53,100	
2050	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	2,704,000	1,821,000	2,087,000	2,347,000	5,362,000
	Section Maximum Passengers per hour per direction	64,600	42,800	67,400	55,700	

出展:調査団

フェーズ2が東ルートの場合の各地下鉄の旅客数予測 (単位:人/日)

Year		Line1	Line2	Line3	Line4	Total
2008	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	1,237,000	977,000			2,214,000
	Section Maximum Passengers per hour per direction	54,100	42,200			
2027	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	2,131,000	1,452,000	1,487,000	1,814,000	4,017,000
	Section Maximum Passengers per hour per direction	63,000	39,100	40,000	40,300	
2050	No of Passengers (Station Boarding / Alighting)	2,700,000	1,896,000	1,904,000	2,360,000	5,365,000
	Section Maximum Passenger per hour per direction	63,600	44,000	44,000	53,000	

出展:調査団

ピーク時1時間当たりの最大断面旅客数は、フェーズ2が北ルートの場合、2027年で40,600人/時、2050年で53,300人/時、東ルートの場合は、2027年で40,000人/時、2050年で53,000人/時となり、フェーズ2が北ルートの場合の方が東ルートの場合より大きくなっている。

フェーズ2が北ルートの場合の駅間及び各駅の旅客数 (単位:人/日)

Station No	Year 2027			Year 2050		
	Station Passengers	Section Passengers	phpd	Station Passengers	Section Passengers	phpd
(Phase 2)						
↓↑		356,000	24,920		414,100	28,990
Phase 1 Station No.1	53,700			63,500		
Transfer Line 1 / Line 4	187,900			222,300		
↓↑		378,900	26,520		444,700	31,130
Phase 1 Station No.2	24,800			29,800		
↓↑		368,000	25,760		432,700	30,290
Phase 1 Station No.3	27,000			32,600		
↓↑		375,400	26,280		441,900	30,930
Phase 1 Station No.4	180,700			245,400		
Transfer Line 2 / Line 4	261,200			355,900		
↓↑		580,000	40,600		761,800	53,330
Phase 1 Station No.5	42,000			52,100		
↓↑		570,000	39,900		751,800	52,630
Phase 1 Station No.6	63,000			78,200		
↓↑		566,400	39,650		743,300	52,030
Phase 1 Station No.7	137,400			175,500		

↓↑		557,500	39,030		735,400	51,480
Phase 1 Station No.8	91,600			117,000		
↓↑		537,500	37,630		715,400	50,080
Phase 1 Station No.9	69,900			84,000		
↓↑		509,000	35,630		679,600	47,570
Phase 1 Station No.10	115,800			168,300		
↓↑		462,400	32,370		617,800	43,250
Phase 1 Station No.11	47,000			81,400		
↓↑		434,000	30,380		578,000	40,460
Phase 1 Station No.12	52,400			63,100		
↓↑		398,700	27,910		538,500	37,700
Phase 1 Station No.13	80,700			187,400		
↓↑		365,100	25,560		442,800	31,000
(6th October Line)						

備考: Station No.1: El Malek El Saleh, Station No.4: El Giza, Station No.12: El Remayah Square

出展: 調査団

3.1.7 バスフィーダーサービスの分析と連絡設備計画

地下鉄駅へのアクセスとして、1km未満は徒歩、1-3kmはマイクロバス（Shared Taxi）、3km以上は大型バスによるものとする。カイロでは、自転車、バイクは交通手段としてはほとんど使用されていないので、アクセス手段としては考慮していない。

駅設備と一体として考える大規模乗換駅としてはターミナル駅と El Remayah Square および El Giza 駅を提案し、その他の駅は路側帯を使用した小規模の乗り換え施設を考えている。

El Remayah Square 駅は、Alexandria Desert Road と 6th October City への道路（Fayoum Road）との交差位置に接しており、ギザピラミッドに隣接していることから地上の大型建築物の建設が制限されているため、地下にバスターミナル・駐車場・ショッピングモールなどの複合施設として乗り換え施設を検討した。

El Giza 駅は地下鉄2号線およびENRの駅との乗り換えに配慮して乗り換え施設、連絡施設を検討した。

3.2 フェーズ1の線形検討

3.2.1 ルート選定の基本概念

ルート選定時に以下の事柄を考慮している。

- ・ 地下鉄1号線の El Malek El Saleh 駅から El Remayah Square 及び大エジプト博物館を通過してデポ/工場までの区間とした
- ・ 地下鉄2号線及びENRの駅との乗り換えは、乗客の利便性を考慮
- ・ ENR線との線路の連結を考慮

- ・ 駅間距離は1km程度とする
- ・ 駅位置は乗客の利便性、公共交通との連絡、商業地域の開発の可能性を考慮
- ・ 極力、道路用地内を使用し、用地取得を最小限とする
- ・ 既存構造物に影響を及ぼす場合には影響を最小限とする
- ・ 建設費の節減を考慮
- ・ 工事期間中の交通への影響を最小限とする

3.2.2 ルート選定に必要な基本設計パラメーター

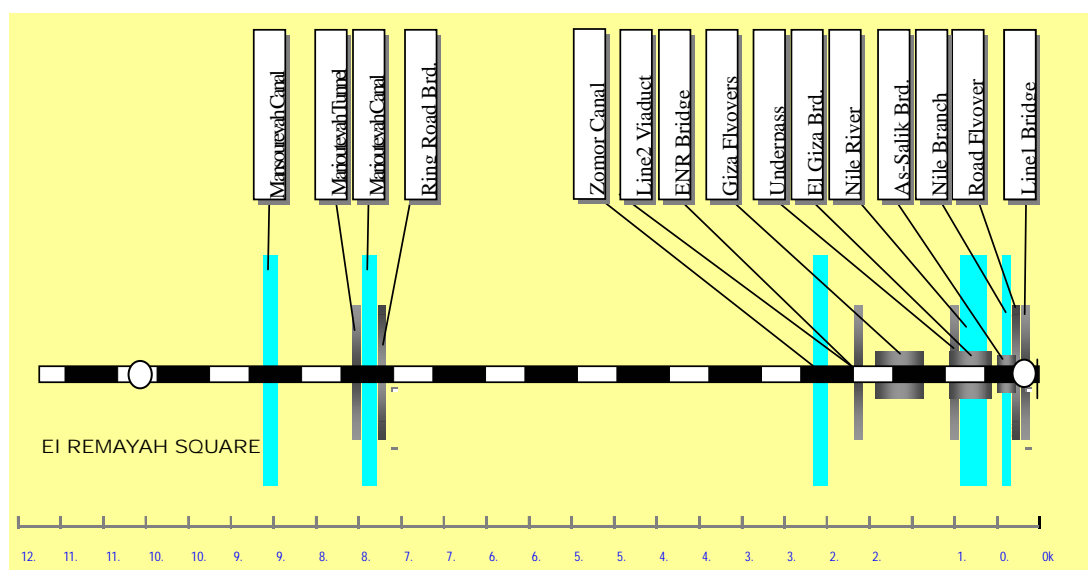
ルート選定は、以下の基本パラメーターに基づいて行っている。

- ・ 最小曲線半径は一般区間で250m、駅構内で1,000mとする
- ・ 最急勾配は一般区間で4%、駅で0.2%とする
- ・ 営業最高速度を80km/hとし構造物の設計最高速度を100km/hとする

3.2.3 El Malek El Saleh — El Remaya Square 間

SDMPの方針及びNATの要求を考慮してルート選定を行った。

ナイル川、運河、立体交差等を支障物下図に示す支障物をルート上の障害として考慮した。



出展:調査団

ルート上の主要支障物

Pyramids Road 通過ルートとこの道路と平行する King Faisal Street 通過ルートについて比較検討した結果、工事の容易さ、地下鉄2号線との接続、環境影響の少なさ、用地買収の少ないこと、などから Pyramids Road 上のルートを選定、提案している。

Giza Square の立体交差を避けるため、El Malek El Saleh—El Giza 駅の区間について南側に迂回するルートも検討したが、この代替ルートは、駅部の用地買収が必要となること、ナイル川の横断区間が長くなること、地下鉄2号線との連絡距離が長くなることなどから採用しなかった。

Pyramids Road と Alexandria Desert Road との交差点のルートについては、極力道路下を

通過するルートを検討したが、曲線半径 250m を確保できないため、この区間は民地下を通過するルートを選定した。

以上の検討結果、フェーズ1区間の提案として図に示すルートを選定した。



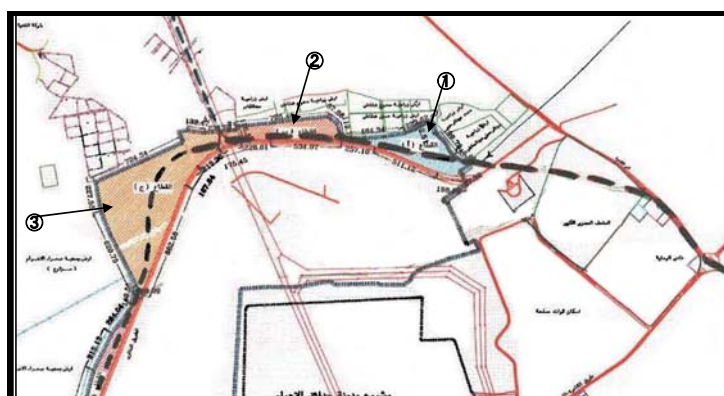
出展:調査団

フェーズ1の路線位置図

運河や交差道路および景観を考慮して全区間地下とし、トンネルはTBM掘削（シールドトンネル）による2本の単線トンネルとし、駅は開削工法により建設することを提案している。

3.2.4 El Remayah Square — デポ/車両工場

調査開始当初に NAT から示されたデポ用地が軍の意向で使用できなくなり、下図に示す位置が候補として提示され、デポまでのアクセスルートについて大きく分けて3つのルートの比較検討を行った。



出展:調査団

NAT から示された新しいデポ予定位置図

3.2.5 ハードポイント（工事の困難な箇所）

El Malek El Saleh—El Remayah Square 駅間の主要なハードポイントは、以下の5箇所であ

る。

- 1) El Malek El Saleh 駅
- 2) El Rauda 駅
- 3) ナイル川横断
- 4) Giza Square の立体交差橋梁
- 5) El Giza の ENR の橋梁および橋梁下の道路

3.3 フェーズ2のルート選定

3.3.1 需要予測

まず、潜在的な地下鉄輸送の需要に大きく影響する駅周辺人口の比較を行った。

2050年の駅から2km以内のルートの人口は、

- ・ フェーズ1で210万人
- ・ フェーズ2 北ルートは、365万人
- ・ フェーズ2 東ルートは、217万人

上記のように、フェーズ2では北ルートが東ルートを大きく上回っている。

2050年におけるフェーズ1とフェーズ2全区間の1日利用客数は、フェーズ2が北ルートの場合235万人、東ルートの場合236万人とほとんど差がない。

フェーズ2の北ルートと東ルートの場合の1日当たり乗客数およびピーク時の最大断面交通量の比較（フェーズ2が北ルートの場合と東ルートの場合のフェーズ1、フェーズ2および合計）を次表に示す。

年次	乗客数 (1日あたり)				最大断面交通量 (per hour per direction)			
	フェーズ1	フェーズ2	4号線 合計	Helio police Super Tram	フェーズ1	フェーズ2	4号線 合計	Helio police Super Tram
4号線 フェーズ2 北ルート								
2022	799,000	1,124,000	1,718,000	624,000	30,900	50,700	50,700	31,900
2027	1,025,000	1,181,000	1,968,000	647,000	40,600	53,100	53,100	33,100
2050	1,346,000	1,278,000	2,347,000	688,000	53,300	55,800	55,800	43,700
4号線 フェーズ2 東ルート								
2022	873,000	714,000	1,401,000	298,000	30,900	28,100	30,900	15,700
2027	1,104,000	946,000	1,814,000	333,000	40,300	34,100	40,300	18,000
2050	1,471,000	1,208,000	2,360,000	436,000	53,000	43,500	53,000	22,600

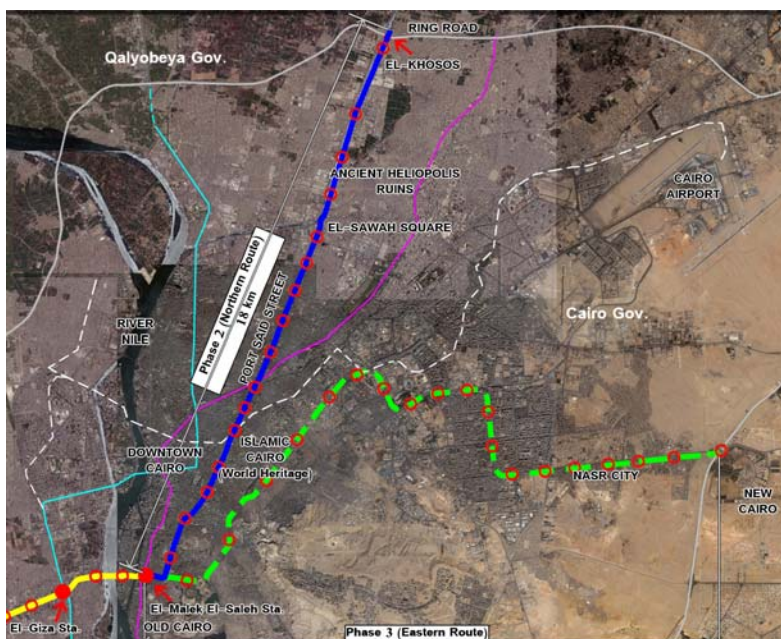
出展:調査団

3.3.2 フェーズ2北ルートおよび東ルートのルート検討

北ルートはCREATSで提案されているEl Malek El Saleh駅からPort Said Streetを通過しEl Sawaha SquareからRing Road Exit No.18までのルート。

東ルートは、SYSTRAの提案しているEl Malek El Saleh駅からSalah Ad-Din Plaza—El Azhar Park—Salah Salem—El Nasr Road—Abs El_Akad—ElZomorのルート。

フェーズ2の北ルートおよび東ルートのルートおよび駅位置を下図に示す。



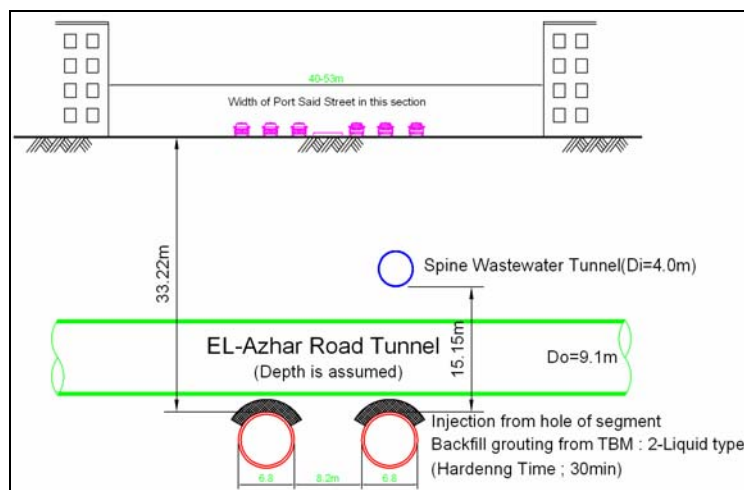
出展:調査団

3.3.3 両ルートのハードポイント

地下鉄建設の際に特殊工法を必要とするなど特別な配慮を必要とするハードポイントは以下の通りである。

北ルート:

Port Said Street には、下水道本管が道路面下 11-12m にあり、4号線の5駅は下水道本管と競合する。また、1駅は地下鉄1号線及びENR線の線路下に建設する。Port Said Street 下におけるトンネルの建設は、下水道トンネルは外径が約 5m で地下 11-12m、地下鉄トンネルは外径 6.8m で地下 22-32m に位置し、両トンネルの距離は 5-15m あることから日本における経験からは特段の問題となるものではない。日本における近接トンネルの施工事例を紹介し、本件の場合も問題のないことを示している。El Azhar 道路トンネル、下水道本管トンネルと4号線トンネルの位置関係は次の図に示すとおりである。



出展:調査団

東ルート：

駅およびトンネルともに特殊工法を必要とするハードポイントはない。

3.3.4 線路構造及び建設工法

線路構造は、市街地では地下構造とし、郊外部は可能な限り高架構造とすることを基本としている。

北ルートは、El Malek El Saleh から El Sawaha Square 間は、地下構造とし、El Sawaha Square から終点までは Ismailia Canal 沿った工場地帯であるため高架構造を提案している。

東ルートは、市街地であるので、全区間地下構造とした。

一般的な地下駅は、主に道路等の公共用地に建設することから地上交通を阻害しない覆工板を用いた開削工法による施工を提案している。

Port Said Street における下水道本管と競合する駅の建設については、地下駅構造物の中に下水管を取り込む構造とし、日本における事例を示しその構造と施工法を示している。

地下鉄1号線の Ghamrah 駅付近で ENR 線下に建設する駅については、日本で多くの使用実績があるマルチボックス引き込み工法などの非開削工法について紹介している。

トンネルの施工については、単線と複線の TBM（シールド工法）工法の比較を示し、上部への影響が少ないなどの理由から、単線 TBM を採用することを提案している。

2 液タイプの裏ごめ材を使用することにより、TBM によるトンネル掘削後の沈下を少なく出来る。

El Azhar 道路トンネル直下における TBM によるトンネル掘削の際には、既存トンネルへの影響を少なくするためトンネル内からの薬液注入による地盤補強方法を提案している。

3.3.5 建設工期

北ルート、東ルートとも単線 TBM を 2 機使用した場合の工事期間は、北ルートで 6.5 年、東ルートで 8.5 年必要である。東ルートの延長が長いため、長期間を要する。

3.3.6 建設工事費

車両を含む 2009 年価格での総工事費は、以下の通りである。

北ルート：233,200 万 USD

東ルート：290,400 万 USD

北ルートは工事費が高くなるハードポイントがあるが、線路延長が短いことから総工事費は東ルートより安くなっている。

3.3.7 自然環境、社会環境及び考古学の観点

北ルートと東ルートの用地及び移転の比較は以下のとおり。

	北ルート	東ルート
用地	14,000m ²	17,000m ²
移転ビル数	11	15
用地費	138,629,000 LE	204,000,000 LE

社会環境については、建設までのステージでは、北ルート・東ルートともに与える影響は、ほぼ同じである。

工事中の社会環境への影響は、東ルートの方が道路交通へ与える影響が大きいが、営業時の影響は、両ルートともほぼ同じである。

自然環境への影響は、北ルートでは工事中運河への濁水の流入の影響が考えられるがその程度は小さい。

文化財への影響は、両ルートともほぼ同じであるが、工事中的影響は東ルートの方が、危険度が高い。

3.3.8 マルチクライテリア・アナリシスによる比較結果と提案

北ルートおよび東ルートについて、2050年の輸送需要、建設コスト、ハードポイントの工事の容易さ、建設工期、環境、文化財の項目について、ウェイト付けしたスコアにより比較を行い、東ルートの点数39.7に対し北ルートは41.1と高い点数を示した。

2050年の輸送需要を考慮した場合のルート比較

Multi Criteria Analysis	Alternative 1 (Northern Route)				Alternative 2 (Eastern Route)			
	Score in words	Score	Weight	Score x Weight	Score in words	Score	Weight	Score x Weight
Transportation Demand Far Future:2050	High	9.4	1.2	11.5	High	8.9	1.2	10.9
Cost	Mod	5.4	1.2	6.5	Mod	4.6	1.2	5.5
Hard points	Low	3.2	0.8	2.4	High	8.6	0.8	6.5
Construction Easiness	Mod	5.0	0.7	3.4	High	7.8	0.7	5.3
Construction Schedule	Mod	6.9	0.8	5.4	Mod	5.7	0.8	4.5
Environment	Mod	6.9	0.8	5.6	High	5.3	0.8	4.3
Archaeological Assets	High	7.4	0.9	6.3	Low	3.2	0.9	2.7
Total/Average/Total		44.2	1.0	41.1		44.1	1.0	39.7

出展:調査団

2022年の輸送需要は、両ルートとも地下鉄を必要とする需要があることから両ルートの必要性があると判断し、上記比較から高い点数を示している北ルートをフェーズ2とし東ルートをフェーズ3とし、将来は両ルートの建設を提案している。

4. Volume 3 の概要

本調査は、以下の条件で実施した。

- ・ デポの位置およびアクセスルートは、2009年10月20日にNATから指示された、デポ位置とした。
- ・ デポ位置及びアクセスルートの決定が遅れたため、El Remayah Square 駅 (St. 12) からデポまではフェーズ1Bとして簡易フィージビリティ調査を行った。
- ・ デポ位置に大きく影響されない El Malek El Saleh (St.1) から El Remayah Square 駅 (St. 12) の間はフェーズ1Aとしてフィージビリティ調査および予備設計を実施した。
- ・ フェーズ2は北ルートとして、フェーズ1の検討を行った。
- ・ フェーズ1Bのルートが変更となったため、需要予測の見直しを行った。

4.1 需要予測の見直しとアップデート

フェーズ1の線形と駅位置の決定に対応して見直した需要予測結果は以下の通りとなった。

	Private Mode (Passenger Car, Taxi)	Public Bus Mode (Bus, Shared Taxi)	Public Rail Mode (Metro, LRT)	Total
Year 2020	7,317,081	12,815,802	3,946,918	24,079,801
	30.4%	53.2%	16.4%	100.0%
Year 2023	8,292,396	12,607,342	4,388,364	25,288,102
	32.8%	49.9%	17.4%	100.0%
Year 2027	9,561,250	12,364,875	4,776,201	26,702,326
	35.8%	46.3%	17.9%	100.0%
Year 2050	19,222,178	16,017,445	7,961,171	43,200,794
	44.5%	37.1%	18.4%	100.0%

1日及びピーク時の駅間の最大断面交通量、駅における最大乗降客数は以下の通り。

項目	区間/駅名	2020	2023	2027	2050
1日					
Phase 1					
最大断面	St.4-St.5	427,700	447,700	584,700	784,700
駅乗降客	St.7	122,800	129,100	149,800	179,500
Phase 2					
最大断面	St.8-St.9	-	725,100	763,800	796,400
駅乗降客	St.8	-	130,500	141,500	148,700
ピーク時					
Phase 1					
最大断面	St.4-St.5	29,940	31,340	40,930	54,930

駅乗降客	St.7	17,190	18,070	20,870	25,130
Phase 2					
最大断面	St.8-St.9	-	50,760	53,470	55,750
駅乗降客	St.8	-	18,270	19,810	20,820

(駅名、駅位置は線路線形の4.3.1の図面を参照)

ピーク率については、CREATSの調査結果を採用した。朝の6-7時台の2時間における1時間当たりのピーク率は13.1%、午後の14-16時台では15.1%であり、午後は帰宅のピークであり時間的余裕があることから両数値の平均となる14%を本調査のピーク率とすることとした。

鉄道利用客の53.2%は通学、40.2%は通勤、その他が6.6%となっている。

4号線は、フェーズ1では1号線、2号線およびENR線と接続し、フェーズ2では1号線および3号線と接続している。それぞれの駅での乗り換え客数は以下の通り。

駅名	乗り換え	2020	2023	2027	2050
1日					
フェーズ1					
St.1	L1-L4	156,000	169,200	189,800	228,400
St.4	L2-L4	264,500	270,400	307,000	363,600
フェーズ2					
St.8	L1-L4	-	214,500	258,900	275,700
St.6	L3-L4	-	256,200	261,300	266,900
ピーク時					
フェーズ1					
St.1	L1-L4	21,840	23,690	26,570	31,980
St.4	L2-L4	37,030	37,860	42,980	50,900
フェーズ2					
St.8	L1-L4	-	30,030	36,250	38,600
St.6	L3-L4	-	35,870	36,580	37,370

備考:

L1:地下鉄1号線、L2:地下鉄2号線、L3:地下鉄3号線、L4:地下鉄4号線

フェーズ1 St.1:El Malek El Saleh(1号線と連絡)、St.4: El Giza(2号線及びENRと連絡)

フェーズ2 St.6: Bab El Shaaria(3号線と連絡)、St.8: Ghamrah(1号線と連絡)

4.2 鉄道の規格概要と主要特性

既存線を考慮しつつ、信頼性・安全性を確保するよう最新の技術を取り入れたシステムを提案している。主要規格、諸元は以下に示すとおり。

No.	Description	Details	
		Phase 1	Phase 2
1	Alignment		
		El Malek El Saleh Sta.(Line 1) - Giza Sta. (Line 2) - El Remayah Square - Workshop/Depot	El Malek El Saleh Sta.(Line 1) - Ghamrah - El Sawaha Square - Ring Road Exit #18
2	Route length		
	Total route length	16.1km	17.9km
	- Underground section length	16.1km	12.5km
	- Elevated section length	0km	5.4km
3	Stations		
	Total Number of stations	15 stations	16 stations
	- Number of under ground stations	15 stations	12 stations
	- Number of elevated stations	0 stations	4 stations
4	Operation status		
	Estimated number of passengers/day - In year 2020 (Opening) - In year 2050	0.69 million (Phase-1 only) 2.04 million(Phase-1+ Phase-2)	
	Headways in peak hour	4 minutes 00 seconds in 2020 2 minutes 09 seconds in 2050	
	Maximum speed - Underground section - Elevated section - Inside depot	80km/hr 100km/hr 25km/hr	
	Average speed	32.2km/hr	
	Dwell time at intermediate stations	30 seconds	
	Round trip time	70 minutes	137 minutes (Phase-1+ Phase-2)
	Daily operation hour	05:00h – 01:00h	
	Train size	8 cars in a train-set	
	Driver system	Single driver operation	
	Location of CCP	El Malek El Saleh	
5	Standards of construction		
	Gauge	1,435mm	
	Track center distance	3.5m at elevated section	
	Tracks	Vibration-reducing track	

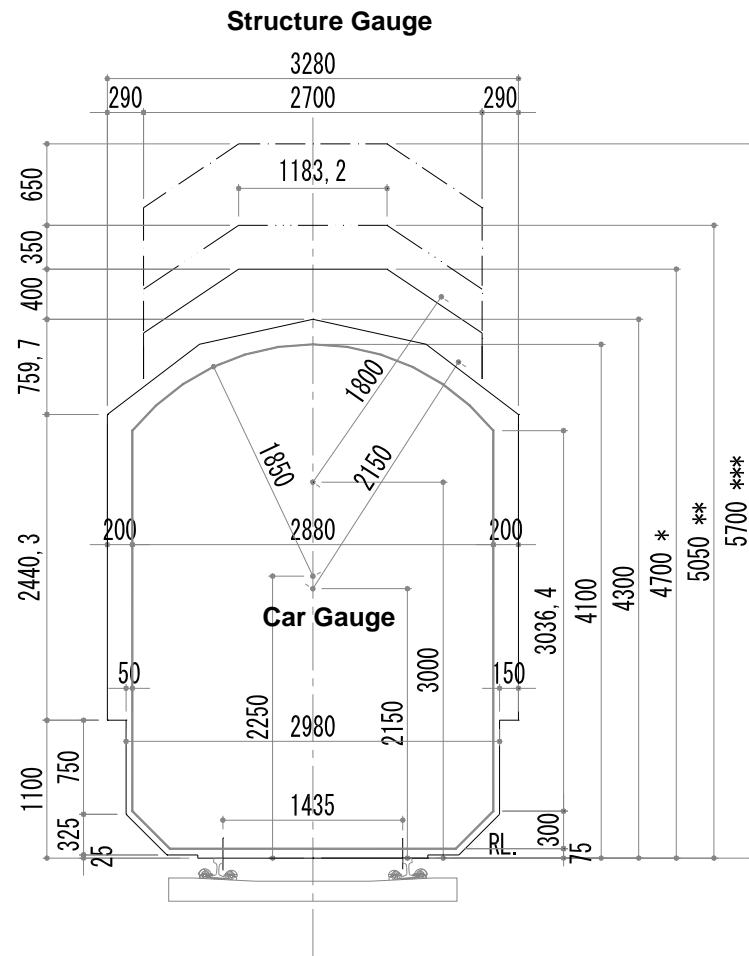
No.	Description	Details	
		Phase 1	Phase 2
	Design Speed	100km/hr (Tunnel section)	
	Design Axle load	16 tonnes max.	
	Rail	UIC 54kg	
	Max. gradient	4%	
	Min. horizontal curve radius	250m on the main line 160m at turnout curve behind the crossing 1,000m at platform 160m in siding tracks	
6	Tunnel structure		
	Type of tunnel	Single track W-tube	
	Diameter	6.2m (Inner diameter)	
7	Station structure		
	Number of Platform		
	- Island type	11 stations	16 stations
	- Side type	4 stations	0 stations
	Platform width	12.0m (island type)	
	Platform height	1100mm	
	Platform length	170m	
8	Depot		
	Stabling capacity	35 train sets	35 train sets
	Facilities	Stabling and Maintenance facilities	Stabling facilities
9	Rolling stock		
	Type of rolling stock	EMU (Electric Multiple Unit)	
	Train formation	M-N1-T-N2-N2-T-N1-M or Tc-N3-N1-N3-N1-N3-N1-Tc	
	Passenger capacity (AW2: 7person/m2)	2,000 passenger/train	
	Train dimensions		
	- Car length (over coupler faces)	20.0m	
	- Car width	2.88m	
- Car height	4.1m		
-Train-length (8 car unit)	160m		
	Propulsion System		
	- Circuit control system	Inverter with IGBT	
	- Traction motor	PMSM*1 or Induction motor	

No.	Description	Details	
		Phase 1	Phase 2
	- Motor out put power	140kW/motor	
	Car body material	Light weight stainless steel	
	Doors	8 doors per car (4 on each side)	
	Kinetic performance		
	- Initial acceleration ratio	0.9m/s ²	
	- Max service deceleration	1.1m/ s ² (ability 1.3 m/ s ²)	
Air conditioning			
- Type of air conditioning	Roof mounted with line-flow fan		
- Capacity	40,000kcal/h/car		
10	Power supply and Traction system		
	Electrification system	1500VDC	
	Type of centenary system	OHC (Tunnel: Overhead rigid conductor)	
	Voltage		
	- Nominal voltage	1500VDC	
	- Max. voltage	1800VDC	
	- Nin. voltage	1000VDC	
	HVS (High Voltage Station)		
	- Number of stations	1 HVS	1 HVS
- Transformer capacity	80MVA	80MVA	
RS (Rectifier Station)			
- Number of stations	5 RS	6 RS	
- Capacity	6MW	6MW	
LPS (Lighting Power Station)			
-Number of stations	1 LPS/station and Depot		
11	Signalling and Telecommunications system		
	Signals		
	- Main line including between main line and stabling in Depot	On-board signal	
	- Inside of Depot	Wayside signal	
	Train detection system	Track circuit	
	Route Control system		
- Interlocking	Electrical interlocking		
- Point machine	Electrical point machine		
Train Interval control system	ATP(Automatic Train Protection, Continuous control)		

No.	Description	Details	
		Phase 1	Phase 2
		PTC (Programmed Traffic Control)	
	Train operation support system - System - Accuracy	ATO (Automatic Train Operation) Stopping accuracy: Approx. plus minus 350mm	
	Backbone transmission network system - System - Transmission media	SDH (Synchronous Digital Hierarchy) Optical fiber transmission system	
	Train radio system - System - Antenna	VHF* ² TDM/TDMA * ³ LCX (Leaky Coaxial Cable)	
	CCTV (Closed Circuit Television) system including on-board monitoring system	Monitoring of platform, concourse, ticket gate, elevator, escalator, others	
	Passenger Information system	PIDS (Passenger Information Display System) PA (Public Address System) Clock system	
	Station Facilities		
12	AFC (Automatic Fare Collection) system - Type of ticket media - IC chip standard - Card size	Magnetic Ticket (MT), Contactless IC ticket ISO/IEC 14443 (Type-A) ISO 7810	
	PSD (Platform Screen Door) system - Full height PSD - Half height PSD	For underground stations, except El Remayah station For El Remayah station and elevated stations	
	Other major facilities	Elevator, Escalator, Air conditioner, Air intake & Exhaust system, Fire protection system, etc.	

出展:調査団

トンネル、構造物および車両の設計に必要な、車両限界および建築限界は次図に示すものを提案した。



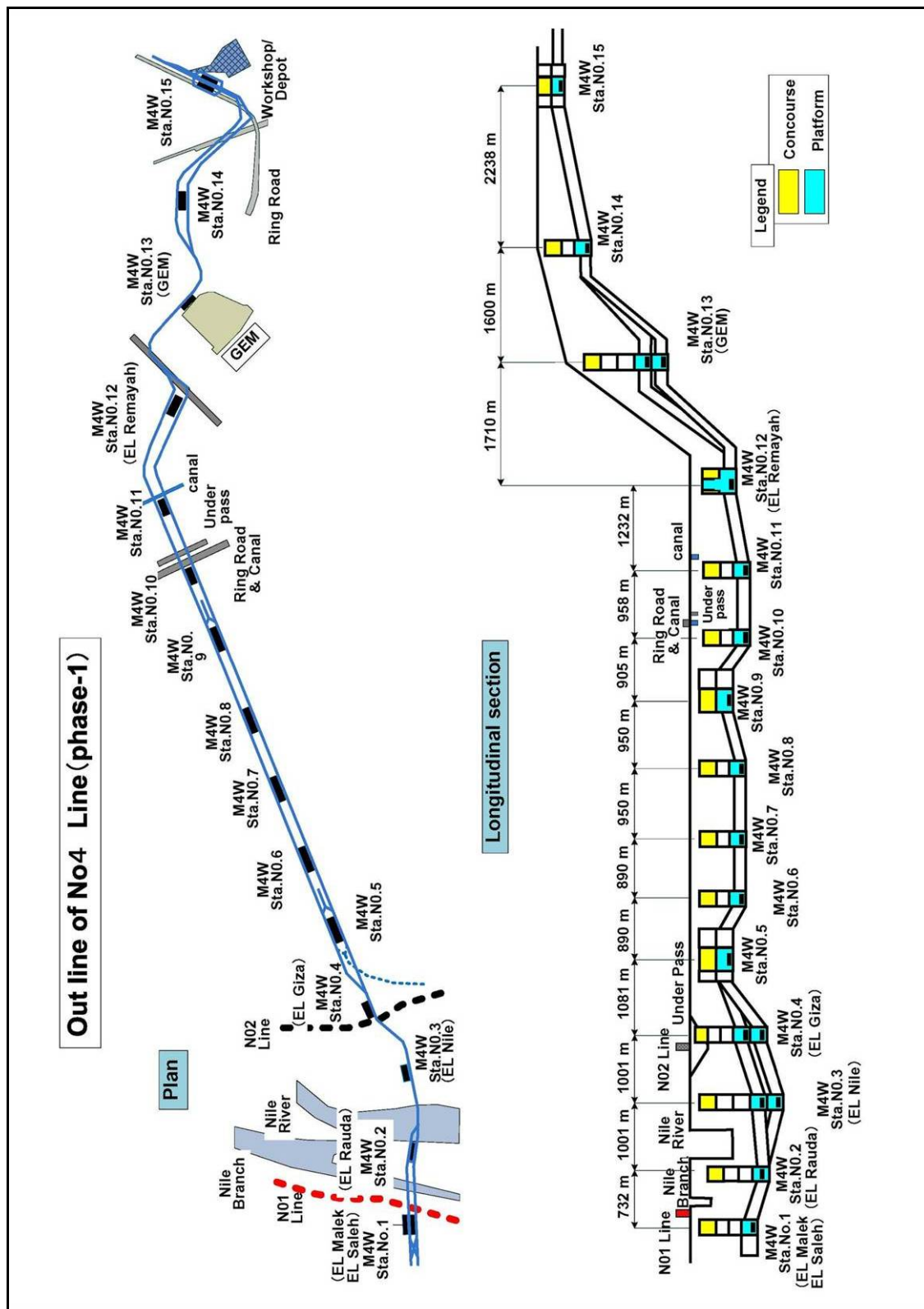
出展:調査団

4.3 予備設計 フェーズ 1

4.3.1 線路線形

ナイル川、道路の立体交差橋梁、運河などのハードポイントへの対処および景観を考慮して全区間地下構造とすることとした。

フェーズ1のルートは次の図面のとおり。



4.3.2 輸送計画

フェーズ1の開業2020年、フェーズ2(北ルート)の開業2023年、2027年および2050年の運転計画を次の条件で検討した。

- ・ 全列車各駅停車および途中駅での折り返し運転は行わない。
- ・ 最小運転間隔は、需要予測のピーク時における最大断面交通量から算定。
- ・ 開業時より8両編成列車で運転
- ・ 途中駅での停車時分は30秒
- ・ 運転最高速度はトンネル区間で80km/h、高架区間で100km/h

上記条件の下で運転のランカーブを描いて運転速度、運転時分を算出した。

フェーズ1、16.1km、15駅での運転時間は24分、駅での合計停車時間は6分、合計30分、平均運転速度は32.2km/hとなった。

フェーズ2の開業後は、全区間33.7km、平均運転速度は32.2km/h、で全線の運転時間は63分となっている。

運転列車本数、必要列車数は以下の通り。

項目	2020年 (フェーズ1)	2023年 (フェーズ1+2)	2027年 (フェーズ1+2)	2050年 (フェーズ1+2)
1日の運転本数(片道) (平日)	198	343	353	367
1日の運転本数(片道) (休日)	127	223	233	240
年間列車キロ (1000km/年)	2022	7994	8240	8559
必要列車編成数	20 (18+2)	66 (60+6)	68 (62+6)	70 (64+6)

出展:調査団

4.3.3 防災、火災対策

エジプトにおいては、地下空間の利用についてアメリカの防災基準NFPAを適用することとなっており、地下鉄についても適用することが検討されている。

地下鉄において、NFPAを適用した場合には、駅での避難時間、トンネル区間でのトンネル連結通路など過大な設備が要求されており、実施上の採用は困難と考えられる。

4号線においては、NFPAの基準を考慮しつつ、日本の基準の考え方を適用することを提案している。

4.3.4 設計概念、設計基準

設計基準は、国際基準およびエジプト基準を考慮して検討、提案している。

フェーズ1は、全線地下構造とし、トンネル部分はTBMによる単線トンネルの並列、駅は覆工板を用いた開削工法による施工としていることから、地下構造の設計基準を主として検討した。

主要な基準要素：

設計寿命：100年

設計荷重：土被り3m、車両荷重は10kPa

地下水による浮き上がり安全率：1.1

地震：Level 1を考慮

車両の最大積載荷重：AW2（7人/m²）を採用

4.3.5 車両

1号線に準じた車両サイズ、駆動電力方式とし、下表に示す車両主要仕様を提案している。

車両仕様

Item	Line 4			
	M	N1	T	N2
Car-body	M	N1	T	N2
•Length (m)	20.75	20.0	20.0	20.0
•Width (Max: m)	2.88m			
•Weight(Tare): tonnes	37	33	30	33
•Seated Capacity	40	44	44	42
•Passenger Capacity	236	257	257	252
•Material	Stainless steel			
Floor level	1130mm			
Door	4 doorways on each side/car			
•Width	1500mm			
•Height	1900mm			
Bogie	Bolster-less/ Direct mount			
•Wheelbase	2100mm			
•Wheel diameter	860mm			
•Gear ratio	6.06			
Current collection	Single arm pantographs (4sets/ train)			
Propulsion system				
•Circuit control system	Inverter with IGBT			
•Traction motor	PMSM or Induction motor 140kw x 24 motor/ train			
Auxiliary power supply	Inverter Stand-by redundant type 200KVA x 2 unit			
Air conditioning	Roof mounted with line-flow fan : 40000kcal/h/car			
On board information system	Train Bus 10M bps			
Visual information system	100M bps Ethernet LCD : 2 set on each doorway			
Brake control system	Electric command air brake with regenerative brake			

出展：調査団

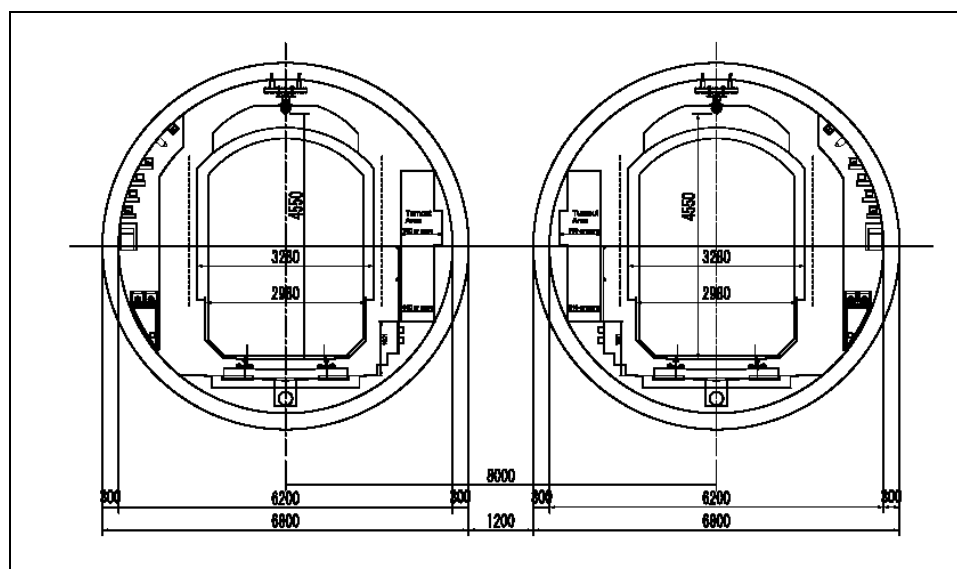
4.3.6 土木工事（トンネル）

トンネル区間については、地下鉄2号線および3号線は複線トンネルを適用しているが、4号線では次の条件を考慮してTBM掘削による単線トンネル並列方式を提案している。

- ・ El Giza 付近のハードポイントにおける施工および工事費を節減する
- ・ 最近の日本を含む先進国の地下鉄では単線トンネル並列が主流となっている
- ・ 複線断面トンネルに比較して工事費が安い
- ・ 乗客に使用勝手の良い島式ホームとする

TBM掘削については、土圧バランス型TBMの使用、掘削後の空洞を小さくする施工法、2液タイプの裏ごめ材を使用することにより、2液タイプの裏ごめ材を使用することにより、掘削後の地表面沈下を最小にする工法を提案している。

トンネルの標準断面は、以下の通り。



出展：調査団

4.3.7 土木工事（地下駅）

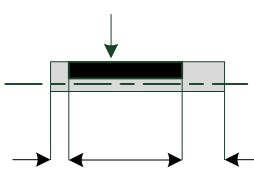
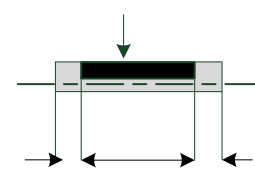
Giza Square などのハードポイントでの施工および用地取得面積を最小限とすることを目的として St.3 (El Nile)、St.4 (El Giza) および St.13 (GEM 隣接駅) は、2本の線路を上下に配置する構造とした。

工事中の道路交通支障を少なくするため、駅の施工は覆工板を使用して開削工法を採用することとして、主要駅については具体的な施工法について説明している。

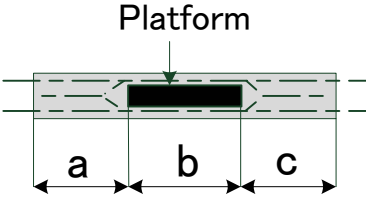
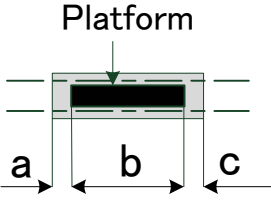
主な駅の主要諸元は次の通り。

		M4W Station No.1 El Malek El Saleh	M4W Station No.2 El Rauda
Outline of plane			
Platform	Type	Island and side	2 side
	Width	8.0 m + 10.5 m	12.0 m
	length	170 m	170 m
Scale	Structural type	2 span rigid frame with 4 stories	2 span rigid frame with 4 stories
	Inner width	26.0 m	24.0 m
	Outer width	29.0 m	27.0 m
	Bottom depth	32.1 m	35.6 m
Length	Addition (a)	10 m	10 m
	Platform (b)	170 m	170 m
	Addition (c)	10 m	10 m
	Total (a+b+c)	190 m	190 m
Facility arrangement	B1 level	Entrance square, Concourse, Station office	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room
	B2 level	Passenger corridor, Air handling unit, Environmental control System, Electric room	Passenger corridor, Air handling unit
	B3 level	Stair, escalator & elevator, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans	Stair, escalator & elevator, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Spare space for facility room
	B4 level	Platform, Drainage equipment (both end)	Platform, Drainage equipment (both end)

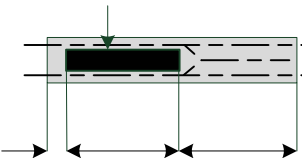
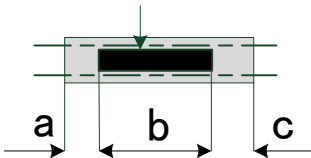
出展：調査団

		M4W Station No.3	M4W Station No.4
		El Nile	El Giza
Outline of plane			
Platform	Type	2 side (2 stories)	2 side (2 stories)
	Width	12.0 m	13.0 m
	length	170 m	170 m
Scale	Structural type	1 span rigid frame with 5 stories	1 span rigid frame with 5 stories
	Inner width	16.5 m	18.5 m
	Outer width	19.5 m	21.5 m
	Bottom depth	44.6 m	36.6 m
Length	Addition (a)	25 m	25 m
	Platform (b)	170 m	170 m
	Addition (c)	40 m	25 m
	Total (a+b+c)	235 m	220 m
Facility arrangement	B1 level	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room	Entrance square, Concourse, Station office, Air handling unit
	B2 level	Passenger corridor, Electric room, Sub station	Passenger corridor, Environmental control System, Electric room, Spare space for E/M room
	B3 level	Passenger corridor, Air handling unit, Electric room, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans	Passenger corridor, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Spare space for E/M room
	B4 level	Platform, Tunnel ventilation fans	Platform, Tunnel ventilation fans
	B5 level	Platform, Drainage equipment	Platform, Drainage equipment

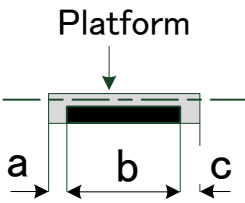
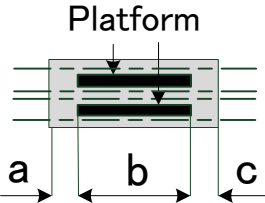
出展：調査団

		M4W Station No.5	M4W Station No.6
Outline of plane			
Platform	Type	Island	Island
	Width	12.0 m	12.0 m
	length	170 m	170 m
Scale	Structural type	3 span rigid frame with 2 stories	3 span rigid frame with 3 stories
	Inner width	21.0 m	21.0 m
	Outer width	23.4 m	23.4 m
	Bottom depth	20.1 m	27.1 m
Length	Addition (a)	115 m for ENR access line	10 m
	Platform (b)	170 m	170 m
	Addition (c)	290 m for head shunting line	10 m
	Total (a+b+c)	575 m	190 m
Facility arrangement	B1 level	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Sub station	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room
	B2 level	Platform, Drainage equipment, Air handling unit, ENR access line, head shunting line	Passenger corridor, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans
	B3 level	—	Platform, Drainage equipment

出展：調査団

		M4W Station No.9	M4W Station No.12
		—	El Remayah
Outline of plane			Platform 
Platform	Type	Island	Island
	Width	12.0 m	14.0 m
	length	170 m	170 m
Scale	Structural type	3 span rigid frame with 2 stories	1 span rigid frame with 2 stories
	Inner width	21.0 m	23.0 m
	Outer width	23.4 m	26.0 m
	Bottom depth	20.1 m	22.6 m
Length	Addition (a)	10 m	35 m
	Platform (b)	170 m	170 m
	Addition (c)	290 m for head shunting line	40 m
	Total (a+b+c)	470 m	245 m
Facility arrangement	B1 level	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Sub station	Entrance square, Concourse, Station office, Air handling unit, Environmental control System, Electric room,
	B2 level	Platform, Drainage equipment, Air handling unit, head shunting line	Platform, Drainage equipment, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Electric room, Sub station
	B3 level	—	—

出展：調査団

		M4W Station No.13	M4W Station No.15
		GEM	—
Outline of plane			
Platform	Type	2 side (2 stories)	2 Islands
	Width	12.0 m	12.0 m + 12.0 m
	length	170 m	170 m
Scale	Structural type	1 span rigid frame with 5 stories	3 span rigid frame with 2 stories
	Inner width	16.5 m	40.0 m
	Outer width	19.5 m	42.4 m
	Bottom depth	40.1 m	20.6 m
Length	Addition (a)	10 m	10 m
	Platform (b)	170 m	170 m
	Addition (c)	10 m	40 m
	Total (a+b+c)	190 m	220 m
Facility arrangement	B1 level	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room	Entrance square, Concourse, Station office, Environmental control System, Electric room, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans, Sub station
	B2 level	Passenger corridor, Electric room, Sub station	Platform, Drainage equipment, Air handling unit
	B3 level	Passenger corridor, Air handling unit, Tunnel ventilation fans, Tunnel exhaust fans	—
	B4 level	Platform, Tunnel ventilation fans	—
	B5 level	Platform, Drainage equipment	—

出展:調査団

4.3.8 軌道

軌道構造は、トンネル内は防振構造 PC まくら木埋め込み方式の弾性直結軌道、デポ内はバラスト軌道および分岐器部分のまくら木は合成まくら木の採用を提案している。

4.3.9 建築

駅出入口は、原則として歩道内とし、各駅にエスカレータおよびエレベータを設置する。

電車駆動電力用変電所及び駅設備用変電所、換気設備、排水設備等は地下駅構体内に設置することとした。

駅構内の空調設備用のクーリングタワーおよび換気タワーは可能な箇所では道路の中央分離帯の中に設置することとした。

ギザピラミッドに近い El Remayah Square に設ける St.12 は、象徴的な駅としてプラットフォーム階を吹き抜け構造とした。また、出入口も付近の景観を考慮した設計とした。

4.3.10 信号、通信、電力設備

(1) 信号

信号システムは、進路制御機能、遠隔制御機能、列車間隔制御機能、列車運転支援装置および信号線路、電源等で構成される。

進路制御装置は、電子連動装置、電気転轍機の採用を提案している。

遠隔制御機能は、高密度運転に対応した分散方式の自動進路制御装置、遠隔進路制御装置を備え、本線とデポ出入口までは中央列車制御所 (CCP: Central Control Point) で制御、デポ内はデポで制御する。

列車間隔制御機能は、本線は車内信号器によることとし、列車検知は無絶縁軌道回路による。本線は軌道回路を用いたデジタル方式の連続制御 ATP(自動列車制御装置)を提案している。デポ内は、地上信号器、点制御式 ATP の採用を提案している。

列車運転支援装置としては、自動運転装置 (ATO) の採用を提案している。

CCP は、1号線との交差駅 St.1、(El Malek El Saleh) の地上部に設置することを提案している。

(2) 通信

通信システムは、通信線路設備、光搬送設備、列車無線設備、乗務員プラットフォーム監視システム、画像監視システム、駅通信設備、車両基地通信設備および CCP 通信設備よりなる。

通信線路の基幹伝送路は光ケーブルを使用する。

列車無線設備は、デジタル無線方式とし、トンネル内は漏洩同軸ケーブル (LCX) を使用する。

(3) 電力設備

フェーズ1では、デポ用地内に電力会社の220KV送電線に連結する高圧受電設備(HVS)を設置し、このHVSから地下駅内に設ける駆動電力用変電所(RS)、駅設備用変電所(LPS)に20KVで送電する。

フェーズ2では、さらに1カ所受電設備を設置することとして、フェーズ1とフェーズ2が完成した時点では2系統からの送電が可能となる。

駆動電力用変電所は、フェーズ1では5カ所の駅(St.3、St.5、St.9、St.12およびSt.14)に設ける。

電車への給電方式は、1500V直流で架線にて給電する。トンネル内は、剛体架線を採用する。

駅設備用の変電設備および非常用電源としての発電機は、各駅に設ける。

電力設備の電力監視装置(SCADA)を設け、CCPよりHVS、RSおよびLPSの監視をおこなう。

(4) 駅設備

プラットホームスクリーンドア(PSD)、自動料金システム(AFC)、空調設備、換気設備、排煙設備、水の供給及び排水設備、これには駅のスプリンクラー、駅及びトンネル内の消火栓および配水管を設置することとして、各設備の詳細な説明をしている。

4.3.11 デポ設備

投資を最小化するため既存設備の有効活用を考慮し、重修繕の一部を既存工場へアウトソーシングすることについて検討したが、1号線の工場は余力がないこと、2号線の工場は3号線の保守を一部引き受ける予定であり、これ以上の余力がないことなどから、車両修繕作業のアウトソーシングは考慮しないこととした。

デポ位置およびデポへのアクセスルートの決定が遅れたため、デポを含めたフェーズ1Bについては、時間的な制限から新たな測量、地質調査等を実施することが困難であるため、デポ内の配置、デポへのアクセスルート検討、概略設計等は、衛星写真等既存データにより行った。デポ内は、電車留置線及び洗車区域と検査・修繕区域の2区域より構成される。

電車留置線は、当初は運転計画により算出した20列車留置の20線および洗車等に使用する4線を計画している。さらに、将来は10線を増設できる余地を確保した。検査・修繕区域は、検査及び軽修繕を行う車庫と重修繕を行う車庫にわけて計画した。

重修繕車庫は、ボギー職場、輪軸職場および車体職場よりなる。車庫内には、電車を持ち上げる車体リフト用ジャッキ、重量物を移動する天井クレーンなどを設置する。

デポ内の電源設備、排水処理設備、および軌道や電気設備の保守設備もデポ内に設置する。フェーズ2の終点付近に検査及び軽修繕設備と電車留置線を備えたデポを建設することとした。

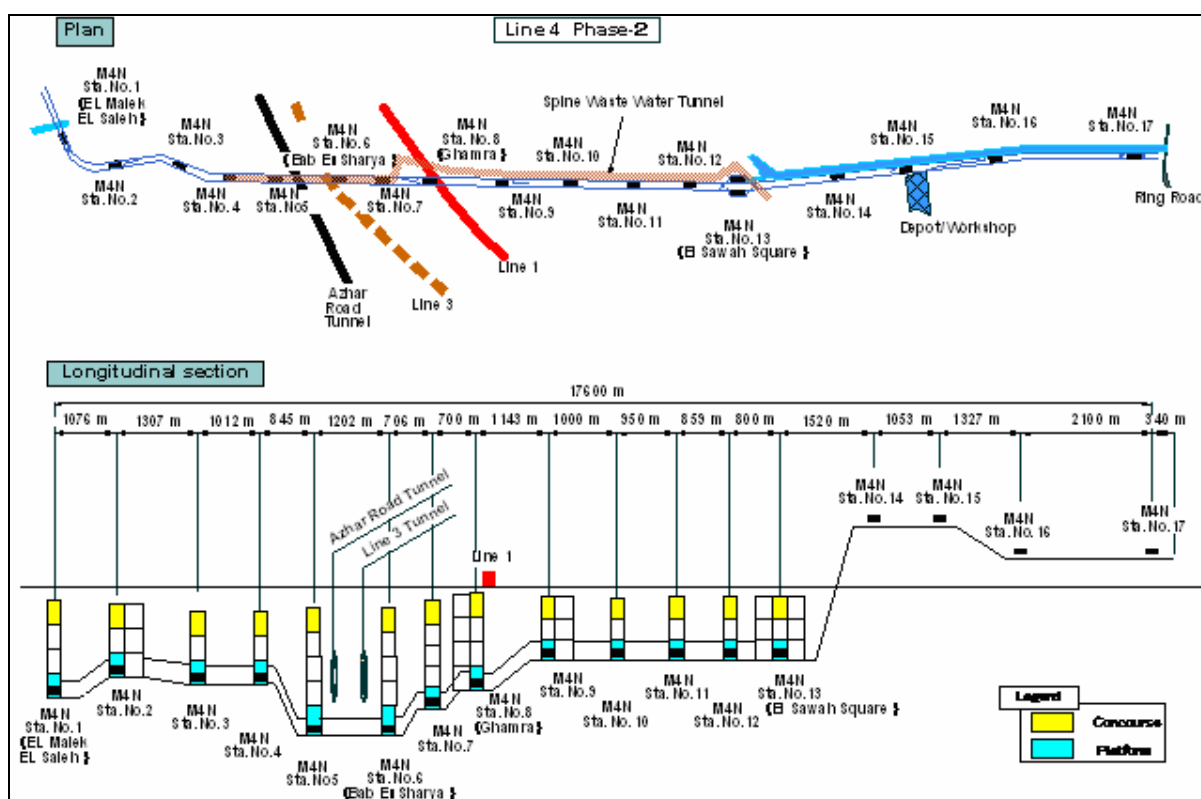
4.4 概略設計 フェーズ2

輸送需要、用地取得等を考慮して、Port Said Street を通過するルートを提案している。

Port Said Street 下の下水道本管の防護については、日本の施工技術による TBM トンネル掘削では問題が生じないこと、地下駅については、日本での実績から駅構造物の中に取り込む構造として計画した。

代替案として Port Said Street の下水道トンネルを避けたルートについても、概略検討した結果を示している。

次の図に線路略図を示す。



出展:調査団

4.5 保守・運営計画

4.5.1 運行計画

CCP から進路設定を行い列車運転のコントロールおよび監視、設備状況の監視および緊急時の列車停止および運転士、駅員等との連絡をする。

1, 2 号線では、信号システムは双方向方式（単線並列方式）を採用しているが、車両故障の多い 1 号線では月に 1 度程度の逆線運転があるが、車両故障の少ない 2 号線では逆線運転の実績はない、また、事故時等の単線運転は限界があることを説明している。

列車火災時の対応は、日本で採用している、駅間で火災が発生した場合には、その場で停車せずに駅まで走ることを提案している。さらに、火災列車が駅に到着した場合および駅間で止まった場合の対応方法についても説明している。

列車の運転については、ATO で自動運転可能であるが故障時の対応などを考慮してワン

マン運転を提案している。運転士は、ドアの開閉、列車の運転および異常時の対応を行う。

駅員は、乗車券の管理、自動改札の管理、旅客の案内、駅の管理を行う。

4.5.2 保守計画

車両はブラシレスモータの導入、バラストレス軌道の導入など最新の技術の導入により保守量が少なくなっていること、保守用車両や機器の採用により精度の高い保守が可能となっている。

車両の保守に必要なスペアパーツは、必要ときに使用できることが必要であり、スペアパーツの管理、保管、調達について説明している。適切な種類、量を把握するためにも故障の統計の重要性を説明している。

4.5.3 組織

既存の地下鉄の運営はすべて ECM が実施していることから、4号線についても ECM が運営を行うものと想定している。

1, 2号線の実態調査をベースに日本の例を参照して、組織、要員数を算定した。

CCPの要員、運転士の人数は、2号線の実績をベースに算出した。

駅員の人数は、2号線は日本の2倍以上であるが、駅設備や効率向上を考慮して2号線よりは少ない人数を査定した。

軌道等の土木施設保守要員は、日本の地下鉄の平均値をベースに算出した人数を提案しているが、この人数は1, 2号線の半分以下となっている。

デポの車両保守要員および電気設備の保守要員は、大阪市営地下鉄の車両当たりの要員数平均値で算出した人数をベースに4号線の車両数に比例した保守要員数としている。

管理部門の要員は、日本の平均値では59人であるが既存地下鉄の実績から算出した131人を提案している。

4.6 プロジェクトコストと調達パッケージ

4.6.1 建設コスト

4.6.3 調達パッケージ

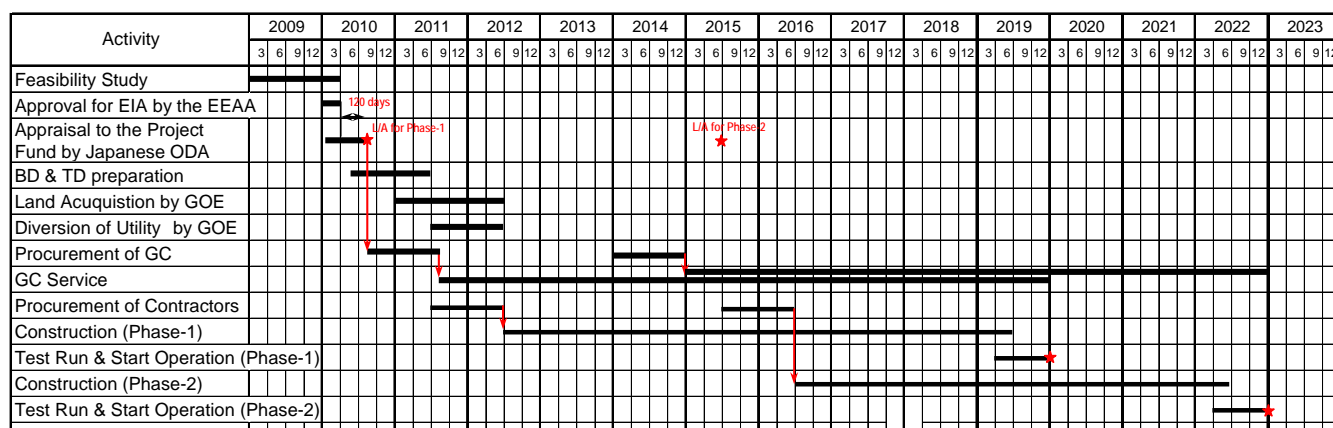
4.7 プロジェクト実施計画

実施スケジュールは、以下の仮定条件の下に作成した。

- ・ 基本設計（BD）および入札図書（TD）作成は、2010年6月から2011年6月末まで

- ・ 円借款の借款契約 (L/A:Loan Agreement) は 2010 年 8 月末頃に締結
- ・ 入札補助及び施工管理のコンサルタント調達は、L/A 後 1 年
- ・ 工事入札、契約はコンサルタント契約後 1 年
- ・ 工事着手は 2012 年 7 月と想定
- ・ 施工は、工事着手より完了まで 7 年 (施工計画に基づく)

実施スケジュールは、次に示すとおり。



Note:GOE: Government of Egypt, EEAA: Egyptian Environmental Affairs Agency

出展:調査団

4.8 環境および社会開発調査 (EIA)

エジプトの主要な環境法令、基準類、EIA 制度等を調査しまとめ、JICA ガイドラインとの比較を行った。

地域概況をふまえたスコーピングを行った。

フェーズ1およびフェーズ2の代替案ルートについて環境社会配慮面での比較を行い、とりまとめた。

環境影響評価については、現地調査、影響予測、保全対策、モニタリング計画等を取りまとめ、EIA レポートを作成した。

ステークホルダー協議結果の概要を取りまとめた。

4.9 移転計画 (RAP)

エジプトの住民移転に係る関連法令、用地取得、住民移転に係る手続きを取り纏めるとともに JICA ガイドラインとの比較を行った。

社会環境に係る基礎情報については、調査対象地域における世帯調査の方法を検討し、調査結果を取りまとめた。

住民移転のポリシーおよびフレームワークについては、世界銀行 (世銀) 等における実績を調査し、住民移転に係るポリシーおよび Eligibility/Entitlement の提案を行っている。住民移転の実施形態および実施計画、住民参加、コンサルテーション等について提案した。

補償額については、影響予測および補償費概算額を算出した。

被影響住民に対する人口センサス計画については、エジプトの実情を考慮した人口センサス実施の計画案を提案した。

4.10 文化財調査

エジプトの文化財関連法令を調査し、とりまとめた。

文化財影響調査や埋蔵文化財の包蔵可能性調査の実施方法を記述した。

SCA 等より入手した既存資料を現地踏査結果にとりまとめた。

地質調査で得られたボーリングコアを埋蔵文化財包蔵可能性の観点から観察した。

埋蔵文化財のリスク評価については、カイロ周辺の類似事例、基礎情報結果等に基づき、本事業での埋蔵文化財の包蔵確認の可能性とその重要度を検討した。

埋蔵文化財の包蔵が確認された場合の対応方針を重要度に応じて検討し提案した。

4.11 JICA フォーマットによる環境チェックリスト案

旧 JBIC 環境社会配慮ガイドラインに示されている環境チェックリスト(案)を作成した。

4.12 経済・財務分析

4.12.1 経済分析

経済においては、フェーズ 1 だけの場合とフェーズ 1 およびフェーズ 2 両方の場合について、With-Without project で検討している。Without project の場合は自動車コスト、自動車による大気汚染コストを検討している。EIRR、ENPV (Economic Net Present Value)、および BCR (Benefic Cost Ratio)を算出した。結果は以下の通り。

項目	フェーズ 1	フェーズ 1 + フェーズ 2
EIRR	17.10%	15.04%
ENPV	6,751.4 LE million	5,165.5 LE million
BCR	1.96	1.45

4.12.2 財務分析

財務分析における、外貨資金調達について、通常円借款のほか本邦技術活用条件 (STEP: Special Terms for Economic Partnership) 円借款の条件における比較を行った。地下鉄 3 号線に対するフランスの融資条件、African Development Ban (AfDB) および世銀の融資条件と STEP および通常円借款の条件の比較を次表に示す。

Type/category of loan	Allowable coverage of total project cost	Interest rate	Grace period (years)	Repayment period (years)	Conditions for procurement
Loans from France for Phase 1 of Line 3 project					
Low interest government-to-government	Up to € 200 million (approx. 37% of project cost)	0.2%	6	18	Tied
Commercial Bank		5.1%	4	10	
Loans from France for Phase 2 of Line 3 project					
Low interest government-to-government	Up to € 200 million	0.15%	5	20	Tied
Commercial Bank		Not yet finalized	4	10	
ODA loans from the Government of Japan					
<i>General terms:</i>					
Standard	Up to 85%	1.40%	10	30	Untied
Option 1	Up to 85%	0.80%	6	20	Untied
Option 2	Up to 85%	0.70%	5	15	Untied
STEP					
Standard	Up to 100%	0.20%	10	40	Tied
Option	Up to 100%	0.10%	10	30	Tied
African Development Bank					
Sovereign Guaranteed Loan for Public Sector - Variable Spread Loans	Not specified	USD: 0.961% EUR: 1.359% YEN: 0.916%	5	15	Untied
IBRD					
Flexible Loan - Fixed Spread	Not specified	USD: LIBOR + 1.05% EUR: LIBOR + 1.05% YEN: LIBOR + 0.95%	11.5	12.0	Untied

出展:調査団

本プロジェクトでは、工事期間が長く最初のディスバースから営業収入が入るまでに9年が必要である。このため10年以上のGrace periodの借入条件が必要であること、プロジェクトコストが大きいことから融資比率の大きいことが必要であり、この条件を満たし得るのは円借款だけであることから、財務評価は円借款の場合について検討した。

STEP 円借款および通常円借款の場合のFIRR、NPV およびROE(Return on Equity)の算出結果は以下の通りとなった。

Loan Type	Project FIRR	Project NPV (LE mil)	ROE	NPV to Equity (LE mil)
STEP Loan	2.85%	-7,400	13.89%	163
Normal Loan	1.96%	-8,502	Negative	9

出展:調査団