

パキスタン国
投資庁 (BOI)

パキスタン国
産業育成協力プログラム
(カラチ投資環境整備)
準備調査 (産業インフラ整備)

最終報告書

VOLUME I

和文要約

平成24年9月
(2012年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
日本工営株式会社

パキ事
JR
12-007

パキスタン国
投資庁 (BOI)

パキスタン国
産業育成協力プログラム
(カラチ投資環境整備)
準備調査 (産業インフラ整備)

最終報告書

VOLUME I

和文要約

平成24年9月
(2012年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
日本工営株式会社

パキスタン国 産業育成協力プログラム（カラチ投資環境整備）

準備調査（産業インフラ整備）

最終報告書の構成

第1巻	要約（和文）
第2巻	本文（英文） 付録
第3巻	図面集（英文）

為替交換レート

US\$ 1.00=PKR 90.498

パキスタン国 産業育成協力プログラム（カラチ投資環境整備）
準備調査（産業インフラ整備）

最終報告書

目 次

VOLUME I

目次

略語一覧

図表一覧

第 1 章	序論.....	1-1
1.1	事業の背景.....	1-1
1.2	業務の目的.....	1-2
1.3	調査対象地域.....	1-2
第 2 章	産業インフラの現況と課題.....	2-1
2.1	JICA 専門家による “Problrm-Analysis & Solution-Action (2011).....	2-1
2.2	産業エリアへのアクセスの現状.....	2-2
第 3 章	電力設備の現況と課題.....	3-1
3.1	電力供給の現況と背景.....	3-1
3.2	KESC の電力開発計画と本調査が提案する送電/配電計画.....	3-3
3.3	推奨するプロジェクト.....	3-4
3.4	パキスタン政府側に提案すべきアクション.....	3-5
第 4 章	交通量調査.....	4-1
4.1	交通量調査.....	4-1
4.2	現況交通状況.....	4-2
第 5 章	優先道路案件の選定.....	5-1
5.1	KMC による道路網整備事業.....	5-1
5.2	優先道路案件の代替案の検討.....	5-1
5.3	交通需要予測の実施.....	5-7
5.4	比較ルートにおける環境社会配慮に係わる調査.....	5-11
5.5	道路プロジェクトの予備的検討.....	5-15
5.6	事業評価および優先事業の選択.....	5-20

第 6 章	道路セクターにおける最優先案件にかかるプレ F/S 調査.....	6-1
6.1	概略設計.....	6-1
6.2	概算事業費積算.....	6-5
6.3	プロジェクト実施計画.....	6-6
6.4	経済評価.....	6-7
第 7 章	道路開発計画実施のための提案.....	7-1
7.1	既存道路ネットワーク強化のためのパキスタン政府への提案.....	7-1
7.2	マリル川堤防道路実施に向けた提案.....	7-2

略語一覧

AASHTO	American Association of State highway and Transportation Official	米国州道路交通運輸担当官協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
B/C	Benefit/ Cost Ratio	費用便益比
BOI	Board of Investment	投資庁
BOO	Build Operation and Own	建設運営所有
BOT	Build Operation Transfer	建設運営譲渡
BQPS-I	Bin Qashim Power Station - I	ビンカシム発電所-1
BQPS-II	Bin Qashim Power Station - II	ビンカシム発電所-2
BRT	Bus Rapid Transit	高速バス輸送システム
CBD	Central Business District	セントラルビジネスディストリクト
CDGK	City District Government Karachi	カラチ地政府
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DD	Detail Design	詳細設計
DHA	Defense Housing Authority	ディフェンスハウジングオーソリテイ
EHS	Environmental Health and Safety	環境・衛生・安全
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価(環境アセスメント)
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護局
EPZA	Export Processing Zones Authority	輸出加工地区庁
F/S	Feasibility Study	フィジビリティ・スタディ
FDI	Foreign Direct Investment	海外直接投資
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FTC	Finance & Trade Center	金融貿易センター
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GOP	the Government of Pakistan	パキスタン政府
GPS	Global Positioning System	衛星利用測位システム
HFL	High Flood Level	最高水位
HFO	Heavy Fuel Oil	重量燃料油
HRSG	Heat Recovery Steam Generator	熱回収蒸気発生器
HSE	Health, Safety and Environment	衛生・安全・環境
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPPs	Independent Power Producers	独立系発電事業者
JACI	the Japanese Association of Commerce and Industry	日本商工会
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構

KANUPP	Karachi Nuclear Power Plant	カラチ原子力発電所
KCCPP	Korangi Combined Cycle Power Plant	コランギ複合サイクル発電所
KCR	Karachi Circular Railway	カラチ環状鉄道
KDA	Karachi Development Authority	カラチ開発庁
KEPZ	Karachi Export Processing Zone	カラチ輸出加工地区
KESC	Karachi Electricity Supply Company	カラチ電力公社
KGTPS-I	Korangi Town Gas Turbine Power Station – I	コランギガスタービン発電所-1
KGTPS-II	Korangi Town Gas Turbine Power Station – II	コランギガスタービン発電所-2
KMC	Karachi Metropolitan Corporation	カラチ市役所
KSDP 2020	Karachi Strategic Development Plan 2020	カラチ戦略的開発計画
KTIP	Karachi Transportations Improvement Project	カラチ運輸交通整備事業準備調査
KUTMP	Karachi Urban Transport Master Plan	カラチ都市交通マスタープラン
KW & SB	Karachi Water & Sewerage Board	カラチ上下水道庁
LAA	land Acquisition Act	土地収用法
LCT	Liquid Cargo Terminal	リキッドカーゴターミナル
LESCO	Lahore Electric Supply company	ラホール電力公社
LFLS	Low Frequency Load Shedding	低周波計画停電
LIA	Landhi Industrial Area	ランディ産業地区
LNG	Liquid Natural Gas	液化天然ガス
M-10	Northern Bypass	ノーザンバイパス
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MEPCO	Multan Electric Power Company	ムルターン電力公社
MGD	Mega Gallon per Day	百万ガロン/日
MMCFD	Millions of cubic feet per day	百万 ft ³ /日
N-25	RCD Highway	RCD 高速道路
N-5	National Highway	ナショナルハイウェイ
N-9	Super Highway	スーパーハイウェイ
NCS	National Conservation Strategy	国家保全戦略
NEAP	National Environmental Action Plan	環境保護行動計画
NEPRA	National Electric Power Regulatory Authority	電力規制庁
NEQS	National Environmental Quality Standards	環境基準
NHA	National Highway Authority	ナショナルハイウェイオーソリティ
NOC	No Objection Certificate	同意書
NPV	Net Present Value	正味現在価値
NTDC	National Transmission and Dispatch Company	全国送・給電公社
NTRC	National Transport Reserch Center	国家運輸調査センター
O&M	Operation & Management	維持管理
OD	Origin-Destination	起終点
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Project Concept Paper	プロジェクトコンセプトペーパー
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PEPA 1997	the Pakistan Environmental Protection Act, 1997	パキスタン環境保護法
PEPC	Pakistan Environmental Protection Council	パキスタン環境保護審議会

PEPCO	Pakistan Electric Power Company	パキスタン電力公社
PEPO	Pakistan Environmental Protection Ordinance	パキスタン環境保護条例
PESCO	Peshawar Electric Supply company	ペシャワール電力公社
PIBT	Pakistan International Bulk Terminal	パキスタン国際バルクプラント
PPP	Public - Private - Partnership	パブリックプライベートパートナーシップ
PQA	Port Qasim Authority	カシム港湾局
PSM	the Pakistan Steel Mills	パキスタンスチール工場
PTPS	Pakistan Transport Plan Study	パキスタン運輸計画調査
QESCO	Quetta Electric Supply company	クエッタ電力公社
QICT	Qasim International Container Terminal	カシム国際コンテナターミナル
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
ROW	Right of Way	優先権
SADEP	Special Assistance for Development Policy and Project	開発政策・事業支援調査
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEPCO	Sukkur Electric Power company	サッカル電力公社
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SGTPS-I	SITE Gas Turbine Power Station – I	SITE 地区ガスタービン発電所-1
SGTPS-II	SITE Gas Turbine Power Station – II	SITE 地区ガスタービン発電所-2
SITE	Sindh Industrial Tranding Estates	SITE 地区
STPS	Site Thermal Power Station	SITE 地区火力発電所
TESCO	Tribal Electric Supply company	トリバル電力公社
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TTC	Travel Time Cost	トラベルタイムコスト
UFLS	Under Frequency Load Shedding	低周波計画停電
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
VOC	Vehicle Operating Costs	車両走行費用
WAPDA	Water and Power Development Authority	水力・電力開発庁
WB	World Bank	世界銀行
WTP	Willingness to Pay	返済意思

図一覧

図 1.1	調査対象地域.....	1-2
図 2.1	CBD～カシム港間のボトルネック箇所.....	2-2
図 4.1	調査箇所図.....	4-1
図 4.2	昼夜別の交通状況（12 時間調査箇所は TC1、TC4 の昼夜率を基に 24 時間値に換算）.....	4-2
図 4.3	調査箇所別車種別交通量.....	4-3
図 4.5	旅行速度調査結果（右：朝ピーク、左：夕ピーク）.....	4-4
図 4.6	調査箇所ごとの路上駐車台数.....	4-4
図 5.1	カラチ市が計画する道路プロジェクト.....	5-1
図 5.2	調査団が提案する道路プロジェクト.....	5-2
図 5.3	海岸道路の道路拡幅に伴い移転が多数生じる地点.....	5-5
図 5.4	ルート 2 の主要コントロールポイント.....	5-6
図 5.5	シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイ間の高架橋建設予定箇所.....	5-6
図 5.6	現況再現結果（交通量）.....	5-8
図 5.7	将来道路交通網（2020 年）.....	5-9
図 5.8	将来道路交通網（2030 年）.....	5-9
図 5.9	Umar Goth エリアにおけるバイパスルート.....	5-12
図 5.10	Future Colony における住民移転を減少させる対策.....	5-14
図 5.11	標準横断図（ルート 1）.....	5-16
図 5.12	標準横断図（ルート 2）.....	5-18
図 5.13	標準横断図（ルート 3）.....	5-19
図 6.1	標準横断図（土工区間）.....	6-2
図 6.2	標準横断図（擁壁区間）.....	6-2
図 6.3	標準横断図（橋梁区間）.....	6-3
図 6.4	標準横断図（ランプ区間）.....	6-3
図 6.5	バイパスルート.....	6-4
図 7.1	大型産業車両の提案輸送ルート.....	7-2
図 7.2	KMC によるマリル川堤防道路の整備フェーズ区分.....	7-3

表一覧

表 2.1	サンセットブルバード道路－8000 フィート道路のボトルネックの現状.....	2-3
表 2.2	シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイのボトルネックの状況.....	2-5
表 3.1	プロジェクトリスト.....	3-3

表 3.2	優先プロジェクト.....	3-4
表 3.3	パ国政府側に推奨されるアクション.....	3-5
表 4.1	調査実施概要.....	4-1
表 4.2	断面交通量調査結果.....	4-2
表 4.4	交差点交通量調査結果.....	4-5
表 5.1	比較ルートの特徴の概要.....	5-3
表 5.2	高架橋の概要.....	5-6
表 5.3	人口・雇用者の変化.....	5-7
表 5.5	将来交通需要予測における交通指標の結果.....	5-8
表 5.6	将来交通需要予測結果.....	5-10
表 5.7	各分析ケースにおける評価.....	5-10
表 5.8	優先案件道路の整備効果（2030年）.....	5-11
表 5.9	海岸道路建設によって影響を及ぼす規模の概要.....	5-11
表 5.10	マリル川堤防道路建設によって影響される規模の概要.....	5-13
表 5.11	道路改良事業によって影響される規模の概要.....	5-14
表 5.12	ルート1の概要.....	5-16
表 5.13	ルート2の概要.....	5-17
表 5.14	ルート3の概要.....	5-19
表 5.15	比較ルートの評価結果.....	5-23
表 6.1	プロジェクト概要.....	6-1
表 6.2	設計条件.....	6-1
表 6.3	主要工種単価.....	6-5
表 6.4	工事費.....	6-6
表 6.5	概算事業費.....	6-6
表 6.6	プロジェクト実施スケジュール.....	6-7
表 6.7	感度分析の結果.....	6-9

第1章 序論

1.1 事業の背景

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ」国）は、79.6万km²（日本の約2倍）の国土に、1億7,710万人（世界第6位）の人口を抱える南アジアの大国である。2050年、「パ」国の人口はブラジル、インドネシアを抜き、世界第4位となる3億3,500万人に達すると見込まれ、同国はBRICsに次いで高度成長を達成することが期待される新興経済発展国家群NEXT 11の中でも、若年労働者の豊富な有望市場と位置付けられている。英語が通じやすいこともあり、日系企業も既に59社が進出している。

しかしながら、2010年7月の大規模洪水やテロ事件が多発する劣悪な治安情勢等の影響により、「パ」国の2011年度の実質GDP成長率は当初目標の4.5%を下回る前年比プラス2.4%に留まり、同じ南アジア諸国のインド（同プラス8.5%、2010年）、バングラデシュ（同プラス6.7%、2011年）、スリランカ（同プラス8.0%、2010年）に大きく水をあけられている。さらには恒常的な財政赤字と貿易赤字を抱える「パ」国の経済は、非常に厳しい状況にある。

他方、「パ」国は南アジア、中央アジア及び中東の交差点とも言える極めて有利な地点に位置しており、同国最大の都市で経済の中心地であるカラチは、長きに渡り東アジアと中東、欧州を結ぶハブとして機能してきた歴史を持つ。現在はかつてほどの存在感を示せずにいるカラチであるが、将来的に質の高い加工品を生産できるようになることで再び地理的優位性を発揮し、「パ」国の発展を牽引していくことが期待されている。

このような状況において「パ」国政府は、2007年に策定した「Vision 2030」で掲げられた目標、一人当たりGDP3,000ドルの達成に向け、GDPに占める製造業のシェア18%を2030年までに30%に引き上げることとしているが、このためには、現在の主産業である繊維産業に加え、自動車産業等、付加価値が高く、且つ市場規模の大きな分野の活性化が不可欠である。また、国内投資の拡大が短期的には見込めない中、経済成長のエンジンとなる外国直接投資（以下、FDI）についても製造業のシェア拡大が望まれており、自動車分野等製造業が主力を占める現地日系企業への期待は大きい。現在のところ日本からの投資は全体の1.2%に留まっている。

以上の状況を踏まえ、「パ」国における投資環境の課題の分析、及びその解決に向けた具体的な政策・制度改善案を立案・実施するために貴機構により2010年5月から「パ」国投資庁（Board of Investment、以下、BOI）に投資環境整備アドバイザーが派遣され、2011年4月には現地日系企業の抱える問題点及びその解決策が提言”Problem-Analysis & Solution-Action”として取りまとめられた。同提言の中では、現地進出日系企業の大多数が不安定な政治・社会情勢に加え、電力不足やインフラ整備の遅れ、現地政府の不透明な政策運営等が投資環境上の問題点として挙げられている。日系企業をはじめとする外国企業からのFDI拡大のためには、投資環境の改善が必要不可欠であり、同提言で指摘された問題点への対応を支援するため、貴機構による技術協力・資金協力のニーズ調査と案件形成が必要となっている。

上記のような背景の下、貴機構とBOIは、2011年10月、カラチ市における投資環境整備に係る調査について”Scope of Work”を署名・交換した。本調査は、当該Scope of Workに規定される業務のうち、産業インフラ整備に関連する部分につき調査を実施するものである。

1.2 業務の目的

本調査の目的は以下に示す。

- 投資環境整備の観点から調査対象地域の産業インフラ（道路および電力）に係る現状の課題を明らかにする。
- 課題解決のために必要な産業インフラ整備候補案件を整理する。
- 優先的案件を形成する。

1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は、カラチ市街の東方約30kmに位置するカラチ輸出加工地区（Karachi Export Processing Zone: KEPZ）およびカシム港周辺工業地区、並びにカラチ市街から対象地域へのアクセス道路である。本調査の対象地域を図1.1に示す。



出典：Karachi Transportation Improvement Project,2011, JICA に加筆

図1.1 調査対象地域

第2章 産業インフラの現況と課題

2.1 JICA 専門家による“Problem-Analysis & Solution-Action (2011)”

JICAは2010年5月からBOI強化プロジェクトのためにBOIへ専門家を派遣し、カラチの日系企業が直面している法律、社会事業制度やインフラの問題を含む重大な問題解決のために、JICA専門家の主導のもとにJACI（日本商工会）やJETRO（国際協力銀行）カラチと協力し、提言”Problem-Analysis & Solution-Action”を取りまとめ、2011年4月にBOIへ提出した。

同提言において現地日系企業がパキスタン政府に対して要求した産業インフラに関する内容は、以下に述べるとおり、工場への道路アクセスおよび電力供給の改善が主たる要求であった。

a) 道路インフラ

- KEPZ周辺のランディ産業エリア内部の道路状態は劣悪であり道路幅員も不十分であることから、深刻な交通渋滞や多くの事故を引き起こしている。これらは工場に出入りする貨物トラックの運行に大きな障害となっているとともに、トラックの稼働コストの上昇の原因となっている。
- KEPZやカシム港の外国資本の企業や工場で働いている従業員は、通勤ルートとしてシャラーイーファイサルとナショナル・ハイウェイを利用している。この道路は空港を過ぎた地点から車線数が1方向2車線に減少することや、交差点部での渋滞、カイドバード高架橋からカシム港の間で石油タンカーやトレーラーが路肩に駐車していることなどから、交通渋滞や交通事故が頻繁に発生している。
- 外国企業は工場で働くために、シャトルバスサービスを提供しており、通勤の遅れが工場の生産活動に深刻な影響を与えるだけでなく、渋滞で停車している車両を狙った路上でのガンポイントに遭遇するリスクが増加している。

b) 電力供給

- 変動のない安定した電力供給は工場の生産活動にとって重要な条件である。しかしながら、この条件が電力会社によって保障されていないことより、製造計画では、自らの費用で自家発電機を設置しなければならない。
- 電圧の変動は製造物の品質に影響を与えることから、工場は電圧変動への対応手段として追加施設・装置への追加投資を強いられる。

この提言の中から、日本側とBOIの間で合意したプロジェクトの一つはメイラン道路整備事業である。パキスタン政府は日本政府のカウンター・バリュー・ファンドを利用して、PMTF道路からパキスタンスティルミルズ道路（8.3km）のメイラン道路建設を行うことを検討中であり、内フェーズ1については既に完工している。

近年に於いては、上記の産業インフラ以外にも、電気や水道、ガスのような公共施設の問題も深刻になってきており、不安定な公共サービスを理由に、インドやスリランカ、バングラデシュへ移転する工場も少なくない。JICA調査はKEPZ、カシム港、ランディ産業エリアやSITE地区などの全25の企業に対してインタビュー調査を行った。産業インフラに関するインタビュー調査の主要ポイントを以下に示す。

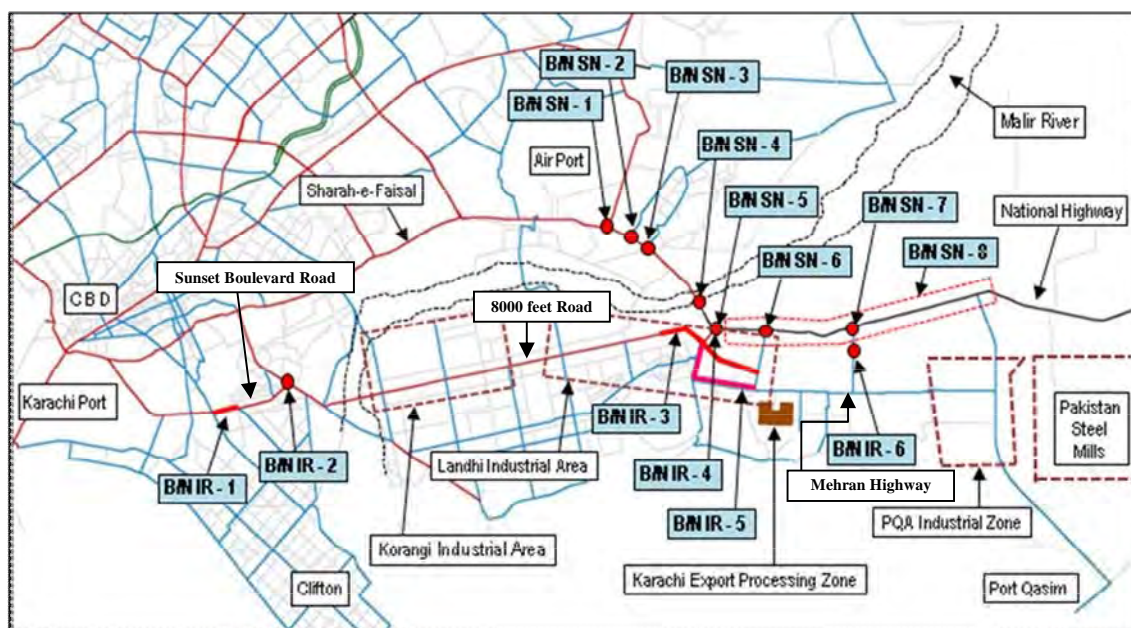
- 安定した電力供給は工業団地内にある企業にとって重要である。しかしながら、頻繁な計画停電や停電のために、多くの企業は主に産業ガス供給ネットワークを利用した自家発電へとシフトしている。
- 産業ガスの不安定供給もまた問題となっている。産業ガスの遮断は工場の発電にも影響を与えている。
- 不安定な水供給も問題となっている。産業エリアの水道ポンプは停電によって機能停止となり、上水道も停止する。
- KEPZとカシム港周辺に位置している企業は、工場への道路アクセスの整備水準の低さについて不満を持っている。

2.2 産業エリアへのアクセスの現状

CBDおよびクリフトンレジデントエリアからコランギ産業エリア、ランディ産業エリアとカシム港への主要なアクセス道路は以下の2本ある。

- i) サンセットブルバード道路－8000フィート道路－メイラン道路のルート
- ii) シャラーイーファイサル－ナショナルハイウェイのルート

調査団の現地調査によって特定されたこれら路線のボトルネック箇所を図 2.1に示す。



出典：JICA 調査団


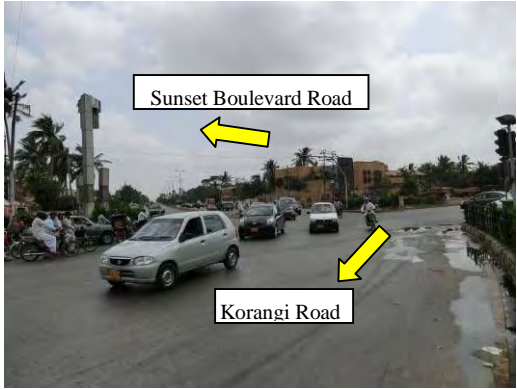
図 2.1 CBD～カシム港間のボトルネック箇所

1) サンセットブルバード道路－8000フィート道路－メイラン道路のルート

このルートの主要なボトルネック箇所の概要を表 2.1に示す。このルートの主な問題点は、8000フィート道路のFuture Colony からメイラン道路のHospital Chowrangiの間の道路の幅が狭くなり、舗装状態も悪い箇所が多く、かつ、路上駐車が多い住宅地区を通過するため交通状態が悪くなっていることである。

トレーラーやタンカーのような大型車両がこの区間の多数を占めるため、大型車両が通行するメイン道路とローカル交通のためのサービス道路を分けることが望ましい。しかしながら、道路沿線に家屋が多数張り付いていることから道路拡幅は難しい。さらに、ランドイ産業エリアとナショナルハイウェイ間のアクセスの改良も必要となる。

表 2.1 サンセットブルバード道路－8000フィート道路のボトルネックの現状

ID No.	B/N IR - 1	B/N IR - 2
場所	PT Colony でのサンセットブルバード道路	サンセットブルバード道路とコランギ道路の交差点
現場写真		
状態	<ul style="list-style-type: none"> - 0.9km の区間のみ 4 車線化している - 両側にサービス道路を設置した 6 車線拡幅により大規模な用地補償が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 本の主要幹線道路は信号制御の交差点である - サンセットブルバード道路－Qayym Abad 高架橋方向が主な交通流動となっている

ID No.	B/N IR - 3	B/N IR - 4
場所	Future Colony 地区における 8000 フィート 道路	カイダバード高架橋下部のロータリー
現場写真		
状態	- 4 車線 - 路上駐車が本線の交通流動を妨げている	- タクシーやバスが路上で乗客を待っているため、ロータリーは常に混雑している
ID No.	B/N IR - 5	B/N IR - 6
場所	メイラン道路（Rice Godown ~ Hospital Chowrangi）	PMTF 道路での鉄道との交差部
現場写真		
状態	- 道路の表面状態は非常に悪い - 路上駐車が本線の交通流動を妨げている	- 鉄道との交差部は前後の道路区間と比較して狭い

出典：JICA 調査団

2) シャラーイーファイサルーナショナルハイウェイのルート

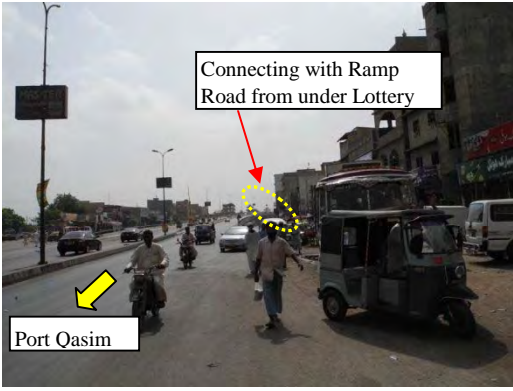
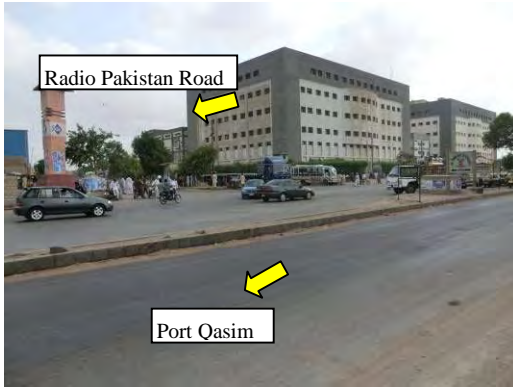
シャラーイーファイサルからカシム港までのナショナルハイウェイの間の道路区間の主なボトルネック箇所の概要を表 2.2 示す。

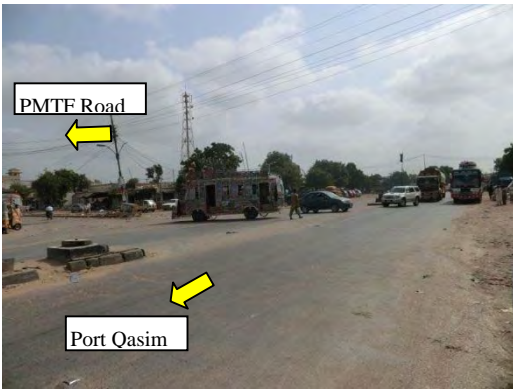

シャラーイーファイサルの Army Settlement 高架橋から国際空港間の道路区間は、立体交差化により信号交差がない道路として整備されている。また、最低でも6車線で住宅エリアではサービス道路も設置されているため、スムーズな交通が確保されている。国際空港からカシム港の間の道路区間は、基本的に4車線で、主要交差点も平面交差である。したがって、

この区間の道路の問題としては、特に頻繁に交通渋滞が生じている交差点部の交通渋滞の解消である。

表 2.2 シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイのボトルネックの状態

ID No.	B/N SN - 1	B/N IR SN - 2
場所	シャラーイーファイサル道路での Malir Halt 交差点	Begum Khursheed 道路とシャラーイーファイサル道路の交差点
現場写真		
状態	<ul style="list-style-type: none"> - 待機しているタクシーや停車しているバスが本線の交通流動を妨げている - ROW のスペースに隣り合って建っている露店も交通流動を妨げている 	<ul style="list-style-type: none"> - 待機しているタクシーや停車しているバスが本線の交通流動を妨げている
ID No.	B/N SN - 3	B/N SN - 4
場所	シャラーイーファイサル道路での Malir No. 15 交差点	ナショナルハイウェイでのマリル川橋通過地点(カシム港方面)
現場写真		
状態	<ul style="list-style-type: none"> - 2つの交差点（Abdullah Naseem Road と Marad Memon Goth Road）は閉鎖している - 待機しているタクシーや停車しているバスが本線の交通流動を妨げている - 狭い ROW のスペースに存在する露店も交通流動を妨げている 	<ul style="list-style-type: none"> - コミュニティ道路がマリル川橋のアプローチ部の起点で接続している - ミニバスやタクシーなどの停車車両が交通流動を妨げている

ID No.	B/N SN - 5	B/N SN - 6
場所	ナショナルハイウェイでのカイダバード高架橋通過部（カシム港方面）	ナショナルハイウェイでのラジオパキスタン道路（Hospital Chowrangi 方面）の交差点
現場写真		
状態	<ul style="list-style-type: none"> - 高架橋下部のロータリーからのランプは高架橋のアプローチ部の起点で接続しているが必要なテーパー長は確保されていない - 路肩の停車車両が交通流動を妨げている 	<ul style="list-style-type: none"> - 信号は設置されていない - ランディ産業エリアとカシム港の間のトレーラーやタンカーが数多く通過する

ID No.	B/N SN - 7	B/N SN - 8
場所	ナショナルハイウェイでの PMTF 道路との交差点	ナショナルハイウェイでのカイダバード高架橋とカシム港の間の全体区間
現場写真		
状態	<ul style="list-style-type: none"> - 信号は設置されていない - ランディ産業エリアとカシム港の間のトレーラーやタンカーが数多く通過する 	<ul style="list-style-type: none"> - 路肩に停車しているタンカーやトレーラーが本線の交通流動を妨げている

出典：JICA 調査団

第3章 電力設備の現状と課題

3.1 電力供給の現状と背景

パ国は現在、かつて国民や電力会社が10年以前に経験したことのなかった電力不足危機に陥っている。電力需要の急速な伸びや石油価格の高騰がその発端であるが、電力需要と供給力との差は年々広がり続けている。供給力の不足は、計画停電によって調整されてきたが、根本的な解決策が打たれないことから社会的な不満を生じている。

パ国の電力需要が供給能力を上回ったのは2003年であったが、その後新たな設備が建設されることがなく、需要は供給力を大きく上回り、2010年には供給力の不足分は全供給力の20%を上回っている。現在も、電力不足は全て計画停電によって調整されている。

こうした状況の中、調査団はカラチ市のカラチ経済特別区やビンカシム工業団地への電力供給環境の改善を主眼においた調査を行い、電力供給の実態を調査して工業団地の投資環境改善やパ国国民の生活環境改善に貢献できるプロジェクトを策定した。

(1) カラチの電力供給会社

カラチ市とそれ以外のパキスタン全土の電力供給環境とは、電力会社が異なるために大きく異なる。カラチ市とその郊外はカラチ電力会社（KESC:Karachi Electricity Supply Company）によって電力が供給され、それ以外のパ国全土は、WAPDAグループが供給している。KESCは1913年に創業された歴史有る電力会社であるが、2003～2005年にパキスタン政府の指導により73%の株をサウジアラビアとクエートの複合企業に売却することにより、完全に民営化された。一方WAPDAグループは政府系公共機関であることが、カラチ市とそれ以外の地域の電力供給環境に違いを生じさせている。WAPDA（Water and Power Development Authority）はかつてカラチ市以外のパ国全土に電力供給する大きな電力会社であったが、水力発電、火力発電、送電、配電、監理を各々専門とする複数の会社組織に解体された。現在WAPDAは水力発電事業を行っている会社の名称となっている。しかしながら解体後の複数の会社の総称として、今でも“WAPDAグループ”が使われている。

(2) カラチの電力供給量

2010年におけるパ国の総発電設備容量は19,437MWで、KESCの設備はそのうち2,158MWであった。すなわちKESCの設備規模はパ国全体の約10%といえる。KESCが民営化されても、国立電力監督機関（NEPRA）が新たな電力会社を認めない限り、カラチ市民にとってKESCは電力供給に関する独占企業であり、カラチ市民はKESC以外から電力供給を受けることはできない。本調査の主な対象地もKESCから電力供給を受けているため、KESCの開発方針を見据えなければ、現実的なプロジェクトの提言はできない。

全国的な電力不足の中、政府はWAPDAグループに対して650MWの電力をKESCに供給するように指導し、2010年に5年間の期限で合意書が交わされた。KESCは民営化された営利企業であるため、電力不足の事態が発生すれば、電力料金徴収が確実な需要家には優先して電力供給を行うが、徴収不可能な需要家への供給はしない。よって、料金徴収が困難な地域のカラチ一般市民への電力供給が止められることを危惧した政策である。

しかしながら、電力不足はKESCよりWAPDAグループの方がより深刻で、一般市民への計画停電の長さはKESC地域の2倍程度と言われており、国民の不公平感が高まっている。よって2015年に合意書が更新される見込みが明確でないため、カラチ市の需要家は将来の電力供給に対して不安を募らせている。

(3) 電力供給システムとその課題

KESCの供給領域には水力発電候補地が無いため、発電は火力に頼っている。火力発電所の多くは、重油と天然ガスの二元燃料方式で設計されており、石油価格が高騰した現在、重油の比率を押さえ、天然ガスの比率を上げて発電するようになった。ところが近年、とくにトラックなどの車両において、ディーゼル燃料仕様を圧縮天然ガス（CNG）仕様に改造するなど、天然ガスのCNG化需要が急激に高まった。政府は2005年に「Natural Gas Allocation Management Policy」を発効し、発電に対しても天然ガスの供給制限を始めた。これにより、2012年6月現在もKESCが発電に必要な天然ガス450MMCFD（Millions of cubic feet per day）に対して、220MMCFDしか供給されていない。KESCはこうした状況から脱するために、KESCの持つBin Qasim第1発電所の、重油・天然ガス二元燃料仕様の蒸気タービン発電機6基のうち2基を石炭焚に変換する計画を立て実現に向けて活動している。また、コンバインドサイクルモード（一度発電に使用した排熱を再度利用して再度発電）でないガスタービンをコンバインドサイクル化するなど、石油と天然ガスに依存しないエネルギー源の開発やエネルギーの有効化を模索している。

(4) 送配電システム

送配電については、KESCはカラチ市を取り巻く220kV環状送電線と放射状に伸展する132kV送電線を有している。長距離送電線がないため送電損失も2.5%程度と妥当な範囲にある。しかしながら、商業化されていく市中心部の住宅地や工業団地等では、需要が増加し送変電設備が過負荷となっており、これが故障による停電の原因となっているため、変電所の新たな設置と、それに接続する132kV送電線が必要となっている。

11kVと400Vで構成されている配電線は古い線路が多く、配電損失は35%と非常に大きい。電線サイズが小さく、過電流や電圧降下を生じさせている。裸線であることに起因する短絡、地絡、欠相は故障停電の原因となっており、電力の質を低下させている。また裸線であることから盗電が多く行われており、これがKESCの財政を圧迫し、結果的にその地域の計画停電時間を長くしている。

(5) KESCの電力供給網力と電力料金

KESCの電力供給状況の概要を述べると、供給量の60%は自社設備で発電しており、40%はIPP、WAPDAグループ、原子力発電所の電力を購入している。電力の35%は送電・配電損失で失うため、残りの65%が売電電力となる。需要家の数は、工場需要家1%、商業需要家22%。一般需要家77%であるが、徴収電力料金の割合は、工場需要家から50%、商業需要家18%、一般需要家32%となっている。すなわち需要家数にすると1%である工場需要家から収益の50%を受けている。よってKESCにとって工場需要家は大切な顧客である。KESCに確認したところ工業団地を対象にした計画停電は実施していないとの回答であった。

ビンカシム工業団地内の複数の工場需要家に面談したところ、事実、計画停電は実施されていなかった。しかしながら電力供給状態が良いわけではなく、月に累積2時間から8時間の非通知停電があるため、工場にとって良い受電環境ではない。他の工業団地では0時間から20時間の非通知停電を記録していた。明らかに送配電設備の事故による停電である。

上記面談によると工場需要家の電力料金はPKR11～PKR13（US\$0.117～US\$0.138）で、工場が持つ非常用ディーゼル発電機の発電単価（導入費除く）は約PKR35（US\$0.372）であった。ガスタービン発電機を所有し、使用電力の全てまたは一部分を賄っている工場もある。ガスタービン発電機の維持費を含めた発電単価（導入費除く）は、PKR5～PKR7.5（US\$0.053～US\$0.079）であった。ディーゼルはKESCの電力料金に比べて非常に高価であることがわかるが、ガスタービン発電機の発電単価は電力料金に比べて大変安価であることもわかる。

ほとんどの工場はガスタービンの導入を検討してはいるものの、ガスの供給が曜日によって停止される場合もあり、安定したガス供給に不安を持っていることから、KESCからの安価で安定した電力供給を望んでいる。

3.2 KESCの電力開発計画と本調査が提案する送電/配電計画

調査団はKESCに対して、現在KESCが必要な、あるいは計画しているプロジェクトのリスト化を依頼した。作成されたリストには発電関連プロジェクトのみであったので、送電・配電に関しては、カラチ市がKESCから得て作成した将来計画を調査団が検討の上、リストに加えた。加えて調査対象地域内に計画されている工業団地プロジェクトも加えた。プロジェクトリストを以下に示す。

表3.1 プロジェクトリスト

Project No.	Projects	Approx. Cost	Planned
(1)	Bin Qasim Power Station -I (BQPS-I)におけるボイラーの石炭燃料への変換 (420MW)	US\$250M	KESC
(2)	カラチ市ゴミ燃料、設備と運営 (22MW)	US\$65-70M	KESC
(3)	タール石炭火力発電所 (300MW, overall 1,200MW)	US\$450M	KESC
(4)	海外LNGの輸入、設備と運営 (BQPS-II 560MWに利用)	US\$300-350M	KESC
(5)	Korangi Combined Cycle Power Plant (KCCPP)におけるオープンモード機のコンバインドサイクルモード化	US\$44M	KESC
(6)	Korangi Gasturbine Power Station-II (KGTPS-II) におけるコンバインドサイクルモード化	US\$24M	KESC
(7)	S.I.T.E Gasturbine Power Station-II (SGTPS-II) におけるコンバインドサイクルモード化	US\$24M	KESC
(8)	海水の淡水化工場(25MGD)のコジェネレーション, BOT	Unknown	QPA
(9)	グリッド変電所の建設と132kV送電線の建設	US\$130M (*1)	KMC
(10)	配電線の改修	US\$100M (*1)	Study Team
(11)	Pakistan Textile City (工業団地) の建設 (City内の最大250MWの発電所含)	Unknown	Study Team

注釈*1：本価格は調査団が暫定的に決めたプロジェクトスコープをベースとしたもので、変更可能。

出典：JICA 調査団

上記リストのうち、KESCなどが既に資金源を確保している計画(1)、(11)、大規模な運営を含む計画(2)、金額が大きいため、本調査の趣旨にそぐわず、別途F/S等につき検討が必要な計画(3)、やはり金額が巨大で運営を含む計画(4)、不確定要素が多くさらなる調査が必要な計画(8)、は、援助案件などの優先案件としてそぐわないと判断し本調査の評価の対象から除外することとし、残りの5つのプロジェクト(5)、(6)、(7)、(9)、(10)についてその技術的な課題と実現の可能性を検討し、その結果を以下に示す。

KESCが計画している(5)、(6)、(7)は、ガスタービンに熱回収蒸気発生器と蒸気タービン発電機を付けて、コンバインドサイクルとし、燃料をあらたに消費することなく発電量を増設するものである。増設する発電量は、(5)、(6)、(7)でそれぞれ、26MW、10MW、10MWである。この内の(5)は48.4MWの既設ガスタービン発電機が4基ある中、2基はすでに26MWの蒸気タービン発電機を持っており問題なく稼働している。本件は残り2基についての増設であるので大変確実なプロジェクトであるといえる。(6)、(7)には同じ単機容量2.739MW x 32台のレシプロエンジン発電機が設置されている。これに熱回収蒸気発生器と蒸気タービン

発電機を付ける案である。増容量はそれぞれ10MWとやや小規模である。

工業団地の投資家にとっても、WAPDAからの電力供給の停止や、天然ガス供給の制限に対する不安感は大い。発電電力を少しでも多く確保しなければ根本的な解決策は得られないことから、発電プロジェクトを最優先すべきと考える。コンバインドサイクル化は増加容量だけを取ってみれば、無燃料による発電容量の増加であるので容量そのものは小さいが、経済面、環境面でのパ国に対する貢献は大い。

KMCが計画する(9)はグリッド変電所の建設とそれに伴う架空または地中送電線を建設する送電プロジェクトである。カラチ市内の人口密集地では用地問題を絡めた詳細調査を行わなければ具体的な場所を特定できない。上記コストは10グリッド変電所程度を考えたものであるが、プロジェクトの規模は調整可能である。

調査団が提案する(10)は配電プロジェクトである。いずれも設備の過負荷を軽減して停電を減少させ、適切な機材によって電力の質を向上させるために必要なプロジェクトである。(10)は11kV及び400V配電線の太径化、絶縁電線化、変圧器、キャパシターの設置を考えている。プロジェクト規模は調整可能である。上記コストは既設11kV及び400V配電線総長の5%程度の改修規模である。送配電損失35%の殆どを配電損失が占めると言われる。この高い配電損失の軽減は発電量の増加と等価な効果があるため、KMCが提案する送電プロジェクトより調査団が提案する配電プロジェクトを優先すべきであると考えられる。

調査団が提案した工業団地プロジェクト(11)は、株式会社である施主が株主から既に資金を調達し、土木工事の一部がすでに完成しつつあること、さらに施主が団地内に計画している発電所が250MWと価格的にもプロジェクト(3)にせまる規模で、援助機関などが電力に困窮している一般需要家よりも、限られた工業団地の電力供給だけをを優先することが考え難いこと等から、本調査の対象としては相応しくないと判断し、優先プロジェクトから除外することとする。

なお(9)、(10)、については、プロジェクト実施の際の実施主体はKESCと考えられる。(11)の実施主体はthe Pakistan Textile City Limited.である。

3.3 推奨するプロジェクト

上記の評価結果を踏まえ、推奨するプロジェクト案（4件）を優先順位の高い順から以下に示す。

(6)と(7)は全く同じガスタービン発電機であるので、優先順位を同じとした。

表3.2 優先プロジェクト

Project No.	Projects	Approx. Cost	Priority
(5)	Korangi Combined Cycle Power Plant (KCCPP)におけるオープンモード機のコンバインドサイクルモード化	US\$200-250M	1
(6)	Korangi Gasturbine Power Station-II (KGTPS-II) におけるコンバインドサイクルモード化	US\$44M	2
(7)	S.I.T.E Gasturbine Power Station-II (SGTPS-II) におけるコンバインドサイクルモード化	US\$44M	2
(10)	配電線の改修	US\$100M	3

出典：JICA 調査団

3.4 パキスタン政府側に提案すべきアクション

以上に挙げられた優先プロジェクトの事業主体は全て民間企業であるKESCとなる。しかし国際的援助機関などからのローンは通常「パ」国政府を対象とするため、プロジェクトの早期実施にあたっては「パ」国政府が率先し実施に向けて準備作業を始める必要がある。

幸い、推奨された(5)、(6)、(7)については既存発電所敷地での追加設備建設となるため、用地取得が不要となり、環境影響評価なども新設工事に比較し容易と考えられる。(10)についても、原則的に現存する配電線支持柱の建て替えと電線張り替えとなるため、新たな用地取得や環境影響評価も不要と考えられる。この確認が「パ」国政府側に要求される。

現状の問題の解消と、上記推奨プロジェクトを少しでもスムーズに実施に移すため「パ」国政府側に提案すべきアクションを以下に示す。

表3.3 パ国政府側に推奨されるアクション

No.	Projects	Priority
1	推奨された4案件につきKESCによるPC-1の「パ」国政府への提出と承認取得。必要であれば内部的に再度優先プロジェクト決定。 引き続き政府による各ドナーへのローン申請。 EIAなど内部関連手続きが必要か否かの確認。	1
2	(1)Bin Qasim Power Station -I (BQPS-I)におけるボイラーの石炭燃料への変換（420MW）。 推奨案件ではないが、本件は「パ」国一般市民にとって最重要案件。 資金元の最終決定等、現在進行中のプロセスをさらに進め、現状の電力不足解消の一助とする。	2
3	(10)配電線の改修のためのF/S 上記Feasibility Studyを先行して進めることで概略スコープ等を確定し、ドナーが本件をスムーズに実施出来る状態とする。	3

出典：JICA 調査団

第4章 交通量調査

4.1 交通量調査

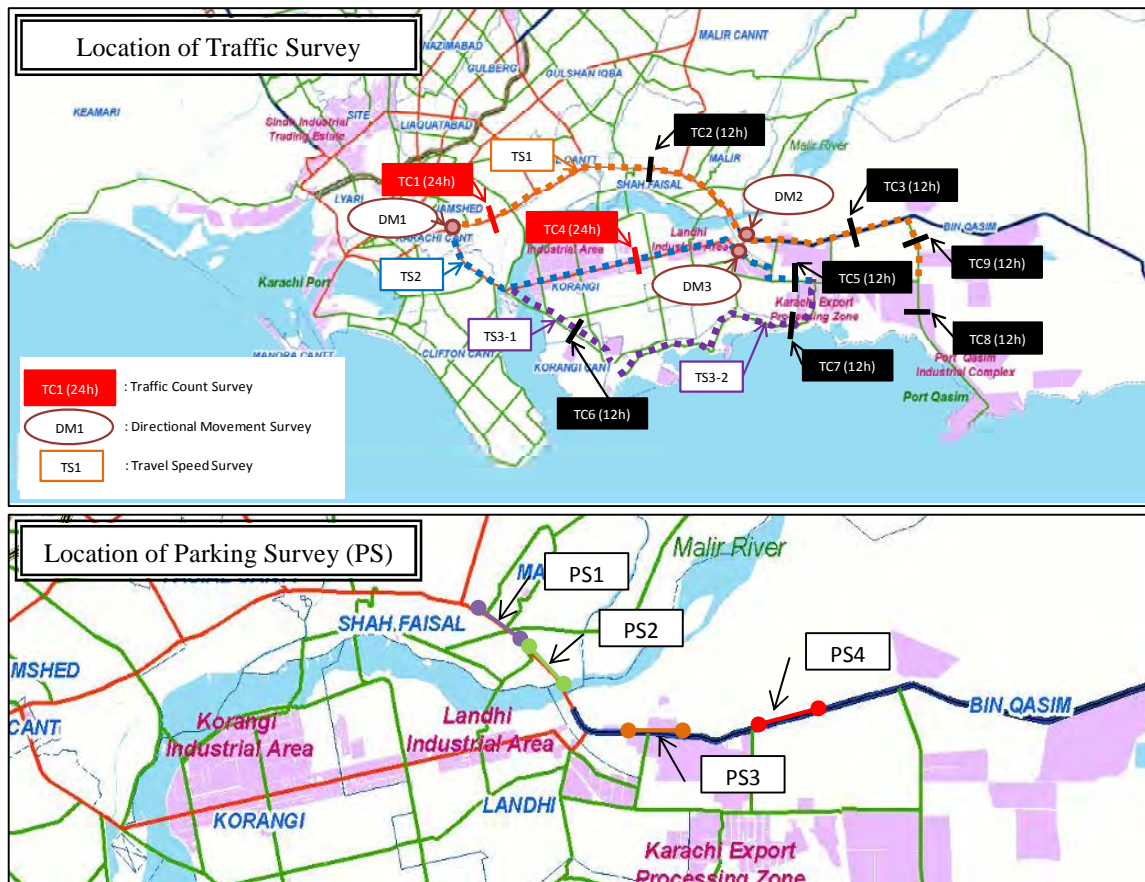
(1) 調査概要

調査対象地域内における交通状況及び駐車状況の把握を目的として交通量調査（断面交通量調査、交差点方向別交通量調査、旅行速度調査、路上駐車状況調査）を実施した。調査実施概要、調査箇所図を下表に示す。

表4.1 調査実施概要

Survey	Method	Coverage
1) 断面交通量調査	・車種別断面交通量の計測	2 断面 (24 時間) 7 断面 (12 時間)
2) 交差点交通量調査	・ピーク時間帯交差点方向別交通量の計測	3 交差点 (7:00-10:00, 16:00-19:00)
3) 旅行速度調査	・調査区間走行速度の計測	4 ルート (7:00-10:00, 10:00-16:00, 16:00-19:00)
4) 路上駐車状況調査	・路上駐車台数の計測 ・ドライバーへのインタビュー	4 地域

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図4.1 調査箇所図

4.2 現況交通状況

(1) 交通状況

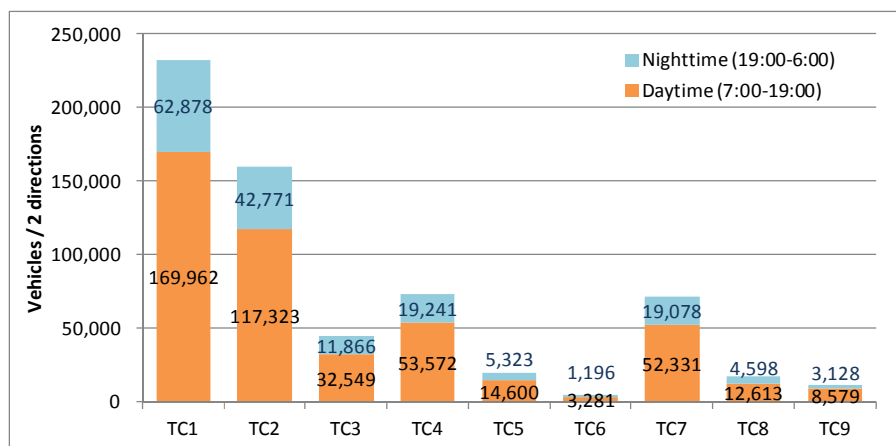
1) 断面交通量調査結果

シャラーイーファイサル道路、及びコランギ道路（TC1、TC2、TC4、TC7）において50000台/日の交通量が観測されており、これらの路線が地域の主要幹線であることが伺える。特にシャラーイーファイサル道路（TC1）においては、12時間交通量で169,962台、日交通量で232,840台と観測箇所の中で最も交通量が多く、混雑度も高い状況である。

表4.2 断面交通量調査結果

Station	Direction		Traffic Volume (Veh.)		
	From	To	12 hours (7:00 – 19:00)	24 hours (7:00 – 7:00)	24/12 hrs
TC1	Airport	FTC	87,735	112,921	1.29
	FTC	Airport	82,227	119,919	1.46
TC2	FTC	PQA	60,552	-	-
	PQA	FTC	56,771	-	-
TC3	PQA	Quaidabad	15,322	-	-
	Quaidabad	PQA	17,227	-	-
TC4	Jam Sadiq Bridge	Dawood Chowrangi(Landhi)	33,471	43,176	1.29
	Dawood Chowrangi(Landhi)	Jam Sadiq Bridge	20,101	29,637	1.47
TC5	PQA	Landhi	5,600	-	-
	Landhi	PQA	9,000	-	-
TC6	Fishery	Korangi crossing	1,609	-	-
	Korangi crossing	Fishery	1,672	-	-
TC7	Hino Chowrangi	Korangi	21,222	-	-
	Korangi	Hino Chowrangi	31,109	-	-
TC8	PQA	N5	5,826	-	-
	N5	PQA	6,787	-	-
TC9	PQA	N5	4,142	-	-
	N5	PQA	4,437	-	-

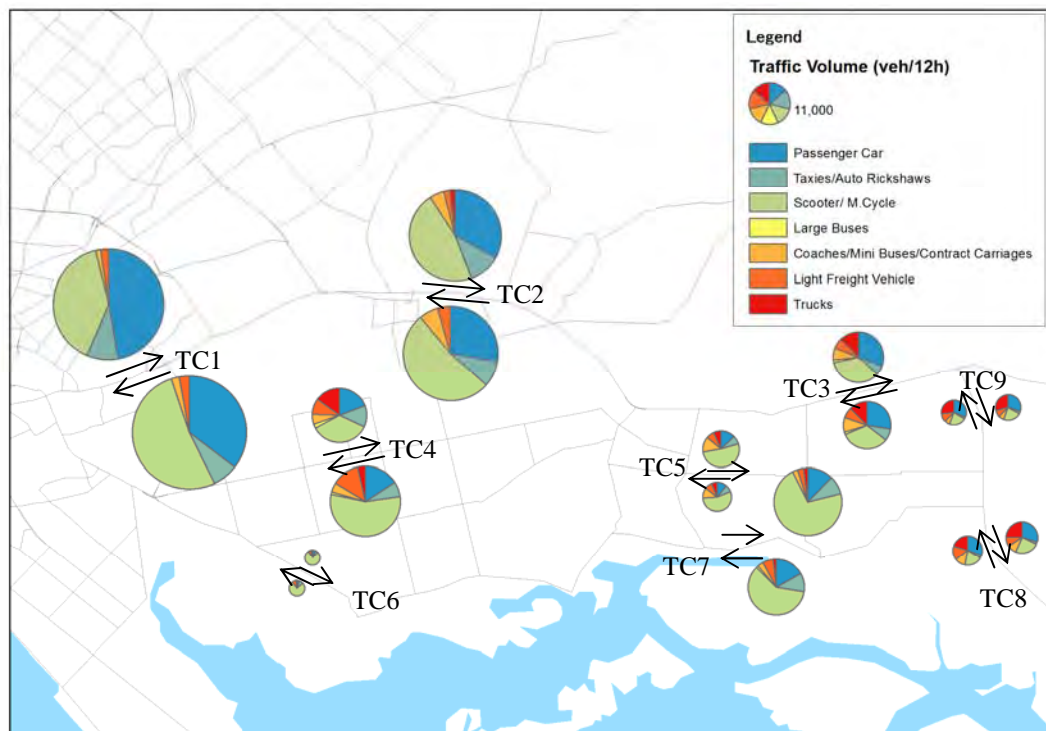
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図4.2 昼夜別の交通状況（12時間調査箇所はTC1、TC4の昼夜率を基に24時間値に換算）

また車種別交通量については、多くの調査箇所では乗用車及びスクーター/自動二輪車が主要な車種となっているが、TC3、TC4、TC8、TC9ではトラックの割合が高く、これらの路線がカシム港に向かう物流のアクセス路となっていることが考えられる。



	Passenger Cars	Taxis/Auto Rickshaws	Scooter / M.Cycle	Large Buses	Coaches	Light Freight Vehicle	Truck (2~6Axles)
TC1	69,670	13,882	77,963	212	3,198	4,473	564
TC2	35,228	11,586	57,774	457	6,774	3,953	1,551
TC3	9,519	2,283	11,049	504	2,860	2,317	4,017
TC4	9,180	4,873	25,669	807	2,675	6,147	4,221
TC5	1,783	1,133	7,677	25	1,915	1,124	943
TC6	197	244	2,479	0	15	254	92
TC7	7,334	5,081	34,703	485	1,536	2,148	1,044
TC8	3,789	344	2,772	35	1,292	1,494	2,887
TC9	2,621	242	1,889	19	580	822	2,406

出典：JICA 調査団

単位：台/12時間

図4.3 調査箇所別車種別交通量

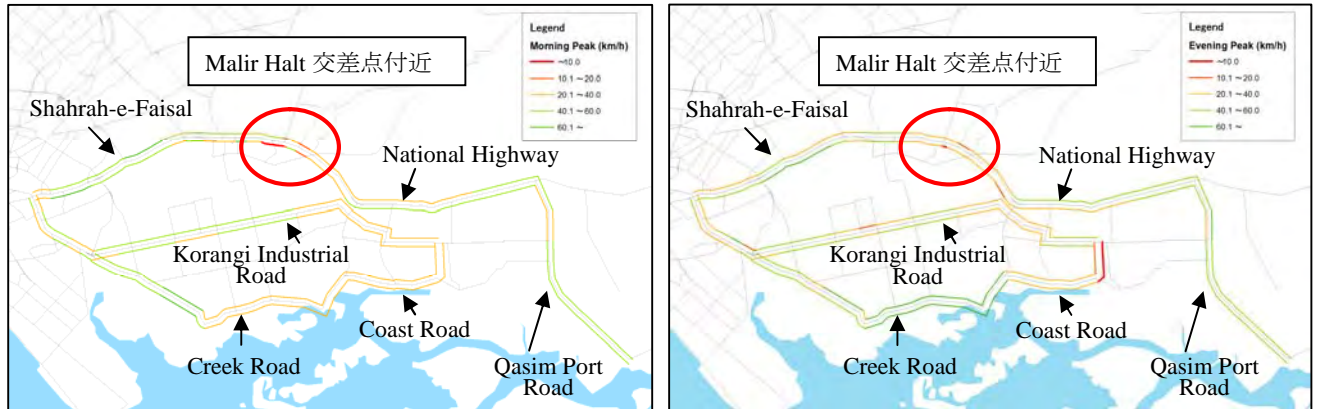
2) 交差点方向別交通量

交差点方向別交通量調査の結果、市中心部に近いFTC交差点で交通量が最も多く、その大半は直進交通が占めている。カイダバード交差点も同様に直進交通が多くを占めており、カイダバード交差点の南方向に位置するDawood Chowrangiにおいては南北交通が多く、交通の多くがシャラーイーファイサル道路を利用していることが考えられる。

3) 旅行速度調査

主にMalir Halt交差点付近で渋滞が発生しており、その他の路線は概ね20km/h以上の速度で

走行している。夕方には他の路線でも速度低下が生じている。



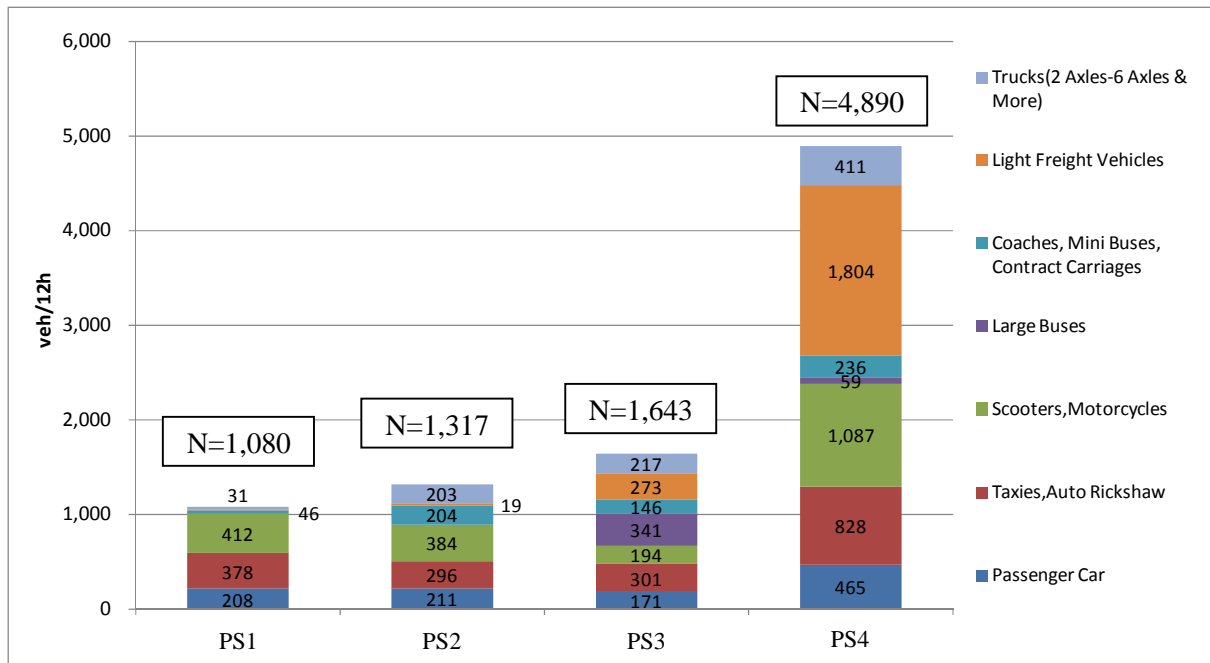
出典：JICA 調査団

図4.5 旅行速度調査結果（右：朝ピーク、左：夕ピーク）

4) 路上駐車状況調査

a) 路上駐車台数

カシム港に近いPS4において路上駐車が多く観測されており、他の調査箇所と比べてLHVやトラックの駐車台数が多く、カシム港周辺での物流の路上駐車が多い状況にある。



出典：JICA 調査団

図4.6 調査箇所ごとの路上駐車台数

b) 駐車目的

PS1では買物目的の駐車車両が多いものの、その他の調査箇所では商品配達目的での駐車が多い。また、PS1ではタクシーやオートリキシャの駐車が多いが、他の調査箇所はLHVやト

ラック等の大型車の駐車が見られた。

表4.4 交差点交通量調査結果

Parking Purpose	PS1	PS2	PS3	PS4	Total
Business	29	59	40	32	160
Delivery of goods	25	71	61	72	229
Live nearby	12	12	9	1	34
Sending/fetching	25	26	18	1	70
Shopping	39	25	37	35	136
Work nearby	29	31	13	18	91
Entertainment/Meals/Social	15	16	23	9	63

出典：JICA 調査団

(2) 現況交通状況のまとめ

交通量調査結果よりシャラーイーファイサル道路及びコランギ道路が主要幹線の役割を担っていることが判明した。特にシャラーイーファイサル道路における大型車の割合はカシム港付近で特に増加しており、物流に対して重要な路線となっている。

しかしながら、シャラーイーファイサル道路は大型車の通行規制があるものの交通量が多く、バスやリキシャーの流入や路上駐車による交通阻害も相まって、空港以東の路線では速度が低下傾向にある。このほか、この地域では家屋等の集中や路線が狭小であることなどによる渋滞も見受けられ、渋滞解消においては代替道路の建設が必要であると考えられる。また、カイダバード交差点ではすでにフライオーバーがあるものの、当該交差点の東西側交差点は平面交差であり、多くの車両が輻輳し交通が飽和状態にあるため高架橋の検討も有効と考えられる。高架橋建設箇所の詳細については、5.2 優先道路案件の代替案の検討で述べる。

第5章 優先道路案件の選定

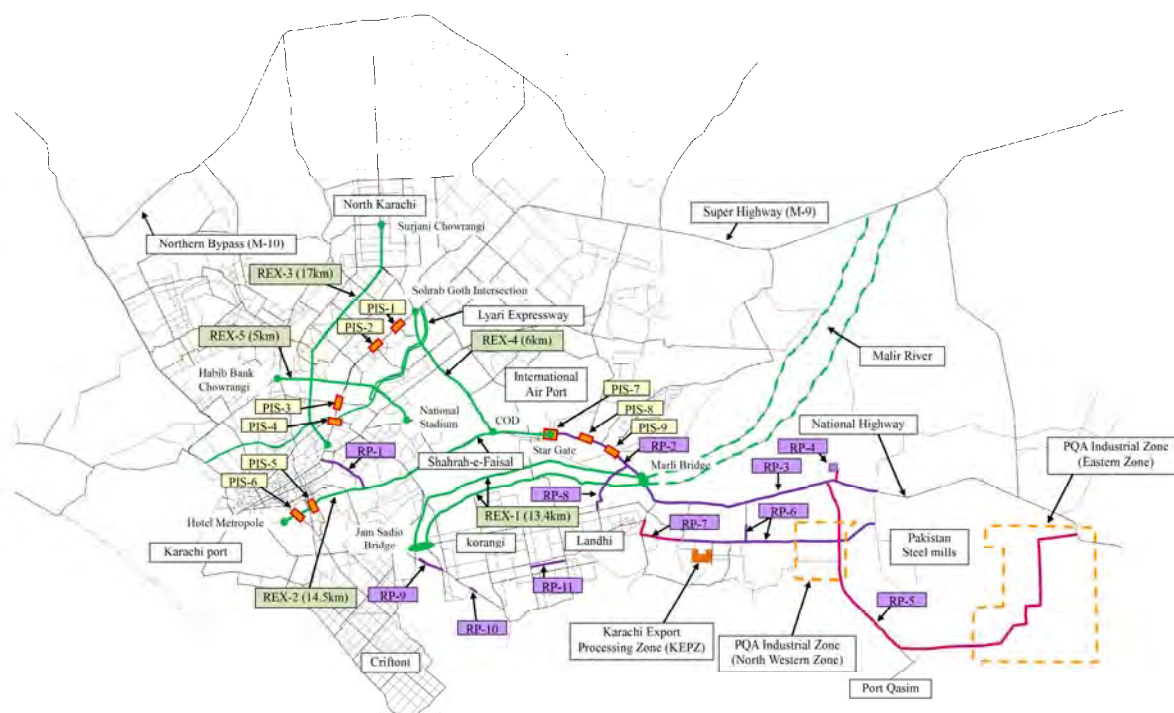
5.1 KMCによる道路網整備事業

(1) 既存の道路計画概要

調査団は、KMCより道路網整備事業に関する予算要求資料であるPC-1等の資料を入手した。カラチ市で計画されている道路事業は次のように整理される。

- 高速道路建設（REX-1～5）
- CBDエリアとスーパーハイウェイの間の改良（PIS-1～9）
- コランギ・ランディエリアとカシム港の改良（RP-1～11）

カラチ市における道路プロジェクトの概要を図 5.1に示す。



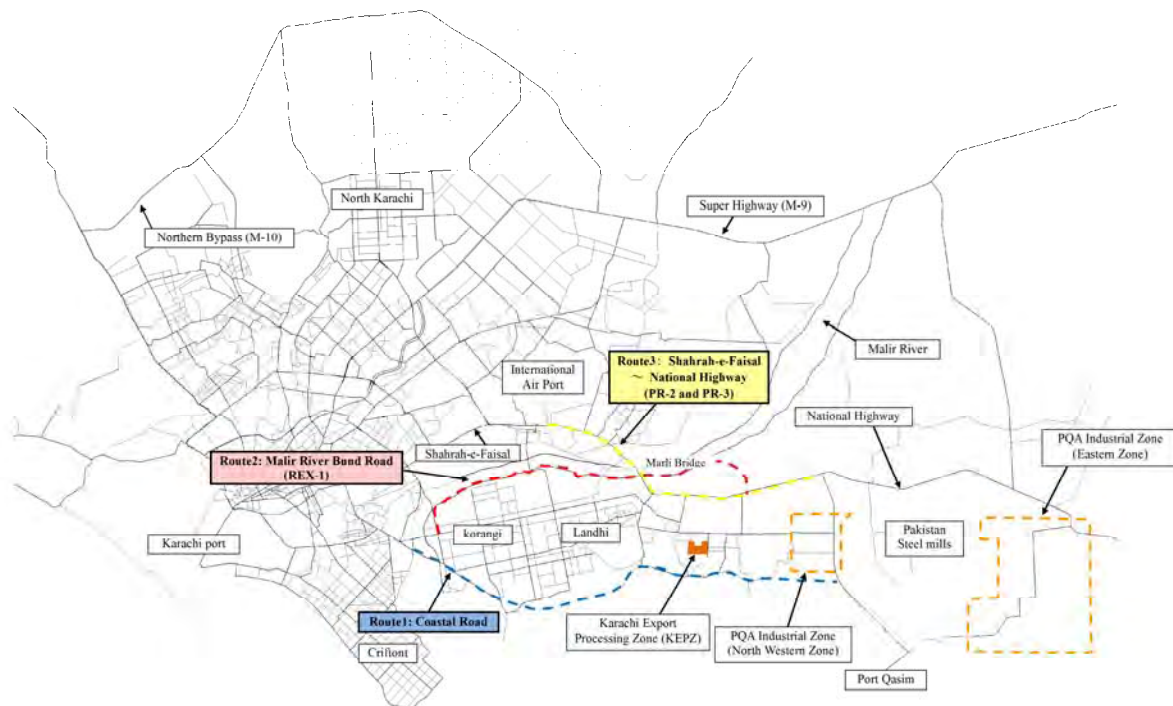
出典：JICA 調査団

図 5.1 カラチ市が計画する道路プロジェクト

5.2 優先道路案件の代替案の検討

(1) 代替案の設定

調査団はクリフトン地区を含むカラチ市中部とカラチ東部の産業地区の間の投資改善につながるような道路ネットワークとして以下の3ルートを選択した。踏査団が提案する道路プロジェクトの位置図を図5.2に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2 調査団が提案する道路プロジェクト

ルート1：海岸道路の建設

- このルートはカシム港に直接接続し、シャラーイーファイサル／ナショナルハイウェイやコランギ・ランディタウンの8000フィート道路の代替路となる。
- 海岸道路はKSDP-2020における外環状道路の一部となる。

ルート2：マリル川堤防道路の建設

- アクセス・コントロールの高速道路となるため、交差点部での混雑が解消され、スムーズな交通が確保できる。
- KSDP-2020では、このプロジェクトは高い優先度が与えられている。
- 概略検討はADB資金（カラチ大都市圏維持可能開発プロジェクト）の事業において2009年に実施されたが、PC-1はまだ作成されていない。
- 同維持可能開発プロジェクトは、マリル川堤防道路の他、BRT事業のプレF/Sを実施したが、シンド州政府とカラチ市との実施主体の混乱が生じたことからADBは事業実施から撤退をしている。

ルート3：国際空港～カシム港間のシャラーイーファイサル、ナショナルハイウェイの改良

- 現況のカシム港へのアクセス道路を改良する。
- JICA調査であるKTIPでは、短期間（2020年）の目標として高架橋の建設実施を提

案している。

- KMCは3か所の高架橋建設事業のPC-1を提出済みであり、その中の1箇所は現在建設中である。また、KMCは、6車線化計画の資金確保の要求書を提出している。

各ルートの概略を表 5.1にとりまとめた。

表 5.1 比較ルートの特徴の概要

ルート1 プロジェクト名：	海岸道路の建設と復旧
延長	L = 26.3 km 起点：コランギ道路とクリーク道路の交差点 終点：カシム港アクセス道路
道路区分	主要幹線道路
開発計画との関連性	- KSDP-2020 で外環状道路の一部として計画されている - JICA 調査 KTIP の中で中期目標（2025年まで）に挙げられている
プロジェクトの概要	- 6車線道路 - 主要幹線道路の機能確保のため、マリル川を横断する延長 2.2km の橋梁建設が必要となる
プロジェクトの現状	- 概略設計は未実施である - KMC はマリル川のコーズウェイ（4車線）のPC-1とCBm近くのボックスカルバートの改良のPC-1を提出しており、ボックスカルバートの改良事業のみ施工中である
環境問題の初期評価	- 移設を最小限にするような住宅地におけるバイパスルートが必要となる - 住宅地の道路には歩道を設置する - 道路沿線の観光資源の保全の観点で道路整備を考慮する
事業の実施主体	KMC

ルート2 プロジェクト名：	マリル川堤防道路の建設
延長	L = 21.3 km 始点：3000 フィート道路と 8000 フィート道路の交差点 終点：ナショナルハイウェイ（Goth Juman）
道路区分	高速道路（17.1km）および主要幹線道路（4.2km）
開発計画との関連性	- KMC は Education シティおよび DHA のカラチ新都市整備の事業に関連した道路網開発計画の中で最優先事業としている - JICA 調査 KTIP のでは長期目標（2030 年まで）に挙げられている
プロジェクトの概要	- Goth Jam Kand までは 6 車線のアクセスコントロールされた高速道路（17.1km）として建設される - 右岸側堤防は多くの移転が伴うため、6 車線道路は左岸側堤防に建設する - マリル川堤防の高速道路以降は、ナショナルハイウェイへ接続する 4.2km の主要幹線道路として建設する
プロジェクトの現状	- 左岸堤防を利用した概略設計は、ADB 資金により（事業費：60,479 百万 PKR）によって実施された。 - 現在、KMC から両岸の堤防を活用した違った線形計画を提案しているが、概略設計は実施されていない - PC-1 は作成されていない
環境問題の初期評価	- 高速道路建設によるランディタウンの Feature Colony での移転の影響を最小限にする対応が必要である - 用地補償および移転を最小限にすることを念頭に高速道路終点からナショナルハイウェイまでの間の最適ルートを検討する - 高速道路建設が原因によるマリル川の洪水被害を抑制する対応をする
事業の実施主体	KMC

ルート3 プロジェクト名：	シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイの改良
延長	L = 15.3 km 始点：国際空港の入り口 終点：カシム港アクセス道路
道路区分	主要幹線道路
開発計画との関連性	- KMC はシャラーイーファイサルでの高架橋 3 橋の建設計画を提出し、現在、国際空港の交差点部で高架橋建設が行われている。また、KMC は 6 車線拡幅計画も提案している - JICA 調査 KTIP ではシャラーイーファイサルの高架橋建設業務は短期目標（2020 年）として挙げられている
プロジェクトの概要	- 現況の 4 車線から 6 車線へ拡幅する - ローカル交通と主要交通を分離させるために、サービス道路を設置する - 高架橋建設によって主要交差点部を改良する
プロジェクトの現状	- シャラーイーファイサルでの 3 か所の高架橋建設（総事業費：1,214.5 百万 PKR）は提出され、国際空港の高架橋が現座建設中である - 6 車線拡幅計画によると、事業実施の承認のための事業コンセプトペーパーは KMC によって作成されたが、F/S および D/D は未着手である
環境問題の初期評価	- 道路拡幅および高架橋建設に伴う、用地補償と移転問題
事業の実施主体	KMC

(2) 道路線形計画における主要着目点

1) ルート1：海岸道路の建設

海岸道路は基本的に既存道路の線形改良および修復によって建設される予定である。Umer Goth地区（0.8km）およびLandhi Fishing Colony（1.1km）では道路拡幅に伴い、多くの移転が生じるため、これを最小限にするためにバイパスルートが必要である（図 5.3）。



出典：JICA 調査団

図 5.3 海岸道路の道路拡幅に伴い移転が多数生じる地点

2) ルート2：マリル川堤防道路の建設

a) 移転問題

ランディタウンのFeature Colonyの1kmの区間では、民家がマリル川の左岸堤防に隣接している。また、墓地（Grave Yard）も存在している。この区間における道路線形は移転を最小限にするような対応が必要である。

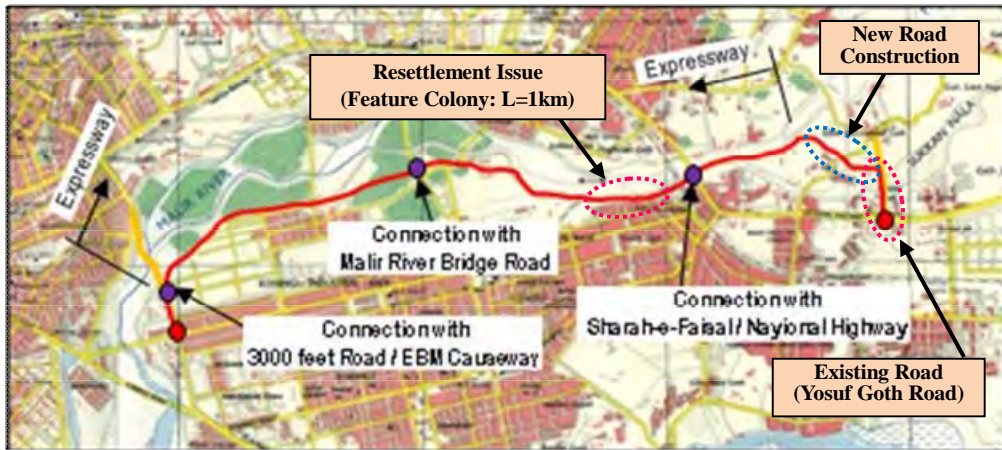
b) ナショナルハイウェイへの接続（Yusuf Gothの現況道路）

マリル橋以降のマリル川堤防道路の延伸は、マリル橋とナショナルハイウェイのカイダバード高架橋の間の交通渋滞を避けることを意図している。Yusuf Gothの現況道路とつなげるために、約2.5kmの新規道路の建設が必要となる。

c) マリル川堤防道路でのインターチェンジの計画

調査団は、高速道路の区間で3か所のインターチェンジを提案した。高速道路へのアクセスはインターチェンジからのみとする。

上記で述べた、ルート2の主要な着目箇所を図 5.4に示す。

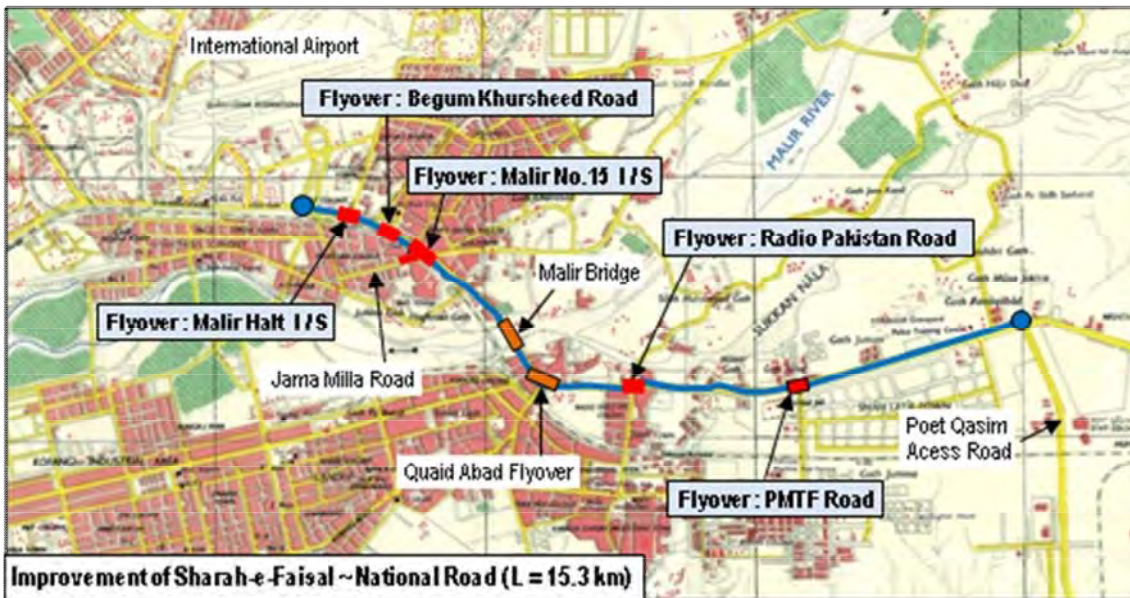


出典：JICA 調査団

図 5.4 ルート2の主要コントロールポイント

3) ルート3：シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイの改良

主要な交差点での交通渋滞緩和のために、5か所で高架橋の建設が必要となる。図 5.5に高架橋建設箇所を、表 5.2には高架橋の概要を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.5 シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイ間の高架橋建設予定箇所

表 5.2 高架橋の概要

位置	車線数
Malir Halt Intersection Flyover	片側 3 車線（空港からカシム港）
Begum Khursheed Road Intersection Flyover	片側 3 車線（空港からカシム港）
Malir No.15 Intersection Flyover	片側 3 車線（空港からカシム港） Jama Milla Road からの鉄道高架橋を含む
Radio Pakistan Road Intersection Flyover	両側 6 車線
RMTF Road Intersection Flyover	片側 3 車線（空港からカシム港）

出典：JICA 調査団

5.3 交通需要予測の実施

提案した優先案件それぞれにおける整備効果を把握するため、既存道路網に対する現況分析を行い、現況道路網の混雑度を把握した上で、提案された3本の優先路線に対して個別に将来交通重要予測を行った。分析にあたっては使用ソフトにJICA STRADAを用い、使用したデータは本調査にて計測した交通量の他、OD、交通量伸び率等の各種データは“THE STUDY FOR KARACHI TRANSPORTATION IMPROVEMENT PROJECT (KTIP)”を用いた。KTIPによると、2010年から2030年における人口・雇用者の伸びは年率およそ3%前後で推移している。本調査では、この結果を用いて交通需要予測を実施した。

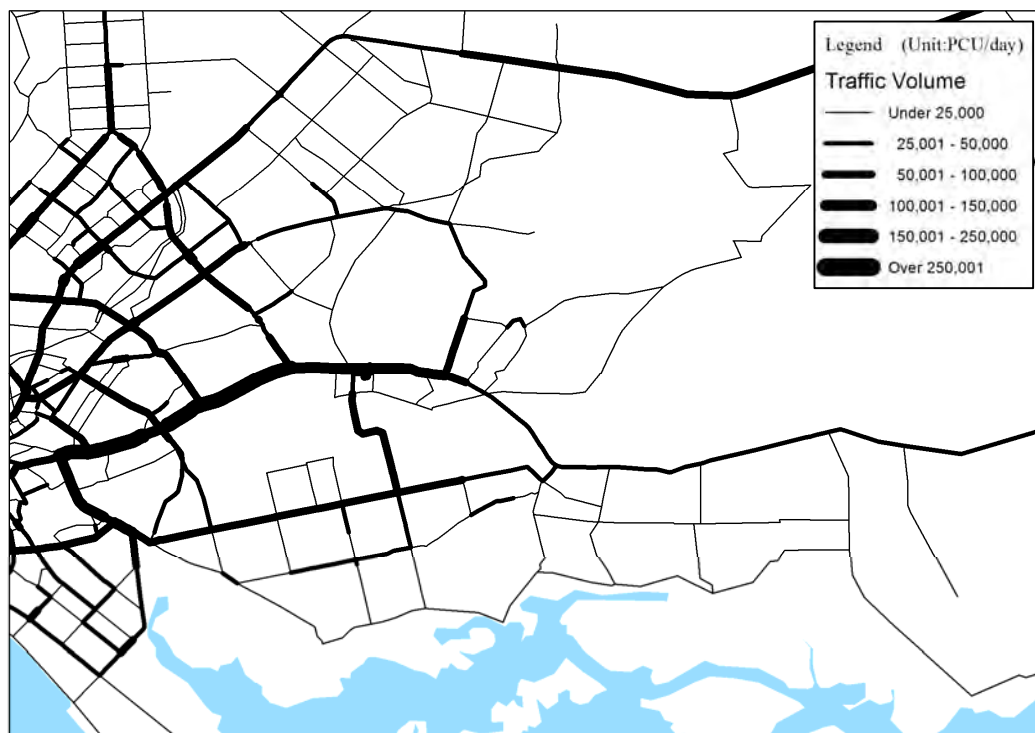
表5.3 人口・雇用者の変化

No.	City/Cantonment	Population (1,000)			Employment (1,000)		
		2010	2020	2030	2010	2020	2030
1	Keamari	761.7	1,913.8	2,290.0	800.2	1,304.3	1,708.2
2	S.I.T.E	853.7	894.5	894.5	620.7	565.9	560.9
3	Baldia	864.4	1,110.1	1,110.1	256.4	285.5	308.7
4	Orangi	1,337.7	1,428.9	1,522.5	182.0	186.6	195.3
5	Lyari	938.6	969.3	969.3	81.2	84.9	89.5
6	Saddar	1,104.3	1,122.7	1,233.0	702.8	861.8	989.4
7	Jamshed	1,397.3	1,559.9	1,713.2	262.2	401.1	508.7
8	Gulshan-E-Iqbal	1,458.3	2,373.4	2,684.4	537.6	686.4	802.9
9	Shah Faisal	601.9	611.9	646.9	73.4	80.9	86.5
10	Landhi	1,353.4	1,822.3	1,822.3	348.8	388.6	430.5
11	Korangi	1,285.5	1,825.6	1,825.6	446.1	390.8	379.7
12	North Nazimabad	917.1	979.5	1,043.6	118.3	129.3	138.8
13	New Karachi	1,226.2	1,246.6	1,328.3	279.7	291.9	307.8
14	Gulberg	838.1	895.2	953.8	144.5	143.3	147.9
15	Liaquatabad	1,002.0	1,034.9	1,034.9	96.5	163.3	215.0
16	Malir	780.7	907.1	936.9	149.3	165.9	177.9
17	Bin Qasim	517.8	2,031.7	2,697.3	1,098.1	2,591.1	3,293.4
18	Gadap	538.2	3,077.7	5,059.2	556.7	1,577.4	2,029.7
19	Karachi Cantonment	88.4	90.2	96.1	96.6	165.1	220.9
20	Clifton Cantonment	559.0	770.6	821.1	304.9	350.9	386.1
21	Faisal Cantonment	247.5	352.1	362.6	67.1	219.7	335.4
22	Malir Cantt Civil	205.8	400.3	414.4	74.2	69.0	68.9
23	Manora Cantonment	10.0	10.0	10.0	40.3	32.5	30.2
24	Korangi Cantonment	47.5	121.8	129.8	80.6	193.8	276.8
Total		18,935.1	27,550.2	31,600.0	7,418.0	11,330.0	13,689.0

出典：KTIP

(1) 現況分析

現況分析結果においては、シャラーイーファイサル道路及びコランギ道路で交通量が多く混雑度も高い結果となった。これは現況と同様の状況であり、現況再現結果においても相関が0.97と再現性が高い。



出典：JICA 調査団

図5.6 現況再現結果（交通量）

(2) 将来交通需要の推定

1) 予測シナリオ

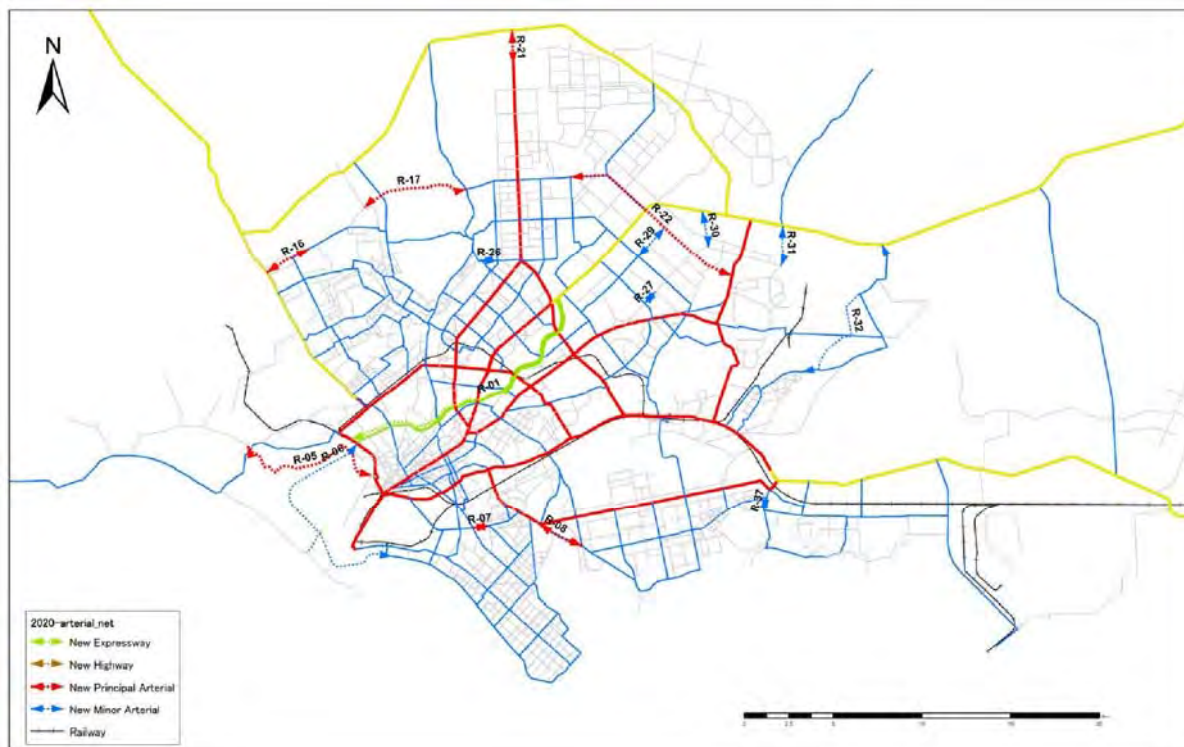
それぞれの整備による効果を踏まえた各優先案件の効果を図るため、次項表のケースで分析を行った。道路ネットワークは将来道路計画の整備（KTIPを参照）を基本として、カラチ市内を対象に整備案件の無しの場合（Without）と各整備案件ありの場合で分析を行った。

表5.5 将来交通需要予測における交通指標の結果

Case No.	Case	Year	Malir Expressway	Improvement Shahrah-e-Faisal Road	Coastal Road	Future Road network
1	Without	2020				○
2	Without	2030				○
3	With A	2020	○			○
4	With A	2030	○			○
5	With B	2020		○		○
6	With B	2030		○		○
7	With C	2020			○	○
8	With C	2030			○	○

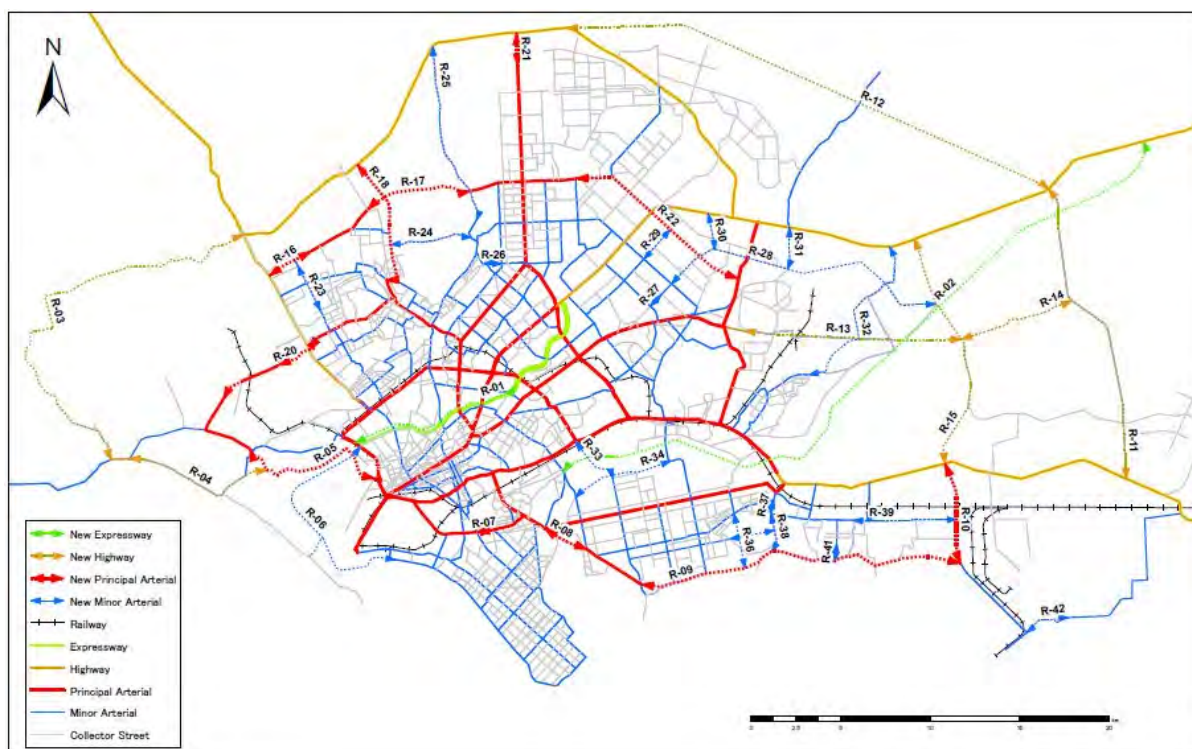
※Note; A: Malir Expressway, B: Improvement Shahrah-e-Faisal Road, C: Coastal Road

出典：JICA 調査団



出典：KTIP

図5.7 将来道路交通網（2020年）



出典：KTIP

図5.8 将来道路交通網（2030年）

(3) 将来交通需要予測の実施

1) 対象路線の将来交通需要予測の結果

優先道路案件の整備が無い場合、カラチ市内全体の混雑度は約1.2、2020年時点では旅行速度は30km台となる。各優先道路案件整備有の結果を以下に示す。

Case 3 & 4: マリル川堤防道路整備は混雑度、旅行速度の改善が最も高い。また総旅行時間においても最も効果が高く、全体的な効果としてはマリル川堤防道路の整備が有効であると考えられる。なお後述のとおり、マリル川堤防道路自体の混雑度は1.00以下であり道路容量を超えていない。

Case 5 & 6: シャラーイーファイサル道路においては、総旅行距離で最も効果が高いものの、混雑度や旅行速度ではマリル川堤防道路整備ほどの効果は得られなかった。

Case 7 & 8: 海岸道路においては、ケース1、2と比べると改善は見られるものの、ケース3～6ほどの効果が得られなかった。

表5.6 将来交通需要予測結果

Case No	Case	Year	Average Volume Capacity Ratio	Average Travel Speed (km/h)	Total Travel Distance (PCU・km)	Total Travel Time (PCU・h)
1	Without	2020	1.16	36.8	78,341,211	2,127,338
2	Without	2030	1.22	42.5	90,277,466	2,123,120
3	with A	2020	1.04	40.7	76,218,608	1,871,696
4	with A	2030	1.11	43.7	88,728,471	2,030,494
5	with B	2020	1.10	39.4	75,844,337	1,926,954
6	with B	2030	1.17	42.7	88,570,781	2,073,115
7	with C	2020	1.11	38.0	76,494,018	2,015,207
8	with C	2030	1.17	42.9	88,655,554	2,067,231

※Note; A: Malir River Bund Road, B: Improvement Shahrah-e-Faisal Road, C: Coastal Road
出典：JICA 調査団

表5.7 各分析ケースにおける評価

Project	VC ratio	Travel Speed	Network Performance	Comprehensive Evaluation
Malir River Bund Road	◎	◎	○	◎
Shahrah-e-Faisal Road	○	○	◎	○
Coastal Road	△	△	△	△

出典：JICA 調査団

2) 優先道路案件の評価

優先案件の路線ごとの交通状況の結果を見ると、前述したようにマリル川堤防道路が交通の転換需要が高く、かつ同路線の混雑度も1.00以下のため、円滑な交通状況となった。

表5.8 優先案件道路の整備効果（2030年）

Case No	Priority Project	Traffic Demand to change the route (PCU)	Reference	
			Average Volume Capacity Ratio	Average Travel Speed (km/h)
A	Malir River Bund Road	132,820	0.79	67.1
B	Improvement of Shahrah-e-Faisal / National Highway	94,310	1.39	63.9
C	Coastal Road	53,204	1.34	45.8

出典：JICA 調査団

5.4 比較ルートにおける環境社会配慮に係わる調査

(1) ルート1：海岸道路の建設と復旧

1) ROW

「Revised Master Plan of Roads (1964)」のRoad ROW地図によると起点からUmer Gothの手前のPak-Arabの区間の現況道路は300フィートである。しかしその他の区間については、調査期間中に特定できなかった。したがって、今後のフィージビリティスタディもしくは詳細設計段階でROWを明確にする必要がある。

2) 環境社会配慮

a) 道路建設によって影響を及ぼす規模

計画道路沿線には、RCC構造物家屋、仮設構造物家屋、売店、モスク、公共施設、樹木等が存在し、移転、移設、撤去が必要となる。事業実施前の段階には詳細な調査が必要であるが、現地踏査、および、衛星写真から推測した影響を及ぼす概略数量を以下の表に示す。

表 5.9 海岸道路建設によって影響を及ぼす規模の概要

Station No. (km)	家屋			電柱	工場	耕作地	その他	
	住居	ROW内	小屋				樹木	公共施設
0.0 - 2.0	-	-	-	-	-	-	有	モスク
2.0 - 4.0	-	5	-	-	-	-	有	6
4.0 - 6.0	8	10	-	-	-	-	有	-
6.0 - 8.0	-	200	-	-	7	-	有	-

Station No. (km)	家屋			電柱	工場	耕作地	その他	
	住居	ROW内	小屋				樹木	公共施設
8.0 - 10.0	-	4	-	-	2	-	有	-
10.0 - 12.0	-	6	-	-	-	-	有	-
12.0 +14.0	-	10	-	-	7	-	有	-
14.0 - 16.0	-	100	-	-	-	-	有	-
16.0 - 18.0	-	-	-	-	-	-	有	-
18.0 - 20.0	-	-	-	-	-	-	有	-
20.0 - 22.0	-	-	-	-	-	-	有	-
22.0 - 22.7	-	-	-	-	-	-	有	-

出典：JICA 調査団

b) 住民移転問題の対応策

Umar GothおよびLandhi Fishing Colonyの住宅密集区間の道路線形は、住民移設を軽減させるためのバイパスルートが必要である。Umar Gothのバイパスルートは図 5.9に示すように民間石油施設であるパルコ用地内の通過を余儀なくされる。



出典：JICA 調査団

図 5.9 Umar Goth エリアにおけるバイパスルート

(2) ルート2：マリル川堤防道路の建設

1) ROW

シャラーイーファイサルまでのマリル川堤防の現況のROWは、堤防の中心から110フィート（33.5m）である。これは、2010年10月21日にシンド州ハノラブル高等裁判所で決定された。しかしながら、シャラーイーファイサル以降については、調査期間中に特定できなかったため、今後のフィージビリティスタディもしくは詳細設計段階でROWを明確にする必要がある。

2) 環境社会配慮

a) 道路建設によって影響を及ぼす規模

現地踏査において、ROW用地内に多数の家屋が立地しているのが確認された。さらに、ROW内に工場の施設や墓地（Grave Yard）も存在している。また、道路用地内に耕作地も存在している。事業実施前には詳細な調査が必要であるが、衛星写真から推測した影響を及ぼす概略数量を以下の表に示す。

表 5.10 マリル川堤防道路建設によって影響される規模の概要

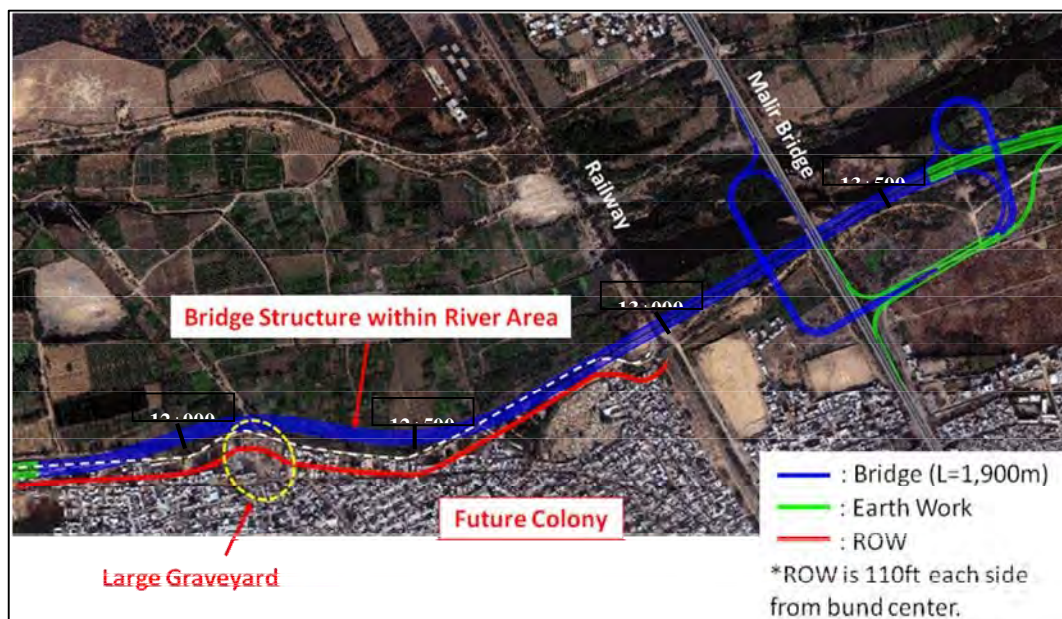
Station No. (km)	家屋			電柱	工場	耕作地	その他	
	住居	ROW内	小屋				樹木	公共施設
0.0 - 2.0	3	43	-	4	1	-	-	-
2.0 - 4.0	-	70	-	-	5	-	-	3
4.0 - 6.0	-	56	-	-	1	-	-	6
6.0 - 8.0	-	70	-	-	-	3	-	-
8.0 - 10.0	2	12	-	-	-	7	有	-
10.0 - 12.0	-	60	4	-	-	14	-	6
12.0 - 14.0	-	110	5	-	4	8	有	2 墓地
14.0 - 16.0	-	1	-	-	-	18	有	-
16.0 - 18.0	-	10	-	-	-	5	有	-
18.0 - 20.0	-	-	-	-	-	-	有	-
20.0 - 22.0	-	-	-	-	-	-	有	-
22.0 - 24.0	-	-	-	-	-	-	-	-
24.0 - 26.0	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：JICA 調査団

b) 住民移転問題の対応策

マリル川堤防道路のルートFuture Colonyでは、家屋がROW内（堤防中心から110フィート）に連続して立地している。また、図 5.10に示すように大規模な墓地（Grave Yard）も存在している。最終的な線形はEIAおよびRAP調査の実施後に決定すべきであるが、住民移転の影

響を軽減するための河川敷地内に橋梁形式の道路建設を代案として検討する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 5.10 Future Colonyにおける住民移転を減少させる対策

(3) ルート3：シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイの改良

1) ROW

KMCによると、国際空港からカイダバード高架橋間の現況のROWは、75フィートである。しかしながら、カイダバード高架橋以降（カシム港方面）については調査期間中に特定できなかった。今後のフィージビリティスタディもしくは詳細設計段階でROWを明確にする必要があるが、現況の工業建築物の立地状況から判断すると、この区間におけるROWは現況道路の中心から100フィートであると推定される。

2) 環境社会配慮

道路拡幅により多くの住居、商店が影響をおよぼすことが想定される。さらに手押し車などによる数多くの果物や野菜の商店がROWで商売をしている。2つのモスクと多数の樹木も計画沿線に立地している。事業実施前には詳細な調査が必要であるが、衛星写真から推測した影響を及ぼす概略数量を以下の表に示す。

表 5.11 道路改良事業によって影響される規模の概要

Station No. (km)	家屋			電柱	工場	耕作地	その他	
	住居	ROW 内	小屋				住居	ROW 内
0.0 - 2.0	15	-	-	-	-	-	有	-
2.0 - 4.0	185	-	-	-	-	-	有	モスク

Station No. (km)	家屋			電柱	工場	耕作地	その他	
	住居	ROW 内	小屋				住居	ROW 内
4.0 - 6.0	90	6	-	-	-	-	有	-
6.0 - 8.0	120	-	-	-	2	-	有	モスク
8.0 - 10.0	40	-	-	-	-	-	有	-
10.0 - 12.0	55	-	-	-	-	-	有	6
12.0 - 14.0	-	-	-	-	-	8	有	-
14.0 - 16.0	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：JICA 調査団

5.5 道路プロジェクトの予備的検討

(1) ルート1：海岸道路の建設

1) 既存道路およびユーティリティ施設の現況

調査団は、既存道路状況および電柱の設置位置や水道管等の埋設状況等を把握するために既存道路およびユーティリティ調査を実施した。舗装、車道、路肩、中央分離帯および歩道の幅員は、現場で目視により幅員が変化している地点で計測を行った。また、車線数やサービス道路や中央分離帯などの有無については現場で確認を行った。舗装のタイプはアスファルト、砂利および土道に、舗装状態を目視により3カテゴリー（Good, Fair, Bad）に分類した。公共施設は地中、地上の両方に対して調査を行い、場所を特定した。地中公共施設は現場掘削をせずに、現地調査や関係機関からの資料収集等を基に調査を行った。

調査の結果、コランギ道路の車道幅員は14.6m（片側7.3m、2車線）で0.6mの中央分離帯を有している。また一部1.7mの歩道が設置されている。

現況道路の舗装は、不良（Bad）が最も多く全体の54%を占めており、並（Fair）が33%、良（Good）が13%となっている。

またルート1の計画に伴い、以下の公共施設に影響を与えるため、移設や保護が必要になる。

- 高圧鉄塔：29基
- 電気ケーブル：41.8km
- 電柱：280本
- ガス管：7,375m
- 地中電気ケーブル：8,828m
- マンホール：136箇所

調査結果および現況道路の平面・縦断線形を考慮し、調査団はルート1について概略設計を

実施した。

2) 事業コンポーネント

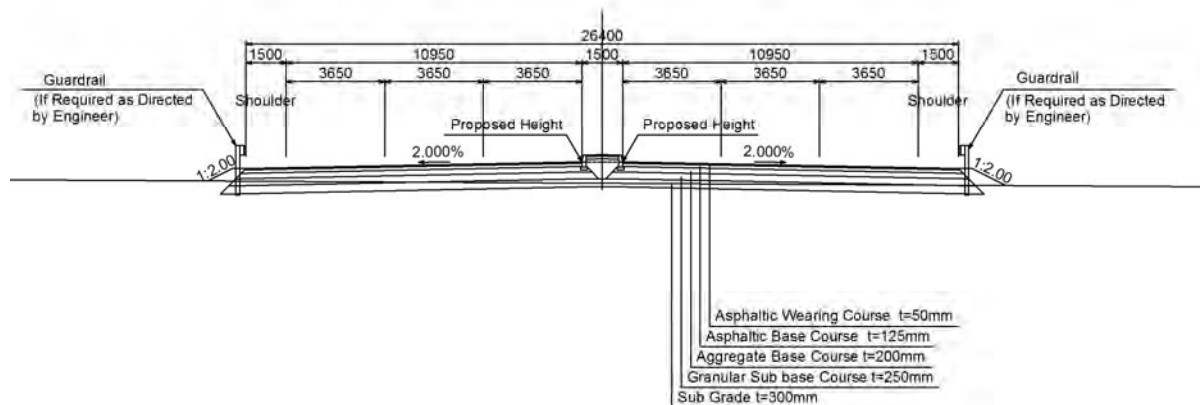
- 現況道路の拡幅および改修

延長24.8km、6車線化の概略設計：コランギ道路、コースト道路およびクリーク道路の拡幅、改修および一部新設し、カシム港アクセス道路に接続させるまでの24.8km

表5.12 ルート1の概要

起点	コランギ道路クリークアベニュー交差点
終点	カシム港アクセス道路
設計速度	80 km/h
延長	24.8 km
車線数	6 車線（片側 3 車線）
車線幅員	3.65 m
橋梁	1 箇所（延長: 1,500m）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図5.11 標準横断図（ルート1）

3) 概算事業費（建設費および用地・移設費（税込））

ルート1の概算事業費は、US\$ 95,180,000（PKR 8,614,000,000）である。

レート：US\$ 1.00= PKR 90.498

(2) ルート2：マリル川堤防道路の建設

1) 既存道路および公共施設の現況

調査団は、既存道路状況および電柱の設置位置や水道管等の埋設状況等を把握するために既存道路およびユーティリティ調査を実施した。調査方法はルート1と同様である。

調査の結果、コランギ工業地区道路の車道幅員は、14.6m（片側2車線、7.3m）で、7.08mの中央分離帯が設置されており、中央分離帯の中には高圧鉄塔が4基設置されている。なお、コランギ工業地区道路（3000フィート道路）の舗装状態は並である。

マリル川の堤防の天端の平均幅員は約5mで未舗装である。

またルート2の計画に伴い、以下の公共施設に影響を与えるため、移設や保護が必要になる。

- 高圧鉄塔：2基
- 電気ケーブル：3.0km
- 電柱：69本
- 水道：1,134m
- 下水道：1,082m
- ガス管：4,545m
- 地中電気ケーブル：865m

調査結果および現況道路の平面・縦断線形を考慮し、調査団はルート2について概略設計を実施した。

2) 事業コンポーネント

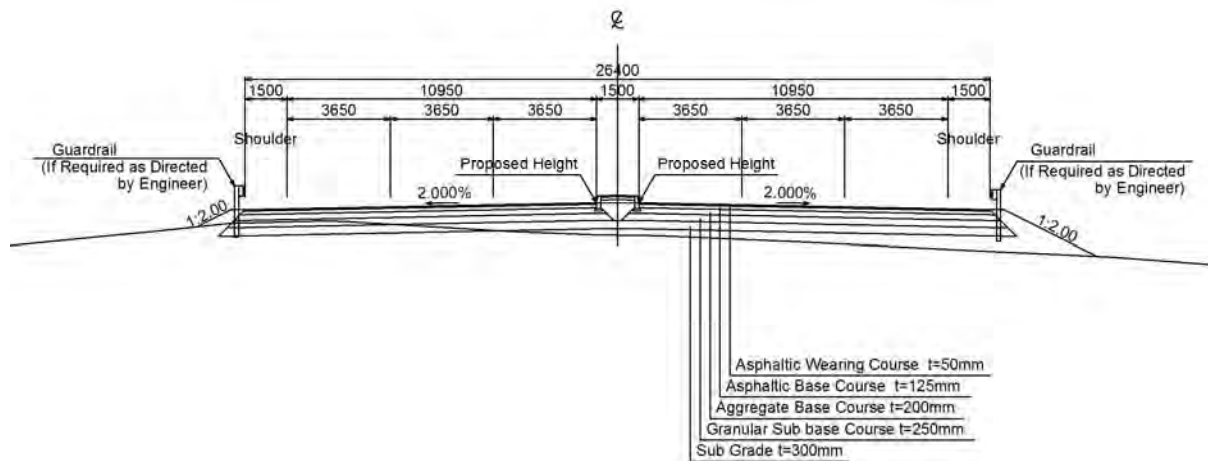
- 現況道路の拡幅
6車線化の概略設計：コランギ工業地区道路(1.3km)
- Malir River Bund Roadの建設
延長19.6km、6車線化の概略設計：マリル川左岸の堤防を利用し、ナショナルハイウェイに接続するまでの19.6km

表5.13 ルート2の概要

起点	コランギ産業道路、コランギ産業エリア道路 交差点
終点	ナショナルハイウェイ（Goth Juman）
設計速度	80 km/h

延長	20.9 km
車線数	6 車線（片側 3 車線）
車線幅員	3.65 m
橋梁	6 箇所（延長: 3,150m）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図5.12 標準横断面図（ルート2）

3) 概算事業費（建設費および用地・移設費（税込））

ルート2の概算事業費は、US\$ 238,910,000（PKR 21,621,000,000）である。

レート：US\$ 1.00= PKR 90.498

(3) ルート 3：Shahrah-e-Faisal～National Highway の改良

1) 既存道路および公共施設の現況

調査団は、既存道路状況および電柱の設置位置や水道管等の埋設状況等を把握するために既存道路およびユーティリティ調査を実施した。調査方法はルート1と同様である。

調査の結果、当該路線の車道幅員は約14m～20m（片側2車線）で、1.5mの中央分離帯を有している。また、一部幅員約6.7mのサービス道路が設置されている。

現況道路の舗装状態は左車線（至カシム港）と右車線（至空港）で大きく異なっている。左車線は不良が最も多く全体の72%を占め、次いで並が25%、良が3%となっている。一方右車線では、並が全体の70%、良が27%であり、不良は全体の3%であった。

ルート3の建設に伴う支障物を以下に示す。

- 電気ケーブル：55.6km

- 電柱：329本
- 水道：12,787m
- 下水道：2,916m
- ガス管：34,117m
- 地中電気ケーブル：26,881m
- マンホール：378箇所

調査結果および現況道路の平面・縦断線形を考慮し、調査団はルート3について概略設計を実施した。

2) 事業コンポーネント

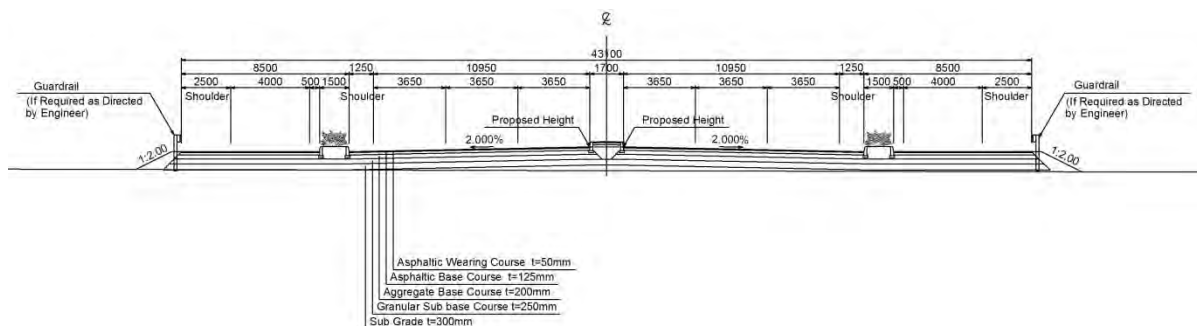
- 現況道路の拡幅

延長15.3km、サービス道路1車線を含む6車線化の概略設計：空港へのアクセス道路との交差点からカシム港アクセス道路の交差点までの15.3km

表5.14 ルート3の概要

起点	シャラ-イ-ファイサル道路、空港アクセス道路交差点
終点	ナショナルハイウェイ、カシム港道路交差点
設計速度	80 km/h
延長	15.3 km
車線数	6 車線（片側 3 車線）
車線幅員	3.65 m
橋梁	5 箇所（延長: 3,000m）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図5.13 標準横断面図（ルート3）

- 立体交差

立体交差検討：現況でボトルネックとなっている個所の立体交差化（6箇所）

3) 概算事業費（建設費および用地・移設費（税込））

ルート3の概算事業費は、US\$ 175,420,000（PKR 15,875,000,000）である。

レート：US\$ 1.00= PKR 90.498

全体工事費は、US\$ 122,800,000である。その内訳は、Bridge1がUS\$ 62,780,000、Bridge2がUS\$ 9,120,000、Bridge3がUS\$ 9,110,000、6車線整備はUS\$ 42,940,000である。

Bridge1はMalir Halt Intersection、Begum Khursheed Road Intersection、Malir No.15 Intersection に位置し、橋梁延長は1800mである。Bridge2はRadio Pakistan Road Intersection に位置し、橋梁延長は200mである。最後にBridge3は、RMTF Road Intersection に位置し、橋梁延長は200mである。

5.6 事業評価および優先事業の選択

(1) 代替事業の初期経済評価

1) 評価対象事業

本調査では、下記の3道路事業を各々個別に評価を行なった。なお道路ネットワークは、KMCの提案プロジェクトを含めたものとする。

- ルート1：海岸道路(Coastal Road)の建設・リハビリ
- ルート2：マリル川堤防道路(Malir River Bund Road)の建設
- ルート3：シャラーイーファイサル (Sharah-e-Faisal)～国道の改良

2) 経済費用

事業の投資費用は主に建設費(土木工事)、土地収用・補償費、コンサルティングサービス、予備費、そして他の関連費用から構成される。経済費用は市場価格の財務費用から輸入関税や税金等の移転項目を差し引くことによって得られる。本評価では財務費用を経済費用に変換するため、パキスタンにおける他の道路事業を参考に係数0.9を適用した(土木工事関連費用のみ)。

維持費用については毎年必要となる日常的維持費と、建設後および供用開始後5年毎に必要なとなる定期的維持費から成り、上と同様に経済費用に変換した。

3) 経済便益の計測

本評価では下記の2種類の直接経済便益を定量的に算定した。

- 自動車走行経費(VOC)の節約便益
- 旅客の時間費用(TTC)の節約便益

交通事故減少便益は、事故のタイプ別費用(死亡、怪我、資産への損害)と台キロ当たりのタイプ別事故件数に関する必要な情報が得られないため算定していない。

■ “プロジェクト有り、プロジェクトなし” の比較法

経済便益はいわゆる“プロジェクト有り、プロジェクトなし”の比較法によって算定した。“プロジェクト有り”とは候補3事業のうちの一つが実施される場合であり、“プロジェクトなし”とは3事業のいずれも実施されない状況を意味する。想定した将来道路網はカラチ運輸交通整備事業準備調査(KTIP, JICA)における”Highway Developed Case, 2020年、2030年”をベースとしている。直接便益は“プロジェクトなし”と“プロジェクト有り”における自動車走行経費と走行時間費用の総費用の差として定量的に把握された。

走行経費単価(Rs./km)は”Pakistan Transport Plan Study (PTPS, 2005, JICA)”を2012年価格へ改定することで求め、時間費用単価(Rs./時間/人)はKTIPの値を参照した。

4) 初期経済評価

費用-便益のキャッシュフロー分析にあたって下記の条件を設定した。

- | | |
|------------|-------------|
| a) 価格水準 | : 2012年価格 |
| b) 供用開始年 | : 2018年 |
| c) 評価期間 | : 供用開始後20年間 |
| d) 残存価値 | : 計上せず |
| e) 資本の機会費用 | : 12% |

時間節約便益に関しては、節約された時間の全てが必ずしも生産活動に使用されるとは限らず、ある部分は無駄に浪費されることを考慮すると、節約された時間に対して“利用係数Utilization Factor”あるいは“生産活動への利用パーセント”を想定することがより現実的である。本評価では係数25%を適用した(*)

[注(*)]:例えば、”The Urgent Development Study on Rehabilitation and Reconstruction in Muzaffarabad City (Urgent Rehabilitation Project: West Bank Bypass Design), 2007 JICA “を参照]

経済評価の結果を下記に要約する。

ルート 1: 海岸道路

- 経済的内部収益率 (EIRR)	= 51.9%
- 便益/費用比 (B/C)	= 5.90
- 純現在価値 (NPV)	= 25,664 (Rs. millions)

ルート 2: マリル川堤防道路

- 経済的内部収益率 (EIRR)	= 31.7%
- 便益/費用比 (B/C)	= 2.58
- 純現在価値 (NPV)	= 24,927 (Rs. millions)

ルート 3: シャラーイーファイサル～ナシ
ョナルハイウェイの改良

- 経済的内部収益率 (EIRR)	= 47.2%
- 便益/費用比 (B/C)	= 4.84
- 純現在価値 (NPV)	= 32,340 (Rs. millions)

上記の結果は3事業全てについて、EIRRが資本の機会費用より高く(>12%)、B/C比は1.0より大であり(>1.0)、そしてNPVが正の値(>0)であることから経済的にフィージブルであることを示している。

マリル川堤防道路は3事業の中で最も高い便益を発生させるが、その事業費もまた最も高い。一方、海岸道路の事業費はマリル川堤防道路の1/3以下であり、シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイの改良の事業費は1/2程度しかない(財務費用ベース)。これらの費用要因がマリル川堤防道路以外の2事業のEIRRが高い理由となっている。

投資環境改善の観点からは、上の分析で計算された直接経済便益(VOCとTTC便益)のみならず、ノンストップの走行により調査地域内の工業地区へ直接連絡する安全な通勤手段といった要素をも考慮に入れる必要がある。

同時に、最優先事業の選定にあたっては将来土地利用計画と整合性を保ちつつ、カラチ市全体の将来発展へ貢献するよう配慮すべきである。

(2) 優先案件の選定

様々な要素からの評価結果を表 5.15に示す。以下の理由からマリル川堤防道路を最優先案件として選定した。

表 5.15 比較ルートの評価結果

評価項目		Alternative Route 1: 海岸道路	Alternative Route 2: マリル川堤防道路	Alternative Route 3: シャラーイーファイサル～ナショナルハイウェイの改良
経済性	プロジェクトコスト	95.2 million US\$	238.9 million US\$	175.4 million US\$
	EIRR	51.9 %	31.7 %	47.2 %
	B/C	5.90	2.58	4.84
ルート変更に伴う交通需要		53,200 pcu	132,820 pcu	94,310 pcu
環境面	プロジェクトによる影響	- 2 箇所住宅エリアを通過 (2 km).	- ほぼ ROW 内での線形設定が可能 - 1 箇所住宅エリアを通過 (700 m)	- 家屋、商店が 6.5km 立ち並ぶ
	減少対策	- バイパスルートによる影響を抑える - パルコオイルターミナルのため、Umar Goth での用地補償は容易でない。	- 河川内への橋梁建設が移転問題を縮小させる。	- 効果的な対策はない。 - プロジェクト実施のための移設および用地補償は非常に難しい。
評価結果		△	◎	X

出典：JICA 調査団

- i) マリル川堤防道路のプロジェクトコストは3ルートの中で最も高いものの、EIRRやB/Cの経済指標は高い値を示している（EIRR=31.7%、B/C=2.58）。
- ii) マリル川堤防道路へ転換する交通需要は最も高い。これは、マリル川堤防道路の建設によって隣接する道路ネットワークへの将来の交通負荷を減少させることを意味している。
- iii) 住民移転および用地補償の実施上の観点から、マリル川堤防道路の必要とされるプロジェクトコンポーネントは最も現実的である。
- iv) カラチ市は、市の北東部のマリル川沿いの郊外に教育・研究機関を集積した新学園都市、および、新たな住宅都市（DHA City Karachi）を開発している。マリル川堤防道路は、カラチ市中心部とその新都市を結ぶ路線の一部となり、カシム地区の工業地帯へのリンクのみならず、カラチ市が実施している土地開発計画との整合性も高い事業といえる。

第6章 道路セクターにおける最優先案件にかかるプレ F/S 調査

マリル川堤防道路に対してプレF/Sを実施した。その概要および検討結果を以下に示す。さらに、ルートマップを巻末資料に添付する。

表6.1 プロジェクト概要

プロジェクト名	マリル川堤防道路			
延長 (km)	20.9			
起点	コランギ産業道路、コランギ産業エリア道路交差点			
終点	ナショナルハイウェイ (Goth Juman)			
設計速度 (km/h)	80			
車線数	6車線 (片側3車線)			
道路幅員 (m)	3.65			
橋梁	位置	Sta.1+250~1+350	Sta.4+750~4+850	Sta.6+900~7+400
	タイプ	T桁	T桁	T桁
	延長 (m)	100	100	500
	位置	Sta.10+800~11+100	Sta.11+700~13+600	Sta.19+300~19+550
	タイプ	T桁	T桁	T桁
	延長 (m)	300	1,900	250
インターチェンジ	位置	Sta.1+400	Sta.6+900	Sta.13+700
	タイプ	トランペット型	ダブルトランペット型	ダブルトランペット型
	構造物延長 (m)	1,500	5,200	3,700
公共構造物 (移設が必要)	高圧鉄塔 (2基)、電気ケーブル (3.0km)、電柱 (69本)、水道 (1,134m)、下水道 (1,082m)、ガス管 (4,545m)、地中電気ケーブル (865m)			
移転家屋数 (軒)	443			

出典：JICA 調査団

6.1 概略設計

(1) 設計条件

対象道路の設計条件を表6.2に示す。

表6.2 設計条件

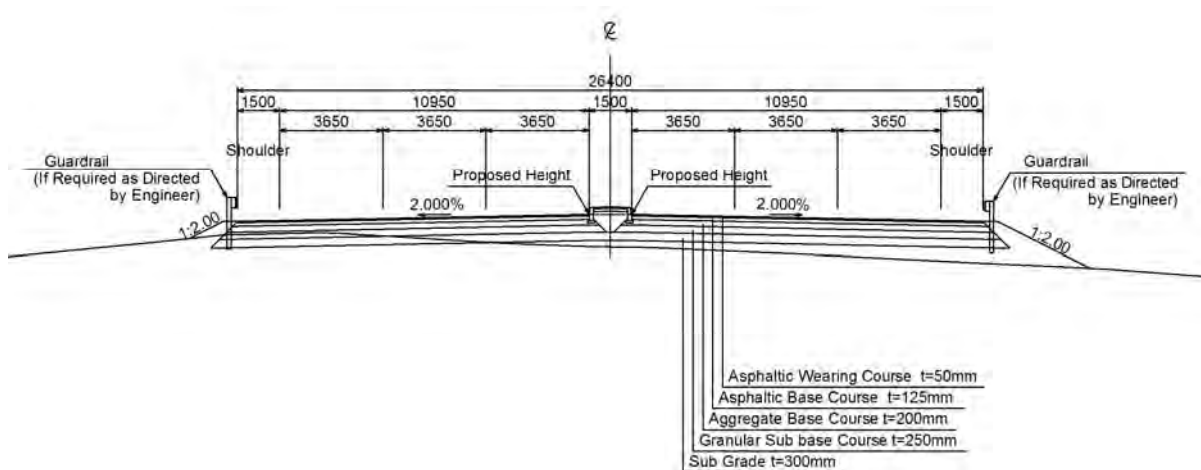
項目	基準値
設計速度 (km/h)	80
車線幅員 (m)	3.65
車線数	3
外側路肩幅員 (m)	1.5

項目	基準値
中央分離帯 (m)	1.5
標準横断勾配 (%)	2.0
最急縦断勾配 (%)	4.0
橋梁形式	T 桁
支間長 (m)	40
擁壁タイプ	補強土壁

出典：JICA 調査団

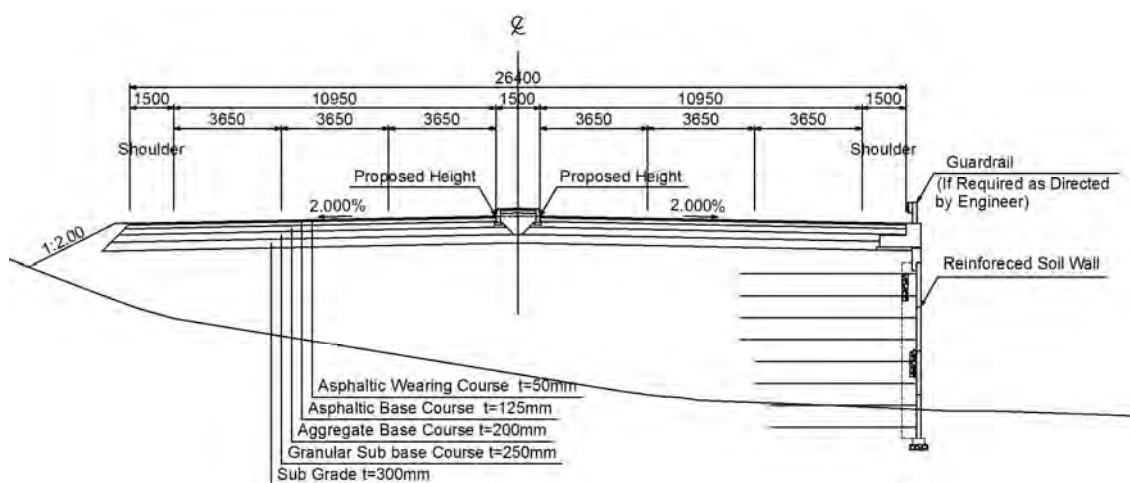
(2) 標準横断図

対象道路における土工区間、擁壁区間、橋梁区間およびランプ区間の標準横断図を図6.1から図6.4示す。



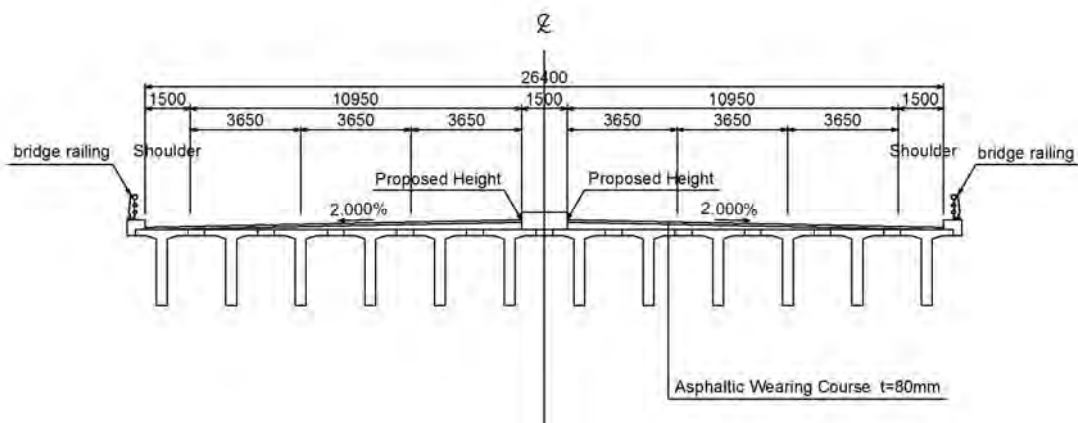
出典：JICA 調査団

図6.1 標準横断図（土工区間）



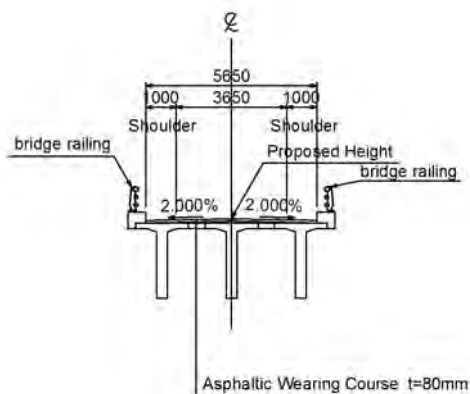
出典：JICA 調査団

図6.2 標準横断図（擁壁区間）



出典：JICA 調査団

図6.3 標準横断面図（橋梁区間）



出典：JICA 調査団

図6.4 標準横断面図（ランプ区間）

(3) コントロールポイント

1) マリル川現況堤防

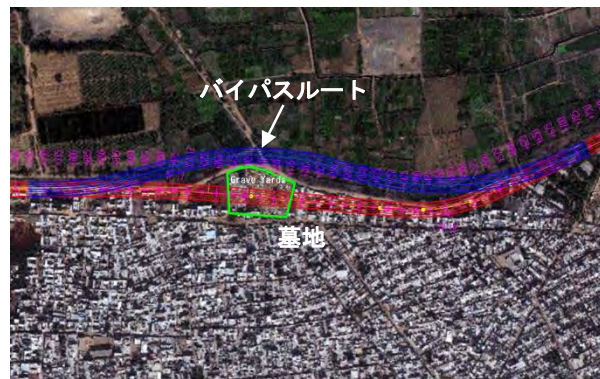
マリル川の堤防の天端高さは、計画高水の約1.2m上位に設定されている。本調査においては、路盤に水が浸入してこないように、計画道路の計画高が天端より上部になるように設定した。

2) 立体交差部における縦断余裕

立体交差部においては、将来のオーバーレイを見込んで、縦断余裕を5.0mと設定した。

3) 墓地

Sta.12+000から12+200付近において、墓地が存在しており、これを避けるように平面線形を設定した（図6.5）。河川敷地内であるために橋梁形式とする。



出典：JICA 調査団

図6.5 バイパスルート

4) 高圧電線

Sta.6+300付近においては、高圧電線が現況堤防を横断している。現況縦断は、この電線を避けるように設定されているため、計画道路においても同様に、電線を避けるように縦断計画を行った。

(4) ROW 幅

1) Korangi Industrial Area (3000) Road (Sta.0+000～Sta.1+300)

Korangi Industrial Area (3000) Roadの幅杭は現況道路センターから片側100ftと設定されている。

2) マリル川現況堤防 (Sta.1+300～Sta.13+000)

マリル川の現況堤防の区間は現況堤防センターから片側110ftと設定されている。

3) マリル橋以降 (Sta.13+000～Sta.20+925)

マリル橋以降はROW幅が不明であった。

(5) インターチェンジ

現況道路とのアクセスを考慮して、1) Sta.1+400付近、2) Sta.6+900付近、3)Sta.13+700付近の3か所のインターチェンジの計画を行った。計画の際には、料金所を1か所に集約できるような計画とした。

- ランプ1 (Sta.1+400付近) : トランペット型
- ランプ2 (Sta.6+900付近) : ダブルトランペット型
- ランプ3 (Sta.13+700付近) : ダブルトランペット型

6.2 概算事業費積算

(1) 主要工種の工事単価

調査団は、NHA CSR 2011を基に主要工種の工事単価を推定した。これは、国際通貨基金（IMF）によるパキスタンにおける2012年度の物価上昇率（12.00%）を参考に予測したものである。

表6.3 主要工種単価

工種		単位	単価 (Rs.)	
			NHA CSR 2011	2012 Estimation
土工	伐開・除根	m ²	21.03	23.76
	締固め	m ²	22.74	25.70
	切土工	m ³	264.14	298.48
	盛土工	m ³	355.42	401.62
路盤工	下層路盤	m ³	1,028.24	1,161.91
	上層路盤（骨材）	m ³	1,176.43	1,329.37
	上層路盤（アスファルト）	m ³	14,316.67	16,177.84
	路面切削工	m ³	491.14	554.99
	グルーピング工	m ²	55.02	62.17
アスファルト舗装工	プライムコート	m ²	88.57	100.08
	タックコート	m ²	35.47	40.08
	表層	m ³	15,427.14	17,432.67
構造物単価	橋梁	m ²	101,026.00	114,159.38
	補強土壁	m ²	27,147.00	30,676.11

出典：JICA 調査団

(2) 工事費

表6.4に工種別の工事費を示す。

表6.4 工事費

工種	工事費 (US\$)	工事費 (PKR)
土工	4,450,000	403,000,000
路盤工	13,620,000	1,233,000,000
アスファルト舗装工	6,530,000	591,000,000
中央分離帯	460,000	42,000,000
排水工	8,100,000	733,000,000
構造物	130,410,000	11,802,000,000
その他	63,740,000	5,768,000,000
合計	227,310,000	20,572,000,000

レート：US\$ 1.00= PKR 90.498

出典：JICA 調査団

(3) 概算事業費

住宅補償費、埋設物の移設費等を含む本事業の概算事業費を表6.5に示す。

表6.5 概算事業費

項目	金額 (US\$)	金額 (PKR)
工事費	227,310,000	20,572,000,000
住宅補償費	6,160,000	557,000,000
用地補償費	2,510,000	227,000,000
移設費	2,930,000	265,000,000
合計	238,910,000	21,621,000,000

レート：US\$ 1.00= PKR 90.498

出典：JICA 調査団

6.3 プロジェクト実施計画

(1) プロジェクト実施機関

プロジェクト実施のための全体管理は、KMC（Karachi Metropolitan Corporation）によって行われる。またKMCはマリル川堤防道路の建設終了後も、維持管理・運営を行うことを想定する。

通常、KMCが実施する道路建設工事においては、設計から施工監理までコンサルタントが調達して事業管理を実施している。高速道路区間17kmを含むマリル川堤防道路建設事業は、KMCが取り扱う事業の中でも特に規模の大きな事業に分類されることから、設計・業者調達・施工監理までのコンサルタントを国際入札で調達することを提案する。

(2) 実施スケジュール

プロジェクト実施スケジュールを表 6.6に示す。

表 6.6 プロジェクト実施スケジュール

Item	Year						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1. JICA Preparatory Survey (Pre-F/S)	■						
2. Full-Scale F/S		■					
1) Determination of ROW		△					
2) EIA Report Submission		△					
3) RAP Report Submission		△					
4) PC-1 Submission		△					
3. Detailed Engineering Design			■				
1) PQ Document Submission			△				
2) Tender Document Submission			△				
4. Resettlement / Land Acquisition			■	■			
5. Utility Relocation				■			
6. Tendering			■	■			
1) Prequalification (PQ)			□				
2) Biding				□			
7. Construction Work				■	■	■	■
8. Road Operation							→

出典：JICA 調査団

6.4 経済評価

(1) 有料高速道路の評価

初期経済評価では Malir River Bund Road は無料の Highway として評価された。しかしながら、本事業は完全に出入り制限された設計速度 80km/時の 6 車線の自動車専用道路として計画されている。この種の高規格道路は一般道路と比較してより高いサービスレベルを提供する。従って、無料の一般道路としてではなく、有料高速道路として扱うオプションがより現実的である。ここでは Malir River Bund Road を有料高速道路として扱った場合の経済評価を行なう。

(2) 料金率の設定

高速道路の料金率(料金体系および料金政策)は利用者が受ける便益(支払意思額：WTP)、受忍限度、建設費と維持管理運営費、そして一般物価水準等の諸要因を考慮して決定されるべきである。

一般的に、有料道路の料金率は例えそれが民間部門によって建設され運営されても政府(中央政府あるいは地方・市政府)のコントロールを受ける。

本評価では暫定的に現在運営中の Lyari 高速道路の現行料金率を参考に小型車 Rs30/回を適用した。

(3) 経済費用

マリル川堤防道路の経済事業費(財務費用も同様)は初期経済評価で提示されたものと同一である。しかしながら、本調査はプレF/Sであるため、次の段階での本格F/Sにおいては料金所の建設費や料金徴収費用、また、もし可能ならITS（Intelligent Transportation System）の費用を含めることが必要である。

(4) 経済評価

下記の前提条件のもとで費用-便益キャッシュフロー分析を実施した。

- | | |
|------------|-------------|
| a) 価格水準 | : 2012年価格 |
| b) 供用開始年 | : 2018年 |
| c) 評価期間 | : 供用開始後20年間 |
| d) 残存価値 | : 計上せず |
| e) 資本の機会費用 | : 12% |

経済評価の結果は以下に要約されるとおりである。

- | | |
|-------------------|------------------------|
| - 経済的内部収益率 (EIRR) | = 19.1% |
| - 便益/費用比 (B/C) | = 1.56 |
| - 純現在価値 (NPV) | = 8,734 (Rs. millions) |

上記の結果は、EIRRが資本の機会費用より大であり(>12%)、B/Cが1.0より大きく(>1.0)、NPVが正の値(>0)であることから、Malir高速道路が経済的にフィージブルであることを示している。

マリル川堤防道路の経済的フィージビリティの頑健性を検証するため、事業の費用と便益を基本ケースに対して想定される範囲内で変化させた場合の感度分析を行なった。感度分析のために設定した代替案は以下のとおりである。

- 事業費の上昇：+10%、+15%、および +20%
- 便益の減少：-10%、-15%、および-20%
- 上記費用・便益の増減の組み合わせ

感度分析の結果を表6.7に要約する。

表6.7 感度分析の結果

便益 費用	ベース ケース	-10%	-15%	-20%
ベースケース	19.1%	17.2%	16.3%	15.1%
+10%	17.4%	15.7%	14.8%	13.8%
+15%	16.7%	15.0%	14.1%	13.2%
+20%	16.0%	14.3%	13.4%	12.5%

出典：JICA 調査団

感度分析の結果は事業の経済的フィージビリティの頑健性を示しており、事業費が 20%上昇し、かつ経済便益が同時に 20%減少したとしても資本の機会費用より高い EIRR(>12%)を維持する。

第7章 道路開発計画実施のための提案

7.1 既存道路ネットワーク強化のためのパキスタン政府への提案

調査団は、投資環境整備の観点から、クリフトンエリアとポートカシムエリアのアクセス改善のためにマリル川堤防道路を優先プロジェクトとして提案した。しかしながら、既存道路ネットワークの交通容量は限られ、また、交通量は年々増加している。マリル川堤防道路は2018年からの供用開始を計画していることから、建設完了までには時間を要するため、道路ネットワークの強化は、マリル川堤防道路が建設されたとしても必要である。

パキスタン政府は、マリル川堤防道路事業実施に向けた準備が必要であるが、一方で、現況の道路ネットワーク強化のために以下の提案をする。

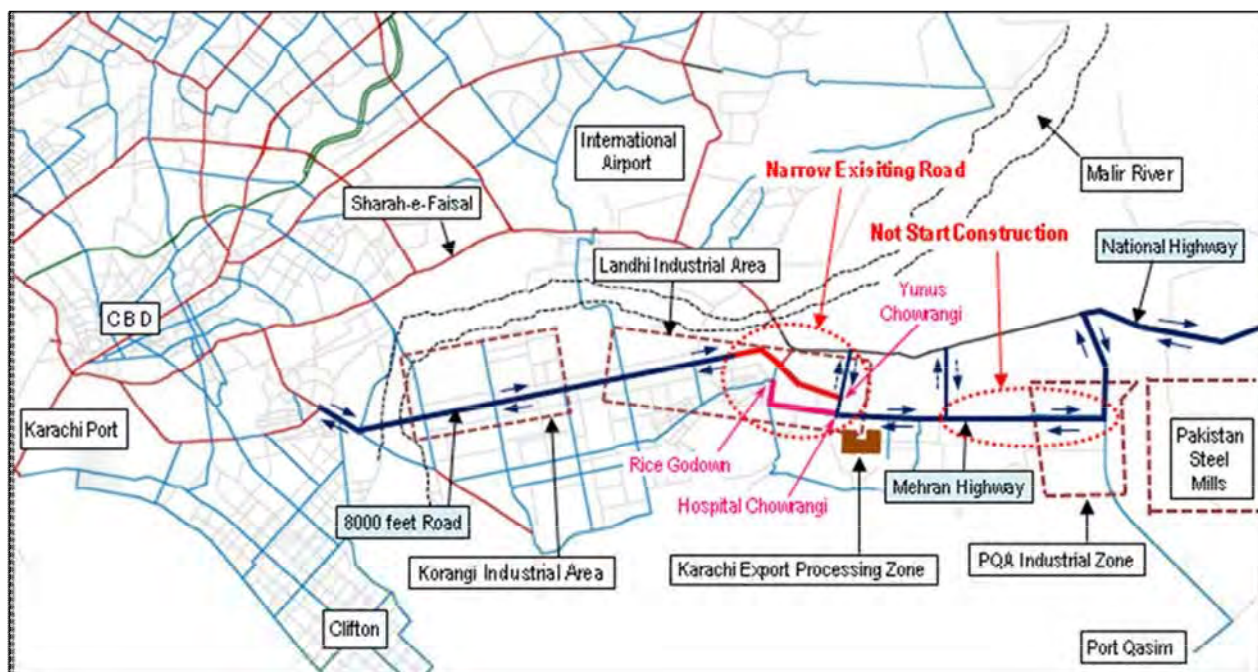
- 1) シャラーイーファイサル道路とナショナルハイウェイの交通容量の増加
 - i) KMCはシャラーイーファイサルでの3箇所（国際空港、マリル ハルト交差点、マリルNo.5交差点）の高架橋建設を実施するPC-1を作成し、シンド州へその予算を要求した。国際空港の高架橋は予算承認が得られて建設工事が開始しているが、残りの2橋の建設のための予算確保と早期の工事着工に向けた手続きを促進させる必要がある。
 - ii) KMCではシャラーイーファイサルとナショナルハイウェイを6車線化する計画をしている、現状は予算要求のためのコンセプトペーパーが準備されているに過ぎない。国際空港とカシム港の間のシャラーイーファイサルとナショナルハイウェイの現況交通容量はすでに現況4車線の交通容量に達しているので、KMCは6車線化のプロジェクト実施に向けた予算を含めた内部手続きを促進する必要がある。
 - iii) 路上駐車は交通容量の減少の原因となるが、オイルタンカー用に2,000台以上の駐車容量を持つ駐車ターミナルがパキスタンオイルターミナルの背後地に建設中である。Quad Abad高架橋とカシム港の間のナショナルハイウェイでの多数のオイルタンカーによる路上駐車による問題は、この駐車ターミナルの建設により緩和させるものと推測される。しかしながら、交通キャンペーンや取り締まりなどの対応策を併用するなどして路上駐車をさらに軽減する必要がある。
- 2) ナショナルハイウェイにおける大型車両による交通負荷の軽減

シャラーイーファイサルの大型車交通規制のため、大型の産業車両はコランギタウンとランディタウンの8000フィート道路を通過する必要がある。現在、メイラン道路建設が完成していないため、重車両はナショナルハイウェイを通過しており、これがナショナルハイウェイにおける交通渋滞の一因となっている。ナショナルハイウェイにおける大型の産業車両による一般交通への影響を減少させるために、以下の対策を提案する。

- i) メイラン道路の建設を早期に完了させる。メイラン道路の完成後は、**図7.1**に示すよ

うに、大型産業車両は8000フィート道路－メイラン道路のルートを通るような交通規制を行う。

- ii) Future Colonyの8000フィート道路とメイラン道路のRice GodownとHospital Chowrangiの区間は道路幅が狭く、舗装状態も悪い。したがって、産業車両の円滑な交通のための道路改良事業を実施する。
- iii) メイラン道路のRice GodownとHospital Chowrangi間は、工場立地地区および住宅密集地を通過している。KMCは2009年に4車線道路に改良する事業のPC-1を提出し、工事が契約済みであるが、現実的には、ほとんど工事進捗が上がっていない。KMCは早期の事業完成を目指して必要な処置を講じて、事業推進させる必要がある。
- iv) また、GodownとHospital Chowrangi間の代替ルートとして8000フィート道路とKRPZへのアクセス道路のYunus Godownの間を結ぶ既存ルートの改良事業が挙げられる。ただし、同ルートにも商店／住宅地区も存在していることより、大型車両の通過を念頭に入れ、適切な環境社会配慮の手続きをした整備が必要である。



出典：JICA 調査団

図 7.1 大型産業車両の提案輸送ルート

7.2 マリル川堤防道路実施に向けた提案

調査団は今回の調査でプレF/Sを行った。事業実施には多数の住民移転が必要であるため、RAP調査を含むF/S調査を早期に実施することを提案する。参照として調査内容（案）を巻末資料に添付する。

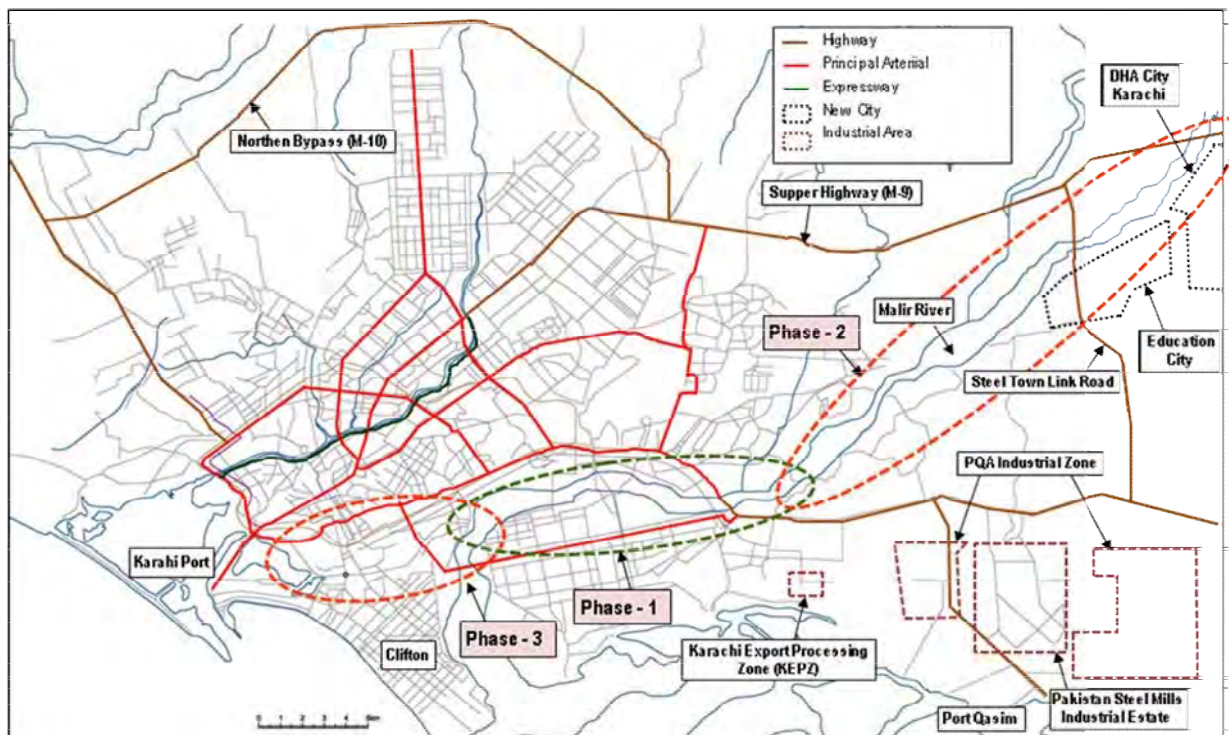
1) F/SにおけるRAP調査

パキスタンでは、ROWは詳細設計段階で決定され、RAP調査は詳細設計終了後に開始されるケースが多い。そのため、住民移転と用地補償の手続きに遅延が生じて、プロジェクト実施の遅れにつながる。ROWは技術的な精度を高めた調査によりF/S段階で決定され、RAP調査はF/S調査終了後に継続調査として直ちに実施することを提案する。

- i) 地形測量を実施して、精度の高いROW図面を作成する。
- ii) 橋梁基礎設計のための地質調査や洪水水位の確認のための水理・水文調査を実施した上で平面縦断図を作成する。

2) 高速道路通過料の財務分析調査

KMCはマリル川堤防道路を有料道路として計画し、マリル川からシャラーイーファイサルまでをフェーズ1区間、シャラーイーファイサルからスーパー・ハイウェイまでをフェーズ2区間として整備することが発表されている。また、KMCでは、フェーズ3事業としてマリル川堤防道路をクリフトン地区・カラチ港まで延伸し、カラチ港ースーパー・ハイウェイ間の物流動脈路を構築する構想も有している（図7.2）。しかし、フェーズ2区間の予備設計は、まだ具体的に検討がなされておらず、フェーズ3事業では路線も確定していない。したがってマリル川堤防道路全体の財務分析は未実施である。適切な財務分析を実施するために、以下の内容を含むF/S調査を行うことを提案する。



出典：JICA 調査団

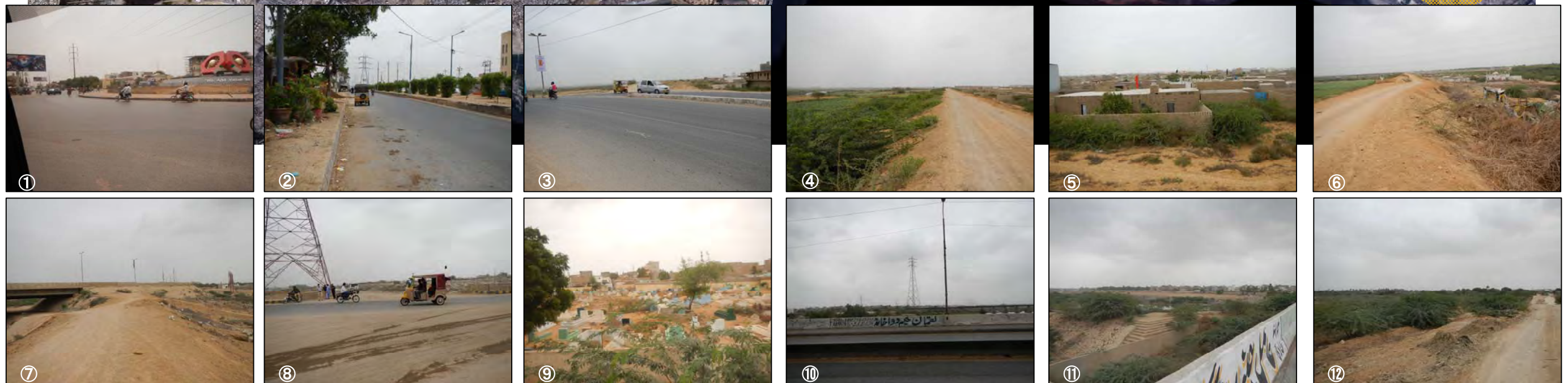
図 7.2 KMCによるマリル川堤防道路の整備フェーズ区分

- i) 有料道路とした場合の追加交通調査（支払い意志調査など）と需要予測の実施
 - ii) クリフトンエリアおよびカラチ港へ接続させるために高速道路を延伸させる場合のルート調査と交通需要予測の実施
 - iii) インターチェンジやランプの位置決定を含めたフェーズ2区間、および、上記のカラチ港道路延伸計画のインターチェンジやランプを含めた予備設計およびコスト試算
 - iv) 大型産業車両利用者に対する交通管理計画の検討（プレ-F/Sでは、産業車両の通過は交通需要予測の中で考慮されていない）
 - v) 我が国の円借款も建設資金調達選択肢に取り入れた財務分析
- 3) プレ-F/Sの設計レビュー
- i) EBMコーズウェイ、マリル川橋、シャラーイーファイサルの3か所のインターチェンジがプレ-F/Sで計画されている。フェーズ2区間およびカラチ港への延伸計画の予備調査を踏まえて、インターチェンジの設計のレビューが必要となる。
 - ii) 大型産業車両の交通管理計画に応じた道路の幾何設計のレビューを行う。プレ-F/Sの概略設計では、大型産業車両の通過は考慮されていない。

添付資料

- ・ マリル川堤防道路ルートマップ
 - ・ マリル川堤防道路整備事業フィージビリティ・スタディ調査の業務内容（案）
 - ・ 道路および電力セクターに係る協力候補案件の事業コンセプトペーパーの策定
-

マリル川堤防道路ルートマップ



出典：JICA 調査団

図 1 マリル川堤防道路ルートマップ

マリル川堤防道路整備事業フェージビリティ・スタディ調査の業務内容（案）

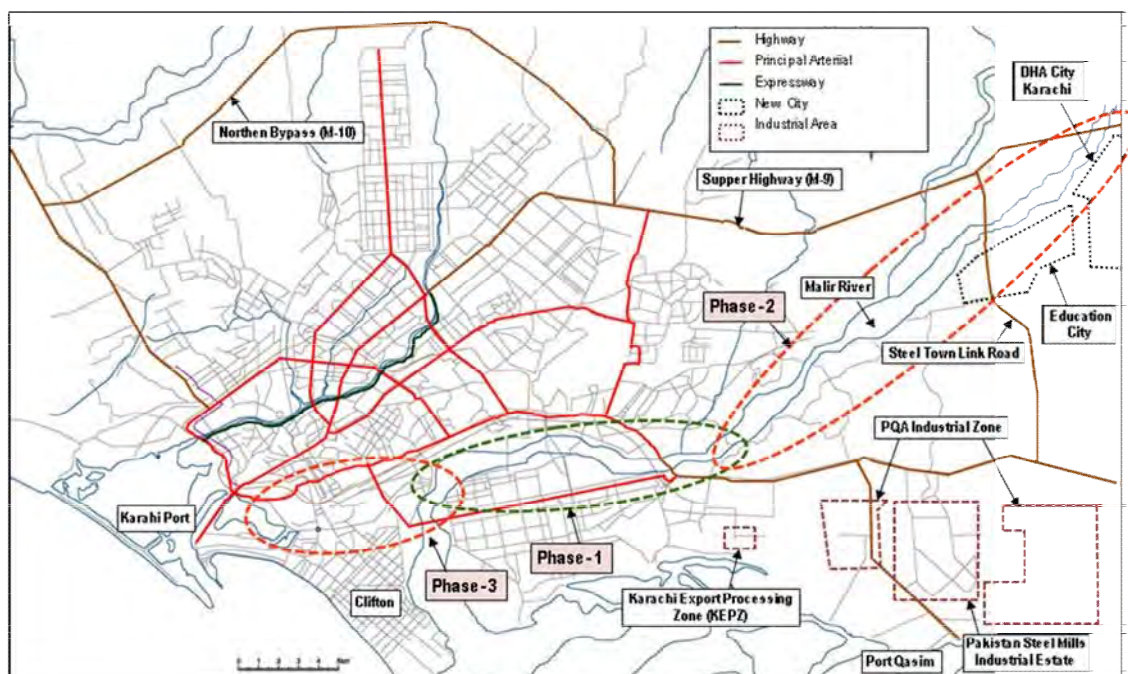
1. 調査の目的

KMC（Karachi Metropolitan Corporation）はマリル川堤防沿いに高速道路を建設するプロジェクトを以下の3つのフェーズに分けて実施することを計画している。

フェーズ1：カシム港へのアクセスを含む、EBMコーズウェイ～シャラーイーファイサルの区間（「産業育成協力プログラム（カラチ投資環境整備）準備調査（産業インフラ整備）」のJICA調査で実施されたプレF/Sが基本となる）

フェーズ2：シャラーイーファイサル～スーパーハイウェイ（M-9）の区間

フェーズ3：カラチ港～EBMの区間



出典：JICA 調査団

図 2 マリル川堤防道路の位置図と工区割案

本調査は、以下の目的で実施される。

- i) マリル川堤防道路のフェーズ2、3に対してルート調査および道路線形調査を実施し、予備設計を行い概算工事費の算出をする。
- ii) 我が国の円借款も資金調達の見込みとしたマリル川堤防道路の財務分析を行う。
- iii) フェーズ1に対して、必要なROWの設定、EIAおよびRAP調査を含むフェージビリティ調査を実施する。

2. 実施機関

KMC（Karachi Metropolitan Corporation）

3. 調査機関

12ヶ月間の調査期間を想定する。

4. 調査内容

(1) 交通調査・交通解析

「KTIP(2012)：カラチ運輸交通整備事業準備調査」のJICA調査ではカラチ市全域の交通需要予測を行っているが、マリル川堤防道路整備の財務分析に必要となる補足調査を含む以下の調査・検討を行う。

- i) フェーズ3のルートおよび線形計画を調査・検討をする。
- ii) インターチェンジおよびオン・オフランプの位置を決定する。
- iii) 料金徴収体系やその方法を明確にし、有料道路の場合の需要予測および財務分析を実施する。
- iv) 大型車両通行に係わる交通管理計画を検討する。
- v) フェーズ1の料金所の予備設計を実施する。

(2) フェーズ2、3のルートおよび線形調査

1) フェーズ3における代替ルートの調査

- i) 代替ルート案を設定してフェーズ3の線形を決定させる。そしてそれぞれの線形に対して、経済効果、環境／社会への影響および輸送効率の側面から評価を行う。
- ii) 選定ルートに対して、必要な道路現況調査およびユーティリティ調査を実施する。
- iii) 線形設計、構造物設計、インターチェンジ／オン・オフランプの設計、ユーティリティ移設計画などのエンジニアリング調査を実施し、財務調査に必要な概略予算を算出する。
- iv) 選定ルートに対してIEEレベルの環境調査を実施する。

2) フェーズ2の線形調査

- i) 選定ルートに対して、必要な道路現況調査およびユーティリティ調査を実施する。
- ii) 線形設計、構造物設計、インターチェンジ／オン・オフランプの設計、ユーティリティ移設計画などに代表されるエンジニアリング調査を実施し、財務調査に必要な概略予算を算出する。

iii) 選定ルートに対してIEEレベルの環境調査を実施する。

3) 経済・財務分析

- i) マリル川堤防道路の料金徴収体系や大型車両通過に関する交通管理体制を検討する。
- ii) 需要予測の実施と上記概略予算やプレF/Sで行ったフェーズ1の工事予算を適宜更新して高速道路事業の経済・財務分析を実施する。
- iii) 円借款を資金調達の選択肢として財務分析を実施し、料金徴収管理計画や高速道路建設の資金調達計画の提案を行う。

(3) フェーズ1のフィージビリティ・スタディ

1) 地形測量調査

- i) ROW図面作成ができる精度でフェーズ1に対する必要な地形測量調査を実施する。
- ii) 水理解析および水文解析に必要となるマリル川およびスクン・ナラの河川測量調査を実施する。

2) 水理調査

- i) フィージビリティ調査に必要となる既存の水理・水文データおよび資料を収集する。
- ii) 対象区間の道路幾何構造、橋梁構造物等の設計諸元を検討するのに必要な水理解析および水文分析を実施する。

3) 地質・土質調査

- i) F/Sレベルの橋梁基礎設計のためのボーリング試験を実施する。
- ii) 高速道路の路体となる既存堤防の土質調査、一般道路区間となる既存道路の現況舗装調査を実施する。

4) 予備設計およびコスト調査

- i) フェーズ2、3の線形調査結果を基に、プレF/Sで実施した道路線形設計を必要に応じて修正する。
- ii) 道路、橋梁、舗装、排水施設、インターチェンジ／オン・オフランプおよびユーティリティ移設等の予備設計を実施する。
- iii) 上記予備設計に基づいて対象区間のROW図を作成する。
- iv) 対象道路事業の概算コストを算出する。

5) 経済・財務分析と実施設計

- i) 上記の需要予測および概算コストに基づいて、対象事業の経済分析を実施する。

- ii) 円借款資金で整備される条件を取り込み、提案した料金徴収および交通管理体制にもとづいて対象事業の財務分析を実施する。
 - iii) 経済・財務分析結果より対象事業の実施スケジュールおよび実施体制を策定する。
- 6) 環境社会配慮に係わる調査
- i) 「環境社会配慮のJICAガイドライン」を遵守した必要な現地調査を含むEIA調査およびRAP調査を実施する。
 - ii) EIA調査およびRAP調査は、実施機関のKMCを支援することを目的として、ドラフトEIAレポートおよびドラフトRAPレポート作成して、関係機関への説明を経てKMCに提出をする。

5. 調査スケジュール

調査実施スケジュールを表 1に示す。

表 1 調査実施スケジュール

Item	Month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Traffic Study	■											
2. Alignment Study and Preliminary Design of Phase-2 and Phase-3 Section		■										
3. Financial Study of Malir Expressway				■								
4. FS of Phase-1 Section												
1) Site Survey	■											
2) Engineering Study				■								
3) ROW Drawings Preparation										▲		
4) Project Evaluation											■	
5) EIA and RAP Study		■										
5. Reporting												
1) Inception Report	▲											
2) Interim Report					▲							
3) Draft EIA Report and Draft EIA Report												▲
4) Draft Final Report												▲
5) Final Report												▲

出典：JICA 調査団

道路および電力セクターに係る協力候補案件の事業コンセプトペーパーの策定

道路および電力セクターに係る協力候補案件の事業コンセプトペーパーを以下に示す。

プロジェクト名	ルート1: 海岸道路の建設と復旧	ルート2: マリル川堤防道路の建設	ルート3: シヤラーイーフアイサルへナシヨナルハイウェイの改良
実施機関	Karachi Metropolitan Corporation		
延長及び起終点	延長: L = 26.3km 起点: コランギ道路とクリーク道路の交差点 終点: カシム港アクセス道路	延長: L = 21.3 km 起点: 3000 フォート道路と 8000 フォート道路の交差点 終点: ナシヨナルハイウェイ (Goth Juman)	延長: L = 15.3 km 起点: 国際空港の入り口 終点: カシム港アクセス道路
案件概要	<ul style="list-style-type: none"> - 6車線道路として整備する - 主要幹線道路の機能確保のため、マリル川を横断する延長2.2kmの橋梁建設が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> - Goth Jem Kundr まで6車線のアクセスコンクリート道路(17.1km)として建設される - 右岸側堤防は多くの移転が伴うため、6車線道路は左岸側堤防に建設する - マリル川堤防の高連道路以降は、ナシヨナルハイウェイへ接続する4.2kmの主要幹線道路として建設する 	<ul style="list-style-type: none"> - 現況の4車線から6車線へ拡張する - ローカル交通と主要交通を分離させるために、サービス道路を設置する - 高架橋建設によって主要交差点部を改良する
プロジェクトの現状	<ul style="list-style-type: none"> - 概略設計は未実施である - KMCはマリル川のコーズウェイ(4車線)のPC-1とCBM近くのボックスカルバートの改良のPC-1を提出しており、ボックスカルバートの改良事業のみ施工中である 	<ul style="list-style-type: none"> - 左岸堤防を利用した概略設計は、ADB資金により(事業費: 60,479百万PKR)によって実施された - 現在、KMCから両岸の堤防を活用した違った線形計画を提案しているが、概略設計は実施されていない - PC-1は作成されていない 	<ul style="list-style-type: none"> - シヤラーイーフアイサルでの3か所の高架橋建設(総事業費: 1,214.5百万PKR)は提出され、国際空港の高架橋が現在建設中である - 6車線拡張計画によると、事業実施の承認のための事業コンセプトペーパーはKMCによって作成されたが、F/SおよびD/Dは未着手である
実施スケジュール	5年(準備1年、用地取得及び移設1年、施工3年)		
概算事業費	US\$ 95,180,000 (PKR 8,614,000,000) レート: US\$ 1.00= PKR 90.498	US\$ 238,910,000 (PKR 21,621,000,000) レート: US\$ 1.00= PKR 90.498	US\$ 175,420,000 (PKR 15,875,000,000) Bt: US\$ 62.78, Bt: 2: 9.12, Bt: 3: 9.11, 6車線: US\$ 42.94 (Unit: US\$ Million) レート: US\$ 1.00= PKR 90.498
予想される結果	<ul style="list-style-type: none"> - カシム港に直接接続し、シヤラーイーフアイサル/ナシヨナルハイウェイやコランギ・ランディータウンの8000フォート道路の代替路となる - 海岸道路はKSP-2020における外環状道路の一部となる - 海岸道路の建設によりコランギ/ランディータウ内の道路交通負荷の改善が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> - アクセスキュントロールの高連道路となるため、交差点部での混雑が解消され、スムーズな交通が確保できる - KSP-2020では、このプロジェクトは高い優先度が与えられている 	<ul style="list-style-type: none"> - 車線増加に伴い交通容量が増加することで交差点部での混雑が解消され、スムーズな交通が確保できる - サービス道路整備により、主要交通とローカル交通が分散され交通混雑が解消される - マリル川堤防道路が実施されたとしても、現状の交通容量が許容に達しているために改良事業は必要である
必要な追加調査	<ul style="list-style-type: none"> - 地形測量を実施し、ROWを確定させる - 地質調査の実施 - 道路予備設計の実施 	<ul style="list-style-type: none"> - 地形測量を実施し、ROWを確定させる - 地質調査の実施 - マリル川の水理・水文調査の実施 - 道路予備設計の実施 	<ul style="list-style-type: none"> - 地形測量を実施し、ROWを確定させる - 地質調査の実施 - 道路予備設計の実施

プロジェクト名	プロジェクト(5) : Korangi Combined Cycle Power Plant (KCCPP)におけるオープンモード機のコンバインドサイクルモード化 Karachi Electricity Supply Company (KESC) 26 MW の増設	プロジェクト(6) : Korangi Gas turbine Power Station-II (KGTPS-II)におけるコンバインドサイクルモード化	プロジェクト(7) : S.I.T.E Gas turbine Power Station-II (SGTPS-II)におけるコンバインドサイクルモード化	プロジェクト(10) : 配電線の改修
実施機関	Karachi Electricity Supply Company (KESC)			
主要仕様 (出力/ 電圧と互換)	10 MW の増設			
案件概要	<ul style="list-style-type: none"> 熱回収蒸気発生器と蒸気タービン発電機とを設置しコンバインドサイクル化、燃料を新たに消費することなく発電量を増加 	<ul style="list-style-type: none"> 熱回収蒸気発生器と蒸気タービン発電機とを設置しコンバインドサイクル化、燃料を新たに消費することなく発電量を増加 	<ul style="list-style-type: none"> 熱回収蒸気発生器と蒸気タービン発電機とを設置しコンバインドサイクル化、燃料を新たに消費することなく発電量を増加 	<ul style="list-style-type: none"> 既設配電線5長の5%の撤去・新設 11 kV 配電線 350 km, 400 V 配電線 586 km 50 kVA 配電用変圧器 300 台 (新設) 20 kVA キヤパシタ 300 台 (新設) (設備規模は仮設定。) 既設配電線の電線サイズアップにより、配電損失軽減を図る。KESC の全配電線の5%を対象として仮設定。 既設低圧配電線の絶縁電線化により盗電を防ぐ。同じく KESC の低圧配電線の5%を対象。 さらに配電損失削減のため、50 kVA 配電用変圧器と 20 kVA キヤパシタも新設する。 プロジェクトの構想があるのみで KESC 内部では対象規模も未定。 概略設計未実施。
プロジェクトの現状	<ul style="list-style-type: none"> 現在、48.4 MW のガスタービン発電機 4 units が稼働中で、そのうち 2 units は既にコンバインドサイクル化されて 26 MW の熱回収蒸気発生器・蒸気タービンが稼働している。 残りの 2 units にも同じ手法の増設を行う。そのため設計は形式的な図面作成などのみが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在、2,739 MW のエンジン発電機 32 units が稼働中。 これら全てのエンジンをコンバインドサイクル化する予定。 全ての既設エンジン・発電機 2 units 毎に熱回収蒸気発生器・蒸気タービンを据付ける。新たな設計が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在、2,739 MW のエンジン発電機 32 units が稼働中。 これら全てのエンジンをコンバインドサイクル化する。 全ての既設エンジン・発電機 2 units 毎に熱回収蒸気発生器・蒸気タービンを据付ける。新たな設計が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 7年 (準備 1、設計・施工 5年、旧設備撤去1) USD 100,000,000 (設備規模は変更可能)
美施スケジュール	3年 (準備 1、設計・施工 2年)	3年 (準備 1、設計・施工 2年)	3年 (準備 1、設計・施工 2年)	7年 (準備 1、設計・施工 5年、旧設備撤去1)
概算事業費	USD 44,000,000	USD 24,000,000	USD 24,000,000	USD 100,000,000 (設備規模は変更可能)
予想される結果	期待事業効果	<ul style="list-style-type: none"> 発電設備容量増強、計画停電の削減 (26 MW の燃料不要な発電所を建設すると同じ効果) 	<ul style="list-style-type: none"> 発電設備容量増強、計画停電の削減 (10 MW の燃料不要な発電所を建設すると同じ効果) 	<ul style="list-style-type: none"> 発電設備容量増強、計画停電の削減 (10 MW の燃料不要な発電所を建設すると同じ効果)
	必要な追加調査	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study 	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study 	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study
	Scope決定のための測量を含めた概略設計	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study 	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study 	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility study