

独立行政法人 国際協力機構
 Bangladesh 国運輸省ダッカ交通調整局 (DTCA)

Bangladesh 国ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト (有償勘定技術支援)

業務完了報告書

2016 年 11 月

株式会社 アルメック VPI
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

基盤
JR
16-174

目次

■ 本編

1. 業務完了報告書について

- 1.1 背景 1
- 1.2 業務完了報告書の構成 1

2. STP 改定書の国家承認手続きに掛かる作業内容

- 2.1 背景 2
- 2.2 主な作業内容 2
- 2.3 成果 2

3. 携帯電話位置情報データ(地理空間情報)の可視化における行動分析

- 3.1 調査概要 3
- 3.2 分析結果 5
- 3.3 今後の課題 9

4. MRT5 号線の路線計画の見直し

- 4.1 背景 10
- 4.2 検討内容 10

5. 地質調査

- 5.1 調査概要 12
- 5.2 調査の手法と結果 14

6. 交通補足調査

- 6.1 調査概要 15
- 6.2 調査の結果 16

■ 携帯電話位置情報データ(地理空間情報)の可視化による行動分析

1. INTRODUCTION

- 1.1 Background A-1
- 1.2 Study Area A-2
- 1.3 What is Call Detail Records (CDR) A-3
- 1.4 Extracting human mobility and spatiotemporal distribution from CDR A-3
- 1.5 Limitations and Difficulties in CDR approach A-4

2. CDR DATASET AND BASIC STATISTICS

- 2.1 CDR Dataset A-5
- 2.2 CDR Statistics A-6
- 2.3 Methodology A-9

3. ANALYSIS RESULT

- 3.1 CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone A-15

3.2	Mobile User Population	A-16
3.3	Compare Population estimation with Census	A-17
3.4	O-D Matrix (Heat Map)	A-17
3.5	O-D Map (Links)	A-18
3.6	Compare Estimated O-D with HIS	A-19
3.7	Correlation: With-in Zone	A-20
3.8	Correlation: Inter Zone	A-21
3.9	Compare Estimated O-D with HIS	A-21

4. CONCLUSION

4.1	Summary	A-23
4.2	Issues	A-23
4.3	Recommendations	A-23

■ MRT5 号線の路線計画の見直し

1. 調査の内容および技術的側面の検討

1.1	過去の関連調査	B-1
1.2	RSTP による交通の現況および将来分析結果	B-1
1.3	MRT5 号線西部延伸計画の必要性	B-5

2. MRT5 号線西部延伸計画に必要な各種検討

2.1	MRT5 号線の西部延伸計画	B-6
2.2	MRT5 号線西部延伸計画のルート選定	B-9
2.3	Gabtolli 駅の線形計画	B-11
2.4	Hemayetpur 駅の折返し施設	B-16
2.5	MRT5 号線の車庫位置の選定	B-16
2.6	MRT5 号線の段階整備	B-21
2.7	Vatara 駅以东の BRT 計画	B-21
2.8	Hemayetpur - Savar 間の延伸計画	B-22
2.9	運転計画	B-22
2.10	車両計画	B-25
2.11	車両基地計画	B-25
2.12	MRT6 号線 Mirpur10 駅との結節点計画	B-26

3. GABTOLI BUS TERMINAL の再開発計画

3.1	Bus Terminal の移転計画の経緯	B-27
3.2	Gabtolli Bus Terminal 跡地の再開発計画	B-30
3.3	新バスターミナル計画	B-33

■ 地質調査

1. 地質調査の概要

1.1	目的	C-1
1.2	調査内容	C-2
1.3	ボーリングの調査位置	C-3

2. 調査方法

2.1	ボーリング掘削	C-4
2.2	標準貫入試験(SPT)	C-4
2.3	不攪乱試料採取(UDS)	C-6
2.4	室内試験	C-6

3. 調査結果

3.1	地質分布の特徴	C-8
3.2	地質断面図	C-10
3.3	室内試験結果	C-11
3.4	設計用地盤定数	C-13

4. 考察

4.1	高架橋の基礎	C-14
4.2	車両基地候補地の圧密沈下	C-15
4.3	地震時の液状化	C-16

■ 交通補足調査

1. 調査目的 D-1

2. 調査項目 D-1

3. 調査方法

3.1	実施準備	D-1
3.2	調査対象	D-1
3.3	データ入力	D-2

4. 調査実施

4.1	調査地点	D-2
4.2	調査スケジュール	D-5

5. 調査の実施を経て得られた教訓

5.1	夜間での乗車人員調査について	D-5
5.2	雨天時の調査について	D-5
5.3	調査実施中に起きた現象の記録	D-5
5.4	車窓がスモークされている車両や、高速で走行している車両に対する乗車人員調査	D-5
5.5	調査責任者・調査管理者による英会話能力	D-6
5.6	調査実施中の、調査員による携帯電話の使用	D-6

6. 調査結果

6.1	時間交通量の推計	D-6
6.2	調査地点別 交通量	D-7
6.4	時間別交通量分布	D-9
6.5	乗車人員	D-10
6.6	車種構成	D-10

図表目次

■ 本編

図 3.1	CDR データの概要	3
図 3.2	携帯電話の基地局分布	4
図 3.3	CDR データの分析手順	5
図 3.4	夜間人口の比較	6
図 3.5	CDR データから推定された OD(C2CM)にみる行動パターン	6
図 3.6	CDR データから推定された OD(C2CM)と HIS による OD データとの比較	7
図 3.7	ゾーン別発生量(CDR)	8
図 3.8	ゾーン別発生量	8
図 3.9	OD ペア毎のトリップ数の比較(乾期)	9
図 4.1	MRT 東西線の路線図	10
図 5.1	計画されている MRT 1 号線の路線図	12
図 5.2	ボーリング位置図	13

表 1.1	変更契約の内容と理由	1
表 3.1	CDR データの概要	4
表 3.2	乾期と雨期の CDR データ数	7
表 3.3	PT 調査結果のトリップ数と CRD 分析結果のトリップ数	7
表 5.1	調査項目の概要	13
表 5.2	各ボーリング地点の孔口標高および座標	14

■ 携帯電話位置情報データ(地理空間情報)の可視化による行動分析

Figure 1.1	GDA Area	A-2
Figure 1.2	Study Area of CDR	A-2
Figure 1.3	Concept of CDR	A-3
Figure 1.4	Sequential Locations Recorded in CDR Data	A-3
Figure 2.1	ALL CELL TOWER LOCATIONS (from CDR)	A-6
Figure 2.2	JICA TAZ ZONE	A-6
Figure 2.3	Number of CDR	A-6
Figure 2.4	Number of Unique Users	A-7
Figure 2.5	Number	A-7
Figure 2.6	Daily Average Location per User	A-8
Figure 2.7	Total Average Call by User	A-8
Figure 2.8	Daily Average Call Duration per User	A-9
Figure 2.9	Concept of Methodology	A-10
Figure 2.10	Hadoop Cluster	A-11
Figure 2.11	Processing Flow	A-11
Figure 2.12	Concept of Origin-Destination Estimation	A-12
Figure 2.13	Overall Concept of C2CM(1)	A-13
Figure 2.14	Overall Concept of C2CM(2)	A-13
Figure 2.15	Call to Call Movement: Aggregation (1)	A-14
Figure 2.16	Call to Call Movement: Aggregation (2)	A-14
Figure 3.1	CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone (Dry-season)	A-15

Figure 3.2	CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone (Wet-season)	A-15
Figure 3.3	Compare Footprint: Dry and Wet	A-16
Figure 3.4	Mobile User population in Traffic analysis Zone	A-16
Figure 3.5	Estimated Population 2014 compare with Mobile Users	A-17
Figure 3.6	Heat Map (Dry-season)	A-17
Figure 3.7	Heat Map (Wet-season)	A-18
Figure 3.8	OD Links (Dry-season)	A-18
Figure 3.9	OD Link (Wet-season)	A-19
Figure 3.10	OD Correlation Comparison (Dry-season)	A-19
Figure 3.11	OD Correlation Comparison (Wet-season)	A-20
Figure 3.12	OD Correlation Comparison: With-in Zone (Dry-season)	A-20
Figure 3.13	OD Correlation Comparison: With-in Zone (Wet-season)	A-20
Figure 3.14	OD Correlation Comparison: Inter Zone (Dry-season)	A-21
Figure 3.15	OD Correlation Comparison: Inter Zone (Wet-season)	A-21
Table 2.1	CDR Dataset	A-5
Table 2.2	Sample Data of CDR	A-5
Table 2.3	Estimated Total Population (sample)	A-12

■ MRT5 号線の路線計画の見直し

図 1.1	RSTP の調査対象地域	B-1
図 1.2	発生交通の将来変化	B-2
図 1.3	現況の交通分担率(2014)	B-2
図 1.4	将来の交通分担率(2035)	B-3
図 1.5	幹線道路の配分交通容量の将来変化	B-3
図 1.6	RSTP で見直した MRT 及び BRT 路線	B-4
図 1.7	MRT 東西線の路線図	B-5
図 2.1	MRT 東西線のルート区分	B-6
図 2.2	MRT5 号線の全体ルート及び西部延伸計画	B-7
図 2.3	MRT 東西線の PHPDT	B-7
図 2.4	MRT5 号線西新ルートの PHPDT	B-8
図 2.5	MRT5 号線の各ルート呼称と距離	B-8
図 2.6	Gabtolli- Nabinagor 間の高速道路計画	B-9
図 2.7	Gabtolli -Hemayetpur 間の計画道路断面	B-9
図 2.8	Gabtolli - Hemayetpur 間の MRT 路線の代替案	B-10
図 2.9	Gabtolli -Hemayetpur 間の MRT 及び道路断面計画	B-11
図 2.10	方向別ホームと路線別ホーム	B-12
図 2.11	Gabtolli 駅 方向別ホーム-案 1	B-13
図 2.12	Gabtolli 駅 方向別ホーム-案 2	B-13
図 2.13	Gabtolli 駅 方向別ホーム-案 3	B-14
図 2.14	Gabtolli 駅 路線別ホーム案	B-15
図 2.15	Hemayetpur 駅の折返し施設	B-16
図 2.16	MRT5 号線の車庫候補用地の位置	B-17
図 2.17	RAJUK の土地利用計画(2016-2035)	B-17
図 2.18	車庫候補用地の調査時(2016.5 月)の状況	B-18
図 2.19	Option1 平面図	B-19
図 2.20	Option2 平面図	B-19

図 2.21	Option3 平面図	B-20
図 2.22	Mouza マップ(地籍図)の例	B-21
図 2.23	Vatara 駅以东の BRT 計画	B-22
図 2.24	先頭車の座席配置例	B-23
図 2.25	中間車の座席配置例	B-23
図 2.26	車両基地計画	B-25
図 2.27	MRT5 号線及び 6 号線 Mirpur10 駅の位置	B-26
図 3.1	Gabtolli Bus Terminal の現状	B-27
図 3.2	Composite Polocy Map	B-28
図 3.3	新バスターミナルの候補地	B-28
図 3.4	Gabtolli 駅と Hemayetpur 駅の将来利用者数	B-29
図 3.5	Gabtolli Bus Terminal の現状と将来の機能分担	B-29
図 3.6	Gabtolli Bus Terminal の現状と将来の機能分担	B-30
図 3.7	Gabtolli 駅の乗降客数(2035 年)	B-30
図 3.8	Gabtolli 駅のレイアウト案 1	B-31
図 3.9	Gabtolli 駅の断面イメージ図	B-32
図 3.10	Gabtolli 駅のレイアウト案 2	B-33
図 3.11	新バスターミナルの候補地	B-34
図 3.12	Hemayetpur 駅のレイアウト案 1	B-35
図 3.13	Hemayetpur 駅のレイアウト案 2	B-36
図 3.14	Hemayetpur 駅の断面イメージ図	B-36

表 1.1	MRT5 号線に関連するプロジェクト等	B-1
表 1.2	MRT, BRT の乗客数と PHPDT(2035 年)	B-4
表 2.1	MRT 路線の代替案	B-11
表 2.2	Gabtolli 駅の線形計画と機能について	B-15
表 2.3	車庫候補用地の条件と評価	B-20
表 2.4	MRT5 号線の各ルートの距離表	B-21
表 2.5	5 号線各ルートの PHPDT	B-22
表 2.6	ピーク時の混雑率と乗客数の関係	B-24
表 2.7	北ルート及び西新ルートの運転計画と編成数	B-24
表 2.8	南ルートの運転計画と編成数	B-24
表 2.9	MRT5 号線の列車編成本数	B-25
表 3.1	Gabtolli 駅の交通分担率(2035 年想定値)	B-31
表 3.2	必要施設面積(2035 年想定値)	B-31
表 3.3	Gabtolli 駅施設の整備方針(レイアウト案 1)	B-32
表 3.4	Gabtolli 駅施設の整備方針(レイアウト案 2)	B-33
表 3.5	新バスターミナルの候補地	B-34
表 3.6	Hemayetpur 駅の交通分担率(2035 年想定値)	B-35
表 3.7	必要施設面積(2035 年想定値)	B-35
表 3.8	Hemayetpur 駅施設の整備方針(レイアウト案 1)	B-36
表 3.9	Hemayetpur 駅施設の整備方針(レイアウト案 2)	B-37

■ 地質調査

表 1 1	調査項目の概要	C-2
表 1 2	各ボーリング地点の孔口標高および座標	C-3
表 2 1	室内試験の試験項目及び基準	C-6

表 3 1	分布地層の概要	C-8
表 3 2	各地層の室内試験結果の平均値	C-11
表 3 3	各地層のせん断強度特性	C-12
表 3 4	各地層の平均的な圧密試験値	C-13
表 3 5	水質分析結果	C-13
表 3 6	設計用地盤定数	C-13
表 4 1	推奨される支持層深度・標高	C-14
表 4 2	圧密解析結果のまとめ	C-16
表 4 3	液状化解析結果のまとめ	C-18
図 1 1	計画されている MRT 1 号線の路線図	C-1
図 1 2	ボーリング位置図	C-3
図 2 1	ボーリング掘削機	C-4
図 2 2	標準貫入試験機器	C-5
図 2 3	シンウォール式サンプラーの構造	C-6
図 2 4	圧密試験状況	C-7
図 2 5	一軸圧縮試験状況	C-7
図 3 1	N値のヒストグラム	C-9
図 3 2	地質断面図	C-10
図 3 3	粒度組成	C-11
図 3 4	アッターベルグ限界および含水比	C-12
図 4 1	圧密沈下解析の地盤モデル(左: BH38、右: BH41)	C-16
図 4 2	バングラデシュの地震揺れやすさマップ	C-17

交通補足調査

図 4.1	交通カウント調査実施地点	D-3
図 4.2	調査地点のレイアウト	D-4
図 6.2	交通量の時間別分布	D-9
図 6.3	乗車人員カウント調査の結果	D-10
図 6.4	車種別交通量と構成比(全調査地点・両方向)	D-11
表 3.1	交通カウント調査における車種区分	D-1
表 4.1	交通カウント調査実施地点	D-2
表 4.2	交通カウント調査の実施スケジュール	D-5
表 6.1	24 時間 /16 時間交通量比を取得した地点	D-7
表 6.2	調査地点別 交通量カウント結果	D-8
表 6.3	交通量の時間別分布	D-9
表 6.4	乗車人員カウント調査の結果 1)	D-10
表 6.5	車種別交通量と構成比(全調査地点・両方向)	D-11

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Francaise de Developpement	フランス開発庁
BBA	Bangladesh Bridge Authority	バングラデシュ橋梁公社
BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority	内陸水運局
BIWTC	Bangladesh Inland Water Transport Corporation	内陸水運公社
BR	Bangladesh Railway	バングラデシュ国鉄
BRT	Bus Rapid Transit	高速バス輸送システム
BRTA	Bangladesh Road Transport Authority	バングラデシュ道路交通局
BRTC	Bangladesh Road Transport Corporation	バングラデシュ道路交通公社
BUET	Bangladesh University of Technology	バングラデシュ工科大学
C&B	Construction & Building	建設と建築
CASE	Clean Air and Sustainable Environment	きれいな空気と持続可能な環境
CNG	Compressed Natural Gas	天然圧縮ガス
DAP	Detail Area Plan	詳細地区計画
DCC	Dhaka City Corporation	ダッカ特別市役所
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DFID	Department for International Development	国際開発局
DHUTS	Dhaka Urban Transportation Network Development Study	ダッカ都市交通網整備事業準備調査
DMA	Dhaka Metropolitan Area	ダッカ都市圏
DMDP	Dhaka Metropolitan Development Plan	ダッカ首都圏開発計画
DMP	Dhaka Metropolitan Police	ダッカ都市圏警察
DMTA	Dhaka Metropolitan Transport Authority	ダッカ首都圏交通局
DMTC	Dhaka Mass Transit Company	ダッカ都市交通公社
DNCC	Dhaka North City Corporation	ダッカ市役所北部管轄
DPP	Department of Printing and Publications	印刷出版局
DRTM	Directorate of Road Transport Maintenance	道路交通維持理事会
DSCC	Dhaka South City Corporation	ダッカ市役所南部管轄
DTCA	Dhaka Transport Coordination Authority	ダッカ運輸調整局
DTCB	Dhaka Transport Coordination Board	ダッカ運輸調整委員会
ECNEC	Executive Committee of the National Economic Council	国家経済委員会
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
F/R	Final Report	ファイナルレポート
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	Global Environmental Facility	世銀による環境基金
GIBR	Government Inspector of the Bangladesh Railways	バングラデシュ国鉄政府検査官
GOB	Government of Bangladesh	バングラデシュ政府
GOJ	Government of Japan	日本政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位網
HIS	Household Interview Survey	世帯インタビュー調査
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IT/R	Interim Report	インテリムレポート

JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
LGD	Local Government Division	地方自治省
LGED	Local Government Engineering Department	地方行政技術局
MOC	Ministry of Communication	運輸省
MOHPW	Ministry of Housing and Public Works	住宅公共事業省
MOR	Ministry of Railways	鉄道省
MRT	Mass Rapid Transit	大量高速輸送機関
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府系機関
OD	Origin and Destination	発着地
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPPO	Public Private Partnership Office	バングラデシュ官民パートナー シップ事務局
PT	Project Team	調査団
RAJUK	Rajdhani Unnayan Karttripakkha	首都圏開発庁
RD	Record of Discussions	議事録
RHD	Road and Highway Department	運輸省道路局
RTC	Regional Transport Committee	地域交通委員会
SC	Steering Committee	運営委員会
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SPA	Survey and Plan Area	調査及び計画地域
STP	Strategic Transport Plan for Dhaka	ダッカ都市交通戦略計画
TDM	Traffic Demand Management	交通需要管理
TOR	Terms of Reference	委託事項
UMRT	Urban Mass Rapid Transit	都市大量高速輸送機関
WB	World Bank	世界銀行
WG	Working Group	ワーキンググループ

1. 業務完了報告書について

1.1 背景

本プロジェクト「バングラデシュ国ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト(有償勘定技術支援)」(以下、RSTP)の最初の履行期限は、2014年5月12日から2015年10月30日までであった。

しかし、バングラデシュへの渡航禁止や指定地域外の外出禁止措置の影響や、バングラデシュ政府からの RSTP の国家承認プロセスのサポート要請を受けて、2015年10月27日に1回目の変更契約を行い、履行期限が2016年7月29日まで延期された。

更に、バングラデシュ政府からの追加調査の要請に伴い、2016年3月29日に2回目の変更契約を行い、履行期限が2016年11月30日まで延期された。

本業務報告書は、これまでの2回の変更契約で追加された業務の成果をまとめたものである。

表 1.1 変更契約の内容と理由

	変更内容と理由
1 回目	2015年1月からバングラデシュ国内で発生したハルタルやオボロッド(無期限の全国の道路、鉄道、水上交通の封鎖)に対する安全管理上の理由により、バングラデシュへの出入国禁止やダッカ市内の特定区域以外の外出禁止措置が JICA バングラデシュ事務所より発令された。この安全管理処置に伴い、調査団はバングラデシュ国へ2015年1月5日から2015年3月5日まで2か月間、団員の現地への渡航を見合わせる事となり、全体業務が概ね2か月遅延した。 また、STP 改訂版の国家承認に向けた支援が必要になったため。
2 回目	変更内容: MRT5 号線の路線計画の見直し 変更理由: バングラデシュ政府より、本案件で MRT1 号線に次ぐ第二優先路線として選定された MRT5 号線の検討が要請されたことを受けて、MRT5 号線の区間別需要の把握及び、優先整備区間の把握などを行う必要が出たため。 変更内容: MRT1 号線及び MRT5 号線に関する補足交通調査(再委託調査) 変更理由: バングラデシュ政府より、第一優先路線 MRT1 号線と第二優先路線 MRT5 号線の将来需要及び駅位置などの精度を確保するよう要請されたことを受けて、その根拠となる補足交通調査を実施する必要が出たため。 変更内容: MRT1 号線の地質調査(再委託調査) 変更理由: バングラデシュ政府より、第一優先路線 MRT1 号線の建設費の精度を確保するよう要請されたことを受けて、MRT1 号線の施設の計画、設計及び施工に必要な地質状況などを把握する必要が出たため。

1.2 業務完了報告書の構成

本業務完了報告書は、2016年3月29日締結された変更契約書(第2回)の指示に伴い以下の5つ内容を記載する。

- (1) STP 改定書の国家承認手続きに掛かる作業内容
- (2) 携帯電話位置情報データ(地理空間情報)の可視化における行動分析
- (3) MRT5 号線の路線計画の見直し
- (4) 地質調査
- (5) 交通補足調査

2. STP 改定書の国家承認手続きに掛かる作業内容

2.1 背景

バングラデシュ政府は 2005 年、世界銀行の協力を得て、DMA(Dhaka Metropolitan Area)を対象としたダッカ都市交通戦略計画(Strategic Transport Plan for Dhaka: STP)を策定し、その後 3 年掛けて国家承認された。この 3 年間、ダッカ都市圏では STP に記載されているスケジュール通りにプロジェクトが実施されなかっただけでなく、STP に記載されていない多くのプロジェクトが実施された。

その結果、路線バスの再編成や BRT の整備など公共交通整備の遅れや、新規道路の整備の遅れが生じ、ダッカの都市内交通環境は急激に悪化してしまった。

バングラデシュ政府は、2012 年にダッカ交通調整局(Dhaka Transport Coordination Authority)がダッカ大都市圏(Greater Dhaka Area: GDA)の都市交通計画の策定、管理、承認などを行う DTCA Act を策定すると同時に、JICA に対して STP の見直しを要請した。

このような背景から、バングラデシュ政府は、RSTP の早期国家承認を切望しており、2016 年 1 月に最終化された RSTP の最終報告書(要約)のベンガル語版作成や関係機関との調整をはじめた。

RSTP 調査団は、国会説明資料の作成やコメント対応、ベンガル語への翻訳管理など、DTCA の国家承認プロセスのサポートした。

2.2 主な作業内容

国家承認手続きに掛かる作業内容は、下記の通りであった。

- (1) 国会説明用資料の作成
- (2) 国会及び関係機関からのコメント対応
- (3) 最終報告書(要約)のベンガル翻訳の管理の印刷
- (4) その他関連雑務(印刷、回収、配布など)

2.3 成果

国家承認手続きは、基本、DTCA が中心となって行った。特に、ベンガル語版の作成では、翻訳会社から上がってきた原稿を数回に渡って校正し直し、最終成果品までの管理を行った。

また説明資料のベースは調査団が作成したもの、最終化やベンガル語訳は DTCA が行い、RSTP の国家承認は DTCA の努力の成果と言える。

そして、2016 年 8 月 29 日に RSTP がダッカ都市圏の都市交通マスタープランとして国家承認された。今後は、RSTP のアウトプットを元に、DTCA が都市交通プロジェクトの管理と承認を行うと思われる。

3. 携帯電話位置情報データ(地理空間情報)の可視化における行動分析

3.1 調査概要

(1) 背景

交通需要を調査するために実施される家計訪問調査(HIS)は、移動・運搬に関する需要を把握する非常に重要な調査である。しかしながら、多くの労力と時間を要する調査であるのと同時に、調査員の熟練度や市民・事業者等の調査への協力の誠実さによっては、調査結果の品質が大きく影響されることがあり、十分な準備やしっかりとした管理体制が必要とされる。そのため、一般に多くのサンプルを収集することは容易ではなく、調査を頻繁に行うことにも無理がある。

しかしながら、途上国の大都市は人口や経済活動の集中が続き、市街地も無秩序に拡大することが多く、調査を頻繁に行うことが望まれている。一方、携帯電話はバングラデシュにおいても全人口に対して 82% (BTRC (Bangladesh Telecommunication Regulatory Commission) による 2016 夏時点の値 (<http://www.btrc.gov.bd/content/mobile-phone-subscribers-bangladesh-august-2016>)。全人口は 2011 年センサスに基づく)の台数に達するなど普及が進み、携帯電話から得られる位置情報を利用することで、人々の移動状況に関して非常に網羅的な把握ができる可能性がある。

そこで本調査においては HIS とほぼ同じ時期の携帯電話の匿名化位置情報を利用して、人々の分布や移動状況を推定し、以下の 3 点の側面から HIS の結果と比較することで、その特徴を明らかにすることとした。

- (1) 雨期と乾期との発生トリップ数(携帯ログの中で移動していると思われる発生トリップ数)の変化
- (2) HIS 結果から作成されたゾーン別の発生トリップ数と携帯ログデータから作成された発生トリップの比較検討
- (3) HIS 結果から作成された OD 表と携帯ログデータから作成された OD 表の比較検討

当初は調査開始と同時に、バングラデシュの通信事業者から CDR データを貸与される予定であったが、先方政府内の手続きに時間を有したために、十分な分析が出来なかった。

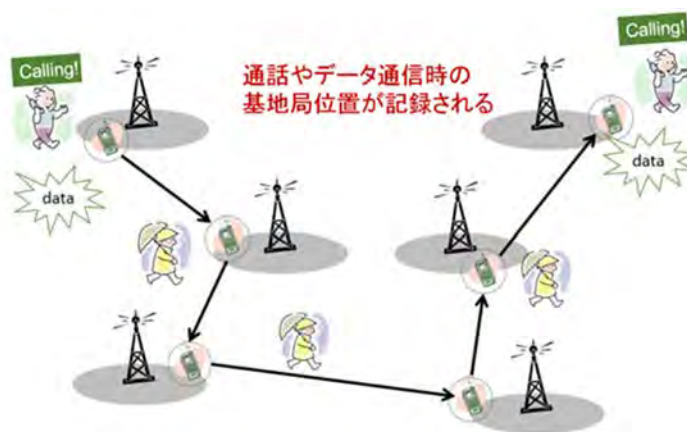


図 3.1 CDR データの概要

(2) 分析概要

1) 分析に用いたデータの概要

分析には CDR (Call Detail Record) データと呼ばれる通話記録情報を匿名化の上、利用した(図 3.1 参照)。匿名化作業はデータを提供した携帯電話事業者が行ったもの入手している。

CDR データは、基本的に携帯電話利用者個別の「請求書」情報に相当し、どこの基地局を利用して通話・通信をしたかが記録されている。全ての携帯電話利用者が網羅されている点、同一の利用者に関する継続的な移動情報が得られ、休日や大きなイベント、災害時等における移動状況も把握できる点に大きな特徴がある。しかし、位置情報は通話時点のみで記録されることから、計測間隔に大きなばらつきがある。また、位置情報は基地局単位で与えられるため、位置精度も基地局の配置密度に依存する。また、匿名化されているため利用者の属性に関する情報は無い。利用者は出発地・目的地以外でも通話をするため、移動経路に関する情報が得られるが、一方で通話頻度が低い場合には、出発地・目的地を明確に特定することが困難である。

本調査で利用した CDR データの概要を表 3.1 に示す。また図 3.2 は対象地域における基地局の分布を示している。CDR データは約 46 百万台の携帯電話から収集されており、全人口と比較して約 40%となっている。

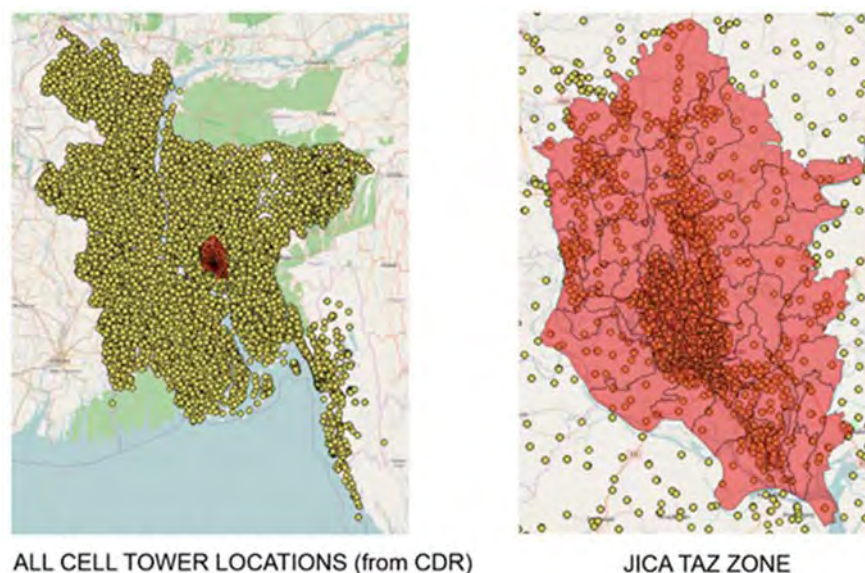


図 3.2 携帯電話の基地局分布

表 3.1 CDR データの概要

ALL Data	Hive: jica_gp_all_with_ant
Total records	2,229,727,084
File size	118 GB
Total Days	13
Unique Id (IMSI)	46,673,943
Unique Location Name	19,039
Statistics	
Average call per day	6.58 Times
Average call duration per day	12 Minutes
Average unique location per day	2.09 Locations

2) 対象範囲

携帯電話位置情報データは、基地局をベースにデータを取得するために、バングラデシュ全土のデータを入手可能であるが、今回の分析では、パーソントリップ調査が実施された範囲と同じ RAJUK エリアを分析対象範囲とした。

3) 分析方法

図 3 に分析の手順を示す。

まず、CDR データに含まれるエラー等を除去した後、通話位置の空間的な分布、時刻的な分布を考慮して、携帯電話利用者の居住地域を推定する。

次に、居住地域ごとに携帯電話利用者の数を集計し、人口統計と比較することで、CDR データから推定される人口関係量の信頼性確認を行うのと同時に、利用者分布が人口分布に比較して大きな偏りがないかどうかを確認する。

最後に、通話位置に着目してゾーン内・ゾーン間の移動を推定する。バングラデシュの場合、通話頻度が一日あたり約 7 回と少ないことから、OD 調査と同じ意味で「出発地」「目的地」を推定することが困難であることから、通話のあった位置を「出発地」あるいは「目的地」と見なして、ゾーン内・ゾーン間の OD として集計し、家計訪問調査(HIS)による結果と比較した。これにより、携帯電話の位置ログから得られる単純な「移動ログ」が、「出発地」「目的地」という、人々の意識の中の意味のある「場所」とどの程度、一致するのか、しないのかが明らかになる。

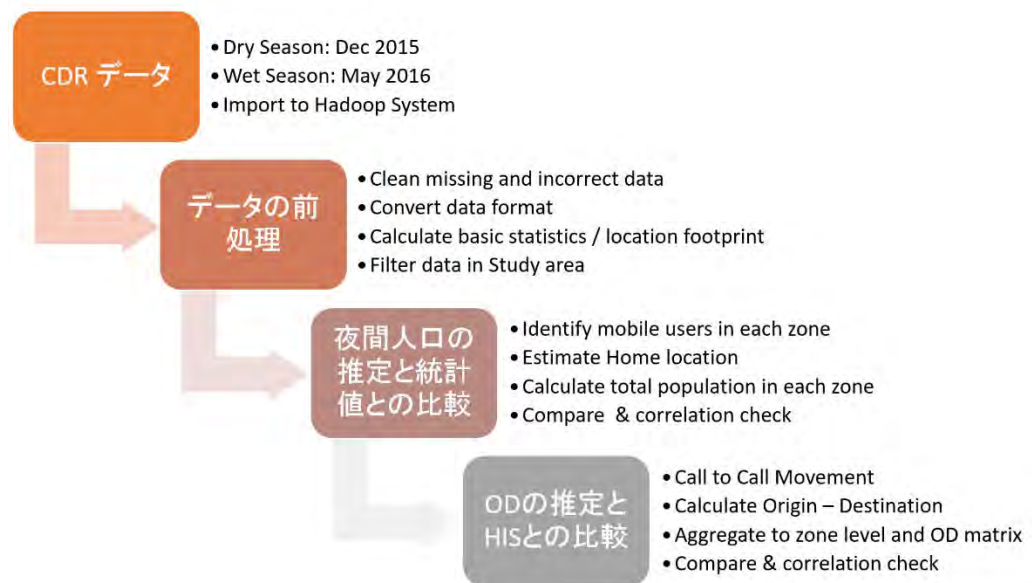


図 3.3 CDR データの分析手順

3.2 分析結果

詳細な調査の方法と調査結果は、別添の報告書に記載する。

(1) 夜間人口の比較

図 3.4 に CDR データから推定された夜間人口と、HIS で利用された夜間人口(2014 年の推定夜間人口)をゾーンごとに比較した結果を示す。決定係数は 0.7 程度とかなり高く、また拡大係数の値も携帯電話事業者の市場占有率からみて妥当な値となっている。今回はデータが無いので検証をしていないが、昼間人口等の推定にも十分適用できると期待できる。

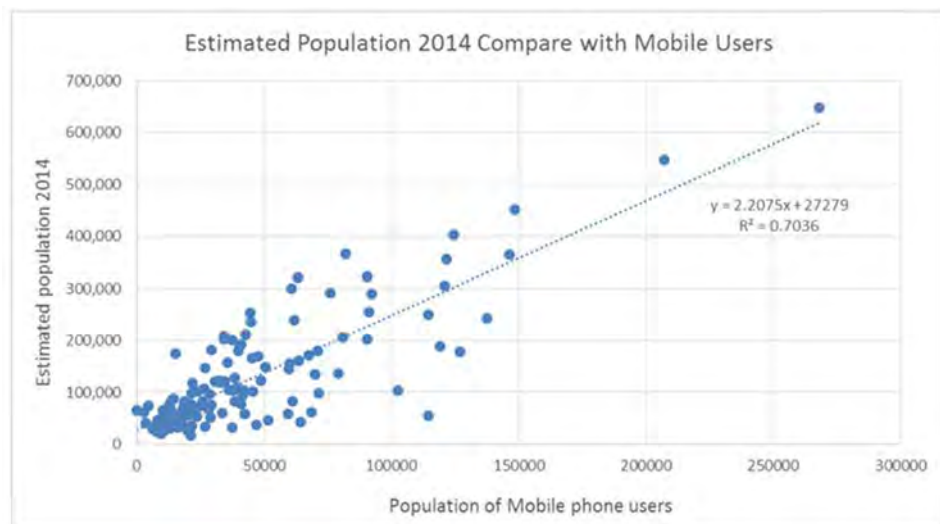


図 3.4 夜間人口の比較

(2) OD の抽出と比較

比較にあたっては、通話のあった位置を「出発地」あるいは「目的地」と見なして、ゾーン内・ゾーン間の OD として集計した。そこで CDR データから抽出された OD を C2CM (Call to Call Movement) と呼んでいる。図 3.5 は抽出された C2CM をマッピングした結果である。

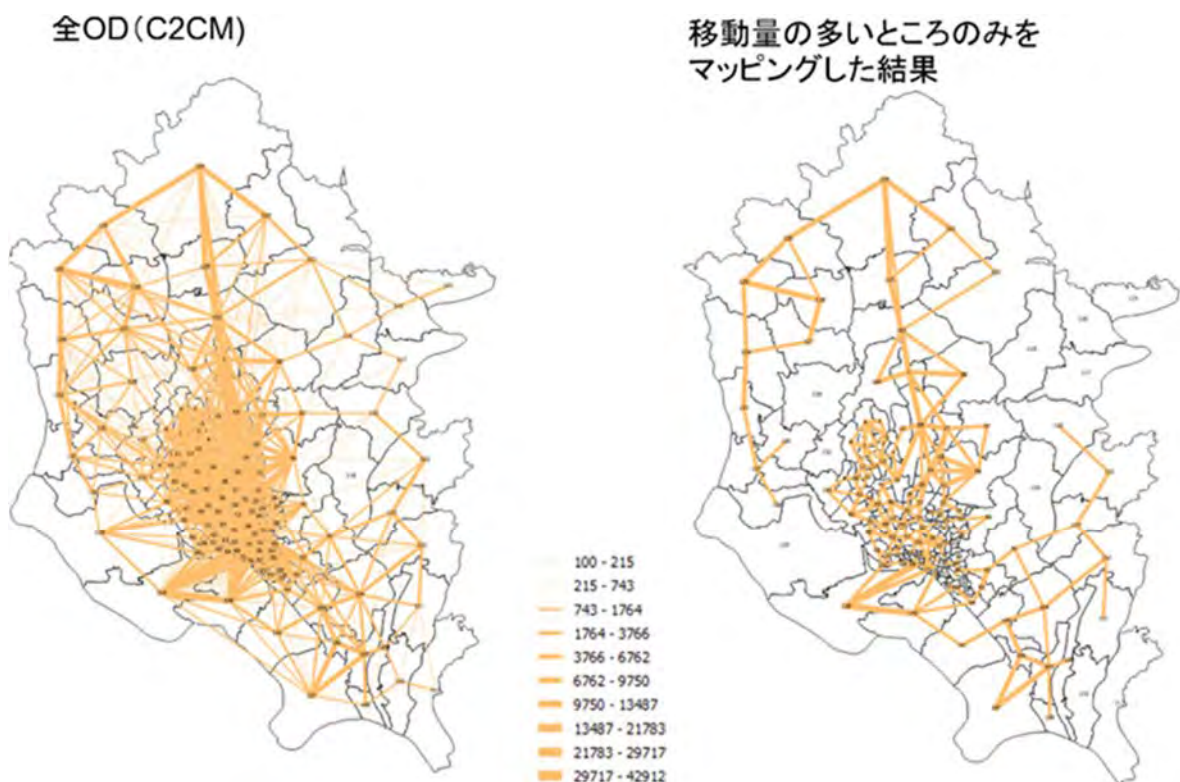


図 3.5 CDR データから推定された OD(C2CM)にみる行動パターン

図 3.6 が、C2CM と HIS による OD を比較した結果である。決定係数は 0.65 と夜間人口に比較して若干低くなっているが、OD の定義が異なっているにもかかわらず、比較的一致していると言える。

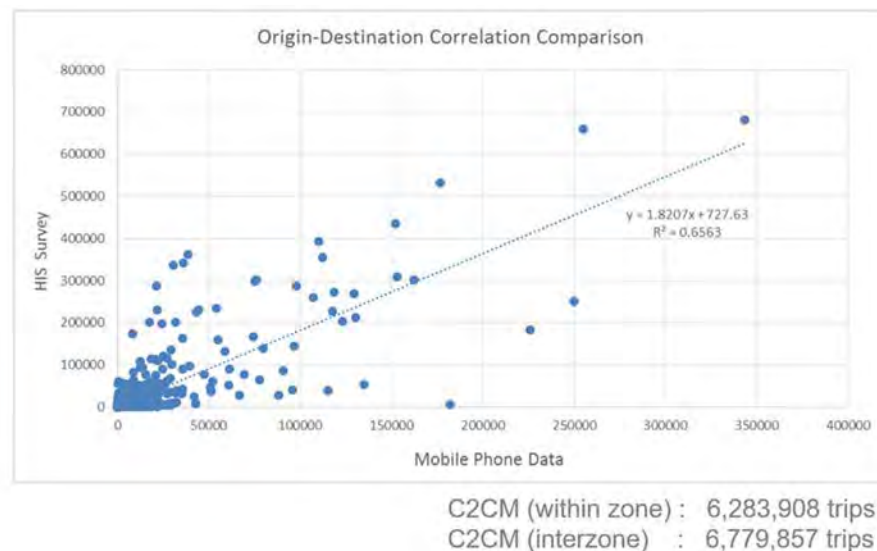


図 3.6 CDR データから推定された OD(C2CM)と HIS による OD データとの比較

(3) 雨期と乾期との発生トリップ数の変化

CDR では通信発信回数を発生トリップ数と考えると、乾期では 1.66 億レコードで雨期では 1.88 億レコードであった。また利用した基地局の数を生成トリップ数と考えると、乾期では 1 人当たり 2.08 地点で雨期では 1 人当たり 2.10 地点と差は殆どない。

以上のことから、雨期と乾期では、発生トリップに差はないと思われる。

表 3.2 乾期と雨期の CDR データ数

	総レコード数	基地局の利用数	1 人当たりの 基地局利用数
乾期	166,010,784	14,801	2.08
雨期	177,941,933	17,991	2.10

(4) HIS 結果から作成されたゾーン別の発生トリップ数と携帯ログデータから作成された発生トリップの比較検討

HIS 結果の発生トリップ数と CDR 分析結果の発生トリップ数を比較した場合、グラミンフォンのシェアとはほぼ同じ 45%であった。

図 3.8は乾期(2016 年 5 月)と雨期(2015 年 12 月)を、トリップ(通話)数で比較したものである。すなわち C2CM の発地・着地の総数分布を比較している。これによると、ダッカ中心市街地から遠い地域において、発地・着地数が相対的に増えている傾向がある。これは気温の低下などの影響が考えられるが、詳細は今後の検討が必要である

表 3.3 HIS 結果のトリップ数と CRD 分析結果のトリップ数

	HIS 結果	CDR 分析結果
総生成トリップ数	28,739,957	13,063,765
内々ゾーントリップ数	14,386,514	6,283,908
ゾーン間移動トリップ数	14,353,443	6,779,857

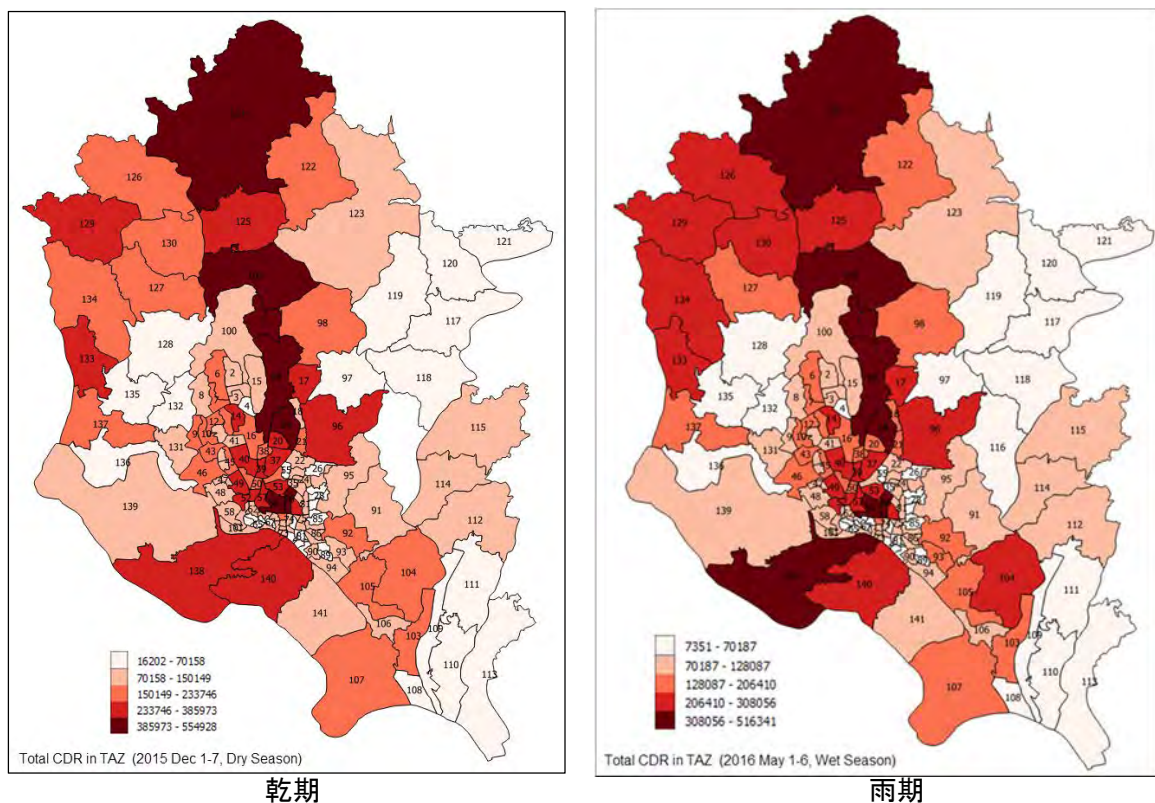


図 3.7 ゾーン別発生量(CDR)

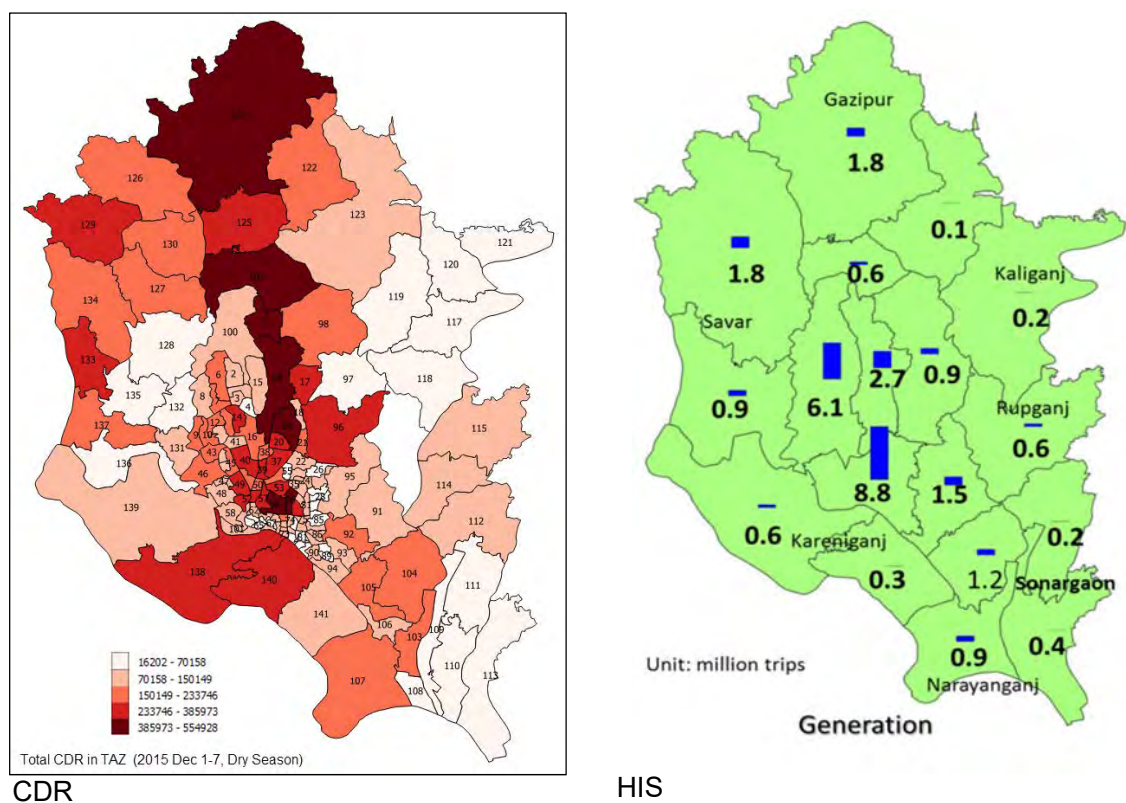


図 3.8 ゾーン別発生量

(5) HIS 結果から作成された OD 表と携帯ログデータから作成された OD 表の比較検討

図 3.9 は、ゾーン間移動だけに限定して両者を比較した結果である。CC2M は OD に比べ、かなり多くカウントされているが、これは通話がゾーン境界を跨いで発生するたびに OD として記録したためである。決定係数も低くなっているが、図 3.5 にあるように実際の移動軌跡という側面では比較的一致している。

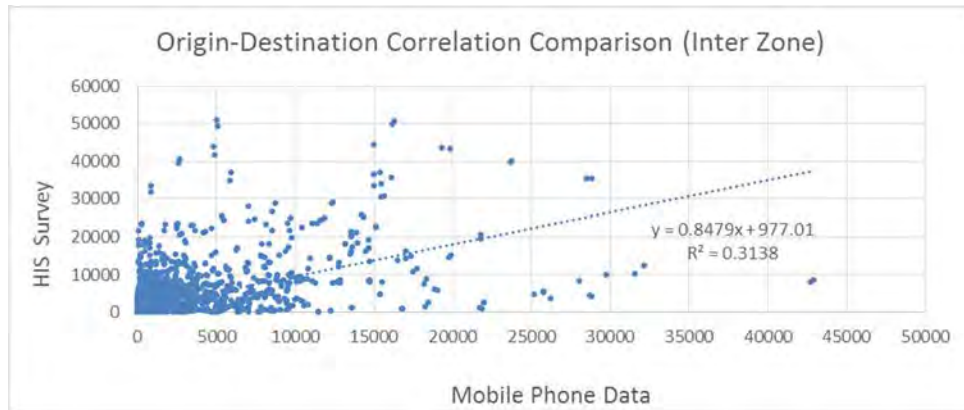


図 3.9 OD ペア毎のトリップ数の比較(乾期)

3.3 今後の課題

今回の HIS では、軍が管理しているカントンメン地区で調査が実施できなかったり、地域によって世帯年収や職業などに偏りのあることがあった。しかし、CDR の場合は、HIS が実施できない地区の情報が収集可能であるし、携帯電話利用者という偏りのない情報が収集可能という利点がある。そして CDR の最大の利点が、そのサンプル率とデータ収集コストの低さである。

今回は限られた時間の中での分析であったために、まだ十分に分析されたとは言えないが、全時点での課題を以下に整理する。

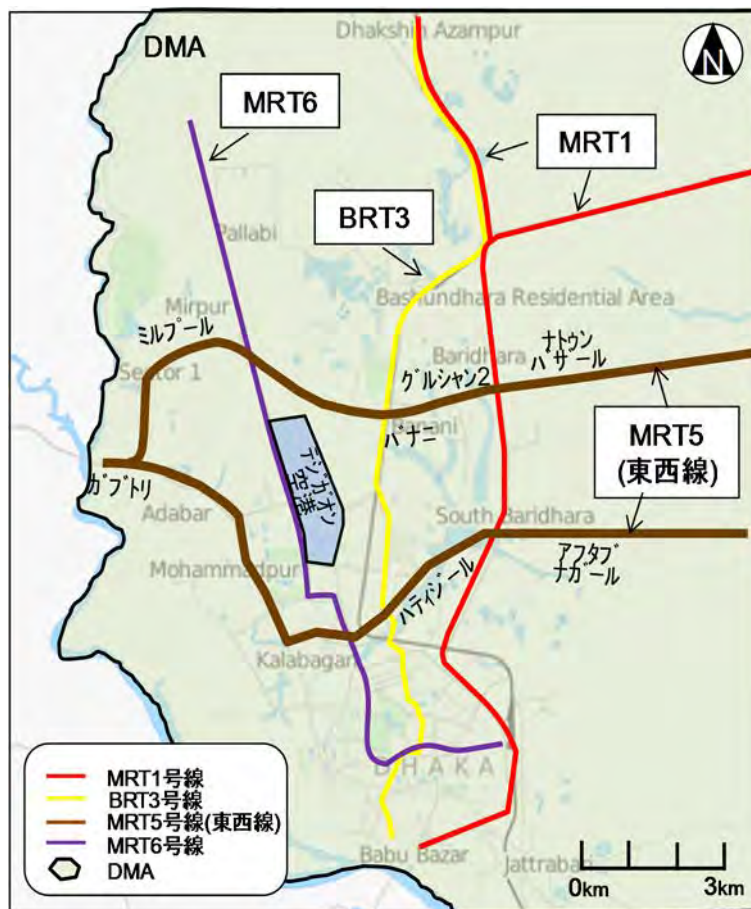
- (1) RAJUK エリア全体のトリップ数とトリップパターンにおいて、HIS も CDR も差は殆どなかった。しかし、TAZ レベルで比較した場合、その相関性は低かった。
今後は、TAZ を徐々に集約しいき、どの規模の TAZ であれば相関性が高くなるのかを検討する必要がある。
- (2) 現時点で、HIS の集計結果と CDR の集計結果のどちらが正しいのか証明することは難しい。HIS は集計の過程で、スクリーンライン調査の結果が実測値なので、それを用いて補正をする。CDR の配分結果とスクリーンライン調査の結果との比較検討で、その信頼性を図ることができると思われる。
しかし、CDR は移動目的や移動手段、そして年齢や職業などの個人属性が不明慮なため、どう分析をするのが今後の課題といえる。
- (3) 今後は重要な滞在ポイントとしての「出発地」「目的地」調査結果を、CDR から得られる移動軌跡により補完し、併せて HIS のサンプル数の少なさをカバーする方法の検討が必要であると考えられる。

4. MRT5 号線の路線計画の見直し

4.1 背景

MRT5 号線(東西線)の乗客数およびピーク時断面乗客量は、実施中の BRT3 号線及び MRT6 号線を除くと、MRT1 号線に次ぐ数量となっている。MRT5 号線の特徴として、MRT1 号線、BRT3 号線及び MRT6 号線は、南北方向の路線であり、東西方向を繋ぐ路線は MRT5 号線のみである。

南北方向の 3 路線を有機的に繋ぐ MRT5 号線が実現すれば、市内の渋滞解消はもとより都市交通網の機能をさらに高めることが期待される。これらの主旨から、2015 年に実施した我が国の経済産業省「ダッカ東西線事業調査」(以下、「2015 年経済産業省東西線調査」と言う。)は、図 4-1 に示す RSTP が提案している優先案件に MRT5 号線(東西線)も含める必要があると提言している。



出典:調査団作成

図 4.1 MRT 東西線の路線図

この分析結果を受けて、バングラデシュ政府は MRT1 号線に次ぐ第二優先路線として選定された MRT5 号線の検討を JICA に要請した。

4.2 検討内容

MRT5 号線西部延伸計画に必要な各種検討として以下の検討を行った。

なお、各詳細な検討内容は、別添の報告書に記載する。

- (1) MRT5 号線の西部延伸計画
- (2) MRT5 号線西部延伸計画のルート選定

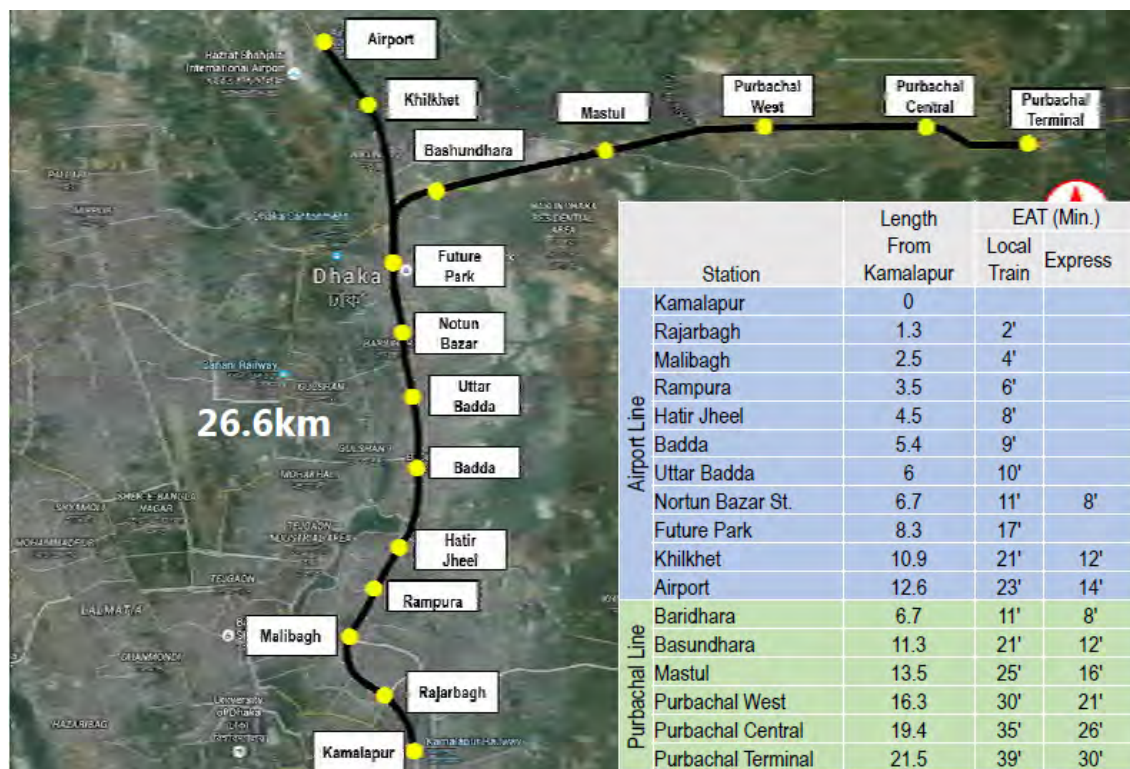
- (3) Gabtoli 駅の線形計画
- (4) Hemayetpur 駅の折返し施設
- (5) MRT5 号線の車庫位置の選定
- (6) MRT5 号線の段階整備
- (7) Vatara 駅以東の BRT 計画
- (8) Hemayetpur - Savar 間の延伸計画
- (9) 運転計画
- (10) 車両計画
- (11) 車両基地計画
- (12) MRT6 号線 Mirpur10 駅との結節点計画
- (13) Gabtoli Bus Terminal の再開発計画及び新バスターミナル開発計画

5. 地質調査

5.1 調査概要

(1) 目的

当プロジェクトにおける地質調査の目的は、MRT1号線沿いの基本的な地質状況を把握し、設計および施工に対して重要な地質的特徴を事前に特定することである。



出展: 調査団

図 5.1 計画されている MRT 1 号線の路線図

(2) 調査内容

地質調査は、「現地調査」と「室内試験」で構成され、両項目ともに現地再委託先の”Prosoil Foundation”により実施された。

調査スケジュールおよび調査項目は以下に示す通りである。

- ・ 準備期間: 2016 年 4 月 19 日 - 2016 年 5 月 4 日
- ・ 現地調査: 2016 年 5 月 5 日 - 2016 年 6 月 26 日
- ・ 室内試験: 2016 年 5 月 6 日 - 2016 年 7 月 23 日

表 5.1 調査項目の概要

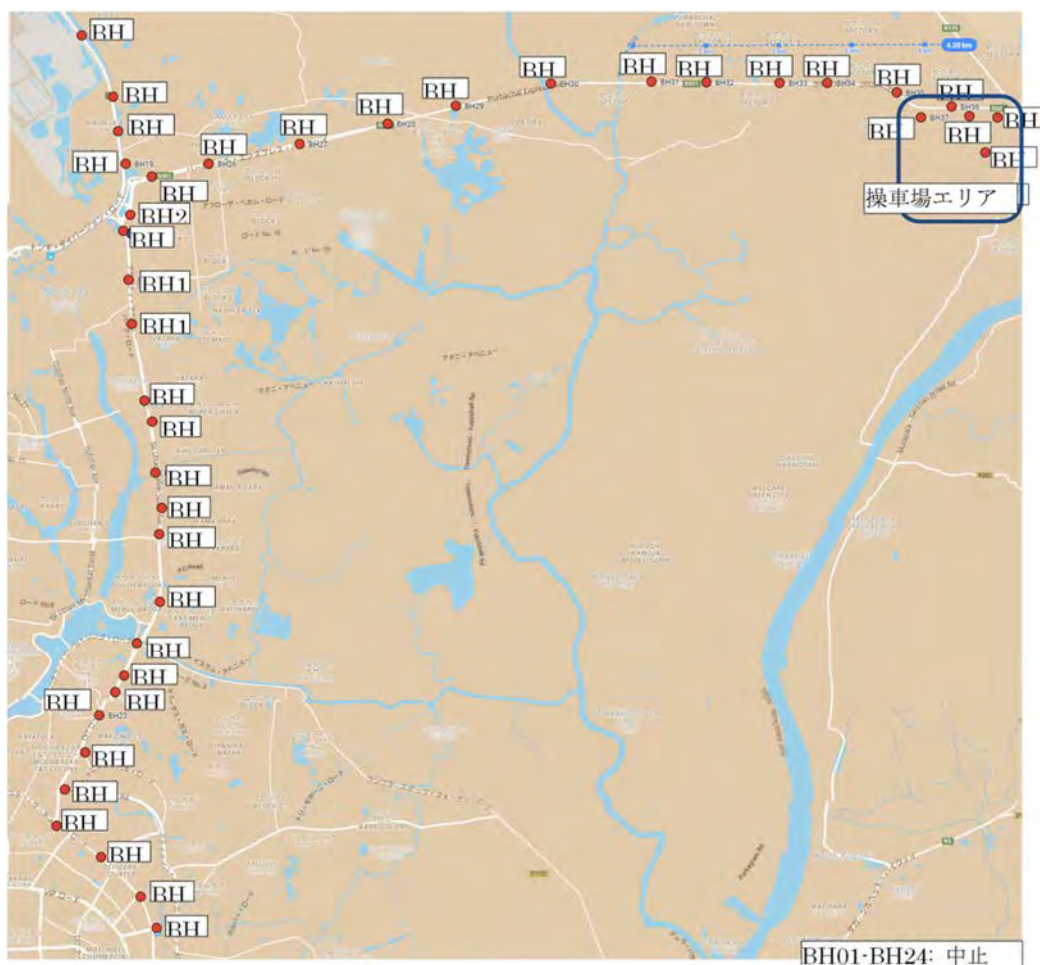
調査項目	計画	実施
ボーリング箇所	41	17
総掘削長 (m)	2050	850
標準貫入試験 (回)	1353	560
不攪乱試料採取 (試料)	205	29
物理試験		
土粒子の密度	697	319
(試料) 含水比	697	326
粒度組成	697	446
液性限界／塑性限界	697	246
単位体積重量	697	27
力学試験		
一軸圧縮試験	123	18
(試料) 三軸圧縮試験 (UU)	82	14
一面せん断試験	NA	8
圧密試験	82	26
水質試験	41	17

*2016 年 10 月 5 日現在、BH01～BH24 に対して関係機関より現地作業に掛る許可が受理されていないため、作業は中止とした。

出展：調査団

(3) ボーリングの調査位置

ボーリング調査は図 5.1 に示す地点で計画・実施した。表 5.2 に各地点の座標および孔口標高を示す。



出展：調査団

図 5.2 ボーリング位置図

表 5.2 各ボーリング地点の孔口標高および座標

ボーリング名	孔口標高 (m)	北緯 (°)	東経 (°)
BH25	5.322	23.8577	90.42426
BH26	4.606	23.82734	90.43189
BH27	5.013	23.82979	90.44421
BH28	4.927	23.83235	90.45601
BH29	4.442	23.8346	90.46522
BH30	5.214	23.83732	90.47801
BH31	5.991	23.83756	90.49153
BH32	6.086	23.83746	90.49891
BH33	6.208	23.83743	90.50881
BH34	6.915	23.84741	90.5152
BH35	7.116	23.83622	90.52461
BH36	5.832	23.83448	90.53199
BH37	6.646	23.83318	90.52782
BH38	5.744	23.83334	90.53437
BH39	5.892	23.82884	90.53653
BH40	5.678	23.82412	90.53524
BH41	4.447	23.83386	90.53732

出展:調査団

5.2 調査の手法と結果

詳細な調査の方法と調査結果は、別添の報告書に記載する。

6. 交通補足調査

6.1 調査概要

(1) 調査目的

交通カウント調査は、MRT 建設を予定しているコリドー沿いの交通量データ更新のため、交通量・乗客情報を取得することを目的としている。MRT 建設予定コリドー沿いの道路区間を対象に、交通カウント調査の乗車人員調査の 2 調査を実施した。

上記の目的達成の為、JICA 調査団は交通カウント調査実施に資する能力をもつローカルコンサルタント(以降、“コンサルタント”と呼称)を選定した。

(2) 調査項目

交通カウント調査では、各調査地点において下記を取得した。

- ・ 通過交通量(交通カウント調査)
- ・ 乗客数(乗車人員調査)

(3) 調査地点

調査実施地点は表 6.1 に示す 7 箇所の道路区間である。それぞれの位置は図 4.1 及び図 6.2 に示している。

交通カウント調査は午前 6 時より、16 時間及び 24 時間、8 時間の 2 シフト及び 3 シフト体制で実施した。乗車人員調査は交通カウント調査と同じ日に、午前 6 時より午後 10 時の 16 時間調査を、8 時間の 2 シフト体制で実施した。

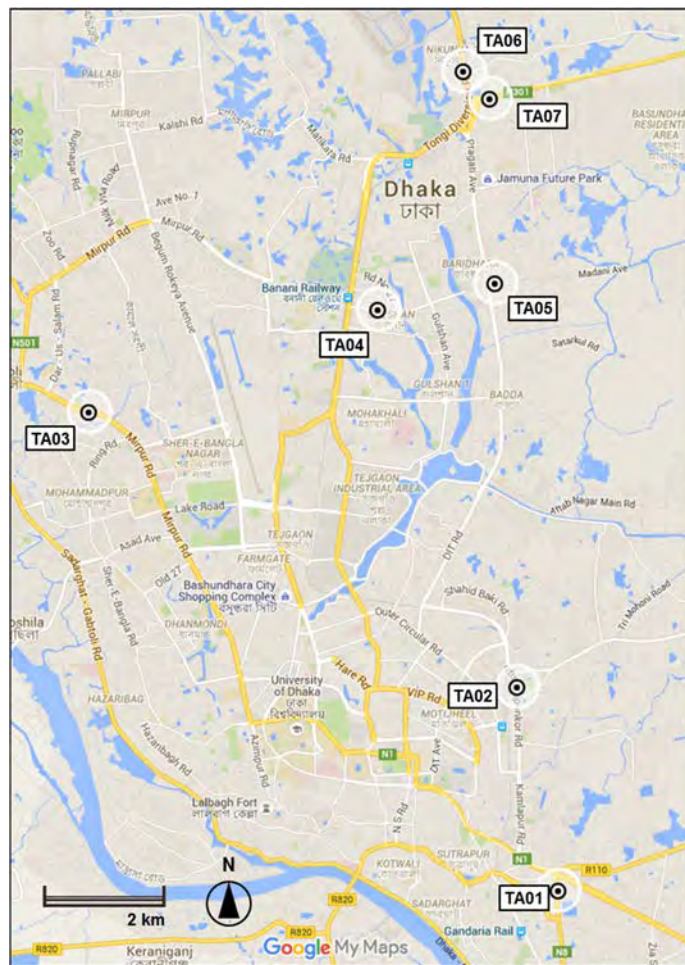
調査は月曜日・火曜日・水曜日に、休日や地元の祭典、デモなどの特別な行事の無い日を選んで実施している。

表 6.1 交通カウント調査実施地点

Code	Survey Station	Survey Period (no. of hours) ¹⁾		Survey Date
		Vehicle Count	Vehicle Occupancy	
TA 01	Dhaka–Mawa Highway	24	16	11 May 2016 (Wed)
TA 02	Kamlapur Road	16	16	16 May 2016 (Mon)
TA 03	Mirpur Road	16	16	17 May 2016 (Tue)
TA 04	Kemal Ataturk Avenue	16	16	18 May 2016 (Wed)
TA 05	Madani Avenue	24	16	10 May 2016 (Tue)
TA 06	Dhaka–Mymensingh Highway	24	16	23 May 2016 (Mon)
TA 07	Purbachal Express Highway	16	16	04 May 2016 (Wed)

出典: JICA 調査団

1) 24: conducted for 24 hours from 6 a.m. to 6 a.m. of the following day. 16: conducted for 16 hours from 6 a.m. to 10 p.m. of the same day.



出典: Google Map サービスをもとに JICA 調査団により作成

図 6.1 交通カウント調査実施地点

(4) 調査スケジュール

調査スケジュールについて表 4.2 に示す。

表 6.2 交通カウント調査の実施スケジュール

	1 st Week	2 nd Week	3 rd Week	4 th Week	5 th Week	6 th Week
Preparation / Coordination						
Training of Staff						
Conduct of Surveys						
Data Encoding						
Survey Finalization						

出典: JICA 調査団。

6.2 調査の結果

詳細な調査の概要と調査結果は、別添の報告書に記載する。

携帯電話位置情報データ(地理空間情報) の可視化による行動分析

1. Introduction

1.1 Background

Mobile Road network is arguably important infrastructures, which can facilitate economic growth by expanding links between suburbs and city centers, and by upgrading corridors to neighboring countries to encourage industrial development, etc. To provide better access to district capitals, employment opportunities, and educational and health facilities, roads need to be expanded and upgraded. Understanding the traffic demand is vital not only for road development but also for urban planning. Interview and monitoring surveys are conventional approaches, which have been conducted for a long time. Such survey data can provide rich information on the details of people who reside in target areas, transportation mode, and their activity. However, it requires huge costs and time, and has limitations in depicting actual human mobility.

For instance, interview surveys may have difficulties in getting those who live in tightly secured buildings involved. Because they are the people who significantly affect the traffic demand, limited information on the part of society is constraint. Additionally, the conventional approach cannot trace activity particularly if it is marginal, e.g. going out for lunch and visiting somewhere for meeting. Therefore, these small parts of activities tend to be excluded when the interviewee is asked to explain their daily activity. Even though such part is marginal for each person, it can be huge missing information on human mobility when it is accumulated to entire populations.

In recent years, the rapid spread of mobile devices has generated large-scale spatiotemporal data such as call detail records (CDRs) data of mobile phones. It enables us to capture the dynamics of human mobility with the time stamp and approximate location of mobile phone users. The data are routinely accumulated by the mobile network operator (MNO) for the billing purpose. It means the data can cover entire mobile phone users, which can potentially cover a large part of population in the society. Indeed, acquiring CDR data cannot be realized without the assistance of MNOs but otherwise no additional cost is required to acquire CDR data. Using CDR is a user-friendly-way as well because it does require not any additional installment of software to their devices.

On the other hand, there are some challenges in utilizing CDR data for understanding human mobility. Temporal resolution varies across users because call records are accumulated only when the mobile phone is used. It means time interval of CDR data is irregular for each person as well. In addition, spatial resolution is not uniform as it follows the distribution of cellular antenna locations. Therefore, CDR data can provide limited part of views of human mobility compared to GPS data whose spatial and temporal resolution is much higher.

In this project, the University of Tokyo (UT) utilizes CDR data for quantifying human mobility in Bangladesh particular in Dhaka region to understand people flow and analysis of trip Origin-Destination with in JICA TAZ zone with comparison to HIS survey data.

The UT analyzes CDR data of about one week each from the dry and rainy seasons, which is the first week of December in 2015 and May 2016. Total number of unique user IDs contained in the data is 46,673,943 with the total of 2,229,727,084 call records from 19,039 cellular antennas.

1.2 Study Area

Some socio-economic data of Greater Dhaka Area (GDA) provided from JICA consultant. However we will focus only in TAZ zone. We analyse zones in the red boundary. Zone id ranging from Zone 1 to Zone 141

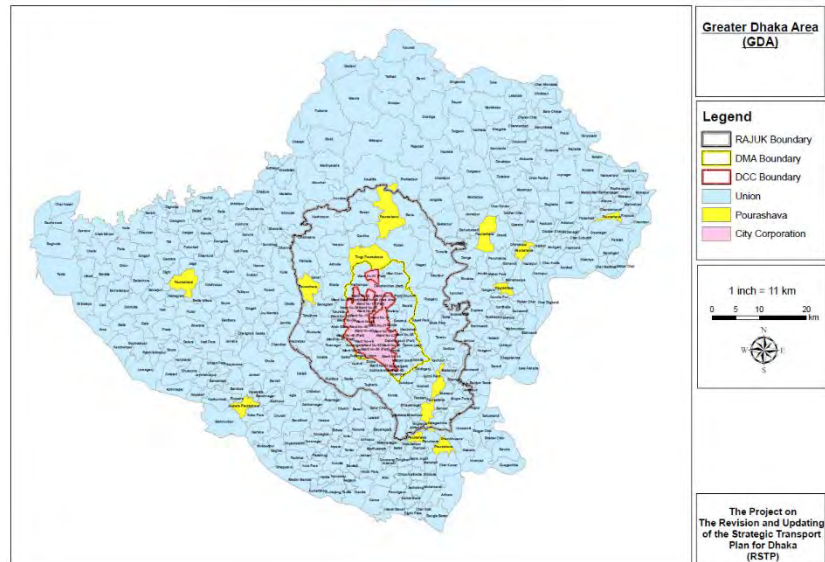


Figure 1.1 GDA Area

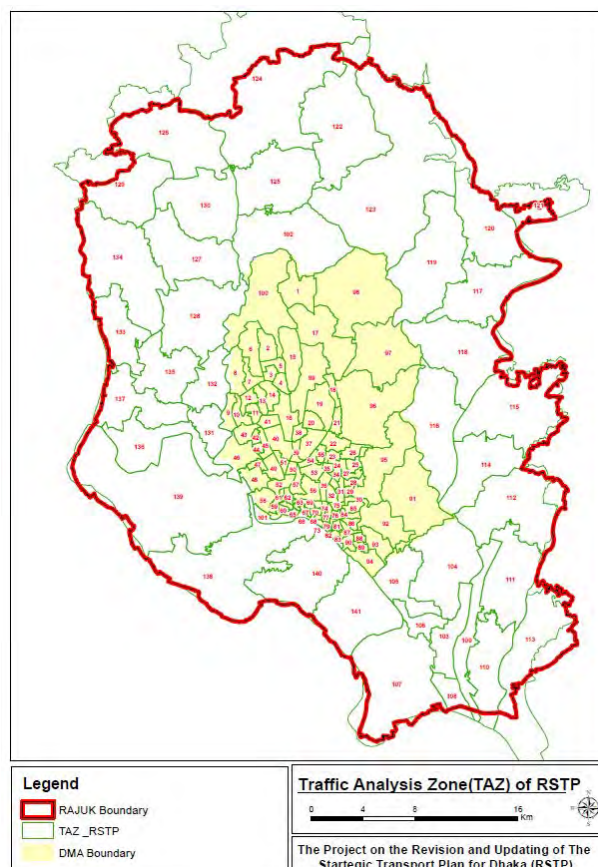


Figure 1.2 Study Area of CDR

1.3 What is Call Detail Records (CDR)

A call detail record (CDR) is a file containing information about recent mobile phone usage such as the identities of sources (points of origin), the identities of destinations (endpoints), the duration of each call, the amount billed for each call, the total usage time in the billing period, the total free time remaining in the billing period, and the running total charged during the billing period. In addition, information that gets recorded in CDRs by a MNO is to which cell towers the caller and recipient's phones were connected at the time of the call. Because the MNO knows the locations of their cell towers, it is possible to use CDRs to approximate the location of both parties.

The spacing of cell towers, and thus the accuracy in determining the caller's location, varies according to expected traffic and terrain. Cell towers are typically spaced 2-3km apart in rural areas and 400-800m apart in densely populated areas. This geospatial information is extremely useful for humanitarian and development applications.

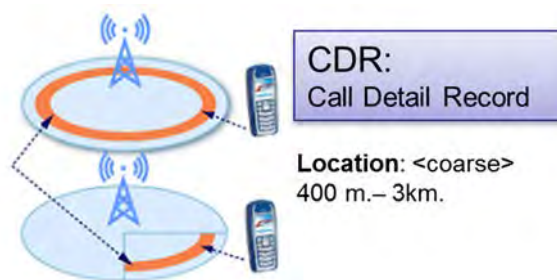


Figure 1.3 Concept of CDR

1.4 Extracting human mobility and spatiotemporal distribution from CDR

Sequential locations recorded in CDR data can provide the partial view of human trajectories. Because CDR data are individual basis, we can still trace every individual movement in the mass population. With the aggregation of individual movements in CDR data, we can extract not only the patterns and trend but also spatiotemporal distribution of the mass population. By overlaying such information with secondary data, relationships between human mobility and various societal factors can be analyzed.

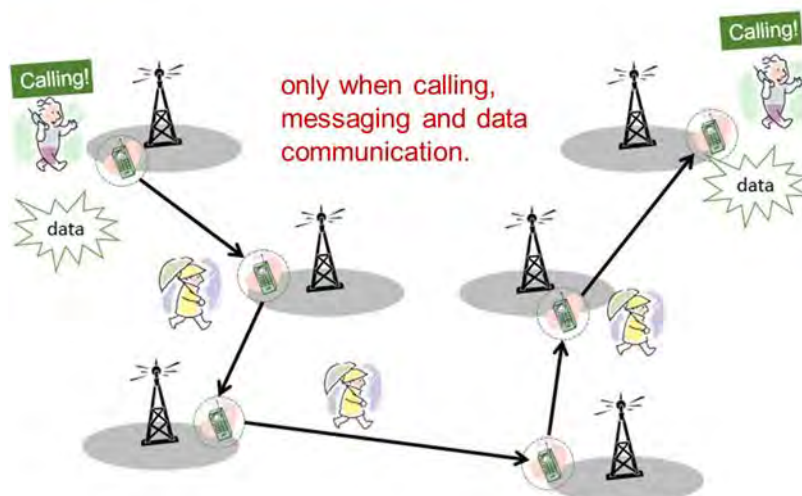


Figure 1.4 Sequential Locations Recorded in CDR Data

1.5 Limitations and Difficulties in CDR approach

(1) Privacy concerns

When mobile phones transmit voice they also collect and record other information, not only inherent to CDRs but also user specific and personal information, and this creates new challenges in terms of the conflict between technology innovation and rights to privacy.

(2) Accuracy

One major factor that could impact continued advancement of local analysis on these mobile devices is accuracy of their geolocation or estimated position. Almost all CDR data from telecommunication networks use the base tower location to infer the geographic location of the devices. In most cases, the accuracy from this method only varies from 50 to 300 meters in dense urban environments.

(3) Availability of data

In most countries, the research and study of mobile phone data is limited to the availability of data from operators. Although datasets have become available in recent years and have opened the possibility for researchers to carry out large-scale urban and social impact analysis, both support from the mobile industry and data availability are still very limited.

(4) Data discontinuity

Call detail records are generated when people use their mobile phone, creating a lack of continuity in consecutive access points in CDRs, creating a core user location problem when analyzing the data. The discontinuity issue is tackled by the estimation method of people stay locations and movement routes, described above. In addition, and despite industry-wide formatting standards, the variation of data format requires much data pre-processing and cleaning before analysis.

2. CDR Dataset and Basic Statistics

2.1 CDR Dataset

For this project, the first week of December in 2015 and May 2016 were collected. The data were prepared by Grameenphone operator which have highest number of subscribers. To secure the privacy issue of the mobile subscribers, this data has been scrubbed to create an anonymous set of information. The unique identification number has been hashed and there is no way to rebuild the original id.

- Already obtained CDR data from Grameenphone (GP), for 13 days
- 2015 December 1-7, 7 days, Dry Season
- 2016 May 1-6, 6 days, Rainy Season

Table 2.1 CDR Dataset

ALL Data	Hive:jica_gp_all_with_ant
Total records	2,229,727,084
File size	118 GB
Total Days	13
Unique Id (IMSI)	46,673,943
Unique Location Name	19,039
Statistics	
Average call per day	6.58 Times
Average call duaration per day	12 Minutes
Average unique location per day	2.09 Locations

This is sample data of CDR data obtained from GP. As shown, it contained some error in the data such as missing location and incorrect location. Pre-processing is needed to clean up data before start analysis.

Table 2.2 Sample Data of CDR

```
"SUBID","CDATE","CTIME","DURATION","LATITUDE","LONGITUDE"
3599626595,"20151201","19:57:33",15,"",""
3542956601,"20151201","09:57:06",32,"",""
3599865619,"20151201","21:59:17",70,"0.00000","0.00000"
3422000845,"20151201","12:50:26",25,"21.44383","91.97358"
3599687237,"20151201","19:56:58",73,"21.72956","91.89114"
3599266671,"20151201","13:49:12",17,"21.74444","92.08156"
3599865163,"20151201","22:02:16",20,"21.75183","92.07017"
```

SUBID: Unique identifier

CDATE: Call Date (yyyyMMdd)

CTIME: Call Time (HH24:mm:ss)

DURATION: Call Duration (seconds)

LATITUDE: Decimal format (some missing and incorrect location)

LONGITUDE: Decimal format (some missing and incorrect location)

As illustrated, CDR data cover most area of Bangladesh which is very useful for analysis people mobility with real movement at different time period. Left Figure show locations of cell tower data which found in CDR Dataset. The right one zoom in to TAZ zone to see coverage of cell towers in TAZ zone.

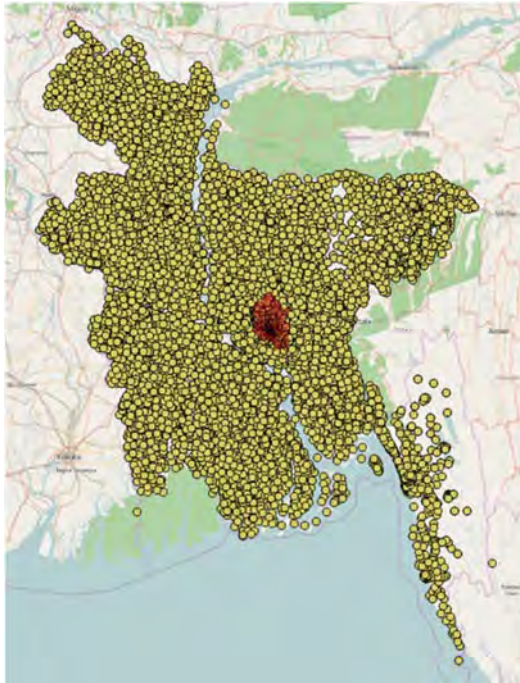


Figure 2.1 ALL CELL TOWER LOCATIONS (from CDR)

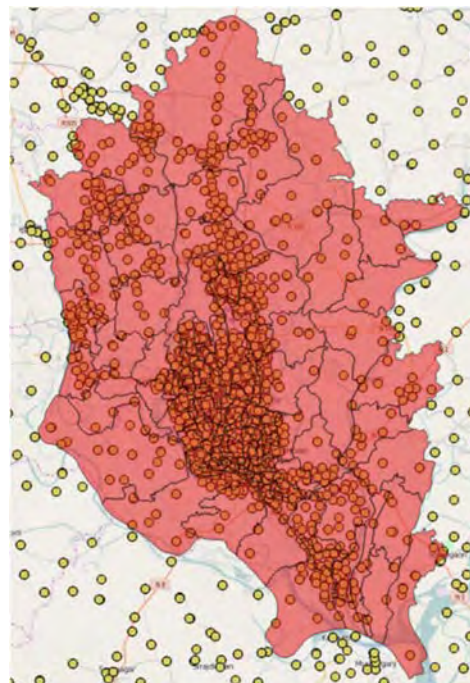


Figure 2.2 JICA TAZ ZONE

2.2 CDR Statistics

(1) Total CDRs (Daily)

We collected the CDR data from GP mobile operator. The total activity is in average between 172 million times a days. Figure Illustrates the daily call activity.

- Daily average on Dry Season: 166,010,784 records
- Daily average on Wet Season: 177,941,933 records

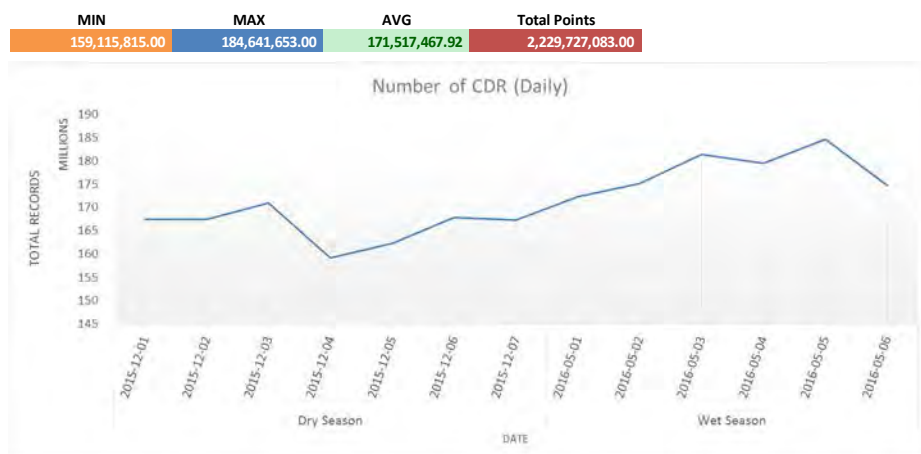


Figure 2.3 Number of CDR

(2) Total Unique Users (Daily)

Daily active users is approx. 26 million with total of about 47 million users. Total population of Bangladesh is about 160 million.

Analyzing people behavior during the event such as disaster could be done using CDR data a proxy to an activity of people. As seen in the figure, some day number of call activities is rather lower/ higher comparing with other day which it may corresponding to some important event .

- Daily average on Dry Season: 25,757,629 records
- Daily average on Wet Season: 26,447,549 records



Figure 2.4 Number of Unique Users

(3) CDR Statistics: Total Unique locations (Daily)

In figure, it show total unique location of people in each day.

- Daily average on Dry Season: 14,801 locations
- Daily average on Wet Season: 17,991 locations

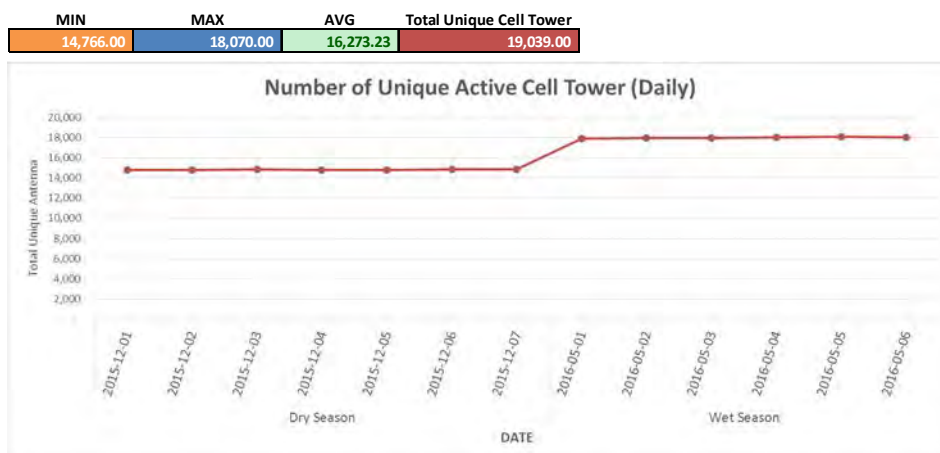


Figure 2.5 Number

(4) Daily Average Location per user

In figure, it show total unique location of people in a day with value of 2.09. It mean that people in our dataset usually visit about 2 locations in one day.

- Daily average on Dry Season: 2.08 locations
- Daily average on Wet Season: 2.10 locations

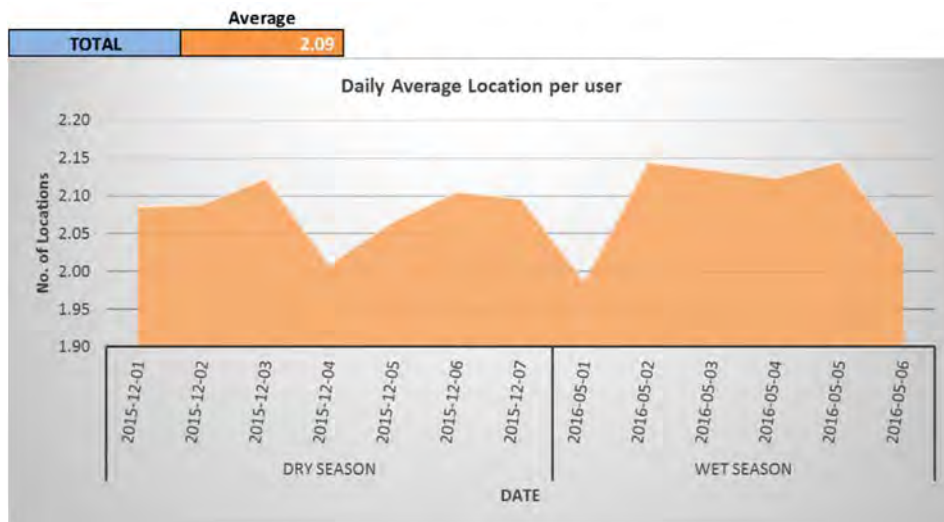


Figure 2.6 Daily Average Location per User

(5) Daily Average Call per day

Average CDR Data per users is 6.58 per day.

- Daily average on Dry Season : 6.44
- Daily average on Wet Season : 6.73

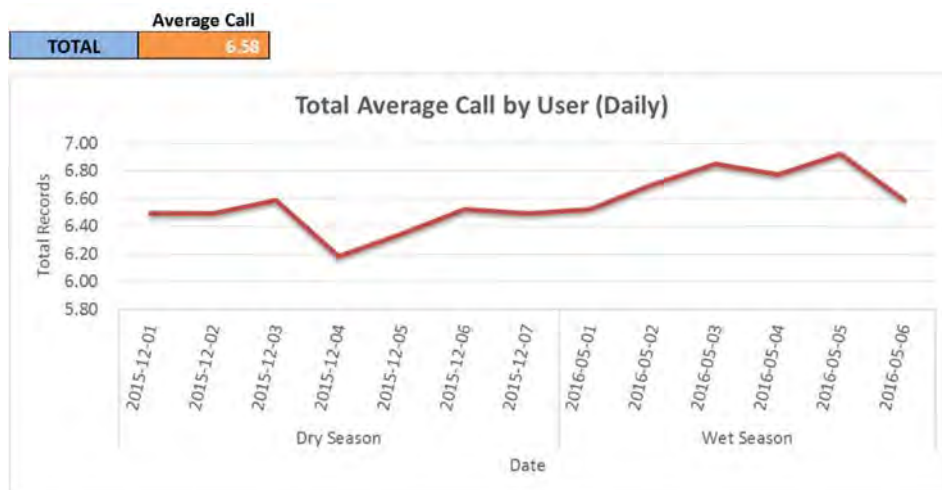


Figure 2.7 Total Average Call by User

(6) Daily Average Call duration per day

Average Call duration per users is approx. 12 minutes per day.

- Daily average on Dry Season : 710.59 seconds (11.8 mins)
- Daily average on Wet Season : 748.30 seconds (12.4 mins)

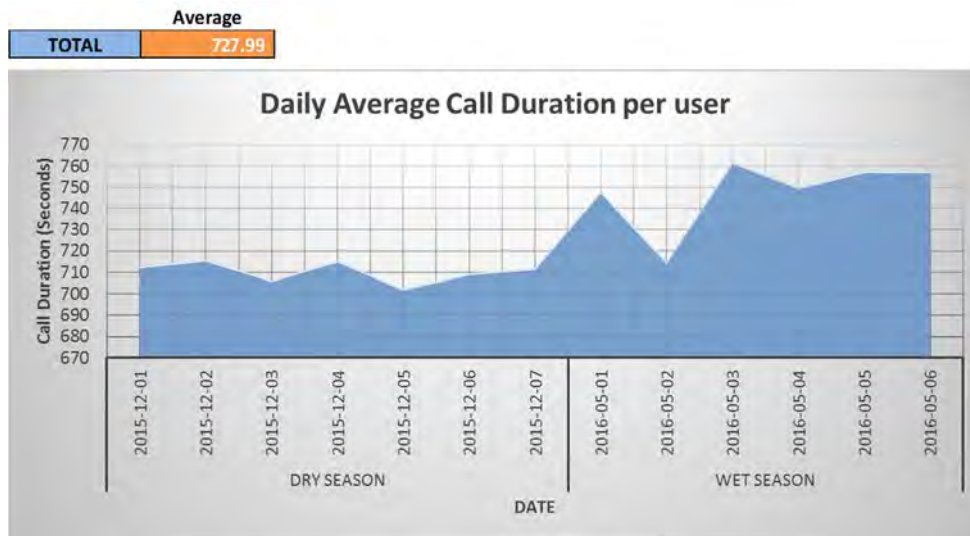


Figure 2.8 Daily Average Call Duration per User

2.3 Methodology

(1) Overall Methodology

Overall Methodology is divided into three parts: Pre-processing, population estimation and Origin-destination estimation.

Raw CDR data are imported to big data analysis system (Hadoop) and then pre-preprocessing process is taken place to clean up dirty and missing data to make sure completeness of the data. After that it will calculate basic statistics of CDR Dataset as well as convert data to a consolidate format that is ready for further processing.

Population estimation is a process to estimate number of population from CDR Dataset which more realistic than survey since CDR data come from real usage from people as well as their location. In this process, home location of each user will be identified and then aggregated to zone level to compare with census data.

Origin-Destination Estimation is a process to estimate people flow and interaction among zones which is important for infrastructure and transportation planning. In this process, Call to Call movement technique is applied to identify movement of each users. After that it will be aggregated to zone level and generate OD matrix.

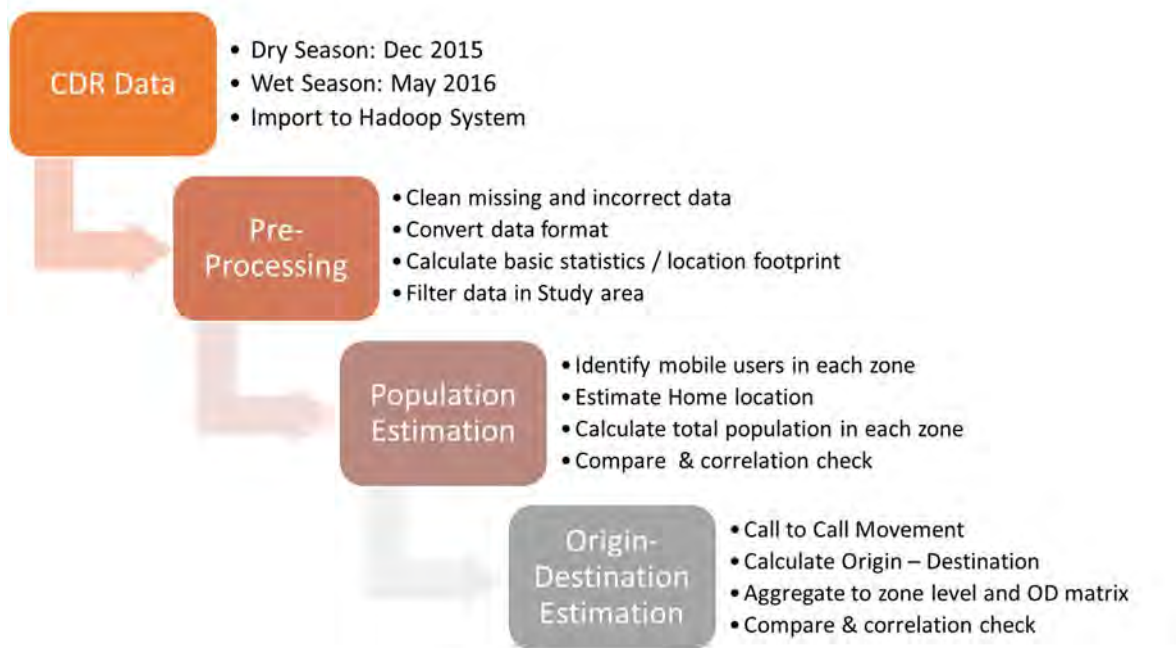


Figure 2.9 Concept of Methodology

(2) Hadoop system for data processing

Hadoop is an open source cloud computing software framework for data intensive and distributed application. There are many services and framework under Hadoop umbrella; however, in this project, we focused on Hadoop Distributed File System (HDFS) and Hive. To setup and use Hadoop for full operation mode, it required to run five components: Name Node, Data Nodes, Secondary Name Node (SNN), Job Tracker, and Task Trackers. Name Node is the bookkeeper of HDFS; it keeps track of how your files are broken down into file blocks, which nodes store those blocks, and the overall health of the distributed filesystem. Data Nodes are the workhorses of the filesystem. They store and retrieve blocks when they are told to (by clients or the name node), and they report back to the name node periodically with lists of blocks that they are storing. Secondary Name Node (SNN) is an assistant daemon for monitoring the state of the cluster HDFS and the SNN help snapshots Name Node to help minimize the downtime and loss of data. Job Tracker is the liaison between your application and Hadoop. Once you submit your code to your cluster, the Job Tracker determines the execution plan by determining which files to process, assigns nodes to different tasks, and monitors all tasks as they are running. Task Trackers are responsible for executing the individual tasks that the Job Tracker assigns and manages the execution of individual tasks on each slave node.

Hive is a data warehousing package built on top of Hadoop. It target users who are familiar and comfortable with SQL to do ad-hoc query, summarization and data analysis. Web GUI and JDBC are provided for interacting with Hive by issuing queries in a SQL-like language called HiveQL.

- Since CDR data are very large dataset which ordinary computer system or database are not possible to process within an acceptable time, Hadoop system is introduced for using as main system for data processing in this research.

- It consisted of five computers with same specification that is Xeon 2.6GHz, 8GB memory, and 2x2TB disk with CentOS 6.0 64-bit for Database system, and library-based application.
- PostgreSQL 9.0.6 with PostGIS 1.5.3 was installed in the system. One computer runs as Name Node and others as Data Nodes and Task Nodes.
- In total, this Hadoop has 32 cores, 32GB memory and 16TB storages.
- The version of Hadoop was 0.20.2, and the version of Hive was 0.8.0. The version of JTS was 1.12.

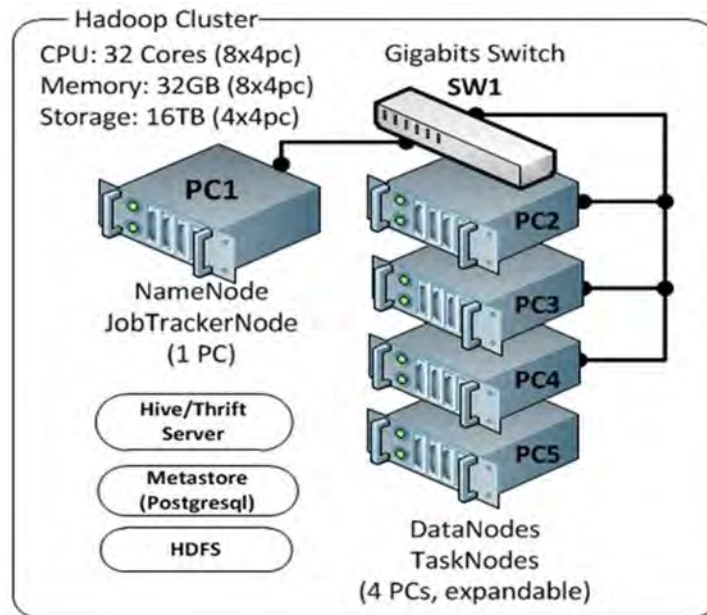


Figure 2.10 Hadoop Cluster

(3) Population Estimation in Traffic Analysis Zone (TAZ)

In this process, CDR data of each user are used to extract home location with frequent location and location ranking algorithm. First rank is likely to be home place of the particular user. Then, converted home cell tower location to home zone. Once, home zones are obtained, total number of people is calculated at each zones based on home location of people. At this stage, the output will be number of mobile phone users at each zones. The result will be compared with population census data.

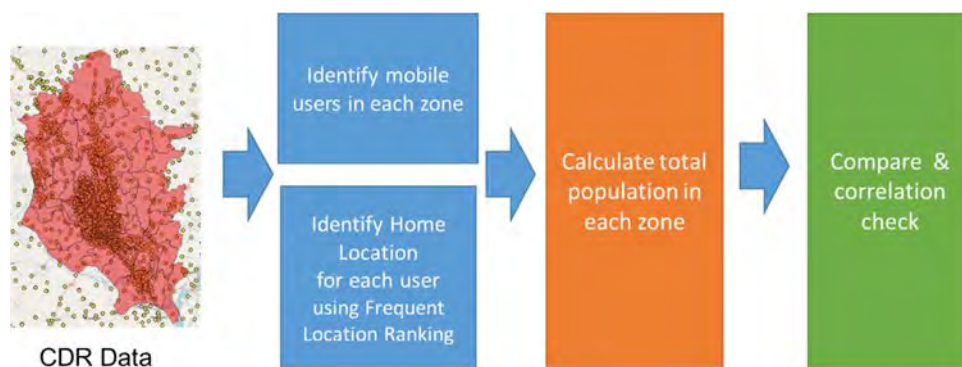


Figure 2.11 Processing Flow

Sample data of population census in 2014 (from JICA). It will be used as baseline for comparing population estimation result.

- Sample data of population census in 2014 (from JICA)
- It will be used as baseline for comparing population estimation result

Table 2.3 Estimated Total Population (sample)

GEOCODE	Explanation	Division	District	Thana/Upzila	PSA NAME	Ward/Union	RSTP_TAZ	Estimated Total Pop. in 2014
30260601	DCC	Dhaka	Dhaka	Biman Bandar	Dhaka City Corp.	Ward No-01(part)	1	4,491
30269501	DCC	Dhaka	Dhaka	Uttara	Dhaka City Corp.	Ward No-01(part)	1	238,279
30266402	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-02	2	157,615
30266403	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-03	3	102,164
30263004	DCC	Dhaka	Dhaka	Kafrul	Dhaka City Corp.	Ward No-04	4	82,344
30266405	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-05	5	127,541
30266406	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-06	6	170,496
30264807	DCC	Dhaka	Dhaka	Mirpur	Dhaka City Corp.	Ward No-07 (part)	7	75,633
30266407	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-07 (Part)	7	66,971
30267407	DCC	Dhaka	Dhaka	Shah Ali	Dhaka City Corp.	Ward No-07 (part)	7	5,519
30267408	DCC	Dhaka	Dhaka	Shah Ali	Dhaka City Corp.	Ward No-08	8	120,527
30261109	DCC	Dhaka	Dhaka	Darus Salam	Dhaka City Corp.	Ward No-09	9	78,007
30261110	DCC	Dhaka	Dhaka	Darus Salam	Dhaka City Corp.	Ward No-10	10	95,677
30264811	DCC	Dhaka	Dhaka	Mirpur	Dhaka City Corp.	Ward No-11	11	102,535
30264812	DCC	Dhaka	Dhaka	Mirpur	Dhaka City Corp.	Ward No-12	12	123,299
30264813	DCC	Dhaka	Dhaka	Mirpur	Dhaka City Corp.	Ward No-13	13	180,690
30263014	DCC	Dhaka	Dhaka	Kafrul	Dhaka City Corp.	Ward No-14 (part)	14	101,598
30264814	DCC	Dhaka	Dhaka	Mirpur	Dhaka City Corp.	Ward No-14 (part)	14	78,721
30260815	DCC	Dhaka	Dhaka	Cantonment	Dhaka City Corp.	Ward No-15 (part)	15	77,742
30263015	DCC	Dhaka	Dhaka	Kafrul	Dhaka City Corp.	Ward No-15 (part)	15	94,938
30266415	DCC	Dhaka	Dhaka	Pallabi	Dhaka City Corp.	Ward No-15(part)	15	18,708

(4) Origin-Destination Estimation

In this process, CDR data of each user are used to extract home location with frequent location and location ranking algorithm. First rank is likely to be home place of the particular user. At this step, home place will be cell tower location. In addition, CDR data of each user are used for creating daily trip of each user. Once, home cell tower and daily trip are obtained, padding virtual call from home and to home is applied to fulfill missing data in case that users did not make any call at home. After padding, calculate Origin – Destination for each user using Call to Call Movement (C2CM). Then Aggregate to zone level and calculate O-D Matrix. The result will be compared with population census data.

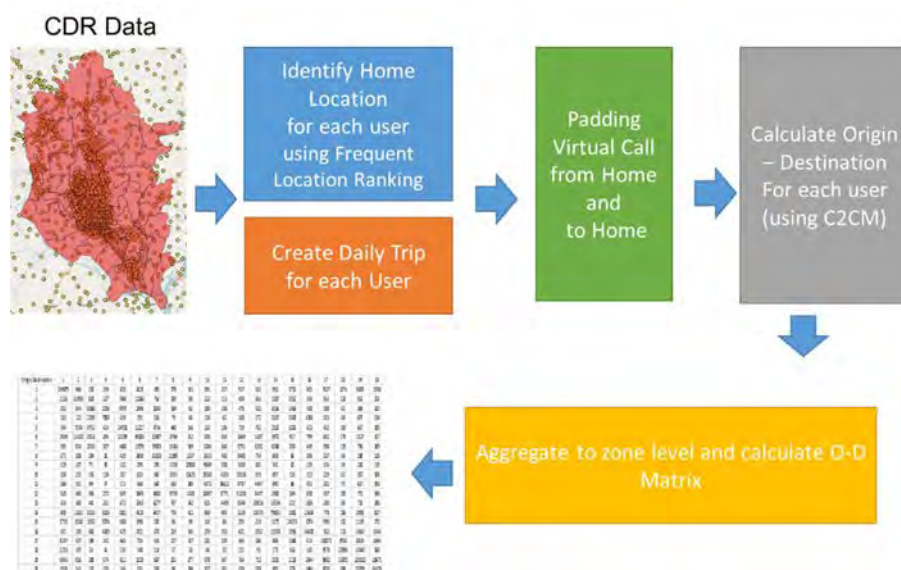


Figure 2.12 Concept of Origin-Destination Estimation

(5) Call to Call Movement (C2CM)

Call to Call Movement (C2CM)

- Calculate movement of user based on call activity.
- Within zone is call activity that located in the same zone.
- For Within zone, don't count successive calls happen at the same cell tower
- Inter zone is call activity that located in the different zone.
- If start/end location is not home location, do padding Virtual Call from Home and to Home to fulfill missing location.

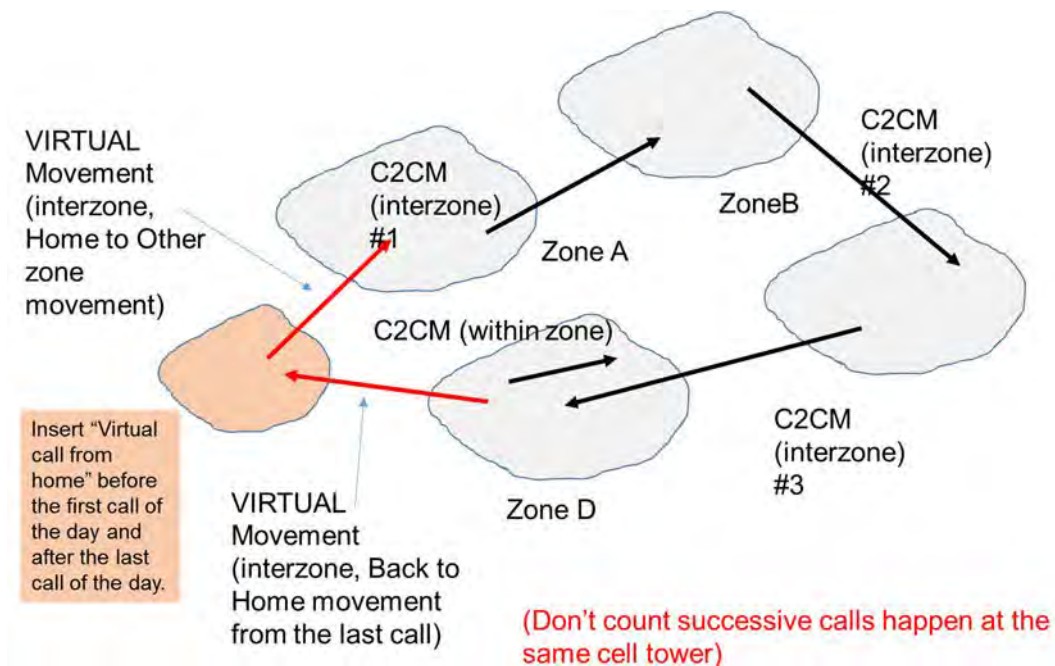


Figure 2.13 Overall Concept of C2CM (1)

Identify Home Location for each user

1. Use Cell Tower location.
2. Calculate Frequent Location from multiple days of data.
3. Ranking Frequent Location of each user. First rank is likely to be home place of the particular user
4. User home cell tower location for home padding.

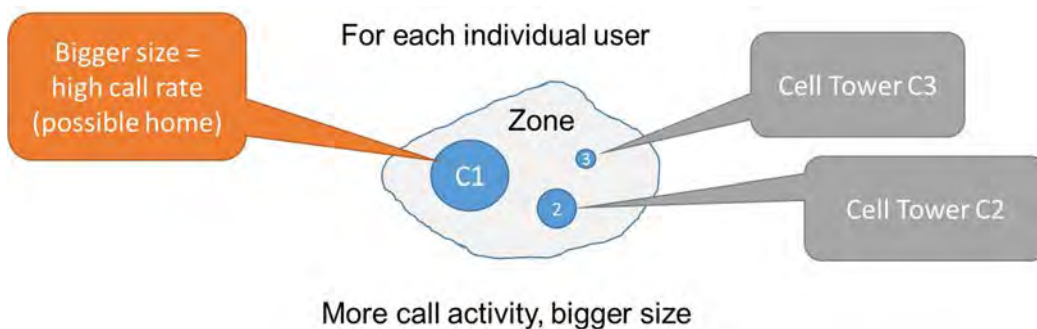


Figure 2.14 Overall Concept of C2CM (2)

(6) Call to Call Movement: Aggregation

Padding Virtual Call from Home and to Home

- If first call of the day is not at home cell tower
 - padding virtual call from home to first call
- If last call of the day is not at home cell tower
 - padding virtual call from last call to home
- Calculation is based on cell tower location, later convert to zone

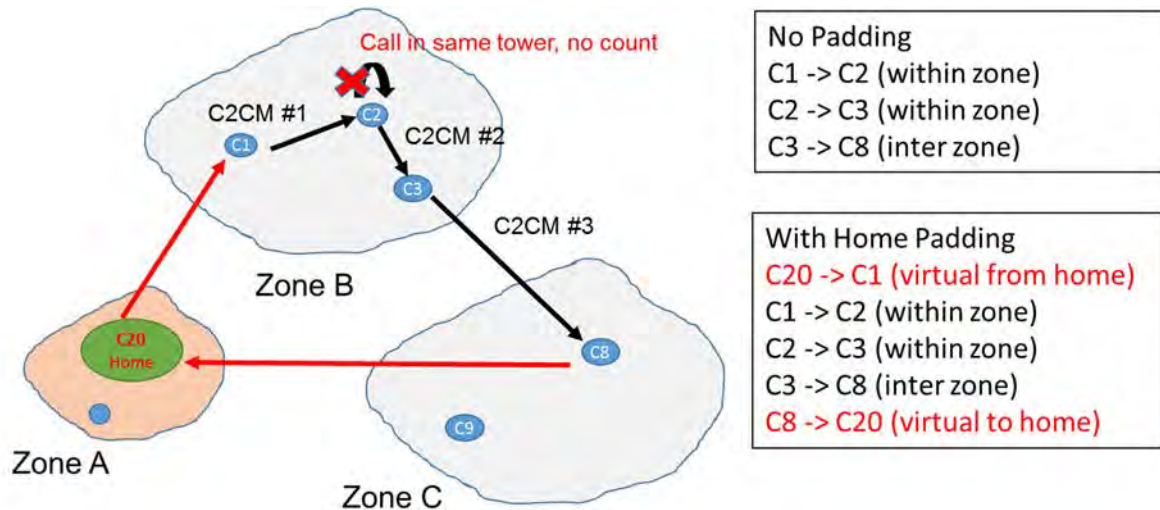


Figure 2.15 Call to Call Movement: Aggregation (1)

For each user, convert Call tower O-D to Zone O-D. Then Aggregate to zone level and calculate O-D Matrix.

- Calculate Origin – Destination For each user
- Convert Call tower O-D to Zone O-D

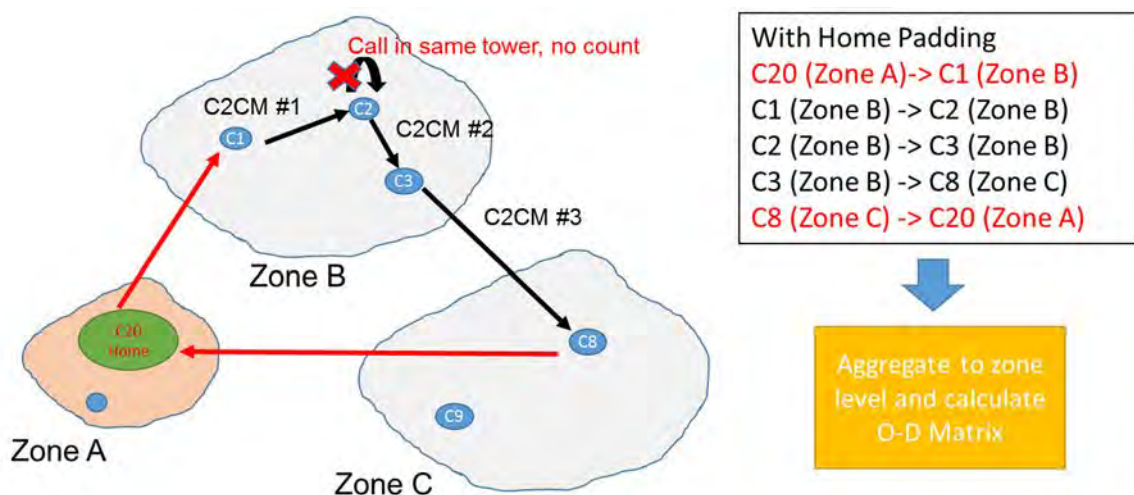


Figure 2.16 Call to Call Movement: Aggregation (2)

3. Analysis Result

3.1 CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone

(1) Dry Season

Figure illustrates footprints movements in TAZ zone in Dry season. Footprints are calculated from mobile usage activity of users which indicated locations where they have passed and have high mobile usage activities.

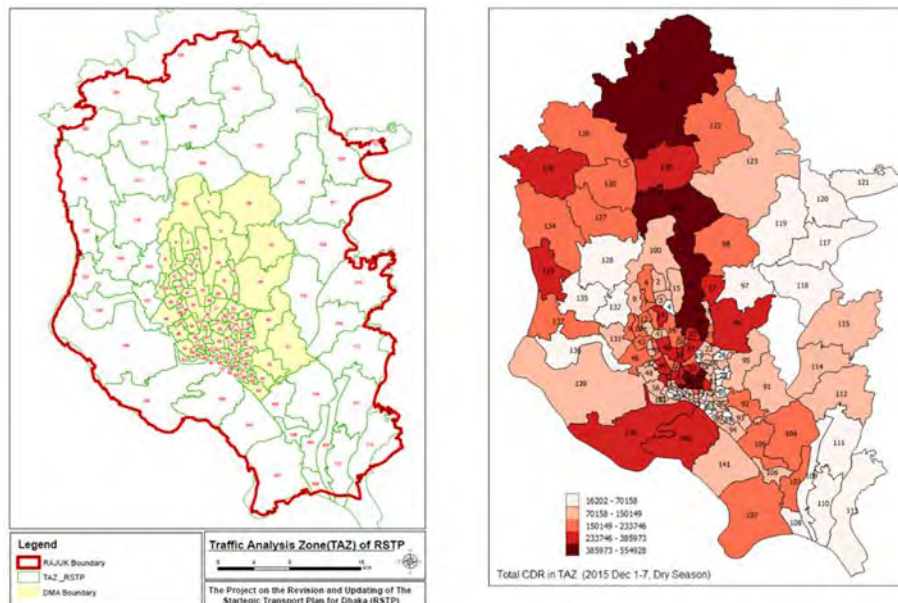


Figure 3.1 CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone (Dry-season)

(2) Wet Season

Figure illustrates footprints movements in TAZ zone in Wet season.

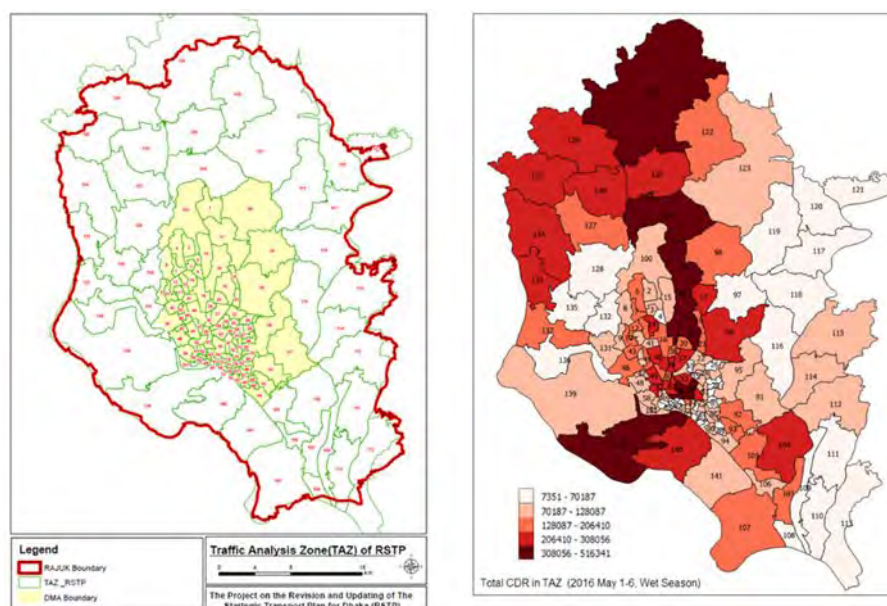


Figure 3.2 CDR User Footprint in Traffic Analysis Zone (Wet-season)

(3) Compare Footprint: Dry and Wet

The Figures compare footprints movements in TAZ zone of Dry and Wet season. As observed, there are more activities in top left zone on Wet season.

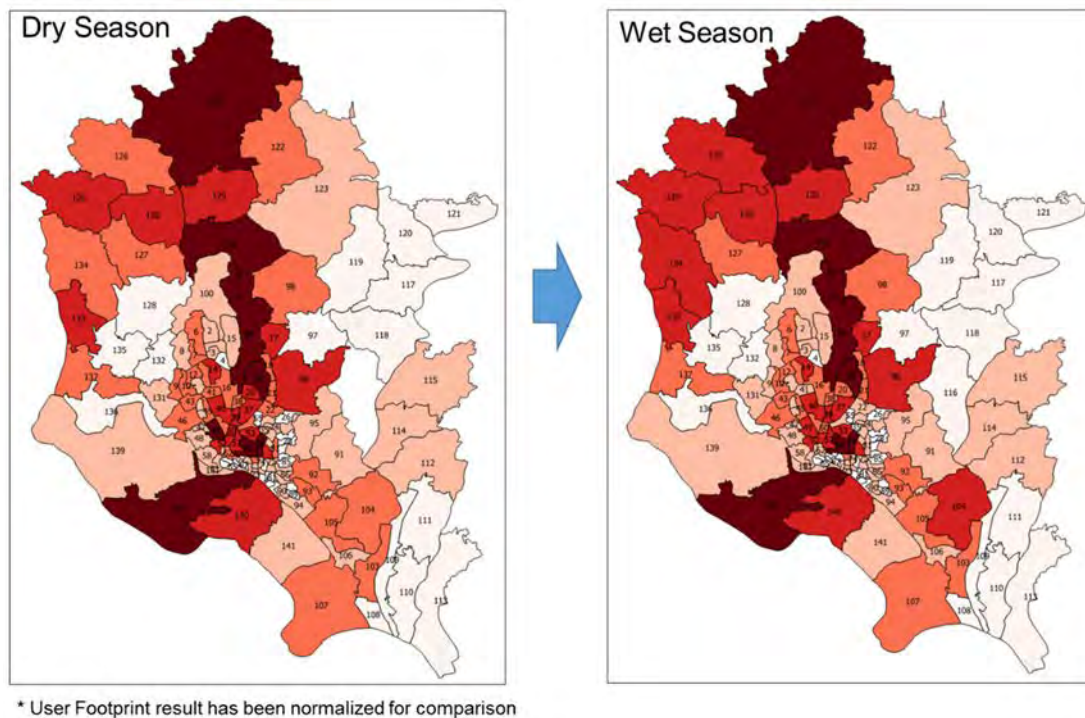


Figure 3.3 Compare Footprint: Dry and Wet

3.2 Mobile User Population

This figure discusses the population distribution extracted from CDR data. It shows the number of mobile phone users estimated from CDR data in TAZ zone.

- Population estimation calculated from home location mobile users
- Home identification use location ranking

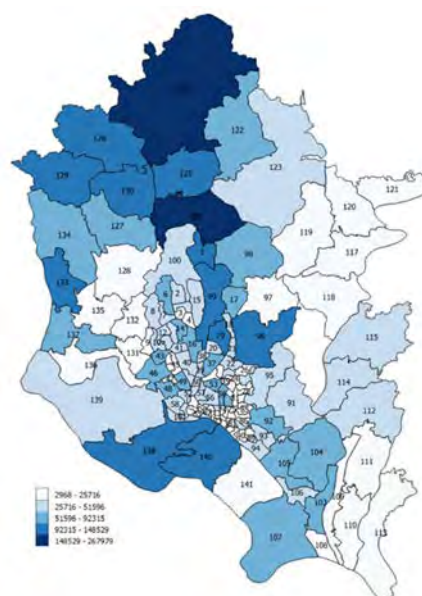


Figure 3.4 Mobile User population in Traffic analysis Zone

3.3 Compare Population estimation with Census

Figure shows comparison and correlation between mobile phone population and 2014 population census. It confirms that the proportion of mobile phone users across prefectures correlates with that of real populations obtained from census data.

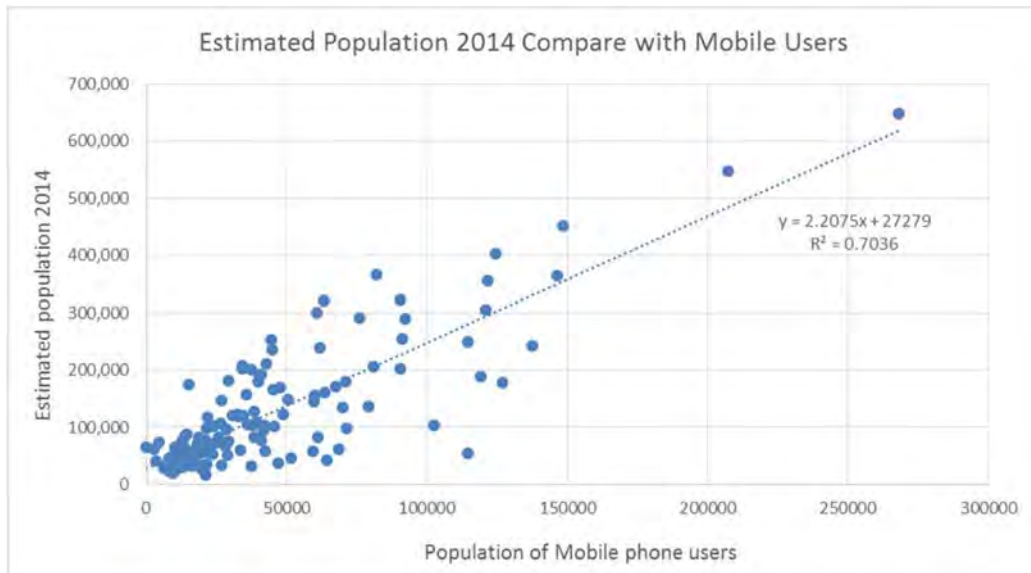


Figure 3.5 Estimated Population 2014 compare with Mobile Users

3.4 O-D Matrix (Heat Map)

(1) Dry Season

A heat map is a graphical representation of data where the individual values contained in a matrix are represented as colors. For O-D analysis, it shows connectivity between each zone. More red indicate high connectivity.

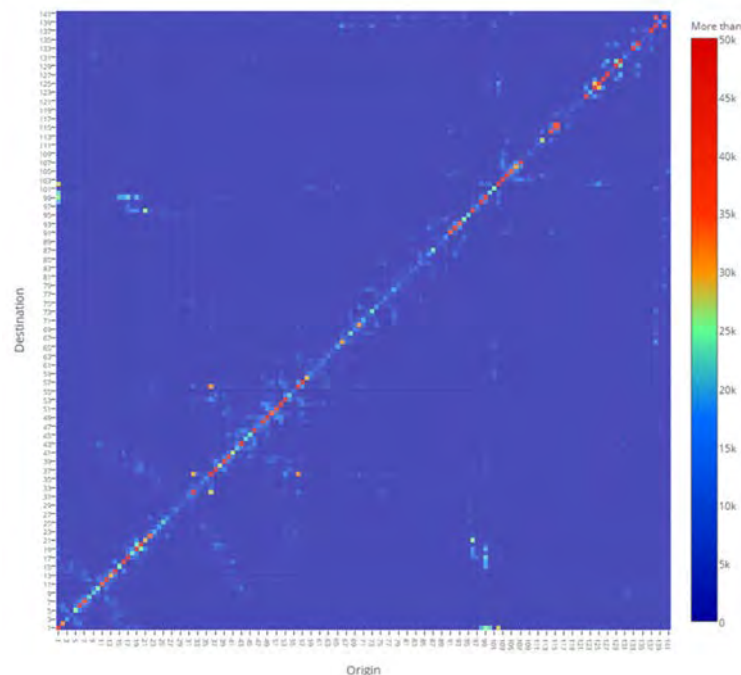


Figure 3.6 Heat Map (Dry-season)

(2) Wet Season

A heat map is a graphical representation of data where the individual values contained in a matrix are represented as colors. For O-D analysis, it shows connectivity between each zone. More red indicate high connectivity.

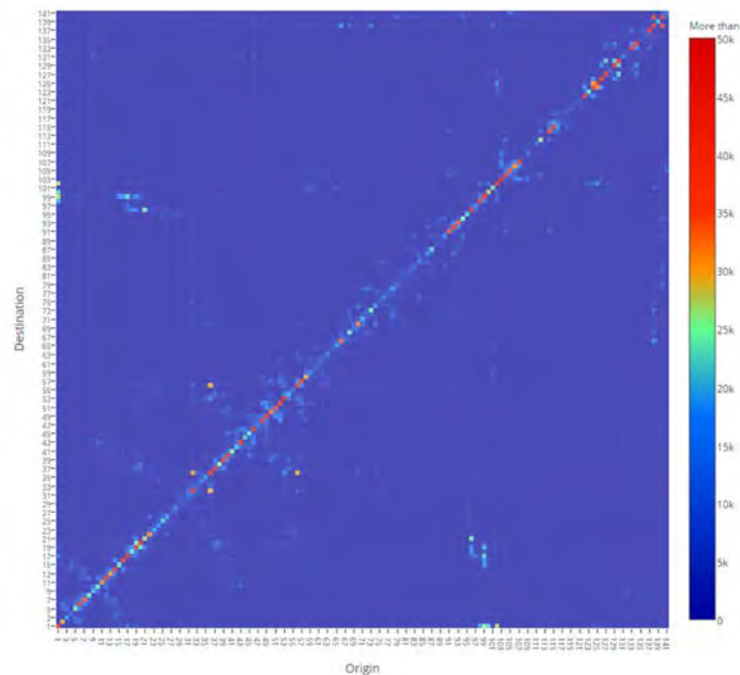


Figure 3.7 Heat Map (Wet-season)

3.5 O-D Map (Links)

(1) Dry Season

Left figure shows all O-D links in TAZ zone.

Focusing on high connectivity O-D, the right figure shows filtered O-D links.

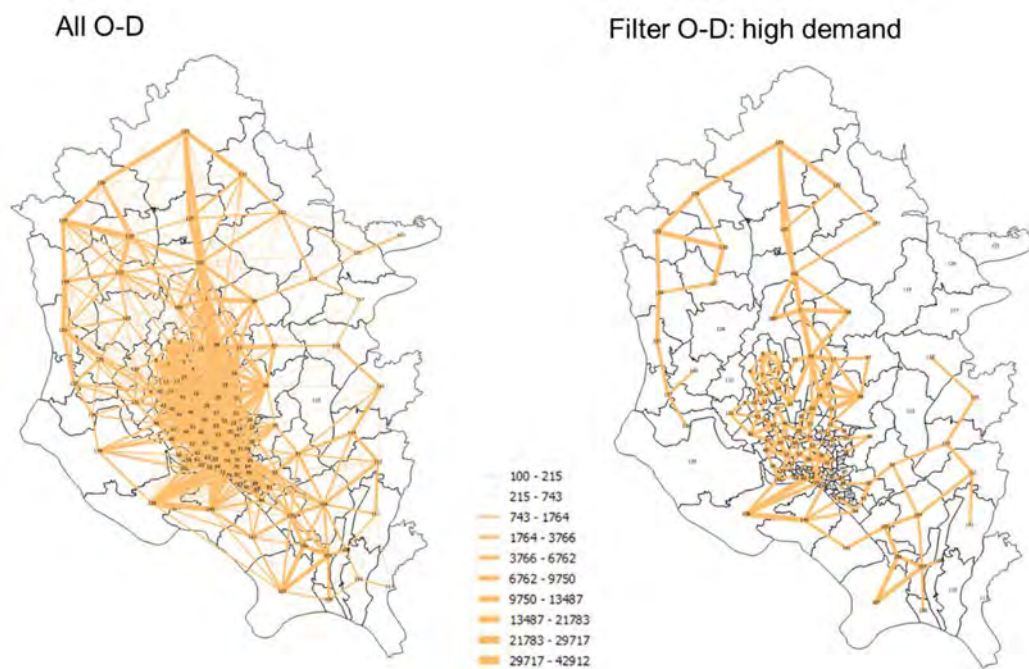


Figure 3.8 OD Links (Dry-season)

(2) Wet Season

Left figure shows all O-D links in TAZ zone.

Focusing on high connectivity O-D, the right figure shows filtered O-D links.

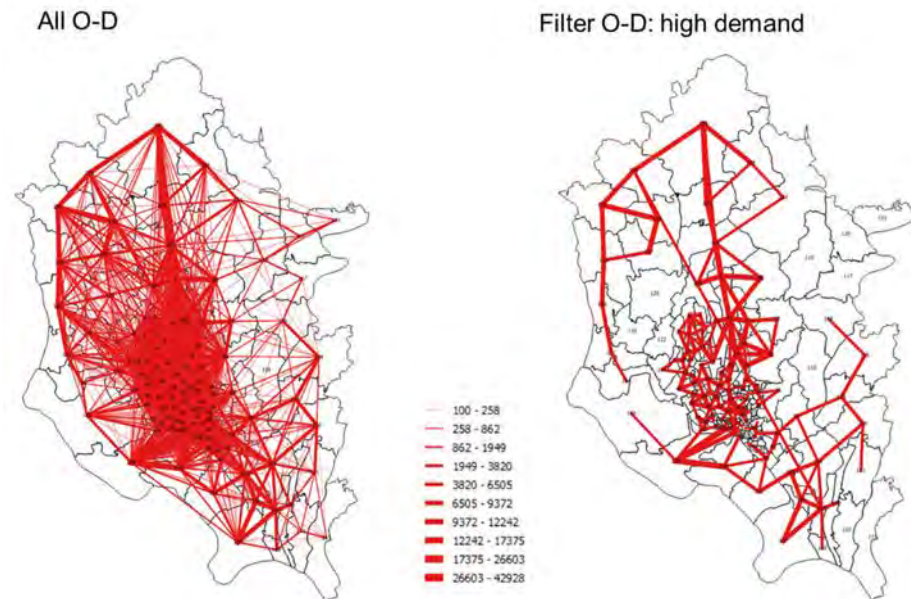


Figure 3.9 OD Link (Wet-season)

3.6 Compare Estimated O-D with HIS

(1) OD Correlation Comparison

1) Dry Season

C2CM (within zone): 6,283,908 trips

C2CM (interzone): 6,779,857 trips

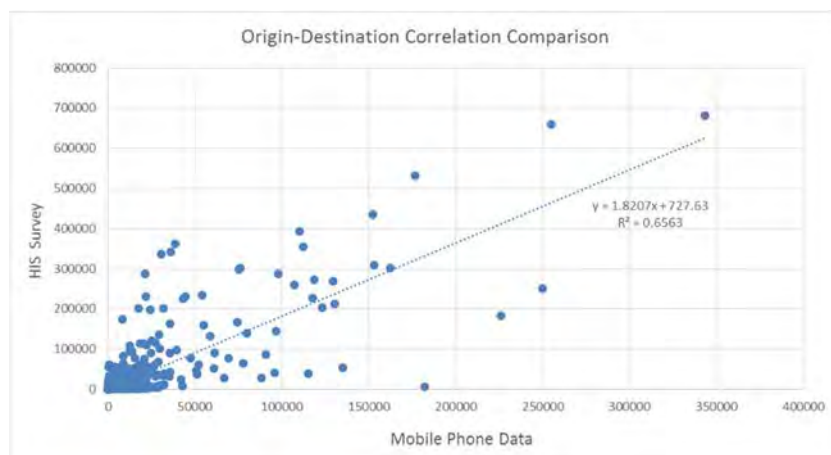


Figure 3.10 OD Correlation Comparison (Dry-season)

2) Wet Season

C2CM (within zone): 6,372,932 trips

C2CM (interzone): 6,649,439 trips

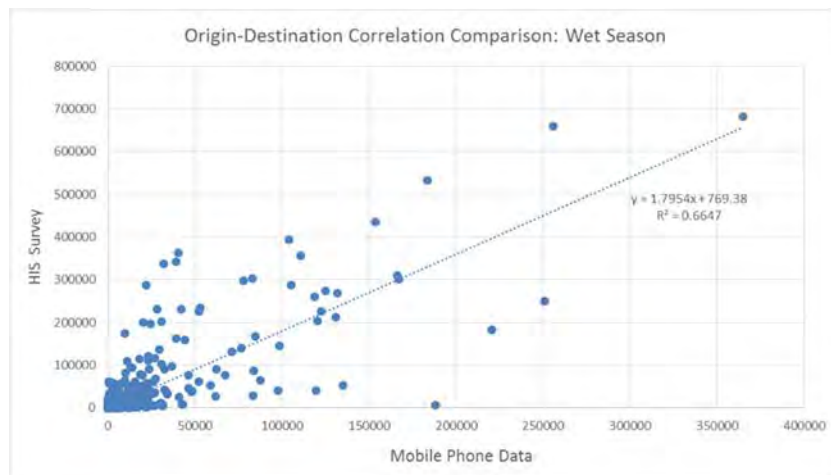


Figure 3.11 OD Correlation Comparison (Wet-season)

(2) Correlation: With-in Zone

1) Dry Season

C2CM (within zone): 6,283,908 trips

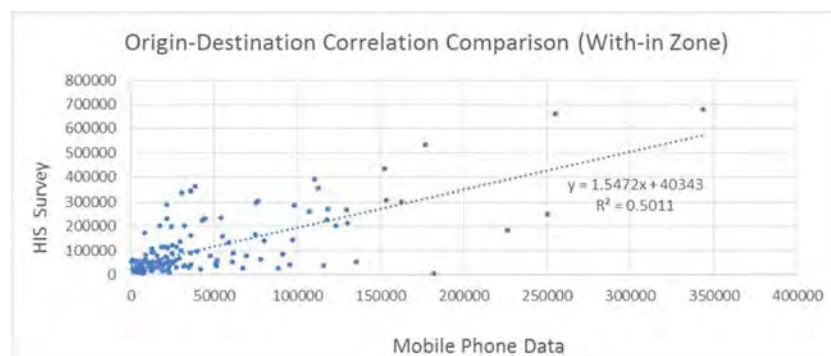


Figure 3.12 OD Correlation Comparison: With-in Zone (Dry-season)

2) Wet Season

C2CM (within zone): 6,372,932 trips

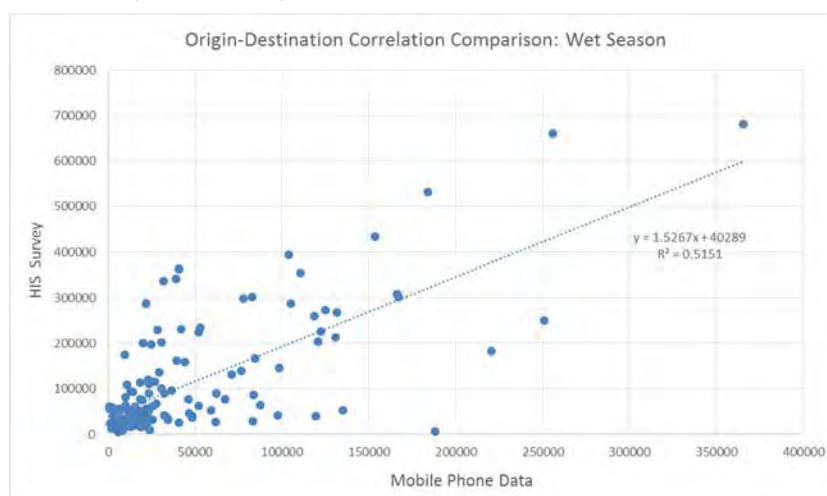


Figure 3.13 OD Correlation Comparison: With-in Zone (Wet-season)

(3) Correlation: Inter Zone

1) Dry Season

C2CM (interzone): 6,779,857 trips

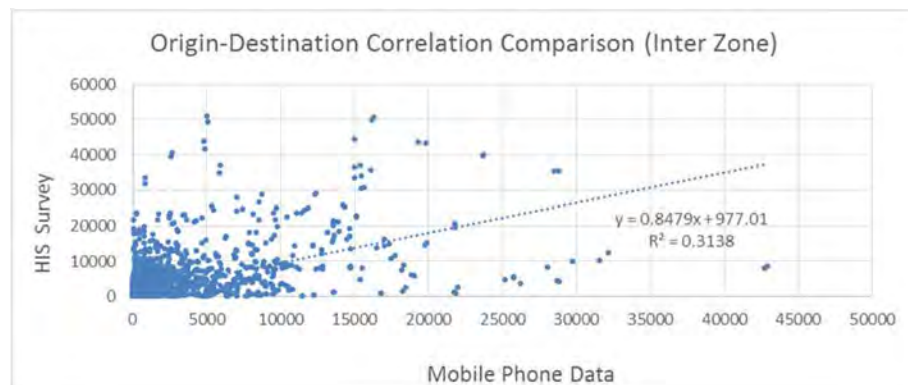


Figure 3.14 OD Correlation Comparison: Inter Zone (Dry-season)

2) Wet Season

C2CM (interzone): 6,649,439 trips

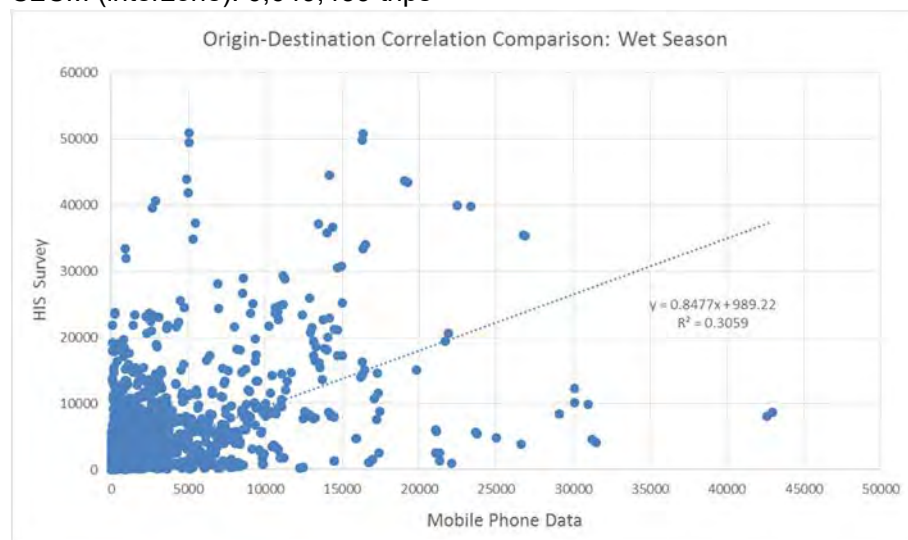


Figure 3.15 OD Correlation Comparison: Inter Zone (Wet-season)

(4) Compare Estimated O-D with HIS

1) Dry Season

HIS compare with one day CDR

$$y = 1.8207x + 727.63$$

$$R^2 = 0.6563$$

HIS compare with 3 days CDR

$$y = 0.609x + 718.01$$

$$R^2 = 0.6557$$

HIS compare with 7 days CDR

$$y = 0.2717x + 686.97$$

$$R^2 = 0.6766$$

2) Wet Season

HIS compare with one day CDR

$$y = 1.7954x + 769.38$$

$$R^2 = 0.6647$$

HIS compare with 3 days CDR

$$y = 0.6048x + 749.19$$

$$R^2 = 0.6672$$

HIS compare with 6 days CDR

$$y = 0.3209x + 727.78$$

$$R^2 = 0.6987$$

4. Conclusion

4.1 Summary

- The mobile phone is one of the most ubiquitous technologies of the modern era. Mobile phones are used as a tool not only for telecommunication but also for the information provision for many sectors such as government, finance, education, agriculture, and health, and it is particularly useful in the field of urban planning and transportation, providing estimates of the number and movements of people.
- The situation in Dhaka is a prime example. The city suffers chronic traffic congestions, which negatively impact the economy and society. Understanding human mobility is critical to effective policy intervention to tackle traffics, which do not function properly. Traffic congestion is the stack of human mobility, and by understanding human mobility, authorities can see traffic demand and thereby plan effective road network development.
- Call detail records (CDR) data provide information about not only activities on a mobile communication network but aggregated human mobility, which can provide quality data to quantify human mobility. This project demonstrated how analysed CDR data can contribute to addressing specific issues related to road network development by estimating dynamic trajectories and spatio-temporal distribution of people.
- Analysis showed a high correlation between the distribution of mobile phone users and actual populations at the TAZ level and demonstrated the possibility of quantitatively estimating spatio-temporal distribution and movement of people. Although, the scope of the analysis only includes those covered by CDR data, the results will give government and local authorities a better and quantitative understanding of population flow patterns over time. This enables the extraction of people's commuting patterns and daily movement.

4.2 Issues

- CDR dataset used in this project are only from one mobile operator that might cause some bias.
- It need to investigate why and how the results of HIS and our analysis are different particular in interzone.
- Stay points technique might be an alternative to C2CM technique to estimate O-D.
- Better to understand real mechanism of HIS survey in order to stimulate similar concept on CDR dataset.

4.3 Recommendations

- CDR data is real user activity, real location and real movement.
- CDR is more "true" to the reality and JICA should try to use it in the other countries.

MRT5 号線の路線計画の見直し

1. 調査の内容および技術的側面の検討

1.1 過去の関連調査

1959 年からダッカ都市圏(DMA;Metropolitan Area)を対象とした交通マスタープランが策定されており、現在 JICA 調査で実施されている RSTP まで定期的に計画の見直しが実施されてきた。MRT 5号線に関連するプロジェクトは、表 1.1 のとおりである。

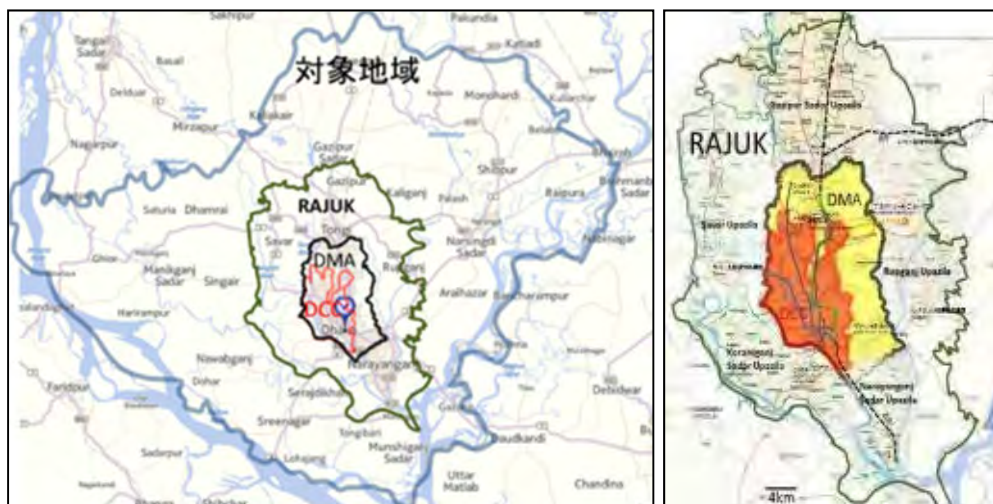
表 1.1 MRT5 号線に関連するプロジェクト等

年次	プロジェクト等の名称	備考
1959	ダッカマスタープラン	
1981	ダッカ都市圏統合都市開発プラン	
1994	ダッカ大都市圏統合交通計画(DITS)	
2005	ダッカ都市交通プロジェクト(DUTP)、 ダッカ都市交通戦略計画(STP)	2004 年から 2024 年を対象期間に長期戦略的交通計画で MRT5 号線を提案。
2010	ダッカ都市交通網整備事業準備調査 1,2(DHUTS)	BRT 及び MRT 計画の見直しを行い、 MRT 路線として 6 号線を最優先路線、4 及び 5 号線を優先路線として位置づける。
2014	ダッカ都市交通戦略計画改定(RSTP)	JICA が STP の見直しとして 2014 年から RSTP を実施中である。
2015	ダッカ東西線事業調査	経済産業省が RSTP に関連して MRT5 号 線の一部区間を東西線として位置付け、 可能性を調査。

出典:調査団作成

1.2 RSTP による交通の現況および将来分析結果

STP で想定していた以上に DMA 内の人口が急増し、更なる見直しが必要となり、2014 年から現在にかけて STP の見直し(RSTP)が JICA の支援の下で行われている。RSTP の対象地域を図 1-1 に示すとおり、DMA 周辺地区のガジプール、北ナラヤンガンジ、マニクコンジ、ムンシガンジ、南ナラヤンガンジ、およびノルシンジを含む地域まで拡大されている。



出典:RSTP 調査団作成

図 1.1 RSTP の調査対象地域

現在のダッカ都市交通における問題点は、プルバチャールや東フリジン地域、その他の地域においてSTPで定めたスケジュール通りにインフラ開発が行われていない点である。また既存の都市交通問題の主な原因の1つは、DMAの高い人口密度によるものである。交通や住宅、ショッピングなど多機能な需要が集中しており、それに加えて道路容量が不足している状況があり、交通管理ができておらず、交通関連機関の間での調整不足が生じている。RSTPでは、現況の交通量調査に基づき、将来の交通量の予測を行っている。以下のデータは、RSTPから提供されたものである。

(1) 発生交通

「家庭訪問調査」「コードンライン・スクリーンライン調査」「道路インベントリー調査」の結果から、現在の発生トリップ数は約3,000万トリップ/日と算出されており、2035年の発生トリップは約5,500万トリップ/日と予測されている。伸び率は1.86倍であり、将来の都市開発、工業団地計画等の土地利用における居住人口も含めて算出されている。

		2014	2035	伸び率
1	南ダッカ	8,764,000	11,093,000	1.27
2	西ダッカ	6,107,000	8,442,000	1.38
3	グルシャン	2,745,000	4,398,000	1.60
4	東ダッカ	921,000	3,259,000	3.54
5	南東ダッカ	1,504,000	3,529,000	2.35
6	トンギ	800,000	1,749,000	2.19
7	ガジプール	1,752,000	4,591,000	2.62
8	東ガジプール	129,000	285,000	2.21
9	カリガンジ	226,000	1,966,000	8.70
10	ルブガンジ	573,000	1,200,000	2.09
11	北ショナルガ	249,000	574,000	2.31
12	南ショナルガ	356,000	913,000	2.56
13	北ナラヤンガンジ	1,162,000	2,472,000	2.13
14	南ナラヤンガンジ	934,000	1,914,000	2.05
15	南カラニガンジ	342,000	1,013,000	2.96
16	北カラニガンジ	632,000	1,235,000	1.95
17	南サバーバ	881,000	2,213,000	2.51
18	北サバーバ	1,832,000	4,742,000	2.59
	計	29,909,000	55,588,000	1.86

出典:RSTP 調査団

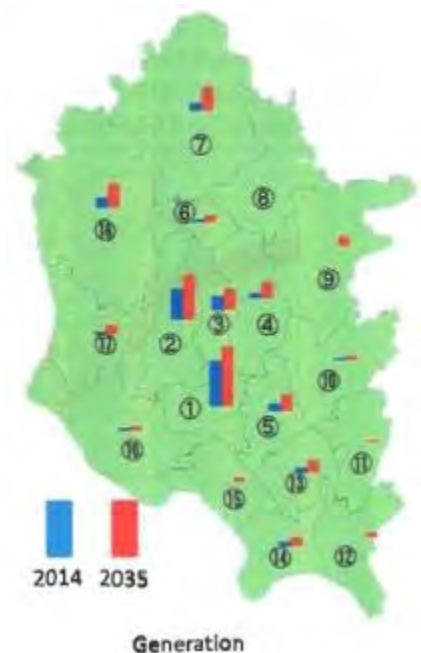
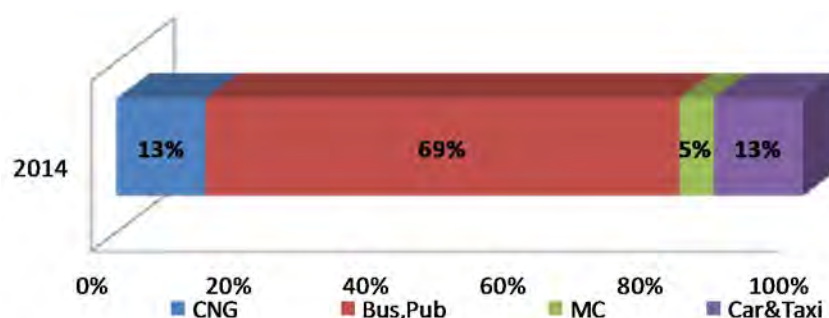


図 1.2 発生交通の将来変化

(2) 交通分担率

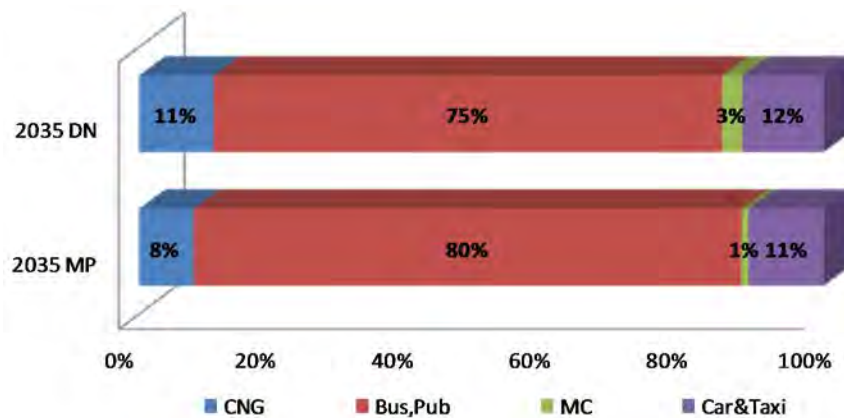
現在の交通モードは、図 1.3 に示すとおり、2014 年の公共交通比率(バス・パブリック交通)が69%と大半を占めていることが報告されている。



出典:RSTP 調査団資料を基に調査団作成

図 1.3 現況の交通分担率(2014)

図 1-4 は、将来の交通分担率の予測結果を示す。2035 年にマスタープラン(MP)の計画が実施された場合は、公共交通の割合が 80%に達し、実行されない場合の割合は 75%となっている。

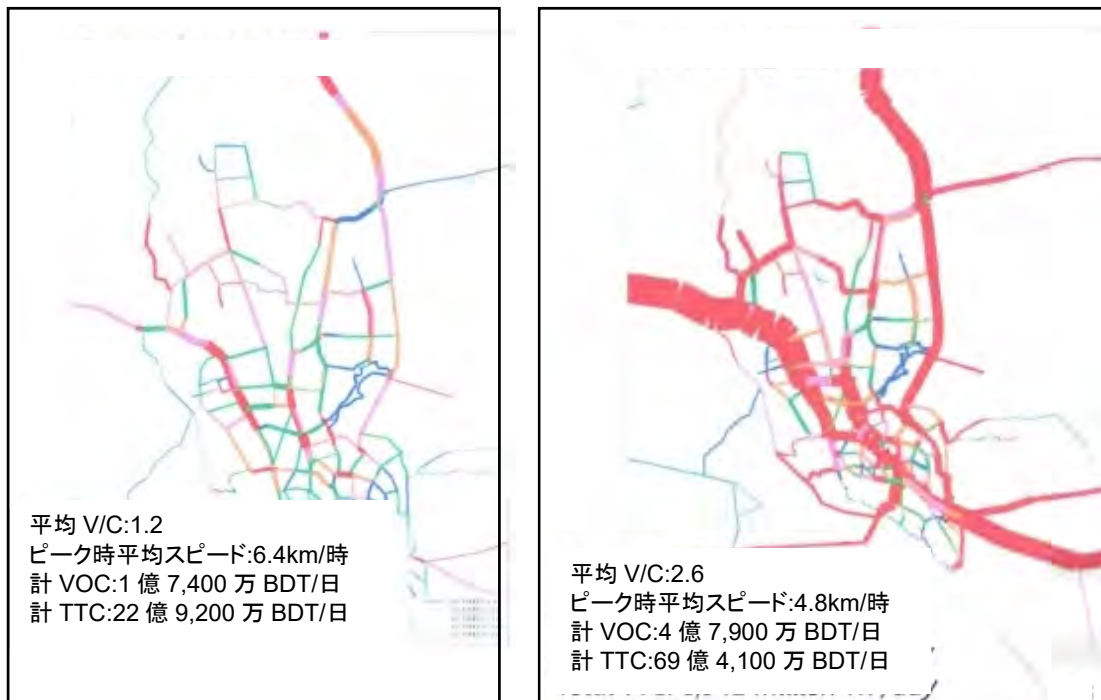


出典: RSTP 調査団資料を基に調査団作成

図 1.4 将来の交通分担率(2035)

(3) 道路配分交通量

図 1.5 は、幹線道路の現在と将来の配分交通量を示している。交通インフラの整備が実施されなければ 2035 年には車両走行経費(VOC)が 4 億 7,900 万 BDT/日、旅行時間費用(TTC)が 69 億 4,100 万 BDT/日まで拡大して現在の約 3 倍となり、深刻な状況になることが予測されている。



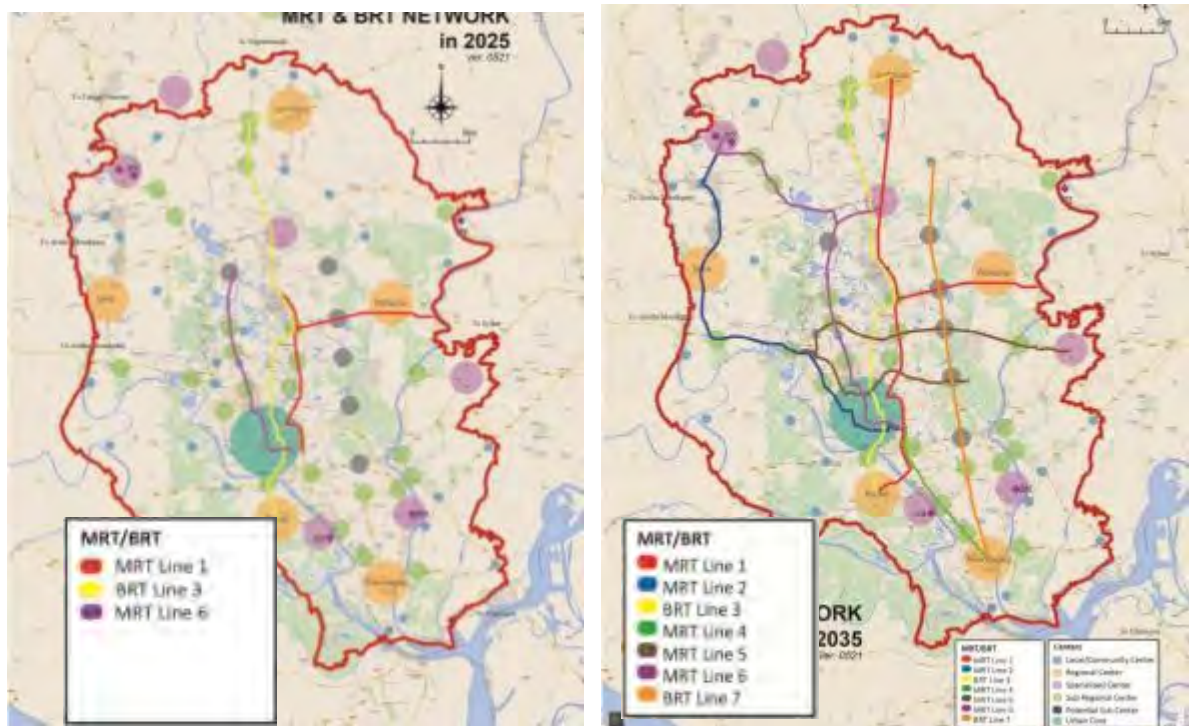
※ネットワーク太さは、交通容量を示している。(太いほど多い)

出典: RSTP 調査団作成

図 1.5 幹線道路の配分交通容量の将来変化

(4) 将来公共交通ネットワーク

RSTP は、上記の将来予測の結果から、STP で提案されている MRT 及び BRT のネットワークの見直し案を作成している。次の図 1.6 に 2025 年と 2035 年を比較して示す。



出典: RSTP 調査団作成

図 1.6 RSTP で見直した MRT 及び BRT 路線

次の表 1.2 は、RSTP の 2035 年の MRT 及び BRT 各路線の距離、乗客数、ピーク 1 時間 1 方向輸送量(PHPDT; Per Hour Passenger Direction Trip)及び開通年度を示す。

表 1.2 MRT, BRT の乗客数と PHPDT(2035 年)

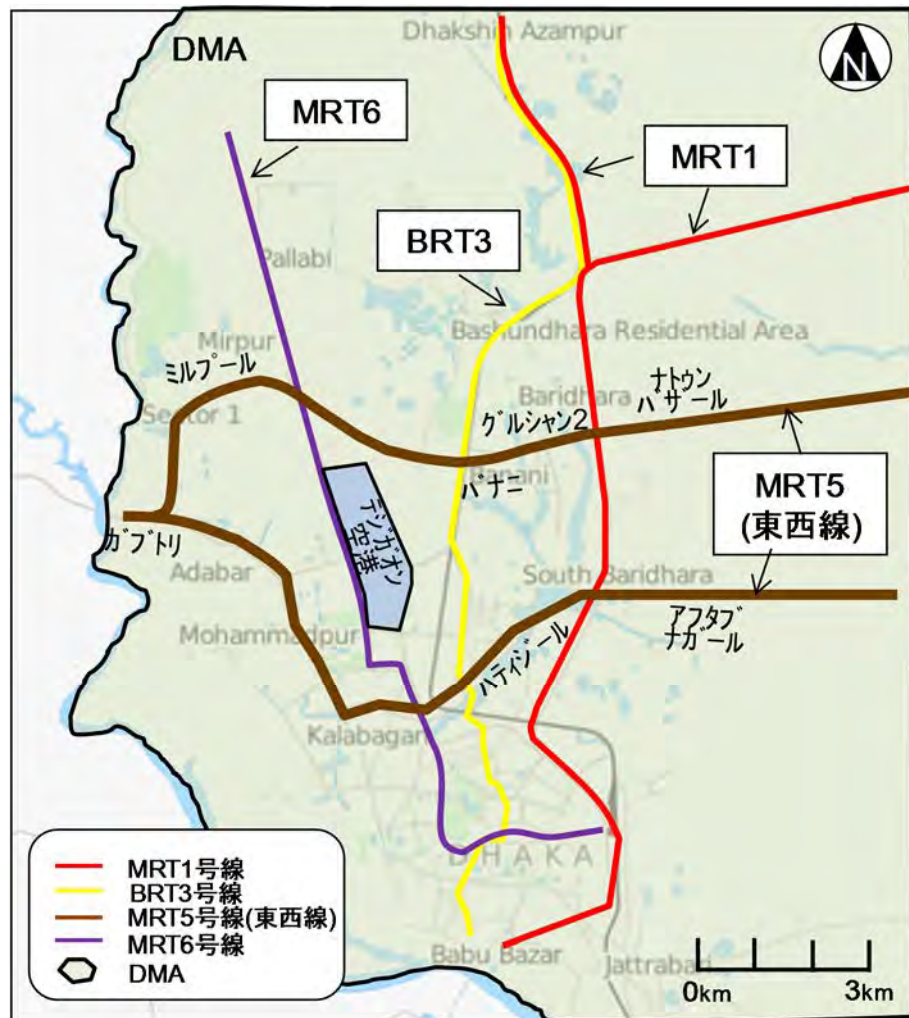
区分	距離(km)	乗客数/日	PHPDT	実施状況と開通年度
MRT1	52	3,000,000	41,250	2025
MRT2	40	1,200,000	15,500	2035
BRT3	42	1,700,000	12,750	実施中
MRT4	16	690,000	33,750	2035
MRT5	35	1,200,000	20,250	2035
MRT6	41	2,400,000	30,900	実施中
BRT7	36	490,000	7,650	2035

出典: RSTP 調査団資料をもとに調査団作成

1.3 MRT5 号線西部延伸計画の必要性

(1) MRT5 号線の位置付け

RSTP から提供された資料をもとに作成した表 1.2 によれば、MRT5 号線(東西線)の乗客数および PHPDT は、実施中の BRT3 号線及び MRT6 号線を除くと、MRT1 号線に次ぐ数量となっている。MRT5 号線の特徴として、MRT1 号線、BRT3 号線及び MRT6 号線は、南北方向の路線であり、東西方向を繋ぐ路線は MRT5 号線のみである。南北方向の 3 路線を有機的に繋ぐ MRT5 号線が実現すれば、市内の渋滞解消はもとより都市交通網の機能をさらに高めることが期待される。これらの主旨から、2015 年に実施した我が国の経済産業省「ダッカ東西線事業調査」(以下、「2015 年経済産業省東西線調査」と言う。)は、図 1.7 に示す RSTP が提案している優先案件に MRT5 号線(東西線)も含める必要があると提言している。



出典:調査団作成

図 1.7 MRT 東西線の路線図

2. MRT5 号線西部延伸計画に必要な各種検討

2.1 MRT5 号線の西部延伸計画

2015 年経済産業省東西線調査の MRT 東西線ルートを図 2.1 に示す。MRT 東西線北ルートの Gabtoli – Bhulta 間 23km のうち、Gabtoli 駅から Vatora 駅間 13km を先行開業するフェーズ 1 区間、Vatora から Bhulta の 10km をフェーズ 2 区間としている。フェーズ 2 区間の Vatora から Bhulta 間の現状は、幹線道路は整備され、少数の住宅が散在しているものの市街地化は進んでいない。

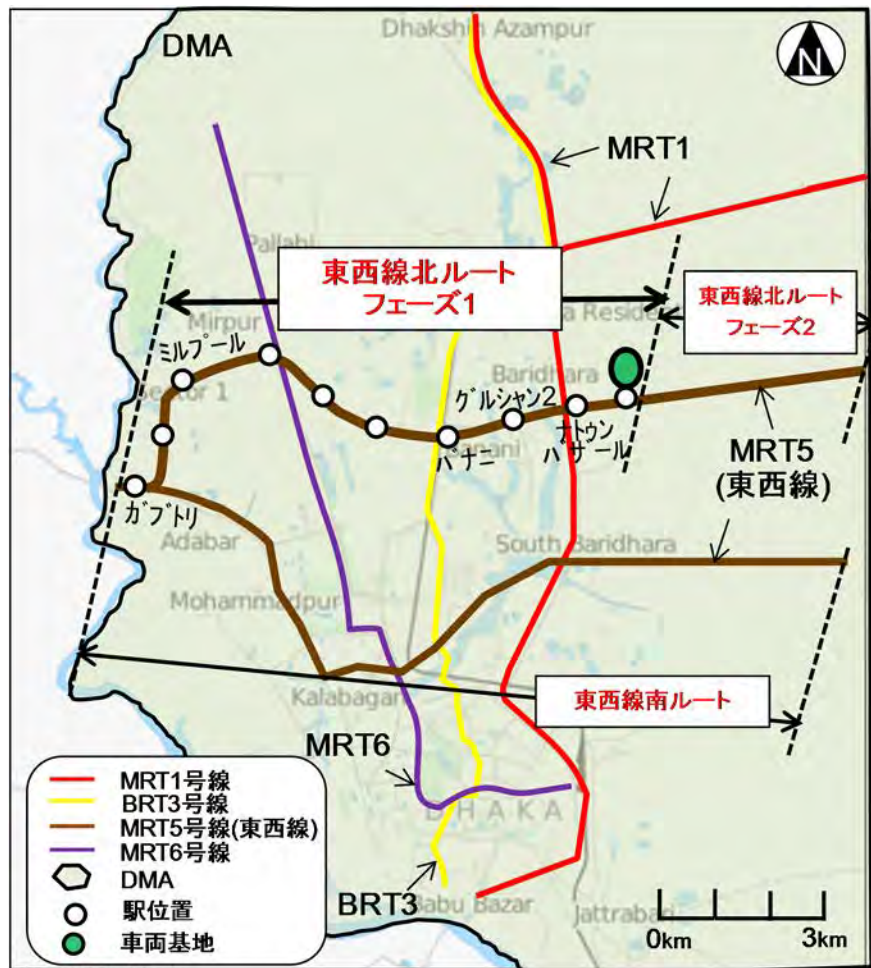


図 2.1 MRT 東西線のルート区分

一方、図 2.2 に示す MRT5 号線の Gabtoli 駅に接続する MRT2 号線のうち、Gabtoli - Hemayetpur 間は、既に幹線道路に沿い、市街化が進み MRT の整備が早期に望まれる地域である。また、この区間には MRT5 号線車庫用地の確保が可能な未利用地が有ることからも MRT5 号線を西部に延伸することが望ましい。

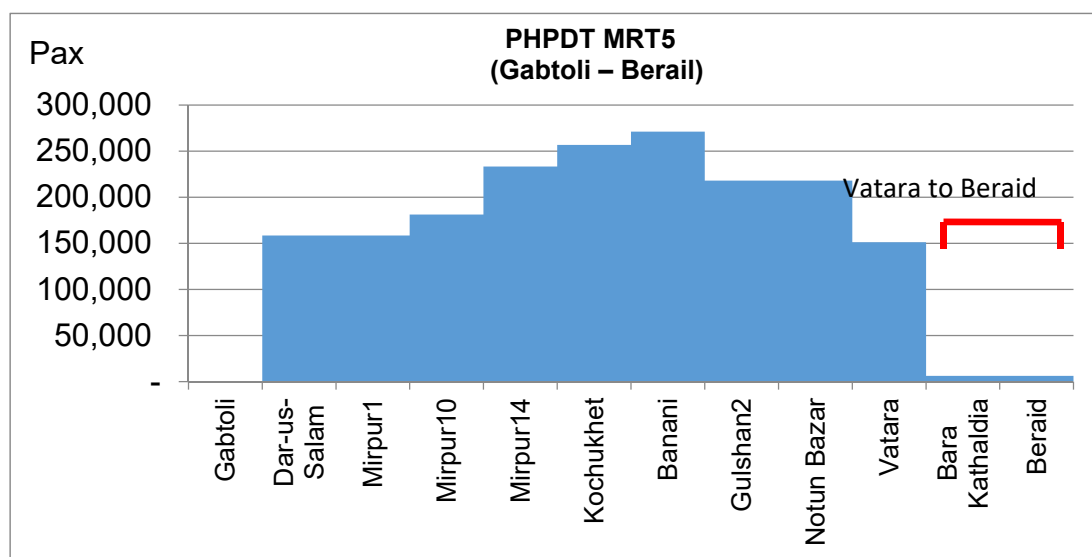
なお、本報告書では以下において、MRT2 号線の Gabtoli-Hemayetpur 間を MRT5 号線に含め、図 2.2 に示すとおり「MRT5 号線西新ルート」と記述する。



出典:調査団作成

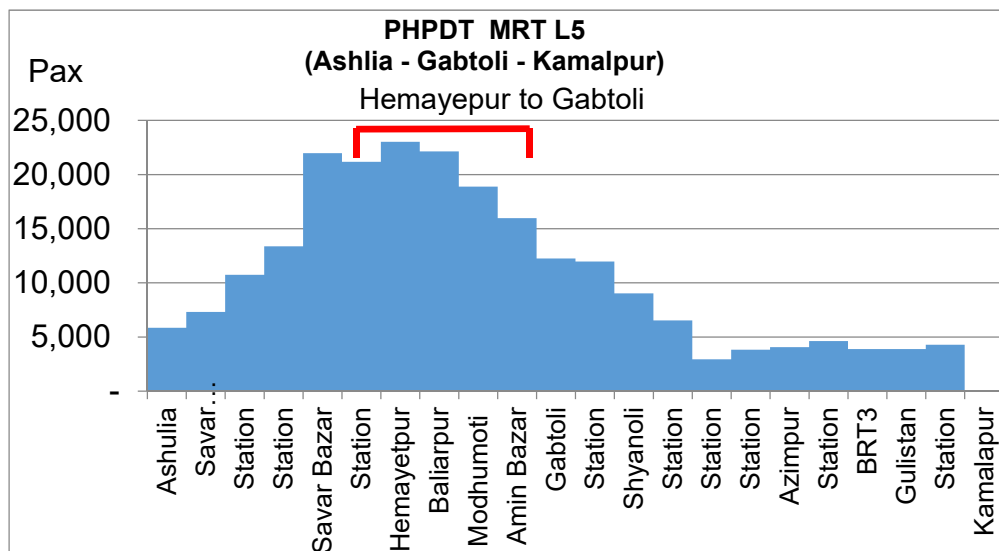
図 2.2 MRT5 号線の全体ルート及び西部延伸計画

MRT5 号線の西部延伸の妥当性を確認するために RSTP で 2035 年に行った需要予測結果として、図 2.3 に旧計画の東西線北ルートの PHPDT を、図 2.4 に MRT5 号線の西新ルートの PHPDT (Peak Hour Peak Direction Traffic)を示している。



出典:RSTP の提案資料

図 2.3 MRT 東西線の PHPDT



出典: RSTP の提案資料

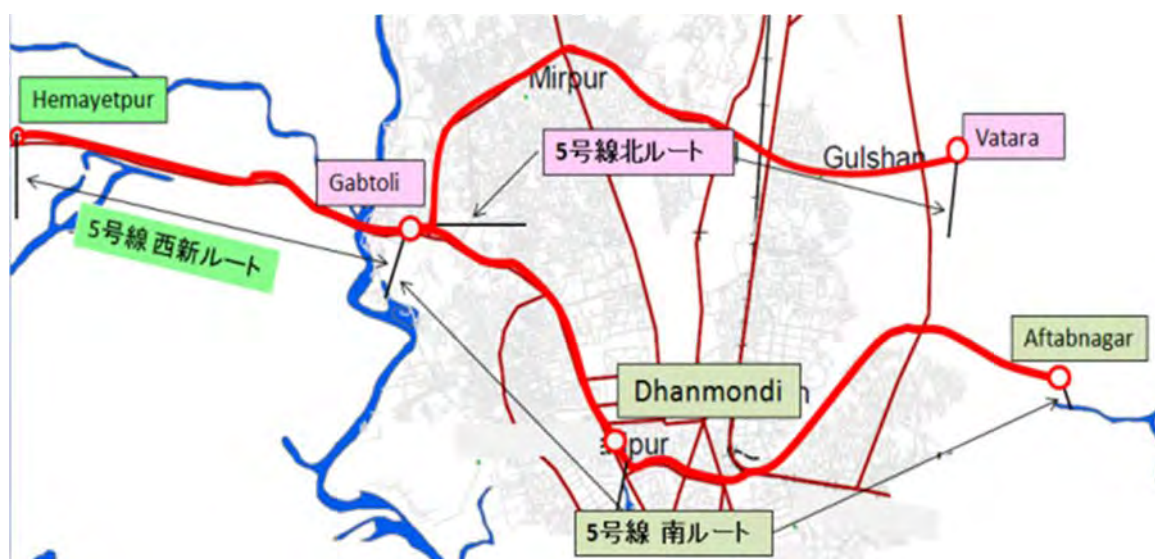
図 2.4 MRT5 号線西新ルートの PHPDT

図 2.3 及び 2.4 の比較から、次の点が認められる。

- ・ 図 2.3 の Vatar-Bereid 間の PHPDT は 6,300 であり、図 2.4 の Hemayetpur-Gabtoli 間は 24,000 を示している。Hemayetpur-Gabtoli 間の需要は、Vatar-Beraid 間の約 4 倍と予測され、Hemayetpur-Gabtoli 間の沿線の都市化の進行が需要予測結果に反映している。
- ・ MRT2 号線建設の具体的な実施計画は明確でないが、需要が多いことから、「MRT5 号線西新ルート」として整備が望まれる。

これらの結果を考慮に入れ、MRT5 号線は Hemayetpur-Gabtoli 間の整備を先行し、同区間に車庫用地を確保することとし、旧計画の東西線北ルートの Vatar-Beraid 間は BRT による整備が望ましいと考えられる。また、調査団と DTCA との 2016 年 4 及び 5 月の打合せでは、西新ルートの Hemayetpur からさらに北に位置し、既成市街地の中心となっている Savar までの延伸の要望が出されている。

次の図 2.5 は、MRT5号線を西新ルート、北ルート及び南ルートに区分し、各ルートの距離を表示している。



出典: 調査団作成

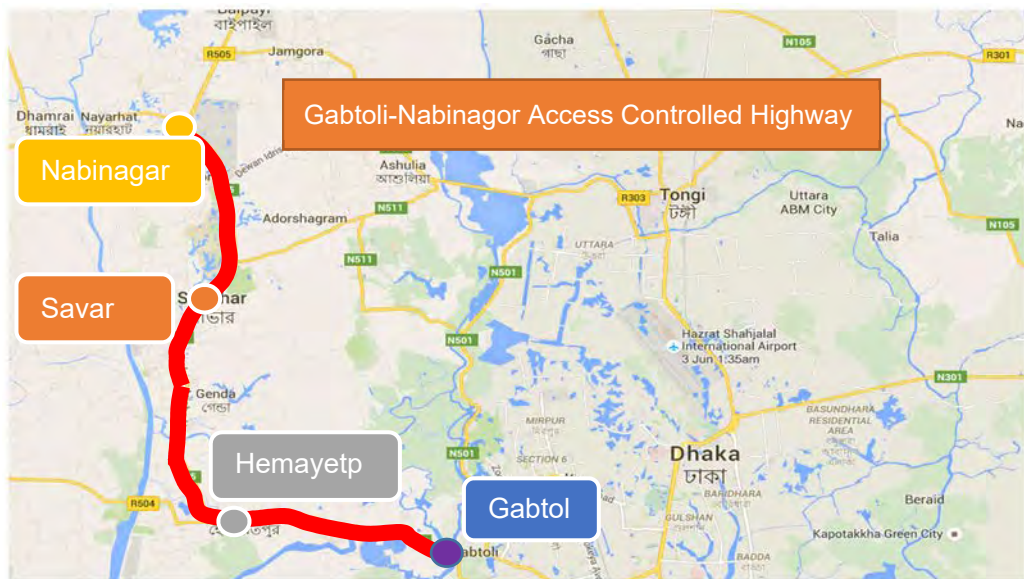
図 2.5 MRT5 号線の各ルート呼称と距離

2.2 MRT5 号線西部延伸計画のルート選定

(1) Gabtoli -Hemayetpur 間の道路について

MRT5 号線西部延伸区間の西新ルート Gabtoli - Hemayetpur 間の道路の扱いについて、

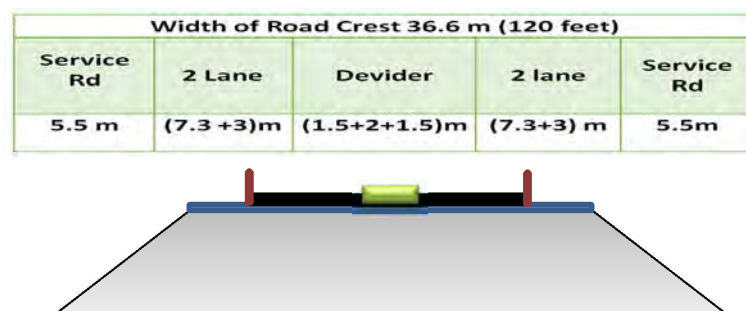
- ・ 2015 年 11 月にダッカ市の道路と高速道路部門 (RHD; Roads and Highways Department) の官民パートナーシップ室 (PPPC; the Public Private Partnership Cell) は、DTCA 宛て文書で図 2.6 に示す Gabtoli-Nabinagor 間の道路を 4 車線の高速道路に変更の承認申請を行っている。
- ・ この申請文書に関して DTCA は、2015 年 12 月に高速道路の STP と RSTP について、PPPC が計画している高速道路は、同一のルートに沿って計画されている MRT 線と競合する可能性があることを確認している。
- ・ MRT 線と競合する事項について PPPC は、2016 年 3 月に RHD は 300 フィートの道路幅に 200 フィートの (ROW) の権利が有り、DTCA に「PPPC が提案している高速道路を設けるためには、約 120 フィートが必要であるが、残りの 80 フィートは MRT 線を設けることができる。」との返答をしている。PPPC が提案した高速道路の内容は以下のとおりである。



出典: RHD PPPC 提供資料により調査団作成

図 2.6 Gabtoli-Nabinagor 間の高速道路計画

なお、調査団は、2016 年 4 月に PPPC との打合せを行い、図 2.7 に示す高速道路の計画断面図の説明を受けている。



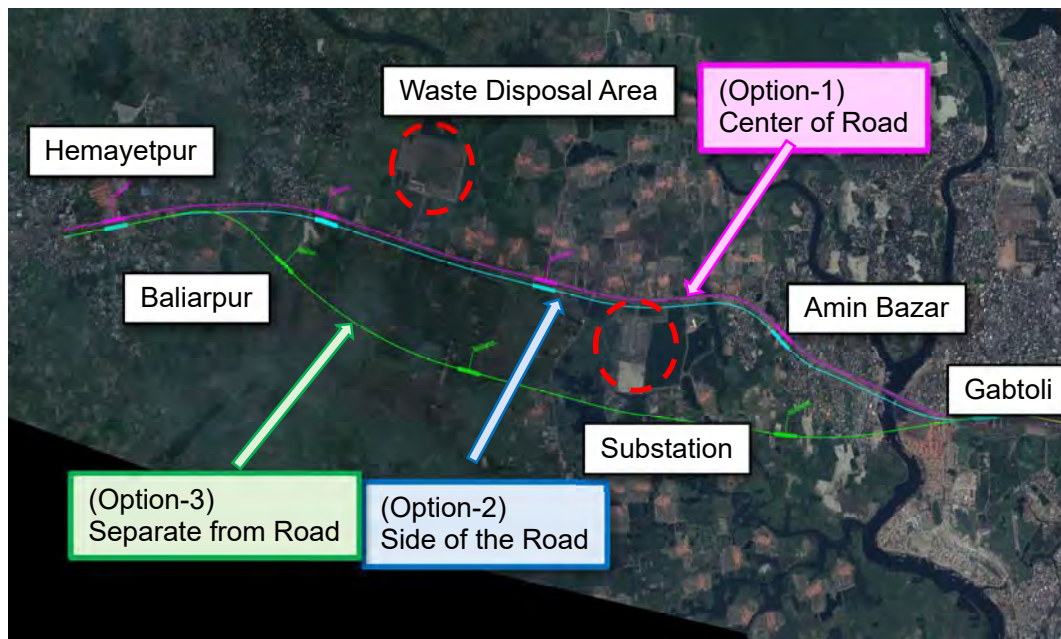
出典: RHD PPPC 提供資料により調査団作成

図 2.7 Gabtoli -Hemayetpur 間の計画道路断面

(2) Gabtoli -Hemayetpur 間の MRT 路線の代替案

Hemayetpur-Gabtoli 間の MRT 路線は、PPPC から提案された高速道路ルートを検討し、3 つの代替選択肢として、図 2.8 次のに示す3案が考えられる。

- ・ Option – 1; 提案された高速道路の中央に MRT を敷設
- ・ Option – 2; 提案された高速道路の片側に敷設
- ・ Option – 3; RHD の ROW の外側に独自の MRT 路線を敷設



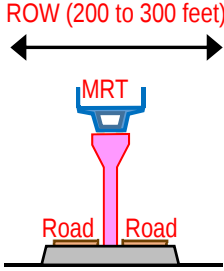
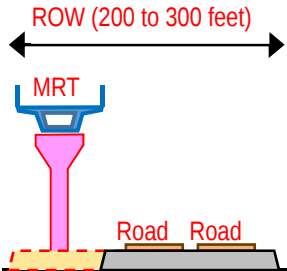
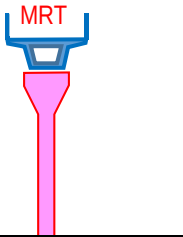
出典: 調査団作成

図 2.8 Gabtoli - Hemayetpur 間の MRT 路線の代替案

これらの MRT の 3 ルート案と高速道路との関係、用地取得等の条件を比較して次の表 2.1 に示す。

以下の比較検討をから、Option-2 は、RHD の ROW 内の少なくとも道路の外側の 80 フィートを MRT の線路用地として使用が可能であり、用地取得を必要としないため、最も適切な案である。なお、現況の RHD の道路幅員について、Gabtoli-Hemayetpur 間の RHD を維持管理している Kalaynpur の関係部署と打合を行い、利用可能な RHD の ROW は少なくとも 200 フィートであることを確認している。

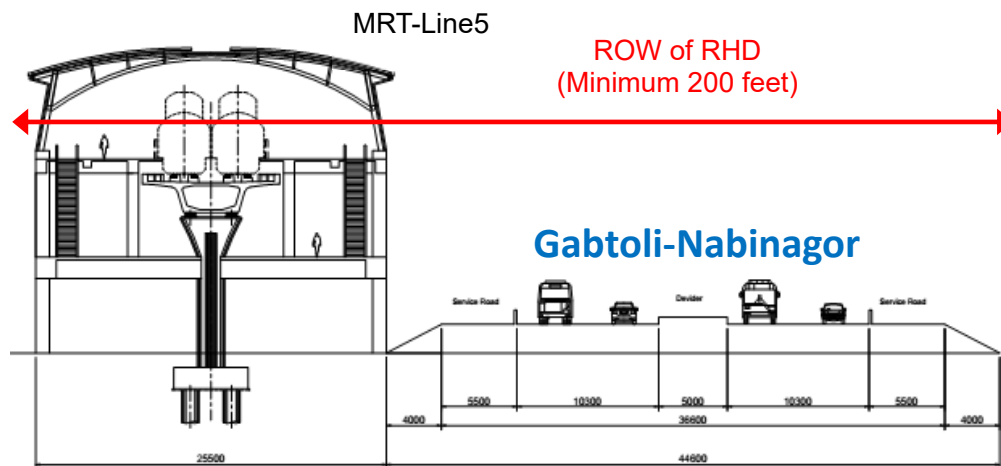
表 2.1 MRT 路線の代替案

項目	Option - 1 (道路の中央)	Option - 2 (道路の外側)	Option - 3 (道路と分離)
断面			
線路の線形	高速道路に制限される	可能な範囲で柔軟性がある	全体的に柔軟性がある
MRT の構造	高架橋のみ可能	高架橋又は地上線が可能	高架橋又は地上線が可能
用地取得	不要 (RHD の ROW に含まれる)	不要 (RHD の ROW に含まれる)	必要
駅の利用	難しい	適切	容易
駅周辺の開発	限定される	柔軟	新規開発に適切
評価	妥当	良い	推奨できない

出典:調査団作成

(3) MRT 路線の位置

RHD の ROW 内に収める MRT 路線の断面を次の図 2.9 に示す。現況の道路幅員が狭い箇所は、道路の法面に高架橋を敷設することを想定している。



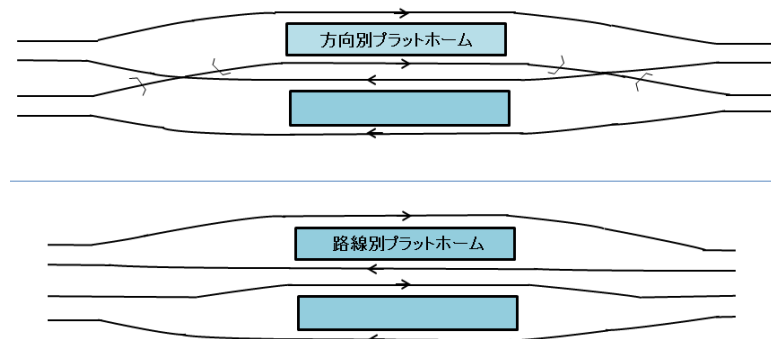
出典:調査団作成

図 2.9 Gabtoli - Hemayetpur 間の MRT 及び道路断面計画

2.3 Gabtoli 駅の線形計画

Gabtoli 駅は、MRT5 号線北ルート、南ルート及び西新ルート並びに将来整備される MRT2 号線の結節点である。駅の計画においては、次の点を考慮する。

- 1) MRT5 号線北ルート及び西新ルートは、RSTP の需要予測結果から乗客数が多いことから、直通運転が可能な駅の配線とする。
- 2) MRT5 号線南ルートの乗客数は、北ルート及び西新ルートの乗客数に比較して少なく、需要から想定すると運転間隔は長くなる。このため南ルートは、他のルートとの直通運転を計画しない。
- 3) 直通運転の北ルート及び西新ルートと南ルート間の乗継客の利便性を考慮するため、駅ホームは、方向別ホームと路線別ホームの2案を比較検討する。図 2.10 に方向別ホームと路線別ホームの違いを示す。
- 4) 南ルートの列車は、Gabtoli 駅で折返し可能な配線とする。
- 5) MRT2 号線の将来計画として、Gabtoli 駅から南側への延伸計画を前提に 2 号線ホームを設けることとし 2 号線から他ルートへの乗換えは、連絡通路を利用する。
- 6) MRT2 号線の列車検査を 5 号線車庫施設で使用可能とするため、Gabtoli 駅で 5 号線西新ルートに乗入れ可能な配線とする。



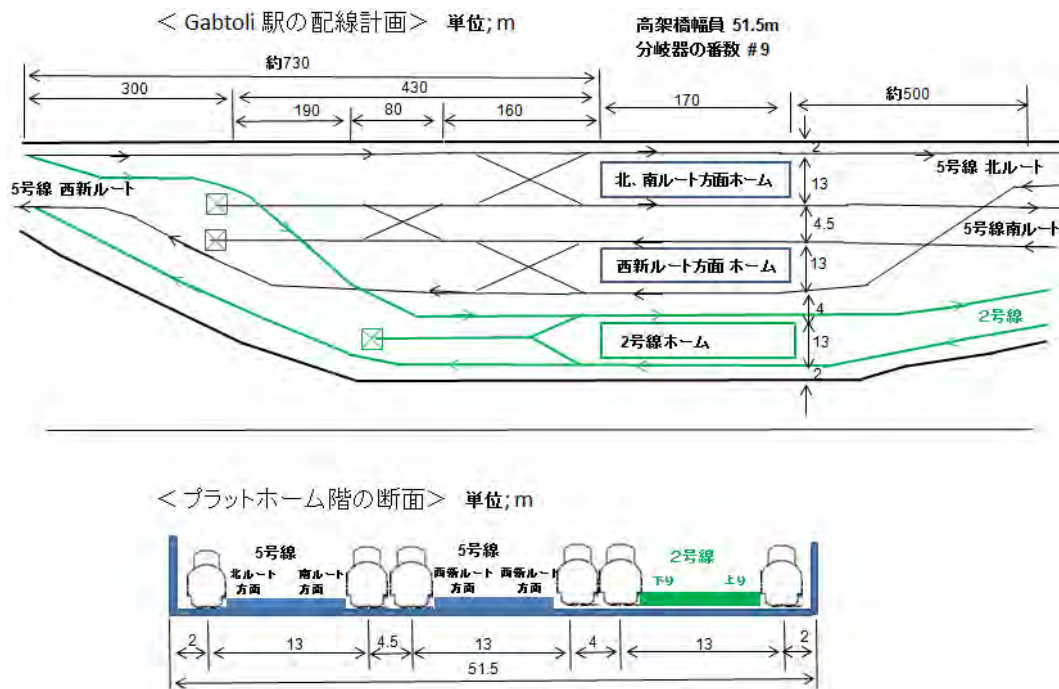
出典:調査団作成

図 2.10 方向別ホームと路線別ホーム

(1) 方向別ホーム-案 1

図 2.11 は、直通運転の北ルート及び西新ルートと南ルートとの方向別ホーム案を示す。ホーム幅員は、駅の乗継客を考慮して各ホームともに 10m としている。

- 利点
- 1) 方向別ホームのため、MRT5 号線の各ルート間の乗継が便利である。
 - 2) MRT5 号線北ルート、南ルート及び2号線の列車の折返しが可能である。
- 欠点
- 1) MRT5 号線北ルートの折返しは、シーサス・クロッシングを 3 台通過するルートとなり、折返しに必要な時間は、5 分程度と推測される。南ルートの折返しは、北ルート折返し時にシーサス・クロッシングが占有されるために制約を受ける。

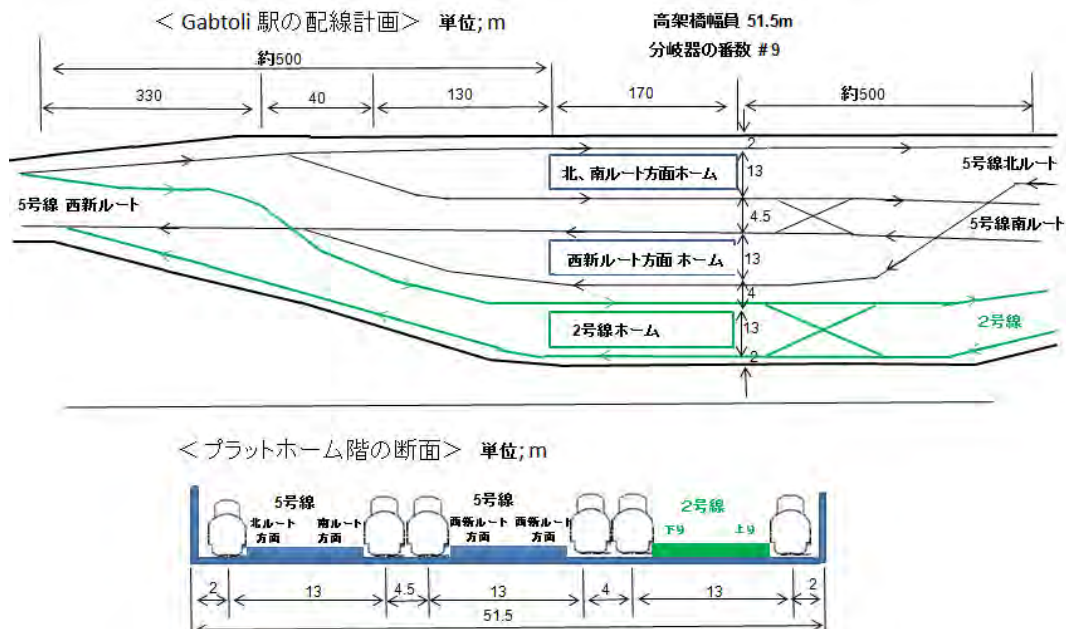


出典:調査団作成

図 2.11 Gabtoli 駅 方向別ホーム-案 1

(2) 方向別ホーム-案 2

図 2.12 の方向別ホーム-案 2 は、案1に比較して配線が簡略化されるが、折返が可能なルートが限定される。通常の列車運行は、MRT5 号線南ルートと MRT2 号線の折返しが可能である。



出典:調査団作成

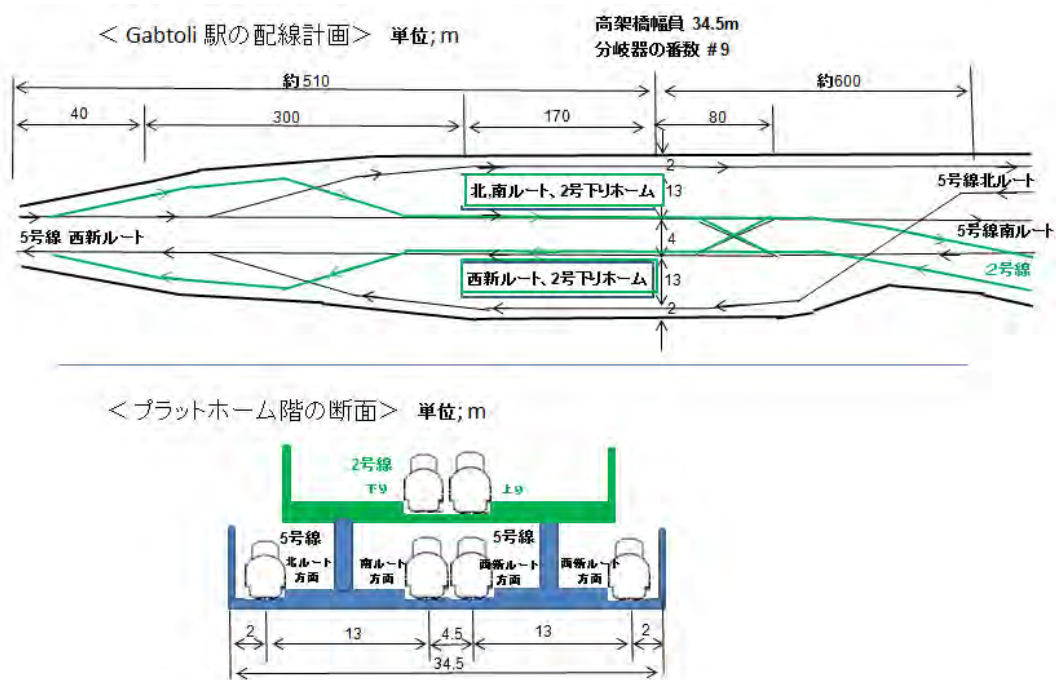
図 2.12 Gabtoli 駅 方向別ホーム-案 2

- 利点
- 1) 方向別ホームのため、MRT5 号線の各ルート間の乗継が便利である。
 - 2) 方向別ホーム-案1の敷設分岐器を少なくした案であり、駅配線が簡素化される。

- 欠点 1) MRT5 号線南ルートと MRT2号線の列車折返しが可能であり、北ルートは、起点駅の Hemayetpur で折返しとなる。
- 2) MRT5 号線西新ルートの折返しは、南ルートの本線を使用するため、非常時に限定される。

(3) 方向別ホーム-案 3

図 2.13 の方向別ホーム-案 3 は、駅の占有面積を少なくするため、ホームを立体化した案である。MRT5 号線は方向別ホームとし、5 号線ホームの上に MRT2 号線ホームを設ける。



出典: 調査団作成

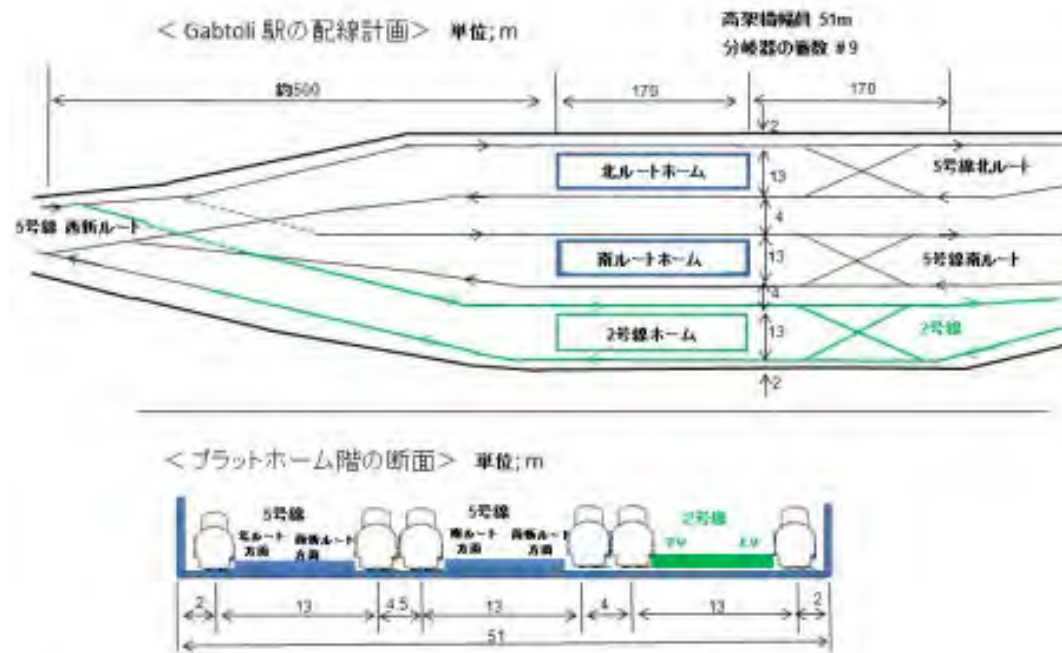
図 2.13 Gabtoli 駅 方向別ホーム-案 3

- 利点 1) MRT5 号線北ルートと南ルートの上に 2 号線ホームを設けるため、用地面積が縮小される。
- 2) 方向別ホームのため、MRT5 号線の各ルート間の乗継が便利である。
- 欠点 1) MRT2号線ホームの設置時期は、工事施工時の上下作業を避けるために 5 号線ホームの建設時に合わせて行うのが望ましい。

(4) 路線別ホーム案

図 2.14 に示す路線別ホーム案は、北ルートと西新ルートを直通運転のホーム、南ルート用ホーム及び2号線用ホームを設ける案であり、各ルートとも折返機能を有している。

- 利点 1) MRT5 号線北ルート、南ルート及び MRT2 号線の路線にホームと折返し施設を設けるため、路線別の運転計画が可能であり、列車の遅延が生じて他路線に影響しない。
- 欠点 1) 路線別ホームのため、ホーム幅員に余裕を持たせ、乗換用の連絡通路が輻輳する恐れがあるため、階段及び通路などの施設に十分な容量が必要である。



出典: 調査団作成

図 2.14 Gabtoli 駅 路線別ホーム案

(5) Gabtoli 駅の線形計画案の比較検討

Gabtoli 駅の線形及びホームの各計画案の比較結果を表 2.2 に示す。表から、ホームは方向別ホームが適切であり、線路施設の簡素化が図られる方向別-案 2 が妥当と考えられる。

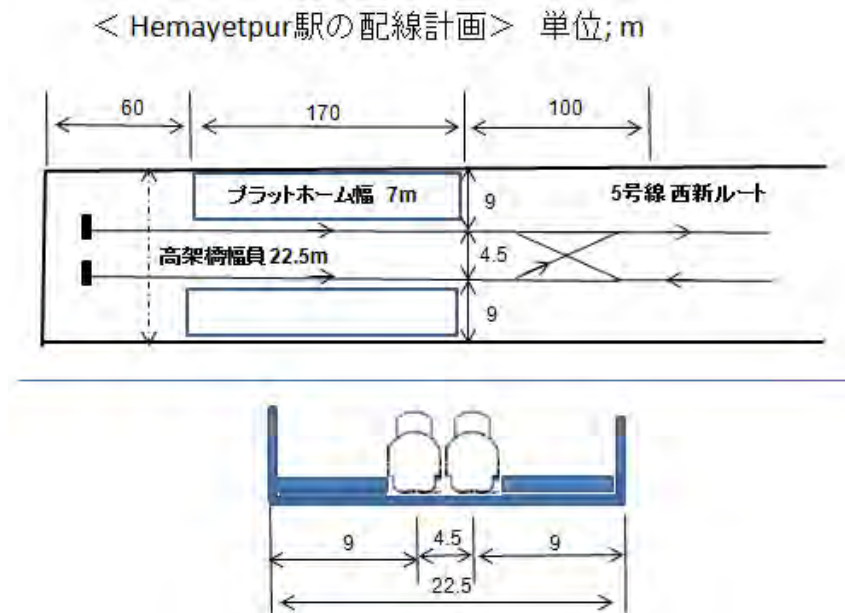
表 2.2 Gabtoli 駅の線形計画と機能について

各案の区分	方向別ホーム案 1	方向別ホーム案 2	方向別ホーム案 3	路線別ホーム案
方向別又は路線別ホームの区分	北及び西新ルートの方向別ホーム	北及び西新ルートの方向別ホーム	北及び西新ルートの方向別ホーム	路線別ホーム
駅の折返し機能	北、南ルート及び 2 号線の折返しが可能	南ルート及び 2 号線の折返しが可能	南ルート及び 2 号線の折返しが可能	北、南ルート及び 2 号線の折返しが可能
利点	各ルートの折返しが可能	線路施設の簡素化が図られる	ホームの立体化により、駅用地を縮小	路線別の運転計画が可能 各ルートの折返しが可能
課題	線路施設の規模が大 (シーサス・クロッシングを3台設置)	北ルートは、Hemayetpur で折返す	上下ホーム構造のため、5号線と2号線の同時施工が望ましい 北ルートは、Hemayetpur で折返す	各ルート間の乗継ぎ客が輻輳する 線路施設の規模が大(シーサス・クロッシングを3台設置)
総合評価	良い	優れている	良い	良い

出典: 調査団作成

2.4 Hemayetpur 駅の折返し施設

Hemayetpur 駅を起点駅で折返し駅としているが、RSTP の路線計画の MRT2 号線は、Hemayetpur 駅を經由し、更に Savar Bazar を通過して北上する路線に位置付けられている。将来の Hemayetpur 駅から北への延伸計画を考慮すると通過駅となるため、駅の配線は簡易な構造が望ましい。次の図 2.14 に Hemayetpur 駅の配線略図を示す。



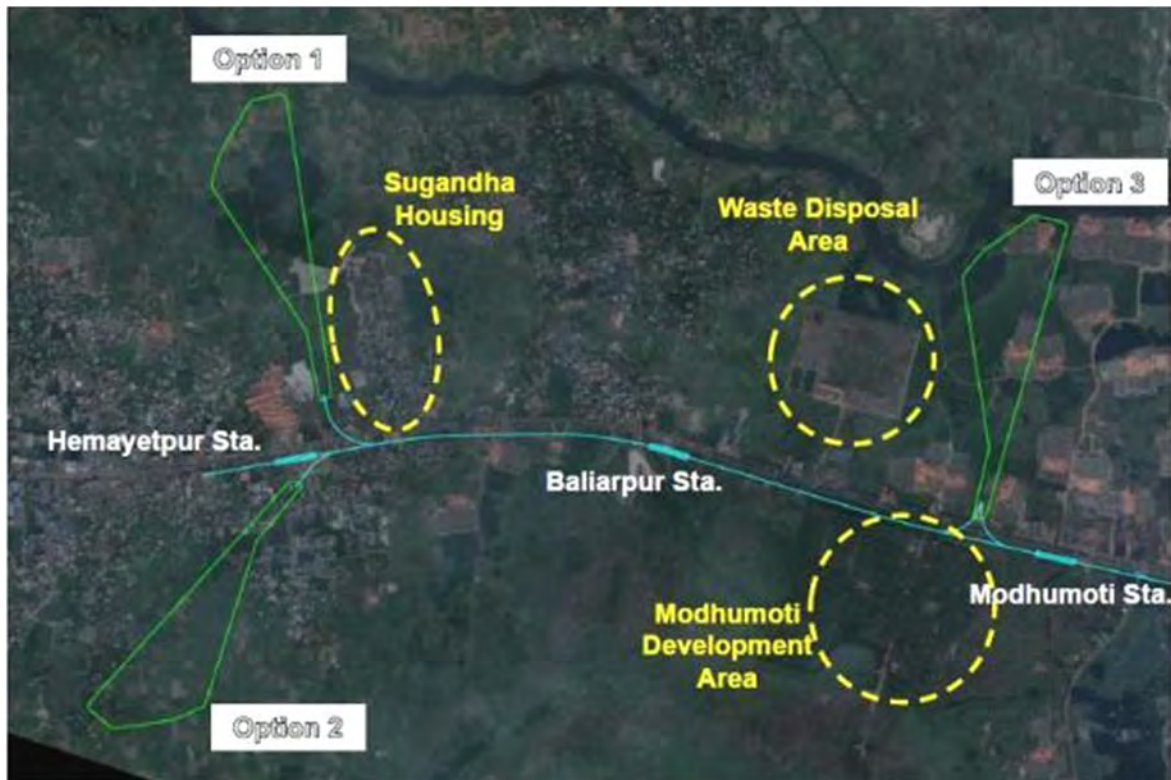
出典: 調査団作成

図 2.15 Hemayetpur 駅の折返し施設

2.5 MRT5 号線の車庫位置の選定

(1) 車庫位置の変更と必要な面積

2015 年経済産業省東西線調査で提案の車庫設置場所は、Beraid の東側の Bhulta Bazar に予定していたが、今回の調査で MRT5 号線は、Hemayetpur - Vatara 間に変更され、新たな車庫の設置場所の検討が必要となった。先の調査の車庫設置場所は Gabtoli 駅周辺に適当な用地の確保が困難であったこと、また Aminbazar 駅付近で適切な場所を見つけることが困難であることから、Bhulta Bazar に計画した。今回の調査の車庫候補用地は、Hemayetpur - Gabtoli 間に計画することとし、3 箇所の候補用地を想定した。Hemayetpur - Gabtoli 間の車庫候補用地を図 2.15 に示す。Option1 及び Option2 は、Hemayetpur 駅に近接し、Option3 は Modhumoti 駅の近くに位置している。



出典: 調査団作成

図 2.16 MRT5 号線の車庫候補用地の位置

(2) 車庫候補用地の RAJIC の土地利用計画

2015 年に RAJUK は、2015 年に 2016 年から 2035 年のダッカ土地利用計画の見直しを行っている。3 箇所の車庫候補地に関する RAJUK の計画は、以下の図 2.17 のとおりである。



出典: 調査団作成

図 2.17 RAJUK の土地利用計画(2016-2035)

Option1は開発管理領域であり、Option2 は、開発管理区域に位置しているが、一部は保全地域に位置している。Option3 は保全地域内に位置している。Option1の西側の開発管理領域は、洪水流を許容しない区域であり、全体的に洪水が軽減され、影響はかなり軽微である。

2016 年 5 月 24 日に行った現場調査では、初期のモンスーン期間中であつたが、Option1 領域の滞水は確認されていなかったが、Option3 の領域は、完全に浸水していた。浸水の状況写真を図 2.18 に示す。



出典:調査団作成

図 2.18 車庫候補用地の調査時(2016.5 月)の状況

(3) 車庫候補用地の比較(現況の土地利用)

現在の土地利用状況を確認するため、3 案を図 2.19、20 及び 21 の Google マップ上に表示し、比較を行った。Option 2 の区域には住宅がある。

1) Option1

Option1は、Hemayetpur 駅の北側に位置していることから、列車の入出庫に有利である。また、幹線道路と車庫候補用地とが接続する入出庫線を設置する個所に住宅地等が設けられていないことから、住民移転が生じない。Option1の地盤高さは、幹線道路から距離が約 150m までは道路の地盤高さとはほぼ同じでありが、道路から 200m 離れると 5m 程度地盤が低くなり、現況は水田となっている。この低い区域は、RAJUK の土地利用計画(2016-2035)で洪水により開発が制限された区域に対応している。車庫用地として使用する場合は、地盤の低い箇所への盛土が必要となる。図 2.19 に Option1 の現況を示す。



出典:調査団作成

図 2.19 Option1 平面図

2) Option2

調査チームの予備調査の結果、Option2 は、Hemayetpur 駅の南側に位置し、駅に入出庫線の接続が可能であり、有利な点である。しかし、入出庫線は住宅地を約 300m 横切るため、約 100 戸の住宅が支障することを確認している。RAJUK の土地利用計画(2016-2035)では開発区域とされているが、現況は、水田として利用されている。図 2.20 に Option2 の現況を示す。



出典:調査団作成

図 2.20 Option2 平面図

3) Option3

Option3 は Modhumoti 駅から約 250m 離れた位置にあり、本線から分岐する入出庫線を設けることとなる。この候補用地は、東側に多数のレンガ工場、西側にゴミの集積場所が設けられ、大気汚染が懸念される。地盤高さは、幹線道路から緩い勾配で低くなり、車庫の主要部分となる区域の現況は滞水している。RAJUK の土地利用計画(2016-2035)では、洪水により開発が制限された区域にあり、車庫用地として使用する場合は洪水対策が必要である。また、滞水域の軟弱な沖積層を撤去し、盛土と地盤改良が必要になるものと想定される。図 2.21 に Option3 の現況を示す。



出典:調査団作成

図 2.21 Option3 平面図

(4) 車庫用地の比較調査結果の評価

各車庫候補用地について、RAJIK の土地利用計画、洪水の影響、現況の土地所有及び利用などを表 2.3 に比較して示す。表から Option1 は、住民移転が無く、比較的洪水の影響が少ないことから、車庫用地として最適である。Option2 は、住民移転を伴うこと。Option3 は、RAJIK の土地利用計画から制限された区域であり、洪水への影響が大きく、車庫用地として不適切である。

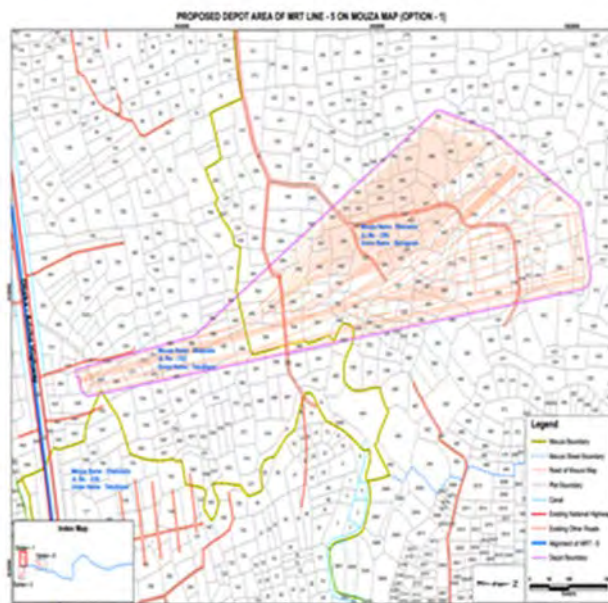
表 2.3 車庫候補用地の条件と評価

評価項目	Option1	Option2	Option3
RAJIK の土地利用計画	部分的制限区域	生産管理区域	全面的制限区域
洪水の滞留	滞留による影響が大	—	影響がある
洪水の影響	影響が少ない	影響が無い	影響が大きい
現在の土地所有	1 個人が所有(7ha)	個人所有	個人所有
現況の土地利用	未利用地と農地	農地と住宅	未利用地、農地及び湿地
住民移転の有無	無し	有り	無し
評 価	最適	良い	不适当

出典:調査団作成

(5) 車庫用地の取得

車庫用地の取得は、取得を完了するまでに時間を要するので、事業主体となる DTCA は土地取得手続きを早期に開始することが望ましい。土地の取得手続きの最初のステップは、Mouza マップ(地籍図)を準備し、マップ上に取得領域を示し、準備を進める必要がある。これらの文書は、用地取得の手続を開始するために関係事務所に提出する必要がある。調査チームは、関連する Mouza マップを収集し、以下の図 2.22 に示すとおり、取得する輪郭を有する複合 Mouza マップを作成している。なお、Mouse マップは、土地の登記区分を示すものであり、土地所有者の登記は、別の図面で扱われている。調査団は、関連するプロット番号、JL の数と、各プロットの取得の領域を含む図面を用意している。



出典:調査団作成

図 2.22 Mouza マップ(地籍図)の例

2.6 MRT5 号線の段階整備

MRT5 号線の路線延長は、次表 2.4 のとおり 32.6km であり、都市鉄道の単独路線としては比較的長い路線である。建設路線の資金調達、工事期間中の道路混雑等を考慮すると、段階整備が望まれる。このため、北ルート及び西新ルートの延長 20.8km を 2025 年に先行して整備し、南ルート Phase1 区間を 2035 年、南ルート Phase2 を 2045 年に整備することが適切と考えられる。

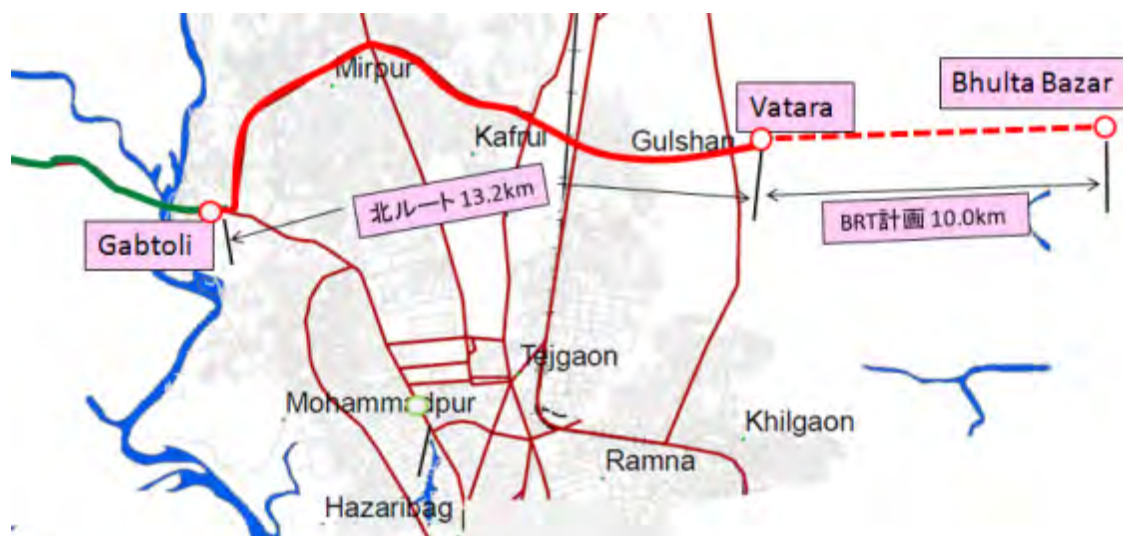
表 2.4 MRT5 号線の各ルートの距離表

ルート呼称	区間の駅名	距離(km)	開通時期(年)
北ルート	Gabtolí – Vatara	13.2	2025
南ルート Phase1	Gabtolí – Dhanmondi	5.6	2035
南ルート Phase2	Dhanmondi – Aftabnagar	6.2	2045
西新ルート	Hemayetpur – Gabtolí	7.6	2025
路線の合計		32.6	

出典:調査団作成

2.7 Vatara 駅以东の BRT 計画

2015 年経済産業省東西線調査の MRT 東西線(5 号線)の計画は、車庫用地の確保及び沿線の開発の進展を考慮に入れ、路線の東側の終点を Bhulta Bazar としていた。今回の路線の見直しに伴い、図 2.23 に示すとおり、Vatara - Bhulta Bazar 間(延長 10.0km)は、沿線の需要を考慮にいれ、BRT による整備が適切である。BRT から MRT への乗換駅となる Vatara 駅の計画は、乗換えの利便性を考慮して高架駅が望ましいと考えられる。



出典: 調査団作成

図 2.23 Vantara 駅以東の BRT 計画

2.8 Hemayetpur – Savar 間の延伸計画

調査団と DTCA が 2016 年 4 及び 5 月に行った会議では、MRT5 号線の西新ルートの Hemayetpur の北に位置する Savar は、図 2.5 に示したとおり、既成市街地の中心であり、Savar までの延伸の要望が出されている。RSTP の MRT2 号線の計画は Ashlia – Gabtoli – Kamalpur を結ぶ路線であり、Hemayetpur – Savar 間は MRT2 号線と重複する路線である。今回の MRT5 号線に西新ルートの Gabtoli – Hemayetpur を含めているので、Savar への延伸計画を MRT5 号線の将来計画に含めるのが妥当である。

2.9 運転計画

(1) 5 号線の需要予測

RSTP の 5 号線需要予測結果を表 2.5 に示す。なお、2035 年以降の PHPDT は、東西線報告書の伸び率を引用して推定している。

表 2.5 5 号線各ルートの PHPDT

年次	2025	2035	2040	2045	2050	2055
北ルート	27,900	27,900	33,700	38,500	45,300	51,100
南ルート	-	18,000	21,800	25,500	29,300	33,000
西新ルート	20,600	20,600	24,900	29,200	33,500	37,700

出典: 調査団作成

MRT5 号線の運転計画の前提条件

- ・ MRT5 号線の車庫の確保する必要から、北ルートと西新ルートは 2025 年に開通とし、運転計画は直通運転で一体的に運営する。
- ・ MRT5 号線南ルート Phase1 の Gabtoli～Dhanmondi 間は、2035 年に開通し、Gabtoli 駅で北ルート及び西新ルートへ乗り換えを行う。南ルートの PHPDT は表 2.5 に示すとおり、北ルート及び西新ルートよりも需要が少なく運転間隔に差が生じるため、北ルート及び西新ルートと切り離した運転計画の扱いとする。

- ・ MRT5 号線南ルート Phase2 区間の Dhanmondi～Aftabnagar 間は、2045 年に開通し、南ルートの運行計画に含める。

(2) 5 号線北及び西新ルートの運転計画と編成数

MRT5 号線の運転計画は、MRT6 号線を参考に、以下の条件とする。

1) 各車両の定員の考え方

- ・ 先頭車の定員; 45 座席、108 立席 合計 153 名
- ・ 中間車の定員; 54 座席、111 立席 合計 165 名

2) 1編成あたりの定員

- ・ 6 両編成時の車両定員; 2 先頭車と 4 中間車 $153 \times 2 + 165 \times 4 = 966$ 名
- ・ 8 両編成時の車両定員; 2 先頭車と 6 中間車 $153 \times 2 + 165 \times 6 = 1,296$ 名

3) ピーク時の乗車数

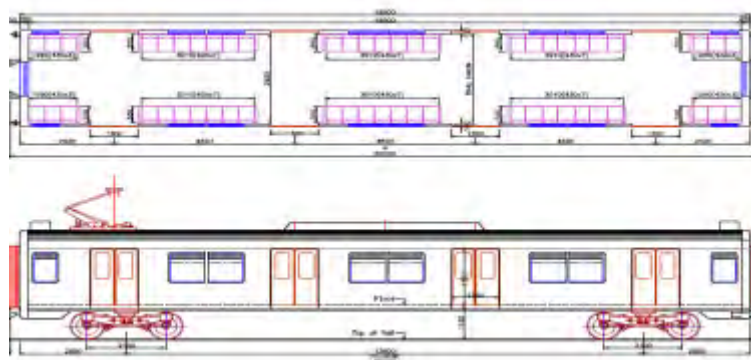
- ・ 先頭車のピーク時の想定混雑率を MRT6 号線の例から 180% とすると、 $153 \times 1.8 = 275$ 名



出典:調査団作成

図 2.24 先頭車の座席配置例

- ・ 中間車のピーク時の想定混雑率も同様に 180%とすると、 $165 \times 1.8 = 297$ 名



出典:調査団作成

図 2.25 中間車の座席配置例

上記の計算から、ピーク時の混雑率 180%の乗客数は次の値となる。

- ・ 6 両編成時の乗客数; 2 先頭車と 4 中間車 $275 \times 2 + 297 \times 4 = 1,738$ 名
- ・ 8 両編成時の乗客数; 2 先頭車と 6 中間車 $275 \times 2 + 297 \times 6 = 2,332$ 名

混雑率と乗車数の関係は、表 2.7 の値となるが、MRT6 号線の例から 混雑率は 180% とする。

表 2.6 ピーク時の混雑率と乗客数の関係

混雑率(%)	100	150	160	170	180	190	200	250
6 両編成 (人/編成) (先頭車 2、中間車 4)	966	1,449	1,546	1,642	1,738	1,835	1,932	2,415
8 両編成 (人/編成) (先頭車 2、中間車 6)	1,296	1,944	2,074	2,203	2,332	2,462	2,592	3,240

出典：調査団作成

表 2.5 の各年次の PHPDT と 6 両編成又は 8 両編成時の輸送力から計算し、次の表 2.7 に運転間隔と編成数を示す。

表 2.7 北ルート及び西新ルートの運転計画と編成数

年次	2025	2035	2040	2045	2050	2055
PHPDT (人/時間)	27,900	27,900	33,700	38,500	45,300	51,100
6 両運転本数(本/時間)	16.0	16.0	19.4	-	-	-
8 両運転本数(本/時間)	-	-	-	16.5	19.4	21.9
運転間隔	3 分 45 秒	3 分 45 秒	3 分 30 秒	3 分 30 秒	3 分 00 秒	2 分 45 秒
6 両編成必要数(列車)	23	23	23	-	-	-
8 両編成必要数(列車)	-	-	5	24	26	29
予備編成数(列車)	3	3	3	4	4	4
6 両編成合計(列車)	26	26	23	-	-	-
8 両編成合計(列車)	-	-	5	28	30	33
車両数合計	156	156	178	224	240	264

出典：調査団作成

北ルート及び西新ルート運転計画は、開通年次の 2025 年に 3 分 45 秒、2040 年は需要の伸びから、6 両編成と 8 両編成の混成となり、2045 年には全車両が 8 両編成に、最終計画年次の 2055 年は 8 両編成が 2 分 45 秒の運転間隔となる。これに伴う運転に必要な車両編成数は、2025 年の開通時の 6 両 26 編成、最終年次の 2055 年は 8 両 33 編成が必要となる。

(3) 5 号線南ルート運転計画と編成数

南ルート Phase1 の開通の 2035 年以降の PHPDT と 6 両編成の輸送力から計算し、次の表 2.8 に運転間隔と必要な編成数を示す。2040 年に Phase2 区間の開通から需要が増加している。当初の 2035 年の運転は 5 分 45 秒から最終計画年次の 2055 年には 3 分 10 秒となり、必要な 6 両 5 編成から 19 編成となる。

表 2.8 南ルートの運転計画と編成数

年次	2035	2040	2045	2050	2055
PHPDT (人/時間)	18,000	21,800	25,500	29,300	33,000
6 両運転本数(本/時間)	10.3	12.5	14.6	16.8	18.9
6 両編成運転間隔(本/時間)	5 分 45 秒	5 分 30 秒	4 分 00 秒	3 分 30 秒	3 分 10 秒
6 両編成数(列車)	4	10	13	15	17
予備編成数 3~5(列車)	1	1	2	2	2
6 両編成合計(列車)	5	11	15	17	19
車両数合計	30	66	90	102	114

出典：調査団作成

2.10 車両計画

MRT5 号線の各年次の運転に必要な編成数を表 2.7 及び表 2.8 から集計して次表 2.9 に示す。

表 2.9 MRT5 号線の列車編成本数

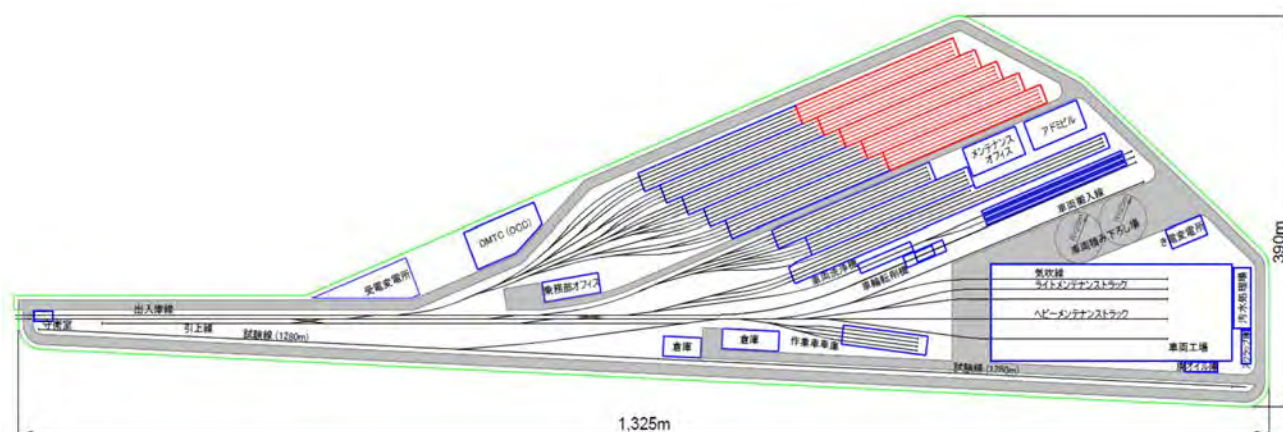
年 次		2025	2035	2040	2045	2050	2055
北及び西新 ルート	6両編成(列車)	26	26	23	-	-	-
	8両編成(列車)	-	-	5	28	30	33
南ルート	6両編成(列車)	-	5	11	15	17	19
6両編成 合計(列車)		26	31	34	15	17	19
8両編成 合計(列車)		-	-	5	28	30	33
留置線数		26	31	39	43	47	52

出典：調査団作成

2.11 車両基地計画

運転計画に必要な MRT5 号線の車庫の留置線数は、表 2.9 から 2025 年は留置編成が 26 編成、2035 年に 31 編成、2055 年に 52 編成となる。2015 年経済産業省東西線調査の MRT 東西線の全線車庫の収容拡張案は、26.4ha に拡張した場合は、8 両 56 編成の留置が可能であり、将来計画として留置線4本を MRT2 号線で使用することができる。

MRT5 号線の 2055 年の検修施設及び車庫の留置線の概要図を次の図 2.26 に示す。赤色表示部分は、留置線を延長して 1 留置線に 2 編成を留置し、20 線の留置線を延長する最終形を示す。



出典:調査団作成

図 2.26 車両基地計画

車庫留置線及び検修施設は 8 両編成に対応する規模とし、幹線道路からトレーラーによる車両搬入を可能とするスペースと車両を取り卸す搬入用の線路を設ける。車庫施設は、次の表 2.10 に示す付帯設備を備える。

表 2.10 車両基地内軌道の付帯設備

	施設	機能	付帯設備
屋外	留置線	車両を留置	乗務員用アクセスプラットホーム
	洗浄線	車両の洗浄	自動列車洗浄装置、手洗い作業用プラットホーム
	車輪転削線	摩耗、変形した車輪を転削	車輪転削装置作業小屋
	作業車留置線	軌道メンテナンス用作業車を留置	作業車小屋
	車両搬入線	トレーラーで陸送した車両を搬入	クレーン作業のため電車線は設けない
	試験線	新車導入時および車両分解検査後に試験走行	直線 1,000m 程度が望ましい
屋内	気吹線	床下機器に圧縮空気を吹き付けて洗浄	気吹装置
	ライトメンテナンス線	仕業検査、月検査、定期外検査	屋根上点検台、床下点検ピット
	ヘビーメンテナンス線	重要部検査、全般検査、オーバーホール	リフティングジャッキまたは天井走行クレーン

出典: 調査団作成

2.12 MRT6 号線 Mirpur10 駅との結節点計画

MRT5 号線と 6 号線との結節点となる Mirpur10 駅の設置位置は、Mirpur10 交差点の東側の道路に曲線半径 300m があるため、MRT の技術基準の制約から 5 号線 Mirpur10 駅を交差点付近に設置することは困難である。このため、MRT5 号線と 6 号線間の乗換は、図 2.27 に示す Mirpur10 交差点を挟み、乗換施設を利用して行う。



出典: 調査団作成

図 2.27 MRT5 号線及び 6 号線 Mirpur10 駅の位置

駅相互間の乗換施設としてスカイウォーク又はペDESTリアン・デッキなどの高架建築物による接続が想定される。

スカイウォークは、駅の乗換時に一旦地上に降りて移動せず、道路上空に移動可能な高架構造の専用通路を設ける方法である。MRT5 号線の駅が高架構造の場合、MRT の高架橋に沿ってスカイウォークを設けることが可能であるが、駅が地下構造の場合は難しいと考えられる。

ペDESTリアン・デッキもスカイウォークと同様に歩行者の通行専用の高架建築物であるが、広場と横断歩道橋の両機能を併せ持つものである。MRT5 号線及び 6 号線の駅間のみならず、Mirpur10 交差点の既存の歩道橋と併せたペDESTリアン・デッキを設けることで、歩行者の利便性に配慮した一体的な歩行空間を整備することが可能となる。

3. Gabtoli Bus Terminal の再開発計画

3.1 Bus Terminal の移転計画の経緯

(1) Gabtoli Bus Terminal の現状

ダッカ市には Gabtoli、Mohakali、Saidabad の 3 つの都市間バスターミナルが存在する。これらのバスターミナルは既成市街地に立地し、ターミナルのキャパシティ不足から、周辺エリアの交通渋滞の原因となっている。Gabtoli Bus Terminal はダッカ市の西部、アミンバザール橋の東側に位置する。Dhaka Structure Plan 2016-2035 によると Gabtoli Bus Terminal から、計 30 ルートで 960 本のバスが運行し、一日におよそ 5 万人が利用している。バスターミナルでは、郊外へ行く大型路線バスとダッカ市内へ行く中・小型バスの乗客の乗換が行われ、混雑が発生している。特に、Termina に到着する大型バスからの降車が幹線道路で行われているため、交通渋滞を引き起こしている。次の図に、Terminal の現状の課題を示す。



出典: 調査団作成

図 3.1 Gabtoli Bus Terminal の現状

(2) 上位計画での位置付け

Dhaka Structure Plan (2016-2035)の Composite Policy Map では、現在の Gabtoli Bus Terminal の位置はオープンスペースを併せた Local/Community Center との位置付けがされており、Bus Terminal の機能は、西側のダッカ市外への移転が提案されている。

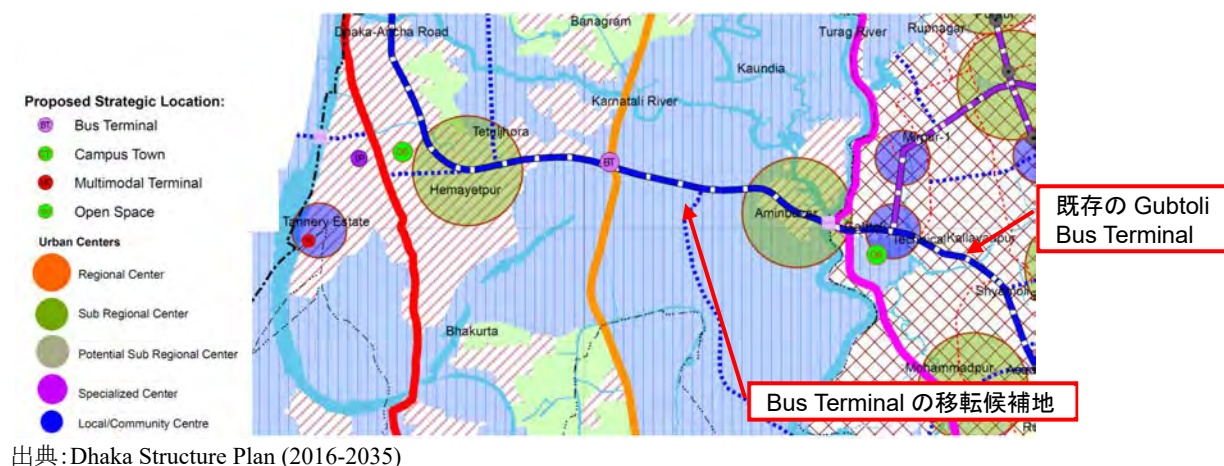


図 3.2 Composite Policy Map

また、RSTP でも、フェーズ 1. 現位置での機能改善／拡張整備(2016 年～)、フェーズ 2. 移転の調査／計画(2020 年～)、フェーズ 3. 新バスターミナルの建設、と三段階のバスターミナルの機能強化を提言している。その中で、現在ダッカ市内にあるバスターミナルの郊外への移転が提案されている。

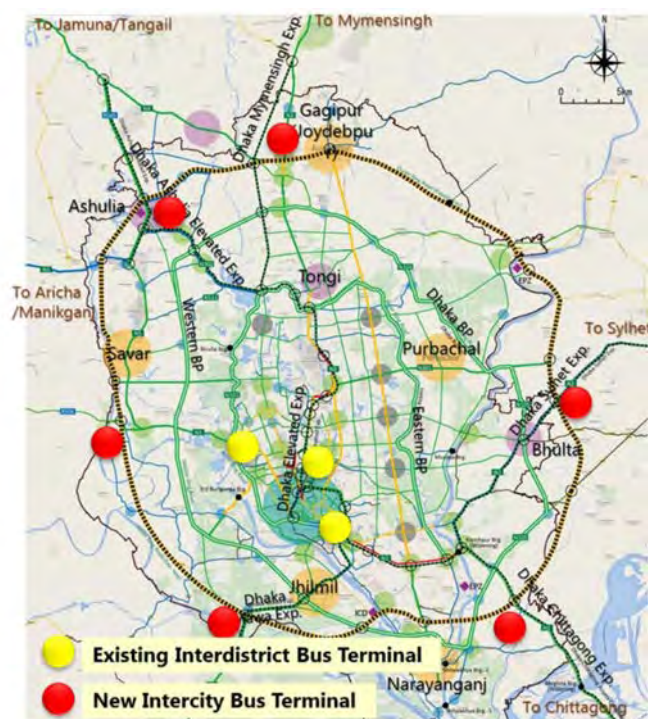


図 3.3 新バスターミナルの候補地

(3) DNCC(Dhaka North City Cooperation)の計画

調査団は、2016 年 4 月に Gabtoli Bus Terminal を所轄する Dhaka City の DNCC(Dhaka North City Cooperation)と「Gabtoli Bus Terminal 移転計画」について打合せを行っている。DNCC は、「現時点で Gabtoli Bus Terminal の移転を行うことを考えていない。RSTP で郊外に移転する計画があるが、まだ提案段階であって承認されたものではない。」との説明であった。DNCC の移転計画について、図 3.1 に示した現用地での高度利用化と南方向への拡張を行う案も考えているとのコメントがあった。

(4) バスターミナル移転の必要性

現在の Gabtoli Bus Terminal 付近 に MRT5 号線及び 2 号線駅が設置される計画である。図 3.4 に示すように、RSTP で実施した需要予測に基づく、2035 年時点の Gabtoli 駅及び Hemayetpur 駅の通過者/利用者はそれぞれ、およそ 50 万人、23 万人と予測される。さらに、将来的には 2 号線が Gabtoli 駅で 5 号線と接続し、更なる利用者が見込まれる。



出典:調査団作成

図 3.4 Gabtoli 駅と Hemayetpur 駅の将来利用者数

図 3.5 に現状及び MRT5 号線の整備後の機能分担のイメージを示す。MRT 駅が設置された場合、現状の Bus Terminal の機能を維持し、さらに増加する MRT の乗降客に対応することは困難となる。このため、地方への都市間バスの発着を行う新たな Bus Terminal をダッカ市の郊外に設置する必要がある。



出典:調査団作成

図 3.5 Gabtoli Bus Terminal の現状と将来の機能分担

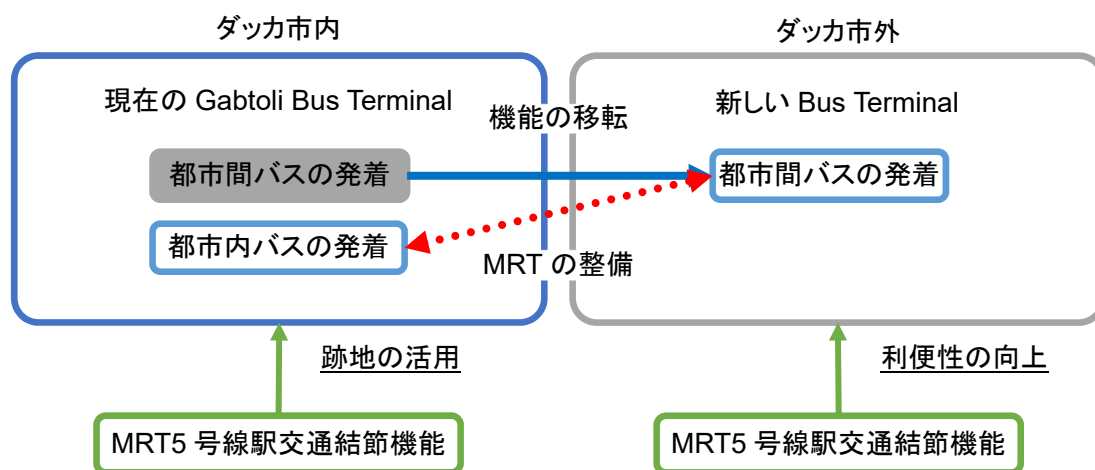
3.2 Gabtoli Bus Terminal 跡地の再開発計画

(1) Gabtoli 駅の整備用地

第 2 章の 2.3 Gabtoli 駅の線形計画で述べた通り、駅配線計画として 3 案の方向別ホームと路線別ホーム案を検討している。

- ・ Gabtoli 駅のいずれの案も 10m 幅のプラットホームが複数箇所に必要とされることから、駅構造物の幅員が 35～50m となる。
- ・ Gabtoli 駅の配線計画では、MRT5 号線北ルート、西新ルート及び南ルート並びに MRT2 号線と複数ルートの接続のため、駅前後に約 300～500m に渡る立体交差箇所が生じる。
- ・ 現在の幹線道路の幅員は約 40m であり、現在の道路内に駅出入口及び駅前広場の設置は、困難である。

以上の理由から、Gabtoli 駅の整備のためには、現在の Gabtoli Bus Terminal 用地を活用して計画を進める必要がある。下図に Gabtoli Bus Terminal の現状と将来の機能分担について概要を示す。



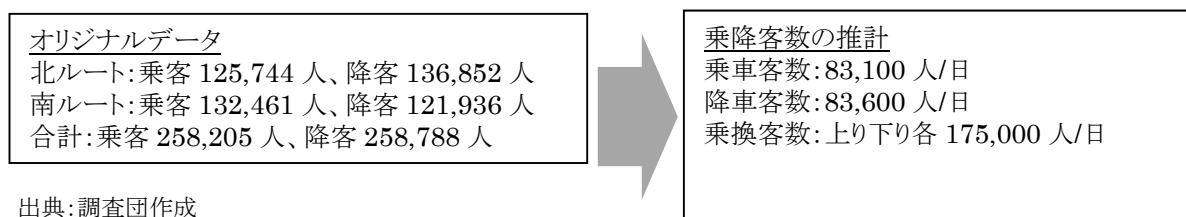
出典：調査団作成

図 3.6 Gabtoli Bus Terminal の現状と将来の機能分担

(2) Gabtoli 駅の必要施設面積

需要予測及び想定した将来交通分担率から、MRT5 号線 Gabtoli 駅に必要とされる交通結節施設の規模を設定する。

今回使用した需要は RSTP の需要予測の中で算出されたもので、Gabtoli 駅における乗降客数には北ルートと南ルート間の乗換客数が含まれた数字となっている。Gabtoli 駅の駅施設規模を検証する上では、乗換客数を除いた純粋な乗降客数が必要となる。ここでは、旅客の流動図を想定し、乗降客数を以下の通り推計した。



出典：調査団作成

図 3.7 Gabtoli 駅の乗降客数(2035 年)

下表に、図 1.3 及び 1.4 を参考に将来交通分担率の想定値を示す。バス・ミニバスを含む公共交通及び徒歩を Gabtoli 駅発着の主な交通手段と想定する。

表 3.1 Gabtoli 駅の交通分担率(2035 年想定値)

交通モード		交通分担率 2035 年	
公共交通	バス	40%	67%
	ミニバス	20%	
	CNG/タクシー	5%	
	三輪タクシー	2%	
自家用交通	自家用車 (K&R)	2%	5%
	自家用車 (P&R)	2%	
	二輪車	1%	
NMT	リキシャ	5%	28%
	徒歩	23%	

出典:調査団作成

前述の乗降客数推計値及び将来交通分担率の想定に基づき算出した、Gabtoli 駅における交通結節機能のための必要施設面積は下表の通り。

表 3.2 必要施設面積(2035 年想定値)

交通モード		概算面積(ha)
都市内バスターミナル	発着空間、滞留空間、道路空間、歩行空間を含む	0.6
タクシー/自家用車/CNG	発着空間、滞留空間、道路空間、歩行空間を含む	0.6
駐車場	自家用車 690 台、バイク 800 台	1.2
必要施設面積 合計		2.4

出典:調査団作成

(3) Gabtoli 駅のレイアウト案

前述の交通結節機能のための必要施設面積を踏まえ、Gabtoli 駅のレイアウト案と整備方針を 2 案検討した。以下に各案を示す。

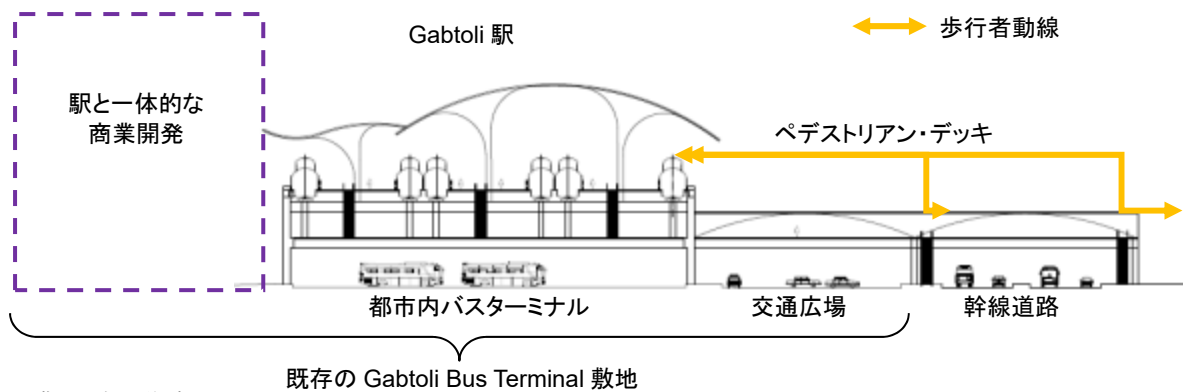
1) レイアウト案 1

図 3.8 及び 3.9 に Gabtoli 駅のレイアウト案 1 を示す。都市内バスターミナル及び商業施設を駅施設と一体的に開発することにより、土地の有効活用を図る。なお、一体開発を行う際には、将来的に MRT5 号線北ルート、南ルート、2 号線の 3 路線が整備されることを念頭に計画を行う必要がある。



出典:調査団作成

図 3.8 Gabtoli 駅のレイアウト案1



出典: 調査団作成

図 3.9 Gabtoli 駅の断面イメージ図

表 3.3 Gabtoli 駅施設の整備方針(レイアウト案 1)

駅施設及び機能	方針
駅施設	・ 駅施設を現在の Gabtoli Bus Terminal 敷地内に配置する
都市内バスターミナル	・ 駅施設の地上階に都市内バスターミナルを設置し、空間の有効活用を図る
タクシー・自家用車用のターミナル	・ タクシー・自家用車用の交通広場を駅前に配置し前面道路とのアクセス性を確保する
歩行者動線	・ 幹線道路の逆サイドへのアクセス性の確保のため、駅施設からペDESTリアン・デッキの整備が望まれる
商業施設	・ 将来的に一日 50 万人の利用者が見込まれ、商業開発のポテンシャルを有する ・ 駅施設と一体的に商業施設を開発することで、駅施設裏側スペースの有効活用が可能である ・ ただし一体開発を行う場合は 2 号線の駅施設も先行的に整備する必要がある
駐車場	・ 敷地東部のスペースを活用し、P&R 利用者用の駐車場を整備
その他注意事項	・ 駅前後は約 300～500m に渡る立体交差箇所が生じるため、土地の有効活用が困難である

出典: 調査団作成

2) レイアウト案 2

図 3.10 に Gabtoli 駅のレイアウト案 2 を示す。駅と商業施設は別に開発を行うことで、将来的に MRT5 号線北ルート、南ルート、2 号線の 3 路線が整備される際に、段階的な整備が可能となる。



出典:調査団作成

図 3.10 Gabtoli 駅のレイアウト案 2

表 3.4 Gabtoli 駅施設の整備方針(レイアウト案 2)

駅施設及び機能	方針
駅施設	・ 駅施設を現在の Gabtoli Bus Terminal 敷地内に配置する
都市内バスターミナル	・ 都市内バスターミナルを駅前に配置し前面道路とのアクセス性を確保する
タクシー・自家用車用のターミナル	・ タクシー・自家用車用の交通広場を駅前に配置し前面道路とのアクセス性を確保する
歩行者動線	・ 幹線道路の逆サイドへのアクセス性の確保のため、駅施設からペDESTリアン・デッキの整備が望まれる
商業施設	・ 敷地東側のスペースを商業開発用地として活用する ・ 1 日 50 万人の Gabtoli 駅利用者が見込まれているが、駅施設から離れた開発の場合、乗換客の商業施設利用が困難となる
駐車場	・ 駅施設の地上階に P&R 利用者用の駐車場を設置し、空間の有効活用を図る
その他注意事項	・ 駅前後は約 300～500m に渡る立体交差箇所が生じるため、土地の有効活用が困難である

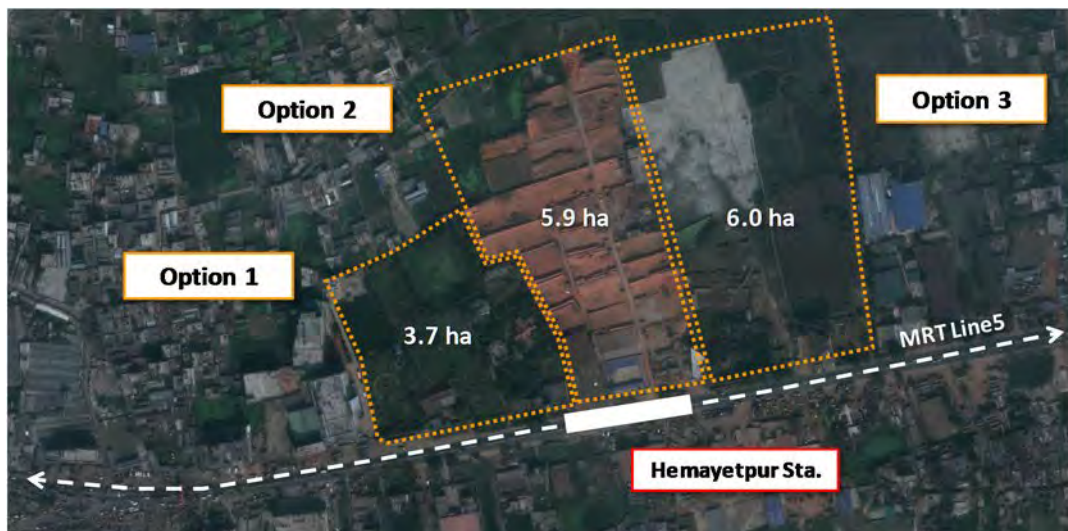
出典:調査団作成

上述したように、現在の Gabtoli Bus Terminal の郊外向け長距離バスの発着機能を新バスターミナルに移し、新たに MRT5 号線の Gabtoli 駅を設けるには、移転後の Gabtoli Bus Terminal 箇所の再開発計画が必要である。これらの制約などから、今後 DTCA と更なる意見交換を行い、Gabtoli Bus Terminal の再開発計画の立案を進める必要がある。

3.3 新バスターミナル計画

(1) 新バスターミナルの計画

新バスターミナルの利用者は、MRT の乗降客及びダッカ市の中・小型バスから郊外向けの長距離バスへの乗継ぐ客が主になると想定される。バスターミナルの利用者の利便性を考慮すると、MRT 駅に近接した箇所が望まれる。このため、MRT5 号線起点の Hemayetpur 駅に近接した箇所に新バスターミナルの設置が可能な 3 案の検討を行った。なお、既存の Gabtoli Bus Terminal の敷地規模はおよそ 6.0ha であり、基本的には同等の面積の候補地が必要とされる。次の図は 3 案の位置を示し、表に条件を比較している。



出典:調査団作成

図 3.11 新バスターミナルの候補地

表 3.5 新バスターミナルの候補地

	Option 1	Option 2	Option 3
既存土地利用	研究施設・公園	レンガのストックヤード	農地と住宅
土地所有者	民間企業	BSCIC	民間企業
面積	約 3.7ha	約 5.9ha	約 6.0ha
備考	必要面積を満たさないため複層利用が必要	移転候補地が必要な可能性がある	デポ候補地
評価	不適	最適	良い

出典:調査団作成

表から、Option1 は民間企業の保有地であり、面積がおよそ 3.7ha と既存の Gabtoli Bus Terminal と比べて狭く、現在の機能を十分に賄えるか疑問が残る。Option2 は、レンガのストックヤードとして使用されているが、国の組織である Bangladesh Small and Cottage Industries Corporation (BSCIC) が保有しており、用地取得交渉が行いやすい可能性が高い。Option3 は、民間企業の保有地であるがデポの候補地でもある。いずれも Hemayetpur 駅に隣接して利便性が高いが用地取得についての優劣があり、今後の詳細調査が必要である。現時点は、Option2 が最も適切であると判断され、以下の検討の中で、新バスターミナルの移転候補地とする。

(2) Hemayetpur 駅の整備方針

Hemayetpur 駅は本調査対象の MTR5 号線延伸部の終点駅であり、Gabtoli 駅と同様に多くの利用者が見込まれる。利用者の利便性を確保するためには、他モードとの接続をスムーズに行う必要があり、そのためには、交通結節機能を適切に整備することが重要である。そこで、これまで検討した新バスターミナルの整備と併せた、駅の交通結節機能の施設整備を提案する。

(3) Hemayetpur 駅の必要施設面積

PRST の需要予測の結果、Hemayetpur 駅の 2035 年時点の乗降客数は、乗車客数 131,700 人、降車客数 99,800 人である。下表に、将来交通分担率の想定値を示す。バス・ミニバスを含む公共交通及び徒歩を Hemayetpur 駅発着の主な交通手段と想定する。

表 3.6 Hemayetpur 駅の交通分担率(2035 年想定値)

交通モード		交通分担率 2035 年	
公共交通	バス	40%	67%
	ミニバス	20%	
	CNG/タクシー	5%	
	三輪タクシー	2%	
自家用交通	自家用車 (K&R)	2%	5%
	自家用車 (P&R)	2%	
	二輪車	1%	
NMT	リキシャ	5%	28%
	徒歩	23%	

出典:調査団作成

上記の乗降客数推計値及び将来交通分担率の想定に基づき算出した、Hemayetpur 駅における交通結節機能のための必要施設面積は下表の通り。なお、この面積とは別に、新バスターミナル用地の確保が必要となる。

表 3.7 必要施設面積 (2035 年想定値)

交通モード		概算面積(ha)
都市内バスターミナル	発着空間、滞留空間、道路空間、歩行空間を含む	0.9
タクシー/自家用車/CNG	発着空間、滞留空間、道路空間、歩行空間を含む	0.9
駐車場	自家用車 690 台、バイク 800 台	1.8
必要施設面積 合計		3.6

出典:調査団作成

(4) Hemayetpur 駅のレイアウト案

前述の必要施設面積を踏まえ、Hemayetpur 駅のレイアウト案と整備方針を以下に示す。

1) レイアウト案 1

以下に Hemayetpur 駅のレイアウト案 1 を示す。交通結節施設整備のため、幹線道路北側に用地の確保が必要となる。駅は幹線道路南側に整備されるため、幹線道路北側とのアクセス性の確保が重要になる。



出典:調査団作成

図 3.12 Hemayetpur 駅のレイアウト案1

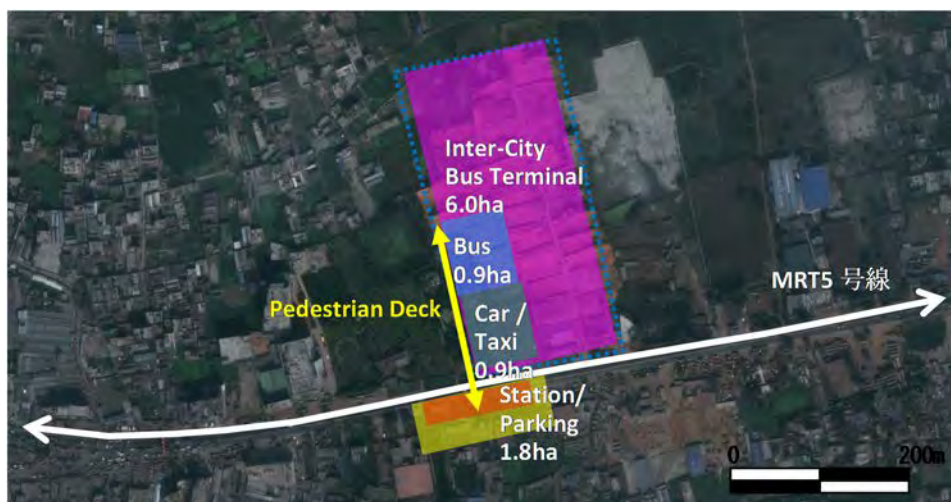
表 3.8 Hemayetpur 駅施設の整備方針(レイアウト案 1)

駅施設及び機能	方針
駅施設	・ 駅施設は幹線道路南側に配置する
都市内バスターミナル	・ 幹線道路北側に用地を確保する
タクシー・自家用車用のターミナル	・ 幹線道路北側に用地を確保する
歩行者動線	・ 駅から幹線道路を超えるペデストリアン・デッキを整備し、駅と交通結節施設のアクセス性を確保する
駐車場	・ 幹線道路北側に用地を確保する
その他注意事項	・ 新バスターミナルとは別に、交通結節施設用の用地を確保する必要がある

出典:調査団作成

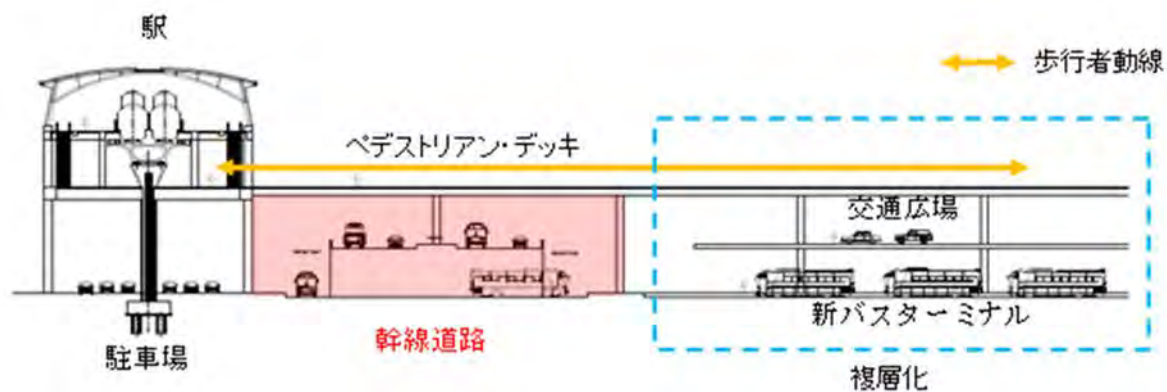
2) レイアウト案 2

以下に Hemayetpur 駅のレイアウト案 2 を示す。新バスターミナル用地を多層利用することで、交通結節施設整備のための用地確保が不要となる。駅は幹線道路南側に整備されるため、幹線道路北側とのアクセス性の確保が重要になる。



出典:調査団作成

図 3.13 Hemayetpur 駅のレイアウト案 2



出典:調査団作成

図 3.14 Hemayetpur 駅の断面イメージ図

表 3.9 Hemayetpur 駅施設の整備方針(レイアウト案 2)

駅施設及び機能	方針
駅施設	・ 駅施設は幹線道路南側に配置する
都市内バスターミナル	・ 新バスターミナル用地を複層利用する
タクシー・自家用車用のターミナル	・ 新バスターミナル用地を複層利用する
歩行者動線	・ 駅から幹線道路を超えるペDESTリアン・デッキを整備し、駅と交通結節施設のアクセス性を確保する
駐車場	・ 駅施設の地上階に P&R 利用者用の駐車場を設置し、空間の有効活用を図る

出典:調査団作成

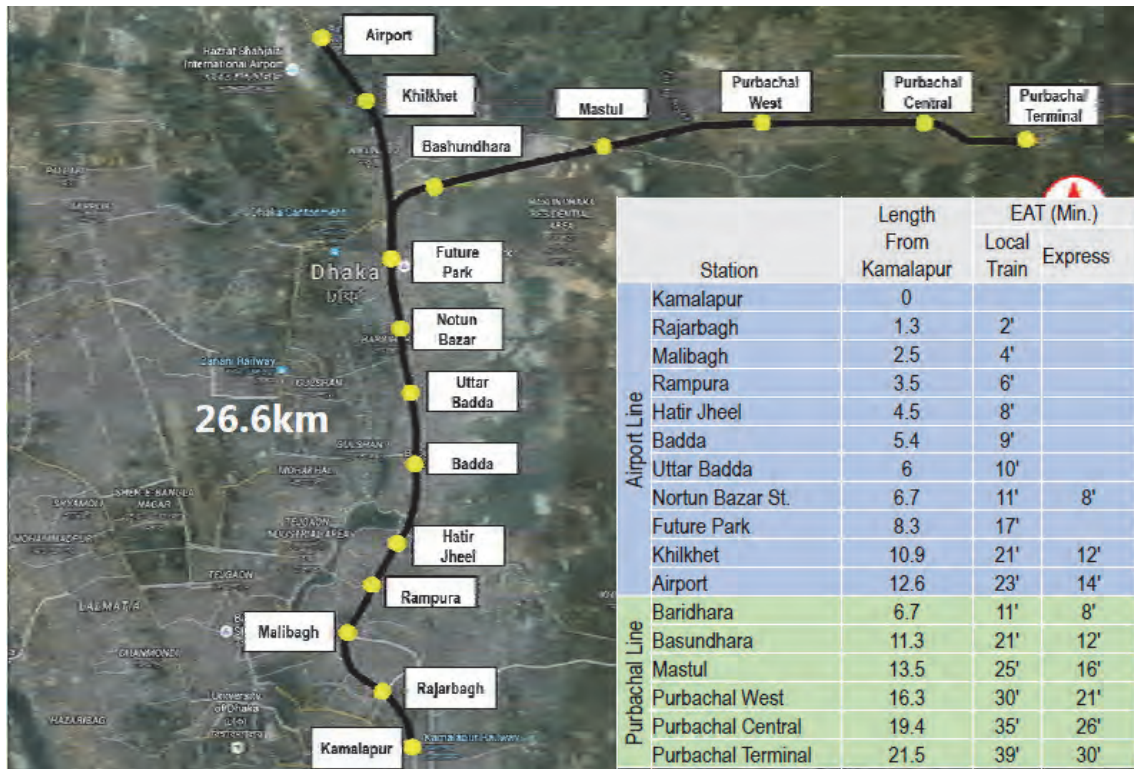
今後、駅計画の詳細については、今後実施するフィージビリティ調査の中で検討を行う。
 また、既存バスターミナル跡地利用計画及び新バスターミナル整備計画についても、移
 転時期や移転候補地等の詳細な検討を関連組織と調整して行う必要がある。

地質調査

1. 地質調査の概要

1.1 目的

当プロジェクトにおける地質調査の目的は、MRT1号線沿いの基本的な地質状況を把握し、設計および施工に対して重要な地質的特徴を事前に特定することである。



出展: 調査団

図 1-1 計画されている MRT 1 号線の路線図

1.2 調査内容

地質調査は、「現地調査」と「室内試験」で構成され、両項目ともに現地再委託先の”Prosoil Foundation”により実施された。

調査スケジュールおよび調査項目は以下に示す通りである。

- ・ 準備期間:2016 年 4 月 19 日 - 2016 年 5 月 4 日
- ・ 現地調査:2016 年 5 月 5 日 - 2016 年 6 月 26 日
- ・ 室内試験:2016 年 5 月 6 日 - 2016 年 7 月 23 日

表 1-1 調査項目の概要

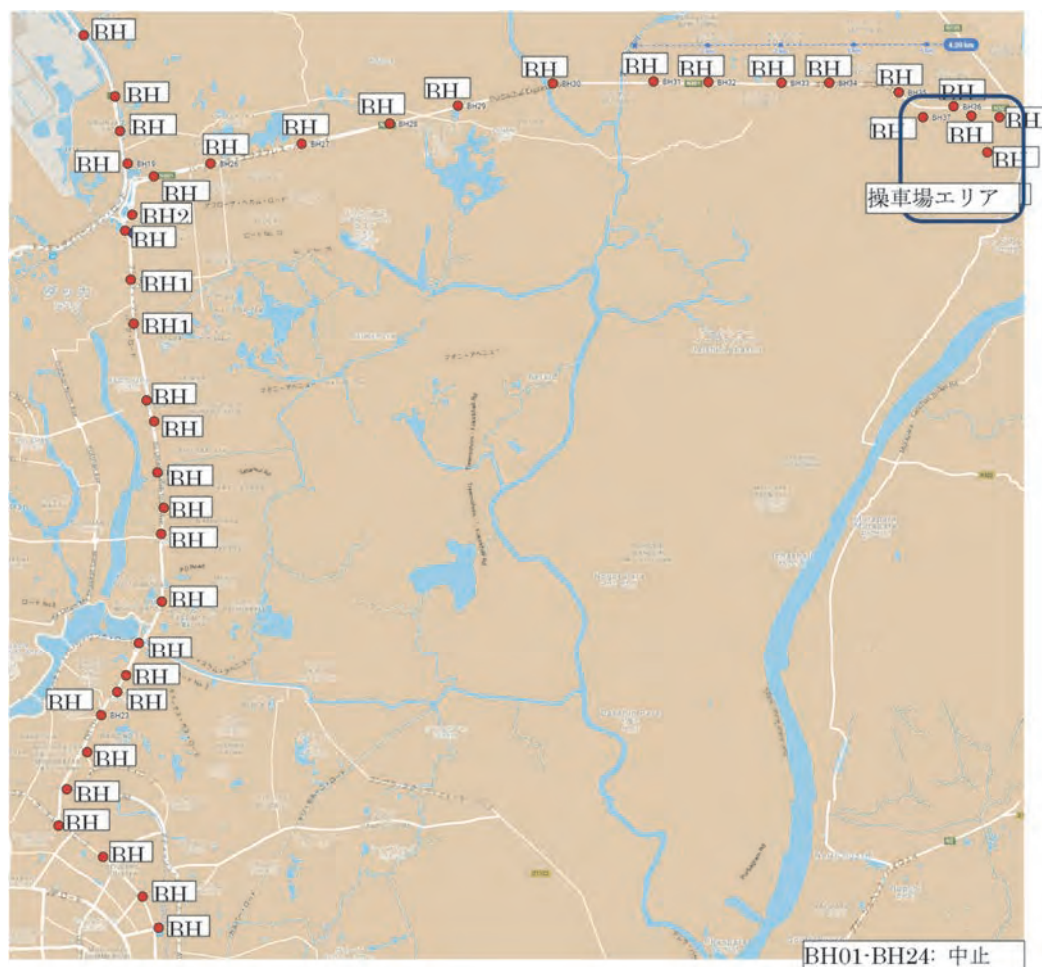
調査項目		計画	実施
ボーリング箇所		41	17
総掘削長 (m)		2050	850
標準貫入試験 (回)		1353	560
不攪乱試料採取 (試料)		205	29
物理試験 (試料)	土粒子の密度	697	319
	含水比	697	326
	粒度組成	697	446
	液性限界／塑性限界	697	246
	単位体積重量	697	27
力学試験 (試料)	一軸圧縮試験	123	18
	三軸圧縮試験 (UU)	82	14
	一面せん断試験	NA	8
	圧密試験	82	26
水質試験		41	17

*2016 年 10 月 5 日現在、BH01～BH24 に対して関係機関より現地作業に掛る許可が受理されていないため、作業は中止とした。

出展:調査団

1.3 ボーリングの調査位置

ボーリング調査は図 1.1 に示す地点で計画・実施した。表 2.2 に各地点の座標および孔口標高を示す。



出展:調査団

図 1-2 ボーリング位置図

表 1-2 各ボーリング地点の孔口標高および座標

ボーリング名	孔口標高 (m)	北緯 (o)	東経 (o)
BH25	5.322	23.8577	90.42426
BH26	4.606	23.82734	90.43189
BH27	5.013	23.82979	90.44421
BH28	4.927	23.83235	90.45601
BH29	4.442	23.8346	90.46522
BH30	5.214	23.83732	90.47801
BH31	5.991	23.83756	90.49153
BH32	6.086	23.83746	90.49891
BH33	6.208	23.83743	90.50881
BH34	6.915	23.84741	90.5152
BH35	7.116	23.83622	90.52461
BH36	5.832	23.83448	90.53199
BH37	6.646	23.83318	90.52782
BH38	5.744	23.83334	90.53437
BH39	5.892	23.82884	90.53653
BH40	5.678	23.82412	90.53524
BH41	4.447	23.83386	90.53732

出展:調査団

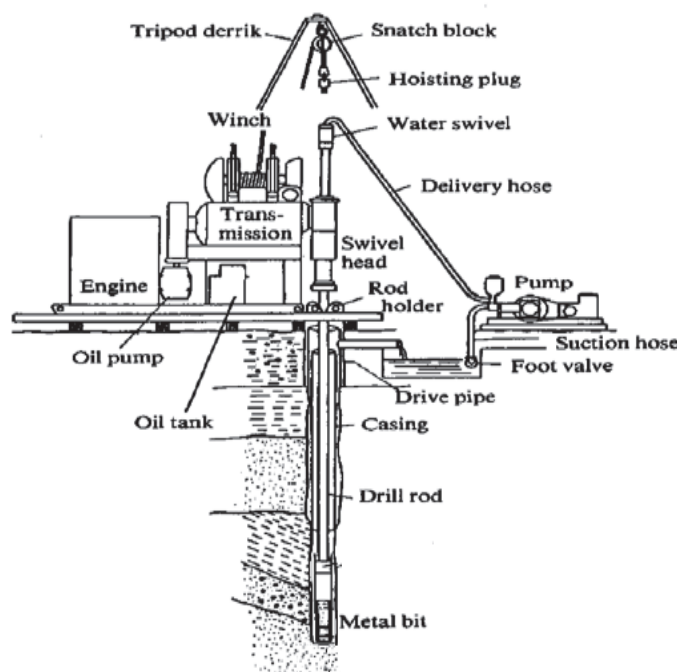
2. 調査方法

2.1 ボーリング掘削

ボーリング掘削はロータリー式ボーリングマシンを用いて行った。掘削は地上のポンプから中空の掘削ロッドを通じて先端部に送水しながら進めた。掘削にはベントナイト泥水を使用している。掘削で生じた削りかすは孔内水を循環することで除去した。循環水はポンプによって貯水ピットより孔内に送水され、削りかすとともに戻ってきた循環水は一旦沈砂ピットに流入し、土砂部分を除去したのち、再度循環水として孔内に戻される。沈砂ピット内の土砂は定期的に除去される。また、ケーシングを用いた掘削では、孔壁の崩壊を防ぐことができる。

不攪乱試料採取用のサンプラーは直径 75 ミリのため、採取深度までは直径 100 ミリの掘削ビットを用いる。ボーリング掘削時には通常 5m 長のケーシングを使用する。

調査終了後は、掘削土などで埋戻しを行う。



出展: 関連文献等



図 2-1 ボーリング掘削機

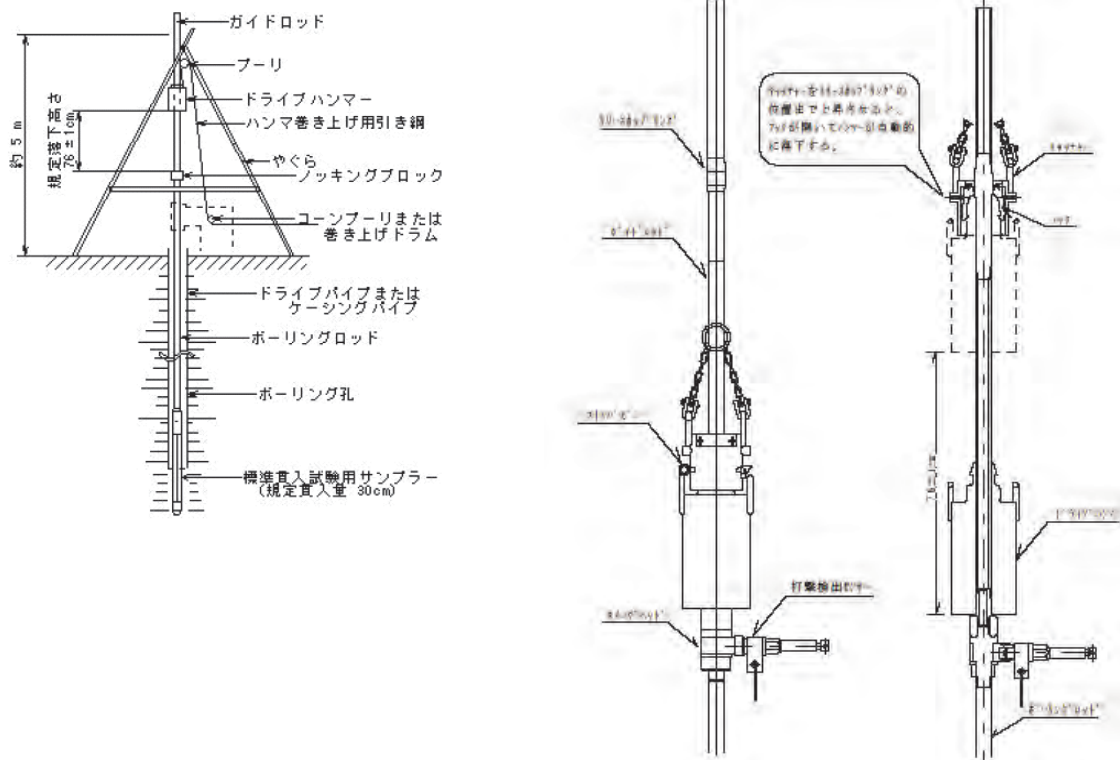
2.2 標準貫入試験(SPT)

当試験はボーリング孔内において、土の硬さ・締まり具合を調べるために行う汎用的な試験である。63.5kg のハンマーを 76 cm の高さから自由落下させながら、地中に 30 cm 深さの貫入に必要な打撃回数が「N 値」と定義される。

この試験に使用する先端部分は分割式サンプラーになっており、30 cm 貫入時に攪乱試料の採取ができる。

試験は 1.5m 間隔で実施し、N 値と目視観察による土の特徴がボーリング柱状図に記述される。

また、採取した土試料はポリ袋に密閉し室内試験用の資料として保管する。

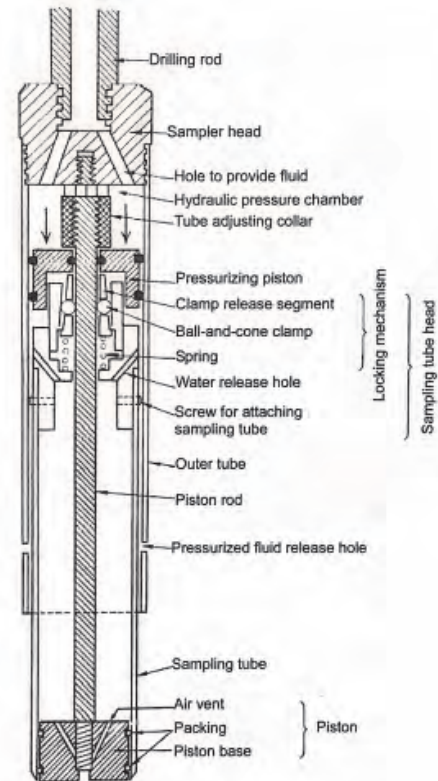


出展: 関連文献等

図 2-2 標準貫入試験機器

2.3 不攪乱試料採取(UDS)

不攪乱試料の採取時には、シンウォール式サンプラーまたはシェルビー式サンプラーをロッド先端部に取り付ける(図 2.3 参照)。そのサンプラーを孔底に押し込み挿入することで所要深度の不攪乱試料を採取する。採取した試料は、試料断面を目視観察し「統一土質区分」により分類したのち、両端部をワックスで塞ぎ、試料の含水変化を防止する。室内試験に供される前に、試料にラベルを貼りプロジェクト名、採取深度、ボーリング番号などの必要な情報が付与される。



出展: 関連文献等

図 2-3 シンウォール式サンプラーの構造

2.4 室内試験

表 2.1 に示す項目について、室内試験を行った。

表 2-1 室内試験の試験項目及び基準

試験項目	試験基準	試験項目	試験基準
含水比	ASTM D2216	圧密試験	ASTM D2435
液性限界／塑性限界	ASTM D4318	一軸圧縮試験	ASTM D 2166
土粒子の密度	ASTM D854	三軸圧縮(UU) 試験	ASTM D 4767
粒度組成	ASTM D422	一面せん断試験	ASTM D 6528
単位体積重量	ASTM D 7263	水質試験 (色調, pH, BOD, COD, SS)	

出展: 調査団



出展: 調査団

図 2-4 圧密試験状況



出展: 調査団

図 2-5 一軸圧縮試験状況

3. 調査結果

3.1 地質分布の特徴

当プロジェクトサイトでは、表 3.1 に示す7つの地層が確認された。

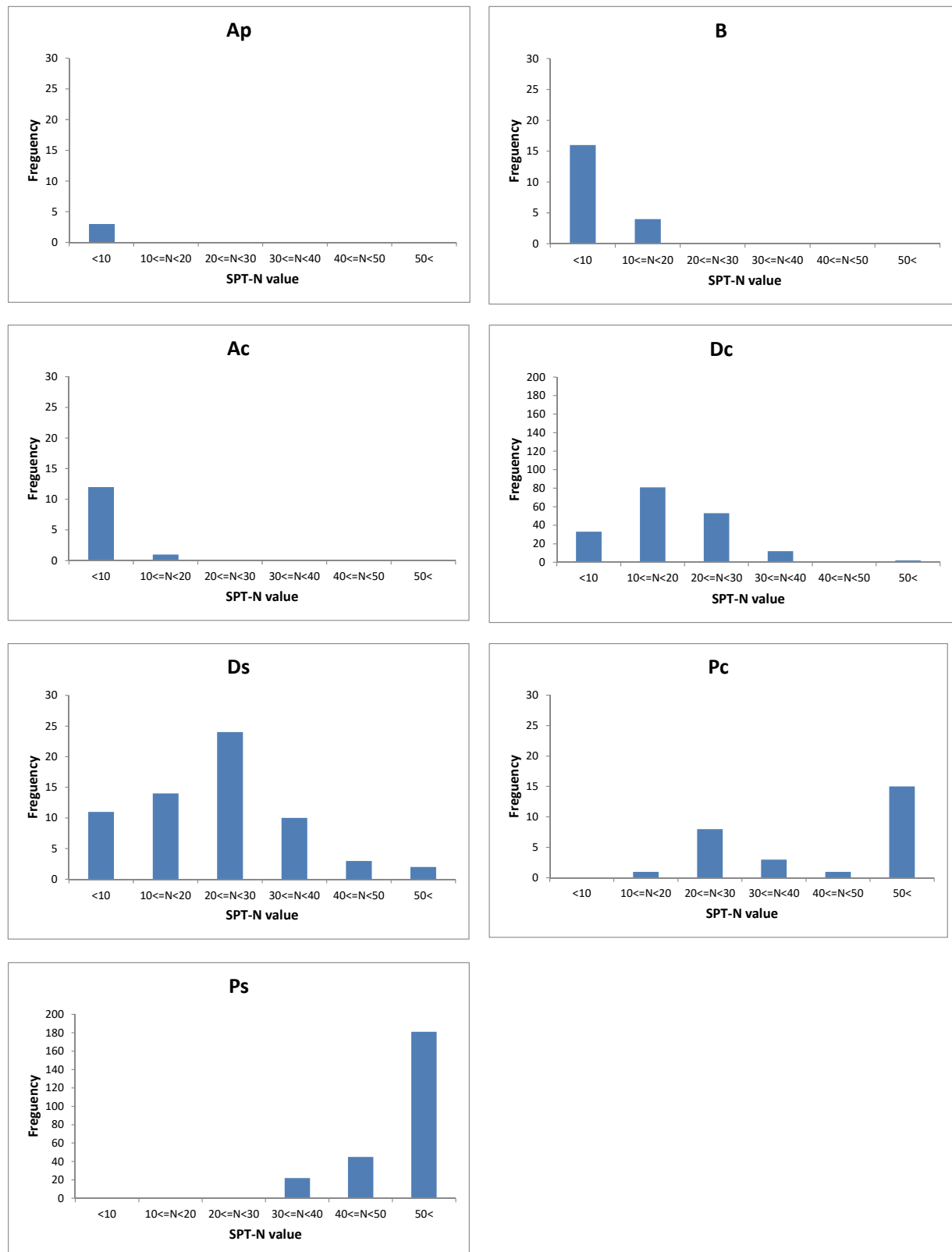
完新世の堆積物の「Ac 層」および「Ap 層」は BH26 と BH29 の間にのみ確認されている。更新世の「Dc 層」と「Ds 層」および新第三紀鮮新世の「Pc 層」および「Ps 層」はすべてのボーリング地点で確認されている。

なお、Dc 層はバングラデシュでは「Madhupur 粘土」と呼ばれているローカルソイルである。

表 3-1 分布地層の概要

地層名	平均 N 値	層厚 (m)	特徴
B	7	6～9m	道路盛土。緩く締まった粒径のそろった砂で構成される。BH25 から BH29 の間に分布する。灰色。
Ap	4	3～4.5m	有機物を含粘土。硬さは軟らかい～中位。BH26 から BH27 間にのみ分布する。暗灰色あるいは暗褐色。
Ac	2	6～13.5m	軟らかい粘土・シルト。BH28 および BH2 にのみ分布。灰色あるいは淡灰色
Dc	17	6～33m	中位あるいは硬い粘土・シルト。BH29 以外のすべてのボーリング地点で確認された。BH30 より東側では地表に露出する。
Ds	22	4.5～18m	中位から密実に締まった砂質土。Dc 層中にレンズ状に分布する。褐色あるいは赤色を呈する。
Pc	39	1.5～7.5m	非常に辛い粘土・シルトで砂分を帯びる。多くの場合 N 値＝50 以上を示す。Ps 層中にレンズ状に分布する。灰色。
Ps	48	5m～	非常に硬い砂質土。大型構造物の支持層として期待できる。多くの場合 N 値 50 以上を示す。

*N 値の最大値は 50 として計算
出展：調査団

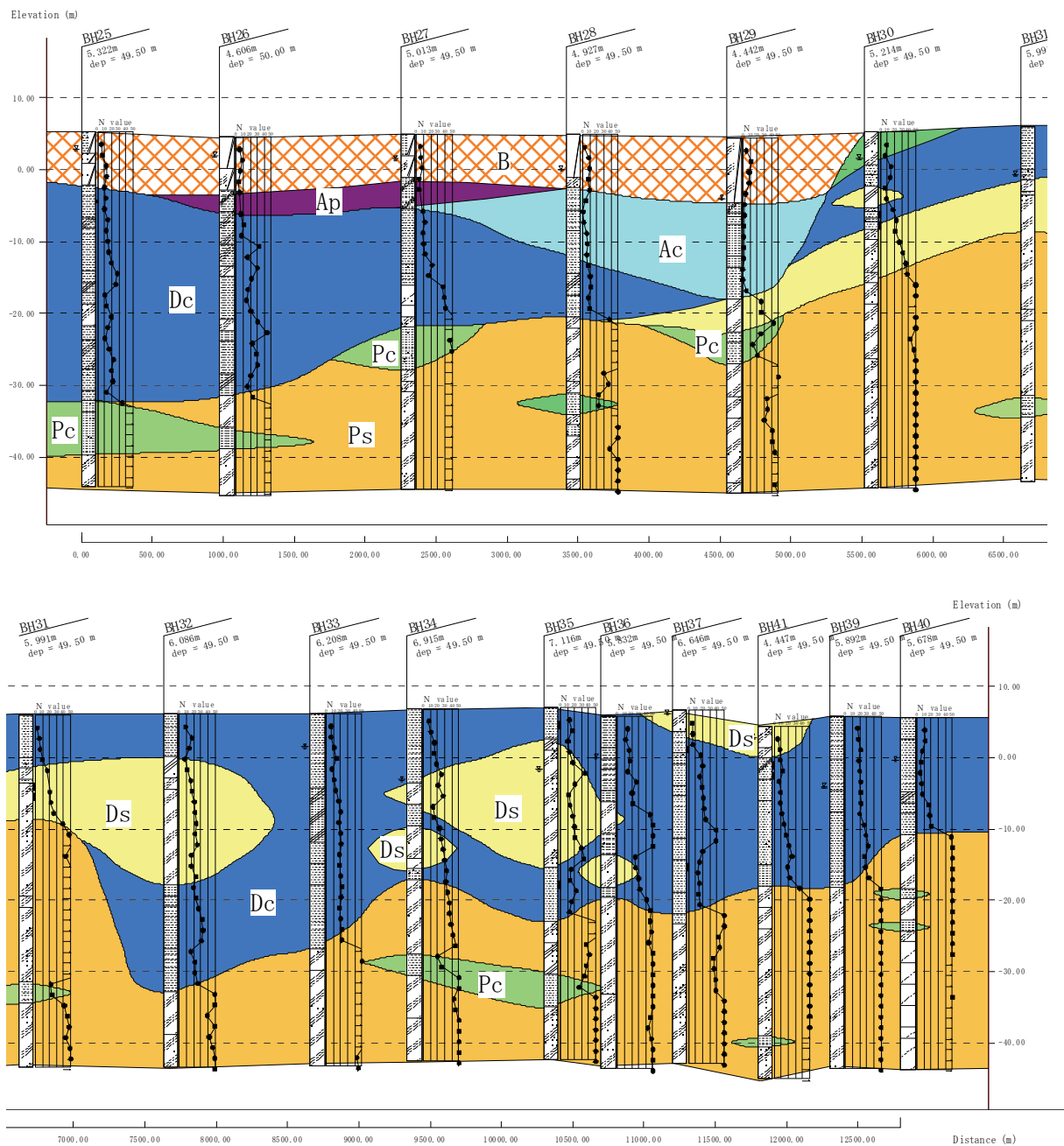


出展: 調査団

図 3-1 N値のヒストグラム

3.2 地質断面図

今回実施したボーリング試験の結果より判断される地質断面図を図 3.2 に示す。



出展: 調査団

図 3-2 地質断面図

3.3 室内試験結果

室内試験結果を表 3.2 に示す。各試験項目の詳細な特徴については、3.3.1 以降で記載した。

表 3-2 各地層の室内試験結果の平均値

地層	土粒子の 密度 (cm/m3)	粒度組成 (%) 礫	砂	シルト	粘土	コンシステンシー (%) 液性 限界	塑性 限界	塑性 指数 PI	含水比 (%)
B	2.68	0	76	19	5	(43)	(20)	(24)	(26)
Ap	2.54	0	1	52	47	69	31	38	32
Ac	2.67	0	4	59	38	54	28	27	42
Dc	2.67	0	13	43	44	55	22	33	28
Ds	2.66	0	59	26	15	49	20	31	21
Pc	2.71	0	32	47	21	48	19	30	18
Ps	2.65	0	68	22	9	39	17	23	18

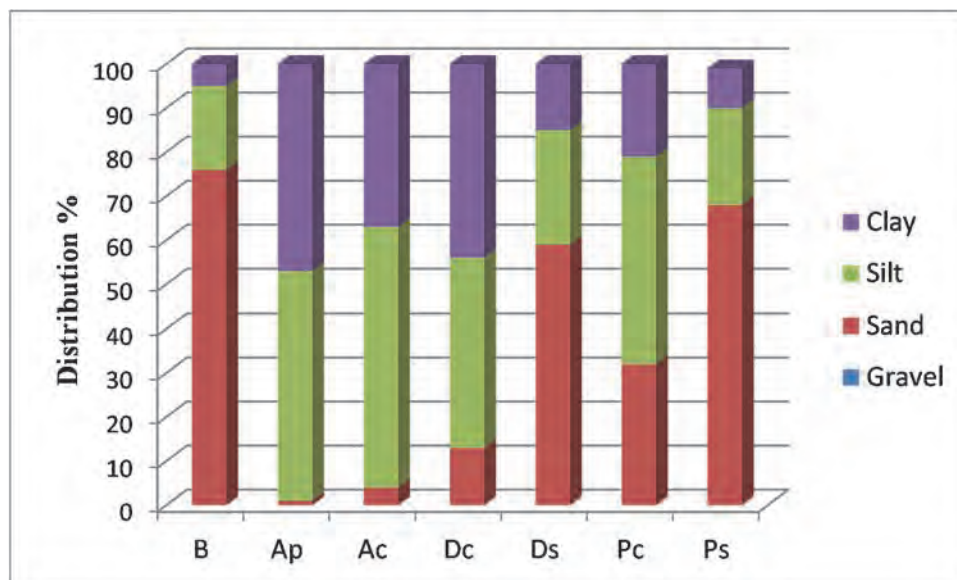
出展: 調査団

(1) ケース設定

Ap 層以外の全地層では、2.65～2.71g/cm³ を示し、一般的な無機質土の値を示す。一方、Ap 層は平均 2.54g/cm³ と他に比べて小さく機物含有の影響がうかがわれる。

(2) 予測結果の概要

Ac 層、Dc 層および Pc 層は主にシルト・粘土で構成される一方、Ds 層および Ps 層は砂分が主体の土である。Dc 層や Ac 層と同様の粘性土であるが、Pc 層中には砂分を多く含んでいる。



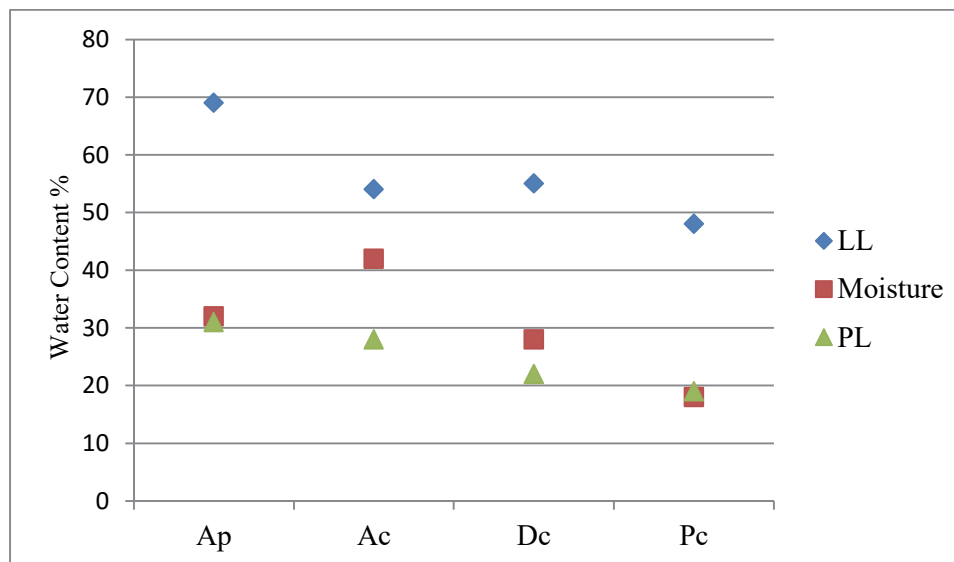
出展: 調査団

図 3-3 粒度組成

(3) アッターベルグ限界および含水比

液性限界・塑性限界には大きな差は見られないが、Ac 層の含水比は Dc 層や Pc 層に比べて明らかに高い。これは Ac 層の堆積時期が新しく、軟らかい土であることを示している。

Ap 層も高い含水比を示すが、塑性指数 IP が大きく、膨張・収縮性が大きいことを示している。



出展: 調査団

図 3-4 アッターベルグ限界および含水比

(4) せん断特性

不攪乱試料の状態が悪く、三軸圧縮 (UU) 試験の実施に十分な試料長が得られない場合があった。その場合は、一軸圧縮試験あるいは一面せん断試験 (CU) で代替した。

一軸強度より求めた粘着力と三軸 (UU) および一面せん断試験より求めた粘着力を比較すると、一軸圧縮と三軸圧縮 (UU) より求めた値との間に大きな差はないが、三軸圧縮 (UU) の試料が良好であるため、今回は三軸圧縮 (UU) の値を代表値と設定する。

表 3-3 各地層のせん断強度特性

地層	一軸試験	三軸圧縮 (UU)		一面せん断 (CU)	
	$c = q_u/2$ (kN/m ²)	c (kN/m ²)	Fai (o)	c (kN/m ²)	Fai (o)
Ap	NA	NA	NA	1.0	13
Ac	27.1	30	0.25	7.0	12
Dc	72	62	1.9	46	19.3

出展: 調査団

(5) 圧密特性

表 3.4 に圧密試験結果をまとめた。

降伏応力と試料採取深度における有効土被り圧の比「過圧密比」を計算すると、Ap 層および Ac 層はともに 1 以下で「未圧密状態」にあることを示している。一方、Dc 層は過圧密比=1.8 で「過圧密状態」の粘土であることが分かる。

表 3-4 各地層の平均的な圧密試験値

地層	降伏応力 (kN/m ²)	有効 土被り圧 (kN/m ²)	過圧密比 OCR
Ap	55	97	0.6
Ac	137	177	0.8
Dc	155	110	1.8

出展: 調査団

(6) 水質分析

水質分析用のサンプルは各ボーリング地点で採取された土試料を用いて作られたものである。
分析にはポータブル水質計を使用した。

表 3-5 水質分析結果

通し番号	BH 番号	pH	色	TDS	TSS	BOD	COD
1	25	8.94	緑がかった	1609	215	47.34	121.66
2	26	9.26	緑がかった	1531	190	39.72	78.24
3	27	8.17	緑がかった茶	1265	157	24.23	51.85
4	28	7.82	茶色がかった	587	113	25.58	75.2
5	29	8.38	透明でない	834	37	19.86	46.27
6	30	9.15	透明でない	693	32	14.62	26.31
7	31	8.77	茶色がかった	970	84	20.37	37.07
8	32	8.35	濁った	602	68	18.65	39.16
9	33	8.31	透明でない	578	29	25.43	55.94
10	34	8.42	透明でない	616	34	18.07	36.98
11	35	8.28	非常に濁った	844	87	22.84	45.22
12	36	8.54	茶色がかった	652	110	23.52	55.35
13	37	8.78	非常に濁った	976	92	20.93	54.62
14	38	8.52	濁った	767	76	19.47	47.7
15	39	7.85	緑がかった	645	104	17.85	60.56
16	40	8.79	茶色がかった	871	124	21.64	49.98
17	41	8.47	非常に濁った	664	53	19.71	43.55

出展: 調査団

3.4 設計用地盤定数

設計用地盤定数を取りまとめた値を表 3.6 に示す。

表 3-6 設計用地盤定数

地層	平均 N 値	湿潤 密度 γ _t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部 摩擦角 Fai (°)	変形係数 E (kN/m ²)
B	7	18	0	25	4,900
Ap	4	20	24	0	2,800
Ac	2	18	30	0	1,400
Dc	17	19	62	0	11,900
Ds	22	19	0	33	15,400
Pc	39	20	230	0	27,300
Ps	48	20	0	42	33,600

*太字は試験値で決定した値

出展: 調査団

- ・ 湿潤密度: Ap 層、Ac 層および Dc 層は 試験値の平均値を参考に設定した。その他の地層は平均 N 値に基づき推定した。
- ・ 粘着力: Ac 層および Dc 層に関して、粘着力 “c” は試験値を採用した。一方、Ap 層および Pc 層に関しては、「道路土工-擁壁工指針-、日本道路協会(2012)」に掲載されている次式を用いて推定した。

粘着力 $c=6 \text{ N (kN/m}^2\text{)}$

なお、砂質土の粘着力はゼロとした。

- ・ 内部摩擦角: Ap 層、Ac 層および、Dc 層は粘性土層のためゼロとした。その他の地層については、大崎の式を用いて推定した。

内部摩擦角 $= 15 + \sqrt{20 \times N}$ (度) (最大値 45 度)

4. 考察

4.1 高架橋の基礎

(1) 支持層

当プロジェクトで計画されている構造物は、MRTが走行する高さ 12m 程度の橋脚・桁形式のコンクリート製高架橋である。沈下等により鉄道の走行に支障を来さないよう、当構造物の支持層は十分に堅固でかつ厚い層を有する必要がある、N 値 50 以上 5m 以上の層厚を有する地層が望ましい。

Ps 層はほとんどの場合 N 値 50 以上を示し、5m 以上連続する Ps 層が高架橋支持層の第一候補である。

Pc 層および Dc 層も N 値 50 以上を示す場合には支持層として考えることができる。

一方、Ps 層であっても N 値 50 未満を示す箇所があり、支持層深度はボーリング地点ごとに出現深度が変わるため、地点ごとに設定する必要がある。

表 4.1 に推奨される支持層深度を示す。

表 4-1 推奨される支持層深度・標高

ボーリング 地点	深度 (m)	標高 (m)	ボーリング 地点	深度 (m)	標高 (m)
25	39	-33.7	34	43.5	-36.6
26	37.5	-32.9	35	40.5	-33.4
27	25.5	-20.5	36	33	-27.2
28	39	-34.1	37	40.5	-33.9
29	45	-40.6	38	34.5	-28.8
30	31.5	-26.3	39	24	-18.1
31	21	-15.0	40	18	-12.3
32	39	-32.9	41	24	-19.6
33	33	-26.8			

出展: 調査団

(2) 負の摩擦力

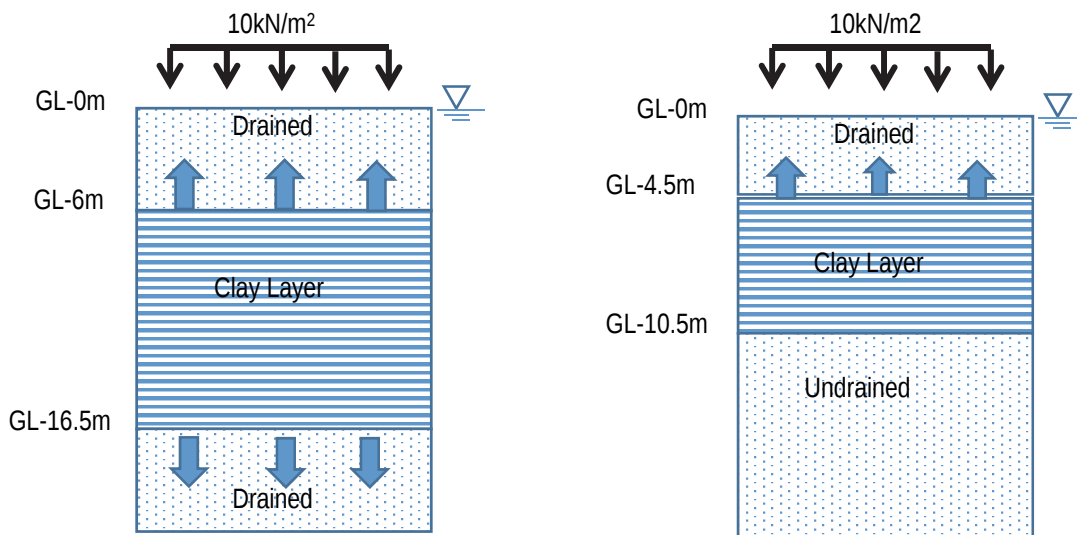
Ac 層および Ap 層は未圧密状態の地層であることが試験結果から判明しており(3.3.5 参照)、それらの分布域である BH26 から BH29 の間において杭基礎を設計する際には、負の摩擦力を考慮する必要がある。

4.2 車両基地候補地の圧密沈下

操車場の計画地においては Dc 層が地表から分布するが、その表面は軟弱化しており、盛土等で整地を行う場合、施工後に圧密沈下が発生する可能性がある。この章では、操車場エリアの中で土質状態が悪い BH38 と BH41 のケースについて、圧密解析を実施した。

解析に使用した条件は以下の通り。

- ・ 盛土高さ : 現地盤面から5m
- ・ 盛土材の単位体積重量: 18 kN/m³
- ・ 地下水位: GL-0m (最も危険な状態を想定)
- ・ 交通荷重: 10kN/m²



出展:調査団

図 4-1 圧密沈下解析の地盤モデル(左: BH38、右: BH41)

解析の結果、最終沈下量は BH38、BH41 ともに 50 cm 未満と小さいことが分かった。したがって、盛土高さが 5m 程度の場合、圧密沈下対策は特に不要と考えられる。

表 4-2 圧密解析結果のまとめ

ボーリング地点	最終沈下量 (cm)	圧密度 90% に要する日数 (日)
BH38	22.2	7976
BH41	36.0	5114

出展:調査団

4.3 地震時の液状化

プレートテクトニクス理論においてバングラデシュは「インドプレート」の端部に相当し「ユーラシアプレート」や「ミャンマーマイクロプレート」との境界において頻繁に自信が発生している。「バングラデシュの地震揺れマップ(バングラデシュ地質調査所編集)」によれば、ダッカ市は「Zone2(中間リスク)」に区分されている。そのため、基礎構造物の設計にあたっては、液状化の検討を行っておく必要がある。

液状化の検討

道路橋示方書同解説・耐震設計編平成 24 年に従い、液状化解析を行った。

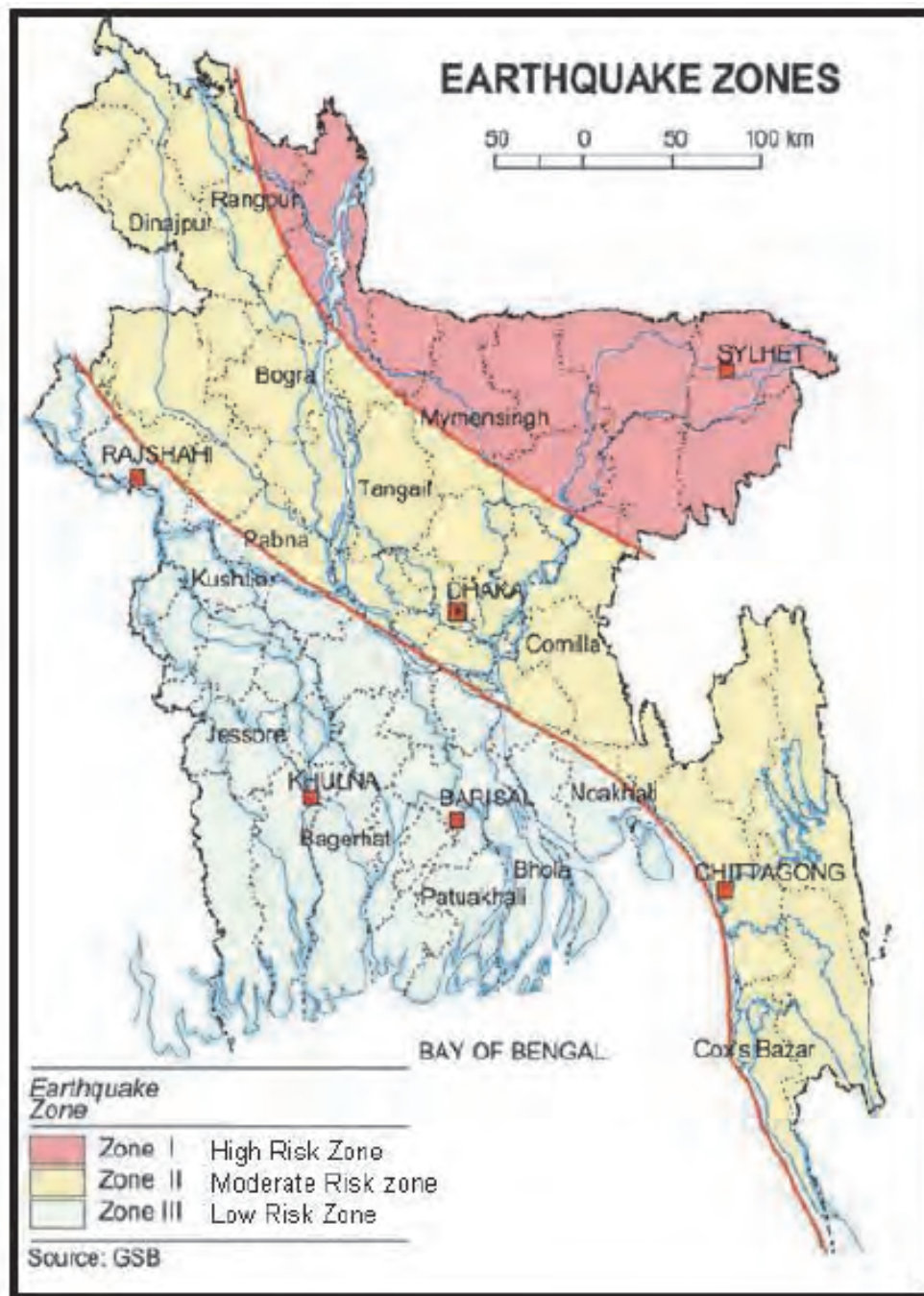
なお、上記示方書が対象とする液状化対象層は以下の条件を満たす地層である。

- ① 地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ地表面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ② 細留分含有率 FC が 35% 以下の土層または FC が 35% を超えても塑性指数 IP が 15 以下の土層
- ③ 平均粒径 D50 が 10mm 以下で、かつ 10% 粒径 D10 が 1mm 以下の土層

今回は下記条件を仮定し解析を実施した。

- ・ 地下水位は地表付近に存在する。

- ・ 地盤種別は最も軟弱な「Ⅲ種地盤」とする。
- ・ レベル1地震動とした。



出展: バングラデシュ政府

図 4-2 バングラデシュの地震揺れやすさマップ

表 4-3 液状化解析結果のまとめ

GL-m	FL								
	BH25	BH26	BH27	BH28	BH29	BH30	BH31	BH32	BH33
1.8	NA	0.545	0.545	0.422	0.585	0.883	NA	NA	NA
3.3	0.617	0.7	0.7	0.835	2.138	0.686	NA	NA	NA
4.8	0.831	0.552	0.67	0.738	0.824	NA	NA	NA	NA
6.3	0.727	0.438		0.62	0.834	NA	NA	NA	NA
7.8	NA	NA	NA	NA	0.54	0.845	NA	0.954	NA
9.3	NA	NA	NA	NA	NA	0.946	3.178	1.687	NA
10.8	NA	NA	NA	NA	NA	3.322	2.695	1.846	NA
12.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.237	1.983	NA
13.8	NA	NA	NA	NA	NA	2.104	4.678	2.739	NA
15.3	NA	NA	NA	NA	NA	3.197	43.522	2.878	NA
16.8	NA	NA	NA	NA	NA	9.281	105.155	2.164	NA
18.3		NA	NA	NA	NA	7.699	58.756	2.448	NA
19.8	NA	95.072	13.29	NA	NA	25.599	12.206	1.068	NA
GL-m	BH33	BH34	BH35	BH36	BH37	BH38	BH39	BH40	BH41
1.8	NA	NA	NA	NA	0.695	0.713	NA	NA	1.15
3.3	NA	NA	NA	NA	NA	0.742	NA	NA	1.106
4.8	NA	NA	NA	NA	NA	0.64	NA	NA	NA
6.3	NA	NA	1.528	NA	281.053	NA	NA	NA	NA
7.8	NA	NA	6.031	NA	NA	NA	NA	NA	NA
9.3	NA	NA	10.047	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10.8	NA	4.375	3.421	NA	NA	16.226	NA	3.415	NA
12.3	NA	284.598	0.906	NA	908.66	NA	NA	2.967	NA
13.8	NA	NA	0.963	433.825	NA	NA	NA	NA	12.053
15.3	NA	NA	NA	343.925	NA	NA	NA	30.603	NA
16.8	NA	1.593	NA	495.281	NA	NA	NA	NA	NA
18.3	NA	4.494	NA	834.15	NA	NA	NA	NA	NA
19.8	NA	3.251	NA	1.775	NA	NA	NA	NA	NA

赤字:FL<液状化の可能性高い

出典:調査団

解析結果によれば、BH25～BH29 に分布する B 層(道路盛土)について、地下水位が高く飽和している状態では「液状化が発生」することが分かる。また、Ds 層の一部(N 値が低い)でも液状化が発生する結果となった。

なお、今回の解析で用いた地下水位は最も危険なケースを考えて地表に設定しているが、詳細設計にあたっては、年次地下水位モニタリングを実施して、設計で用いる地下水位を設定し、より詳細な解析を実施する必要がある。

交通補足調査

1. 調査目的

交通カウント調査は、UMRT 建設を予定しているコリドー沿いの交通量データ更新のため、交通量・乗客情報を取得することを目的としている。UMRT 建設予定コリドー沿いの道路区間を対象に、交通カウント調査の乗車人員調査の 2 調査を実施した。

上記の目的達成の為、JICA 調査団は交通カウント調査実施に資する能力をもつローカルコンサルタント(以降、“コンサルタント”と呼称)を選定した。

2. 調査項目

交通カウント調査では、各調査地点において下記を取得した。

- ・ 通過交通量(交通カウント調査)
- ・ 乗客数(乗車人員調査)

3. 調査方法

3.1 実施準備

調査実施に先立ち、コンサルタントは各調査地点を訪れ、調査実施時の人員配置を検討した。調査実施の許可を警察局及びその他関係機関から得るに当たり、JICA 調査団と DTCA と深く協議を行った。

コンサルタントは、備上した調査スタッフが手順を確実に理解するよう、トレーニングとドライランを実施した。

3.2 調査対象

交通量カウント調査:調査地点の路側において、車種別・方向別に、30 分ごとの交通量を観測した。

乗車人員調査:30 分ごとに、車種別・方向別に、走行している車両の乗車人員を無作為に観測して記録する。サンプル率は車種別交通量に依存するが、交通量の多い道路区間であっても、最低 10% のサンプル率を確保した。混雑していない区間においては、25-50 % 程度のサンプル率を目標とした。

本調査における車種区分は表 3.1 に示す 13 車種とした。

表 3.1 交通カウント調査における車種区分

1	Bicycle	7	Van/Jeep/Pick-up / Small Van
2	Motorcycle	8	Micro Bus/ Minibus
3	Rickshaw	9	Standard Bus
4	CNG (CNG Bike taxi)/ Mishuk	10	Large Bus
5	Car/Taxi	11	Truck (>2-axle)
6	Auto Tempo / Laguna / Maxi/ School Van	12	Truck (2-axle)/Delivery Van
		13	Others

出典:JICA 調査団

3.3 データ入力

コンサルタントのデータ入力担当者は JICA 調査団が指定したフォーマットに従い、観測した交通量データの入力を行った。

4. 調査実施

4.1 調査地点

調査実施地点は表 4.1 に示す 7 箇所の道路区間である。それぞれの位置は図 4.1 及び図 4.2 に示している。

交通カウント調査は午前 6 時より、16 時間及び 24 時間、8 時間の 2 シフト及び 3 シフト体制で実施した。乗車人員調査は交通カウント調査と同じ日に、午前 6 時より午後 10 時の 16 時間調査を、8 時間の 2 シフト体制で実施した。

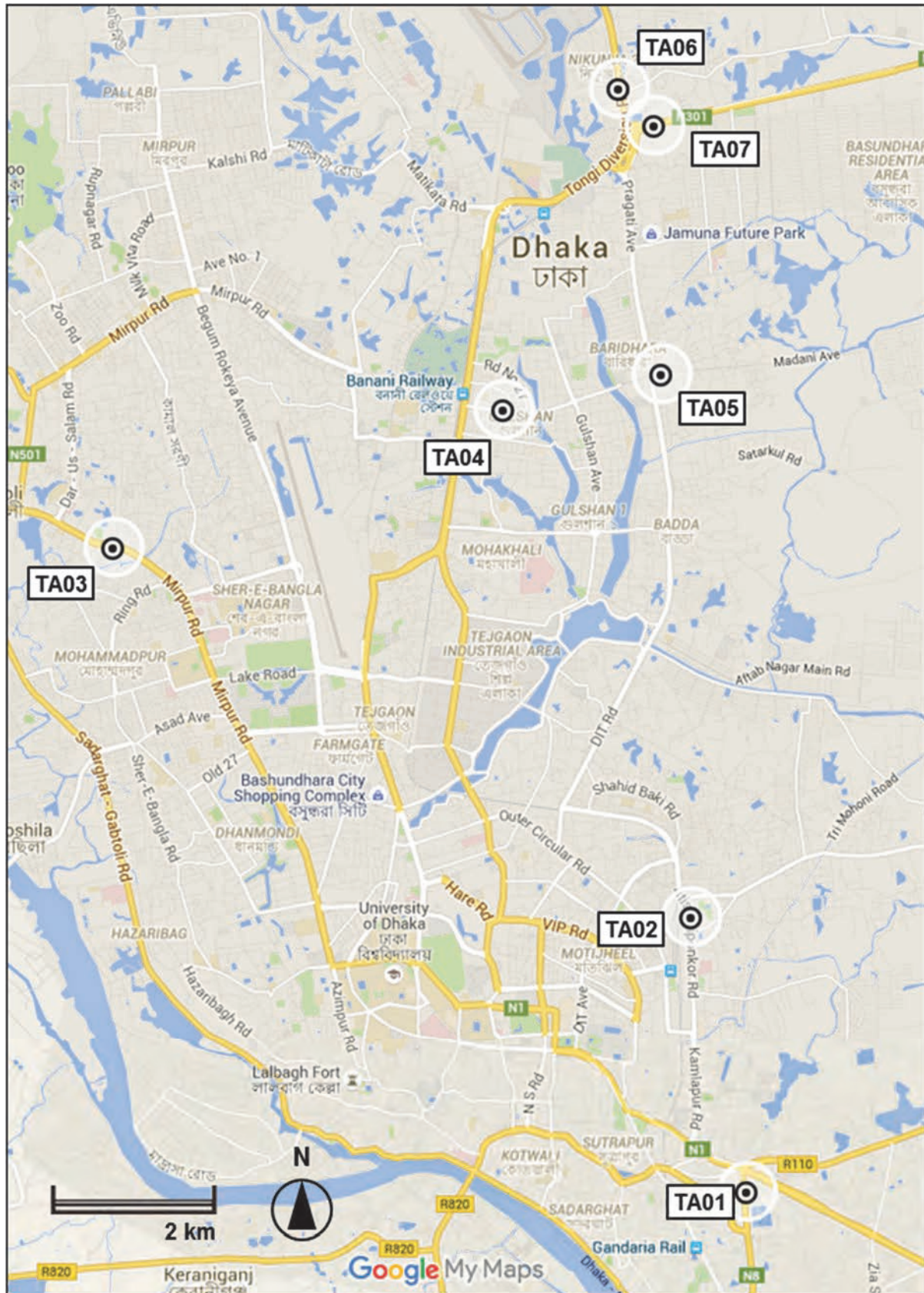
調査は月曜日・火曜日・水曜日に、休日や地元の祭典、デモなどの特別な行事の無い日を選んで実施している。

表 4.1 交通カウント調査実施地点

Code	Survey Station	Survey Period (no. of hours) ¹⁾		Survey Date
		Vehicle Count	Vehicle Occupancy	
TA 01	Dhaka–Mawa Highway	24	16	11 May 2016 (Wed)
TA 02	Kamlapur Road	16	16	16 May 2016 (Mon)
TA 03	Mirpur Road	16	16	17 May 2016 (Tue)
TA 04	Kemal Ataturk Avenue	16	16	18 May 2016 (Wed)
TA 05	Madani Avenue	24	16	10 May 2016 (Tue)
TA 06	Dhaka–Mymensingh Highway	24	16	23 May 2016 (Mon)
TA 07	Purbachal Express Highway	16	16	04 May 2016 (Wed)

出典: JICA 調査団

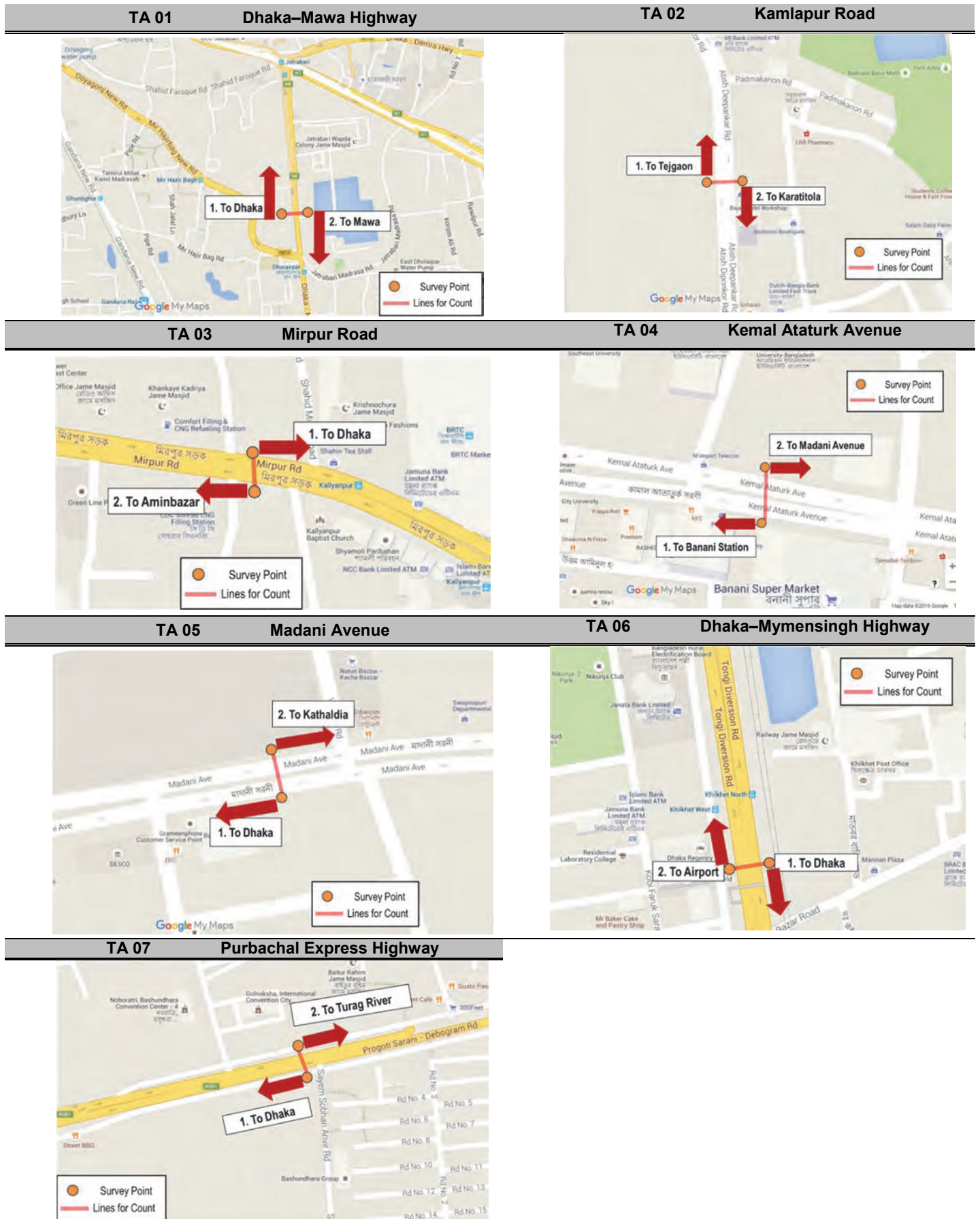
1) 24: conducted for 24 hours from 6 a.m. to 6 a.m. of the following day. 16: conducted for 16 hours from 6 a.m. to 10 p.m. of the same day.



出典: Google Map サービスをもとに JICA 調査団により作成

図 4.1 交通カウント調査実施地点

Bangladesh Dhaka City Traffic Strategic Plan Revision Project (RSTP)
 Business Completion Report



出典: Google Map サービスをもとに JICA 調査団により作成

図 4.2 調査地点のレイアウト

4.2 調査スケジュール

調査スケジュールについて表 4.2 に示す。

表 4.2 交通カウント調査の実施スケジュール

	1 st Week	2 nd Week	3 rd Week	4 th Week	5 th Week	6 th Week
Preparation / Coordination						
Training of Staff						
Conduct of Surveys						
Data Encoding						
Survey Finalization						

出典: JICA 調査団。

5. 調査の実施を経て得られた教訓

5.1 夜間での乗車人員調査について

課題・問題: 乗車カウント調査は午前 6 時から午後 10 時にかけて実施した。日没後、光源の乏しい調査地点では、調査員が車両内の乗車人員を確認することができなかった。

対応策: 調査を続行できるよう、光源のある場所へ移動するよう指導した。

教訓: 調査実施前に、調査地点について昼間だけでなく夜間の状態も確認し、乗車人員調査がスムーズに実施できることを確認しておく。

5.2 雨天時の調査について

課題・問題: 調査員は雨天時のために傘が支給されていた。豪雨の際は、全員同じところに退避し、調査を続けるよう指導されていたが、豪雨に遭遇した際、それぞれが思い思いの場所へ退避してしまい、調査監理者は調査員を完全に管理することができなかった。

対応策: JICA 調査団は 調査監理者に対し、事前に調査員全員が収容できるような適切な退避スペースを確認しておいたうえで調査員に周知し、豪雨時には全員がそのスペースに移動するよう指導を徹底するよう要請した。

教訓: 調査地点の下見の際、適切な退避スペースを指定しておき、調査員に周知しておく。

5.3 調査実施中に起きた現象の記録

課題・問題: ある調査地点において、車道上で商業活動が行われる等、交通流に影響を及ぼす現象について、正確に記録されていなかった。

対応策: 交通渋滞、悪天候など、調査実施中に起きた些細な事象について記録しておくよう、調査監理者に 要請した。

教訓: 今後の調査実施のために、調査監理者の能力強化が求められる。

5.4 車窓がスモークされている車両や、高速で走行している車両に対する乗車人員調査

課題・問題: 車窓がスモークされている車両や、高速で走行している車両については、乗車人員の観測が難しいとの報告を受けた。

対応策: 調査員には、そういった車両に対して乗車人員を無理に計測しようとするのを避けるよう指示した。これによって、特定の時間帯では目標としていたサンプル率を達成することが困難になることが懸念されたが、結果的に、10%のサンプル率は達成した。

教訓: 調査員は自らの職務により集中するとともに、状況によっては、調査員一人当たりが担当する車種数を減らすことで、負担を減らすことも考えられる。

5.5 調査責任者・調査管理者による英会話能力

課題・問題: 調査実施中、JICA 調査団は現地を訪れてモニタリングを行ったが、現地での調査責任者・調査監理者は英会話のレベルに難があり、質問や指示など、コミュニケーションが困難であった。

対応策: 現地庸人を随伴させる、イラストなどを使って分かり易く説明するなどして、より円滑なコミュニケーションに努めた。

教訓: 調査についての誤解やミスを防ぐうえでも、将来的にはある程度の英語能力の備わった調査責任者をアレンジすることが奨励される。調査団の方でも、通訳のできる人材を随伴させておくことが望ましい。

5.6 調査実施中の、調査員による携帯電話の使用

課題・問題: 計測中に、調査員が携帯電話を使用している場面が確認された。

対応策: 調査実施中の電話の使用は原則禁止とし、緊急時ややむを得ない場合には、調査監理者・予備人員と交代する様指導した。

教訓: 調査員には、正確な業務の遂行を妨げるような行動は控えるよう事前に伝達しておくべきである。緊急の電話やトイレなど、やむを無い場合に備えて、予備人員を配置しておくことが不可欠である。

6. 調査結果

6.1 時間交通量の推計

交通量カウントの計測時間が 16 時間の調査地点について、24 時間交通量を下記の式に基づき推計した。

$$X * 24 \text{ 時間} / 16 \text{ 時間交通量比} = X * Y / Z$$

Where: X = 16 時間交通量

Y = 近傍エリアで計測した 24 時間交通量

Z = 近傍エリアで計測した 16 時間交通量

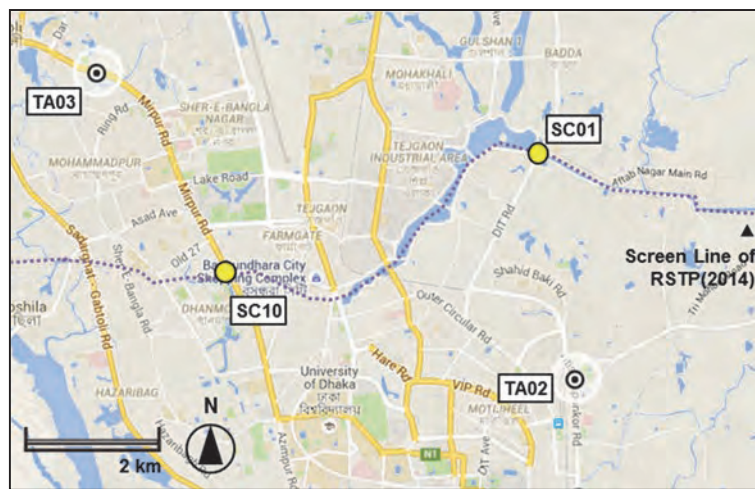
TA02: Kamlapur Road と TA03: Mirpur Road については、RSTP 調査で 2014 年に実施したスクリーンライン調査の結果をもとに 24 時間交通量を推計した。

表 6.1 24 時間 /16 時間交通量比を取得した地点

Code	Survey Station	Survey Period (no. of hours)	Reference Survey Station
TA 01	Dhaka–Mawa Highway	24	-
TA 02	Kamlapur Road	16	SC01: DIT Road in 2014 ¹⁾
TA 03	Mirpur Road	16	SC10: Mirpur Road in 2014 ¹⁾
TA 04	Kemal Atatürk Avenue	16	TA 05
TA 05	Madani Avenue	24	-
TA 06	Dhaka–Mymensingh Highway	24	-
TA 07	Purbachal Express Highway	16	TA 06

1) 24-hour survey stations during the RSTP Screen Line Survey done in 2014.

出典: JICA 調査団.



出典: Google Map サービスをもとに JICA 調査団により作成

表 6.1 24 時間 /16 時間交通量比を取得した地点

6.2 調査地点別 交通量

各調査地点における交通量について表 6.2 に示す。TA06: Dhaka–Mymensingh Highway において交通量が最も大きく(約 64,000 pcu /日)、それに続くのが TA03: Mirpur Road (約 57,000 pcu /日)である。

表 6.2 調査地点別 交通量カウント結果

Code	Survey Section	Direction	Survey Hour	Bicycle / MCs				Car/Taxi			Bus			Truck		Others	Total Traffic Volume	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Vehicles	PCU
				Bicycle	Motorcycle	Rickshaw	CNG/ Mishuk	Car/Taxi	Auto Tempo / Laguna / Maxi/ Shool Van	Van/Jeep/Pick-up / Small Van	Micro Bus/ Minibus	Standard Bus	Large Bus	Truck (>2-axle)	Truck (2-axle)/Delivery Van	Others		
TA01	Dhaka – Mawa Highway	To Dhaka	24	127	2222	2075	4016	1250	1556	1467	995	442	25	89	839	650	15,753	12,292
		To Mawa		72	2379	1478	2605	982	1618	1051	1263	357	3	138	714	226	12,886	10,858
TA02	Kamlapur Road	To Tejgaon	16 ¹⁾	693	2,917	7,578	3,925	3,922	1,588	2,471	1,102	764	15	70	413	317	25,774	17,601
		To Karatitola		608	2,030	5,905	4,144	4,506	1,095	3,196	1,084	803	19	16	378	620	24,404	17,839
TA03	Mirpur Road	To Dhaka	16 ¹⁾	465	5,460	861	11,806	12,708	3,512	10,405	3,050	1,362	194	0	5,939	767	56,531	54,158
		To Aminbazar		630	3,912	717	8,904	14,233	3,238	6,153	2,851	1,107	176	27	14,942	610	57,500	66,792
TA04	Kemal Ataturk Avenue	To Banani Station	16 ¹⁾	789	1,457	317	1,696	4,485	5	2,843	451	273	10	2	56	208	12,592	10,408
		To Madani Avenue		1,117	2,024	594	2,803	5,624	4	3,372	580	192	7	0	0	299	16,616	12,821
TA05	Madani Avenue	To Dhaka	24	1454	1196	5349	886	1504	647	1537	49	2	0	2	229	142	12,997	7,061
		To Kathaldia		807	777	4757	759	1450	600	1019	42	4	0	258	36	306	10,815	6,314
TA06	Dhaka - Mymensingh Highway	To Dhaka	24	292	5317	49	9666	23518	2	14631	3916	3691	136	269	2070	929	64,486	64,044
		To Airport		116	5105	0	9830	20708	7	16685	4177	3096	145	291	2756	579	63,495	63,642
TA07	Purbachal Express Highway	To Dhaka	16 ¹⁾	51	1,740	967	2,497	14,378	2	6,867	87	23	1	198	5,896	376	33,083	35,708
		To Turag River		38	1,897	519	1,939	15,072	63	5,536	57	19	1	2,735	7,153	536	35,566	43,826
Assumed PCU				0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	1.0	-	-

1) According to the 24/16 – hours rates shown in Table 6.1, the 24 – hour traffic volume was estimated.

出典: JICA 調査団.

6.4 時間別交通量分布

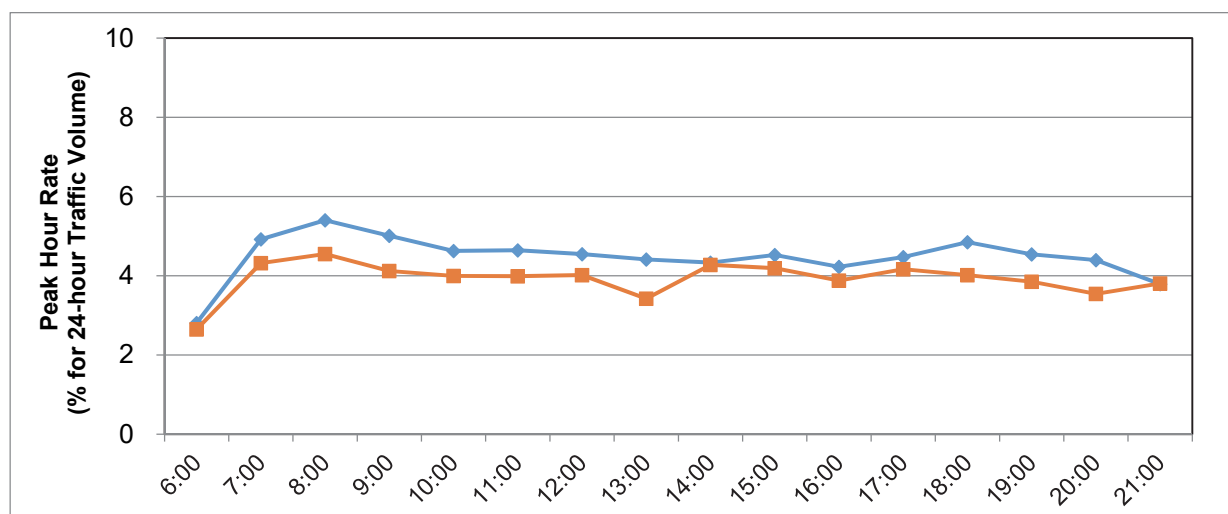
表 6.3 は 7 箇所の調査地点について、方向別、時間ごとの交通量分布を示している。両方向において、明確なピーク時間帯は現れていない。24 時間 /16 時間交通量比はダッカへ向かう方向において 1.4、ダッカを出る方向では 1.59 であった。これは、全日交通量のうち約 4 割・6 割が夜間(22 時から翌朝 6 時まで)であることを示している。

表 6.3 交通量の時間別分布

Time	To Dhaka		From Dhaka		Total	
	Volume (pcu ¹⁾)	Peak Hour Rate (%)	Volume (pcu ¹⁾)	Peak Hour Rate (%)	Volume (pcu ¹⁾)	Peak Hour Rate (%)
06:00	5,638	2.8	5,897	2.6	11,535	2.7
07:00	9,882	4.9	9,620	4.3	19,502	4.6
08:00	10,845	5.4	10,131	4.6	20,976	5.0
09:00	10,064	5.0	9,175	4.1	19,239	4.5
10:00	9,287	4.6	8,894	4.0	18,181	4.3
11:00	9,320	4.6	8,883	4.0	18,203	4.3
12:00	9,130	4.5	8,947	4.0	18,077	4.3
13:00	8,857	4.4	7,618	3.4	16,475	3.9
14:00	8,702	4.3	9,517	4.3	18,219	4.3
15:00	9,090	4.5	9,330	4.2	18,420	4.4
16:00	8,488	4.2	8,639	3.9	17,127	4.0
17:00	8,980	4.5	9,277	4.2	18,257	4.3
18:00	9,735	4.8	8,946	4.0	18,681	4.4
19:00	9,124	4.5	8,578	3.9	17,702	4.2
20:00	8,826	4.4	7,893	3.5	16,719	3.9
21:00	7,613	3.8	8,480	3.8	16,093	3.8
06:00–22:00	143,581	71.5	139,825	62.8	283,406	66.9
24/16 Rates	1.40		1.59		1.49	
Total	200,763	100	222,601	100	423,364	100

1) The PCU for each vehicle was based on the assumed value shown in Table 6.2.

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 6.2 交通量の時間別分布

6.5 乗車人員

乗車人員カウント調査をもとに取得した車種別の平均乗車人員について、表 6.4 と図 6.3 に示す。車両・タクシーによる平均乗車人員 (2.23 人/台) は、リキシャ (2.36 人/台) や CNG、バイクタクシー (2.60 人/台) より低い。大型バスには、連節バスや 2 階建バスが含まれているが、乗車人員は平均で 52.7 人であった。

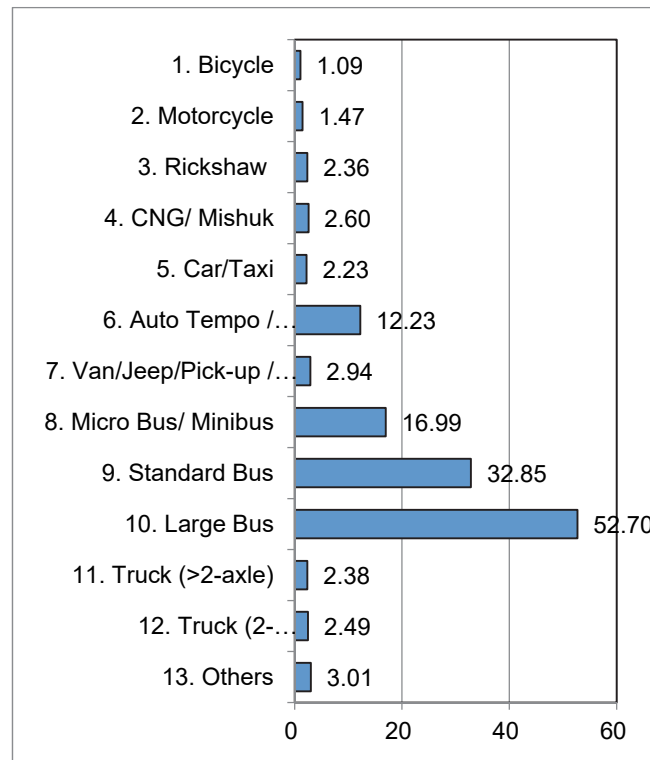
表 6.4 乗車人員カウント調査の結果 ¹⁾

Mode		Average Occupancy (Pax/ Veh)
1	Bicycle	1.09
2	Motorcycle	1.47
3	Rickshaw	2.36
4	CNG / Mishuk	2.60
5	Car/Taxi	2.23
6	Auto Tempo / Laguna / Maxi / School Van	12.23
7	Van/Jeep/Pick-up / Small Van	2.94
8 ²⁾	Micro Bus/ Minibus	16.99
9 ²⁾	Standard Bus	32.85
10 ²⁾	Large Bus	52.70
11	Truck (>2-axle)	2.38
12	Truck (2-axle) / Delivery Van	2.49
13	Others	3.01

1) Including driver.

2) The number of passengers was estimated based on observation and the capacity

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 6.3 乗車人員カウント調査の結果

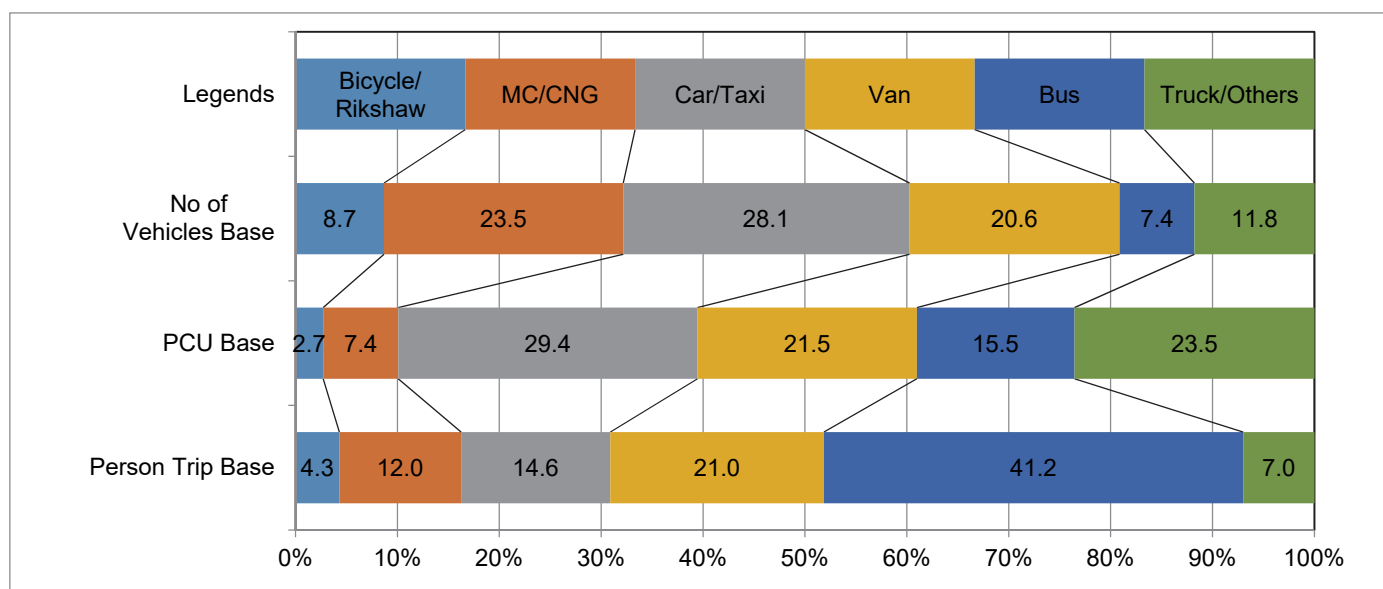
6.6 車種構成

車種別の交通量と構成比について表 6.5、図 6.4 に示す。クルマ/ タクシーのシェアが最も大きく (28.1%)、バイク/ CNG・バイクタクシー (23.5%) とバン (20.6%) がそれに続く。バスの交通量は、台数で見ると全体の 7.4% に過ぎないが、PCU に換算した交通量と比べると 15.5% になり、更にパーソントリップで換算すると全体の 41.2% に及ぶ。

表 6.5 車種別交通量と構成比(全調査地点・両方向)

Unit		Bicycle/ Rickshaw	MC/CNG	Car/Taxi	Van	Bus	Truck/ Others	Total
Traffic Volume	No. of Vehicles in 24 Hours (000)	38.4	103.9	124.3	91.2	32.6	52.1	442.5
	PCU in 24 hours ¹⁾ (000)	11.5	31.2	124.3	91.2	65.5	99.6	423.4
	No. of Person Trips in 24 Hours (000)	81.4	226.5	277.0	397.2	779.3	132.1	1,893.5
Composition	Share to Total Vehicles (%)	8.7	23.5	28.1	20.6	7.4	11.8	100
	Share to Total PCU ¹⁾ (%)	2.7	7.4	29.4	21.5	15.5	23.5	100
	Share to Total Person Trips (%)	4.3	12.0	14.6	21.0	41.2	7.0	100

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 6.4 車種別交通量と構成比(全調査地点・両方向)

1. Survey Form for Supervisors

Survey Form for Supervisor

Station Code	TA01	
Shift		
a. 06 - 14		
b. 14 - 22		
c. 22 - 06		
Date	dd / mm / 2016	
Supervisor Name		
Direction		
1. To Dhaka		
2. To Mawa		

List of Surveyors

Direction	Surveyor name	Mode													
		2	7	13	4	3	6	8	9	10	1	5	11	12	

Survey Form for Supervisor

[illegible]

2. Traffic Count Survey Form

Traffic Count Survey Form – Vehicle Count

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____

Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute
 Supervisor's Name: _____

Weather/Remarks: _____

2. Motorcycle	
	
7. Van/Jeep/Pick-up / Small Van/Micro Bus	
      	
13. Others	
     	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Count

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name:

Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute Supervisor's Name:

Weather/Remarks:

4. CNG/ Mishuk / Auto Tempo	
 	
3. Rickshaw	
	
6. Auto Tempo / Laguna / Maxi/ School Van	
 	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Count

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____

Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute Supervisor's Name: _____

Weather/Remarks: _____

8. Minibus	
 	
9. Standard Bus  	
10. Large Bus  	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Count

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____
 Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute
 Supervisor's Name: _____
 Weather/Remarks: _____

1. Bicycle 	
5. Car/Taxi  	
11. Truck (>2-axle)     	
12. Truck (2-axle)/Delivery Van   	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Occupancy

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____
 Date: 2016 Time: -- Supervisor's Name: _____
 Weather/Remarks: _____

4. CNG/ Mishuk / Auto Tempo 	
3. Rickshaw 	
6. Auto Tempo / Laguna / Maxi/ School Van 	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Occupancy

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____

Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute Supervisor's Name: _____

Weather/Remarks: _____

8. Minibus		a) No Passenger	b) 25 % of Seats	c) 50 % of Seats	d) 75 % of Seats
					
e) Fully Occupied		f) 100 % of Seats + 1-10 standings	g) 100 % of Seats + 11-20 standings	h) 100 % of Seats + More than 20 standings	
9. Standard Bus		a) No Passenger	b) 25 % of Seats	c) 50 % of Seats	d) 75 % of Seats
					
e) Fully Occupied		f) 100 % of Seats + 1-10 standings	g) 100 % of Seats + 11-20 standings	h) 100 % of Seats + More than 20 standings	
10. Large Bus		a) No Passenger	b) 25 % of Seats	c) 50 % of Seats	d) 75 % of Seats
					
e) Fully Occupied		f) 100 % of Seats + 1-10 standings	g) 100 % of Seats + 11-20 standings	h) 100 % of Seats + More than 20 standings	

Traffic Count Survey Form – Vehicle Occupancy

Station Code: Direction Code: 1 From Dhaka
 2 To Dhaka Surveyor's Name: _____
 Date: Day Month 2016 Time: Hour Minute -- Hour Minute
 Supervisor's Name: _____
 Weather/Remarks: _____

1. Bicycle 	
5. Car/Taxi  	
11. Truck (>2-axle)     	
12. Truck (2-axle)/Delivery Van   	