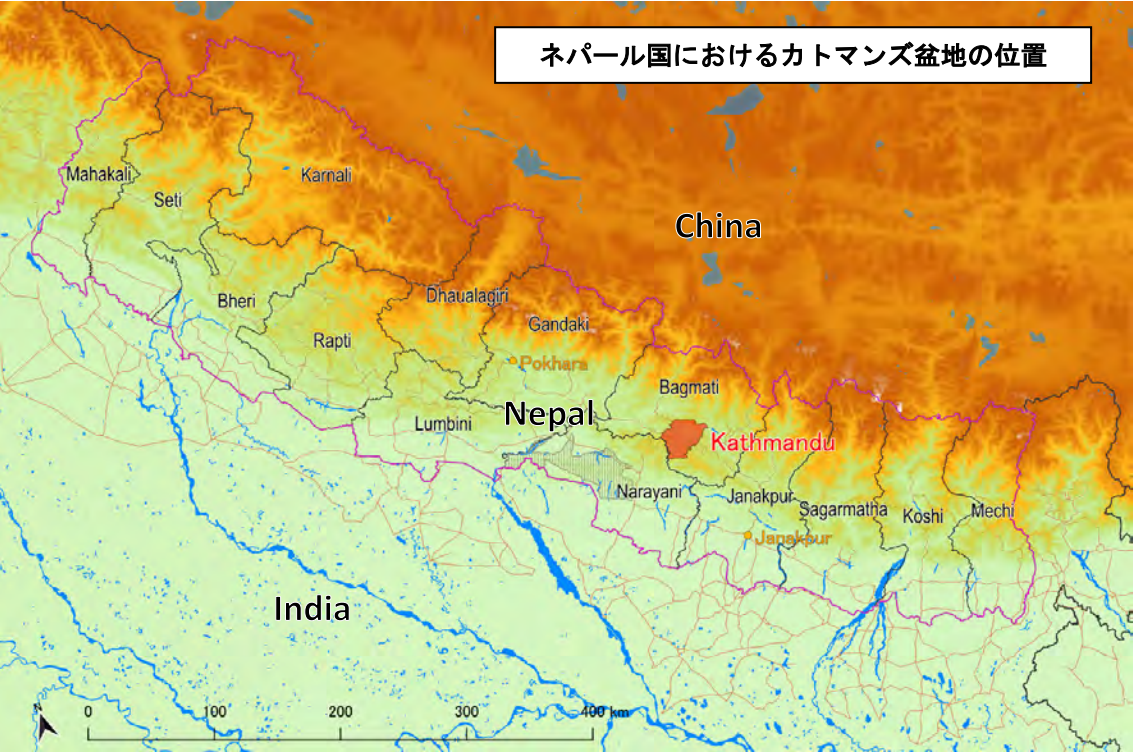
 **ネパール国**
カトマンズ盆地都市交通セクターに係る情報収集・確認調査
プロジェクト対象地域：カトマンズ盆地



目次

地 図

目 次

図リスト/表リスト

略語表

要 約

ページ

第1章 本調査の背景および目的

1.1 調査背景.....	1-1
1.2 業務の目的.....	1-2
1.3 調査対象地域.....	1-3
1.4 調査工程、業務実施体制、主要なイベント.....	1-4
1.4.1 調査工程.....	1-4
1.4.2 業務実施体制.....	1-5
1.4.3 主要なイベント.....	1-5
1.5 報告書の構成.....	1-6

第2章 既往計画・開発事業などのレビュー

2.1 はじめに.....	2-1
2.2 既往交通計画、実施中の大規模交通事業.....	2-1
2.2.1 既往交通計画、上位計画.....	2-1
2.2.2 セクターごとの開発プロジェクト.....	2-4
2.3 都市交通に関連する組織.....	2-27
2.3.1 公共部門.....	2-27
2.3.2 その他の交通セクター関連機関.....	2-29
2.3.3 民間セクター.....	2-32
2.3.4 Development Partners 開発パートナー.....	2-37
2.3.5 その他（国際機関、大学、市民団体）.....	2-38

第3章 開発課題と開発戦略

3.1 はじめに.....	3-1
3.2 カトマンズ盆地の都市交通セクターにおける開発課題.....	3-1
3.3 都市交通政策の方向性.....	3-6
3.4 マクロ的な交通需要分析とインフラ整備の検討方針.....	3-8
3.4.1 鉄道開発の必要性和道路ネットワーク脆弱性の指摘.....	3-9
3.4.2 立体交差の必要性.....	3-11
3.4.3 T-M 交差点における立体交差の必要性.....	3-13
3.4.4 まとめ.....	3-18

第4章 中期的な対策

4.1	はじめに	4-1
4.2	中期改善計画の提案	4-1
4.3	交差点改善計画	4-2
4.3.1	New Baneshwor 交差点の検討	4-2
4.3.2	Tripureswor - Thapathali Maitighar 交差点群 (T-M 交差点群) の検討	4-4
4.4	Koteshwor - Tinkune 交差点群の改良事業	4-15
4.4.1	はじめに	4-15
4.4.2	Koteshwor - Tinkune 交差点群の現状	4-15
4.4.3	交差点群改良方針の一次選定	4-16
4.4.4	道路/交差点の概略設計	4-20
4.4.5	構造概略設計	4-34
4.4.6	代替案の比較結果	4-40
4.5	適用可能な新技術	4-42
4.5.1	「ネ」国における建設技術の状況	4-42
4.5.2	最新技術の概要	4-44
4.6	環境社会配慮	4-49
4.6.1	交差点改良と環境社会配慮ガイドラインとの関連性	4-49
4.6.2	ネパールにおける土地所有と管理状況	4-50
4.6.3	道路設計基準、道路敷	4-52
4.6.4	用地取得	4-55
4.6.5	地下権、その他の規制の欠如	4-56
4.6.6	環境影響評価 (EIA) および住民移転計画 (RAP)	4-57
4.7	交通量分析・経済分析	4-59
4.7.1	立体交差事業の交通分析	4-59
4.7.2	予備的な経済分析	4-61
4.8	まとめ/ 今後の検討事項	4-71
4.8.1	Koteshwor - Tinkune 交差点群の改良事業	4-71
4.8.2	New Baneshwor 交差点改良	4-73
4.8.3	T-M 交差点群改良	4-73

第5章 短期的な対策

5.1	プロジェクト案1：都市道路設計規準と交差点改良に関する技術協力 プロジェクト	5-1
5.1.1	都市道路政策の課題と方向性	5-1
5.1.2	技術協力プロジェクト (案)	5-1
5.1.3	パイロットプロジェクトの実施	5-3
5.2	プロジェクト案2：電動三輪車による SDG ビジネス	5-11
5.2.1	背景	5-11
5.2.2	SDGs ビジネスの提案	5-12

5.3	プロジェクト案3：公共交通の料金徴収システムの改善	5-12
5.3.1	背景.....	5-12
5.3.2	事業展開（案）	5-13
5.4	プロジェクト案4：民間企業主導のサービスの活性化に対する行政支援	5-13
5.4.1	より良い公共交通サービスのためのバス事業者の会社組織化	5-14
5.4.2	ICT 関連事業	5-15
第6章	長期的な対策	
6.1	はじめに	6-1
6.2	都市鉄道の必要性	6-1
6.2.1	既存の都市鉄道計画	6-1
6.2.2	カトマンズ盆地東部の都市開発構想と鉄道の必要性	6-2
6.3	都市鉄道の整備原則	6-3
6.3.1	都市鉄道システムとは?	6-3
6.3.2	都市鉄道整備における重要事項	6-3
6.4	都市鉄道の整備概要	6-6
6.4.1	路線計画	6-6
6.4.2	基本路線の策定	6-6
6.4.3	バクタプール～Tinkune 交差点の詳細路線計画	6-8
6.4.4	Tinkune 交差点～市内中心部の詳細路線計画 (Appendix 9 参照)	6-12
6.4.5	各案の概算工事費	6-13
6.5	旅客数の将来予測	6-14
6.6	実施に向けての挑戦・課題	6-15
6.6.1	鉄道に係る法制度の整備	6-15
6.6.2	交通結節点の整備	6-15
6.6.3	営業中の空港滑走路下におけるシールド工法でのトンネル掘削	6-16
6.6.4	車両基地の有効活用	6-16
6.6.5	都市開発と鉄道整備の一体開発	6-17
6.6.6	地下空間の利用（都市内／空港滑走路直下）	6-18
6.6.7	鉄道システムの調達	6-19
6.6.8	地盤上のリスク	6-21
6.6.9	Tinkune 交差点改良プロジェクトとの整合性	6-21
6.7	円滑かつ効率的な実現に向けてのロードマップ	6-23
6.7.1	ロードマップ	6-23
6.7.2	ロードマップの効率的な実施について	6-25
第7章	結論と提言	
7.1	本調査における知見と提言	7-1
7.1.1	本調査における知見	7-1
7.1.2	中期的な支援：円借款事業による交差点改良	7-2

7.1.3	短期的な支援: 交通管理プロジェクトと民間主導による新技術導入支援	7-3
7.1.4	長期的な支援: 都市鉄道整備	7-4
7.1.5	提言	7-5
7.2	提言: カトマンズ盆地における質の高い都市交通の実現に向けて	7-5

Appendices

Appendix 1	Interim Working Group Meeting	A1-1
Appendix 2	Invitation Program to Japan	A2-1
Appendix 3	Dissemination Seminar	A3-1
Appendix 4	Traffic Volume Survey	A4-1
Appendix 5	Geological Survey	A5-1
Appendix 6	Intersection Analysis	A6-1
Appendix 7	Financial Capacity	A7-1
Appendix 8	Draft Project Design Matrix (PDM) for TA	A8-1
Appendix 9	Detailed Railway Route Plan	A9-1
Appendix 10	Review of Macroscopic Transport Demand Analysis Model	A10-1

図リスト

	ページ
図 1.1.1 JICA による技術・資金協力事業の候補プロジェクト	1-2
図 1.2.1 本業務の目的（短期／中期／長期）	1-3
図 1.3.1 調査対象地域.....	1-3
図 1.4.1 調査の工程	1-4
図 1.4.2 業務実施体制.....	1-5
図 2.2.1 望ましい多極分散型都市構造（JICA MP 提案）	2-2
図 2.2.2 将来の公共交通ネットワーク案.....	2-2
図 2.2.3 Metrorail 計画	2-5
図 2.2.4 提案された AGT 路線 – JICA MP	2-7
図 2.2.5 KSUTP-MTOPS 調査の MRT 事業評価.....	2-8
図 2.2.6 カトマンズ都市ケーブルカー事業路線案.....	2-9
図 2.2.7 提案された環状線 2 路線.....	2-11
図 2.2.8 提案されたリバー道路の軌道.....	2-12
図 2.2.9 T-M 交差点におけるフライオーバーのオプション.....	2-13
図 2.2.10 交差点におけるアンダーパス提案.....	2-13
図 2.2.11 Kalimati 交差点改良案.....	2-14
図 2.2.12 Durbar 交差点	2-14
図 2.2.13 提案された公共交通ネットワーク	2-15
図 2.2.14 高/中の交通需要に対する大量輸送交通回廊群の提案.....	2-15
図 2.2.15 提案された二次路線 / S5 路線	2-18
図 2.2.16 Digo 社 運営状況.....	2-19
図 2.2.17 LetzGo アプリの画面.....	2-20
図 2.2.18 IC カード決済システムのプロトタイプ.....	2-21
図 2.2.19 バス運行情報表示板のプロトタイプ.....	2-22
図 2.2.20 4 つの新都市開発地域.....	2-23
図 2.2.21 Araniko Highway 北部の新都市開発地域対象エリア	2-24
図 2.2.22 Araniko Highway 北部の土地利用計画図.....	2-25
図 2.2.23 Araniko Highway 南部の新開発地域.....	2-26
図 2.2.24 Araniko Highway 南部の都市開発ベースマップ	2-26
図 2.3.1 カトマンズ盆地における 18 自治体.....	2-32
図 3.2.1 都市交通事業に関する「事業規制」と「競争」の二次元図と各都市の ポジショニング.....	3-2
図 3.2.2 民間交通サービスの組織化、行政の輻輳.....	3-3
図 3.2.3 カトマンズにおける道路交通事故件数の推移.....	3-3
図 3.2.4 カトマンズ盆地における PM2.5 濃度（現地紙の報道）	3-4
図 3.2.5 カトマンズ盆地都市交通における行政体制の変化.....	3-5
図 3.4.1 道路改良後の道路ネットワーク配分結果（2030 年、鉄道無し）	3-9

図 3.4.2	鉄道整備後の道路ネットワーク配分結果（2030年、鉄道あり）	3-10
図 3.4.3	新都市開発と道路網の脆弱性	3-10
図 3.4.4	Koteshwor 交差点改良に関連する追加オプション	3-11
図 3.4.5	Koteshwor におけるバイパス道路整備代替案の比較	3-12
図 3.4.6	Chabahil 周辺での交通状況（2030年、東西鉄道あり）	3-13
図 3.4.7	2020年及び2030年予測交通量の増減比較	3-13
図 3.4.8	T-M 交差点周辺での道路網容量設定と街区規模	3-14
図 3.4.9	T-M 交差点周辺での主要道路リンクにおける経路配分結果	3-16
図 3.4.10	南北方面の橋梁：将来整備が進展しない場合の交通状況	3-17
図 3.4.11	分析結果と方針	3-18
図 3.4.12	対象コリドーへの対応の方針	3-18
図 4.3.1	2030年次の New Baneshwor 交差点における交通量（小型） （都市鉄道の整備ありの場合）	4-2
図 4.3.2	2030年次の New Baneshwor 交差点における交通量（大型） （都市鉄道の整備ありの場合）	4-3
図 4.3.3	Dasharath 競技場と Tribhuvan Shah 王の彫像	4-5
図 4.3.4	T-M 交差点群の 2030年次の交通流動（小型車）	4-6
図 4.3.5	T-M 交差点群の 2030年次の交通流動（大型車）	4-7
図 4.3.6	T-M 交差点群の 2030年次交通量と大型車混入率	4-8
図 4.3.7	2030年次 T-M 交差点周辺の卓越交通量と OD 表	4-9
図 4.3.8	Maitighar（北）（南）交差点改築のイメージ	4-12
図 4.3.9	Thapathali 交差点改築のイメージ	4-13
図 4.3.10	Tripureshwor 交差点改築のイメージ	4-14
図 4.4.1	Koteshwor 交差点での現況写真	4-15
図 4.4.2	2030年次（東西線鉄道および BRT 未導入）における交通需要予測の結果	4-16
図 4.4.3	2030年次（東西線鉄道および BRT 導入）における交通需要予測の結果	4-17
図 4.4.4	2030年次（東西線鉄道および BRT 導入）の交通需要予測結果に基づく交差点 および接続路検討結果	4-18
図 4.4.5	案 2 を適用した際の Tinkune 交差点の平面図	4-19
図 4.4.6	ICAO 規定による制限表面の規定	4-23
図 4.4.7	制限表面の平面図	4-23
図 4.4.8	2030年次の交通流図	4-25
図 4.4.9	各代替案における 2030年次の交通流	4-26
図 4.4.10	Koteshwor 交差点改良の平面図（代替案 4-1）	4-28
図 4.4.11	Koteshwor 交差点改良の平面図（代替案 4-2）	4-28
図 4.4.12	Koteshwor 交差点改良の平面図（代替案 5）	4-29
図 4.4.13	Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 4-1）	4-29
図 4.4.14	Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 4-2）	4-30
図 4.4.15	Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 5）	4-30
図 4.4.16	Tinkune 交差点北側における用地取得範囲図	4-31

図 4.4.17	Jadibuti 交差点近傍における用地取得範囲図	4-32
図 4.4.18	小型車の 2030 年次の交通流図	4-32
図 4.4.19	大型車の 2030 年次の交通流図	4-33
図 4.4.20	Jadibuti 交差点改良平面図	4-34
図 4.4.21	フライオーバー構造標準断面図	4-34
図 4.4.22	フーチング施工時における基礎および切り回し道路標準横断面図	4-35
図 4.4.23	ボックスカルバート構造の標準断面図	4-35
図 4.4.24	開削工法適用時のボックスカルバート標準横断面図	4-36
図 4.4.25	開削工法に覆工板を適用した際の標準横断面図	4-37
図 4.5.1	カトマンズ市内で近年建設された橋梁	4-42
図 4.5.2	カトマンズ市内での場所打ち杭施工の写真	4-43
図 4.5.3	合成床版の概念図	4-46
図 4.5.4	回転鋼管杭の打設概念図	4-46
図 4.5.5	回転鋼管杭の写真	4-46
図 4.5.6	PC ウェルの概念図および現場写真	4-47
図 4.5.7	鋼管ソケット接合の概念図および現場写真	4-48
図 4.5.8	仮設橋写真	4-48
図 4.5.9	函体推進けん引工法概念図	4-49
図 4.5.10	エレメント推進けん引工法の概念図	4-49
図 4.6.1	1960 年代の地籍調査を元にした 古い地籍図 (Old maps)	4-51
図 4.6.2	1988/89 年の地籍調査を元にした 新地籍図 (New maps)	4-51
図 4.6.3	Construction Bylaws の表紙	4-53
図 4.6.4	Koteshwor 交差点における地籍図と高架橋整備時の影響範囲	4-54
図 4.6.5	Koteshwor 交差点での ROW 詳細	4-54
図 4.6.6	Tinkune 交差点での ROW 詳細	4-55
図 4.6.7	ネパールにおける EIA 承認プロセス (フロー及び必要期間想定)	4-58
図 4.7.1	立体交差事業実施による交通量増減 (2030 年) -左: 代替案 4、右: 代替案 5	4-60
図 4.7.2	便益計算のための 9 種類の分析と総走行時間の関係	4-62
図 4.7.3	毎年の経済便益	4-65
図 4.7.4	便益計算のための追加分析	4-68
図 4.7.5	毎年の経済便益 (含む追加分析、鉄道あり)	4-70
図 5.1.1	Working Group メンバーによる New Baneshwor、Maitighar、Babar Mahal での 現地調査	5-6
図 5.1.2	Maitighar 交差点における路面標示 (案)	5-7
図 5.1.3	Babar Mahal 交差点における路面標示 (案)	5-8
図 5.1.4	New Baneshwor 交差点における路面標示 (案)	5-9
図 5.2.1	SAFA Tempo が関係する SDG 目標群	5-11
図 6.2.1	都市交通システムの検討状況	6-2
図 6.4.1	路線計画 (案)	6-7
図 6.4.2	鉄道トンネルと道路トンネルの配置 (案)	6-8

図 6.4.3	マノハラ川沿いの鉄道構造物の設置事例（河道改善が行われていない場合）	6-9
図 6.4.4	マノハラ川沿いの鉄道構造物の設置事例（河道改善が行われた場合）	6-9
図 6.4.5	空港付近における縦断図（北側ルート）	6-10
図 6.4.6	KVDA による都市開発と北側ルートの関係	6-12
図 6.4.7	滑走路迂回ルート（案）	6-12
図 6.6.1	鉄道駅やバスなどからなる交通結節点の整備（案）	6-15
図 6.6.2	トンネル施工時（1997 年）の羽田空港	6-16
図 6.6.3	喜多見車両基地（小田急電鉄）の事例	6-17
図 6.6.4	流山おおたかの森駅（つくばエクスプレス）の開発事例	6-17
図 6.6.5	つくばエクスプレス利用客の推移	6-18
図 6.6.6	区分地上権設定範囲	6-19
図 6.6.7	カトマンズにおける 40ft コンテナ輸送	6-20
図 6.6.8	車両運搬トレーラー	6-20
図 6.7.1	円滑かつ効率的な実現に向けたロードマップ	6-24
図 6.7.2	JICA の案件形成フローとブカレストメトロ案件形成・実施のタイムライン	6-25

表リスト

	ページ
表 2.2.1 鉄道開発計画.....	2-5
表 2.2.2 Metrorail 計画 5 路線詳細	2-6
表 2.2.3 提案された AGT 路線- JICAMP	2-7
表 2.2.4 外環状道路の整備概要.....	2-10
表 2.2.5 公共交通路線とバス車両の数.....	2-16
表 2.2.6 Araniko Highway 北部での新たな都市開発のタイムライン	2-24
表 2.3.1 SAFA Tempo の全体像.....	2-35
表 3.3.1 カトマンズ盆地における既往の都市交通施策、交通管理施策の状況.....	3-7
表 3.4.1 バイパス道路整備代替案の比較.....	3-12
表 4.2.1 渋滞する交差点の改善方針.....	4-1
表 4.3.1 New Baneshwor 交差点における信号交差点解析の結果（2030 年次）	4-4
表 4.3.2 T-M 信号交差点群の解析結果（2030 年次）	4-11
表 4.3.3 Maitighar（北）（南）交差点の車線配置計画.....	4-13
表 4.3.4 Thapathali 交差点の車線配置計画.....	4-14
表 4.3.5 Tripureshwor 交差点の車線配置計画.....	4-15
表 4.4.1 Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点の交差点解析の結果（2030 年次）	4-16
表 4.4.2 立体化構造の一次検討.....	4-20
表 4.4.3 道路種別	4-20
表 4.4.4 道路区分	4-21
表 4.4.5 道路規格	4-21
表 4.4.6 設計速度	4-21
表 4.4.7 最小曲線半径.....	4-22
表 4.4.8 最急勾配	4-22
表 4.4.9 車線幅	4-22
表 4.4.10 制限表面の高さおよびクリアランス.....	4-24
表 4.4.11 Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点における信号交差点解析の結果 （2030 年次）	4-27
表 4.4.12 J adibuti 交差点における信号交差点解析の結果（2030 年次）	4-33
表 4.4.13 代替案 4-1 および 5 アンダーパス構造の工事工程表（案）	4-38
表 4.4.14 代替案 4-2 フライオーバー構造の工事工程表（案）	4-38
表 4.4.15 代替案 4-1（アンダーパス）の概算工事費	4-39
表 4.4.16 代替案 4-2（フライオーバー）の概算工事費	4-39
表 4.4.17 代替案 5（アンダーパス）の概算工事費.....	4-40
表 4.4.18 代替案の比較表.....	4-41
表 4.5.1 適用可能な最新技術の一覧.....	4-45
表 4.6.1 環境及び社会的影響に関するネパールの国内法およびその他の規制.....	4-50
表 4.6.2 NRS における道路分類、ROW（都市部以外の道路に適用）.....	4-52

表 4.6.3	Construction Bylaws における道路分類と ROW (都市部に適用)	4-52
表 4.6.4	用地補償費の決定委員会の構成	4-55
表 4.6.5	カトマンズ盆地内の河川における、セットバック離隔距離	4-57
表 4.7.1	立体交差事業における新設道路、改良道路部分の道路容量、速度設定	4-59
表 4.7.2	便益計算のための 9 種類の分析	4-61
表 4.7.3	評価期間	4-62
表 4.7.4	経済分析で想定した事業費	4-63
表 4.7.5	経済分析で想定した維持管理費	4-63
表 4.7.6	車種別時間価値原単位 (2018 年単位)	4-64
表 4.7.7	車種別速度別 走行経費原単位 (2018 年)	4-65
表 4.7.8	便益計算のための追加分析	4-68
表 4.7.9	Manohara と Bouda 道路の道路容量と走行速度の設定	4-69
表 4.7.10	経済分析で想定した事業費 (含む追加分析)	4-69
表 4.7.11	追加分析の経済的内部収益率 (EIRR) (鉄道あり)	4-70
表 4.7.12	Manohara 道路と Bouda 道路の改良を含む代替案 4-2 の感度分析 (鉄道あり)	4-70
表 4.7.13	追加分析の経済的内部収益率 (EIRR) (鉄道なし)	4-71
表 4.8.1	交差点改良構造案に対するメリットデメリット一覧	4-72
表 5.1.1	提案する技術協力プロジェクト (要約)	5-2
表 5.1.2	Maitighar 交差点におけるパイロットプロジェクトのコンセプト	5-4
表 5.1.3	New Baneshwor 交差点におけるパイロットプロジェクトのコンセプト	5-5
表 5.1.4	役割および責任に関する分担表	5-10
表 5.1.5	実施スケジュール (案)	5-10
表 5.4.1	バス再編・会社化パイロット事業の費用概算	5-14
表 6.3.1	構造物設置に必要なスペースの例 (数値は参考程度)	6-5
表 6.3.2	AGT 及び MRT システムの特徴	6-6
表 6.4.1	北側ルートと Araniko Highway 上のルートの比較	6-11
表 6.4.2	各案の概算直接工事費 (参考レベル)	6-13
表 6.5.1	路線代替案の比較	6-14
表 6.5.2	路線代替案の旅客数 (2030 年、日旅客数)	6-14
表 6.6.1	鉄道線形検討時の各種の前提条件	6-22
表 6.7.1	JICA が実施中の都市鉄道案件 (2017 年 6 月現在)	6-26

略語表

Abbreviation	Name
A/G	At Grade
AC	Alternating Current
ACEM	Advanced College of Engineering and Management
ADB	Asian Development Bank
ADT	Average Daily Traffic
AGT	Automated Guideway Transit
Alt	Alternative
AP	Airport
B.P	Beginning Point
B-B	Private Business to Private Business
BOOT	Build Own Operate and Transfer
BP	Bypass
BRT	Bus Rapid Transit
C/P	Counterpart
CAAN	Civil Aviation Authority of Nepal
CAD	Computer-Aided Design
CBD	Central Business District
CDC	Compensation Determination Committee
CO ₂	Carbon Dioxide
CPI	Consumer Price Index
D	Diameter
DBST	Double Bituminous Surface Treatment
DC	Direct Current
DD	Detail Design
DDC	District Development Committee
DFR	Draft Final Report
DG	Director General
DOLIDAR	Department of Local Infrastructure Development and Agricultural Roads
DOLRM	Department of Land Reform and Management
DOR	Department of Roads
DORW	Department of Railways
DOTM	Department of Transport Management
DPR	Detailed Project Report
DUDBC	Department of Urban Development and Building Construction
DWSS	Department of Water Supply and Sewerage
E	East

Abbreviation	Name
E&M	Electrical and Mechanical
e.g.	exempli gratia
EB	East Bound
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EL	Elevation
EOI	Expression of Interest
etc.	et cetera
EV	Electric Vehicle
E-W	East-West
F.R.M.O	Federal Road Monitoring Organization
FCAN	Federation of Contractors' Associations of Nepal
FNNTE	Federation of Nepalese National Transport Entrepreneurs
FR	Final Report
FS	Feasibility Study
ft	feet
FUG	Forest User Groups
FY	Fiscal Year
G/S	Grade Separation
GDP	Gross Domestic Product
GEF	Global Environment Facility
GESU	Geo-Environment and Social Unit
GFS	Government Finance Statistics
GGGI	Global Green Growth Institute
GHG	Greenhouse Gas
GL	Ground Level
GPS	Global Positioning System
GTFS	General Transit Feed Specification
h	hour
HCM	Highway Capacity Manual
HCMC	Ho Chi Minh City
HEP	High Speed Element Pull
HP	Home Page
HQ	Head Quarters
HR	Human Resources
Hwy	Highway
i.e.	id est

Abbreviation	Name
I/S	Intersection
IBN	Investment Board Nepal
IC	Integrated Circuit
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICR	Inception Report
ICT	Information and Communication Technology
ID	Identity Document
IEE	Initial Environmental Examination
IMF	International Monetary Fund
IOE	Institute of Engineering
IOT	Internet of Things
IRR	Internal Rate of Return
IT	Information Technology
ITS	Intelligent Transport Systems
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JES	Jointed Element Structure
JICA	Japan International Cooperation Agency
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers
JST	JICA Study Team
JSTE	Japan Society of Traffic Engineers
JV	Joint Venture
km	kilometer
KMC	Kathmandu Metropolitan City
KMC-CIMEX	Kathmandu Metropolitan City - Cimex Inc Pvt Ltd
KMC-CRCC	Kathmandu Metropolitan City - China Railway 25th Bureau Group Co., Ltd
KMPD	Kathmandu Metropolitan Police Division
kN	kilo newton
KSUTP	Kathmandu Sustainable Urban Transport Project
KSUTP-MTOPS	Kathmandu Sustainable Urban Transport Project Mass Transit Options and Prioritization Study
K-T	Koteshwor - Tinkune
KTM	Kathmandu
KUTMP	Kathmandu Valley Urban Transport Master Plan
KV	Kathmandu Valley
KVDA	Kathmandu Valley Development Authority
L	Length
LAP	Lumbini International Airport Project

Abbreviation	Name
LDC	Least Developed Country
LIC-DSF	Debt Sustainability Analysis Framework for Low Income Countries
LOS	Level of Service
LRN	Local Road Network
LRT	Light Rail Transit
m	meter
MaaS	Mobility as a Service
min	minimum
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
MOCTCA	Ministry of Culture, Tourism and Civil Aviation
MOF	Ministry of Finance
MOFALD	Ministry of Federal Affairs and Local Development
MOFE	Ministry of Forests and Environment
MOHA	Ministry of Home Affairs
MOLMCPA	Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation
MOPIT	Ministry of Physical Infrastructure and Transport
MOU	Memorandum Of Understanding
MOUD	Ministry of Urban Development
MOWS	Ministry of Water Supply
MP	Master Plan
MRT	Mass Rapid Transit
MTOPS	Mass Transit Options and Prioritization Study
MTP	Metropolitan Traffic Police
MTPO	Metropolitan Traffic Police Office
Mun	Municipalities
N	North
N/A	Not Applicable
NATM	New Austrian Tunnel Method
NB	North Bound
NDC	Nationally Determined Contribution
NFC	Near Field Communication
NH	National Highway
NLC	Nepal Law Commission
NMT	Non-Motorized Transport
NMTEA	Nepal Meter Taxi Entrepreneurs' Association
NP	Nepal Police
NPC	National Planning Commission

Abbreviation	Name
NPR	Nepalese Rupee
NRS	Nepal Road Standards
N-S	North-South
NTMS	National Transport Management Strategy
O&M	Operation and Maintenance
OCCG	Oriental Consultants Global Co., Ltd.
OD	Origin-Destination
ODA	Official Development Assistance
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund
Opt	Option
pax	Passenger
PC	Prestressed Concrete
PCU	Passenger Car Unit
PDM	Project Design Matrix
PFI	Private Finance Initiative
PPHPD	Passengers Per Hour Per Direction
PPP	Public Private Partnership
PU	Pokhara University
Q'ty	Quantity
QR	Quick Response
R	Radius
R&D	Research & Development
RAP	Resettlement Action Plan
RBN	Roads Board Nepal
RC	Reinforced Concrete
RD	Regional Division
Rd	Road
RFT	Revolving Fund for Transport
ROW	Right of Way
RR	Ring Road
Rur. Mun.	Rural Municipalities
S	South
SB	South Bound
SCAEF	Society of Consulting and Architectural & Engineering Firms
SD	Scoping Document
SDGs	Sustainable Development Goals
SDMP	Strategic Development Master Plan

Abbreviation	Name
sec.	Seconds
SME	Small and Medium-sized Enterprise
sq	Square
SRN	Strategic Road Network
St	Station
STEP	Special Terms for Economic Partnership
STRADA	System for Traffic Demand Analysis
SV	Senior Volunteer
T	Heavy Vehicle Ratio
TA	Technical Assistance
TAZ	Traffic Analysis Zone
TBM	Tunnel Boring Machine
TDF	Town Development Fund
TL	Team Leader
T-M	Tripureswor – Maitighar
TOD	Transit Oriented Development
TOR	Terms of Reference
TRB	Transportation Research Board
TTC	Travel Time Cost
TU	Tribhuvan University
UK	United Kingdom
US	United States
USA	United States of America
USD	United States Dollar
UTMG	Urban Traffic Management Guidelines
UTMP	Urban Traffic Management Plan
V	Volt
V/C	Volume/Capacity
VCR	Volume/Capacity Ratio
VDC	Village Development Committee
veh.	vehicle
VOC	Vehicle Operating Costs
Vs	Design Speed
w	width
W	West
WB	West Bound
WG	Working Group

要 約

1.	調査国：ネパール連邦民主共和国
2.	調査名：カトマンズ盆地都市交通セクターに係る情報収集・確認調査【有償勘定技術支援】
3.	実施機関：インフラ交通省（MOPIT）
4.	<p>調査背景および目的</p> <p>カトマンズ盆地では、急激な人口増加にともなう交通混雑が深刻な問題となっており、道路ネットワークが発展しつつある状況において、渋滞緩和と持続可能な発展のため、効率的・効果的な対策が求められている。</p> <p>独立行政法人国際協力機構（以下、JICA）は、1993年に「カトマンズ道路開発計画調査」（以下、1993年道路整備計画）を、2017年に「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」（以下、JICA MP）を実施した。JICA MPは、目標年次を2020年・2025年・2030年に設定し、短期/中期/長期の包括的な計画を含んでいる。</p> <p>JICA MPに続き、JICAは2019年1月より、カトマンズ盆地都市交通セクターにおける技術・資金協力支援プログラムを策定するため、「カトマンズ盆地都市交通セクターに係る情報収集・確認調査」（以下、本調査）を開始した。本調査は、今後JICAによる支援対象となりうる短期/中期/長期の事業について、情報収集することを目的としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 短期：技術支援、中小企業支援、無償資金協力事業などによる交通管理 ● 中期：円借款事業による早期のフライオーバー/アンダーパスの整備 ● 長期：フライオーバー/アンダーパスと調和する都市鉄道の整備
5.	<p>調査内容・項目</p> <p>上記の目的を達成するため、本調査では、以下の項目を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 第1次現地渡航（1月17日～2月19日）では、さまざまな関係者への聞き取り調査を通じて、都市交通セクターの現況と課題に関する情報を収集した。 ● 中間ワーキンググループ会議（2月11日）を開催し、これまでに把握したことや、現況の課題、また、短期・中期・長期の解決策の暫定的案を共有し議論した。 ● MOPITと財務省の政府高官を我が国に招へいし、本邦技術の紹介を交えつつ、様々な都市交通関連施設・サービスを見学・体験していただいた。 ● 本邦招へい中、カトマンズ盆地都市交通セクター支援への適用可能性のある技術を有する本邦企業とのネットワーキングセミナーを開催した。 ● 短期/中期/長期の解決策に向けた提案を準備した。 ● 交通調査や地質調査など、将来の技術的検討に必要な調査を実施した。
6.	<p>本調査における知見と提言</p> <p>(1) 本調査における知見</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現在の組織改革の中で、都市交通計画の検討・実施に向けた効率的かつ効果的な行政体制を確立させるため、包括的な意思決定プロセスが確立されることが期待される。また、カトマンズ盆地公共交通庁が、公共交通サービスの監督・指導において重要な役割を果たしていくことが期待される。 ● 都市交通セクターにおいて、政府の補助金に頼ることなく、民間企業主導で先進的なICTソリューションの開発と導入に関する挑戦が見られている。このような「サービス品質規定に基づく免許制度を備えた自由な公共交通市場」などによる民間企業の主導の取り組みは、政府によって適切に支援され、継続されていくべきである。官民の協力によって、MaaS（移動のサービス化）などのデジタルプラットフォームが、新たな都市交通サービスの発展を促し、都市交通サービス全体の質を高めることが期待される。 ● 2018年夏に供用した環状道路（南側区間）の拡幅は、対象地域の道路交通に大きなインパクトをもたらした。一方で、環状道路によって市内の主要交差点への流入は減少したものの、交通事故と大気汚染はいまだに深刻な状況である。現在建設中の河川道路および関連する橋梁の供用により、環状道路内の道路ネットワークは改善する見通しだが、引き続き高い自動車による交通への依存が継続することが予想される。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 大量輸送公共交通システムの導入に関して、いくつかの計画、調査および提案があるが、現時点ではフィージビリティスタディーが開始されるに留まり、資金調達の見通しも立っていない。 ● 環状道路の外側での都市開発にともない、特にカトマンズ盆地東部において交通量の増加が予想される。カトマンズ盆地東部に国際空港が立地していることや、道路ネットワークが不十分であることから、Koteshwor 交差点において、近い将来、深刻な交通混雑が発生する恐れがある。 ● JICA MP で作成され、その後 ADB の KSUTP-MTOPS において改良された、マクロ交通需要分析 (JICA-STRADA) の結果に基づき、以下の対策を提言する。 <ul style="list-style-type: none"> - 長期計画：増加する東西方向の交通需要に対応するため、2030 年を目標に軌道系公共交通システムの導入が不可欠である。 - 中期計画：軌道系交通システムが導入された場合でも、Koteshwor 交差点は、環状道路と国土幹線道路の重複区間の分離などの改良が別途必要である。このような交差点改良は、建設に時間がかかるため、可能な限り早期に着手することが求められる。この交差点の改良に関連し、河川沿いバイパス道路の新設の検討も必要となる。 - 短期計画：環状道路の整備により、通過交通は市中心部に入らず迂回することが可能となることに加え、環状道路から市中心部への流入経路が分散・増加したが、これに伴い、交差点における交通管理の重要性がより高まっている。交通管理の改善は、すぐに着手できる対策である。また、ボトルネックとなるバグマティ川の渡河橋など、環状道路内の道路容量の拡大も重要である。 <p>(2) 中期的な対策：円借款事業による交差点改良</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 交通需要と道路ネットワーク改善計画とをマクロに分析した結果、Koteshwor 交差点と Tinkune 交差点は、軌道系交通システムが導入された場合においても、交通需要が当該交差点の交通処理能力を超過し、深刻な交通渋滞が発生することが予想される。これは、国道 (Araniko Highway と国道 2 号線) と環状道路が、当該交差点間で重複となっていることが原因である。また、Koteshwor 交差点は、右左折交通量が多く、これも交通渋滞の要因となっている。 ● Koteshwor 交差点の改良だけでは、重複区間によって引き起こされる問題を解決することはできないことから、Koteshwor 交差点から Tinkune 交差点までの重複区間 (約 500m) を一体として立体交差する必要がある。 ● 本調査では、地形条件、高さ方向のクリアランス、および、予測交通量を考慮して、立体交差の代替案を検討した。その結果、以下に示す代替案を提案する。 <ul style="list-style-type: none"> - 代替案 4-1：環状道路 (南北間) をアンダーパスで通過させる - 代替案 4-2：環状道路 (南北間) をフライオーバー (高架橋) で通過させる - 代替案 5：Araniko Highway 側から、国道 2 号線 (都心方向) と環状道路 (北側) への 2 方向に分かれたアンダーパスでつなぐ ● 調査団は、上記の代替案について予備設計を行い、それぞれの代替案に対する、長所や短所を明らかにした。 ● 当該区間は既に混雑しており、建設スペースの確保が難しいことから、今後、代替案の検討・選定を進めるにあたり、建設費や建設期間などに加えて、総合的に比較検討を進める必要がある。検討すべき項目としては、以下が挙げられる。 <ul style="list-style-type: none"> - 工事中の通行止め/制限による影響 (影響を受ける車両や歩行者の数など) - 必要な用地取得面積/コスト - 地上レベルでの歩行者、バス、BRT などの動線・アクセス - 将来の都市鉄道システムの構造物、およびマルチモーダルハブ (バスターミナルと都市鉄道駅の複合施設) との空間的な調整 - 地震・洪水リスク - 維持管理費、更新費用
--	---

<ul style="list-style-type: none"> - 当該区間で導入する新しい建設技術の他区間での適用可能性 - 都市景観、周辺構造物への影響 <ul style="list-style-type: none"> ● マノハラ川沿いの道路は、Koteshwor 交差点の渋滞緩和のために非常に有効だと考えられる。この道路は、Araniko Highway と環状道路（南側区間）を行き来する交通量を分散させる機能がある。マノハラ川バイパスは、上記の解決策とともに、Araniko Highway や環状道路とスムーズな接続を実現し、十分な容量を確保して整備されることが望まれる。 ● 現時点の経済分析では、この交差点改良案による十分な効果は確認できていない。新しいアプローチにより、交通流の改善効果を適切に推計することが必要となる。具体的には、ミクロシミュレーションの実施、人口予測の見直し、マノハラ川バイパスの開通との相乗効果などの検討により、経済分析結果が改善する可能性がある。 ● Maitighar, Thapathali, Tripureswor, New Baneshwor の交差点における混雑については、ネパールの都市部の道路幅員が他国と同等程度（2.8～3.25m）になれば、信号制御によって制御可能という分析結果を得た。この結果に基づき、調査団は、これらの交差点において、現行のラウンドアバウトから信号制御に変更することを提案した。 ● 環状道路では、50m 以上の ROW が確保されているはずが、法的文書のレビューにより、ROW が一部区間で減らされていることが判明した。代替案 4-2（環状道路沿いフライオーバー案）の場合、Koteshwor 交差点では用地取得が必要となる可能性が高い。 ● ネパールの法律に基づき、提案された道路改善プロジェクトの全てに対して環境影響評価（EIA）が必要となる。また、住民移転の規模によっては、住民移転計画（RAP）も必要となる可能性がある。EIA は、スコーピングに約 2.5 か月、調査/承認に 3.5 ヶ月程度を要すると考えられる。 <p>(3) 短期的な支援: 交通管理プロジェクトと民間主導によるサービス提供の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 都市交通の抱える問題把握のために、収集したデータに基づき、カトマンズ都市交通改善のための、技術協力、中小企業・SDGs ビジネス支援事業、無償資金協力など、JICA 支援スキームの活用可能性があるプロジェクトを検討した。 ● 技術協力（TA）スキームに対しては、交通管理・制御の向上が候補として挙げられた。これには、以下の成果目標・活動が含まれる。 <ul style="list-style-type: none"> - エンジニアリング：交差点の設計容量の改善（設計ガイドライン（例：都市部における車線幅、バイクの先出し停車帯、車線およびバス停の配置、交差点形状の改良）、交通信号制御、および、交通管理・制御のための安全施設・機器） - 教育：交通マナーを守るなど、安全な自動車運転・横断歩道横断のための安全意識の向上 - 実施・取り締まり：バス停の運用などを含む運転規則の順守、駐車に関する政策、交通混雑状況・交通規制などの発信 ● 技術協力（TA）には、ネパール政府職員とともに実施する経験豊富な専門家の派遣とともに、パイロット・プロジェクトの実施予算、および、本邦ないしは第3国におけるネパール政府職員の能力強化プログラムが含まれる。パイロット・プロジェクトの結果、本施策が効果的であり、より広範囲での実施が望ましいと評価された場合においては、無償資金協力に関する議論もあり得る。 ● 中小企業・SDGs ビジネス支援事業スキームに関しては、EV 近代化プログラムのもと、EV-tempo や EV バスの導入が候補として挙げられる。このプログラムは、当該分野での実務経験のある本邦企業と共同して、適切な運用管理システムを備えた効率的なバッテリーおよび充電システムを開発することが考えられる。また、IC カードによる運賃収受の近代化については、民間企業が現地政府機関に承認されれば、JICA 支援事業の候補の一つになる可能性もある。 <p>(4) 長期的な支援: 都市鉄道システムの整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ● カトマンズ盆地における都市鉄道システムの整備に関する既往の提案・計画をふまえ、東部地域で想定されている都市開発を支えるような複数の路線案を提案した。 ● 都市鉄道システムの導入に関する、整備の基本的な原則を提案した。
--

	<ul style="list-style-type: none"> - 都市鉄道システム（電化）は、高速であること、快適な乗り心地であること、十分な輸送力を有すること、フィーダー公共交通サービスと良好な接続を実現すること。 - 都市鉄道システムは、関連する多くの雇用および様々な業態のサービス産業を創出する可能性を有する。 • 上記の整備原則を満たすためには、技術的に重要なものとして、デポ用地（検修施設および留置線、6～7ヘクタール以上）の確保と、適切なサイズの車両（車両幅: 2.8～3.0m、車両長: 18～20m）を選択することが重要となる。 • 現地調査および都市開発計画にもとづき、市内中心部からバクタプールに至るルートとして、2ルート: (1) 北ルート (14.7km)、(2) Araniko Highway ルート (14.3km) を提案した。北ルートの場合、KVDA が実施中の都市開発計画に都市鉄道整備を組み込むことが推奨される。また、マノハラ川に沿ったルートとなっているため、マノハラ川に治水対策を実施した上で河川周辺の土地の利活用を進める契機となる。 • ネパール政府の財政状況については、堅調な GDP 成長率 7.9% (2017 年) を記録し、2003 年には GDP の 60% であった政府の債務残高が GDP の 26.4% (2017 年) にまでに減少するなど、債務リスクは低い状態を維持していると言える。現在、鉄道部門は依然として運輸部門の予算のごく一部を占めるに留まっているが、近隣諸国における都市鉄道部門へ ODA 援助の時期をみると、ネパールにおける一人あたりの GDP は、他の周辺諸国が都市鉄道に対して ODA 援助を受けた最初の年の一人あたりの GDP を上回っており、都市鉄道整備の時機を迎えていると言える (バングラデシュ: 541 米ドル (2007 年)、ネパール: 849 米ドル (2018 年))。 • 鉄道整備を円滑に実現するためには、下記のような取り組みが必要である。 <ul style="list-style-type: none"> - 都市鉄道整備と都市開発に向けた相互協力や調整が可能となる組織的取り組み (例: MOPIT-DORW (鉄道局)、DOR (道路局)、および KVDA)。 - 公共交通利用者の利便性向上のため、乗換拠点の整備 (Tinkune 地域を想定)。 - 最短ルートでの整備が必要な場合は、空港滑走路の直下に、トンネル・ボーリング・マシン (TBM) の適用が求められる。日本では、運用中の羽田空港滑走路の地下に、TBM による軌道敷設が適用された実績がある。 - 私用地/建物下の地下空間の土地所有権について検討の上、活用する必要がある。 - ネパール国境からカトマンズまで、鉄道システムに必要な資機材の搬入ルートを確保する必要がある (20m 程度の長さの車両、25m となるレールなど)。 • 円滑な都市鉄道システムの実現のため、必要な工程・時間枠を考慮した「ロードマップ」を策定することが望ましい。 • 現在、ネパールには地下空間の所有権に関する規制が存在しない。実施中の Nagdhunga トンネル建設事業に続いて、トンネル工事に関連する適切な法的ガイドライン整備を提案するコンセプトノート案が政府に提出されたものの、2019 年 3 月現在、特に動きは見られていない状況である。
<p>7. 提言</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 中期的な支援としての Koteshwor - Tinkune 交差点改良については、先進的な建設技術の適用性を考慮して、土木構造を決定するための多基準評価を前提とした FS 調査を進めることが望ましい。これに加えて、マノハラ川の河川沿いの道路整備は、Araniko Highway から環状道路 (南) への交通分散を図るために検討を進める必要がある。 • ネパール政府は、短期的な支援の実現に向けて、交通管理・制御にかかる能力強化を検討すべきである。また、ネパール現地企業および本邦企業が EV 近代化プログラムに前向きな場合は、中小企業・SDGs ビジネス支援事業スキームの適用も期待される。 • 長期的な支援の候補である都市鉄道システムの整備においては、KVDA が主導する新都市開発計画と連携し、路線や車両基地の用地の確保を進める必要がある。

第1章 本調査の背景および目的

1.1 調査背景

カトマンズおよびその周辺一帯はカトマンズ盆地（Kathmandu Valley）と呼ばれ、ネパール国における最も重要な政治・経済・社会の中心地として位置付けられる。カトマンズ盆地における人口はネパールの総人口の9.3%を占め、2011年における人口は250万人、2035年には400万人に達すると予測されており¹、その割合は年々増加の一途を辿ると見込まれる。

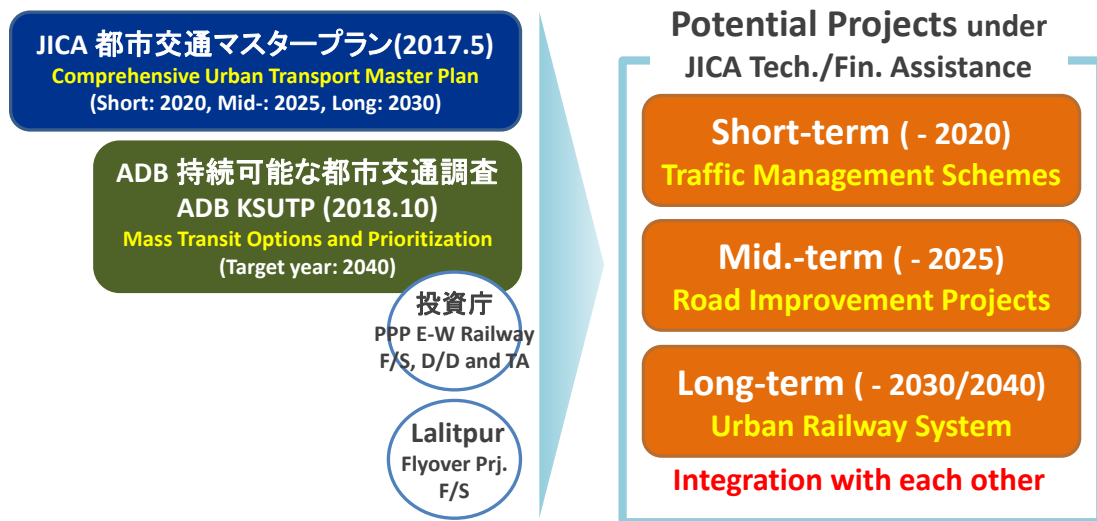
カトマンズ盆地では、人口増加に呼応した旺盛な交通需要と未発達の道路ネットワークが相まって、深刻な交通渋滞が発生している。持続可能な都市開発とともに、交通渋滞を緩和するための効果的かつ効果的な公的介入が急務と言える。

独立行政法人国際協力機構（JICA）は、1993年に「カトマンズ都市交通計画調査」（1993 道路整備計画）として道路整備計画にかかる調査を実施し、2017年には「ネパール国カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」（JICA MP）として都市交通マスタープラン調査を実施した。JICA MPでは、2020年・2025年・2030年をそれぞれ短期・中期・長期の目標とした包括的な都市交通マスタープランを策定した。

さらに、アジア開発銀行（ADB）により「Kathmandu Sustainable Urban Transport (KSUTP)」の下、「バス交通再編計画」（2014年）、「バス路線再編計画の改訂」（2017年）、「マストランジットの整備オプションおよび優先順位付けにかかる調査（KSUTP マストラ調査）」（2018年）が実施されている。

JICA MP および ADB による KSUTP マストラ調査に続けて、JICA は、2019年1月より「カトマンズ盆地都市交通セクターに係る情報収集・確認調査」を実施し、カトマンズ盆地における都市交通セクターの改善に資する、我が国による技術・資金協力支援の対象となり得る事業の具体化とその裏付けとなる情報を収集することとした。

¹ 出典：「カトマンズ盆地都市交通セクターに係る情報収集・確認調査」特記仕様書



注： JICA KUTMP: Kathmandu Valley Urban Transport Master Plan (The Project on Urban Transport Improvement for Kathmandu Valley) (2017.5); ADB KSUTP: Kathmandu Sustainable Urban Transport Project, Mass Transit Options and Prioritization Study (2018.10)

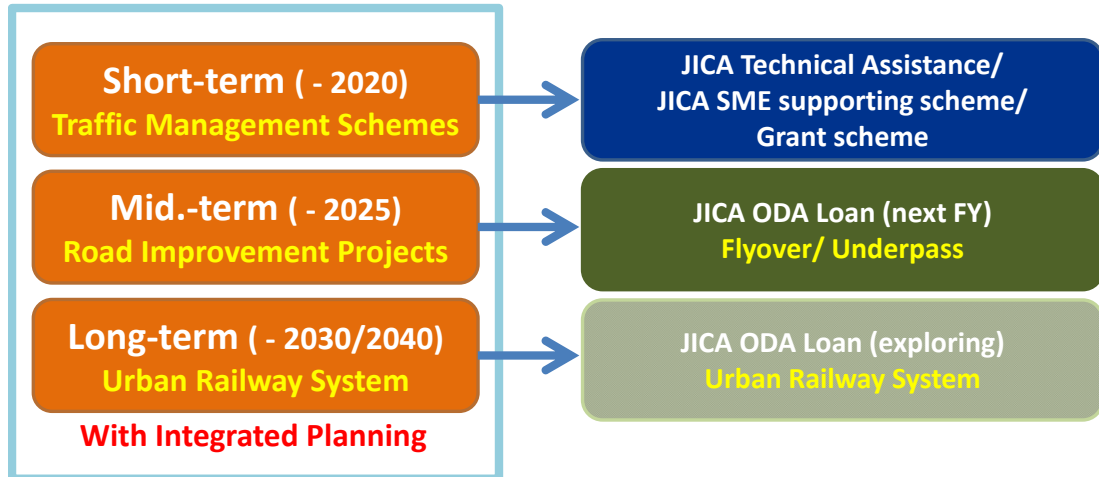
出典： JICA 調査団

図 1.1.1 JICA による技術・資金協力事業の候補プロジェクト

1.2 業務の目的

本業務は、JICA の技術的・財務的な今後の短期／中期／長期における支援の方向性を提言することを目的としており、図 1.2.1 及び下記に示す候補事業が含まれる。

- 短期：JICA の技術支援として望ましい、交通管理施策や中小企業（SME）支援事業、無償資金協力事業
- 中期：日本の有償資金協力事業として早期の実施が可能なフライオーバーやアンダーパス整備事業
- 長期：フライオーバーやアンダーパス事業と整合性のある都市鉄道システム整備事業



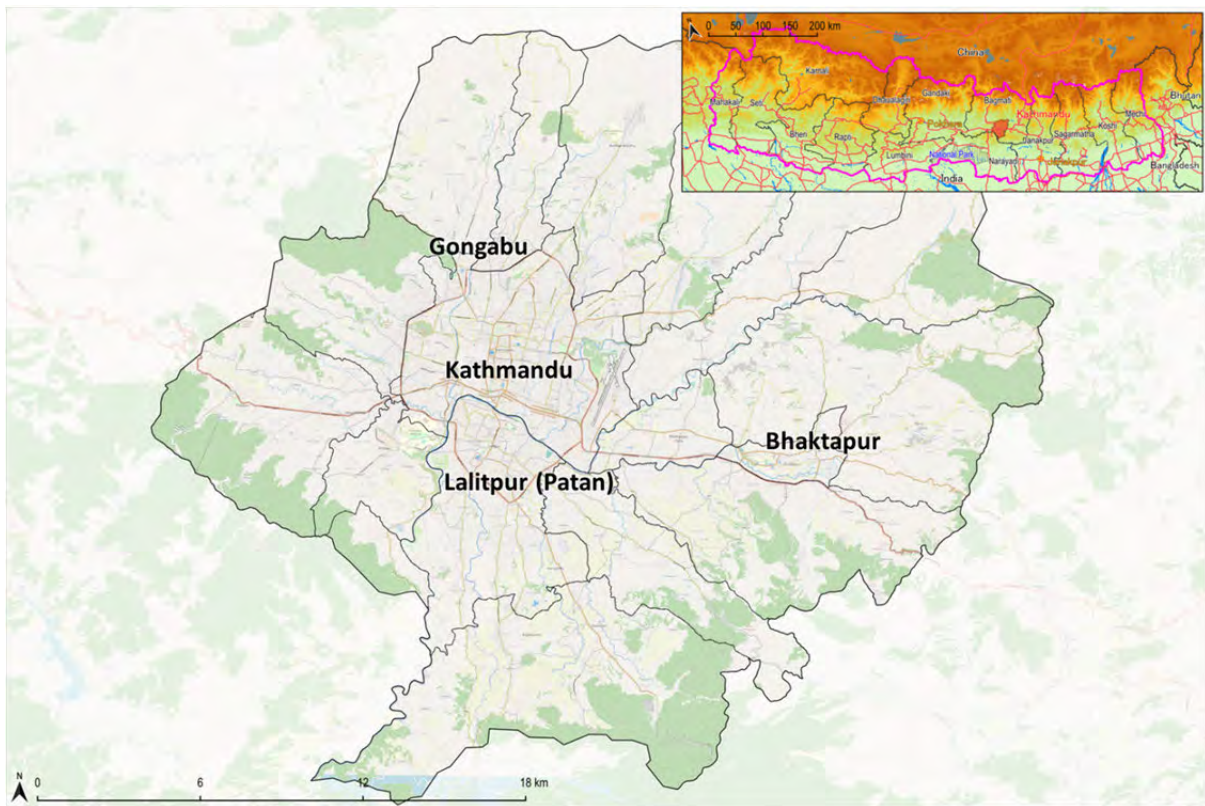
注： JICA ODA Loan: Loan agreement between the Government of Japan and Nepal with 1.45% of 30 years repayment period and a 10-year grace period; JICA Technical Assistance (grant): Capacity development program dispatching experts to government agency/institution

出典： JICA 調査団

図 1.2.1 本業務の目的（短期／中期／長期）

1.3 調査対象地域

本調査の調査対象地域を図 1.3.1 に示す。本地域は、JICA MP と同じ検討範囲とする。



出典： JICA 調査団

図 1.3.1 調査対象地域

1.4 調査工程、業務実施体制、主要なイベント

1.4.1 調査工程

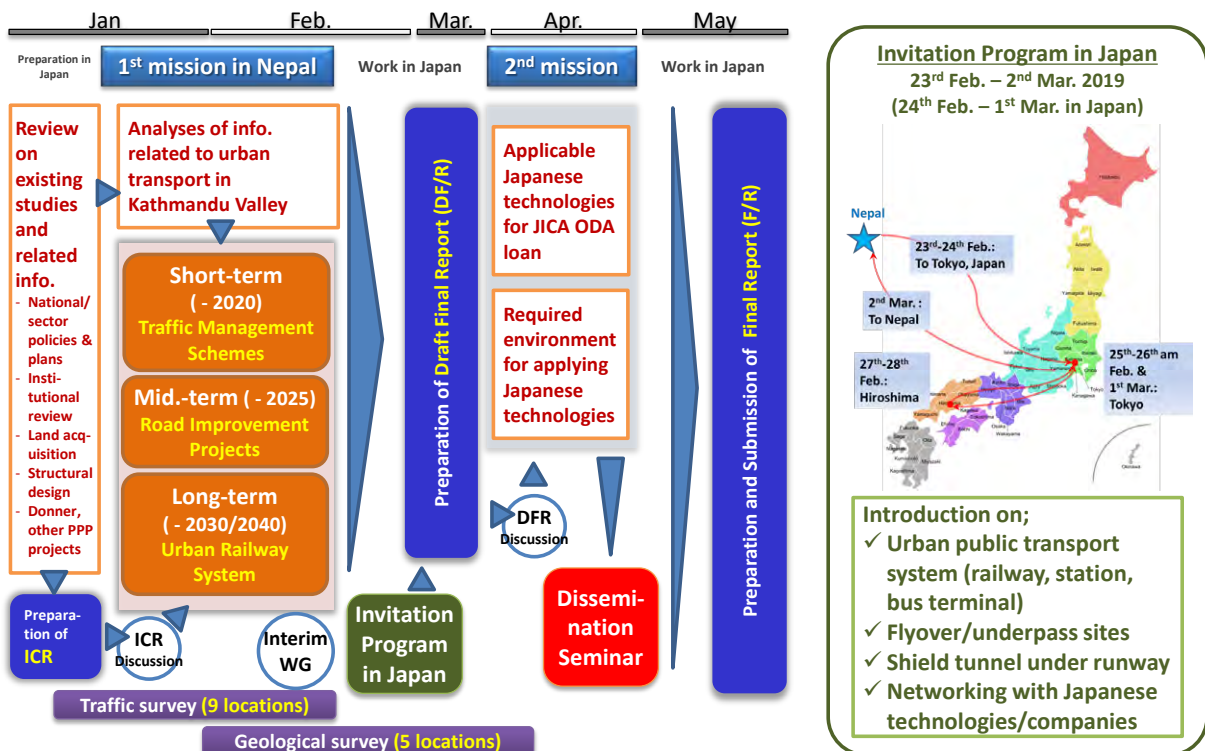
本調査の調査工程を図 1.4.1 に示す。本調査は、2 回の現地渡航（2019 年 1 月～2 月と同年 3 月～4 月）を含み、2019 年 1 月～同年 6 月に実施した。

第 1 次現地渡航では、2019 年 2 月 11 日に中間ワーキンググループ会議（WG）を開催し、調査で得られた最新の知見に基づき、短期／中期／長期の候補事業の方向性について協議を行った。

続いて、都市交通計画および先進の建設技術への理解を深めるために、各関係機関の意思決定者を対象として、2019 年 2 月 23 日～同年 3 月 2 日に本邦招へいを実施した。

第 2 次現地渡航では、2019 年 4 月に現地セミナーを開催した。現地セミナーでは、5 月の最終報告書に向けた、関係機関からのコメントや今後の支援について協議を行った。

その他、本調査の検討に必要なデータの収集を目的として、9 地点の交通調査および 5 地点の地質調査を実施した。

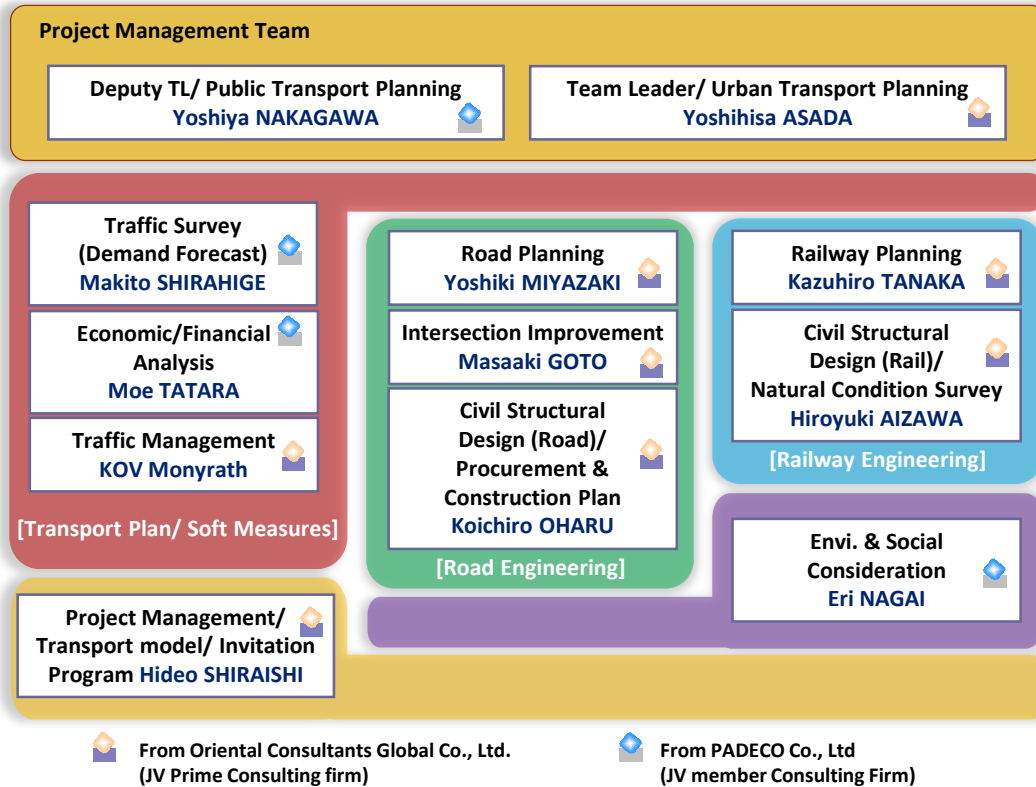


出典：JICA 調査団

図 1.4.1 調査の工程

1.4.2 業務実施体制

本業務の業務実施体制を図 1.4.2 に示す。本調査団は、株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル（OCG）と、株式会社パデコに所属する計画分野の専門家や土木技術者を含む 12 人の専門家により構成された。さらに、ネパール国業務の経験のある OCG の技術者や外部アドバイザーを配置し、調査団を支援する体制とした。



出典：JICA 調査団

図 1.4.2 業務実施体制

1.4.3 主要なイベント

(1) 中間ワーキンググループ会議

第一次現地渡航では、2019 年 2 月 11 日に中間ワーキンググループ会議を開催した。協議の中では、中間ワーキンググループ会議までに得られた最新の知見に基づき、短期／中期／長期の候補事業の方向性について協議を行った。本協議の詳細を、Appendix 1 に示す。

(2) 本邦招へい

短期／中期／長期の候補事業は、各候補事業の関連性を適切に考慮した計画であること、かつ、本邦の先端技術等の活用を通じた質の高いインフラ整備・改善であることが望ましい。そのため、本邦招へいでは、ネパール政府関係機関の意思決定者が、都市の交通計画および本邦の先端技術への理解を深めることが重要である。

2019 年 2 月 23 日～同年 3 月 2 日に実施した本邦招へいは、MOPIT 次官補をネパール側の代表者とし、MOPIT、DOR、MOF の他 7 名で実施した。本邦招へいの具体の目的は下記のとおりである。

- 本調査を円滑に実施するために、本邦の都市交通施策に対する理解を深める。
- 様々な軌道系交通システムを体感し、それぞれのシステムの違いに関する理解を深める。
- 自治体からのプレゼンテーションをとおして、公共交通施策と都市開発との連携や公共交通システムと都市整備を一体的に行うことの重要性を理解する。
- ビデオ等を通じ、道路・鉄道構造物に係る本邦の土木技術・施工技術への理解を深め、ネパール国での適用可能性を検討する。
- 本事業に関連した知識や技術を有する本邦企業との交流する機会を設け、本邦企業とのネットワークを構築する。
- 今後の都市の交通政策への日本の支援・志向に対する理解を深める。

詳細な招へいプログラムを、Appendix 2 に示す。

(3) 成果セミナー

第2次現地調査期間に、ドラフト・ファイナルレポート（案）を MOPIT に共有した後に、2019年4月12日に、MOPIT 次官補により調査成果セミナーを現地で開催した。これは、本調査を通じて得た知見や提案を、ネパール国内の様々な都市交通セクターの関係者間で共有することが目的である。また、本邦企業が有する最新技術の紹介の機会として計画し、日本およびネパールの15社が参加し展示等も行った。本セミナーの開催目的は以下のとおりである。

- JICA 情報収集・確認調査の成果を、政府および民間企業の両方からなる関係者で共有する。
- 都市交通セクターの短・中・長期に適用可能な技術等を紹介する。
- 関係者間での意見を交換し、都市交通セクターの開発の支援につながるネットワークを構築する。

会議では、政府職員、開発関係者、学識関係者、民間企業からなる97名の参加者を得ることができた。詳細を、Appendix 3 に示す。

(4) 交通調査

2019年1月24日～2月11日に、車種別の方向別調査、渋滞長調査、信号現示調査を含む交通調査を9箇所の交差点で実施した。詳細を、Appendix 4 に示す。

(5) 地質調査

交差点改良事業の候補から3箇所、将来の軌道系輸送システム候補事業の線形から2箇所選定し、合計5か所でボーリング深度50m程度の地質調査を実施した。詳細を、Appendix 5 に示す。

1.5 報告書の構成

本報告書では、本調査の各活動や成果を本章以降の全6章で整理している。各章の概要は、下記に示すとおりである。

- 2章： カトマンズ盆地における現在の都市交通の現況、既存調査及び開発計画のレビュー結果、組織体制、主な所見、交通モデルのレビュー結果を示す。

- 3章： フライオーバーやアンダーパスなどの立体交差事業による整備効果や評価結果、都市開発によるカトマンズ盆地の都市交通に与える影響を把握するために実施した、交通需要予測結果についてとりまとめた。
- 4章： 中期の課題解決に向けて、日本の有償資金協力事業として早期の実施が可能な交差点改良事業の重要性を示した。また、Koteshwor 交差点の立体交差事業の必要性や、最適な代替案の基本設計を示した。
- 5章： JICA の技術支援として望ましい交通管理施策や SDGs / 中小企業（SME）支援事業、無償資金事業等、短期の候補事業をとりまとめた。
- 6章： 長期の課題解決として、カトマンズ盆地における、これまでの都市鉄道システムに関する協議、提案書、計画や新都市の開発計画を踏まえたうえで、都市鉄道の2つの代替ルートを提案した。
- 7章： 本調査の結論を記すとともに、本調査の知見に基づく短・中・長期の課題解決策に向けた提言を記した。

第2章 既往計画・開発事業などのレビュー

2.1 はじめに

本章では対象地域における全般的な交通計画や事業のレビューを行ったうえで、都市交通に関する主要ステークホルダーを中心とした役割・組織論について論じている。

2.2 節では、既往交通計画、実施中の大規模交通事業とその実施状況に関してレビューした。レビューは、計画・調査、道路開発、鉄道事業、バス再編、IT アプリケーション、交通セクターに与える土地開発事業などセクター毎に分類した。

次に 2.3 節では、都市交通関連組織の役割についてレビューした。政府系で、運輸交通政策に関与する省庁・部署、政府系の関連組織、民間、その他に分類して示した。本節では、2.2 節の記述と一部重複するところがあるが、理解を深めるため重複は残すようにした。

2.2 既往交通計画、実施中の大規模交通事業

2.2.1 既往交通計画、上位計画

本節では、2つの都市交通開発に関する総合的な調査、及び、2つの国家計画に関して取り纏める。

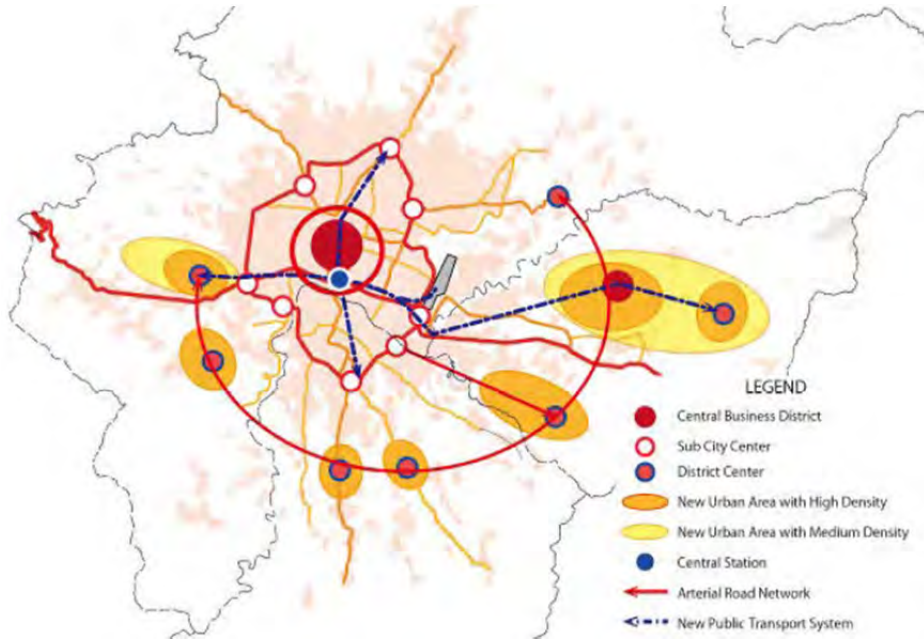
(1) カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト (JICA MP、2017)

2017年5月、「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」が JICA 技術協力により取り纏められた（以降、「JICA MP」とする）。この調査は、「高い移動性、安全性および快適性を備えた持続可能な都市交通ネットワークの確立」を将来像に掲げ、以下6つの施策方針を採用した。

① TOD¹型開発、② 改善された都市内移動に基づく持続的経済、③ユニバーサルな公共交通デザイン、④交通安全、⑤大気汚染の改善、⑥文化財の保護。

都市交通の全般的な課題として、一極集中した都市構造や交通体系、環状道路内側での人口集積の高さ、周辺部の乱開発、歴史保全地区における環境悪化、組織化されていない非効率な公共交通体系、等を示した。望ましい都市構造として、図 2.2.1 に示すような、2つの中心市街地構築を含む多極分散型の構造を示した。

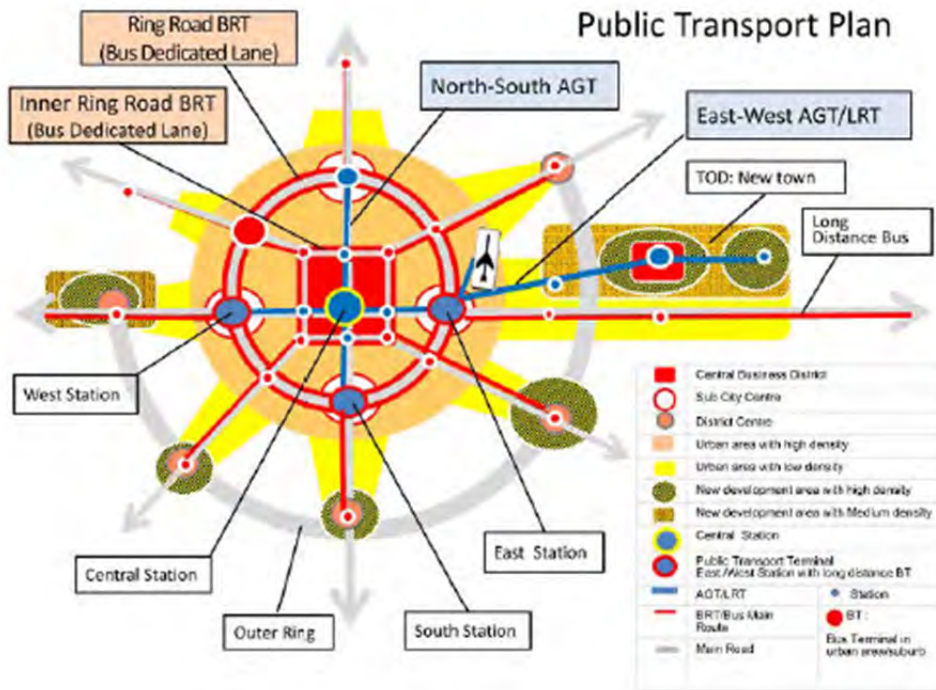
¹ transit-oriented development : 公共交通指向型の都市開発



出典：JICA、カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト（2017）

図 2.2.1 望ましい多極分散型都市構造（JICA MP 提案）

この空間計画に基づき、JICA MP では将来の公共交通ネットワークの配置概念図を図 2.2.2 のように示した。ここでは、AGT2 路線、環状道路上の BRT で主要公共交通を構成し、併せて、3つの環状道路（内、中、外）による道路交通網が提案された。



出典：JICA、カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト（2017）

図 2.2.2 将来の公共交通ネットワーク案

また、プレFSとして、T-M 交差点、New Baneshwor、Kalimati を対象とした道路交差点の立体交差化について検討した。詳細は 2.2.2 節に示す。

(2) カトマンズ持続的な都市交通事業 (KSUTP: Kathmandu Sustainable Urban Transport Project) - ADB

アジア開発銀行 (ADB) および Global Environment Facility (GEF) 基金から資金支援を受けたネパール政府主導の事業で、以下に示す一連の交通調査を含む案件である。

1) 公共交通再編計画 (Public Transport Restructuring, 2014)

この計画は、既存の公共交通ネットワークを合理化しアップグレードする計画について焦点を当てた。計画では、すべての公共交通サービスを統合したネットワークとして、フィーダー・トランクと直行サービスを組み合わせることを掲げた。提案路線は、8 つの主要路線、16 の二次路線、42 の三次路線 (全部で 66 の路線) の階層化された路線が提案された。また、現状、小型バスにより、250 を超える直行路線を利用することで成り立っている既存の交通システムから、それぞれの運転者・小規模事業者を公式なバス会社に統合するという抜本的な移行を求めている。これを実現するには、交通管理局 (DOTM) 内に公共交通課を作り、カトマンズ盆地 に特化したバス会社や交通局²を設立することで、DOTM の組織力を強化することが求められた。しかし、2016 年 9 月の調査終了時点で何の組織改編も行われず、実施の遅延を招いた。

2) バス路線再編の更新と見直し (Review and Update of Bus Route Restructuring, 2017)

前述の再編計画調査の更新にあたるもので、元の路線 (主要、二次、三次) を修正し、現状の公共交通業界や政府機関の枠組みで実行可能なバス路線の暫定的システムを提案した³。S5 と S3 の 2 つの二次路線で、事業者統合プロジェクトが開始された。しかし S3 路線では、ディスバース締切りの時間制約から実施に至ることは無かった。詳細は後述 (2.2.2 節) する。

3) 大量輸送交通機関のオプションと優先順位に関する調査 (Mass Transit Options and Prioritization Study (MTOPS 調査)、2018)

MTOPS 調査ではカトマンズ盆地における望ましい大量輸送交通機関のオプションを特定することを目標としている。目的には次のことを含む。(i) 複数の大量輸送交通機関の形態 (例: MRT、LRT、BRT) を比較して、カトマンズ盆地における望ましい大量輸送交通機関のオプションを特定すること、(ii) 優先的な回廊や、望ましい大量輸送交通機関のオプションを初期に実行する回廊を選択すること、(iii) 事前実行可能評価の実施、(iv) 大量輸送交通機関の効果的で効率的な規制・計画・管理を可能とする、適切な組織構造の提案。MTOPS 調査の結果は、他の鉄道計画とともに後述する (2.2.2 節)。

(3) 戦略的開発 20 年マスタープラン (20-year Strategic Development Master Plan (SDMP) (2035))

カトマンズ盆地における総合開発計画の策定と実施を委任された、カトマンズ盆地開発公社

² Asian Development Bank, KSUTP PMCBC Report, Public Transport Restructuring, February 2014.

³ 2017 年の調査開始時、政府に 3 階層の実施の能力がなかったのは明らかである。

(Kathmandu Valley Development Authority (KVDA)) は、都市化や環境、政治・社会、経済状況といった既存または進行中のトレンドを考慮に入れた戦略的開発 20 年マスタープラン (2035) を、JICA マスタープランの枠組みで立案した (2016 年作成)。SDMP は次の 11 の戦略的領域に焦点を当てている。

- 2 レベルの計画 (盆地全体と地方自治体のレベル)
- ゾーニングやリスク感応的土地利用計画に基づく制約条件や感応性
- リスクに強靱な都市インフラ
- 環境に優しく強靱な計画手法
- 歴史的に有名な市の中心部の再興
- 経済機会と成長分野の特定
- ジェンダー平等と社会的包摂性
- 都市開発における安心と安全
- 都市開発活動におけるプライベートセクターの巻き込み
- 情報、コミュニケーション、提言
- 都市政策決定プロセスと開発活動における若者の動員と参加

(4) 第十五次 5 年計画 (15th Five-Year Plan)

国家計画委員会 (the National Planning Commission) による第十五次 5 年計画によって、次の 5 年における (会計年度 2019/20 年 - 2023/24 年) ネパール国の開発目標と成長項目が策定された。5 年計画 (この形式の最初の計画は 2006 年) は期間内の年間最低平均経済成長率 9.4% を達成することを目標としている⁴。第十五次 5 年計画の中核には、「ネパールの繁栄とネパール人の幸福」 (“Prosperous Nepal and Happy Nepali”) を作るという国のスローガンがある。第十五次計画のコンセプト・ペーパーは現在草案中である。

2.2.2 セクターごとの開発プロジェクト

本節では、鉄道や道路・交通マネジメント、BRT/トロリーバス、バスシステム、ITS や信号、都市開発や土地利用などについての現状と開発計画に関して取り纏める。

(1) 鉄道

表 2.2.1 に示すように、複数の国やカトマンズ盆地の複数の団体 によって 5 つの鉄道開発計画が現在提案されている。なお、この計画のうち複数の計画は、JICA MP と異なるコンセプトで策定されていることに留意が必要である。

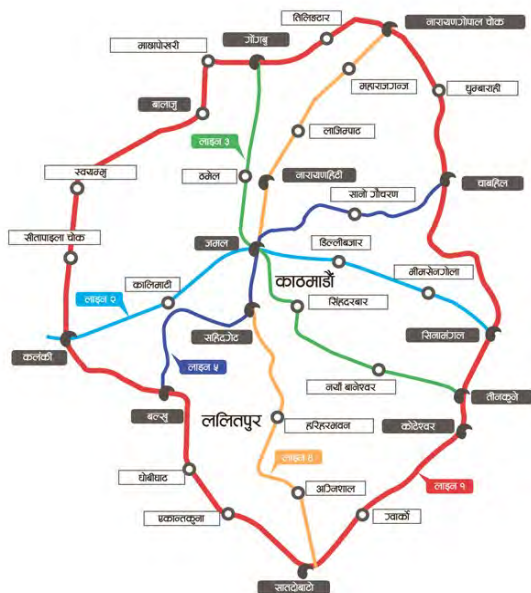
⁴ <https://thehimalayantimes.com/business/15th-five-year-plan-targets-minimum-9-4pc-annual-growth/>

表 2.2.1 鉄道開発計画

鉄道計画	説明
Metrorail 計画：鉄道局（DORW）	2012 年に DORW が 5 路線について FS を実施（韓国系企業が原案作成）。2017 年には、政府が再度 FS の実施を決定。
東西メトロ線：ネパール投資庁（IBN）	国家計画委員会に基づく PPP スキーム。詳しい FS と DD は 2018 年 9 月に発表された。コンサルサービスの技術評価は現在進行中。裁定は間もなく下される予定。
AGT：JICA MP	道路沿いに高架構造を用いた AGT（自動案内軌条式旅客輸送）。2017 年に東西、南北回廊が提案された。
東西 MRT：ADB/KSUTP MTOPS 調査	鉄軌道の大量輸送交通システム（MRT）。5 つのオプションの評価後、東西回廊（バクタプルから Gongabu）が優先的回廊として選ばれた。プレ FS は 2018 年に行われた。
環状線沿いモノレール：Kathmandu Metropolitan City（KMC）と中国	27km の環状線沿いのモノレール。FS 調査（現地では DPR と呼ばれる）を行うために、2018 年に中国鉄建股份有限公司と MOU が締結された。
カトマンズ都市ケーブルカー	2018 年 5 月、フランス大使館が FS 報告書を提出

出典：JICA 調査団

1) 鉄道局による Metrorail 計画



出典：Mr. Deepak K C, Project Director, DOR

図 2.2.3 Metrorail 計画

2012 年、韓国系企業によりカトマンズ盆地内のメトロ 5 路線について FS 調査が実施された。(図 2.2.3 左)。この計画は、放射方向の 4 路線、環状道路周回の環状路線の 5 路線から構成される。その後、投資庁などによるハイレベル協議の結果、大きな変更はないものの、図中右側の路線図に書き直された。2019 年 3 月のネパール投資サミットにおいても同様のメトロ計画が示された。

表 2.2.2 Metrorail 計画 5 路線詳細

Line	Location	Length (km)	Type	Stations
1	Satdobato – Ratnapark – Narayan - Gopalchowk	12.1	Elevated	11
2	Kirtipur – Kalimati - New Baneshwor - Airport	11.5	Elevated	9
3	Koteshwor – Chabahil – Swoyambhunath - Koteshwor	28.35	Elevated	17
4	Swayambhunath – Dillibajar- Bouddha	11.7	Underground	10
5	Dhobighat – Singhadurbar – Naksal - Gongabu	13.8	Underground	10

出典：Nepal Investment Summit (2019)

提案内容における鉄道整備特性を以下にまとめる。

- 車両接近情報、料金収受・検札など最新の技術を用いる。
- 路線は複線整備とする。
- 全部で 57 駅あり、2 ターミナル駅があり、それぞれ近代的な整備とする。

なお、DORW は、2019 年 2 月に実行可能性調査と Line 1（南北方向）の詳細プロジェクト設計に関する一連の入札公示を行ったことに留意すべきである。詳細プロジェクトレポート（The Detail Project Report (DPR)）は 2019 年の終わりまでに策定される見込みである。

2) ネパール投資庁（Investment Board Nepal (IBN)）による東西回廊整備

Line 1（南北回廊）検討は政府資金を使う計画に対して、東西回廊は、BOOT（Build Own Operate and Transfer）スキームに基づいて開発されることになると、国家計画委員会委員と DORW、IBN により構成されたメンバーにより 2018 年 1 月に決定された⁵。この決定に続いて、2018 年 9 月には、IBN は海外エンジニアリング企業 6 社（中国企業 2 社、日本、トルコ、インド、日韓の JV がそれぞれ 1 社ずつ）を招き、東西回廊（Dhulikhel～Kalanki～Koteshwor～Nagdhunga 区間）に対して FS と詳細設計を対象とした提案書提出を要請した。2019 年 3 月時点で技術評価が進行している。

なお、東西回廊は DORW の Metrorail 計画 Line 2 でも提案されたものだが、回廊の終点である Dhulikhel と Nagdhunga は従来の Line 2 提案から変更・延伸されていることに留意すべきである。

3) JICA MP による AGT

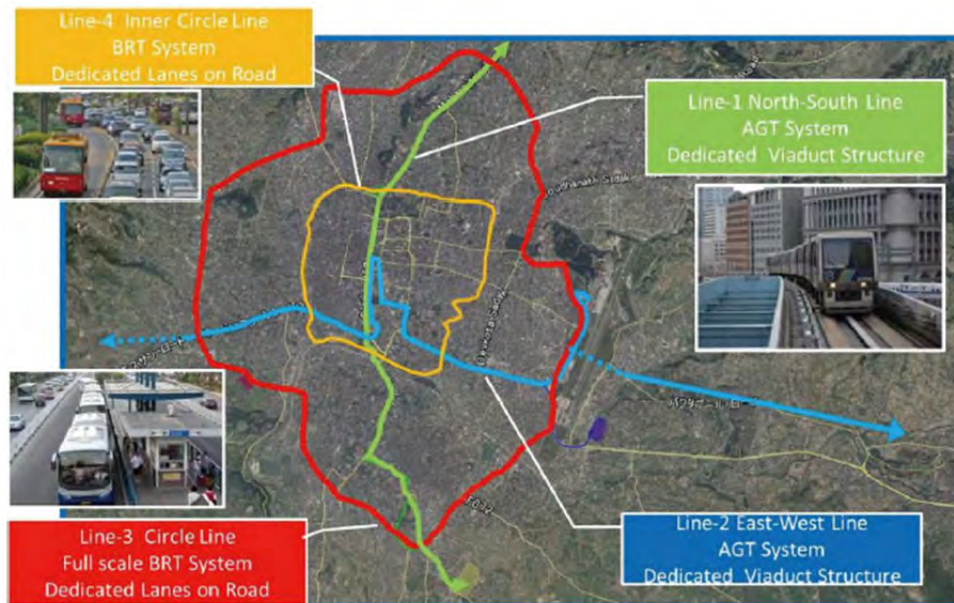
自動案内軌条式旅客輸送（AGT）システムに基づく大量高速輸送交通計画は、概念段階に留まっているものの（図 2.2.4 と表 2.2.3 参照）、JICA MP において提案された。BRT システムは既存または計画された環状道路やリバー道路に沿う形で敷設されるが、AGT システムは南北と東西の都市軸に対応する形での敷設が計画されている。東西 AGT の線路は、東はバクタプールにまで延長され、Araniko Highway 沿いは通らず、バクタプール道路沿いを通る予定である。つまり、むしろ新しい都市開発と統合されることとなる。市の中心部の線路では、AGT の長所が生きることとなる。（例：急なカーブや急な坂のある地域）線路はトリブバン国際空港と滑走路の地下を通る予定である。

⁵ Sunil Poudel 氏（Senior Divisional Engineer, IBN）とのミーティング。この同意ではメトロ線の Line 1 DORW と MOPIT の間で行われるべきであるとも述べている。

表 2.2.3 提案された AGT 路線- JICAMP

No	構造	距離 (km)	駅数	説明
Line 1: 南北	陸橋	11.9	12	Narayan Gopal Chowk - Lainchaur - Thamel - KTM Central Station - Trispreswar - Thapathali - Jawarkhel - Satdobato
Line 2: 東西 空港直結	陸橋	13.8	13	Kalanki - Kalimati - Trispreswar - KTM Central Station - New Baneshwor - Tinkune - Tribuban International Airport

出典：JICA MP (2017)

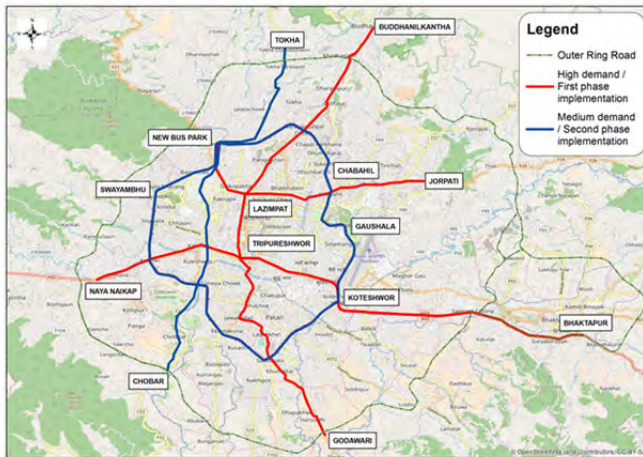


出典：JICA MP (2017)

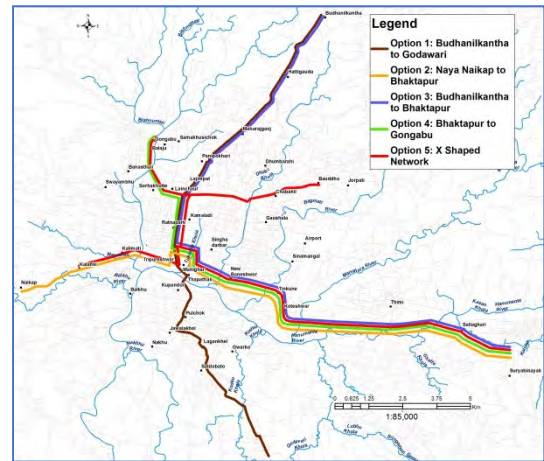
図 2.2.4 提案された AGT 路線 - JICA MP

4) KSUTP-MTOPS 調査 (ADB) による東西回廊 (MRT)

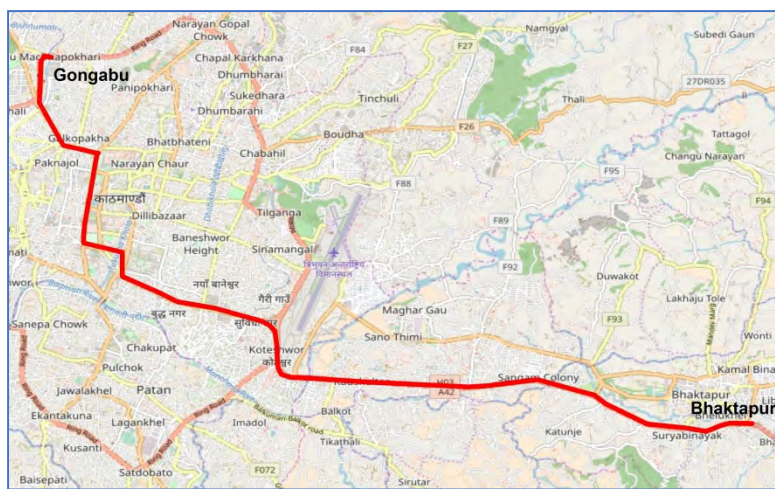
KSUTP-MTOPS 調査では、これまでに提案された複数の大量輸送交通計画と提案書を総括し、望ましいオプションとして、最適な大量輸送交通機関のオプションや推奨される都市鉄道・MRT 計画として評価し、再構成した。図 2.2.5 (a)に示す通り、本調査では各路線について、MRT 整備による 3 つの高需要路線 (赤)、BRT 整備による 2 つの中需要路線 (青) が妥当と提言された。赤の回廊は 1 時間、1 方向あたり 20,000 から 40,000 (PPHPD) の乗客が、青の回廊は 2040 年までに 10,000 から 20,000 (PPHPD) の乗客が輸送されると予測されている。赤い路線上の MRT は、高架もしくは地下構造として、ROW (right-of-way) 内に整備された専用路線を走行する一方で、青の路線は一般交通と同一平面だが、ROW 内の専用軌道を走行する方式が提案された。加えて図 2.2.5 (b)に示す通り、MRT に対して優先整備路線の 5 オプションが用意され、複数のクライテリア評価に基づき、オプション 4「バクタプールから Gongabu」が最も優先度の高い回廊であると結論づけられた (図 2.2.5 (c))。MTOPS 調査は、簡便な実行可能性分析も行い、地下区間・高架区間の整理、沿線土地取得可能性分析、デポ用地計画、需要予測と感度分析、経済財務分析などが実施された。調査結果はステークホルダーに共有されて議論が行われた (図 2.2.5 (d))。



(a) 高/中需要 大量輸送交通回廊



(b) MRT の優先整備オプション



(c) 推奨された優先的回廊



(d) 優先的回廊評価のための協議会 (2018年7月)

出典：ADB, MTOPS (2018)

図 2.2.5 KSUTP-MTOPS 調査の MRT 事業評価

5) カトマンズ市 (KMC) と中国による環状道路沿いのモノレール

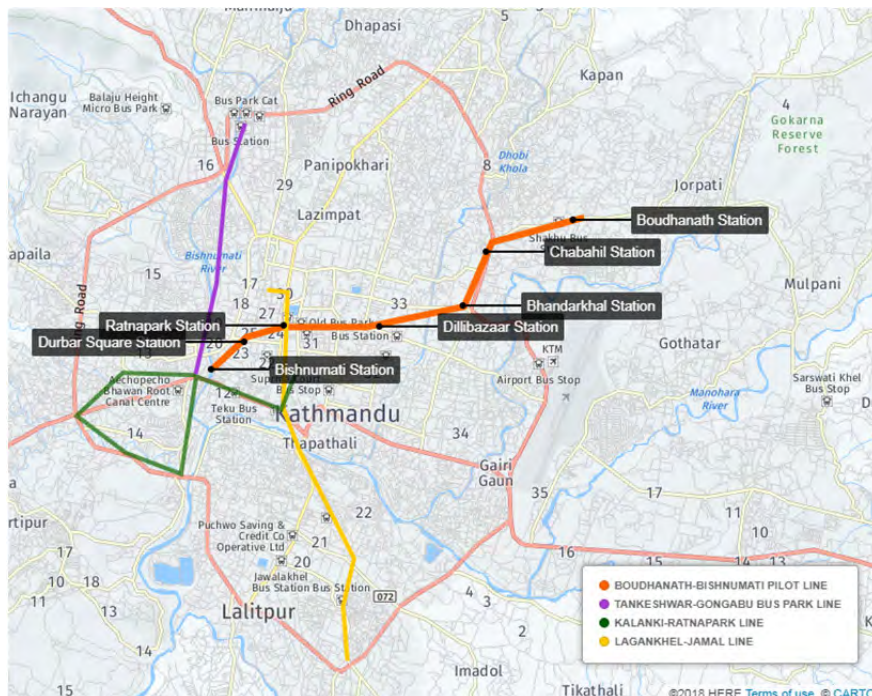
2018年12月⁶、KMC は中国鉄建股份有限公司と、環状道路沿いに総延長 27km のモノレールを建設するための DPR (詳細プロジェクトレポート) を準備する合意覚書に署名した。これに先立ち、上

⁶ Kathmandu Post. Kathmandu Metropolitan City, Chinese Company sign MoU for DPR on monorail, dated 19 Dec. 2018. <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2018-12-19/kathmandu-metropolitan-city-chinese-company-sign-mou-for-dpr-on-monorail.html>

記の中国国有企業はフィージビリティ調査レポートを2018年9月に提出している。プロジェクトの費用は1,160億NPRと見込まれている。DPRは2019年末までに完了する予定である。カトマンズ市長はプロジェクトの実現を強く望んでおり、政府の協力を求めている。しかし、ネパール投資庁（IBN）は、地元政府の決定を尊重しつつも、モノレールの運送力が小さいと考え、プロジェクトが実行可能とは見なしていない⁷。

6) カトマンズ都市ケーブルカー

2018年5月、フランス大使館は本ケーブルカーに関する提案書、FS調査報告書を提出した⁸。提案書によれば、ケーブルカーは整備が簡便で速く、対コスト性能が高く、現状の交通混雑や大気汚染、モビリティ改善に対して持続的な解答であると示された。報告書では、7km（7駅、Boudhanath～Bishnumati）のパイロット整備区間を含む、4路線が提案された（下図）。民間資金導入、DBO（運営収入を建設整備費用に充てる費用負担モデル）での整備が提案された。



出典：Carto.

図 2.2.6 カトマンズ都市ケーブルカー事業路線案

7) 調査チームによる都市鉄道計画に関するコメント

都市鉄道計画はDORWとMOPITだけで検討開始されており、また、現在はDPR準備段階に移っている。鉄道は、都市道路の道路敷（Right of Ways）の中で建設されると見込まれており、MOPITは用地確保に向けてDOR（道路局）と協調する段階にある。

⁷ Sunil Poudel氏（Senior Divisional Engineer, IBN）とのミーティング

⁸ <https://in.ambafrance.org/Kathmandu-City-Urban-Cable-Car-Project>

(2) 道路・交通マネジメント

複数の計画が具体化されており、また、幾つかの計画は、道路拡張、交通マネジメント（例：信号導入）といった領域で、カトマンズ盆地内において既に実行されている。以下に、環状道路、リバー道路、信号・ITS、進行中の道路拡張、交差点の改善、交通マネジメントの分野について状況を説明する。

1) 環状道路整備

現在2つの環状道路プロジェクトが進行中である。

環状道路（青色の円、Inner Ring Road と呼ぶ）は27kmの両側4レーンの環状道路であり、現在3フェイズに分けて整備事業実施中である。2011年、中国政府は、本道路事業（環状道路の拡幅・改良）の第1フェイズを40億円のグラント資金で実施することに合意した⁹。中国企業が10.5kmのKalankiとKoteshworの間の道路拡張を2018年12月に完了させた。プロジェクトの第2フェイズはKalanki～Maharajgunjiの間の8.2kmの区間であり、2019年内に中国の資金で始まる予定である。第3フェイズは残りの区間Maharajgunji～Koteshworである。

外環状道路（赤色の円）はカトマンズ盆地の3地区に72kmの延長を持つもので、行政地区別の延長内訳としては、カトマンズ市35.08km、ラリトプール市15.80km、バクタプール市21.05kmとなっている。2019年3月のネパール投資サミットにおいてネパール政府は同環状道路整備事業について、50mの道路敷、8車線道路、沿線商業ハブの整備等の整備概要を示した。このプロジェクトの目的は単一道路ネットワークによってカトマンズ盆地の全3旧市街と新しく設置宣言された自治体群を結びつけることにあるが、沿線の新都心へのアクセス確保も目的としている¹⁰。また、道路中心から両250m幅にわたって高度集積・都市化が推進される計画である。開発は、民間投資を基本とし、官民連携による整備推進を目論んでいる。2019年5月には関連する入札に民間5者が応札したとの報道があった。

表 2.2.4 外環状道路の整備概要

Project Name	Kathmandu Outer Ring Road Development Project	
資金	民間資金	
整備費用	Total Cost (Road Development)	USD 1,871 million
	• Land acquisition	USD 1,544 million
	• Road construction	USD 327 million
役割分担	ネパール政府： <ul style="list-style-type: none"> 事業承認などの簡素化 政府承認 用地取得、道路敷・事業用地の提供 	
	民間セクター <ul style="list-style-type: none"> 計画、設計、財源確保、道路及び関連施設の建設・整備 完成後の道路引き渡し 沿線事業の推進 	
実施計画	<ul style="list-style-type: none"> FS - 1年 DPR（概略設計調査、財務計画） - 1年 建設 - 5年 	

出典：Nepal Investment Summit (2019)

⁹ <https://china.aiddata.org/projects/34420>

¹⁰ <https://investmentsummitnepal.com/transport-infrastructure/#KTMORR>

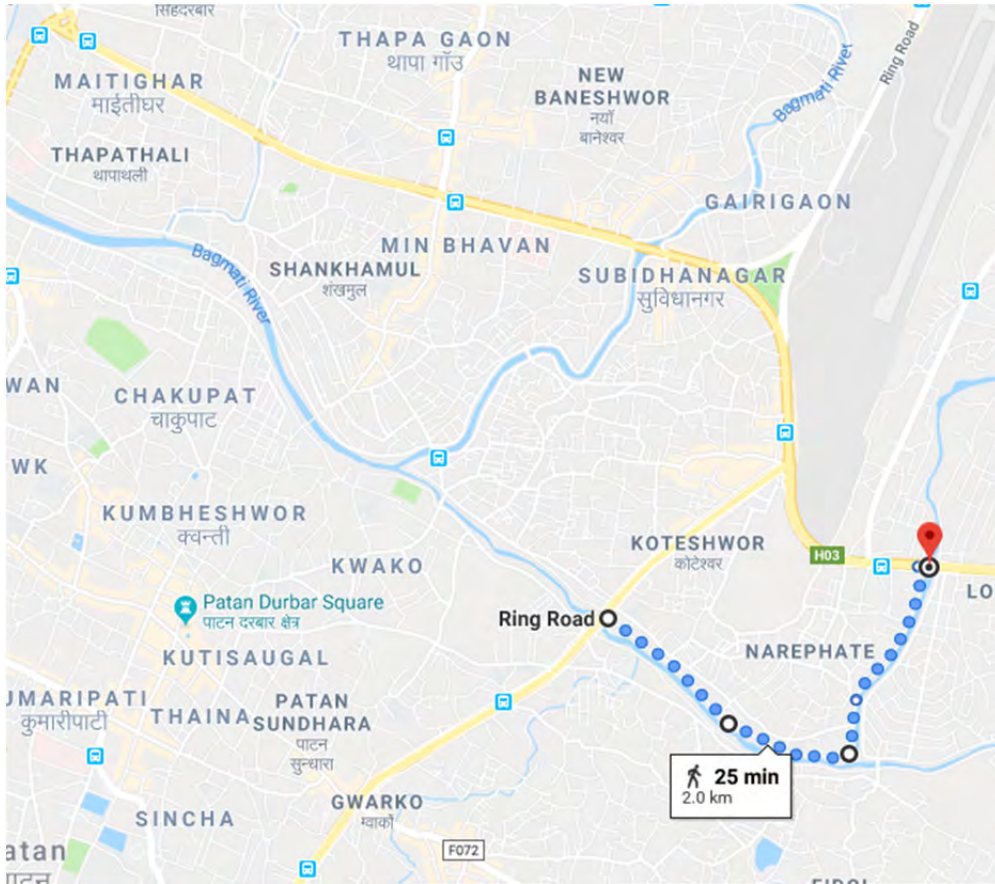


出典：KVDA

図 2.2.7 提案された環状線 2 路線

2) リバー道路

道路省（DOR）はマノハラ川に並行した Jadibuti から Balkumari 地域のリバー道路の開発を計画している。この道路の目的は、Koteshwor における道路渋滞を、バイパスとして整備可能な近隣路線に誘導することにより、周辺交通渋滞を緩和することである。プロジェクトには、2km の既存の道路の改善、新規架橋が含まれている。



出典：Google Maps

図 2.2.8 提案されたリバー道路の軌道

3) Araniko Highway (カトマンズ-バクタプール道路改良プロジェクト)

プロジェクトの主要な目的は、カトマンズ (Tinkune 交差点) とバクタプール (Suryabinayak 交差点) 間の既存の道路を 9.1km にわたり 2 車線から 4 車線に拡張すること、5 つの交差点を改良すること、14 個のバス停のための待避所を設置することであった。プロジェクトにかかる費用は日本政府から助成されており、2011 年 11 月に供用開始された。その後、複数の区間が 2015 年の地震によって被害を受けたため、復旧された。

4) JICA MP による T-M 交差点におけるフライオーバーの提案

JICA は、2017 年の JICA MP における交差点改良の優先的プロジェクトとして、Tripureswor - Maitighar 交差点 (T-M 交差点、図 2.2.8) でのフライオーバーの導入のためのプレ FS を実施した。プレ FS では、2011 年に DOR 発表の「基本設計報告書」(“Basic Configuration Design Report”) で提案された高架橋を含む、3 つの代替案を考慮している。プレ FS では複数クライテリア評価を実施し、最も短い路線案である Option 1 が最も実行可能なオプションとして提案された。



出典：JICA MP (2017)

図 2.2.9 T-M 交差点におけるフライオーバーのオプション

5) JICA MP による New Baneshwor 交差点におけるアンダーパスの提案

図 2.2.10 に示すように、New Baneshwor の自動車アンダーパスは、JICA MP の中で優先的プロジェクトとして位置づけられている。既往の地形をうまく利用したアンダーパス提案になっている。プレ FS では、プロジェクトは実行可能で、T-M 高架橋プロジェクトと同時に行えば全体の開発効果は非常に大きいと結論づけている。



出典：JICA MP (2017)

図 2.2.10 交差点におけるアンダーパス提案

6) JICA MP による Kalimati 交差点におけるフライオーバーの検討

図 2.2.11 に示すように、2017 年の JICA MP で、Kalimati における交差点改良可能性、高架橋の導入可能性を評価するために、プレ FS が行われた。交差点容量の増大（横断面構成の見直し、チャネリング）といった平面交差点改良を行うことで、フライオーバーを導入せず、より多くの交通量を十分収容することができると結論づけられた。



出典：JICA MP（2017）

図 2.2.11 Kalimati 交差点改良案

7) Shahid Gate / Sundhara 交差点における歩道橋の整備（供用済み）

図 2.2.12 に示すように、DOR は 2 つの歩道橋を Shahid Gate / Sundhara 交差点の南側と北側に建設した。交通マネジメントの観点からみると、この交差点は歩車分離が実現され、また、チャネリングなども交通島設置により明確になっており、車と歩行者双方の交通移動が容易になっている。



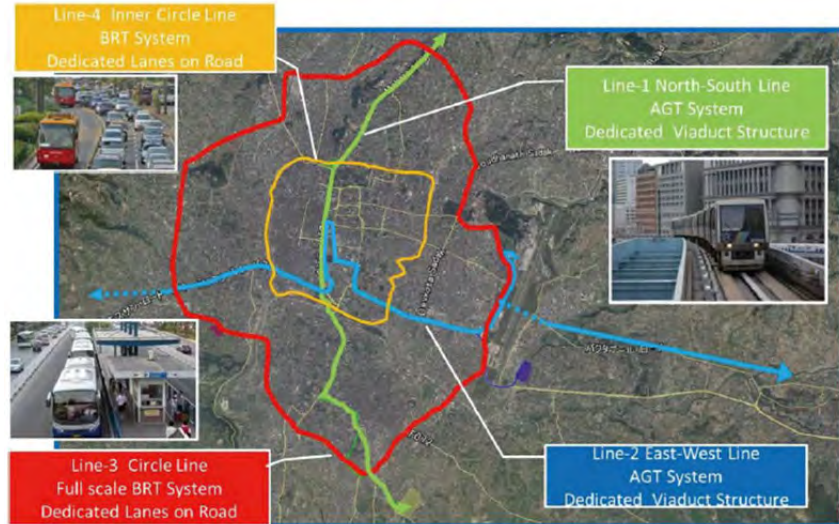
出典：JICA 調査団

図 2.2.12 Durbar 交差点

(3) BRT / トロリーバス

1) BRT

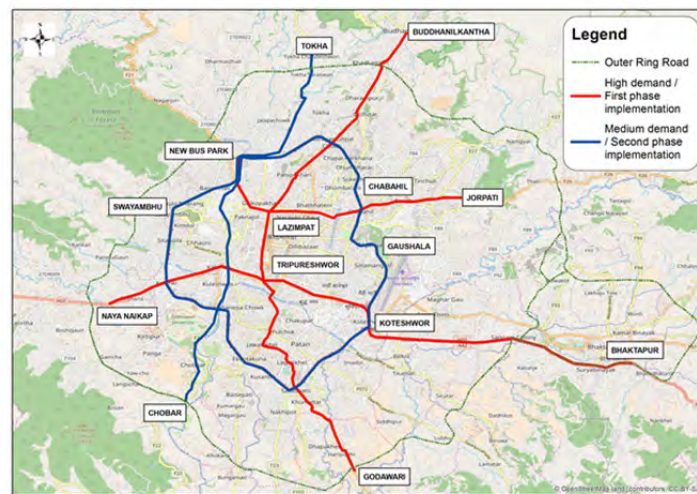
JICA MP では、内側環状道路と外側環状道路に沿った二つの BRT ルート整備が、2025 年を目標年として提案された（図 2.2.13）。これらの BRT の計画は、既存の組織構造と関係する法規制の下で実現されると想定されていた。BRT 路線はカトマンズ盆地における、信頼性を有しかつ連結した公共交通ネットワークを提供するという都市開発目標を考慮し、選定されたものである。



出典：JICA MP (2017)

図 2.2.13 提案された公共交通ネットワーク

加えて、図 2.2.14 に示すように、KSUTP の下で実施された MTOPS 調査 (2018) では、1 時間 1 方向あたり 20,000 人を輸送できると見積もられている BRT を整備するため、2 つの回廊を明示した。提案された環状道路の路線は JICA MP と重複しているが、もう一つの路線は、内側環状道路ではなく Bishnumati リバー道路上を運行する計画が提案された。



出典：ADB KSUTP (2018)

図 2.2.14 高/中の交通需要に対する大量輸送交通回廊群の提案

さらに、都市開発基金¹¹ (Town Development Fund : TDF) によると、他にも Araniko Highway に沿って、Bhaktapur - New Baneshwor - Maitighar 間に電化 BRT を整備する提案があり、現状の交通量の 30% が BRT にシフトできると見積もられている。TDF は 2019 年に、グリーン気候基金 (Green Climate Fund) へ基金計画を適用しようと計画している。

¹¹ 2019 年 1 月 31 日の Suman Maher Shrestha との協議。

つまり、すべての計画が、BRT システムは、既存の交通課題に対して短期的な解決をもたらすに過ぎないと結論づけており、計画された大量輸送交通システム（AGT や MRT）のフィーダ交通として位置づけられている。

2) トロリーバス

トロリーバスシステムは 1975 年に運営開始され、2008 年に運営を終えた。

一方で、近代化したトロリーバスシステムをカトマンズに再導入するために、NGO である Global Green Growth Institute（GGGI）がトロリーバスシステムの基本計画コンセプト¹²を提案した。GGGI は、カトマンズ盆地内の地区間の移動を可能にするように、CBD に向けて放射状に 4 路線を整備することを提案した。（環状道路沿いに乗客を移動させる BRT のコンセプトとは異なる。）

(4) バス

1) 現状

現状、道路系の交通サービス（バス）は、唯一、カトマンズで利用可能な交通手段である。前節で説明した大量輸送機関が整備されたとしても、今後バスはそれら大量輸送機関よりも多くの乗客を輸送し続けるだろう。従ってバス分野は政策や資金援助が保証される必要がある。表 2.2.5。では、2012 年にカトマンズ盆地で運行されていた公共交通路線と車両数の概算を示す¹³。

表 2.2.5 公共交通路線とバス車両の数

車の種類	路線数	台数	乗客容量
バス	9	320	26-56
ミニバス	93	2,036	最大 25
マイクロバス	73	2,036	10-16
テンポ	12	750	12
計	187	5,142	-

出典：ADB KSUTP（2018）

モビリティ向上や、自動車による大気汚染や渋滞を緩和するために、鍵となる次のような 3 分野での改革が必要である。これらは大量輸送交通システムを整備するための前提ともなる。

- 個人経営のパラトランジット産業を監督可能な規模の法人に統合すること
- 主要路線と二次路線に大型バスを配置すること
- 公共交通を計画、監視、調達、統制するために効果的な機関を設置すること

KSUTP では、個人経営のパラトランジットを会社化、大型バスに転換するためのパイロットプロジェクト（次節で説明）を実施した。

¹² 2019 年 2 月 5 日の Rowan Fraser とのミーティング, GGGI

¹³ 公式な図や車両サイズはない。テンポ統計は、2019 年 2 月の SAFA テンポとのミーティングに基づいている。
出典：JICA, *Data Collection Survey on Traffic Improvement in Kathmandu Valley*, 2012 年 10 月。

2) S5 路線パイロットプロジェクト ～バス路線再構築の成功例～

KSUTP 公共交通再構築プロジェクトでは、S5 と S3 の 2 つの路線での試験的な統合・法人化を推進した。しかし、S3 路線は、プロジェクト期間終了に間に合わなかったため、実行されることはなかった。

S5 路線の法人化の資金は、地球環境ファシリティ（GEF）基金の枠組みでアジア開発銀行（ADB）が提供したものであり、都市開発基金（Town Development Fund（TDF））が、資金管理・実施監理を行った。S5、S3 両路線統合の総事業費予算は 380 万 US ドルであった¹⁴。実際に S5 路線に支出された資金はおよそ 8,000 万ネパールルピー（NRP）と推測される。資金は、プロジェクト設計コンサルティングサービス、バス設備開発（バス停に使われた 80,000 US ドルを含む）、新バス車両購入、機器類設置（例：ITS や料金収受機器、GPS、通信装備）、影響を受ける個人オーナーや運転手、その他の人々への補償に利用された。

3) S5 路線パイロットプロジェクト

図 2.2.15 に示すように、S5 路線（New Bus Park - Gongabu - CBD - Sinamangal - 空港、12.1 km）は 2014 年にバス路線再編の更新と見直しの中で提案された。S5 路線は、元々 2 つの路線（東と西）から構成され、個人オーナー/運転手の 2 つのグループによって運営されていた¹⁵。これらの個人オーナー/運転手は Digo Sarbajanik Yatayat Pvt. Ltd（Digo 社）という一つの会社にまとめられた。結果として、S5 路線の 61 のオーナー/運転手が、17 台の中規模ディーゼルバスを運営する Digo 社の株主となった。他国での経験と異なり、交渉プロセスにおける（暴力的な）対立はほぼ無かった。

TDF はパラトランジットからバスサービスへ移行を容易にするために、以下のようなインセンティブを与えた。(i) 新車購入のための 80% 低利貸金（低利率 5% で 8 年以上の返済期間）、(ii) 新会社の 20% の普通株購入（15% は国政府の「資本増強」として購入、渋滞解消資金から 5%）、(iii) さらに、もし 50% を超える既存の車を廃棄すれば、追加のインセンティブの資格を有する。

さらに、プロジェクト成否の鍵として運行サービス契約の導入をすすめた。過去のインフォーマルなパラトランジットシステムでは、個人運転手は路線を走行するために路線許可証を入手したが、何の業務義務もペナルティもなかった。Digo 社と DOTM の間で締結された運行サービス契約（業務水準合意）では、路線や業務頻度、営業時間、価格、責任を明確に定義している。

¹⁴ GEF 補助金から 200 万 US ドル、ADB 補助金から 180 万 US ドル（出所：Town Development Fund, 2016-17 Annual Report: 30th Anniversary Publication 2018, 2018年2月）

¹⁵ PSM Global Consultants の Madhab Raj Ghimire 氏 とのミーティング。彼は KSUTP バス再構築に関わっていた。SMEC 調査は、S5 ルートにおける既存の事業車両数を次のように見積もっており、実際の数値は異なるかもしれない。事業者組合数 5、運行中バス 27、運行中マイクロバス 234、テンポ 84。



出典：ADB KSUTP (2018)

図 2.2.15 提案された二次路線 / S5 路線

4) 現在の運行

Digo 社によるバス運行は 2018 年の 8 月に開始された。現在のところ、統合・法人化事業の実施者である TDF、実務に関与した TDF のコンサルタント・弁護士、Digo 社自身をふくめ、すべての現地関係者は、S5 路線の法人化は成功したと認識している。今のところ、Digo 社は何の助成金もなく、料金収入だけを基に運営継続している。現在同社は、需要に対応するため、10~20 台バスを追加入手する計画を準備している。車内アナウンスシステムや GPS モニターシステム、ITS、料金収受機器などの、バス運行装置は 2019 年 2 月時点でまだ導入完了していないが、RamLaxman PVT や NCloud PVT のような現地の IT サービス事業者は、より良いバス運行に向けた装置群、システム構築を現在も試行中である。



(a) 車内アナウンスシステム



(b) Digo 社 バス車両



(c) Digo 社バスデポ（営業所）

出典：JICA 調査団

図 2.2.16 Digo 社 運営状況

(5) 情報通信技術

1) LetzGo と車載 GPS 装置、MaaS 実現に向けたビジネスモデル

LetzGo は RamLaxman 社¹⁶によって開発された、リアルタイムでバスの最短路線検索を可能にするスマートフォンアプリである（図 2.2.17）。Mera Sajah¹⁷や GPS Nepal¹⁸のような既往の他アプリと比べ、LetzGo は公共交通サービスの活用に必要な機能を有している。例えば、カトマンズ盆地の 108 の路線と 845 の停留所を対象としたリアルタイムでのルート検索ができるようになっている。LetzGo は NCell¹⁹の合意で RamLaxman 社がこのアプリ利用時の通信コストを負担しているため、無料で LetzGo を利用することができる。

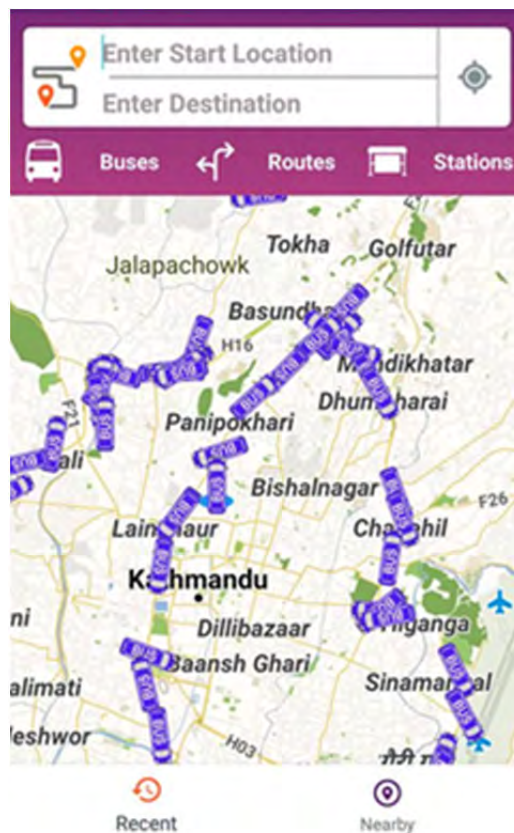
¹⁶ Ramalaxman 社はソフトウェア開発会社である。広告やビジネス開発を目的とした Technology Sales 社という別会社もある。

¹⁷ Sajah バスのリアルタイムの位置追跡サービスに特化したアプリ。

¹⁸ 救急車の呼び出し、タクシーの追跡、スクールバスの追跡、私的な配車追跡のために、RamLaxman 社によって開発されたビューワー機能中心のアプリ

¹⁹ ネパール通信会社 NCell の利用者シェアは 45%、同 NTC は 30%であるが、多くの人は 2 社の SIM カードを同時に使っている。

LetzGo アプリは、カトマンズにおける交通サービスだけでなく、都市間交通を含んだ、ネパール全体における MaaS (Mobility as a Service²⁰) のプラットフォームとなるビジョンを持っている。同社は既に、車載 GPS 装置、車載情報提供モニター、通信モデムを 800 台のバスに導入した。さらに、利用者負担を最小化した上で MassS プラットフォームを運営するために、広告収入によるビジネスモデルを構築することを目指している。LetzGo アプリは、プロモーションのため 300 万ダウンロードまで無料である。また、同社は、その内の 1/3、つまり、100 万ユーザーは毎日そのサービスを使うヘビーユーザーになると予想しており、同社が 300 万ダウンロードを達成した場合、ビジネスを維持するために 1 日あたり 1.00NRP を利用者に課金する計画である。オンライン上での駐車予約サービス LetzGo Parking やリアルタイムでの交通状況の監視サービスである LetzGo Traffic など、さらに機能が追加される予定である。



出典：JICA 調査団

図 2.2.17 LetzGo アプリの画面

2) 交通 IC カード、料金徴収システム

ICT 企業である NCloud 社は、バス会社 2 社とネパール銀行の支援で、現在ネパールにおいて Sajha 社や Digo 社のバス路線のために新しい IC カード支払いシステムを開発、検証中である。この IC カードは MIFARE タイプ (タイプ A) であり、開発段階ではカード 1 枚あたりのコストは 0.50USD である (図 2.2.17)。NCloud 社は小さな持ち運びできるハンドヘルド機器を車掌に提供する計画である。顧客は現金またはカードで支払いをすることができる。カトマンズにおけるバス運賃は対距離性で、

²⁰ あらゆる公共、民間の交通手段を横断して利用できる、起点から終着点までの移動スケジュール作り、電子発券、決済サービスを統合するデジタルプラットフォーム

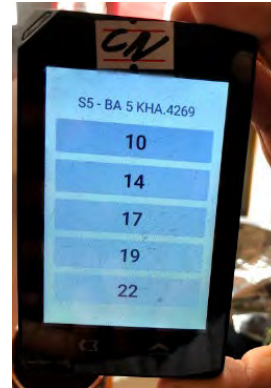
一定金額ではないため、乗客の課金額を調べるためにしばらく車掌は必要（合理化は不可能）、と両バス会社は考えている。

S5 路線の再編事業は、IC カードの支払い導入ポーションを含んでおり（カトマンズ市議会委員会によって承認されている）、NCloud 社は IC カード支払い導入ポーションの契約者として選定された。

IC カード支払い導入のモチベーションは運賃未回収を最小化することである。Digo 社によると、運賃未回収額は本来の総収入の 20% 程度を占める。通常の乗客による割引運賃（老人・学生運賃）の不正申告や、車掌の不正集金による損失である。



NFC カード



乗務員用携帯端末

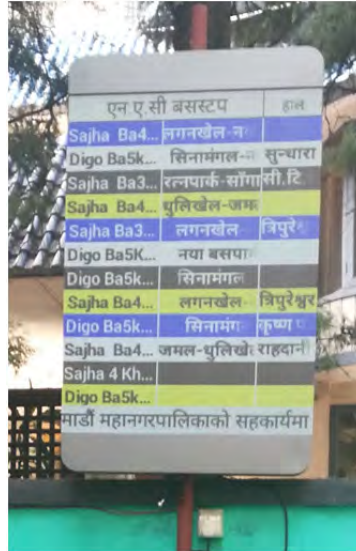
出典：JICA 調査団

図 2.2.18 IC カード決済システムのプロトタイプ

3) デジタル情報掲示板

上述したように、RamLaxman 社は MaaS プラットフォームを提供するビジョンを持っている。スマートフォンを持っていない人へのデジタルディバイドを緩和するために、同社はデジタル情報表示板の試作品を開発している。これはリアルタイムでカトマンズ内のバスの位置情報と運行スケジュールを表示するものである（図 2.2.19）。カトマンズ市との協議において、RamLaxman 社は PPP 契約として、表示時間の 25% は同社の広告収入のために用いるという条件の下で、バスターミナルや主要なバス停に合計 100 個のデジタル情報表示板を設置する提案をした。カトマンズ市（KMC）市議会は現在その提案書を精査中である。KMC²¹によると、市長はその提案を肯定的に受け止めている。

²¹ 局長 Ram Thapa 氏との面会



出典：JICA 調査団

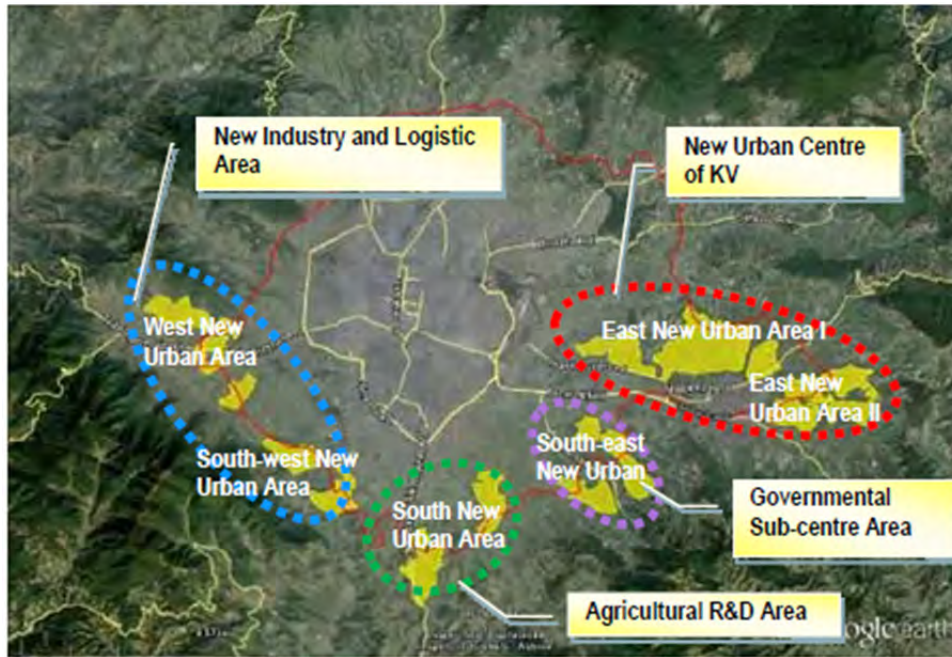
図 2.2.19 バス運行情報表示板のプロトタイプ

(6) 信号機

2000 年代初頭、日本の無償資金協力のもと、信号機がカトマンズの 10 の交差点に設置された。2019 年 2 月時点で、New Baneshwor と Maharajgunj の 2 つの交差点が稼働中である。New Baneshwor と Maharajgunj の信号機のメンテナンスは、地元のエンジニアによって行われており、それぞれ道路局 (DOR) とカトマンズ市 (KMC) から資金の提供を受けている。交通警察 (MTP) は喫緊の問題として主要な交差点での信号機 (歩行者用信号を含む) が不十分であること、より効率的な交通管理のために信号機が必要な交差点のリストを用意した。そのリストには 52 地点の交差点と 26 地点の歩行者用信号が含まれている。交通警察 (MTP) は何度も道路局 (DOR) に対してそれらの設置を要求したが、まだ何の動きも取られていない。

(7) カトマンズ東部の新都市開発エリア

JICA MP では、以下の方針に基づいて図中に示した 4 つの新しい都市開発区域が特定された。(i) それぞれの新しい都市区域に新しい自治体オフィスを配置する。(ii) 水路と緩衝地帯を保護する。(iii) 大規模な緑豊かな公園をつくる。(iv) 幹線道路沿いに商業地区と高密度住宅地を配置する。(v) AGT および BRT の開発に公共交通志向型開発 (TOD) の概念を適用する。



出典：JICA MP (2017)

図 2.2.20 4つの新都市開発地域

JICA MP と部分的に一致しているが、カトマンズ盆地開発公社 (KVDA) は、図 2.2.20 に示すように、バクタプール内の2ヶ所、ラリトプール、カトマンズ北部の4つの都市区域を開発することを計画している。カトマンズ盆地内のこれらの衛星都市は、行政および商業の中心地として機能し、外環状道路と接続される予定である。バクタプールにおける2つの開発計画について、調査団は KVDA から2019年2月に2つの詳細計画を入手した。これらの新しい都市開発は、カトマンズ盆地の総面積(722 km²)の10%相当を対象にすると見られている。

土地の90%が民間事業者²²によって所有されているにもかかわらず、カトマンズ盆地開発公社 (KVDA) は土地区画整理による用地取得を検討している (KVDA は民間による大規模な都市開発前の用地取得を予定している)。このやり方は KVDA によって既に幾つかの小規模開発で実践されてきた。²³ KVDA は開発された土地全体価値の8~10%の利益を上げると見込んでいる。この開発計画は、全国7州の主要都市に適用可能なモデルとなることが期待されている。

1) Araniko Highway 沿線の新開発エリアについて

Araniko Highway の北部には、100万人以上の住民が生活可能な50平方キロメートルの新しい都市開発が計画されている。カトマンズ盆地開発公社 (KVDA) が雇用したフィンランドの会社である Helenko 社が、土地利用計画図を作成した。土地利用計画は、緑地・保全地域(45%)と商業開発、住宅開発、遺跡地区などの事業地域(55%)に分けられている。輸送計画に関しては、JICA MP に沿って、AGT と BRT の2つの輸送システムが提案されている。表 2.2.6 では、この新たな都市開発のタイムラインが示されており、図 2.2.21 では、新しい都市開発の対象地域が黄色い線で表示されている。

²² ネパールでは、これらの民間個人所有者のことを「general public」と呼ぶので留意が必要。

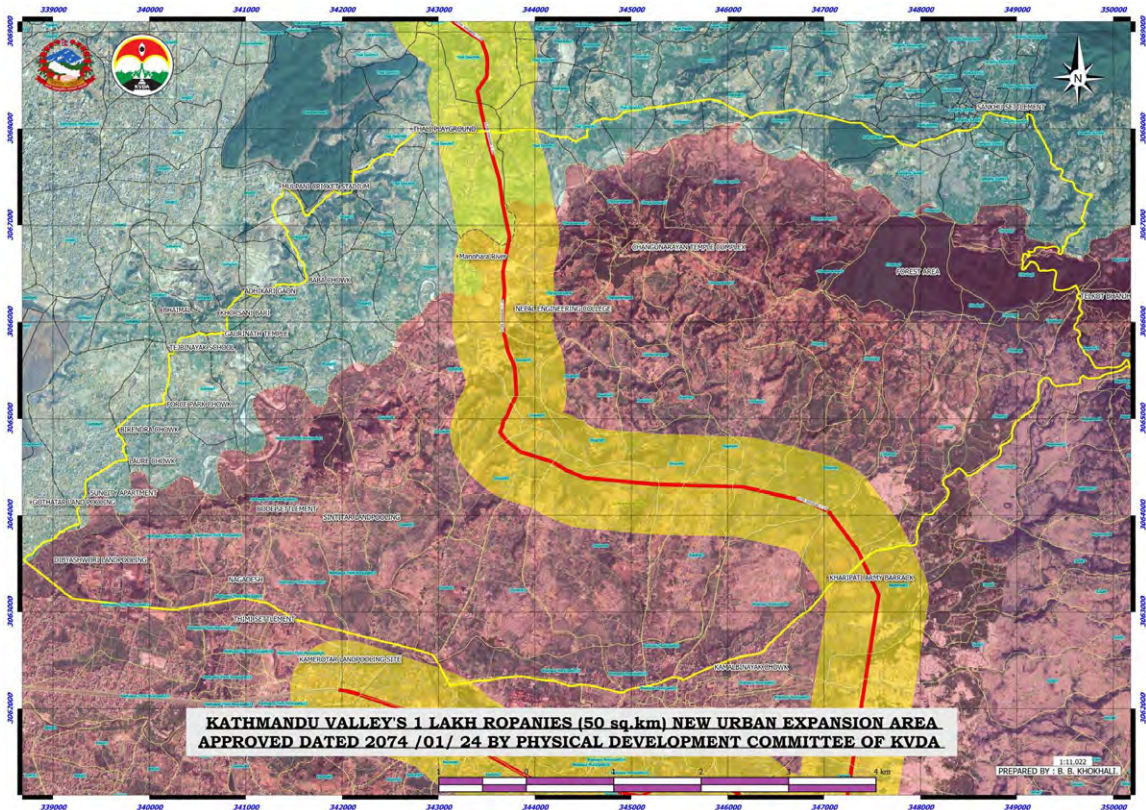
²³ 対象地区の例：Thimi District (between Araniko Highway and Bhaktapur Road), North of Airport, Jadhikuti District, East of Airport) .

また、黄色バッファのある赤線は、計画されている外環状道路とその沿線を表している。図 2.2.22 では、Araniko Highway 北部の土地利用計画図を示す。

表 2.2.6 Araniko Highway 北部での新たな都市開発のタイムライン

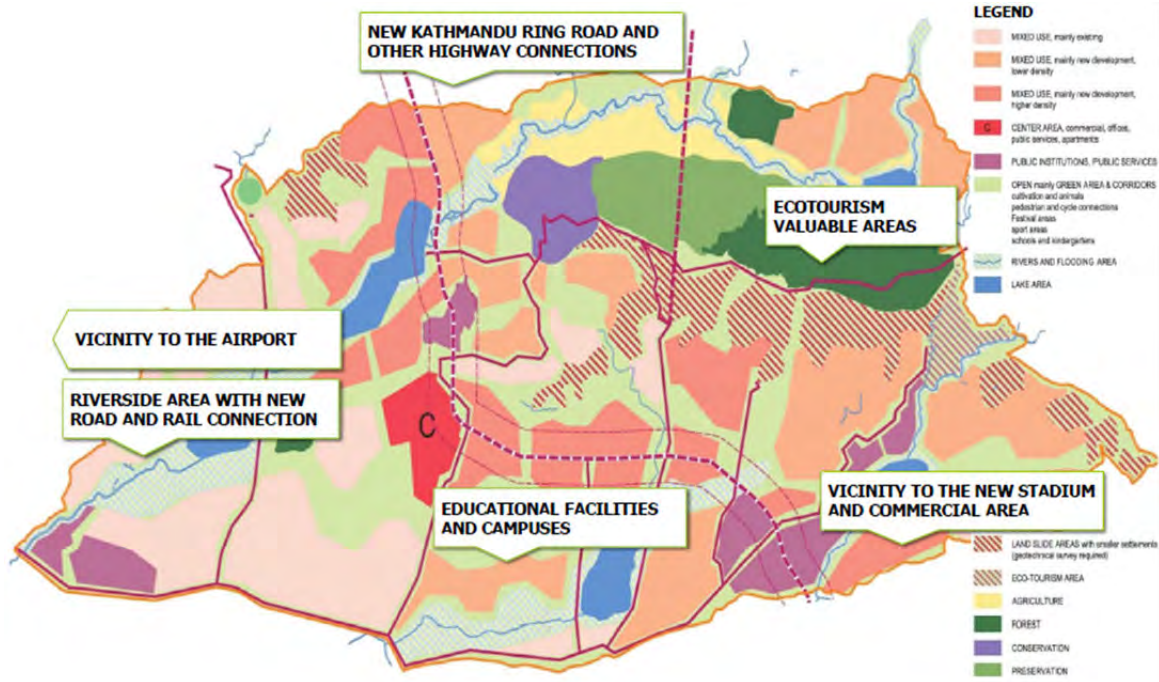
Target year	Activities
2019 年第 1 四半期	利害関係者との協議の後、プロジェクト計画の最終決定
2019 年第 2 四半期	プロジェクトの公表
2019 年第 3 四半期	用地取得を含むインフラ開発の開始
2020 年第 1 四半期	施設開発、及び住居建設段階
2022 年第 1 四半期	観光用施設の完成、及び最初のモデル住宅コミュニティの設立

出典：KVDA (2019)



出典：KVDA (2019)

図 2.2.21 Araniko Highway 北部の新都市開発地域対象エリア



出典：KVDA (2019)

図 2.2.22 Araniko Highway 北部の土地利用計画図

マノハラ川沿いのリバー道路建設について、土地利用計画では河川流域幅として 50m を確保した上で、両側に 20m 幅の道路用地が計画されている。これらの新たな都市開発で計画されている交通インフラには、JICA MP での提案が組み込まれている。カトマンズ盆地開発公社 (KVDA) は、交通計画も含む JICA 調査団が提案した土地利用計画を支持している。この新しい都市開発では、日本式の土地区画整理が採用される。土地の最大 10% が売却され、その収入が開発に割り当てられる。仮に最低限の地価であったとしても、プロジェクトの実行は可能であると予測されている。また、新しい都市開発に合わせ、KVDA はバクタプールのレンガ工場群をカトマンズ盆地からさらに東へ移転させることを計画している。

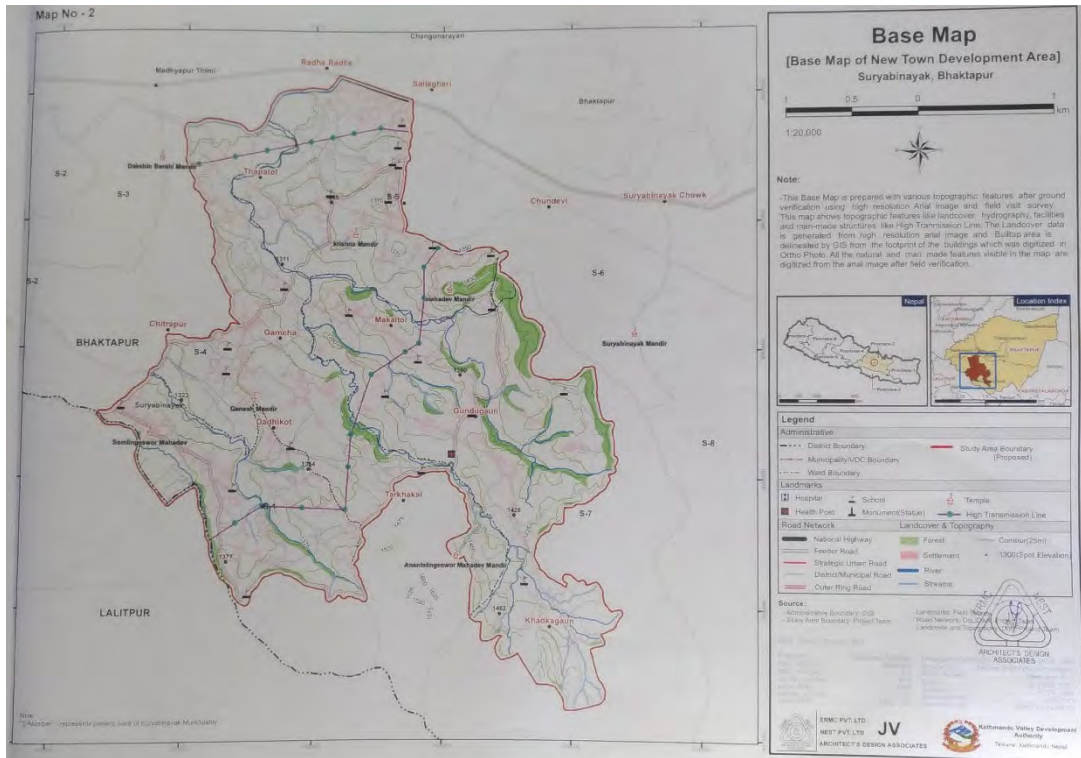
2) Araniko Highway 南部の新規開発案

提案案では、Araniko Highway 南部の 25 平方キロメートルの地域、つまり北部の開発地域のおよそ半分が対象となっている。土地利用計画図はネパールの国内コンサルタント (ERMC と NEST JV) によって作成されている。図 2.2.23 では、提案された新規開発の対象地域を示されており、境界部分は赤線で強調されている。図 2.2.24 は、多様な地形的特徴を捉えたベースマップであり、高解像度の空撮映像と現地調査による現地状況の確認をふまえて作成された。地図には、土地被覆、水文、施設、および、高送電線のような人工構造物を含む地形的な特徴が示されている。



出典：KVDA（2019）

図 2.2.23 Araniko Highway 南部の新開発地域



出典：KVDA（2019）

図 2.2.24 Araniko Highway 南部の都市開発ベースマップ

2.3 都市交通に関連する組織

2.3.1 公共部門

カトマンズにおいて、都市交通サービスの計画、監視および規制において、公共部門の役割は限定的または不十分なものである。前節で提示したように、非効率的な公共機関の構造はインフラプロジェクト計画においてまとまりのない断片的な作業をもたらした。公共部門は大きく i) 道路交通セクター、ii) 公共交通セクターの2つのグループに分類することができる。

(1) 道路交通セクター

一般的に、カトマンズ盆地の道路網は、行政機関の管轄によって SRN (Strategic Road Network) と LRN (Local Road Network) の2つに分類される。インフラ交通省 (MOPIT) 傘下の道路局 (DOR) が SRN を担当しており、地方インフラ開発農業省 (DOLIDAR) と連邦地方開発省 (MOFALD) 傘下の地方自治体 (DDC、VDC、および市町村) が LRN の全体的な責任を負っている。本調査は SRN あるいは国道とフィーダ道路のネットワークを対象としたものである。

1) インフラ交通省 (MOPIT)

インフラ交通省には、道路局 (DOR)、交通管理局 (DOTM)、鉄道局 (DORW) の3つの部門があり、交通インフラの管轄は陸上交通に限られている。2017/18年にMOPITに割り当てられた予算は966億NPRで、国家総予算の約7.6%を占める。MOPITのミッションは「国民統合、社会経済開発、社会平和のためのインフラ開発」を促進することであり、MOPITはインフラの発展を通し、国全体の経済的かつ社会的成長を高め、ネパールの繁栄に貢献することを目指している。

2) MOPIT 傘下の道路局 (DOR)

道路局 (DOR) は国道と、幹線道路、補助道路、戦略的な市街地道路を含むフィーダ道路で構成される SRN の管轄当局である。持続可能な方法で全国的な社会経済開発を導くための道路網の開発、拡大、及び強化を行うために、道路局は以下の目的を設定している。

- 道路網の効果的かつ効率的な維持
- 社会的、経済的および行政的なネットワーク強化を目的とした、全自治体へのアクセス提供
- 安全性・信頼性が高く、費用対効果の高い移動を達成するための自治体への既存アクセスの改善
- 貧困削減プログラムを補完する道路開発
- 商品やサービスの効果的かつ効率的な移動を促進し、経済成長を促進するための既存の SRN の開発および拡大
- 革新的な道路舗装および橋梁整備を目的とした、費用対効果が高い方策の開発及び採用
- 他のインフラ開発を支援し、社会的かつ経済的に重要なセクターを接続するための道路開発
- 道路整備、維持および管理への民間セクター参加の推奨

3) MOPIT 傘下の交通管理局 (DOTM)

交通管理局 (DOTM) は、道路を走行する車両の管理を目的に 1984 年に設立された。DOTM の役割は、自動車交通管理法 (1992) および自動車交通規則 (1997) に明記されている。同法および規則に基づき、DOTM は公共車両のための道路運行の許可 (乗用車/貨物)、新規車両の登録、運転免許証の発行、運転免許証の更新および取消し、交通安全のためセキュリティ対策の導入などを行なっている。DOTM は全国に 14 の地方事業所 (バグマティゾーンに 3 つの事業所) を持っている。DOTM は、管理業務に必要な知識と能力が欠如していたために、交通管理業務を効果的に行えず、自家用車の所有数の増加及びカトマンズ盆地の交通渋滞が発生した。

4) ネパール道路委員会 (RBN)

ネパール道路委員会 (RBN) はネパールの道路網の持続可能な維持のための資金を提供する目的で 2001 年に設立された。RBN は、官民パートナーシップモデルに基づく自立した組織的機関である。RBN は、道路の通行料として直接メンテナンスに必要な資金を確保し、また、政府からの燃料課税および自動車登録料から間接的に資金を得ている。また、契約に基づいた道路維持のための補助金および政府の資金も活用している。道路を計画的にメンテナンスする目的は、道路の資産価値の維持、既存道路の使用可能な状態の保持、車の移動コストの削減、道路利用者のための道路草稿の快適さの向上、ネパールの経済的成長の促進である。RBN の主な機能は、道路委員会から資金を徴収し、その資金を道路メンテナンスのために管理することである。具体的には、道路網のメンテナンス及び道路管理システムのモニタリングと改善のために、その資金を交通関連機関 (DOR、DDCs、VDCs、地方自治体) に配分することである。

5) 内務省 (MOHA) 所属の首都圏交通警察 (MTP)

首都圏交通警察 (MTP、交通警察) は内務省 (MOHA) 所属のネパール警察 (NP) の一部門であり、DOTM と連携して交通規則及び規制を管理し、道路交通のマネジメントを担っている。カトマンズ盆地には 1,420 人の交通警察官が所属しており、交通警察は 40 のユニットで構成される 13 のセクションに分かれている。各部隊の権限は警察署 (セクション) に与えられている。

警察官による交通制御は、交通渋滞を緩和し、交通トラフィックを流動的にするための重要なタスクである。平均して、各交差点に 5 人の警察官が配置されており、この業務は午前 6 時から午後 8 時の間行われる。また、業務時間は 3 シフトで構成される。自動車やオートバイの台数増加に比例して、交通管理は困難な課題となっている。交通管理の実施機関として、交通警察は交通問題解消のために 2.2.2 節にも記載されている 3 つの優先分野を特定している。

- 信号機の設置による歩行者交通管理
- 道路の建設/拡張による交差点 (交差点) 管理
- P&R による駐車管理

(2) 公共交通セクター

公共交通に関して、2 つの組織 : DOTM と DORW が存在しており、どちらの組織も MOPIT の管轄下にある。

1) MOPIT 所属の交通管理局 (DOTM)

交通管理局 (DOTM) の機能は、自動車輸送管理法 (1993) によって規定されている。同法に基づき、DOTM は交通サービスの全体管理、交通管理施策の策定、交通計画のプランニング、交通管理および交通規制を担っている。DOTM の主な機能は次のとおりである。

- 交通管理施策を策定し、交通サービスに関連する個人、中小企業、大企業または組織に必要な指示を与えること
- 公共車両の経路と運賃の決定
- 自動車の速度と重量、および着席可能な乗客数の決定
- 運転免許証と乗務員免許証の発行
- 交通セキュリティシステムの実装
- 交通安全のための監査の実施
- 電気輸送システムの計画

2) MOPIT 所属の鉄道局 (DORW)

2012 年、増加する旅客輸送および貨物輸送の需要を満たすために国内の鉄道網の開発を計画する目的で、MOPIT の下に鉄道局 (DORW) が設立された。ほとんどの職員が DOR 出身で、専門的な鉄道業務経験のあるエンジニアはいない (今もまだエンジニアが大幅に不足している)。計画、建設、運用の各段階における統括および監督機関として機能し、その範囲は鉄道、メトロレール、モノレールである。都市鉄道の監督当局は DORW である。

DORW の構想は、高い安全性・アクセシビリティ・信頼性を持つ低価格な鉄道輸送を確実なものとする社会経済の発展への貢献を目的とした、国内の鉄道ネットワークの開発と建設、及び国際ネットワークとの接続強化を行うことである。

DORW の担当業務は次のとおりである。

- 鉄道網の効果的かつ効率的な開発、拡張および管理
- 鉄道網と近隣諸国の接続強化、及び貿易拠点、工業地帯、宗教的価値の高い場所、観光地と首都との社会経済的、文化的小および行政的関係の強化
- 高い安全性・アクセシビリティ・信頼性を持つ低価格な旅客輸送および貨物輸送システムの実装
- 鉄道網の開発、普及、運営および管理における官民連携の奨励
- 国内の鉄道網とアジアを横断する鉄道網の関係を強化する国際貿易の拡大
- ロープウェイサービスの開発、拡張、管理
- ケーブルカーサービスの開発、拡張、管理

2.3.2 その他の交通セクター関連機関

(1) ネパール国家計画委員会

ネパール国家計画委員会 (NPC) は、ネパール政府の国家開発評議会の指示の下に設置された、国の開発計画と政策を策定するための諮問機関である。NPC は 3~5 年ごとに計画を発行しており、政治

システムにいかなる変化があろうとも、インフラ開発計画を策定する唯一の組織として機能している。現在、第15次5カ年計画コンセプト・ペーパーが、2076/77(西暦2018/19) - 2080/81(西暦2022/23)年の年度会計に向けて準備されている。加えて、NPCは2030年までに中所得国入り、2043年までに先進国入りするという目標とともに、ネパールの25年長期戦略を作成している²⁴。

(2) ネパール投資庁

2011年に設立されたネパール投資庁(IBM)は、首相が議長を務める格式高い政府機関である。IBMは、投資が促進される環境構築を行っており、国内外の投資の活性化及び管理を通して、ネパールの経済発展を促進するための中央政府機関として機能している。首相(議長)とともに、財務大臣、産業大臣、森林大臣、国家計画委員会副委員長、ネパール政府首席補佐官、ネパールラストラ銀行総裁の6人の常任理事によって構成されている。

IBMの任務は、建設(例えば、鉄道、高速道路、大規模な橋)、鉱山および鉱物、観光および航空産業を含むサービス産業における中規模および大規模のプロジェクト開発である。国家計画委員会の決定に基づき、IBMはPPPスキームを用いた東西回廊に沿ったメトロ整備を計画している。詳細については2.2.2節に記載している。

(3) 財務省所属の都市開発基金(TDF)

都市開発基金(TDF)は、1988年にTDF理事会として最初に設立され、1997年に独立団体として設置された財務省傘下の政府系金融機関である。主要機能は、利用可能な国内金融オプションおよび国際金融オプションを利用し、地方自治体のインフラ整備のために必要資金を提供し、基本的なインフラプロジェクトに融資することである。政府間の財務移転、地方自治体の歳入およびTDFの資金調達(例えば、世界銀行、ADB)を合わせたTDFの年間設備投資は320億NPRに達する²⁵。急速な都市化の進行と人口の流入により、TDFは農村から都市へと投資の焦点を移した。しかし、現状、資金調達需要に追いついていない。都市インフラのニーズの60%を満たすには、年間約1.9兆ドルが必要とされている。

TDFの得意分野は、資金調達マネジメント²⁶、自治体への資金の貸付け業務、およびプロジェクト管理である。この点で、TDFは地方自治体の基本的なインフラ開発のためのJICAツーステップローンの中間的な資金提供機関となり得る。例えば、小規模交差点改良のためのパッケージローンの管理主体となり得る。さらに、TDFは、その技術的健全性、経済的実行可能性、財政的実現可能性などの観点からプロジェクト評価も実施する。TDFはまた、資金調達およびプロジェクト管理を担当する。

TDFには、交通セクター回転資金(RFT)と呼ばれる特別基金がある。TDFは、前述KSUTPのS5路線事業からの回収資金の再投資を通して、資金を拡大することを目指している。RFTの現在の割合はローン(80%)と助成金(20%)で構成されているが、TDFは連邦政府に他の資金源へのアクセスを要求している。現在利用可能な金額は2019年2月の時点で7百万米ドル(助成金110万米ドル)である。

²⁴ Kathmandu Post. *25-year vision to transform nation in sight*, dated 17 October 2018.

<http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2018-10-17/25-year-vision-to-transform-nation-in-sight.html>

²⁵ Town Development Fund, *2016-17 Annual Report: 30th Anniversary Publication 2018*, February 2018.

²⁶ TDFの資金提供プロセスは、①まず自治体がTDFに対して提案書を提出する、②TDFは外部コンサルタントの補助を得ながら提案書のレビューを行う、③レビュー後、TDFは資金調達方法を検討する。

KSUTP プロジェクトのために、TDF は ADB と GEF によって資金提供されたローンと助成金を通して、380 万ドルを準備した²⁷。その資金はプロジェクト設計、バスの施設と必要設備²⁸、そして全てのバス車両のために用いられた。17 台の新車購入（EURO 4 と呼ばれる中型ディーゼル車）に対して、TDF は 8 年間 5% という低金利での貸し出しを行った。KSUTP の詳細については 2.2.2 節に記載している。

(4) 州政府の設置

連邦制導入と行政再編に伴い、州レベルの 7 自治体が 2019 年中頃に設立予定である。詳細はまだわかっていないが、1 万 7,000 人の公務員が中央政府から第 3 州（カトマンズ盆地を含む州）に割り当てられる予定である。

(5) カトマンズ盆地開発公社（KVDA）、都市開発省（MOUD）

KVDA は 1988 年施行されたカトマンズ盆地開発法に則り、都市開発省（MOUD）の下で 2012 年に設立された。KVDA はカトマンズ盆地のために統合的なインフラ開発計画を準備、実行することが求められている。設置の背景として、政府機関や受託協力者のいずれも都市開発において必ずしも十分に協力出来ていなかったため、その結果、プロジェクトや役割の重複が発生し限られた資源の有効活用ができなくなっていた。KVDA 設置はカトマンズ盆地においてバラバラな開発を統合し一つの行政システムとして開発を管理することが意図されていた。新しく設置された KVDA は人的資源と技術的な能力の両方の観点で能力開発をする必要がある。

現在、KVDA の内部組織は以下の 3 レベルで構成されている。(i) 政治的に決定された開発コミッショナーが責任者について本部オフィス、(ii) Deputy コミッショナー、(iii) カトマンズ、ラリトプール、バクタプールにおける地域局であり地域コミッショナーがその任に当たる。

KVDA は 18 の自治体にわたる 720 平方キロメートルの地域を担当する。

KVDA は、DOR との協力体制の下、カトマンズ盆地の道路拡幅計画の用地取得を担当している。例えば、外環状道路の施工では土地区画整理を行なった。しかし、KVDA の道路施設の計画及び設計のための能力は限られており、道路局からの強力なサポートが必要となる可能性がある。

(6) カトマンズ盆地における 18 の自治体（市）

カトマンズ盆地には 18 の自治体があり、公共サービスを担っている。最も大きい自治体はカトマンズ市（KMC）であり、域内に 100 万人以上の人口がいる。さらに、2 つの隣接都市があり、南部のラリトプール、東部のバクタプールである。道路交通において自治体の基本的な役割は区域内的の道路を開発し維持することである。道路幅は 7m 未満である道路を担当する。KMC は交通管理と関連した以下の活動に関与している。

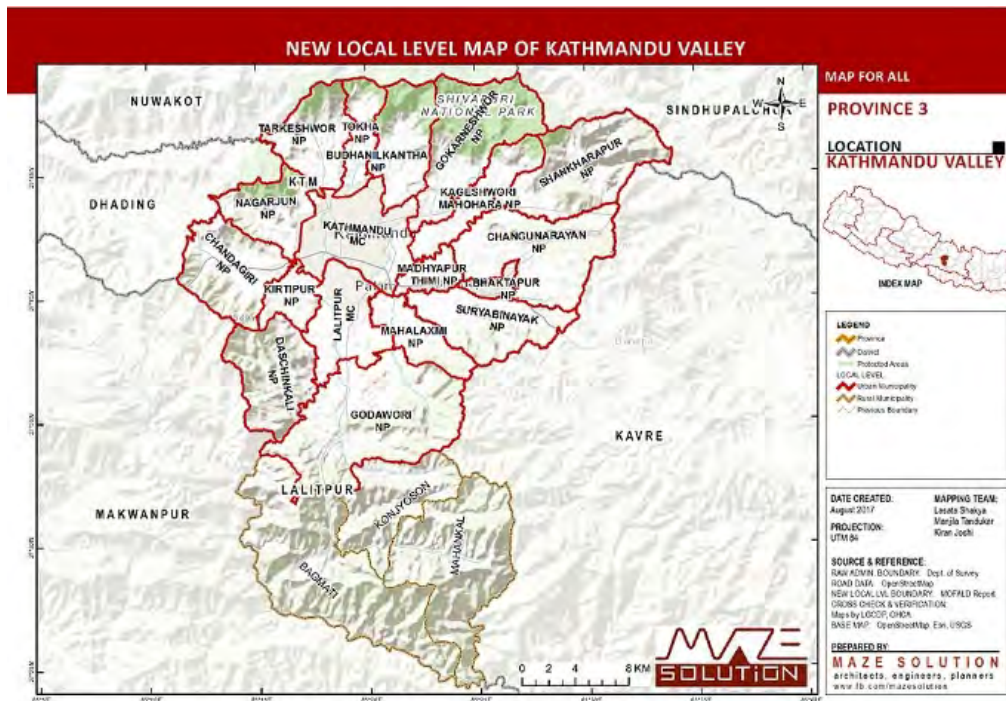
- 路側での駐車管理：導入場所の特定、駐車スペースの管理、駐車料金の徴収
- 罰金と違法駐車管理（交通警察との協力の下）

²⁷ S3 路線の実施がキャンセルされたため、全ての資金が使われたわけではない。

²⁸ バス機器の調達について、料金徴収システムは N Clouds 社、GPS システムは Technology Sales（RamLaxman）社、通信機器は Decade International Pvt. Ltd 社、バス車両は TATA 社が供給した。

- 信号機の設置
- 交通警察や DOTM との協力

なお、市レベルと州レベルの間に、District という行政レベルが存在するが、都市計画、交通計画においては重要でない。



出典：JICA 調査団

図 2.3.1 カトマンズ盆地における 18 自治体

(7) 新しい市長とカトマンズ盆地における市長フォーラム

連邦化のプロセスと 2017 年の選挙を経て、新たな 18 名の市長が選挙によって選ばれた。市長たちは公約の中で、交通の利便性向上に強い関心を示していた。市長フォーラムはカトマンズ盆地の 18 の都市自治体の市長らにより構成され、交通・文化遺産・文化活動・自然環境といった相互の利益について議論するために定期的開催されている。市長フォーラムはカトマンズ盆地の環状道路における BRT の導入を提唱しており、TDF もその活動を支持している。

2.3.3 民間セクター

交通サービスの計画・モニタリング・規制を担う実効的な行政機関が存在しないため、カトマンズ盆地における交通サービスの提供においては民間セクターが重要な役割を果たしてきた。だが、パラトランジット交通の運営者²⁹の権勢に象徴されるように、交通産業は未だに脆弱な小規模事業者の集合体でしかない。事業者たちは、非正規の事業者団体によって路線参入やバスターミナル利用を管理されている。また、事業者のサービスは、メンテナンスの不十分な貧弱な車両や統一されていない路線運行権利を基盤として、最低品質のサービスと最低限のコストのバスサービスに固執している。こう

²⁹ 個人所有の小型車両。路線団体によって緩やかに管理されており、どのようなサービス団体からも許認可は受けていない。

した困難な環境にもかかわらず、とくに ICT 分野において、民間主導での交通サービス進展のよい兆しが見られる。

(1) 交通事業者

1) Sajha Yatayat 社（バス事業者 半官企業）

Sajha Yatayat 社 (Sajha) はハイブリッドの公営企業 (半官の会社) であり 1960 年代に設立されたが、2010 年代に刷新・再編された。カトマンズ市 (30%) と政府機関 (69%)、および運転手と乗務員含む社員 (1%) からなる株主に所有されている。Cooperative という企業形態のため、すべての株式保有者は平等であり、それぞれが取締役会での意思決定に一票を有している。現在は 7 名の取締役員がおり、うち 2 名は政府出身である。Sajha は、2013/14 年に 16 台のバスでバス運行を再開した。現在では 51 台のバスと 8 本の (主要) 路線を有しており、今後、20 台の電気自動車バスと、インドから 20 台のディーゼルバスを購入することを計画している。

同社の目標は、バス業界の標準 (例: 運行システム、スタッフの利益、仕様書、障害を持つ人のための設備) を設定するために、バス業界における最も革新的なプレイヤーかつ先導者になることである。運賃設定、夜間運行、法に基づいた給与・福利厚生など、行政による制度的マネジメントはカトマンズバス事業者の弱みであり続けてきており、運行を続ける上では、未だに困難に面している。Sajha は自治体に、運営と維持管理に対して出資するよう要求した (そのため、カトマンズ市 (KMC) が株式の 30% を保有している)。

Sajha はバスビジネスを現代化するためのいくつかの計画を掲げている。(i) IC カード支払いシステムの設置 (例: NClouds)、(ii) GPS 位置情報システムと IC 運賃徴収システムの統合、(iii) 既存のディーゼル車両の電気自動車への置き換えである。これらの計画は、ディーゼルの費用に由来する運営費用を 40~50% 削減するなど、バス運営をより能率的でコスト効率の良いものにするものと想定される。

2) Digo Sarbajanik Yatayat 社（バス事業者、新興の民間企業）

Digo Sarbajanik Yatayat 社 (Digo) は、KSUTP のバス事業再編³⁰の一環として、66 の個人の交通事業者が統合されたのちに新たに成立したバスの運営会社である。Digo 社は、会社の設立を「悪くはない」と評価しており、一方で、利用者はサービスの向上、広々とした車両、快適な乗車体験などに肯定的な評価を与えている。Digo は S5 路線で、17 台の中型ディーゼルバスを運行している。ドライバーは 20 名を有し、月給が支払われている。競合他社は (いくつかの個人事業者を除けば) 存在せず、補助金なしでの運賃収入に基づいた運営が可能になっている。ディーゼル燃料の費用が運行コスト全体のおよそ 30% を占めている。運営を最適化して費用を削減するため、より (大きくて) 多くのバスを調達することを計画している。

3) シンジケート、交通事業者団体 (個人のバス/tempo 車両事業者の団体)

ネパール国交通事業者連盟 (FNNTTE) はカトマンズ盆地に 100 のバス事業者加盟団体があると推定している。これら団体はネパール全土の 30 万台の車両の運営者を代表している。これらの団体は、

³⁰ カトマンズ市は直接設立に関わっている。市長は DOTM とともに、バスシステムの統合と現代化を推進した。

事業者の路線参入、バスターミナル利用に関する実質的な許認可団体として機能している。DOTM は事業者レベルでの合意を是認するだけで、事業者間でのカルテルが可能になっており、そのためこうした団体の合意がなくてはどの個人事業者も路線運行の許可を得ることはできない。

2018 年、ネパール政府は、路線団体は廃止とし、全ての事業者は同会計年度内に会社または協同組合を形成し登録しなければならないと通知した（会社法）。この通知にあたっては、いくつかの路線団体による、他の事業者との競争を妨害するための攻撃的な行動が見られた。しかし、KSUTP における S5 路線の公共交通再編プロジェクトを除けば、政府は、発着のスケジューリングや路線上の車両数管理といった、こうした団体が担っていた機能にとって代わる有効な規制を課すための施策を具体化できていない。

4) タクシー

カトマンズ盆地を運行し、ネパールメータータクシー事業者協会（NMTEA）に所属している登録済みタクシーは 10,465 台存在する。タクシーは、DOTM が管轄する路線と運賃体系に基づいて運行している。タクシー業界は現在、都市交通セクターの変革に当たっていくつかの課題に直面している。

主要路線では、運転手の過剰な運賃徴収に不平を言う乗客の姿はよく見られる。NMTEA の議長 Arjun Gautam 氏によると、過剰徴収はメーターが作動していないことと³¹非現実的な料金体系の帰結である。レシートを印刷することができる運賃計算機は 2017 年時点で 8,500 台のタクシーに設置されていたが、現在ではそのほとんどが故障している。NMTEA は機械の品質が原因だとしている一方、政府（ネパール基準・度量衡局）は、ドライバーが故障した機械を修理しない怠慢であるとみなしている。

タクシー運賃は、運転手と政府との間で議論になる話題である。NMTEA は、タクシービジネスを合理化するために 3km 以下の路線では運賃を一律にすることを要求している。政府（MOPIT）はこの実現性は検討していないが、消費者物価指数、燃料費、増加する維持費、スタッフの給料などの要素に基づいた運賃の上方修正に取り組んでいる³²。

タクシービジネス全体は、Tootle と Pathao が提供する新興のライドシェアリングサービスにも影響されている。NMTEA の議長はこれらの交通サービスを違法とみなしている。DOTM は現在、バイクを公共交通として認めるかどうか審議中である³³。

5) SAFA Tempo

背景

SAFA Tempo はネパール製の 3 輪電気自動車（EV）であり、1990 年代に USAID の支援のもとで従来のディーゼル車両から置き換えられた。これは道路が狭く、混雑していて不便なカトマンズ盆地に適している。10 万人以上の乗客が、日々 SAFA Tempo を利用している。SAFA Tempo はモーターを動かすのに電力を使用しており、CO₂ を排出しない“ゼロエミッション”を達成している。環境に優し

³¹ <https://kathmandupost.ekantipur.com/news/2018-07-26/forum-chairman-blames-mediocre-printers-for-taxis-not-giving-receipts.html>

³² <https://thehimalayantimes.com/business/govt-preparing-to-hike-taxi-fare/>
<http://kathmandupost.ekantipur.com/printedition/news/2019-03-07/kathmandus-taxi-drivers-say-the-meter-fare-is-killing-them.html>

³³ <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2019-01-15/in-cracking-down-on-ride-sharing-apps-nepals-government-sides-with-taxi-operators.html>

くて持続可能な交通手段であるだけでなく、地域の雇用の創出にも貢献しており、女性ドライバーの社会進出と男女平等の推進に重要な役割を果たしている。表 2.3.1 に、運用の全体像を示す。

表 2.3.1 SAFA Tempo の全体像

Tempo 電気自動車数	700
路線	12
充電所	32
従業員（うち女性）	1,500 (500)
一台あたり最大乗客数	12

出典：JICA 調査団

技術

バッテリー：SAFA Tempo は、スピードと動力が可変の直流モーターを備え、12 個のバッテリーからなる 72V のバッテリーパックによって動く。この直流モーターは、単純な電子制御デバイスによって制御されている。最大限に充電すると、65km まで走行可能である。このバッテリーは、アメリカの Trojan 社によって製造された鉛電池を使用している。12 個のバッテリーセットの価格は 4,000 米ドルであり、寿命は約 3 年である。近年、バッテリーの値段は変化していないにもかかわらず、品質が低下している。実際、バッテリーの寿命は 1 年未満に縮んでおり、これにより運営コストが上昇している。現在、SAFA Tempo 組織は、リチウムバッテリーへの変更を検討している。現在進行している、Trojan や中国企業との議論は、未だ有意義な成果を得られていない。

車両：ネパールの製造業者は、部品をインド（車体）と USA（電子部品）から輸入し、カトマンズで電気自動車を製造している。既存の車両の平均余命は 20 年以上である。政府は近年、Tempo 社の車両の規制期間を 20 年から 30 年へと延長した。SAFA Tempo 組織は現在、3 輪車両から 4 輪車両へのアップグレードを検討中である。

GPS 技術：RamLaxman 社が、GPS によるバスマネジメントと位置システムの制作のため、バスへの GPS 設置を推進している。SAFA Tempo も、運用中の車両数をモニタリングするため、車両 5 台に試用として GPS デバイスを設置した。

組織構造

Tempo 業界には、3 種類の関連組合（アソシエーション）がある。路線組合（全 12、各路線に 1 つ）、事業者組合（全 12、各路線に 1 つ）、および充電組合（全 32 組織）である。事業者組合の代表（tempo 車両の所有者のみが就任可能）は、3 年ごとに tempo 車両の所有者達の選挙によって選ばれる。最近の会社法の改定に伴い、これらの組合は、解消して会社化することを余儀なくされている。

(2) IT 事業者

1) RamLaxman Pvt Ltd（MaaS の提供会社）

RamLaxman 社は、Ram Rimal と Laxman Rimal の兄弟が所有しているハードウェアの開発企業である（社員数約 40 名）。1990 年代後期に創業し、IOT 電子ハードウェアの開発とセキュリティに焦点を当てた業務を開始した。同社は RamLaxman Innovative 社を保有しており、Sajha Yatayat を含むバス事

業者に、GPS 車両追跡システムを提供している。さらに同社は、ネパール国内で複数の交通モバイルアプリを提供している（例：LetzGo, Mera Sajha、GPS Nepal）。

2005年に自家用車向けのGPS車両追跡サービスを開始して以来、同社は交通分野で積極的に活動している。2015年には、公共用途の自動車向けにもサービスを拡大し、現在ではバス700台・スクールバス20台・救急車7台（Dhulikel病院）に、GPS端末・発信器が同社の負担で設置されている（サービスをより幅広いユーザーに拡大するため）。GPSに加え、RamLaxman社はバスの位置情報と車内案内システムの試作品を開発し、46台のMahaNaga社のバスに設置されているほか、Sajha社のバス位置情報の専用携帯アプリにも利用されている。投資の見返りとして、RamLaxman社は他のバス事業者と、同社の車内案内システム（RamLaxman社が広告を表示可能）と、料金徴集機（同社が委託費を回収できる）を設置するよう交渉中である。

さらに、RamLaxman社は現在、カトマンズ市と、100セット以上のリアルタイムデジタル掲示板をバスターミナルと主要なバス停留所に設置するよう交渉中である。もし交渉がうまくいけば、この事業はPPPプロジェクトとなる。

自身の技術を活用しながら、RamLaxman社は交通事故削減に貢献することを目指している（速度モニタリングシステムを通じて）。彼らは、車内広告を活用した社会意識の向上プログラムにより、人々の交通行動を変えることにも意欲的である。同社は、並ぶもののない技術と最大限の投資をもって、次の数年でネパールの公共交通セクターにおける主要プレイヤーとなることを目指している。

2) NCloud Pvt Ltd（バス料金収受サービスの開発者）

NCloud社は、ネパールにおけるICカード支払いシステムの開発の先駆者である。彼らは、Sajhaバスを対象に、機能が限定された最初の試作デバイスを開発した（例えば、ICカードの車内トップアップはまだ出来ていない）。Digo社もクライアントとなっている。現在、日々の料金のやりとりとチケットの発行は、乗務員たちによって乗車前に行われており、これはネパールにおいて一般的な慣習である。この慣習的な支払いのやりとりには、料金をごまかされる恐れがつきまとう。NCloud社のCEOやDigo社によると、日々の運賃収入の損失は、運賃収入全体の20%におよぶ。ICカードによる支払いシステムは、運賃のごまかしを最低限にすると期待されているが、同サービスが公式に導入される目標期日は存在していない。カトマンズ市も、この構想を現実にすることに熱心である。

3) シェアライドアプリの提供会社

TootleとPathaoは、ネパールにおける、バイクのシェアライドマッチングサービスを提供する主要なスマートフォンアプリである。Hyperloop Nepal社が運営するTootleは純粋なネパール資本であり、2017年にサービスを提供開始した。Pathaoはバングラデシュとアメリカの開発者がルーツとなっており2018年に市場に参入した。両アプリは1日に45万人のアクティブユーザーに活用されており、2万6500人の運転手に登録されており、平均価格100NPRで1日に8千トリップを提供している。

これらのシェアライドマッチングは新興のサービスであり、特に i) 有償の移動サービスを、事業用に登録されていない車両で提供している点 ii) 旅客向けの、安全と車両品質に関するコンプライアンス、について問題が指摘されている。DOTMはこれら事業者に向けたマネジメント上の要求一覧を

作成しており、2019年4月に施行予定である³⁴。

Tootle社のCEOは、新たな世代におけるシェアエコノミーの成長、サービスをMaaSのプラットフォームのコンセプトで特徴付けること、乗客により多くの交通情報を提供することを検討している。

2.3.4 Development Partners 開発パートナー

(1) 開発パートナー国際協力機構（JICA）

1990年代以降、JICAは道路や橋梁の建設・交差点の改良を含む、都市交通に関する様々な調査を実施してきた。この30年間、交差点改良事業はJICAの中心的な活動の一つであった。

カトマンズの橋梁再建築プロジェクト群（1990年代）

- ▶ 1989-95年の無償資金供与により市内の延べ10橋梁が架け替えられた。また、1995-97年に、バグマティ橋の新設やThapathali交差点形状改良を含む、南北幹線道路のさらなる改良が行われた。

カトマンズの交差点改良プロジェクト（2000-02）

- ▶ JICAは市内の10箇所の交差点改良のために無償資金を提供し、基本設計調査と信号を含む交差点の改良を実施した。

カトマンズ-バクタプール間道路改良プロジェクト（2006）

- ▶ JICAは、Tinkune交差点を起点として、10kmの道路の拡幅のために無償資金協力を行なった。2015年の地震によって、この区間の道路に深刻な被害が生じたが、追加の資金協力により修復された。

カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト（2012-2017、JICA MP）

- ▶ 基礎調査として2012年に、大規模交通データ収集調査（世帯調査を含む）が実施され、2017年のJICA MPの基礎として用いられた。

本分野のJICAの事業は、2012年まで主に交差点や交通集中地点の改良に注力してきた。しかし、2017年にまとめられたJICA MPは、公共交通と自家用交通の総合的な整備に焦点をあてている。具体的には、連続した交差点改良、幹線道路の開発、道路交通とAGT計画との統合などがある。

1) 青年海外協力隊とシニア海外ボランティア（JOCV と SV）

JICAは、都市交通、交差点管理のアドバイザーを青年海外協力隊（JOCV）とシニア海外ボランティア（SV）制度のもと、カトマンズとポカラの自治体に派遣している。JICAは2019年度からカトマンズ交通警察にもSV隊員を一名派遣済みである。

本調査の中で、多くの交通警察署員がJICAの交通シニアボランティアである馬場喜代志氏の名前を挙げた。彼は2000年代に日本での経験を交通警察（MTP）に持ち込み、カトマンズにおける交通マネジメントと交通安全の父と認識されている。彼の貢献には、混雑した道路における中央分離帯の設

³⁴ <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2019-02-01/ride-sharing-services-ridden-with-issuesfrom-safety-and-insurance-to-privacy-compliance.html>

置や現場の交通警察官に対する白手袋の配布がある（汚職防止の意味を込めている）。彼の退任以降も、JICA は継続的に交通マネジメントと安全の支援のために、シニア・若手のボランティアを派遣している。

(2) アジア開発銀行 (ADB)

2010 年以降、ADB は都市公共交通の改善に従事し、KSUTP に関連する一連の事業を実施してきた（詳細は 2.2.1 節を参照）。MTOPS 事業では、最初の事業実施（2030 年）に向け、優先整備すべき路線に対して適切な大量輸送システムの必要性を明示した。バス路線再編事業では、小規模なパラトランジット車両を大規模バスで置き換えるパイロットプロジェクト実施を含め、バス業界や路線の再編に焦点を当てた。後者のパイロット事業は、事業者団体を再編し、よりよい旅客サービスとバス車両提供を達成したため、成功であると考えられている。

(3) 世界銀行 (WB)

世界銀行は、2019-2023 年の 5 年間をカバーする Country Partnership Framework³⁵を提示している。交通セクターでは、融資の大半は、とりわけインドや中国といった隣接諸国との間の人や物資の越境移動を目的とした、道路交通と航空の接続性改善に注力している。世界銀行は、非効率で小規模な公共投資が、本セクターにおける主要な制約であると認識している。2018 年の 11 月に出版された The Nepal Development Update³⁶では、“交通セクターはプロジェクトの優先順位付けや計画の不足、官民間での調整不足により引き起こされる非効率性、全体的な能力不足によって特徴付けられる”と述べられている。世界銀行は、本セクターにおける、投資の効率性を改善するための制度と政策の改革は、すべての開発パートナーにとって重要な課題である、と考えている。

2.3.5 その他（国際機関、大学、市民団体）

(1) Global Green Growth Institute (GGGI)

GGGI は条約に基づいて成立している国際機関であり（本部：韓国、議長：パン・ギムン）、電気自動車といった、環境に優しい成長戦略を推進するための研究とプロジェクト準備に注力している。同機関は、ネパールにおいて電気自動車を推進するシンクタンクとしての役割を果たしている。同機関は、ネパール森林環境省の方針のもと、MOPIT と連携しながら、GGGI は 2017 年に環境に優しく持続可能な交通への移行を目指した e-モビリティ（電気モビリティ）プログラム³⁷を発行している。

GGGI の、電気自動車推進活動は 4 種類のアウトプットに注力している。(i) 政府に電気バスへの出資を納得させるための、バス事業者への技術協力（単純な費用便益分析）、(ii) スウェーデンとドイツ政府に支援された、GIZ と合同での国立 e-モビリティファンドの設立、(iii) 連邦レベルでの e-モビリティ専用ユニットの設立および、(iv) e-モビリティのための国家プログラムの設置である。

³⁵ World Bank. *Country Partnership Framework*. 2018 年 7 月
<http://documents.worldbank.org/curated/en/998361534181363354/pdf/Nepal-CPF-v08-07-18-Master-Copy-08092018.pdf>

³⁶ World Bank. *Nepal Development Update*. 2018 年 11 月
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30617/NepalDevUpdate-Nov2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

³⁷ This program was initially launched by Prime Minister with a cabinet support and policy decision to get 300 EV buses.

(2) 大学・教育機関

交通計画・交通工学の大学院課程を備えた大学はネパールに二つある。トリブバン大学 (TU) とポカラ大学 (PU) である。TU は学生を年 20 人まで、PU はおよそ 30 名、それぞれ受け入れている。これらの課程を終えた学生のほとんどは DOR に就職する。

(3) 交通安全のボランティアグループ

およそ 40 名の個人ボランティアが、交通警察と連携しながら主要交差点でピーク時に交通安全活動を行なっている。活動は、集団としてではなく、個々のボランティアの裁量に委ねられている。何人かは最大で、2007 年から週 4 日活動を行なっている。2015 年に公的に交通ボランティア制度が確立され、現在では交通警察により ID が発行されている。

第3章 開発課題と開発戦略

3.1 はじめに

前章の 2.2、2.3 節に記した情報収集に関する結果を受け、3.2 節では、開発課題について大きく 5 つの分野にまとめた。また、3.3 節では、全般的な事業の進行状況や現状の取り組みを評価し、それを受けて、都市交通の分野ごとに時系列的な取り組み方針を開発戦略として示した。

3.4 節では、カトマンズで長期に亘る課題として位置づけられる交通渋滞について、マクロネットワークモデルを用いた課題分析を行った。この分析を通じて、将来道路網における交通ボトルネックを明示し、また、近い将来、スムーズかつシームレスな都市モビリティを実現する上で必要な渋滞改善方針について示した。

3.2 カトマンズ盆地の都市交通セクターにおける開発課題

本調査団は、対象地域において 20 以上の官民含む多様な交通関連組織にインタビューした。その結果、下記 (1) ~ (5) に示すように、5 つの開発課題として集約した。

(1) 交通混雑・渋滞

2017 年の JICA MP では、カトマンズ盆地における過去 10 年間（2001～2011 年）の車両登録数が 15 万台から 57 万台に増加したと報告された。下記に示す人口増と相まって、交通渋滞が深刻化している。このままでは、交通渋滞が対象地域の生活環境にも影響を及ぼすレベルになるものと考えられる。ネパール政府は環状道路拡幅を含むネットワーク整備により対応しているが、現況状況から交通インフラの整備レベルは不十分であるといえる。

1) カトマンズ東部での人口増と交通需要増

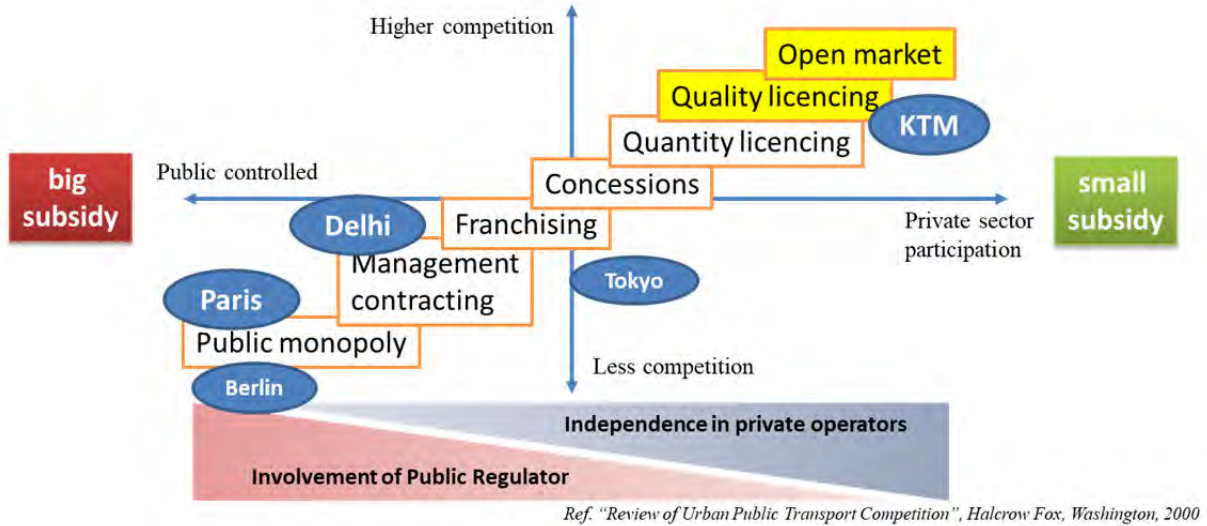
前述 2.2.2. (7) 節に示したように、カトマンズ東部のバグタプールにおいて検討されている 2 つの都市開発計画は、対象となる交差点や回廊における東部からの交通流入需要増に影響している。2 つの都市開発計画では、2030 年までに約 200 万人の人口増が想定されている。しかし、前述のように Araniko Highway が東部からカトマンズ市内への唯一の流入地点であり、並行して東西方面への都市鉄道整備計画がなされているが、Koteshwor 交差点を中心に渋滞の悪化が想定される。

(2) 非効率、信頼性の低い公共交通サービス

1) 規制の弱い交通サービス市場

カトマンズにおける交通サービス市場は全般的に民間主体で進められている。大きく、Sajha 社などのバス事業者とシンジケートに所属する個人事業主に分かれる。図 3.2.1 は、競争状況と規制・ガバナンスの 2 軸から見た都市内バス事業の分類図である。カトマンズの交通事業規制は緩く、規制主体の DOTM による規制は、安全規定と運賃規定程度であり、図中の「Open Market」と「Quality Licensing（品質ベースの運行ライセンス付与）」の中間に位置づけられる。他の都市では公営事業者と規制主

体が設置され、公営事業者への補助金を必要とする事業体制となっている¹。カトマンズにおける民間主導のバスサービスは、現状、料金未徴収、高い燃料費、運賃規制がある中で、補助金を必要としない運行を実現している。



出典：Review of Urban Public Transport Competition, Halcrow Fox, 2000, and Modified by JST

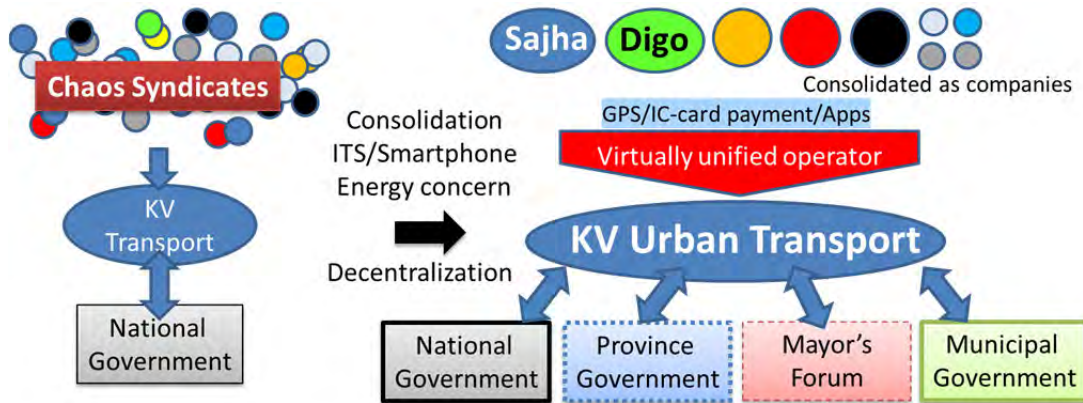
図 3.2.1 都市交通事業に関する「事業規制」と「競争」の二次元図と各都市のポジショニング

2) 民間事業者の統合、交通行政の輻輳という温度差

図 3.2.2 にカトマンズ盆地における交通行政と交通サービスの動きを図示した。前述したように、中央政府の再編前は、交通行政は中央政府官庁により緩く規制され、民間事業者は個人経営でシンジケートに所属し、統合の進まない「カオス」な運営状態だったと言える。

今後の市場動向の推測を試みる。個人経営主体のバス事業者は、Digo 社や Sajha 社が実施したような、統合化、会社組織化 (Consolidation) されていくことが考えられる。会社組織化と同時に、車両の近代化、GPS によるバス位置収集装置の設置、支払いツールの統合も進むだろう。それに加えて、MaaS などのデジタルプラットフォーム上での交通情報統合も進み、利用者にとっては複数の交通事業者が一つの運営者であるような状況になる可能性がある。一方で、行政は、連邦政府、州政府、自治体、Mayors' Forum などの輻輳が進み、交通行政にかかる意思決定が一元化できない状態が続く可能性がある。

¹ 一般的に欧州都市 (例えば、パリやベルリン) では地域交通公団などの公営事業者がメトロ、バス、トラムなどを総合的に運営する。民間事業者を市場から排除し、公営主体によるサービス質を確保する形態である。このビジネスモデルは供給者間の価格競争が起こらず、一般的に補助金を必要とする。一方で、デリーや東京は、欧州都市とカトマンズの中間点に位置する。デリーでは、DTC (デリー交通会社) という巨大な交通事業者が存在するが、バス運行の半分は民間事業者への再委託となっている。また、東京では欧州都市のような一元管理された公営事業者は存在せず、複数の民間・公営事業者が幹線毎に地域独占する形態となっている。

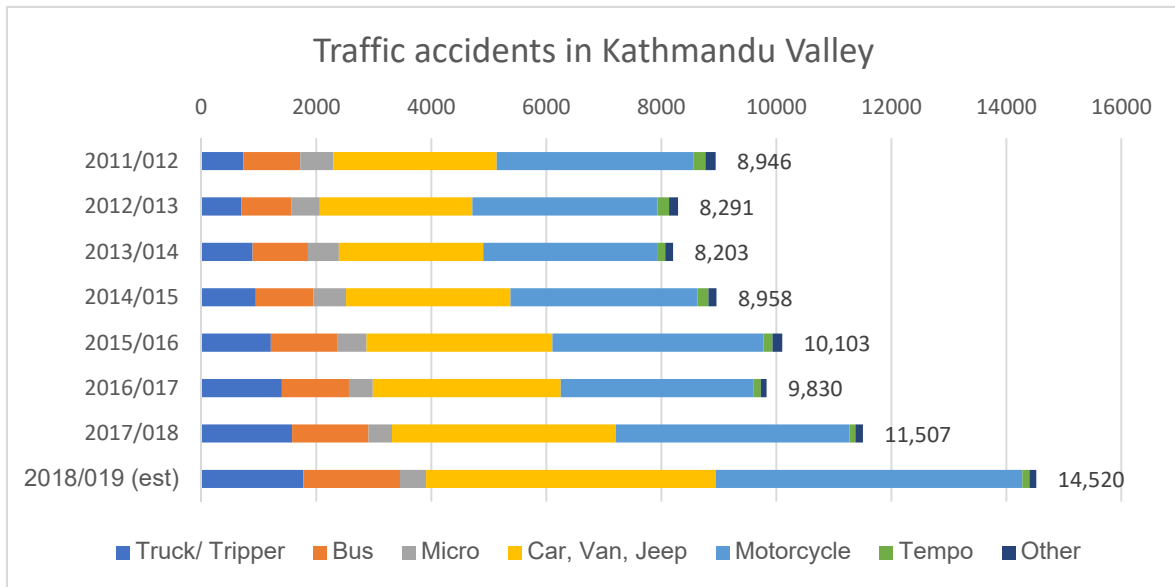


出典：JICA 調査団

図 3.2.2 民間交通サービスの組織化、行政の輻輳

(3) 交通事故の増加

図 3.2.3 に示すように、カトマンズにおける道路交通事故件数は増加している。2018/19 年度は、推計値として 14520 件と示したが、半年経過した時点で既に 7,000 件を超えている。現地紙²では、交通死亡事故件数は過年度と比較して 36%増加したと報じている。死者数も急増しており、昨年度は 194 名であったが、本年度初めの 6 ヶ月で 133 名であった。図に示すように、事故数は過去最高を記録すると想定される。



出典：Metropolitan Traffic Police

図 3.2.3 カトマンズにおける道路交通事故件数の推移

交通事故数急増の背景として、環状道路南側区間の開通（Koteshwor～Kalanki 区間、2018 年、中国資金、中国企業による施工）を理由に挙げる。交通警察はこの道路区間の設計に交通安全視点が欠如していることを指摘し、むしろ、「危険な道路」が建設されたと認識している³。この区間での主な事故原因は速度超過であり、現状、取締などの対策は全く取られていない。交通標識などもわかりにく

² <https://myrepublica.nagariknetwork.com/news/valley-roads-claimed-132-lives-in-six-months/>

³ <https://myrepublica.nagariknetwork.com/news/valley-roads-claimed-132-lives-in-six-months/>

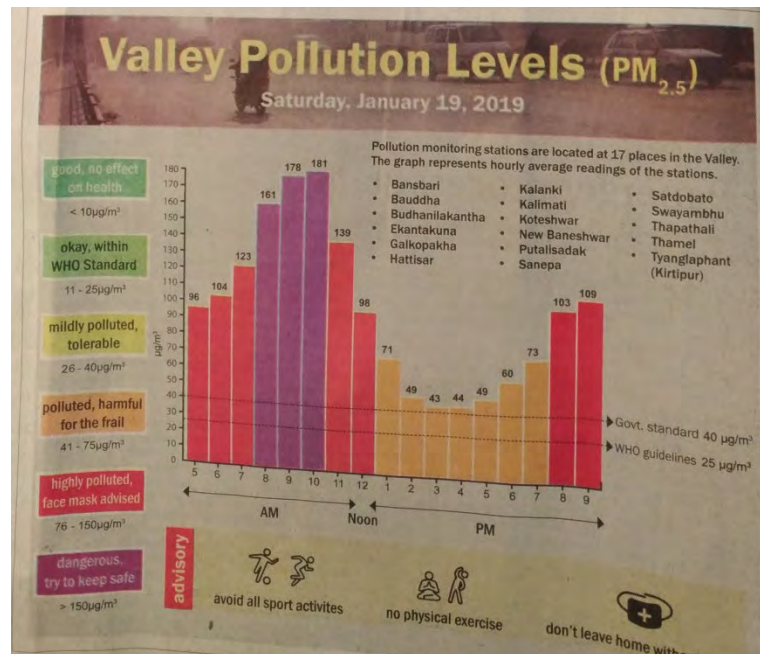
く、また、一般的にドライバーらも本区間の走行中の安全意識に欠けていると言える。交通警察は本区間の交通安全改善対策を導入する考えを持っている。

道路交通事故は歩行者への脅威でもある。現地紙⁴は、昨年度の交通事故死者数 624 名のうち、歩行者として関与したのが 296 名 (40%) であり、殆どの歩行者が死に至っていることも指摘した。また、現状存在する横断歩道標示の 60%が満足に視認できないこと、そもそも横断歩道整備が需要に追いついておらず、交通事故につながりやすい道路横断が恒常的に見られること(特に環状道路において)、等を指摘している。

(4) 地球温暖化、大気汚染、健康リスク

GGGIによるe-モビリティに関する国家アクションプラン(2018)では、2007年から13年にかけて、自動車、オートバイの増加に起因する温暖化ガスは22%増加したと報告されている。ネパールにおいて、大気汚染に起因する死者数は年間9,000人を超える。大気汚染の社会経済的損失は年間28億USDとの試算がある。この厳しい状況に対応するため、ネパール政府(NDCターゲット4)は「大気汚染の防止のため汚染原因の適切な監視を通じて汚染を削減する、特に、ゴミ排出、整備不良の車両、産業などが汚染原因に当たる」と宣言している。

図3.2.4は、現地紙に掲載されている大気汚染状況(PM2.5濃度)である。当該日では、午前中8~10時台が「危険」で、マスク着用、外での活動禁止が推奨されている。また、全時間帯において、国の安全基準やWHOの基準を超過している。



出典：Kathmandu Post

図 3.2.4 カトマンズ盆地における PM2.5 濃度 (現地紙の報道)

⁴ <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2019-01-20/with-60-percent-zebra-crossings-faded-pedestrians-at-risk-of-being-run-over.html> (リンク切れ)

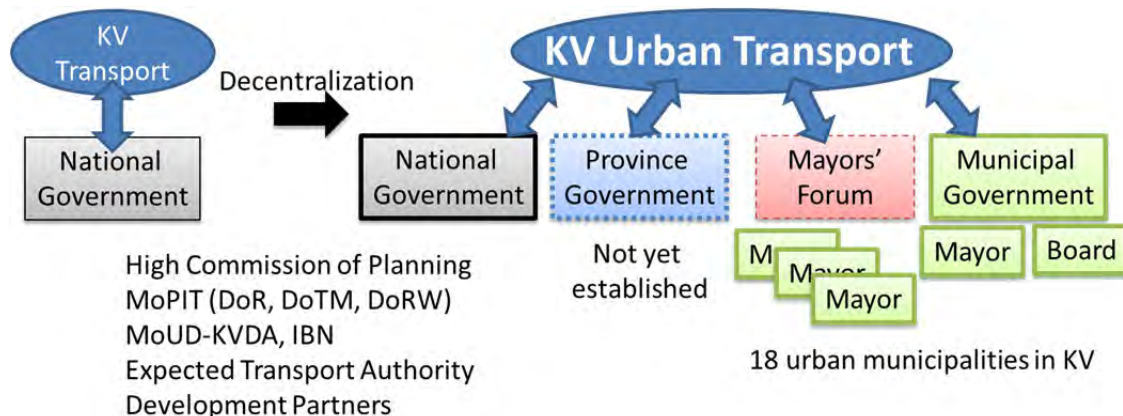
1) 電気自動車のプロモーションの遅れ

2017年、ネパール首相は内閣の承認を受けて、大気汚染改善を目的としたEV（電気自動車）の普及加速化を目指す Electric Mobility Program（電気自動車導入計画）を発表した。これを受けて政府は、NDCにおいて、2020年までにEVのシェアを20%に拡大することを示した。また、政府はこれに先駆けて、公共交通用のEVバス300台の導入を発表した⁵。公共・民間問わず、カトマンズにおいてEV充電ステーションの設置計画が示されている。

関連して、現在進行中のADB事業であるルンビニ空港整備プロジェクトにおいて、ADBは5台のEVバスを空港運用のために調達した（Sajha社が運用予定）。しかし、空港整備プロジェクトの進捗が遅れたため、Sajha社が5台のEVバスを引き継ぎ、カトマンズ市内で運用する合意がなされた。しかし、意思決定などの遅れのため、2019年2月現在でもEVバスはルンビニから移送されておらず、Sajha社は充電施設を整備したものの未使用のままである。

(5) 地方分権化（連邦制）と交通行政の輻輳

2017年まで、カトマンズ盆地における都市交通行政（大型交通インフラの計画、管理）は、国家計画委員会（NPC）をトップとした中央集権体制であったと言える。一方で、2017年以降の連邦制導入（地方分権化）により、中央集権体制から、連邦、州⁶、自治体政府の三層構造となった。カトマンズ盆地は18の都市自治体⁷により構成され、第3州が州政府を構成する。また、前述のように自治体市長はMayors' Forumを組織し、交通への関与を強めている。図3.2.5に詳細を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.2.5 カトマンズ盆地都市交通における行政体制の変化

ただし、最近の行政再編が、交通行政の効率的な運用に結実していると評価するのは難しい。例えば、鉄道やモノレールに関する計画プロセスが重複している点は、連邦政府と地方自治体の足並みがそろっていないことの証左であろう。MOPIT や IBN が提案している鉄道計画は、連邦政府主導で開発パートナーなどと連携した計画であり、一方、自治体が関わっているモノレール提案は、供給企業側の提案を受けたものであり、現地ニーズなどを分析したものではない。

⁵ <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2018-12-27/government-to-purchase-300-electric-buses.html>

⁶ 州政府は2019年5～6月頃の設立が見込まれている。州政府首班（Chief Minister）はすでに指名されている。

⁷ 自治体と州の間に「District」という概念があるが、現行政体系内では特に重要視されていない。

1) 交通行政の輻輳の具体例

DOTM⁸によれば、中央政府は「カトマンズ盆地交通庁」なる新組織の設立を目論み、法案を作成中である。法案詳細は不明である。

一方で、国家運輸管理戦略（National Transport Management Strategy、2013年）は、カトマンズ地域の交通課題の解決については、KVDA 長官が委員長を務める「カトマンズ盆地調整委員会」（Kathmandu Valley Coordination Committee）が、交通マスタープラン策定などの対応を行うとしている。なお、KVDA は都市開発省傘下であり、運輸インフラ省傘下ではない。また、各自治体は交通調整委員会を組織している。

自治体レベルの交通行政に関して、地方行政運営法（Local Government Operation Act 2017）にて、大量輸送機関の整備計画における自治体の責任について言及している。

3.3 都市交通政策の方向性

前節で示した5つの開発課題に対応するために、一般的な都市交通施策を網羅した一覧表を用いて現状のカトマンズにおける取り組み、対策状況を整理・評価し、取るべき方向性を分析した。表 3.3.1 にその結果をまとめる。

⁸ Meeting with Dr. Padma Shahi from DOTM on 20 January 2019

表 3.3.1 カトマンズ盆地における既往の都市交通施策、交通管理施策の状況

PLANS AND PROJECTS	状況	優先度
0. Public Transport Improvement Plan (公共交通)		
0.1 Bus Service Improvement Plan	ADB/KSUTP により路線再編成を軸とした計画が策定済み	--
0.2 Metro Development Plans	FS のコンサルタント調達準備中	長期施策 (6 章)
0.3 Trunk and Feeder Public Transport Network	ADB/KSUTP が策定済みだが、再編成事業は拡大が望まれる	短期施策 (5 章)
0.4 ITS Application	民間主体で導入中。推進が必要。	短期施策 (5 章)
1. Road Network Development Plan (道路網)		
1.1 Hierarchical Road Network	道路網構築のアクションとして道路局がカトマンズ市内において河川道路や橋梁構築を推進中。	--
1.2 Arterial Road Construction/Improvement		--
1.3 Secondary Road Construction/Improvement		--
1.4 Intersections and Flyovers	Koteshwor 交差点での立体交差化が必須と考える。	中期施策 (4 章) 及び短期 (5 章)
1.5 Railway Crossing and Underpass	東西方向の路線が計画されており、Koteshwor・Tinkune 周辺での干渉回避の検討必要	長期施策 (6 章)
2. NMT Facility Improvement Plan (自転車、歩行者)		
2.1 Strategy for NMT Facility Improvement	自転車利用の割合が低く、オートバイが主体。旧市街周辺の交通静穏化計画はあるが止まっている。中心部の歩行者施設、主要幹線の沿道歩道は狭いながらも整備が進んでいる。交差点部分の整備の重要性が高いと考える	交差点施策として、中期施策 (4 章) 及び短期 (5 章)
2.2 Pedestrian Facility Improvement		
2.3 NMV Facility Improvement (bicycles, rickshaws)		
3 Intermodal Facilities (乗り換え・接続施設)		
3.1 Bus Terminals	中央ターミナル、北西部 Gongabu ターミナルなど既存の施設があり、ADB/KSUTP により路線再編なども提案されている。	--
3.2 Bus-Rail Interchange	未検討。鉄道計画にて検討すべき。	長期施策 (6 章)
3.3 Park and Ride Facilities	ADB/KSUTP で提案済み	--
3.4 Freight Terminals	余り検討されていない	--
4. Regulatory and Institutional Measures (制度・組織)		
4.1 Unified Metropolitan Transport Authority	MOPIT では Authority 設立法案を内閣に提出済み	--
4.2 Traffic Impact Assessment Mechanism	未完了	--
4.3 Regulatory Changes Required for the Introduction of TDM Measures	TDM 等は適切な Authority 設置後に検討されるべきである。	--
4.4 Traffic Safety Regulations		--
4.5 Parking Regulations		--
5. Fiscal Measures (財源)		
5.1 Fare Policy for Public Transportation, and Parking	Authority 設置後に検討されるべきである。	--
5.2 Subsidy Policy for Public Transport Operators		--
5.3 Taxation on Private Vehicles and Public Transport Vehicles		--
5.4 Potential for Road Congestion Charging		--

出典： Guidelines and Toolkits for Urban Transport Development in Medium Sized Cities in India Module 1: Comprehensive Mobility Plans (CMPs), 2008, ADB/PADECO をベースとして調査団で作成

上記レビューについて、下記のように補足する。

- [0：公共交通セクター] バス路線の再構成・改善計画については、KSUTP 事業内で策定されたが、実施はわずか1路線（S5 路線）の組織再編に止まった。S5 路線の経験が新しいうちに横展開を推進すべきであり、短期施策（5 章）として提案したい。
 - [0.4] 民間事業者により ITS 活用によるバス運行情報提供が進められている。但し、行政からの推進・サポートが遅れており、短期施策として民間連携方針などを提示すべきである。
- [1：道路網整備] 市内での道路網改良は土地収用などの困難が伴うが、DOR はリバー道路などの整備により市内中心部でのバイパス機能を確保しようとしている。それに伴い、道路網での交差点処理の重要性が高まっていくがその検討が出来ているわけではない。中期施策として提案できる立体交差化も数が限られる。短期施策として、交差点の交通管理施策を推進すべきである（5 章）。
- [2：歩行者・NMT] NMT（Non-Motorized Transport：自転車など）について、自転車の利用は少なく、オートバイの普及が進む。環境配慮策としては、EV 推進などの代替案を示していくことが現実的と考える。
- [3：乗り継ぎ、マルチモーダル施設] バスターミナルの計画はKSUTP でも調査されているが、将来のバス～鉄道の乗換施設については未計画である。本調査では、東西鉄道と道路が交差する Tinkune 交差点での乗換ターミナルの提案を長期計画（6 章）で取り扱うことが必須と考える。貨物に関しては本調査では対応できなかった。
- [4：規制組織など、5：財務・財源] TDM、駐車管理、料金制度による旅客の交通行動変容についてはカトマンズではまだ検討されていない施策である。現状、同地域はオートバイを中心として自家用車所有・モータリゼーションに直面しており、そのような施策の必要性は高いが、十分な代替交通手段の整備も遅れている。交通行政組織の一元化や調整組織の設置などを優先すべきであろう。

3.4 マクロ的な交通需要分析とインフラ整備の検討方針

本節では、入手可能な交通データ及び KSUTP-MTOPS 調査で作成されたネットワーク分析モデルを用いて準備された、交通需要分析の結果を取りまとめた⁹。特に、カトマンズの交通需要特性に関する下記3点に関する議論を進めた。

- 東部新都市開発とそれに伴う人口増による、交通需要への影響、都市鉄道の必要性（3.4.1 節）
- 2030 年までに整備が想定される環状道路群、リバー道路、都市鉄道開発が、どのように中期計画で提案する立体交差事業に影響するか。（3.4.1 節）
- 将来における、対象コリドー主要交差点での立体交差化の必要性に関する議論（Koteshwor～Tinkune 交差点については 3.4.2 節、T-M 交差点は 3.4.3 節）

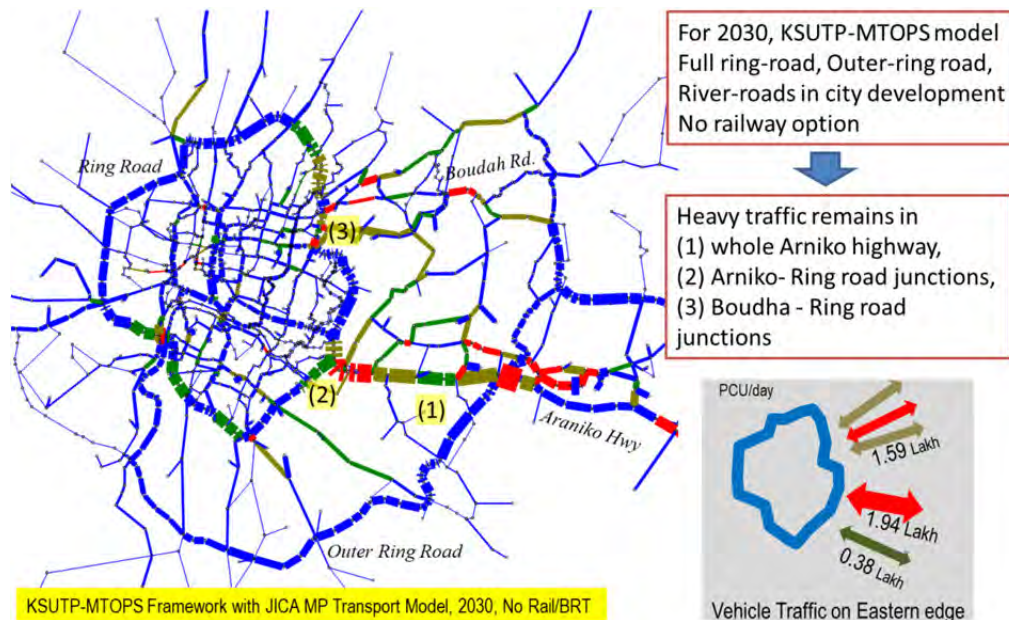
⁹ ネットワーク分析モデルにおける将来人口シナリオは、KVDA からその採用が要請されるとともに、本件の調査の実施過程で、現地カウンターパートから承認を受けたものである。KVDA が要請したシナリオは、定住人口に加えて、フローティング人口を考慮しているものである（詳細は、Appendix 10 を参照）。なお、2016 年の JICA MP の人口シナリオとの相違が大きいため、カトマンズ盆地の東部地域からの将来の交通流入が大きくなる点に留意する必要がある。また、Appendix 10 には、JICAMP の分析モデルと相違事項（リバー道路の追加を含めたネットワークの違い、ゾーニングの詳細化）についてまとめている。

3.4.1 鉄道開発の必要性と道路ネットワーク脆弱性の指摘

(1) 東西鉄道がない場合の 2030 年交通状況

図 3.4.1 に 2030 年シナリオ（環状道路全面整備済み、外環状南側及びリバー道路整備済み、東西鉄道なし）における交通配分結果を示す。道路リンクの配色は各リンクの混雑状況（Volume to Capacity Ratio：混雑率）を示している。混雑率が 1.0 以下は青（即ち、混雑していない）、1.5 以上は赤（ひどく混雑する）となり、中間は緑、深緑で示している。

環状道路内側の道路は全面的に青色であり、即ち、市内主要交差点への交通集中は環状道路の分配効果により緩和されると予測される（詳細は 3.4.1 節も参照）。また、この結果は、市内交差点の立体交差化の必要性は低いと示唆している。一方で、交通集中が予測されるのは、(1)Araniko Highway、(2)Araniko Highway～環状道路の交差点、(3)Bouda 道路～環状道路の交差点、の 3 つである（番号は図中番号に対応）。

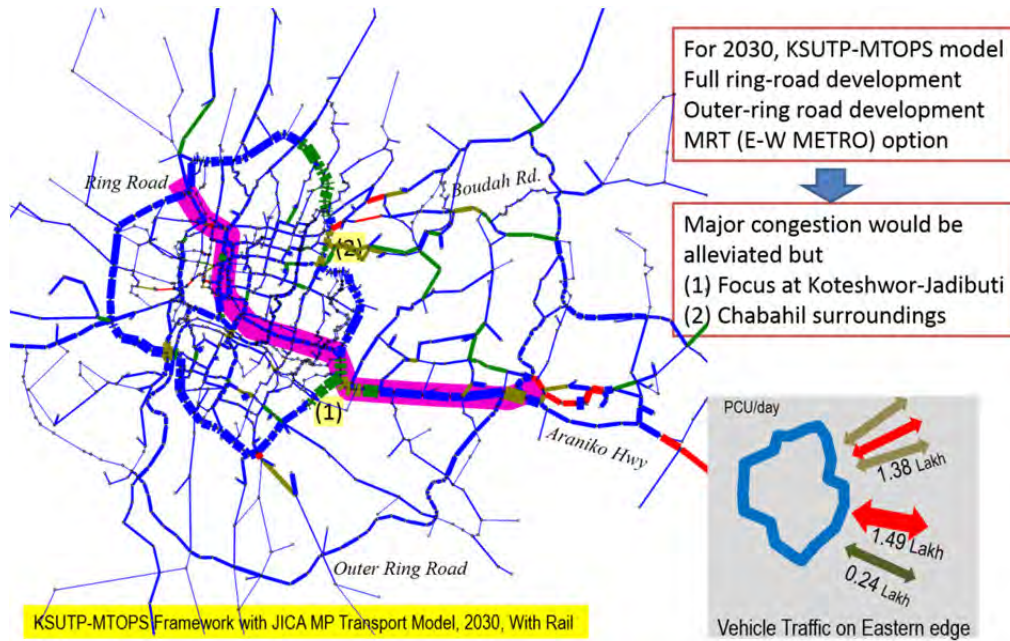


出典：JICA 調査団

図 3.4.1 道路改良後の道路ネットワーク配分結果（2030 年、鉄道無し）

(2) 東西鉄道がある場合の 2030 年交通状況

図 3.4.2 は、前節の状況に加えて、2018 年 KSUTP-MTOPS 調査で優先路線として示された、東西都市鉄道（Gongabu～Koteshwor～Bhaktapur）が整備された場合の交通状況を示す。図 3.4.1 と比較すると、Araniko Highway 沿いの交通混雑は緩和されたものの、(1) Koteshwor、(2) Chabahil が引き続き混雑地点となることが示される。

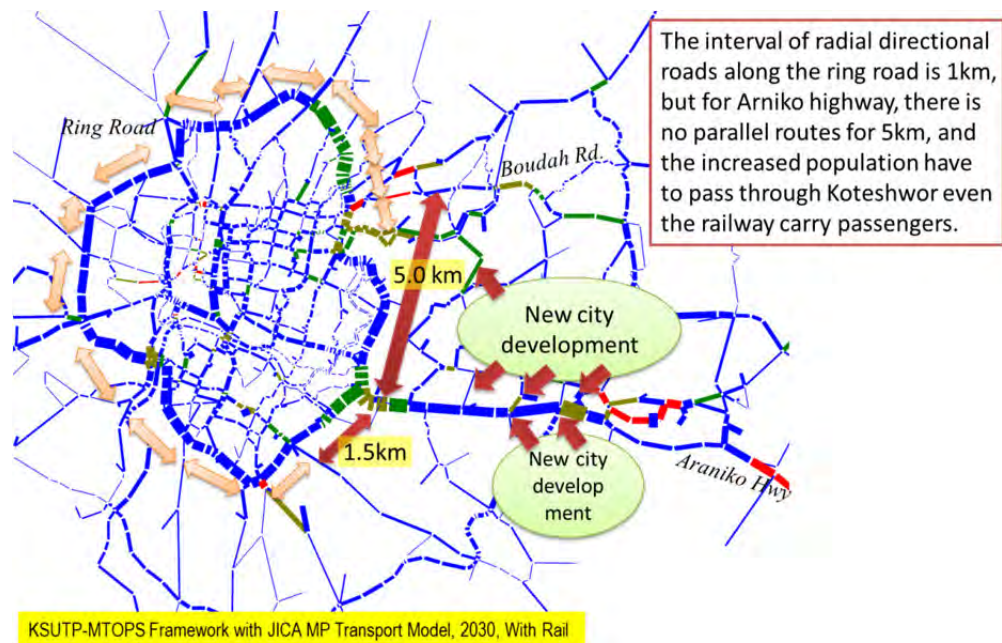


出典：JICA 調査団

図 3.4.2 鉄道整備後の道路ネットワーク配分結果（2030年、鉄道あり）

(3) 東部方面における道路網の脆弱さと新都市開発

KVDA が都市開発計画として提案しているように、カトマンズ盆地東部地区に 2030 年までに約 100 万人の人口増が見込まれており、この結果、カトマンズ市内と東部地区の間での交通需要増が見込まれる。ここで、環状道路と放射道路との関係性を図 3.4.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.4.3 新都市開発と道路網の脆弱性

環状道路に接続する放射道路の間隔は、500m~1km の間に収まっているが、図に示したように、Araniko Highway~Boudha 道路の間隔が約 5km (空港が存在するため)、Araniko Highway 南側では並行する道路まで約 1.5km の間隔がある (マノハラ川が存在するため)。このような、東部開発地区への道路接続網の少なさが、Araniko Highway、Koteshwor 交差点の混雑に帰結している。また、計画されている東西鉄道が整備されても交通混雑を完全に解消することにはならない。立体交差化を含めた道路改良を検討する必要がある。

3.4.2 立体交差の必要性

(1) Koteshwor を対象としたバイパス改良オプション

Koteshwor 交差点について、立体交差の他に、(1) Sinamangal~Bhaktapur 道路間の直結道路 (空港滑走路直下のトンネル接続)、(2)マノハラ河川道路整備、の2つをバイパス整備として検討する。対象路線を図 3.4.4 に示す (番号は図中番号に対応)。

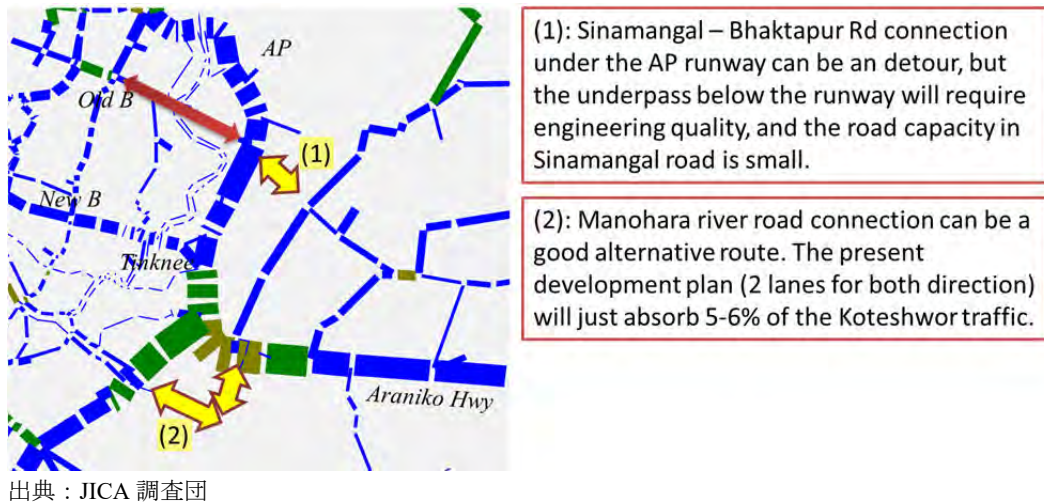


図 3.4.4 Koteshwor 交差点改良に関する追加オプション

本調査では、以下の 2 つのシナリオを Koteshwor 交差点整備のバイパス案として評価した。(1) Sinamangal~Bhaktapur 道路間の直結道路 (空港滑走路直下のトンネル接続、2 車線)、(2) マノハラ河川道路整備 (片側 2 車の 4 車線)。空港滑走路直下のトンネル整備は、空港運用を保証するために十分なエンジニアリング検討が必要であり、また、コストもかかる。

表 3.4.1 に 2 つのバイパス案に関する主要道路リンクでの交通量配分結果を、図 3.4.5 に示す。Koteshwor 交差点における渋滞緩和の状況を比較すると、マノハラ河川道路整備の方が空港直下の道路整備よりも大きな効果が得られることが分かる。空港直下のトンネル整備では、トンネル自体を通過する交通量はマノハラ河川道路よりも大きいですが、Koteshwor 交差点への影響は小さく、その想定価格の高さを正当化するまでには至らないと想定できる。また、両バイパス整備の場合でも Koteshwor 交差点周辺の道路リンクは「青色」にはならず、渋滞が残る。結論として、バイパスがあった場合でも Koteshwor 交差点の立体交差化は必要であり、マノハラ河川道路整備も正当化できると考える。

表 3.4.1 バイパス道路整備代替案の比較

PCU/日 (×100)	Koteshwor 交差点での 交通量	マノハラ河川道路での 交通量	空港滑走路下での 交通量
I) マノハラ河川道路案	1,250	285	--
II) 空港滑走路道路案	1,281	--	349
III) 両バイパス整備	1,109	213	342

出典：JICA 調査団

With Railway case for all

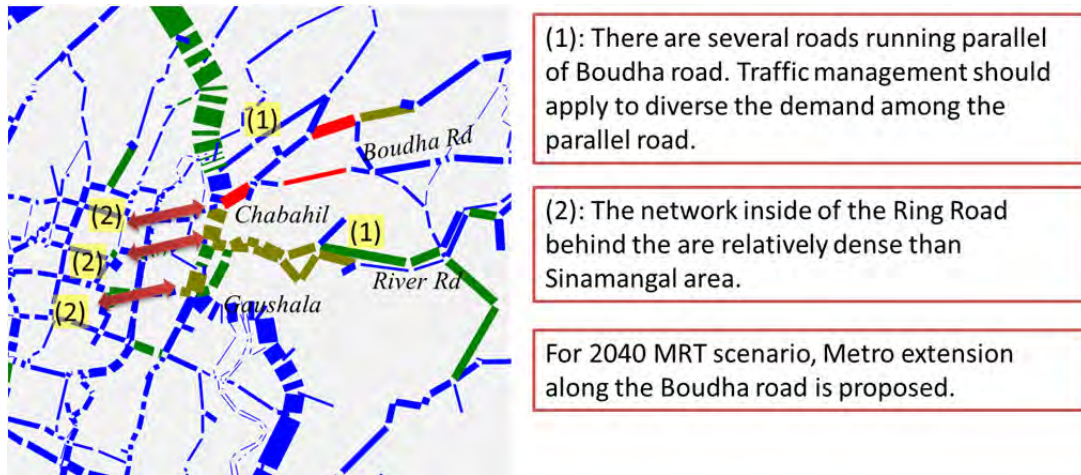


出典：JICA 調査団

図 3.4.5 Koteshwor におけるバイパス道路整備代替案の比較

(2) Chabahil での対応検討

市内北東部に位置する Chabahil 交差点は、2030 年の将来予測において、Koteshwor 交差点に続く渋滞地点となっている。図 3.4.6 に、2030 年の同交差点周辺の交通状況を示す。Chabahil 周辺にはカトマンズ盆地北東方面からの交通需要が集中するが、この周辺では、主要幹線の Boudha 道路の他、河川道路の整備も計画されている。このように、環状道路外側での道路密度は Koteshwor 交差点周辺よりも高い。また、環状道路の内側での道路リンクも充実している。このため、現時点では、道路密度の高さを活用し、大規模な立体交差無しでの交通需要対応策を検討すべきと提言する。KSUTP-MTOPS 調査では、Boudha 道路沿線への都市鉄道導入（2040 年を目標）も提案されている。



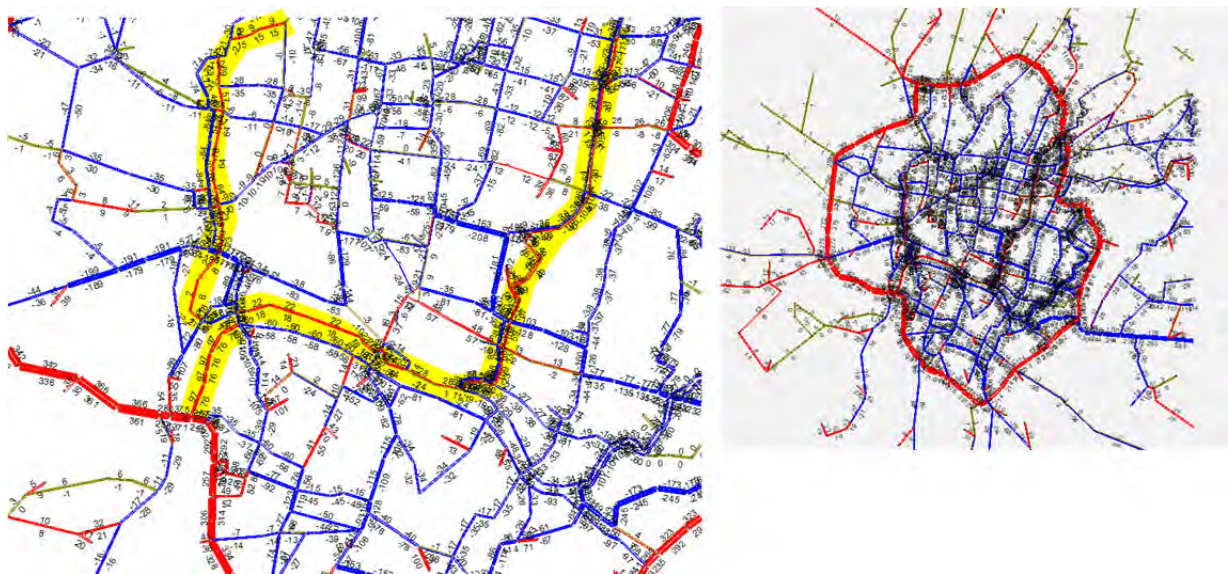
出典：JICA 調査団

図 3.4.6 Chabahal 周辺での交通状況（2030 年、東西鉄道あり）

3.4.3 T-M 交差点における立体交差の必要性

(1) 環状道路整備と T-M 交差点への影響

前節では鉄道整備による道路交通への影響について整理したが、本節では環状道路整備による影響について考察する。図 3.4.7 は、2030 年と 2020 年の道路配分結果を比較して、配分交通量が 2030 年において増加と予想された区間を赤、減少した区間を青で示したものである。



出典：JICA 調査団

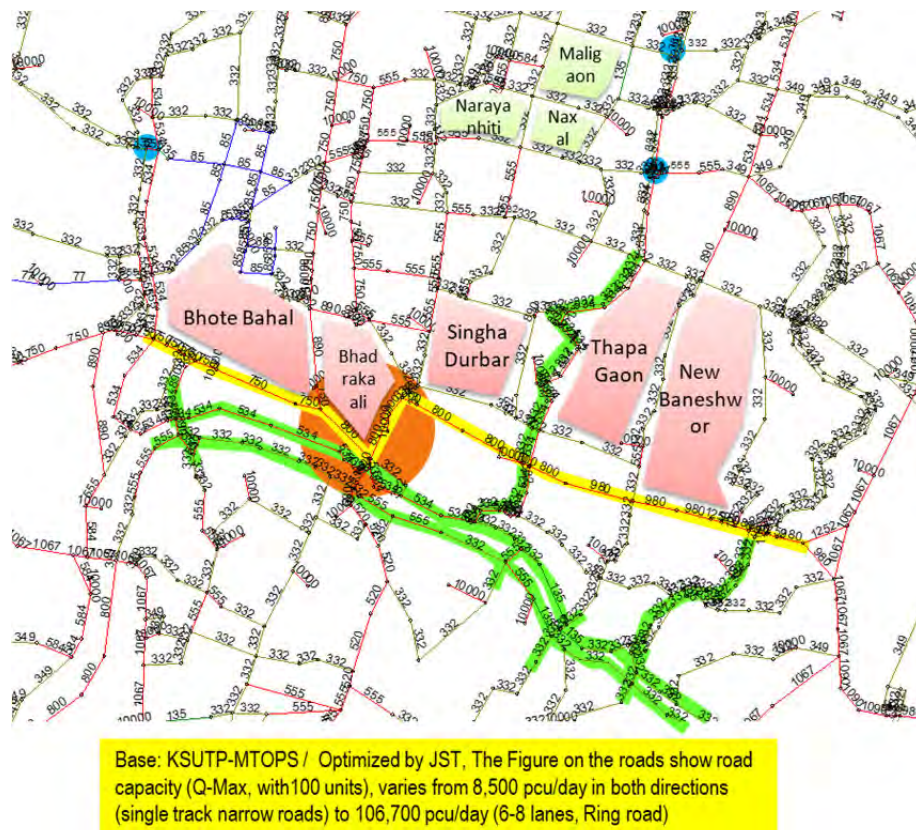
図 3.4.7 2020 年及び 2030 年予測交通量の増減比較

図から、環状道路の迂回効果が道路交通状況に反映されているのが見て取れる。環状道路内での殆どの道路は 2020 年から交通量が減少（青色）するものと予測された。また、交通量が増加する道路（赤色）は、環状道路の他、新設整備される Dhobi Kola 川、Bishnumati 川、Bagmati 川沿いのリバー道路（図中に黄色くハイライトとした）である。リバー道路沿いの交通量はそこまで大きくなく、交通量増は環状道路に集中すると見られる。

この結果から、T-M 交差点を構成する Tripreshor 交差点は交通需要が減少し、Thapathali 交差点は変化が小さく、Maitighar 交差点では需要が増加するという結果が得られた。

(2) T-M 交差点周辺における需要特性 ～街区の大きさ、道路網の乏しさ

Maitighar 交差点において交通需要が増加する理由について説明する。図 3.4.8 は 2030 年の道路ネットワーク図を示している（図中数値は日道路交通容量の設定値（PCU））。図中オレンジ丸が T-M 交差点、黄色は Araniko Highway～NH2 回廊、緑色は 2030 年までに整備されるリバー道路を示している。



出典：JICA 調査団

図 3.4.8 T-M 交差点周辺での道路網容量設定と街区規模

特に、NH2 北側、New Baneshwor 周辺では 1.5km に渡って東西方向に並行する道路がない（実際には、New Baneshwor 街区、Thapa Gaon 街区には小規模道路はあるが、自動車が通過出来るものではない。また、Singha Durbar 街区は政府機関の専用街区であり、外部道路網からは遮断されている）。このような並行道路の少なさ、道路網の乏しさは Maitighar 交差点に需要を集中させている理由の一つに挙げられる。このような街区は、西側の Tripreshor、Kalimati 交差点周辺でも見られる（Bhadrakali 街区、Bhote Bahal 街区）。

東西方向のリバー道路が東西方向の需要を吸収することにもなるが、NH2 道路の整備水準が高いため、Maitighar 周辺への交通集中は続くことになると推計された。

一方で、市街地北部の街区（Maligaon, Naxal, Naraaynhiti など）を見れば、街区の大きさが小さく、道路密度が高い。市街地北部では道路網整備により交通集中を回避できていると言える。なお、図中

青丸には 1992 年に本邦無償事業（カトマンズ市内橋梁架替計画）により河川横断橋が整備済みであり、この橋梁も道路網構築に継続的に寄与していると言える。

(3) T-M 交差点周辺における需要特性 ～ 経路配分分析と東西方面需要

T-M 交差点は 3 つの交差点により構成されており、交差点単体の方向別交通量を見ても交通特性の評価が出来ない。そこで、以下に T-M 交差点周辺での下記 6 リンクを対象とした経路分析（対象リンクの交通が、どのように他のリンクまで到達するのか）を行った。6 対象リンクとその経路分析結果を以下に簡単に示す。

- (a) Maitighar 東地点（Araniko Highway）：Araniko Highway から Ratna Park 方面、更に市内北側への交通量が多い
- (b) Maitighar 東地点（Singha Durbar 道路）：北東（Ghattekulo 地区）～南方面（Lalitpur 地区）の交通量が多い。
- (c) Maitighar 北側地点：および
- (d) Maitighar 南側地点：南北間の交通量が多い
- (e) Thapathali 南側（バグマティ橋）：南北間の交通量が多い
- (f) Tripreshor 西側：西から市内北側への交通量が多い

まとめると、T-M 交差点群では、2030 年での交通状況下において東西方向の交通は少ない。これは、環状道路や並行するリバー道路整備の影響を受けているものと考えられる。このため、T-M 交差点での東西方向フライオーバー整備はカトマンズの交通改善には寄与しないものと言える。



(c) Maitighar 北側地点



(f) Tripreshor 西側



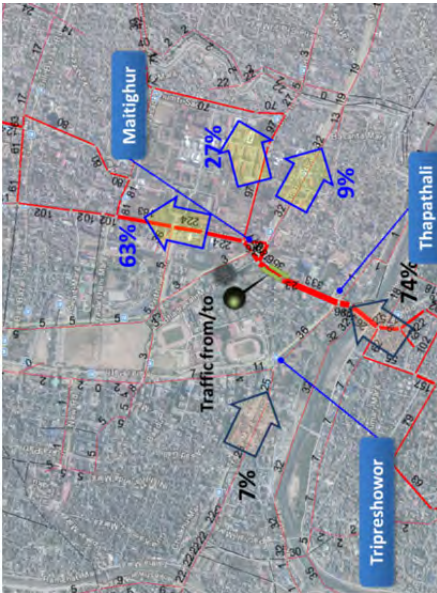
(b) Maitighar 東地点 (Singha Durbar 道路)



(e) Thapathali 南側 (バグマティ橋)



(a) Maitighar 東地点 (Araniko Highway)

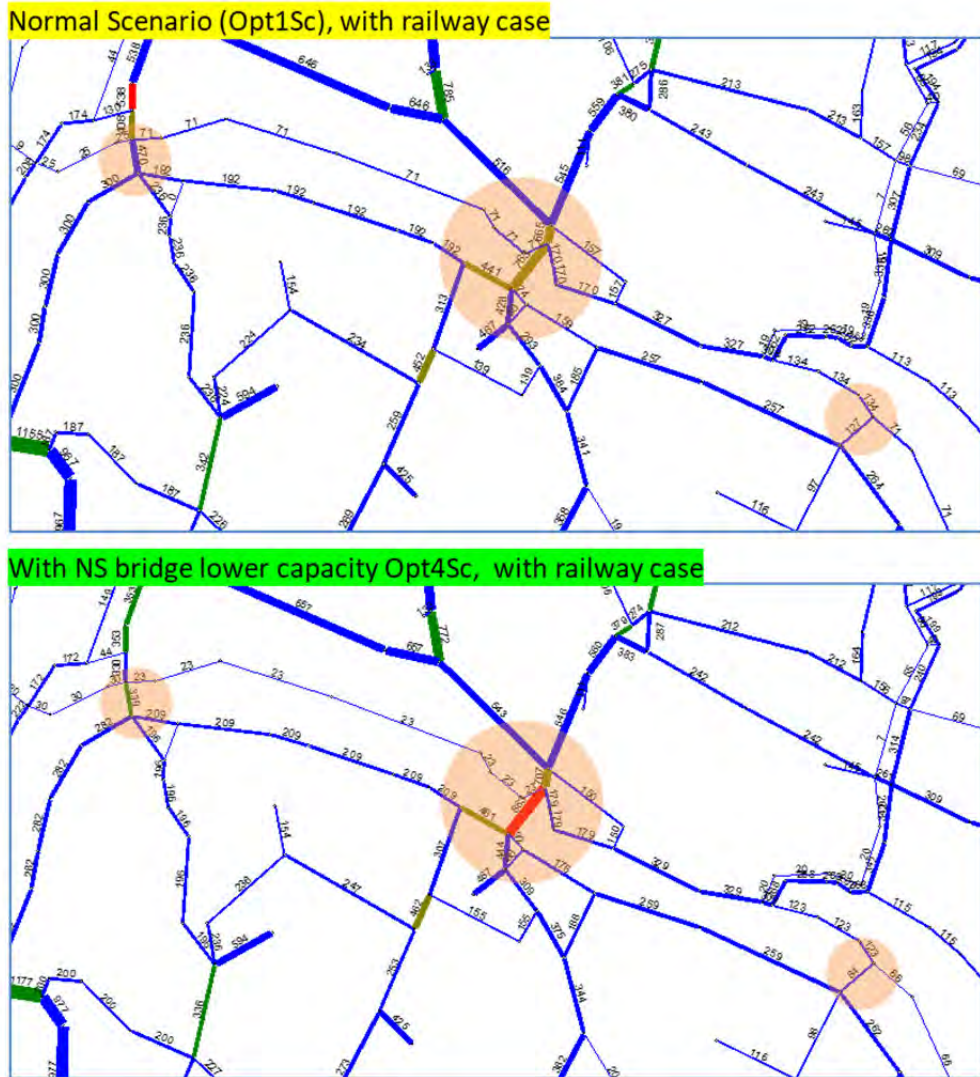


(d) Maitighar 南側地点

出典：JICA 調査団

図 3.4.9 T-M 交差点周辺での主要道路リンクにおける経路配分結果

(4) T-M 交差点周辺における需要特性 ～ 南北方面橋梁整備の重要性



出典：JICA 調査団

図 3.4.10 南北方面の橋梁：将来整備が進展しない場合の交通状況

2030 年の道路整備シナリオでは、バグマティ川に計 3 地点（上図オレンジ丸、中央はバグマティ橋～上下 2 車線ずつ整備済み）の橋梁整備がなされることが計画されている。他 2 橋梁の現状整備レベルは低く、現状、32,000PCU/日、20km/h であるが、将来整備シナリオでは、32,000PCU/日、32km/h に改良される。

本調査では他 2 橋梁の整備が進まない場合、バグマティ橋（Thapathali 交差点）への影響を図化した（図下側）。比較すると、他 2 橋梁の整備が進まない場合は、バグマティ橋での交通集中が大きくなるという結果が得られた。

- 他 2 橋梁の整備遅れは Thapathali 交差点の渋滞悪化に直結する。
- T-M 交差点の交通量は大きいですが、周辺リバー道路などの整備が進めば渋滞は回避できる。

3.4.4 まとめ

本章で実施したマクロ的な分析の結果、以下のような示唆が得られた。

分析

1. 東部での人口増は、将来、環状道路東側の流入地点 (Chabahil、Koteshwor) に交通集中をもたらす。
2. Chabahil交差点は並行する道路が3路線あるが、Koteshworは並行する道路がなく、状況は悪い。
3. 今後の道路網整備により、T-M交差点の状況は改善する。

方向性

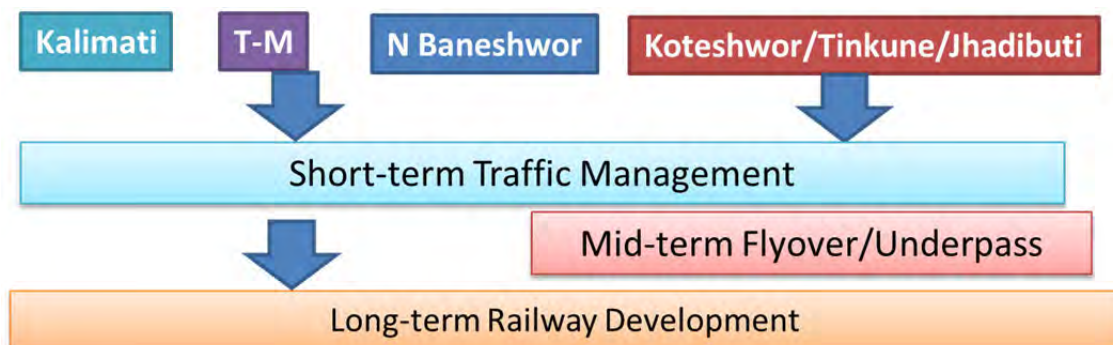
1. 東西方向の交通量を都市鉄道で対処 →長期施策
2. 都市鉄道があったとしてもKoteshworは立体交差化が必要であり、また、並行するバイパスも必要。 →中期の交差点改良
3. Chabahil (環状道路) は、適切な交通管理による適正化が必要。
4. 道路網整備は市内の交通静穏化をもたらすが、交差点への信号や交通管理、形状改良が必要。 →短期の交差点管理

出典：JICA 調査団

図 3.4.11 分析結果と方針

対象となるコリドーについて、Koteshwor 交差点周辺ではミクロ的な分析を進め立体交差導入検討をすべきだろう。このため、中期事業案として位置づけ、4章にて検討する。T-M 交差点、New Baneshwor 交差点、Kalimati 交差点は、立体交差ではなく、交通管理手法の導入により対応すべきと提案する。このため、これらを短期事業案として位置づけて5章にて検討した。また、これらの交差点改良事業を実施したとしても、カトマンズ盆地東側都市開発による人口増に対応するためには、長期事業としての東西鉄道整備は不可欠であり、6章にて検討することとした。

図 3.4.12 に全体的な方針を図化した。



出典：JICA 調査団

図 3.4.12 対象コリドーへの対応の方針

第4章 中期的な対策

4.1 はじめに

第3章では、現在および将来（2030年次）の道路網（計画）ならびに交通需要に基づき、必要な解決策と調整を含む戦略的アプローチによる交通渋滞緩和のために改善すべき重要な回廊として、カトマンズ盆地内の Koteshwor 交差点から Kalimati 交差点までの道路区間を特定した。

本章では前章の成果をふまえ、当該道路回廊の交差点の改良方法、すなわち Koteshwor - Tinkune 交差点群、New Baneshwor 交差点および Tripureswor - Thapathali - Maitighar 交差点群（以下、T-M 交差点と称す）の中期改善計画の提案について検討を進める。

更なる調査は、主要な中期改善プロジェクトとして、Koteshwor - Tinkune 交差点群の交通渋滞を緩和するための詳細な改善計画に主に焦点をあてている。それは、i) 改良区域/ 範囲の設定、ii) 現在および将来の交通流動を考慮した改良代替案の抽出、iii) 交差点改良のための構造的選択肢、ならびに高架道路と地下道路の両方に最新の技術を導入した推奨改良案を提供する、からなる3項目の検討から構成される。

一方、New Baneshwor 交差点と T-M 交差点群については、改善の方向性についての提案を行うものとする。

4.2 中期改善計画の提案

表 4.2.1 は、対象となる道路回廊で確認されたボトルネック交差点の改善方針をまとめたものである。詳細は、以下の節で説明される。

表 4.2.1 渋滞する交差点の改善方針

交差点/ 道路区間名称	中長期的な改善方針
Tripureswor - Thapathali Maitighar 交差点群 (T-M 交差点群)	<ul style="list-style-type: none"> - T-M 交差点付近は、地先道路による接続がない大きな街区となっており、これが T-M 交差点群の交通渋滞の原因の1つとなっている。 - 環状道路の改善は、T-M 交差点群の交通状況に大きな影響を与える。 - バクマティ河川道路と、バクマティ橋に平行する南北方向の橋梁は、T-M 交差点群からの交通需要を転換することができる。 - 検討の結果を要約すると、周辺道路や橋梁の改善と整備により、これらの交差点群の円滑化のためには、T-M 交差点の大規模な（構造面での）改修は、当面は必要ないかと考える。ただし、本調査では、交差点解析を行い、次節で必要な対策を提案する。
New Baneshwor 交差点	<ul style="list-style-type: none"> - New Baneshwor の街区には街区内道路がないことから、Tinkune 交差点から Maitighar 交差点までの道路にすべての交通が集まってきている。 - バクマティ橋と平行する南北方向の橋梁は、Tinkune 交差点から Maitighar への道路区間の交通需要を転換することができる。 - 検討の結果を要約すると、立体化はせずに処理できるが、適切な交通管理が必要である。
Koteshwor - Tinkune 交差点群	<ul style="list-style-type: none"> - 道路構造の立体化を含む物理的な改善が考慮されるべきである。 - 上記に加えて、マノハラ川回廊の路線整備が考慮されるべきである。 - これは両交差点の交通渋滞を緩和する意味において、空港滑走路下の地下道による Sinamangal - Bhaktapur 道路接続よりも非常に効果的である。

出典：JICA 調査団

4.3 交差点改善計画

4.3.1 New Baneshwor 交差点の検討

New Baneshwor 交差点は、国道 2 号 (Madan Bhandari 道路) と Devkota Sadak 道路 (北) / Shankhamul Marga 道路 (南) の合流部に位置し、国際コンベンションセンターが北東の角に位置している。交差点には信号機が設置されているものの、ピーク時には交通警察官によって交通管制が行われている。

以下、2030 年時点の交通需要予測データに基づき、New Baneshwor 交差点の円滑な交通の流れを可能にするための交差点解析を示す。

1) 2030 年次の交通流動

当該交差点における交通流動の主な特徴は、以下の通りである。

- 東西方向の交通流動が交差点での支配的な動きであり、特に東から西への交通量は反対方向の 2 倍となる。
- 右折または左折の交通量が少なく、東西方向の流動は直進交通が卓越している。
- New Baneshwor 交差点における大型車混入率は 10.4%となる。



西側からの流動



東側からの流動



北側からの流動



南側からの流動

単位：[台/日]

出典：JICA 調査団

図 4.3.1 2030 年次の New Baneshwor 交差点における交通量 (小型) (都市鉄道の整備ありの場合)



西側からの流動



東側からの流動



北側からの流動



南側からの流動

単位：[台/日]
出典：JICA 調査団

図 4.3.2 2030 年次の New Baneshwor 交差点における交通量（大型）（都市鉄道の整備ありの場合）

2) 交差点解析の結果（2030 年次）

交差点の渋滞状況を評価するために、信号交差点に関しては「交通工学研究会（JSTE）/ 1977 年」、および環状交差点に関しては「HCM：Highway Capacity Manual（TRB）/ 2010 年」の両方を用いて交差点解析を行った。

New Baneshwor 交差点の交差点解析の結果を表 4.3.1 に示す。本解析によれば、2030 年までは交差点の飽和度が 0.90 以下である。評価結果が「良好」であることから、2030 年までは道路の立体化は不要であることがわかった。なお、本交差点解析は既存の車線配置に基づいて行われている。以上より、当該交差点の物理的な改善は必要ないと考える。一方で、交差点での更なる交通円滑化を図るため、第 5 章に記述する交通管理対策を実施することを推奨する。

表 4.3.1 New Baneshwor 交差点における信号交差点解析の結果（2030 年次）

交差点名称	代替案名	信号交差点解析結果と評価			備考
		サイクル長 (秒)	交差点 飽和度	評価	
New Baneshwor 交差点	現況 車線配置	70	0.81	良好	2030 年次までは、道路立体化 の必要性は高くない。
		南行き：2 車線、東行き：4 車線、 北行き：2 車線、西行き：4 車線 流入車線合計：10 車線			

出典：JICA 調査団

4.3.2 Tripureshwor - Thapathali Maitighar 交差点群（T-M 交差点群）の検討

(1) はじめに

T-M 交差点群は、一連の交差点と見なすことができる。すなわち Maitighar（北）交差点、Maitighar（南）交差点、Thapathali 交差点、および Tripureshwor 交差点は、互いに同じ回廊に存している。従って、信号制御をこれら交差点に適用する場合、信号サイクル長（秒）は、オフセットを考慮した同じ長さまたは倍数程度の関係にあることが望ましい。

(2) T-M 交差点群の現状

1) Maitighar（北）交差点

Maitighar（南）交差点のすぐ北に位置し、3 枝交差点である。この交差点を信号交差点として運用する場合、サイクル長/交通信号計画の設定は Maitighar（南）交差点の信号と同期/オフセットすることが望ましい。

2) Maitighar（南）交差点

Maitighar（南）交差点は、Singha Durbar に存し、北側の 3 枝交差点（Maitighar（北）交差点）と南側の 4 枝交差点（Thapathali 交差点）に挟まれた環道交差点である。

3) Thapathali 交差点

Thapathali 交差点は、北側の Maitighar（南）交差点と西側に存する信号化 4 枝交差点の Tripureshwor 交差点の中間に位置し、信号システムによって運営されている。また、周辺にはバクマティ川を渡る歩道を有した橋梁が 2 橋ある。1 つは西側に位置し、北行き 6 径間・2 車線の新橋（w = 14.07m、L = 145.5m）、他方は東側に位置し、南行き 6 径間・2 車線の旧橋（w = 10.5m、L = 145.5m）である。

4) Tripureshwor 交差点

Tripureshwor 交差点は、Thapathali 交差点の西側に位置する環道交差点で、北側に Dasharath 競技場、西側に Bishnumati 川橋梁がある、ラウンドアバウト環道の中央には、元王 Tribhuvan Shah の彫像が存している。



出典：JICA 調査団

図 4.3.3 Dasharath 競技場と Tribhuvan Shah 王の彫像

(3) T-M 交差点群の交差点解析

T-M 交差点群は、4 つの交差点の組み合わせであり、各交差点を通過する交通流動は交差点解析のために明確にされる必要がある。図 4.3.4 および図 4.3.5 は、JICA STRADA Network Analysis を使用して、2030 年次・軌道ありのシナリオで T-M 交差点群に係る特定道路リンクの小型車/大型車の流動を示したものである。また図 4.3.6 は T-M 交差点群の各方向別交通量を示している。



A 方面から



B 方面から



C 方面から



D 方面から



E 方面から



F 方面から



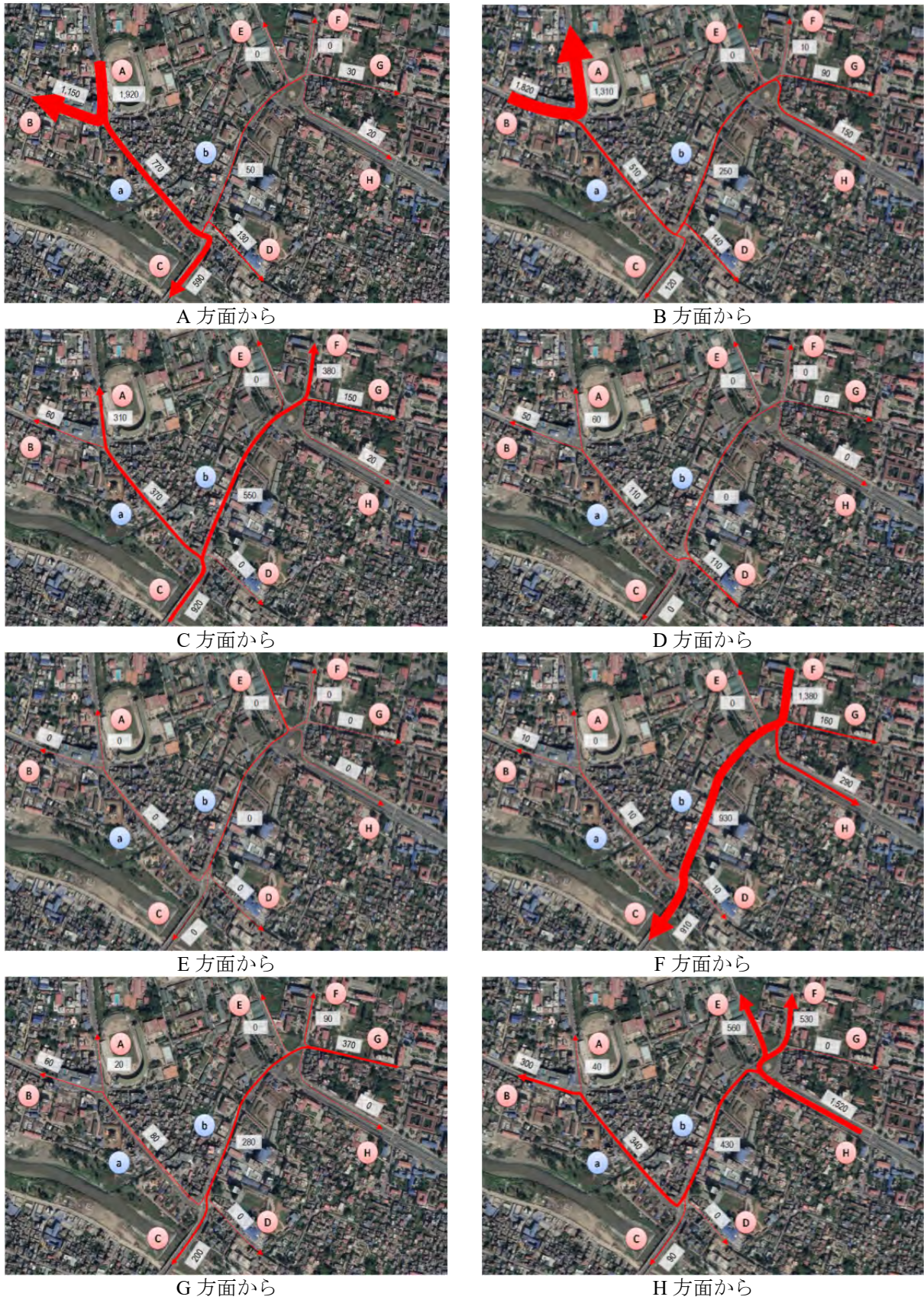
G 方面から



H 方面から

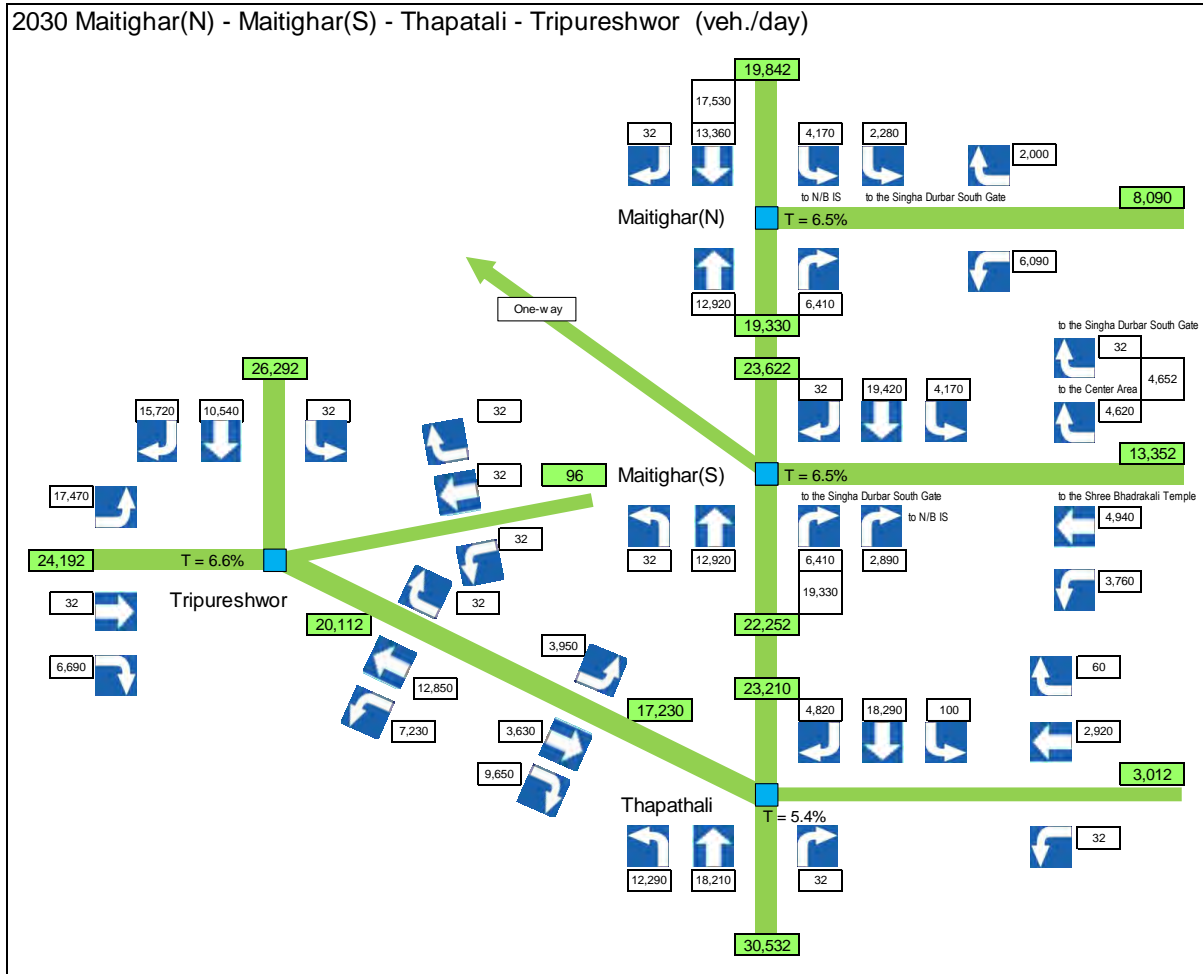
単位：[台/日]
 出典：JICA 調査団

図 4.3.4 T-M 交差点群の 2030 年次の交通流動 (小型車)



単位：[台/日]
 出典：JICA 調査団

図 4.3.5 T-M 交差点群の 2030 年次の交通流動 (大型車)



注釈：T：大型車混入率

出典：JICA 調査団

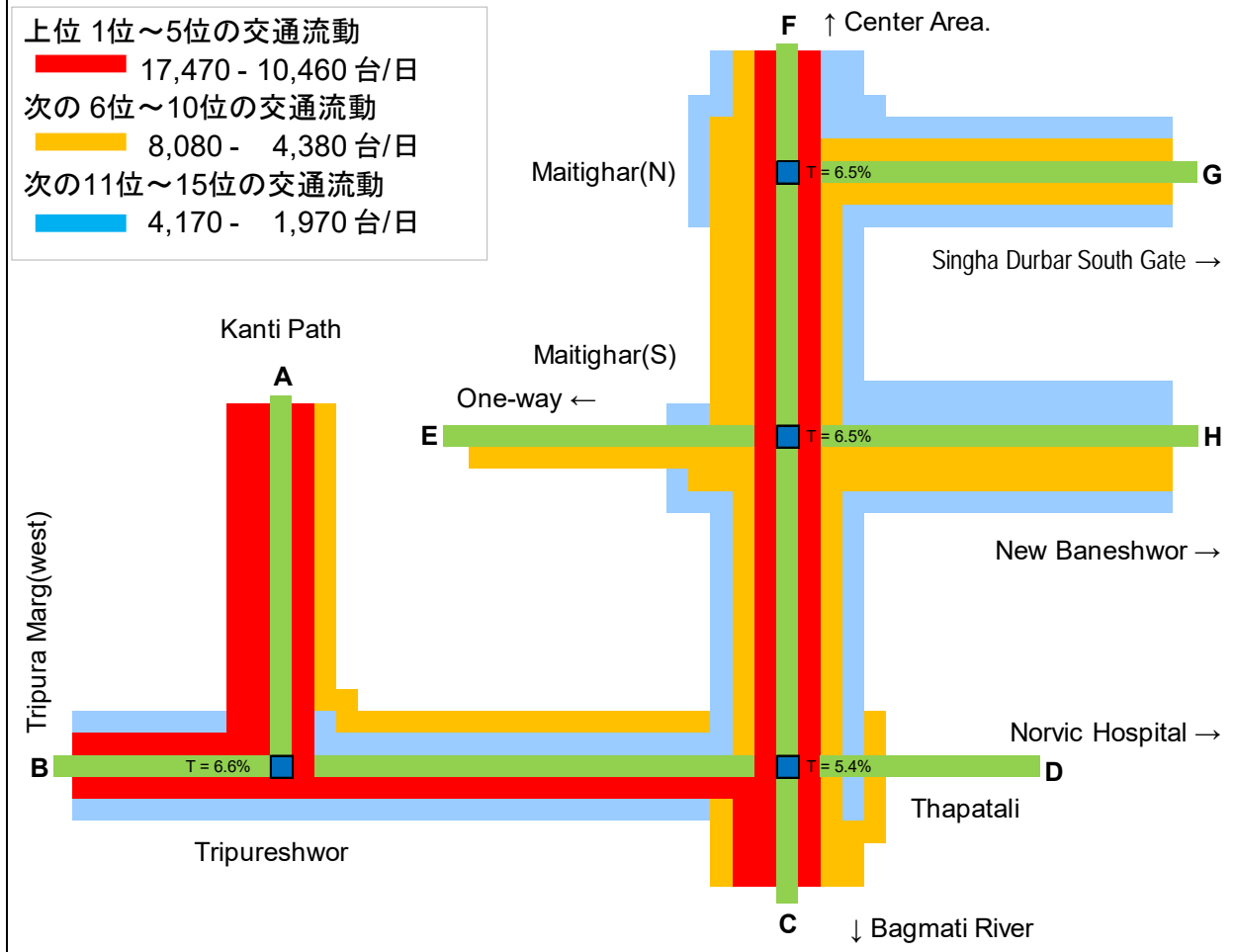
図 4.3.6 T-M 交差点群の 2030 年次交通量と大型車混入率

T-M 交差点群における 2030 年次の交通流動の主な特性は、以下の通りである。

- 交差点群での卓越した交通流動は、
 - i) Tripureshwor 交差点での市内中心部 (A) と西部 (B) とを結ぶ両方向の交通
 - ii) 南北方向 (市内中心部 (F) または (A)) から / への Lalitpur への交通 (C)
- 市街地中心部に存するため、大型車混入率が低い。これは環状道路の転換影響を受けているものと想定される。

次頁図の下方に、この交通流動を OD 表として示す。

T-M交差点群の2030年次交通流動 (単位: 台/日)



T-M 交差点群の OD 表 (2030 年次)

O \ D	A	B	C	D	E	F	G	H	Σ	Point/Location
A		15,720	8,080	1,810	0	30	400	220	26,040	Kanti Path
B	17,470		1,570	1,820	0	160	1,170	1,970	22,190	Tripura Marg(west)
C	10,460	1,830		0	0	12,670	4,840	700	29,800	Bagamati Bridge
D	1,540	1,380	0		0	60	0	0	2,980	Norvic Hospital
E	0	0	0	0		0	0	0	0	One-way
F	50	100	13,110	100	0		2,280	4,170	15,640	Center Area
G	470	1,240	4,380	0	0	2,000		0	8,090	Singha Durbar South Gate
H	330	2,630	800	0	4,940	4,620	0		13,320	New Baneshiwor
Σ	30,320	22,900	27,940	3,730	4,940	19,540	8,690	7,060		

出典：JICA 調査団

図 4.3.7 2030 年次 T-M 交差点周辺の卓越交通量と OD 表

1) 従来の JICA MP 提案の評価

本調査団は、前述の交通分析を参考として、JICA MP において T-M 交差点群改善計画として提案された「東西方向の高架橋/高架道路」の有効性を検証することを試みた。

図 4.3.7 に示す Tripura Marg 道路と New Baneshwor 交差点 (OD 表の B↔H) との交通流動は、(H→B : 2,630 台/日) と (B→H : 1,970 台/日) であり、交差点群内の総交通流動と比してその割合は決して大きくはない。従って、提案された東西方向の高架橋/高架道路は、交差点改善計画の代替案としてはあまり効果的ではないと判断することができる。一方、Tripureshwor 交差点における右左折付加車線の増設は、交差点を改善するための非常に効果的な代替案であることが想定される。

2) T-M 交差点群の交差点解析結果 (2030 年次)

T-M 交差点群における交差点解析の結果を表 4.3.2 に示す。この表は、各交差点での流入条件による飽和度またはサービス水準 (LOS) を示している。

- Maitighar (北) 交差点の場合、適切な信号現示を使用した現在の車線配置では、その将来交通量を北行き右折車線として処理できず、完全に飽和状態となる。ただし、交差点に 3 車線が増設 (追加) される場合は、許容できる状況となる。
- Maitighar (南) 交差点の場合、現在の状態が Maitighar (北) 交差点よりも悪いが、2 車線を追加すると許容できる状況になると推定される。一方、ラウンドアバウト交差点 (環道) による処理の場合は、許容できない状態 (サービス水準が「F」レベルとなる) をもたらすことに注意する必要がある。
- Thapathali 交差点の場合、上記の交差点と同様、3 車線を増設 (追加) することで状況を緩和することができる。
- また、Tripureshwor 交差点の場合は、現在の車線配置での信号制御化では「不良」の結果となることが推測される。この交差点においても 3 車線が増設 (追加) された場合、状況を緩和することができる。

表 4.3.2 T-M 信号交差点群の解析結果 (2030 年次)

交差点名称	交差枝数	交差点形式	車線配分	信号交差点解析結果/評価				備考
				サイクル長 (秒)		飽和度/サービス水準		
Maitighar (北) 交差点	3 枝	信号交差点	現況の車線配分	120		1.04 不可 (>0.90)		NB 方向の右折車線の交通量が処理できない
			3 車線の追加	120		0.62		NB 方向の右折車線の交通量が処理できる
			車線の追加: SB 方向+1, WB 方向+1, NB 方向+1					
Maitighar (南) 交差点	4 枝 EB 方向は流出のみ	信号交差点	現況の車線配分	120		1.27 不可 (>0.90)		NB 方向の右折車線の交通量が処理できる
			2 車線の追加	120		0.76		
			車線の追加: SB 方向+1, NB 方向+1					
		ラウンドアバウト(環道)交差点	流入部	WB 方向	SB 方向	EB 方向	NB 方向	LOS 交差点
			平均遅れ時間(秒/台)	506	103	-	735	532
サービス水準 LOS	F	F	-	F	F 不可			
Thapathali 交差点	4 枝	信号交差点	現況の車線配分	120		1.12 不可 (>0.90)		NB 方向の左折車線と EB 方向の右折車線の交通量が処理できない
			3 車線の追加	120		0.61		全方向の交通が処理できる
			車線の追加: SB 方向+1, NB 方向+1, EB+1 方向					
Tripureshwor 交差点	4 枝	信号交差点	現況の車線配分	120		1.32 不可 (>0.90)		SB 方向の右折車線の交通量が処理できない
			3 車線の追加	120		0.90		SB 方向の右折車線の交通量が処理できる
			車線の追加: SB 方向+1, NB 方向+1, EB 方向+1					
		ラウンドアバウト(環道)交差点	流入部	WB 方向	SB 方向	EB 方向	NB 方向	LOS 交差点
			平均遅れ時間(秒/台)	33	656	84	311	427
サービス水準 LOS	D	F	F	F	F 不可			

出典: JICA 調査団

(4) T-M 交差点群の改築案イメージ

1) 交差点改築の方針

表 4.3.2 に示す交差点解析結果は、車線追加により交通量が多い状況を緩和できることを示唆しているが、現状の小さな交差点範囲内に追加の車線を設置することは困難であると思われる。調査団は、道路幾何構造の改良と流入部の再配置、歩道の後退と縮小、特に現在の状況より狭い車線幅員の適用を提案する。本調査における提案は、適切な土地調査や詳細な設計を行わずに航空写真を用いた現況地形ベースで行っているが、適用可能と想定する。

ネパール道路設計基準を参照すると、多車線道路の道路幅員は 3.50m で設計されるべきであると規定されているが、国際的見地からすると、開発が進行する市街地での採用は厳しすぎると考える。例えば、本邦の「道路構造令」(社団法人日本道路協会)によると、市街地での車線幅は 2.75~3.50m であり、都市部では、道路容量の確保のために数多くの狭幅員車線幅員の採用が確認できる。同様の方法が英国ロンドンでも確認できる。

都市部の交差点におけるこのような道路幾何構造の改良は、さまざまなアプローチを採用する必要がある。調査団は、熟練した計画・設計者、および詳細設計を準備するための技術支援のパッケージを提案する。技術支援の更なる提案については、第 5.1 章を参照のこと。また、信号制御を適用する必要があるが、適切な道路幾何構造の改善は、信号現示（スプリット調整含む）と調和して適用する必要がある。従って、道路設計者と交通管理関係部署との間で制度的な調整が必要となることも想定される。

狭幅員の車線幅の適用は、交通流の清流化に影響し静穏化につながると考える。T-M 交差点群は、市街地中心部に位置し、多くの歩行者が存する地域となっている。交通流動は、都市構造との調和が求められる。この意味においても、このような代替案は、より良い都市環境の醸成に貢献するものと考えられる。

2) Maitighar (北) (南) 交差点

Putali Sadak 道路の南行き、Tanka Prasad Ghumti Sadak 道路の西行き、および Putali Sadak 道路の北行きの車線にそれぞれ 1 車線ずつ車線を追加する必要がある。必要となる車線数分の敷地を確保するには、現在の車線幅員 $w = 3.5\text{m}$ から直進車線で 3.0m 、右左折車線で 2.75m まで縮小し、加えて、歩道幅員の縮小を考慮した場合、 0.75m (14.75m マイナス 14.0m) の用地の追加確保が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 4.3.8 Maitighar (北) (南) 交差点改築のイメージ

表 4.3.3 Maitighar (北) (南) 交差点の車線配置計画

	1. 現況の車線配分		2. 車線配分計画		2. - 1. (増設車線数)	
	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)
SB 方向	2	2	3	2	+1	-
WB 方向(北)	1	1	2	1	+1	-
WB 方向(南)	3	3	3	2+1	-	-
NB 方向	2	2	3	2	+1	-
EB 方向	-	2	-	2	-	-
合計					+3	

出典：JICA 調査団

3) Thapathali 交差点

Putali Sadak 道路の南行き、Teku Bagmati 橋道路の北行き、Tripura Marg 道路の東行きにそれぞれ1~2車線増設する必要がある。Tripura Marg 道路の東行きの場合、現在の車線幅員 $w = 3.5\text{m}$ から直進車線を 3.0m 、右左折車線を 2.75m に縮小し、 2.75m (16.75m マイナス 14.0m) の追加の敷地を確保することを提案する。加えて、必要な車線数を確保するため、歩道幅員の縮小も想定される。



出典：JICA 調査団

図 4.3.9 Thapathali 交差点改築のイメージ

表 4.3.4 Thapathali 交差点の車線配置計画

	1. 現況の車線配分		2. 車線配分計画		2. - 1. (増設車線数)	
	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)
SB 方向	2	2	3	2	+1	-
WB 方向	1	1	1	1	-	-
NB 方向	3	3	4	3	+1	-
EB 方向	2	2	4	2	+2	-
合計					+4	

出典：JICA 調査団

4) Tripureshwor 交差点

Kanti Path 道路の南行き、Tripura Marg 道路の北行き、東行きにそれぞれ 1 車線ずつ増設する必要がある。現在の車線幅員 $w = 3.5\text{m}$ から直進車線を 3.0m 、屈折車線を 2.75m に縮小し、追加の 0.75 m (14.75m マイナス 14.0m) の追加の敷地を確保することを提案する。加えて、必要な車線数を確保するため、歩道幅員の縮小も想定される。



出典：JICA 調査団

図 4.3.10 Tripureshwor 交差点改築のイメージ

表 4.3.5 Tripureswor 交差点の車線配置計画

	1. 現況の車線配分		2. 車線配分計画		2. - 1. (増設車線数)	
	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)	流入部 (車線)	流出部 (車線)
SB 方向	2	2	3	2	+1	-
WB 方向	1	1	1	1	-	-
NB 方向	2	2	3	2	+1	-
EB 方向	2	2	4	3	+1	-
合計					+3	

出典：JICA 調査団

4.4 Koteshwor - Tinkune 交差点群の改良事業

4.4.1 はじめに

本項においては、Koteshwor、Tinkune 交差点群における交通流を把握するため、現況および将来（2030年次）における交通解析を実施した。交通解析の結果に基づき、Koteshwor、Tinkune 交差点群への適切な渋滞緩和対策を講じる。適用する立体交差構造物については、選定された交差点群の改良方針に基づき、最新技術や現場状況に基づき、検討を行った。

4.4.2 Koteshwor - Tinkune 交差点群の現状

Koteshwor、Tinkune 交差点の近傍、特に Koteshwor 交差点において、交差点周辺に中長距離バスの停留所がある。本交差点は、これらバス、また一般車両により、終日混雑している。

2019年2月に実施した交通量調査結果に基づき、交差点解析を実施し、その結果を次項に示す。これより、現状でも Koteshwor 交差点が非常に混雑していることが確認される。他方、Tinkune 交差点については、混雑が見られない。

なお、Koteshwor 交差点と Tinkune 交差点をつなぐ単路部については、現況交通量が 12,200 PCU/日でその容量を上回り、混雑度が 2.22 となっている。



出典：JICA 調査団

図 4.4.1 Koteshwor 交差点での現況写真

表 4.4.1 Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点の交差点解析の結果（2030 年次）

交差点名称		信号交差点解析結果/評価		
		サイクル長 (秒)	飽和度	評価
Koteshwor		120	1.78	不可 (> 0.90)
Tinkune	北側	- (無信号)	0.07	良好
	西側	- (無信号)	0.55	良好
	南側	- (無信号)	0.82	良好

出典：JICA 調査団

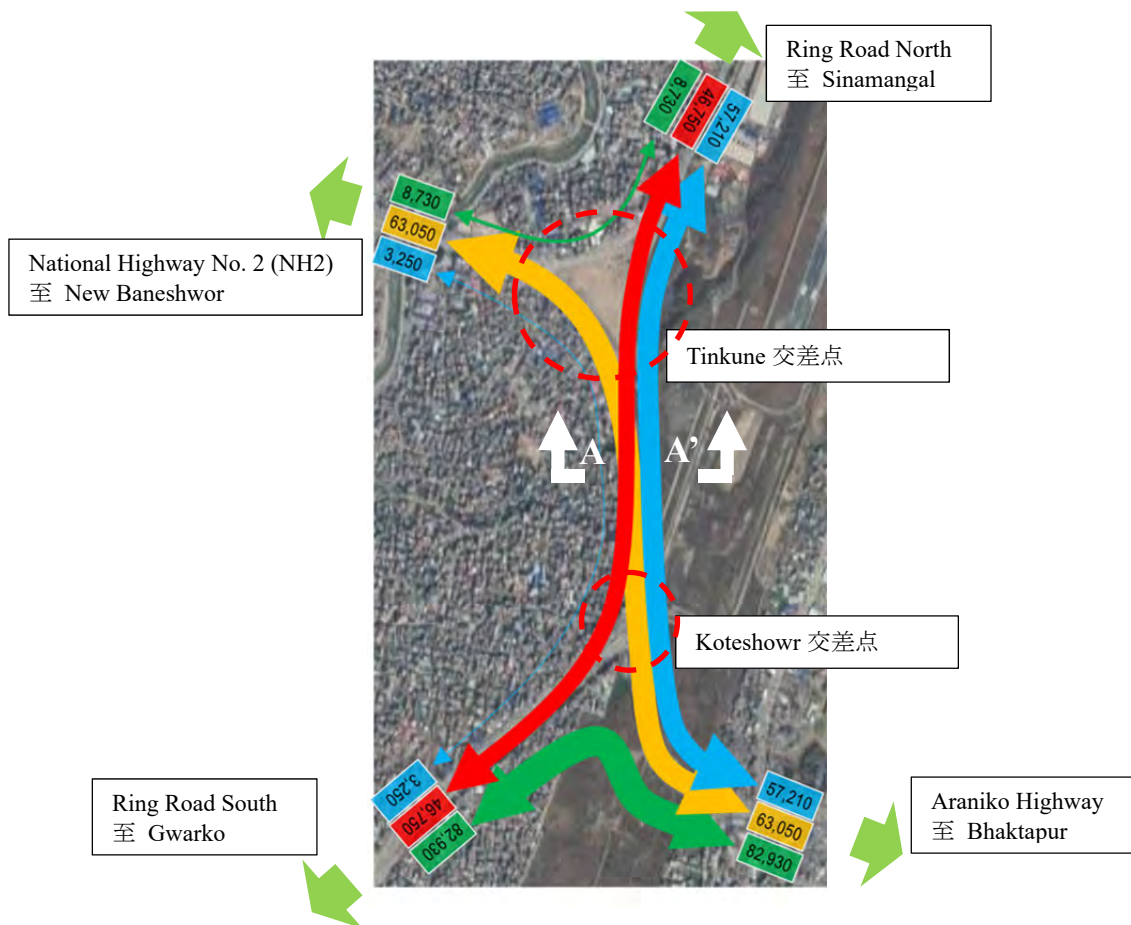
4.4.3 交差点群改良方針の一次選定

(1) 交通需要予測の検討結果

交差点群改良方針は、KSUTP (2017 年/ADB)で適用された交通需要予測モデルを使用し検討した。KSUTP によると、以下のケースに対して交通需要予測を実施している。

- 2020 年次
- 2030 年次
- 2030 年次（東西線鉄道および BRT 導入）

2030 年次の交通需要予測結果に基づき、検討対象地域での交通流を図 4.4.2 に示す。

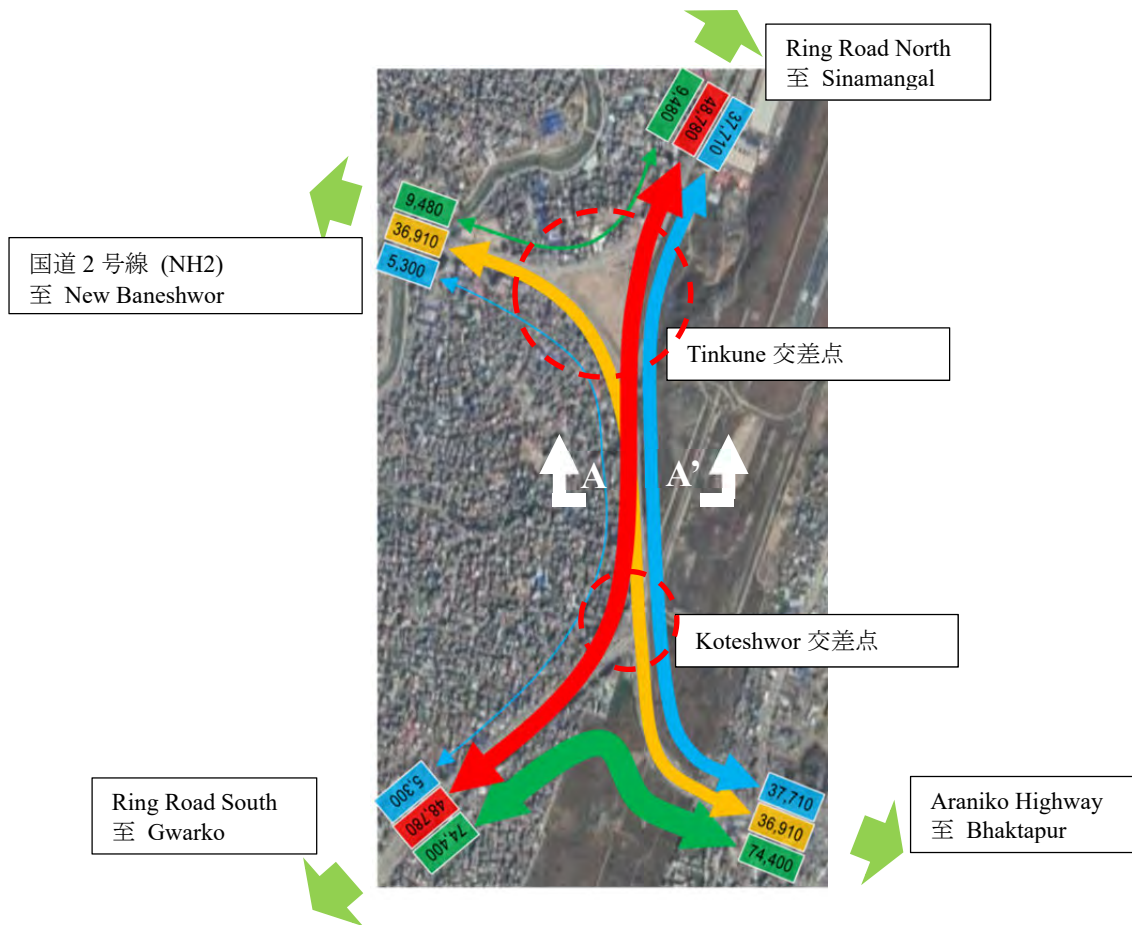


単位：[PCU/日]

出典：JICA 調査団

図 4.4.2 2030 年次（東西線鉄道および BRT 未導入）における交通需要予測の結果

2030年次における交通需要予測結果によると、Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点を結ぶ単路部において、170,260 PCU/日の交通量が見込まれている。現在、当単路部の車線数は4車線であり、将来計画がある東西線鉄道および BRT が導入されない場合、当該単路部の混雑度は、3.07 となり、おおよそ現車線数の3倍（12車線）の車線数が必要となる結果となる。これについては、現在、KVDA で提案している東部新都市開発構想により見込まれている多大な発生交通量が大きく影響している。現在、2030年に東西線鉄道の開通が KSUTP により、またカトマンズ首都圏の市長会議により、BRT の導入も提案されている。これら交通システムが整備されることにより、当該単路部の必要レーン数は減少する。2030年次（東西線鉄道および BRT 導入）における検討対象区間の交通需要予測結果について、図 4.4.3 に示す。



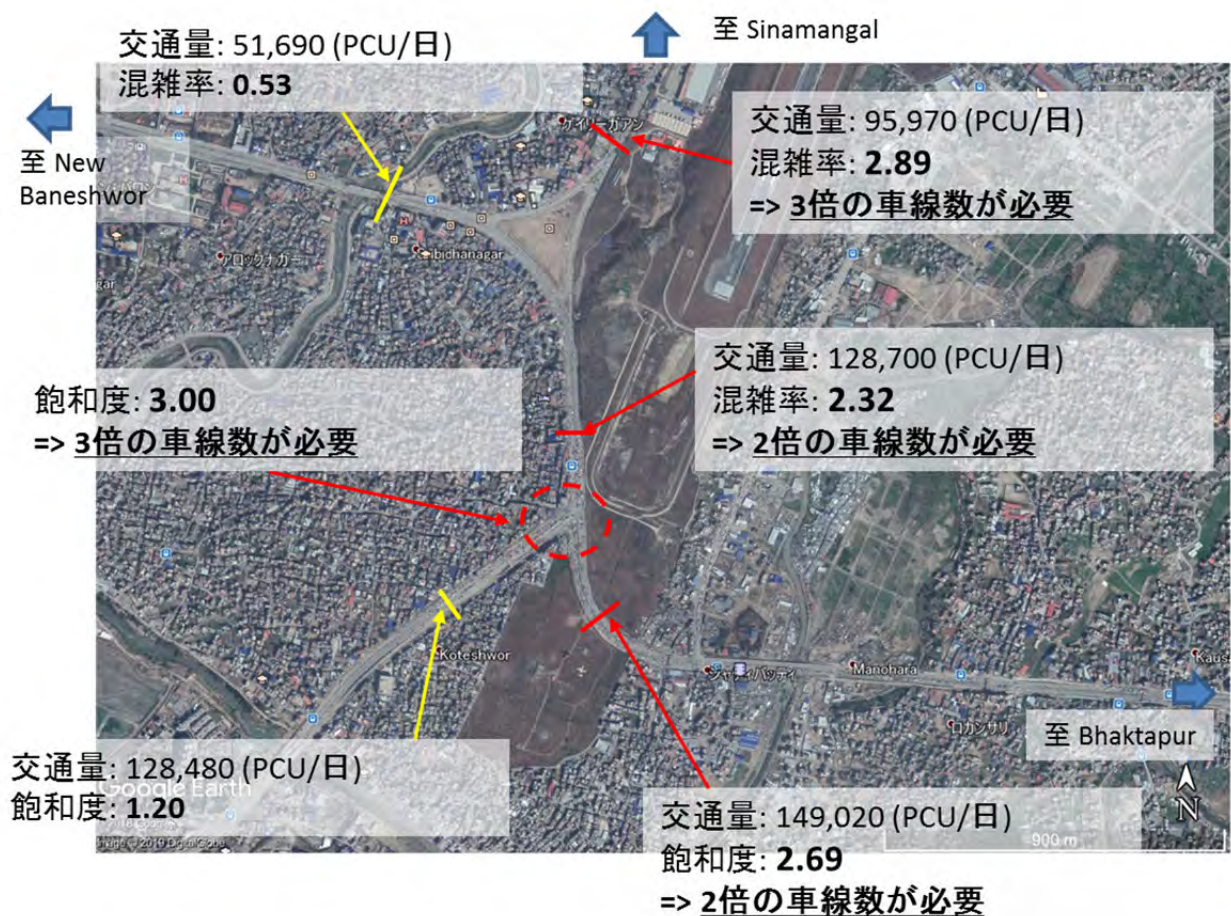
単位：[PCU/日]
出典：JICA 調査団

図 4.4.3 2030年次（東西線鉄道および BRT 導入）における交通需要予測の結果

東西線鉄道と BRT が導入された場合、単路部（A-A'断面）における予測交通量は、128,700 PCU/日となり、混雑度は 2.32 となる。つまり、現状の4車線に加え、新たに4車線の道路が必要ということになるが、これは対象道路の現状や事業規模から適切な規模であると考えられる。そのため、本項での検討は、東西鉄道および BRT が導入を想定した 2030年次の予測交通量を基に検討を行う。

(2) Koteshwor - Tinkune 交差点群の問題点について

2030 年次（東西線鉄道および BRT 導入）ケースの交通需要予測結果に基づく、各交差点への接続道路の混雑度と交差点飽和度を図 4.4.4 に示す。解析結果によると、Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点での交差点飽和度が、2.89 から 3.00 になり、これは前項にて示した T-M 交差点群の結果よりも大きなものである。また、本交差点群と近接した用地の制約より、交差点線形の再設計は難しい。その結果、Koteshwor - Tinkune 交差点群の問題点として、Koteshwor 交差点および交差点間を結ぶ単路部の交通容量が足りないという事があげられる。そのため、交通容量増加のため、Koteshwor 交差点および単路部をカバーする立体化構造の適用が考えられる。



出典：JICA 調査団

図 4.4.4 2030 年次（東西線鉄道および BRT 導入）の交通需要予測結果に基づく交差点および接続路検討結果

Tinkune 交差点では、交差点用地が広く交差点改良により交差点飽和度を良好に保つことが可能である。そのため、立体化構造は、単路部の交通容量増加を目的とし、単路部の端部までの適用で十分となる。その際、以下の二案が考えられる。

- 案 1：Tinkune 交差点北端もしくは西端から、単路部を超え、Koteshwor 交差点まで立体化構造を適用する案
- 案 2：単路部と Koteshwor 交差点に立体化構造を適用する案

案 2 を適用した際の新 Tinkune 交差点計画が、図 4.4.5 に示す形となる。この場合、交差点中心までに開口部からノーズまでの縦断調整区間、滞留長、折り込み区間を確保する必要があり、その結果、交差点中心部が Tinkune 交差点北端に位置することになり、交差点計画としては妥当なものとならない。従って、Tinkune 交差点北端もしくは西端から、単路部を超え、Koteshwor 交差点までの連続した立体化構造を適用する案が選定する。



出典：JICA 調査団

図 4.4.5 案 2 を適用した際の Tinkune 交差点の平面図

(3) 改良方針について

2030 年次（東西線鉄道および BRT 導入）における交通需要予測結果によると、Koteshwor 交差点および単路部において、交通容量増加の施策が必要であることが確認された。そのため、Koteshwor 交差点および単路部の立体化が必要となる。

加えて、単路部へ立体化構造を適用した際、Tinkune 交差点における交差点処理が困難となるため、Koteshwor 交差点から Tinkune 交差点をつなぐ連続した立体化構造を適用する。

(4) 一次検討結果

上述の改良方針に基づき、立体化構造の平面線形に関する検討を実施した。2030 年次（東西線鉄道および BRT 導入）における交通需要予測結果より、以下の事項が確認される。

- Araniko Highway より、概ね 50%の交通量が Ring Road（南）へ、25%ずつの交通量がそれぞれ国道 2 号（以下 NH.2 と称す）および Ring Road（北）へ分配される。
- Ring Road（南）より、概ね 58%の交通量が Araniko Highway へ、概ね 38%の交通量が Ring Road（北）へ分配される。

以上より、路線の接続方法により、立体化構造を利用する交通量に大きく違いがあることが確認された。そのため、接続路線の違いによる立体化構造の利用交通量の違いに着目し、立体化構造の平面線形一次検討を行う。

表 4.4.2 より、代替案 4 および 5 が、立体化構造と現道の利用交通量が適切に分担されている事が確認できる。

表 4.4.2 立体化構造の一次検討

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3	代替案 4	代替案 5
平面線形のイメージ図					
	NH.2-Araniko	NH.2-RR South	RR North-Araniko	RR North-RR South	NH.2 and RR North-Araniko
交通量	128,700	128,700	128,700	128,700	128,700
立体部交通量	36,910 (0.67)	5,300 (0.10)	37,710 (0.68)	48,780 (0.88)	74,610 (1.34)
現道部交通量	91,790 (1.65)	123,400 (2.22)	90,990 (1.64)	79,920 (1.44)	54,080 (0.97)
混雑度の判定	G/S: 低水準 A/G: 非常に高水準	G/S: 低水準 A/G: 非常に高水準	G/S: 中水準 A/G: 非常に高水準	G/S: 中水準 A/G: 高水準	G/S: 高水準 A/G: 高水準
評価				推奨	推奨

記：G/S=「立体部」、A/G=「現道部」、交通量単位：PCU/日とし、括弧内の数値は混雑度を表す。

出典：JICA 調査団

4.4.4 道路/交差点の概略設計

(1) 設計条件

1) 道路設計

a) 適用基準

本概略設計においては、「Nepal Road Standard 2070 (July, 2013)」基準を適用し設計を行う。

b) 道路種別、区分および規格

国道 2 号 (NH.2)、Ring Road および Araniko Highway の道路種別および区分は、「国道・Class I もしくは Class II」となる。

表 4.4.3 道路種別

	平地および丘陵地	山岳地
国道	Class I, II	Class II, III
地方道	Class II, III	Class III, IV

出典：Nepal Road Standard 2070

表 4.4.4 道路区分

道路区分	内容	適用
国道	国道は、国土の東西および南北を接続する主要道路である。これらは、長距離移動の際の主要道路となり、高い水準のサービスレベルを提供する。	Araniko Highway、Ring Road、国道 2 号 (NH.2)

出典：Nepal Road Standard 2070

表 4.4.5 道路規格

道路規格	内容	適用
Class I	Class I 道路は、中央分離帯により車線が分割された高規格道路である。また、アクセスコントロールがなされ、20 年の予測交通量が日平均交通量で 20,000PCU 以上となっている。平地部における本規格の設計速度は、120km/時である。	Araniko Highway、Ring Road、国道 2 号 (NH.2)
Class II	Class II 道路は、20 年の予測交通量が日平均交通量で 5,000-20,000PCU となっている。また、平地部における本規格の設計速度は、100km/時である。	

記：*PCU：Passenger Car Unit（乗用車換算台数）

出典：Nepal Road Standard 2070

c) 設計対象車両

「ネ」国設計基準より、設計対象車両は以下とする。

- 車両幅=2.50m、車両高=4.75m、車両長=18.00m
- 設計軸重=100kN

d) 設計速度

立体化道路の設計速度は、表 4.4.6 に基づき、 $V_s = 60$ km/時とする。

表 4.4.6 設計速度

道路規格	平地部	丘陵部	山岳部	急勾配部	Remarks
Class I	120	100	80	60	2030 年次の交通需要予測結果に基づくと、道路規格として、Class I が適用される。しかし経済性を考えると、設計速度は、60 km/時が望ましい。
Class II	100	80	60	40	

出典：Nepal Road Standard 2070

e) 平面線形（最小曲線半径）

設計速度 60km/時の場合、最小曲線半径は、通常、200m、特例値として 110m となる。本調査においては、 $R = 200$ m を基本として検討する。しかし、Koteshwor 交差点の立体交差部においては、既存建築物の用地取得を避けるため、 $R = 160$ m を適用する。

表 4.4.7 最小曲線半径

道路規格		設計速度 Vs km/時	最小曲線半径 Rmin m			Remarks
			横断勾配 (2.5%以下)	横断勾配 (最大 10%)	From the comfort criteria of passengers Max lateral force 15% of vertical force	
Class I	Class II	120	1,730	600	760	Koteshwor 交差点の曲線部 において、R=110m の曲線 半径が適用可能となる。し かし、この場合、曲線幅 が必要となるため、本調査 では適用しない。
		100	870	370	530	
		80	440	210	340	
		60	200	110	190	
		40	70	40	90	

出典：Nepal Road Standard 2070

f) 縦断線形（最急縦断勾配）

表 4.4.8 に示すように、最急勾配として、7%を適用する。但し、本調査においては、余裕代として1%を考慮し、6%の最急勾配を適用する。加えて、最小勾配として、排水勾配を考慮し、0.5%を適用する。

表 4.4.8 最急勾配

設計速度	Km/hr	40	60	80	100	120
最急勾配	%	9	7	6	5	4

出典：Nepal Road Standard 2070

g) 車線幅員

現道および立体化部の車線幅は、3.5m とする。しかし、交差点の流入、流出部の車線幅については、必要幅員に応じて、柔軟に対応する。

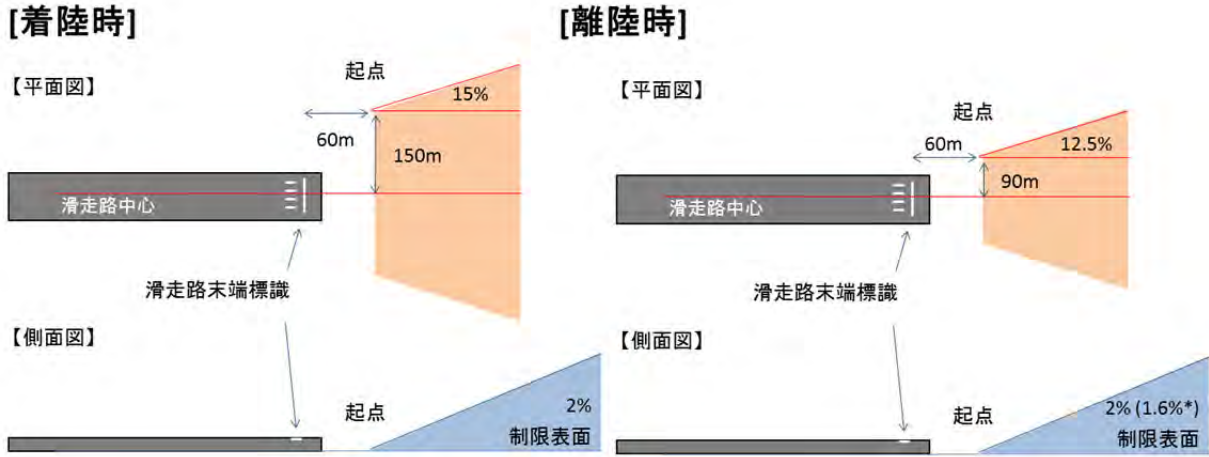
表 4.4.9 車線幅

多車線数時の車線幅員 (m)	中間車線幅員 (m)	1 車線時の車線幅員 (m)
3.5	5.5	3.75

出典：Nepal Road Standard 2070

2) 制限表面

Koteshwor 交差点はトリブバン国際空港に近接していることより、立体化構造の位置および高さに、制限表面による制限が掛かると考えられる。ネパール航空局へのヒアリングによると、トリブバン国際空港は、国際民間航空機関（以下、ICAO）の規定に従い、制限表面を定めているとの事であり、制限表面は、図 4.4.6 に示す通り、設定される。



記：*：新設構造物に対しては、1.6%の適用が ICAO により推奨されている。

出典：JICA 調査団

図 4.4.6 ICAO 規定による制限表面の規定

ネパール航空局へのヒアリングの結果、滑走路の基準高としては、EL+1,314 と規定されているとの事である。この基準高および上記の制限表面の規定により、制限表面の実際の高さを算出し、図 4.4.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.4.7 制限表面の平面図

表 4.4.10 制限表面の高さおよびクリアランス

地点	制限表面の高さ	地盤高	クリアランス [m]
Point A	+1,326 (+1,323)	+1,310	16 (13)
Point B	+1,329 (+1,326)	+1,309	20 (17)
Point C	+1,330 (+1,327)	+1,305	25 (22)

記：括弧内記載の数値は、1.6%勾配で算出されたもの
出典：JICA 調査団

Point C において、高架橋建設に十分なクリアランスが確保されている。しかし、高架橋（およそ+1,320～+1,323）が、近接する航空灯（+1,308）の障害になるため、Araniko Highway 沿いへは高架橋の適用はできないと判断した。

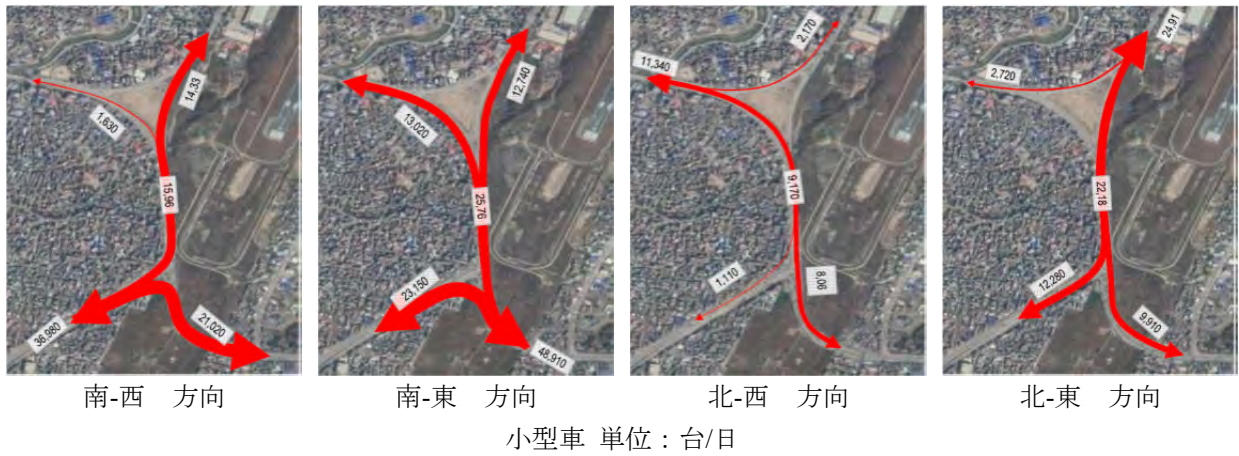
(2) 平面線形および縦断線形検討

立体化構造一次検討比較にて選定された 2 案について、平面線形および縦断線形の概略設計を実施した。前項にて示した航空制限により、代替案 5 については、フライオーバー形式の適用は除外する。そのため、以下の案について、概略設計の実施を行った。

- 代替案 4-1（アンダーパス）
- 代替案 4-2（フライオーバー）
- 代替案 5（アンダーパス）

(3) Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点における交差点解析の結果

1) 2030 年次の交通流動



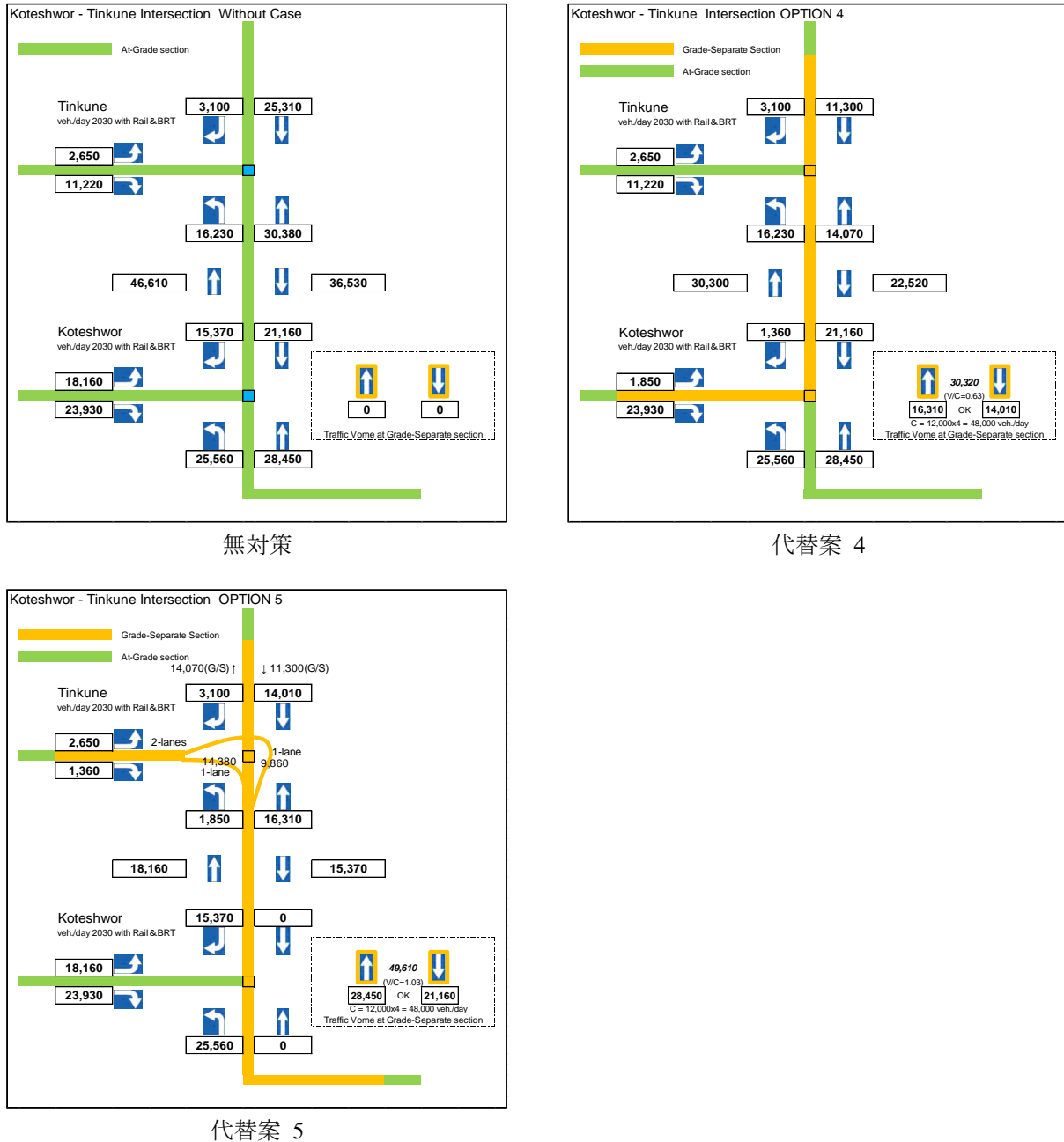
出典：JICA 調査団

図 4.4.8 2030 年次の交通流図

Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点の大型車混入率は、それぞれ 11.6%と 12.3%となる。

2) 各代替案における 2030 年次の交通流動について

各代替案の Koteshwor 交差点から Tinkune 交差点に至る交通流を図 4.4.9 に示す。なお、交差点解析は、この交通流を基に実施した。



無対策

代替案 4

代替案 5

出典：JICA 調査団

図 4.4.9 各代替案における 2030 年次の交通流

3) Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点の交差点解析の結果 (2030 年次)

Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点の交差点解析結果について、表 4.4.11 に示す。信号交差点解析結果の詳細については、Appendix 6 に示す。

Koteshwor 交差点においては、Araniko Highway - Ring Road (南) 間の交通量が非常に多く、この交通量を捌くための車線数が多くなる。そのため、接続案 4-1 および 4-2 においては、道路拡幅のための用地取得が必要となる。

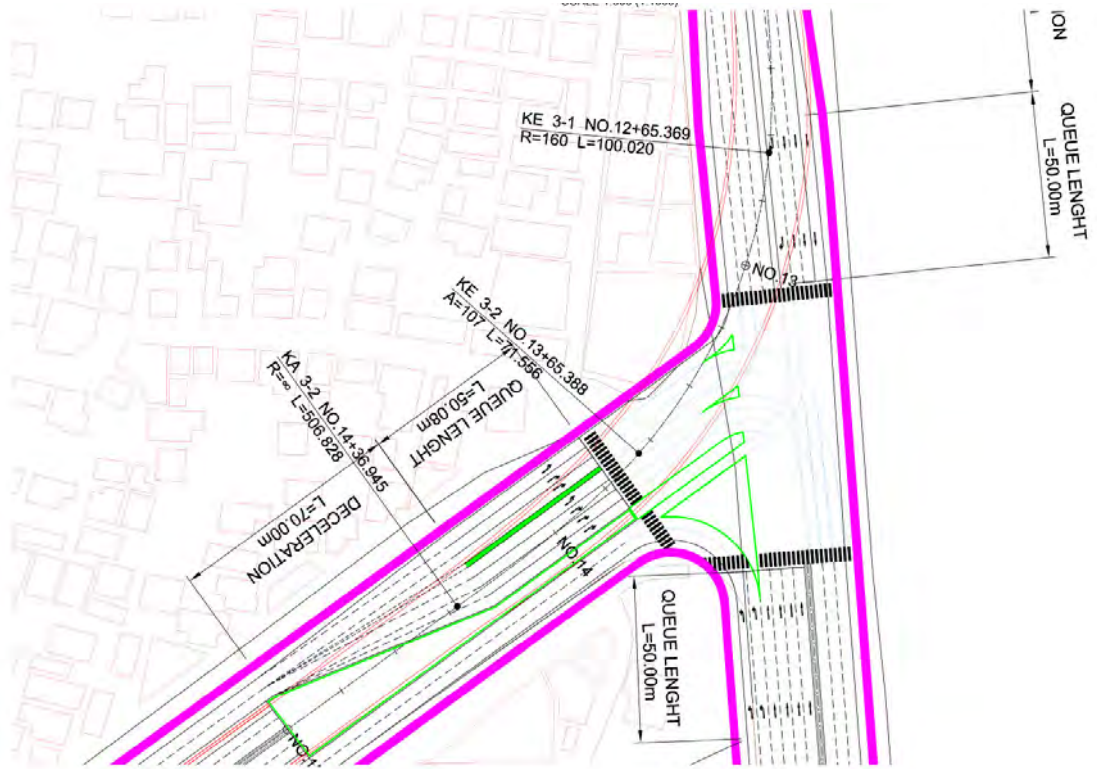
そのため、Araniko Highway と Ring Road (南) を結ぶ追加のバイパス機能の整備し、Koteshwor 交差点への交通量の流入を避ける対策案の検討が必要となる。

現在、「ネ」国側は、バグマティ川流域総合開発委員会主導によるマノハラ川沿いを含む河川沿い道路建設事業を推進している。より多くの交通がマノハラ川沿い道路を利用できるよう、立体化構造による幹線道路への良好な接続や川沿い道路の道路容量の改善が必要となる。

表 4.4.11 Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点における信号交差点解析の結果 (2030 年次)

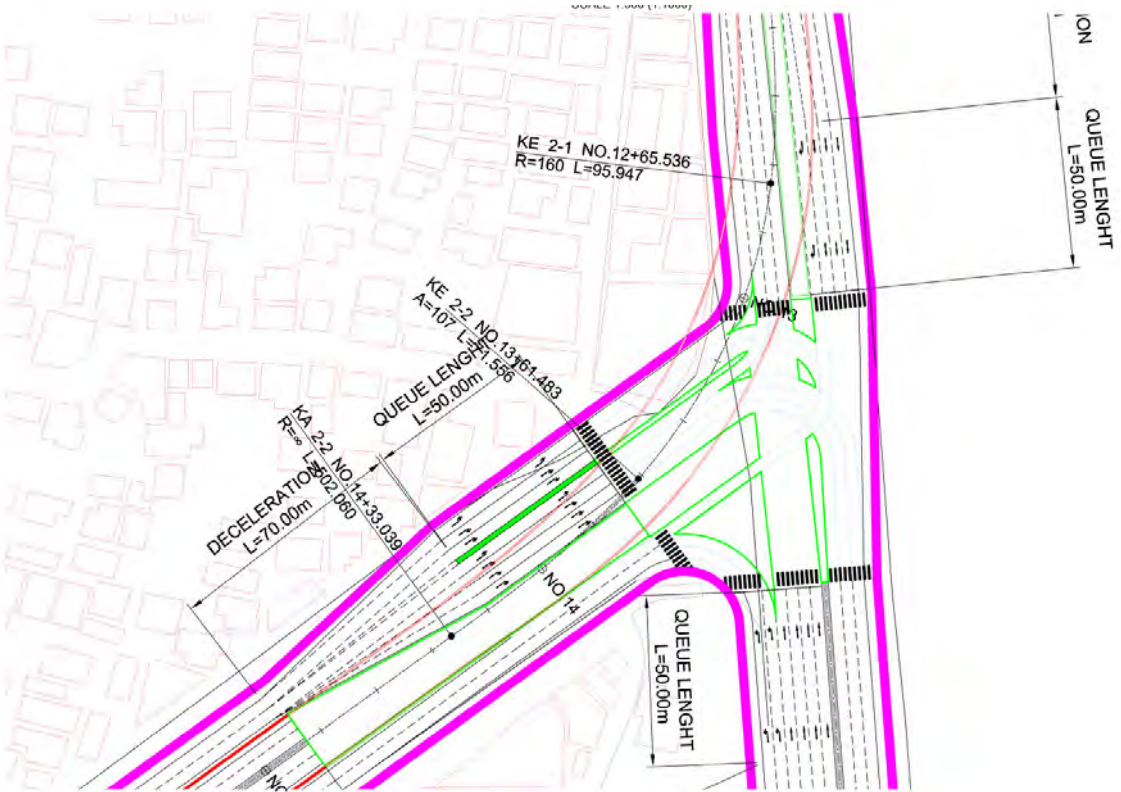
交差点名称	代替案名称	信号交差点解析結果・評価			備考
		サイクル長 (sec.)	飽和度	評価	
Koteshwor	立体化事業未整備	180	2.14	不可 (> 0.90)	SB/NB/EB からの左折交通量の処理が出来ない。
	代替案 4	120	0.91	可	NB の左折交通において、交通渋滞が残る。
		SB 方向 : 4 車線、NB 方向 : 6 車線、EB 方向 : 7 車線、 全流入車線数 : 17 車線 (図 4.4.10 および図 4.4.11)			
	代替案 5	180	0.79	良好	NB/EB の左折交通において、交通渋滞が残る。
		SB : 4 車線、NB : 4 車線、EB : 7 車線 全流入車線数 : 15 車線 (図 4.4.12)			
交差点名称	オプション名	信号交差点解析結果・評価			備考
		サイクル長 (sec.)	飽和度	評価	
Tinkune	立体化事業未整備	120	1.15	不可 (> 0.90)	NB からの左折交通において交通渋滞が発生する。
	代替案 4	120	0.70	良好	全ての流入箇所において交通渋滞は発生しない。
		SB : 3 車線、NB : 4 車線、EB : 3 車線 全流入車線数 : 10 車線 (図 4.4.13 および図 4.4.14)			
	代替案 5	120	0.59	良好	
		SB : 3 車線、NB : 3 車線、EB : 2 車線 全流入車線数 : 8 車線 (図 4.4.15)			

出典 : JICA 調査団



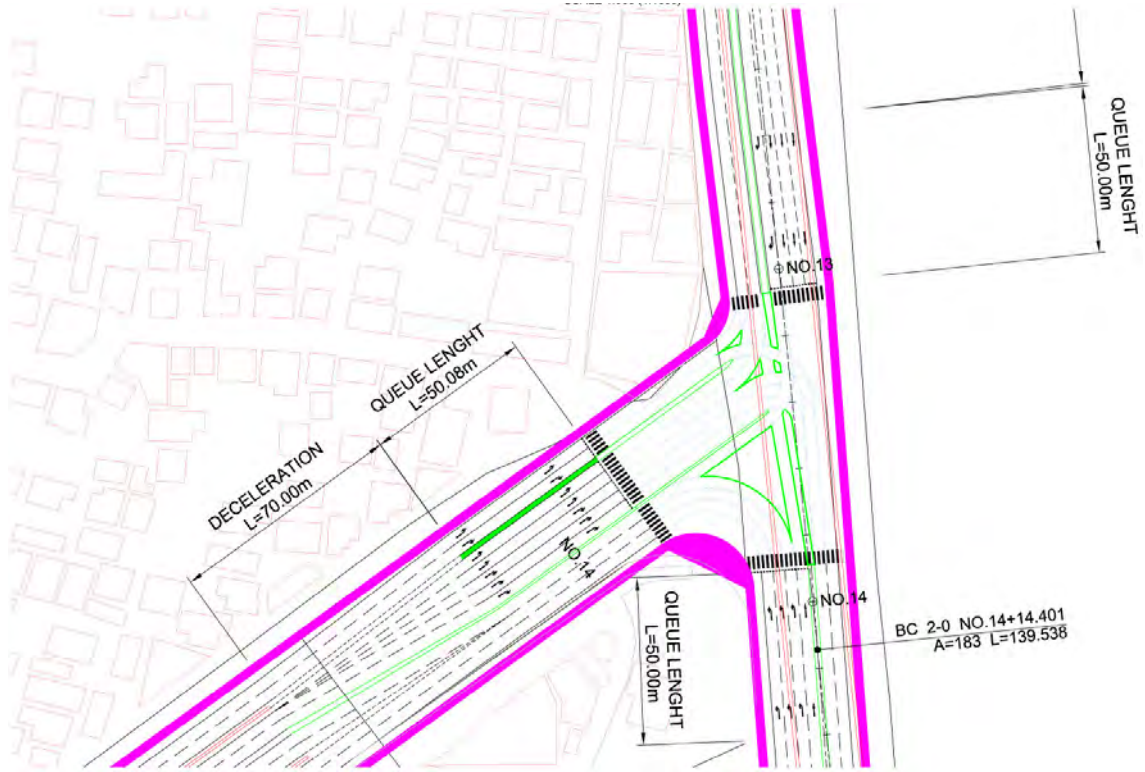
出典：JICA 調査団

図 4.4.10 Koteshwor 交差点改良の平面図 (代替案 4-1)



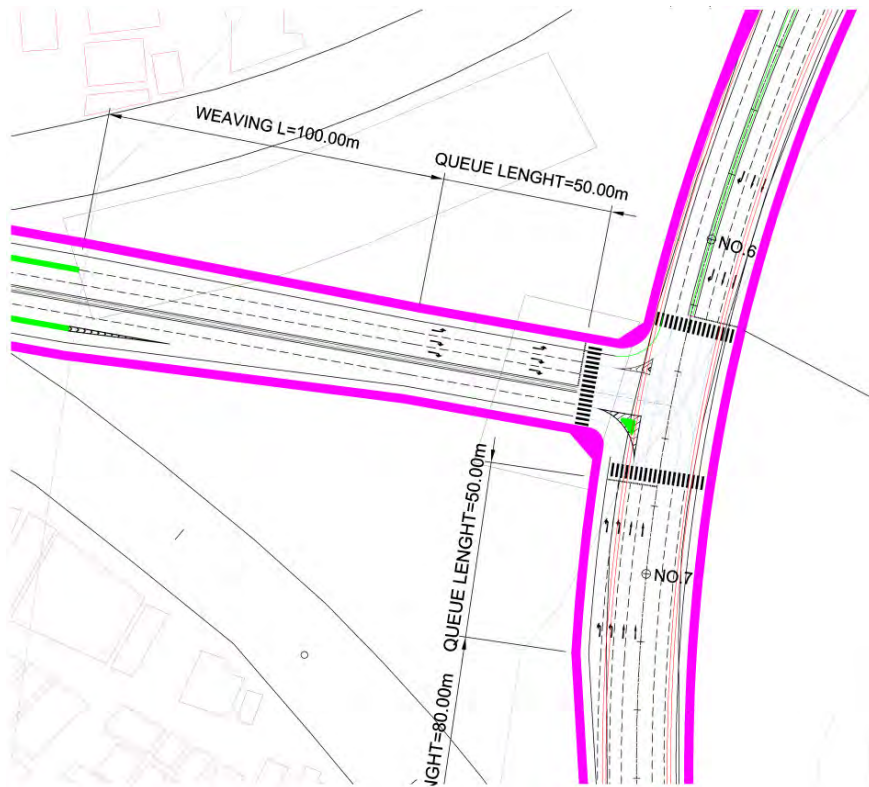
出典：JICA 調査団

図 4.4.11 Koteshwor 交差点改良の平面図 (代替案 4-2)



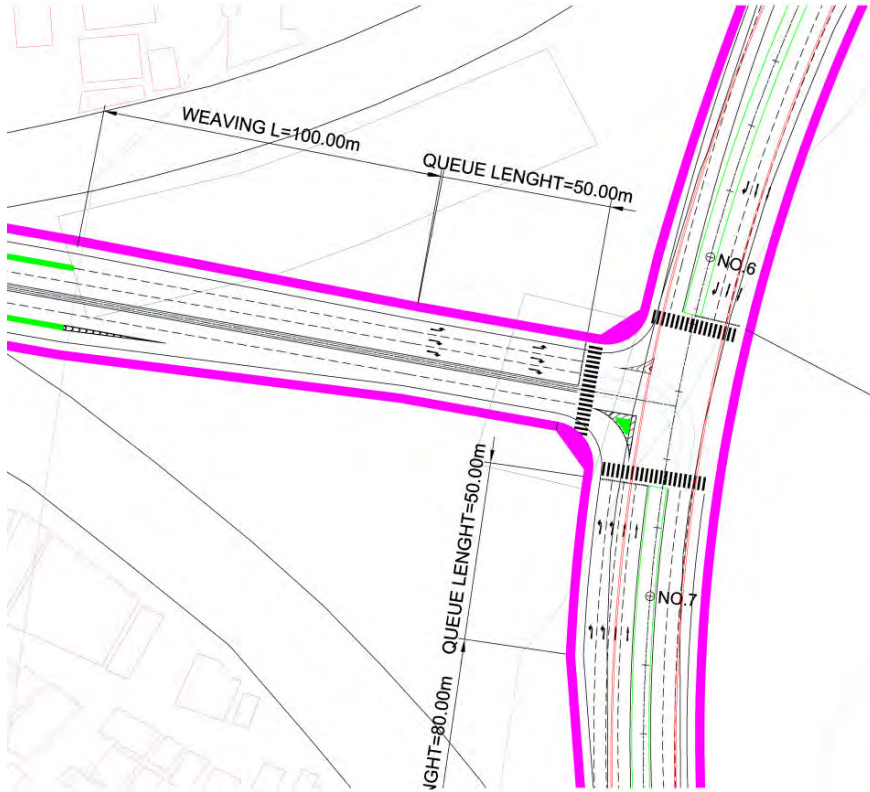
出典：JICA 調査団

図 4.4.12 Koteswor 交差点改良の平面図（代替案 5）



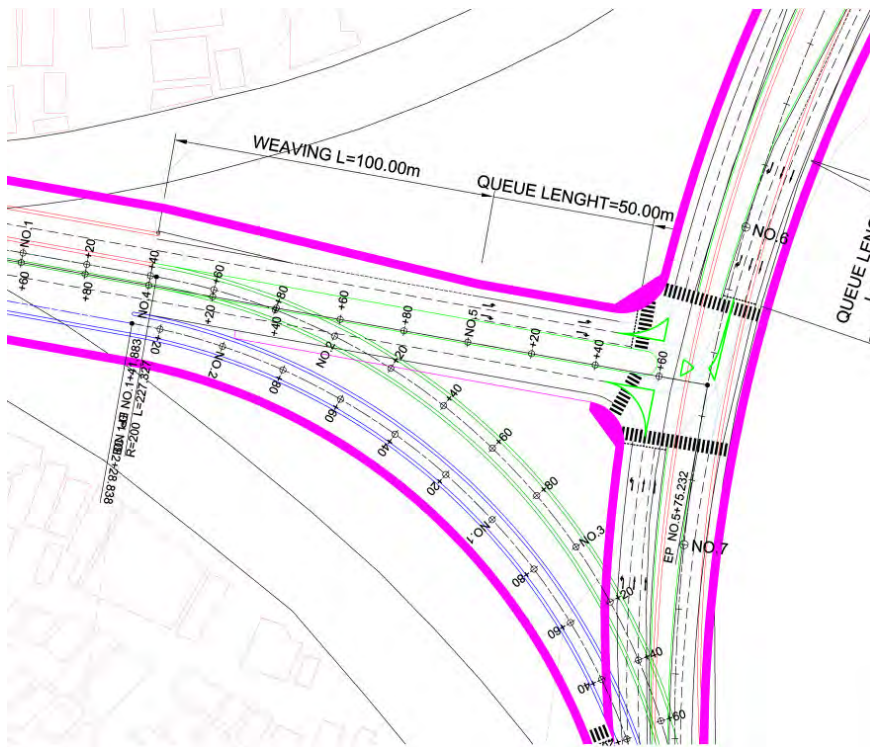
出典：JICA 調査団

図 4.4.13 Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 4-1）



出典：JICA 調査団

図 4.4.14 Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 4-2）



出典：JICA 調査団

図 4.4.15 Tinkune 交差点改良の平面図（代替案 5）

(4) 用地取得

1) Tinkune 交差点北側における用地取得の必要性（代替案 4-1 および 4-2）

既存道路幅は、立体化構造施設を整備するのに必要な幅より狭いため、アンダーパス適用による代替案 4-1 およびフライオーバー適用による代替案 4-2 のいずれについても、図 4.4.16 に示すような範囲において、用地取得が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 4.4.16 Tinkune 交差点北側における用地取得範囲図

2) Jadibuti 交差点近傍における用地取得の必要性（代替案 5）

代替案 5 における Jadibuti 交差点近傍の必要用地取得範囲について、図 4.4.17 に示す。既存道路幅を拡幅する必要はあるものの、住宅地での取得は不要である。



出典：JICA 調査団

図 4.4.17 Jadibuti 交差点近傍における用地取得範囲図

(5) Jadibuti 交差点における交差点解析の結果

1) 2030 年次の交通流動



西側からの流入



東側からの流入



北側からの流入

単位：[台/日]

出典：JICA 調査団

図 4.4.18 小型車の 2030 年次の交通流図



単位：[台/日]
出典：JICA 調査団

図 4.4.19 大型車の 2030 年次の交通流図

Jadibuti 交差点における大型車混入率は、10.7%となる。

2) Jadibuti 交差点における交差点解析の結果 (2030 年次)

Jadibuti 交差点における交差点解析結果を表 4.4.12 に示す。

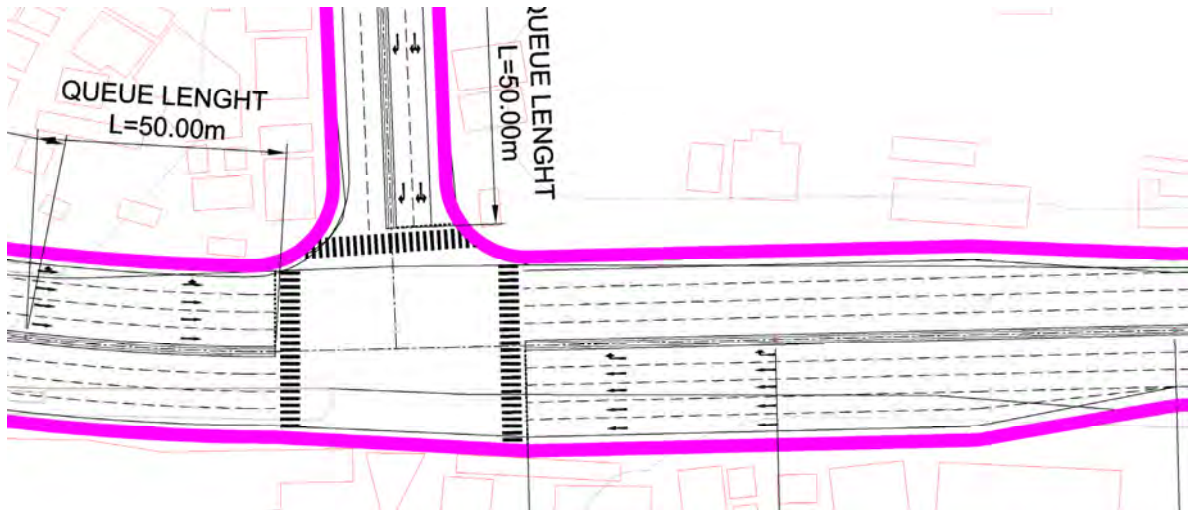
表 4.4.12 Jadibuti 交差点における信号交差点解析の結果 (2030 年次)

交差点名称	代替案名称	信号交差点解析結果・評価			備考
		サイクル長 (sec.)	飽和度	評価	
Jadibuti	現在の車線構成	70	1.13	不可 (> 0.90)	EB/WB からの直進交通の処理が出来ない。
	車線数増加	70	0.92	可	
		SB 方向：2 車線、EB 方向：3 車線、WB 方向：4 車線、総流入車線数：9 車線			
		SB：2 車線、EB：4 車線、WB：5 車線 総流入車線数：11 車線			多少の交通渋滞が残るが、交通処理は可能である。

出典：JICA 調査団

交差点における交通流動の状況より、Araniko Highway の車線数を増やす事を提案する。当該交差点の改良平面図を図 4.4.20 に示す。

必要車線を確保するため、Jadibuti 交差点南側での用地取得が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 4.4.20 Jadibuti 交差点改良平面図

4.4.5 構造概略設計

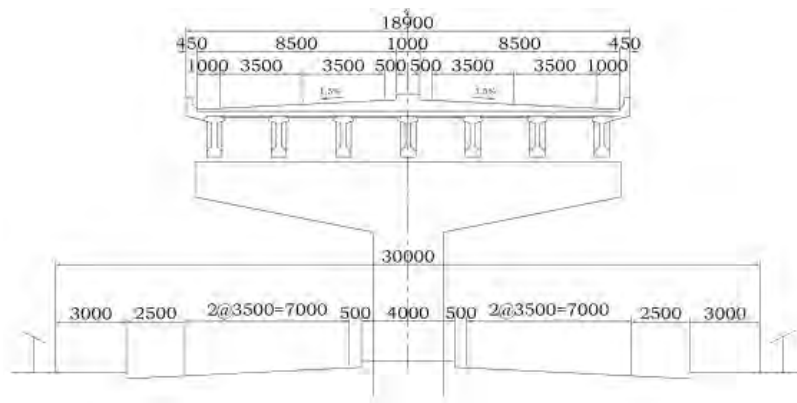
(1) はじめに

前節にて述べたとおり、立体構造化による交差点改良を行うことから。本節では、適用する立体化の構造検討の結果について述べる。

(2) フライオーバー構造の検討

1) はじめに

フライオーバーは現道上に建設する。現道上に既存交通の車線を確保する必要があることから、図 4.4.21 に示すような上下線を一体で支持する 1 本柱の橋脚構造の適用を検討した。



出典：JICA 調査団

図 4.4.21 フライオーバー構造標準断面図

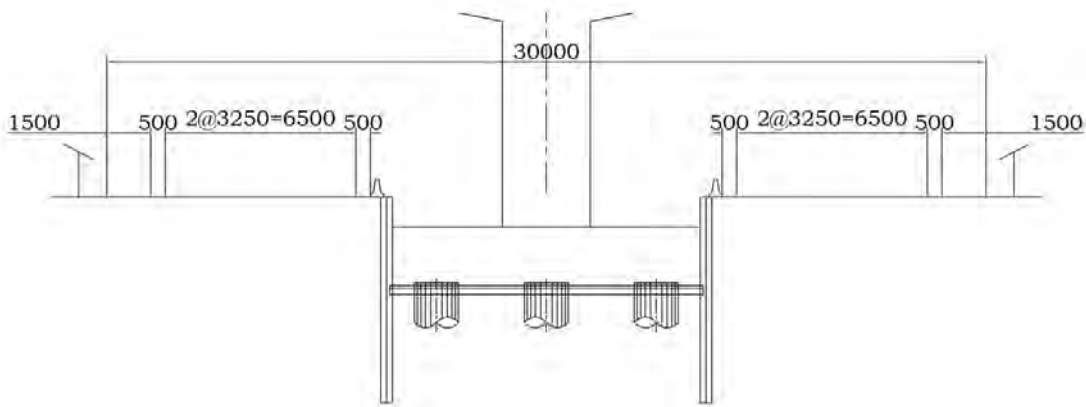
2) 上部工構造形式の選定

本計画においては、Koteshwor 交差点と Tinkune 交差点を結ぶ単路部と Koteshwor 交差点および Tinkune 交差点部の 2 区間について、それぞれ別形式の上部工形式を採用した。

単路部については、特別な交差物件もないことより、最も安価となる PCI 桁形式を提案する。他方、交差点交差部の上部工形式については、工事中における交差点での既存交通への影響を最小限に抑えるため、夜間の一括架設工法の適用が可能な鋼上部工形式を提案する。

3) 基礎構造形式の選定

「ネ」国にて現在適用されている基礎形式を考慮し、場所打ち杭形式を適用した。フーチング施工時における標準横断図を図 4.4.22 に示す。



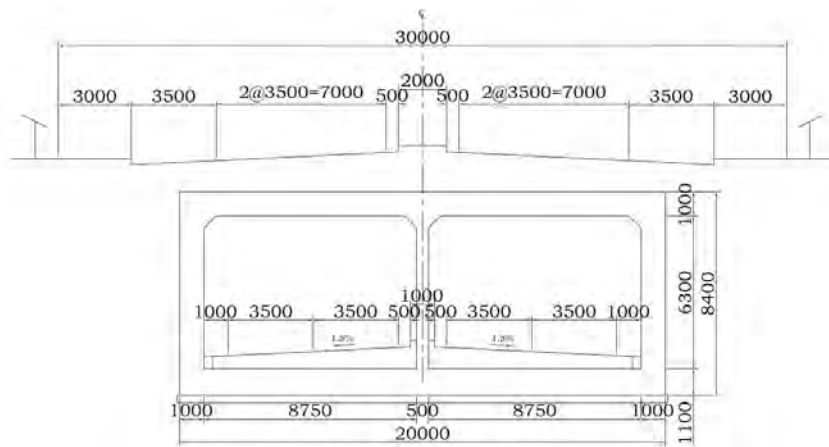
出典：JICA 調査団

図 4.4.22 フーチング施工時における基礎および切り回し道路標準横断図

(3) アンダーパス構造の検討

1) はじめに

アンダーパス構造を適用する場合、ボックスカルバート構造とトンネルボーリングマシンを使用したトンネル構造（以下、TBM 構造と称す）の 2 種類の構造が適用可能である。いずれの構造も、代替案 4 および 5 に適用可能ではあるが、TBM 構造を適用した場合、高価なボーリングマシン搬入が必要となるため、工事費が非常に高くなる。よって、一般的な施工機械で対応可能なボックスカルバート構造にて検討を行った。ボックスカルバート構造を適用した際の標準断面図を図 4.4.23 に示す。



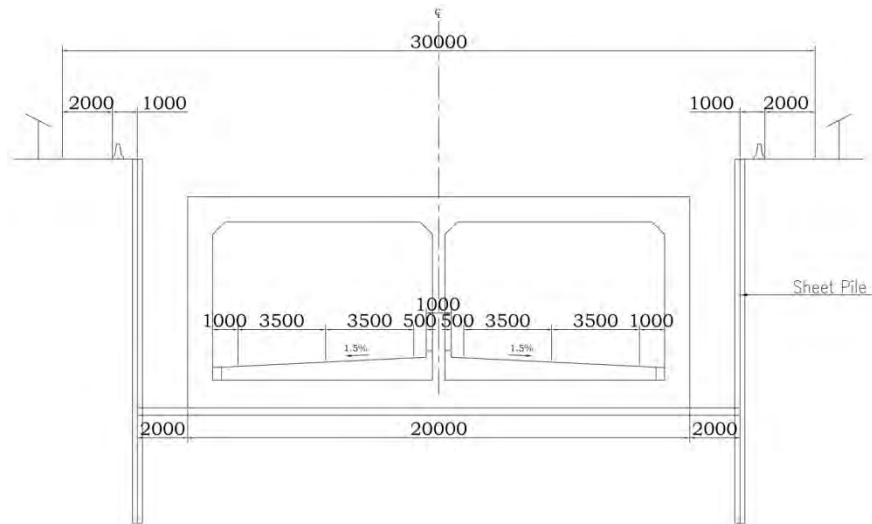
出典：JICA 調査団

図 4.4.23 ボックスカルバート構造の標準断面図

2) ボックスカルバート施工方法

一般的に、ボックスカルバートは、現場打ちで行う。現場でボックスカルバートを施工するため、仮設土留工の適用が必要となる。しかし、Koteshwor 交差点と Tinkune 交差点を結ぶ単路部の現況道路幅員が 30m であり、開削工法を採用した場合、既存道路切り回しに使用できる幅員が、図 4.4.24 に示すように 2×2.0m 程度となってしまう。

この場合、2×2.0m の幅員で既存交通を捌くことはできないため、対策工が必要となる。



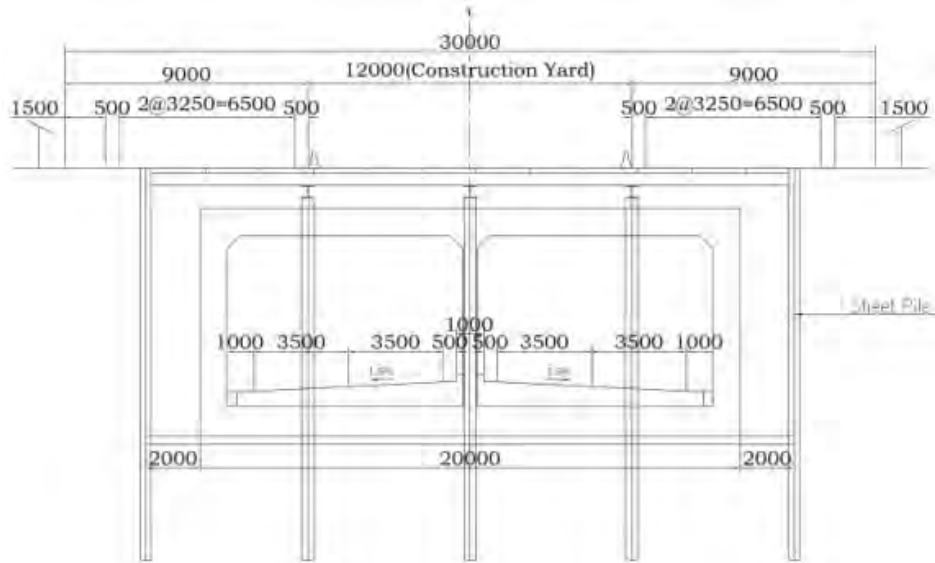
出典：JICA 調査団

図 4.4.24 開削工法適用時のボックスカルバート標準横断面図

現道交通を確保しながらボックスカルバートを建設するには、以下の 2 つの手法が挙げられる。

- i) 開削工法に加え、覆工板を建設し現道交通を確保する方法
- ii) 非開削工法の適用（函体推進けん引工法、もしくはエレメント推進けん引工法）

各代替案によるボックスカルバートの総延長は 1,300m 以上となる。しかし、本邦において非開削工法により建設されたボックスカルバートの延長は、工事単価が高いことから 300m 程度であり、開削工法に加え覆工板を適用した施工方法が適用される。工事中ボックスカルバートの標準横断面図を図 4.4.25 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.4.25 開削工法に覆工板を適用した際の標準横断面図

覆工版を適用した開削工法の工事ステップについて、以下に示す。

ステップ 1： 仮設土留め工及び覆工板の建設

- 鋼矢板および仮設橋基礎杭（H 鋼）の設置
- 覆工板受け用主桁・仮受桁設置と覆工板設置
- 上記作業は夜間に既存交通を切回し実施

ステップ 2： 覆工版下での掘削作業

- 掘削作業は主に夜間に実施する。夜間の作業中は、切回し道路幅を減らし、覆工板を一部取り外す。

ステップ 3： ボックスカルバートの構築

- 鉄筋や型枠の設置は、昼間に実施するが、現場への鉄筋や型枠資材搬入のため、覆工板の一部取り外しが必要なことより、資材搬入は夜間に行う。

(4) 施工工期

各接続案の施工工期は、以下と考える。

- 代替案 4-1（アンダーパス）： 48 か月
- 代替案 4-2（フライオーバー）： 30 か月
- 代替案 5（アンダーパス）： 48 か月

各立体化構造案の詳細工程（案）を表 4.4.13 および表 4.4.14 に示す。

(5) 概算工事費

概算工事費は、「ネ」国、その他発展途上国および日本における工事費単価を考慮し、算出した。

1) 代替案 4-1（アンダーパス）の概算工事費

本代替案の概算工事費算出にあたっては、以下の仮定を行った。

- ボックスカルバート幅は 20m とし、現場でのコンクリート打設とする。
- 土留め構造としては、鋼矢板とする。
- 全線にわたり H 型鋼や I 型鋼から支持される覆工板を設置し道路切回しを行う。
- 電気機械設備については、換気設備、排水設備、照明設備および緊急避難設備を想定する。

代替案 4-1（アンダーパス）の概算工事費について、表 4.4.15 に示す。

表 4.4.15 代替案 4-1（アンダーパス）の概算工事費

項目		工事費（百万 NPR）
ボックスカルバート構築	延長：1,140m 幅：20m	18,500
電気機械設備	換気設備、排水設備、照明設備および緊急避難設備	土木工事の 30%
合計		24,100

出典：JICA 調査団

2) 接続案 4-2（フライオーバー）の概算工事費

本代替案の概算工事費算出にあたっては、以下の仮定を行った。

- フライオーバー幅員は、18.9m とする。
- Koteswor 交差点および Tinkune 交差点を交差する箇所の上部工形式は、鋼箱桁とする。その他の区間については、PCI 桁を適用する。
- 基礎形式は、場所打ち杭とする。

代替案 4-2（フライオーバー）の概算工事費について、表 4.4.16 に示す。

表 4.4.16 代替案 4-2（フライオーバー）の概算工事費

項目		工事費（百万 NPR）
PCI 桁橋	延長：980m 幅員：18.9m	4,900
鋼箱桁橋	延長：340m 幅員：18.9m	5,000
合計		9,900

出典：JICA 調査団

3) 代替案 5（アンダーパス）の概算工事費

本代替案の概算工事費算出にあたっては、以下の仮定を行った。

- Tinkune 交差点の起点位置のボックスカルバート幅は 14m とする。
- 単路部から終点までのボックスカルバート幅は 20m とする。
- 国道 2 号線への接続ランプでのボックスカルバート幅は 7.5m とする。
- 土留め構造としては、鋼矢板とする。

- 全線にわたり H 型鋼や I 型鋼から支持される覆工板を設置し道路切回しを行う。
- 電気機械設備については、換気設備、排水設備、照明設備および緊急避難設備を想定する。

代替案 5（アンダーパス）の概算工事費について表 4.4.17 に示す。

表 4.4.17 代替案 5（アンダーパス）の概算工事費

項目		工事費（百万 NPR）
ボックスカルバート構築	延長（起点から Tinkune 交差点）：360m 幅：14m	22,000
	延長（Tinkune 交差点から終点）：780m 幅：20m	
	延長（ランプ分岐から国道 2 号）：720m 幅：7.5m	
電気機械設備	換気設備、排水設備、照明設備および緊急避難設備	土木工事の 30%
合計		28,600

出典：JICA 調査団

4.4.6 代替案の比較結果

道路/交差点および立体化構造の検討結果に基づき、代替案 4-1（アンダーパス）、代替案 4-2（フライオーバー）および代替案 5（アンダーパス）の比較表を作成した（表 4.4.18）。

なお、経済分析や、4.8.1 項にて記している観点などより、現時点では、代替案に関する最終的な推奨案の提案は行っていない。

表 4.4.18 代替案の比較表

		代替案 4-1	代替案 4-2	代替案 5
平面線形イメージ				
標準断面図				
構造形式		ボックスカルバート	PCI 桁および鋼箱桁	ボックスカルバート
交通改善	Koteswori	総流入車線数：17 車線 飽和度：0.91		総流入車線数：15 車線 飽和度：0.79
	Tinkune	総流入車線数：10 車線 飽和度：0.70		総流入車線数：8 車線 飽和度：0.59
	単路部	立体化部混雑度：0.88 現道部混雑度：1.44		立体化部混雑度：1.34 現道部混雑度：0.97
構造概要		<ul style="list-style-type: none"> - 切回し道路および施工ヤード確保のため、仮設橋を適用。 - 夜間工事を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> - 下部工施工期間中、既存交通が制限される。 - 上部工の架設は夜間に実施。 	<ul style="list-style-type: none"> - 切回し道路および施工ヤード確保のため、仮設橋を適用。 - 夜間工事を実施。
構造延長		1,140m	1,320m	1,860m
建設工事期間		48 か月	30 か月	48 か月
用地取得		<ul style="list-style-type: none"> - Koteswori 交差点および Tinkune 交差点北において用地取得が必要。 - 排水ポンプおよび換気塔設置のための用地確保が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> - Koteswori 交差点および Tinkune 交差点北において用地取得が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> - Koteswori 交差点において用地取得が必要。
社会的影響		<ul style="list-style-type: none"> - 夜間には、切回し道路の幅員を縮小する必要がある。 - 夜間工事に寄る騒音により、近隣住民への影響がある。 	<ul style="list-style-type: none"> - 特に下部工施工時に現道の交通渋滞が発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> - 夜間には、切回し道路の幅員を縮小する必要がある。 - 夜間工事に寄る騒音により、近隣住民への影響がある。
建設費		24.1 [10 億 NPR] (2.43)	9.9 [10 億 NPR] (1.00)	28.6 [10 億 NPR] (2.89)

出典：JICA 調査団

4.5 適用可能な新技術

4.5.1 「ネ」国における建設技術の状況

(1) 「ネ」国における建設業者

ネパール建設業協会の資料によると、全ての建設業者は、技術者数、請負件数/金額、保有機械台数や流動資産等に対する規定により、クラス分けがされている。

大半の建設業者は、クラス D に分類されており、1~2%の建設業者のみクラス A に分類されている。クラス A の建設業者の何社かは、日本建設業者と一緒に工事をした経験を有している。クラス A の建設業者の資本金はそれほど大きくはないものの（数社のみ 300,000,000 NPR を超える）、大半の建設業者は、100,000,000 NPR 以下の資本金となっている。

(2) 「ネ」国実施されている主な建設技術

1) 橋梁上部工形式

「ネ」国において最も一般的な橋梁上部工形式は、PC-T や I 桁、もしくは PC 箱桁となっている。PC-T や I 桁、PC 箱桁の支間長は、それぞれ、35~40m と 50~60m である。

鋼橋に関しては、特にカトマンズ盆地外において鋼アーチ橋が適用されている事例もある。「ネ」国においては、鋼橋製作ができる工場が数社あるが、鋼材自体はインドから輸入している。



RC アーチ橋



PC-I 桁

出典：JICA 調査団

図 4.5.1 カトマンズ市内で近年建設された橋梁

2) 基礎形式

「ネ」国において最も一般的な基礎形式は、オールケーシング工法を適用した場所打ち杭であり、適用の杭径は 1.0~1.5m である。施工機械については、以前、中国の施工業者が持ち込んだものを使用しているようである。既成杭については、「ネ」国建設業者による PC 杭も鋼管杭も施工経験が無く、RC 杭の経験も非常に少ない。



出典：JICA 調査団

図 4.5.2 カトマンズ市内での場所打ち杭施工の写真

3) 道路舗装工

カトマンズ盆地外においては、アスファルトプラントが無いいため、2層瀝青表面処理による舗装（DBST）が、一般的に適用されている。しかし、カトマンズ盆地内では、「ネ」国建設業者がアスファルトプラントを保有しているため、アスファルト舗装の適用が可能である。

4) 仮締切り

「ネ」国施工業者では鋼矢板締切りにより 10m 深までの掘削を行った実績しか無いとの事である。支保工に使用する H 型鋼や I 型鋼は、インドからの輸入鋼材を使用している。

(3) ネパール建設業者の課題

ネパール建設業者の最大の課題は、工期順守に対する感覚の欠如であり、それは以下の点から生じていると考えられる。

1) 下請け業者への丸投げ

「ネ」国では、政府指針の欠如および政治的な理由により、通常、ネパール建設業者は、大抵の工事において、工事を小さな地方の建設業者に丸投げをする。大抵、これらの零細な地方建設業者は、工事実施に必要な、適切なスキルを有する技術者、労務者や工事機械といった経営資源を有していない。

2) 労務者

「ネ」国においては、ほとんどの労務者は、日雇い労務者で家業や農閑期に工事現場にて雇用される。建設業者の大半は、建設コスト削減のため、これら日雇い労務者、もしくはインドからの労務者に頼っている。このため、労務者不足が、特に米の田植え時期（6月/7月）や収穫期（10月/11月）、また Dashain や Tihar といった大祭の時期に生じる。

3) 価格変動

大半の建設資材は、インドからの陸送により賄われている。「ネ」国の政治的不安定から、色々な地域において、様々なタイプのストライキが頻発しており、時に、これらが、輸出资材の価格高騰につながっている。このような場合、ネパール建設業者は、楽観的に資材費用の低下を待ち、結果として工事期間の延伸につながってしまう。

(4) 中国およびインド建設業者の課題

「ネ」国では、およそ6割の国際入札工事が、中国およびインド建設業者によって落札されていると言われている。特にカトマンズ盆地内においては、「ネ」国初めてのアンダーパス構造が適用されたカラング交差点改良を含めたリングロードの整備が中国建設業者により整備されている。この事業においては、工期の遅れは生じていたものの、カラング交差点アンダーパスを含め、工事品質は妥当なものであると考える。その他、全般的な工事に関して言えば、問題なく施工が終了した工事がある一方で、工事のマネジメントが適切になされていないため、工費超過もしくは工期延伸となっている工事が多数見受けられる。最悪の場合、工期完了することなく現場を離れてしまう業者もあるとの事である。

加えて、インドや中国は、「ネ」国にとって、最大の支援国であるが、両国が支援するプロジェクトは、両国の建設業者が受注する。そのようなプロジェクトでは、一般労務者や建設資材を含むほとんどの資機材が両国から輸入され、「ネ」国の労務者や資機材が活用される事が少ない。

4.5.2 最新技術の概要

(1) はじめに

本プロジェクトの対象は、カトマンズ市内で最も混雑している交差点のため、建設中の社会影響を最小化できるような新技術の適用が望まれる。本項においては、中期の改良計画に適用可能な最新技術について検討を行う。

社会的影響を最小限とするため、本項にて述べる最新技術は、建設工期の短縮や建設ヤードの縮小、騒音や大気質の悪化への影響を防ぐことを可能とするものである。

交差点改良に適用される構造物として、フライオーバー構造とアンダーパス構造が検討されていることから、最新技術は、この2種類の構造物に関する建設技術に着目した。最新技術一覧を表4.5.1に示す。

表 4.5.1 適用可能な最新技術の一覧

分類	技術名称	メリット	デメリット	特色
アンカースクリュー	合成床版	- 既存 RC 床版と比較し高い耐久性を有する。 - 下鋼板設置後、既存交通の規制なく工事が可能	- 特になし	高い耐久性と施工時の安全性を有する新しい床版形式。本形式は、鋼桁に適用される。
	回転鋼管杭	- 省スペースで施工可能 - 周辺環境への悪影響の低減が可能	- 工事費が高価となる	狭小なエリアで施工可能となり、場所打ち杭に比較し高い支持力を有するためより小さいパイルキャップとすることが可能な新しい鋼管杭形式。土砂掘削を伴わず、低振動および低騒音であり、環境にやさしい形式である。
	PC ウェル	- 省スペースで施工可能	- 工事費が高価となる	狭小なエリアで施工可能となり、パイルキャップの適用が不要の事より、より小さい基礎寸法を可能とする新しい基礎形式。
	鋼管ソケット結合	- 工期短縮が可能	- 特になし	従来のアンカーフレームを排除して、より短い施工期間で鋼製橋脚柱とパイルキャップ/杭の接続を可能とする技術。特に PC ウェルへの接続に使用されている。
ボックスカルバート	仮設橋（覆工板）の適用	- 非開削工法と比較すると工事費が安価となる。	- 仮設橋設置時や夜間に既存道路への影響が生じる。	既存道路下にボックスカルバートを構築する際、ボックスカルバートの開削断面を塞ぐように仮設橋を設置し、切回し道路を確保する。ボックスカルバートは、架設橋下で構築を行い、資機材の搬出搬入は、夜間に実施する。
	函体推進けん引工法	- 既存交通に阻害なくボックスカルバート構築が可能	- 工事費が高価となる	設置予定箇所脇でボックスカルバートを構築し、それを推進/けん引することで所定の箇所にボックスカルバートを設置する事で、建設中における既存交通や鉄道への影響を排除可能とするボックスカルバートの新しい施工工法。
	エレメント推進けん引工法	- 既存交通に阻害なくボックスカルバート構築が可能	- 工事費が高価となる	ボックスカルバートのエレメント毎に人力もしくは機械により掘削を行い、その後内部にコンクリートを打設することでボックスカルバートを建設する工法。建設中における既存交通や鉄道への影響を排除可能とするボックスカルバートの新しい施工工法。

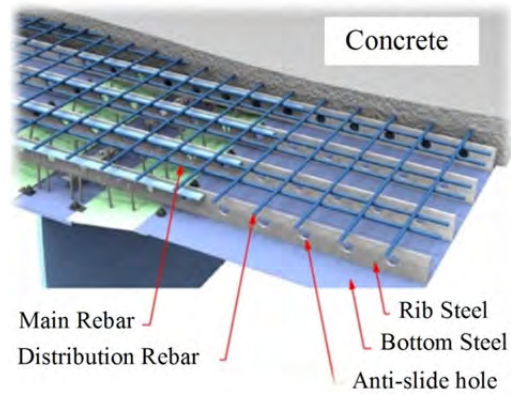
出典：JICA 調査団

(2) 最新技術の概要

1) 合成床版

本工法は、鋼とコンクリートの合成構造を適用した新しい床版構造である。合成床版下面は T 型鋼や I 型鋼で補強された鋼板で構成されており、底鋼板を現場に架設した後、コンクリートを打設して施工される。

本床版は、一般的な RC 床版に比べ、高い耐久性を有しており、また急速施工も可能としている。底鋼板を先行して施工することにより、コンクリート打設中に生コンクリートの漏出といった危険性はないため、施工中の床版下の既存交通を制限する必要が生じない。合成床版構造の概念図を図 4.5.3 に示す。



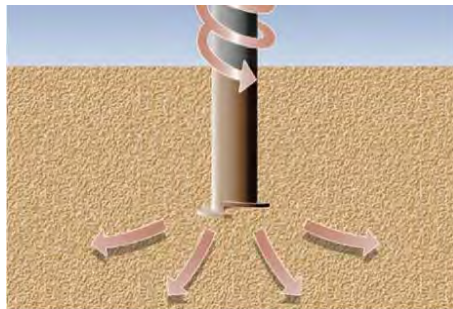
出典：技術情報提供システムホームページ

図 4.5.3 合成床版の概念図

2) 回転鋼管杭

本基礎形式は、鋼管杭の杭先にらせん形の鉄板（羽）を溶接したものであり、対象地盤に回転し挿入し、打設を行う。

羽により杭先の支圧面積が増加し、従来の鋼管杭に比較し、より大きな支持力が発現される。また、回転挿入する工法であるため、掘削土が排出されない。そのため、排出土もなく、低振動な、周辺環境に対する影響が少ない工法である。また、大きな支持力が確保されることより、杭本数を低減（基礎形状のコンパクト化）が可能となる。



出典：NS エコパイルパンフレット

図 4.5.4 回転鋼管杭の打設概念図



打設機械



回転鋼管杭

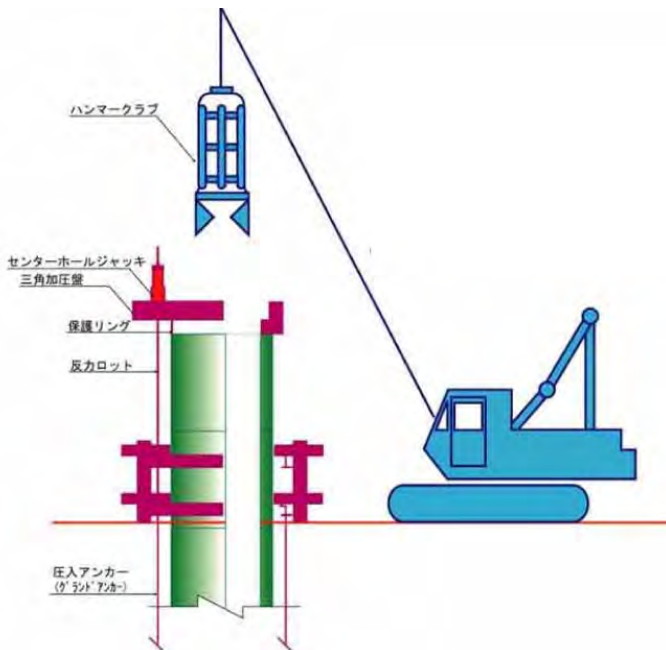
出典：NS エコパイルパンフレット

図 4.5.5 回転鋼管杭の写真

3) PC ウェル

PC ウェル基礎は、プレキャストコンクリート部材（円形や楕円形）で構成されている。各プレキャストコンクリート部材は、各設置位置に設置後、ポストテンション工法により接合される。ポストテンション工法により接合された後、杭体内の掘削作業を行い対象地盤への埋設圧入を行う。

大口径の杭（ $\phi 8\text{m}$ 程度まで）が可能となり、非常にコンパクトな基礎が実現でき、都市内工事において非常に有効な工法である。



出典：国土交通省関東地方整備局ホームページ

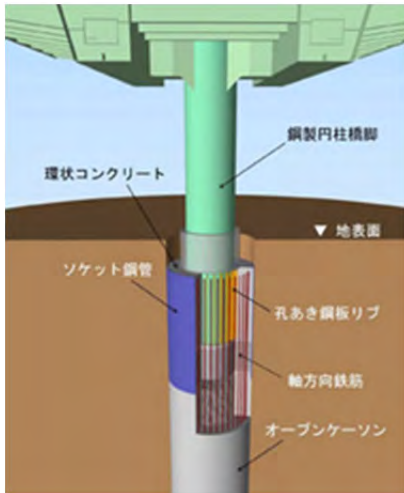


出典：日本ヒューム株式会社ホームページ

図 4.5.6 PC ウェルの概念図および現場写真

4) 鋼管ソケット結合

鋼管ソケット接合工法とは、基礎頂部に設置された鋼管ソケットに鋼橋脚部材を挿入し、隙間をコンクリートで充填することにより、橋脚と基礎を結合する新技術である。フーチングやアンカーフレームの設置を無くすことにより、従来工法に比較し、工期短縮を可能とする事が出来る。



出典：国土交通省報文「小坂交差点の急速施工法による立体化工事について」

図 4.5.7 鋼管ソケット接合の概念図および現場写真

5) 仮設橋（覆工板）の適用

ボックスカルバート施工時において、切回し道路設置幅を確保するため、仮設橋が適用される。ボックスカルバート上空を仮設橋で覆ってしまうため、施工作业の大部分は、夜間に切り回し道路幅を狭めて行うか、仮設橋下で行う。

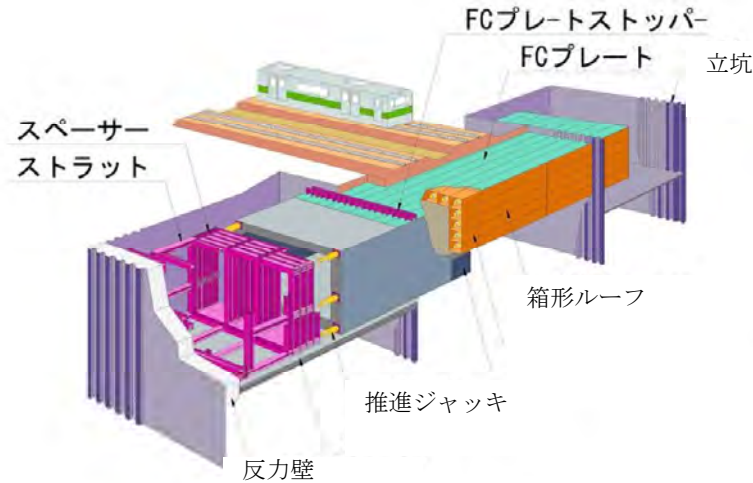


出典：(株) 安藤・間ホームページ

図 4.5.8 仮設橋写真

6) 函体推進けん引工法

函体推進けん引工法は、既存交通に影響を与えることなく、ボックスカルバートを建設する工法である。ボックスカルバートを設置個所脇で構築し、その後、鋼製箱形ルーフを用いて掘削面を支持しながら、構築されたボックスカルバートを水平方向に推進させ、所定の位置に設置する工法である。



出典：アンダーパス技術協会ホームページ

図 4.5.9 函体推進けん引工法概念図

7) エレメント推進けん引工法

エレメント推進けん引工法は、既存交通に影響を与えることなく、ボックスカルバートを建設する工法である。掘削は、水平方向に人力もしくは掘削機によって掘削されるエレメントによって行われる。掘削作業完了後、エレメント内にコンクリートが打設され、ボックスカルバート構造の一部とし、ボックスカルバートの構築を行う。



出典：鉄道 ACT 研究会ホームページ

図 4.5.10 エレメント推進けん引工法の概念図

4.6 環境社会配慮

4.6.1 交差点改良と環境社会配慮ガイドラインとの関連性

下表にインフラ整備、特に道路セクターに関連する環境及び社会的影響に関するネパールの国内法およびその他の規制を一覧として示す。Koteshwor-Tinkune 交差点改良に適用すべき、開発承認を得るための EIA プロセスは 4.6.6 節で詳細に説明する。汚染防止に関するガイドラインは、開発の準備段階および設計段階でのコンサルテーションを要求している。自然環境下では、河川に関するガイドラインが、橋梁建設のための河川流域使用に関する承認に関与する可能性がある。Koteshwor 交差点改

良において文化遺産への影響はないが、規定は下表のように存在する。社会的配慮に関しては、用地取得と補償がこのプロジェクトにとって最大の関心事項となる可能性が高い。

表 4.6.1 環境及び社会的影響に関するネパールの国内法およびその他の規制

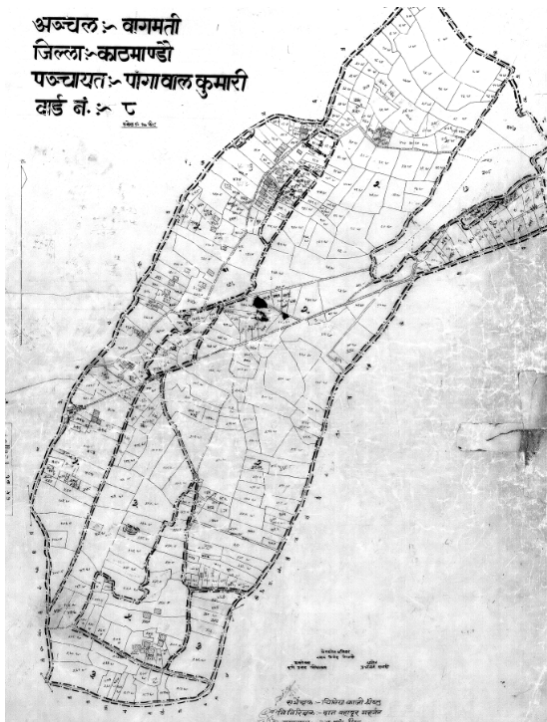
カテゴリー	テーマ	法律、規制	関連機関
開発行為の調査、承認	EIA / IEE	Environmental Protection Act, 2053 (1997)	MOFE
		Environmental Protection Rules, 2054 (1997)	
		Environmental and Social Management Framework, 2064 (2007)	DOR/GESU
汚染防止	Environmental Standards	Nepal Gazette, B.S. 2060/4/19 (4 August, 2003) (Air), Nepal Gazette, B.S. 2054/9/8 (Gas emission from vehicles) Motor Vehicle and Transportation Management Act, 2050 (1993)	MOFE, MOPIT
	Soil disposal	Environmental and Social Management Framework, 2064 (2007)	DOR/GESU
	Waste control	Environmental and Social Management Framework, 2064 (2007)	DOR/GESU
自然環境	Forest clearance, Biodiversity conservation	Nepal Forest Guidelines, 2063 (2006) Forest Products Collection & Sales Distribution Guidelines, 2058 (2001) Watershed Conservation Rule, 2042 (1985) Local Self-Governance Act, 2056 (1999)	MOFE, Local Government
	Underground water	None	N/A
	Rivers	Water Resources Act, 2049 (1992) Local Self-Governance Act, 2056 (1999)	MOWS, Local Government
	Nature conservation	National Parks and Wildlife Conservation Act, 2030 (1973) Soil and Watershed Conservation Act, 2039 (1982)	MOFE
文化遺産	Conservation of cultural heritage	Ancient Monument Protection Act, 2013 (1956) Ancient Monuments Preservation Rules, 2046 (1989)	MOCTCA
社会配慮	Land acquisition and compensation	Land Acquisition Act, 2034 (1977) Land Acquisition Guidelines, 2046 (1989)	DOR/GESU
		Land Acquisition, Resettlement & Rehabilitation Policy, 2072 (2015)	
		Immovable Property Acquisition Act, 2013 (1956)	
	Community forest	Forest Act, 2049 (1993) Forest Rules, 2053 (1995)	MOFE, District FUGs
	Drinking water	Nepal Water Supply Corporation Act, 2046 (1989) Drinking Water Regulation, 2055 (1998) Essential Commodity Protection Act, 2012 (1955)	DWSS
	Indigenous groups	National Foundation for Upliftment of Aadibasi /Janjati Act, 2059 (2002)	DOR/GESU
	Dalit groups	Caste-based Discrimination and Untouchability (Offence and Punishment) Act, 2068 (2011)	DOR/GESU
	Additional assistances	Environmental and Social Management Framework, 2064 (2007)	DOR/GESU
	Underground property rights	None	N/A

4.6.2 ネパールにおける土地所有と管理状況

土地管理・協同組合・貧困緩和省 (MOLMCPA) の下にある 2 つの部門、すなわち測量局と土地改良・管理局 (DOLRM) が、土地の境界画定と行政を担当している。測量局は、公有地と私有地の両方について、土地の境界画定と地籍図作成に関するすべての事項を担当している。DOLRM は、土地収入の決定と徴収、所有権証書と証書の発行などの土地管理業務を請け負っている。すべての土地登録作業は、両局によって調整されて管理されている。ネパールの各地区 (District) には両局の事務所がある。

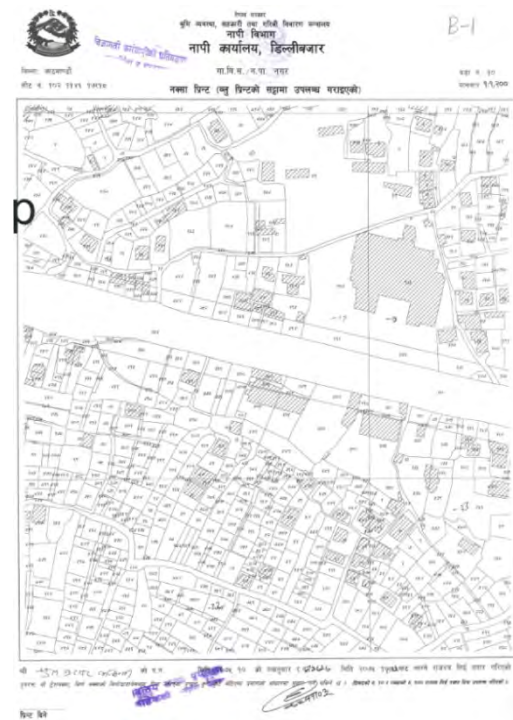
(1) 地籍図の作成

すべての土地区画にプロット番号が与えられている。境界線の確認、土地面積の計算、および地籍図の法的変更は、測量局の登録測量士のみが行うことができる。カトマンズ盆地内の地籍調査・地籍図作成は、1960年代に最初に行われ（「Old maps」と呼ばれる）、その後1988年から1989年に更新された（「New maps」）。Old mapsはフィート単位、地理座標系への対応無し、手書き、縮尺1:1,200での作成であった（図4.6.1）。New mapsはデジタル図面で、ネパールの地理座標系に準拠してメートル単位で作成され、1:500の縮尺で利用できる（図4.6.2）。改訂地籍調査が完了していない地域においては、Old mapsがまだ使用されている。印刷した地籍図の入手は容易で、地籍図の用紙番号を明記した申請書と1枚あたりNPR110の手数料が必要である。



出典： Issued on 15/01/2019 by Kalanki Survey Office, Kathmandu

図 4.6.1 1960年代の地籍調査を元にした古い地籍図 (Old maps)



出典： Issued on 17/02/2019 by Dilli Bazar Survey Office, Kathmandu

図 4.6.2 1988/89年の地籍調査を元にした新地籍図 (New maps)

1) 建築物の境界線

測量局は恒常的に土地取引について管理・更新する一方で、1988/89年に行われたような全体的な測量調査の時だけ、建築物の境界線が更新されて地籍図に反映される。そのため、特定の地域での最新状況を確認するためには、現地での確認が必要になる場合がある。Koteshwor交差点では、調査団は環状道路とAraniko Highwayの間の南の角に新しい政府の建物（Koteshwor Traffic Police Office）と小さなShiva Templeがあることを確認した（図4.6.4参照）。しかし、これらは現在の計画においてはプロジェクトに影響を与えることはないものとする。また、すでに取り壊された建物の境界線は地図上には確認されなかった。

2) 建築物の種類、所有者

地籍図だけでは、各区画の所有権の種類（私有/公共）や所有権の記録を調べることは出来ない。これらの詳細は、DOLRM 事務所で管理されている所有権登録簿で調べる必要がある。

4.6.3 道路設計基準、道路敷

ネパールの道路は、道路区分に応じて道路敷（Right of Way : ROW）が決定される。基本的な区分は、表 4.6.2 に示すように、1970 年に制定され、1988 年（NRS-2045）および 2013 年（NRS-2070¹）に改訂されたネパール道路基準（2027）（NRS-2027）で定義されている。しかし、NRS の規定は道路システムが複雑で土地が乏しい都市域には不十分であるため、表 4.6.3 に示すように、特にカトマンズ盆地内の都市道路には異なる一連のガイドラインが適用される。KVDA「カトマンズ盆地内の自治体のための建設細則² - 2064」（英題「Construction Bylaws」、2007 年 5 月 15 日発効（図 4.6.3））として大まかに英語に翻訳されている。Construction Bylaws は、カトマンズ盆地のどの道路のどのセクションが各道路分類に該当するかを正確に示している。

表 4.6.2 NRS における道路分類、ROW（都市部以外の道路に適用）

Road Classification	Minimum ROW	Distance Between Buildings
National Highways	50m (25m on either side of the center line)	62m (6m setback on either side)
Feeder Roads	30m (15m on either side of the center line)	42m (6m setback on either side)
District Roads	20m (10m on either side of the center line)	32m (6m setback on either side)

出典：NRS-2027, NRS-2045, NRS-2070

表 4.6.3 Construction Bylaws における道路分類と ROW（都市部に適用）

Road Classification	Minimum ROW	
Ring Road	62m	(31m on either side of the road center line)
Highways (Araniko and Tribhuvan Highways)	50m	(25m on either side of the road center line)
Arterial Roads	22m	(11m on either side of the road center line)
Connect Roads	14m	(7m on either side of the road center line)
Feeder Roads	11m	(5.5m on either side of the road center line)
Access Roads - A	8m	(4m on either side of the road center line)
Access Roads - B	6m	(3m on either side of the road center line)
Access Roads - C	4.5m	(2.25m on either side of the road center line)
Access Roads - D	2.5m	(1.25m on either side of the road center line)
Special Roads	30m	(15m on either side of the road center line)

出典：Construction Bylaws for Municipalities within Kathmandu Valley and Urbanizing VDCs – 2064

¹ Vikram Samvat (BS) はネパール陰暦による年号表示。西暦（CE）に換算すれば、2027 BS = 1970 CE; 2045 BS = 1988 CE; 2070 BS = 2013 CE、となる。

² 本文書はネパール語版のみ入手可能。VDCs = Village Development Committees であり、District レベルよりも下の行政区域で、2017 年 3 月 10 日以降、再編され、Gaunpalikas という行政区域として引き継がれている。

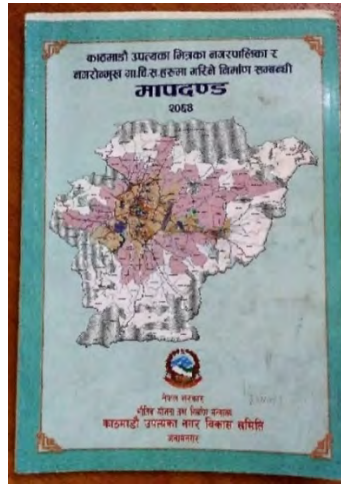


図 4.6.3 Construction Bylaws の表紙

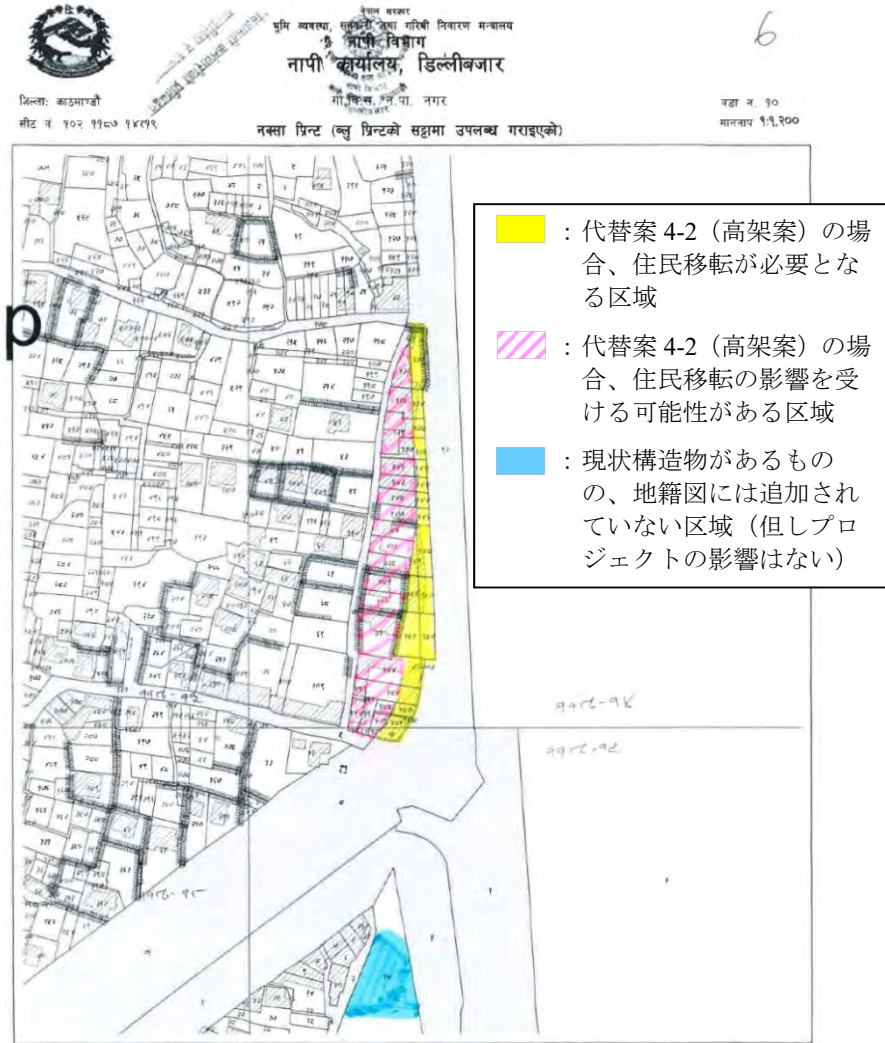
道路敷の用地取得に関する補足事項として、ネパール法委員会（NLC）による関与がある。NLC は公報の発行または公的な回覧を通じて、既存の法律およびガイドラインを修正することが可能である。長年にわたり、道路用地取得について、所有者と政府との間でいくつかの紛争や訴訟が発生しており、その結果、政府は特定のセクションの ROW を変更している。カトマンズ盆地内のそのような ROW 修正結果は、既往の情報、Construction Bylaws に含まれたが、発効後の修正状況については、官報や回覧を調べる必要がある。

Araniko Highway および環状道路での、Koteshwor-Tinkune 区間の ROW について考察する。表 4.6.3 に示すように、Araniko Highway 区分の ROW は 50m、環状道路部分は 62m である。また、DOR はカトマンズ環状道路全般で 50m 以上の ROW が確保されていると主張する。しかし、Construction Bylaws によれば、Koteshwor-Tinkune 区間は商業用サブゾーンとして扱われ³、道路の西側（のみ）の ROW は中心線から 15m、Koteshwor 交差点の中心から 303m にわたって指定された（図 4.6.5）。また、Tinkune 交差点でも同様の調整があった（図 4.6.6）。代替案 4-2（高架橋）の場合、図 4.6.4 に示すように、交差点西側については用地取得、移転の必要性がある。構造設計、適用される法的ガイドライン⁴、および地主との交渉によっては、ピンク色の区画も取得が必要となると懸念される。

別事例として、Koteshwor-Tinkune 区間の近くで、環状道路の Chabahil～Gaushala までの 1.267km の区間では、ROW は 22m に設定されている。全体的に見て、都市部での道路整備は困難な事業であり、政府がガイドラインの画一的・強制的な適用をしてこなかったと言える。

³ 表 4.6.3 には示されていないが、本カテゴリーはこの道路セクションのために作成された特例である。

⁴ 適用可能なガイドラインは構造設計により変わることがある。後述 4.6.5 節でも述べるが、適切なガイドラインが存在していない場合もあり、ガイドライン策定のために長いステークホルダー間調整が必要なこともある。



出典 : Issued on 17/01/2019 by Dilli Bazar Survey Office, Kathmandu

図 4.6.4 Koteswor 交差点における地籍図と高架橋整備時の影響範囲



出典 : JICA 調査団

図 4.6.5 Koteswor 交差点での ROW 詳細



出典：JICA 調査団

図 4.6.6 Tinkune 交差点での ROW 詳細

4.6.4 用地取得

インフラ整備プロジェクトのための土地取得について、主に以下の2つの方法がある。

(1) 補償

1 つ目の方法は、土地収用法およびガイドラインに従い、所有者への金銭的補償による取得である。この慣行では、表 4.6.4 に示す、委員からなる用地補償費決定委員会（CDC）が補償額を決定する。手続き上必須ではないが、プロジェクトの影響を受ける人々の代表者を委員会に招待することは標準的な方法といえる。

表 4.6.4 用地補償費の決定委員会の構成

Member		Position
i	Chief District Officer	Chairperson
ii	Representative of the District Development Committee (DDC)	Member
iii	Mayor of Municipality / Chairperson of Village Development Committee (VDC) ⁵	Member
iv	Chief of the Land Revenue Office	Member
v	Chief of the Concerned Project	Member Secretary
vi	Specially Invited Members (members of the legislature parliament of the concerned constituencies, representatives of people affected by the project, representatives from the office of land measurement, and experts of resettlement and rehabilitation programs)	Invitees

(2) 土地プーリング、土地区画整理

第二の方法は、まちづくり法（Town Development Act）で規定されているように、土地を一旦プールし、区画整理を行う方法がある。区画整理計画では、多くの土地所有者から小区画が取得され、1 つの大きな区画にまとめられてから、必要なすべてのインフラが整備される。その後、土地区画の合意された条件に従って、区画が再プロットされて所有者に返却される。本手法は、計画的な方法で住

⁵ 先述したように、VDCs は既に存在していないが、古い文書にはこの種の記述が見られる

宅用地開発プログラムを管理し、住民の基本的ニーズを満たすことを目的とした土地管理手法である⁶。この制度により、政府は金銭的な補償なしに必要な土地を利用することができる。KVDA は盆地内のいくつかの土地プールプロジェクトを実施しており、カトマンズ盆地の外環状道路沿線の住宅地の開発計画も検討している。

4.6.5 地下権、その他の規制の欠如

代替案 4-1 と 5 は、Koteshwor-Tinkune 交差点にアンダーパス（地下トンネル）を建設する案である。現状、ネパールにはトンネル工事に関連する ROW または地下の土地所有権を規制する法制度、規定、方針は存在しない。現在、ネパール政府はカトマンズ盆地の西側入り口に Nagdhunga Tunnel Road 事業（JICA 円借款事業）を実施中だが、この事業では、地下における使用権、つまり所有権の規制区域は、横方向にはトンネル両側にトンネル直径の幅同等の区域、縦方向には直径の 2 倍の深さになるように提案された。即ち、Nagdhunga トンネルの直径が 10m であることから、制限区域はトンネルの上 2D（ $2 \times 10\text{m} = 20\text{m}$ ）、トンネルの外端から両側に 1D（10m）とされている⁷。地主への補償は、土地を取得する必要がある場所、すなわちトンネルの入り口でのみ行われた。今のところ、トンネルの上に住んでいる人々には、土地をそのまま使用し続ける許可が与えられており、注目すべき苦情は寄せられていない。しかし、公的な法的根拠がなければ、特に地主変更などトンネル建設工事に関連して状況変化が生じた場合には、不確実性と紛争のリスクは長期的に残る。これらの懸念を考慮して、Nagdhunga Tunnel Road 事業に関わっているコンサルタントおよびその他の者によって、「トンネル建設規則の概念ノートの草案（ROW 取得、トンネル ROW の地下権）のドラフト」が作成された。ネパール文書は検討のために政府に提出されたが、2019 年 3 月の時点では特段のアクションはない⁸。

景観権・日照権の妨害、騒音、振動など、高架道路の潜在的な影響を管理するための具体的な規則やガイドラインも存在しないため、代替案 4-2（高架橋）のケースも、独自の環境影響的な配慮が必要となると考えられる。建物のセットバックに関しては、2015 年 4 月の壊滅的な地震の影響で、2015 年に都市内建築物のセットバックに関する新しいガイドラインが導入されたが、これは災害リスク管理を提供する目的で建物にのみ適用されている⁹。現在のところ、高架道路などの道路開発に適用可能な同様のルールは未策定である。地下権と同様に、政府と利害関係者は、これらのプロジェクトが実施されるのであれば、潜在的な影響をどのように管理するかを検討しなければならない。

これに加え、開発事業における河川空間利用に関してもガイドライン類は存在しない。河川空間は国家所有の財産であるが、実際の河川沿線空間は私有地となっている。また、KVDA によれば、河川流路の変更に伴い土地所有権の変更争議が恒常的に発生している。現状、カトマンズ盆地内都市域での河川空間は人工構造物（堤防）が設置され、適切なセットバックがなされており、区分が明確である（表 4.6.5 を参照）。セットバック後、河川内に私有地が残存したとしても、そこは「開発制限域」となり、構造物の建造は許可されない。また、河川内の私有地に橋梁などを構築する場合、その領域の用地取得は行う必要がある。

⁶ Town Development Act, 2045 (1998)

⁷ 出典：EIA of Nagdhunga Tunnel Construction Project, CTII & FBC, December 2015

⁸ Based on discussions with Foreign Cooperation Division of DOR, KVDA, and JICA Nepal Office during field mission in January and March 2019.

⁹ “Construction Bylaws on Settlement Development, Urban Planning and Building Construction 2015”

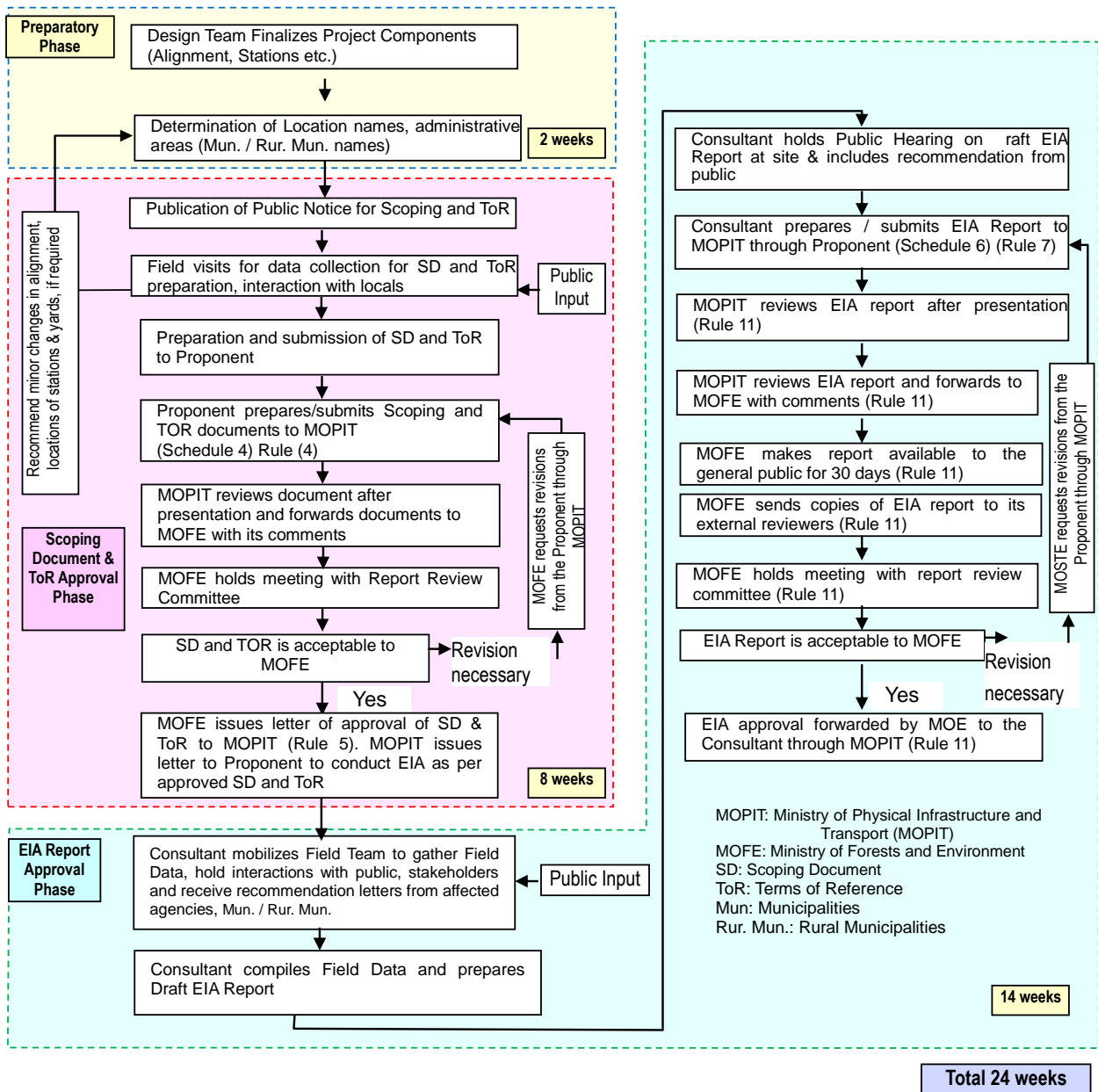
表 4.6.5 カトマンズ盆地内の河川における、セットバック離隔距離

河川名	距離	河川名	距離	河川名	距離
Bagmati	20m	Balkhu	10m	Karkhushi	6m
Vishnumati	20m	Karmanasha	10m	Tukucha	4m
Manohara	20m	Kudku	10m	Samakhushi	4m
Dhobikhola	9m	Sangle	10m	Hanumante	20m
Nakkhu	12m	Mahadev	10m		

出典：Construction Bylaws for Municipalities within Kathmandu Valley and Urbanizing VDCs – 2064

4.6.6 環境影響評価（EIA）および住民移転計画（RAP）

2010年4月付けのJICA環境社会配慮ガイドライン（「JICAガイドライン」）に基づき、カトマンズ盆地の道路・鉄道事業は、自然環境・社会環境に重大な悪影響を及ぼすため、カテゴリーAの事業に分類される。カテゴリーAプロジェクトには環境影響評価（EIA）が必須となる。大規模な住民移転をもたらすようなプロジェクトの場合、住民移転計画（RAP）もまた必要とされることが考えられる。同様に、ネパール法の下では、新たな線形による国道整備はEIA調査の対象となり、土地収用や非自発的住民移転につながるインフラ整備プロジェクトは、RAPの作成を必要とする。EIAは、図4.6.7に要約されているように一連の承認ステップが規定されているが、RAPは実施機関とドナー機関によって承認される。これら2つのレポートは、必要な情報・手続きが重複しているため、通常は並行して作成される。JICAガイドラインに基づき、EIAは合意文書を締結する少なくとも120日前に承認される必要がある（オンライン上での一般開示のため）。準備作業（スコーピング）に約2.5ヵ月、EIAの調査・承認に3.5ヵ月、そしてJICAの開示期間に4ヵ月を想定すると、L/A準備には少なくとも1年前に開始する必要がある。



出典：JICA Study Team based on Environmental and Social Management Framework (2007)

図 4.6.7 ネパールにおける EIA 承認プロセス (フロー及び必要期間想定)

4.7 交通量分析・経済分析

4.7.1 立体交差事業の交通分析

(1) 交通分析の条件整理

本件で実施する交通分析の条件を以下のように整理した。

- 東西方向の都市鉄道は 2030 年に整備されるものと仮定（Gongabu - Tinknee - Koteswor - Bhaktapur、KSUTP-MTOPS 調査にて優先実施路線として提案された路線（Option 4 路線））。本鉄道路線は Araniko Highway 上の交通を吸収するため、対象交差点の交通量にも影響する。
- 立体交差事業のスケジュールは本節表 4.7.3 に示した。
- 交通分析の対象年次は 2020 年（短期）、2030 年（長期）とした。これは KSUTP-MTOPS 調査での対象年次でもある。

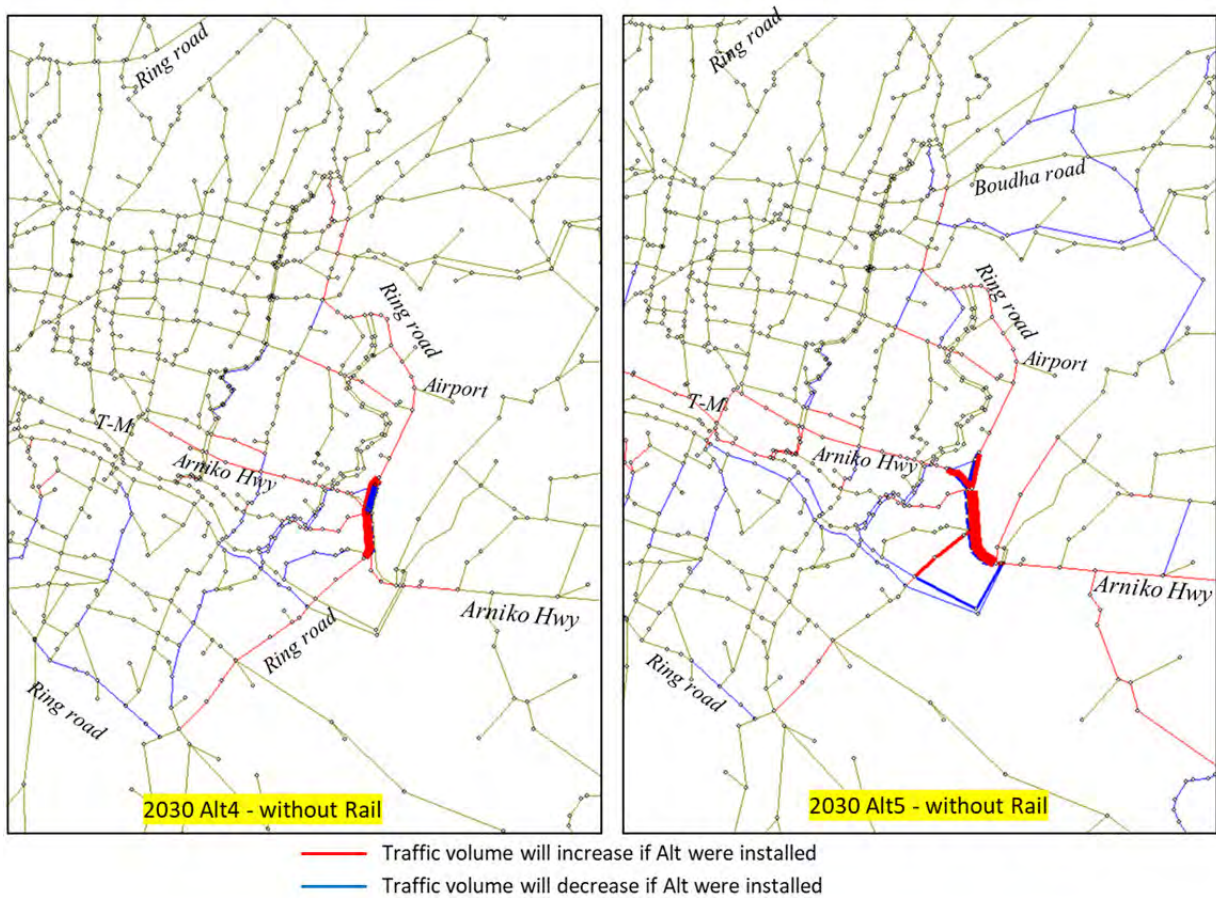
立体交差事業における新設道路、改良道路部分の道路容量などは下表のように設定した。また、新設道路のリンク距離は既往道路のリンク距離と同じものとした。

表 4.7.1 立体交差事業における新設道路、改良道路部分の道路容量、速度設定

	現状		改良後	
	道路容量	Vmax	道路容量	Vmax
地上改良道路 (6 lanes)	106,700 (pcu/day)	60km/h	106,700 (pcu/day)	60 km/h
新設道路 (4 lanes)	--	--	93,700 (pcu/day)	62 km/h
新設道路 (2 lanes)	--	--	34,800 (pcu/day)	50 km/h

(2) 立体交差事業の影響範囲

図 4.7.1 に立体交差事業を実施した場合の交通量増減の状況を代替案毎に示す。図面は実施ありなしの場合の比較であり、増加した道路リンクは赤、減少した道路リンクは青で示されている。



出典：JICA 調査団

図 4.7.1 立体交差事業実施による交通量増減（2030年）-左：代替案4、右：代替案5

主要な論点を以下に示す。

- 代替案4は、新設道路を環状道路方向に設置するため、環状道路沿線に交通量が増える傾向にある。また、環状道路内の都市部の道路網では、南北方面の交通量が減少する。
 - 一方で、代替案5よりも影響範囲は小さい
- 代替案5は、放射方向に新設道路を設置するが、近隣の放射道路（Boudha道路など）からアラニコ道路に交通量を吸収する結果が示された。
 - 影響範囲は代替案5よりも広い。
- 両代替案の導入は、中心部の交通静穏化にも効果的であると考えられる。但し、代替案5はアラニコ道路方面のサービスレベルを改善するため、T-M交差点周辺の交通量を増やす結果になっている。
- 事業の影響範囲はカトマンズ盆地全体に亘っているため、事業便益の計測範囲もカトマンズ盆地全体の道路網を対象とする¹⁰。

¹⁰ JICA MPでは、T-M交差点改良の事業便益は交差点周辺の限られた範囲で計測された。

4.7.2 予備的な経済分析

本節では、予備的な経済分析の手法及び交通需要予測、事業スコープ、事業費用に基づく予備的な経済分析の結果を記す。

(1) 経済分析の手法

本事業の定量的効果の評価を行うために、費用便益分析の手法にしたがって、事業あり（With）ケースと事業なし（Without）ケースから算出される便益と本事業に係る費用の比較を行った。下記にて、各シナリオ、評価期間、費用及び便益を説明する。なお、全ての費用及び便益は2018年価格に変換し、インフレは考慮していない。

1) シナリオ

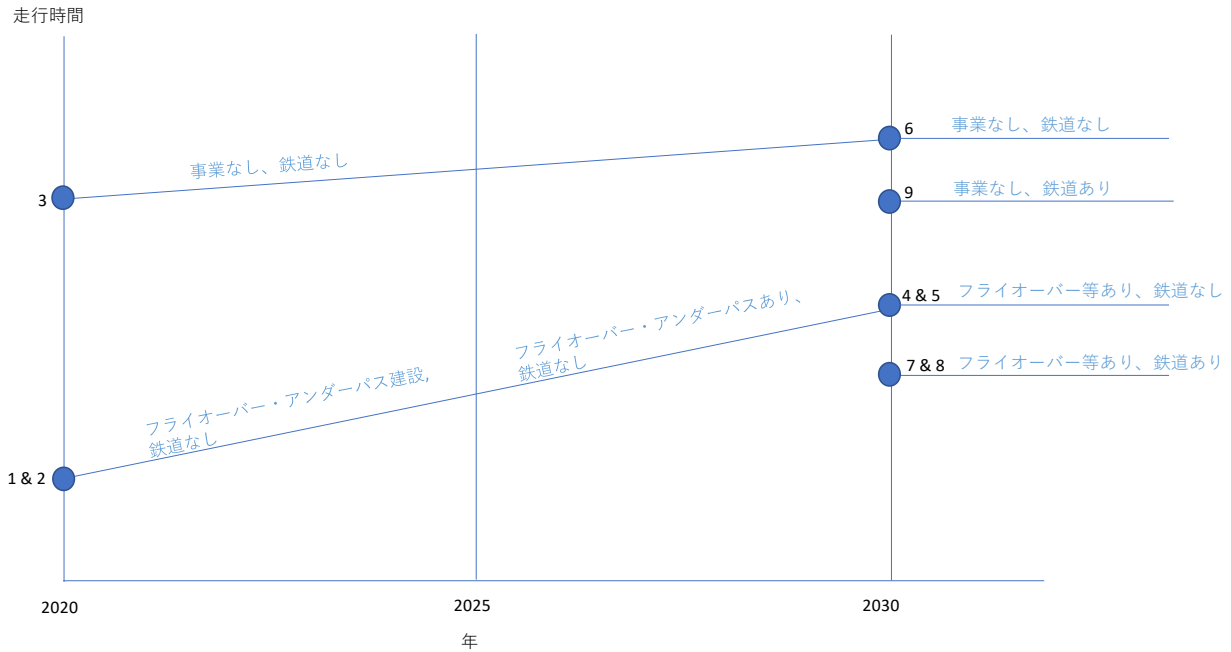
本事業のシナリオとして、3つの代替シナリオ、代替案4-1、代替案4-2、及び代替案5を検討した。さらに、鉄道の運行が2030年から開始される可能性があるため、鉄道ありと鉄道なしのシナリオも検討した。これら3つの代替案シナリオの便益を算出するために、表4.7.2と図4.7.2に示すように、9種類の分析を行った。

- 代替案4:2025～2029年の便益は、[分析1]-[分析3]と[分析4]-[分析6]を内挿する。2030年以降の便益は[分析7]-[分析9]で一定とする。
- 代替案5:2025～2029年の便益は、[分析2]-[分析3]と[分析5]-[分析6]を内挿する。2030年以降の便益は[分析8]-[分析9]で一定とする。

表 4.7.2 便益計算のための9種類の分析

分析番号	OD年	鉄道	シナリオ
1	2020	なし	代替案4
2	2020	なし	代替案5
3	2020	なし	事業なし
4	2030	なし	代替案4
5	2030	なし	代替案5
6	2030	なし	事業なし
7	2030	あり	代替案4
8	2030	あり	代替案5
9	2030	あり	事業なし

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.7.2 便益計算のための 9 種類の分析と総走行時間の関係

2) 評価期間

評価期間は 40 年を想定した。建設期間は、表 4.7.3 に示すように、代替案 4-1 と代替案 5 に関しては 48 ヶ月と設定し、供用期間は 2025 年 1 月開始を想定した。代替案 4-2 の建設期間に関しては 30 ヶ月と設定し、2023 年 7 月から供用期間開始を想定した。

表 4.7.3 評価期間

シナリオ	建設期間	供用開始時期
代替案 4-1 (鉄道あり・なし)	48 ヶ月 2021 年 1 月から 2024 年 12 月	2025 年 1 月
代替案 4-2 (鉄道あり・なし)	30 ヶ月 2021 年 1 月から 2023 年 6 月	2023 年 7 月
代替案 5 (鉄道あり・なし)	48 ヶ月 2021 年 1 月から 2024 年 12 月	2025 年 1 月

出典：JICA 調査団

3) 費用

● 事業費：

- 経済費用に変換された事業費は、代替案 4-1 で 25.8 億ネパールルピー、代替案 4-2 で 10.6 億ネパールルピー、代替案 5 で 30.7 億ネパールルピーと想定した。これら事業費には、建設費、予備費、エンジニアリング費が含まれる。
- 残存価値は考慮しない。
- 表 0.3 に示すように、代替案 4-1 と代替案 4-2 については 2021 年から 2024 年にかけて 25% ずつ、代替案 5 については 2021 年から 2023 年にかけて 35%、35%、30% ずつ投資されると仮定した。

- 標準変換係数 (standard conversion factor) は 0.85¹¹ と仮定し、財務費用を経済費用に変換した。

表 4.7.4 経済分析で想定した事業費

(百万ネパールルピー)

シナリオ	2021	2022	2023	2024	合計
代替案 4-1	6,470	6,470	6,470	6,470	25,879
代替案 4-2	3,721	3,721	3,189	-	10,631
代替案 5	7,678	7,678	7,678	7,678	30,711

出典：JICA 調査団

- 維持管理費：
 - 表 4.7.5 に示すように、経済費用に変換された合計維持管理費は、代替案 4-1 が 2,829 百万ネパールルピー、代替案 4-2 が 1,239 百万ネパールルピー、代替案 5 が 3,357 百万ネパールルピーと想定した。
 - 年間維持費は毎年必要な維持管理費であり、定期修繕費は 5 年毎、10 年毎に必要な維持管理費である。

表 4.7.5 経済分析で想定した維持管理費

(百万ネパールルピー)

シナリオ	年間維持費	定期修繕費 (5 年毎)	定期修繕費 (10 年毎)	合計維持管理費
代替案 4-1	21.9	219.3	438.6	2,829 (2025 年～2060 年)
代替案 4-2	9.0	90.1	180.2	1,239 (2023 年～2060 年)
代替案 5	26.0	260.3	520.5	3,357 (2025 年～2060 年)

注：5 年毎と 10 年毎の定期修繕費にはその年に必要な維持管理費全てが含まれていることを想定している。

出典：JICA 調査団

4) 便益

経済分析では、以下の便益項目を想定した。

- 走行時間短縮便益
 - 走行時間短縮便益は、主に短縮された走行時間及び車種別の走行時間費用から算定している。走行時間短縮便益は以下算定式に基づき算出した。

$$(TTC \text{ Savings}) = TTC_o - TTC_w$$

$$TTC_i = \sum_j \sum_{is} (Q_{js} \times T_{ijs} \times \alpha_j) \times 365$$

¹¹ 標準変換係数は、JICA による “The Project on Urban Transport Improvement for Kathmandu Valley in Federal Democratic Republic of Nepal, Final Report” (2017 年 5 月) を参照した。

ここで、

- TTC_i : ケース i の場合の総走行時間費用 (ネパールルピー/年)
 Q_{js} : 区間 s における車種 j の交通量 (台/日)
 T_{ijs} : 区間 s におけるケース i の場合の車種 j の走行時間 (時間)
 α_j : 車種 j の時間価値原単位 (ネパールルピー/時間-台)
 i : Without ケース (O) と With ケース (W)
 j : 車種

車種別時間価値原単位の仮定を表 4.7.6 に示す。オートバイの時間価値原単位は 55.57 ネパールルピー/時間/台、車両の時間価値原単位は 109.75/時間/台と想定した。時間価値原単位については、分析期間における各年の一人当たり GDP 成長率の予測に基づき、時間価値原単位の想定を行った¹²。

表 4.7.6 車種別時間価値原単位 (2018 年単位)

(ネパールルピー/時間/台)

	オートバイ	テンポ	車	タクシー	軽トラック	トラック	マイクロバス	ミニバス	大型バス
時間価値原単位	55.57	380.37	109.75	102.69	142.06	168.31	821.69	1066.84	1733.80

注: World Development Indicators による消費者物価指数を用いて 2018 年単価に変換した

出典: JICA による“The Project on Urban Transport Improvement for Kathmandu Valley in Federal Democratic Republic of Nepal, Final Report” (2017 年 5 月) に基づき JICA 調査団作成

- 車両走行経費減少便益
 - 走行経費減少便益は、車種別走行経費原単位を用いた上で、以下算定式に基づき算出した。

$$(\text{VOC Savings}) = \text{VOC}_O - \text{VOC}_W$$

$$\text{VOC}_i = \sum_j \sum_{is} (Q_{js} \times L_{is} \times \beta_{ij}) \times 365$$

ここで、

- VOC_i : ケース i の場合の総走行経費 (ネパールルピー/年)
 Q_{js} : 区間 s における車種 j の交通量 (台/日)
 L_{is} : 区間 s におけるケース i の場合の延長 (キロ)
 β_{ij} : ケース i の場合の車種 j の走行経費原単位 (ネパールルピー/台-キロ)
 i : Without ケース (O) と With ケース (W)
 j : 車種

車種別走行経費原単位の仮定を表 4.7.7 に示す。リンク毎に平均速度とピーク速度を推定し、対応する走行経費原単位を想定し、平均速度対ピーク速度の比率としては、9 対 1 と仮定した。図 4.7.3 に、各シナリオの経済便益を示す。

¹² 一人当たり GDP 成長率は過去 10 年の平均である 4.56%を用いた。

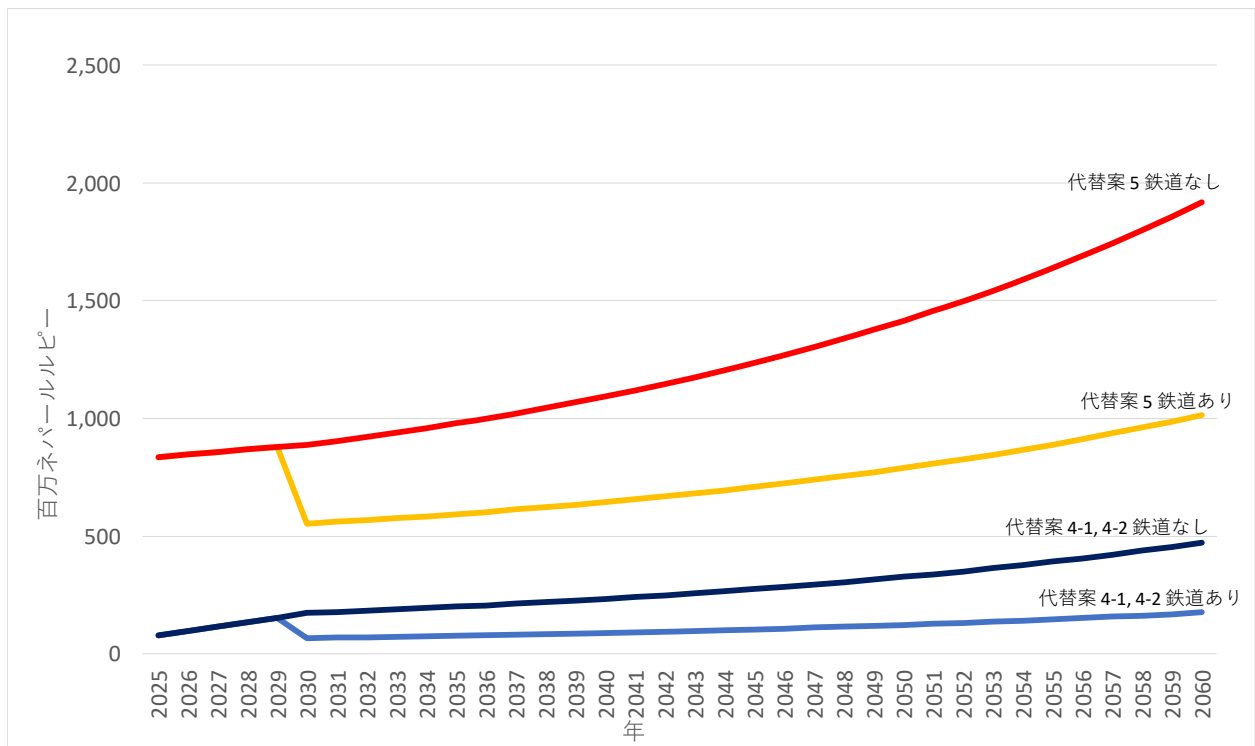
表 4.7.7 車種別速度別 走行経費原単位 (2018 年)

(ネパールルピー/キロ/台)

キロ/時間	オートバイ	テンポ	車	タクシー	軽トラック	トラック	マイクロバス	ミニバス	大型バス
<5	9.13	34.88	50.91	48.13	71.02	113.65	64.67	73.31	87.69
10	8.90	33.43	49.04	46.31	67.58	108.19	62.67	71.13	83.43
15	8.64	31.86	46.92	44.28	64.08	102.54	60.34	68.56	78.83
20	8.35	30.16	44.54	42.03	60.50	96.73	57.67	65.58	73.92
25	8.02	28.32	41.91	39.56	56.84	90.73	54.65	62.18	68.74
30	7.65	26.36	39.01	36.86	53.08	84.55	51.26	58.33	63.33
35	7.24	24.27	35.84	33.94	49.19	78.20	47.49	54.00	57.80
40	6.77	22.07	32.40	30.79	45.14	71.67	43.34	49.17	52.26
45	6.25	19.79	28.70	27.44	40.87	64.97	38.80	43.81	46.90
50	5.66	17.51	24.81	23.94	36.28	58.11	33.91	37.88	42.05
>55	4.95	15.49	20.95	20.55	31.08	51.02	28.79	31.45	38.30

注：World Development Indicators による消費者物価指数を用いて 2018 年単価に変換した

出典：JICA による “The Project on Urban Transport Improvement for Kathmandu Valley in Federal Democratic Republic of Nepal, Final Report” (2017 年 5 月) に基づき JICA 調査団作成



注：代替 4-2 鉄道あり・なしの便益は 2023 年 7 月から発生するが、上図には含めていない

出典：JICA 調査団

図 4.7.3 毎年の経済便益

(2) 予備的経済分析の結果

上記の仮定に基づいて経済費用と便益を算出し、考察は以下の通りである。

- 代替案 5 は、代替案 4-1 と代替案 4-2 よりも高い便益が算出された
 - これは、新しい高架橋／地下道による交通量の増加、さらに車両の平均速度とピーク時速度の低下からの VOC 節減によるものである。
 - また、KVDA の強い希望もあり、交通需要予測は、東部での新都市開発を想定したため、代替案 5（東西方向の立体化を含む）に有利に働いたことも考えられる。
- 代替案 4 と代替案 5 の「鉄道あり」シナリオの VOC と TTC の節減量は、「鉄道なし」シナリオよりも低く算出された。
 - 2030 年からの「鉄道あり」のシナリオでは一部自動車交通量が鉄道に転換するため、その分、節減量は小さくなる。
- 費用が便益を上回り、Net Present Value もネガティブとなったため、EIRR は算出されなかった¹³。

EIRR が算出されなかった理由として、本分析における便益算出手法が、非常に保守的である点について、下記のように言及しておく。

- [2030 年以降の便益の固定] 図 4.7.3 に示すように、2030 年以降の交通量の伸びを特定する根拠がないため、VOC 及び TTC 節減による便益は一定額が想定された。もし本調査団が 2040 年の交通モデルを推計できた場合、同年以降の便益の増加を想定することも可能である。一方で、その交通モデルの信憑性の確認は必要である。
- [鉄道による便益の節減] 2030 年の鉄道の開通を想定した場合、本事業のみの純便益は算出できず、保守的な結果になる。

また、対象とした立体交差化事業は、交通モデルによる便益を推計する上で、以下の特徴を有している。

- [高い人口成長シナリオと貧弱なネットワーク] 現状の CBD と東部の新しい都市とのネットワークに大きな平行道路がない。さらに、東部の新しい都市による高い人口の伸びは Koteswor-Tinkune 交差点の改良がされた場合でも交通渋滞をもたらす。よって TTC 節減幅は小さくなる。
- [迂回] VOC 節減による便益は想定よりも小さく算出された。これは、平行道路の交通量が Koteswor 交差点に引き寄せられるからである。代替案 5 では、Boudha 道路及び外側の環状道路からの交通量を走行時間が短くなる Koteswor に引き寄せるため、交通の迂回が発生し、燃料費等が増加し、VOC 節減効果が低くなる。

¹³ JICA「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」(2017年5月、JICA MP)のT-Mフライオーバー(2レーン)のオプション1と本分析の事業費を比較した場合、代替案4-1は3.9倍、代替案4-2は1.6倍、代替案5は4.7倍大きい。維持管理費に関しては、それぞれ173倍、76倍、205倍大きい想定となった。なお、JICAMP(pg.13-37)における年間維持費は年間10万ネパールルピー、定期修繕費に関しては120万ネパールルピーと、かなり低く想定されているように見受けられた。VOCとTTC節減値に関しては、前回調査では代替案4はVOCが7倍、TTCが23倍大きく想定されていた。代替案5に関しては、VOCは0.57倍、TTCは5倍の想定であった。便益の合計としては、代替案4で19倍、代替案5で3倍大きく想定されていた。前回調査の詳細な計算書は得られていないが、同じVOCとTTC原単位(本分析では2018年度値を想定)を適用しているため、需要予測の想定の方針に違いがあると考えられる。なお、前回調査は鉄道ありケースは検討されていなかった。

今後、EIRR 推計を改善させる方法としては、以下が考えられる。

- 平行する道路の改良を検討する（次節で追加的な分析を行う）
 - Koteshor-Tinkune 交差点の改良に加えて、Manohara 道路及び Boudha 道路の改良を検討した。
- 保守的な分析フレームワークの改善
 - 2040 年モデルを適用し、2030 年以降の便益増加を推計する。
 - 鉄道の開通を考慮しない分析を検討する
 - より緩やかな人口増加シナリオを想定する
- マイクロシミュレーションモデルを適用する
 - マイクロシミュレーションにより、建設期間及びピーク時の便益の詳細を更に検討する必要がある。

都市交通計画の観点からは、以下のことが示唆される。

- 本分析は予備的なものであり、事業実施評価にはマルチクリテリア分析が必要である。EIRR はその内の一つの基準である。
- 2030 年までに環状道路の北部地域を開発することによる都市機能分散化による便益について、更なる検討が必要である。
 - 2017 年の JICA 調査にも記されているように（図 2.2.1 参照）、上述の開発により、環状道路沿いのサブセンター間の循環が良くなることを見込まれる。
 - この側面からは、代替案 4 は環状道路のサブセンターに沿って接続性を増加させるために良い影響を示すが、この影響は当該分析で用いているモデルでは評価することはできない。
- 現在は東西の都市開発に焦点を当てているため、特に代替案 5 で便益が算出されているが、南北の都市開発が将来的に強化される場合、代替案 4 の便益が増加することが予想されるため、本件についても更に検討する必要がある。

(3) 追加的経済分析

前節の分析においては、費用が便益を上回ったため、経済的内部収益率（EIRR）が計算できなかった。このような状況において、本調査団は、追加的な分析を行った。各シナリオの詳細、費用、結果は下記に記す。評価期間と VOC 及び TTC 単価は前節の分析と同じものを適用している。

1) シナリオ

分析を行った追加シナリオは以下及び表 4.7.8、図 4.7.4 の通りである。前述したように、マノハラバイパスおよび Boudha 道路から Koteshwor 交差点への流入を避けるように、マノハラバイパスおよび Boudha 道路の設定値を改良するシナリオを作成した。詳細な設定値は、表 4.7.9 に示すとおりである。

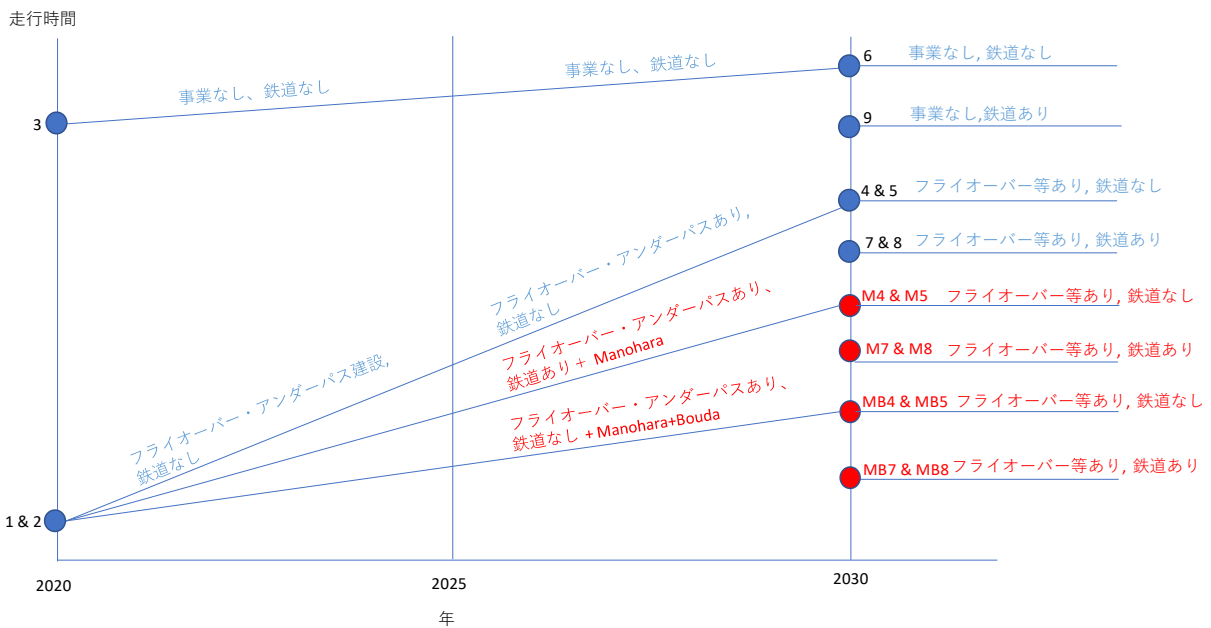
- 代替案 4- Manohara : 2025～2029 年の便益は前節と同じとし、2030 年以降の便益は [分析 M7] 引く [分析 9] で一定とする。
- 代替案 5-Manohara : 2025～2029 年の便益は前節と同じとし、2030 年以降の便益は [分析 M8] 引く [分析 9] で一定とする。

- 代替案 4- Manohara+Boudha: 2025～2029 年の便益は前節と同じとし、2030 年以降の便益は [分析 MB7] 引く [分析 9] で一定とする。
- 代替案 5-Manohara+Boudha: 2025～2029 年の便益は前節と同じとし、2030 年以降の便益は [分析 MB8] 引く [分析 9] で一定とする。

表 4.7.8 便益計算のための追加分析

分析番号	OD 年	鉄道	シナリオ
1	2020	なし	代替案 4
2	2020	なし	代替案 5
3	2020	なし	事業なし
4	2030	なし	代替案 4
5	2030	なし	代替案 5
6	2030	なし	事業なし
7	2030	あり	代替案 4
8	2030	あり	代替案 5
9	2030	あり	事業なし
M4	2030	なし	代替案 4 – Manohara
M5	2030	なし	代替案 5 – Manohara
M7	2030	あり	代替案 4 – Manohara
M8	2030	あり	代替案 5 – Manohara
MB4	2030	なし	代替案 4 – Manohara+Bouda
MB5	2030	なし	代替案 5 – Manohara+Bouda
MB7	2030	あり	代替案 4 – Manohara+Bouda
MB8	2030	あり	代替案 5 – Manohara+Bouda

注：追加分析分は赤字に示す
出典：JICA 調査団



注：追加分析分は赤字に示す
出典：JICA 調査団

図 4.7.4 便益計算のための追加分析

表 4.7.9 Manohara と Bouda 道路の道路容量と走行速度の設定

	前		後	
	容量	Vmax	容量	Vmax
Manohara 道路	33,200 (pcu/day)	32km/h	58,300 (pcu/day)	55 km/h
Bouda 道路	34,900 (pcu/day)	40km/h	55,400 (pcu/day)	40 km/h

出典：JICA 調査団

2) 費用

● 事業費：

- 追加費用として 1,500 百万ネパールルピー（経済的コストで 1,365 百万ネパールルピー）の暫定コストを想定した。表 4.7.10 に、事業年度別の事業費の概要を示す。
- 道路維持費を含む他の条件は、前節で適用した条件と同じものを想定した。

表 4.7.10 経済分析で想定した事業費（含む追加分析）

シナリオ	2021	2022	2023	2024	合計
代替案 4-1	6,470	6,470	6,470	6,470	25,879
代替案 4-2	3,721	3,721	3,189	-	10,631
代替案 5	7,678	7,678	7,678	7,678	30,711
代替案 4-1 Manohara	6,811	6,811	6,811	6,811	27,244
代替案 4-2 Manohara	4,198	4,198	3,599	-	11,996
代替案 5 Manohara	8,019	8,019	8,019	8,019	32,076
代替案 4-1 Manohara+Bouda	6,811	6,811	6,811	6,811	27,244
代替案 4-2 Manohara+Bouda	4,198	4,198	3,599	-	11,996
代替案 5 Manohara+Bouda	8,019	8,019	8,019	8,019	32,076

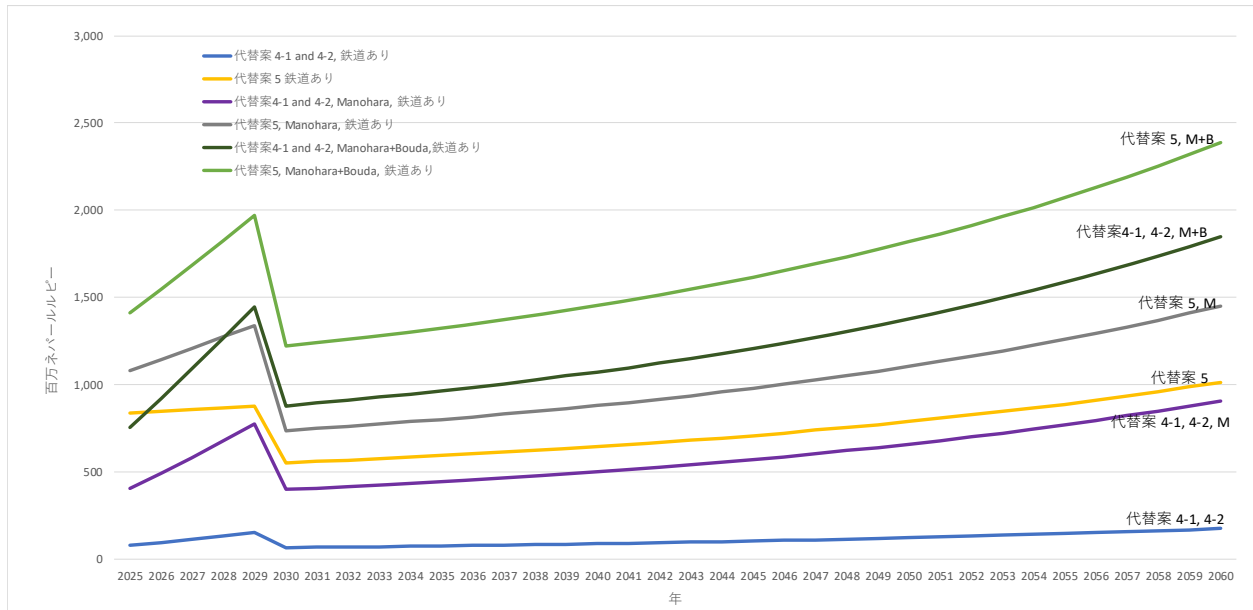
注：追加分析分は赤字に示す

注：改良計画は、両方向 2 車線の現計画から両方向 4 車線に拡充することを想定したものとしている。

出典：JICA 調査団

3) 追加的経済分析の結果

各代替案（鉄道あり）の便益を図 4.7.5 に示す。Manohara 道路と Bouda 道路の改良を含む代替案 5 の便益が最も高く、同じく Manohara 道路と Bouda 道路の改良を含む代替案 4-1 と代替案 4-2 が続く。



注：代替 4-2 鉄道あり・なしの便益は 2023 年 7 月から発生するが、上図には含めていない

出典：JICA 調査団

図 4.7.5 毎年の経済便益（含む追加分析、鉄道あり）

経済的內部収益率（EIRR）を表 4.7.11 に示す。最も高い EIRR は Manohara 道路と Bouda 道路の改良を含む代替案 4-2 で算出された。これは、代替案 4-2 の事業費がその他の代替案よりも低く想定されているからである。

表 4.7.11 追加分析の経済的內部収益率（EIRR）（鉄道あり）

シナリオ	EIRR (%)
代替案 4-1 Manohara	-1.61%
代替案 4-2 Manohara	2.69%
代替案 5 Manohara	0.32%
代替案 4-1 Manohara+Bouda	2.06%
代替案 4-2 Manohara+Bouda	7.47%
代替案 5 Manohara+Bouda	2.95%

注：これは予備的な分析であり、さらなる検討が必要である。

出典：JICA 調査団

事業費を削減した場合の感度分析の結果を表 4.7.12 に示す。

表 4.7.12 Manohara 道路と Bouda 道路の改良を含む代替案 4-2 の感度分析（鉄道あり）

ケース	EIRR (%)
(a) 基準値	7.47%
(b) 事業費 10%減	8.30%
(c) 事業費 20%減	9.28%

注：これは予備的な分析であり、さらなる検討が必要である。

出典：JICA 調査団

表 4.7.13 に鉄道なしケースの EIRR を示す。

表 4.7.13 追加分析の経済的内部収益率 (EIRR) (鉄道なし)

シナリオ	EIRR (%)
代替案 4-1 Manohara+Bouda	5.01%
代替案 4-2 Manohara+Bouda	10.80%
代替案 5 Manohara+Bouda	5.77%

注：これは予備的な分析であり、さらなる検討が必要である。

出典：JICA 調査団

4) 提言

本節で示したように、迂回路の改善により、Koteshwor-Tinkune 交差点の EIRR が改善される傾向にある。Koteshwor-Tinukne 交差点改良がこの地域のすべての交通を引き付けてしまうが、同交差点において東西のすべての交通を処理することは不可能であり、迂回路の改善を検討する必要がある。Manohara 道路と Bouda 道路以外に、Gwarko-Lamatar 道路, Sadtobado-Godavati 道路等のカトマンズ盆地東側の道路の改善により、EIRR がさらに改善する可能性がある。

4.8 まとめ/ 今後の検討事項

本項において、本プロジェクトを円借款事業として実現するため必要な検討事項に関する提案を記す。

4.8.1 Koteshwor - Tinkune 交差点群の改良事業

(1) 最適構造案の決定

既に本交差点群は渋滞しており、また将来的に新しい車線を整備する空間もないことより、立体化構造の構造形式を含めた Koteshwor - Tinkune 交差点群における接続案の最終決定は、建設費や工事期間のみならず、以下に示すような多様な視点に基づき決定する必要がある。

- 対象交差点における混雑緩和の度合い
- 建設費および工事期間
- 建設中の現況交通の規制による負の影響（影響車両数や人数、特に渋滞による経済的損失）
- 必要用地取得範囲および取得費用
- 立体構造建設後のバス運用、歩行者導線および将来の BRT 導入といった交通マネージメントに対する自由度
- 将来の鉄道導入やマルチモーダルな交通結節点（バスターミナルや都市鉄道駅）との調整
- 地震や洪水といった自然災害に対するリスク
- 将来、「ネ」国にて負担される維持管理費や補修修繕費
- 将来、他プロジェクトにも使用可能となる新技術の適用性
- 周辺建築物と調和した都市景観

各立体構造化案のメリットおよびデメリットについて、表 4.8.1 にまとめる。

表 4.8.1 交差点改良構造案に対するメリットデメリット一覧

	メリット	デメリット
フライオーバー	<ul style="list-style-type: none"> 円借款プロジェクトにおいて、フライオーバー構造には、鋼箱桁や回転鋼管杭などの新技術が適用しているケースがある。 アンダーパス構造と比較し、建設費が安価に抑えられる。 プレキャスト桁を適用することで、工期短縮を図る事が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> フライオーバー構造が適用された場合、対象道路や交差点へのバスや歩行者の交通マネジメントに対する自由度が阻害される。例としては、BRTを環状道路沿いに導入すると決定される場合、その実現が困難となる。 何らかの対策を施していたとしても、地震等により桁が落下してしまう危険性がある。 将来、鉄道を当該路線に導入する場合、実現不可能ではないものの、適用する構造案について慎重に検討する必要がある。
アンダーパス	<ul style="list-style-type: none"> アンダーパス構造で交差点改良を実施した後、バスや歩行者への交通マネジメントに対してより柔軟性がある。 開削工法へ仮設橋の適用、特殊なトンネル工法、非開削工法を適用する事で、建設中の交通規制を最小限にできる。しかし、これらの工法を適用した際、工期が延びる可能性がある。 東部開発地域への鉄道導入が遅れたとしても、道路路面に構造物を建設しないため、市中心部からAraniko Highway へのスムーズな交通を実現するのに寄与する。 	<ul style="list-style-type: none"> コスト削減を考慮したとしても、開削工法と非開削工法の組合せを適用した場合、工事費は高価なものになってしまう。 一般的にフライオーバー構造に比べ、工期が長くなってしまふ。 路線沿いに埋設されている全ての埋設物の移設/撤去が必要となる。 アンダーパス構造の場合、換気施設や排水施設（もしアンダーパスの一区間へ開口部を設ける事ができるならば、空気交換と太陽光の取り入れが出来るため、換気施設の除外や照明費用の削減が可能かもしれない）を設置する必要があるため、維持管理の手間や費用がフライオーバー案に比較し大きくなる。

出典：JICA 調査団

次の検討ステップにおいて、フライオーバー構造とアンダーパス構造の最終選定を実施するため、詳細な比較検討を実施する。特に、立体化構造適用による経済分析、マイクロシミュレーションモデルを使用した工事期間中の交通規制に伴う経済的損失について解析を実施する事を提案する。また、地下埋設物はプロジェクトの実施工程に大きな影響を与えるため、特に対象路線上の地下埋設物の詳細調査の実施が必要となる。

(2) マノハラ川沿い道路の必要性

Koteshwor 交差点からの Araniko Highway、環状道路（南）間の交通を減少させるのに、マノハラ川沿い道路が重要な役割を果たす事が確認されている。交通需要予測の結果より、Koteshwor - Tinkune 交差点群へのいずれの改良案においても、Araniko Highway – 環状道路（南）間の交通改善には寄与しないため、マノハラ川沿い道路から Araniko Highway および環状道路（南）への適切な接続方式や道路容量の改善を通して、マノハラ川沿い道路への交通量移動を導く必要がある。

(3) 経済分析手法の改良

現在の経済分析結果は、交差点改良に対して肯定的な影響を示していない。

現時点での経済分析に示すように、交差点改良による影響が広範囲に及ぶものとし、便益を全てのネットワークから計算している。しかし、一方で、同様に負の影響も全てのネットワークから集約してしまう。

前述のとおり、Koteshwor 交差点において 2030 年次として予測された交通量は非常に大きい、その

ため、この大規模な交差点立体化に要する工事費を正当化できるほど、想定交通流が改善されない。そのため、以下に示すような、正確で、この交差点改良の便益を正しく算出することができる手法を検討する必要がある。

- 限定された範囲での改良に寄る影響を評価するマイクロシミュレーションの適用
- 将来人口増加シナリオの見直し
- Koteshwor 交差点の立体化に伴い、マノハラ川沿い道路の建設に対する適切な評価の実施

(4) 輸送費を考慮した正確な工事費の算定

「ネ」国においては、都市内フライオーバーやアンダーパスの建設した事例が少ないため、鋼桁や資機材、仮設橋や仮締切りに使用する仮輸入資材の輸送費用の算定が、全体の工事費算定に対して重要な要素となる。そのため、適切な施工計画に基づく、慎重な工事費算定が望まれる。加えて、換気施設や緊急避難路の必要性を検討し、工事費へ反映する必要がある。

4.8.2 New Baneshwor 交差点改良

2030 年次の交通流に基づく信号交差点解析結果によると、当該交差点への立体化構造の導入は必ずしも必要ではないことが確認された。他国において既に適用されているように、「ネ」国においても都市内車線幅の規定が 2.8~3.25m へ縮減することが可能であれば、既存の用地範囲内において、平面交差点による交通制御が可能となる。

4.8.3 T-M 交差点群改良

ネットワークによる交通流の解析と信号交差点解析の結果によると、この交差点群を接続するフライオーバー/高架橋の設置は、交通流の観点からは、それほど効果が見られない事が確認された。そのため、2030 年次の将来交通量に対して、各交差点における車線数の増加や信号交差点システムの導入といった平面交差点改良が推奨される。特に、Maitighar 交差点と Tripureshwor 交差点においては、ラウンドアバウトタイプの交差点から信号交差点への変更が推奨される。

第5章 短期的な対策

5.1 プロジェクト案1：都市道路設計規準と交差点改良に関する技術協力プロジェクト

5.1.1 都市道路政策の課題と方向性

本調査の結果、都市道路や交差点に関する以下の問題が明らかとなった。

- 都市部での道路や交差点に係る設計規準がないため、建物が密集している都市内の限られた道路用地内で交通容量を確保するには、柔軟な運用体系が求められる。
- 現状では交通信号は機能しておらず、交通整理に交通警察官などの人員を割く必要がある。また、十分な交通管理体制が構築できていないため、信号整備が必要である。
- 長期的な観点からは、市街地においては、道路拡幅や広幅員道路の形成が困難かつ期待できず、小規模街路によるネットワーク化が重要になるため、結節点である交差点がますます重要になってくる。

これらの課題に対処するためには、道路局と交通管理局、カトマンズ市、交通警察の技術的な連携を促進するような枠組みを構築し、交通管理・制御の能力を向上させることが必要である。この目的を達成するための技術協力プロジェクト（案）を下記に述べる。

5.1.2 技術協力プロジェクト（案）

(1) 背景

JICA 技術協力プロジェクトでは、経験豊富な専門家の派遣、交差点形状の変更などのパイロットプロジェクト予算の確保、本邦研修や第三国研修などが実施される。

短期的な交通管理分野に対する支援として、調査団は、以下に示す3つの観点から技術協力プロジェクトを提案する。

- **Engineering**：設計ガイドライン（例：都市部に適用する車線幅員、バイクの先出し停車帯、車線およびバスベいの配置および交差点形状の改良）、交通管理ための交通信号および安全帯などの都市道路および交差点の設計能力の強化。
- **Education**：自動車の運転、および、横断歩道のマナー・安全性改善のための、一般の人々の意識の向上。
- **Enforcement**：バス停の運用などを含む運転規則の順守、駐車政策、交通状況や交通混雑状況・交通規制などの情報の発信。

(2) プロジェクトの概要

1) プロジェクト名

- カトマンズ盆地における都市交通管理ガイドライン導入プロジェクト

2) 相手国の実施機関

- 道路局 (DOR)
- 交通管理局 (DOTM)
- カトマンズ市 (KMC)
- カトマンズ交通警察 (KMPD)

3) 実施期間

- 実施期間は3年以内を予定している。

(3) プロジェクトの要約

表 5.1.1 に、調査団が提案する技術協力プロジェクトの要約を示す。

表 5.1.1 提案する技術協力プロジェクト (要約)

概要		備考
上位目標	カトマンズ盆地の主要道路において、安全で円滑な交通が実現される。	
プロジェクト目標	カウンターパート (C/P) によるカトマンズ盆地の交差点改良、交通安全教育、交通規制の実施能力が強化される。	
成果	1. 都市部における交通管理政策の強化	[交通管理政策 (UTMP) 政府職員と作成] - 以下の活動に向けたビジョン、戦略、計画の設定: ○ 交差点改良計画 (物理的/形状改良、信号設置) ○ 交通安全教育計画 ○ 交通改善計画 ○ 持続可能な財務計画 - モニタリング計画/ツール (GPS プローブデータなど) の設定 - 将来の技術協力・無償援助スキーム
	2. 都市部における交差点改良の能力強化	[都市交通管理ガイドライン (UTMG)] - 技術マニュアル/ガイドライン作成 ○ 都市部における交差点の形状改良 (車線幅員など) ○ 交通信号の運用と設置 [交差点改良のパイロットプロジェクト] - 新たなガイドライン実証のため、試験的にいくつかの交差点で下記を実施する。 ○ 交差点形状の改良 (New Baneshwor, Maitighar) ○ 信号機の設置
	3. 交通信号運用・維持管理能力の向上	[交通信号の運用と保守に係る原則と経験]
	4. 交通安全教育や啓発プログラムの実施能力の向上	[道路安全マネジメント] - 歩行者、バイク等、道路上の交通弱者へ向けた安全啓発キャンペーン [安全な交通行動] - 交通ルールとマナーに関する教育と啓発活動 - 交通安全教育に関する行動計画 - 都市部における横断歩道施設の整備計画
	5. 交通取締り能力の強化	[交通警察の取締りによる安全で円滑な交通] - 交通規則の取締り (違反および違約金) - 有効性、効率性、安全性を考慮した、取締り支援機器、技術 (カメラ等)

概要		備考
投入	日本側: - 6名の専門家派遣 (80M/M 程度) - パイロットプロジェクトの予算 (資材、建設工事/本邦技術を活用した材料、システム開発等) - 本邦研修・第三国研修	
	ネパール側: - DOR、DOTM、KMC、および KMPD 職員の配置 - パイロットプロジェクトの予算 (詳細設計、土木工事、設置費用等) - 日本側から供与される機器の維持管理費用 - 事務所やユーティリティの提供	

注： UTMP refers to Urban Traffic Management Plan, UTMG refers to Urban Traffic Management Guidelines which include necessary guidelines/manuals relevant to intersection design, traffic signal operation/maintenance, etc.

(4) Project Design Matrix (PDM) の案

調査団が提案する PDM (案) の詳細を、Appendix 8 に示す。

5.1.3 パイロットプロジェクトの実施

(1) 背景

本節では、パイロットプロジェクトとして2つの交差点で行われる交差点改良の取り組みについて説明する。期待される効果は下記の通りである。

- 設計規準である道路幅員 3.5m に対して、2.8m の車線幅員を暫定的に認める背景として、「都市内の道路」の特別条項を適用すること。
- 道路局と警察が技術的には連携しているものの、具体的に連携する機会がほとんどなかったことから、都市道路・交通管理に係る連携は、今後の交差点改良や信号導入において重要であること。
- パイロットプロジェクトは、小規模ではあるが、ピーク時の交通挙動に改善できること。また、道路局と警察が互いに協力することにより、交通信号だけではなく、簡易的な Geometric Improvement だけである程度の交通流の制御が出来ることを証明することができる。また、対象となった New Baneshwor は、カトマンズ内で信号が稼働している二つの交差点のうちの一つであり、道路設計と交通信号制御の連携を含めた総合的な素案を示した。

(2) パイロットプロジェクトの概要

表 5.1.2、表 5.1.3 に Working Group 会議で提示したパイロットプロジェクトのコンセプトを示す。

表 5.1.2 Maitighar 交差点におけるパイロットプロジェクトのコンセプト

パイロットプロジェクトのコンセプト 1	
1	<p>背景</p> <p>バス停での非効率的な運用：Maitighar 交差点は、5本の道路が接続しており混雑が常態化している。また、バス停が交差点に近接して設置されており、混雑を悪化させる要因となっている。バス、タクシー、テンポなどの車両が、路上で停車し乗客が搭乗/降車するため、他の車両が交差点に滞留してしまう現象が発生している。交通警察は、現在、人により交通を制御しているが、交差点出口において、十分な交差点容量を確保するのに苦慮している。このような非効率なバス停の運用は、Maitighar 交差点の内外での渋滞を悪化させ、時には Thapatali 交差点まで渋滞が延びることもある。</p> <p>交通流の合流部：Maitighar 交差点の南東に位置する Madan Bhandari Road は、両方面にそれぞれ2車線の側道を有する4車線の幹線道路である。Madan Bhandari Road は、Maitighar 交差点の入り口で側道と合流するため、New Baneshwor から来る車両と、側道より交差点に進入するバスとが衝突する危険性がある。この改善のため、交通流を分離することが必要である。</p>
2	<p>目的</p> <p>Maitighar 交差点での交通渋滞を緩和し、バス停の配置と交通流の分離により、十分な交差点容量を確保する。</p>
3	<p>コンセプト</p> <p>(i) 計画の詳細 バス停の配置は、以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 中型バスやバン用に、交差点南西側に位置する既存バス停（4台分）を活用する。 (2) 交差点南東側入口に、新規のバス停（3台分）を設置する。 (3) 現在利用されていない南西側の交差点角の手前の地点に、タクシー/テンポ用の停車スペース（各2台分）を設置する。 <p>Maitighar より南東 340m に位置する小規模交差点より Maitighar 交差点まで、左折車と直進車の分離を行う。プロジェクトの効果を発揮するためには、現地での交通警察の徹底した取締りが必要となる。</p>  <p>(ii) 目的・狙い 非効率なバス停の配置、その結果として生じる車両の滞留（特に交差点南西側の角）、異なる方面の車両の合流が、当該交差点の渋滞の主な要因である。二段階で実施するパイロットプロジェクトにより、交差点内の交通を最適化し、渋滞が軽減されることが期待される。</p> <p>(iii) ケーススタディ 交通管理スキームは世界中で実施事例がある。現地の状況や環境に応じて、実施内容が検討される。</p>
4	<p>期待される効果</p> <ul style="list-style-type: none"> - 交通混雑の軽減 - 交差点における交通容量の増加 - 交差点内の交通の流れの円滑化 - 合流地点での事故防止 - 自動車とバイク、歩行者の安全性の向上

表 5.1.3 New Baneshwor 交差点におけるパイロットプロジェクトのコンセプト

パイロットプロジェクトのコンセプト 2	
1	<p>背景 交差点におけるバイクの待ち行列：New Baneshwor 交差点は、自動車、バイク、歩行者の交通量が多く混雑している。現在、バイクは赤現示の間に、他の車の間を通り抜けて列の先頭で信号待ちをする行動が見受けられる（当該交差点は交通警察によって制御されている）。この行動は、バイクの視認性を低下させ、ドライバーを危険にさらす恐れがある。また、信号待ちのバイクは他の車両の通行を妨げ、信号が青色に変わる際の車両の流れを阻害し、遅延を生じるなどの問題がある。</p>
2	<p>目的 バイクを他の車両から分離することで、New Baneshwor 交差点の交通挙動を円滑化する。</p>
3	<p>コンセプト</p> <p>(i) 計画の詳細 本パイロットプロジェクトでは、車両の停止線の前にバイク先出し停車帯 (Motorcycle box) を設ける。バイク先出し停車帯は制御された交差点で採用される停車線の一種である。バイク先出し停車帯は、(1) 自動車が信号手前で停車する停車線としての役割、(2) バイク用の信号待ちスペースとしての役割 という2つの要素から構成される。赤現示中、自動車はバイクの後方で信号待ちをすることとなる。バイクは赤現示の間、自動車の待ち行列を追い越し、先出し停車帯で青信号を待つ。青現示に変わったら、自動車は、バイクが先に交差点に進入できるよう道を譲る。一方、バイク先出し停車帯と左折車線の路面現示の設計と設置場所については、DOR と交通警察との議論が必要となる。</p> <p>(ii) 目的・狙い バイクを列の先頭で信号待ちさせることは、物理的な設計無しで既に実施されている。交通警察や一般市民は、既にこの信号待ちの方法に慣れており、市民に容易に受け入れられると考えられる。バイク先出し停車帯の舗装マーキングは、バイクの視認性向上と、交通警察の効率的な交通管理を実現する。大規模なインフラ整備は不要であるが、バイク先出し停車帯と右左折用車線の舗装マーキングのみ、整備が必要である。</p> <p>(iii) ケーススタディ 英国 (ロンドン)、米国 (ポートランド)、台湾、インドネシアなど、多くの先進国がこの種の交通管理を実践している。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>
4	<p>期待される効果</p> <ul style="list-style-type: none"> - バイクの視認性の向上 - 自動車とバイクの衝突事故の防止 - 信号が青に変わり、自由速度に達するまでの交通流の円滑化

(3) パイロットプロジェクトのための路面標示の計画

コンセプトプランに対する基本的な承認を得て、Working Group メンバーは、2019年3月18日と19日に、現場視察を実施し、交差点の寸法を測定した（図 5.1.1）。実際の寸法に基づき、JICA 調査団は、パイロットプロジェクトの路面標示（案）を、図 5.1.2、図 5.1.3、図 5.1.4 の通り作成した。



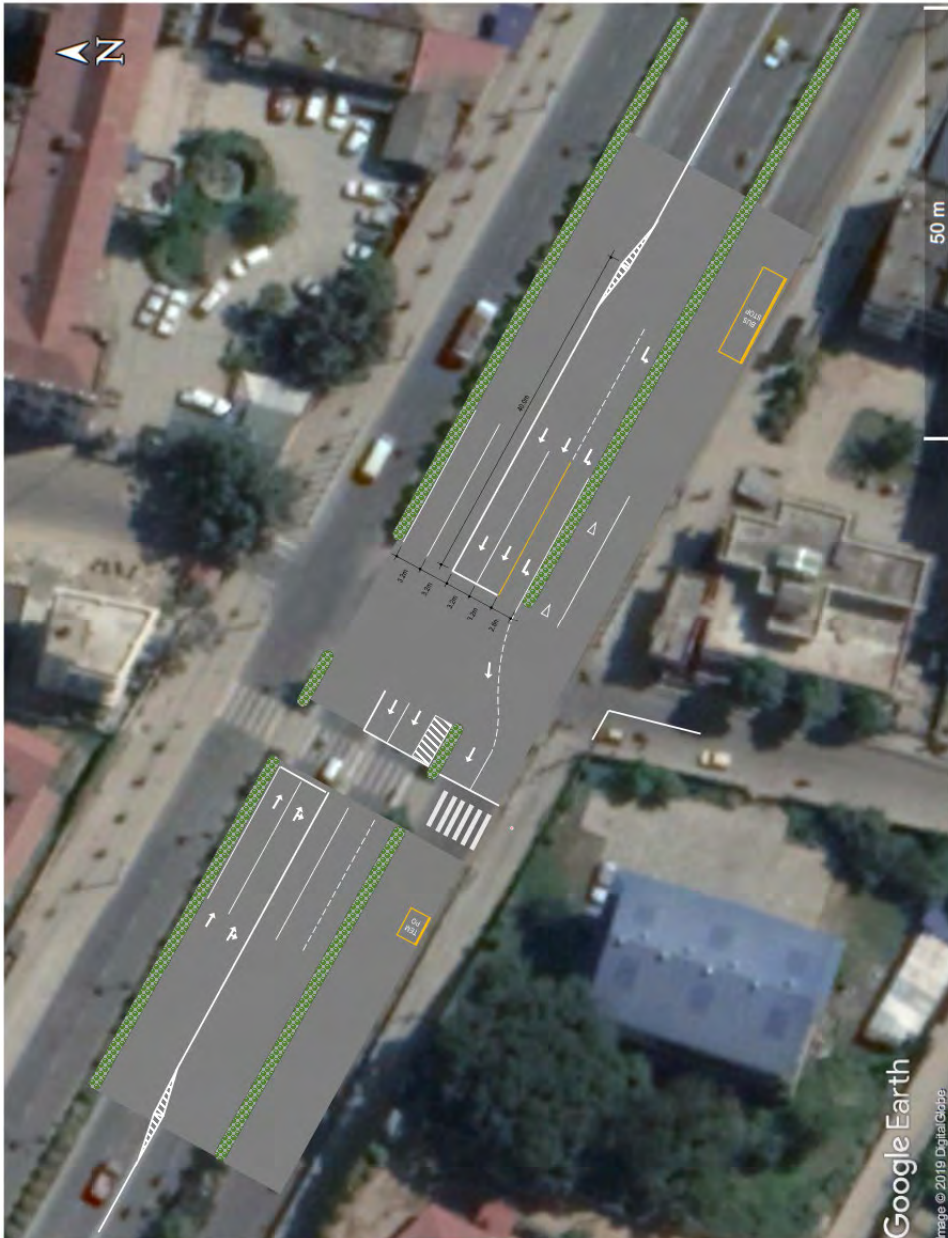
出典：JICA 調査団

図 5.1.1 Working Group メンバーによる New Baneshwor、Maitighar、Babar Mahal での現地調査



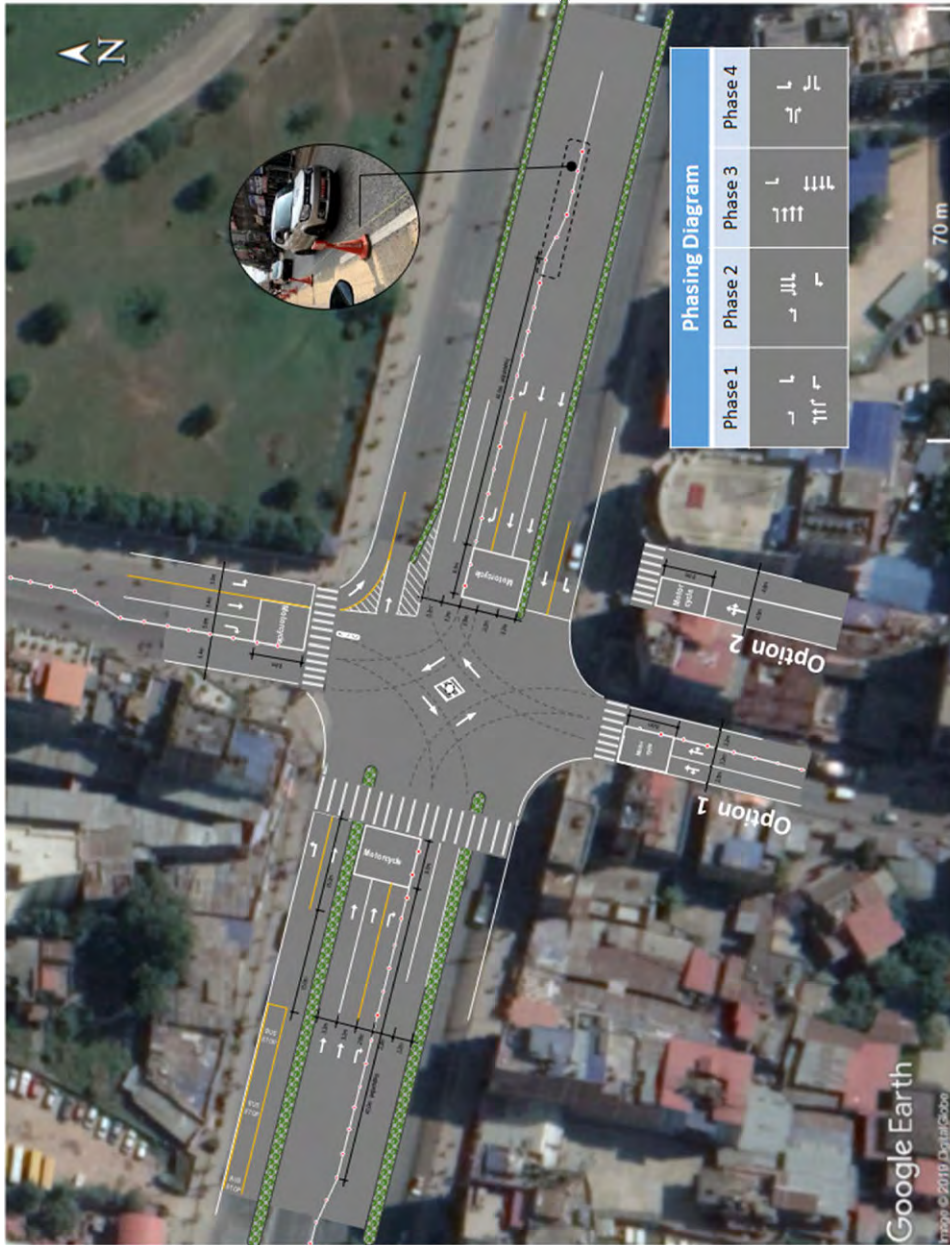
出典：JICA 調査団

図 5.1.2 Maitighar 交差点における路面標示（案）



出典：JICA 調査団

図 5.1.3 Babar Mahal 交差点における路面標示（案）



出典：JICA 調査団

図 5.1.4 New Baneshwor 交差点における路面標示（案）

(4) 実施計画

パイロットプロジェクトの実施のための各関係機関の役割を表 5.1.4 に、実施スケジュールを表 5.1.5 に示す。承認プロセスに当初想定していたよりも長く時間を要しており、一部の予定については遅れが見込まれることから、DOR の費用見積りと調達の後、スケジュールを更新する必要がある。

表 5.1.4 役割および責任に関する分担表

Activities	MOPIT	DOTM	DOR	Traffic Police	KMC	JST
Detail Plan of the Pilot	●	●	●	●	●	●
Overall Facilitation, Permission, and Monitoring	●	○	○	○	○	○
Neighborhood Consensus	○	○			●	
Coordination with Target Route Associations/ Entrepreneur Associations	○	●	○		○	
Road Marking (Bus stop, Mcy box)		○	●	○		○
Traffic Control in the Vicinity	○	○		●	○	
PR Activities (announcement, banner, etc.)	○	●		○	○	

注：黒丸は主担当、白丸が副担当
出典：JICA 調査団

表 5.1.5 実施スケジュール（案）

Work Items	Feb 2019				Mar 2019				Apr 2019			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Draft Plan & Review	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ Consensus building with relevant stakeholders											
Preparation for Road Marking				□								
PR Activities				□								
Testing (Rehearsal)						▲						
Implementation (Maitighar + N.Barneshwor)												
Monitoring	▲								▲			
	Traffic Data from Video Footage								Traffic Data from Video Footage			
Result Evaluation									□			

出典：JICA 調査団

5.2 プロジェクト案 2：電動三輪車による SDG ビジネス

5.2.1 背景

(1) 大気質の悪化と電気自動車の導入

ネパールでは、大気質悪化により年間 3 万 5 千人の死者が発生しており¹、実際にカトマンズの大气汚染は世界的にも最悪な部類にある²。この問題に対処するため、カトマンズ政府は電気自動車の普及を進め、2020 年までに EV シェアを全車両中 20%に拡大したいとしている。

(2) SDG ビジネス形成への支援

JICA は、包括的かつダイナミックな開発を実現し、SDG 目標を達成するために、途上国における民間企業の活動を長期に亘って支援してきた。JICA は、またこの動きを、日本企業のノウハウや技術を新しい SDG 事業形成に向けて活用する良い機会ととらえている。このため、JICA は、民間連携事業として SDG ビジネス形成スキームを運用しており、民間ビジネス形成のためのデータ収集をサポートしている。

JICA の SDG ビジネス形成スキームに従いながら、EV 導入によるカトマンズ大気質改善へ貢献する事業を提案する。EV 三輪車の運営組織である SAFA Tempo は、ネパールにおいて独自に発展してきた組織であり、既に地域コミュニティに対して、低価格な電気駆動・ゼロエミッションの公共交通サービスを提供している。また、地域における雇用、特に女性運転手の雇用・訓練に熱心である。つまり、SAFA Tempo は下記の SDG 目標達成に貢献しており、今後、さらに高いレベルでの事業展開が可能と考える。

<p>5 GENDER EQUALITY</p> 	<p>Goal 5: Gender Equality</p> <ul style="list-style-type: none"> Promote female drivers, provide driving training programs 	<p>8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH</p> 	<p>Goal 8: Decent Work</p> <ul style="list-style-type: none"> Local employment, support SMEs, promote tourism
<p>7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY</p> 	<p>Goal 7: Clean Energy</p> <ul style="list-style-type: none"> Electric vehicles (EV), develop EV facilities/infrastructures and technology 	<p>11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES</p> 	<p>Goal 11: Sustainable Cities</p> <ul style="list-style-type: none"> Provide access to safe, affordable, accessible and sustainable transport systems for all

出典：JICA 調査団

図 5.2.1 SAFA Tempo が関係する SDG 目標群

(3) SAFA Tempo の課題

Safa Tempo の第一の運用課題はバッテリーである。米国メーカー（Trojan 社）のバッテリーを利用しており、開始当初は 3 年程度利用できたが、近年では品質が低下して 1 年程度の寿命になった。短寿命により運営コストが増加している。Safa Tempo 幹部は鉛からリチウムへの転換を検討中であり、米国メーカー、他の中国企業とも協議中であるが合意に至っていない。

¹ <https://thehimalayantimes.com/nepal/air-pollution-causes-annual-death-toll-of-35000/>

² <http://kathmandupost.ekantipur.com/news/2018-01-25/nepals-air-quality-is-worst-in-the-world-epi-report.html>

5.2.2 SDGs ビジネスの提案

JICAは民間セクターの知見や技術を用いて途上国でのSDG貢献を目論んだ民間連携事業を展開している。下記に、この事業スキームを適用した場合のビジネス展開の概要（案）を示す。

(1) バッテリーシステムの改善

- SAFA Tempo のバッテリーは、1ユニットが12個のバッテリーから構成され、直流72Vの出力があるDCモーターは単純な電子制御装置により制御されている。フル充電の場合、約65km走行可能である。バッテリーは、米国Trojan製の鉛蓄電池を使用している。価格（12個セット）はUSD1,300であり、電池寿命は約3年である。しかし、近年価格は変わらないものの電池の質が低下したことで寿命が1年未満と短くなっており、運行コストの面で大きな課題となっている。現在SAFA Tempoは、リチウム電池への変更を検討中であり、Trojanや中国企業と協議しているが、余り良い回答は得られていない。
- これら課題を克服するような電池技術、新システムの試験導入、全面的な入れ替えのためのPPP投資と関連する協議、入れ替えと持続的な運用などを検討する。

(2) Tempoによる位置情報の管理・運行管理

- 本邦ITS企業が、現地企業と協働してGPSデバイスなどの技術を導入し、車両運行管理、車両配備の最適化などをすすめ、旅客輸送サービスの改善や収益改善に繋げる。

(3) EV車両の近代化

- SAFA Tempoは、新車の購入が困難であり、より良いサービス提供のための近代化が求められている。同社からの聞き取りによると最大定員12名程度の三輪車から、四輪EV車（14人分の座席容量）への更新を期待している。
- 現在、車両は現地車両メーカーから購入しており、技術支援による車両仕様の改善は期待しているものの、現地車両メーカーへの影響はないようにしたいと考えている。

5.3 プロジェクト案3：公共交通の料金徴収システムの改善

5.3.1 背景

JICAは、バングラデシュ・ダッカにおいて、2012年から都市交通におけるICカード運賃徴収システム支援業務を展開してきた。最初に、JICAはバスセクターにおいてICカードによる運賃徴収を開始し、運賃徴収漏れの最小化、車両乗降効率の改善などを達成した。その後の展開として、バスだけでなく、将来のメトロ、国鉄、その他のバスの運賃徴収、小売店などでの支払いにも展開可能なシステムとなるべく、クリアリングハウスの設置に向けた支援を実施した。

現状カトマンズでのICカードによる運賃徴収は、主要2社における実験的な段階であり、今後の他社への展開などを考慮する必要がある。現状の運賃は対距離制であり、自動的な運賃徴収を実現するために位置情報との連携を組み込む必要があるが、現地企業にとっては複雑なシステム開発となっている。また、支払いメディアとして、ICカード単一ではなく、現金に加え、QRコードへの対応も検討しているようである。

バス会社および個人事業主にとって、徴収漏れは深刻な問題で、IC カードなどの導入により 20%の徴収漏れが防止できると考えられている³。現状、N-Cloud 社がシステム開発元であるが、同社に IC カード普及やマーケティング予算はなく、普及・横展開に公共側の関与が求められるところである。

5.3.2 事業展開（案）

(1) 運賃收受システムの改善

事業分野の 1 つとして、民間企業間での運賃收受システム開発技術に関する技術移転が必須と考える。現状、処理スピードの改善については課題があると見受けられる。民間企業間（B-to-B）での技術移転には、JICA 民間連携スキームの適用が検討でき、対距離制の運賃での料金收受システム、最新の NFC、スマホによる料金收受などの知見の適用など、両者に利点がある。

(2) 運賃收受システムの拡大、マーケティング活動

本来であればこのようなサービス改善は、公共支出で担うべき分野と考える。また、カトマンズで進行中の、個人事業者の再編・会社化とも並行し、組み込んで実施すべき事業内容である。

マーケティング活動費用について、例えば、技術協力プロジェクト方式（JICA-TA や他ドナー）にて支援し、支払いシステムの普及を図るのも一手であると考えられる。対距離制の運賃規制の見直しなどのコンサルティング的な活動や、現金ユーザーの意識を変えるための IC カードの無料配布・その評価などの活動が想定できる。

(3) バス運賃体系の見直し

都市部でのバス運賃見直しなども運営上の課題である。現状の運賃体系は、都市間運行のものが用いられており、都市内特有の需要体系に即していない。対距離制でなく、路線再編に合わせた固定運賃導入も今後の課題となる。上記の技術協力プロジェクトに、都市部での適切な運賃体系の検討を含めることを提案する。

(4) クリアリングハウスの設置

ダッカの事例を参照し、運賃收受システムのその他モード・産業への横展開を目論んだクリアリングハウスの設置に関する支援も考えられる。BRT やメトロ導入も検討されており、適切なタイミングであると考えられる。

5.4 プロジェクト案 4：民間企業主導のサービスの活性化に対する行政支援

S5 バス路線の会社化事業は、カトマンズにおける公共交通改善事業において最新の成功例である。この会社化事業は 6 ヶ月で完了し、組織再編の他、車両導入、音声案内設備、GPS、IC カード支払いなどがパッケージされたものであり、利用者からは良く評価されている。このような機運を活かし、路線毎の会社化事業の横展開をするようなパイロットプロジェクトが望まれる。

³ 出典：2019 年 2 月 5 日 Digo Yatayat との協議

5.4.1 より良い公共交通サービスのためのバス事業者の会社組織化

KSUTP 公共交通再編調査（2014）は、会社組織化の対象として、Primary で 4 路線、Secondary で 3 路線（S5、S4、S3）、Tertiary から 8 路線、計 15 路線を既に選抜していたが、S5 と S3 の 2 路線が初期事業の対象となった。前述のように、S5 のみが実施された。

S5 路線の再編・会社化には、190 万ドルの予算措置⁴がなされていたが、主な支出は 17 台の新車バス購入への支援に 70 万ドル（融資 56 万ドル～年利 5%～返済期間 8 年、無償補助 14 万ドル）を充てたのみである。この資金管理は TDF が担当した。それ以外の支出は、デポの整備（8 万ドル）およびコンサルサービスであった。

KSUTP 公共交通再編調査（2014）では、表 5.5.1 に示すような Secondary 2 路線、Primary 5 路線が初期事業候補に挙がっていた。これらの再編について、S5 と同様な資金需要が他路線にも見込まれる（但し、Primary 路線は大型バス調達が必要なため、150%の単価とした）と仮定し、事業費を簡易的に推計した結果を表 5.5.1 に示した。この結果、上記 7 路線の新バス車両の導入に 1,130 万ドルの資金需要が推計された。また、付随する IC カード導入、情報化、コンサルサービスなどに 1,080 万ドルが必要であると推計された。このような資金需要は、開発パートナーによる投資やグラント資金で対応すべきと考える。

表 5.4.1 バス再編・会社化パイロット事業の費用概算

Potential Pilot Projects						
Route	Description	Length (km)	No of Buses	Bus fleet cost (USD mil)	Other cost (USD mil)	Total cost (USD mil)
S3	Naya Bazar (Kirtipur) -ChappalKarkhana	13.2	29	1.2	1.2	2.4
S4	Naya Bazar (Kirtipur) -Jorpati	16.4	36	1.5	1.5	3.0
P1/P2	Ring Road	27.3	64	2.6	3.8	6.4
P3	Narayangopal Chowk -Satdobato	11.2	49	2.0	1.6	3.6
P7	Koteshwor - New BusPark	11.4	46	1.9	1.6	3.5
P8	Koteshwor - Kalanki	8.2	51	2.1	1.1	3.2
Total				11.3	10.8	22.1

Reference Project (Completed)						
Route	Description	Length (km)	No of Buses	Bus fleet cost (USD mil)	Other cost (USD mil)	Total cost (USD mil)
S5	New Bus Park - Airport	12.1	17	0.7	1.1	1.8

出典：JICA 調査団

このようなバス再編・会社化事業提案を行う背景を、以下に示す。

- 1) シンジケート組織廃止への動き：交通産業におけるシンジケート（個人事業者による運営）の廃止については、既に政府によりアナウンスされている⁵。このような動きは政府により今後法制化されるものと考えられる。
- 2) 十分な事業環境：S5 再編後の事業者となった DIGO Yatayat 社によれば、運営収支は運賃収入だけで成立しているという。会社化した後も、十分に事業が継続できる市場・環境が整っている。
- 3) サービスの改善：DIGO Yatayat 社の調査によれば、旅客は、S5 再編による運営、特に、そのサービス向上に満足しているという。
- 4) 現地経験の活用：TDF および関係者は、S5 の路線再編に直接関わっている。このため、現地関係者だけで本事業が成立する。

⁴ S3 および S5 路線再編向けの予算は USD 380 万であった。50%が S5 路線に振り分けられたと仮定して計算した。

⁵ <https://thehimalayantimes.com/business/government-set-to-act-against-transport-syndicate/>

- 5) **古いバス車両の更新**：現状のバス車両は車齢 20 年以上であり、更新することで大気環境改善やエネルギー消費改善が期待できる。
- 6) **横展開の可能性**：S3 路線が実施できなかったのは KSUTP 事業の支出メ切に間に合わなかったのが理由である。現地関係者は S5 の事業経験を横展開したいと考えている。

5.4.2 ICT 関連事業

GPS による位置情報収集、スマホによるバス運行情報提供、支払いシステムなどは民間主導で進められている。交通事業の規制主体である DOTM はこのような動きをサポートし、適切な技術標準を規定して普及を図る必要があるが、現状では、特に動きがない。また、民間事業者がカトマンズ市と PFI によるコンセッション契約を交渉するなど、カトマンズ市の方が先行している。

以下のようなサポートが政府からなされるべきと考える。

(1) 民間事業者の承認・監督

交通セクターにおける民間事業者の動きを承認・監督する機能が必要である。民間事業者は、投資を取り下げる可能性もあるため、継続性を確保するために適切な契約を用意することが重要である。

(2) 静的・動的 GTFS の導入 (GTFS: General Transit Feed Specification)

公共交通データ取得については、データフォーマットの標準仕様を活用することで、よりデータの応用範囲が拡大される。既にカトマンズでは 700 台以上のバスに GPS による位置情報収集システムが導入されており、これらの情報収集は、現地 ICT 企業である Technology Sales Pvt (RamLaxman Pvt) 社が実施している。

GTFS (General Transit Feed Specification) は、公共交通サービスの運行データに関する標準化されたオープンフォーマットであり、世界的にこの共通仕様での情報公開が展開される機運にある。このフォーマットに従えば、様々な交通サービスで運行データを活用することが出来るため、オンラインアプリケーション上での活用が様々なベンダーにより進むことが期待できる。具体的には下記のような活用方法がある。

- 事業者は、運行本数をリアルタイム管理できるので、ピーク時・オフピーク時の最適な運行頻度を調整しながら、頻度の最適化の検討が可能になる。車両の無駄な配備が減少すると、車両の定期メンテナンスなど適切に実施することが出来るため、長期的に運用コストが最小化できる。
- 交通管理局のような規制主体は、運行実績がモニターできることから、バス路線のサービス供給規約に基づいた事業者の実績評価が可能となる。また、評価に基づき、供給拡大の必要性、新規路線や再編の検討が可能となる。
- 利用者に対する便益も大きい。現状の LetzGo アプリでは、リアルタイムのバス位置情報に基づいた路線検索が現状可能となっているが、パラトランジットも含めたシームレスな交通情報提供までサービス拡大し、自家用車に劣らない利便性を追求することが GTFS 導入・普及により実現可能である。このような MaaS コンセプトは、途上国都市にこそ必要であり、旅客への便益が大きいと言える。

第6章 長期的な対策

6.1 はじめに

カトマンズ盆地では、首都圏の発展により顕在化が見込まれる都市開発に伴う都心人口の増大と、それらの行動交通の増加を支えるために、都市交通システムの構築・増強が強く求められている。特に、東部の開発地域で生まれる交通需要に適切に対応するためには、都市鉄道（軌道系）システムの導入が必要である。このような中、これまでの JICA のマスタープランとそれに続く KSUTP では、軌道交通システムの導入に関する整備ネットワークの提案や優先すべきルート案の評価などが行われてきた。

本調査では、これらの成果を踏まえつつ、カトマンズ盆地で初となる都市鉄道システムの導入にあたって配慮すべき整備原則及び整備コンセプトを示す。また、都市鉄道実現に至るまでの手順を示したロードマップを提案し、土地取得など現時点から準備すべき事項を提言する。

6.2 都市鉄道の必要性

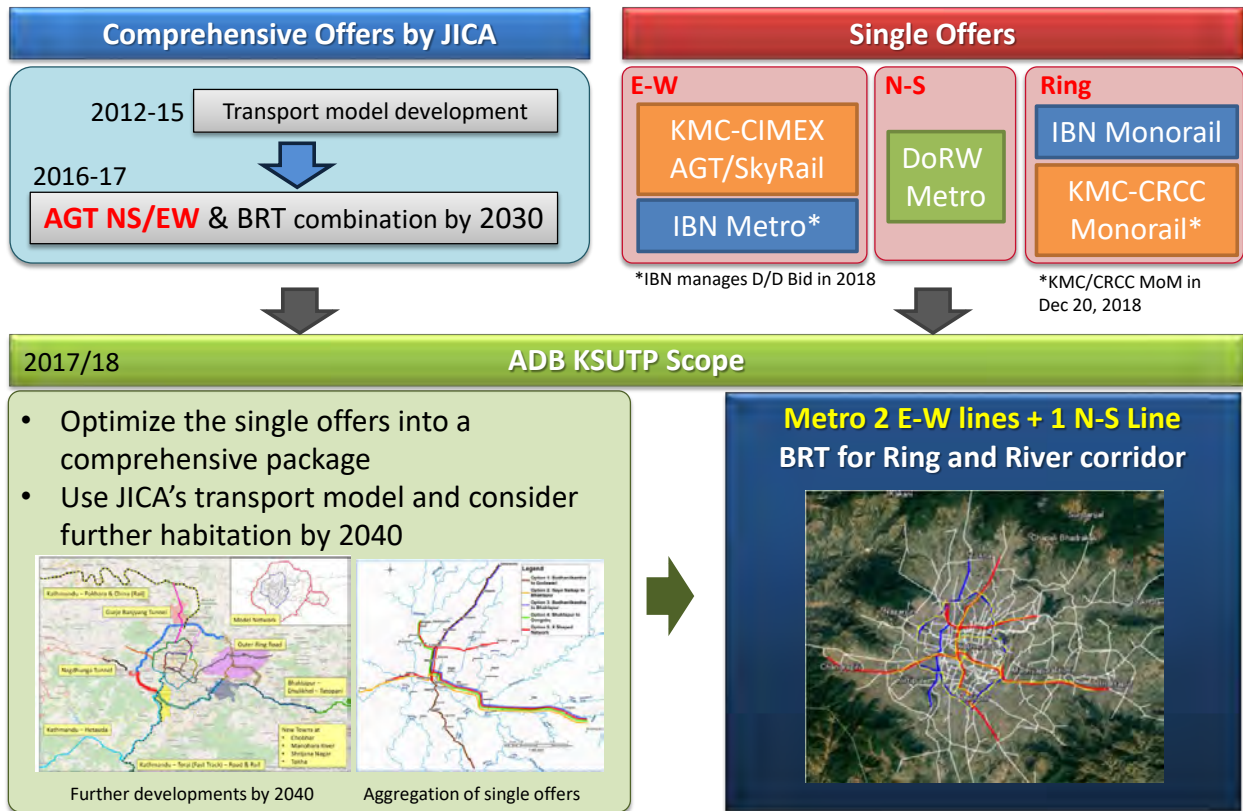
6.2.1 既存の都市鉄道計画

2.2 節で述べたように、カトマンズ盆地では都市鉄道に関する様々な計画があり、図 6.2.1 に示すように、i) 包括的な観点からの計画と ii) 個別的な観点からの計画の 2 つに大きく分類される。

包括的な観点での整備計画としては、「カトマンズ盆地における交通改善に関する詳細設計調査」が 2013 年に JICA により実施され、2017 年には同じく JICA により「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」が実施され、交通需要が集中する南北軸と東西軸に AGT を、道路幅が広く交通需要が比較的少ない主要路線に BRT を導入する計画が提案されている。

個別的な観点での整備計画としては、IBN が東西線の PPP 整備のための検討調査（F/S、詳細設計、コントラクターの調達補助を含む）を 2020 年までに行う予定である。同様に、鉄道局は、南北線を対象に DPR を作成するための EOI を発出しており、我々の提案する都市鉄道ルートとの重複を避けた形で自主的に検討を行うとしている。また、それ以外にも環状道路上のモノレールの整備が提案されている。

2017-18 年に実施された KSUTP のマストラ調査では、これまでの包括的及び個別的な観点からの提案の収集と評価を実施し、東西方向の 2 つの路線と南北方向の 1 つの路線、ならびに環状線及び河川道路上の BRT 路線が 2030 年における優先区間として再集約された。



出典：JICA 調査団

図 6.2.1 都市交通システムの検討状況

6.2.2 カトマンズ盆地東部の都市開発構想と鉄道の必要性

2.2 節で述べたように、カトマンズ盆地東部では KVDA による新都市開発が計画されており、この新たな開発地域における移動手段の確保という面で、都市鉄道が果たす役割が期待されているところである。

第 3 章の戦略的分析によると、東部地域と都心部を結ぶ道路網は、新開発地域で発生する交通需要を満たすには不十分であり、Araniko Highway 及び Koteshwor 交差点への道路交通の集中が依然として予想される。特に、バクタプールから都心部への Araniko Highway に沿った都市鉄道網の整備が行われなければ、道路ネットワークはそのような大きな交通需要を処理できないと評価されている。また、この都市鉄道システムは都心部からバクタプールへの観光客にとっても大きな魅力となると思われる。

6.3 都市鉄道の整備原則

6.3.1 都市鉄道システムとは？

都市鉄道システムは、移動手段の面において、「大量性」、「速達性」、「正確性」、「快適性」、「安全性」、「安定性」といったカトマンズにとって新たなサービスの提供を可能にするが、単独では機能しない。即ち、歩道の整備や駅とのフィーダー交通、さらには適切な情報システムが必要であり、これらを適切に整備することで鉄道のアクセス圏を拡大させることが可能になる。また、都市鉄道は、鉄道関連ビジネスや雇用を生み出すことで地域産業の発展に寄与するほか、駅前開発及び都市開発により都市を発展・活性化させることもできる。

6.3.2 都市鉄道整備における重要事項

都市鉄道システムは、道路構造物とは異なり、土木構造物・車両・運行計画・旅客サービスで構成されるため、より体系的な検討が必要であり、以下の点について十分に理解したうえで計画を立案することが求められる。

(1) 路線計画

都市鉄道の路線計画には、異なる2つの考え方がある。1つ目は、都市開発事業と鉄道事業を一体的に行うことで、鉄道沿線の潜在的な乗客需要を確保するものであり、2つ目は道路混雑を緩和するために主要道路沿線に新たな鉄道を整備し、道路交通から鉄道交通への転換を図るものである。

(2) 線形計画

線形の検討では、車両の運転速度を考慮して曲線半径及び縦断勾配を設定する必要がある。また、都市鉄道では短い間隔で列車を運行させることが求められるため、複線で計画することが望ましい。

なお、表 6.3.1 に高架構造物及び地下構造物の設置に一般的に必要とされるスペースを参考に示す。構造物の幅は、車両幅員及び維持管理幅などにより変わるので、今後行われる FS や詳細設計で詳細に検討される必要がある。

(3) 車両基地の設置計画

車両基地の設置には大きな面積が必要であり、その位置は運行にも影響を与えるので最初に位置の特定を行う必要がある。車両基地に必要な面積は、基地内の配線パターン（直列配置又は並列配置）によっても異なるが、最小でも 6～7ha 程度が必要である。また、車両基地には、車両を収容・留置する留置線群、車両整備を行う整備線群、車両検査・修繕を行う検査線群が整備される。

(4) 駅の設置計画

各駅位置は、交通結節点としての機能を持たせることを考慮して、既存の主要道路及び将来的な都市開発計画を踏まえて決定される必要がある。また、都市鉄道における駅は、約 1km 間隔で設置されるのが一般的である。

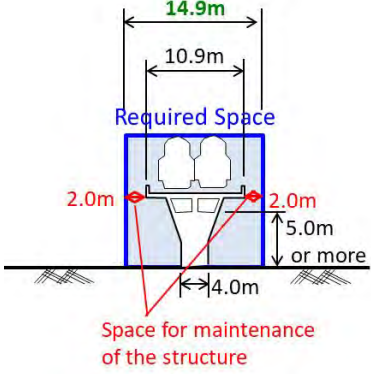
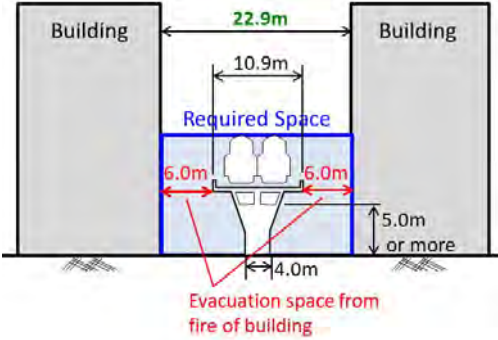
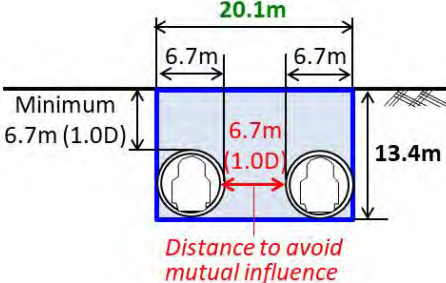
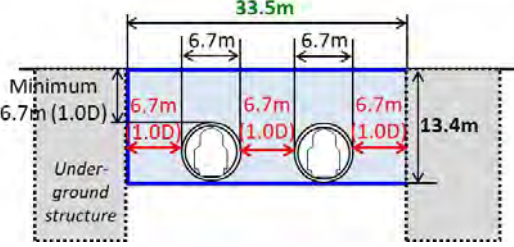
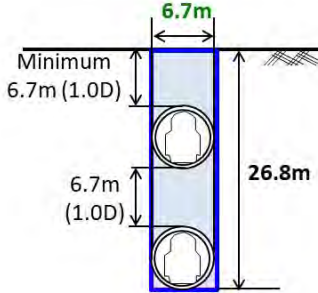
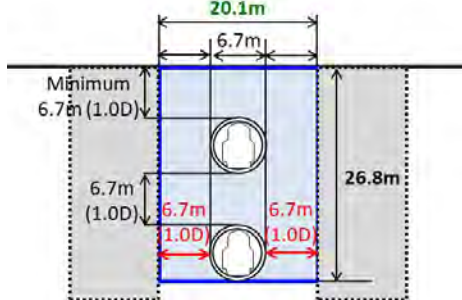
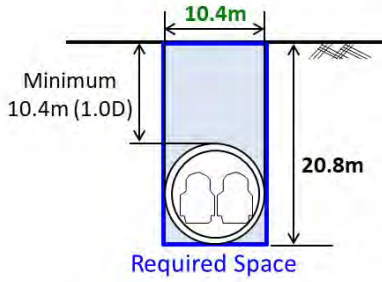
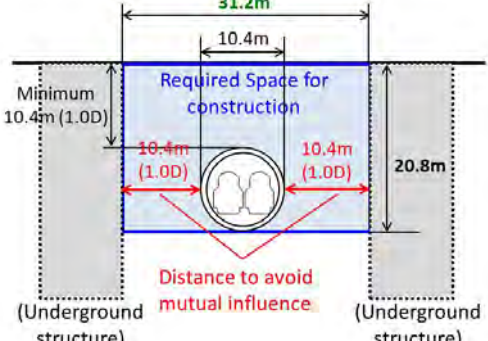
(5) 車両計画

都市鉄道としては、幅 2.8～3.0m、長さ 18～20m の車両が一般的に用いられるが、幅は車内の立ち席スペースの余裕等により、長さは車両の回転半径により決定される必要がある。また、カトマンズでは、車両長は車両運搬時の道路事情（曲線半径及び勾配）に影響される可能性もある。

(6) 電力供給計画

電力供給形式としては、架線方式と第三軌条方式の 2 つがある。架線方式は、車両の屋根に取り付けられたパンタグラフにより、架線から電力を得る方法である。一方で、第三軌条方式は、走行用のレールとは別に設置された電力供給用の第三レールから電力を得る方法であり、車両の側面に取り付けられた集電靴から電力を取り込む。第三軌条方式では、パンタグラフ及び架線が必要なくなるので、トンネル断面を小さくでき、景観性にも優れるといったメリットがある。しかし、第三軌条方式で一般的に用いられる直流 750V は、架線方式で一般的な直流 1,500V に比べて電力損失が大きいので、変電所の数が多く必要となる。また、高速運転時の集電が難しいという課題や感電防止対策の検討の必要性が生じる。本件の都市鉄道では踏切が設けられないことがないため、感電はさほど問題とならないように思われるが、総合的に判断する必要がある。

表 6.3.1 構造物設置に必要なスペースの例 (数値は参考程度)

項目	一般部	建物近接区間 (両側)
高架構造物	 <p>14.9m (Total width) 10.9m (Structure width) Required Space 2.0m (Side clearances) 5.0m or more (Height clearance) 4.0m (Base width) Space for maintenance of the structure</p>	 <p>22.9m (Total width between buildings) 10.9m (Structure width) Required Space 6.0m (Clearance from buildings) 5.0m or more (Height clearance) 4.0m (Base width) Evacuation space from fire of building</p>
地下構造物 (単線 TBM)	<p>[並列配列]</p>  <p>20.1m (Total width) 6.7m (TBM spacing) 6.7m (TBM spacing) Minimum 6.7m (1.0D) (Clearance from ground) 6.7m (1.0D) (TBM diameter) 13.4m (Total height) Distance to avoid mutual influence</p>	<p>[並列配列]</p>  <p>33.5m (Total width) 6.7m (TBM spacing) 6.7m (TBM spacing) Minimum 6.7m (1.0D) (Clearance from ground) 6.7m (1.0D) (TBM diameter) 13.4m (Total height) Underground structure</p>
	<p>[鉛直配列]</p>  <p>6.7m (TBM diameter) Minimum 6.7m (1.0D) (Clearance from ground) 6.7m (1.0D) (TBM diameter) 26.8m (Total height)</p>	<p>[鉛直配列]</p>  <p>20.1m (Total width) 6.7m (TBM diameter) Minimum 6.7m (1.0D) (Clearance from ground) 6.7m (1.0D) (TBM diameter) 26.8m (Total height) 6.7m (1.0D) (TBM diameter) 6.7m (1.0D) (TBM diameter)</p>
地下構造 (複線 TBM)	 <p>10.4m (Total width) Minimum 10.4m (1.0D) (Clearance from ground) 20.8m (Total height) Required Space</p>	 <p>31.2m (Total width) 10.4m (TBM diameter) Required Space for construction 10.4m (1.0D) (TBM diameter) 10.4m (1.0D) (TBM diameter) 20.8m (Total height) Distance to avoid mutual influence (Underground structure) (Underground structure)</p>

出典：JICA 調査団

(7) AGT 及び MRT システムの特徴

カトマンズ盆地における都市鉄道システムとして、これまでの調査で AGT 及び MRT（鉄輪）が提案されている。表 6.3.2 に AGT と MRT の特徴を示すが、AGT は MRT に比べて縦断勾配及び最小回転半径において自由度が高い。このため、MRT が走行できる線形計画であれば、後から AGT に変更することが可能であるので、本調査では MRT を基本として線形検討を行うこととした。

表 6.3.2 AGT 及び MRT システムの特徴

項 目	AGT (Automated Guideway Transit)	MRT (Mass Rapid Transit)
車輪形式	ゴムタイヤ (ガイドタイヤが必要)	鉄輪
運行システム	基本的に全自動	全自動又は手動
電力供給方式	第三軌条方式 (DC600V, DC750V or AC600V)	架線方式 (DC1500V or AC25000V) 第三軌条方式 (DC750V)
最小曲線半径	30m ~ 60m	160m (基本)
最急勾配	60‰ (6%)	35‰ (3.5%)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • MRT に比べて車両長が短い (11m 程度) ことから、同一の輸送量とする場合には車両数が増える • 急カーブ及び急勾配の路線で効果を発揮できる • 車両基地をコンパクトにすることができる。 • 車両保守に技術が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> • 多くの車両メーカーがあるので、競争性を確保することが可能である。 • 速達性に優れるが、急カーブや急勾配には対応できない • AGT よりも大きな車両基地が必要である。 • 車両保守に加えて軌道の維持管理が必要である

出典：JICA 調査団

6.4 都市鉄道の整備概要

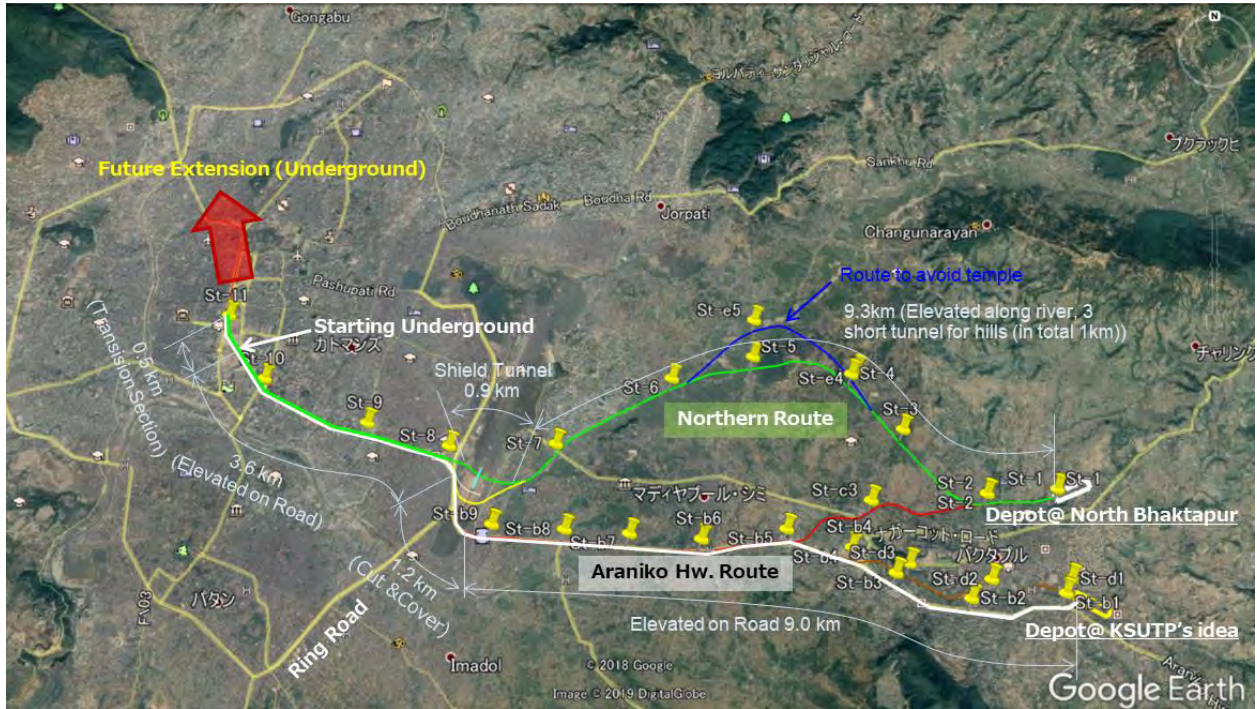
6.4.1 路線計画

調査団は、現地の状況を踏まえて、バクタプールから市内中心部までを都市鉄道ルートの新路線として特定した。この区間は、KSUTP のマストラ調査で優先付けられた路線であり、Araniko Highway 沿いに建設することが提案されている。しかし、本調査では、以下の理由により KSUTP のマストラ調査の路線を修正した案を提案する。

- 6.3.2 (3) 車両基地の設置計画に記載の内容に則して実施した現地調査において、バクタプールの北側に、土地取得の可能性の高い候補地が特定された。
- 6.3.2 (2) 線形計画に記載の内容に従い、Araniko Highway 沿いよりも起伏の少ないマノハラ川沿いのルートが特定された。
- 修正案では、Tinkune 交差点における道路改良に伴う構造物との干渉を最小限にすることが可能である。

6.4.2 基本路線の策定

新たに提案される北側ルートを含む基本路線を図 6.4.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.4.1 路線計画 (案)

(1) 基本事項

バクタプール市街地及び東部新都市開発エリアから市内中心部までの路線を初期フェーズとして考える。KSUTP のマストラ調査では、バクタプールから Gongabu バスターミナルまでの区間が提案されているが、初期投資の規模を小さくするために、市内中心部から Gongabu バスターミナルまでの区間は段階的に整備することとする。市内中心部から Gongabu バスターミナルまでの区間は地下となるため、建設費は郊外よりも高くなるうえ、需要特性によると都市鉄道としての初期機能は、バクタプールから市内中心部までの区間で十分に果たすことができる。

(2) バクタプール～Tinkune 交差点と車両基地候補地

バクタプール市街地から Tinkune 交差点までの区間は、2つのルートを用意して残している。1つ目のルートは Araniko Highway 沿いのルートであり、2つ目のルートは未開発地域とマノハラ川沿いを基本的に通過する北側ルートである。北側ルートでは、水源涵養林である寺院付近を避けるルートもオプションとしており、関係機関と協議のうえ決定される必要がある。

車両基地候補地は、2カ所を特定した。1カ所目は、KSUTP で提案されているレンガ工場として使用されている土地であり、2カ所目は、本調査団の現地調査で特定したバクタプール北部の土地である。そのため、車両基地の位置によっては、異なる3つのルートを取るようになる。

また、Tinkune 交差点は、鉄道と道路輸送ターミナルを結ぶ駅前広場として整備されることが望ましい。

(3) Tinkune 交差点～市内中心部

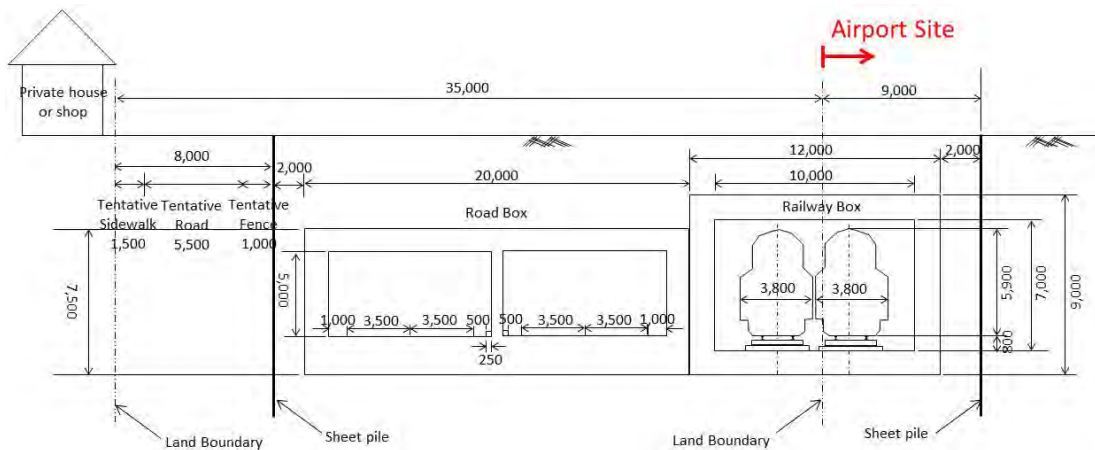
NH2 道路は広幅員道路であるので、Tinkune 交差点から市内中心部間は道路上の高架構造とする。ただし、市内中心部に位置する第 1 フェーズの終点駅 (St-11) は、地下構造とする。これは、その後のフェーズでの延伸部分は、都市内の既往建築物が多く道路が狭いことから、地下トンネルでの延伸が必要であり、第 1 フェーズで地下までおろしておくことが望ましいと判断されるためである。

6.4.3 バクタプール～Tinkune 交差点の詳細路線計画

(1) 路線計画案 (Appendix 9 参照)

バクタプールの車両基地から Tinkune 交差点までの区間では、大きく分けて 2 つのルートを提案する。1 つ目は、Araniko Highway 上を通るルートであり、主に Araniko Highway の交通需要に対して、道路交通から鉄道交通へのシフトを促すものである。バクタプール車両基地から約 9km の区間は、Araniko Highway 上に高架橋を建設し、Koteshwor 付近から Tinkune 交差点までの約 1.2km の区間は開削トンネルで計画している。なお、車両基地から Tinkune 交差点までの約 10.2km 間に設置される駅は 10 駅を考えており、すべて高架橋で計画する。

図 6.4.2 に Tinkune と Koteshwor 間の交差点改良が地下トンネル (開削) で行われた場合の鉄道トンネルとの取り合いを考慮した断面図を示す。道路ボックス施工中の道路沿いの民家及び店舗への仮設道路を考慮すると、道路ボックスが空港側に約 8m セットバックされるため、鉄道ボックスを道路ボックス側に最大限寄せた場合にも空港側の用地を部分的に使用する必要があり、計画及び施工時には空港管理者との協議が必要になる。



出典：JICA 調査団

図 6.4.2 鉄道トンネルと道路トンネルの配置 (案)

もう一つのルートは、バクタプール北部の車両基地から主に未開発地域を通り、空港滑走路下をトンネルで抜けて Tinkune 交差点に至るルートであり、住宅地又は商業地の都市開発と連携することで生み出される新たな交通需要に対応するものである。バクタプール北部の車両基地から空港付近までの約 9.3km のうち 3 箇所の合計約 1km は山岳トンネル (NATM) で、その他の約 8.3km は地上構造物で計画する。また、約 8.3km の地上構造物区間のうち、約 4km 区間は、以下の理由により河川沿いを通るルートとした。

- 河川沿いは起伏がほとんどなく経済的な縦断線形とすることが可能である。
- 現在のところまだ開発がされておらず、都市開発が始まる前に土地の確保ができれば施工時の交通規制等を行うことなく施工できる。

なお、河川沿いの地上構造物は、図 6.4.3 に示すように高架橋構造を考えている。これは、高架橋は盛土に比べて、河川阻害を引き起こす可能性が低く、将来的に河道が変わった際にも、比較的柔軟に対応できるためである。

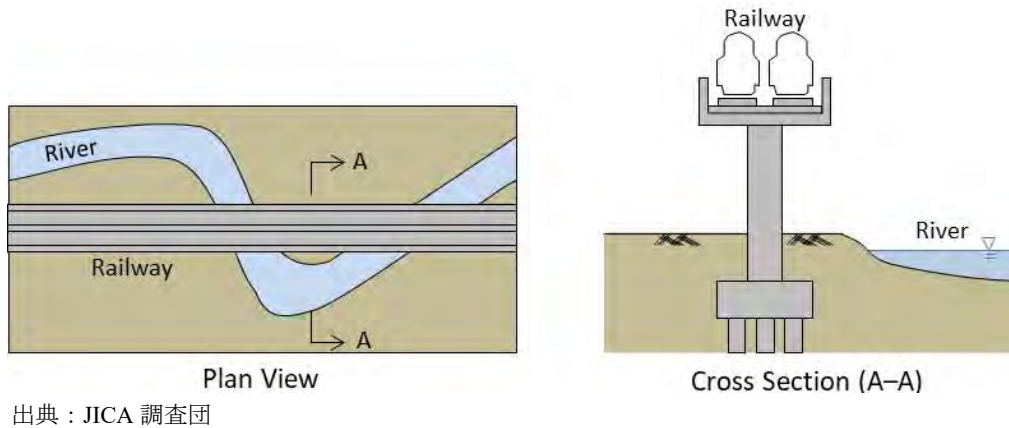
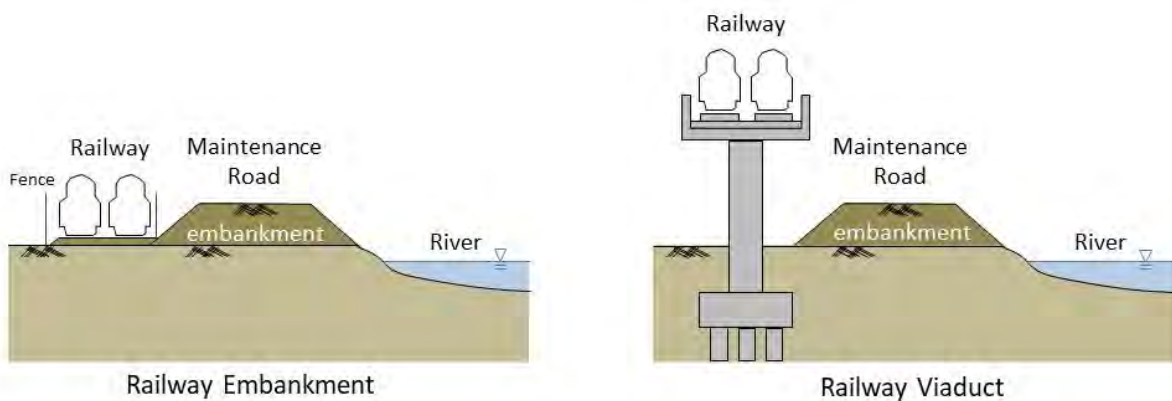


図 6.4.3 マノハラ川沿いの鉄道構造物の設置事例（河道改善が行われていない場合）

しかしながら、マノハラ川の河道は過去の地図から大きく変わっており、治水対策のための堤防工事を行う必要性が高い。そのため、この堤防工事とともに河道改善が行われて河道を比較的真っすぐにすることができる場合には、堤防用地とあわせて鉄道用地を確保することで、図 6.4.4 に示すように、護岸の低内地側に盛土又は高架橋を構築することが可能となる。鉄道構造物を盛土構造とすることができれば、高架橋の場合に比べて工事費を縮減することができるが、堤防道路と鉄道の交差構造の検討や線路内立入防護柵が必要となることから、沿線の道路計画等を踏まえて、総合的に比較・判断する必要がある。

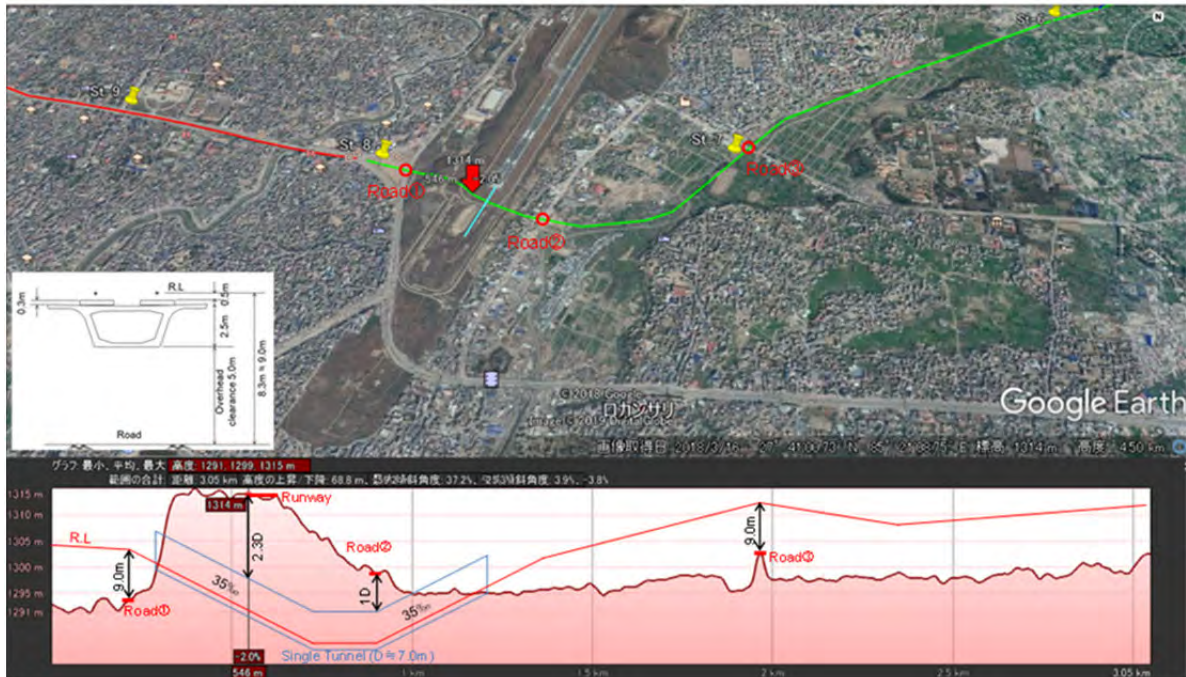


出典：JICA 調査団

図 6.4.4 マノハラ川沿いの鉄道構造物の設置事例（河道改善が行われた場合）

なお、空港付近から Tinkune 交差点までの約 0.9km 間は空港直下をシールドトンネルで施工することを考えている。図 6.4.5 に空港付近における縦断図を示すが、高架橋による道路横断部は桁下空頭が 5.0m 確保できるように、道路から R.L までの高さを 9.0m と設定し、コントロールポイントとした。

また、シールドトンネルは並列の単線トンネルとし、道路交差部では土被り 1D を、滑走路直下では羽田空港での検討事例を参考に土被り 2D 以上を確保するようにした。6.6.3 項で詳細に後述するが、日本では羽田空港において営業中の空港滑走路下のシールドトンネルを無事に施工した経験を有しており、カトマンズにおいても施工可能であると思われる。



出典：JICA 調査団

図 6.4.5 空港付近における縦断図（北側ルート）

(2) 各ルートの比較

表 6.4.1 に上述の 2 つのルート案の比較を示す。Araniko Highway 上のルートは、道路上に高架橋を設置するため、工事中及び高架橋完成後の道路スペースは若干減るものの、用地取得がほとんど生じない。しかし、以下に示すデメリットが生じる。

- カトマンズ東部から都市内へのアクセスは Araniko Highway 上だけとなるので、地震等によりこの道路が寸断された際には都市部とのアクセスができなくなる。
- Araniko Highway 沿いで、空港の高さ制限を回避するために設置する開削トンネルにおいて、空港用地の一部を使用して施工する必要がある。
- Araniko Highway 沿いの開削トンネルから高架橋への移行区間では、既存の道路内に幅員約 12m の鉄道構造物が設置されるので、道路の車線数の減少または空港用地の土地取得が必要となる。

一方で、北側ルートは、KVDA と協調して都市開発予定地域の土地確保を行う必要があり、また空港滑走路下をシールドトンネルで通過することと総延長が約 400m 伸びることから、6.4.5 項で後述する通り Araniko Highway 上のルートに比べて約 5% 工事費が増大するが、以下のメリットがある。

- 新たな住宅地又は商業都市の開発を誘発することで、交通トリップの分散を図ることができる。

- バクタプール市街地への通勤/観光アクセス性が向上する。
- 工事費及び工事中の交通への影響を減らすことができる河川沿いのスペースを活用できる。

図 6.4.6 は KVDA による都市開発地域と北側ルート of 駅位置の関係を示しているが、“C” と記載されている都市開発予定地域の西側に駅 (St-4) を計画できており、将来的な必要性が極めて高いと判断される。

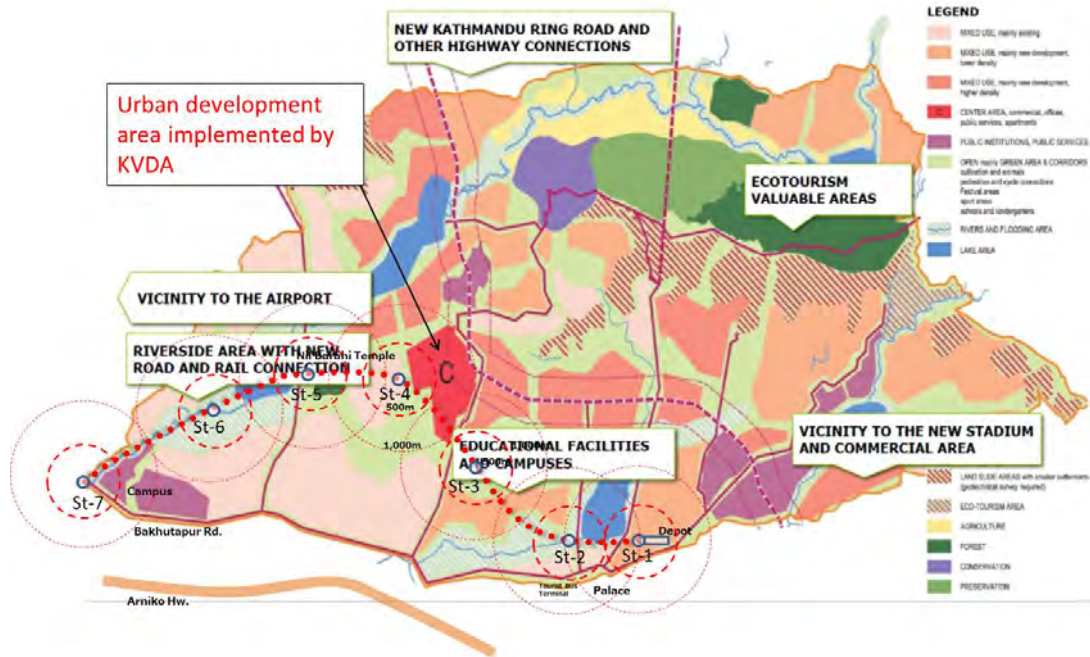
また、図 6.4.7 に示すように、滑走路直下を避けることで空港管理者との協議により開削工法での施工が可能になれば、Araniko Highway 上のルートの工事費と大差なく施工可能になる。

以上より、2つのルートの整備効果、経済性、施工性、利便性等を総合的に判断して、調査団は北側ルート案を推奨する。

表 6.4.1 北側ルートと Araniko Highway 上のルートの比較

路線	北側ルート (緑線) 車両基地 (白の範囲)	Araniko Highway 上のルート (白線) 車両基地 (黄の範囲)
工事概要	L= 14.7km、11 駅	L= 14.3km、13 駅
コンセプト	JICA マスタープランの修正	KSUTP 案 (Araniko Highway 上) に近似
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たな住宅地又は商業都市の開発を誘発することができる。 ● バクタプール市街地への通勤/観光アクセス性が向上する。 ● KVDA と協調して都市開発予定地域の土地確保を行う必要となる。 ● 工事費及び工事中の交通への影響を減らすことができる河川沿いのスペースを活用可能である。 ● 短い三カ所の山岳トンネル、又はこれら避ける必要がある。 ● 空港直下のトンネルで TBM (Tunnel boring machine) を用いる必要がある。(TBM は市内中心部の段階的な延伸でも使用可能) 	<ul style="list-style-type: none"> ● バクタプール北部の新たな都市開発からの需要ではなく、主に現在の Araniko Highway の交通需要を道路交通から鉄道交通へシフトさせるものである。 ● Araniko Highway の土地を使用することで土地取得を減らすことができる。(但し、道路スペースは若干減少する。) ● Bhaktapur 市街地から市内中心部へのすべての交通が Araniko Highway を通るリスクを受け入れることが必要である。(災害時等の交通遮断に対する回復性・冗長性は北側ルート案に比べて低い。) ● Araniko Highway 沿いで、空港の高さ制限を回避するために設置する開削トンネルにおいて、空港用地の一部を使用して施工する必要がある。 ● Araniko Highway 沿いのトンネルから高架橋への移行区間で、既設道路の車線数を減少させるか空港用地を使用することが必要となる。

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 6.4.6 KVDA による都市開発と北側ルートの関係



出典：JICA 調査団

図 6.4.7 滑走路迂回ルート（案）

6.4.4 Tinkune 交差点～市内中心部の詳細路線計画 (Appendix 9 参照)

Tinkune 交差点から市内中心部までの約4.1kmの区間は、道路上を約3.6kmに亘って高架橋で施工し、市内中心部の公園を利用して高架から地下に移行する。高架から地下に移行する約0.5kmの区間は開削トンネルで施工することを計画する。

Tinkune 交差点から市内中心部区間までの約4.1km間に設置される駅は4駅であり、うち3駅を高架駅で、終点の1駅が地下駅である。なお、第1フェーズはこの地下駅までとし、その後の延伸区間は、都市内の既往建築物が多く、道路が狭いことからそのまま地下構造で予算に合わせて駅ごとに延伸される必要がある。

なお、地下構造物の延伸時には、空港直下で用いたシールドマシンを保管しておき、それを利用して掘削することも1案として考えられる。

6.4.5 各案の概算工事費

今後の検討の参考として、表 6.4.2 に示すように北側ルート (Alt.-1) 及び Araniko Highway 上のルート (Alt.-2) の代替案ごとに、都市鉄道システムの各項目で参考レベルでの試算を行った。今後、FS が行われる際には、建設費は慎重に見積もられる必要がある。

本調査で使用した各単価は、他国の事例等を基に一般的な単価を使用している。そのため、今後行われる FS や詳細設計時には、地盤条件及び設計条件/基準、及びその他の現地条件に合わせて深度化される必要がある。

また、工事費 (Base Cost) のみの費用であるので、プロジェクト全体のコストを算出する際には、施工管理コンサルタント費用、管理費、VAT、Import Tax、用地費等を考慮する必要がある。

表 6.4.2 各案の概算直接工事費 (参考レベル)

No.	項目	単位	Alternative-1: 北側ルート (緑線) 車両基地 (白の範囲)			Alternative-2: Araniko Highway 上のルート (白線) 車両基地 (黄の範囲)			備考
			数量	単価 (000 USD)	計 (000 USD)	数量	単価 (000 USD)	計 (000 USD)	
1	車両	両	102	2,300	234,600	102	2,300	234,600	
2	変電所	式	1	59,825	59,825	1	59,825	59,825	
3	電力工事	km	14.7	5,000	73,500	14.3	5,000	71,500	
4	信号・運行管理システム	km	14.7	2,080	30,576	14.3	2,080	29,744	
5	通信システム	km	14.7	1,630	23,961	14.3	1,630	23,309	
6	軌道工事	km	14.7	3,730	54,831	14.3	3,730	53,339	
7	予備品	%	8	-	19,415	8	-	19,017	項目 2~6 の 8%
8	試運転費	式	1	10,600	10,600	1	10,600	10,600	
9	土木構造物 (高架橋)	km	12.3	22,000	270,600	12.6	22,000	277,200	
9-1	土木構造物 (TBM)	km	0.9	80,000	72,000		80,000	0	
9-2	土木構造物 (開削トンネル)	km	0.5	19,000	9,500	1.7	19,000	32,300	
9-3	土木構造物 (NATM)	km	1.0	31,000	31,000		31,000	0	
10	高架駅舎	駅	10	10,000	100,000	12	10,000	120,000	
10-1	地下駅	駅	1	30,000	30,000	1	30,000	30,000	
11	車両基地	式	1	150,000	150,000	1	150,000	150,000	
合計			1,170,408			1,111,434			
Alt-2 に対するコスト比			1.05			1.00			

出典：JICA 調査団

6.5 旅客数の将来予測

本節では、KSUTP-MTOPS 調査で提案された優先路線（表 2.2.5(c)を参照）を見直して、2030 年における東西方向の鉄道旅客数を推測した。

これまで検討したように、1) コテシヨール交差点を通過せず、河川沿岸を通過するような鉄道ルート
の北振り、2) 都心部で Ratna park 以北の路線のキャンセル、の 2 点を需要予測モデルに反映した。
また、3) 道路の立体交差化による道路交通状況（Level of Service: LOS）の改善もモデルに反映させ
た。表 6.5.1 に大まかな路線仕様の変更を示す。

表 6.5.1 路線代替案の比較

	KSUTP-MTOPS での 優先路線	短縮化	北振り（本調査提案）
延長	18.7km	14.6km	14.7km
駅数	18	14	11

出典：JICA 調査団

表 6.5.2 に需要予測の結果を示す。

表 6.5.2 路線代替案の旅客数（2030 年、日旅客数）

代替案	旅客数 ¹	備考
KSUTP	905,000	KSUTP MTOPS 優先路線 Gongabu to Bhaktapur (Opt 4 in the MTOPS study ²)
短縮化	900,000	アラニコ道路沿い Ratna Park to Bhaktapur
北振り	826,000	北振り路線 Ratna Park – Tinkune -Bhaktapur

出典：JICA 調査団

推計の結果、北振り路線を採用したとしてもアラニコ道路沿いでの整備と比較して 1 割程度の減少に
止まった。また、短縮化しても殆ど旅客数が変わらないため、短縮案は効果が高いと言える。

短縮化路線と北振り路線との比較では、北振り路線は駅数が 14 から 11 に減っているにもかかわらず
旅客数の減少が小さい。シミュレーション上では、バクタプール市内のゾーンからの旅客集客が大き
いため、バクタプール市に接続していれば、旅客数の減少は小さいと言える。KVDA による人口増
シナリオによりバクタプール市内の人口増が規定されていることも背景にある。外環状道路の沿線市
街地からの集客もある。

2.2.2 (1) 節にあるように、投資庁と国家計画委員会は、東西路線の実施を PPP (BOOT) スキームに
よる実施を検討している。一般的に、民間事業者は旅客リスクを最小化するため、既往市街地のある
アラニコ道路沿いの開発を好むと考えられる。KVDA が東部新都市開発に PPP による鉄道整備が必
要と考えるのであれば、このような民間事業者に駅前開発権や住宅開発権などのパッケージ化、開発
利益の還元制度の適用等を検討する必要がある。

¹ 数値は千人単位で四捨五入している。

² 元々の KSUTP MTOPS Opt4 シナリオ での結果は、日あたり旅客数 1,015 千人だったが、新しい 2030 年の道路ネッ
トワーク（Koteshwor 交差点、Bouda 道路、Manohara 道路の改良）を含めたため、若干下がっている。

6.6 実施に向けての挑戦・課題

6.6.1 鉄道に係る法制度の整備

2011年にMOPIT内に設立された鉄道局は、鉄道、地下鉄、モノレールの計画・建設・運営に対する監督機関としての権限を有している。もともと鉄道技術者がいないことから、技術者は道路局から異動してきており、極めて少ないのが課題である。

鉄道法は既に存在するが、幹線鉄道の整備に向けて、鉄道局は新たな鉄道建設に対応できるよう新案の草案を作成している。しかし、この法律は都市鉄道までは想定しておらず、今後、都市鉄道の建設・運営・維持管理に対する鉄道法の整備が必要となる。また、鉄道整備に限ったことではないが、都市鉄道の整備に向けては、6.6.4項で後述する、都市部における地下空間に関する法律や土地収用法等も整備される必要がある。

6.6.2 交通結節点の整備

Tinkune交差点は、環状道路と放射道路との接点でもあることから、都市交通ネットワークにおいて戦略的に他モードとの乗り換えを良好にすることにより、より魅力的な公共交通機関・ネットワークの構築と公共交通利用者の確保につながると考える。

同交差点のチャンネルング用地として未利用地となっていた土地は、中期的なプロジェクトとして検討されている交差点改良の施工時には、施工ヤードとして利用し、整備後は、バスターミナルとして整備されることが望ましい。

また、都市鉄道が敷設された際には、鉄道駅とバスターミナルを結ぶ結節点とした駅広場として、整備することを提案する（図6.6.1）。



備考：道路改良が代替案5で行われた場合（Araniko Hwy.～NH-2及び環状道路北側が地下構造（図中の赤点線））

出典：JICA 調査団

図 6.6.1 鉄道駅やバスなどからなる交通結節点の整備（案）

6.6.3 営業中の空港滑走路下におけるシールド工法でのトンネル掘削

本件で提案する北部ルートでは、供用中の空港滑走路下を TBM（トンネル・ボーリング・マシン：シールドマシン）で掘削することを考えている。供用中の滑走路下でのシールドによる掘削は、日本の東京国際空港（羽田空港）で実績がある。

日本の首都東京に位置する羽田空港は、施工当時、一日 270 便（540 発着）のネットワークを形成し、約 4,400 万人の利用客と約 50 万トンの航空貨物を取り扱う重要拠点であり、運行に影響を与えずに施工をすることが求められた。図 6.6.2 に建設当時の羽田空港の航空写真を示すが、鉄道トンネルが誘導路、C 滑走路及び新 A 滑走路の下を土被り約 2D で通過している。また、超軟弱地盤中（N 値 2～10）を空港盛土施工時の地盤改良材（ドレーン材）を切断しながら、掘り進む特殊な工事であったが、シールドマシンの改良や総合掘削管理システムによるシールド機の自動方向制御・坑内自動測量・自動変状計測・可燃性ガス自動検知などの監視システムの採用、誘導路及び滑走路の動態観測により、運行に影響を与えることなく無事にトンネルを施工した事例である。

このように、日本では供用中の空港滑走路下のシールドの経験がある。

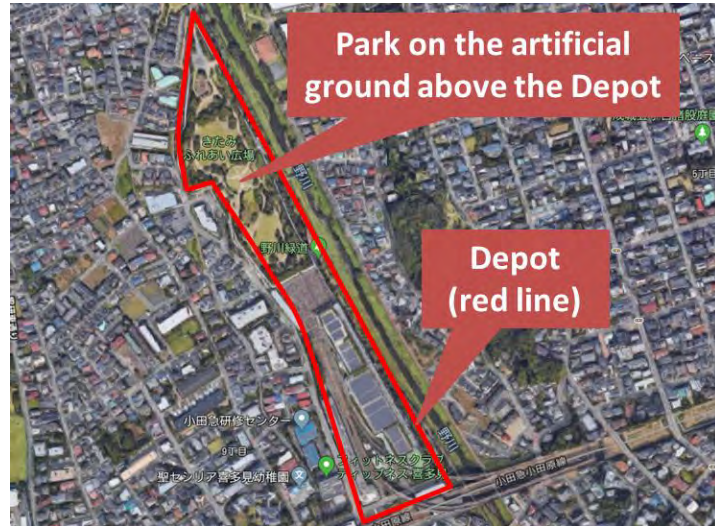


出典：JICA 調査団

図 6.6.2 トンネル施工時（1997 年）の羽田空港

6.6.4 車両基地の有効活用

本調査で提案するバクタプール北部の車両基地は、KVDA による都市開発エリアに位置するため、周辺の住宅地に調和した基地とすることが望ましい。日本の喜多見車両基地（小田急電鉄）では、周辺の住宅地に配慮して、車両基地の上空の一部に公園を整備し、周辺の住民の憩いの場として活用している（図 6.6.3）。このような配慮は、夜間の騒音や照明漏れを最小限にするという物理的な効果だけでなく、周辺住民の負の感情を和らげる効果も期待できる。



出典：JICA 調査団

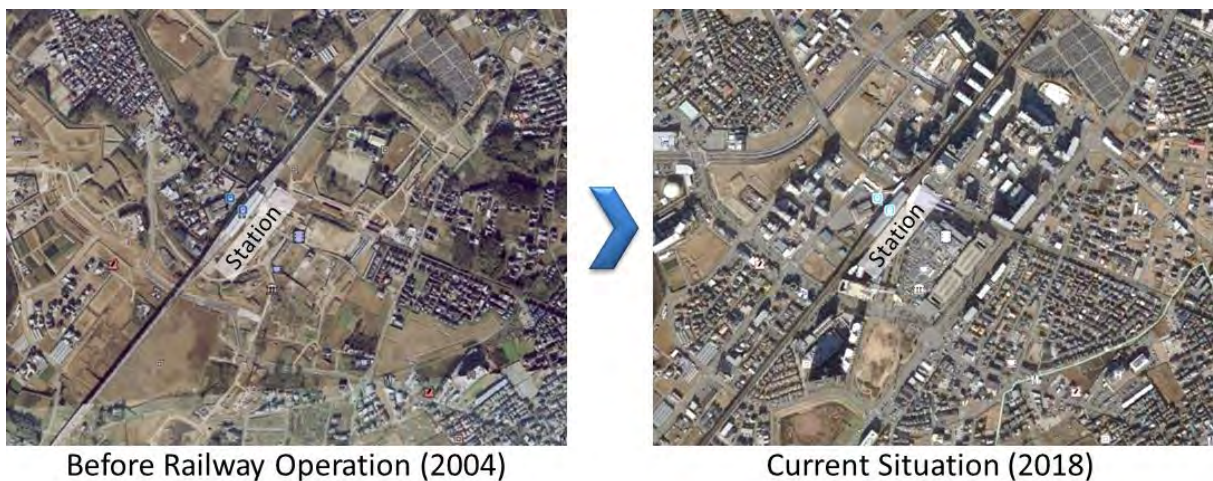
図 6.6.3 喜多見車両基地（小田急電鉄）の事例

6.6.5 都市開発と鉄道整備の一体開発

本調査で提案する北側ルートは、都市開発と鉄道整備を一体的に行うことにより、新たな交通需要を生み出して交通トリップの分散・交通渋滞の緩和を図るものであり、KVDA に期待する役割は大きい。しかしながら、KVDA はこれまでに衛星都市の十分な開発経験を有していないため、能力強化を図ることが必要不可欠である。

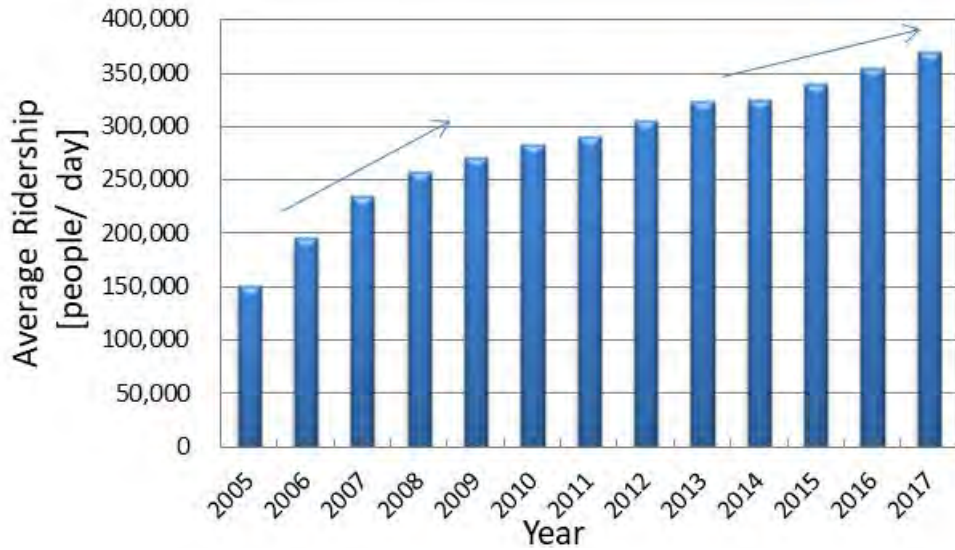
日本は、つくばエクスプレスにおいて都市開発と鉄道整備を一体的に行った経験を有している。図 6.6.4 につくばエクスプレスの流山おおたかの森駅の開発事例を示す。新たな道路及び住宅地が鉄道とともに整備され、現在では宅地や商業地が多く広がっているのが分かる。また、図 6.6.5 の開業後のつくばエクスプレスの利用客数の推移に示されるように、沿線の都市化が現在も進んでおり、開業後 13 年経った現在においても乗客数は増加傾向にある。

都市開発と鉄道の一体整備は、ネパールにとって初めてであることから、こうした事例及び経験をもとに能力強化を行うことを推奨する。



出典：JICA 調査団

図 6.6.4 流山おおたかの森駅（つくばエクスプレス）の開発事例



出典：流山市ホームページ

図 6.6.5 つくばエクスプレス利用客の推移

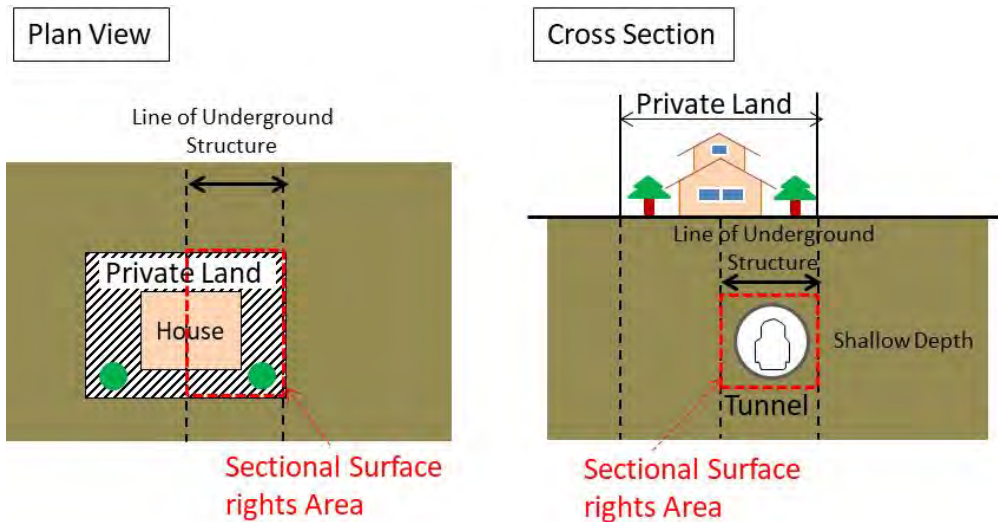
6.6.6 地下空間の利用（都市内／空港滑走路直下）

(1) ネパール

ネパールでは、都市内の民間用地の地下空間に対して、地下の公共インフラ施設の整備における地下空間の活用に関する法律や技術的な基準が定まっていない。カトマンズ盆地の西側に位置する Nagdhunga トンネルにおいて、地表の家屋に対する対応が検討され、地下空間利用の法制化が試みられたとの情報はあがるが、これまでにその進展は見られない（4.7.5 項参照）。

(2) 日本の事例

日本では民地の下に地下構造物を建設する場合には、大深度である場合を除いて、地下構造物の通る範囲に区分地上権を設定することが法制度上可能である。区分地上権は、図 6.6.6 に示す通り、トンネル構造部の幅と高さに加えて管理幅等を加えて設定されるのが一般的である。区分地上権が設定された土地では、土地所有者は土地を所有したままで建物等の敷地として引き続き利用できるため、建物移転を行う必要はないが、補償費が支払われる代わりに土地利用が制限される。下記に一般的に制限される 4 項目について示す。



出典：JICA 調査団

図 6.6.6 区分地上権設定範囲

- 区分地上権設定範囲については、掘削等又は形質の変更をすることができない（例：区分地上権設定範囲内への杭基礎及び井戸進入が制限されるなど）。
- 区分地上権設定範囲の上部から一定の範囲において、土地の掘削等又は形質の変更を行う場合は、あらかじめ設計・工法等について鉄道施設管理者に協議・届出が必要となる。
- 区分地上権設定範囲の直上において、設定された最大荷重を超える建物及び工作物を建設することができない（例：建築可能な建物の回数が制限されるなど）。
- 土地の掘削及び形質の変更を行う場合は、区分地上権の設定範囲の直上において最小荷重以下とする掘削はできない（例：区分地上権設定範囲の直上において、土砂の掘削が制限されるなど）。

本件の市街地中心部からの延伸区間においては、限られた道路空間と既往のビル等の建築物が多く存在することから、地上の高架構造物での整備は難しいことが想定されるため、上述のような地下利用が必須となると考えられる。

また、日本では上記区分地上権のほかに、用地取得に関する法として土地収用法がある。収用法は、公共事業の用地取得に当たって地権者の同意が得られない場合等に、当該土地を適正価格で強制的に取得するための法的手段である。特に、鉄道構造物等のライン上のシステムでは、1件の土地が収用できないだけで、システム全体が機能しないことが生じるため、この収用法を整備することは極めて重要である。

今後、ネパールにおいてもこういった日本の事例も参考にしながら法を整備することが必要である。

6.6.7 鉄道システムの調達

都市鉄道の整備に当たっては様々な種類のものを調達する必要がある。具体的には、車両、レール、E&M 機器、建設資材（PC ケーブル、鉄筋）などである。

特に車両については、ネパール国での組み立てが難しいことから、陸送・鉄道輸送・空輸のいずれかの方法でカトマンズ盆地まで輸送する必要がある。6.3.2 項でも述べた通り、都市鉄道として求める

車両は、都市間鉄道や高速鉄道ほどの大きさではないものの、幅 2.8m~3.0m、長さ 18~20m が望ましいとされている。

また、レールは乗り心地の向上や車輪メンテナンスの低減、さらにはロングレールにする場合の溶接個所の削減のため、一般的に 25m の長さのレールを購入・運搬し、搬入後に現場に合わせて曲げ加工やロングレール化を行う。

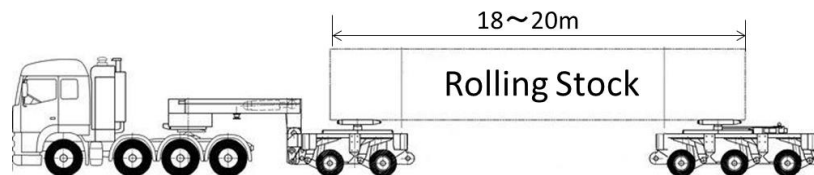
図 6.6.7 にカトマンズにおけるコンテナ輸送の現況を示す。40 フィートコンテナ (L=12m) 載せたトレーラーは、インドから狭い山岳道路を経てカトマンズに来ているため、長さが 12m 以下の E&M 機器及び建設資材については、インドから運ぶことが可能であると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 6.6.7 カトマンズにおける 40ft コンテナ輸送

一方で、車両の運搬については、図 6.6.8 に示す運搬台車を用いてチトワン経由で、交通量の少ない時間帯に特別許可を受けての陸上輸送が物理的には可能と考えられる。



出典：JICA 調査団

図 6.6.8 車両運搬トレーラー

25m レールの運搬については、詳細な検討は必要であるが、レール自体はかなり自由に曲がるため、輸送車両が曲線に追従できるものであれば物理的には問題ないと思われる。

現在整備中の Fast Track Road が整備された暁には、陸上輸送の物理的課題はさらに低減することができると考えられるが、インドからの運搬距離が長いことから、運搬費の課題が残る。特に、車両運搬については 1 トレーラー当たり 1 両の運搬となるため運搬費はもちろんのこと、運搬時間もかなりかかることが予想される。鉄道輸送の場合には、1 両ごとの運搬ではなく、1 編成ずつ運搬できるた

め、経済的かつ効率的に輸送できることから、計画中の全国鉄道が整備されていることが望ましい。なお、上述したように、全国鉄道が整備されていない場合においても、陸送により運搬することは、可能ではある。また、2018年の中国ネパール首脳会談で、中国チベット地区のシガツェからカトマンズまでの約350kmの鉄道建設についてFSを実施することになっており、2019年4月に完了するとの情報もあることから、輸送を考えるうえでこちらの動向にも注目していく必要がある。

6.6.8 地盤上のリスク





Appendix 5で述べる通り、この地区の地盤では地表から50mの深さにおいて支持地盤となり得る地盤は出現しないが、N値が10～30程度の比較的密な砂層又は粘土層が広く分布していることが判明した。詳細な検討は、詳細設計で行われる必要があるが、摩擦杭として高架構造物を支持することが十分可能であると考えられる。

可燃性ガスについては、調査した5地点のうち4地点で高濃度(4.7%～58.4%)のメタンガスが検出されている。メタンガスは、爆発を引き起こすためにある程度の酸素を必要とすることから、一般的に5～15%の濃度の範囲で爆発するとされている。しかしながら、爆発上限(15%)を超える場合でも、空気に触れることで濃度が希釈されて爆発を引き起こすことも予想されるため、注意する必要がある。従って、TBM区間で爆発下限値(5%)を超える場合には、掘削機を防爆仕様にするなど検討する必要がある。

6.6.9 Tinkune 交差点改良プロジェクトとの整合性

Tinkune 交差点は、環状道路と Araniko Highway の結接点であり、大規模な交差点改良が計画されているため、交差点改良計画と鉄道計画の整合性を確認しておく必要がある。交差点改良計画では、環状道路を高架にする案と地下にする案の2案があり、鉄道計画では、空港の下を通る北側ルートと Araniko Highway ルートの2案がある。このため、本調査では、表 6.6.1 に示す4つのパターンにおいて、鉄道の線形が物理的に計画できることを検討した。

表 6.6.1 鉄道線形検討時の各種の前提条件

項目	Alternative 1-1	Alternative 1-2	Alternative 2-1	Alternative 2-2
線形イメージ				
鉄道ルート	北側ルート (空港滑走路下)	北側ルート (空港滑走路下)	Araniko Highway 上の ルート	Araniko Highway 上の ルート
環状道路の 構造	地下構造	高架構造	地下構造	高架構造
環状道路交 差箇所での 鉄道の構造	高架構造	地下構造	高架構造	地下構造

出典：JICA 調査団

(1) Alternative 1-1 (鉄道：北側ルート、環状道路：地下構造)

Alternative 1-1 は、環状道路が地下で交差点改良され、鉄道が北側ルートで計画されるケースである。交通結節点として整備することを提案している三角地の西側に高架駅を建設し、地下の環状道路を高架構造で渡る計画であり、環状道路上の高架橋は地上道路からの桁下空頭が 5m 以上となるように、道路からレール高 (R.L) までの高さ 9.0m が確保されている。また、環状道路交差部から最急勾配 35% で空港下を通過することで、滑走路直下で土被り 2D を確保できているため、構造上問題なく計画できると考えられる。従って、Alternative 1-1 では、鉄道は特段の構造的問題を生じることなく計画することが可能であると考えられる。

(2) Alternative 1-2 (鉄道：北側ルート、環状道路：高架構造)

Alternative 1-2 は、環状道路が高架構造で交差点改良され、鉄道が北側ルートで計画されるケースである。鉄道は、交通結節点として整備することを提案している三角地から地下構造となり、環状道路交差部に地下駅が設置される。駅部の大半は、土被りが浅く開削工法で施工されるため、高架の環状道路下の平面道路は、工事中三角地に迂回しての施工となる。また、高架から地下への移行区間では、既存の道路内に幅員約 12m の鉄道構造物が設置されるので、道路の車線数の減少または土地収用が必要となる。しかし、その一方で、滑走路直下の土被りは 3D 以上確保できるため、トンネルの施工性は Alternative 1-1 よりも優れる。

(3) Alternative 2-1 (鉄道：Araniko Highway 上のルート、環状道路：地下構造)

Alternative 2-1 は、環状道路が地下構造で交差点改良され、鉄道が Araniko ルートで計画されるケースである。三角地の西側に高架駅を建設し、地下の環状道路を高架構造で渡る計画であり、環状道路上の高架橋は地上道路からの桁下空頭が 5m 以上となるように、道路から R.L までの高さ 9.0m が確保

保されている。環状道路交差後は空港の上空制限を考慮して、地下構造（Cut & Cover 工法）で計画される。その後再び高架構造となり、Jadibuti 交差点では、地上道路からの桁下空頭が 5m 以上となるように、道路から R.L までの高さ 9.0m が確保されるように計画される。ただし、地下構造から高架への移行区間では、既存の道路内に幅員約 12m の鉄道構造物が設置されるので、道路の車線数の減少または土地収用が必要となる。特に、交差点改良プロジェクトにより、道路の地下から地上への移行区間が同じような位置となる場合には、さらなる土地収用が必要となると考えられる。しかし、その土地は空港用地であるため、協議により難しいと判断される場合には、鉄道の縦断線形を変更して、地下から高架への移行区間を Jadibuti 交差点のバクタプール側にするなどの対策を講じる必要が生じる。

(4) Alternative 2-2（鉄道：Araniko Highway 上のルート、環状道路：高架構造）

Alternative 2-2 は、環状道路が高架構造で交差点改良され、鉄道が Araniko ルートで計画されるケースである。鉄道は、交通結節点として整備することを提案している三角地から地下構造となり、環状道路交差部に地下駅が設置される。駅部は、土被りが浅く開削工法で施工されるため、高架の環状道路下の平面道路は、工事中三角地に迂回しての施工となる。また、高架から地下への移行区間では、既存の道路内に幅員約 12m の鉄道構造物が設置されるので、道路の車線数の減少または土地収用が必要となる。また、駅部から最急勾配を用いて鉄道線形を地形なりに近づけた場合でも、最大で土被りが約 12m の箇所が生じるため、開削工法での施工が難しい区間が生じる。

以上より、上記 4 パターンについて検討した結果、交差点改良との組み合わせによっては多少の課題は生じるが、いずれのパターンもこの段階で構造的に不可能ではないと思われる。ただし、交差点改良の詳細設計時に、互いの構造形式を考慮した位置関係等について詳細に検討される必要がある。

6.7 円滑かつ効率的な実現に向けてのロードマップ

6.7.1 ロードマップ

都市鉄道システムの整備はネパール政府にとって初めてであるため、円滑な整備と実施を実現するためには様々な挑戦が必要である。本項では、ロードマップを提案し、将来の鉄道整備のために現時点から開始・継続されるべき項目について述べる。

鉄道開発と都市開発を一体的に行うためには、鉄道路線及び車両基地用地の確保や駅周辺開発が必要不可欠であるため、制度的な取り決めが極めて重要である。都市開発の観点では、鉄道駅の位置は、商業又は居住地域とのフィーダー輸送や歩行者及び自転車専用道の整備を考慮して決められる必要がある。従って、ロードマップの最初の項目としては、鉄道局、道路局及び KVDA の間で密なコミュニケーション・調整・協力体制（例：Task-Force Team）を確立することを提案する。

6.6.2 項に記載のとおり、Tinkune は、環状道路を戦略的に結ぶことで、公共交通機関の利用者が都市鉄道から都市バスまたは長距離バスへのスムーズな移動を提供し、それにより自家用車数を減らして交通渋滞を緩和させることができる交通結節点であるが、マルチモーダルセンターの建設には、バス交通業界、交差点改良、空港関係者など多数の利害関係者との合意形成が必要不可欠である。

技術面では、空港はカトマンズと市内とバクタプールを接続する際の物理的な障害になっている。最短距離で結ぶ場合には、TBM を空港滑走路下に適用することが提案されていることから、関係者は運行中の羽田空港滑走路下で行われた日本の経験をもとに TBM の技術的な適用方法を学ぶ必要がある。

民地又は建物の地下の所有権については、円滑な鉄道整備の実施に向けて議論されて活用される必要があり、そのためには、日本の法律や制度が参考になると思われる。また、モノハラ川沿いの利用は極めて重要であるため、KVDA と調整し、河道制御及び洪水制御とともに開発用地を作り出す方法についても検討する必要がある。

計画段階では、列車運用方法に基づいて都市鉄道システムの整備を議論することを推奨する。従って、都市鉄道の運営組織に関する議論をなるべく早く開始し、事業者の希望を鉄道システム設計に取り入れることが必要である。なお、PPP スキームが適用されたとしても、政府は民間公共事業者が都市公共交通システムとしての安全で円滑、かつ適切なサービスに関してどのように運営するかチェックする責任を負う必要があることに注意が必要であり、都市鉄道の建設運行前に、建設及び維持管理のための都市鉄道法など、必要な法整備について検討する必要がある。

最後に、建設及び運行開始に向けては、ネパール国境からカトマンズまでの物流の観点における鉄道システムの輸送（長さ 20m の車両及び長さ 25m のレールなど）要素が確保される必要がある。また、電化に向けた電力供給能力も運行開始までに確認し確保されることが重要なポイントの一つである。

上記で述べた項目を、図 6.7.1 のロードマップに示す。



図 6.7.1 円滑かつ効率的な実現に向けたロードマップ

6.7.2 ロードマップの効率的な実施について

(1) メトロ整備のリードタイムについて

メトロ、都市鉄道の整備には、計画から運行開始まで 10~20 年程度かかることが一般的である。現在円借款で実施中のブカレストメトロ 6 号線の事業形成タイムラインを JICA の案件形成フローと併せて示す。

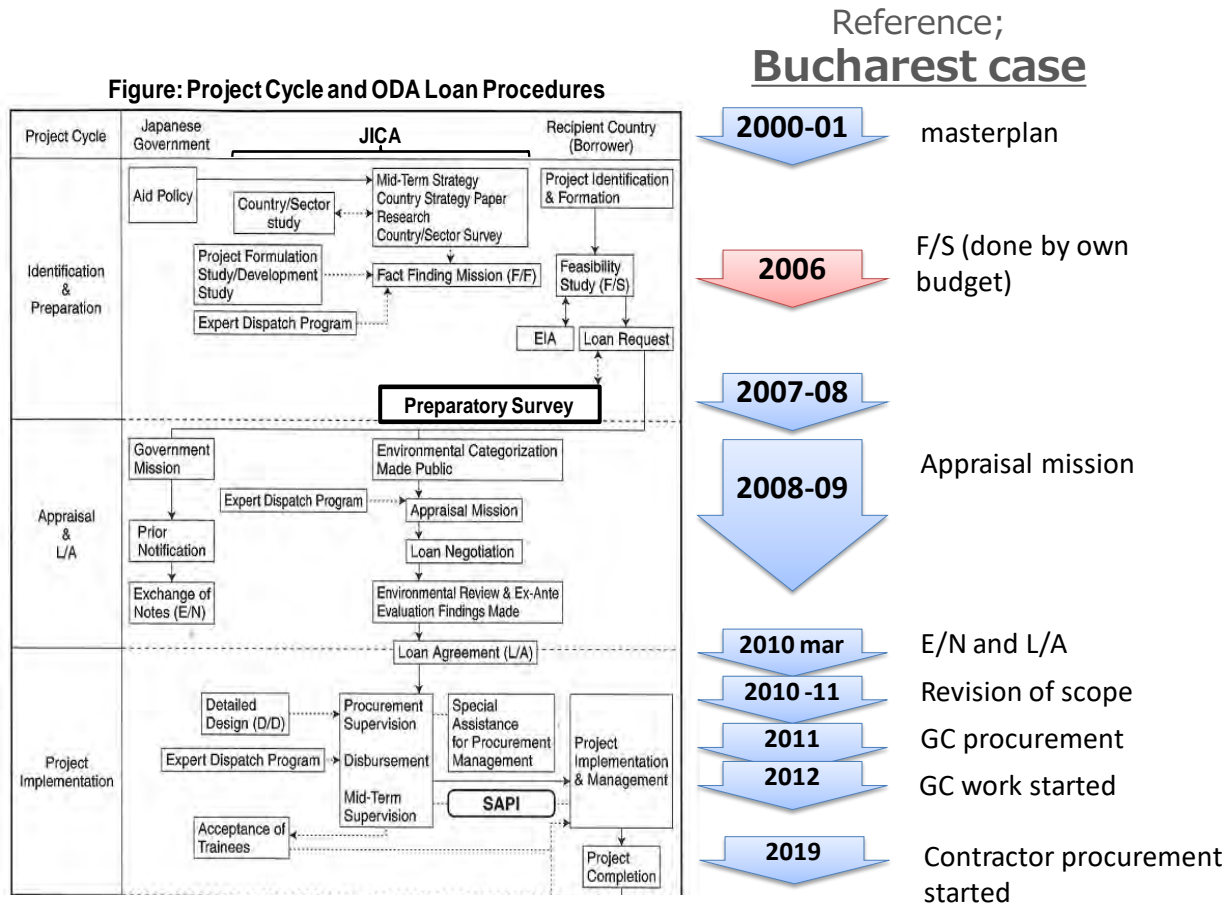


図 6.7.2 JICA の案件形成フローとブカレストメトロ案件形成・実施のタイムライン

また、BOX 1 には、アジア各都市で最初のメトロが開業したタイミングと経済社会指標との関係性について説明した。メトロ整備期間を考慮すれば、カトマンズではメトロ整備を真剣に検討する時期に来ていると言える。

(2) アジアにおける都市鉄道の整備資金提供者としての JICA

JICA は、1970 年代の北京、ソウル地下鉄 1 号線の建設を始めとして、アジア諸都市における都市鉄道、メトロ整備に長期に亘り関与してきた。表 6.7.1 に、JICA が案件形成、資金提供した最近の都市鉄道・メトロ整備事業を列記した。JICA およびその関連する日系組織は、都市鉄道開発において、インフラ建設だけでなく、計画、実施可能性検討、資金調達、開発利益還元スキーム、運営組織の設立、運営・サービスなどの全ての実施段階での経験を有している。

表 6.7.1 JICA が実施中の都市鉄道案件（2017 年 6 月現在）

都市、国	路線	資金融資条件
Jakarta, Indonesia	Jakarta MRT North-South Line	STEP
	Jakarta MRT North-South Line Extension	Not yet decided
Ho Chi Minh, Viet Nam	HCMC Metro Line 1	STEP
	HCMC Metro Line 3a	Not yet decided
Hanoi, Viet Nam	Hanoi Metro Line 2	STEP
Bangkok, Thailand	MRT Red line	Preferable Condition for environmental improvement
Manila, Philippines	Mega Manila Metro Project	STEP
	Extension of LRT Line 1	STEP
	North South Commuters Train System	STEP
Chennai, India	Chennai Metro Phase 2	Bilateral Tied Condition
Delhi, India	Delhi Metro Phase 4	Bilateral Tied Condition
Mumbai, India	Mumbai Metro Line 3	Bilateral Condition
Colombo, Sri Lanka	Colombo Elevated LRT	STEP
Dhaka, Bangladesh	Dhaka Metro Line 6	LDC condition
Panama City, Panama	Panama Metro Line 3 (Monorail)	Preferable Condition for environmental improvement
Cairo, Egypt	Cairo MRT Line 4 Phase 1	STEP

出典：Masuda, Issues and Visions of Railway Development Assistance of Japan, JORSA Report No 274, 2018

(3) メトロ整備に向けた国際会議・イベントやコミットメントの活用

メトロ整備事業は、インフラ事業の中でも初期投資が大きく関係者も多岐に亘るため、常にその実施は政治的な影響を受ける。その中で、最近の他国でのメトロ整備事例を参考にすれば、国際的なイベントや協力関係・コミットメントが、メトロ整備や交通インフラ整備に良い影響を与えたように見える（事例を下記に列挙する）。PPP によるインフラ整備は、初期段階ではうまく動くように見えるものの、政治経済的な不安定さが露呈した場合、民間事業者がその実施をキャンセルする例は多数存在する（バンコクの Hopewell 事業、ジャカルタのモノレール事業など）。国際的なイベントへの開催に関するコミットメントは、地域銀行や二国間の国際融資機関を巻き込むことなどにより、メトロ整備事業に関する政治経済的なリスクを小さくすることが出来るかもしれない。

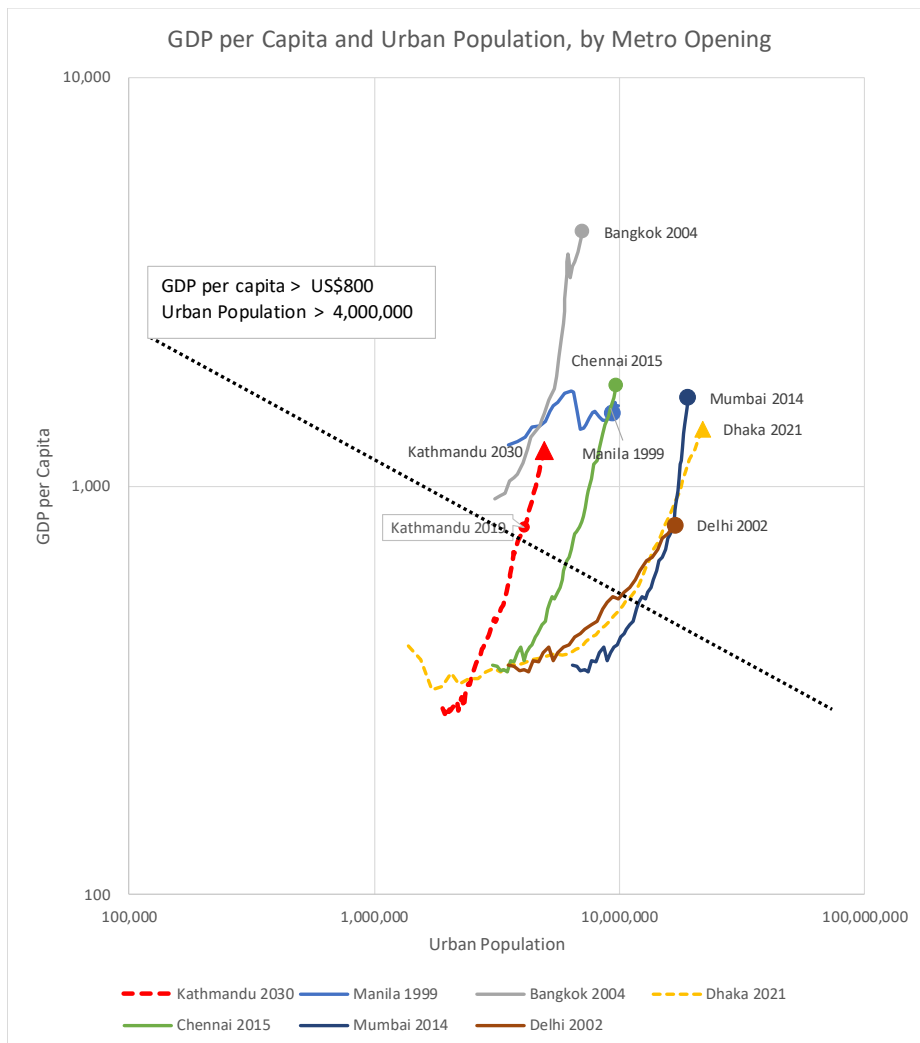
- デリー空港線地下鉄整備と 2010 年のコモンウェルスゲームズ、JICA 資金
- ジャカルタ空港線 LRT 整備と 2018 年のアジアゲームズ、自己資金
- ブカレストメトロ 6 号線と 2020 年 Euro サッカー大会（未開業）、JICA 資金
- 日本の東海道新幹線と 1964 年 10 月開催のオリンピック東京大会、世界銀行資金

BOX 1: アジア主要都市でのメトロ開業のタイミング

下表は、ネパール近隣諸都市で、最初のメトロがどのようなタイミングで開業したかを、一人あたり GDP と都市人口の関係性の推移の中でプロットしたものである。この分析で、カトマンズは既にメトロ開業をすべき領域に入っており、準備期間を考えても早期の検討が必要であると言える。

Cities	Metro Opening Year	GDP per capita (US\$, constant 2010)	Urban Population
Manila	1999	1,573	9,846,621
Delhi	2002	802	16,891,671
Bangkok	2004	4,190	7,096,699
Mumbai	2014	1,645	19,104,072
Chennai	2015	1,759	9,677,072
Dhaka	2021	Est 1,220	Est 21,735,261
Kathmandu	2030	Est 1,380	Est 4,924,467

出典：A Study Team, according to the World Bank Data



出典：A Study Team, according to the World Bank Data

第7章 結論と提言

7.1 本調査における知見と提言

7.1.1 本調査における知見

本章では、本調査で得られた知見を記述する。ネパール政府は、現在の組織改革の中で、包括的な意思決定プロセスと都市計画のための効率的・効果的な行政体制を確立することを目指している。また、設置が想定されている「カトマンズ盆地公共交通庁」が公共交通サービスの監督・指導において重要な役割を果たしていくことが期待される。

都市交通セクターにおいて、政府の補助金に頼ることなく、民間企業主導で先進な ICT ソリューションの開発と導入に関する挑戦が見られている。このような「質による免許制度を備えた自由な公共交通市場」などによる民間企業の主導の取り組みは、政府によって適切に支援され、継続されていくべきである。官民の協力によって、MaaS（移動のサービス化）などのデジタルプラットフォームが、新たな都市交通サービスの発展を促し、都市交通サービス全体の質を高めることが期待される。

2018 年夏に供用した環状道路（南側区間）の拡幅は、対象地域の道路交通に大きなインパクトをもたらした。一方で、環状道路によって市内の主要交差点への流入は減少したものの、交通事故と大気汚染はいまだに深刻な状況である。現在建設中の河川道路および関連する橋梁の供用により、環状道路内の道路ネットワークは改善する見通しだが、引き続き高い自動車による交通への依存が継続することが予想される。

一方、大量輸送公共交通システムの導入に関して、いくつかの計画、調査および提案があるが、現時点ではフィージビリティスタディーが開始されるに留まり、資金調達の見通しも立っていない。

また、環状道路外側での都市開発にともない、特にカトマンズ盆地東部において交通量の増加が予想されている。カトマンズ盆地東部からの流入地点に国際空港が立地していることや、道路ネットワークが不十分であることから、Koteshwor 交差点において、近い将来、深刻な渋滞が発生する恐れがある。

本調査では、JICA MP で作成され、その後 ADB の KSUTP-MTOPS において改良された、マクロ交通需要分析（JICA-STRADA）の結果に基づき、以下の対策を提言する。

- 長期計画：増加する東西方向の交通需要に対応するため、2030 年を目標に軌道系公共交通システムの導入が不可欠である。
- 中期計画：軌道系交通システムが導入された場合でも、Koteshwor 交差点は、環状道路と国土幹線道路の重複区間の分離などの改良が別途必要である。このような交差点改良は、建設に時間がかかるため、可能な限り早期に着手することが求められる。この交差点の改良に関連し、マノハラ河川沿いバイパス道路の新設の検討も必要となる。
- 短期計画：環状道路の整備により、通過交通は市中心部に入らず迂回することが可能となることに加え、環状道路から市中心部への流入経路が分散・増加したが、これに伴い、交差点における交通管理の重要性がより高まっている。交通管理の改善は、すぐに着手できる対策

である。また、ボトルネックとなるバグマティ川の渡河橋など、環状道路内の道路容量の拡大も重要である。

7.1.2 中期的な支援：円借款事業による交差点改良

交通需要と道路ネットワーク改善計画とをマクロに分析した結果、Koteshwor 交差点と Tinkune 交差点は、軌道系交通システムが導入された場合においても、交通需要が当該交差点の交通処理能力を超過し、深刻な交通渋滞が発生することが予想される。これは、国道（Araniko Highway と国道 2 号線）と環状道路が、当該交差点間で重複となっていることが原因である。また、Koteshwor 交差点は、右左折交通量が多く、これも交通渋滞の要因となっている。

Koteshwor 交差点の改良だけでは、重複区間によって引き起こされる問題を解決することはできないことから、Koteshwor 交差点から Tinkune 交差点までの重複区間（約 500m）を一体として立体交差する必要がある。

本調査では、地形条件、高さ方向のクリアランス、および、予測交通量を考慮して、立体交差の代替案を検討した。その結果、以下に示す代替案を提案する。

- 代替案 4-1：環状道路（南北間）をアンダーパスで通過させる
- 代替案 4-2：環状道路（南北間）をフライオーバー（高架橋）で通過させる
- 代替案 5：Araniko Highway 側から、国道 2 号線（都心方向）と環状道路（北側）への 2 方向に分かれたアンダーパスでつなぐ

調査団は、上記の代替案について予備設計を行い、それぞれの代替案に対する、長所や短所を明らかにした。

当該区間は既に混雑しており、建設スペースの確保が難しいことから、今後、代替案の検討・選定を進めるにあたり、建設費や建設期間などに加えて、総合的に比較検討を進める必要がある。検討すべき項目としては、以下が挙げられる。

- 工事中の通行止め/制限による影響（影響を受ける車両や歩行者の数など）
- 必要な用地取得面積/コスト
- 地上レベルでの歩行者、バス、BRT などの動線・アクセス
- 将来の都市鉄道システムの構造物、およびマルチモーダルハブ（バスターミナルと都市鉄道駅の複合施設）との空間的な調整
- 地震・洪水リスク
- 維持管理費、更新費用
- 当該区間で導入する新しい建設技術の他区間での適用可能性
- 都市景観、周辺構造物への影響

環状道路では、50m 以上の ROW が確保されているはずが、法的文書のレビューにより、ROW が一部区間で減らされていることが判明した。代替案 4-2 の場合、Koteshwor 交差点では用地取得が必要となる可能性が高い。

ネパールの法律に基づき、提案された道路改善プロジェクトの全てに対して環境影響評価（EIA）が必要となる。また、住民移転の規模によっては、住民移転計画（RAP）も必要となる可能性がある。EIA は、スコーピングに約 2.5 か月、調査/承認に 3.5 ヶ月程度を要すると考えられる。

マノハラ川沿いの道路は、Koteshwor 交差点の渋滞緩和のために有効性が極めて高いと考えられる。この道路は、Araniko Highway と環状道路（南側区間）を行き来する交通量を分散させる機能がある。マノハラ川バイパスは、上記の解決策とともに、Araniko Highway や環状道路とスムーズな接続を実現し、十分な容量を確保して整備されることが望まれる。

現時点の経済分析では、この交差点改良案による十分な効果は確認できていない。新しいアプローチにより、交通流の改善効果を適切に推計することが必要となる。具体的には、ミクロシミュレーションの実施、人口予測の見直し、マノハラ川バイパスの開通との相乗効果などの検討により、経済分析結果が改善する可能性がある。

Maitighar、Thapathali、Tripureshwor、New Baneshwor の交差点における混雑については、ネパールの都市部の道路幅員が他国と同等程度（2.8～3.25m）になれば、信号制御によって制御可能という分析結果を得た。この結果に基づき、調査団は、これらの交差点において、現行のラウンドアバウトから信号制御に変更することを提案した。

7.1.3 短期的な支援: 交通管理プロジェクトと民間主導による新技術導入支援

都市交通の抱える問題把握のために、収集したデータに基づき、カトマンズ都市交通改善のための、技術協力、中小企業・SDGs ビジネス支援事業、無償資金協力など、JICA 支援スキームの活用可能性があるプロジェクトを検討した。

技術協力（TA）スキームに対しては、交通管理・制御の向上が候補として挙げられた。これには、以下の成果目標・活動が含まれる。

- エンジニアリング：交差点の設計容量の改善（設計ガイドライン（例：都市部における車線幅、バイクの先出し停車帯、車線およびバス停の配置、交差点形状の改良）、交通信号制御、および、交通管理・制御のための安全施設・機器）
- 教育：交通マナーを守るなど、安全な自動車運転・横断歩道横断のための安全意識の向上
- 実施・取り締まり：バス停の運用などを含む運転規則の順守、駐車に関する政策、交通混雑状況・交通規制などの発信

技術協力（TA）には、ネパール政府職員とともに実施する経験豊富な専門家の派遣とともに、パイロットプロジェクトの実施予算、および、本邦ないしは第 3 国におけるネパール政府職員の能力強化プログラムが含まれる。パイロットプロジェクトの結果、本施策が効果的であり、より広範囲での実施が望ましいと評価された場合においては、無償資金協力に関する議論もあり得る。

中小企業・SDGs ビジネス支援事業スキームに関しては、EV 近代化プログラムのもと、EV-tempo や EV バスの導入が候補として挙げられる。このプログラムは、当該分野での実務経験のある本邦企業と共同して、適切な運用管理システムを備えた効率的なバッテリーおよび充電システムを開発することが考えられる。また、IC カードによる運賃収受の近代化については、民間企業が現地政府機関に承認されれば、JICA 支援事業の候補の一つになる可能性もある。

7.1.4 長期的な支援: 都市鉄道整備

カトマンズ盆地における都市鉄道システムの整備に関する既往の提案・計画をふまえ、東部地域で想定されている都市開発を支えるような複数の路線案を提案した。

都市鉄道システムの導入に関する、整備の基本的な原則を提案した。

- 都市鉄道システム（電化）は、高速であること、快適な乗り心地であること、十分な輸送力を有すること、フィーダー公共交通サービスと良好な接続を実現することを、旨とする。
- 都市鉄道システムは、関連する多くの雇用および様々な業態のサービス産業を創出する可能性を有することが特徴である。

上記の整備原則を満たすためには、技術的に重要なものとして、デポ用地（検修施設および留置線、6～7 ヘクタール以上）の確保と、適切なサイズの車両（車両幅：2.8～3.0m、車両長：18～20m）を選択することが重要となる。

現地調査および都市開発計画にもとづき、市内中心部からバクタプールに至るルートとして、2ルート：(1) 北ルート（14.7km）、(2) Araniko Highway ルート（14.3km）を提案した。北ルートの場合、KVDA が実施中の都市開発計画に都市鉄道整備を組み込むことが推奨される。また、モノハラ川に沿ったルートとなっているため、モノハラ川に治水対策を実施した上で河川周辺の土地の利活用を進める契機となる。

ネパール政府の財政状況については、堅調な GDP 成長率 7.9%（2017 年）を記録し、2003 年には GDP の 60%であった政府の債務残高が GDP の 26.4%（2017 年）にまでに減少するなど、債務リスクは低い状態を維持していると言える。現在、鉄道部門は依然として運輸部門の予算のごく一部を占めるに留まっているが、近隣諸国における都市鉄道部門へ ODA 援助の時期をみると、ネパールにおける一人あたりの GDP は、他の周辺諸国が都市鉄道に対して ODA 援助を受けた最初の年の一人あたりの GDP を上回っており、都市鉄道整備の時機を迎えていると言える（バングラデシュ：541 米ドル（2007 年）、ネパール：849 米ドル（2018 年））。

鉄道整備を円滑に実現するためには、下記のような取り組みが必要である。

- 都市鉄道整備と都市開発に向けた相互協力や調整が可能となる組織的取り組み（例：MOPIT-DORW（鉄道局）、DOR（道路局）、および KVDA）。
- 公共交通利用者の利便性向上のため、乗換拠点の整備（Tinkune 地域を想定）。
- 最短ルートでの整備が必要な場合は、空港滑走路の直下に、トンネル・ボーリング・マシン（TBM）の適用が求められる。日本では、運用中の羽田空港滑走路の地下に、TBM による軌道敷設が適用された実績がある。
- 私有地/建物下の地下空間の土地所有権について検討の上、活用する必要がある。
- ネパール国境からカトマンズまで、鉄道システムに必要な資機材の搬入ルートを確保する必要がある（20m 程度の長さの車両、25m となるレールなど）。

円滑な都市鉄道システムの実現のため、必要な工程・時間枠を考慮した「ロードマップ」を策定することが望ましい。

現在、ネパールには地下空間の所有権に関する規制が存在しない。実施中の Nagdhunga トンネル建設事業に続いて、トンネル工事に関連する適切な法的ガイドライン整備を提案するコンセプトノート案が政府に提出されたものの、2019年3月現在、特に動きは見られていない状況である。

7.1.5 提言

中期的な支援としての Koteshwor - Tinkune 交差点改良については、先進的な建設技術の適用性を考慮して、土木構造を決定するための多基準評価を前提とした FS 調査を進めることが望ましい。これに加えて、マノハラ川の河川沿いの道路整備は、Araniko Highway から環状道路（南）への交通分散を図るために検討を進める必要がある。

ネパール政府は、JICA の技術協力プログラムを活用した短期的な支援の実現に向けて、交通管理・制御にかかる能力強化に係る正式な要請をすることが望ましい。また、ネパール現地企業および本邦企業が EV 近代化プログラムに前向きな場合は、中小企業・SDGs ビジネス支援事業スキームの適用も期待される。

長期的な支援の候補である都市鉄道システムの整備においては、KVDA が主導する新都市開発計画と連携し、路線や車両基地の用地の確保を進める必要がある。

7.2 提言：カトマンズ盆地における質の高い都市交通の実現に向けて

(1) 交差点交通容量の最大化

カトマンズ盆地の都市交通における課題は交差点にある。自動車台数の増加に伴い、既存交差点は増大する交通量を処理できなくなっている。この結果、交通渋滞や大気汚染が引き起こされている。言い換えれば、交差点改良は、都市の成長を最大化する可能性を秘めているのである。本調査では、短期/中期/長期に分け、様々な交差点改良策を提案した。

短期的な支援としては、Maitighar 交差点と New Baneshwor 交差点の2か所で実施される、小規模のパイロットプロジェクトが挙げられる。Maitighar 交差点では、事故発生を抑制し、交差点容量を確保するため、バス停の再配置や車線見直しを提案した。New Baneshwor 交差点では、効率的な交通制御のため、路面標示として「バイク先出し停車帯」を提案した。これにより、交差点におけるオートバイの流動が改善する可能性がある。これに加えて、その後の短期的な支援として、技術協力 (TA) による関連政府機関の連携強化を提案した。交差点改良は、政府機関同士、特に DOR や交通警察間の連携した対応が求められる。

その他の短期的な支援として、道路幅員規定の見直しとそれに伴う交差点改良が挙げられる。標準的な国道の幅員は 3.5m であるが、用地取得の制約から都市部では確保できない場合が多い。調査団は、その地域の交通状況に合わせて幅員を 2.75m から 3.5m の範囲で調整する柔軟な道路設計を提案した。これにより、小規模な交差点であっても車線数を増加させることができ、交差点処理が改善する。

Koteshwor - Tinkune 交差点における立体交差も同様のコンセプトに基づくものである。需要予測の結果による将来交通量に対応するには用地が限られているため、本調査では立体交差により新たに4車線を確保するというものである。現時点では、立体交差後も尚、カトマンズ盆地東部からの交通量

は **Koteshwor** に集中し、渋滞は解消されない見込みであることや、整備費用の観点から整備妥当性には検討の余地があるが、今後マイクロ分析を行うことで妥当性が認められる可能性がある。

長期的な支援では、**Tinkune** 交差点において、東西の鉄道路線、バス、BRT、地区交通のマルチモーダル結節点を整備することを提案した。立体交差と都市鉄道整備は、**Tinkune** 交差点でそれぞれの構造物が干渉しないよう計画した。その他、道路の立体交差提案は、空港の空域規制を考慮している。

ネットワーク分析の結果、少数の立体交差への多額の投資よりも、道路網構築の重要性が高いことが明らかとなった。調査団は、市中心部の **T-M** 交差点や **New Baneshwor** への多額の投資は避け、適切に管理された小規模の交差点群により構成された道路網構築により、交通量を分散させることを提案した。

面的・連続的な交差点改良は、交通の円滑化、渋滞の減少、より快適な移動の実現など様々な効果が期待でき、都市に大きな利益をもたらす。これにより、短期間で安全性の向上を図ることができる。この結果、人々の生活行動は活発となり、更なる経済・社会の発展の原動力となるだろう。さらに、このような交差点改良は将来の交通イノベーションの礎となるものであり、公共交通の近代化や ITS 技術が既に発展しつつあるカトマンズでは、特に期待できるアプローチである。

(2) 都市交通への新たなパラダイムシフト

ネパールの都市交通セクターに係る政府機関は、変化の時期を迎えている。連邦制導入により、強い中央政府が解体され、行政再編が進んでいる。カトマンズ盆地では、交通渋滞や大気汚染の問題の公約として掲げた自治体首長が 18 人選出された。また、都市交通問題に対応するため、カトマンズ盆地交通局が設立される見込みもある。

前述の通り、ネパールの道路設計基準では、ネパール全土の多車線道路において 3.5m の幅員の確保を義務付けている。この基準は、全国網を形成する都市間道路整備には適しているが、カトマンズ盆地のような都市部においては、都市交通を重視し、道路基準の多様なあり方を模索すべきである。

調査団が提案する交差点改良に係る技術協力の主目的は、車線の幅員規制の柔軟な運用、公共交通サービスや歩行者、NMV との調和など、道路セクターにおける都市モビリティの概念を形成し、その上で道路空間におけるそれぞれの干渉を最小限に抑えることである。すなわち、カトマンズの道路 (Road) を、「街路 (Street)」として再設計することが必要である。

「街路」は旅客・歩行者への空間を包含する必要がある。長期計画で提案されたように、**Koteshwor** と **Tinkune** の街路では、(極端に言えば空港旅客の動きまで想定した) マルチモーダル結節点機能の提供も検討すべきである。**Koteshwor** の交差点改良は、立体交差を実現することで、地上レベルで結節点機能を提供することが可能になり、その他の主要交差点では、短期の対策にて交差点改良を実施することで空間を確保することが可能となる。

新たなモビリティに関する動きも活発だ。「LetZ Go」アプリケーションは、デジタルプラットフォーム上に個々のバス運行を表示することができ、統合された交通サービスを利用者に提供している。短期事業にて提案した標準的かつ互換性のある料金収受システム案は、シームレスな移動体験を実現するものである。

長期計画では、今後開発が想定される新都市の住民をターゲットにすべく、Araniko Highway 沿線ではなく、北振りした鉄道ルートを提案した。

(3) 交通を通じた都市のブランド化

カトマンズの都市化は新時代を迎えている。社会的・経済的活力と地理的重要性から、ネパールの首都は南アジアにおける地域ハブ都市になる大きな可能性を秘めている。都市間競争が進む中、集客力を高めるため都市にはブランド化が必要であり、カトマンズは常にユニークである必要がある。

長期計画で提案された都市鉄道は、都市競争での優位性を得るための「特急券」となる。都市鉄道の整備は、都市に、定時制、安全性、高エネルギー効率、都市景観などの新規イメージを与える。SAFA tempo は、ユニークではあるが、現在の技術と比較すれば、彼らの使っている 20 年前のスペックは時代遅れになってしまった。しかし、短期対策の中で提案されたシステムの一新により、カトマンズのエコ・シンボルへと変わるポテンシャルを有している。Tinkune 交差点のマルチモーダルハブは、カトマンズを訪問する外国人にとってユニークな玄関口へとなるだろう。

都市部における交通静音化や公共交通の整備、歩行者指向型の開発も、都市のブランド化の手法の一つであり、その都市の魅力を高めるものである。