

インド国
マハラシュトラ州プネ市

インド国
プネ市都市鉄道事業準備調査
(PPPインフラ事業)
ファイナル・レポート

平成 25 年 6 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 東 芝
株式会社 国際開発センター

| |
|--------|
| 民連 |
| JR(先) |
| 13-066 |

インド国
マハラシュトラ州プネ市

インド国
プネ市都市鉄道事業準備調査
(PPPインフラ事業)
ファイナル・レポート

平成 25 年 6 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 東 芝
株式会社 国際開発センター

プネ市都市鉄道事業準備調査（PPP インフラ事業）

ファイナル・レポート

目次

略語表

ページ

第 1 章 調査および事業概要

| | |
|--------------------------------|------|
| 1.1 業務実施の方法..... | 1-1 |
| 1.1.1 調査の背景..... | 1-1 |
| 1.1.2 調査の目的..... | 1-2 |
| 1.1.3 調査業務実施の方法..... | 1-2 |
| 1.1.4 調査実施のアプローチ..... | 1-6 |
| 1.1.5 調査の実施体制とスケジュール..... | 1-8 |
| 1.2 事業概要..... | 1-11 |
| 1.2.1 対象路線..... | 1-11 |
| 1.2.2 プネーヒンジャワディ都市鉄道の基本諸元..... | 1-12 |
| 1.2.3 事業の主眼..... | 1-13 |

第 2 章 プネ地域の現状と課題および開発の方向

| | |
|---------------------------------|------|
| 2.1 マハラシュトラ州の政策および法制度..... | 2-1 |
| 2.1.1 マハラシュトラ州の概要..... | 2-1 |
| 2.1.2 法制度..... | 2-3 |
| 2.1.3 都市開発および交通にかかる政策..... | 2-5 |
| 2.2 プネ地域の現状と課題..... | 2-5 |
| 2.2.1 プネ都市圏の現状と課題..... | 2-5 |
| 2.2.2 プネ市の現状と課題..... | 2-10 |
| 2.2.3 ピンプリチンチワッド市の現状と課題..... | 2-14 |
| 2.2.4 ヒンジャワディ工業団地の現状と課題..... | 2-17 |
| 2.3 プネ地域の開発の方向..... | 2-19 |
| 2.3.1 プネ市の都市計画..... | 2-19 |
| 2.3.2 ピンプリチンチワッド市の都市計画..... | 2-21 |
| 2.3.3 ヒンジャワディ地区の開発計画..... | 2-23 |
| 2.3.4 プネ市総合交通計画..... | 2-25 |
| 2.3.5 ピンプリチンチワッド市総合交通計画..... | 2-26 |
| 2.3.6 ヒンジャワディ産業団地総合マスタープラン..... | 2-27 |
| 2.3.7 BRT 計画..... | 2-29 |
| 2.3.8 MRT 計画..... | 2-31 |
| 2.3.9 高速鉄道計画..... | 2-33 |

第 3 章 交通需要予測

| | |
|---|------|
| 3.1 目的及び背景..... | 3-1 |
| 3.1.1 目的..... | 3-1 |
| 3.1.2 背景..... | 3-1 |
| 3.2 交通需要予測モデルについて..... | 3-3 |
| 3.3 交通調査..... | 3-4 |
| 3.4 交通調査結果..... | 3-5 |
| 3.4.1 道路現況調査..... | 3-5 |
| 3.4.2 速度調査..... | 3-6 |
| 3.4.3 スクリーンライン調査..... | 3-8 |
| 3.4.4 コードンライン調査..... | 3-11 |
| 3.4.5 断面交通量調査..... | 3-13 |
| 3.4.6 バス乗客者数の調査..... | 3-14 |
| 3.4.7 バス乗降者数の調査..... | 3-14 |
| 3.4.8 OD 調査..... | 3-15 |
| 3.4.9 選好意識調査..... | 3-19 |
| 3.5 モデルの更新・妥当性..... | 3-21 |
| 3.6 PMR の将来社会経済フレーム..... | 3-24 |
| 3.7 PMR の将来交通計画..... | 3-26 |
| 3.7.1 PMC/PCMC の将来インフラ計画..... | 3-26 |
| 3.7.2 Hinjawadi 交通ネットワークの将来改良..... | 3-27 |
| 3.7.3 駅の構造種類及び駅間距離..... | 3-28 |
| 3.8 LRT における 2018 年、2028 年、2038 年の予測..... | 3-28 |
| 3.9 まとめ..... | 3-33 |

第 4 章 プネーヒンジャワディ都市鉄道のコンセプトデザイン

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 4.1 プネーヒンジャワディコリドールの現状と開発戦略..... | 4-1 |
| 4.1.1 プネーヒンジャワディコリドールの現状..... | 4-1 |
| 4.1.2 プネーヒンジャワディコリドールの開発戦略..... | 4-2 |
| 4.2 プネーヒンジャワディコリドールの需要予測..... | 4-3 |
| 4.2.1 プネーヒンジャワディコリドールの需要予測と運賃レベル..... | 4-3 |
| 4.3 プネーヒンジャワディコリドールの都市鉄道の整備方針..... | 4-4 |
| 4.3.1 プネーヒンジャワディコリドールの駅地計画と路線計画..... | 4-4 |
| 4.3.2 プネーヒンジャワディコリドールの鉄道システム..... | 4-5 |
| 4.4 事業の実施..... | 4-5 |

第 5 章 プネーヒンジャワディ都市鉄道の整備計画

| | |
|-----------------|-----|
| 5.1 整備計画方針..... | 5-1 |
| 5.1.1 検討条件..... | 5-1 |
| 5.1.2 路線計画..... | 5-3 |

| | |
|--|-------|
| 5.2 対象路線の現状把握（地質・地下埋設物・その他支障物等） | 5-16 |
| 5.2.1 地質状況 | 5-16 |
| 5.2.2 地下埋設物 | 5-17 |
| 5.2.3 支障構造物および樹木 | 5-17 |
| 5.2.4 地震事情 | 5-18 |
| 5.3 需要予測と運行計画 | 5-19 |
| 5.3.1 需要予測 | 5-19 |
| 5.3.2 運行計画 | 5-19 |
| 5.4 土木施設計画 | 5-26 |
| 5.4.1 高架部 | 5-27 |
| 5.4.2 地上部 | 5-39 |
| 5.4.3 車両基地 | 5-41 |
| 5.5 鉄道システム計画 | 5-46 |
| 5.5.1 全体システム概要 | 5-46 |
| 5.5.2 軌道システム | 5-52 |
| 5.5.3 車両システム | 5-54 |
| 5.5.4 信号システム | 5-56 |
| 5.5.5 通信システム | 5-59 |
| 5.5.6 電力・変電システム | 5-61 |
| 5.5.7 運賃収受システム | 5-62 |
| 5.6 駅周辺開発計画 | 5-64 |
| 5.6.1 施設概略規模の検討 | 5-64 |
| 5.6.2 St 2 シバジナガール駅（Shivaji Nagar Station） | 5-65 |
| 5.6.3 St12 州病院駅（State Hospital Station） | 5-71 |
| 5.6.4 St15 ワカドチョーク 2 駅 | 5-75 |
| 5.7 施工計画 | 5-77 |
| 5.7.1 高架部 | 5-77 |
| 5.7.2 用地取得 | 5-93 |
| 5.8 実施スケジュール | 5-94 |
| 5.8.1 建設着手までのスケジュール | 5-94 |
| 5.8.2 建設スケジュール | 5-94 |
| 5.9 概算事業費 | 5-97 |
| 5.9.1 概算事業費の算出区分 | 5-97 |
| 5.9.2 土木・建築施設概算事業費 | 5-98 |
| 5.9.3 鉄道システム概算事業費 | 5-99 |
| 5.9.4 コンサルタント費 | 5-100 |
| 5.9.5 物価変動および予備費 | 5-100 |
| 5.9.6 インド中央政府および州政府税 | 5-100 |
| 5.9.7 保守運営費 | 5-100 |
| 5.10 運営計画 | 5-101 |

| | | |
|---------------------|---------------------------------------|-------|
| 5.10.1 | 組織計画 | 5-101 |
| 5.10.2 | 管理計画 | 5-103 |
| 5.10.3 | 教育・訓練計画 | 5-105 |
| 第 6 章 民間導入施設 | | |
| 6.1 | 整備計画方針 | 6-1 |
| 6.2 | 車両基地駅 (St18 RGIP Phase 4) 開発検討案 | 6-1 |
| 第 7 章 環境社会配慮 | | |
| 7.1 | インド国における環境法規・体制 | 7-1 |
| 7.1.1 | 環境社会配慮関連法規・体制の概要 | 7-1 |
| 7.2 | 予備環境評価 | 7-14 |
| 7.2.1 | プロジェクト立地環境 | 7-14 |
| 7.2.2 | 環境チェックリスト | 7-15 |
| 7.2.3 | 環境初期スコーピング | 7-21 |
| 7.3 | RAP 予備調査 | 7-27 |
| 7.3.1 | 土地収用関連法規 | 7-27 |
| 7.3.2 | 用地買収箇所一覧 | 7-31 |
| 7.3.3 | LRT 路線 | 7-33 |
| 7.3.4 | 車両基地建設予定地 | 7-35 |
| 7.4 | 二酸化炭素排出量予備検討 | 7-38 |
| 7.4.1 | はじめに | 7-38 |
| 7.4.2 | 検討結果 | 7-38 |
| 7.5 | 環境社会配慮調査の ToR 案 | 7-40 |
| 7.5.1 | はじめに | 7-40 |
| 7.5.2 | 基本対処方針 (環境緩和策) | 7-41 |
| 7.5.3 | EIA 調査対象範囲 | 7-42 |
| 7.5.4 | ToR (案) | 7-46 |
| 7.5.5 | 土地取得交渉支援 | 7-50 |
| 7.5.6 | 環境管理計画基本方針 | 7-52 |
| 7.5.7 | リチウムイオン電池の環境社会配慮面での検討 | 7-53 |
| 7.5.8 | マハラシュトラ州における電子機器廃棄 (e-waste) 処理ガイドライン | 7-55 |
| 7.5.9 | バーゼル条約 | 7-55 |
| 7.5.10 | プロジェクト実現のために当該国が成すべき事項 | 7-56 |
| 第 8 章 事業効果 | | |
| 8.1 | JICA における事業評価の概要 | 8-1 |
| 8.1.1 | 各段階における評価の概要 | 8-1 |
| 8.1.2 | 継続的評価のための指標設定 | 8-2 |
| 8.2 | 本事業における事業効果の評価の枠組み設定 | 8-3 |
| 8.2.1 | 本事業における事業効果の評価指標の設定 | 8-3 |

図表リスト

図リスト

| | ページ |
|---|------|
| 図 1.1.1 業務全体のフローチャート | 1-7 |
| 図 1.1.2 業務従事者の体制図 | 1-10 |
| 図 1.2.1 プネ地域 Urban Transport システム導入計画 | 1-11 |
| | |
| 図 2.1.1 マハラシュトラ州（ムンバイーブネ）の地形図 | 2-1 |
| 図 2.2.1 プネ都市圏地域計画 | 2-7 |
| 図 2.2.2 プネ都市圏の人口の変遷 | 2-8 |
| 図 2.2.3 プネ都市圏の開発方針と開発動向 | 2-10 |
| 図 2.2.4 プネ市域の変遷 | 2-11 |
| 図 2.2.5 プネ市の人口密度分布（2001 年） | 2-12 |
| 図 2.2.6 交通機関分担率（プネ市内の内ー内トリップ：2008 年） | 2-13 |
| 図 2.2.7 プネ市の自動車・バイク保有登録台数の変遷 | 2-13 |
| 図 2.2.8 ピンプリチンチワッド市域の変遷 | 2-14 |
| 図 2.2.9 ピンプリチンチワッド市の人口密度分布（2001 年） | 2-15 |
| 図 2.2.10 交通機関分担率（ピンプリチンチワッド市内の内ー内トリップ：2008 年） | 2-16 |
| 図 2.2.11 ピンプリチンチワッド市の自動車・バイク保有登録台数の変遷 | 2-16 |
| 図 2.2.12 ヒンジャワディ工業団地計画図 | 2-17 |
| 図 2.2.13 ヒンジャワディ工業団地内企業のシフト制採用状況 （2008 年時点 サンプル調査結果） | 2-18 |
| 図 2.2.14 ヒンジャワディ工業団地へ流入・流出交通の目的地および出発地 | 2-18 |
| 図 2.2.15 ヒンジャワディ工業団地の交通機関分担率（2008 年時点 16 時間調査結果） | 2-19 |
| 図 2.3.1 プネ市開発計画における土地利用図 | 2-20 |
| 図 2.3.2 ピンプリチンチワッド市開発計画における土地利用図 | 2-22 |
| 図 2.3.3 フェイズ 1 レイアウトプラン | 2-24 |
| 図 2.3.4 フェイズ 2 レイアウトプラン | 2-24 |
| 図 2.3.5 フェイズ 3 レイアウトプラン | 2-25 |
| 図 2.3.6 プネ市総合交通マスタープラン（2031 年） | 2-26 |
| 図 2.3.7 ピンプリチンチワッド市総合交通マスタープラン | 2-27 |
| 図 2.3.8 ヒンジャワディ地区総合マスタープランおよび本調査の対象路線 | 2-28 |
| 図 2.3.9 JNNURM による BRT 事業のコリドー | 2-30 |
| 図 2.3.10 MRT 計画および本調査の対象路線 | 2-32 |
| 図 2.3.11 ムンバイーブネ間高速鉄道路線図 | 2-33 |
| | |
| 図 3.1.1 PMC 人口成長率 | 3-1 |
| 図 3.1.2 PCMC 人口成長率 | 3-2 |
| 図 3.1.3 PMR 自動車増加率 | 3-2 |

| | | |
|----------|---|------|
| 図 3.2.1 | 交通需要予測モデルのフロー図 | 3-4 |
| 図 3.3.1 | 交通調査位置 | 3-5 |
| 図 3.4.1 | 対象コリドーの道路種別 | 3-6 |
| 図 3.4.2 | 対象コリドーでの旅行速度 | 3-7 |
| 図 3.4.3 | スクリーンライン位置での 18 時間交通量 (PCU) | 3-9 |
| 図 3.4.4 | PMC スクリーンラインのピーク時間における車種構成 | 3-10 |
| 図 3.4.5 | PCMC スクリーンラインのピーク時間における車種構成 | 3-11 |
| 図 3.4.6 | コードンライン位置での 18 時間交通量 (PCU) | 3-12 |
| 図 3.4.7 | コードンラインでのピーク時間の車種構成 | 3-12 |
| 図 3.4.8 | 対象路線および Banner 道路の 18 時間交通量 (PCU) | 3-13 |
| 図 3.4.9 | 対象路線および Banner 道路のピーク時間の交通構成 | 3-14 |
| 図 3.4.10 | 2 輪車の希望路線図 (ピーク時) | 3-16 |
| 図 3.4.11 | 乗用車の希望路線図 (ピーク時) | 3-16 |
| 図 3.4.12 | 乗用車の希望路線図 (ピーク時) | 3-17 |
| 図 3.4.13 | 対象コリドーでのトリップ種類 | 3-17 |
| 図 3.4.14 | バスに関する選好意識 | 3-18 |
| 図 3.4.15 | SP 調査の収入別での回答者 | 3-19 |
| 図 3.4.16 | SP 調査の交通手段別の回答者 | 3-20 |
| 図 3.4.17 | 交通手段別のトリップ目的 | 3-20 |
| 図 3.4.18 | SP 調査回答者の支払意思 | 3-20 |
| 図 3.5.1 | 更新したモデルのゾーニングシステム | 3-22 |
| 図 3.8.1 | 運賃レベル別のピーク時におけるピーク方向の乗客数 (部分的高架の LRT) | 3-29 |
| 図 3.8.2 | 運賃レベル別のピーク時における駅間の最大乗客数 (部分的高架の LRT) | 3-29 |
| 図 3.8.3 | 運賃レベル-2 における一日あたりの LRT 乗客数 (部分的高架の LRT) | 3-29 |
| 図 5.1.1 | 電停高架部の軌道面から 道路高までの高さ | 5-1 |
| 図 5.1.2 | 一般高架部の最低構造高さ | 5-2 |
| 図 5.1.3 | BRT との接続 | 5-7 |
| 図 5.1.4 | 路線構造および電停位置 | 5-7 |
| 図 5.1.5 | PMC 内の電停部での軌道空間配置 (地上走行区間) | 5-9 |
| 図 5.1.6 | PMC 内の電停間での軌道空間配置 (地上走行区間) | 5-9 |
| 図 5.1.7 | PCMC 内の電停部での軌道空間配置 (地上走行区間) | 5-9 |
| 図 5.1.8 | PCMC 内の電停間での軌道空間配置 (地上走行区間) | 5-9 |
| 図 5.1.9 | PCMC の BRT 計画図 | 5-10 |
| 図 5.1.10 | 縦断・平面線形図 (1/5) | 5-13 |
| 図 5.1.11 | 縦断・平面線形図 (2/5) | 5-13 |
| 図 5.1.12 | 縦断・平面線形図 (3/5) | 5-14 |
| 図 5.1.13 | 縦断・平面線形図 (4/5) | 5-14 |
| 図 5.1.14 | 縦断・平面線形図 (5/5) | 5-15 |
| 図 5.2.1 | 地質調査位置図 | 5-16 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|------|
| 図 5.2.2 | ボーリングサンプル (BH-3) | 5-17 |
| 図 5.2.3 | インドの地震規模レベル図 | 5-19 |
| 図 5.3.1 | 地上及び高架区間 | 5-20 |
| 図 5.3.2 | St1 線路配置 | 5-23 |
| 図 5.3.3 | St5 線路配置 | 5-23 |
| 図 5.3.4 | St18 線路配置 | 5-23 |
| 図 5.3.5 | St21 線路配置 (地上) | 5-24 |
| 図 5.3.6 | St21 線路配置 (高架) | 5-24 |
| 図 5.4.1 | 複線高架部の断面寸法 | 5-27 |
| 図 5.4.2 | 単線高架部の断面寸法 | 5-27 |
| 図 5.4.3 | 電停高架部 標準断面図 | 5-31 |
| 図 5.4.4 | 高架電停 標準断面図 | 5-32 |
| 図 5.4.5 | Option-1 の平面図と断面図 | 5-33 |
| 図 5.4.6 | Option-2 の平面図と断面図 | 5-34 |
| 図 5.4.7 | Option-3 の平面図と断面図 | 5-35 |
| 図 5.4.8 | Station-1 の決定位置 | 5-36 |
| 図 5.4.9 | 一般的スパン桁案の側面図・平面図 | 5-37 |
| 図 5.4.10 | 長スパン連続桁案の側面図・平面図 | 5-38 |
| 図 5.4.11 | PMC 内での一般地上部 | 5-39 |
| 図 5.4.12 | PCMC 内での一般地上部 | 5-39 |
| 図 5.4.13 | PCM 内での地上電停 | 5-39 |
| 図 5.4.14 | PCMC 内での地上電停 | 5-40 |
| 図 5.4.15 | 交差点位置図 | 5-40 |
| 図 5.4.16 | 交差点平面図—信号処理 | 5-40 |
| 図 5.4.17 | 車両基地線路配置 | 5-44 |
| 図 5.4.18 | 軌陸車の例 (マニラ LRT 1 号線) | 5-45 |
| 図 5.5.1 | 旅客需要と適応交通システム | 5-46 |
| 図 5.5.2 | 路線と最小曲線半径 | 5-47 |
| 図 5.5.3 | LRT システムの基本コンセプト | 5-48 |
| 図 5.5.4 | レールの断面比較 | 5-52 |
| 図 5.5.5 | 樹脂固定軌道断面図 (参考) | 5-53 |
| 図 5.5.6 | 車両イメージ | 5-55 |
| 図 5.5.7 | 車両内の座席配置イメージ (30m 車) | 5-55 |
| 図 5.5.8 | 軌道敷幅員の考え方 | 5-56 |
| 図 5.5.9 | PMC の BRT ルート上に設置されている BRT 優先信号 | 5-58 |
| 図 5.5.10 | Station Post において列車を充電するイメージ図 | 5-62 |
| 図 5.6.1 | LRT シバジナガール駅予定地 | 5-66 |
| 図 5.6.2 | St2 シバジナガール駅周辺状況 | 5-67 |
| 図 5.6.3 | シバジナガール駅周辺再開発案 | 5-70 |
| 図 5.6.4 | 州病院敷地内施設配置図 | 5-72 |

| | | |
|----------|---|-------|
| 図 5.6.5 | 州病院駅開発検討案..... | 5-74 |
| 図 5.6.6 | St15 ワカドチョーク 2 駅周辺開発可能性検討..... | 5-76 |
| 図 5.7.1 | 固定支保工架設工法による施工イメージ図..... | 5-77 |
| 図 5.7.2 | 固定支保工の側面図・断面図..... | 5-78 |
| 図 5.7.3 | プレキャストセグメント工法による施工イメージ図..... | 5-78 |
| 図 5.7.4 | Station-5 面図..... | 5-83 |
| 図 5.7.5 | 張出し架設工法の イメージ図..... | 5-90 |
| 図 5.7.6 | 必要用地取得位置図..... | 5-94 |
| 図 5.8.1 | 建設・開業のフェーズ区分..... | 5-95 |
| 図 5.8.2 | 実施スケジュール..... | 5-96 |
| 図 5.9.1 | 土木事業費..... | 5-99 |
| 図 5.10.1 | Calcutta Tramways Company Organizational Chart..... | 5-102 |
| | | |
| 図 6.2.1 | 開発案ケース 1..... | 6-4 |
| 図 6.2.2 | 開発案ケース 2..... | 6-5 |
| | | |
| 図 7.1.1 | インド国における環境管理体制..... | 7-8 |
| 図 7.1.2 | インド国 EIA フロー図（本事業：カテゴリーB のプロジェクト）..... | 7-9 |
| 図 7.1.3 | インド国 EIA フロー図（カテゴリーA のプロジェクト）..... | 7-10 |
| 図 7.1.4 | インド国 EIA 手続き（本事業：カテゴリーB のプロジェクト）..... | 7-11 |
| 図 7.1.5 | インド国 EIA 手続き（一般的な事業）..... | 7-12 |
| 図 7.1.6 | スクリーニング及びスコーピングのプロセス..... | 7-13 |
| 図 7.3.1 | インド国における土地収用プロセス 1（1894 年法）..... | 7-27 |
| 図 7.3.2 | インド国における土地収用プロセス 2（1894 年法）..... | 7-28 |
| 図 7.3.3 | 用地買収のプロセス（PCMC）..... | 7-31 |
| 図 7.3.4 | 用地買収箇所..... | 7-31 |
| 図 7.3.5 | Grading of the listed precincts..... | 7-35 |
| 図 7.3.6 | 車両基地エリアの区画..... | 7-36 |
| 図 7.3.7 | 農地及び各建造物の位置..... | 7-36 |
| 図 7.3.8 | ソルガム..... | 7-37 |
| 図 7.4.1 | 車種別二酸化炭素排出量（LRT 事業有り）..... | 7-38 |
| 図 7.4.2 | 車種別二酸化炭素排出量（LRT 事業無し）..... | 7-39 |
| 図 7.4.3 | LRT 事業実施に伴う車種別二酸化炭素排出量減少率..... | 7-39 |
| 図 7.5.1 | EIA 関連調査対象範囲（推定、その 1、PCMC 区間：駅番号 1～10）..... | 7-43 |
| 図 7.5.2 | EIA 関連調査対象範囲（推定、その 2、PCMC 区間：駅番号 10～18）..... | 7-44 |
| 図 7.5.3 | EIA 関連調査対象範囲（推定、その 3、IT パーク：駅番号 18～21）..... | 7-45 |
| 図 7.5.4 | 開発事業に伴う市内樹木の移植・植樹事例（プネ市、2012 年 8 月撮影）..... | 7-47 |
| 図 7.5.5 | ムラ川と LRT 計画路線..... | 7-49 |
| 図 7.5.6 | ムラ川河川状況（2012 年 11 月撮影）..... | 7-49 |
| 図 7.5.7 | EMP 体制..... | 7-53 |

表リスト

ページ

| | | |
|----------|---|------|
| 表 1.1.1 | カウンターパート | 1-8 |
| 表 1.1.2 | ステークホルダー | 1-9 |
| 表 1.2.1 | プネ-ヒンジャワディ都市鉄道の基本緒元 | 1-12 |
| 表 2.1.1 | プネの気温・降水量 | 2-1 |
| 表 2.1.2 | 県別人口・人口密度・増加率（2011年） | 2-2 |
| 表 2.1.3 | 県別GDDP（2010年：2004年基準） | 2-3 |
| 表 2.1.4 | 州・地方自治体の担当事務 | 2-4 |
| 表 2.2.1 | プネ都市圏の工業団地 | 2-9 |
| 表 2.2.2 | プネ都市圏のタウンシップ開発 | 2-9 |
| 表 2.2.3 | プネ市の人口および人口密度の変遷 | 2-11 |
| 表 2.2.4 | プネ市の行政区別人口（速報値） | 2-12 |
| 表 2.2.5 | ピンプリチンチワッド市の人口および人口密度の変遷 | 2-15 |
| 表 2.2.6 | ピンプリチンチワッド市の行政区別人口（速報値） | 2-15 |
| 表 2.2.7 | ヒンジャワディ工業団地計画 | 2-17 |
| 表 2.3.1 | 開発計画における土地利用計画 | 2-20 |
| 表 2.3.2 | 開発計画における土地利用計画 | 2-21 |
| 表 2.3.3 | プネにおける交通関連のJNNURMプロジェクト一覧（2012年5月31日時点） | 2-29 |
| 表 3.3.1 | 交通調査の種類・実施日 | 3-5 |
| 表 3.4.1 | PMRの道路種類・延長 | 3-6 |
| 表 3.4.2 | 7つの主要道路での走行速度 | 3-7 |
| 表 3.4.3 | 採用したPCU値 | 3-8 |
| 表 3.4.4 | PMCスクリーンライン交通量（18時間） | 3-8 |
| 表 3.4.5 | PCMCスクリーンライン交通量（18時間） | 3-9 |
| 表 3.4.6 | PMCスクリーンラインでのピーク交通量 | 3-10 |
| 表 3.4.7 | PCMCスクリーンラインでのピーク交通量 | 3-10 |
| 表 3.4.8 | コードンライン交通量（18時間） | 3-11 |
| 表 3.4.9 | コードンラインのピーク交通量 | 3-12 |
| 表 3.4.10 | 断面交通量 | 3-13 |
| 表 3.4.11 | 平均バス乗客者 | 3-14 |
| 表 3.4.12 | 対象路線のバス乗降者数 | 3-15 |
| 表 3.4.13 | ODサンプル率 | 3-15 |
| 表 3.4.14 | 対象コリドーのトリップ目的 | 3-18 |
| 表 3.4.15 | 対象コリドーの車種別の平均乗車人数 | 3-18 |
| 表 3.4.16 | 対象路線での移動パターン | 3-18 |
| 表 3.4.17 | LRTの運賃レベルのシナリオ | 3-19 |
| 表 3.5.1 | トリップ発生モデル（ピーク時） | 3-21 |

| | | |
|---------|-----------------------------------|------|
| 表 3.5.2 | トリップ集中モデル（ピーク時） | 3-21 |
| 表 3.5.3 | モード別の抵抗関数のパラメーター | 3-22 |
| 表 3.5.4 | 更新したモデルのネットワーク情報 | 3-22 |
| 表 3.5.5 | スクリーンライン1に関する交通量の実測値・推定値の比較 | 3-23 |
| 表 3.5.6 | スクリーンライン2に関する交通量の実測値・推定値の比較 | 3-23 |
| 表 3.5.7 | コードンラインに関する交通量の実測値・推定値の比較 | 3-23 |
| 表 3.5.8 | 対象路線に関する交通量の実測値・推定値の比較 | 3-24 |
| 表 3.5.9 | 7つの主要道路に関する旅行速度の実測値・推定値の比較 | 3-24 |
| 表 3.6.1 | PMR 地域別年度別の人口予測 | 3-25 |
| 表 3.6.2 | PMR 地域別の人口増加率の予測 | 3-25 |
| 表 3.6.3 | PMR 従業員数 | 3-25 |
| 表 3.7.1 | PMC・PCMCの将来インフラ計画 | 3-26 |
| 表 3.7.2 | Hinjawadiの将来インフラ計画 | 3-27 |
| 表 3.7.3 | 駅の構造種類及び駅間距離 | 3-28 |
| 表 3.8.1 | 運賃レベル-2におけるLRTの一日OD表（2018年） | 3-30 |
| 表 3.8.2 | 運賃レベル-2におけるLRTの一日OD表（2028年） | 3-31 |
| 表 3.8.3 | 運賃レベル-2におけるLRTの一日OD表（2038年） | 3-32 |
| | | |
| 表 5.1.1 | LRT対象路線の現道および道路拡幅計画 | 5-4 |
| 表 5.1.2 | LRTの区間別路線構造 | 5-5 |
| 表 5.1.3 | 電停位置 | 5-6 |
| 表 5.1.4 | LRT地上走行での軌道空間配置 | 5-8 |
| 表 5.1.5 | 電停のプラットフォーム形式 | 5-10 |
| 表 5.1.6 | 電停のプラットフォーム形式 | 5-11 |
| 表 5.1.7 | 線形的设计基準 | 5-11 |
| 表 5.2.1 | 地質調査位置 | 5-16 |
| 表 5.2.2 | 上層地盤の地質と岩表面までの深さ | 5-17 |
| 表 5.2.3 | 支障する構造物および樹木 | 5-17 |
| 表 5.3.1 | 需要予測 | 5-20 |
| 表 5.3.2 | 1時間当りの輸送能力 | 5-21 |
| 表 5.3.3 | 各年度の運行本数及び輸送能力 | 5-21 |
| 表 5.3.4 | 基準運転時分（下り） | 5-22 |
| 表 5.3.5 | 基準運転時分（上り） | 5-22 |
| 表 5.3.6 | 1往復に必要な時間 | 5-25 |
| 表 5.3.7 | 運転に必要な編成数 | 5-25 |
| 表 5.3.8 | 必要な編成数 | 5-25 |
| 表 5.4.1 | 土木施設計画の設計基準 | 5-26 |
| 表 5.4.2 | 高架部の上部構造タイプ1次比較表 | 5-29 |
| 表 5.4.3 | 高架部の上部構造タイプ2次比較表 | 5-30 |
| 表 5.4.4 | 電停に設置するエスカレータ、エレベータ | 5-31 |

| | | |
|-------------|--|-------|
| 表 5.4.5 | 検査の周期及び所要期間 | 5-42 |
| 表 5.4.6 | 検査線の数 | 5-42 |
| 表 5.5.1 | 軌道系交通システムの比較 (1/2) | 5-49 |
| 表 5.5.2 | 軌道系交通システムの比較 (2/2) | 5-50 |
| 表 5.5.3 | 軌道システムの概要 | 5-52 |
| 表 5.5.4 | 地上区間への適用する場合の軌道構造の比較 | 5-53 |
| 表 5.5.5 | 車両の基本性能 | 5-54 |
| 表 5.5.6 | 車両の基本諸元 | 5-55 |
| 表 5.5.7 | 信号システムの概要 | 5-56 |
| 表 5.5.8 | 想定する通信システム概要 | 5-59 |
| 表 5.5.9 | 想定する運賃收受システム概要 | 5-62 |
| 表 5.5.10 | ICカードのメリット | 5-63 |
| 表 5.5.11 | ISO/IEC14443 非接触型 IC カードの主な規格 | 5-64 |
| 表 5.6.1 | LRT シバジナガール駅周辺 再開発検討対象敷地 | 5-66 |
| 表 5.6.2 | シバジナガール駅周辺再開発計画案比較 | 5-69 |
| 表 5.6.3 | シバジナガール駅周辺再開発計画案 検討比較 | 5-71 |
| 表 5.7.1 | 用地取得計画 | 5-93 |
| 表 5.9.1-(1) | 建設事業費 (全体額) (プライスエスカレーション、為替変動考慮前) | 5-98 |
| 表 5.9.1-(2) | 建設事業費 (全体額) (プライスエスカレーション、為替変動考慮後) | 5-98 |
| 表 5.9.2 | 鉄道システムの概算事業費 | 5-99 |
| 表 5.9.3 | 運営・維持管理の概算費用 | 5-100 |
| 表 5.9.4 | 保守運営費 | 5-100 |
| 表 5.10.1 | 人員数 | 5-104 |
| 表 5.10.2 | 開業準備教育計画 | 5-107 |
| 表 5.10.3 | 事務職・運転取扱者の教育計画 | 5-107 |
| 表 5.10.4 | 技術職の教育計画 | 5-108 |
| 表 6.2.1 | 開発案の比較 | 6-3 |
| 表 7.1.1 | インド国における環境関連法制度・規則 | 7-1 |
| 表 7.1.2 | List of Projects or Activities Requiring Prior Environmental Clearance | 7-2 |
| 表 7.2.1 | プロジェクト立地環境 (SD) | 7-14 |
| 表 7.2.2 | 環境チェックリスト (鉄道) | 7-15 |
| 表 7.2.3 | 環境チェックリスト (送発電・配電) | 7-20 |
| 表 7.2.4 | 環境初期スコーピング (ステージ1: St5 から St18) | 7-22 |
| 表 7.2.5 | 環境初期スコーピング (ステージ2: St1~St5 及び St19~St21) | 7-25 |
| 表 7.3.1 | 世銀セーフガードポリシーとの比較 | 7-29 |
| 表 7.3.2 | LRT 事業実施の際に必要な土地取得 | 7-32 |
| 表 7.3.3 | 用地買収箇所一覧 | 7-32 |
| 表 7.3.4 | 用地買収箇所及び管轄 | 7-33 |

| | | |
|---------|--|------|
| 表 7.3.5 | Listing of urban heritage buildings in Pune..... | 7-34 |
| 表 7.3.6 | 区画毎の農家数..... | 7-37 |
| 表 7.5.1 | 環境緩和策基本方針..... | 7-41 |
| 表 7.5.2 | 環境社会配慮主要検討項目..... | 7-46 |
| 表 7.5.3 | EIA 概略工程..... | 7-47 |
| 表 7.5.4 | 土地取得交渉工程（概略）..... | 7-50 |
| 表 7.5.5 | 世銀セーフガードポリシーとの比較..... | 7-51 |
| 表 7.5.6 | 土地収用支援に関する基本対処方針..... | 7-52 |
| 表 7.5.7 | LRT 建設計画事業の環境許認可取得に関する主な作業項目..... | 7-56 |

略 語 表

| | |
|--------|---|
| BRT | バス都市大量高速輸送 (Bus Rapid Transit) |
| CMP | 総合モビリティ計画 (Comprehensive Mobility Plan) |
| DDA | デリー開発公社 (Delhi Development Authority) |
| DPR | プロジェクト詳細報告書(Detailed Project Report) |
| EIA | 環境影響評価 (Environmental Impact Assessment) |
| EIRR | 自己資本内部収益率 (Equity Internal Rate of Return) |
| E&M | 車両・電気設備 (Electrical & Mechanical System) |
| EMoP | 環境モニタリング計画 (Environmental Monitoring Plan) |
| EMP | 環境マネジメント計画 (Environmental Management Plan) |
| ENPV | 経済的純現在価値 (Economic Net Present Value) |
| EV | 電動輸送機器 (Electric Vehicle) |
| FIRR | 財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return) |
| FNPV | 正味現在価値 (Financial Net Present Value) |
| F/S | 実現可能性調査 (Feasibility Study) |
| GOI | インド政府 (Government of India) |
| GOJ | 日本政府 (Government of Japan) |
| HIA | ヒンジャワディ工業組合 (Hinjewadi Industries Association) |
| IEE | 初期環境調査 (Initial Environmental Examination) |
| IR | インド国鉄 (Indian Railways) |
| IRR | 経済的内部収益率 (Internal Rate of Return) |
| IT | 情報技術 (Information Technology) |
| ITS | 高度道路交通システム (Intelligent Transport System) |
| JBIC | 国際協力銀行 (Japan Bank for International Cooperation) |
| JICA | 国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency) |
| LARAP | 用地収用・住民移転計画 (Land Acquisition and Resettlement Action Plan) |
| LEP | 環境保護法 (Law on Environmental Protection) |
| LRT | 軽量鉄道 (Light Rail Transit) |
| LRV | 軽量軌道用の車両 (Light Rail Vehicle) |
| MIDC | マハラシュトラ産業開発公社 (Maharashtra Industrial Development Corporation) |
| MoEF | インド環境省 (Ministry of Environment and Forest Government of India) |
| MoR | インド鉄道省 (Ministry of Railway) |
| MoUD | インド都市開発省 (Ministry of Urban Development) |
| MPCB | マハラシュトラ州公害管理局 (Maharashtra Pollution Control Board) |
| MRT | 大量高速輸送機関 (Mass Rapid Transit) |
| MSEDCL | マハラシュトラ州電力配電公社 (Maharashtra State Electricity Distribution Co., Ltd.) |
| ODA | 政府開発援助 (Official Development Assistance) |
| OECD | 経済協力開発機構(Organization for Economic Co-operation and Development) |
| O&M | 運営・維持管理 (Operation & Maintenance) |

| | |
|-------|--|
| PFI | 民間資金主導 (Private Finance Initiative) |
| PMC | プネ市自治公社 (Pune Municipal Corporation) |
| PCMC | ピンプリチンチワッド市自治公社 (Pimpri Chinchwad Municipal Corporation) |
| PHPDT | 1 方向ピーク時 1 時間における輸送人員量 (Peak Hour Peak Direction Traffic) |
| PPHPD | 1 方向ピーク時 1 時間における輸送人員量 (Passengers per hour per Direction) |
| PMPML | プネ市運輸公社 (Pune Mahanagar (Municipal) Parivahan (Transportation) Mahamandal (Corporation) Limited) |
| PPP | 官民連携 (Public Private Partnership) |
| RAP | 住民移転計画 (Resettlement Action Plan) |
| ROE | 株主資本利益率 (Return on Equity) |
| ROI | 投資利益率 (Return on Investment) |
| ROW | 用地境界 (right-of-way) |
| SIA | 社会影響評価 (Social Impact Assessment) |
| SPC | 特別目的会社 (Special Purpose Company) |
| SPV | 特別目的事業体 (Special Purpose Vehicle) |
| TOD | 公共交通指向型開発 (Transit Oriented Development) |
| TOR | 委託事項 (Terms of Reference) |
| VGF | 事業採算性支援措置 (Viability Gap Funding) |

第1章 調査および事業概要

1.1 業務実施の方法

1.1.1 調査の背景

インド国の2007年度の経済成長率は9%で世界2位となり、GDPは約120兆円に達すると推定され経済規模は世界12位となった。同国経済は農業・手工業・繊維・多種多様のサービスと多様性に富み、労働力人口の3分の2が直接或いは間接的に農業で生計を立てる一方、サービス業は急速に成長し、重要な役割を担うようになってきている。一方、これら経済社会を支えるインフラ施設の整備状況は需要に追従しておらず、深刻化する既成市街地の交通渋滞は、効率的な経済・社会活動を大きく阻害しており、都市交通システム全体の包括的な改善・改革が求められている。

ムンバイの東南に位置するプネ市の人口は2011年現在312万人であるが、都市化の進展により2021年に440万人、2031年に563万人になることが予測されている。現在同市の交通セクターは、交通渋滞の悪化、交通安全の低下、公共輸送機関のサービス低下、道路利用者の交通遵守の不徹底、交通運用の管理不足、交通インフラの整備不足など多くの課題を抱えている。交通渋滞の主な要因には、道路利用者の交通ルール遵守の不徹底、交通運用の管理不足、交通インフラの整備不足が挙げられている。

このような状況の下、プネ市にて「プネ市総合モビリティ計画 最終報告書」(Final Report, Comprehensive Mobility Plan for Pune City (以下「CMP」という))により、2031年を目標とした将来構想が提案された。本報告書では、都市交通需要予測と共に、2031年を目標とした都市交通政策及び戦略の提案、交通計画の将来フレーム、交通投資計画の将来フレーム等が示されており、同市の都市開発問題及びその解決戦略を長期的視点から展望するための指針となっている。CMPでは、4つの公共交通計画(①PMPML(Pune Mahanagar Parivahan Mahamandal Limited)のバスシステムの増補、②PMPMLのバスシステム+BRT(Bus Rapid Transit)の導入、③PMPMLのバスシステム+BRTの導入+環状線の整備、④PMPMLのバスシステム+BRTの導入+環状線の整備+中・大量交通システムの導入(URBAN TRANSITシステム/メトロ/モノレールなど))を想定し、二輪車及び自動車のトリップ数の変化を調査している。なお、同市では中・大量交通システムの導入が検討されており、大量交通システムではメトロの詳細事業性調査が既に実施された。一方、その他の交通システムについては、これまでに事業性調査は実施されていない。

我が国政府及び貴機構は、インド国の都市交通計画に関する支援を継続的に実施している。都市交通の改善はマスタープランのコンセプトにかかわる部分であり、重点施策として公共交通改善が位置づけられている。

(主な実績)

有償資金協力「デリー高速輸送システム建設事業」(1996年度、2005年度承諾)

有償資金協力「ハイデラバード外環道路建設事業」(2007年度、2008年度承諾)

有償資金協力「チェンナイ地下鉄建設事業」(2008年度、2009年度承諾)

有償資金協力「コルカタ東西地下鉄建設事業」(2007年度、2009年度承諾)

有償資金協力「バンガロール・メトロ建設事業」(2005年度、2011年度承諾)

※交通セクター承諾額累計：7,771億6,100万円

(有償資金協力案件の効果発現のための技術協力)

技術協力プロジェクト「持続可能な高速道路開発のための能力向上プロジェクト」

(2007年～2011年)

技術協力プロジェクト「高速道路・有料道路の維持管理に関する技術支援プロジェクト」

(2004年～2006年)

本事業は、Urban Transport システムを整備することにより、都市交通の改善及び環境配慮都市の開発を図るものであり、我が国、貴機構の援助重点分野と整合している。

1.1.2 調査の目的

本事業はマハラシュトラ州プネ地域において、Urban Transport システムを整備することにより、質の高い同地域の都市交通の改善及び環境配慮都市の開発を図り、同地域住民の生活・衛生環境の改善、環境保全及び温室効果ガスの排出削減に寄与するもの。本調査では円借款等供与を念頭に置いた同事業の事業化に向けて、プネ地域を中心としたインド国関係者の意見や動向を踏まえて、基本事業計画を策定する。さらに、基本事業計画案を基に概略事業費を算出し、公共部分と民間部分の区分と負担など事業スキームの検討を行い、民間資本を活用した事業の妥当性、効率性などを評価すると共に、リスクの検討結果を踏まえて総合評価を行う。

1.1.3 調査業務実施の方法

株式会社オリエンタルコンサルタンツ(以下、OC)、株式会社東芝(以下、東芝)及び株式会社国際開発センター(以下、IDCJ)との共同企業体(以下、当企業体)は、特記仕様書に示された調査の背景、調査の目的及び調査実施上の留意点等を踏まえ、また調査対象地域の現状・課題に関する当企業体の認識に基づき、調査業務実施に当たっての技術面における基本方針を次のとおりとする。

1) 技術面の基本方針

(1) PPP としての事業化

本案件は、将来的に PPP 案件として成立させることが期待されている。そのため、PPP の事業に伴うリスク(政治・社会的リスク、経済・市場的リスク等)については十分に調査・検討した上で、想定されるリスクそれぞれにかかる対応策を十分に検討し、PPP 案件としての実施可能性を高めることが必要である。特に、インド国における PPP に関連する法律・規則との整合性については、十分留意する。

インド国には「India Infrastructure Project Development Fund (IIPDF)」、「Transaction Advisor Panel」、「Viability Gap Funding (VGF)」、「インドインフラ金融会社 (IIFCL)」など、PPP 案件を推進させる制度が充実している。したがって本調査を実施するにあたり、上記インド国法制度を

利用し、円滑に業務を遂行する。また、調査段階においては、貴機構と十分な情報共有、意見交換を行う。

特に、本調査が実施されるマハラシュトラ州においては、PPP インフラに関する統一的な枠組みは現在整備中であり、個別案件主導型で PPP インフラ開発が進んでいる。（「インド国 PPP インフラ事業への外国直接投資の促進に関する基礎情報収集調査」（2011 年 11 月））このことを十分踏まえ、本調査を実施するに当たり、実施機関・関係機関との情報共有、意見交換を行い、本事業実施に当たり、PPP 関連制度の適用可能性、実施機関のキャパシティ、実績、手続についても、調査期間初期に実施し、特に貴機構海外投融資資金の導入にあたり事業実施上支障を生じないように確認を行う。

(2) 事業規模等の適切性・妥当性の検討

人口規模、都市形態、運行・維持管理の容易性等を踏まえ、Urban Transport システム事業の経済・財務面の適切性の検証を行う。事業規模の適切性および妥当性の検証、確認を行うべく、人口、経済成長率、自動車保有率等の将来予測に基づき、計画路線と関連道路の交通需要の将来予測を行い想定される輸送量・施設規模を設定する。人口、経済成長率等の社会フレームの検討に際しては、楽観的なフレームとなりすぎないように、必要に応じ複数シナリオの検討を行う。交通モードを検討し本案件に対する Urban Transport システムによる輸送方式、工法等を検討するとともに、料金制度および安全基準等計画策定を行う上で必要になる行政機関職員の能力向上支援策の提案も視野に調査を実施する。また、軌道の敷設場所については、既存道路上だけではなく、場合によっては高架及び地下も検討する。

本調査の最も重要な議論は、長期的な理想的なビジョンを描き出す事では無く、財務的に最も合理的かつ最適な投資スケジュールを検討することにある。すなわち、需要予測を判断の主要素とするものの、事業費も重要な要素ととらえている。そのため、インド国の中央政府、マハラシュトラ州政府、市政府（プネ及びピンプリチンチウッド）がそれぞれの役割を果たす為の財務能力・資金調達能力・債務能力を厳しく評価した上で、実行可能な範囲を認識すること、参入を求める民間部門に対して適切な指導監督を行うこと、更に、存在するリスクを検討し、適正・妥当性のある事業規模を導き出す。

(3) 環境・社会への十分な配慮

本調査対象事業では、ルートは既存の道路上であり、車両基地も小規模なものを想定しており、住民移転を 30 世帯以下に抑えることができると考えられる。やむを得ず、道路以外の用地を利用せざるを得ない場合においても、その用地取得を最小限にとどめるよう計画する。本調査は新規のプロジェクトであるため、JICA の基準によるカテゴリー A に分類されることを想定し、作業を進める。プネ市中心部では、一部地下化を検討しているため、地形、地質、地盤沈下、また本体工事中の大気汚染、廃棄物、騒音・振動、事故、さらには Urban Transport システム開通後の騒音・振動などについての負の影響への十分な配慮が必要と考える。事業が環境的、社会的に受容されるものとなるよう、事業計画の策定、設計などにおいて十分に配慮する。

上記 JICA ガイドライン及びインド国の環境関連法規に基づき、EIA 作成支援およびステークホルダーとの協議、環境社会配慮助言委員会などの対応を行っていく。また、車両基地計画において用地取得はやむを得ないものと考えられるが、本用地取得においても必要最小限に留めるものとする。必要に応じてインド国の法律に基づき住民移転ポリシーフレームワーク案を作成する。環境配慮に関して、次のステップであるコンサルタントの選定支援に考慮する事柄を整理し、討議する。事業実施に必要な環境許認可取得スケジュールについて確認する。

環境アセスメント報告書案の作成支援

本調査対象事業に関する環境社会配慮関連調査では、インド側が実施予定の環境許認可の円滑取得に向けた技術支援を行う事が主目的となる。この技術支援には、環境影響評価書の作成支援や適切な情報公開、ステークホルダー協議等の住民参加の在り方について、JICA 環境社会会配慮ガイドライン（2010年4月改訂）やインド国環境関連法に準拠し、必要な支援を行う事にある。主な作業項目を以下に列記する。

1. 本調査対象事業に関する環境予備スクリーニング・スコーピングを実施する。
2. 本調査対象事業に要求される EIA 調査の（インド側により実施）TOR 策定支援を行う。ここで大規模な住民移転の発生が予想される場合、RAP 関連調査も含まれる。
3. 本調査対象事業に関する EIA 調査スケジュールの作成支援を行う。これにはステークホルダー協議など情報公開、住民参加プログラムの作成も含まれる。
4. 本調査対象事業に関する EIA 調査実施コンサルタント会社の選定支援を行う。EIA 実施コンサル特定後、関連作業内容や報告書提出スケジュールの確認を行うと共に、関連作業着手、進捗状況の確認をインド側 C/P と共に行う。
5. ステークホルダー協議実施支援を行う。
6. EIA 並びに RAP レポートの作成支援を、適宜、行う。
7. 同レポート提出後、環境許認可取得までの関連省庁との協議のフォローアップを行う。

ここで上記ステップ2にある RAP 調査については、当調査対象事業の計画路線・施設計画等が固まり、具体的な住民移転者数、土地収用規模が確定した時点で、その実施の必要性について判断する。

一方で、自動車交通から軌道交通へのモーダル・シフトが生じるため、Urban Transport システム開通後は温室効果ガス（GHG）排出量削減が期待される。このため、大気汚染が低減する、時間節減による地域経済への影響、排出権クレジットの取得による経済効果などの正の影響が発現することが予想される。インド国にとって、深刻な大気汚染問題を解決することは国の政策としての優先度が非常に高いと同時に、CDM としての事業化の可能性が高いと判断される事から、Urban Transport システム導入による GHG 排出削減量の推計を行う。

(4) 既往調査のレビュー

「プネ市総合モビリティ計画 最終報告書」（Final Report, Comprehensive Mobility Plan for Pune City（以下、CMP）2008年11月）において、2031年を目標年次としたプネ市の将来構想が提案されている。当報告書には、1) プネ市の開発と成長の将来フレーム、2) 現況都市交通システ

ムの課題、3) 過去の調査、4) 様々な交通システムの想定及びそれらを導入した場合の都市交通需要予測、5) 2031 年を目標とした都市交通政策及び戦略の提案、6) 交通計画の将来フレーム、7) 交通投資計画の将来フレーム等が示されており、プネ市の都市開発問題及びその解決戦略を長期的な視点から展望するための指針となっている。

本調査に関して、上記 CMP のレビューを行う。また、以下の既往調査をレビューし、必要な事項に関して関係者との調整を行う。

- DPR Pune Metro Project (2009 年 7 月)
 - Comprehensive Mobility Plan for PCMC (2008 年 11 月)
 - Bus-based Rapid Transport System, PCMC (2008 年 3 月)
 - Master Plan for Bus Rapid Transit System, CIRT (2008 年 3 月)
 - DPR for Metro Rail in Pune Metropolitan Area, DMRC (2008 年 2 月)
 - DPR on Tramways, Consult Team Bremen (2007 年)
 - Detailed Project Report – Sky bus, Konkan Railway Corporation (2004 年 7 月)
 - Comprehensive Study of Integrated Traffic Dispersal System for PCMC & PMC, CES (2004 年 7 月)
 - Comprehensive Traffic & Transportation Study, Span Consultants (2003 年)
 - Mass Rapid Transit System for Pune Metropolitan Area, RITES LTD (2001 年 1 月)
- ① CMP のレビュー: 1) 提案内容と現実との乖離、2) その後の経済及び社会環境の変化、3) 都市開発の実態、4) その後法的整備の進捗状況、6) 他ドナーの案件状況の確認、7) その他の注目すべき事項
- ② プネームンバイーアーメダバード間的高速鉄道計画、ピンプリ・チンチウッド BRT 計画及びメトロ 1・2 号線計画: 必要に応じて、本件を実施したコンサルタントからのヒアリング及び情報交換を行い、検討の前提となった定量的、定性的条件を洗い出す。さらに、彼らが描いている事業実施に向けたシナリオ及び関係機関の支援政策についても状況把握を行う。また、将来計画との調整を行う。
- ③ 関係省庁、州政府、市政府における公共政策及びプネ市地域 Urban Transport システム建設に係る政策の確認。

上記に加え、既往調査のレビューにあたっては、インド国内で成立している PPP 方式による鉄道事業の事例を研究し、それらからの有用な含意を整理したうえで、本事業への適用の可能性、必要性について検討する。

(5) 需要予測のための実態調査

CMP の予測結果は 2008 年時点での状況をベースにしているため、最新の状況に時点修正する必要がある。そのために、SP 調査 (支払い意志調査) 等の簡易な調査を実施し、予測精度の向上を図る。SP 調査の調査項目の検討に際しては、公共交通機関間の選択確立の違いを分担モデルへ反映できるよう留意する。また、プネ市の都市開発計画、沿線工業団地の将来開発計画、

駅周辺の開発 (TOD) 等について、PMC および MIDC へのヒアリングを通じて現在の開発状況、将来の開発計画を入手、需要予測の社会フレームへ反映させるものとする。

(6) 一体的都市開発モデル提案のための検討項目

日本の大都市及び中核都市で、高いモビリティを確保しながら効率的な都市形成を図る事が出来た要因の一つは、軌道系大量輸送機関をベースにした都市開発を進めたことである。本事業を契機とし、プネ地域をコンパクトなエコ型都市群に変えて行くことを提案する。プネ市において「エコ・シティ」コンセプトが提案されており、これは重視されている戦略である。また、事業者側からみれば、当然のことながら利用客確保の重要戦略でもあり、さらには、主要駅を中心とした高度利用型の都市開発からの開発利益を獲得できれば、レールビジネスを財務的に改善する事に繋がる可能性がある。従って、主要駅に関連する周辺地区の開発権が付与されることは、民間参入の一つのアトラクションとしても重要である。

こうした一体型開発を視野に置きながら、インターモーダル施設、業務開発地区等の一体整備計画を提言する。

1.1.4 調査実施のアプローチ

本調査業務の全体工程を図 1.1.1 のフローチャートに示す。このフローチャートは、各業務項目の実施時期・順序、協議や成果品の提出を含む項目間の関係等をフローチャートの形に整理したものである。

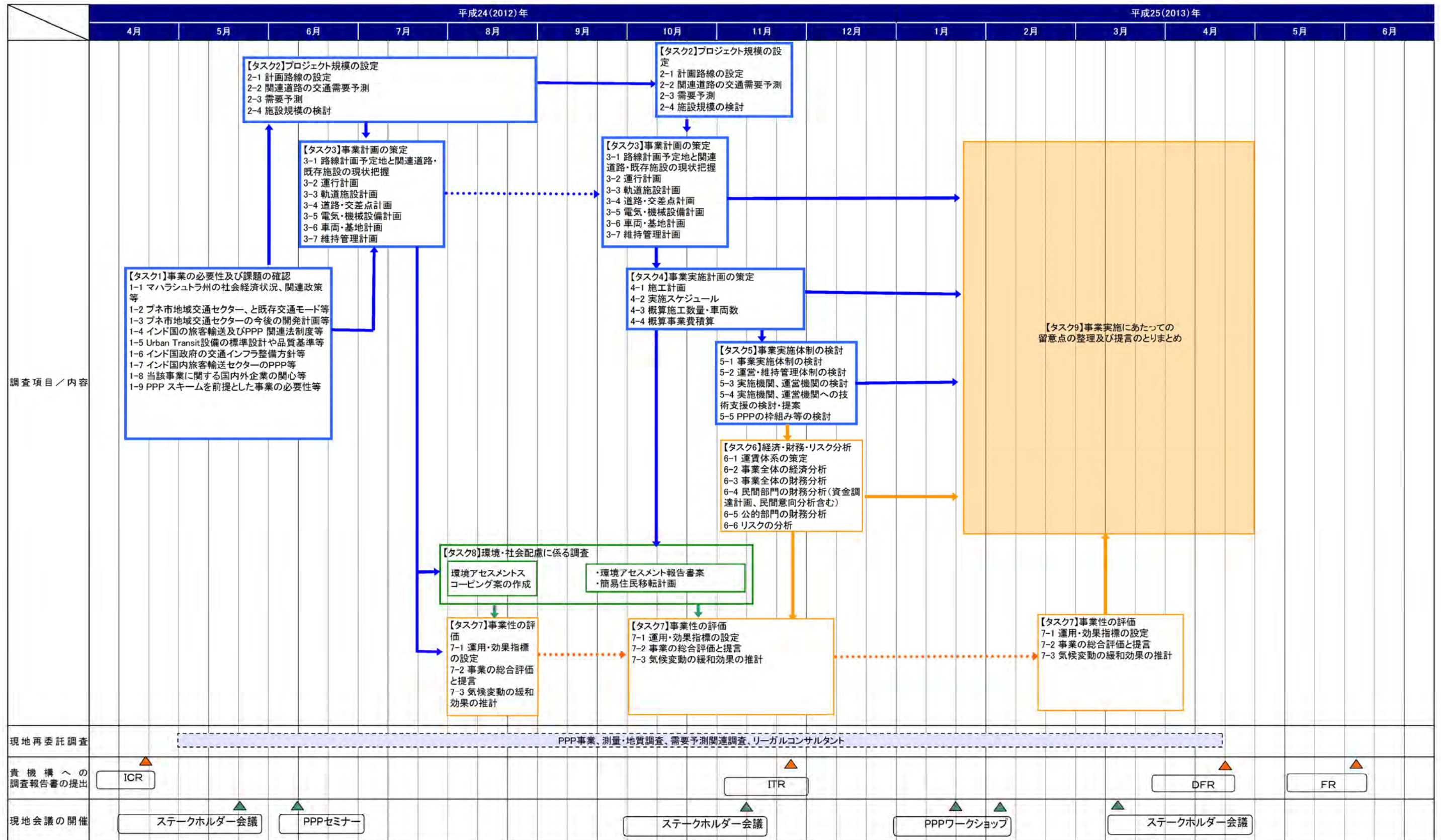


図 1.1.1 業務全体のフローチャート

出典：調査団

1.1.5 調査の実施体制とスケジュール

本調査においては、限られた期間内に調査の目的を十分に達成できるよう、調査団員の選定に当たっては最大限の配慮を行い、本調査に最適な調査団員構成になるように努めた。団員の選定においては、特に以下の点に留意した。

- 過去において都市鉄道に関するプロジェクトに従事した経験を有する者
- 各々の専門分野について十分な調査経験を有する者
- 都市の再開発などの経験を有している者
- 都市鉄道の建設計画の経験を有している者
- 対象国のインド在住者で、現地事情をよく理解している者
- 対象国のインドで調査業務を行ったことがある者
- 語学（英語）に堪能で国際機関や現地政府と円滑な協議ができ、かつ、現地調査を十分に行える者

本調査の要員計画は、上記を踏まえ、また各団員の専門的な能力を考慮して構成した。各担当者の現地調査期間及び国内調査期間を計画した。

各業務従事者は、各自の担当業務を完全に掌握し、責任を持って業務を遂行するとともに、本調査業務の各担当分野が相互に密接に関連していることを考慮した上で相互に協力し、必要に応じ柔軟に他の担当業務を補佐・補足する。

本調査のインド側の実施機関は、プネ市（PMC）、ピンプリチウッド（PCMC）、マハラシュトラ産業開発公社（MIDC）である。また IT パークのあるヒンジャワディ地区には、ヒンジャワディ商工組合（HIA）があり、4つの機関の連携を図り円滑に調査することが求められる。

本調査を円滑に進めるために、各関係機関のカウンターパート（表 1.1.1 参照）へのヒアリング及びカウンターパートから資料を収集し、調査を進めている。主要な事項に関しては、本調査のステークホルダーによる「ステークホルダー会議」（Stake Holder Meeting）（表 1.1.2 参照）により合意形成を図る。ステークホルダー会議を合計 3 回実施し、PPP セミナーを 1 回、PPP ワークショップを 1 回行う。

ステークホルダーは以下のとおりである。

表 1.1.1 カウンターパート

| Department | PMC | PCMC | MIDC |
|----------------|--|-------------------|---------------------------------|
| Urban Planning | Mr. Prashant M. Waghmare | Mr. M T Kamble | Mr. S.B. Patil |
| Civil Work | Mr. Shrinivas Bonala | Mr. S.S. Savane | Mr. Ulhas Kulkarni |
| E and M Work | Mr. Shrinivas Kandul | Mr. Milind Kapile | Mr. R.K Bhorkade |
| Environment | Mr. Mangesh Dighe | Mr. Nikam | Mr. P.G.Deogiri |
| PPP | Mr. Prashant Waghmare Mrs. Kalaskar | Mr. Deepak Shirke | Regional Officer Mr. Relekar |
| Operation | Mr. Satish Kulkarni | Mr. Gaikwad | Mr. S.B. Patil |

出典：調査団

表 1.1.2 ステークホルダー

| Position | Name | Department |
|---------------|----------------------|------------------------------|
| Chairman | Mr. Mahesh Pathak | PMC Commissioner |
| Vice-chairman | Mr. Anup Yadav | PCMC Acting Commissioner |
| Member | Mr. Bonala Srinivas | PMC Additional City Engineer |
| Member | Mr. Prashant Wagmare | PMC |
| Member | Mr. Sanjey Kulkarni | PMC |
| Member | Mr. M.T. Kamble | PCMC Joint City Engineer |
| Member | Mr. B.Gaikwad | PCMC unior Enginee |
| Member | Mr. Ulhas Kulkarni | MIDC Exective Engineer |
| Member | Mr. Relekar | MIDC Regional Officer |
| Member | Mr. Snil Pailwan | HIA Infosys |

出典：調査団

各業務従事者は、各自の担当業務を完全に掌握し、責任を持って業務を遂行するとともに、本調査業務の各担当分野が相互に密接に関連していることを考慮した上で相互に協力し、必要に応じ柔軟に他の担当業務を補佐・補足する。業務従事者の体制図を図 1.1.2 に示す。

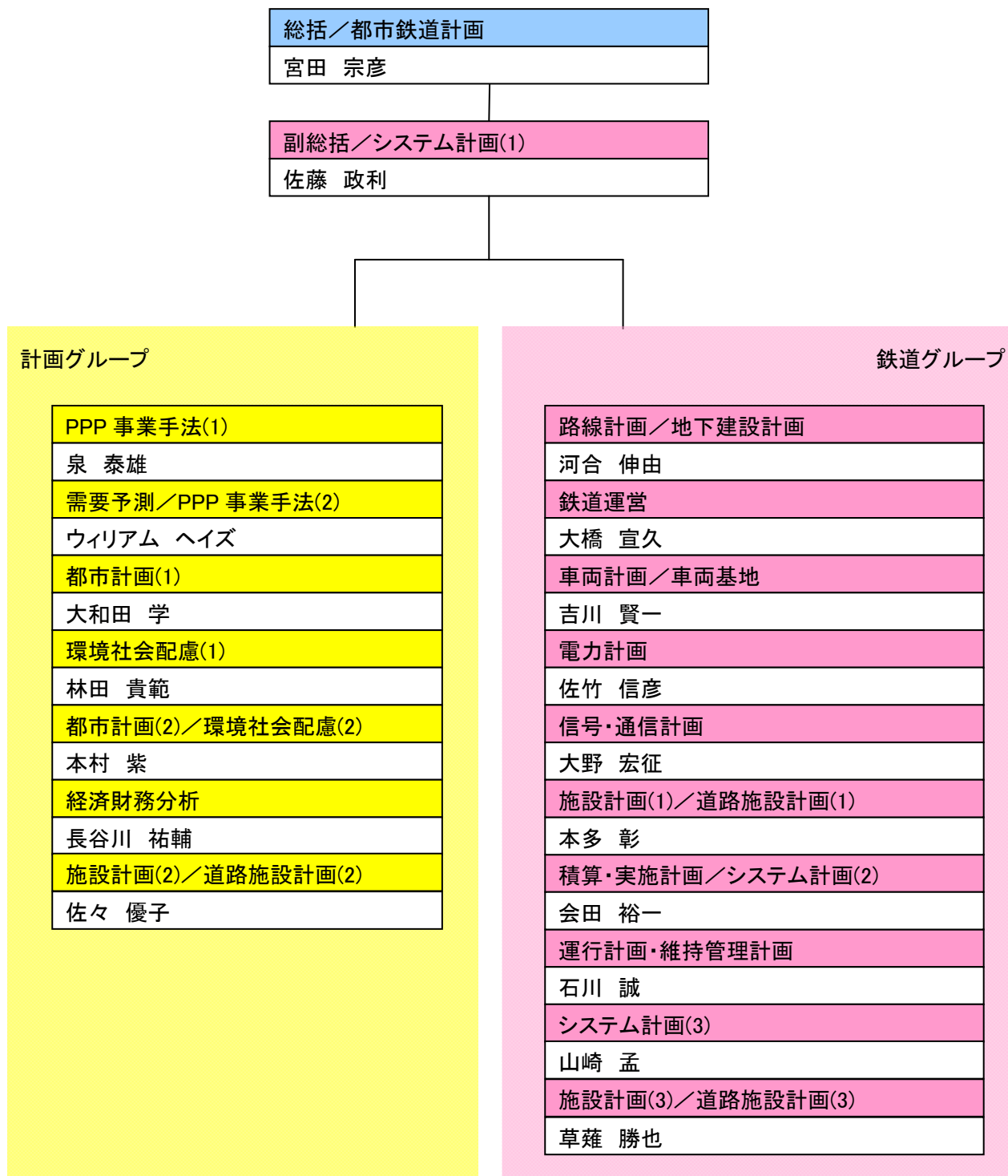


図 1.1.2 業務従事者の体制図

出典：調査団

1.2 事業概要

1.2.1 対象路線

インド国マハラシュトラ州プネ地域

プネ中心部と北西部のヒンジャワディ工業団地を繋ぐ約 21.6km

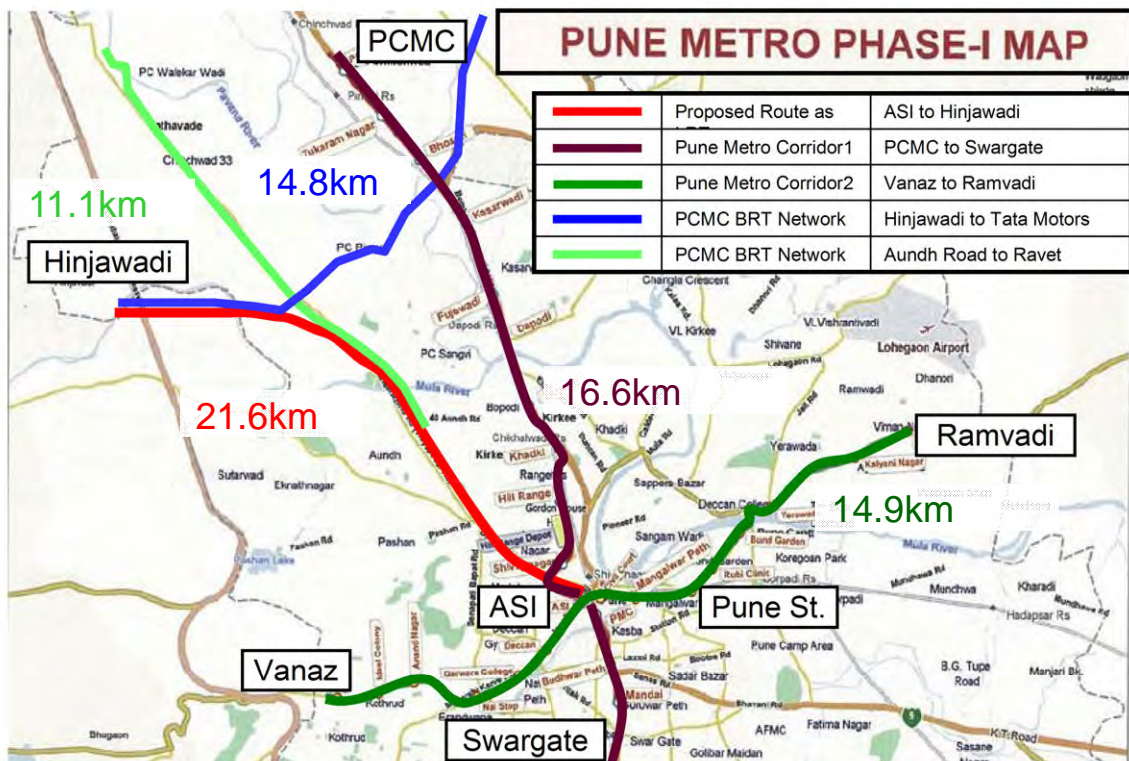
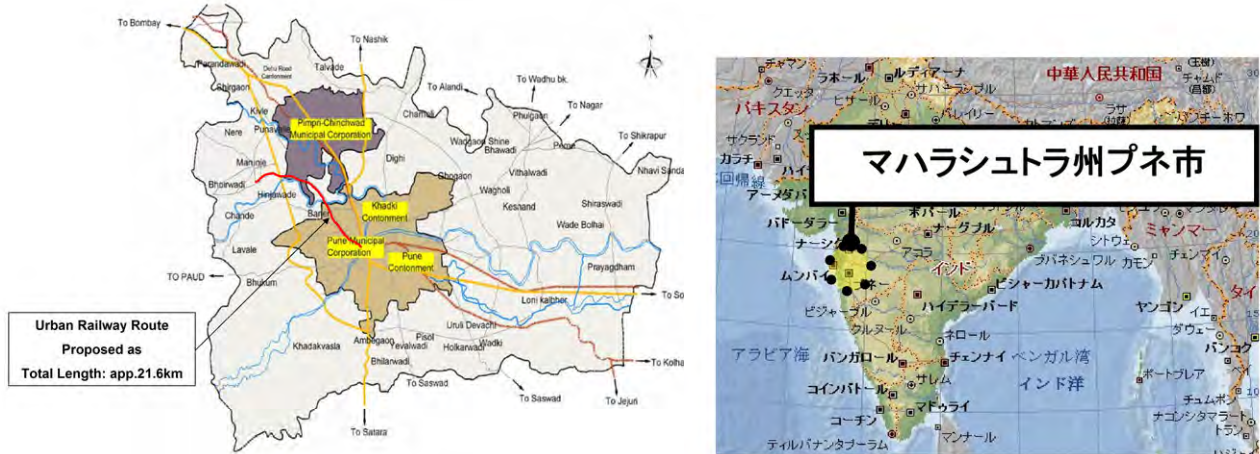


図 1.2.1 プネ地域 Urban Transport システム導入計画

出典：調査団

1.2.2 プネーヒンジャワディ都市鉄道の基本諸元

プネーヒンジャワディ都市鉄道の基本諸元を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 プネーヒンジャワディ都市鉄道の基本諸元

| 項目 | 基本条件 |
|-----------------------|---|
| 路線延長 | Phase 1: 約 14.6 km Phase 2: 約 7.0 km 総延長: 約 21.6 km |
| 路線構造 | 高架および地上 |
| 駅数 | 高架駅: 16 地上駅: 5 計: 21 |
| 最大断面交通量 (片方向一時間当り) | 2018年: 6,978 人 2028年: 10,865 人 2038年: 15,102 人 |
| 1日当たりの乗客数 | 2018年: 159,347 人 2028年: 337,740 人 2038年: 655,183 人 |
| 車両システム | 蓄電駆動式 LRT 車両(低床式) |
| 車両の編成 | 3 車体 1 両 x 2 |
| 最小運転間隔 | 2018年: 5 分 2028年: 3.3 分 2038年: 2.5 分 |
| 設計最高速度 | 80 km/h |
| 軌間 | 1,435 mm |
| 最大加速度 | 4.0 km/h/s |
| 減速度 | 5.5 km/h/s (常用) 6.0 km/h/s (非常) |
| 軸重 | 12 t |
| レール | UIC 54 kg/m 相当 |
| 最急勾配 | 70 ‰ |
| 最小半径 | 20 m |
| 給電電圧 | DC 600 V |
| 給電方式 | 駅においてパンタグラフにより給電 |
| 信号システム | 地上: 軌道回路、時間間隔式運転保安、軌道信号機 高架: 軌道回路、自動閉塞装置、色灯信号機 |
| 通信設備 | 基幹伝送路: 光ファイバーケーブル |
| 運賃收受システム | 改札方式、非接触 IC トークン、カード |

出典: 調査団

1.2.3 事業の主眼

- 本事業は、プネ市中心と郊外の IT パークを結ぶ LRT 整備事業である。市が進めているメトロ 1、2 号線計画と連携を図ることにより、プネ地域における包括的な都市交通の形成を行う。またその一環とし、スマートコミュニティを実現するものである。
- プネ地域の環境に配慮して、架線レスの LRT を導入する。道路混雑箇所においては高架形式にし、十分に道路用地を確保できる箇所では地上走行とする。プネ地域では停電が多く、そのような地域での電力供給システムとして、蓄電池方式を採用する。
- プネ中心部のバスターミナル、国鉄の駅前の再開発及び車両基地内のビル建設することにより、民間投資家が参加しやすい魅力ある事業スキームを立案する。

1) 交通ネットワークの形成と LRT による都市鉄道の整備

①開発の進展が見込まれる IT パーク地区、②住宅アパート群で開発が進む PCMC 地区及び③プネ市中心地（メトロ 1、2 号線との接続地点）を結ぶ LRT を整備する。グリーンシティはプネ市のコンセプトであり、そのようなプネ市に合う環境に配慮した架線レスの LRT を導入する。既にメトロ 1、2 号線が州政府で承認されており、LRT の始発駅である JM Temple 駅ではメトロ 1、2 号線に乗換えることが可能である。このような連絡駅を設けることにより、LRT 及びメトロの相互の乗客の利便性を図ることができる。また LRT 及びメトロの交通ネットワークができることにより、利用客の移動範囲が拡大され、周辺目的地へのアクセスの利便性を高めることができる。さらには、周辺地域の集客効果が期待できる。

2) 環境に配慮した鉄道システムの導入

環境に配慮した架線レス LRT の電力供給システムは、蓄電方式である。蓄電方式は、停電時においても鉄道運行が可能である。また、LRT は小さな曲線半径で走行することができ、市街地の限られた用地においても走行することができる。この新しいタイプの都市鉄道を導入することにより、拠点都市としての役割を高め、IT パーク、PMC 及び PCMC の 3 地域の連携を強化する。

3) 公共施設における維持管理の質の向上及び費用負担の軽減

高架形式を採用した箇所では、高架連絡通路や高架下にコンコースを設置し、サービス施設を導入することで、利用客の利便性を高める。また地上部では、LRT 走行の専用道路を建設し、LRT システムの維持管理の省力化・効率化、コスト削減及び乗降客の安全性の向上を図る。かつ車両基地に整備するビルの民間投資施設の収益を LRT 建設費用の一部に充てることで、国、州政府及び地方自治体の費用負担を軽減する。

第2章 プネ地域の現状と課題および開発の方向

2.1 マハラシュトラ州の政策および法制度

2.1.1 マハラシュトラ州の概要

1) マハラシュトラ州の地形・気候

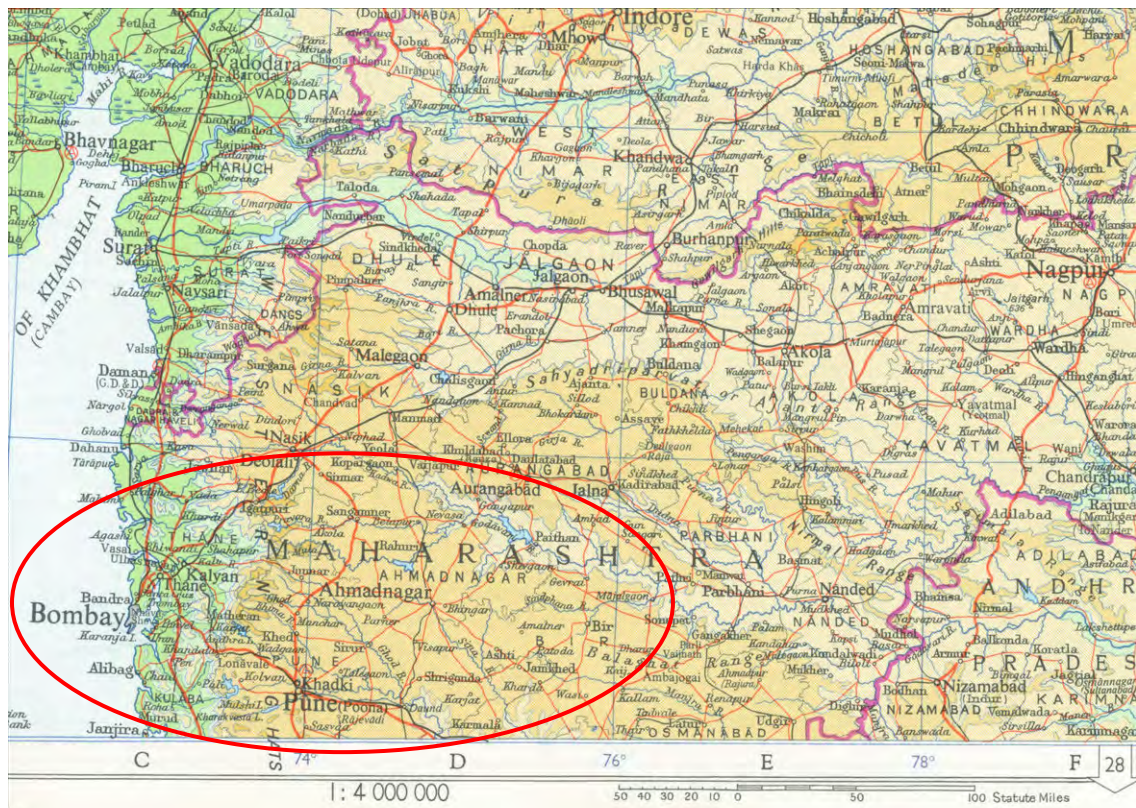


図 2.1.1 マハラシュトラ州（ムンバイープネ）の地形図

出典：The Times ATRAS OF THE WORLD

表 2.1.1 プネの気温・降水量

| 月別 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 平均最高気温(°C) | 30.8 | 32.8 | 36 | 38.1 | 37.2 | 32.1 | 28.3 | 27.5 | 29.3 | 31.8 | 30.5 | 29.6 |
| 平均最低気温(°C) | 11.4 | 12.7 | 16.5 | 20.7 | 22.5 | 22.9 | 22 | 21.4 | 20.7 | 18.8 | 14.7 | 12 |
| 降水量(mm) | 0 | 0.5 | 5.3 | 16.6 | 40.6 | 116.1 | 187.2 | 122.3 | 120.1 | 77.9 | 30.2 | 4.8 |
| 降水日数(日) | 0 | 0.1 | 0 | 1.1 | 2.8 | 7.5 | 12.8 | 10.6 | 7.4 | 4.6 | 2 | 0.4 |

出典：世界気象機関データ

マハラシュトラ州は、約 30.8 万 km² の面積を有する州であり、インドで 3 番目に大きい州である。地理的には、インド西部に位置し、南にゴア (Goa) 州、カルナタカ (Karnataka) 州、東南にアンドラ・プラデシュ (Andhra Pradesh) 州、北にグジャラート (Gujarat) 州とマディヤ・プラデシュ (Madhya Pradesh) 州、東にチャッティスガル (Chattisgarh) 州があり、アラビア海

に接している。州内には南北にデカン高原があり、標高差を利用した避暑地も存在する。また、6月から10月にかけて、モンスーンの影響を受けて雨季となる。州都であるムンバイの気温は年間を通じて16～33℃程度である。

2) マハラシュトラ州の社会経済状況

マハラシュトラ州は、約112百万人の人口を有する州である。州内ではかつては州都であるムンバイが最も多い人口であったが、近年ではムンバイ都市圏の拡大が進むとともに旧市街では人口減少がみられ、2011年時点ではムンバイに隣接するターネ県が最も多い人口を有している。一方で人口密度では依然としてムンバイが約20千人/km²と極めて高い水準にある。プネ県は約9.4百万人の人口を有し、人口増加率は約2.7%である。

表 2.1.2 県別人口・人口密度・増加率 (2011年)

| 県 | 人口 (千人) | 人口密度 (人/km ²) | 増加率 (%) | 県 | 人口 (千人) | 人口密度 (人/km ²) | 増加率 (%) |
|------------|------------|------------------------------|------------|------------------|------------|------------------------------|------------|
| Nandurbar | 1,646 | 276 | 2.3 | Aurangabad | 3,696 | 365 | 2.4 |
| Dhule | 2,049 | 285 | 1.8 | Nashik | 6,109 | 393 | 2.0 |
| Jalgaon | 4,224 | 359 | 1.4 | Thane | 11,054 | 1,157 | 3.1 |
| Buldana | 2,588 | 268 | 1.5 | Mumbai(Suburban) | 9,332 | 20,925 | 0.8 |
| Akola | 1,819 | 321 | 1.1 | Mumbai | 3,146 | 20,038 | -0.6 |
| Washim | 1,197 | 244 | 1.6 | Raigarh | 2,635 | 368 | 1.8 |
| Amravati | 2,888 | 237 | 1.0 | Pune | 9,427 | 603 | 2.7 |
| Wardha | 1,296 | 205 | 0.5 | Ahmadnagar | 4,543 | 266 | 1.2 |
| Nagpur | 4,653 | 470 | 1.4 | Bid | 2,586 | 242 | 1.8 |
| Bhandara | 1,199 | 293 | 0.5 | Latur | 2,456 | 343 | 1.7 |
| Gondiya | 1,322 | 253 | 1.0 | Osmanabad | 1,660 | 219 | 1.1 |
| Gadchiroli | 1,072 | 74 | 1.0 | Solapur | 4,316 | 290 | 1.1 |
| Chandrapur | 2,194 | 192 | 0.6 | Satara | 3,004 | 287 | 0.7 |
| Yavatmal | 2,775 | 204 | 1.2 | Ratnagiri | 1,613 | 196 | -0.5 |
| Nanded | 3,357 | 319 | 1.6 | Sindhudurg | 849 | 163 | -0.2 |
| Hingoli | 1,179 | 244 | 1.8 | Kolhapur | 3,874 | 504 | 1.0 |
| Parbhani | 1,836 | 295 | 1.9 | Sangli | 2,821 | 329 | 0.9 |
| Jalna | 1,958 | 255 | 2.0 | | | | |

出典：人口センサス 2011

マハラシュトラ州は、インドで最も経済の発展している州であり、2011年時点で実質GSDP(州内総生産)が約8兆ルピー(2004年基準)でインド全体の約15%を占めている。経済成長率は8.54%(2011年)であり、インド全体の成長率の6.48%を上回っている。

州内では州都であるムンバイが最もGDDP(県内総生産)が高く、次いでムンバイに隣接するターネ県、次いで本調査の対象でプネ地域の属するプネ県が高いGDDPを有している。

表 2.1.3 県別 GDDP (2010 年 : 2004 年基準)

単位 : 兆ルピー

| 県 | GDDP | 県 | GDDP | 県 | GDDP |
|------------|-------|------------|------|------------|------|
| Mumbai | 1,690 | Sangli | 153 | Akola | 81 |
| Thane | 997 | Solapur | 223 | Washim | 37 |
| Raigad | 189 | Kolhapur | 254 | Amravati | 128 |
| Ratnagiri | 98 | Aurangabad | 225 | Yavatmal | 107 |
| Sindhudurg | 48 | Jalna | 66 | Wardha | 65 |
| Nashik | 372 | Parbhani | 63 | Nagpur | 367 |
| Dhule | 85 | Hingoli | 31 | Bhandara | 52 |
| Nandurbar | 41 | Beed | 83 | Gondia | 48 |
| Jalgaon | 218 | Nanded | 106 | Chandrapur | 124 |
| Ahmednagar | 207 | Osmanabad | 54 | Gadchiroli | 29 |
| Pune | 852 | Latur | 86 | | |
| Satara | 155 | Buldhana | 83 | | |

出典 : マハラシュトラシュウ経済調査 2011-2012

2.1.2 法制度

1) 都市開発に関する統治機構

インドでは、1950年施行のインド連邦憲法により中央と州の立法権限が分割され、地方行政は州政府が中心となって行われていた。中央政府は国家五カ年計画に基づいて州政府の都市政策に方向性を示し財政的に支援仕組みがとられている。しかし、州レベル以下の地方自治体への権限・財源移譲が進まないため、1992年に憲法改正が行われ(74th Amendment)、州政府は主要な都市政策(土地利用、都市計画、経済開発、水道、市道整備など)を自治体へ移管することとなった。憲法改正に伴い、地方自治体は都市部と農村部に区分され、都市部の自治体は管轄区域の都市計画、土地利用規制、道路整備等を行うことが明記された。一方で農村部自治体の管轄区域については、州政府が開発コントロールを行っている。

表 2.1.4 州・地方自治体の担当事務

| 州政府 (State Government) | |
|--|--|
| 1. 地方自治体の管理 2. 公衆保健と衛生 3. 障害者・失業者の救済 4. 交通整備 5. 農業振興 6. 家畜の保護、改良及び動物病の予防 7. 飲用水の確保 8. 土地保全 9. 漁業 10. 鉱山・鉱物開発の規制 11. 工業の保護 12. ガス、ガス向上の管理 13. 州内の取引と商業 14. 州内における財の生産、供給と分配 15. 協同組合 16. 州立工場の土地と建物の管理 | |
| 都市部自治体 (Municipality) | 農村部自治体 (Panchayat) |
| 1. 市街地計画を含む都市計画 2. 土地利用及び建築物建設に関する規制 3. 経済的及び社会的開発に関する計画 4. 道路及び橋梁 5. 家庭用、産業用及び商業用水の供給 6. 公衆保健及び衛生管理、廃棄物管理 7. 消防 8. 都市部緑化、環境保護及びエコロジーの推進 9. 身体障害者及び精神障害者を含む社会における弱者層の利益保護 10. スラムの改良及び改善 11. 都市部における貧困対策 12. 都市部における施設、公園、庭園、遊園地等の供与 13. 文化的、教育的及び美的側面の推進 14. 埋葬及び埋葬地、火葬及び火葬場並びに電気式火葬 15. 家畜小屋、動物に対する残虐行為の禁止 16. 出生及び死亡の登録を含む人口動態統計 17. 街灯、駐車場、バス停留所を含む公共の便益 18. 解体処理上及び皮なめし工場の規制 | 1. 農業普及事業を含む農業 2. 土地改良、区画整理及土地改革の実施、及び土壌保全 3. 小規模灌漑、水管理及び流域開発 4. 畜産業、酪農業及び養鶏業 5. 漁業 6. 社会林業及び農園林業 7. 小規模森林生産物 8. 食品加工業を含む小規模工業 9. 繊維業、農村及び家内制手工業 10. 農村住宅建設 11. 飲料水 12. 燃料及び飼料 13. 道路、排水路、橋梁、渡船、用水路及びその他の交通 14. 電力供給を含む農村における電化 15. 非通常型エネルギー資源 16. 貧困対策事業 17. 初等及び中東教育の実施 18. 技術訓練及び職業訓練 19. 成人及びノンフォーマル教育 20. 図書館 21. 文化事業 22. 市場の管理 23. 病院、一次医療センター及び診療所を含む保健及び衛生 24. 家族福祉 25. 女性及び児童福祉 26. 身体障害及び精神障害に対する福祉を含む社会福祉 27. 弱者層の福祉、特に指定カースト及び指定部族の福祉 28. 配給制度 29. コミュニティ施設の維持 |

出典：インド国憲法

2) 市街地土地規制法 (Urban Land Ceiling and Regulation Act: ULCRA)

インドでは都市部における土地独占や投機を防止するため、1976年に市街地土地規制法 (ULCRA) が施行された。これにより、住宅開発等を目的とした取引も上限 500-2000 m²に制限された。これにより土地取引に参加できない人々が増加し、各地でスラムの拡大をもたらした。上記の問題に対し、1999年頃から、各州では ULCRA を無効化する州の法律が制定された。

なお、前述の JNNURM に基づく事業を申請する際には、対象となる州において ULCRA を無効化することが前提条件となっている。

3) マハラシュトラ地域・都市計画法 (Maharashtra Regional and Town Planning Act: MRTPA)

各自治体が定める都市計画は立法権を有する州の法律により法的拘束力を有する。1966年に策定されたマハラシュトラ地域・都市計画法では、地域計画、開発計画、都市計画の3つのプロセスにより都市計画行政を行うことが明記されている。このうち、都市自治体が作成する開発計画には、土地利用や交通施設の計画等を明記することとされている。また、開発計画の策定

においては、事前に現況土地利用の調査を行うこと、住民への開発計画素案を開示し意見を集めることが明記されている。また、最終的にはマハラシュトラ州政府の承認が必要とされている。

2.1.3 都市開発および交通にかかる政策

1) 国家都市交通政策 (National Urban Transportation Policy: NUTP)

都市開発省は、近年のインド都市部における人口の急増および交通環境の悪化を踏まえて、国家都市交通政策 (NUTP) を 2006 年に制定している。NUTP では、都市部の交通環境改善のために、土地利用計画と交通政策の統合、公共交通機関の優先的利用、公共交通機関間の乗り換え簡素化等が必要であると言及されている。また、都市における大気環境の改善のためには、自転車等の利息促進や電気自動車等の先進技術の導入の必要性も言及されている。

2) JNNURM (Jawahar Lal Nehru National Urban Renewal Mission)

JUNURM は都市開発省による都市および交通に関する事業スキームである。第 74 次憲法改正により自治体主導による都市計画の促進が明記されたが、実行に当たり予算が必要であるため自治体の提案に対し、国が承認を行うことで国の方針に沿う都市開発を促進するスキームである。

特徴は以下の通りである。

- 約 1.5 兆ルピーの予算規模
- 大都市のみを対象としている
- 第 74 次憲法改正に基づき、住民参加のプロセスを必須としている
- 都市インフラと統治 (UIG) と都市貧困層への基本サービス (BSUP) の 2 つのスキームから構成される

JNNURM に基づき支援を受けるためには自治体は以下の事項を行う必要がある

- 中期の都市開発計画 (CDP) の作成と住民意見の反映
- 都市開発計画に基づくプロジェクト提案書の作成
- 実行計画の作成

2.2 プネ地域の現状と課題

2.2.1 プネ都市圏の現状と課題

1) プネ都市圏地域計画

(1) 概要

マハラシュトラ州は、1967 年、プネ市、ピンプリチンチウッド市および周辺の駐屯地や 100 以上の村を含む約 1,610 km² の地域をプネ都市圏として地域計画の検討を開始した。第一段の地域計画は 1970 年～1991 年を目標年次とし、第 2 段の地域計画は 1990 年～2011 年を目標年次として策定された。現在、これにかわる地域計画は策定されていない。

プネ都市圏開発庁の設立が検討されているものの、現時点で設立には至っていない。そのため、マハラシュトラ州都市計画部門の助言の下、プネ県長官がプネ都市圏地域計画の実行を担っている。

(2) 開発方針

プネ都市圏地域計画では、1990年時点におけるプネ市一極集中の現状を踏まえて、都市部の渋滞問題やスラムの増加を解決するために、多極型の都市構造への転換を提案している。同計画では、プネ都市圏地域について、既存市街地であるプネ市、ピンプリチンチウッド市に加えて、セウル、カナプール、ヒンジャワディ、モシ、ワグホリ、フルスンジ、カダクワスラ、シヴァネを新たなサブ成長都市と定めている。

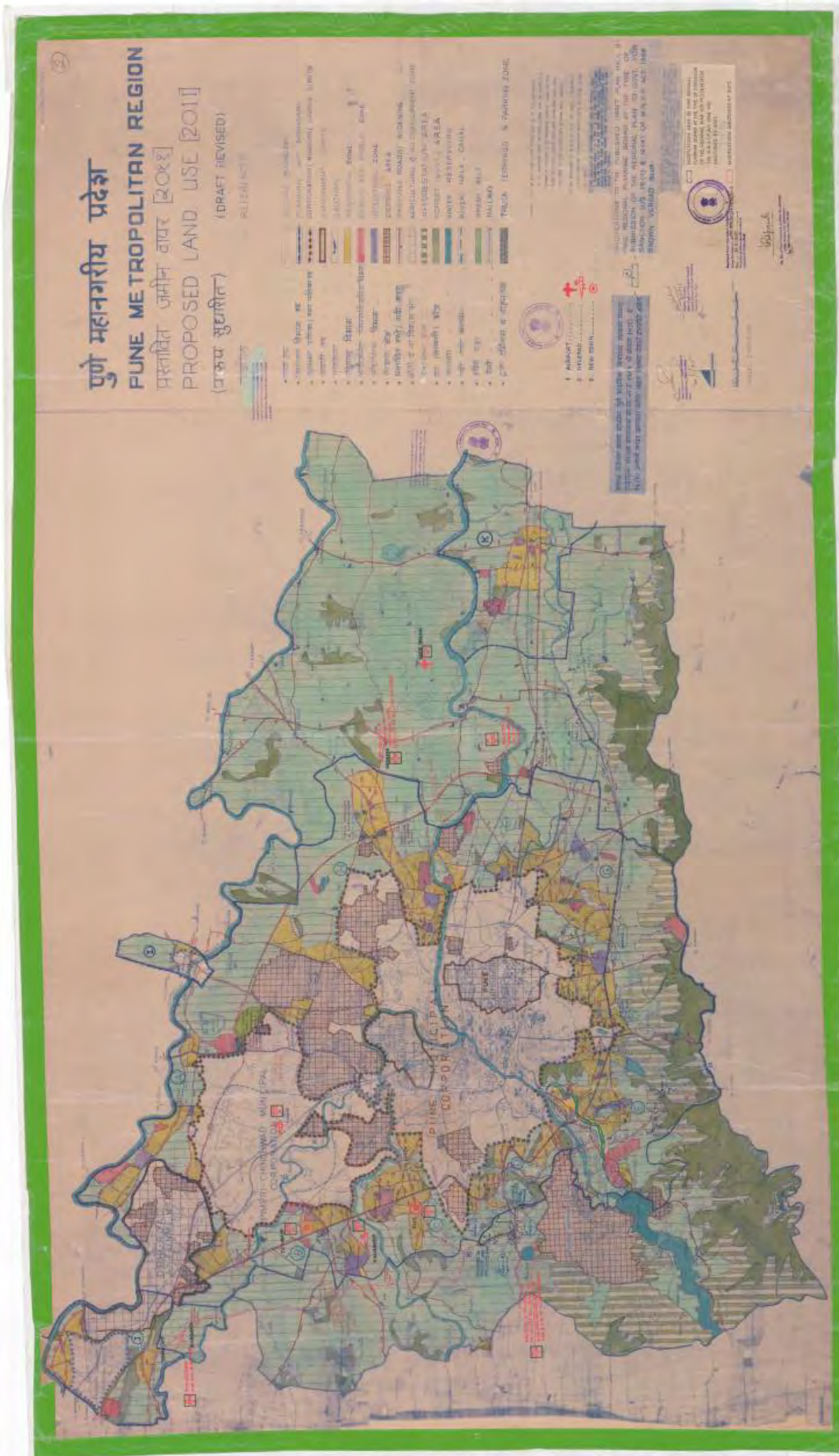


图 2.2.1 पुने都市圏地域計画

出典：プネ都市圏地域計画

2) 人口

プネ都市圏の人口は、2001 年時点で約 4.3 百万人である。都市圏全体の人口は増加傾向にあり、特にピンプリチンチワッド市の占める割合が高くなってきている。

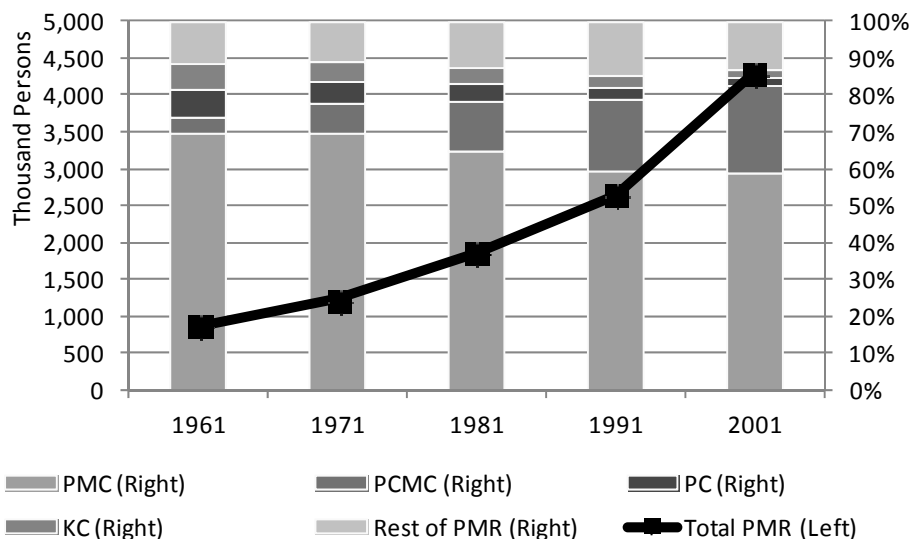


図 2.2.2 プネ都市圏の人口の変遷

出典：人口センサス結果を基に調査団作成

3) 工業団地開発

プネ都市圏では、多極型都市構造を促進するため、MIDC により郊外部において工業団地開発が進んでいる。IT 系工業団地が多いのが特徴であり、特に、ヒンジャワディ工業団地（正式名称：Rajiv Gandhi InfoTech Park Area (RGIP)）の規模が大きい。また、ピンプリチンチワッド市内の自動車系工業団地は既に分譲を終え、TATA モーター等が入居している。

表 2.2.1 プネ都市圏の工業団地

| Name | Owner | Area (ha) | Completion Status | Sector | Land Rate (Rp.sqm) |
|---|---------|-----------|-------------------|----------------------|--------------------|
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-1 | MIDC | 94.62 | 100% | IT, ITES | 2470 |
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-2 | MIDC | 236.23 | 100% | BT | 2470 |
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-3 | MIDC | 351.17 | 80% | IT, ITES | 2470 |
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-4 | MIDC | 464.44 | N/A | IT, ITES | N/A |
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-5 | MIDC | 446.59 | N/A | N/A | N/A |
| Rajiv Gandhi InfoTech Park Area Phase-6 | MIDC | 712.8 | N/A | N/A | N/A |
| Talegaon | MIDC | 578.1 | N/A | Floriculture | 2395 |
| Talawade Software Park | MIDC | 75 | 60% | IT | 935 |
| Pimpri Chinchwada | MIDC | 1224.12 | 100% | Auto, Auto Component | 9310 |
| Kharadi Knowledge Park | MIDC | 30 | 100% | Software | 1000 |
| SP Info city | Private | N/A | N/A | IT | 795 |
| Magarpatta CyberCity | Private | N/A | N/A | IT | N/A |

出典：MIDC 資料から JICA 調査団作成

4) タウンシップ開発

また、プネ都市圏では、100 エーカーを超える大規模なタウンシップ開発が民間資本により進んでいる。一部を除き、プネ市およびピンプリチンチウッド市に隣接する農村部で開発されている。

表 2.2.2 プネ都市圏のタウンシップ開発

| Name | Developer | Area (Acre) | Stage | Sector |
|-------------------|---|-------------|--------------------|------------------------------------|
| Balador | Sabio Eagle Realtors Pvt. Ltd., | 45 | Under Construction | Commercial and Residence |
| Amanora Park Town | City Corporation Ltd., | 400 | Completed | Commercial and Residence |
| Lake District | PRT Realty Pvt.Ltd., | 110 | Under Construction | Commercial and Residence |
| Nanded City | Nanded City Development & Construction Company Ltd.,(SPC) | 700 | Under Construction | Commercial and Residence |
| Mangarapatta City | Magarpatta Township Development & Construction Company Ltd, | 400 | Under Construction | Commercial, Residence and Industry |
| Blue Ridge | Paranjape Schemes (Construction) Ltd. | 138 | Under Construction | Commercial, Residence and Industry |
| Kul Ecoloch | Kumar Urban Development Ltd., | N/A | Under Construction | N/A |
| Life Republic | Kolte-Patil Developers Ltd., | 400 | Under Construction | Commercial and Residence |
| Megapolis | Pegasus Properties Pvt. Ltd., | 150 | Under Construction | Residence |

出典：各社パンフレット等から JICA 調査団作成

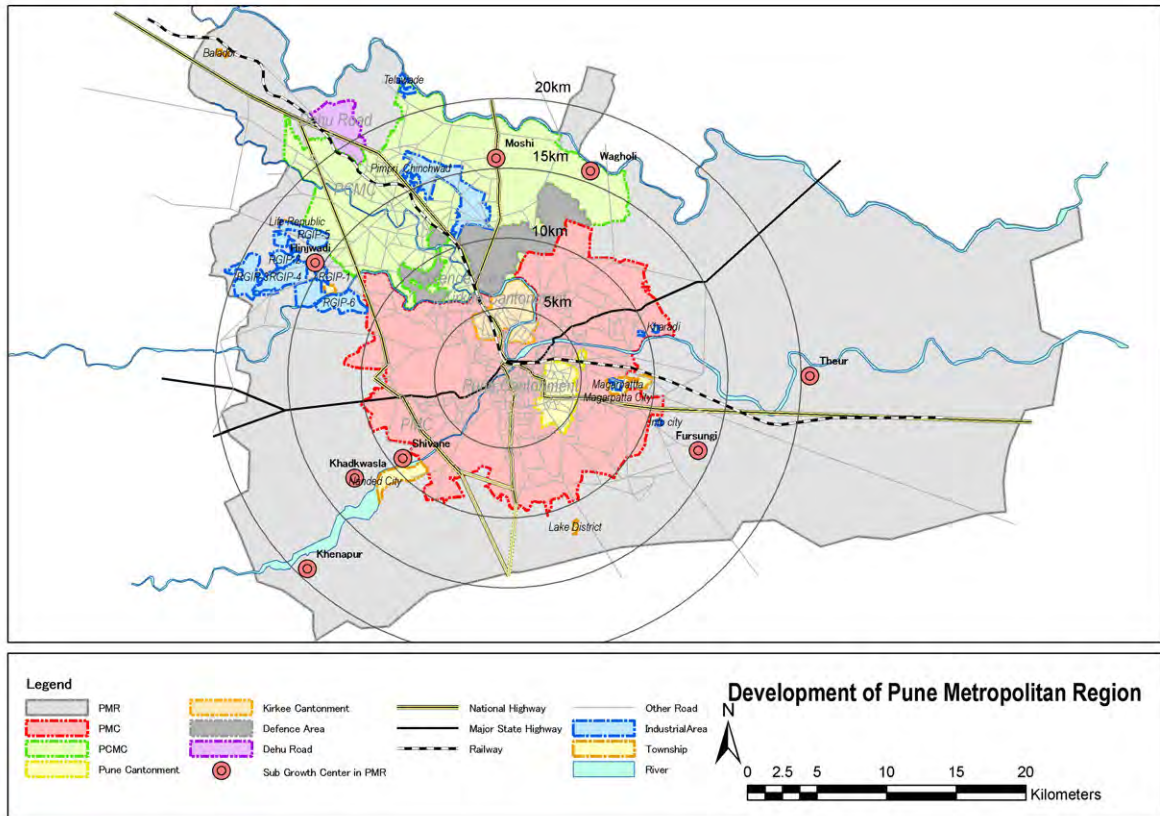


図 2.2.3 プネ都市圏の開発方針と開発動向

出典：プネ都市圏地域計画および各種資料を基に調査団作成

5) プネ都市圏の課題

プネ都市圏は、マハラシュトラ州の政策により郊外部を中心に大規模な産業団地が開発されている。更に、プネ市およびピンプリチンチワッド市の外縁部を中心に、民間資本によるタウンシップ開発が進んでおり、市街地区域・人口、ともに拡大傾向にある。

今後は、市街地区域の拡大とともに、市境を跨る経済活動が活発化されるものと考えられることから、プネ都市圏の経済、都市、交通問題を包括的に管理するプネ都市圏開発庁の設立が必要であると考えられる。

2.2.2 プネ市の現状と課題

1) 概要

プネ市は 1950 年に誕生した都市部自治体の自治都市であり、14 の区および 144 のサブ区域から構成されている。また、プネ大学等の多くの教育機関や研究所を有している学術都市であり、「東のオックスフォード」と呼ばれている。また、市の西部および北部に駐屯地を有している。プネ市は、市街地の拡大とともに市域を外側へと拡大しており、139 km² (1961 年)であった市域は、2012 年現在 244 km²に拡大している。

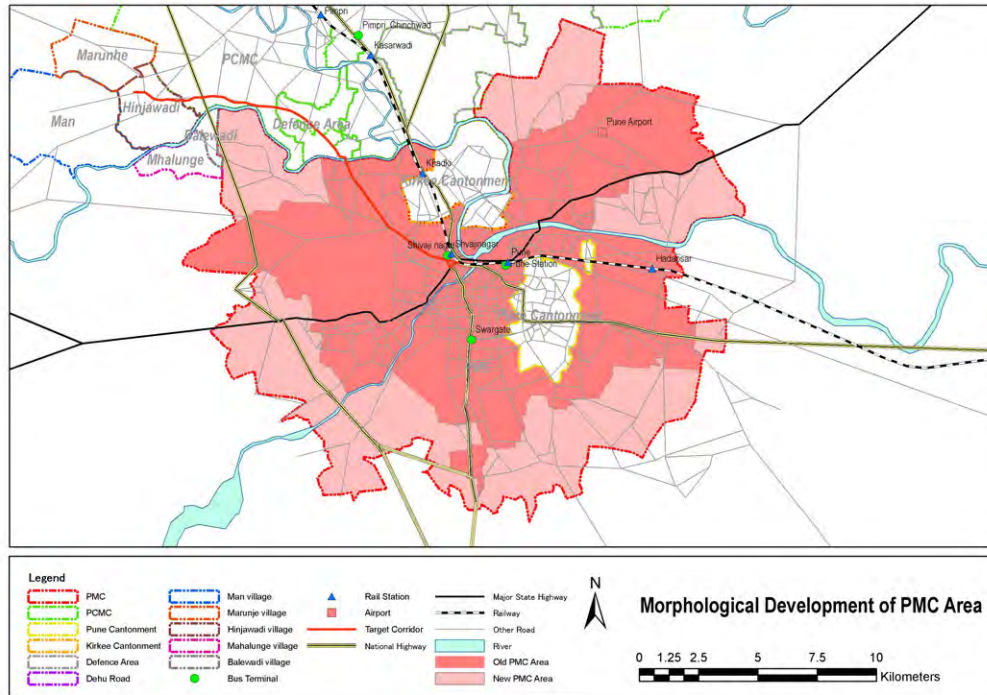


図 2.2.4 プネ市域の変遷

2) 人口

プネ市はインドで9番目（2011年）、マハラシュトラ州で2番目に多い人口を有している。都市域の拡大とともに人口、人口密度ともに増加しており、2011年時点で人口約312万人、人口密度は約12,775人/km²と高密度である。

表 2.2.3 プネ市の人口および人口密度の変遷

| Year | Population (Person) | Area (km ²) | Density (Person/km ²) |
|------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1951 | 488,419 | 19.05 | 256 |
| 1961 | 606,777 | 138.98 | 4,366 |
| 1971 | 856,105 | 138.98 | 6,160 |
| 1981 | 1,203,363 | 146.95 | 8,189 |
| 1991 | 1,566,651 | 146.11 | 10,722 |
| 2001 | 2,538,473 | 243.87 | 10,409 |
| 2011 | 3,115,431 | 243.87 | 12,775 |

プネ市の人口密度は旧市街地である中心部で高く、新市街地である郊外部では低い水準にある。本調査対象路線の沿線では、Ghaneshind Roadの南部およびAundh付近の旧市街地で高い水準にある。一方で、プネ大学やPnachavati Hillを含む地域は低い水準にある。

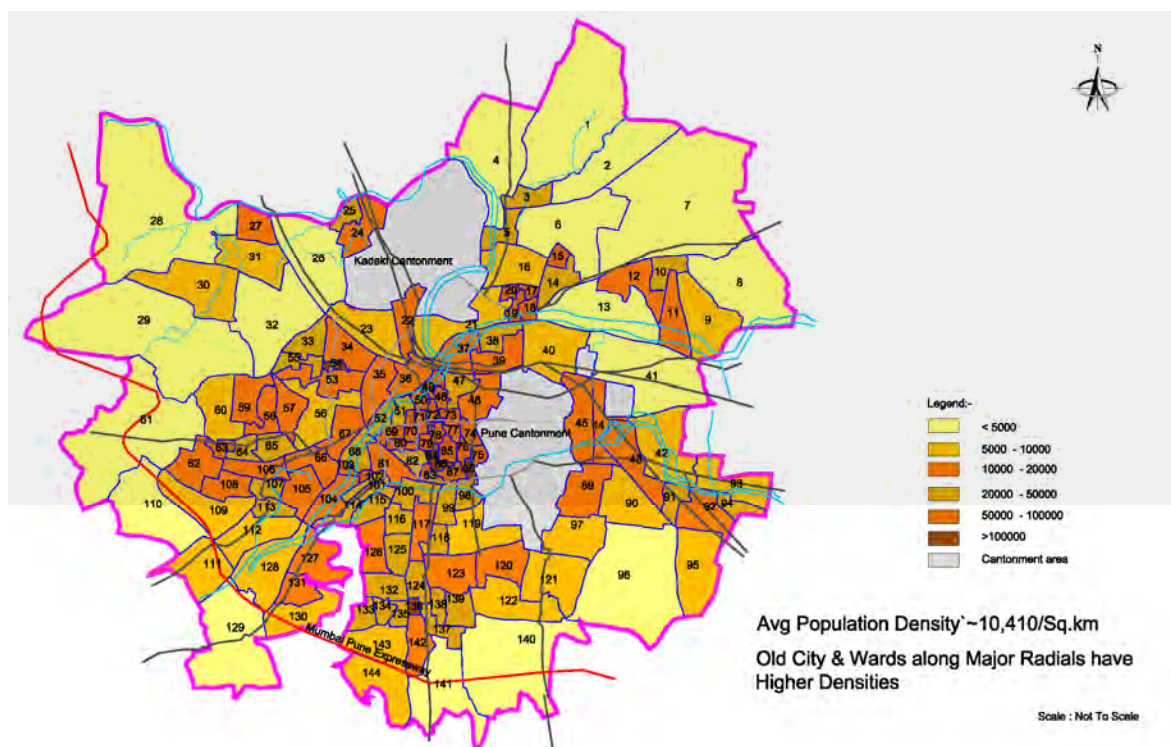


図 2.2.5 プネ市の人口密度分布 (2011年)

表 2.2.4 プネ市の行政区別人口 (速報値)

| Ward Name | Population in 2011 |
|-----------------------|--------------------|
| Aundh | 180,007 |
| Bhawani Peth | 191,514 |
| Bibwewadi | 295,246 |
| Dhankawadi | 236,284 |
| Dhole Patil Road | 155,086 |
| Ghole Road | 171,511 |
| Hadapsar | 324,104 |
| Kasba Vishrambaugwada | 178,079 |
| Kothrud | 208,748 |
| Yerwada | 238,094 |
| Sahakarnagar | 203,031 |
| Sangamwadi | 260,935 |
| Tilak Road | 240,397 |
| Warje Karvenagar | 232,395 |
| Total | 3,115,431 |

出典：プネ市資料より調査団推計

3) 交通

プネ市内の交通は公共交通の利用者が約 23% を占めており、他のアジア諸国の大都市と比べると比較的高い水準にある。一方で、近年、自家用車やバイクの登録台数は増加傾向にあり、1993 年と 2007 年の 1000 人当たりのバイク保有者数は 2.7 倍、自動車は 4.3 倍に伸びている。2007 年現在で、バイクは 367 台/1000 人、自動車は 71 台/1000 人である。

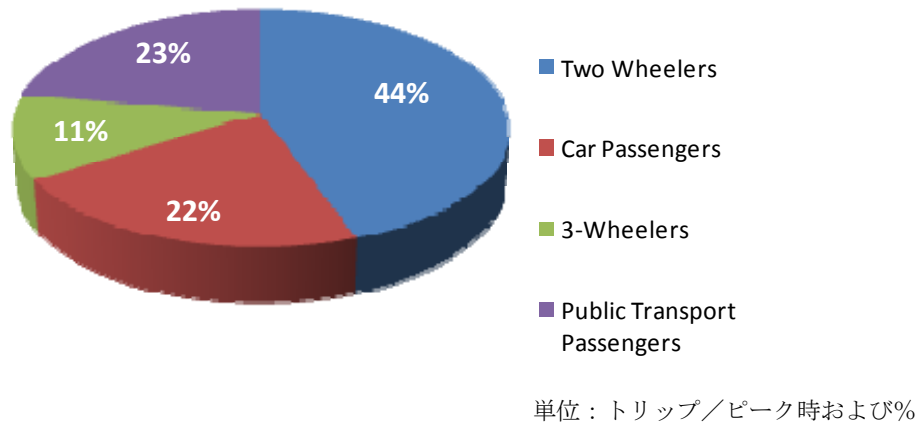


図 2.2.6 交通機関分担率¹ (プネ市内の内ー内トリップ：2008年)

出典：プネ市総合交通計画

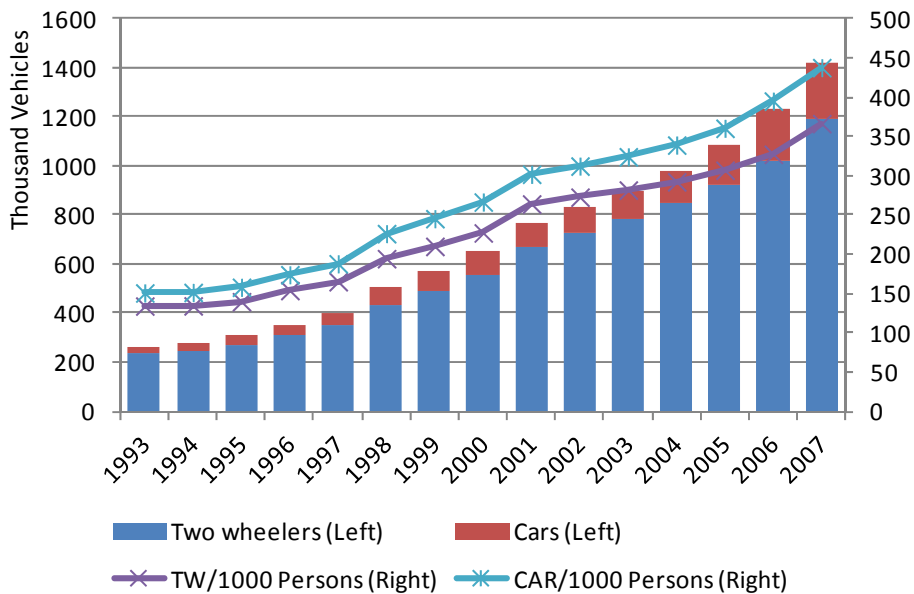


図 2.2.7 プネ市の自動車・バイク保有登録台数の変遷

出典：ヒンジャワディ工業団地総合交通マスタープラン

¹ プネ市総合交通計画の需要予測モデルにおいて推計された 2008 年時点のゾーン間トリップ (ピーク時間) のうち、各交通機関を使用するトリップの割合

4) 課題

プネ市は、人口の増加に伴い、人口密度、市域ともに拡大傾向にある。市域の拡大は日常的な移動距離の増加をもたらし、人口密度の増加は交通量の増加をもたらすものと考えられる。更に、近年では経済成長に伴い、自家用車やバイクの利用者率が増加傾向にあることから、今後、市内における交通環境の悪化が懸念される状況にある。

2.2.3 ピンプリチンチウッド市の現状と課題

1) 概要

ピンプリチンチウッド市はパキスタンからの難民の受入地として 1948 年に開発された住宅地を起源とし、1970 年に誕生した都市部自治体の自治都市である。市は 4 つの区から構成されており、市の南部には、駐屯地を有している。プネ市と同様に、市街地の拡大とともに市域を外側へと拡大しており、誕生時（1970 年）に 86.01 km²であった市域は、2012 年現在 170.51 km²に拡大している。また、市の中心部にマハラシュトラ産業開発公社による工業団地が整備されている他、市の西側はヒンジャワディ工業団地と隣接している。

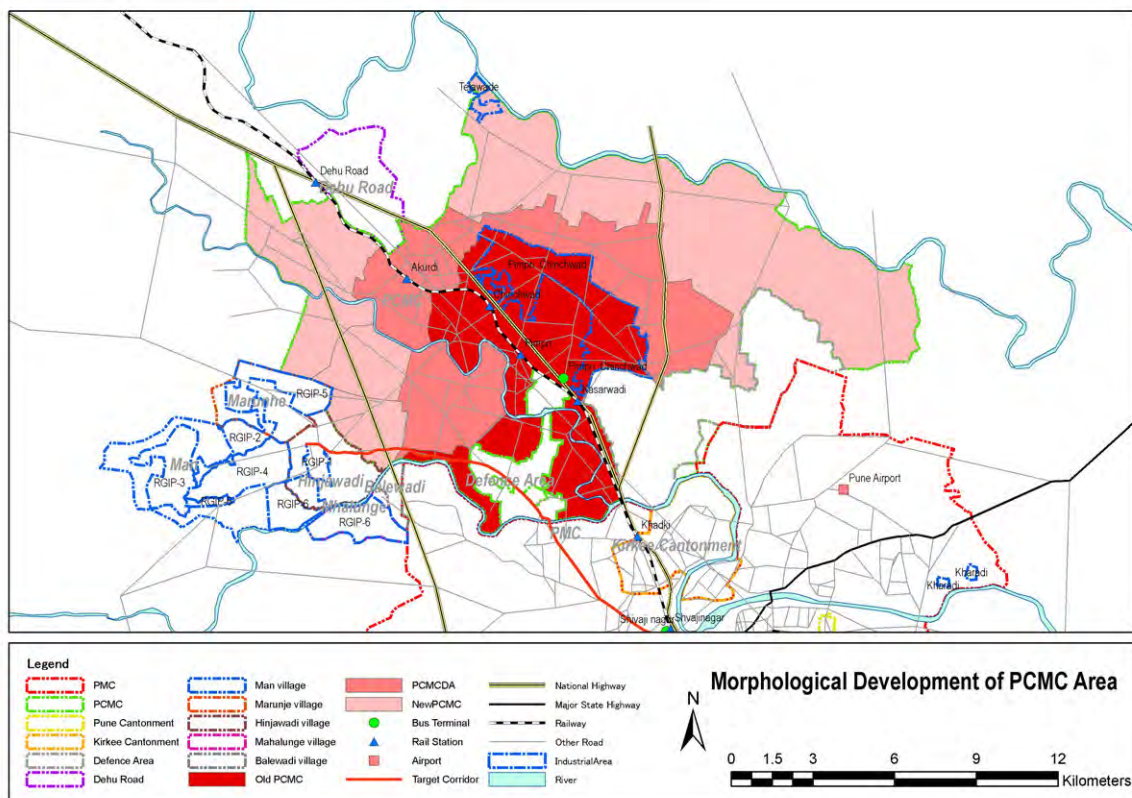


図 2.2.8 ピンプリチンチウッド市域の変遷

2) 人口

ピンプリチンチウッド市は、都市域の拡大とともに人口、人口密度ともに急増しており、2011 年時点で人口約 173 万人、人口密度は約 10,142 人/km²と高密な都市に成長している。

表 2.2.5 ピンプリチンチウッド市の人口および人口密度の変遷

| Year | Population (Person) | Area (km2) | Density (Person/km2) |
|------|---------------------|------------|----------------------|
| 1981 | 251,769 | 86.01 | 2,927 |
| 1991 | 520,639 | 86.01 | 6,053 |
| 2001 | 1,006,417 | 170.51 | 5,902 |
| 2011 | 1,729,359 | 170.51 | 10,142 |

ピンプリチンチウッド市の人口密度は旧市街地である中心部で高く、新市街地である郊外部では低い水準にある。本調査対象路線の沿線は低密な地域が広がっている。

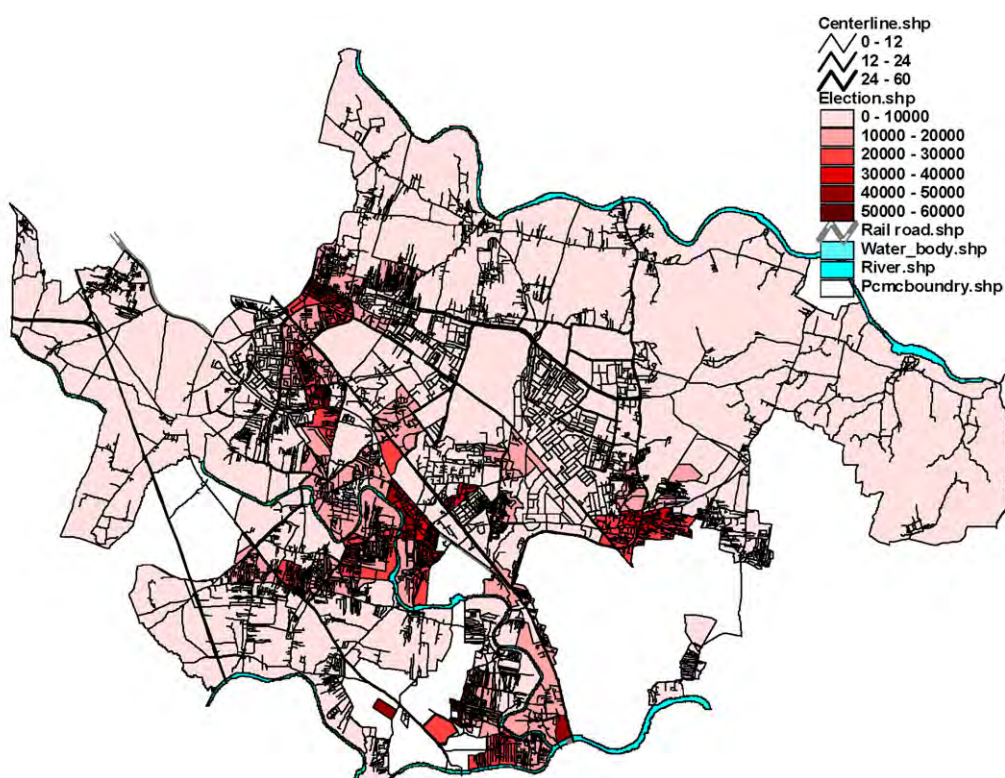


図 2.2.9 ピンプリチンチウッド市の人口密度分布 (2001 年)

表 2.2.6 ピンプリチンチウッド市の行政区別人口 (速報値)

| Ward Name | Population in 2011 |
|-----------|--------------------|
| A | 413,588 |
| B | 340,943 |
| C | 444,693 |
| D | 530,135 |
| Total | 1,729,359 |

出典：ピンプリチンチウッド市資料より調査団推計

3) 交通

ピンプリチンチウッド市内の交通は公共交通機関の利用者が約 3%と極めて低い水準にある。自家用車やバイクの登録台数も増加傾向にあり、1993 年と 2007 年の 1000 人当たりのバイク保有者数は 3.8 倍、自動車は 7.4 倍に大きく伸びている。2007 年現在で、バイクは 250 台/1000 人、自動車は 37 台/1000 人である。

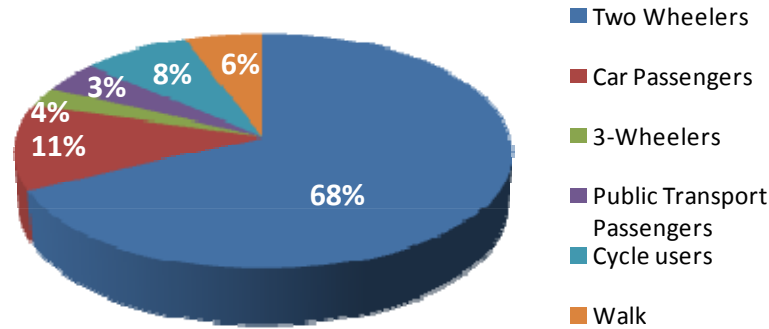


図 2.2.10 交通機関分担率 (ピンプリチンチウッド市内の内ー内トリップ : 2008 年)

出典 : プンプリチンチウッド市総合交通計画

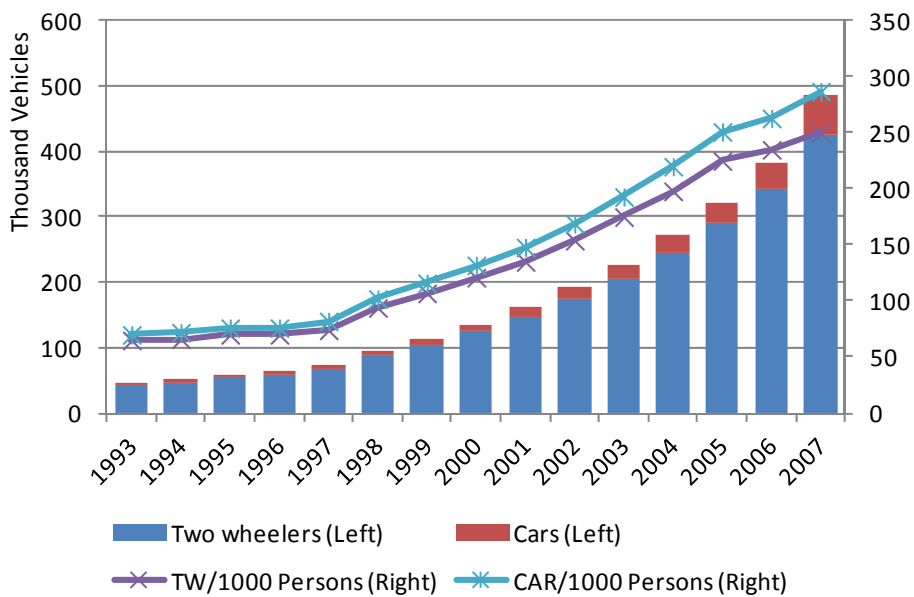


図 2.2.11 ピンプリチンチウッド市の自動車・バイク保有登録台数の変遷

出典 : ヒンジャワディ工業団地総合交通マスタープラン

4) 課題

ピンプリチンチウッド市は、プネ市と比べて、人口密度、市域ともに急激な増加傾向にある。また、自家用車やバイクの利用者率も急増しており、市内の交通環境の更なる悪化が懸念される。

2.2.4 ヒンジャワディ工業団地の現状と課題

1) 概要

ヒンジャワディ工業団地（正式名称：The Rajiv Gandhi I.T. Park (RGIP) at Hinjawadi）はヒンジャワディ村、マルンジェ村、マン村、およびマハルンジ村の4つの農村部自治体の村（パヤチャーヤト）に跨る工業団地であり、マハラシュトラ州工業開発公社（MIDC）が用地取得、開発、管理、分譲を行っている。

同工業団地はフェイズ1～2まで計画されており、合計面積が約2,300haの大型ITパークである。2012年現在、フェイズ1および2については概ね分譲を終え、フェイズ3の工事、分譲が順次行われている。フェイズ4については用地取得の公示はされたものの交渉が難航しており、計画は停止している。フェイズ5、6は開発計画はあるものの、用地取得の手続きが行われていない。工業団地の外の地域に関してはプネ県の管轄区域となる。

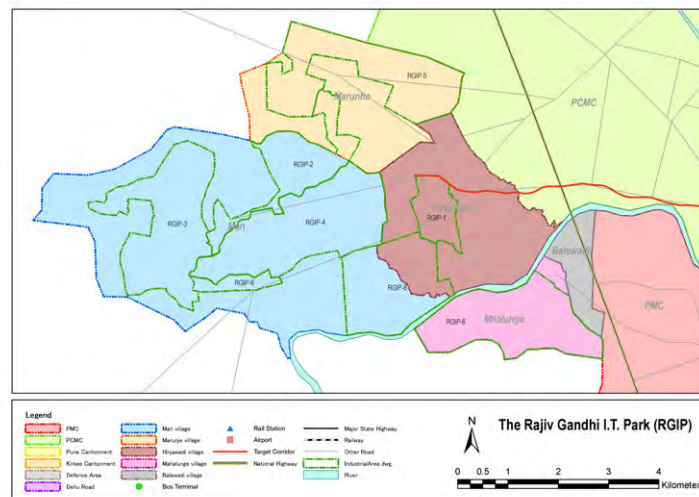


図 2.2.12 ヒンジャワディ工業団地計画図

表 2.2.7 ヒンジャワディ工業団地計画

| Rajeev Gandhi InfoTech Park | Village wise break up RGIP (Ha) | | | | Total Area (Ha) | Status of Acquisition |
|-----------------------------|---------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------------|--------------------------------|
| | Man | Marunje | Hinjawadi | Mahalunge | | |
| Phase I | | | 96.42 | | 96.42 | Land Acquired |
| Phase II | 236.23 | | | | 236.23 | Land Acquired |
| Phase III | 351.17 | | | | 351.17 | Land Acquired |
| Phase IV | 464.44 | | | | 464.44 | Land Notified but not acquired |
| Phase V | | 446.59 | | | 446.59 | Not Acquired |
| Phase VI | 402.8 | | | 310 | 712.80 | Not Acquired |
| TOTAL | 1454.64 | 446.59 | 96.42 | 310 | 2307.66 | |

出典：ヒンジャワディ工業団地総合交通計画

2) 労働人口

ヒンジャワディ工業団地では 2011 年時点で約 7.8 万人が就労している（HIA によるヒアリング調査結果）。また、他国との業務連携をしているため、シフト制を採用している企業が多い特徴がある。

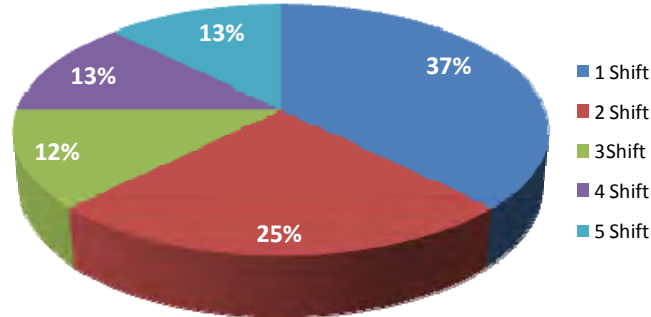


図 2.2.13 ヒンジャワディ工業団地内企業のシフト制採用状況
(2008 年時点 サンプル調査結果)

出典：HIA 資料より調査団作成

3) 交通

ヒンジャワディ工業団地に関する交通量は、ピンプリチンチウッド市を出発地または目的地とする交通が 32%、プネ市が 14%、プネ市の南東側が 27%である。よって、これら 73%の交通はピンプリチンチウッド市またはプネ市を經由してヒンジャワディ工業団地に流入または流出していく交通である。また、工業団地へは自家用車やバイク、ミニバス等の他に、工業団地内の各企業が所有・運行する通勤バスによりアクセスしている労働者が多く、全交通量の約 30%を占めている。また、工業団地へアクセスできる道路が限られているため、通勤時に主要道路で渋滞が発生しているがピーク率は平均で約 9%程度であり、工業団地へのアクセス道路として低い水準にある。これは、シフト別の労働時間を採用している企業が多いことが要因の一つとして考えられる。

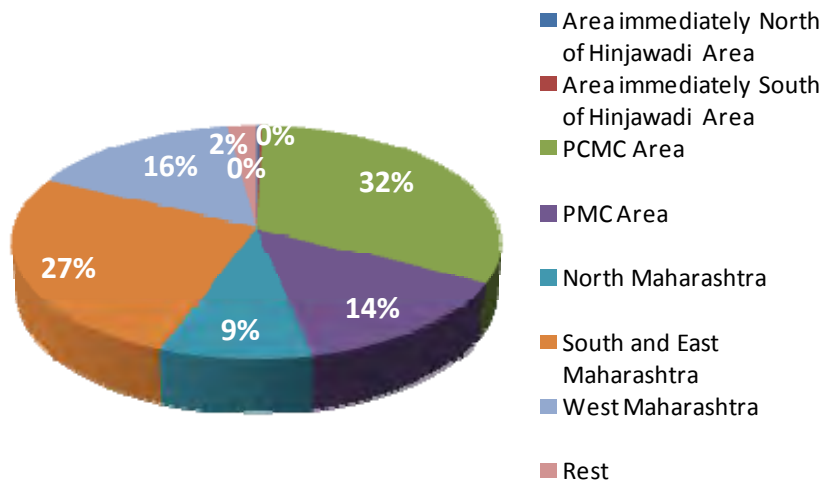
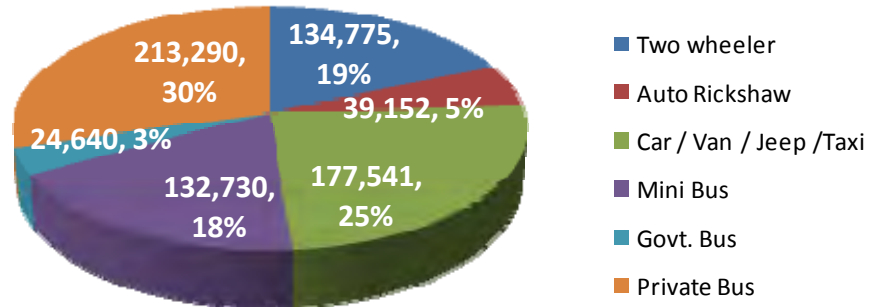


図 2.2.14 ヒンジャワディ工業団地へ流入・流出交通の目的地および出発地

出典：ヒンジャワディ工業団地総合交通計画



単位：トリップ／16 時および%

図 2.2.15 ヒンジャワディ工業団地の交通機関分担率² (2008 年時点 16 時間調査結果)

出典：ヒンジャワディ工業団地総合交通計画

4) 課題

ヒンジャワディ工業団地は域内に居住地が少ないため、ピンプリチンチウッド市やプネ市方面の通勤者が大半を占めている。一方で域外からのアクセス路が限られていることもあり、主要道路では朝晩を中心に渋滞が発生している。一方で、アクセス路が限られていることは主要な通勤ルートが限られていると考えられることから、公共交通による代用が有効であると考えられる。

2.3 プネ地域の開発の方向

2.3.1 プネ市の都市計画

1) 概要

プネ市の都市計画はプネ市開発計画 (DP) とプネ市開発基準 (DCR) によって実行されている。これらの計画・土地利用規制は、マハラシュトラ地域・都市計画法 (MRTPA) に基づき、法的拘束力を有する。また、プネ市では都市における経済活動を促進するために、JNNURM の予算を活用し都市インフラの整備を行っているが、JNNURM に基づく事業を行う際には、都市開発に関する今後 4~5 年間の実行計画を定めることが義務付けられており、プネ市においても 2006 年~2012 年を目標年次とした都市開発計画 (CDP) が定められている。

2) 開発計画

(1) 概要

プネ市開発計画は、第一段として中心部の 146.11 km² の範囲を対象に、目標年次 1987 - 2007 年として策定された。次いで、新たに追加された外縁部の 23 の村 (97.84 km²) を対象に新たな開

² ヒンジャワディ工業団地総合交通計画の需要予測モデルにおけるゾーン間トリップ (16 時間) のうち、各交通機関を使用するトリップの割合

発計画が 2005 年にマハラシュトラ州へ提出された。中心部に関しては現在、計画の見直しが行われており、外縁部に関しては 2005 年から 20 年間を目標年次としている。

(2) 土地利用計画

プネ市開発計画における土地利用計画図および用途分布を以下に示す。旧市街地の中心部では、宅地や公共用地の割合が高く、外縁部の新市街地では宅地および緑地の割合が高い。しかし、プネ市都市開発計画によると、実際には約 30%程度しか実現されていない。

表 2.3.1 開発計画における土地利用計画

| Land use Category | 1987 DP | 2001 DP | Total | 1987 DP | 2001 DP | Total |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | Sq. km. | Sq. km. | Sq. km. | % | % | % |
| Residential | 50.58 | 53.16 | 103.74 | 36.56 | 50.35 | 42.53 |
| Commercial | 2.35 | 1.57 | 3.92 | 1.7 | 1.49 | 1.61 |
| Industrial | 7.26 | 2.62 | 9.88 | 5.25 | 2.48 | 4.05 |
| Public and Semi-public | 15.22 | 1.45 | 16.67 | 11 | 1.37 | 6.83 |
| Public Utilities | 1.38 | - | 1.38 | 1 | - | 0.57 |
| Transport | 22 | 9.81 | 31.81 | 15.9 | 9.29 | 13.04 |
| Reserved Forest and Agriculture | 2.35 | 26.7 | 29.05 | 1.7 | 25.29 | 11.91 |
| Water Bodies | 12.04 | 2.48 | 14.52 | 8.7 | 2.35 | 5.95 |
| Hills and Hill Slopes | 12.45 | - | 12.45 | 9 | - | 5.1 |
| Recreational | 12.73 | 7.79 | 20.52 | 9.2 | 7.38 | 8.41 |
| Total | 138.36 | 105.58 | 243.94 | 100 | 100 | 100 |

出典：プネ市都市開発計画

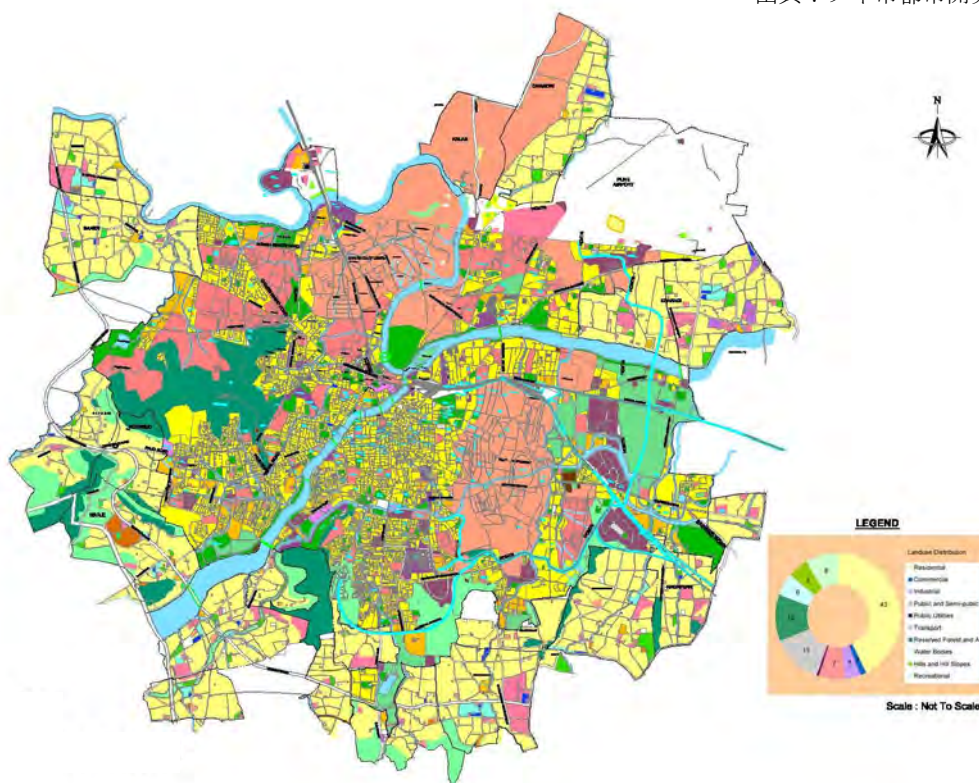


図 2.3.1 プネ市開発計画における土地利用図

出典：プネ市開発計画

(3) 多極型都市構造の開発

プネ市開発計画では、旧市街地における一極集中を改善するために、郊外部へ新たな成長センターを整備することを計画している。また、土地利用計画の実現性を高めるため、現在、旧市街地部の土地利用計画の見直しを行うとともに、違法建築への規制強化を行っている。

2.3.2 ピンプリチンチウッド市の都市計画

1) 概要

ピンプリチンチウッド市の都市計画はプネ市と同様に、開発計画とプネ市開発基準によって実行されている。また、JNNURM に基づき、2006 年～2012 年を目標年次とした都市開発計画も定められている。

2) 開発計画

(1) 概要

ピンプリチンチウッド市の開発計画は、1986 年に立案され、1995 年に都心部の 86.01 km の区域についてマハラシュトラ州から認定を得て開発規制が有効化された。次いで、1997 年に周辺の PCNDTA の開発区域が追加され、2007 年に新たに外縁部の 84.53km が計画決定された。

(2) 土地利用計画

ピンプリチンチウッド市開発計画における土地利用計画図および用途分布を以下に示す。旧市街地の中心部には工業団地があることから、旧市街地の産業用途の割合が高い。新たに編入された郊外部は宅地が多い傾向にある。

表 2.3.2 開発計画における土地利用計画

| Land use Category | Old DP | New DP | Total | Old DP | New DP | Total |
|------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| | Sq. km. | Sq. km. | Sq. km. | % | % | % |
| Residential | 36.94 | 47.28 | 84.22 | 57.73 | 55.93 | 49.38 |
| Commercial | 0.29 | 2.68 | 2.97 | 0.45 | 3.17 | 1.74 |
| Industrial | 15.61 | 3.22 | 18.83 | 24.39 | 3.81 | 11.04 |
| Public Utilities | 0.77 | 0.97 | 1.74 | 1.21 | 1.15 | 1.02 |
| Public & Semi- public | 3.14 | 2.66 | 5.8 | 4.9 | 3.15 | 3.40 |
| Transportation/ Circulation | 5.48 | 10.94 | 16.42 | 8.56 | 12.94 | 9.63 |
| Open Spaces/ Recreation | 1.76 | 2.56 | 4.32 | 2.75 | 3.03 | 2.53 |
| Water Bodies | 3.63 | 1.33 | 4.96 | 0 | 1.57 | 2.91 |
| Agriculture & Reserve Forest | 18.39 | 12.89 | 31.28 | 0 | 15.25 | 18.34 |
| Total | 86.01 | 84.53 | 170.54 | 100 | 100 | 100 |

2.3.3 ヒンジャワディ地区の開発計画

1) 概要

MIDC によりヒンジャワディ地区の開発計画および開発基準が定められている。

(1) フェイズ 1

フェイズ 1 の範囲は 96.42ha であり、既に土地収用、開発が終わっている。用地は既に分譲されており、Wipro や Infosys 等の IT 会社が入居している。また、インド情報技術大学 (IIIT) 等のような教育機関や、Lemon Tree Hotel のような宿泊施設も入居している。

(2) フェイズ 2

フェイズ 2 の範囲は 236.23ha である。既に土地収用が終わっており、土地開発・分譲が順次行われている (2010 年時点 85%)。Wipro や Infosys 等の IT 会社が入居している。

(3) フェイズ 3

フェイズ 3 の範囲は 351.17ha であり、SEZ に指定されている。既に土地収用が終わっており、土地開発・分譲が順次行われている (2010 年時点 10%)。TechMahindra 等の IT 会社が入居している。

(4) フェイズ 4~6

フェイズ 4 の範囲は 464ha、フェイズ 5 は 446ha、フェイズ 6 は 713ha である。フェイズ 4 については公示されているが、土地取得が難航し、工事を行われていない。フェイズ 5 および 6 についてはまだ正式に公示されていない。

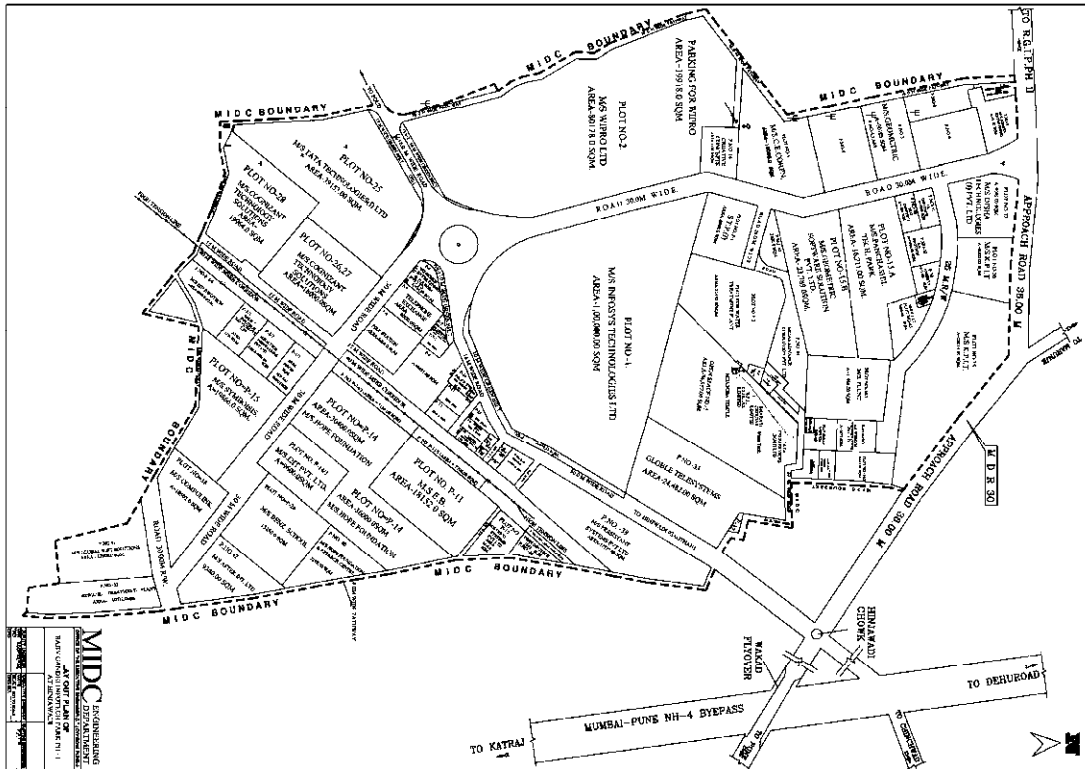


図 2.3.3 フェイズ1 レイアウトプラン

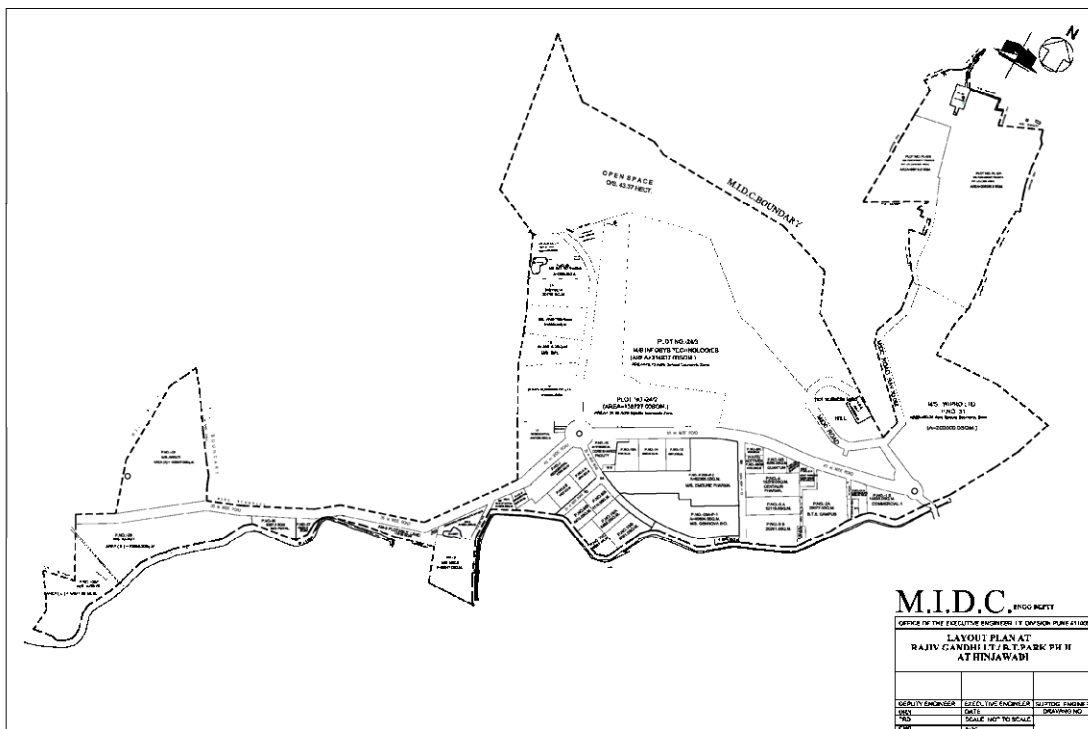


図 2.3.4 フェイズ2 レイアウトプラン

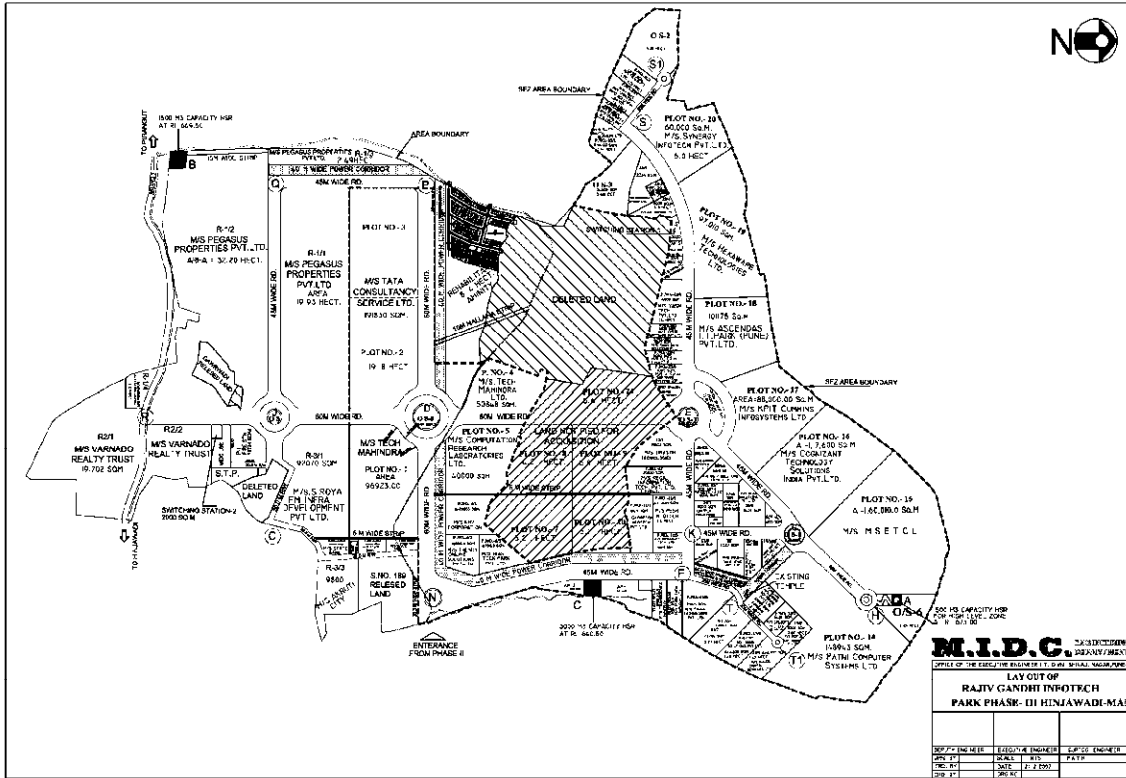


図 2.3.5 フェイズ3 レイアウトプラン

2.3.4 プネ市総合交通計画

1) 概要

Wilbur Smith および IL&FS により、プネ市内における総合交通計画が策定されている。
(Comprehensive Mobility Plan for Pune City, 2008, Wilbur Smith, IL&FS)

同調査は、交通調査結果および将来土地利用計画を基に将来需要を予測し、2011年、2021年、2031年を目標年次としてプネ市内の主要コリドーについて公共交通機関導入の計画を検討している。

同計画では、2011年にはプネ市内のほぼ全ての主要道路に BRT を整備し、2021年にはプネ市外縁部に環状のモノレール、国道 48 号線沿いに南北の MRT の整備を計画している。2031年には、Nagar Road~Karve Road および Ganeshkhind Road~Hinjawadi 地区までにモノレールの整備を計画している。

2) 需要予測

同計画における需要予測は、プネ都市圏を対象範囲に 2031 年を目標年度として、交通調査結果を基に 4 段階推計法により実施されている。現況 OD は、コードンライン調査、スクリーンライン調査および家庭訪問調査により作成されているが、家庭訪問調査のサンプル数は 5,000 世帯であり 300 万人都市のサンプル数としてはやや少ないものと考えられる。

3) 本調査対象路線の計画

本調査対象区間の Ganeshkhind Road～Hinjawadi 地区は 2011 年から BRT を整備し、2031 年にはモノレールを整備する計画とされている。また、同区間には自転車道を整備するとともに、University Road と Aundh Road との交差点部に歩行者専用地下道、University Road と Baner Road への分岐点、および、市中心部の MRT 交差部では Park & Ride を主とした乗り換えターミナルが提案されている。

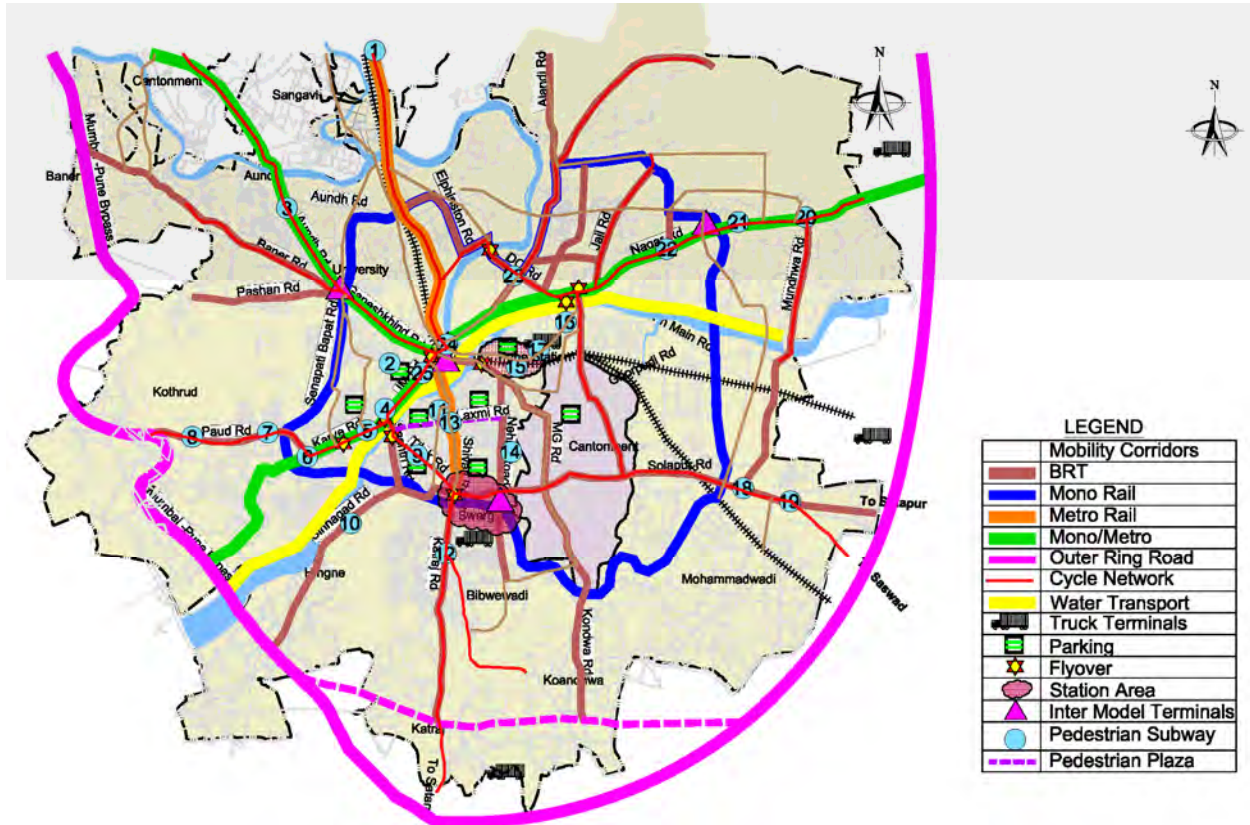


図 2.3.6 プネ市総合交通マスタープラン (2031 年)

出典：プネ市総合交通マスタープラン

2.3.5 ピンプリチンチウッド市総合交通計画

1) 概要

Credit Rating and Information Services of India Ltd. (CRISIL) により、PCMC 内における総合交通計画が策定されている。(Comprehensive Mobility Plan for Pimpri-Cinchiwad, 2008, CRISIL)

同調査は、2021 年を目標年次として交通調査結果を基に将来需要を予測し、PCMC 内の主要コリドーについて BRT 導入の計画を検討している。BRT は PCMC 内の 10 路線の本線と 4 路線の支線が計画されている。

2) 需要予測

同計画における需要予測は、ピンプリチンチウッド市を対象範囲に 2031 年を目標年度として、交通調査結果を基に 4 段階推計法により実施されている。現況 OD は、コードンライン調査、スクリーンライン調査および家庭訪問調査により作成されているが、家庭訪問調査のサンプル数はプネ市と同様に 5,000 世帯でありサンプル数としてはやや少ないものと考えられる。

3) 本調査対象路線の計画

本調査対象区間の Karewadi Main road と Wakad 地区と Hinjawadi Road を繋ぐ区間は BRT を整備する計画とされている。駅間乗降客数の予測結果や構想形式、開業時期等の詳細な検討は行われていない。

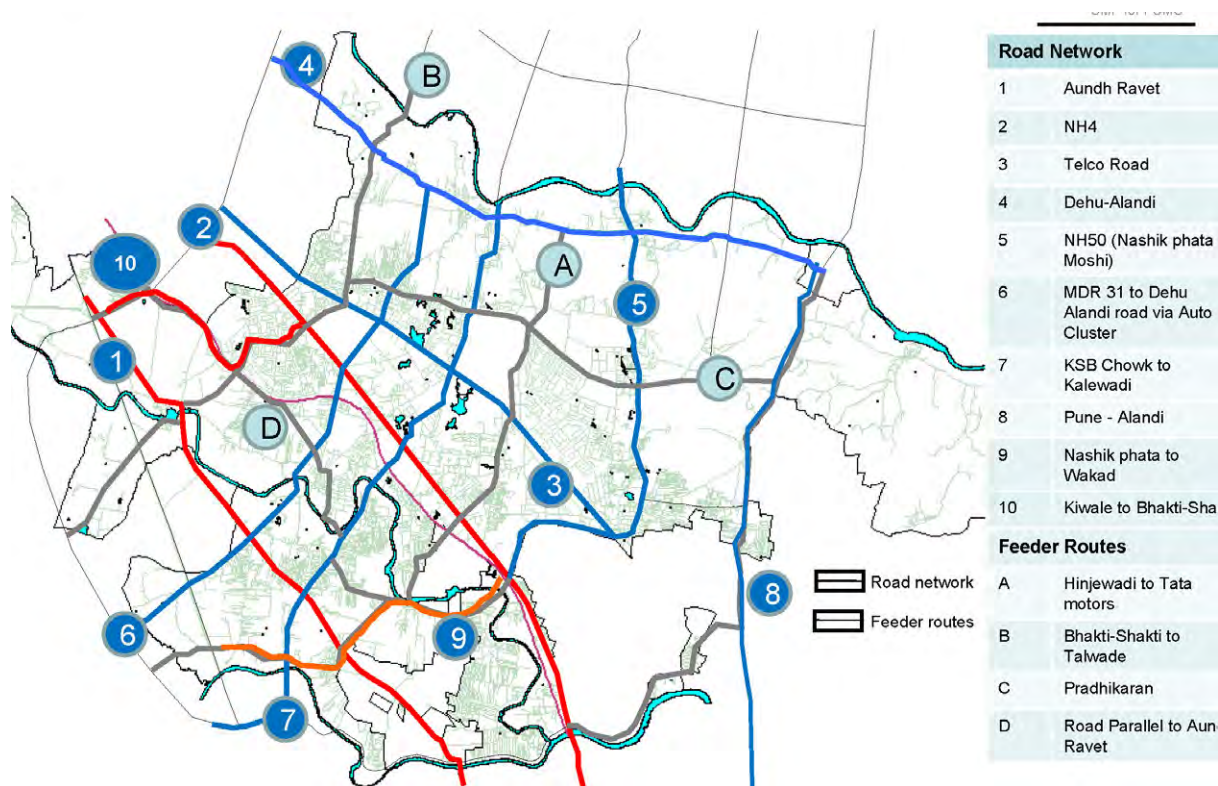


図 2.3.7 ピンプリチンチウッド市総合交通マスタープラン

出典：ピンプリチンチウッド市総合交通マスタープラン

2.3.6 ヒンジャワディ産業団地総合マスタープラン

1) 概要

Consulting Engineering Service (India) Private Limited (CES) により、ヒンジャワディ産業団地内の交通に関するマスタープランが策定されている。(Comprehensive Master Plan for Rajiv Gandhi InfoTech Park Ph - I, II, III, IV, V & VI @ Hinjawadi, 2010, CES)

同調査は、2021年を目標年次として交通調査結果を基に将来需要を予測し、ヒンジャワディ産業団地周辺の交通計画を検討している。BRTはピンプリチンチウッド市から Dange Choke Road を通り、Hinjawadi Choke を経てフェイズ3まで運行する計画とされている。また、プネ市内から Hinjawadi Road をフェイズ3まで MRT が計画されている。その他、フライオーバーや既存道路の拡幅、新たな道路の計画がなされている。

2) 需要予測

同計画における需要予測は、ヒンジャワディ地区および周辺地域を対象範囲に2021年を目標年度として、交通調査結果を基に4段階推計法により実施されている。現況ODは、コードライン調査、スクリーンライン調査およびロードサイドインタビュー調査により作成されている。

3) 本調査対象路線の計画

本調査対象区間の Hinjawadi Road は2011年までに6車線へ拡幅、2015までに Hinjawadi Chowk と KPIT Junction を超える大規模なフライオーバーを整備、2021までにフェイズ3まで MRT を整備する計画とされている。フライオーバーと MRT がラップ区間している区間の構造については検討されていない。

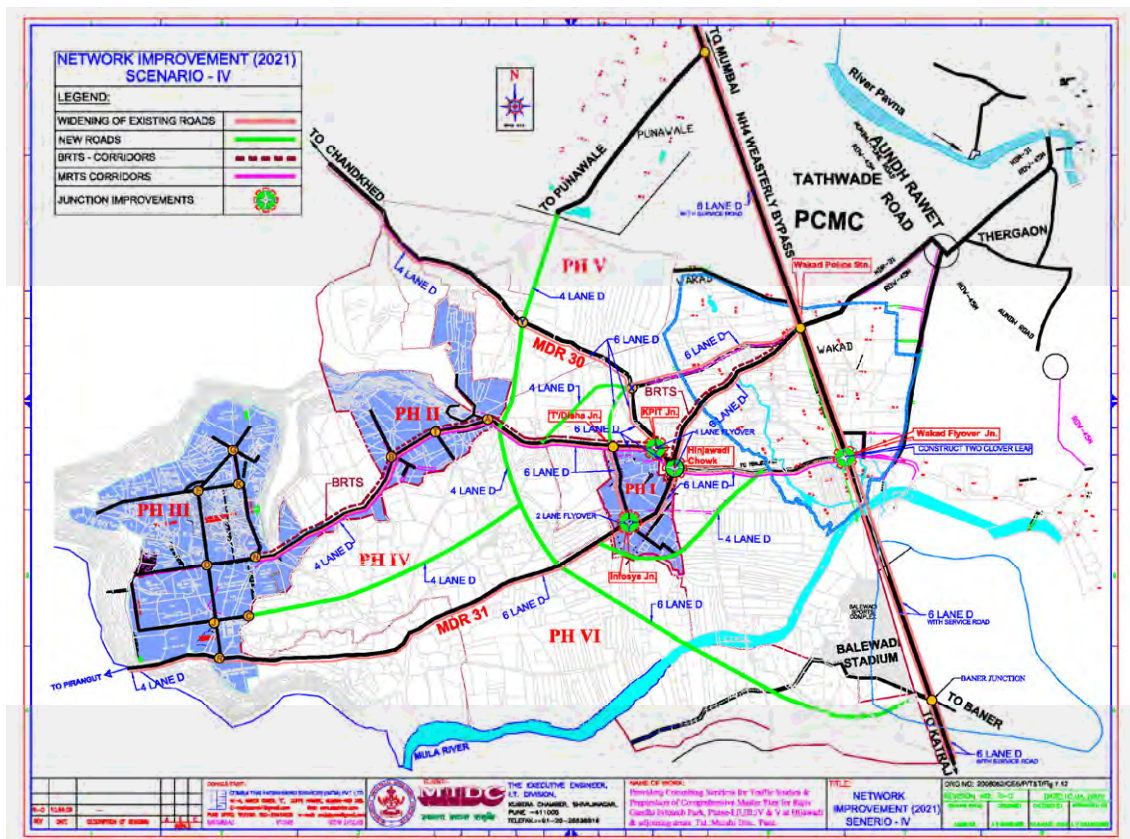


図 2.3.8 ヒンジャワディ地区総合マスタープランおよび本調査の対象路線

出典：ピンプリチンチウッド市総合マスタープラン中の図面に一部追記

2.3.7 BRT 計画

1) JNNURM プロジェクト

プネ市およびピンプリチンチワッド市では都市開発省や世界銀行の資金を入れて BRT の整備を行っている。以下にプネ地域における交通関係の JNNURM プロジェクトを示す。BRT や BRT 整備に向けて、主に道路改善を目標とした事業が計画・実行されている。プネ市南東部において BRT のパイロットプロジェクトが実施され、既に運行を開始している。本調査の対象路線については、PCMC 内のナシクパタからワカド地区への BRT 計画がある。既に一部フライオーバー等の工事が行われている。また、アウンドゥラベット道路についても BRT 計画が認定されており、既に拡幅工事が行われている。

表 2.3.3 プネにおける交通関連の JNNURM プロジェクト一覧 (2012 年 5 月 31 日時点)

| Sector | Project Title | Approved Cost (Million Rs.) | Date of Project Approval | % of work comple | Date of Completion as per latest QPR |
|-----------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------------------|
| Mass Rapid Transport System | BRT Pilot project for Pune city (Katraj Swargate Hadapsar Route 17.00 Km) | 10,314 | 11-Aug-06 | Completed | Completed |
| | Bus Rapid Transit (Phase I) for Pune city -48.77 Km | 47,662 | 25-Oct-06 | 90% | Mar-12 |
| | Bus Rapid Transport system (Development of Infrastructure for Commonwealth Youth Games, 2008) -36.00 Km | 43,422 | 5-Mar-07 | 90% | Mar-12 |
| | BRTS Corridor for Mumbai Pune Highway (8.5 Kms) and Audh Rawet Road (14.5 Kms) Total (23 Kms) | 31,214 | 28-Dec-07 | 70% | Mar-12 |
| | Improvement and Strengthening of New Alandi Road as BRT corridor for Pune (13.9 Km. from Vikrantwadi to Dighi-Octroi Naka) | 3,703 | 19-Aug-08 | 73% | Mar-12 |
| | BRTS Corridor-Kalewadi-KSB Chowk to Dehu-Alandi Road (Trunk Route 7)-PCMC -11.20 | 21,920 | 21-Nov-08 | 16% | Dec-13 |
| | BRTS Corridor-Nashik Phata to Wakad (Trunk Route No.9)-PCMC -7.08 Km | 20,682 | 21-Nov-08 | 71% | Mar-13 |
| Roads / Flyovers / RoB | Subway on Westerly Bypass at Baner junction | 726 | 22-Feb-08 | Completed | Completed |
| | Approach Road to Sangamwadi bridge | 782 | 22-Feb-08 | Completed | Completed |
| | Construction of pedestrian subways (3 Nos.) and vehicular underpass (1 No.) at Nagar Road | 661 | 22-Feb-08 | 90% | Dec-11 |

出典：都市開発省ホームページ

プネ市内においては、以下に示すコリドーを JNNURM による BRT 事業として申請している。

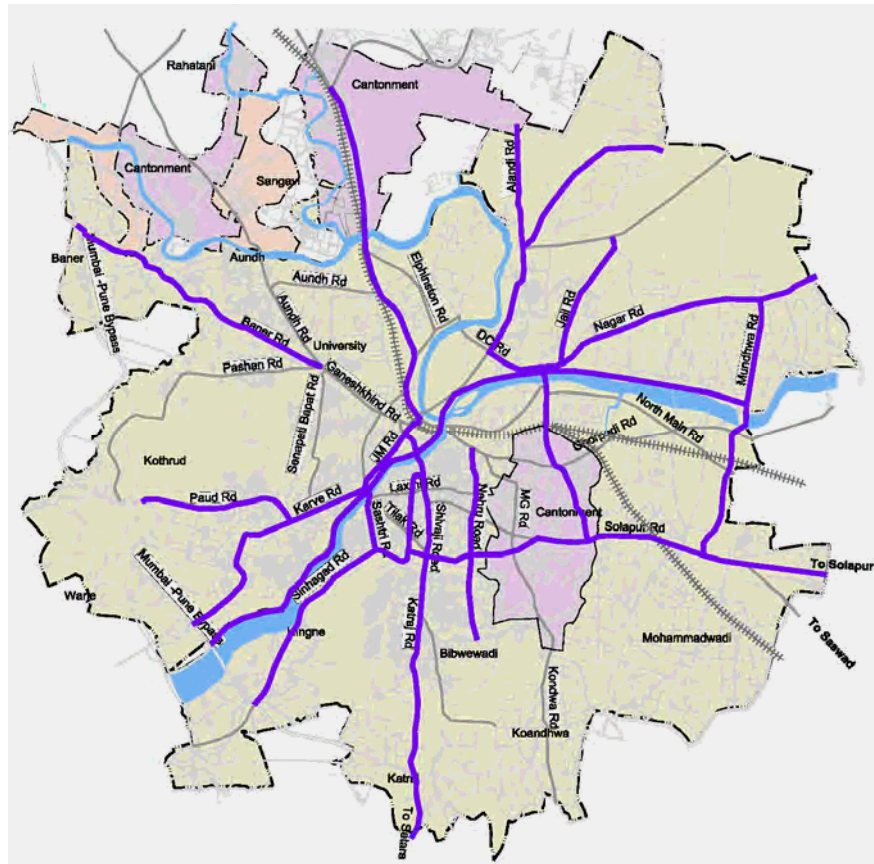


図 2.3.9 JNNURM による BRT 事業のコリドー

出典：Network Development for BRT for Pune City under the Scheme of JNNURM - Main Report, July 2006

また、ピンプリチンチワッド市内においては、前述の図 2.3.9 に示す 10 本のコリドーの提案を行い、このうち、以下の 4 つのコリドーについて JNNURM の承認を受けており、拡幅工事が実施されている。Nashik phata to Wakad 路線については、世界銀行の資金も入っており、移転計画や環境影響評価に関する調査が実施されている。

1. Old NH-4 (Mumbai-Pune highway)
2. Aundh Rawet corridor
3. Kalewadi phata to Dehu Alandi road
4. Nashik phata to Wakad

2.3.8 MRT 計画

1) 概要

DMRC により、プネ市およびピンプリチンチウッド市内における MRT 導入に関する詳細プロジェクト報告書が策定されている。(Detailed Project Report Pune Metro Project, 2009, Delhi Metro Rail Corporation LTD.)

同報告書では、既往調査 (Mass Rapid Transit System for Pune Metropolitan Area, 1998, RITES) で提案された 6 路線について需要予測を行い、重要性の高い 2 路線 (Line 1: PCMC – Swargate および Line 2: Vanaz - Ramvadi) を Phase 1 (2013 年) として整備し、次いで重要性の高い 2 路線 (Line 3: Deccan – Gymkhana および Line 4: ASI - Hinjawadi) および Line 1 の延伸 (PCMC – Nigdi および Swargate – Katraj) を Phase 2 (2021 年) として整備することを提案している。

需要予測は、2031 年を目標年次として、交通調査および将来人口予測結果から将来需要の推計を行っている。ただし、駅間乗降客数や構想形式等の詳細な検討は Phase 1 についてのみ検討が行われている。

2) 本調査対象路線の計画

上記 Line 4 路線が本調査の対象路線上にあるが、Phase 2 の計画であり駅位置等の詳細な検討は行われていない。

- 路線延長：18km (2021 年開業)
- 駅数：不明
- 電停間隔：不明
- 運賃：初乗り Rs.7、以降、約 Rs.0.5/km (デリーメトロと同様)
- 構造：不明
- 日乗降客数 (参考)：約 5.9 万人/日 (2031 年)
- 最大断面交通量 (参考)：約 3 万人/片方向/ピーク時

※需要予測は Agriculture Colleague – Himjawadi 間の予測結果



図 2.3.10 MRT 計画および本調査の対象路線

出典：Detailed Project Report Pune Metro Project, 2009, DMRC. 中の図面に一部追記

2.3.9 高速鉄道計画

インド国鉄道省は、アメダバードームンバイープネ間に高速鉄道を整備する計画を策定している。2010年に実施されたプレ F/S 調査 (Pre Feasibility Study Pune – Mumbai – Ahmedabad High Speed Line, 2010, SYSTRA, RITES) では、ムンバイープネ区間については、2021年で年間約13.2百万人の需要を見込んでいる。プネ駅の位置については、既存のプネ駅、農業大学付近、モシ付近の3箇所について定性的に評価を行い、既存のプネ駅南側とする案が提案されているが、用地買収やMRT計画との取り合い等の詳細な検討は行われていない。

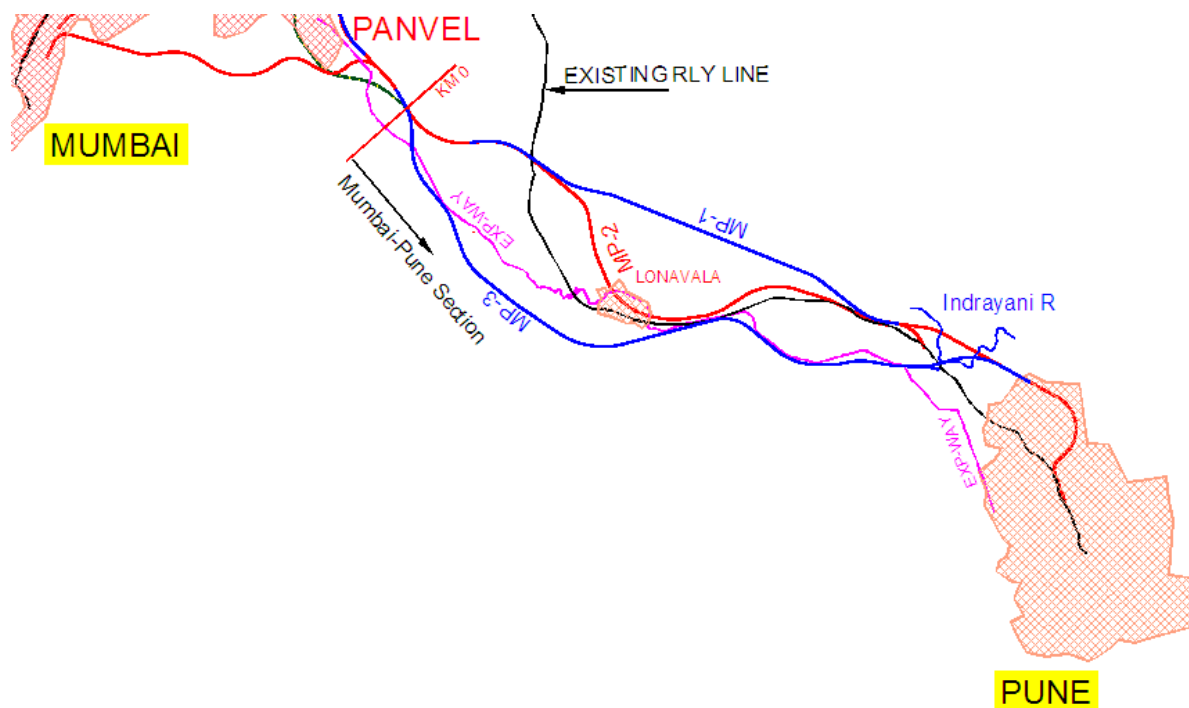


図 2.3.11 ムンバイープネ間高速鉄道路線図

出典：Pre Feasibility Study Pune - Mumbai - Ahmedabad High Speed Line, 2010, SYSTRA, RITES

第3章 交通需要予測

3.1 目的及び背景

3.1.1 目的

近年プネ都市圏（PMR）において、主要道路の交通混雑緩和・輸送力増加を実現するために、多数の調査が行われている。その主要道路の1つに、Ganeshkhind、Aund、Wakad 道路を通るプネ中心地と Hinjawadi IT パークを結ぶ道路がある。この道路はプネの経済成長にとって不可欠なため、本調査の対象路線となっている。本章の目的は、上記対象路線に沿う LRT の交通需要予測を計ることが出来るモデルの構築である。この LRT によって、対象路線の輸送力が向上され、混雑緩和や移動時間及び自動車走行費用が減少し、経済的便益に貢献する。

3.1.2 背景

プネは、インドの中で成長が早い都市の1つである。1951年から2011年までの60年間の人口成長率から成長の早さが分かる。PMC の場合、この60年間で人口成長率は常に2.0%以上である。高成長時代の1991年から2001年までの成長率は4.9%であった。その後、人口成長率が2.1%に減少した。これはインド国全体の成長率とほぼ同じである。一方、PCMC の人口成長率は常に4.2%以上である。1971年から1981年までの成長率は9.8%だった。その後の30年間においては、PCMC の人口成長率は7.5%、6.8%、5.3%と減少している。

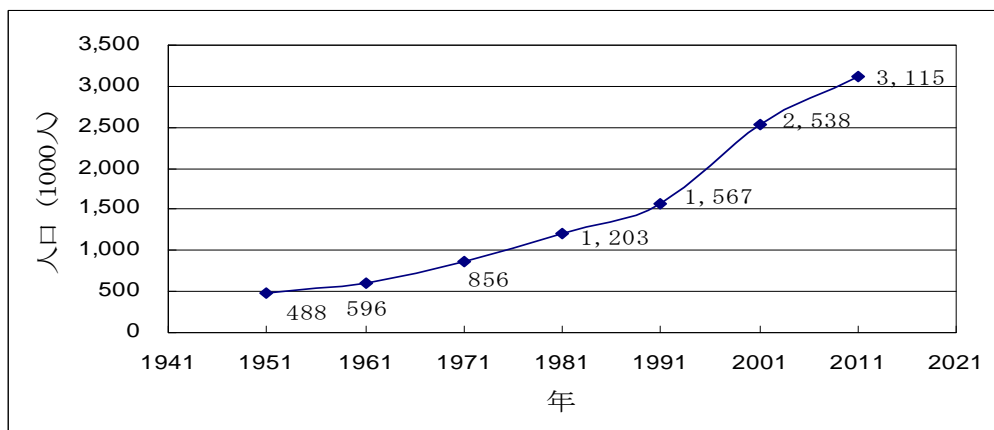


図 3.1.1 PMC 人口成長率

出典：インド・センサス

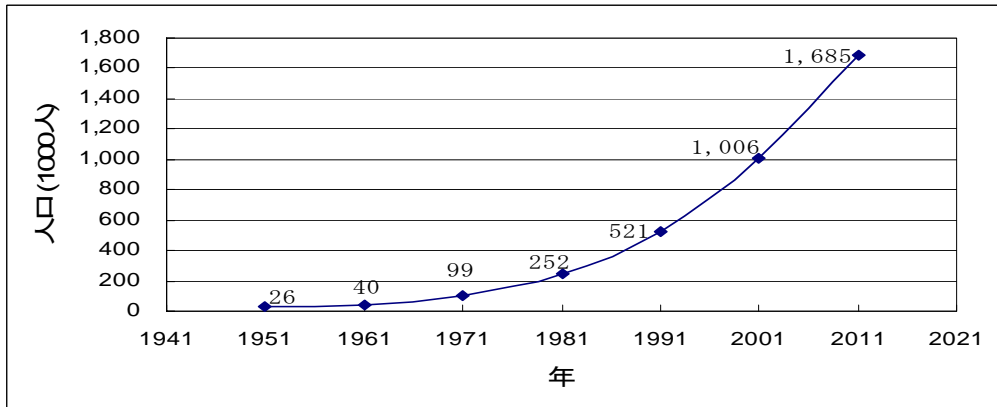


図 3.1.2 PCMC 人口成長率

出典：インド・センサス

PMR の経済も高成長であり、最近まで GDP は毎年約 15% で増加してきた。GDP の観点から考えると 2008 年には PMR はインドの 8 番目に大きな都市となり、GDP 総額は 300 億米ドルを達成した。この成長の原因として、PMR において自動車産業および IT 産業関連の企業が多く立地したことが挙げられる。例えば、Tata Motors、Mahindra & Mahindra、Mercedes Benz などの自動車メーカーである。また、インドの最大エンジニアリング企業（Kirloskar Group）も PMR に進出した。因みに、ドイツ企業のインド国における最大のハブ都市として PMR は機能しており、225 社以上の企業がある。

PMR の経済成長は、自動車数の急激な増加にもあらわれている（図 3.1.3 参照）。例えば、2011 年の PMR の自動車数は 2001 年の自動車数の 2.32 倍となった。また、2011 年の総自動車数は 2 百万台を超えた。この増加の原因は、2 輪車および乗用車の増加である。2011 年の総自動車数のうち、74% は 2 輪車、17% は乗用車となっている。

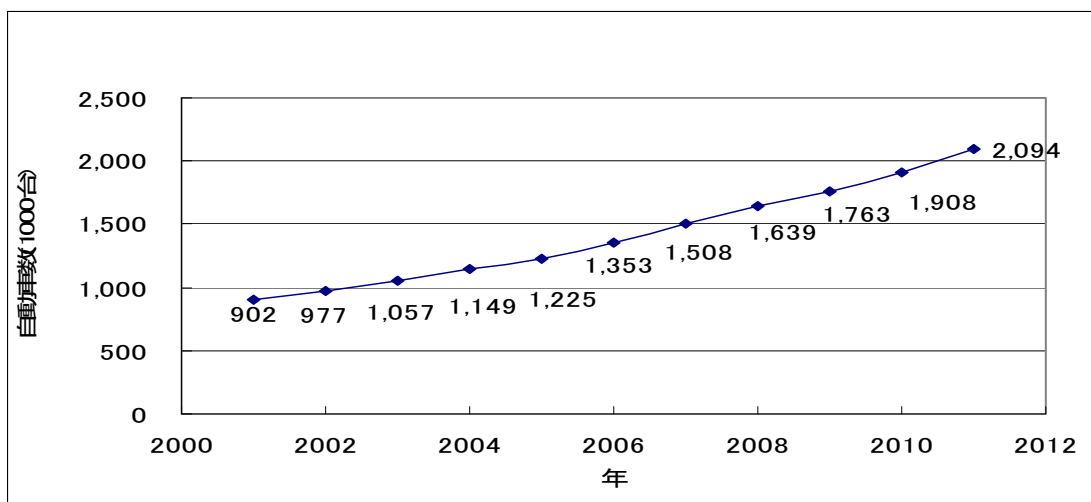


図 3.1.3 PMR 自動車増加率

出典：Pune Regional Transport Office

3.2 交通需要予測モデルについて

本調査の交通需要予測では、2008年11月「Comprehensive Mobility Plan for Pune City」において使用されたモデルを更新し、本調査の需要予測を計算することが最適だと判断した。このモデルはCUBEというソフトで作成されている。今回の更新作業は下記の通りである。

- 対象路線のゾーンを細分化すること。これによりLRTの需要予測をより正確に求めることができる。また、必要に応じてゾーニングを調整した。
- 必要に応じ、現存する交通ネットワークを補完・修正すること。
- 戦略的な位置で交通調査を行うこと。これにより、2008年から2012年までの交通行動・インフラにおける変化を適正に評価できるからである。
- 人口および従業員数のデータを更新すること。これにより、トリップ発生・集中を求め、2012年のOD表を作成する。
- スクリーンライン調査およびコードンライン調査の結果を踏まえ、2012年のOD表を調整し妥当性を確認すること。

LRT 乗客数を予測するためのモデル構造は下記の通りである。

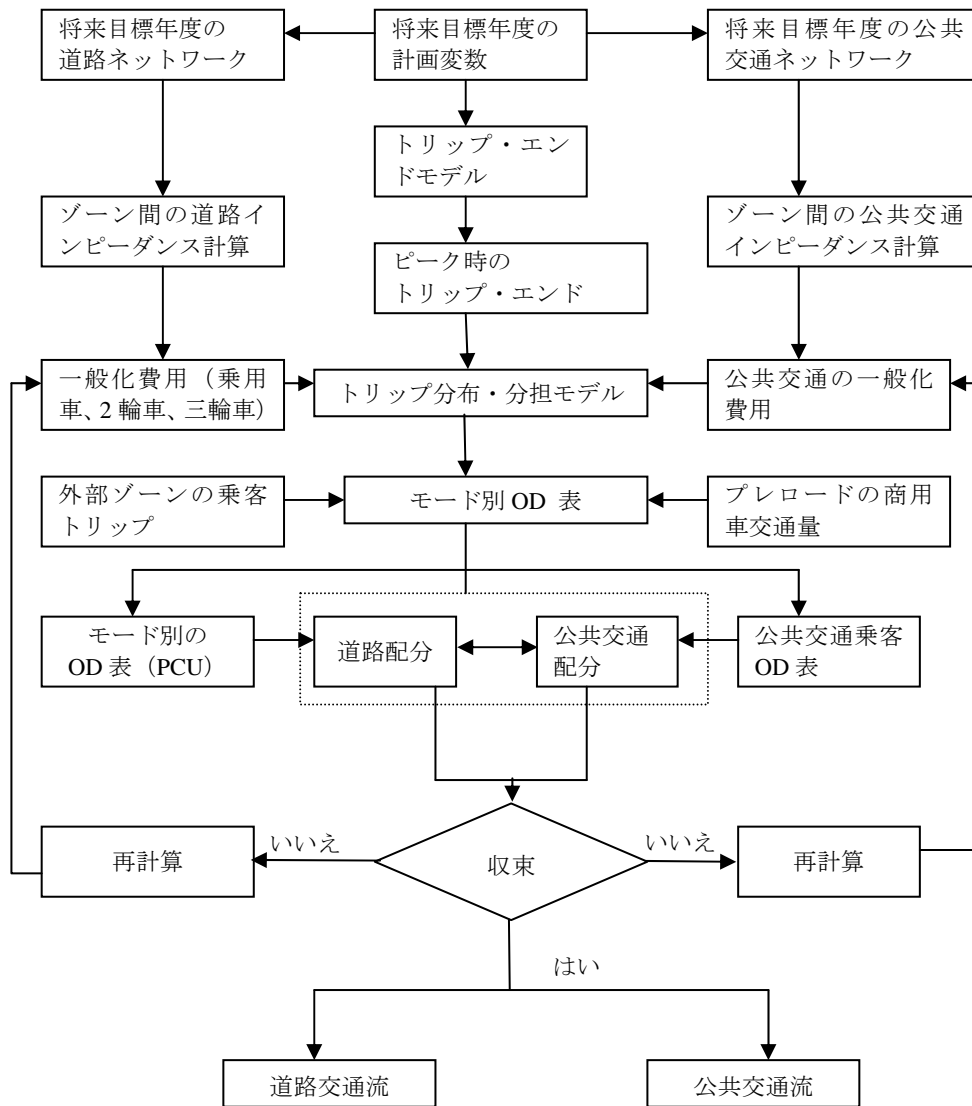


図 3.2.1 交通需要予測モデルのフロー図

出典：調査団

3.3 交通調査

交通需要の変化を評価するため、交通調査を実施した（表 3.3.1 参照）。9 種類の交通調査を 2012 年 6 月第 3 週から 2012 年 7 月 10 日まで実施した（交通調査シートは APPENDIX-20 参照）。調査位置を図 3.3.1 に示す。交通調査データにより、対象地域における下記項目を分析する。

【交通調査により分析する項目】

- ①既存交通インフラ、②公共交通・中間交通、③LRT 路線での交通パターン、④公共交通の利用状況、⑤LRT における支払意思等。

表 3.3.1 交通調査の種類・実施日

| ID 番号 | 調査種類 | 実施時間 | 位置 | 実施日 |
|-------|------------|-------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | 道路現況調査 | - | 対象地域の全ての主要道路および対象路線に影響を及ぼす全ての道路 | 2012年6月21日～ 2012年7月6日 |
| 2 | 速度調査 | - | 断面交通量調査を行った全ての道路 | 2012年6月19日～ 2012年7月4日 |
| 3 | スクリーンライン調査 | 05.00-23.00 | 9 | 2012年6月19日～ 2012年6月28日 |
| 5 | コードンライン調査 | 05.00-23.00 | 4 | 2012年6月25日 |
| 4 | 断面交通量調査 | 05.00-23.00 | 4 | 2012年6月28日～ 2012年7月4日 |
| 6 | バス乗客数調査 | 運営時間 | 4 | 2012年6月22日～ 2012年7月4日 |
| 7 | バス乗降者数調査 | 05.00-23.00 | 6 | 2012年7月3日 |
| 8 | OD 調査 | 05.00-23.00 | 4 | 2012年6月28日～ 2012年7月4日 |
| 9 | 選好意識調査 | 3日間 | 2000人 | 2012年7月5日～ 2012年7月10日 |

出典：調査団

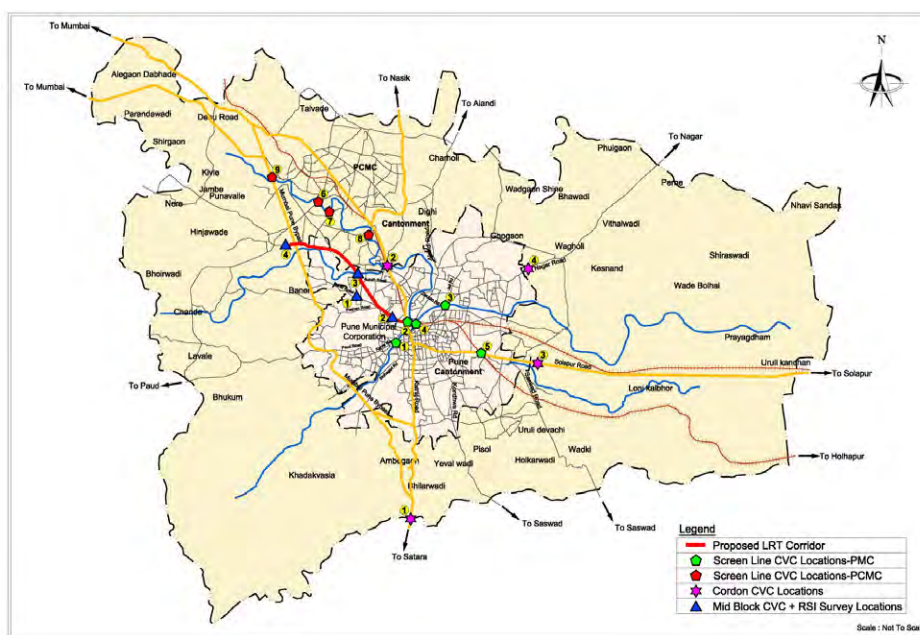


図 3.3.1 交通調査位置

出典：調査団

3.4 交通調査結果

3.4.1 道路現況調査

道路現況調査はプロジェクトに影響される地域を対象とした。即ち、対象コリドーの2kmの範囲である。この調査の結果を使用し、PMR道路ネットワークのモデルを更新した(表3.4.1参照)。

表 3.4.1 PMR の道路種類・延長

| ID 番号 | 道路種別 | 延長(km) |
|-------|-----------------------|---------|
| 1. | 1 車線道路(分離帯なし) | 2.65 |
| 2. | 1.5 車線道路(分離帯なし及び一方通行) | 13.9 |
| 3. | 1.5 車線道路(分離帯なし) | 13.8 |
| 4. | 2 車線道路(分離帯なし及び一方通行) | 1.0 |
| 5. | 2 車線道路(分離帯なし) | 702.0 |
| 6. | 3 車線道路(分離帯あり) | 3.56 |
| 7. | 4 車線道路(一方通行) | 0.47 |
| 8. | 4 車線道路(分離帯あり) | 278.0 |
| 9. | 6 車線道路(分離帯あり) | 28.9 |
| 10. | BRT | 15.6 |
| 総計 | | 1059.88 |

出典：1) Comprehensive Mobility Plan for Pune City, Wilbur Smith Assoc &IL&FS, Nov. 2008.
2) 調査団

上表から分かるように、66.2%の道路は2車線(分離帯なし)であり、26.2%の道路は4車線(分離帯あり)である。両者を合わせると、PMR 道路ネットワークの92.4%を占めている。一方、対象路線の大半の道路は4車線(分離帯あり)である。これはLRTのフィーダー・サービスを行う際に、有利である(図3.4.1参照)。

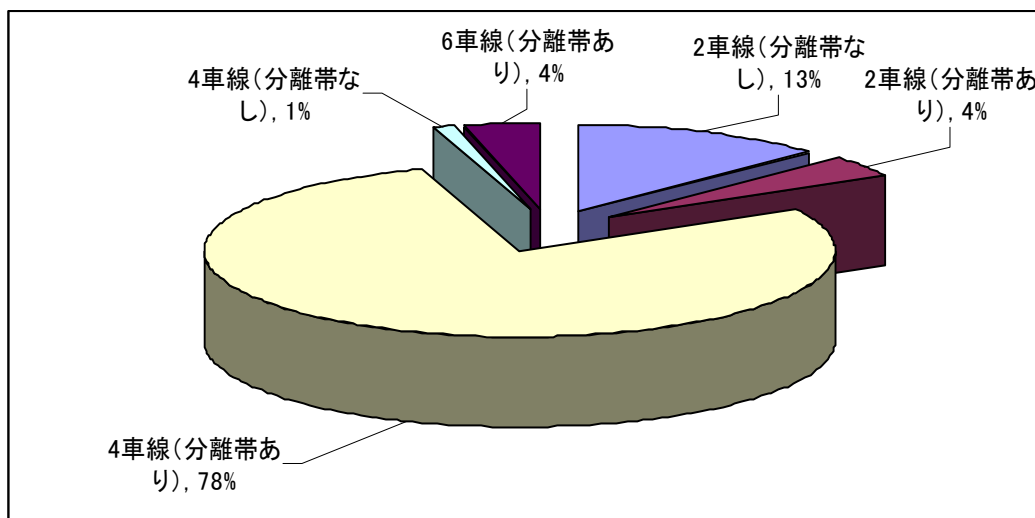


図 3.4.1 対象コリドーの道路種別

出典：調査団

3.4.2 速度調査

速度調査は7つの主要道路で行われた。この調査は旅行速度(交差点停止時間込みの速度)および走行速度を計った(表3.4.2参照)。対象路線の走行速度は図3.4.2に示している。

表 3.4.2 7つの主要道路での走行速度

| 道路名 | 始点 | 終点 | ピーク | 時間 | 遅延(秒) | 距離(km) | 旅行速度(km/h) | 走行速度(km/h) |
|--------------|-------------------|-----------------|-----|---------|-------|--------|------------|------------|
| Aundh Road | Jahangir Hospital | IT Park Phase 3 | AM | 1:04:48 | 635 | 25.34 | 23.46 | 28.04 |
| | | | PM | 1:00:00 | 650 | | 25.34 | 30.92 |
| Banner Road | University | NH4 Bypass | AM | 0:13:36 | 40 | 7.56 | 34.63 | 35.07 |
| | | | PM | 0:14:00 | 40 | | 32.40 | 34.02 |
| Kataraj Road | PMC | Shindevadi | AM | 0:54:18 | 760 | 19.27 | 21.29 | 27.77 |
| | | | PM | 0:56:18 | 940 | | 20.53 | 28.45 |
| NH4 Nypass | Shindevadi | NH4 | AM | 1:09:45 | 45 | 42.86 | 36.87 | 37.27 |
| | | | PM | 1:08:40 | 55 | | 37.45 | 37.96 |
| Nagar Road | Jahangir Hospital | Vagholi | AM | 0:37:50 | 445 | 13.93 | 22.09 | 27.48 |
| | | | PM | 0:38:51 | 390 | | 21.51 | 25.84 |
| Solapur Road | MG Road Bus Depot | Laxmi Colony | AM | 0:22:00 | 155 | 8.24 | 22.47 | 25.46 |
| | | | PM | 0:21:00 | 145 | | 23.54 | 26.60 |
| NH4 | Sancheti Hospital | NH4 Bypass | AM | 0:58:35 | 535 | 24.80 | 25.40 | 29.96 |
| | | | PM | 0:44:00 | 295 | | 33.82 | 38.07 |

出典：調査団

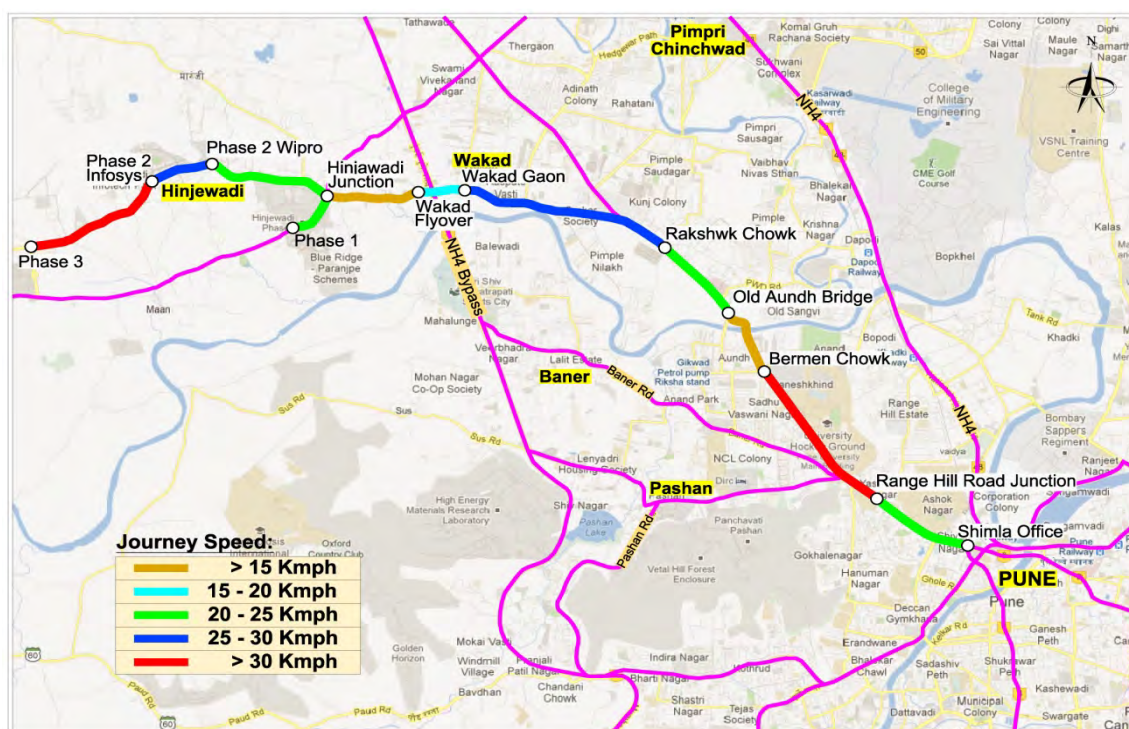


図 3.4.2 対象コリドーでの旅行速度

出典：調査団

速度調査によって次のことがいえる。

- 対象路線の平均走行速度は 28km/h である。また、平均旅行速度は 23.5km/h であり、朝で 10 分以上の遅延がある。
- その他の主要道路の朝のピーク時における旅行速度は 21km/h~36km/h である。都心部より郊外の旅行速度の方が速い。

- 遅延の主な原因は、信号での停止および交通混雑である。
- 最大遅延は Katraj 道路で起こる。Katraj 道路近辺は、PMR において最も都市化されているからである。また、2 番目に大きい遅延は Aundh 道路で生じている。Aundh 道路は対象路線の一部である。
- 最小遅延がある道路は、対象コリドーに平行している Banner 道路である。

3.4.3 スクリーンライン調査

スクリーンライン交通量は平日 18 時間（5 時～23 時）にわたり、手動で数えた。また、モデリングのために、台数を乗用車換算台数（PCU）に換算する。採用した PCU 値は Indian Roads Congress から引用した（表 3.4.3 参照）。

表 3.4.3 採用した PCU 値

| 自動車種別 | 市街地の PCU 値 | |
|---------------|------------|------|
| | 5%まで | 5%以上 |
| 都市内バス(20 座席) | 1.4 | 2.0 |
| 都市内バス (30 座席) | 1.4 | 2.0 |
| 都市間バス | 1.4 | 2.0 |
| 乗用車(小) | 1.0 | 1.0 |
| 乗用車(大) | 1.4 | 2.0 |
| タクシー(小) | 1.0 | 1.0 |
| タクシー(大) | 1.4 | 2.0 |
| 2 輪車 | 0.5 | 0.8 |
| トラック | 2.2 | 3.7 |
| 自転車 | 0.4 | 0.5 |

出典：Indian Roads Congress 106-1990

PMC および PCMC のスクリーンライン交通量（18 時間）を表 3.4.4 および表 3.4.5 に示す。PMC のスクリーンライン交通量の平均値は PCMC のスクリーンライン交通量よりも多い。PMC 交通量は最大 225,468 台、最小 48,253 台であり、PCMC 交通量は最大 116,669 台、最小値 35,658 台である。

また、スクリーンライン位置での 18 時間交通量（PCU）を図 3.4.3 に示す。

表 3.4.4 PMC スクリーンライン交通量（18 時間）

| 位置 | 総計 | |
|-------------------------------|---------|---------|
| | 台数 | PCU |
| Deccan Corner Senapati Bridge | 48,253 | 74,126 |
| Shivaji Nagar (ROB) | 114,623 | 115,705 |
| Yerwada Bridge | 225,468 | 234,786 |
| Sangam Bridge | 95,565 | 101,952 |

出典：調査団

表 3.4.5 PCMC スクリーンライン交通量 (18 時間)

| 位置 | 総計 | |
|------------------------------|---------|---------|
| | 台数 | PCU |
| NH9/Sholapur ROB | 116,669 | 120,222 |
| Adithya Birla Hospital Marg. | 61,646 | 64,166 |
| Hegdewar Path Bridge | 35,658 | 31,717 |
| Pimple Gurav Road | 19,347 | 7,893 |
| NH4 Bypass Bridge | 37,547 | 54,637 |

出典：調査団



図 3.4.3 スクリーンライン位置での 18 時間交通量 (PCU)

出典：調査団

PMC の場合、ピーク時の交通量 (PCU 単位) は平日交通量 (18 時間) の 7.6% から 9.0% である。一方、PCMC のピーク時交通量 (PCU 単位) は、平日交通量 (18 時間) の 7.2% から 12.0% である。また PMC の場合、ピーク時における大半の自動車は、乗用車とバイク (82%) である。29% は乗用車であり、53% はバイクである。PCMC のピーク時における車種構成は PMC と同様、大半の自動車は 2 輪車 (57%) および乗用車 (27%) である (図 3.4.4 と 3.4.5 参照)。

表 3.4.6 PMC スクリーンラインでのピーク交通量

| 位置 | ピーク時交通量-PCU (台数) | 18 時間交通量-PCU (台数) | ピーク率-PCU (台数) |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| Deccan Corner Senapati Bridge | 5,665 (3,519) | 74,126 (48,253) | 7.6% (7.3%) |
| Shivaji Nagar (ROB) | 10,268 (10,831) | 115,705 (114,623) | 8.9% (9.5%) |
| Yerwada Bridge | 20,475 (21,251) | 234,786 (225,468) | 8.7% (9.4%) |
| Sangam Bridge | 9,127 (8,720) | 101,952 (95,565) | 9.0% (9.1%) |

出典：調査団

表 3.4.7 PCMC スクリーンラインでのピーク交通量

| 位置 | ピーク時交通量-PCU (台数) | 18 時間交通量-PCU (台数) | ピーク率-PCU (台数) |
|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| NH9/Sholapur ROB | 8,941 (9,166) | 120,222 (116,669) | 7.4% (7.9%) |
| Adithya Birla Hospital Marg. | 4,950 (4,866) | 64,166 (61,646) | 7.7% (7.9%) |
| Hegdewar Path Bridge | 2,621 (2,981) | 31,717 (35,658) | 8.3% (8.4%) |
| Pimple Gurav Road | 2,186 (2,577) | 17,893 (19,347) | 12.2% (13.3%) |
| NH4 Bypass Bridge | 3,915 (2,977) | 56,025 (37,547) | 7.0% (7.9%) |

出典：調査団

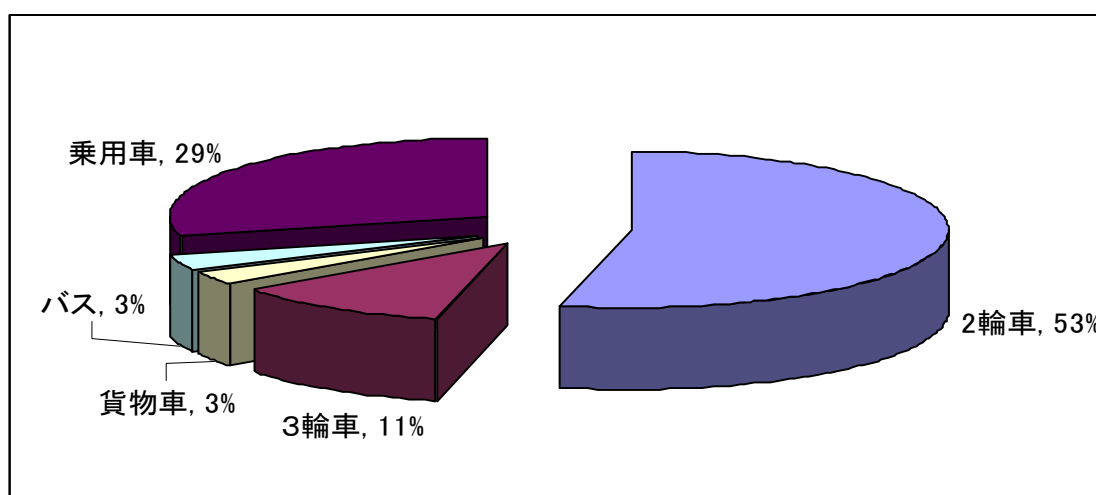


図 3.4.4 PMC スクリーンラインのピーク時間における車種構成

出典：調査団

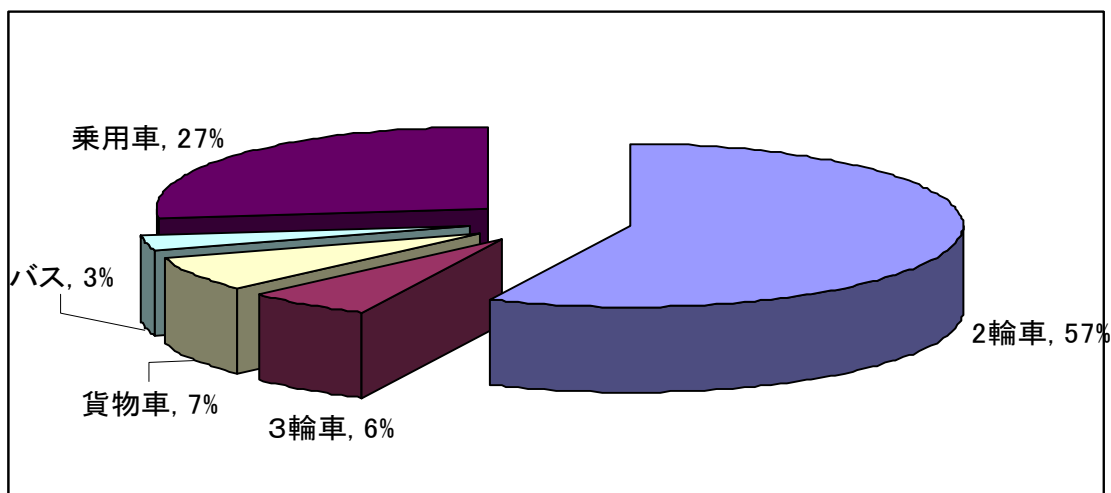


図 3.4.5 PCMC スクリーンラインのピーク時間における車種構成

出典：調査団

3.4.4 コードンライン調査

対象地域の内・外のトリップを評価するため、平日 18 時間（5 時～23 時）コードンライン調査を行った。表 3.4.8 に示すように、コードンでの交通量範囲は最大値 135,901 台数から最小値 29,168 台数（両方向）となった。コードンライン調査を行った位置および 18 時間の交通量は図 3.4.6 に示している。

表 3.4.8 コードンライン交通量（18 時間）

| 道路名 | プネ市から出る交通 | | プネに市向かう交通 | | 総計 | |
|------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|---------|---------|
| | 台数 | PCU | 台数 | PCU | 台数 | PCU |
| NH4 @ Shivpur | 13,039 | 18,064 | 16,129 | 21,603 | 29,168 | 39,667 |
| Dapodi Harris Bridge | 64,562 | 59,125 | 71,339 | 66,844 | 135,901 | 125,969 |
| NH9 @PMC Boundary | 23,242 | 28,893 | 25,151 | 31,708 | 48,393 | 60,600 |
| Nagar Road near PMC Boundary | 27,175 | 33,549 | 25,323 | 34,511 | 52,498 | 68,060 |

出典：調査団

ピーク時の交通量（PCU）は、平日交通量の 6.8%から 8.3%の割合を占める。その交通の大半は 2 輪車（57%）および乗用車（27%）である（図 3.4.9 参照）。また、市内が遠くなればなるほどトラックの割合が大きくなる。例えば、PMC スクリーンライン、PCMC スクリーンライン、コードンラインにおけるトラックの割合はそれぞれ 3%、7%、8%である

表 3.4.9 コードンラインのピーク交通量

| 位置 | ピーク時の交通-PCU (台数) | 18 時間の交通-PCU (台数) | ピーク率-PCU (台数) |
|------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| NH4 @ Shivpur | 2,882 (2,172) | 39,667 (29,168) | 7.3% (7.5%) |
| Dapodi Harris Bridge | 10,516 (12,044) | 125,969 (135,901) | 8.3% (8.9%) |
| NH9 @PMC Boundary | 4,148 (3,475) | 60,600 (48,393) | 6.8% (7.2%) |
| Nagar Road near PMC Boundary | 5,106 (3,932) | 68,060 (49,251) | 7.5% (8.0%) |

出典：調査団



図 3.4.6 コードンライン位置での 18 時間交通量 (PCU)

出典：調査団

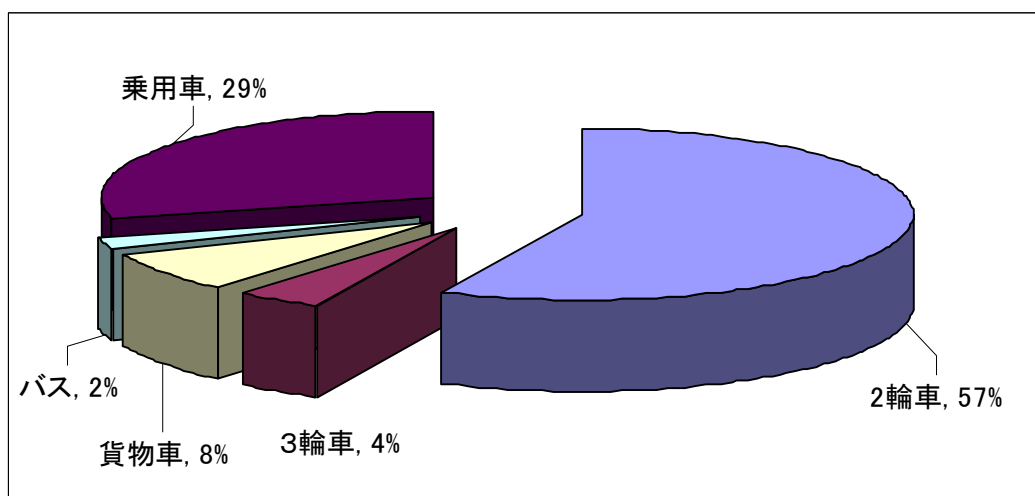


図 3.4.7 コードンラインでのピーク時間の車種構成

出典：調査団

3.4.5 断面交通量調査

対象路線の交通量を把握するため、断面交通量調査を行った。また、比較のため、対象コリドーに平行して通っている Banner 道路の 1 箇所において断面交通量を計った。表 3.4.10 に示すように、対象路線のピーク時交通量(PCU)は平日交通量の 7.1%から 9.0%までのシェアを占め、Banner 道路は 10.2%を占めている。一方、平日交通量が 1 番目の道路は対象路線の Ganeshkhind 道路 (130,809) であり、そして、Aundh 道路および Hinjawadi 道路が 2 番目 (79,000 PCU) と 3 番目 (82,000 PCU) である。Banner 道路の平日交通量 (PCU) は最も少なかった (図 3.4.8 参照)。

ピーク時車種構成について、大半の自動車は 2 輪車 (57%) と乗用車 (32%) である。バスと 3 輪車の割合はそれぞれ 2%と 6%である (図 3.4.9 参照)。

表 3.4.10 断面交通量

| 位置 | ピーク交通量—PCU (台数) | 18 時間交通量—PCU (台数) | ピーク率—PCU (台数) |
|------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Banner Road | 7,131 (7,401) | 70,243 (70,698) | 10.2% (10.5%) |
| Ganeshkhind Road | 9,725 (10,294) | 130,809 (129,330) | 7.4% (8.0%) |
| Aundh Road | 7,088 (7,873) | 79,158 (81,604) | 9.0% (9.6%) |
| Hinjewadi | 5,823 (6,051) | 82,043 (83,065) | 7.1% (7.3%) |

出典：調査団

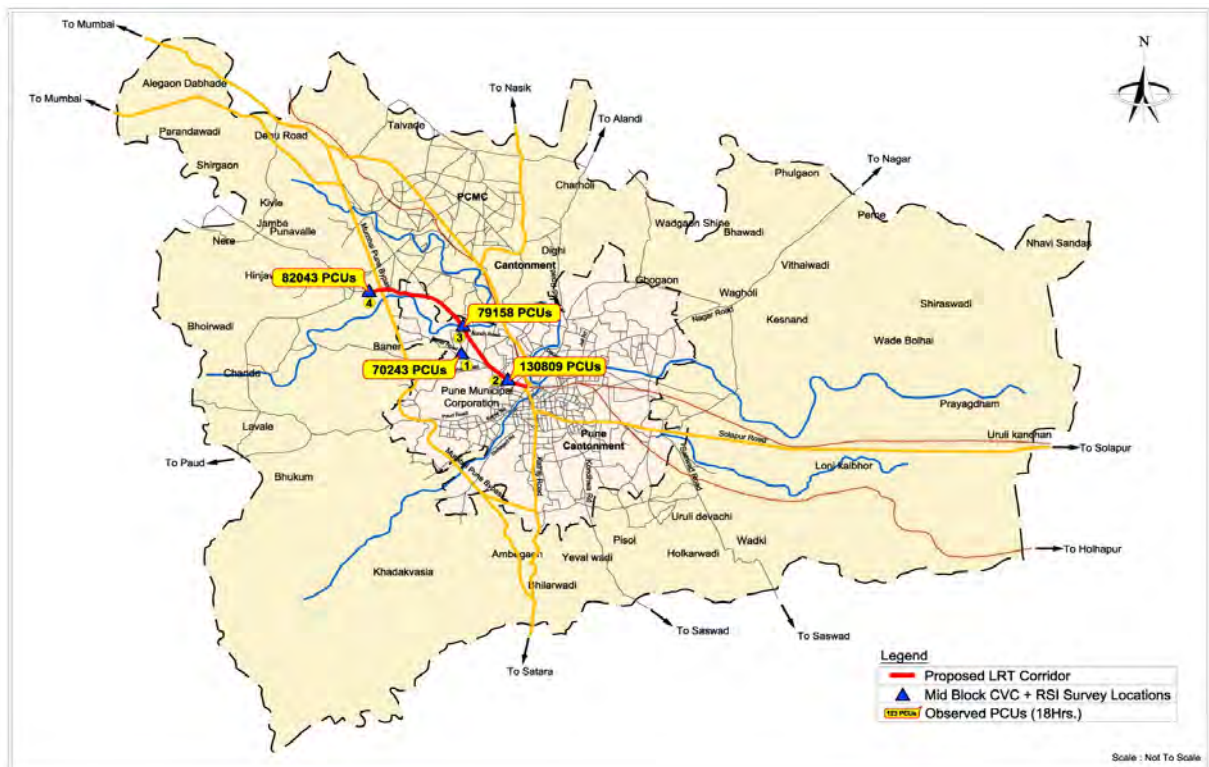


図 3.4.8 対象路線および Banner 道路の 18 時間交通量 (PCU)

出典：調査団

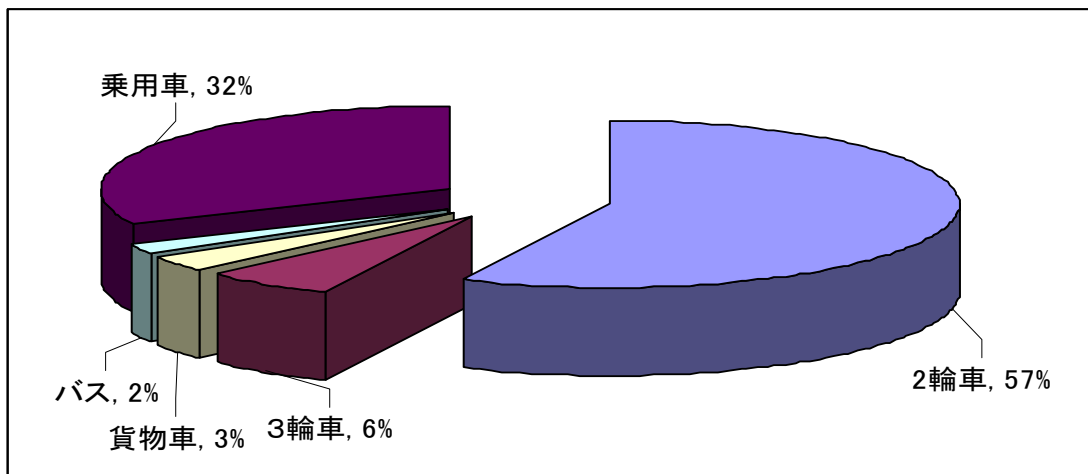


図 3.4.9 対象路線および Banner 道路のピーク時間の交通構成

出典：調査団

3.4.6 バス乗客数数の調査

対象路線のバス利用状況を把握するため、平日のバス運営時間に道路断面 3 箇所バス乗客数数の調査を行った。表 3.4.11 に示すようにバスに乗っている平均乗客数は 41 名から 53 名であった。

表 3.4.11 平均バス乗客者

| 道路名 | 平均乗客者数 |
|------------------|--------|
| Ganeshkhind Road | 53 |
| Aundh Road | 47 |
| Hinjawadi Road | 41 |

出典：調査団

3.4.7 バス乗降者数の調査

バス乗降者数の調査は平日のバス運営時間に対象路線の 6 つのバス停で行った。乗降者数の最大人数と最小人数はそれぞれ 15,901 人（Ganeshkhind 道路バス停）と 1,275 人（Wakad 道路バス停）である。プネ大学バス停および Aund 道路バス停は、2 番目（8,978 人）と 3 番目（6,781 人）に乗降者数が多い。

表 3.4.12 対象路線のバス乗降者数

| 時間 | Aundh Road | | Ganeshkhind Road | | Infosys Phase 1 | | Infosys Phase 2 | | Pune University | | Vishal Nagar (Wakad) | |
|-------------|------------|------|------------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|----------------------|-----|
| | BRG | ALG | BRG | ALG | BRG | ALG | BRG | ALG | BRG | ALG | BRG | ALG |
| 5.00-6.00 | 166 | 57 | 33 | 49 | 5 | 6 | 11 | 12 | 29 | 23 | 12 | 12 |
| 6.00-7.00 | 67 | 77 | 77 | 78 | 16 | 12 | 32 | 24 | 49 | 35 | 27 | 17 |
| 7.00-8.00 | 153 | 146 | 303 | 166 | 78 | 103 | 105 | 157 | 297 | 296 | 91 | 108 |
| 8.00-9.00 | 260 | 181 | 586 | 340 | 47 | 60 | 29 | 108 | 308 | 402 | 74 | 8 |
| 9.00-10.00 | 213 | 138 | 376 | 183 | 59 | 106 | 39 | 135 | 306 | 305 | 64 | 19 |
| 10.00-11.00 | 291 | 239 | 641 | 526 | 63 | 140 | 13 | 145 | 298 | 312 | 51 | 11 |
| 11.00-12.00 | 325 | 388 | 300 | 124 | 38 | 124 | 57 | 217 | 431 | 313 | 64 | 25 |
| 12.00-13.00 | 249 | 328 | 565 | 286 | 22 | 74 | 43 | 120 | 567 | 301 | 26 | 25 |
| 13.00-14.00 | 116 | 141 | 754 | 455 | 31 | 37 | 27 | 83 | 221 | 100 | 25 | 20 |
| 14.00-15.00 | 213 | 200 | 663 | 429 | 34 | 44 | 49 | 92 | 377 | 146 | 28 | 33 |
| 15.00-16.00 | 155 | 212 | 327 | 290 | 34 | 59 | 91 | 41 | 456 | 168 | 12 | 30 |
| 16.00-17.00 | 251 | 195 | 605 | 432 | 66 | 51 | 99 | 39 | 418 | 155 | 26 | 32 |
| 17.00-18.00 | 138 | 267 | 1150 | 599 | 58 | 33 | 129 | 73 | 584 | 149 | 25 | 56 |
| 18.00-19.00 | 348 | 182 | 893 | 452 | 82 | 35 | 124 | 27 | 593 | 181 | 11 | 37 |
| 19.00-20.00 | 349 | 196 | 956 | 334 | 86 | 45 | 206 | 15 | 400 | 133 | 21 | 103 |
| 20.00-21.00 | 208 | 157 | 872 | 485 | 67 | 45 | 84 | 21 | 262 | 76 | 25 | 104 |
| 21.00-22.00 | 60 | 60 | 418 | 412 | 25 | 25 | 15 | 19 | 106 | 84 | 8 | 24 |
| 22.00-23.00 | 27 | 28 | 372 | 370 | 5 | 8 | 8 | 5 | 53 | 44 | 8 | 13 |
| 総計 | 3589 | 3192 | 9891 | 6010 | 816 | 1007 | 1161 | 1333 | 5755 | 3223 | 598 | 677 |

出典：調査団

3.4.8 OD 調査

OD 調査は、トリップ行動を把握するため、対象路線での 3 箇所および Banner 道路での 1 箇所で行われた。表 3.4.13 に示すように、車種別のサンプル率は、乗用車 3.4%~4.5%、3 輪車 1.8%~7.5%、2 輪車 2.5%~4.1%である。

表 3.4.13 OD サンプル率

| 車種別 | サンプル率 | | | |
|------|-------------|------------------|------------|---------------|
| | Banner Road | Ganeshkhind Road | Aundh Road | Hijawadi Road |
| 2 輪車 | 4.0% | 2.5% | 4.1% | 2.5% |
| 3 輪車 | 5.5% | 1.8% | 5.4% | 7.5% |
| 乗用車 | 4.0% | 3.9% | 4.5% | 3.4% |

出典：調査団

OD 調査によって、85% (2 輪車)、69% (3 輪車)、78% (乗用車)、73% (タクシー) の利用者は対象路線を毎日使用していることが分かった。また、インタビューされた人の 8% (2 輪車)、14% (3 輪車)、11% (乗用車)、14% (タクシー) は毎日対象路線において複数のトリップを行う (図 3.4.13 参照)。大半のトリップは業務関係のためであり、2 輪車、3 輪車、乗用車、タクシーの総トリップのうち、業務トリップは 87%、88%、94%、95%の割合である (表 3.4.14 参照)。2 輪車、3 輪車、乗用車、タクシーの平均乗車人数はそれぞれ 1.4、2.1、2.0、3.4 である (表 3.4.15 参照)。また、対象路線における利用者トリップの 98.0%および Banner 道路における利用者トリップの 92.5%は PMR 内である (表 3.4.16 参照)。トリップ希望路線図を図 3.4.10、3.4.11、3.4.12 に示す。

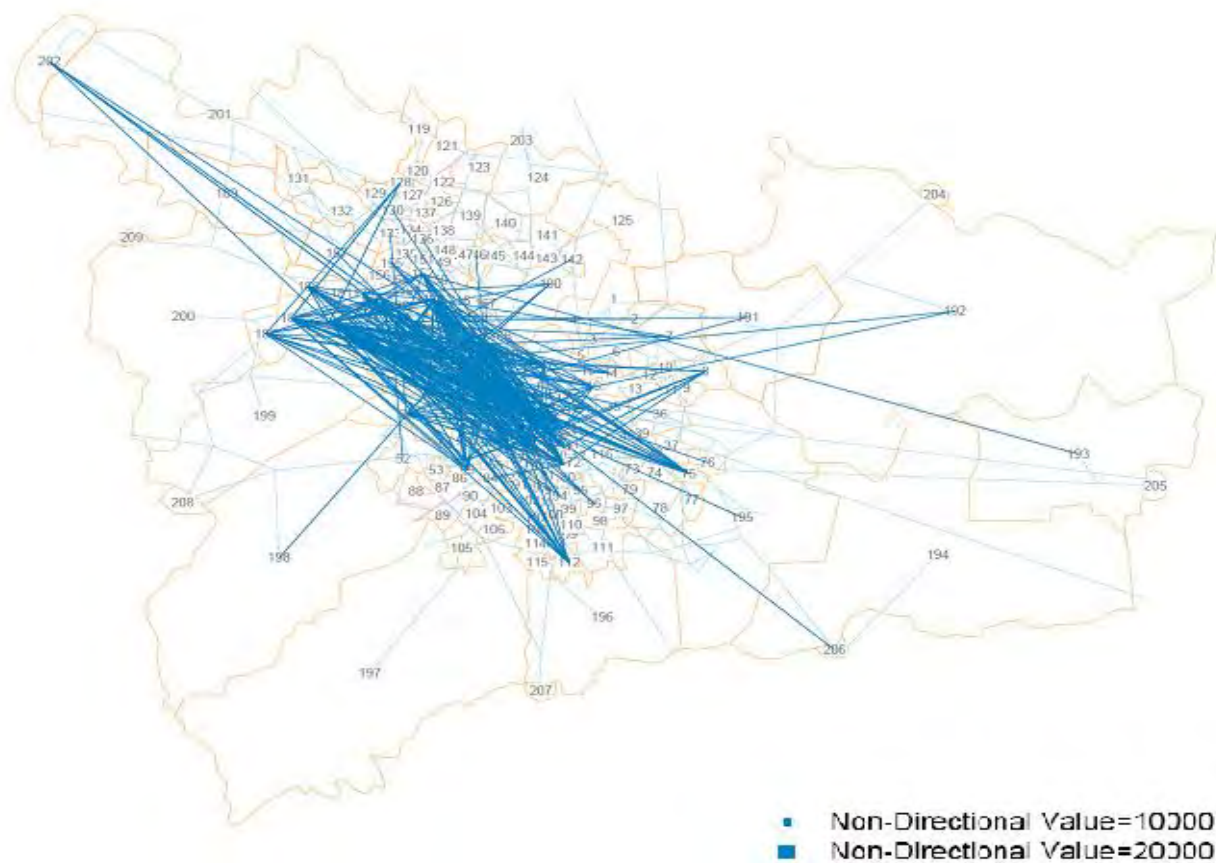


図 3.4.10 2 輪車の希望路線図 (ピーク時)

出典：調査団

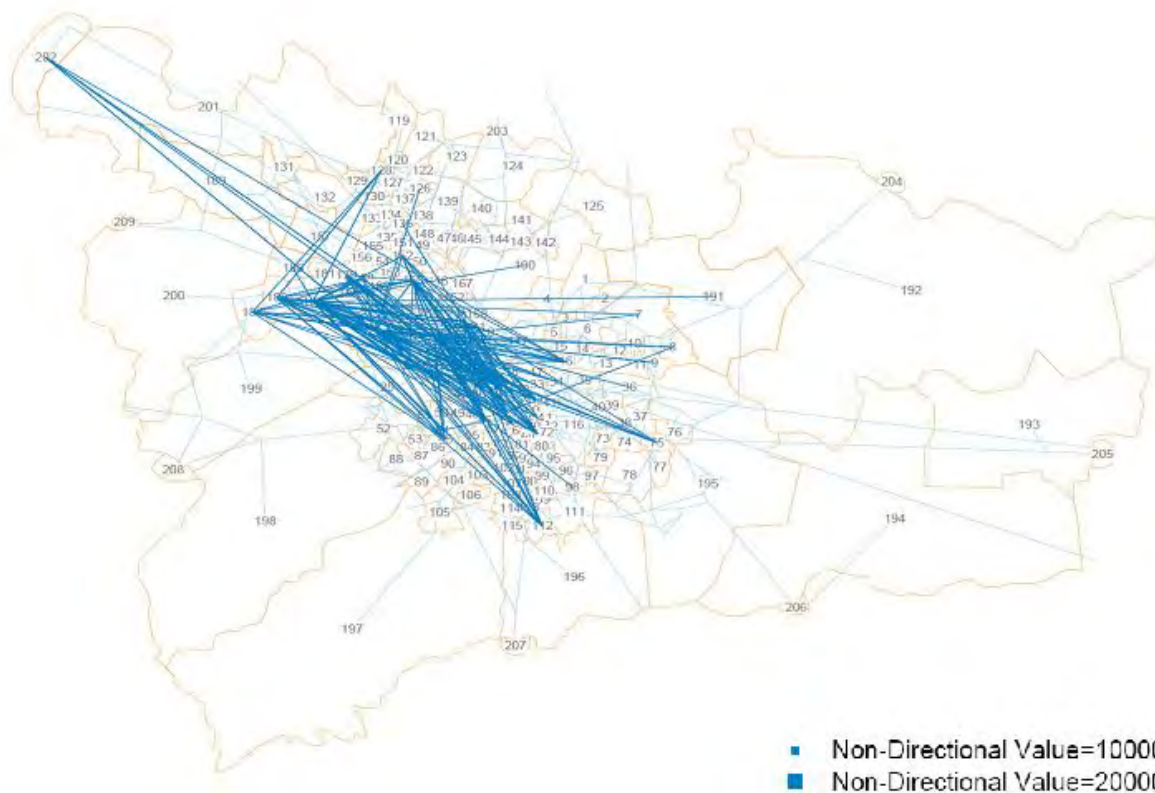


図 3.4.11 乗用車の希望路線図 (ピーク時)

出典：調査団

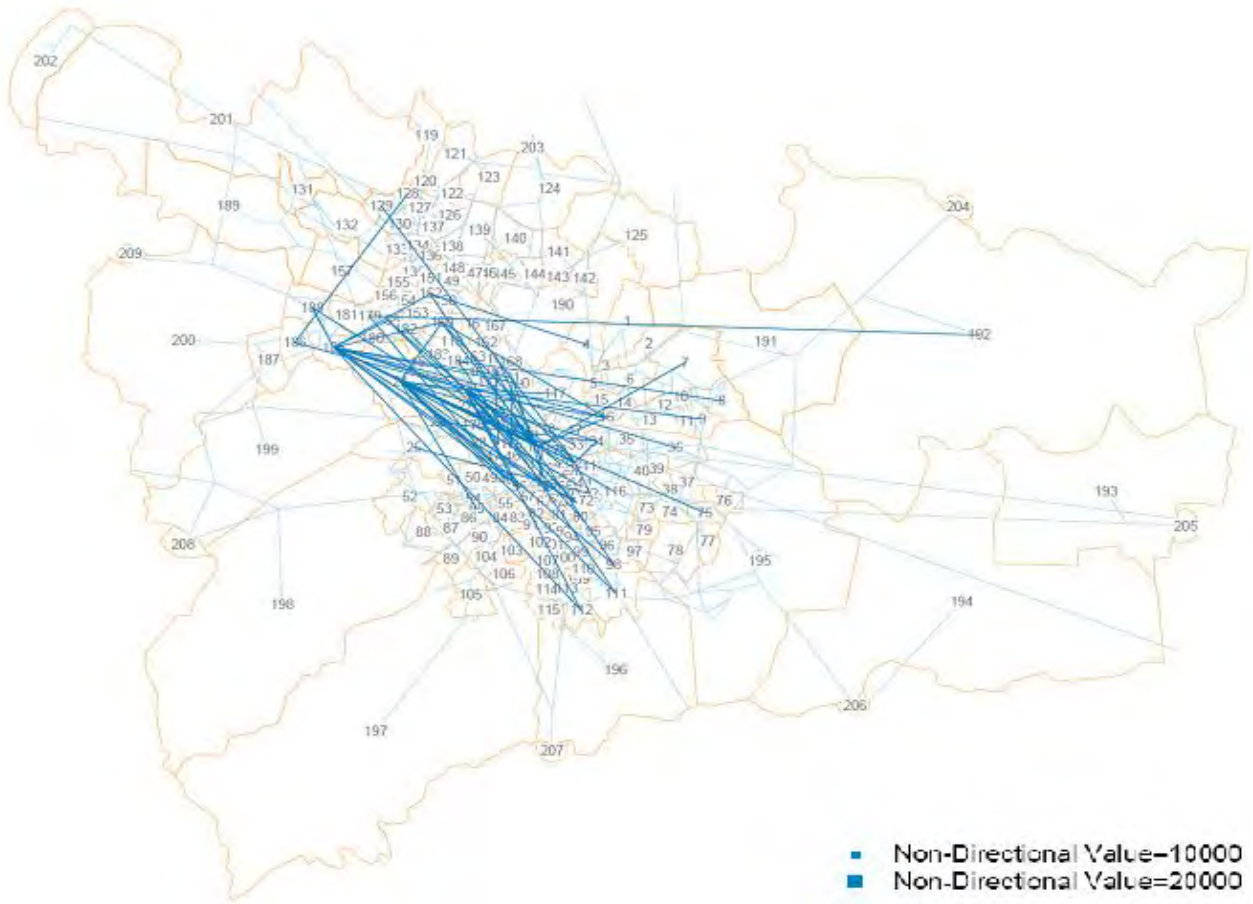


図 3.4.12 乗用車の希望路線図（ピーク時）

出典：調査団

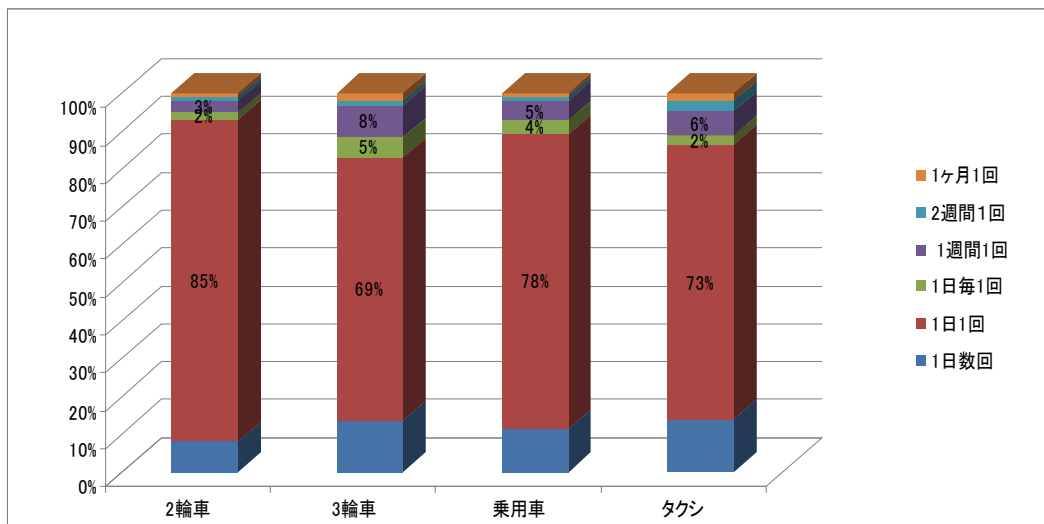


図 3.4.13 対象コリドーでのトリップ種類

出典：調査団

表 3.4.14 対象コリドーのトリップ目的

| 車種別 | 業務 | 教育 | 私用 | 観光・レクリエーション | その他 | 総計 |
|------|-----|----|----|-------------|-----|------|
| 2 輪車 | 87% | 7% | 3% | 1% | 2% | 100% |
| 3 輪車 | 88% | 5% | 3% | 1% | 3% | 100% |
| 乗用車 | 94% | 3% | 2% | 1% | 1% | 100% |
| タクシー | 95% | 1% | 1% | 1% | 1% | 100% |

出典：調査団

表 3.4.15 対象コリドーの車種別の平均乗車人数

| 車種別 | Banner Road | Ganeshkhind Road | Aundh Road | Hinjawadi Road | 平均占有 |
|------|-------------|------------------|------------|----------------|------|
| 2 輪車 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.4 |
| 3 輪車 | 1.9 | 1.4 | 2.6 | 2.4 | 2.1 |
| 乗用車 | 1.9 | 1.8 | 2.4 | 1.8 | 2.0 |
| タクシー | 3.3 | 2.3 | 3.3 | 4.7 | 3.4 |

出典：調査団

表 3.4.16 対象路線での移動パターン

| 位置 | 乗用車 | | |
|-----------|-------|-----------|------|
| | I-I | E-I & I-E | E-E |
| 対象コリドー | 98.0% | 2.0% | 0.0% |
| Banner 道路 | 92.5% | 7.4% | 0.1% |

注:IはPMR内、EはPMR外

出典：調査団

さらに、OD 調査によりバスの選好意識を調査した。77% (2 輪車)、66% (3 輪車)、86% (乗用車)、79% (タクシー) の利用者はバスに乗車したくないことがわかった。理由は頻度が低い、遅延、車内混雑などである。23%の利用者がバスに乗ってよいと回答した (図 3.4.14 参照)。

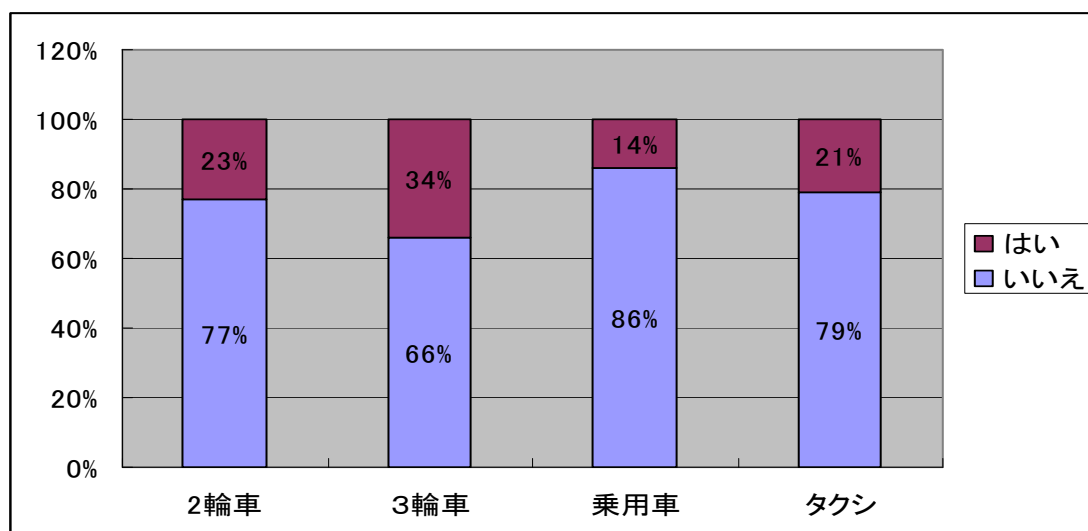


図 3.4.14 バスに関する選好意識

出典：調査団

3.4.9 選好意識調査

選好意識 (SP) 調査は対象コリドーの 3 箇所で行われた (プネのバス・ターミナル、Shivaji Nagar バス停、Hinjawadi IT パーク)。調査目的とは、LRT に関しての支払意思を把握することであり、そのため、乗用車、2 輪車、3 輪車、バスの 2000 人から回答サンプルを収集した。使用した運賃は表 3.4.17 に示している。運賃レベル-1 はデリーメトロで採用されている運賃であり、運賃レベル-4 はデリー空港線で使用されているものである。運賃レベル-2 と運賃レベル-3 は運賃レベル-1 の 1.5 倍と 2.0 倍の運賃である。

表 3.4.17 LRT の運賃レベルのシナリオ

| 距離 (km) | 運賃 (Rs) | | | |
|---------|---------|-------|-------|-------|
| | レベル-1 | レベル-2 | レベル-3 | レベル-4 |
| <=3 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 3-6 | 11 | 17 | 22 | 26 |
| 6-9 | 14 | 21 | 28 | 39 |
| 9-12 | 17 | 26 | 34 | 52 |
| 12-15 | 21 | 32 | 42 | 65 |
| 15-18 | 24 | 36 | 48 | 75 |
| 18-21 | 27 | 41 | 54 | 87 |
| 21-24 | 30 | 46 | 60 | 98 |

注: 運賃は距離インターバルに関する金額

SP 調査の回答者の 72% の収入は Rs.3 万以下であり、また、回答者の 20% の収入は Rs.3 万～5 万である。Rs.5 万以上の収入がある回答者は 8% だけである (図 3.4.15 参照)。回答者が最も使用する交通手段はバス (52%) であり、次は 3 輪車 (19%) と乗用車 (18%) である (図 3.4.16 参照)。大半のトリップは業務関連 (90% 以上) である (図 3.4.17 参照)。一方、インタビューされた人の 30% のみ通勤手当が与えられている。最後、交通手段別の LRT 支払意思は重み付平均で求められ (図 3.4.18 参照)、その図から分かるように、運賃レベル-2 は LRT にとって最適と分かった。

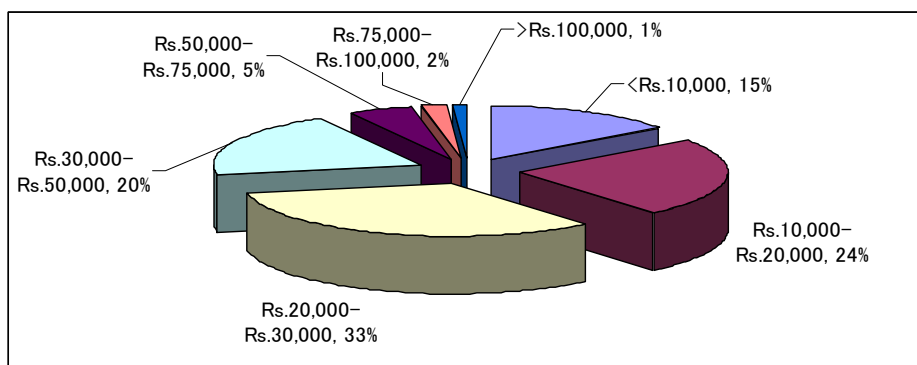


図 3.4.15 SP 調査の収入別での回答者

出典：調査団

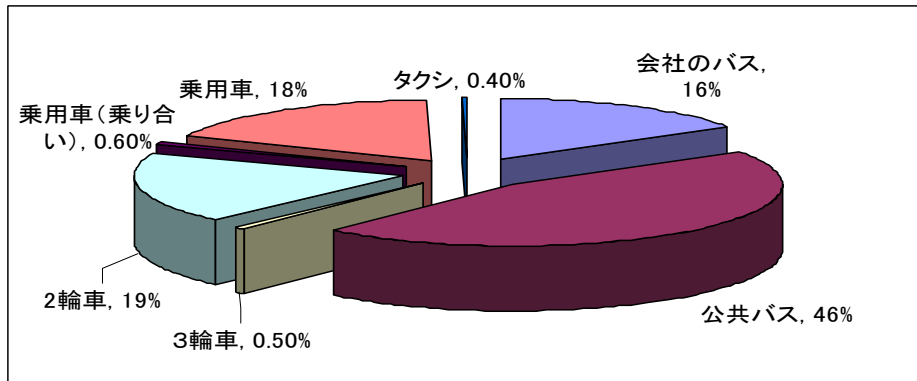


図 3.4.16 SP 調査の交通手段別の回答者

出典：調査団

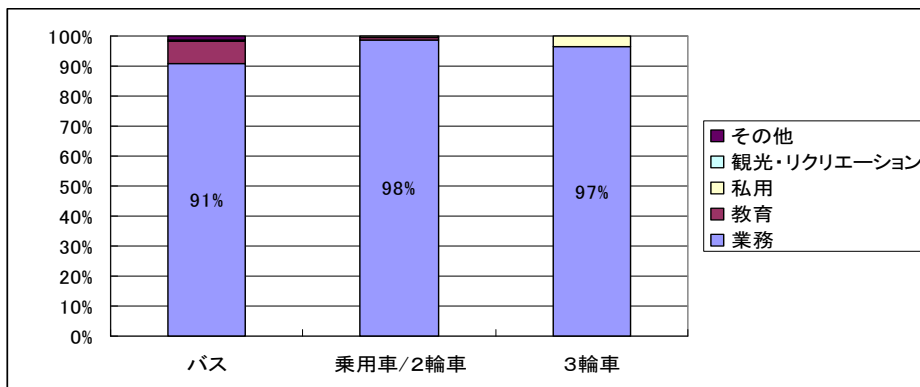


図 3.4.17 交通手段別のトリップ目的

出典：調査団

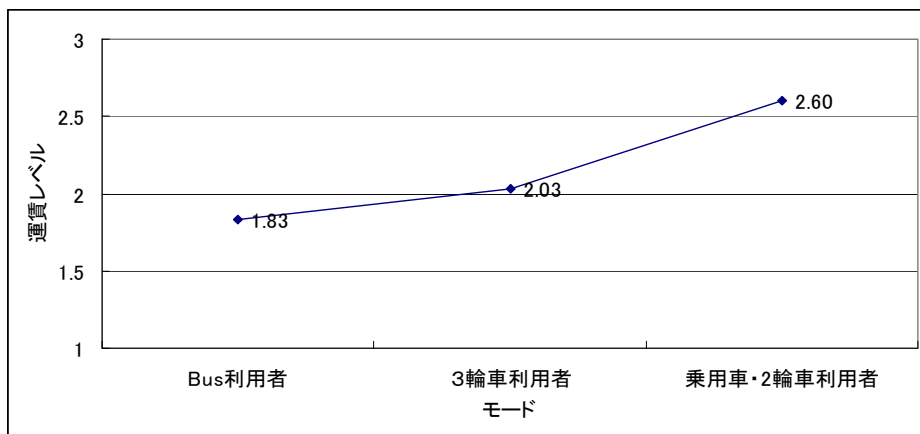


図 3.4.18 SP 調査回答者の支払意思

出典：調査団

3.5 モデルの更新・妥当性

2008年 Comprehensive Mobility Plan の交通モデルの更新のため、交通調査データおよび調整した人口・従業員データを適用した。人口・従業員データの調整には2011年のPMR人口コントロール・トータルを使用した。下記にトリップ発生・集中モデル及びトリップ分布・モード選択モデルを示す。

表 3.5.1 トリップ発生モデル (ピーク時)

| 地域 | 方程式 | T 値 | F 値 | R ² |
|------------|------------------|-------|--------|----------------|
| PMC & PCMC | 0.088*人口+276.88 | 11.46 | 131.32 | 0.51 |
| PMR 残り | 0.061*人口+1020.57 | 14.37 | 206.44 | 0.95 |

表 3.5.2 トリップ集中モデル (ピーク時)

| 地域 | 方程式 | T 値 | F 値 | R ² |
|-----------|--------------------|-------|---------|----------------|
| PMC& PCMC | 0.197*従業員数+436.048 | 19.70 | 388.19 | 0.76 |
| PM 残り | 0.220*従業員数+15.369 | 44.28 | 1960.82 | 0.99 |

トリップ分布・モード選択モデルは次の通りである。

$$T_{ijm} = r_i G_i s_j A_j F_{ijm}$$

T = ゾーンiからゾーンjまでのモードmのピーク時トリップ数

G = ゾーン別の発生トリップ数

A = ゾーン別の集中トリップ数

i = トリップ発生ゾーン

j = トリップ集中ゾーン

r,s = バランス・ファクター (定数)

F_{ijm} = ゾーンij間のモードmのトリップ抵抗関数

$$F_{ijm} = K m e^{-\beta c_{ijm}} C_{ijm} \alpha$$

K = 定数

C = 一般化費用

β = キャリブレーション定数-指数関数

α = キャリブレーション定数-べき関数

モード別の抵抗関数パラメーターは下表に示している。

表 3.5.3 モード別の抵抗関数のパラメーター

| モード | ピーク時(朝) | | |
|------|---------|----------|---------|
| | K | θ | β |
| 2 輪車 | 2.5 | -0.2 | 52.8 |
| 乗用車 | 1.2 | 0.8 | 12.0 |
| 3 輪車 | 4.6 | -0.1 | 24.8 |
| 公共交通 | 3.0 | 0.2 | 59.4 |

出典：調査団

更新したモデルのネットワーク概要は表 3.5.4 に示している。

表 3.5.4 更新したモデルのネットワーク情報

| 道路ネットワーク | 公共交通ネットワーク |
|-------------|------------|
| リンク数： 3,972 | バス路線数： 308 |
| ノード数： 3,397 | BRT 路線数： 1 |
| ゾーン数： 190 | |

出典：調査団

ゾーニングシステムも 169 ゾーンから 190 ゾーンへ改善されている（対象地域内 182 ゾーン、対象地域外 8 ゾーン）。ゾーン増加の主な理由は対象路線のゾーンを細分化することである。細分化の目的は、需要予測の精度をより高めることである（図 3.5.1 参照）。

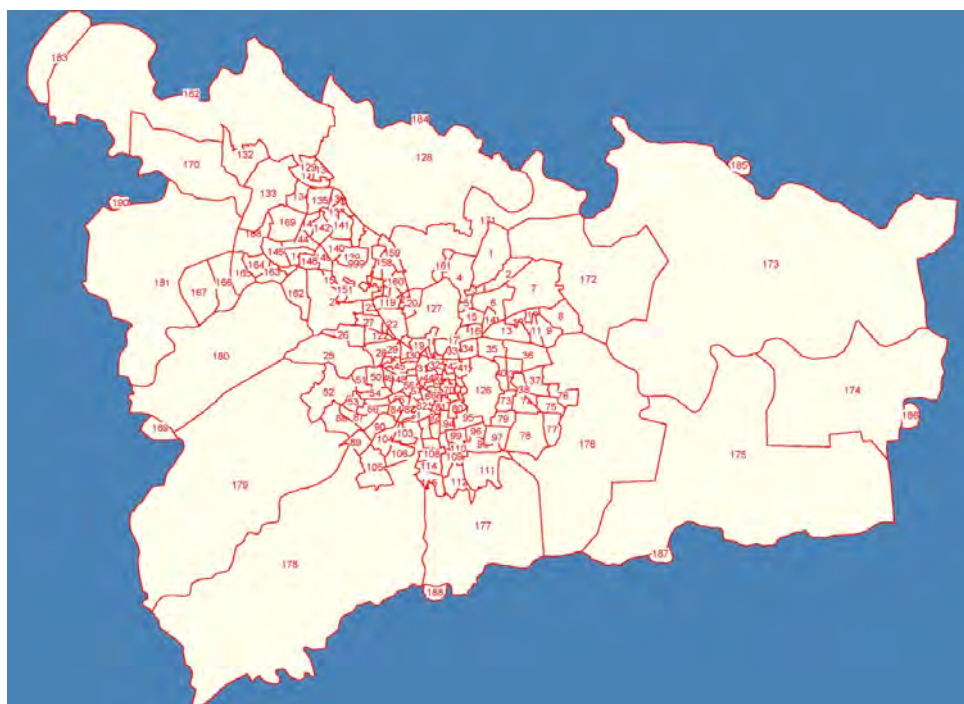


図 3.5.1 更新したモデルのゾーニングシステム

出典：調査団

更新したモデルの妥当性は、スクリーンライン・コードンライン・対象路線での交通量・7つの主要道路における旅行速度の実測値と推定値を比較することによる。この比較によって、実測値と推定値の差は±15%の範囲内におさまるため、許容値以内と言え妥当と判断した。

表 3.5.5 スクリーンライン 1 に関する交通量の実測値・推定値の比較

| モード | スクリーンライン 1 | Mumbai 行き | Solapur 行き |
|------|------------|-----------|------------|
| 2 輪車 | 推定値 | 12,673 | 10,853 |
| | 実測値 | 13,730 | 12,069 |
| | 差(%) | 8% | 11% |
| 乗用車 | 推定値 | 4201 | 4,701 |
| | 実測値 | 4271 | 4,662 |
| | 差(%) | 12% | -1% |
| 3 輪車 | 推定値 | 3398 | 2,380 |
| | 実測値 | 3893 | 2544 |
| | 差(%) | 15% | 7% |

出典：調査団

表 3.5.6 スクリーンライン 2 に関する交通量の実測値・推定値の比較

| モード | スクリーンライン 2 | Mumbai 行き | Solapur 行き |
|------|------------|-----------|------------|
| 2 輪車 | 推定値 | 3,670 | 4,690 |
| | 実測値 | 4,106 | 3,466 |
| | 差(%) | 12% | 13% |
| 乗用車 | 推定値 | 2,550 | 3,020 |
| | 実測値 | 2,835 | 3466 |
| | 差(%) | 11% | 15% |
| 3 輪車 | 推定値 | 479 | 488 |
| | 実測値 | 509 | 546 |
| | 差(%) | 6% | 12% |

出典：調査団

表 3.5.7 コードンラインに関する交通量の実測値・推定値の比較

| モード | コードンライン | Mumbai 行き | Solapur 行き |
|------|---------|-----------|------------|
| 2 輪車 | 推定値 | 11,375 | 10,438 |
| | 実測値 | 12,859 | 9,797 |
| | 差(%) | 13% | -6% |
| 乗用車 | 推定値 | 6,051 | 7,094 |
| | 実測値 | 6,965 | 7,322 |
| | 差(%) | 15% | 3% |
| 3 輪車 | 推定値 | 1,439 | 1,123 |
| | 実測値 | 1,620 | 1,168 |
| | 差(%) | 13% | 4% |

出典：調査団

表 3.5.8 対象路線に関する交通量の実測値・推定値の比較

| 位置 | プネ市行き | | | Hinjawadi 行き | | |
|-------------|-------|-------|------|--------------|-------|------|
| | 推定値 | 実測値 | 差(%) | 推定値 | 実測値 | 差(%) |
| Ganeshkhind | 5,614 | 5,949 | 6% | 3,694 | 3,344 | -9% |
| Aundh | 3,811 | 3,752 | -2% | 2,667 | 2,316 | -13% |
| Hinjawadi | 1,202 | 1,057 | -12% | 4,621 | 4,200 | -9% |

出典：調査団

表 3.5.9 7つの主要道路に関する旅行速度の実測値・推定値の比較

| 道路名 | 実測値 (km/h) | 推定値 (km/h) | 差(%) |
|---------------|---------------|---------------|-------|
| Aundh Road | 23.5 | 21.8 | 7.2% |
| Banner Road | 34.6 | 30.1 | 13.0% |
| Katraj Raod | 21.3 | 20.0 | 6.1% |
| NH4 Bypass | 36.9 | 32.2 | 12.7% |
| Nagar Road | 22.1 | 19.9 | 9.9% |
| Sholapur Road | 22.5 | 25.2 | -12.0 |
| NH4 | 25.4 | 23.9 | 5.9% |

出典：調査団

3.6 PMRの将来社会経済フレーム

ゾーニングシステム調整、道路ネットワーク更新、モデルの妥当性の確認後、将来トリップ発生・集中やOD表作成のために、社会経済データ（人口・従業員数）の予測が必要となった。インド・センサスの60年間にわたる人口データ、Hinjawadi マスタープラン計画¹、Hinjawadi Industrial Association との打ち合わせにより収集した情報を分析することによって、2018年、2028年、2038年の人口予測を行った（表 3.6.1 参照）。

PMR 全体の人口増加率は、2012年～2018年、2018年～2028年、2028年～2038年においてそれぞれ3.2%、2.8%、2.4%である。PMR の地域によって人口増加率が異なる（表 3.6.2 参照）。例えば、PMC および PCMC の場合、増加率が少しずつ減少している。これは開発がある程度進んだからである。一方、PMR 郊外の増加率は開発の余地があるので増加傾向にある。軍事基地については、過去の数値を考慮に入れても、人口はほぼ変わりはない。Hinjawadi は、他地域と違い、ITパークの影響により人口が急激に増加する。Hinjawadi の人口増加率は2012年～2018年、2018年～2028年、2028年～2038年においてそれぞれ14.4%、7.2%、3.4%である。

¹ Comprehensive Master Plan for Rajiv Gandhi InfoTech Park, CES, 2008

表 3.6.1 PMR 地域別年度別の人口予測

(単位：百万人)

| 地域 | 2011 年 | 2012 年 | 2018 年 | 2028 年 | 2038 年 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PMC | 3.12 | 3.25 | 3.77 | 4.73 | 5.80 |
| PCMC | 1.69 | 1.76 | 2.25 | 3.19 | 4.23 |
| Hinjewadi | 0.11 | 0.13 | 0.28 | 0.57 | 0.79 |
| 軍事基地 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.25 |
| PMR 郊外 | 0.73 | 0.74 | 0.81 | 0.95 | 1.17 |
| 総計 | 5.85 | 6.09 | 7.34 | 9.68 | 12.24 |

出典：予測は調査団、現況データはインド・センサス

表 3.6.2 PMR 地域別の人口増加率の予測

| 地域 | 2012 年～2018 年 | 2018 年～2028 年 | 2028 年～2038 年 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|
| PMC | 2.5% | 2.3% | 2.1% |
| PCMC | 4.2% | 3.6% | 2.9% |
| Hinjewadi | 14.4% | 7.2% | 3.4% |
| 軍事基地 | 0.8% | 0.7% | 0.7% |
| PMR 郊外 | 1.5% | 1.6% | 2.1% |
| 平均成功率 | 3.2% | 2.8% | 2.4% |

出典：予測は調査団、現況データはインド・センサス

雇用予測については、Comprehensive Mobility Plan の雇用率を検討し、従業員数を推定した。従業員数はそれぞれ 2012 年～2018 年、2018 年～2028 年、2028 年～2038 年において 3.1 百万人、4.2 百万人、5.5 百万人となる。そして、雇用率は 2012 年の 41% から 2038 年の 45% まで増加し続ける (表 3.6.3 参照)。

表 3.6.3 PMR 従業員数

| 地域 | 2011 年 | 2012 年 | 2018 年 | 2028 年 | 2038 年 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PMC | 1,259,238 | 1,313,433 | 1,526,161 | 1,962,863 | 2,461,979 |
| PCMC | 697,397 | 734,710 | 998,456 | 1,467,622 | 2,025,481 |
| Hinjawadi | 78,475 | 109,864 | 222,397 | 368,279 | 545,146 |
| 軍事基地 | 69,795 | 71,370 | 81,486 | 84,792 | 88,906 |
| PMR 郊外 | 267,470 | 273,153 | 297,110 | 343,185 | 417,538 |
| 総計 | 2,372,374 | 2,502,530 | 3,125,610 | 4,226,739 | 5,539,050 |
| 雇用比率 | 41% | 41% | 43% | 44% | 45% |

* : 2012 年時点で Hinjawadi 内にある企業は 75 社

出典：予測は調査団、現況データはインド・センサス

3.7 PMR の将来交通計画

PMR の将来交通計画は、Comprehensive Mobility Plan 等の報告書に記載されており、さらにメトロ（1号線、2号線）の建設計画などの現行プロジェクトが進められている。計画内容については、表 3.7.1 および表 3.7.2 に示しており、BRT 導入、メトロ（1号線、2号線）建設、道路拡幅などの内容を含む。LRT 構造については、コスト節約のため、部分的な高架構造にした（表 3.7.3 参照）。

3.7.1 PMC/PCMC の将来インフラ計画

表 3.7.1 PMC・PCMC の将来インフラ計画

| 道路名 | 延長 (km) | インフラ改善内容 | 運用開始年 (年) | 管轄組織 |
|--|---------|-----------------------|-----------|----------|
| Yerwada-Vishranthwadi Rd | 4.5 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Ahmednagar Rd | 5.4 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Karve Rd | 6.4 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| High Capacity River Side Rd | 17.0 | 4・2車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Vishranthwadi - Dhanori Rd | 6.0 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Baner Road | 3.2 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Hotel Green Park - Balewadi Stadium crossing Westerly Bypass | 5.7 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Old Mumbai Rd | 5.5 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC・PCMC |
| Nehru Rd | 5.0 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Pashan Rd | 6.1 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Kondhwa Rd | 8.1 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Aundh Rd | 14.7 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| Karve Road と Nagar Rd | 20 | メトロ | 2028 | PMC |
| Core Area Inner Ring | 13.0 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2038 | PMC |
| NH4 Bypass Rd | 40.0 | 4車線から6車線への拡幅 | 2028 | PMC・PCMC |
| Aundh Ravet Rd | 14.4 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| NH4 | 14.6 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Telco Rd | 12.0 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Dehu - Alandi Rd | 10.6 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| NHSO (Nashik-PhataMoshi) | 14.5 | 4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Alandi Rd | 5.2 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PMC |
| NH-4 (Old Mumbai Pune Hiwy) | 18.0 | 4車線から6車線へ拡幅(メトロ含む) | 2038 | PMC・PCMC |
| Nashik Phata-Wakad | 10.4 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Hinjewadi -Dehu-Alandi Rd | 7.8 | 2・4車線から6車線への拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Kalewadi-KSB Chowk-Dehu Alandi Rd | 13.3 | 2・4車線から6車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Vishrantwadi-Alandi | 11.8 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Kiwale-Bhakti Shakti | 13.3 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2018 | PCMC |
| Pradhikaran | 16.7 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2028 | PCMC |
| Hinjewadi-Tata Motors | 68.7 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2028 | PCMC |
| Bhakti Shakti -Talwade | 8.4 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2028 | PCMC |
| Road Parallel-Aundh Ravet | 11.6 | 2車線から4車線へ拡幅(BRT含む) | 2028 | PCMC |

出典：1) Comprehensive Mobility Plan for Pune City, Wilbur Smith Assoc & IL&FS, Nov. 2008.

2) Comprehensive Mobility Plan for Pimpri-Chinchwad City, Crisil Infrastructure Advisory, Nov. 2008.

3.7.2 Hinjawadi 交通ネットワークの将来改良

表 3.7.2 Hinjawadi の将来インフラ計画

| 道路名 | 2018 年 | 2028 年 | 2038 年 |
|---|----------------|-------------------------|----------------|
| NH 4 Bypass | 4 車線から 6 車線へ拡幅 | | |
| i) Dehu-Waked Police Station | | 4 車線から 6 車線へ拡幅およびサービス道路 | |
| ii) Wakad Police Station-Wakad Flyover | | 4 車線から 6 車線へ拡幅およびサービス道路 | |
| iii) Wakad Flyover-Banner Rd. Jct. | 4 車線から 6 車線へ拡幅 | | |
| iv) Banner Road Jct.-Sus Road Jct. | | | |
| MDR - 31 | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| i) Wakad Police Station. -Hinjewadi. Chowk | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| ii) Hinjewadi Chowk-Infosys Chowk | | 2 車線から 4 車線へ拡幅 | 4 車線から 6 車線へ拡幅 |
| iii) Infosys Chowk - 'R' Jct. | | 2 車線から 4 車線へ拡幅 | |
| iv) 'R' Jct.- Pirangut | | | |
| MDR - 30 | | 2 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| i) KPIT Jct. - 'X' Jct. | | 2 車線から 4 車線へ拡幅 | 4 車線から 6 車線へ拡幅 |
| ii) 'X' Jct.-Marunje | | | |
| MIDC: Spine Road | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| i) Wakad Flyover-Hinjewadi Chowk | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| ii) Hinjawadi Chowk-KPIT | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| iii) KPIT-Disha Jct. | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| iv) Disha Jct. - 'B' Jct. | | 2・4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| v) 'B - 'N' - 'D' Jct. | | | 2 車線から 6 車線へ拡幅 |
| Wakad Police Stn. - 'X' Jct. | | 4 車線から 6 車線へ拡幅 | |
| Disha Jct.-Infosys | | | |
| Punavale Road Extension (new roads) | 2 車線道路(路肩含む) | 2 車線から 4 車線へ拡幅路肩含む) | |
| i) MDR 30 まで | 2 車線道路(路肩含む) | 2 車線から 4 車線へ拡幅路肩含む) | |
| ii) MDR 30 まで | | 4 車線道路 | |
| iii) MDR 31 まで | | 4 車線道路 | 4 車線から 6 車線へ拡幅 |
| Jn. X-Disha Jct. | | 4 車線道路 | |
| MDR 31 まで | | 4 車線道路 | |
| RP Rd-PH I-Main Rd | 4 車線から 6 車線へ拡幅 | | |

出典 : Comprehensive Master Plan for Rajiv Gandhi InfoTech Park, Hinjawadi,Pune, CES, April 2010.

3.7.3 駅の構造種類及び駅間距離

表 3.7.3 駅の構造種類及び駅間距離

| ID | 駅名 | 構造種類 | 集計距離 | 駅間距離 |
|------|------------------------------|------|---------|--------|
| 駅 1 | Shivaji Nagar AST | 高架 | 0k070m | 0m |
| 駅 2 | Shivaji Nagar | 高架 | 0k590m | 520m |
| 駅 3 | Police Ground | 高架 | 1k000m | 410m |
| 駅 4 | Pune Central | 高架 | 1k800m | 800m |
| 駅 5 | E-Square | 高架 | 2k300m | 500m |
| 駅 6 | Pune University | 地上 | 3k650m | 1,350m |
| 駅 7 | Armament Colony | 地上 | 4k250m | 600m |
| 駅 8 | PWD Office | 地上 | 5k000m | 750m |
| 駅 9 | Aundh District Office | 高架 | 5k550m | 550m |
| 駅 10 | Police NAKA | 高架 | 6k350m | 800m |
| 駅 11 | State Hospital | 地上 | 7k650m | 1,300m |
| 駅 12 | Pimple Nilakh | 地上 | 8k655m | 1,005m |
| 駅 13 | Wakad Road Mall | 高架 | 10k600m | 1,945m |
| 駅 14 | Wakad Chowk 1 | 地上 | 11k490m | 890m |
| 駅 15 | Wakad Chowk 2 | 高架 | 12k800m | 1,310m |
| 駅 16 | Hinjawadi Road Shopping Mall | 高架 | 14k700m | 1,900m |
| 駅 17 | Shivaji Chowk | 高架 | 15k450m | 750m |
| 駅 18 | RGIP Phase 4 | 地上 | 16k900m | 1,450m |
| 駅 19 | Wipro Circle | 地上 | 17k600m | 700m |
| 駅 20 | Infosys Circle | 地上 | 18k700m | 1,100m |
| 駅 21 | Mahindra Tech 2 | 地上 | 21k600m | 2,900m |

出典：調査団

3.8 LRT における 2018 年、2028 年、2038 年の予測

LRT の需要予測に、表 3.4.17 の運賃レベルおよび表 3.7.3 の LRT 構造を適用した。図 3.8.1 は、2018 年、2028 年、2038 年におけるピーク時におけるピーク方向の乗客数 (PHPDT) を示しており、図のように運賃が大きくなればなるほど乗客数が減少する。図 3.8.2 は駅間最大乗客数を示す。運賃レベル-1 以外の運賃レベルを採用した場合、LRT 輸送力 (16,560 PHPDT) は駅間最大乗客数に対応できる。運賃レベル-1 を採用した場合、2028 年時に 1 つの駅間において 16,560 PHPDT を超え、2038 年時では 3 つの駅間においてその値を超える。この点を考慮すると、運賃を若干高くして LRT を導入することは MRT を導入するよりも効率的だと言える。そして、LRT 車両の編成長を当初の 60m から 70m に長くすると、2048 年 (運営開始 30 年後) までの需要に対応できる (APPENDIX-21 参照)。また、SP 調査から分かるように、大半の旅行者が運賃レベル-2 を支払って良いと意思表示しており、この運賃による LRT 利用は最適である。ちなみに、運賃レベル-2 の 1 日乗客数は、2018 年で 159,000 であり、2038 年で 655,000 人まで増加する (図 3.8.3 参照)。また、各年の LRT の OD 表を表 3.8.1~表 3.8.3 に示す。

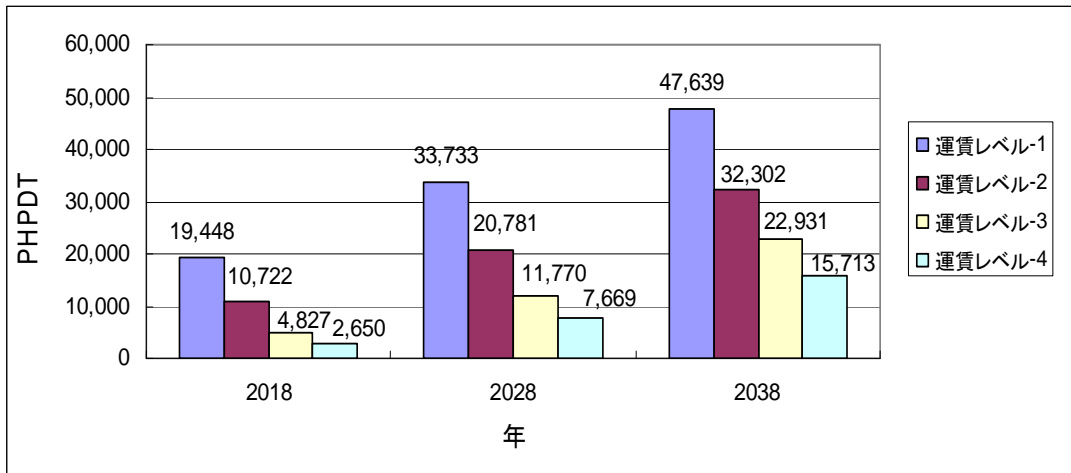


図 3.8.1 運賃レベル別のピーク時におけるピーク方向の乗客数（部分的高架のLRT）

出典：調査団

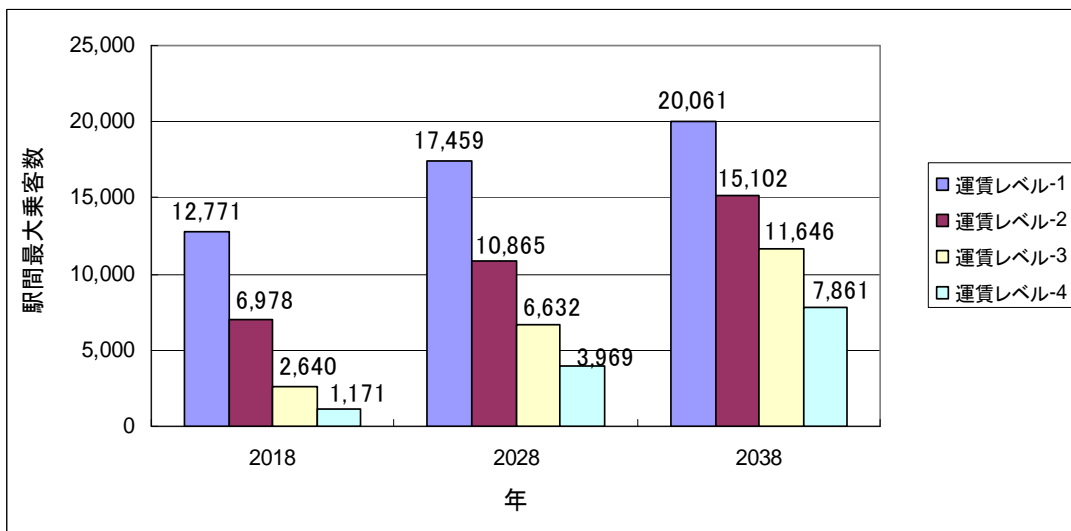


図 3.8.2 運賃レベル別のピーク時における駅間の最大乗客数（部分的高架のLRT）

出典：調査団

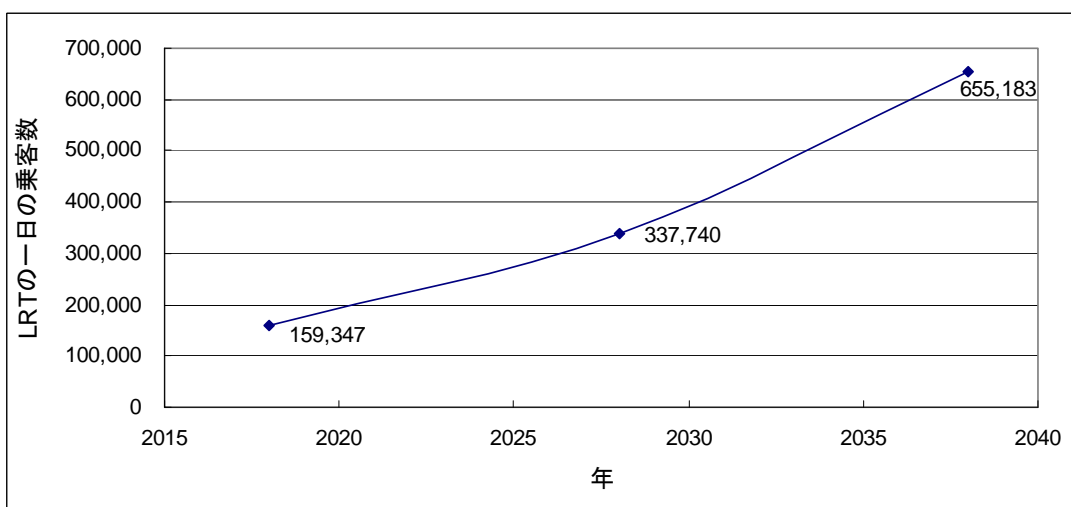


図 3.8.3 運賃レベル-2における一日あたりのLRT乗客数（部分的高架のLRT）

出典：調査団

表 3.8.1 運賃レベル-2 における LRT の一日 OD 表 (2018 年)

| Shivaji Nagar-Hinjewadi | Shivaji Nagar AST | Shivaji Nagar | Police Ground | Pune Central | E-Square | Pune Univ. | Armanent Colony | PWD Office | Aundh District Office | Police NAKA | State Hospital | Pimple Niliakh | Wakad Road Mall | Wakad Chowk 1 | Wakad Chowk 2 | Hinjewadi Rd. Shopping Mall | Shivaji Chowk | RGIP Phase 4 | Boarding | Alighting |
|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|----------|------------|-----------------|------------|-----------------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------|----------|-----------|
| Shivaji Nagar AST | 0 | 100 | 12 | 455 | 719 | 625 | 236 | 866 | 695 | 373 | 253 | 1212 | 431 | 265 | 386 | 466 | 1257 | 1142 | 9493 | 10428 |
| Shivaji Nagar | 97 | 0 | 12 | 202 | 288 | 425 | 140 | 776 | 548 | 277 | 209 | 1115 | 365 | 234 | 384 | 441 | 1109 | 982 | 7584 | 8592 |
| Police Ground | 12 | 12 | 0 | 27 | 18 | 217 | 68 | 1165 | 489 | 112 | 49 | 511 | 337 | 138 | 289 | 541 | 1416 | 1558 | 8939 | 8424 |
| Pune Central | 418 | 193 | 30 | 0 | 226 | 302 | 156 | 562 | 559 | 307 | 189 | 976 | 237 | 243 | 289 | 389 | 1218 | 720 | 7014 | 8142 |
| E-Square | 620 | 259 | 18 | 217 | 0 | 240 | 107 | 462 | 436 | 265 | 167 | 912 | 224 | 205 | 263 | 336 | 1160 | 725 | 6616 | 7770 |
| Pune Univ. | 702 | 483 | 261 | 350 | 283 | 0 | 35 | 180 | 269 | 308 | 175 | 505 | 216 | 334 | 198 | 234 | 565 | 453 | 5551 | 5431 |
| Armanent Colony | 276 | 163 | 85 | 182 | 127 | 35 | 0 | 65 | 113 | 130 | 116 | 358 | 161 | 269 | 140 | 203 | 489 | 432 | 3344 | 3369 |
| PWD Office | 1008 | 912 | 1420 | 672 | 552 | 193 | 64 | 0 | 295 | 246 | 212 | 936 | 272 | 304 | 261 | 259 | 691 | 581 | 8878 | 8354 |
| Aundh District Office | 785 | 628 | 594 | 652 | 509 | 254 | 108 | 275 | 0 | 308 | 324 | 1347 | 436 | 1177 | 440 | 468 | 1007 | 871 | 10183 | 10290 |
| Police NAKA | 394 | 294 | 133 | 344 | 293 | 275 | 115 | 221 | 298 | 0 | 232 | 1320 | 349 | 524 | 374 | 518 | 1453 | 1173 | 8310 | 9095 |
| State Hospital | 249 | 211 | 56 | 205 | 183 | 163 | 106 | 195 | 305 | 222 | 0 | 681 | 191 | 475 | 202 | 255 | 878 | 788 | 5365 | 5990 |
| Pimple Niliakh | 1304 | 1249 | 619 | 1144 | 1079 | 496 | 342 | 984 | 1402 | 1474 | 798 | 0 | 1090 | 689 | 308 | 339 | 1249 | 1071 | 15637 | 15142 |
| Wakad Rd. Mall | 431 | 379 | 408 | 265 | 254 | 202 | 153 | 252 | 403 | 349 | 194 | 937 | 0 | 856 | 177 | 255 | 825 | 704 | 7044 | 7675 |
| Wakad Chowk 1 | 282 | 257 | 165 | 269 | 238 | 318 | 254 | 278 | 1245 | 558 | 526 | 755 | 1018 | 0 | 1232 | 723 | 425 | 328 | 8871 | 8210 |
| Wakad Chowk 2 | 417 | 405 | 325 | 338 | 308 | 198 | 140 | 263 | 456 | 406 | 228 | 356 | 196 | 1027 | 0 | 253 | 266 | 375 | 5957 | 5943 |
| Hinjewadi Rd. Shopping Mall | 523 | 503 | 658 | 460 | 397 | 257 | 228 | 277 | 509 | 577 | 292 | 394 | 292 | 640 | 270 | 0 | 477 | 748 | 7502 | 7134 |
| Shivaji Chowk | 1525 | 1348 | 1728 | 1484 | 1413 | 682 | 593 | 833 | 1217 | 1760 | 1068 | 1522 | 1004 | 460 | 317 | 560 | 0 | 870 | 18384 | 15372 |
| RGIP Phase 4 | 1385 | 1196 | 1900 | 876 | 883 | 549 | 524 | 700 | 1051 | 1423 | 958 | 1305 | 856 | 370 | 453 | 894 | 887 | 0 | 16210 | 13521 |

出典：調査団

表 3.8.2 運賃レベル-2 における LRT の一日 OD 表 (2028 年)

| Shivaji Nagar-Hinjewadi | Shivaji Nagar AST | Shivaji Nagar | Police Ground | Pune Central | E-Square | Pune Univ. | Armament Colony | PWD Office | Aundh District Office | Police NAKA | State Hospital | Pimple Nliakh | Wakad Road Mall | Wakad Chowk 1 | Wakad Chowk 2 | Hinjewadi Rd Shopping Mall | Shivaji Chowk | RGIP Phase 4 | Wipro | Infosys | Mahindra Tech | Boarding | Alighting |
|-------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|----------|------------|-----------------|------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|--------------|-------|---------|---------------|----------|-----------|
| | 0 | 1154 | 600 | 805 | 1066 | 884 | 348 | 2130 | 2660 | 762 | 663 | 1375 | 637 | 1059 | 787 | 342 | 578 | 706 | 896 | 774 | 624 | 18539 | 18539 |
| | 1210 | 0 | 90 | 279 | 446 | 555 | 208 | 1715 | 1920 | 579 | 535 | 1071 | 493 | 803 | 655 | 294 | 501 | 536 | 931 | 646 | 533 | 14000 | 15440 |
| | 696 | 96 | 0 | 82 | 20 | 52 | 8 | 571 | 402 | 232 | 163 | 670 | 424 | 636 | 316 | 112 | 314 | 150 | 439 | 357 | 329 | 6069 | 6781 |
| | 592 | 280 | 69 | 0 | 217 | 270 | 178 | 1418 | 1915 | 353 | 199 | 607 | 129 | 366 | 391 | 296 | 558 | 479 | 854 | 585 | 499 | 10255 | 12640 |
| | 918 | 394 | 17 | 229 | 0 | 182 | 96 | 990 | 1294 | 297 | 172 | 502 | 116 | 215 | 309 | 223 | 500 | 414 | 772 | 542 | 466 | 8648 | 8851 |
| | 866 | 543 | 52 | 306 | 209 | 0 | 81 | 638 | 1134 | 641 | 360 | 600 | 257 | 1365 | 438 | 264 | 508 | 533 | 923 | 633 | 530 | 10881 | 11060 |
| | 355 | 206 | 10 | 196 | 110 | 76 | 0 | 103 | 313 | 220 | 205 | 331 | 148 | 998 | 203 | 109 | 350 | 216 | 522 | 406 | 363 | 5440 | 5270 |
| | 2458 | 1986 | 640 | 1714 | 1195 | 738 | 103 | 0 | 1051 | 528 | 464 | 882 | 331 | 1482 | 473 | 167 | 432 | 360 | 707 | 522 | 441 | 16854 | 15089 |
| | 2882 | 2084 | 427 | 2262 | 1522 | 1135 | 291 | 970 | 0 | 376 | 416 | 923 | 333 | 2087 | 564 | 291 | 259 | 556 | 955 | 403 | 543 | 19299 | 18081 |
| | 707 | 528 | 196 | 384 | 310 | 566 | 186 | 450 | 354 | 0 | 426 | 1201 | 347 | 1312 | 711 | 468 | 513 | 1054 | 1331 | 752 | 801 | 12597 | 13537 |
| | 571 | 462 | 135 | 201 | 170 | 318 | 173 | 394 | 371 | 381 | 0 | 358 | 120 | 644 | 235 | 152 | 187 | 433 | 547 | 307 | 477 | 6636 | 7207 |
| | 1291 | 1033 | 584 | 696 | 576 | 576 | 292 | 823 | 924 | 1291 | 408 | 0 | 606 | 1001 | 934 | 618 | 812 | 1858 | 2344 | 1293 | 1216 | 19156 | 20847 |
| | 549 | 429 | 354 | 134 | 117 | 227 | 127 | 282 | 290 | 316 | 111 | 541 | 0 | 1054 | 461 | 440 | 533 | 1217 | 1537 | 848 | 633 | 10200 | 12099 |
| | 894 | 681 | 524 | 331 | 203 | 1152 | 828 | 1225 | 1833 | 1154 | 579 | 1047 | 1246 | 0 | 5025 | 987 | 654 | 960 | 1231 | 803 | 528 | 21885 | 23068 |
| | 770 | 653 | 278 | 458 | 360 | 445 | 192 | 449 | 603 | 765 | 262 | 1127 | 553 | 4236 | 0 | 1016 | 491 | 1855 | 2342 | 1300 | 966 | 19121 | 21220 |
| | 386 | 333 | 116 | 357 | 268 | 311 | 126 | 186 | 340 | 550 | 180 | 753 | 536 | 1015 | 1222 | 0 | 581 | 1932 | 1459 | 1483 | 1036 | 13180 | 13665 |
| | 383 | 294 | 73 | 373 | 303 | 309 | 118 | 211 | 308 | 612 | 224 | 990 | 650 | 682 | 591 | 641 | 0 | 3980 | 1120 | 2440 | 2210 | 16512 | 16855 |
| | 856 | 649 | 182 | 584 | 505 | 647 | 262 | 434 | 676 | 1283 | 528 | 2269 | 1487 | 1140 | 2265 | 2324 | 1699 | 0 | 2092 | 1946 | 2285 | 24113 | 25645 |
| | 1084 | 2823 | 1230 | 1737 | 637 | 818 | 329 | 551 | 855 | 1620 | 666 | 2863 | 1877 | 1454 | 2858 | 1949 | 1009 | 1767 | 0 | 1183 | 2143 | 29453 | 34163 |
| | 621 | 471 | 1129 | 1408 | 354 | 960 | 667 | 820 | 484 | 908 | 371 | 1578 | 1036 | 903 | 1583 | 1738 | 3817 | 4110 | 3637 | 0 | 856 | 27471 | 18199 |
| | 450 | 341 | 95 | 304 | 263 | 839 | 637 | 729 | 354 | 669 | 275 | 1179 | 773 | 616 | 1179 | 1234 | 2559 | 2529 | 9524 | 966 | 0 | 25515 | 17479 |

出典：調査団

表 3.8.3 運賃レベル-2 における LRT の一日 OD 表 (2038 年)

| Shivaji Nagar-Hinjewadi | Shivaji Nagar AST | Shivaji Nagar | Police Ground | Pune Central | E-Square | Pune Univ. | Armsament Colony | PWD Office | Aundh District Office | Police NAKA | State Hospital | Pimple Nliakh | Wakad Road Mall | Wakad Chowk 1 | Wakad Chowk 2 | Hinjewadi Rd Shopping Mall | Shivaji Chowk | RGIP Phase 4 | Wipro | Infosys | Mahindra Tech | Boarding | Alighting |
|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|----------|------------|------------------|------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|--------------|-------|---------|---------------|----------|-----------|
| Shivaji Nagar AST | 0 | 402 | 214 | 1616 | 3145 | 1798 | 558 | 3843 | 3295 | 2242 | 550 | 3496 | 1694 | 820 | 1160 | 179 | 208 | 195 | 2253 | 1858 | 2431 | 31957 | 28563 |
| Shivaji Nagar | 400 | 0 | 89 | 854 | 1227 | 1989 | 440 | 4124 | 2794 | 1224 | 383 | 3084 | 1433 | 616 | 650 | 94 | 128 | 160 | 1343 | 1570 | 2442 | 25044 | 28753 |
| Police Ground | 214 | 95 | 0 | 255 | 201 | 531 | 66 | 2202 | 965 | 334 | 88 | 905 | 436 | 143 | 183 | 28 | 19 | 42 | 2191 | 1141 | 1284 | 11323 | 14252 |
| Pune Central | 1709 | 962 | 298 | 0 | 1486 | 1386 | 453 | 3030 | 4243 | 1731 | 495 | 1408 | 881 | 673 | 1000 | 130 | 117 | 214 | 2734 | 1260 | 1674 | 25884 | 25119 |
| E-Square | 2960 | 1196 | 202 | 1454 | 0 | 1828 | 474 | 2561 | 3691 | 1955 | 568 | 1473 | 856 | 337 | 742 | 126 | 168 | 161 | 2712 | 1177 | 1104 | 25745 | 25001 |
| Pune Univ. | 2057 | 2325 | 626 | 1635 | 2188 | 0 | 248 | 2223 | 2446 | 2678 | 687 | 2663 | 1244 | 935 | 978 | 270 | 206 | 144 | 2205 | 143 | 1153 | 27054 | 25810 |
| Armsament Colony | 651 | 524 | 78 | 518 | 564 | 273 | 0 | 449 | 611 | 563 | 318 | 1340 | 717 | 501 | 826 | 134 | 98 | 31 | 2148 | 142 | 1113 | 11599 | 11514 |
| PWD Office | 4472 | 4918 | 2665 | 3603 | 2981 | 2508 | 489 | 0 | 1950 | 2220 | 797 | 2393 | 1309 | 1636 | 1899 | 234 | 270 | 95 | 2328 | 181 | 1136 | 38084 | 36521 |
| Aundh District Office | 3480 | 3014 | 1095 | 4845 | 4278 | 2597 | 596 | 2001 | 0 | 1804 | 889 | 4212 | 2034 | 1927 | 2255 | 353 | 497 | 292 | 2882 | 224 | 1106 | 40361 | 36272 |
| Police NAKA | 1962 | 1099 | 306 | 1633 | 1899 | 2336 | 473 | 1934 | 1661 | 0 | 1133 | 4690 | 2268 | 2932 | 2316 | 434 | 834 | 513 | 1819 | 387 | 1100 | 31729 | 31336 |
| State Hospital | 477 | 342 | 78 | 448 | 541 | 614 | 269 | 696 | 883 | 1087 | 0 | 1207 | 748 | 568 | 629 | 103 | 303 | 155 | 2599 | 139 | 1159 | 13045 | 11663 |
| Pimple Nliakh | 2959 | 2847 | 795 | 1272 | 1301 | 2275 | 1116 | 2152 | 3866 | 4426 | 1247 | 0 | 2761 | 1885 | 1651 | 272 | 1792 | 1012 | 4809 | 1228 | 1350 | 40816 | 44069 |
| Wakad Road Mall | 1413 | 1203 | 369 | 757 | 742 | 1045 | 593 | 1093 | 1742 | 1977 | 654 | 2476 | 0 | 1726 | 1116 | 259 | 2051 | 1581 | 5654 | 1260 | 850 | 28561 | 32953 |
| Wakad Chowk 1 | 676 | 511 | 117 | 556 | 287 | 776 | 412 | 1352 | 1602 | 2445 | 475 | 1781 | 1972 | 0 | 2877 | 859 | 1425 | 900 | 4813 | 944 | 770 | 25550 | 25395 |
| Wakad Chowk 2 | 960 | 546 | 152 | 831 | 633 | 816 | 677 | 1572 | 1905 | 1968 | 542 | 1574 | 1104 | 2422 | 0 | 189 | 1023 | 2305 | 6714 | 2042 | 903 | 28878 | 34199 |
| Hinjewadi Rd. Shopping Mall | 148 | 80 | 130 | 112 | 109 | 226 | 110 | 195 | 298 | 375 | 190 | 260 | 259 | 741 | 188 | 0 | 2814 | 5053 | 5555 | 4917 | 1620 | 23380 | 25119 |
| Shivaji Chowk | 199 | 3128 | 3170 | 112 | 174 | 210 | 2082 | 2263 | 2512 | 937 | 345 | 2143 | 2474 | 1457 | 1180 | 2485 | 0 | 2983 | 5755 | 4529 | 3298 | 41436 | 35949 |
| RGIP Phase 4 | 228 | 3191 | 2151 | 2259 | 2094 | 1069 | 1034 | 1112 | 348 | 618 | 187 | 1232 | 1928 | 1078 | 2812 | 4920 | 3568 | 0 | 4929 | 5324 | 4031 | 44113 | 35995 |
| Wipro | 2244 | 1395 | 1201 | 1873 | 818 | 1222 | 1143 | 1394 | 1063 | 2158 | 1683 | 5828 | 6875 | 3407 | 8148 | 7558 | 7233 | 5011 | 0 | 0 | 3753 | 67578 | 74773 |
| Infosys | 892 | 650 | 169 | 315 | 209 | 1148 | 141 | 1193 | 269 | 471 | 162 | 1485 | 1535 | 1143 | 2487 | 4750 | 9653 | 7239 | 4421 | 0 | 1605 | 39937 | 36236 |
| Mahindra Tech | 502 | 525 | 347 | 171 | 124 | 1163 | 140 | 1142 | 128 | 123 | 270 | 419 | 425 | 448 | 1102 | 1742 | 3542 | 7909 | 6909 | 4017 | 0 | 31148 | 33710 |

出典：調査団

3.9 まとめ

上記の分析によって、次の点が言える。

- 対象路線の需要予測を行うために、2008年 Comprehensive Mobility Plan の交通モデルを更新し、そのモデルの妥当性を確認できた。
- SP 調査の結果によって、乗客が運賃レベル-2（デリーメトロ運賃の 1.5 倍）を支払うことが妥当だと判断できた。
- 運賃レベル-1 にすると、乗客数が増加するが駅数を少なくし MRT を導入する必要があるため、オーバースペックとなる。
- 部分的に高架構造にした場合、運賃レベル-2 が最適となる。
- LRT 車両の編成長を当初の 60m から 70m に長くすると、2048 年（運営開始 30 年後）までの需要に対応できる。

第4章 プネーヒンジャワディ都市鉄道のコンセプトデザイン

4.1 プネーヒンジャワディコリドーの現状と開発戦略

4.1.1 プネーヒンジャワディコリドーの現状

第2章に取りまとめたプネ地域は、プネ市、ピンプリチンチウッド市とヒンジャワディ工業団地を結ぶコリドーである。プネ市にて「プネ市総合モビリティ計画 最終報告書」(Final Report, Comprehensive Mobility Plan for Pune City (以下「CMP」という))により、2031年を目標とした将来構想が提案されており、4つの公共交通計画(①PMPML(Pune Mahanagar Parivahan Mahamandal Limited)のバスシステムの増補、②PMPMLのバスシステム+BRT(Bus Rapid Transit)の導入、③PMPMLのバスシステム+BRTの導入+環状線の整備、④PMPMLのバスシステム+BRTの導入+環状線の整備+中・大量交通システムの導入(URBAN TRANSITシステム/メトロ/モノレールなど))を想定し調査している。なお、同市では中・大量交通システムの導入が検討されており、大量交通システムではデリーメトロによりプネ・メトロの詳細事業性調査が既に実施されている。

プネ都市圏では、多極型都市構造を促進するため、MIDC(州土地開発公社)により郊外部において工業団地開発が進んでいる。IT系工業団地が多いのが特徴であり、特に、ヒンジャワディ工業団地(正式名称:Rajiv Gandhi InfoTech Park Area(RGIP))の規模が大きい。また、ピンプリチンチウッド市内の自動車系工業団地は既に分譲を終え、TATAモーター等が入居している。

プネ市は1950年に誕生した都市部自治体の自治都市であり、14の区および144のサブ区域から構成されている。また、プネ大学等の多くの教育機関や研究所を有している学術都市である。また、市の西部および北部に軍の駐屯地を有している。プネ市は、市街地の拡大とともに市域を外側へと拡大しており、139km²(1961年)であった市域は、2012年現在244km²に拡大している。

プネ市の都市計画はプネ市開発計画(DP)とプネ市開発基準(DCR)によって実行されている。これらの計画・土地利用規制は、マハラシュトラ地域・都市計画法(MRTPA)に基づき、法的拘束力を有する。また、プネ市では都市における経済活動を促進するために、JNNURM(都市開発省による都市および交通に関する事業スキーム)の予算を活用し都市インフラの整備を行っているが、JNNURMに基づく事業を行う際には、都市開発に関する今後4~5年間の実行計画を定めることが義務付けられており、プネ市においても2006年~2012年を目標年次とした都市開発計画(CDP)が定められている。

プネ市は、人口の増加に伴い、人口密度、市域ともに拡大傾向にある。市域の拡大は日常的な移動距離の増加をもたらす、人口密度の増加は交通量の増加をもたらすものと考えられる。更に、近年では経済成長に伴い、自家用車やバイクの利用者率が増加傾向にあることから、今後、市内における交通環境の悪化が懸念される状況にある。これは、プネーヒンジャワディコリドーのプネ市における特徴である。

ピンプリチンチウッド市は1948年に開発された住宅地を起源とし、1970年に誕生した都市部自治体の自治都市である。市は4つの区から構成されており、市の南部には、軍の駐屯地を有している。プネ市と同様に、市街地の拡大とともに市域を外側へと拡大しており、誕生時(1970年)

に 86.01 km²であった市域は、2012 年現在 170.51 km²に拡大している。また、市の中心部にマハラシュトラ産業開発公社(MIDC)による工業団地が整備されている他、市の西側はヒンジャワディ工業団地と隣接している。これは、プネーヒンジャワディコリドーの一つの特徴である。

ヒンジャワディ工業団地(正式名称: The Rajiv Gandhi I.T. Park (RGIP) at Hinjawadi)はヒンジャワディ村、マルンジュ村、マン村、およびマハルンジ村の4つの農村部自治体の村(パヤチャーヤト)に跨る工業団地であり、マハラシュトラ州工業開発公社(MIDC)が用地取得、開発、管理、分譲を行っている。

同工業団地はフェイズ1~2まで計画・実施されており、合計面積が約2,300haの大型ITパークである。2012年現在、フェイズ3の工事、分譲が順次行われている。フェイズ3は経済特区となっており、住宅ビルの建設を併せて建設が急ピッチで進められている。フェイズ4については用地取得の公示はされたものの用地交渉が難航しており、計画は停止状態である。フェイズ5、6は開発計画があるものの、用地取得の手続きが行われていない。工業団地の外の地域に関してはプネ県の管轄区域となる。

ヒンジャワディ工業団地は域内に居住地が少ないため、ピンプリチンチウッド市やプネ市方面の通勤者が大半を占めている。一方で域外からのアクセス路が限られていることもあり、主要道路では朝晩を中心に渋滞が発生している。一方で、アクセス路が限られていることは主要な通勤ルートが限られていると考えられることから、公共交通による代用が有効であると考えられる。これは、プネーヒンジャワディコリドーの特徴の一つである。

従って、都市鉄道として、既に大量交通システムとして提案されているプネ・メトロ1号線、2号線が交わるJM Temple付近を起点とし、ヒンジャワディ工業団地で工事、分譲が行われているフェイズ3地区を終点と考え設計を行う。

4.1.2 プネーヒンジャワディコリドーの開発戦略

プネ都市圏地域計画では、1990年時点におけるプネ市一極集中の現状を踏まえて、都市部の渋滞問題やスラムの増加を解決するために、多極型の都市構造への転換を提案している。同計画では、プネ都市圏地域について、既存市街地であるプネ市、ピンプリチンチウッド市に加えて、セウル、カナプール、ヒンジャワディ、モシ、ワグホリ、フルスンジ、カダクワスラ、シヴァネを新たなサブ成長都市と定めている。そのため、プネーピンプリチンチウッドーヒンジャワディを結ぶコリドーは地域計画で重要な位置を占めている。

ピンプリチンチウッド市は、プネ市と比べて、人口密度、市域ともに急激な増加傾向にある。また、自家用車やバイクの利用者率も急増しており、市内の交通環境の更なる悪化が懸念され、これを改善することが必要となる。

ヒンジャワディ工業団地に関する交通量は、ピンプリチンチウッド市を出発地または目的地とする交通が32%、プネ市が14%、プネ市の南東側が27%である。よって、これら73%の交通はピンプリチンチウッド市またはプネ市を経由してヒンジャワディ工業団地に流入または流出していく交通である。また、工業団地へは自家用車やバイク、ミニバス等の他に、工業団地内の各企業

が所有・運行する通勤バスによりアクセスしている労働者が多く、全交通量の約 30%を占めている。また、工業団地へアクセスできる道路が限られているため、通勤時に主要道路で渋滞が発生しているがピーク率は平均で約 9%程度であり、工業団地へのアクセス道路として低い水準にある。これは、シフト別の労働時間を採用している企業が多いことが要因の一つとして考えられる。従って、プネーヒンジャワディコリドーの開発戦略は、ヒンジャワディ工業団地への交通の確保が重要であり、交通緩和を開発戦略の一つとして、考える必要がある。

プネーヒンジャワディ都市鉄道は、プネ市を起点としてピンプリチンチウッド市を通過し、ヒンジャワディ工業団地の経済特区のフェイズ 3 にいたる約 22km の沿線の交通緩和と交通の結節機能を持つ鉄道として設計する。

4.2 プネーヒンジャワディコリドーの需要予測

4.2.1 プネーヒンジャワディコリドーの需要予測と運賃レベル

この数年間に渡って、プネでの主要コリドーの交通混雑緩和・輸送力増加を実現するために多数の調査が行われた。プネ都市圏 (PMR) でその 1 つのコリドーは Ganeshkhind、Aund、Wakad 道路の経路で中央プネと Hinjawadi IT パークを結ぶ道路である。この道路はプネの経済成長にとっては不可欠な施設であり、そのために本調査に取りあげられた。従って、本款の目的とは上記コリドーに沿う都市鉄道の交通需要予測を計ることが出来るモデルの構築である。

交通行動・インフラ変化を評価するために交通調査を実施し、対象地域の特徴を分析するため、その特徴は①既存交通インフラ、②公共交通・中間交通、③都市鉄道のコリドーでの交通パターン、④公共交通の利用状況、⑤ LRT としたときの支払意思などの調査である。

対象コリドーの交通量を把握するため、断面交通量調査を行い、比較のため、対象コリドーと平行する Banner 道路の 1 箇所断面交通量を計る。これにより対象路線の特徴を掴むことができる。

選好意識 (SP) 調査は対象コリドーの 3 箇所 (プネのバスターミナル、Shivaji Nagar バス停、Hinjawadi IT パーク) で行う。調査目的は、LRT に関する支払意思を把握することであり、そのため、乗用車、2 輪車、3 輪車、バスの 2,000 人から回答サンプルを収集する。運賃レベルはそれぞれデリーメトロ (都市内旅客) およびデリー空港線 (空港への旅客) を基本と考える。

PMR 全体の人口増加率を考察するとそれぞれ 2012 年～2018 年、2018 年～2028 年、2028 年～2038 年に関して 3.2%、2.8%、2.4%である。PMR の地域によって人口成長が異なる。例えば、PMC および PCMC の場合、成長が少しずつ減り、これは開発が大分できた為である。一方、PMR 郊外の成長は開発余地があるので増える予定はある。軍事基地については、過去から考えると、人口にはほぼ変わりはないと考えて良い。Hinjawadi は、他地域と違い、IT パークの影響で人口が急成長する。即ち、Hinjawadi 人口増加率はそれぞれ 2012 年～2018 年、2018 年～2028 年、2028 年～2038 年に関して 14.4%、7.2%、3.4%である。

PMR 将来交通ネットワーク計画は Comprehensive Mobility Plan、関連報告書、現行プロジェクト情報などに構成されといる。プネーヒンジャワディの都市鉄道の開業を 2018 年として、2028 年、

2038年の予測を解析し、運賃レベルにより、ピーク方向の乗客数（PHPDT）および駅間最大乗客数を算定する。なお、運営開始から30年後の需要の増加に対する考察を行う。

4.3 プネーヒンジャワディコリドーの都市鉄道の整備方針

4.3.1 プネーヒンジャワディコリドーの駅地計画と路線計画

TOD（Transit Oriented Development：公共交通指向型開発）は、都市中心部の公共交通結節点の周辺約500m圏内に商業施設や就業施設を重点的に配置すると同時に、郊外部における公共交通結節点周辺に住宅地を計画的に整備する開発手法である。これにより居住地と商業地・就業地が公共交通により効率的に接続され、自家用車を利用しない通勤・余暇活動が可能となる。また、事業者の視点では、TODにより安定した旅客需要を見込むことができ運営面でもメリットを有する。更に、商業施設や住宅地の開発と公共交通機関の開発と一体的に行うことで、不動産事業としての収益も見込むことができる。

現時点において、鉄道駅、バスターミナルが隣接している Sivaji Nagar 駅は高い交通結節機能を有している。更に、将来、MRT の整備や BRT が整備されることで、上記の Sivaji Nagar 地区に加えて JM Temple 地区、Pune University（プネ大学）地区、州立病院、Wakad Chawk 地区も高い交通結節機能を有することとなる。これらの駅において BRT や MRT 等の他の交通機関とスムーズに接続できる交通結節施設を重点的に整備するとともに、駅の位置に関しても、BRT の停留所や MRT 駅にアクセスしやすい位置に都市鉄道の駅を整備する必要がある。このことが、LRT 路線の魅力を高めて民間投資セクターを呼び込み、また LRT の集客をあげることに繋がると期待される。また、LRT 事業に民間投資を呼ぶ込むための可能性の一つとして車両基地を利用した可能性について検討する。

路線計画にあたり、本調査において、都市鉄道の導入対象路線であるプネ市の Sancheti Hospital 付近からヒンジャワディ IT パークの入り口である Shivaji Chowk までの約15km区間の測量を実施している。ただし、本調査の技術的検討は概略の線形および路線構造物を把握し、概算事業費を算出することにあるため、詳細な測量ではなく道路両脇の範囲は官民境界までを基本とし、100m 間隔の縦断および横断測量としている。

PMC 内における道路事情については、起点の JM Temple からプネ大学までは交通量の多い幹線道路で、3つのフライオーバーが存在する狭隘かつ複雑な区間であり、プネ大学以降は暫く大きな交差点もなく単調な道路となっている。PCMC 内では現在 BRT 運行のための幅45mへの拡幅工事が進められており、既に拡幅工事が終わっている区間もある。BRT と LRT との連絡施設を検討する。ヒンジャワディ IT パーク内は片側二車線の道路が続いており、比較的起伏の激しい区間である。これらを考慮して、路線計画を行う。

LRT の特徴を生かす低床でバリアフリーの地上走行区間を多く取ることが利用客の利便性を高めることになるので、できるだけ部分地上走行とする路線計画を検討する。一方、近隣からの車の道路へのアクセス性やピンプリチンチウッド市における LRT と並走する BRT 区間の道路面の有効活用から全線高架として、駅計画、道路計画、建設費等についてその優劣を検討する。

4.3.2 プネーヒンジャワディコリドーの鉄道システム

需要予測の結果から、ピーク時間 1 時間当たりの方向別旅客需要 (PPHPD) によって最適な鉄道システムを選定することになるが、比較に際し、プネ・メトロ案件の F/S レポートである”Detail Project Report on Pune Metro Project (2009 年 7 月)” (Delhi Metro Rail Corporation)を参考にする。

一方、旅客需要 (PPHPD) と表定速度の関係から最適な交通システムとして LRT システムと MRT システムが考えられる。

MRT は輸送能力という点で旅客需要 2 万人以上の場合に力を発揮できるシステムである。

旅客需要が 15,000 人程度であると本案件に適合する鉄道システムとして LRT である。そこで、中容量システムの LRT については、架線から給電しながら走行する従来型の LRT と、車上に蓄電池を搭載し、蓄電池からの電力で走行することで、走行路上の架線設備を不要とする架線レス型 LRT の 2 つのシステムについて技術的、経済的な比較を行う。

また、私有地を買収せず、公共の道路用地を最大限に活用し、土地収用を最小化した交通システム構築が求められ、最小曲線半径が 20m と小さな LRT は有利である。

そこで、選定する鉄道システムとして、LRT と MRT を交通需要予測の結果および路線計画（または土地収用）の観点から考察することになる。

鉄道システムでは車両基地が重要な役割をもち、また広い用地を必要とする。車両基地として、約 12ha 程度の用地を PMC 内のプネ大学敷地、PCMC 地区の軍用地、ヒンジャワディ地区の 3 箇所を候補地として検討した。検討の結果、ヒンジャワディ地区でこれから開発する予定のフェイズ 4 地区内に車両基地を設けることで計画を進める。車両基地は LRT の 1 編成 60m を基本に計画するが、開業 30 年後の需要増加に対応できるように 1 編成 70m の留置線のスペースを確保する。

4.4 事業の実施

公共施設の事業においては、公共が主体で資金の調達から計画・設計・建設・運営を行う“上下一体型”によるケースが多く、資金の調達計画に時間を要した事業の実施までの期間を要する難点があった。PPP スキームによる“上下分離型”や“上下一体型”で下部を公共、上部を分離または両方を一体として、民間が自ら資金調達と建設工事をおこなった事例もあるが、運賃収入では、収益を賄えないことがあきらかとなっている。

これを改善するため、事業スキームとして BOT で Gross Cost Scheme (運賃収入による収益を一旦公共に入れ、民間で行う部分に資金として供給するスキーム) によって、民間が資金を一部調達して、公共の負担を軽減し、公共事業を早めることを提案する。インドにおける環境にやさしい新しい鉄道システムを導入するために、PPP スキームによる施設整備・管理・運営が適していることが考えられ、その事業実施を検討する。