

モンゴル国
道路交通省、建設都市開発省
ウランバートル市

モンゴル国
ウランバートル市都市交通建設事業
準備調査（PPPインフラ事業）

ファイナルレポート
（公開版）

平成 25 年 5 月
（2013年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 アルメック V P I
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
丸 紅 株 式 会 社
日 揮 株 式 会 社

民連
JR(先)
13-054

モンゴル国
道路交通省、建設都市開発省
ウランバートル市

モンゴル国
ウランバートル市都市交通建設事業
準備調査（PPPインフラ事業）

ファイナルレポート
（公開版）

平成 25 年 5 月
（2013年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 アルメック V P I
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
丸 紅 株 式 会 社
日 揮 株 式 会 社

序

モンゴル国首都ウランバートル市は、2011年現在人口130万人に達したとする統計もあり、着実にその都市規模を増している。国の目覚ましい経済成長と共に多様な都市サービスを集積しつつあり、そうした都市化の流れを受けて、ウランバートル都市圏（ウランバートル市周辺のサテライトタウンを含む）の2030年の人口は約200万人に達する事が確実とみられる。経済集積のメリットは、ビジネス、教育、医療、娯楽・文化・観光など各種都市サービスの多様化、高次化を促進し、人材、資本、技術/知識を吸引してその集積を加速化しつつ成長し、その結果として都市の競争力を高める等のプラスの効果も期待されるものの、一方で、適正な対応・措置がなされない場合、交通混雑、環境悪化等の外部不経済が拡大する事で都市経済の成長を阻害し、結果として都市の国際競争力低下につながっていく。

ウランバートル市が今後、世界の主要都市に負けない魅力と競争力を持ったモンゴル国の首都として発展するためには、短期的で安価志向の「その場対応のパッチワーク」を積み重ねるのではなく、長期的・持続的な成長を支える抜本的な都市構造の改善、都市交通システムの整備が不可欠となる。社会経済開発に責任を持つ人々は、ウランバートルの世紀を超えた都市イメージ（100年ビジョン）を描き、それを多くの市民と共有し、その実現に向けた着実な歩みをする必要がある。

本調査で提案する「ウランバートル・メトロ」はその夢の実現を図るための基軸になる筈である。言うまでも無くこの事業は多額の資本を必要としている。持続的な成長力と魅力を持つ「世界都市ウランバートル」を建設するためには、鉱物資源からの利益を有効に使い、民間活力の参加を求めながら、有効な資本形成を図る事が重要であり、その意味で、本事業は国家的事業として位置付けられる。

我々は、本調査を通じて、プロフェッショナルとしての誇りをかけて、その国家事業の確実な成功を図る為の「最適シナリオ」を描く作業をしてきた。本ファイナルレポートでは、2012年3月に出した中間報告から1年以上かけて、業務の実施運営体制や事業リスクの分析、経済財務評価を行い、具体的なメトロ事業の体制および運営開始までの道筋を示している。「2020年にウランバートルメトロ開業」という目的達成に向けて確実に歩みを進めるため、本調査報告書が、関係各位の建設的協議の場で役立てる事を心より願うものである。

2013年5月

JICA 調査団 総括
長山 勝英

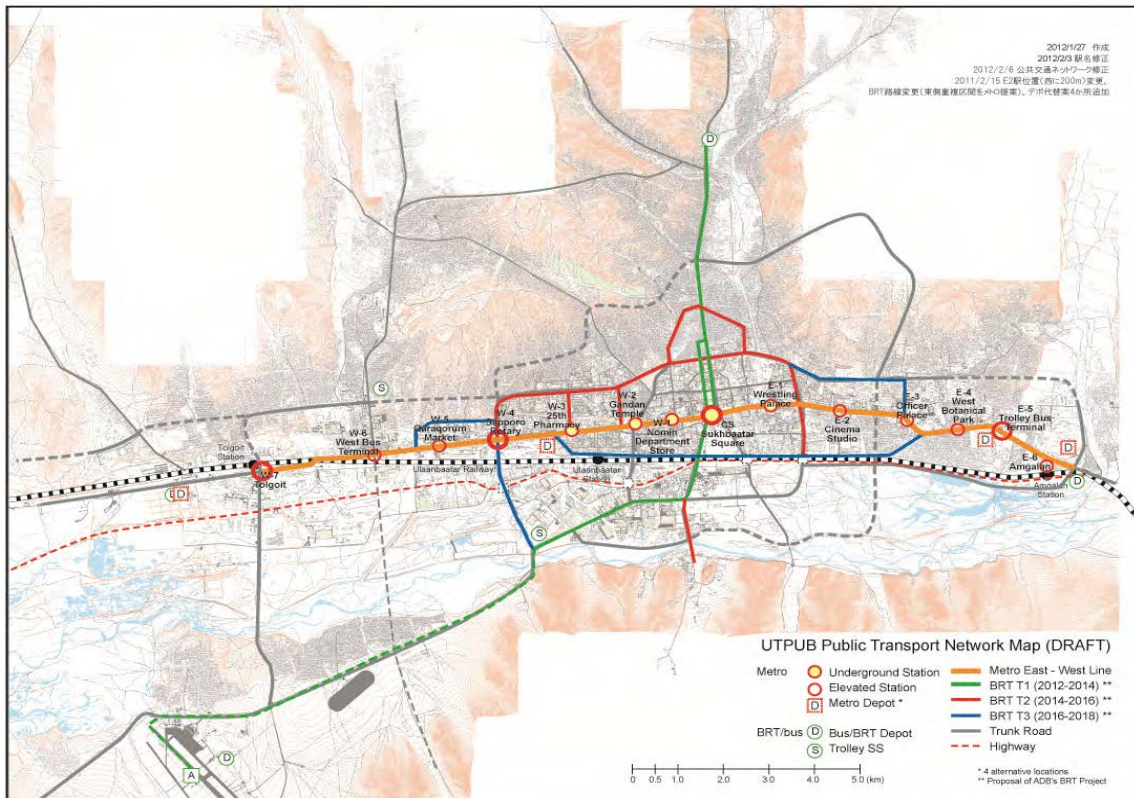
事業地

(国) モンゴル

(地域) ウランバートル市



ウランバートル市



東西メロの整備対象路線

ウランバートル市都市交通建設事業準備調査 ファイナルレポート（公開版） 目次

位置図

ページ

要約.....	i
1 調査の背景、目的、アプローチ.....	1-1
1.1 調査の提案に至る背景.....	1-1
1.2 調査の必要性.....	1-2
1.3 調査実施の方法.....	1-2
1.4 調査実施のアプローチ.....	1-5
1.5 実施体制.....	1-5
2 ウランバートル都市圏の現況と課題・開発方向性.....	2-1
2.1 ウランバートル都市圏の現況の開発動向・関連プロジェクト実施状況と課題.....	2-1
2.2 モンゴル国の都市・交通開発にかかる政策と法制度整備状況.....	2-11
2.3 ウランバートル都市圏の将来ビジョンと開発方針.....	2-16
2.4 ウランバートル市の総合交通体系の提案.....	2-23
3 ウランバートルメトロのコンセプトデザイン.....	3-1
3.1 平和通り交通コリダーの現状と開発戦略.....	3-1
3.2 ウランバートルメトロの整備方針.....	3-3
3.3 ウランバートルメトロの需要予測.....	3-9
4 都市交通システムの整備計画.....	4-1
4.1 路線計画.....	4-1
4.2 輸送計画.....	4-8
4.3 車両計画.....	4-12
4.4 施設計画.....	4-14
4.5 土木構造物計画（高架部）.....	4-16
4.6 土木構造物計画（地下部）.....	4-18
4.7 車両基地及び車両検査修繕施設.....	4-29
4.8 工事における技術的課題と対応.....	4-35
4.9 概算事業費積算.....	4-40
5 駅周辺開発計画.....	5-1
5.1 駅周辺開発計画の目的と内容.....	5-1
5.2 駅前広場の整備方針.....	5-14
5.3 駅周辺開発の事業実施メカニズムの提案.....	5-19

5.4	ウランバートルメトロの整備効果.....	5-22
6	環境・社会配慮.....	6-1
6.1	モ」国の環境社会配慮制度・組織の確認.....	6-1
6.2	スクリーニングとプロジェクトの環境カテゴリー.....	6-6
6.3	環境社会影響評価に関する TOR 案.....	6-24
7	PPP 事業実施体制.....	7-1
7.1	PPP 事業に係る法制度・許認可.....	7-1
7.2	PPP 事業形態の検討.....	7-4
7.3	事業に対する最適な PPP 形態の提案.....	7-5
7.4	資金調達及び事業実施財源の計画.....	7-6
7.5	事業の全体スケジュール.....	7-13
8	鉄道事業の運営・保守体制.....	8-1
8.1	運営・保守の実施スキーム.....	8-1
8.2	運営・保守のコスト.....	8-4
8.3	運営・保守組織の設.....	8-5
8.4	ウランバートルメトロの建設・運営・保守に関わる法制上の課題.....	8-8
9	事業リスク分析とセキュリティパッケージ.....	9-1
9.1	リスク分析の方法論.....	9-1
9.2	主要なプロジェクトリスクの検討.....	9-2
9.3	ウランバートルメトロ公社に関するリスク管理上の留意点.....	9-12
10	事業の経済財務評価.....	10-1
10.1	事業の経済評価.....	10-1
10.2	事業の財務分析.....	10-5

付属資料: JCC・ワーキンググループ・調査団メンバーリスト

図表リスト

図

図 1.3.1	調査項目と全体フロー	1-4
図 1.5.1	調査団のグループ構成	1-5
図 2.1.1	ウランバートル市の市街地（アパート地区とゲル地区）	2-2
図 2.1.2	モンゴルの GDP の推移（1992 年=100）	2-3
図 2.1.3	ウランバートル市の都市化の概略図	2-5
図 2.1.4	ADB による BRT 計画	2-7
図 2.1.5	韓国コンサルによるウランバートル市地下鉄路線	2-8
図 2.1.6	ウランバートル市における都市開発	2-12
図 2.2.1	ボグドハン鉄道計画	2-14
図 2.2.2	ウランバートル鉄道施設位置図	2-15
図 2.3.1	ウランバートル市のマスタープラン	2-20
図 2.3.2	ウランバートル市の BRT およびメトロ（LRT）計画	2-21
図 2.3.3	ウランバートル市の市街地開発計画	2-22
図 2.3.4	ウランバートル市の市街地開発計画主要プロジェクト位置図	2-23
図 2.4.1	現況バスルート（2012 年）	2-26
図 2.4.2	バスの 1 日当たり運行回数	2-27
図 2.4.3	交通利用者・歩行者の属性（年齢、職業、世帯収入、移動目的）	2-29
図 2.4.4	世帯収入別（Tg/月・世帯）のメトロ支払い意志金額	2-30
図 2.4.5	利用目的別のメトロ支払い意志金額	2-30
図 2.4.6	現況交通状況（2011 年）	2-31
図 2.4.7	将来交通状況（ベースラインケース、2030 年）	2-33
図 2.4.8	主要道路断面交通量の地点	2-34
図 2.4.9	都市空間構造と一体となった総合交通ネットワークの提案	2-36
図 2.4.10	鉄道バイパス計画とウランバートル鉄道の結節	2-38
図 2.4.11	幹線マストラとウランバートル鉄道の結節	2-38
図 2.4.12	マストラ（メトロ・BRT）の基本構造	2-38
図 2.4.13	現況のバスルートネットワーク	2-39
図 2.4.14	メトロ開業後のバスルート再編ネットワーク（提案）	2-39
図 2.4.15	将来交通状況（Do Max シナリオ、2030 年）	2-41
図 2.4.16	将来交通状況（Do Max シナリオ+高速道路ありケース、2030 年）	2-41
図 3.1.1	平和通りの開発課題・開発戦略とメトロ整備によるインパクト	3-2
図 3.2.1	メトロ駅と他の交通機関との交通結節の概念	3-8
図 3.3.1	運賃別利用者数と運賃収入（左：定額料金ケース、右：変動料金ケース）	3-10
図 3.3.2	料金体系別の平均トリップ長と運賃収入の相関関係	3-11
図 3.3.3	ウランバートルメトロの路線・駅位置図（案）	3-15
図 4.1.1	高架、地下、地上区間の区分	4-2

図 4.1.2	概略縦断面図.....	4-4
図 4.1.3	ウランバートル市内のフライオーバー計画.....	4-5
図 4.1.4	東交差点のフライオーバー計画（平面図）.....	4-6
図 4.1.5	西交差点のフライオーバー計画（平面図）.....	4-7
図 4.1.6	ソンスゴロンのフライオーバー計画（平面図）.....	4-8
図 4.4.1	平和通りにおける支障構造物位置図.....	4-15
図 4.5.1	高架部標準断面図.....	4-16
図 4.5.2	高架駅標準断面図（二層構造）.....	4-17
図 4.5.3	高架駅標準断面図（一層構造）.....	4-17
図 4.5.4	地上駅断面図（橋上駅）.....	4-18
図 4.6.1	泥水式シールド機.....	4-21
図 4.6.2	土圧シールド機.....	4-21
図 4.6.3	地下から地上への移行区間の構造物形状.....	4-22
図 4.6.4	標準地下駅 平面・縦断面図.....	4-23
図 4.6.5	標準地下駅断面図.....	4-23
図 4.6.6	単線並列シールド離隔イメージ（その1）.....	4-24
図 4.6.7	シールドの掘進（案）.....	4-24
図 4.6.8	シールド離隔イメージ（その2）.....	4-25
図 4.6.9	線路縦断面図（その1）.....	4-26
図 4.6.10	線路縦断面図（その2）.....	4-27
図 4.6.11	線路縦断面図（その3）.....	4-28
図 4.7.1	車両基地候補地位置図案.....	4-34
図 4.7.2	総合車両基地レイアウト案.....	4-35
図 4.8.1	事業・設立準備スケジュール.....	4-39
図 5.1.1	TOD(公共交通指向型開発)の概念.....	5-1
図 5.1.2	土地利用区分の種類図.....	5-2
図 5.1.3	メトロ沿道の土地利用・交通状況写真.....	5-4
図 5.1.4	駅勢圏図（各駅から 800m 圏域）.....	5-6
図 5.1.5	駅利用者数の各駅分布.....	5-8
図 5.1.6	駅勢圏（駅から 800m 圏）人口の各駅分布.....	5-8
図 5.1.7	駅施設の整備イメージ.....	5-10
図 5.1.8	アクセス施設の整備イメージ.....	5-11
図 5.1.9	駅と周辺施設とのアクセス空間の整備イメージ.....	5-12
図 5.1.10	パークアンドライド施設のイメージ.....	5-13
図 5.2.1	駅前広場の例（東急田園都市線青葉台駅、日本）.....	5-15
図 5.2.2	主要駅のインターモーダル施設整備方針.....	5-18
図 5.3.1	段階的な駅周辺開発のイメージ.....	5-19
図 6.3.1	本事業における EIA 実施のための手続き.....	6-26
図 6.3.2	累積的影響評価の実施フロー.....	6-27

図 7.3.1	ウランバートルメトロ事業における上下分離方式の PPP スキーム	7-6
図 7.4.1	シナリオ別 OT 及び TT の政府歳入への影響 (Billion US\$)	7-9
図 7.4.2	OT 及び TT の総合的影響 (Billion US\$)	7-9
図 7.4.3	ウランバートルメトロ実施スキーム案 (オプション A)	7-11
図 7.4.4	ウランバートルメトロ実施スキーム案 (オプション B)	7-12
図 7.5.1	想定される全体スケジュール案	7-13
図 8.1.1	ウランバートルメトロ公社 (UBMC) の組織図案	8-2
図 8.1.2	保守受託事業者の組織図	8-3
図 8.3.1	開業に向けた人的教育のスケジュール	8-7
図 9.1.1	リスク分析の手順	9-1
図 9.1.2	リスク分担の方法論	9-2
図 9.2.1	メトロ PPP 事業の主要なリスク	9-3
図 9.2.2	メトロ事業の大きな便益	9-3
図 9.2.3	東京地域の鉄道沿線の土地価格の分布	9-4
図 9.2.4	メトロ事業で生じる二つの便益	9-5
図 9.2.5	開発利益の還元と Viability Gap リスクの支援	9-6
図 9.2.6	メトロ事業の収入変動リスク	9-7
図 9.2.7	大阪メトロの利用者数の増加とネットワーク拡大の推移	9-7
図 9.2.8	最低収入保証のスキーム	9-8
図 9.2.9	プロジェクトファイナンスにおけるカントリーリスクカバーの例	9-9
図 9.2.10	メトロの実現は PPPP	9-11

表

表 2.1.1	ウランバートル市の人口推移.....	2-1
表 2.1.2	ウランバートル市中心 6 区の市街地と人口分布 (2011 年)	2-2
表 2.1.3	ウランバートル市の都市開発のパターン.....	2-5
表 2.1.4	ADB によるトランチ計画.....	2-6
表 2.1.5	韓国 FS における東西メトロルート概要.....	2-8
表 2.1.6	韓国 FS における東西メトロルートの運行計画.....	2-9
表 2.1.7	韓国 FS における東西メトロルートのコスト	2-10
表 2.1.8	韓国 FS における東西メトロルートの財務分析結果.....	2-11
表 2.2.1	モンゴルの都市関連主要法.....	2-17
表 2.3.1	モンゴル国、ウランバートル市の将来人口	2-19
表 2.3.2	ウランバートル市の将来人口フレーム	2-19
表 2.3.3	BRT、メトロ (LRT) の整備	2-20
表 2.3.4	「新建設」プログラムの住宅整備計画	2-23
表 2.3.5	将来フレーム案.....	2-24
表 2.3.6	市街化区域の可住地面積当たり人口密度	2-24
表 2.4.1	ウランバートル市の現況交通需要(2011 年予測値).....	2-25
表 2.4.2	ウランバートル市の登録車両台数	2-26
表 2.4.3	バスの種類別平日運行状況 (2012 年)	2-27
表 2.4.4	将来交通需要.....	2-32
表 2.4.5	交通需要及び全体ネットワークのパフォーマンス (ベースラインケース)	2-34
表 2.4.6	主要道路断面交通量予測 (ベースラインケース、2030 年)	2-35
表 2.4.7	交通需要及び全体ネットワークのパフォーマンス (Do Max シナリオ)	2-42
表 2.4.8	主要道路断面交通量予測 (Do Max シナリオ、2030 年)	2-43
表 3.1.1	平和通りの開発課題・開発戦略とメトロ整備によるインパクト	3-2
表 3.2.1	都市鉄道システムの分類.....	3-4
表 3.2.2	候補となるシステムの実例	3-5
表 3.2.3	鉄道システムの比較	3-6
表 3.2.4	メトロ構造の代替案比較.....	3-7
表 3.2.5	全 14 駅の駅名・構造・主要機能.....	3-8
表 3.3.1	スクリーンライン結果に基づく車種別乗車人員および PCU.....	3-9
表 3.3.2	スクリーンライン調査補正後の総トリップ	3-9
表 3.3.3	運賃設定ケース別の需要予測 (2030 年)	3-10
表 3.3.4	ミックス型料金体系の需要予測 (2030 年)	3-11
表 3.3.5	ウランバートルメトロの最大駅間断面交通量及び最大駅乗降客数	3-12
表 3.3.6	ウランバートルメトロの駅間断面交通量及び各駅乗降客数 (2020 年)	3-13
表 3.3.7	ウランバートルメトロの駅間断面交通量及び各駅乗降客数 (2030 年)	3-13
表 3.3.8	ウランバートルメトロのプロジェクト概要.....	3-14
表 3.3.9	ウランバートルメトロを梹子としたプロジェクトのトータルイメージ.....	3-14

表 4.2.1	輸送計画の概要	4-9
表 4.2.2	ピーク時輸送量 (PHPDT)	4-9
表 4.2.3	編成毎輸送能力(人)	4-10
表 4.2.4	運転シミュレーション	4-10
表 4.2.5	所要編成数比較	4-11
表 4.2.6	2020年時点列車運行計画	4-11
表 4.2.7	2030年時点列車運行計画	4-11
表 4.2.8	所要編成数・所要車両数	4-11
表 4.2.9	列車キロ及び平均車両キロ	4-12
表 4.3.1	ウランバートル・メトロ車両計画の概要	4-13
表 4.4.1	支障構造物	4-14
表 4.4.2	土木施設の線路設計基準	4-15
表 4.6.1	開削工法の種類と特徴	4-18
表 4.6.2	シールド工法の種類と特徴	4-20
表 4.7.1	車両基地計画の概要	4-29
表 4.7.2	車両基地の業務内容	4-29
表 4.7.3	車両基地の候補地	4-32
表 4.9.1	韓国 FS と JICA 調査の都市鉄道整備比較	4-40
表 4.9.2	韓国 FS における東西線メトロとのコスト比較	4-40
表 5.1.1	土地利用の種類	5-2
表 5.1.2	駅別の建物/土地所有区分状況	5-3
表 5.1.3	2020～2030年の駅周辺地区における人口増加の想定	5-5
表 5.1.4	各駅の駅利用者数、駅勢圏及び駅周辺地区人口 (2030年)	5-7
表 5.1.5	駅周辺開発計画の構成要素	5-9
表 5.2.1	駅前広場の必要施設	5-15
表 5.2.2	駅別交通機関分担率の想定	5-16
表 5.2.3	駅別乗り換え施設必要量 1)	5-16
表 5.2.4	各駅のインターモーダル施設整備内容	5-17
表 5.3.1	駅周辺開発の実施スケジュール案	5-21
表 5.4.1	鉄道整備における効果・影響及び指標	5-22
表 6.1.1	「モ」国の環境社会配慮に関する法令や基準	6-1
表 6.1.2	環境影響評価の概要	6-3
表 6.1.3	関係機関	6-5
表 6.2.1	スコーピング案	6-7
表 6.2.2	事業実施段階における環境影響評価項目に係る調査内容、予測及び評価 (案)	6-11
表 6.3.1	住民説明会の目的・内容 (案)	6-25
表 7.4.1	OT 及び TT の政府歳入への総合的影響	7-8
表 8.2.1	ウランバートルメトロの運営費	8-4
表 8.3.1	開業準備等の費用も含めた運営費総計	8-7

表 9.2.1	モンゴル国の外貨返済の格付け	9-9
表 9.2.2	公的機関による支援プログラム	9-10
表 10.1.1	車両走行費用 (US\$/1000km)	10-2
表 10.1.2	時間価値 (US\$/h)	10-2
表 10.1.3	主要年における経済便益	10-3
表 10.1.4	事業費オプション別インフラ事業費・EIRR・NPV 結果	10-3
表 10.1.5	料金体系別の EIRR	10-4
表 10.1.6	事業費と便益に係る感度分析 (オプション 2:競争ケース)	10-4
表 10.2.1	財務分析の前提条件	10-5

略語表

ACM	Approved Consolidated Methodology	承認済み統合方法論
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ATP	Automatic Train Protection	自動列車制御装置
AQDCC	Air Quality Department of the Capital City	ウランバートル市大気質庁
BAU	Business as Usual	-
BCR	Base Case Revenue	-
BLT	Build Lease Transfer	ビルド・リース・トランスファー
BOCM	Bilateral Offset Credit Mechanism	二国間オフセットクレジット制度
BOOM	Build Own Operate and Maintenance	ブーム
BOT	Build Operate Transfer	ビルド・オペレート・トランスファー
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CBD	Central Business District	商業業務中心地区
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CEB	Council of European Development Bank	
CO ₂	Carbon Dioxide	二酸化炭素
CTC	Centralized Traffic Control	列車集中制御装置
DEIA	Detailed Environment Impact Assessment	自然環境詳細影響評価
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	-
EIRR	Equity Internal Rate of Return	-
FIRR	Financial Internal Rate of Return	-
FS	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GEIA	General Environmental Impact Assessment	自然環境一般影響評価
GGU	Government Guarantee and Undertaking	-
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
IC	Investment Certificate	投資証明書
KPI	Key Performance Indicators	重要業績評価指標
LRT	Light Rail Transit	ライトレール交通
LRTA	Light Railway Transit Authority	-
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MRG	Minimum Revenue Guarantee	最低収入保証
MRTCUD	Ministry of Road, Transport, Construction and Urban Development	道路交通建設都市開発省
MRT	Mass Rapid Transit	マス・ラピッド・トランジット/ 大量高速輸送
MRT	Ministry of Roads and Transportation	道路交通省
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions	途上国の適切な緩和行動

NATM	New Austrian Tunneling Method	新オーストリアトンネル工法
NOx	Nitrogen Oxide	窒素酸化物
OCC	Operation Control Center	司令所
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OD	Origin-Destination	起終点
OEM	Original Equipment Manufacturer	-
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PIRR	Project Internal Rate of Return	-
PQ	Pre-Qualification	事前入札資格審査
PPP	Public Private Partnership	官民協調／官民連携
SME	Small and Medium Enterprises	中小企業振興
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	監視制御システム
STRADA	The System for Traffic Demand Analysis	交通需要予測パッケージ
TBM	Tunnel Boring Machine	トンネルボーリングマシン
TIF	Tax Increment Financing	-
TOD	Transit Oriented Development	公共交通指向型開発
TPM	Total Productive Maintenance	総合生産保全
TTC	Travel Time Cost	走行時間費用
UBMA	Ulaanbaatar Metro Agency	ウランバートルメトロ公社
UBMP2030	City Master Plan of Ulaanbaatar 2030 (Draft)	ウランバートル市 2030 年都市計画マスタープラン(案)
UBMPS	Study on City Master Plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City in Mongolia	ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム調査
UMRT	Urban Mass Rapid Transit	都市大量輸送交通
USGU	Ulaanbaatar Water and Sewerage Authority	ウランバートル市上下道公社
V/C	Volume / Capacity	混雑度
VGf	Viability Gap Funding	-
VOC	Vehicle Operating Cost	車両運転コスト

要約

ファイナルレポート

要約

1. ウランバートルの都市化・交通に関する課題

ウランバートル市の人口は、1990年に59万人から、2010年には113万人と倍増している。モンゴル国内でのウランバートルの人口集中は、1990年には27%であったが、2011年には41%となっており、今後さらにウランバートルへの集中が進むと想定される。この20年間で、国全体の人口は年平均1.3%で増加している一方、ウランバートル市の人口は3.3%で増加している。

ウランバートル市への流入人口の多くは、住環境が未整備なゲル地区がスプロールすることで吸収されている。一旦このようにスプロールしたゲル地区の住環境を再整備するには、多大なコストと時間がかかる。したがって、ゲル地区の拡大を抑制し、インフラ整備・供給コストや環境負荷の軽減のために、公共交通を主体としたコンパクトな市街地を整備することが、持続可能なウランバートル市を建設するためには必須である。

また、ウランバートル市へのこうした人口集中は、多くの都市インフラの需要や環境負荷を拡大させ、上水道の水源確保、電力および暖房の需要拡大への対応、廃棄物の処理、大気汚染問題、交通混雑問題、土壌汚染などの都市問題を顕在化させることとなる。

特に、ウランバートルの都市交通は自動車のみであるが、現在のウランバートル市の道路骨格は、1975年代のマスタープランで提案された道路網であり、人口34.9万人、自動車保有台数10,044台、保有率2.9%の時代の計画で、都市人口規模の目標は40万人～50万人に対応したものである。自動車登録の状況を見ると、2010年には人口111.2万人に対して167,809台、自動車保有率14.6%となっており、1975年に比べ、人口で3.2倍、自動車台数で16.2倍、自動車保有率で5.0倍となっている。この35年間の道路整備は推進されてきたものの、骨格となる東西道路は太陽道路、北側の平和通りに平行する道路の接続など、人口、自動車台数の増加に比して整備量は少ない。この結果、増加する自動車交通に対し、交通渋滞が生じている。この交通混雑は適切な交通管理の不足、交通マナーの悪さ、路上駐車などにより、さらに悪化している。

現況の道路ネットワークのまま、2030年まで何も整備されない場合、ウランバートル市マスタープラン(UBMP2030)をベースとした将来人口フレーム案に沿ったホロ別の人口配分に基づくと、トリップ数は2011年から2030年にかけて2倍近くに増加し、交通需要(人・キロ)は3.1倍となることが予想される。人口増加の速度(2030年に現況の1.4倍)に比べて交通需要が急増するのは、都市の拡大、加えて自家用車の増加などにより平均移動距離が増えるためと考えられる(図1参照)。

このような自家用車交通量の増加は、道路交通にとって一層の負荷となり、特に平和通りやチンギス通りなどの主要コリドー沿いの道路容量が絶対的に不足する。このため、交通コストは2030年には現在の14.1倍にも膨れ上がり、走行時間費用(TTC)が3分の2を占めるなど、渋滞による時間価値の損失が深刻化する。

主要コリドーの断面交通量をみると、平和通りについては1日当たり約70万人(PCU¹換算で約20万台)が移動していることが分かる。都心部では他の道路ネットワークがあることからそれほどの混雑はみられないが、都心部に流入する区間での混雑度が2.6-3.0と高くなって

¹ PCU=Passenger Car Unit(乗用車換算台数)。異なる車種の交通量を乗用車台数に換算することで、様々な地点での交通量を同じベースで比較するための係数(例えばトラックには通常2.0-2.5を用いる)。

いる。南北方向についても、チンギス通りでは1日当たり約60万人（PCU換算で約17万台）となっており、混雑度（V/C）は5.0と極めて高い。

このように、特に主要コリドーにおいて、交通容量が絶対的に不足していることから、交通インフラとサービスの拡大が不可欠であり、マストラの導入と道路交通のコントロールは喫緊の課題と言える。

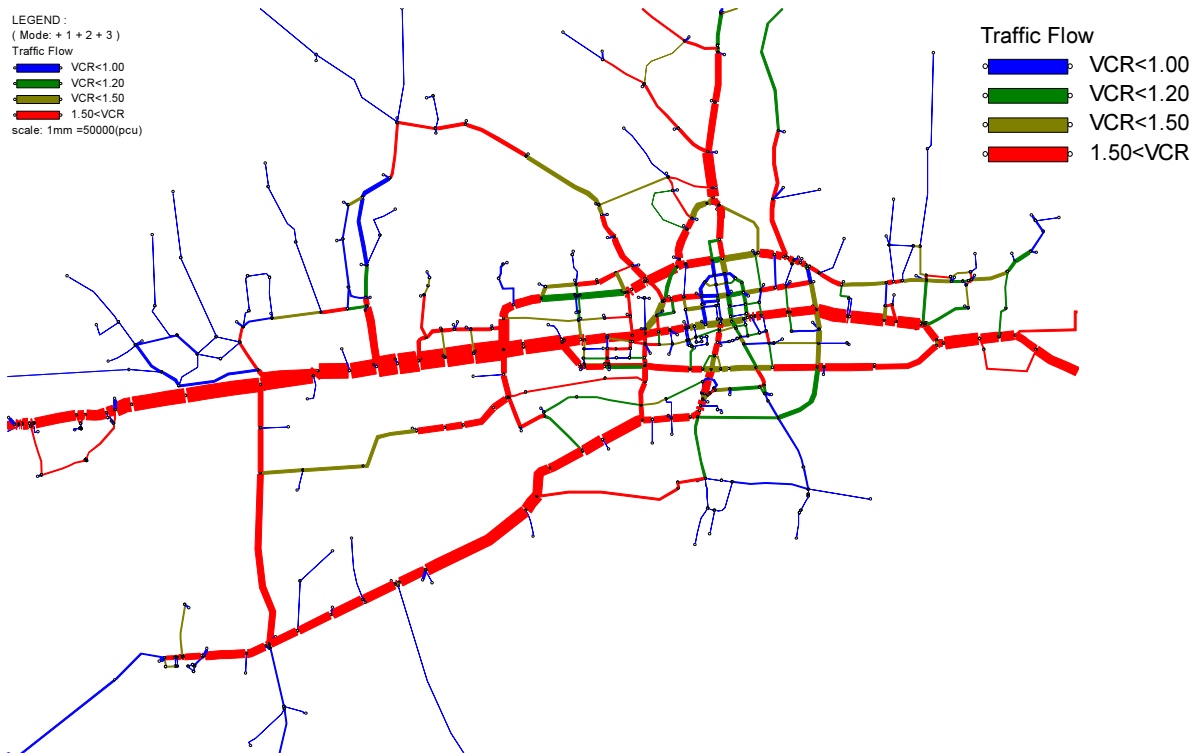


図1: 新たな交通インフラ整備が無い場合の2030年道路交通状況(Do-Nothing ケース)

2. ウランバートルメトロの計画概要

1) 総合的な都市交通ネットワークの整備

ウランバートル市は、東西に長く南北を丘陵に囲まれたラダー型の空間構造となっているが、東西方向の主要幹線道路が平和通りに限られていることなどから、平和通りに都市機能や交通需要が集中している。シミュレーション結果によると、市内の1日あたり約200万トリップのうち、約70万トリップ（約35%）が平和通りを利用している。また市内のメインルートバス全58路線のうち、21路線（約36%）が平和通りに集中している。

このように平和通りはウランバートル市のバックボーンとして都市機能、交通機能、ユーティリティサービスの幹線軸としての役割を果たしており、開発ポテンシャルが高く、都市開発戦略上、重要な主要幹線道路となっている。

また、平和通り沿いでのマストラ整備に関しては、交通開発と都市開発の面で優位性があり、本調査では、トルゴイトからアムガランまで東西に延びる平和通り17.7km区間の道路用地内でのマストラ整備を提案する。両端のトルゴイト駅およびアムガラン駅では、既存のウランバートル鉄道駅と結節する。これにより以下の整備効果が期待できる。

- 平和通りの既存の道路容量を出来るだけ減らすことなく整備可能で、かつ車両交通の削減により、平和通りの交通容量の拡大につながる。

- ウランバートル市全体の公共交通体系のなかで、独立した路線ではなく、全体ネットワークに適切に統合することができる。
- 将来、ウランバートル鉄道の貨物専用線としてボグドハン鉄道が完成した後、既存のウランバートル鉄道を「ウランバートル都市圏の通勤鉄道」として整備する事が可能となり、その際に、メトロとの結節が適切に出来る。

2) 一体的な都市開発の促進

都市活動が集積する平和通りに沿って大量輸送交通機関を整備することによって、一体的な都市開発の推進する事ができる。

- 既成市街地の競争力強化やサブセンター開発の促進につながる。
- 将来の西側への市街地の拡大を適切に誘導できる延伸の可能性をもつ（ただし東側は水源地保全の観点から都市の拡大は望ましくない）。
- 社会面や技術面での阻害要因が少ない。

3) 適正な軌道系システム

本メトロ事業で導入する適正な軌道系システムの選択肢として、MRT、LRT、モノレール、新交通システム（AGT）があげられる。システムの選択にあたっては、1) ピーク時の需要対応力、2) 経済性、3) 安全性、4) 維持管理の容易性など、いくつかのクライテリアを設定した上で総合的に判断されるべきものである。また、開業後数十年にわたる運行を考えると、都市の成長や利用者の需要増加に併せてフレキシブルに対応できるシステムが望ましい。さらに、寒冷地というウランバートル市の特殊条件を踏まえた施設・設備の選定も必要となる。

上記に加えて、5) 将来の拡張に向けた柔軟性（需要の拡大に応じた車両編成数の増加、運行時間の短縮など）、6) 寒冷地対応、7) 排気ガスや騒音、日照障害などの環境面も重要な条件となる。

ルート条件及び輸送力における当案件の状況を鑑み比較した結果、本案件では「鉄輪鉄レール方式による MRT」を最適システムとして選定する。これは、全線複線の都市型電車で、将来の需要増にも十分対応できるシステムである。

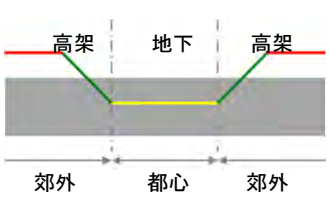
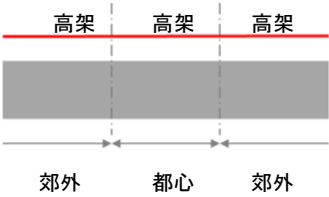
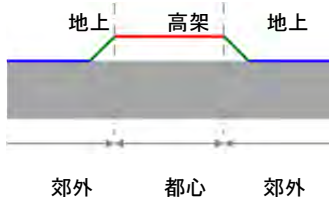
4) インフラ施設の構造

メトロの構造に関しては、高架、地下、地上の 3 種類があり、下記の選定条件により、(A)都心地下、郊外高架、(B)全線高架、(C)都心高架の 3 つの代替案の比較検討を行った（表 1 参照）。

- a) 社会経済への影響：用地買収の有無、沿道土地利用との関係
- b) 交通機能の確保：道路交通への影響（車線数の減少、道路との平面交差、既存の交差点への影響を避ける）
- c) 環境面への配慮：景観、騒音・振動、安全
- d) 建築技術の適切性：施工方法、建設コスト

上記条件に基づいた検討の結果、事業コストは最も高くなるが、適正なウランバートル市の都市発展を支える代替案 A「都心地下、郊外高架」構造を選定した。

表 1: メトロ構造の代替案比較

	A: 都心地下、郊外高架	B: 全線高架	C: 都心高架、郊外地上
概念図			
用地買収	○都心部は地下構造であるため、基本的には用地収用は不要	△都心部で既存道路の車幅、歩道幅を確保するには用地収用が必要	×都心部および郊外で既存道路の車幅、歩道幅を確保するには用地収用が非常に多く必要
道路交通	○最も道路交通に与える影響がない	△都心部は道路交通に与える影響が大きい	×道路との交差が生じ、道路交通に与える影響が大きい
景観	△郊外部は高架であるため影響があるが、都心部は地下構造であるため問題はない。	×都心部および郊外部ともに高架であるため影響がある。	×都心部は高架、郊外部は地上であるため影響がある。特に都心部における景観面での負の影響は大きい。
環境	△郊外部は高架であるため、騒音などの問題があるが、都心部は地下構造であるため問題が少ない。	×都心部および郊外部ともに高架であるため、騒音などの問題がある。	×都心部は高架、郊外部は地上であるため、騒音や地域分断などの問題がある。
コスト*	×高い	△	○安い

注：コスト比較は、鉄道インフラを整備するのに掛かるコストのみを比較している。そのため、例えば、地上としたときの車道幅減少に伴う損失、踏切等の設置等は含まず、また地上として車道幅を減らした分を用地取得する場合の費用などについては考慮していない。

出典：調査団

5) 駅位置

駅位置については、都市活動の拠点性、交通結節、物理的な制約条件（中央分離帯や地質・地下水など）アクセシビリティなどを選定基準として、トルゴイト～アムガラン駅の17.7km区間で、全14駅の駅を整備することとする。地下区間は都心部約6.6km（西交差点～東交差点区間）、その他は高架構造とし、道路交通との完全な分離システムとする（図2参照）。

なお、将来の延伸可能性については、将来の市西側への市街地拡大・ニュータウン整備の進展に併せて、西方向への延伸を想定している。

6) 輸送・運転計画

ウランバートルメトロの輸送計画の概要を表2に示す。急曲線が少なく、駅間距離が比較的長い為、最高速度を100km/hと高めに設定することにより、到達時分の短縮が期待できる。事業コストを抑制し、効率的な列車運行を行う為、列車の編成車両数は6両編成とした。この想定下では、最大旅客区間は、サッポロロータリー駅～第25薬局駅間で、2030年にピーク時最大で1方向約18,000人を運ぶ計画となっている。

運転計画では、開業時2020年では8～9分間隔で、2030年では5分間隔で運転する。また、両端駅(約18km)は27分で結ばれる。

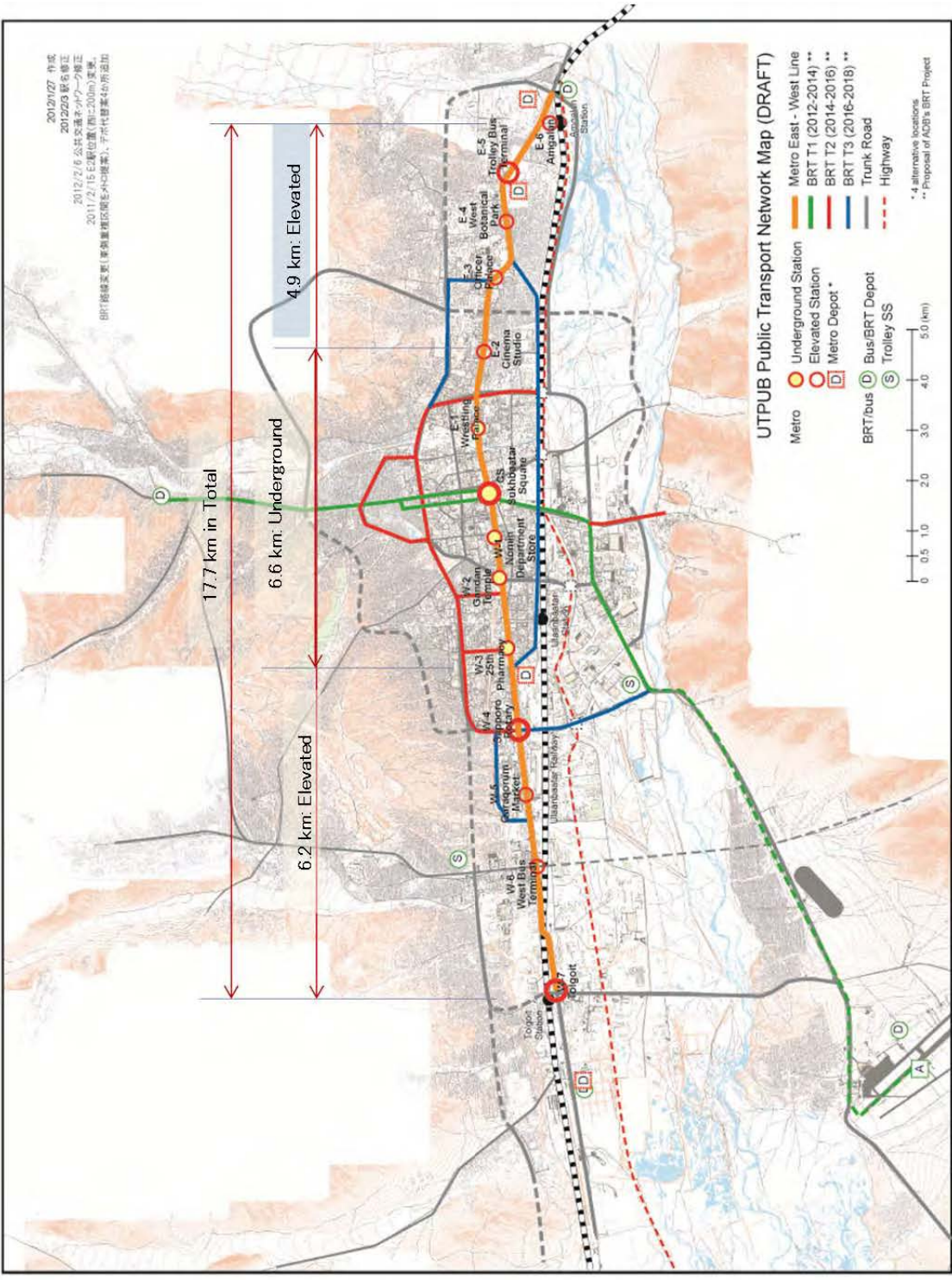


図 2: ウランバートルメトロ路線計画

表 2: 輸送・運転計画

項目	内容	
区間	トルゴイト - アムガラン	
路線長(km)	17.640km (始末端駅間)	
駅数	14 (地下 5 駅)	
営業時間	AM 6:00 ~ PM 11:00	
需要予測		
最大旅客区間	サッポロロータリー駅 - 第 25 薬局駅	
年	2020	2030
ピーク時最大交通量 (人/時/片方向)	10,729	17,767
列車編成両数	6	
列車定員(180%乗車)	1,428	1,428
運行間隔 (ピーク時間帯) (分)	8~9分	5分
表定速度 (km/h)	39.2	
両端駅間の所要時間(分)	27	
最高速度(km/h)	100 (但し地下区間 80)	
列車編成	2020年	2030年
所要編成数	8	13
検査予備編成数	1	1
臨時予備編成数	1	1
合計	10	15

7) 概算事業費の見積

本案件はモンゴル国内において初となる都市鉄道事業であり、大規模な地下と高架工事を含んでいる。また、モンゴル特有の冬季の極寒事情より、冬季の施工に制限があり、使用されるシステムに対しても寒冷地対応等の対策が求められる。

事業費については、このような調達事情や冬季における建設事情等を考慮し、韓国が実施した FS や日本および諸外国における事業費とも比較しながら設定するものとする。また、価格の設定にあたっては、調達の違いにより大きく異なる事から、全ての調達において国際競争入札を想定したケース（競争ケース）や、主要な工事・調達に対して日系企業の参入を想定したケース（日本コアケース）を検討した。日系企業は、地下駅及び地下区間（シールド工法に基づく）の土木・建築工事、信号・通信、安全システム及び車両等の調達に参入するものと想定した。

特に高い技術や信頼性が必要となる地下工事や車両は日本が参入することが望ましく、一方、その他工事や調達は国際競争でより安価に実施できることが最適である考え、本調査では、日本コアケースを事業費概算として選択した。その結果、メトロ事業の初期投資費用として、トンネル、高架橋、駅、設備等のインフラ部の建設費 13 億ドル、車両調達及び開業資金等の約 2 億ドルの計 15 億ドルを見込む（表 3 参照）。

表 3: 事業費概算見積もり

項目		価格 (百万ドル)
建設費	土木	913.0
	軌道	65.0
	建築/システム	300.0
	障害物除去等	25.0
	小計	1,303.0
土地取得費		30.0
車両		122.4
臨時費 (雑費) / 予備費		84.0
合計		1,539.4
1) 延長 KM 当りの建設費 (百万 US\$)		67.51
2) 1 両当りの車両費 (百万 US\$)		2.04
3) 延長 KM 当りの事業費 (百万 US\$)		79.76

3. 駅周辺開発

ウランバートルメトロは、ウランバートル市の中心業務地区 (Central Business District, CBD) から郊外部まで幅広い土地利用の地域をつなぐ交通軸となる。さらに、各メトロ駅とゲル地区を接続するバスなどの適切なフィーダーサービスを提供することにより、ゲル地区のアクセシビリティも向上する。「公共交通指向型開発」(TOD, Transit Oriented Development)²に基づき、以下のような市街地開発も併せて実施されることが望ましい。

- 駅周辺の交通結節点機能とバス等末端輸送システムの整備 (駅前広場、インターモーダル施設の整備)
- 駅を中心とした中心市街地と主要交通結節点周辺における高度利用、高層、稠密な集約型都市整備 (サブセンター建設の実現)
- 市街地の拡大抑制とメトロ沿線の老朽アパート建替えによるゲル地区からの移転促進 (住宅政策の促進)

現在、建設都市開発省で「都市再開発法」の策定作業が進められており、同法承認後は、土地収用ではなく権利変換による事業の推進が可能となるため、利便性の高い平和通り沿道の都市再開発事業 (老朽化アパート建替え含む) の推進が期待される。従って、インターモーダル施設整備も含めて、メトロ整備と一体となった駅周辺開発を進めるための計画づくりが求められる。

また、地下街開発による地下空間の利用も、冬季の寒さの厳しいモンゴルにおいては、経済活性化、利便性や安全性向上に効果的であり、駅周辺開発の一環として進めることが望ましい。

このような都市開発事業も含めて、メトロ整備事業により、住民生活、地域経済、安全、環境、地域社会など多面的な波及効果が期待される。具体的な効果として、以下のようなものがあげられる。

² 公共交通を軸とした一体的な周辺都市開発を推進すること。

市民の利便性の向上

- 住民の移動時間の短縮による時間ロスの解消（現在、バスで 45 分の移動時間が 15 分に）
- 市街地における交通渋滞の解消（交通量 16%減、走行速度 25%増）
- 中心部へのアクセス向上による市民生活の向上と中心市街地の業務・商業の活性化（従業員増加への対応と買物客の増加）
- 自動車事故の減少による安全性の向上、社会費用の削減

経済活性化

- 投資促進：沿線の駅周辺地区において大規模な企業立地が見込まれる。
- 不動産市場の活性化：1,318ha の商業・業務・サービスに供する床需要が想定される。
- 雇用増加：2030 年までに 800m 駅勢圏内に 15.5 万人の就業者の誘導を図る。
- 税収増加：商業活動活性化により、売上税、所得税、不動産税、また再開発に関連する新税などの税収が増加する。税収増加の合計は、2030 年時点で年間約 232 百万 USD/年を見込む。

環境への効果

- 主要道路における自動車起源の CO₂ 排出量の削減（34,000 トン/年）。
- 沿線の主要道路における自動車起源の NO_x の排出量の削減（1,754 トン/年）。

モンゴルへの技術移転効果

- モンゴル初の都市鉄道・電気鉄道であり、トンネル工事（シールド工法）などの建設技術や信号通信システムや電気施設、また都市鉄道運営などの新しい技術がモンゴルに導入される。運営組織であるウランバートルメトロ公社には 580 人程度のモンゴル人の雇用が想定されており、高い技術を持った人材が育成される。
- 地下鉄整備と関連して、地下街開発のノウハウが導入される。

4. メトロ事業実施体制

1) PPP スキームの在り方

ウランバートルメトロの事業実施体制については、公共事業型と官民連携型、またその折衷型となる公社方式が考えられる。モンゴルの「鉄道輸送法」では、鉄道の形態は上下分離を基本として考えられており、現在の鉄道輸送法の規定に従って、下部構造物の所有者はモンゴル政府となる。この下部構造物をコンセッション事業受託者（Concessionaire）にコンセッション契約で長期リースし、事業受託者は独自で資金を調達して、車輛（所有又はリース）、および関連機材を購入し、所有して本メトロシステムを運営する。

PPP 事業スキームを前提とすると、上部、すなわち、運営組織体の組成に関して、(1) SPC（特別目的会社）が事業運営を行うケース（SPC 方式）と(2) 官が主体の「公社」が事業運営を行う公社方式の 2 つのオプションがある。

法制度面では、SPC 方式の場合は、コンセッション法に基づいてコンセッション事業として進めることになり、手続きとしてコンセッションリストに載せる必要がある。

公社方式の場合でも、民間企業の出資に際してコンセッション法が適用される場合は、コンセッションリストに載せる手続きや契約については上記と同様のプロセスが必要になると考えられる。しかし、官民共同出資の公社に対するコンセッション法の適用条件に関しては法律で明確に定義されていないため、関係機関（コンセッション法を所管する経済開発

省)の判断に基づく必要がある。

メトロ事業の事業形態については、上述したモンゴルの鉄道輸送法の規定に加え、財務的な理由もあり上下分離方式(インフラ部分を国が保有)が適切であると考えられる。

本事業の財務的収益性について採算性を検討した結果、日本の ODA ソフトローンを投入し、平均運賃を 600MNT 以上とした場合でも、PIRR が 2%程度と収益性が低く、運営事業体が運賃収入だけでインフラ投資を回収し、持続可能な運営管理することは現実的では無い事が判明している。インフラ施設は公共財として長期的に経済的な視点から償還されるべきであり、快適なメトロサービスを安定的に商業ベースで提供する SPC の経営とは一線を画する事業方式が求められている。

出資比率の妥当性を巡っては更に関係者との協議が必要であるが、モンゴル政府の方針、すなわち『公共交通は政府が責任をもってサービスを提供する。』また『メトロの運営はモンゴルでは初めてであり、公共サービス提供の従来からの不効率性(例:電力事業)は、民間の運営ノウハウ導入によって補足する。』という明確な方針から、ウランバートルメトロ事業は、公共側が主体的立場で事業運営を行う公社方式(Public Company 方式)とする。民間はこの公社へ出資し、運営ノウハウの提供を行うストラテジック・(戦略)パートナーとなる(図3参照)。

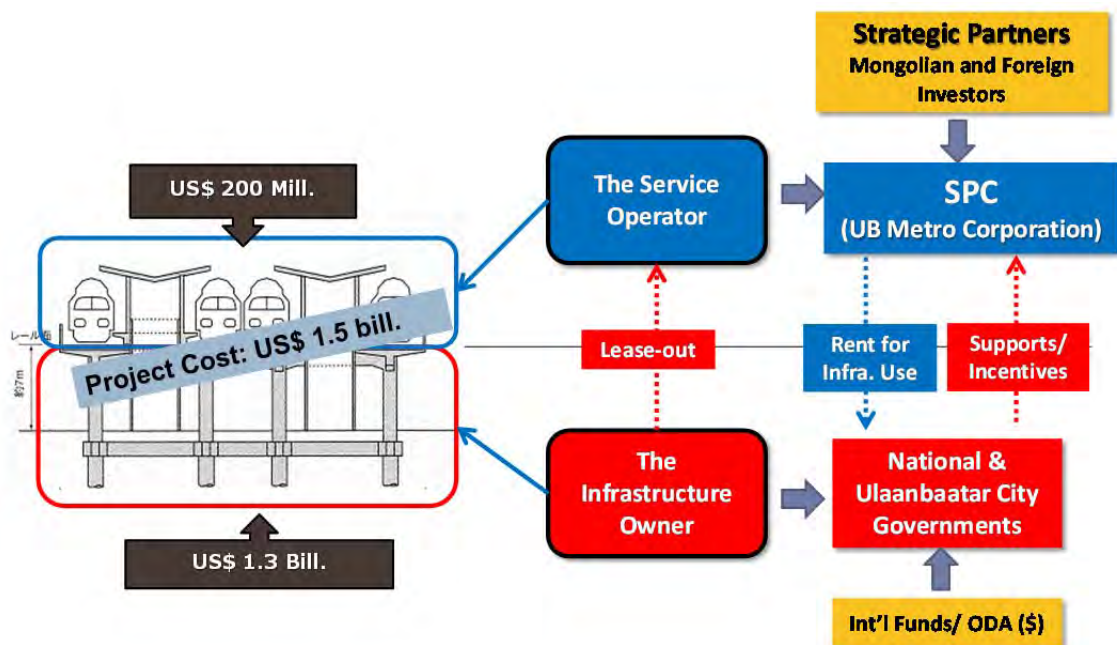


図3: ウランバートルメトロ事業における上下分離方式のPPPスキーム

2) 資金調達方式

資金調達方式については、公社方式の実施スキームを前提として、以下の方針に基づいて資金調達計画を作成する。ウランバートルメトロ事業は、モンゴル政府が主体的に実施する公共交通サービス提供であり、モンゴル政府が責任をもって資金調達を行うことを基本とする。初期投資は 1.5 Billion USD (2兆 MNT)、その内鉄道輸送法に基づく基礎構造物(インフラ部) 1.3 Billion USD と車両および関連システム 200 Million USD ドルである。資金調達の方法は、この2種類に分けて検討する。

まず、インフラ建設の資金調達の大前提は、ウランバートルメトロ事業が、国家的な戦略プロジェクトとして位置づけられていることが必要である。資金調達の核の一つとして、コストが安く長期の借入れが可能で、日本の ODA 資金を取りこみ、資金的な協力に加えて、日本側からバイラテラルな技術協力ならびに有形無形の日本をパートナーとしたコラボレー

ションを実現する。また、日本の ODA 資金導入のためのモンゴル政府のカウンターパート資金として大規模な政府予算を確保する必要があり、鉱物資源収入をベースにした政府特別基金（人間開発基金など）やモンゴル開発銀行の政府保証債やサムライ債（JBIC 保証）などを活用する。

一方、メトロ事業を実際に運営する主体「ウランバートルメトロ公社（UBMC）」を設立し、車両及び関連システムの購入し開業までの準備を一括して実施すると想定している。この場合、UBMC が必要とする資金は 200 Million USD 規模になる。その内 30%を資本金とし、70%を融資の形で調達する。

提案する具体的な資金調達スキームを以下図 4 に示す。

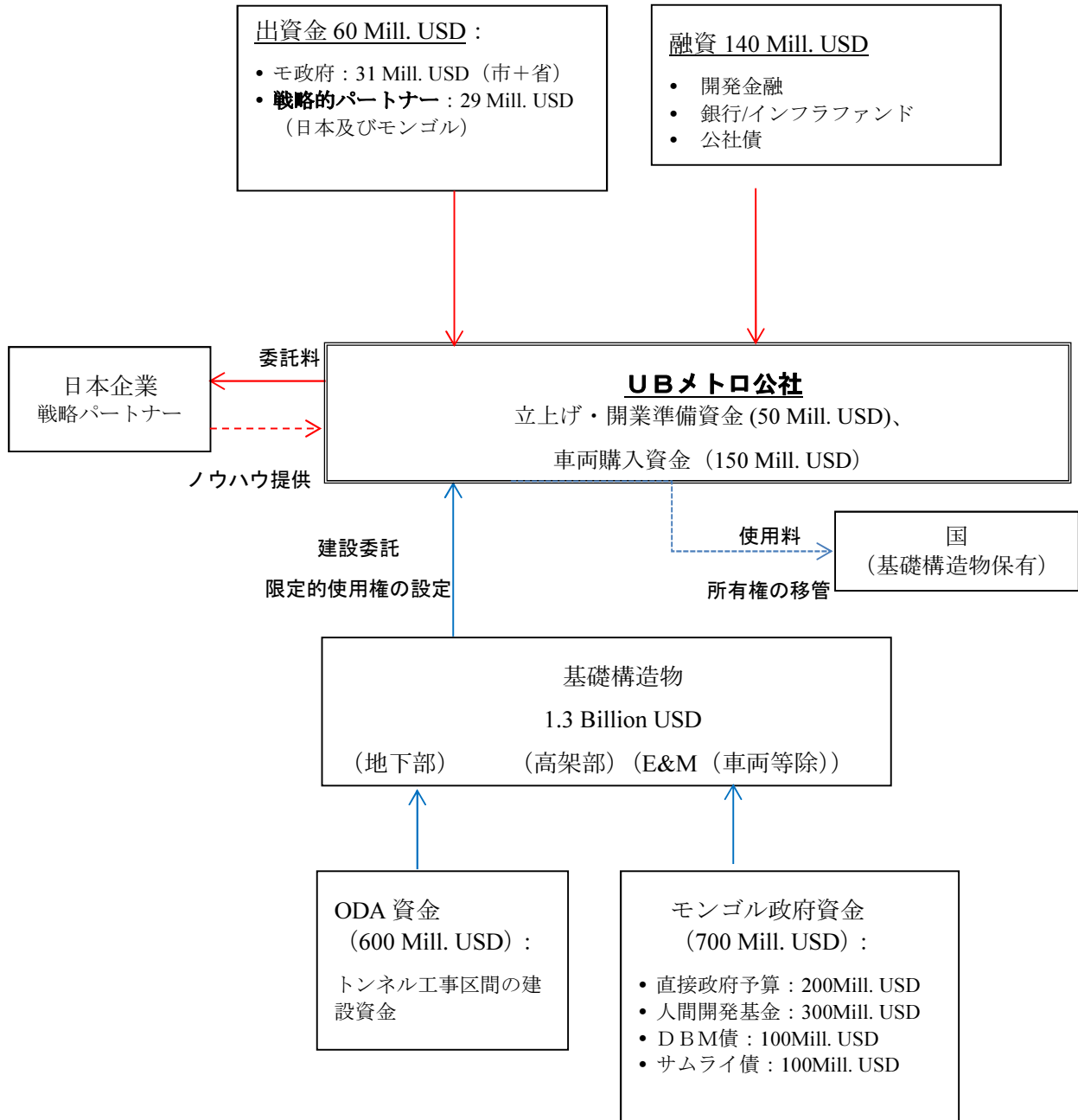


図4：ウランバートルメトロ実施スキーム案

3) 保守管理・運営組織

保守管理・運営組織について、鉄道輸送法に基づく法的位置づけ、及び、コンセッション方式や民間運営に対する認識と技術的な経験等を踏まえて、最適なスキームを検討した結果、上述した実施スキームに基づき、「ウランバートルメトロ公社 (UBMC)」を設立し、技術面、サービス面では経験のある海外企業をストラテジック・パートナーとして受け入れて、運営・保守を実施することが最適であると考えている。ストラテジック・パートナーは、一定期間を経て（7～8年）、モンゴル側が独自に適正な保守管理・運営ができる能力と体制が整った段階で、モンゴル側に株式を委譲する等の方針があっても良い。

開業時に必要な UBMC の要員のうち、特に、運転士については、早くから運転士としての養成が必要となる。最終的に開業時は少なくとも 50 人程度、その後の継続性を考慮すれば 70 人程度の運転士を確保することが望ましい。現地訓練が可能となる段階までに複数の指導者（指導運転士）を養成し、彼らが現地で運転士の育成ができる体制を整える必要がある。モンゴル国内では訓練施設がないため、「指導運転士」は、日本を含む海外の養成を想定する。他の分野の人材については、運転士に比べれば養成期間は短くて済むが、開業 1 年前に訓練を開始できるよう採用活動を行う必要がある。

上述したウランバートルメトロのために必要な訓練を受け雇用される要員は、上記以外の本社従業員も含めると、事業開始 10 年後の 2030 年には、合計 580 人程度（うち本社要員 80 人）になると見込んでいる。

5. 事業実施のリスク管理

メトロ事業に関連するリスクとして、①Viability Gap リスク、②収入変動リスク、③コントリビューションリスク、④為替リスク、⑤レギュラトリー・フレームワーク・リスクがあげられる。事業実施にあたっては、これらのリスクを分析した上で、関係者間で管理するために契約に落とし込み、保証や保険など、その他の手段も含めて、それらのリスクを管理することが必要になる。

調査団が提案している、上下分離を前提にしたモンゴル公共側主導のウランバートルメトロ公社 (UBMC) 方式には、この方式特有のリスク管理上の留意点があり、この方式に参加する民間投資家が、モンゴル政府側と協議を行う際や関連契約を締結する際の留意点として以下があげられる。

1) 上下分離方式を前提にした公社の作りこみと事業契約の締結

上下分離方式の大前提は、インフラ側を公的資金で建設し（巨額な Viability Gap Funding を公共が拠出し）、運営の売上によって可能な限り運営費用と追加投資をカバーして、独立的に地下鉄運営を実施することである。したがって、市政府がマジョリティを持つ公社といえども、会社として可能な限り自立し、補助金などに頼らない会社経営が確保できるような契約形態を作りこむことが重要である。また、会社設立手続きとは別にメトロ事業経営に関する事業契約をモンゴル政府及びウランバートル市とウランバートルメトロ公社の間で締結することが必要になる。

2) GGU (Government Guarantee and Undertaking) 契約の締結

UBMC で管理することができないインフラ部分のファイナンス、需要リスク、為替リスク、ポリティカルリスク、フォースマジュールなどについて、確実な政府の保証や保証条件を規定して、UBMC として補助金を最小限にした自律的な経営を確保するため、経営上の大きなリスクに対して政府の支援を要求する GGU (Government Guarantee and Undertaking) 契約を締結する必要がある。

3) 上下分離方式を前提にしたファイナンスの組成

インフラ部分のファイナンス（公的資金）の確保が確実にならない限り、公社が担当する車両部分のファイナンスにコミットする金融機関は出てこない。このため、公社側のファイナンスを組成する前に、民間（あるいは JICA 投融資）側の資金の出し手（インフラファンドを含む）に対して、必要な公的資金のコミットの程度を確認しておく必要がある。そして、その条件を前提にファイナンス調達的前提となる契約条件などの交渉をモンゴル政府と行わなければならない。

4) 上下分離方式の建設の管理

インフラ部分の設計、施工、施工監理にいたるまで公社の意向が反映される様に、公社がインフラ部分の設計・建設を管理する立場を確保することが必要である。また、設計や建設・施工管理に係わるアドバイザーの調達についても、公共資金で建設されるインフラ部分とは別に、UBMC のインハウス・アドバイザーとして、メトロシステムの設計・建設を総合的に管理するアドバイザーとしてのストラテジック・パートナー契約を締結する必要がある。

5) 政府側の建設における完工遅延のリスク管理

政府側の理由での完工遅延の発生には、損害賠償違約金（Liquidated Damage Penalty）の支払いメカニズムや、遅延に対する補償金の支払いなどが規定される必要がある。この他にも政府側の理由で公社側に損害が生じるケースについては、契約上の補償条件を設定することが一般的であり、こうしたケースを整理し、政府側による、補償支払いを含む補償の総合的な対応を契約条件として協議することが重要である。

6) ウランバートルメトロ公社 (UBMC) 組織化の準備

ウランバートル市政府内に「ウランバートルメトロ事業準備組織」を立ち上げて、その主要メンバーがそのまま UBMC の主要幹部に移行する形が、ノウハウ蓄積の面で望ましい。民間のストラテジック・パートナーもアドバイザー契約を締結し、あらゆる側面での事業準備をサポートする。「ウランバートルメトロ事業準備組織」が、法的に UBMC に移行する段階で、主要出資者として公社に資本参加し、かつ、事業の各専門分野のアドバイザー契約を UBMC と締結する形が考えられる。

7) 料金改定リスク

料金改定については、政治的理由などにより改定のタイミングが必ずしも UBMC でコントロールできない場合があるため、ウランバートル市政府と UBMC の間で締結する事業契約で料金改定のタイミングを定めておく必要がある。

8) 最低収入保証メカニズムの適用

収入の変動リスク、特に、事業立ち上がり当初の収入変動リスクは民間でコントロールすることが難しい。UBMC が行う車両調達に対する商業的ファイナンスの組成に際し、なんらかの最低収入保証メカニズムが、少なくとも事業立ち上がり初期の段階で適用される必要がある。

9) 追加投資に対する補助金の仕組み

キャッシュフロー上の最大のリスクである追加投資（車両調達、追加施設整備など）については、拋出条件を設定して、最低限の補助金の仕組みを検討する必要がある。

10) インフラリース料の留保口座の設定

UBMC からモンゴル政府へ支払われるインフラ・リース料については、特定の銀行口座に対して支払われ、公共側の管理のもとに資金をプールする仕組みを構築し、その口座にプールされた資金は、政府理由の補償金の支払いの原資や、一定の条件下での公社が行う追加投資

へのモンゴル政府からの補助金の支払いなどに活用されるべきである。前述の「最低収入保証」原資としても有用される必要がある。

11) 駅広開発との調整

公共側主導で作成された開発のマスタープランを基に駅広開発などの駅周辺商業開発事業とメトロ事業との調整が必要である。このマスタープランの作成や入札の評価委員会には UBMC も関与し、意向を反映させたうえで、ウランバートル市が開発事業の入札を行うことが望ましい。

12) 事業立ち上がりリスクの調整

立ち上がり時の大きなリスクを調整するために、立ち上がり 1 年を経て、その結果を踏まえて事業契約条件（ファイナンスも含む）を再協議するという仕組みも検討するべきであろう。ただし、この場合は UBMC が行う商業的ファイナンスの組成には困難が予想され、ファイナンス上の工夫やファイナンス調達におけるより多くの公的な関与が必要になるとと思われる。

6. 経済財務評価

経済分析とは、その事業が国民経済的観点から投資する価値があるか否か、国や政府の立場から視点のための分析するものであり、経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return: EIRR）が評価指標となる。本調査では、開業後 30 年の事業期間中にわたる経済費用と便益を比較することによって、EIRR を推定し、投資の経済的合理性を評価する。

一般的に、交通施設の整備事業の経済便益は、事業に起因する利用者の車両走行費用 VOC (Vehicle Operation Cost) と旅行時間費用 TTC (Travel Time Cost) の節減により定義される。便益は、下記の直接的な便益について、交通需要予測結果における事業のあり・なし(with/without)を比較することで推計する。

需要予測に基づき適正と評価した定額と変動料金を合わせた運賃システム（2km 区間まで 200MNT、2km を超えると 1km あたり 50~70MNT 増）を適用した場合、EIRR は 18.6%~20.6% となり、経済的に十分な正当性を確認できる。その場合の平均運賃は 426~452 MNT であるが、仮に、定額料金システムを適用して、平均運賃を 600MNT とした場合でも、EIRR は 16.0% を確保する事ができる。

財務評価については、キャッシュフロー分析を行い、メトロ事業の財務妥当性を検証する。評価指標として、プロジェクト内部収益率（Project Internal Rate of Return: PIRR）および自己資本内部収益率（Equity Internal Rate of Return: Equity IRR）を用いる。

本調査では、インフラを含む総額 15 億ドルの本事業を 1 つの事業体を実施すると想定した場合と上下分離を前提として上述した UBMC が車両調達を含む約 200 百万ドルの初期投資を行う場合の 2 つに分けてキャッシュフロー分析を行った。

1 つの事業体のキャッシュフロー分析では、平均運賃を 600MNT と設定しても PIRR は 2.1% にしかならず、商業的に事業として成り立たない結果となった。従って、上述のように、インフラ投資（約 13 億ドル）を実行する政府部門と、そのインフラ施設を利用してメトロサービスを運営する「ウランバートル・メトロ公社（UBMC）」の 2 つの事業体が責任分担する方式（上下分離システム：Two-tiered System）を提案する。その場合、UBMC は、車両調達を含む約 200 百万ドルの初期投資を必要とするが、運賃収入でその投資を回収しながら持続的な鉄道サービス事業を運営する。同時に、運賃収入から一定額のインフラ使用料を政府部門に支払うスキームとする。

上記スキームに従って、以下の 2 ケースの料金体系について UBMC のキャッシュフロー分析を行った。

- P₀ ケース：平均運賃 MNT400
- P₁ ケース：平均運賃 MNT 600

その結果、インフラ使用料（年額）割合をインフラ投資額の 2%と想定した場合、P₀ ケース（平均運賃 400MNT）では、PIRR が 11.2%となるが、コスト面で 10%増加、収入の 10%減少等の変化で、PIRR は 6.0%まで下降する事になり、リスクに対する弾性が乏しく、フィージブルとならない。一方、P₁ ケース（平均運賃 600MNT）では、PIRR が 18.7%と十分な収益性を示しており、また、コスト及び収入の 10%変化に対しても十分な耐力がある（PIRR は最低で 13.8%）。さらに、P₁ ケースでは、インフラ・リース料が 3%に増加した場合でも PIRR が 15.9%となりフィージブルであることが示された。

7. 整備に向け検討すべき優先課題

メトロ事業を整備するにあたり、以下のような優先的に取り組むべき課題があげられる。

1) 鉄道輸送法との整合性

現行鉄道輸送法は都市鉄道を念頭として整備されてはいないものの、上下分離方式のもと、行政機関が鉄道事業の許可を与え、管理監督するしくみを基本としていることから、法律としてはかなりの柔軟性をもっていると考えられる。また、技術基準についても、国際的基準や海外の基準を特例として認めることができる仕組みとなっている。

これらを勘案すれば大局的には現行法のもとでメトロ整備を進めていくことは可能と考えられる。ただし、現行法がもともと国有鉄道であった「ウランバートル鉄道」を前提としたものであり、メトロのような単独運用される鉄道を前提としていないこと、及び、国の職員の行政機関としての監督意識が運営者の意識と明確に区分されていないことから、ウランバートルメトロに対しての実際の法適用については不明確な部分が多い。従って、今後、法律上どのような運用で事業を進めていくのか、逐次関係行政機関と調整を進めていく必要がある。

2) 「ウランバートル・メトロ公社（UBMC）」の設立

メトロ整備・運営主体として、「ウランバートルメトロ公社（UBMC）」が主体となり、国とも協議しながらウランバートルメトロの詳細な計画及び基本設計を実施していく必要がある。また、運営に向けての要員の確保や育成を行う必要もあることから、速やかにモンゴルの実情に合った国、市、民間の協調型の「UBMC」の設立をすることが望まれる。

3) 複合的な財源確保

インフラ部分の整備は ODA の支援を受けた公共事業として実施することが期待される。同時に、モンゴル政府が独自財源を確保することが前提である。モンゴル国予算のほか、モンゴル開発銀行起債やサムライ債（円建て債）の発行等、多様な資金調達の見直しが必要である。

また、政府財源としては、将来的な税収増加が期待でき、税収増加分の一部を整備費用に還元する事に依る補助金制度の構築なども検討するべきである。

4) 運賃体系と運賃政策の立案

運賃体系については、通勤費用、通学費用、高齢者・低所得者等への支援等のあり方と、それに合わせた政府の政策のもと決定する必要がある。

8. 事業実施に向けたアクション

メトロ事業実施に向けた準備作業として、以下のアクションが必要となる。

1) 国家優先プロジェクトとしての承認

政府予算や ODA ローンを確保し、メトロ事業を実施するためには、内閣の承認を得て、経済開発省が管轄する国家事業として認定されることが必須であり、ウランバートル市または準備組織が中心となって、承認プロセスを進める必要がある。

2) 事業実施メカニズム設立（ウランバートルメトロ公社設立など）

ウランバートルメトロ公社準備組織を立ち上げ、メトロ事業の詳細について関係者と協議しながら、準備を進める必要がある。

3) 関連法制度整備

モンゴルの鉄道輸送法は、都市鉄道を想定していないものの、基本的に鉄道事業の必要事項は網羅されており、かつフレキシブルな条文となっている。しかし、安全基準や軌間（ゲージ）など都市鉄道に対応するための技術基準の追加・見直し等に対する検討が必要である。また、地下街開発・地下空間利用のための法制度整備も必要となる。

4) 詳細設計の実施

本プロジェクトが国家プロジェクトと承認されて、事業実施に対する政府の意思が明確になれば、インフラ部分を ODA 事業として切り分けて、詳細設計（D/D）の段階に進める必要がある。D/D では、その業務を広い意味での Engineering Service と捉えて、以下の業務を含む必要がある。

- 詳細な地質・地盤調査
- インフラ施設の詳細設計
- 事業費の見直し（調達計画のレビューを含む）
- 本体工事の入札図書の準備
- 環境影響評価（EIA）
- 関連法の整備（鉄道輸送法の改定・関連規則の整備、地下開発規則の整備など）
- 事業実施体制の整備支援（本体工事に対する円借款準備を含む）

一方、これら包括的な業務を含む「詳細設計（Engineering Service）」に向けた資金調達に関して以下の選択肢が考えられる。

A: モンゴル国として独自予算で実施する

B: JICA からの ES（Engineering Service）ローン³の供与を受ける

言うまでもなく、本来的には A が望ましい。しかし、モンゴルにとって初めての都市交通システムのインフラ整備であることから、独自能力で設計管理をすることは難しく、経験ある国の支援を直接・間接的に受ける必要がある。その意味で、我が国の技術支援を前提にした B の選択肢を提言する。

尚、日本のサポートで行う場合、JICA が D/D を無償供与するスキームもある。それには、本体工事に対して特別円借款（STEP：Special Terms for Economic Partnership）⁴を、モンゴル政府が申請することが条件となっている。通常このスキームでは、プロジェクトに対する JICA 側での事前の技術審査が厳格になるために「補足調査」が大きくなり、D/D に入るまでに相当の時間を要することとなる。また、モンゴル政府側にとっても、不確定要素が多い状況下

³ 借款条件：年金利 0.01%；償還期間 25 年；猶予期間 7 年；調達はタイド

⁴ 借款条件：年金利 0.1%；償還期間 40 年；猶予期間 10 年；調達はタイド

で、D/D 実施前に STEP を決定する必要があるといったデメリットがあろう。従って、本プロジェクトで、この無償 D/D スキームの活用は必ずしも適正な選択ではない。

5) EIA 実施

モンゴルの EIA 法および JICA ガイドラインによれば、本メトロ事業は、地盤沈下、地下水への悪影響、また本体工事中の大気汚染、廃棄物、騒音・振動、事故、さらには地下鉄開通後の騒音・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られ、EIA の対象となる。従って、詳細設計の段階で EIA を実施する必要がある。

1 調査の背景、目的、 アプローチ

1 調査の背景、目的、アプローチ

1.1 調査の提案に至る背景

ウランバートル市（リモート3地区を含む）の都市人口は、2010年現在113万人であるが、都市化の進展は2020年に153万人、2030年に176万人になると予測され、ウランバートル市への人口集中割合は、2005年の37.7%から2030年には49.5%になると予測される。一方、モンゴル経済は、1990年代の市場経済への移行期間を経て、2000年から経済成長が本格化し2010年までの期間に年平均6.5%で成長している。その中で、ウランバートル市の経済は7%と国平均を上回る高い成長を示している。現在、2013年の商業生産を目標に、オユ・トルゴイ銅山の大規模開発が進展しており、近い将来、こうした鉱業部門がモンゴル経済の成長牽引となる事は間違いない。

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い付いておらず、特に、水、電気、暖房等の都市ユーティリティの供給能力はどれも既に限界域に近い状態となっており、それぞれの分野で抜本的かつ戦略的な取り組みが必要になっている。また、日々深刻化する既存市街地での交通渋滞は、効率的な経済・社会活動を大きく阻害しつつあり、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。

ウランバートル市の交通状況（2011年現在）は、歩行を除いて約210万トリップ/日、歩行を含めると310万トリップ/日である。機関分担別にみると、自家用車28.6%、公共交通38.2%、徒歩33.2%となっており、これを2007年（UBMPSデータ）と比較すると、自家用車と徒歩の割合が増え、公共交通の割合が減っている（2007年時点で42.6%）。人口増加の速度に比べて、車両保有台数は急激に増えており、過去3年間（2007-2010年）では、人口増加が1.1倍に対し、登録車両台数は1.8倍、1000人あたり車両保有台数は1.6倍となっている。

ウランバートル市の現在の交通混雑を引き起こしている主な要因は、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るが、基本的には、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など多くの克服すべき課題を抱えている。

こうした状況分析を踏まえて、国際協力機構（JICA）開発調査「モンゴル国ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査（UBMPS）」（2009年3月）では、7つの都市交通ネットワーク開発戦略が提案された。すなわち、1) 適正な都市開発を促進する公共輸送システムの構築、2) 自動車交通の効率的な運用、3) 道路を主体とした交通インフラの整備・維持、4) 都市部と地域の効果的な連絡施設の整備、5) 交通環境の改善と防災機能の強化、6) 都市交通の整備と運用を改善する制度構築、7) 都市交通の克服すべき課題への持続的な取り組み等である。

上記戦略に基づき、中心市街地内では、都市大量輸送交通（UMRT）ウランバートルメ

トロを軸とした公共交通システムにより市民のモビリティを向上させ、一方、新たな道路として、市内を東西に抜ける都市高速道路と防災機能を兼ね備えたバッファー道路が都市化する北側丘陵地域の周辺に計画されている。

そこで、本調査では JICA PPP インフラ事業スキームを使い、ウランバートルメトロ事業実施の可能性について検討を深め、実施に向けた諸課題を確認するとともに、事業実施メカニズムの構築を図ることとした。

1.2 調査の必要性

2012年4月に公表された我が国の対モンゴル国に対する国別援助方針においては、「持続可能な経済成長を通じた貧困削減への自助努力を支援」を大目標に掲げて、そのための重点分野（中期目標）として以下の3分野を挙げている。

- (1) 鉱物資源の持続可能な開発とガバナンス強化
- (2) 全ての人々が恩恵を受ける成長の実現に向けた支援
- (3) ウランバートル都市機能強化

本プロジェクトと関連する「(3) ウランバートル都市機能強化」については、これまで我が国の支援（UBMPS）を基に策定された、2030年を目標年次とするウランバートル市都市計画マスタープランの実現するために、1) 関連法制度の整備、2) モンゴル関係機関の都市計画・都市開発管理に関する能力向上、3) 我が国の知見と技術を活用したインフラ整備の促進など、ハード及びソフトの両面から継続的に支援を進める事としている。本プロジェクトはこの援助指針に沿った重要案件の一つとして認識されるものである。

公共交通システム整備の必要性は、UBMPS等の調査でも明らかにされており、ウランバートル市の持続可能な成長は、競争力のある公共交通システムの構築と、これと一体的に進められる戦略的都市開発があってはじめて可能となる。競争力のある公共交通システムは、バックボーンとなる都市鉄道とこれに統合されたバスネットワークから構成されることは、関係者の間で共有されている。ウランバートル市への人口流入は今後も続くであろうことや、同市での社会経済活動がUBMPSで特定されたマストラコリドー沿いに集中することを考えれば、事業のニーズは明らかである。UBMPS調査でも需要があることや経済性は確認されている。アジア開発銀行（ADB）によるバス高速輸送システム（BRT）を含むバス交通整備やウランバートル市交通局によるメトロ建設フィージビリティ調査（FS）はこうした流れのなかにある。

1.3 調査実施の方法

1.3.1 調査の目的

ウランバートルメトロ1号線（東西ライン）を対象案件として、他の代替交通モードとの比較、検討を行い、その上で、その実現と運営の為のフィージブルなPPPスキームを

描き、我が国の政府開発援助（ODA）及び民間の資本と技術が出て行くための各種条件を明らかにする事を目的とする。

1.3.2 調査の対象

「モ」国ウランバートル市を調査対象地域とする。

1.3.3 調査項目と全体構成

本調査は、下の様に大きく3つのタスクで構成される。

- 【1】 「モ」国における社会経済及び事業環境の把握
- 【2】 PPP 事業に関わる事業実施計画の検討と提案
- 【3】 事業実施体制の提案

本調査は、2011年9月開始で、2013年3月を最終とする全19カ月のタイムフレームワークで行う。各タスクを構成する調査項目と時間軸との流れは図1.3.1に示す通りである。

時間軸の構成においては、タスク【1】及びタスク【2】の主要ファインディングをインテリムレポートとして2012年3月に取り纏めた。この段階で、概略的な事業シナリオ及び提案システムの技術的検討は終了し、案件としての全体像、事業としてのフレームワークが浮き彫りになった。

次に、タスク【3】事業実施体制の検討、すなわち、経済財務的評価、資金調達、法制度、事業体制・組織等、PPP事業スキームの各種条件を見定め、その上で全調査結果を取り纏めたものをドラフト・ファイナルとして2013年1月に策定した。ドラフト・ファイナルの完成までに、関係機関との調整を含めて、インテリムレポート協議後約8カ月を当てた。更に、関係者からのコメントを受けて必要な修正及び調整を行った上で、ファイナル・レポートとして取りまとめた。

インテリムレポート以降、関係者との調整や事業実施に向けた体制作り等を見極めながら、比較的時間をかけて事業実現に繋げる具体的なアクションの検討を実施してきた。

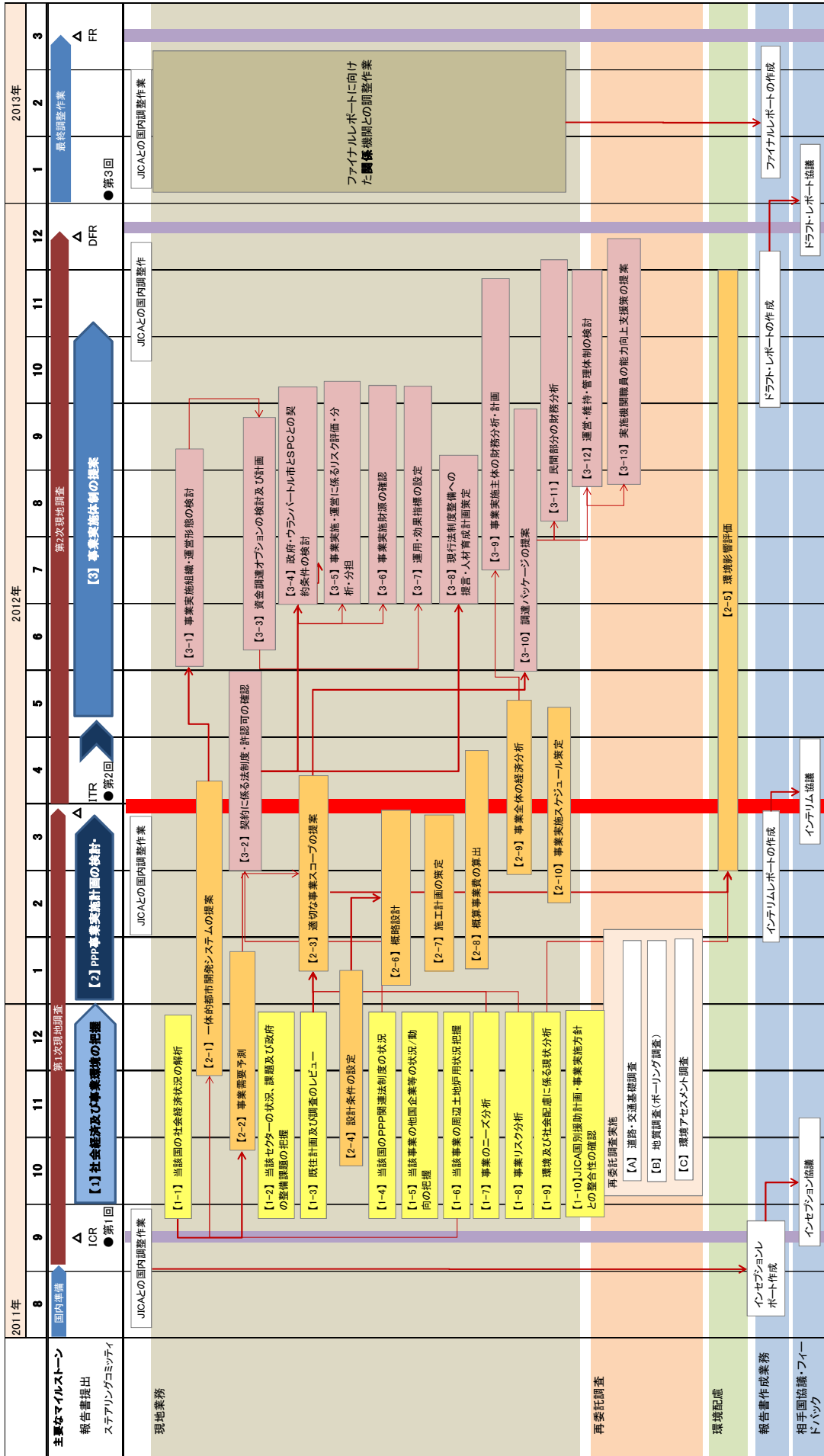


図 1.3.1 調査項目と全体フロー

1.4 調査実施のアプローチ

1.4.1 技術面での基本方針

技術面での基本方針として以下の6点に留意して調査を進める。

- Public Private Partnership（PPP）としての事業化
- 事業規模等の適切性・妥当性の検討
- 環境・社会への十分な配慮
- 既往調査のレビュー
- 需要予測の為のシュミレーションモデル更新に関する実態調査
- 一体的都市開発モデル提案の為の検討項目

1.4.2 運営面での基本方針

運営面での基本方針として以下の3点に留意して調査を進める。

- モンゴル国（以下「モ」国）政府との情報共有
- 他機関の動向の把握
- 「モ」国関係機関との合同調整委員会の組織化とその定期開催

1.5 実施体制

本調査団を構成する専門分野は多岐に亘るが、チーム運営上、全体として有機的な連携を持ちながら業務効率を上げる必要がある。全体としては専門性と議論の性格から6グループに分けて業務を遂行する（図1.5.1参照）。



出典：調査団

図 1.5.1 調査団のグループ構成

2 ウランバートル都市圏の 現況と課題・開発方向性

2 ウランバートル都市圏の現況と課題・開発方向性

2.1 ウランバートル都市圏の現況の開発動向・関連プロジェクト実施状況と課題

2.1.1 都市化の状況

(1) 人口動態

ウランバートル市の人口は、1990年に59万、1995年約64万人、2000年79万人、2005年97万、2010年には113万人と推移している。モンゴル国内でのウランバートルの人口集中は、1990年には27%であったが、1990年代の市場経済化への移行期後、2000年代における経済成長等の影響で首都への人口集中に拍車がかかり、2011年には41%となっており、今後さらにウランバートルへの集中が進むと想定される。

この20年間で、国全体の人口は年平均1.3%で増加している一方、ウランバートル市の人口は3.3%で増加している。1995年～2005年は4%以上の伸びを示しているが、2005年以降は3.2%台と若干鈍化傾向にある。絶対数で見ると年平均3.4万人増加している。

表 2.1.1 ウランバートル市の人口推移

	モンゴル (千人)	ウランバートル市 (千人)	ウランバートル市 シェア (%)
1990	2,153.4	586.2	27%
1995	2,243.0	642.0	29%
2000	2,407.5	786.5	33%
2005	2,562.4	965.3	38%
2010	2,780.8	1,131.2	41%

出典：モンゴル統計局、ウランバートル市統計年鑑

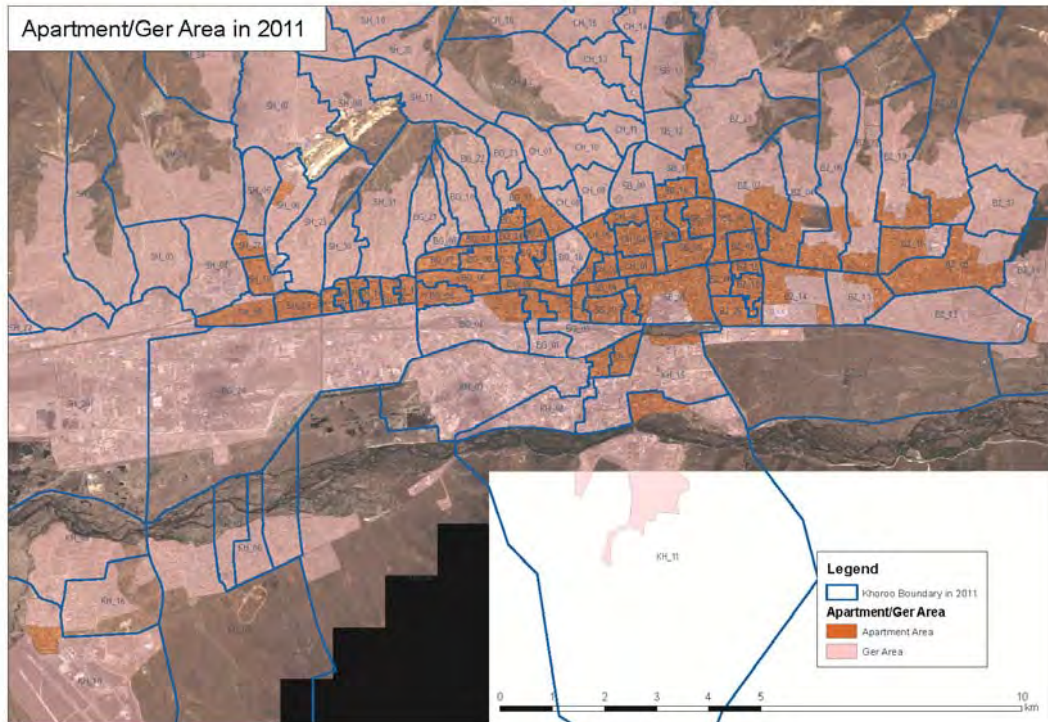
(2) ウランバートル市の人口分布

ウランバートル市は、市全域395,425haのうち7%にあたる27,409haがアパート地区またはゲル地区として市街地になっている。市街地の内、アパート地区は11.8%を占め、大半(88.2%)はゲル地区である。2011年1月1日現在の中心6区の人口をみると、全体で1,099,775人、アパート地区に424,219人(38.6%)とゲル地区に675,556人(61.4%)となっている。平均人口密度は、アパート地区で183人/ha、ゲル地区で26人/haである。

表 2.1.2 ウランバートル市中心 6 区の市街地と人口分布(2011 年)

区分	アパート地区	ゲル地区	合計
面積 (ha)	2,318	25,707	27,409
人口 ('000 人)	424.2	675.6	1,099.8
人口密度 (人/ha)	183	26	40

出典：調査団、GIS による計測値



出典：調査団、GIS による計測値

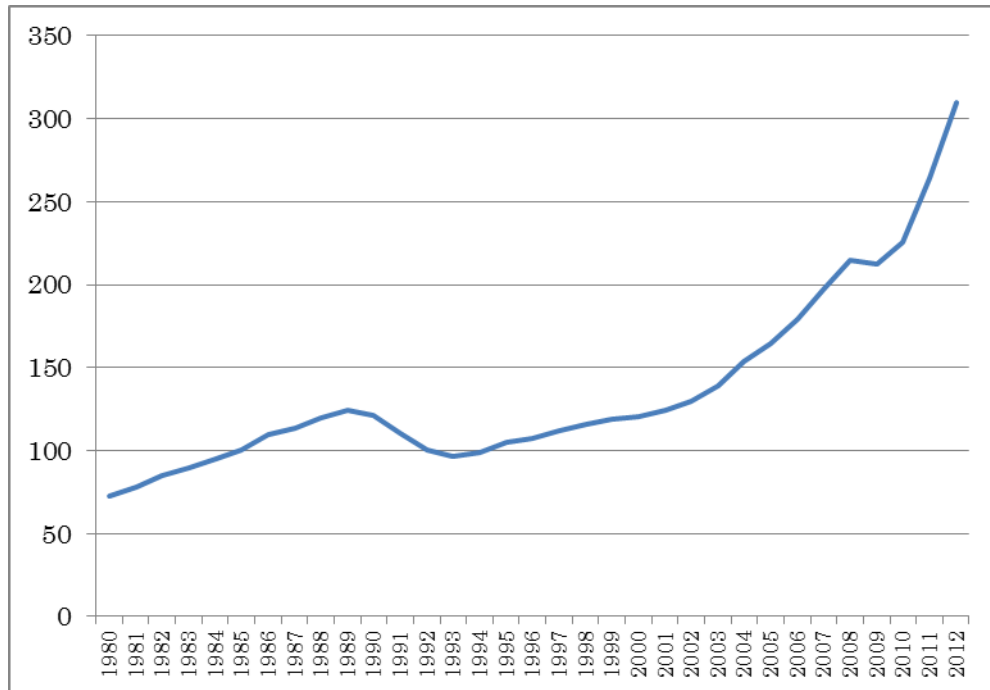
図 2.1.1 ウランバートル市の市街地(アパート地区とゲル地区)

(3) モンゴルの経済成長

1992 年の市場経済化以降、経済は堅調に伸びている。図 2.1.2 は 1992 年を 100 としたときのモンゴルの GDP の推移を示している。市場経済化後、底の 1993 年以降 2010 年までは平均で 5.1%、2000 年～2010 年は 6.5% で成長している。2009 年には一旦リーマンショック後の影響で停滞したが、IMF による緊急支援、世銀、ADB、JICA 等による財政支援や資源開発の活発化に伴う資本流入に銅の国際価格の回復も重なり、2010 年には GDP 実質成長率は 6.4%、2011 年には 17.3% と世界で最も高い経済成長率を示している。IMF4 条レポート (Mongolia - 2012 Article IV Consultation and Third Post-Program monitoring, IMF Country Report No. 12/320, 2012 年 11 月) では、2012 年は 11.2%、2013 年は 16.8% と予想している。2012 年予測では、最近の中国経済減速の影響を考慮して下方修正されたものの、今後も中長期的には、二桁の成長が継続すると見込まれている。こうした経済成長、それに伴うウランバートル市へ人口集中、経済活動拡大に伴い都市

開発が進んでいる。

一人当たり GDP は、2010 年現在 2,300 ドルであるが、モンゴル財務省の試算では 2012 年には約 3,800 ドル、2020 年には 12,000～13,000 ドルへ大幅に伸びることが予想されている。



出典：IMF - World Economic Outlook Databases (2012 年 4 月版)

図 2.1.2 モンゴルの GDP の推移(1992 年=100)

(4) 都市化のインパクト

ウランバートル市への流入人口の多くは、住環境が未整備なゲル地区がスプロールすることで吸収されている。一旦このようにスプロールしたゲル地区を住環境が整備された地区に再整備するには多大なコストと時間がかかる。したがって、ゲル地区の拡大を抑制し、インフラ整備・供給コストや環境負荷の軽減のために、公共交通を主体としたコンパクトな市街地を整備することが持続可能なウランバートル市を建設するためには必須である。

ウランバートル市へのこうした人口集中は、多くの都市インフラの需要や環境負荷を拡大させ、上水道の水源確保、電力および暖房の需要拡大への対応、廃棄物の処理、大気汚染問題、交通混雑問題、土壌汚染などの都市問題を顕在化させることとなる。

特に、現在のウランバートル市の道路骨格は、1975 年代のマスタープランで提案された道路網であり、人口 34.9 万人、自動車保有台数 10,044 台、保有率 2.9%の時代の計画で、都市人口規模の目標は 40 万人～50 万人に対応したものである。自動車登録の状況を見ると、2010 年には人口 111.2 万人に対して 167,809 台、自動車保有率 14.6%となっており、1975 年に比べ、人口で 3.2 倍、自動車台数で 16.2 倍、自動車保有率で 5.0 倍となってい

る。この 35 年間の道路整備は推進されてきたものの、骨格となる東西道路は太陽道路、北側の平和通りに平行する道路の接続など、人口、自動車台数の増加に比して整備量は少ない。この結果、増加する自動車交通に対し、交通渋滞が生じている。この交通混雑は適切な交通管理の不足、交通マナーの悪さ、路上駐車などにより、さらに悪化している。

2.1.2 都市開発の動向

ウランバートル市では経済発展、人口集中に対応するために、既成市街地の再開発、新規開発など都市開発が進んでいる。現時点でウランバートル市の市街化あるいは都市開発は、下表のパターンに分けられる。

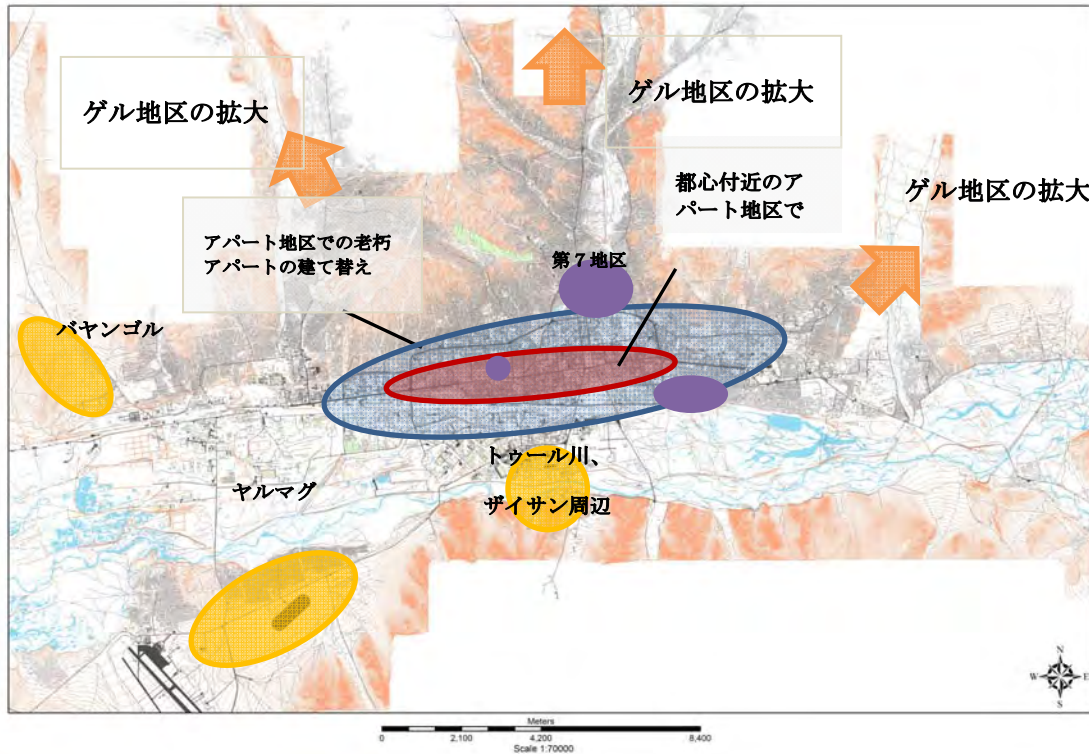
これらの都市開発パターンの中では、今回のウランバートルメトロ事業に伴い、特に促進されると想定される都市開発事業(1)~(3)、新たに郊外部の鉄道結節拠点における鉄道事業と一体となった新規開発が想定される。さらに、ウランバートルメトロのフェーズ 2 以降の開発では(4)の郊外ニュータウンとの一体的な開発が重要になる。

表 2.1.3 ウランバートル市の都市開発のパターン

開発パターン	内容
(1) 既成市街地におけるアパート地区の中庭等空地のインフィル開発	<p>都心部では、本来は人々の憩いの場としてのアパートの中庭等の空地に高層ビルが建設されている。</p> <p>このような高密度化による市街地の形成は、交通インパクト調査も適切に行われず、さらに学校・公園などの整備が伴わず進められており、都市サービスの低下が潜在化している。</p>
(2) 老朽アパート等建替えによる開発	<p>住宅法で定められているように、耐震性に問題のあるアパートは建替えなければならない。現在、ウランバートル市では 263 棟の危険なアパートがあり、内 27 棟のアパートが建替えリストにリストアップされているが、事業を実施する投資家がなかなか見つからず事業が進まないケースが多々みられる。</p> <p>また、事業者がいても、建て替えにより住宅戸数数が 10~20 倍にもなる計画がみられ、学校、公園、駐車場などの公共公益施設の整備が伴わない計画も見られ、生活サービスの低下が危惧される。</p>
(3) ゲル地区の再開発事業	<p>第 7 地区、第 14 地区、ガンダン寺地区などの中心部のゲル再開発事業があるが、土地取得がなかなか進まず事業が計画通りには進展していない。</p> <p>特に、法律が未整備のまま、土地買収により事業が進められているため、事業者の資金力等施行能力を超える事業を抱えて、停滞している事例が多い。</p>
(4) 新規ニュータウン開発	<p>ザイサン丘周辺、トゥール川付近等には高級アパートが建設されている。また、西部郊外部のバヤンゴル地区、ヤルマグには、空地に大規模なニュータウン計画が承認されている。</p> <p>しかし、大規模開発に伴う道路等交通施設の整備と連携していないため、このまま開発が進むと、学校など公共施設の不足、交通混雑の増加等多くの都市問題を発生させる恐れがある。</p>

<p>(5) ゲル地区の拡大</p>	<p>インフラ未整備のままゲル地区が拡大するのは、都市計画上問題であり、ウランバートル市としては極力抑制したいと考えているが、流入人口の受け皿となる低廉な住宅供給がなく効果的な対策が打てていない。</p> <p>新政権となり、ゲル地区の積極的整備を打ち出しているものの、計画未整備、整備財源などの予算制約により、その整備が追いつかない恐れがある。</p>
--------------------	---

出典：調査団



出典：調査団

図 2.1.3 ウランバートル市の都市化の概略図

2.1.3 関連プロジェクト実施状況と課題

本調査に特に関連するプロジェクトには、次に示す交通開発、交通施設プロジェクトがある。

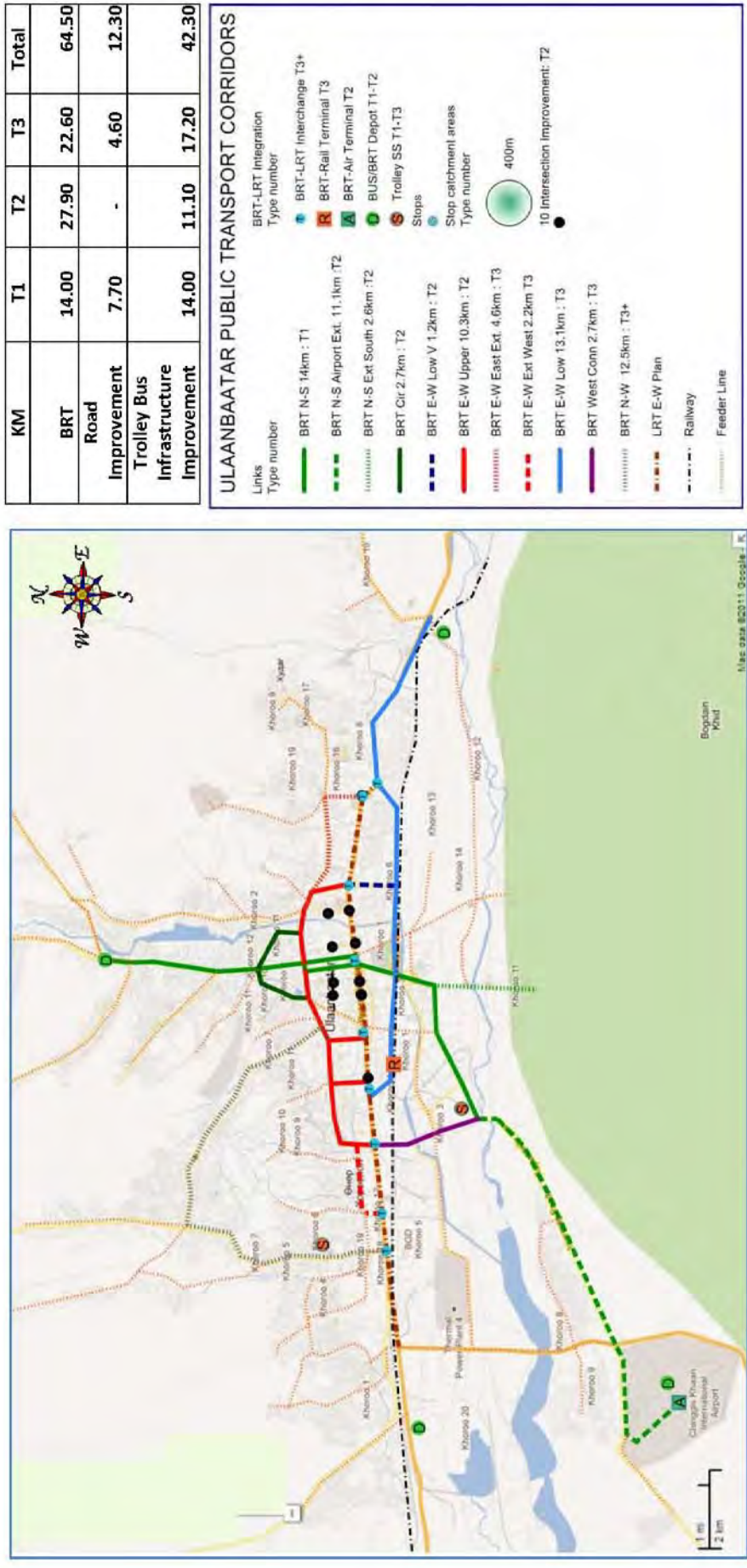
(1) ADB BRT プロジェクト

ADB は表 2.1.4 と図 2.1.3 に示すようにトランチ 1～3 のフェーズで延長 64.5km の BRT プロジェクトを推進している。現在、トランチ 1（2012 年～2014 年）の南北の BRT（緑ライン）に着手するところである。

表 2.1.4 ADB BRT のトランチ別延長

トランチ	トランチ 1 (2012～2014)	トランチ 2 (2014～2016)	トランチ 3 (2016～2018)	合計
延長	14.0 km	27.9 km	22.6 km	64.5 km

出典：ADB, Ulaanbaatar Transport Development Project（MON-MFF: TA 7156-MON）プレゼン資料、2012 年 1 月 31 日



出典 : ADB, Ulaanbaatar Transport Development Project, (MON-MFF: TA 7156-MON) プレゼン資料、2012年1月31日

图 2.1.4 ADB による BRT 計画 (2012—2019)

(2) ウランバートル市地下鉄 FS 調査

1) 計画概要

ウランバートル市は、2009年に韓国企業グループに地下鉄のFSを発注した。そのFSにおけるメトロの東西ラインの位置、概要は図2.1.5および表2.1.5の通りである。東西ラインは、平和通りに沿って、市のエメールトニュータウンから東のウリヤスタイ川地区までの28.38キロのルートに駅は21駅である。都心部12.12kmが地下、その外側は高架（計16.64km）、東終点駅部（1.62km）は地上となっている。地下工法の検討では、開削とNATMが検討され、結果として開削を採用している。検討にはシーールドは含まれていない。



出典：Final Report, Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City, 2011年6月

図 2.1.5 韓国コンサルによるウランバートル市地下鉄路線

表 2.1.5 韓国 FS における東西メトロルート概要

項目		内容
延長		28.38km
構造	地上	1.62km
	高架	14.64km
	地下	12.12km
駅数	地上	1
	高架	8
	地下	12
	合計	21
地下工法		開削工法

出典：Final Report, Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City, 2011年6月

2) 需要および運行計画

この FS での需要予測、運行計画を表 2.1.6 に示す。

表 2.1.6 韓国 FS における東西メトロ線の運行計画

項目	内容
延長	28.38km
目標年	2047 年
交通需要	20,858 (トリップ/時)
ピーク区間乗車需要	4,135 (pphpd)
モード	LRT
平均駅間距離	1.32km
車両構成	18 編成 (4 両/編成) 16 編成稼働、2 編成予備 合計 72 両
乗車率 (混雑時)	120%
編成当たり乗客数	469 人
ピーク時運行間隔	6.67 分 (9 本/時間)
運行速度	35km/h
運行本数	129 本/日・方向
運行時間	47.5 分 (片道)

出典：Final Report, Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City,
2011 年 6 月、ウランバートル市

3) 概算コスト

全体のコストは、2 兆 7870 億 Tg、年間オペレーションコストは 230 億 Tg. で、詳細は下表のとおりである。

表 2.1.7 韓国 FS における東西メトロルートのコスト

項目		金額（百万 MNT）	
建設費	土木	本線	924,729
		駅	370,768
		小計	1,295,489
	軌道		122,043
	建築		150,959
	システム		583,989
	障害物除去		35,632
	小計		2,188,112
土地取得		48,978	
車両		153,216	
付帯費用		177,906	
予備費		218,811	
合計		2,787,023	
年間オペレーションコスト		23,138	

注：

- (1) ユーティリティ関連費用は含まれない。
- (2) 障害物除去にはユーティリティのパイプ、住宅・建物などの除去費が含まれる。
- (3) 出典には記されていないが、付帯費には、設計、調査、検査、試験走行などが含まれると考えられる。
- (4) 換算レートの明示は出典にはないが、2011年6月30日レートは、Interbank rateで、1US\$=1,258MNT、1MNT=0.064円

出典：Final Report, Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City, 2011年6月、ウランバートル市

4) 財務分析

このFSでは、表 2.1.8 に詳細を示すとおり、建設期間 2011 年～2017 年、2018 年開業、2011 年～2047 年の期間での財務分析を行っている。

乗客数は、2018 年時点では 133,515 人／日から年々増加し、2030 年に 172,377 人／日に達し 2047 年までその水準が保たれている。

運賃はこの FS 実施時のバス運賃 300Tg. で設定され料金収入を計算している。

オペレーションで単年度黒字になることはなく、2030 年以降乗客数が最高になっても毎年 2 億 Tg. の赤字を出している。

表 2.1.8 韓国 FS における東西メトロートの財務分析結果

年	乗客数 (人/日)	コスト (億 Tg.)			収入 (億 Tg.)			利益 (億 Tg.)
		建設	O+M	合計	運賃収入	運賃以外	合計	
2011		403		403			0	-403
2012		403		403			0	-403
2013		1,006		1,006			0	-1,006
2014		3,019		3,019			0	-3,019
2015		5,094		5,094			0	-5,094
2016		7,172		7,172			0	-7,172
2017		4,677	116	4,793			0	-4,793
2018	133,515	2,084	231	2,315	164	16	180	-2,135
2019	137,574	2,428	232	2,660	169	17	186	-2,474
2020	141,756	930	232	1,162	174	17	191	-971
2021	144,492		232	232	177	18	195	-37
2022	147,281		233	233	180	18	198	-35
2023	150,123		233	233	184	18	202	-31
2024	153,021		233	233	188	19	207	-26
2025	155,974		233	233	192	19	211	-22
2026	159,125		234	234	195	20	215	-20
2027	162,239		234	234	199	20	219	-15
2028	165,618		234	234	203	20	223	-11
2029	168,964		235	235	207	21	228	-7
2030	172,377		235	235	212	21	233	-2
2031	172,377		235	235	212	21	233	-2
2032	172,377		235	235	212	21	233	-2
2033	172,377		235	235	212	21	233	-2
2034	172,377		235	235	212	21	233	-2
2035	172,377		235	235	212	21	233	-2
2036	172,377		235	235	212	21	233	-2
2037	172,377		235	235	212	21	233	-2
2038	172,377		235	235	212	21	233	-2
2039	172,377		235	235	212	21	233	-2
2040	172,377		235	235	212	21	233	-2
2041	172,377		235	235	212	21	233	-2
2042	172,377		235	235	212	21	233	-2
2043	172,377		235	235	212	21	233	-2
2044	172,377		235	235	212	21	233	-2
2045	172,377		235	235	212	21	233	-2
2046	172,377		235	235	212	21	233	-2
2047	172,377		235	235	212	21	233	-2
合計		27,216	7,142	34,358	6,048	605	6,653	-27,705

注：事業外収入を事業収入の10%と計上している。

出典：Final Report, Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City, 2011年6月、ウランバートル市

(3) フライオーバー

現在、ウランバートル市では、図2.1.5に示すように以下の7カ所でフライオーバーの計画がある。

- ① 西交差点
- ② 東交差点
- ③ サッポロ交差点
- ④ バヤンブルド交差点
- ⑤ トルゴイト
- ⑥ アジルチン跨線橋
- ⑦ オリンピック通りと太陽通り交差点

このなかで、①～③および⑤のフライオーバーは平和通り上で本調査対象のウランバートルメトロ東西線のルート上にあり、設計上の調整が必要になる。①西交差点、②東交差点の2カ所は既に設計も終わり市の設計承認後入札し業者が選定されている。③サッポロ交差点のフライオーバーは一度入札が行われたが、評価の結果再入札を2013年3～4月に実施する予定である。



出典：ウランバートル市マスタープラン2030（UBMP2030）（案）

図 2.1.6 ウランバートル市における都市開発

2.2 モンゴル国の都市・交通開発にかかる政策と法制度整備状況

2.2.1 都市開発政策

(1) 都市開発政策

現在、国の重要政策としてあげられているのは、大気汚染、貧困削減、住宅整備、SME

（中小企業振興）である¹。特に、この中で、都市開発に大きくかかわる政策は大気汚染と住宅整備である。冬季の大気汚染の主要な原因としてゲル地区におけるストーブのばい煙があり、ゲルからアパートへの住宅の転換は大きな大気汚染対策として挙げられている。上述したようにウランバートル市への流入人口に都市的な住宅の整備が追い付かず、良好な住宅整備も重要な都市開発政策である。

このような政策課題があるなか、2012年6月29日の国政及びUB市議会選挙の結果、国もUB市も民主党政権に変わり、本調査のウランバートルメトロ事業も重要政策課題と位置付けられている。

前述の重要政策のうち、公共交通体系への転換による大気汚染対策、公共交通と沿線・駅周辺の一体開発による雇用創出や商業開発などの経済的効果による貧困削減、住宅整備など、今回のウランバートルメトロ事業は大いに貢献しうるものと考えられる。

(2) UB市長の都市開発政策と公約

2012年11月15日、臨時市議会が開かれ2013～2016年市長の公約が承認された。同公約には大気汚染緩和、一戸建て地区開発、雇用促進、UB市の安全の確保、汚職のない都市にするなど107件の事業を実施する予定で、2020年開業を目指すメトロ整備事業も含まれている。

(3) 道路交通大臣とウランバートル市長の協力覚書

2012年10月17日、道路交通大臣とウランバートル市長は、政府の「2012～2016年の活動プログラム」を実施し、ウランバートル市住民の快適な住環境を整備すること、市内の道路輸送の安全性および信頼性を確保することを目的として、2012～2016年に協力することを約束する覚書を締結した。その中で、都市交通にかかる内容として、「2.3 鉄道関連」に以下の項目が挙げられている。

- 1) ボグドハン鉄道（170km）の基礎構造物を建設し、その輸送区間を短縮し、かつ列車速度を上げモンゴル国内を通過する時間および輸出輸送時間を短縮し、ウランバートル市民が安全で快適に勤務し、暮らす環境を確保する。
- 2) ウランバートルを通過する（Khonkhor-Tolgoit間の35km）鉄道の跡地を用いてLRTを整備することで、公共交通の2つ目の東西幹線ルートを作る。
- 3) ウランバートル市付近の機関車および乗客列車デポなどの施設は市内から移転し、新たな場所に建設する。
- 4) 市内の鉄道と道路踏切での交通整序の目的で、鉄道の407km地点のDunjingarav、406km地点の交通警察所付近、396km地点Tawan shar（Trade Street付近）の各踏み切りでフライオーバーまたはアンダーパスの建設事業を進める。

¹ 国会議長の経済顧問とのインタビューによる。

- 5) 市内のターミナルを移転し、「複合貨物輸送の総合ターミナル・ロジスティックセンター」を建設する。
- 6) 乗客輸送ターミナル（鉄道中央駅）を Tolgoit 付近に移転する。
- 7) 市内の道路交通の密度・混雑を低減し、かつ先進的で輸送力の高い地下鉄を建設するために、モンゴルと日本政府間の協力事業として実施される「ウランバートル市地下鉄路線新設」プロジェクトの実施を促進する。
- 8) 市内の鉄道安全区域内で建設された建物・住宅の列車による騒音や損害を受ける現状を分析し、ウランバートル機関車デポやその燃料（6000 トン）倉庫に隣接する（25m 以内）建物および鉄道区域内で許可なく建てられた施設について調査・検討する。
- 9) 鉄道交通管理中央センターの建物・施設を建設する場所を決める。

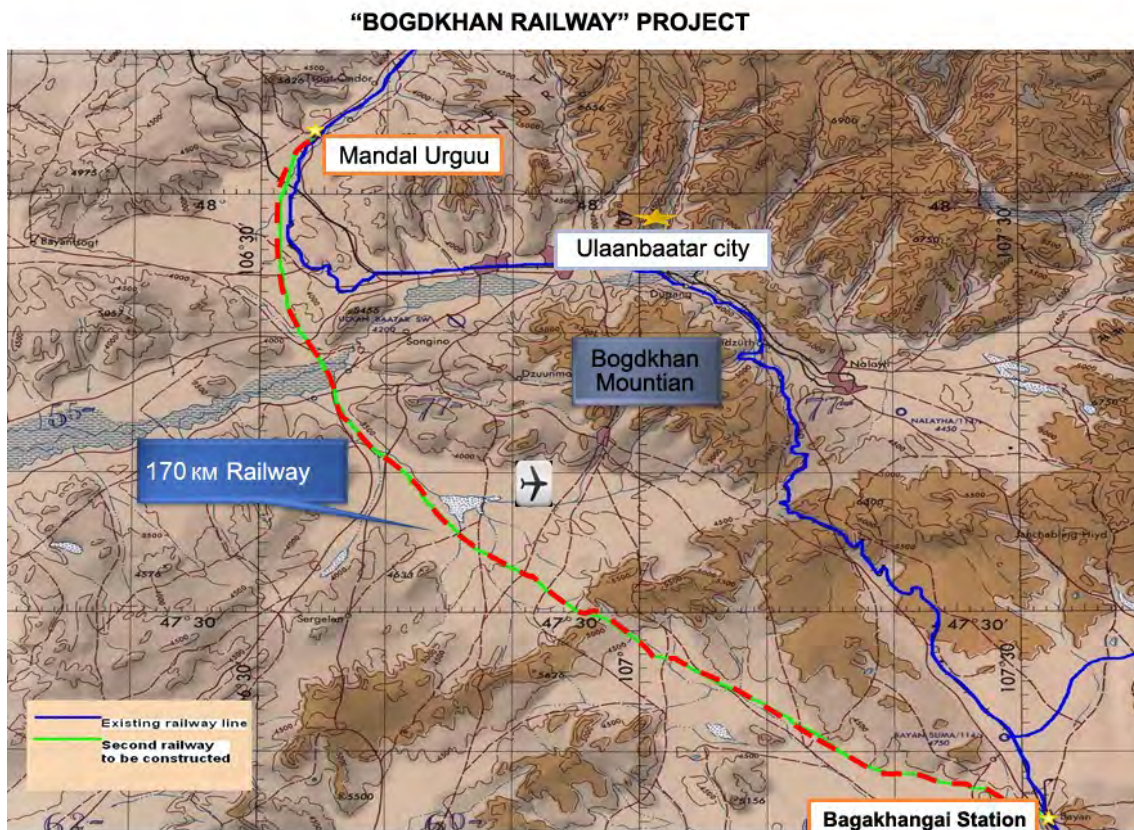
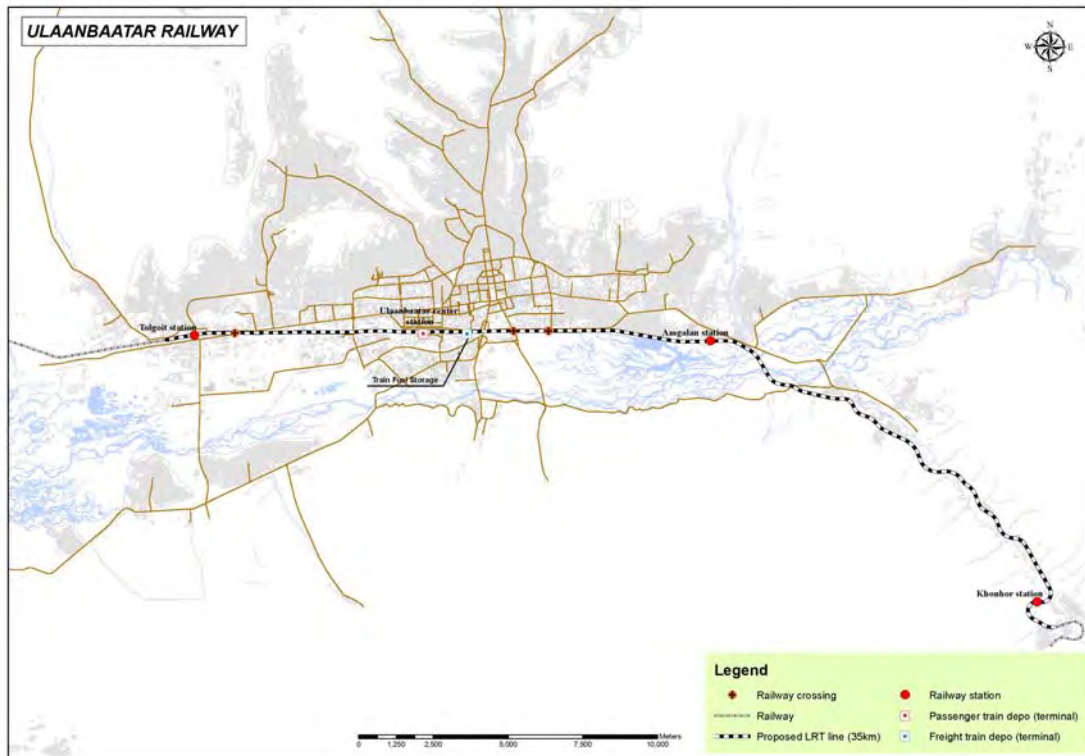


図 2.2.1 ボグドハン鉄道計画



出典：調査団

図 2.2.2 ウランバートル鉄道施設位置図

(4) 建設都市開発大臣とウランバートル市長の協力覚書

2012年10月5日、建設都市開発大臣とウランバートル市長は、「2012～2016年度のモンゴル国政府活動プログラム」を実現し、ウランバートル市民の快適な生活環境を整備する目的で、ウランバートル市マスタープランの承認および施行に努めること、土地関連事業および都市計画の関連性、市街化およびインフラ施設の信頼性を図ること、ウランバートル市の自然・生態系の持続可能な開発を支援することについて2012～2016年の間に協力するよう覚書を締結し、両者は建設・都市開発分野において協力することで合意した。

その中で、地下鉄関連の項目として、「ウランバートル市における地下鉄整備に関連し、「地下都市」の開発コンセプト、計画案を作成する（2013～2016年）」が挙げられている。

2.2.2 交通及び都市開発にかかる法制度整備状況

(1) 交通にかかる法制度

1) 鉄道輸送にかかる法制度

鉄道に関する法律としては、2007年7月5日制定の鉄道輸送法(Railway Transportation Law)がある。この法律は所有形態を問わずすべての鉄道輸送活動を処理する（4条）

とされるが、基本的には既存の広域鉄道輸送のためのもので、現況のウランバートル鉄道を前提に策定された法律であり、都市鉄道、電気車両、地下輸送などは、特に想定していないと考えられる。

この法律では、鉄道施設の所有（6条）、運賃（7条）、国・政府・知事の権限（8～11条）、鉄道輸送管轄の行政組織（鉄道輸送管理局、列車運行中央調整局）の権限（12条）、鉄道輸送の一般規則（15条）、鉄道輸送サービス提供に関する特別許可（16条）、輸送に参加する団体・個人（18条）、基礎構造物の占有者の権利・義務（19条）、鉄道施設（22～23条）、鉄道輸送安全の基本条件（24～28条）等が既定されている。

同法 15 条にしたがい「鉄道輸送一括一般規則」が定められている。モンゴルの技術基準は次の 2 種類ある。(1) regulation（規則）：遵守すべき内容で、国が強制力を持って規制で縛るもので、国の手続きにも必要なもの。(2) standard（標準）：個々の仕様を定めるもの、あるいは標準的な仕様を定めるもので、強制力は必ずしも持たせないもの。鉄道軌道法第 15 条で規定している 16 項目は全て「規則」として定められている。

鉄道軌道法の第 10 条「鉄道輸送を管轄する中央行政管理機関」は道路交通省(MRT)、第 12 条「鉄道輸送を管轄する行政機関」は、以前は鉄道庁（Railway Authority）を指していたが、鉄道庁が運輸省に統合され、現在は、道路交通省鉄道・海上交通政策実施調整局となっている。

鉄道事業者は、鉄道輸送法 18 条で定めているように、民間の参画も可能としているが、審査するのは鉄道局である。

モンゴルの鉄道輸送法をみると、基本的に鉄道事業の必要事項は網羅されており、かつフレキシブルな条文となっている。前述の様に、都市鉄道を想定していないものの、法の基本的な条文は都市鉄道に対してもこのままで適用可能と考えられる。しかし、都市鉄道に対応するための技術基準の追加・見直し等に対する検討は必要である。

現行の鉄道輸送法で定められている技術基準は、機能的には“Regulation（規制）”として定められるが、実際に対象となる鉄道がウランバートル鉄道及びそれに乗り入れる鉄道のみしか存在していないため、本来”Standard（標準）”でも構わない細かい内容も含まれているようである。今後、都市鉄道の導入を考えるのであれば、これら規則に係る法的な整理が必要となろう。

一方、技術基準の内容は、①安全基準（性能基準）、②線路幅等の規格（仕様・スペック）、③バリアフリーなどのサービスレベル（仕様・スペック）に分けられている。このうち①は安全水準を決めれば内容は規範的に決まるが、②③は国の政策としてどこまで定める必要があるかも含め政策的に定めるべき事項である。

一般に①の技術基準は規制上必ず決める必要がある。②を国で定めるとすれば特に重要なものは軌間(ゲージ)である。現在のウランバートル鉄道の軌間は特殊な広軌で

あるが、都市間鉄道や国際鉄道との相互乗り入れや、今後の都市鉄道ネットワーク拡大に向けて、都市鉄道の軌間を早めに政策レベルで決定する必要がある。

鉄道輸送法 8.1.1 条に従い、鉄道政策（2010年6月4日）が国会決議として策定されているが、内容は国レベルでの広域の鉄道輸送にかかるもので、都市鉄道に関しての政策は言及されてはいない。しかし、現在タスクフォースが立ち上げられ、都市鉄道に対応した法令に改正する予定であるとの情報を得ている。2013年4月現在、改正案を作成中であり、2013年春国会で議論される予定である。

2) 道路公共交通にかかる法律

道路の公共交通は、道路輸送法(1999年6月4日)により既定される。バス事業等は、この法律では、政府機関の権限（4～7条）、輸送者の権利・義務（10条）、輸送利用者・旅客の権利・義務（11条）、運賃（12条）、資格（15条）等が既定されている。

バスでは学生割引料金があり、それは教育法43.2.5条の規定に基づき設定される。学生に対して、県・首都内のタクシーを除く公共交通機関利用料の補償金を払うことになっており、その額は議会承認により決定する。これは、都市鉄道事業になっても援用される可能性があり、運賃収入に影響を及ぼすことが考えられる。

(2) 都市開発にかかる法制度

本事業において、駅前広場・地下空間開発を含む駅周辺開発などを含むかどうか、PPP事業の対象範囲が現時点では明確になっていない。しかし、本FSでは、鉄道事業のみならず都市開発モデルも検討・提示する。こうした都市開発にかかるモンゴルにおける都市開発にかかる法制度は表 2.2.1 に示す通りである。

表 2.2.1 モンゴルの都市関連主要法

法律名	概要
都市開発法	2008年制定。現在改正作業中。都市計画、都市開発全般について既定している。
都市再開発法	新規法案として現在制定作業中。ゲル地区での再開発、都市区画整理事業、現アパート地区における老朽アパートの建替え、不適格居住地区の改善事業等の再開発事業に関して既定する。
建設法	建設許可にかかる法律。
土地私有化法	2003年に制定。ウランバートルメトロ事業で私有地を取得する必要がある場合、土地取得・補償に関して既定している。
土地法	土地の占有・利用に関して既定している。現在、改正作業中。メトロ事業実施に係り占有・利用権利のある土地取得が必要な場合、取得・補償に関して既定している。

住宅法	2011年2月に改正された。改正法では、老朽アパートの建て替えにかかる条文が追加され、耐震性の低いアパートは建替えなければならない、平和通り沿いにも点在している。
土地取得・移転法	公共目的の土地収用、補償、移転に関して既定する法律で、現在、ADBの技術支援事業において作成中。駅施設、駅前広場など公共目的の施設整備にあたり土地取得・補償が必要になる可能性がある。 現在の都市開発での問題は、土地・建物など不動産評価が補償にかかる制度が十分に機能していないため、土地取得ができずに都市開発事業がなかなか進まないことが多い。
土地使用料法	土地の占有、利用にかかる料金を設定している。自己居住用の場合は控除額が大きく、アパートの場合は課税されない。従って、ウランバートルメトロ開発に伴う商業業務開発では開発利益還元がされる。
不動産税法	駅周辺開発にかかる建物に課すことで、開発利益を還元が可能となる。

出典：調査団

なお、地下開発に関しては、「4 カ年政府財政計画（2013~2016）」の中に、建設都市開発省（MCUD）が担当省として、『メトロ開発に伴う地下街開発に関する法整備及びアクションプランの策定調査』を計画している。一方、UB市も地下整備に関する基礎的な調査を市長が担当局（基本計画局）に命じており、担当行政が動き始めているところである。

2.3 ウランバートル都市圏の将来ビジョンと開発方針

2.3.1 ウランバートル市マスタープラン 2030

(1) ウランバートル市マスタープラン 2030 の概要

ウランバートル市マスタープラン 2030（UBMP2030）は、UBMPS（JICA 調査、2009年3月）の提案を受け、ウランバートル市、都市開発法に基づく法定計画として策定され、2013年2月、国会で正式に承認された。以下のその概要を示す。

1) 計画の課題

- 水源地・河川区域など環境面からの開発余地の少ないなかでの開発の必要性
- 人口増加に伴うインフラ整備が追い付かないこと
- 環境汚染
- 住宅建設計画の実現困難性

2) 計画の方針

計画の方針は以下の通りである。

- 都市計画、土地利用ゾーニングによる規制
- 一極集中の防止

- ゲル地区対策
- サマーハウスエリアの対応
- 都市インフラ整備、特に上水確保、都市交通対策

3) 将来人口フレーム

ウランバートル市のモンゴル国全体に占める人口は以下の通りで、2010年の41%から2030年には全国の半分の人口が集中することになる。

表 2.3.1 モンゴル国、ウランバートル市の将来人口

	モンゴル (000人)	ウランバートル市 (000人、%)	その他地域 (000人、%)
2010	2,781	1,131 (40.6%)	1,650 (49.4%)
2020	3,162	1,534 (48.5%)	1,628 (51.5%)
2030	3,501	1,763 (50.3%)	1,738 (49.7%)

出典：ウランバートル市統計、UBMP2030

ウランバートル市の将来人口は下表の通りで、2030年には176万人で、うち8.5万人が衛星都市に居住する計画となっている。

表 2.3.2 ウランバートル市の将来人口フレーム

都市	2010年 (UB市の統計)		将来人口予測			
	人口	世帯	2020年	%	2030年	%
1 ウランバートル市	1068.8	267.5	1519.0	88.6	1678.0	79.4
2 衛星都市	92.9	26.9	15.0	11.4	85.0	20.6
合計	1161.7	294.4	1534.0	100	1763.0	100

注：衛星都市は、学園都市 25,000人、エアポートシティ 60,000人から成る。

出典：ウランバートル市統計、UBMP2030

4) ウランバートル市マスタープラン

図 2.3.1 にウランバートル市のマスタープランの将来土地利用図を示す。市中心部は高度化を進め、西側は産業系を中心とした市街地再編、周辺ゲル地区は開発可能地（市街化区域）を設定し無秩序なゲル地区のスプロールを抑制する。トゥール川など河川沿いは水源地・環境保全区域として設定している。現空港地区周辺、最西端などにはニュータウンが計画されている。



出典：UBMP2030

図 2.3.1 ウランバートル市のマスタープラン

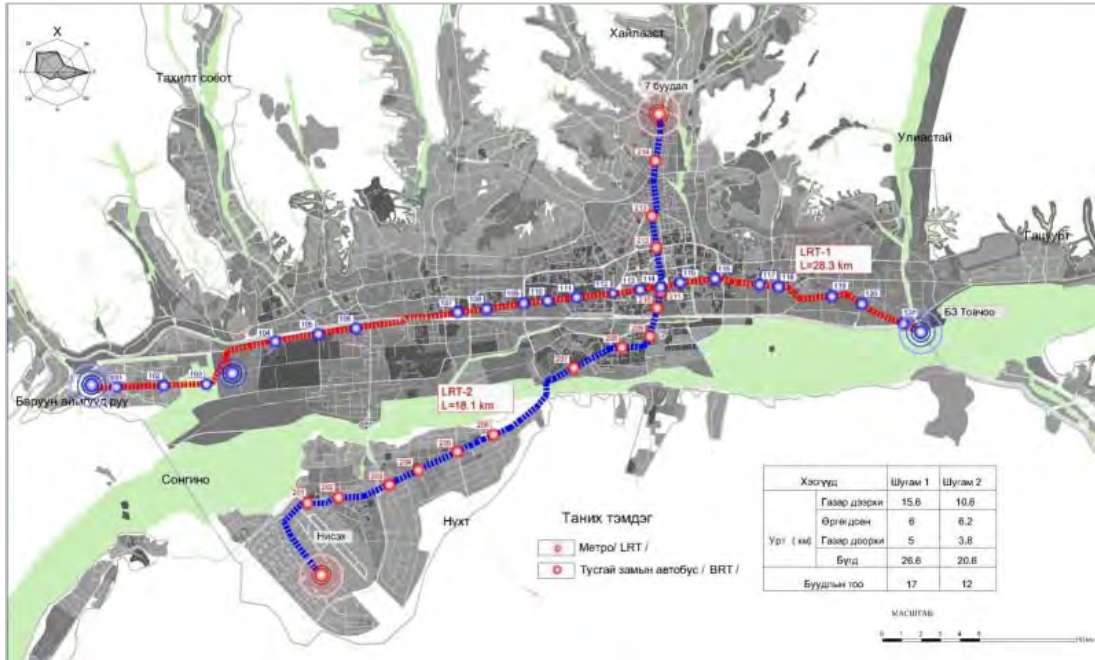
5) バス道路（BRT）、メトロ（LRT）の整備

現時点の UBMP2030 では、JICA の UBMPs、ADB の BRT、ウランバートル市の地下鉄 FS 等に基づき、表 2.3.3 および図 2.3.2 に示すような BRT、メトロ（LRT）の路線を計画している。しかし、これらの公共交通を整備するにあたり、ウランバートル市では、経済的利益、実現可能性、マイナスの結果などをさらに検討したうえで、最終的な決定をすることになっている。

表 2.3.3 BRT、メトロ(LRT)の整備

		Line 1（東西線）	Line 2（南北線）
長さ (km)	地上	15.6	10.60
	高架	6	6.2
	地下	5	3.8
	合計	26.6	20.6
駅数		17	12

出典：UBMP2030



出典：UBMP2030

図 2.3.2 ウランバートル市の BRT およびメトロ(LRT)計画

(2) センター地区計画

市内の均衡発展、雇用創出、国家サービスと社会サービス提供のために都市のサブセンターを整備する。

1) 都心整備

現在のウランバートル市の中心は、スフバートル広場と国会議事堂で構成される。ここは政治・社会・経済・行政の集中であるが、混雑などにより社会的費用が発生している。現在の国家機関と行政機関及び国立大学などの高等教育機関の一部を中心市街地から郊外部で開発するニュータウンへ移転することを長期的に構想する。都市の新しい中心部は国家行政機関の地区となる。行政機関の移転後、現在の中心部は新しいビジネス地区として整備する。

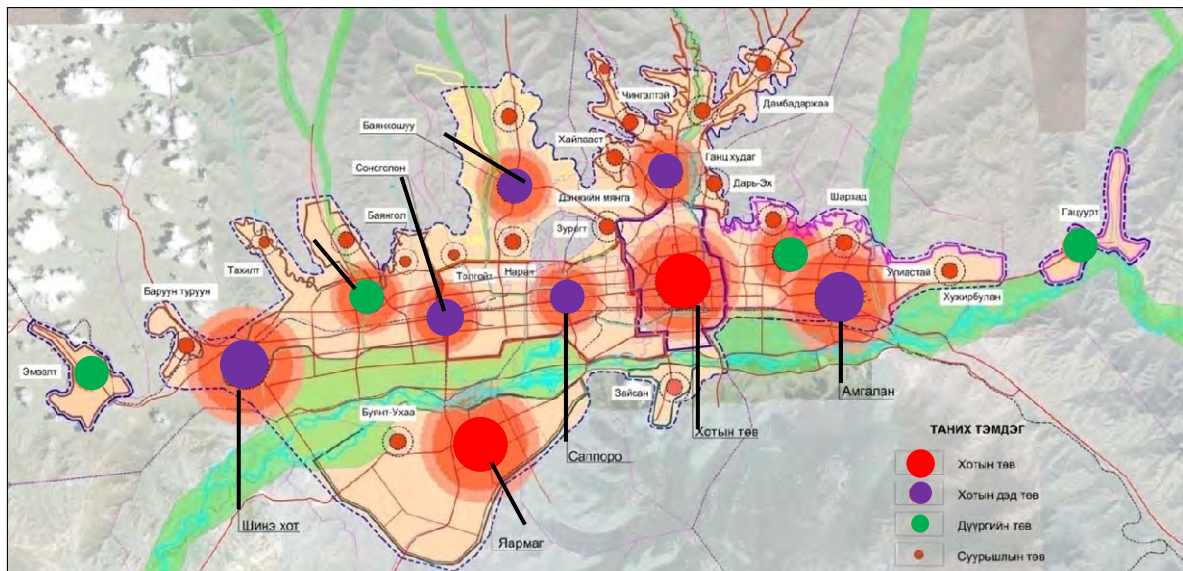
2) サブセンターとマイクロセンター計画

サブセンター

都市のサブセンターはサービス範囲として15万人から20万人にサービスを提供することができる。このようなサブセンターの目的は、市内の多くの区域に均等に社会経済を発展させ、格差をなくすことである。商業・公益施設事業に住民を取りこみ、健康・教育・文化サービスを住民に等しく提供することを重視している。サブセンターでは地方行政機関や事務所施設、商業・公益施設、文化センター、病院、ビジネス組織などが集積する。

マイクロセンター

ゲル地区のマイクロセンターは 8 千から 1 万 5 千人にサービスを提供する。地方行政のマイクロ機関、社会インフラ（学校、幼稚園、診療所）、商業・公益施設が立地するセンターとなる。



出典： UBMP2030

図 2.3.3 ウランバートル市の市街地開発計画

(3) 住宅整備計画

「新建設」プログラム（2010 年 6 月 25 日、第 36 国会決議）は、2010 年から 2016 年の間に 2 段階で行なわれる住宅整備プログラムである。そのなかで、ウランバートル市に 75,000 戸（277,500 人）の住宅を以下の 7 つの基本指針にしたがって実現することとなっている。

- ニュータウン地区の住宅：18,110 戸
- 高密度化促進のための建設：17,350 戸
- ゲル地区における住宅地区開発：21,040 戸
- 規制市街地における工場・倉庫の建替えによる住宅整備：6,600 戸
- 耐震性能不良建物と老朽化建築物の建替え：6,100 戸
- 新規賃貸住宅：2,000 戸
- リモート地区での住宅：3,800 戸

UBMP2030 では、2020 年までに上記の 75,000 戸に加え、別途 15,000 戸（55,500 人）の住宅を整備することになっている。さらに 2020 年から 2030 年までは、さらに 74,000 戸（259,000 人）の住宅を整備する計画となっている。

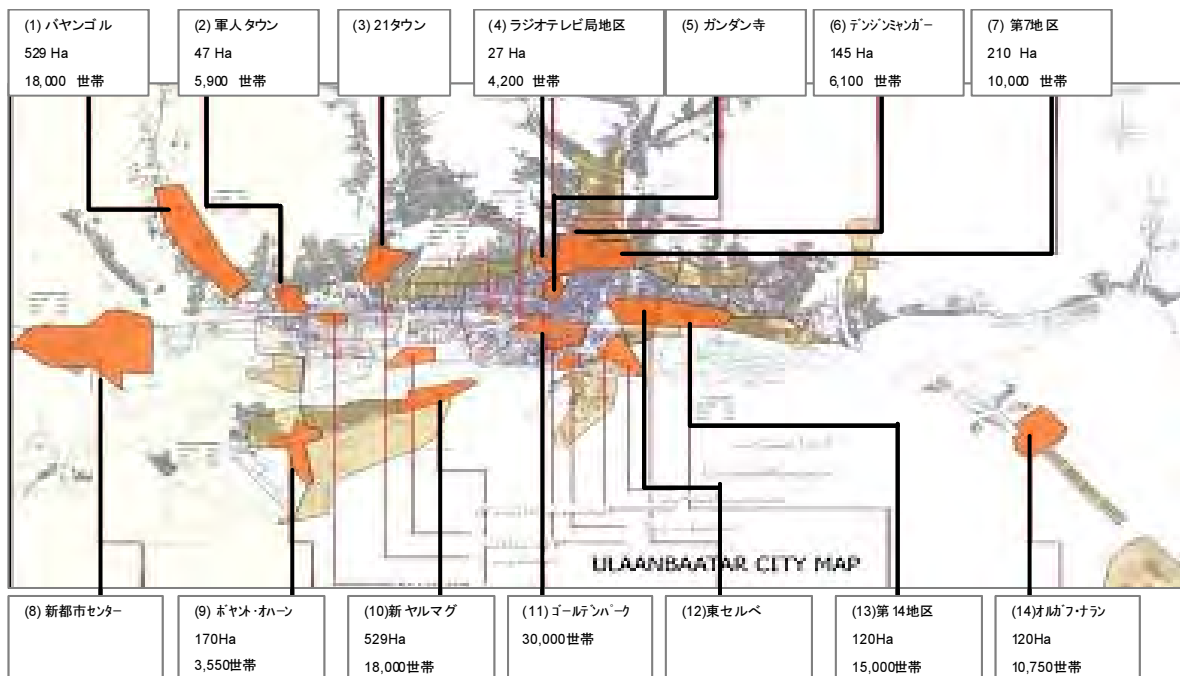
具体的な主要プロジェクトは、表 2.3.4 および図 2.3.4 に示す通りである。

表 2.3.4 「新建設」プログラムの住宅整備計画

地区名	面積 (ha)	計画世帯数	
		2020年	2030年
バヤンゴル・タウン	529	4,000	18,000
軍人タウン	47	—	5,900
21 タウン	—	—	—
モンゴルラジオ・テレビ局周辺地区	27	2,000	4,200
ガンダン寺タウン	—	—	—
デンジーン・ミヤンガ・タウン	145	1,000	6,100
第7地区	210	6,600	10,000
都市新センター	—	—	—
ボヤント・オハー・タウン	170	3,550	12,500
新ヤルماغ・タウン	4,400	—	57,040
ゴールデン・パーク・タウン等 (市街地における建設)	—	—	30,000
東セルベ・タウン	—	—	—
第14地区	120	5,000	15,000
オルガフ・ナラン	120	2,500	10,750
イレードゥイ・タウン	68	1,500	12,500

注：数値がないものは、入手した UBMP2030 資料に情報がなかったもの。

出典：UBMP2030



出典：UBMP2030

図 2.3.4 ウランバートル市の市街地開発計画主要プロジェクト位置図

2.3.2 ウランバートル市の将来人口フレーム

(1) UBMP2030 の人口フレーム

ウランバートル市の将来フレームは、UBMP2030 で検討されている 2030 年に 176.3 万人とする。都心過密対策として、衛星都市の建設を促進し 36.3 万人を収容し、ウランバートル市街地に人口 140 万人を想定するという考え方となっている。

表 2.3.5 将来フレーム案

	面積			人口		
	合計	市街化区域 (ha)	可住地 (ha)	2010	2020	2030
市街地(都心6区)	32,668	30,193	19,066	1,068,800	1,359,000	1,400,000
その他	-	-	-	92,900	175,000	363,000
合計	-	-	-	1,161,700	1,534,000	1,763,000

注：その他*リモート区の Nalaikh、Baganuur、Baganuur、衛星都市の学園都市、Airport City

出典：UBMP2030

上記の市街化区域の 30,193ha から緑地、河川などの非可住地を除くと、可住地は 19,066ha であり、可住地面積当たり人口密度を見ると、2010 年 56.0 人/ha、2020 年 71.3 人/ha、2030 年では、73.4 人/ha となる。2.1.1 (1)人口動態で見たように、2011 年時点で、都心 6 区の人口密度は、アパート地区は高密度（183 人/ha）で、ゲル地区は低密度(26 人/ha)となっている。将来の人口密度も中心アパート地区の密度は高く、ゲル地区は低いものと予想される。

表 2.3.6 市街化区域の可住地面積当たり人口密度

	2010	2020	2030
人口密度 (人/ha)	56.0	71.3	73.4

出典：UBMP2030 に基づき調査団

ウランバートル市の将来都市像として、環境都市（エコタウン）やコンパクトな都市を目指すのであれば、市街地が無秩序に拡大するのではなく、中心市街地を中心に人口密度は高度化していくことが望まれる。メトロの整備により、交通利便性が高い駅周辺地域への人口集積が進むことから、コンパクトな環境都市の形成を図ることができる。

(2) 本調査で採用する人口フレーム

上記は UBMP2030 で示された人口フレームであるが、都市化を経年的に展望すると、以下の状況が予測されることから、本調査では、UBMP2030 の人口フレームをベースとし

つつも、都心6区の人口フレームとして以下を採用する。

- 2020年までは、ウランバートル市街地への人口流入抑制のための政策効果が現実的に現れてこないであろうから、これまでの人口集中傾向が継続する可能性が高いであろう。したがって、本調査では、2020年のウランバートル市街地部（6区）の人口は140万人に達すると想定する。
- 2030年には、UBMP2030が目指す衛星都市の形成を政策的に進めるケースと、ウランバートル市街地（6区）に人口が、その速度は落としながらも依然集積していくケースが考えられる。本調査では、後者を想定し、2030年にウランバートル市街地（6区）人口は176万人と想定する。

2.4 ウランバートル市の総合交通体系の提案

2.4.1 ウランバートル市の交通の現状と問題

(1) 現況の交通需要

ウランバートル市の交通状況は、歩行を除いて約210万トリップ/日、歩行を含めると310万トリップ/日である。機関分担別にみると、自家用車28.6%、公共交通38.2%、徒歩33.2%となっており、これを2007年（UBMPSデータ）と比較すると、自家用車と徒歩の割合が増え、公共交通の割合が減っている（2007年時点で42.6%）。

人口増加の速度に比べて、車両保有台数は急激に増えており、過去3年間（2007-2010年）では、人口増加が1.1倍に対し、登録車両台数は1.8倍、1,000人あたり車両保有台数は1.3倍となっている。尚、一日当たりの交通コストは約1,870,000US\$と推計される。

表 2.4.1 ウランバートル市の現況交通需要(2011年予測値)

		私的交通	公共交通	合計
交通需要（日）	トリップ数（000）	889	1,189	2,079
	人・キロ（000）	7,474	7,870	13,724
	人・時間（000）	-	-	1,098
	乗用車換算台数（PCU）・キロ（000）	-	-	5,036
	平均トリップ長（km）	8.4	6.6	7.4
道路キャパシティ（PCU・キロ）（000）		-	-	12,296
交通コスト （US\$000/日）	車両運転コスト（VOC）	-	-	1,205
	走行時間費用（TTC）	-	-	665
	合計	-	-	1,870

出典：調査団

注）PCU=Passenger Car Unit（乗用車換算台数）。異なる車種の交通量を乗用車台数に換算することで、様々な地点での交通量を同じベースで比較するための係数（例えばトラックには通常2.0-2.5を用いる）。道路容量がPCU単位で示されているので需給ギャップを分析することが可能となる。

表 2.4.2 ウランバートル市の登録車両台数

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	増加率 (%/年)
人口	965,300	994,300	1,031,200	1,067,500	1,106,719	1,161,785	3.8%
登録車両台数	73,740	79,135	92,706	106,848	131,447	167,809	17.9%
1000人あたり車両保有台数	76	80	90	100	119	144	13.6%

出典：ウランバートル市統計

(2) 公共交通（バス）の現状

ウランバートル市におけるバスの運行は、都市部では主要幹線道路を走る一般バス、トロリーバス、ゲル地区にサービスするミニバスの3車種がある。

現在運営されているバスルートは、トロリーバス3ルート、一般バス77ルート、ミニバスが33ルートで実施されている。うち、公営は26ルート、民間の一般バスは54ルート、ミニバスは33ルートとなっている。バスルートの延長は、24～25km、遠距離ルートで53kmとなっている。走行速度は、18km～20km/h となっている。運転間隔は、15分未満で、遠距離路線は20分となっている。バスルートの現況を図2.4.1に示す。

一日当たりの運行回数は約9000回で、公営バスが26%、民間一般バスが49%、ミニバスが25%を占めている（図2.4.2）。



出典：調査団

図 2.4.1 現況バスルート（2012年）

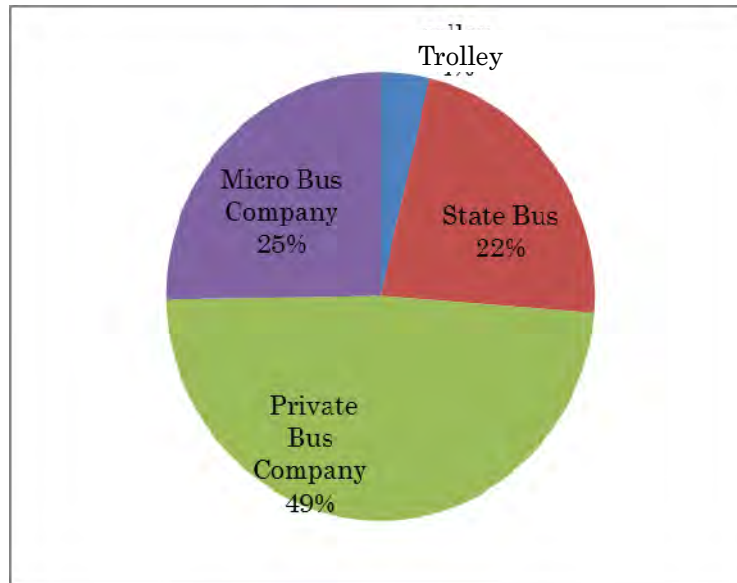


図 2.4.2 バスの1日当たり運行回数

表 2.4.3 バスの種類別平日運行状況(2012年)

バス路線			運行計画			平日運行実績		
バス種類	路線数	延長(km)	周遊時間	時速(km/h)	運行間隔(分)	運行時間/日	トリップ数/日	
公営	トロリーバス	3	57.3	1:31	12.7	8.7	494:10	333.0
	バス	23	640.8	1:28	19.0	15.0	2952:25	2,029.0
	公営バス 小計 (A)	26	698.1	1:29	18.1	15.0	3446:35	2,362.0
民営	民間バス 小計 (B)	54	2,178.6	1:51	25.8	22.4	7604:19	4,373.5
一般・トロリーバス	計 (C)	80	2,876.7	1:44	20.7	20.0	11050:54	6,735.5
	ミニバス 小計 (D)	33	942.1	1:20	21.4	16.2	2974:59	2,276.0
	バス 合計 (C+D)	113	3,818.8	1:37	20.9	18.9	14025:53	9,011.5

出典: ウランバートル市交通局

(3) ウランバートル市の公共交通とバス運賃補助政策

前述の通り、公共交通手段はバスが中心で、都市部では主要幹線道路を走る一般バス(料金 400Tg 均一)、トロリーバス(200Tg 均一)、ミニバス(料金は距離制でバスより高い)の3車種が走行している。

学生には学生割引(6か月間で9,000Tg)、高齢者(男性60歳以上、女性55歳以上)、年金生活者、身障者、警察官、退役軍人等の利用は無料となっており、2010年のUB市

公共交通局（2012年12月以降は交通局）のバス利用者調査によると、これら定額運賃支払いの必要の無い、割引対象者（学生、高齢者、年金生活者、身障者、退役軍人等）の利用が、ほぼ半数を占めている。

無料運賃設定（現在の対象者は学生、身障者、高齢者、年金受給者、警察官、軍人）の根拠となる法律は対象者に応じて、教育法、社会保護法、警察法などがある。運賃の補助対象となるのは一般バスとトロリーバスで、ミニバスは対象となっていない。

料金設定は教育・福祉政策の一環として設定しており、過去に何度も見直しを行っているが、その経緯は下記である。

- 2003年に、無料運賃対象の年金受給者に対し、支給する年金にバス利用額を追加し、自己責任でバス利用運賃を支払うよう、国が命令を出したが、財務省に反対デモが来てしまい、実現しなかった。
- 2009年、2010年のUB市全体の予算のうち、バス無料運賃補てんのための補助金がそれぞれ20%、50%以上を占めた。2009年に学生のバス運賃は大人の半額だったが、2010年に無料としたため。
- 2011年、2012年にはこの補助金を、補助政策を行う各省（教育省や警察省など）の予算に含めることになった。各バス会社への補助金の配分額については、これまでと変わらず、バス会社の運航月報に基づき、UB市交通局が決定している。

現在の補助金額は、バス会社の運行情報として、路線、バス台数、運行回数/日、運行時間などから、運行距離に応じて決めている。乗降客数は分からないが、高齢者の7割、学生の6割（16万人のうち9万6千人）がバスを利用するという統計局のデータをもとに予算を計上し、バス運行状況に応じて交通局がバス会社に予算を配分している。

これまでの運賃補助政策は行き過ぎと考えていることから、バス運賃の補助政策については見直しを検討しているが、政治的要素もあり料金見直しは容易ではないとのことである。

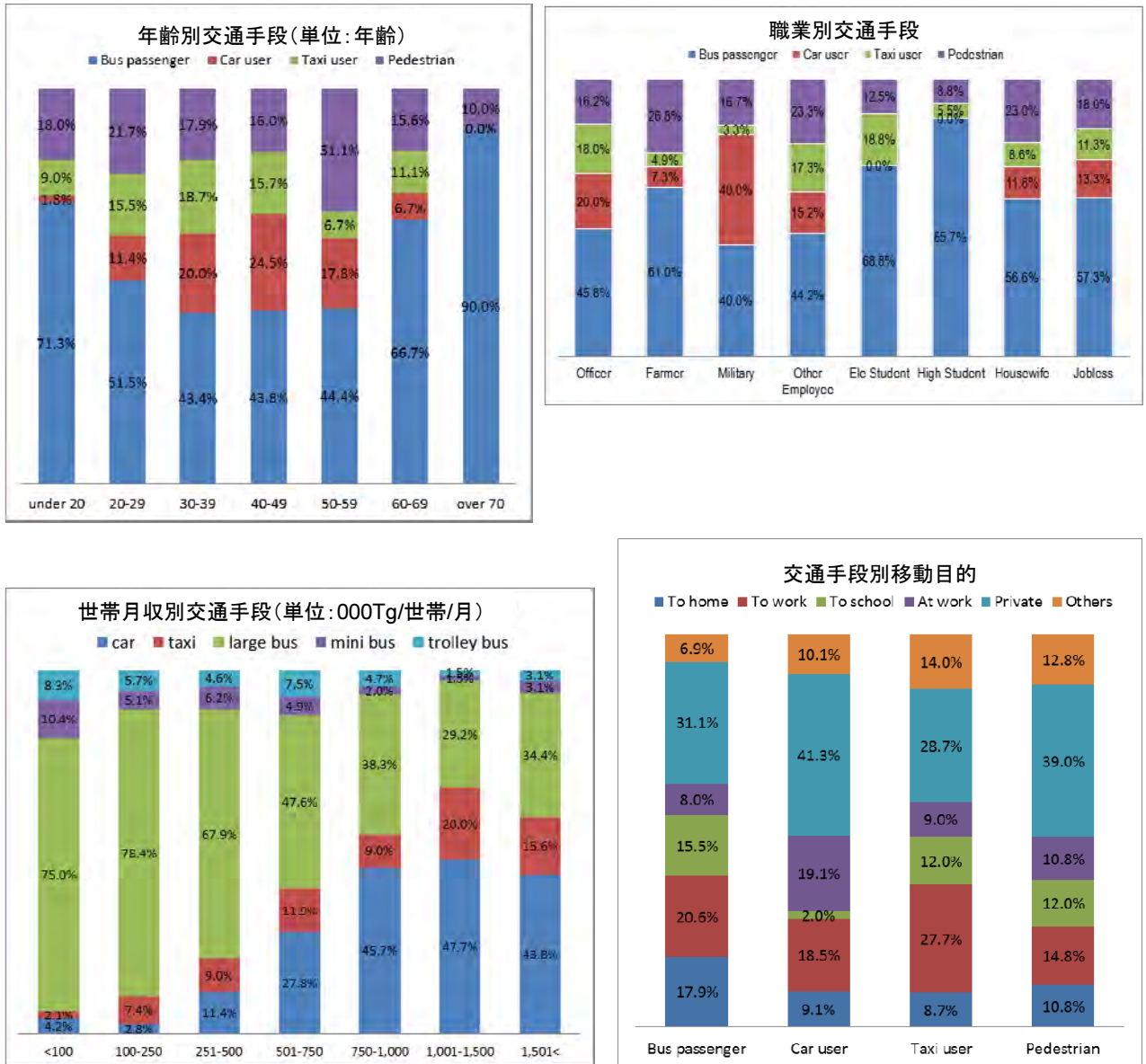
(4) 交通利用者・歩行者調査の結果

2011年11月に本調査で実施した交通利用者・歩行者調査（バス利用者1,000、自動車300、タクシー300、歩行者400の計2,000サンプル）によると、20歳以下の若年層及び60歳以上の市民が特にバスを多く利用しており、職業別にみるとバスを多く利用しているのは学生、主婦、失業者である。

世帯収入別にみると、500,000Tg/月以下の8割以上が利用している。UB市の世帯平均収入は約700,000Tg/世帯/月、貧困ラインは約120,000Tg/世帯/月と言われていることから、低中所得者の多くはバスを利用し、平均収入以上の世帯になると自動車利用に転換していることが明らかである。

これらの調査結果から、ウランバートル市交通局の方針である低・中層階級に対する公

公共交通利用促進のためのバス運賃の設定（2012年末で400Tg）、また通学割引制度の効果が強く表れているといえる。



出典：交通利用者・歩行者調査、2011年11月調査団実施

図 2.4.3 交通利用者・歩行者の属性(年齢、職業、世帯収入、移動目的)

(5) 市民のメトロへの期待

同じく公共交通利用者調査で、メトロへの期待と支払い意志について質問した結果、メトロプロジェクトへの期待として、「強く支持する」「支持する」が約95%を占めた。また利用頻度については「毎日使いたい」が約50%であった。

メトロへの支払い意志金額について、現在の世帯収入別に分析すると、低所得（～

750,000Tg/世帯) では平均 500Tg (バスの 1.2 倍)、中所得では (750,000Tg~2,000,000Tg/世帯) では平均 600Tg (バスの 1.5 倍) となった。

現在の利用目的別に分析すると、通勤目的で平均 570Tg (バスの 1.4 倍)、通学目的で平均 500Tg (バスの 1.2 倍) となった。現在は通学割引定期券を使って格安でバス利用をしている学生の間でも、メトロでは1回の利用に付き 500tg の支払い意志があることから、通勤・通学ともに、比較的支払い意志が高いと考えられる。すなわち、現在はバスに限られる公共交通モードだが、近代的かつ利便性の高い交通システムに対する利用意向は非常に高く、中所得者及び通勤利用者を中心に潜在的な支払い意志が高いことがこのインタビュー調査から明らかとなった。

メトロ導入にあたっては、バスとメトロの運賃設定の調整、学生や高齢者等への割引制度の適用の必要性の有無、低所得者層への対応などについても十分な検討が必要である。

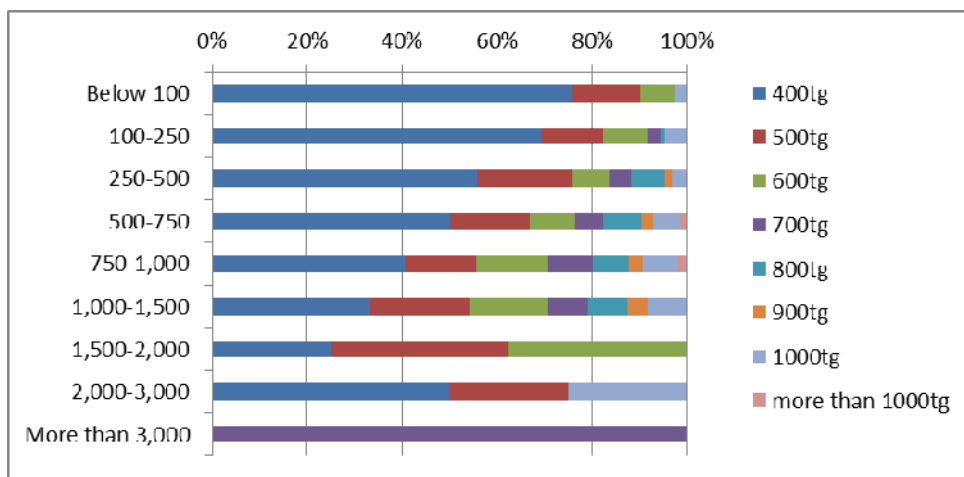
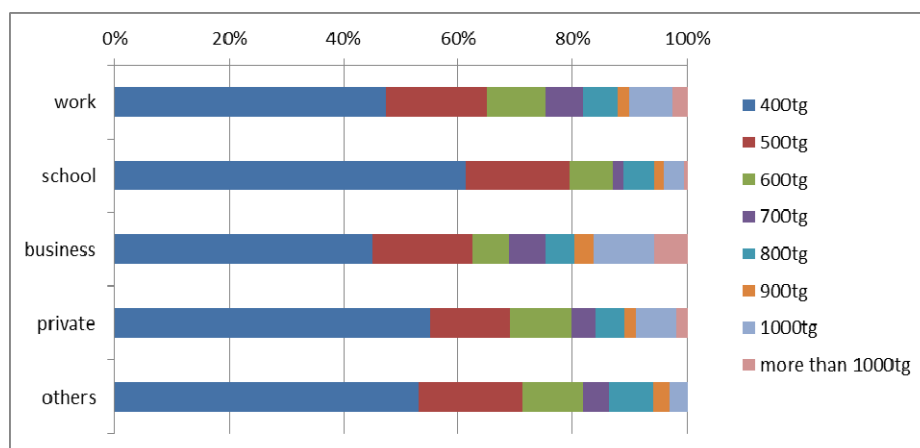


図 2.4.4 世帯収入別(Tg/月・世帯)のメトロ支払い意志金額



出典：公共交通利用者調査、2011年11月調査団実施

図 2.4.5 利用目的別のメトロ支払い意志金額

(6) 道路交通状況

現況の交通状況を見ると、交通需要予測システム（STRADA）によるシミュレーションによると、目立った渋滞はみられず、混雑度は0.41にとどまっている。しかし実際には都心部や都心に向かう幹線道路で渋滞が多くみられる。

UB市の現在の交通混雑を引き起こしている主な要因は、道路の整備不足よりも、劣悪な運転マナー、不適切な信号制御、路上駐車などによる、道路空間の不適切な利用や非効率な交通管理のために、道路交通容量が十分に活用されていないことがあげられる。2007年以降、自家用車の増加に伴い交通需要が急増している一方、道路整備は追い付かず、交通管理については交通管理センター整備、信号設置、交通警察による誘導など様々な対策がされているが、十分かつ適切に機能していないことが課題である。

そのため短期的には、適切な道路運用と交通管理を行うことで、交通容量の増加と、道路整備に対する効率的な投資が可能と考えられる。



出典：調査団

図 2.4.6 現況交通状況 (2011 年)

2.4.2 Baseline Scenario 分析

(1) 将来交通需要

現況の道路ネットワークのまま、2030年まで何も整備されない場合をベースライン (Do Nothing) として、将来どのような交通状況になるかを明らかにする。Do Nothing ケース

では、既設道路は、その設計容量に見合う交通を処理する、すなわち論理的には道路利用が最大限となることが前提となるため、道路空間が適切に利用され、交通管理が適切に行われていることが条件となる。

表 2.3.5 で示した将来人口フレーム案に沿ったホロ別の人口配分に基づくと、トリップ数は 2011 年から 2030 年にかけて 2 倍近くに増加し、交通需要（人・キロ）は 3.1 倍となることが予想される。人口増加の速度（2030 年に現況の 1.4 倍）に比べて交通需要が急増するのは、都市の拡大、加えて自家用車の増加などにより平均移動距離が増えるためと考えられる。

自家用車交通量の増加は、道路交通にとって一層の負荷となり、特に平和通りやチンギス通りなどの主要コリドー沿いの道路容量が絶対的に不足する。

表 2.4.4 将来交通需要

	トリップ数 (000)			増加率 (%/年)		
	2011 (予測値)	2020	2030	2007- 2011	2011- 2020	2020- 2030
私的交通	889	1,684	2,263	-0.6	7.3	3.0
公共交通	119	1,519	1,996	-4.8	2.8	2.8
徒歩	103	1,348	2,087	0.0	3.0	4.5
合計	2,078	4,551	6,346	-2.1	4.3	3.4

出典：調査団



出典：調査団

図 2.4.7 将来交通状況(ベースラインケース、2030 年)

(2) 道路ネットワークの評価

交通コストは 2030 年には現在の 14.1 倍にも膨れ上がり、走行時間費用 (TTC) が 3 分の 2 を占めるなど、渋滞による時間価値の損失が深刻化する。

主要コリドーの断面交通量をみると、平和通りについては 1 日当たり約 70 万人 (PCU 換算で約 20 万台) が移動していることが分かる。都心部では他の道路ネットワークがあることからそれほどの混雑はみられないが、都心部に流入する区間での混雑度が 2.6-3.0 と高くなっている。南北方向についても、チンギス通りでは 1 日当たり約 60 万人 (PCU 換算で約 17 万台) となっており、混雑度 (V/C) は 5.0 と極めて高い。

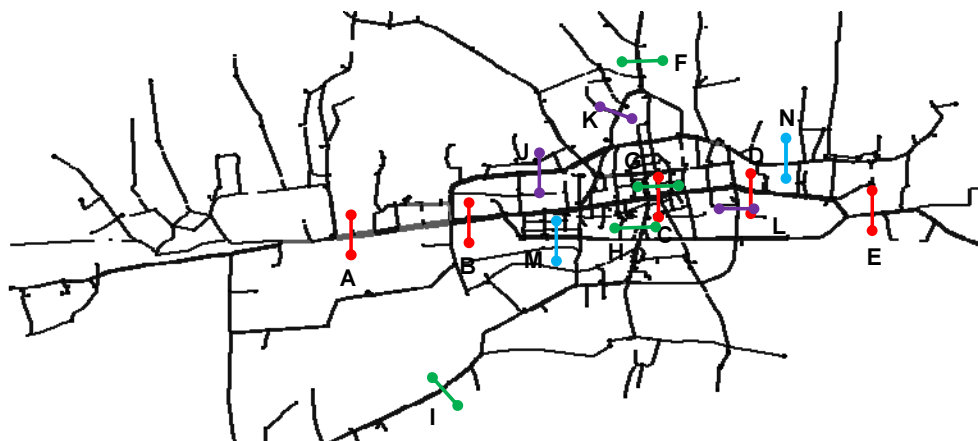
交通容量が絶対的に不足していることから、交通インフラとサービスの拡大が不可欠であり、マストラの導入と道路交通のコントロールは喫緊の課題と言える。

表 2.4.5 交通需要及び全体ネットワークのパフォーマンス(ベースラインケース)

		2010	2020	2030	Change 2030/10	
交通需要（日）	トリップ数（000）	2,079	3,203	4,259	2.0	
	人・キロ（000）	13,724	34,120	46,913	3.4	
	人・時間（000）	1,098	7,589	11,203	10.2	
	PCU・キロ（000）	5,036	13,533	18,310	3.6	
	平均トリップ長（km）	7.4	10.9	11.2	1.5	
道路キャパシティ（PCU・キロ）（000）		12,296	12,296	12,296	0.0%	
交通パフォーマンス	平均混雑度（V/C 比） ¹⁾	0.41	1.10	1.49	3.6	
	平均速度（km/h）	12.7	4.5	4.2	0.3	
	混雑区間： km (%) ¹⁾	V/C ≥ 1.5	0.0	16.5	28.3	-
		1.2 ≤ V/C < 1.5	0.7	10.8	9.9	-
		1.0 ≤ V/C < 1.2	0.9	13.9	9.6	-
V/C < 1.0		98.4	58.7	52.1	-	
交通コスト (US\$000/日)	VOC	1,205	6,078	8,717	7.2	
	TTC	665	9,169	17,789	26.8	
	合計	1,870	15,247	26,506	14.2	
排出量 (000 ton/年)	窒素酸化物（NOx）	5	19	26	5.2	
	二酸化炭素（CO ₂ ）	591	2,665	3,822	6.5	

出典：調査団

1) 混雑度には、道路容量に対する交通量の比である V/C (Volume/ Capacity)を用いる。V/C ≥ 1.5 は交通がマヒする状態、1.2 ≤ V/C < 1.5 はかなり混雑している状態、1.0 ≤ V/C < 1.2 は多少混雑している状態、V/C < 1.0 は比較的すいている状態。



出典：調査団

図 2.4.8 主要道路断面交通量の地点

表 2.4.6 主要道路断面交通量予測(ベースラインケース、2030 年)

公共交通回廊		交通量 (人/日)			交通量 (PCU/日)			道路容量 (PCU/日)	パフォーマンス	
		私的交通	バス	合計	私的交通	バス	合計		混雑度 (V/C 比)	平均速度 (km/h)
名称	断面									
東西 メトロ 回廊	A	248,032	384,034	632,066	248,032	38,146	286,178	72,900	3.9	4.5
	B	207,973	349,101	557,074	207,973	31,132	239,105	78,975	3.0	4.5
	C	93,986	216,863	310,849	93,986	13,516	107,502	74,250	1.5	4.5
	D	196,753	213,292	410,045	196,753	15,425	212,178	82,013	2.6	4.5
	E	139,269	214,890	354,159	139,269	20,644	159,913	54,675	2.9	4.0
南北 BRT1 回廊	F	139,170	204,207	343,377	139,170	19,241	158,411	60,750	2.6	4.0
	G	46,208	29,307	75,515	46,208	3,284	49,492	60,750	0.8	12.6
	H	65,678	204,252	269,930	65,678	15,353	81,031	42,525	1.9	4.0
	I	144,669	235,087	379,756	144,669	28,543	173,212	34,650	5.0	4.0
東西 BRT2 回廊	J	88,055	122,088	210,143	88,055	10,426	98,481	87,750	1.1	4.5
	K	92,955	156,930	249,885	92,955	12,307	105,262	48,600	2.2	4.0
	L	56,520	136,260	192,780	56,520	15,575	72,095	54,000	1.3	4.0
東西 BRT3 回廊	M	59,275	86,091	145,366	59,275	10,252	69,527	60,750	1.1	4.9
	N	40,051	94,986	135,037	40,051	11,402	51,453	34,650	1.5	4.0

出典：調査団

2.4.3 Do Maximum Scenario 分析

(1) 都市構造と一体化した交通ネットワークの検討

交通需要管理には 2 つの基本的なアプローチがある。すなわち ① 土地利用／空間構造を、よりコンパクトで多核的な市街地形成とする、② 効率的な交通ネットワーク整備と交通管理を推進する。

現況の都市形態をみると、単一の都心部を中心としたコンパクトな中心市街地が形成されているが、ゲル地区は拡大し、都市の外縁部は低密度で非効率な土地利用となっている。

都市の将来シナリオとして、① 市街地拡大シナリオ（スプロールが続き、郊外や衛星都市開発が統合されていない状態）、② コンパクト市街地シナリオ（既成市街地の高密化が続き、ゲル地区が縮小する状態）、の 2 つの方向性が考えられる。

ウランバートル市が策定した UBMP2030 では、このうちコンパクトシナリオをベースと

しつつ、サブセンター整備による多核かつコンパクトな都心部と郊外部拡大のコントロール、主要交通コリドーに沿った一体的なサブセンター形成を目指すこととしている。

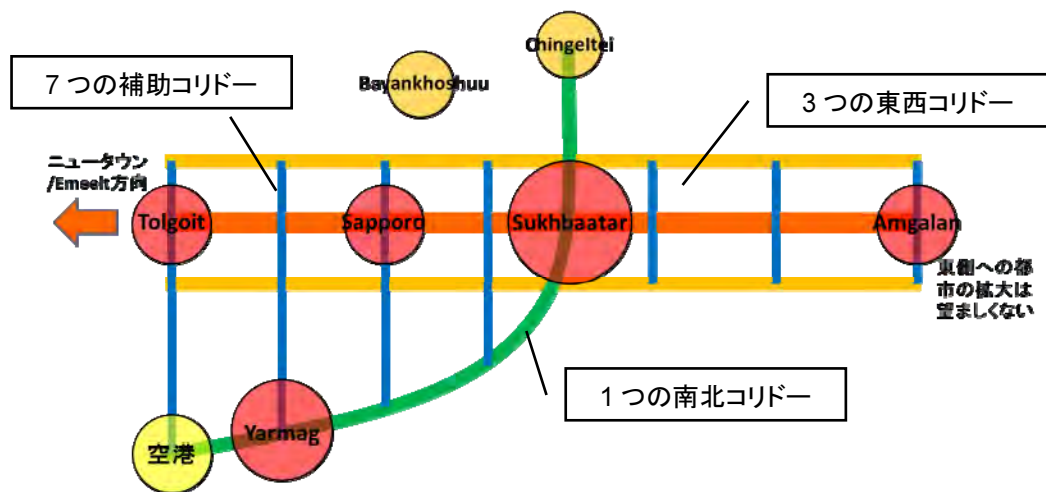
将来の総合交通ネットワークは、UBMP2030 で示された都市開発シナリオを受けて提案することとする。

(2) 交通ネットワークの基本構造

将来の都市空間構造と一体となった交通ネットワークの提案として、インフラ整備とサービス改善の2つの点から提案する。

インフラ整備：イ) 平和通りの都心（スフバートル）とサブセンター（トルゴイト、サッポロ、アムガラン）を結ぶ3つの東西コリドー、ロ) Yarmag 新都心を結ぶ1つの南北コリドー、ハ) 東西と南北のコリドーをつなぐ7つの補助コリドー

サービス改善：イ) 競争力のある公共交通（マストラ）の整備、ロ) 自家用車利用のコントロール、ハ) 非動力交通（徒歩、自転車等）の利用促進に向けた環境整備



出典：調査団

図 2.4.9 都市空間構造と一体となった総合交通ネットワークの提案

(3) 2030年の計画交通ネットワーク

Do Max シナリオでは、「主要道路体系、UB メトロ、BRT3 路線が整備済み」という条件として、道路体系と公共施設を以下の様に想定した。

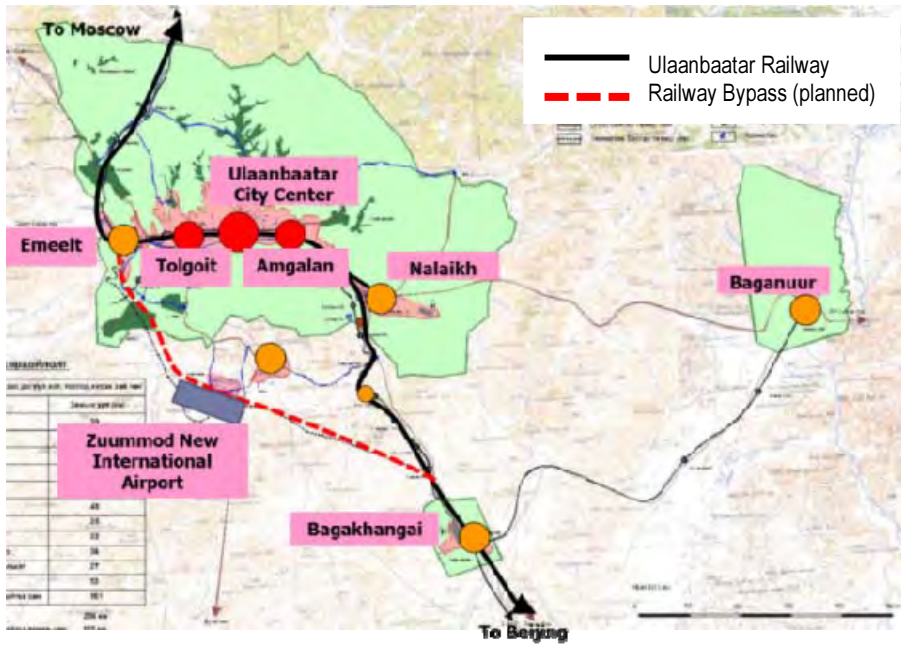
道路体系：Do Max シナリオは、UBMP2030 で提案されている主要道路が整備済みであることを前提とする。

公共交通：バスに加えて主要コリドーでのマストラ整備を推進する。イ) 東西方向での都市のバックボーンである平和通りでのメトロ整備、ロ) 南北コリドー及び補助コリドーの BRT 整備、ハ) フィーダーサービスとしてのバス路線再編（平和通りでメトロと重複するバス路線及びトロリーバスからマストラへの転換）

なお、ウランバートル鉄道及び高速道路については、下記のように扱った。

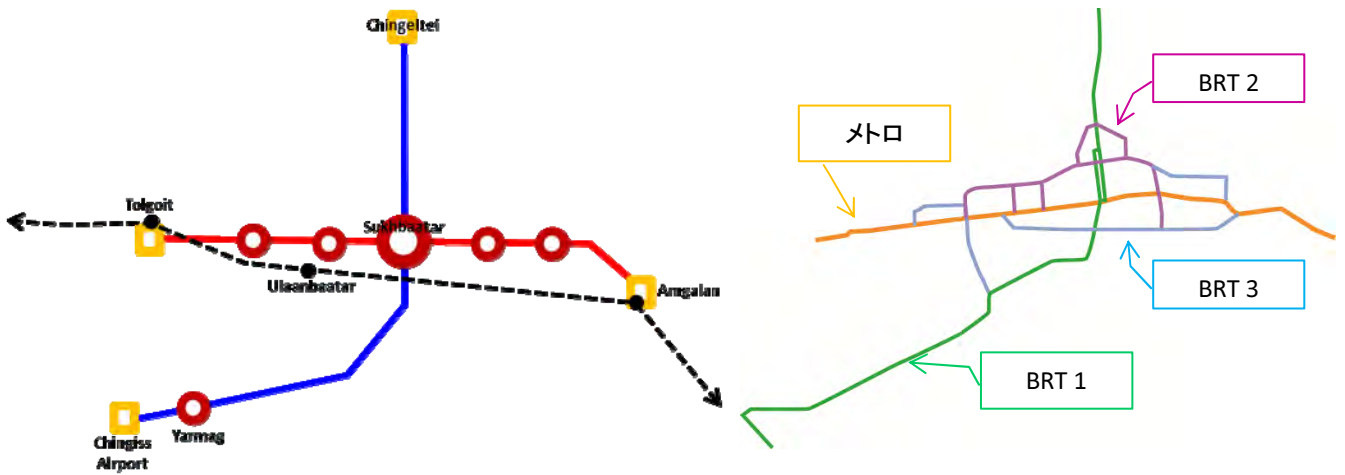
ウランバートル鉄道：貨物鉄道バイパスの整備後の役割として、次の通り提案する。イ) アムガラン駅及びトルゴイト駅における都市間旅客サービスと都市サービスの結節、ロ) 郊外旅客サービスの運行、ハ) 平和通りから離れていることから、都市内サービスとしての利用には適さない。なお、ウランバートル鉄道の線形で都市鉄道を整備した場合の交通需要予測を行った結果、2020年に188,000人/日、2030年に318,000人/日となり、平和通り線形に比べて約6割に留まることが明らかとなった。

高速道路：平和通り南側の高速道路の路線設定には2つの代替案が挙げられる。①西側工業地帯～ウランバートル鉄道沿線～アムガラン駅（本調査での提案ネットワーク位置）：平和通りと近接して並行することで、平和通りの通過交通を適切に分散することが可能である。一方で、ウランバートル鉄道沿線や東側のアパート開発地区での高速道路整備用地の確保などには調整が必要である。②トゥール川沿道～アムガラン駅：トゥール川の堤防道路としての機能も併せて期待できる。一方、水源・環境保全の観点から、その計画や建設には十分な環境配慮が必要となる。本調査では、環境保全及び利便性（市街地に近い）の点から、①の線形が望ましいと判断し、①の場合の「Do Max シナリオ＋高速道路あり」ケースについても検討を行った。なお、2013年2月に承認されたUBMP2030では①の線形で計画されている。



出典：調査団

図 2.4.10 鉄道バイパス計画とウランバートル鉄道の結節



出典：調査団

図 2.4.11 幹線マストラとウランバートル鉄道の結節

図 2.4.12 マストラ(メトロ・BRT)の基本構造

(4) バスルートの再編

メトロ整備により、バスの役割は基幹交通ではなく、ゲル地区から平和通りのメトロ駅

をつなぐフィーダーサービスとして機能することが望まれる。メトロ導入にあたり、バス路線再編計画として、平和通りでメトロと重複するバス路線の再編及びトロリーバスからマストラへの転換を行う必要がある。

詳細は各路線の需要や運行状況を踏まえた上で、バス運行計画との調整が必要であるが、メトロの将来需要予測にあたり、下記の通りバスルートの再編を提案する。

- i) 平和通りと重複するため、全線削除したバス路線：M1, M22, M27, M32, M35, M37, M41, T02, T04, T05, T06, Sub Urban Line to Nalaikh, Nairamdal
- ii) メトロと重複する区間のみ削除し、メトロ駅までのフィーダーサービスを残したバス路線：M4, M5, M6, M13, M17, M23, M24, M26, M39, M42, SR17, SR35, Sub Urban >> Line to Nalaikh, Hurjirbulan, Gordox, Terelj



図 2.4.13 現況のバスルートネットワーク



図 2.4.14 メトロ開業後のバスルート再編ネットワーク(提案)

(5) 将来交通需要と道路ネットワークのパフォーマンス

Do Max シナリオで、提案された総合交通ネットワーク整備のプロジェクト（UBMP の道路体系、UB メトロ 1 路線、BRT3 路線）がすべて実現した時の交通状況を明らかにする。図 2.4.15 では、計画道路を含む主要道路での混雑率の予測を、また、図 2.4.16 ではさらに高速道路が整備された場合の混雑率を示している。さらに、Do Max シナリオにおけるネットワーク全体の交通パフォーマンスの状況は表 2.4.7 に総括した。

このパフォーマンス総括表から明らかな様に、高速道路の有無の違いは、全体ネットワークの平均混雑度（V/C 比）の違いに表れている。すなわち、「高速道路有り」の場合は 0.74 で「高速道路無し」の 0.8 に比べて大きな改善効果が期待される。こうしたパフォーマンスの改善が、都市全体の交通コストの節約として現れてくる。すなわち、「高速道路無し」の場合は約 22.8 百万 US\$/日に対して、「高速道路有り」では約 20.4 百万 US\$/日と 10%以上の節約効果が期待できる。

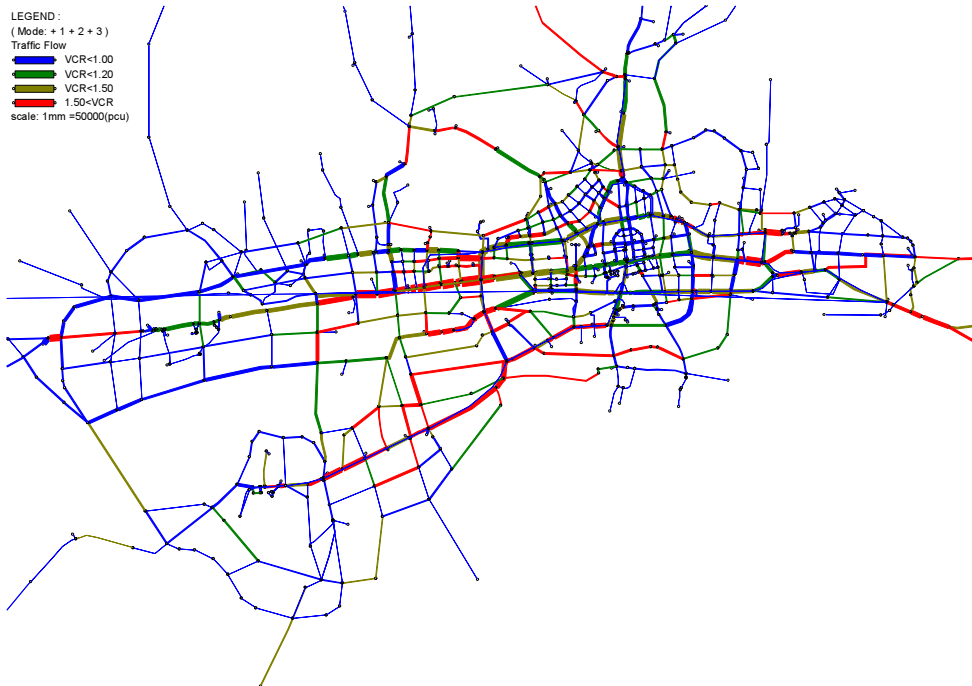
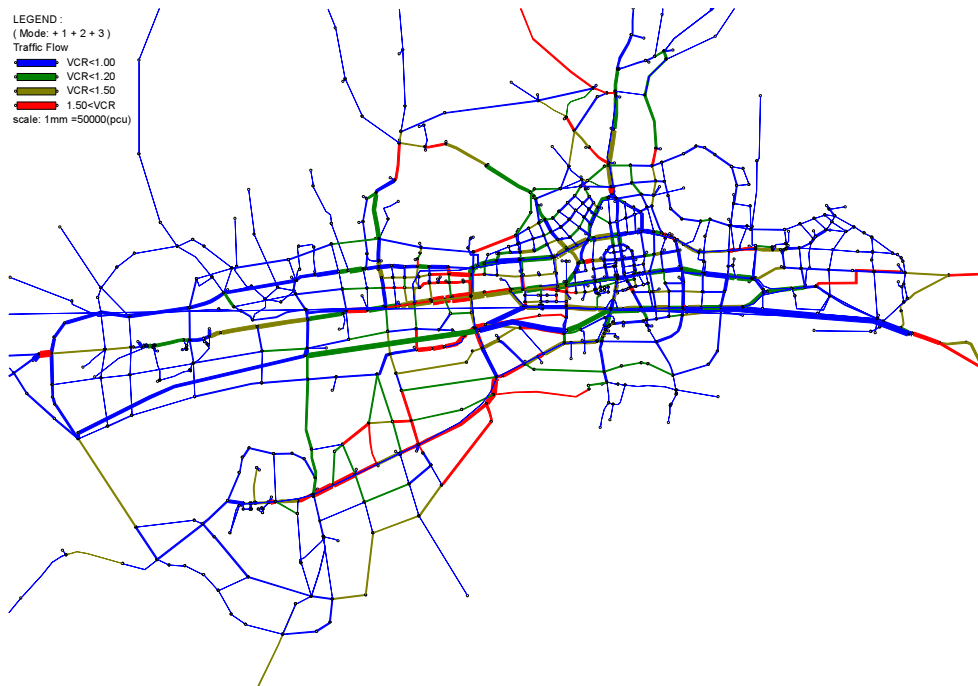


図 2.4.15 将来交通状況(Do Max シナリオ、2030 年)



出典：調査団

図 2.4.16 将来交通状況(Do Max シナリオ+高速道路ありケース、2030 年)

表 2.4.7 交通需要と全体ネットワークのパフォーマンス(Do Max シナリオ)

		2010	Do Max (高速なし)		Do Max (高速あり)		
			2030	2030/10	2030	2030/10	
交通需要 (日)	トリップ数 (000)	2,079	4,259	2.0	4,259	2.0	
	人・キロ (000)	13,724	47,416	3.5	47,266	3.4	
	人・時間 (000)	1,098	9,024	8.2	8,087	7.4	
	PCU・キロ (000)	5,036	18,855	3.7	18,805	3.7	
道路キャパシティ (PCU・キロ)		12,296	23,108	1.9	25,413	2.1	
交通パフォーマンス	平均 V/C 比 ¹⁾	0.41	0.82	2.0	0.74	1.8	
	平均速度 (km/h)	12.7	5.0	0.4	5.8	0.5	
	混雑区 間 : km (%) ¹⁾	V/C \geq 1.5	0.0	10.3	-	6.6	-
		1.2 \leq V/C<1.5	0.7	10.2	-	8.4	-
		1.0 \leq V/C<1.2	0.9	9.8	-	9.5	-
V/C<1.0		98.4	69.7	-	75.4	-	
交通コスト (US\$000/日)	VOC	1,205	7,924	6.6	7,257	6.0	
	TTC	665	14,881	22.4	13,106	19.7	
	合計	1,870	22,806	12.2	20,363	10.9	
排出量 (000ton/年)	NOx	5	23	4.6	22	11.0	
	CO ₂	591	3,396	5.7	3,137	5.3	

出典：調査団

1) 混雑度には、道路容量に対する交通量の比である V/C (Volume/ Capacity)を用いる。V/C \geq 1.5 は交通がマヒする状態、1.2 \leq V/C<1.5 はかなり混雑している状態、1.0 \leq V/C<1.2 は多少混雑している状態、V/C<1.0 は比較的すいている状態。

(6) 主要道路断面交通量予測

主要な幹線道路における断面交通量の予測と交通混雑の予測結果は表 2.4.8 に総括した。マストラ利用者の増加と私的交通及びメトロと同区間のバス車両の減少により、PCU が大幅に減るため、平和通り（断面 A~E）では混雑度が 1.1-1.7 の範囲となる。最も混雑率が高い断面 A では 1.7 と依然、ある程度の混雑が予測されるが、前述の「Do Nothing シナリオ」表 2.4.6 参照）のそれが 3.9 である事と比べると、大きな改善があると言える。

表 2.4.8 主要道路断面交通量予測(Do Max シナリオ、2030 年)

マストラコリ ド/主要道路		交通量（人/日）				交通量（PCU/日）			道路 容量 (PCU/ 日)	パフォー マンス	
		私的 交通	公共交通		合計	私的 交通	バス	合計		V/C 比	平均速 度 (km/h) ¹⁾
名称	断面		マストラ	バス							
東西 メトロ 回廊	A	188,115	262,451	181,114	631,680	102,795	22,164	124,959	72,900	1.7	4.5
	B	203,324	239,417	128,826	571,567	111,106	15,033	126,139	78,975	1.6	4.5
	C	132,677	176,012	93,334	402,023	72,501	7,000	79,501	74,250	1.1	5.5
	D	208,208	169,341	48,858	426,407	113,775	5,404	119,179	82,013	1.5	4.5
	E	119,989	98,620	115,981	334,590	65,568	12,482	78,050	54,675	1.4	4.0
南北 BRT1 回廊	F	119,223	70,159	143,531	332,913	65,149	13,656	78,805	60,750	1.3	4.0
	G	56,887	86,081	30,589	173,557	31,086	3,411	34,497	60,750	0.6	21.6
	H	78,642	105,082	141,651	325,375	42,974	10,624	53,598	42,525	1.3	4.0
	I	80,974	192,957	129,209	403,140	44,248	14,815	59,063	34,650	1.7	4.0
東西 BRT2 回廊	J	164,720	39,818	81,470	286,008	90,011	7,824	97,835	87,750	1.1	4.5
	K	87,560	31,834	114,828	234,222	47,847	9,228	57,075	48,600	1.2	4.6
	L	51,745	29,927	118,419	200,091	28,276	12,776	41,052	54,000	0.8	21.1
東西 BRT3 回廊	M	97,749	15,796	66,967	180,512	53,415	8,814	62,229	60,750	1.0	8.3
	N	56,020	20,877	74,398	151,295	30,612	8,971	39,583	31,188	1.3	4.7

出典：調査団

- 1) 交通量と速度の関係を表す QV 曲線（Quantity-Velocity Curve）に基づくと、交通量が少ない間は高速走行できるが、交通量が増えると車間距離が縮まるため、混雑度が 1.0 を超えると平均速度は一定となる。
- 2) 断面 A~N の位置は前出の図 2.4.8 を参照のこと。

(7) マストラの役割

交通が集中する都心部では、新規道路整備や既存道路の拡幅が困難であるため、道路開発のみでは将来交通需要に適応することは困難である。

公共交通を軸にしたコンパクトな市街地整備に向けて、公共交通軸は大量輸送機関であるメトロ及びBRTで構成し、バスはこれらのマストラと連絡シフィーダーサービスを担うように整備することが望ましい。

マストラの導入により公共交通利用者のモビリティを大幅に改善することが可能であるが、幹線道路の交通渋滞への効果は限定的であり、依然として車両抑制のための交通管

理政策は不可欠である。

マストラが道路と同一平面上にあると、車線数の減少による道路容量の減少、市街地の分断などを招くため、車道を走行するBRTの導入空間の計画や交通管理には十分な配慮が必要である。

2030年までは、東西の主要コリドーである平和通りでのメトロ整備、南北主要コリドー、平和通りに並行する主要コリドー、これらを接続する補助コリドーへのBRT整備が、市のバックボーンとして交通サービスを支えるが、2030年以降、特に南北方向について、BRTでは需要過多になることが予想されるため、長期的には改めて検討が必要である。

(8) 高速道路の役割と効果

平和通り南側における高速道路の整備効果は大きく、ウランバートル市を東西に通過する私的交通の利用が高速道路に集中し、平和通り及び南側に並行する工業地帯内の道路の交通を分散させるため、大きなインパクトが期待できる。

高速道路の有用性は明白であり、UBMP2030でトゥール川河川敷での高速道路整備が位置づけられているが、その導入空間計画には、F/S実施を通じた十分な検討が求められる。

2.4.4 将来の総合交通体系整備方針

将来の交通需要は非常に大きく、多核のコンパクトな都市開発の実現に向けて、交通ネットワークはサブセンターをつなぐ基本的な骨格として機能することが可能である。都市交通改善には総合的なアプローチが必要である。すなわち：イ) 効果的な都市成長管理、ロ) 道路ネットワークの拡大と構成、ハ) 公共交通のキャパシティ増加と効率性向上、ニ) 自家用車のコントロール、ホ) 交通管理の強化と市民の意識向上。

公共交通システム：コリドーの導入空間や地区の需要特性に応じて、主要幹線道路におけるメトロ、補助幹線道路におけるBRT、これらの幹線ネットワークをつなぐフィーダーサービスとしてのバスなどの異なるシステムの組み合わせによって形成される必要がある。このうち平和通りはウランバートル市にとって、最も重要な都市開発と交通のバックボーンであり、高品質な交通サービスと一体的な都市開発が求められる。

道路整備：イ) 南北方向を結ぶ補助幹線道路整備、ロ) ゲル地区と主要幹線道路をつなぐアクセス道路の強化、ハ) 高速道路整備による自動車交通の分散。

交通管理：イ) 都心部でのロードプライシングやチケット制導入による私的交通の削減、ロ) マストラ利用促進と自家用車削減のための郊外部でのパーク＆ライド(P&R)、ハ) マストラとバスの共通チケット導入、ニ) 駐車場管理、ホ) 歩行環境改善。

3 ウランバートルメトロ のコンセプトデザイン

3 ウランバートルメトロのコンセプトデザイン

3.1 平和通り交通コリドーの現状と開発戦略

3.1.1 影響圏の理解

平和通り沿道には、徒歩圏域に市民の40%が居住し、スフバートル広場を都市の中心に、多くの公共施設、商業業務施設、アパートが立地しており、中心市街地を形成している。西側の郊外部には第3発電所が立地しており、地下埋設された中央インフラ配管から、アパート地区に上下水や暖房などのユーティリティサービスを供給している。

ウランバートル市は、東西に長く南北を丘陵に囲まれたラダー型の空間構造となっているが、東西方向の主要幹線道路が平和通りに限られていることなどから、平和通りに都市機能や交通需要が集中している。シミュレーション結果によると、市内の1日あたり約200万トリップのうち、約70万トリップ（約35%）が平和通りを利用している。また市内のメインルートバス全58路線のうち、21路線（約36%）が平和通りに集中している。

このように平和通りはウランバートル市のバックボーンとして都市機能、交通機能、ユーティリティサービスの幹線軸としての役割を果たしており、都市開発戦略上、非常に開発機会の多い主要幹線道路となっている。

都心部の中高層アパートの多くは老朽化が進んでおり、工場や倉庫などが点在するなど、高度利用が図られていない地区も多く、これらの地区の機能更新や再開発が求められている。また、都市化の進行にあわせて、中央インフラ施設の更新や供給能力強化なども喫緊の課題となっている。

今後、アパート建て替えやゲル地区からの移転が進み、平和通り沿道の居住人口が一層増えることが予想される。また、商業業務開発による雇用創出が期待される。これに加えて、中央インフラの強化、沿道での社会インフラ・公共サービス施設の集約により、平和通り沿道では、より利便性の高い市民生活を享受することが可能となる。

3.1.2 開発課題と開発戦略

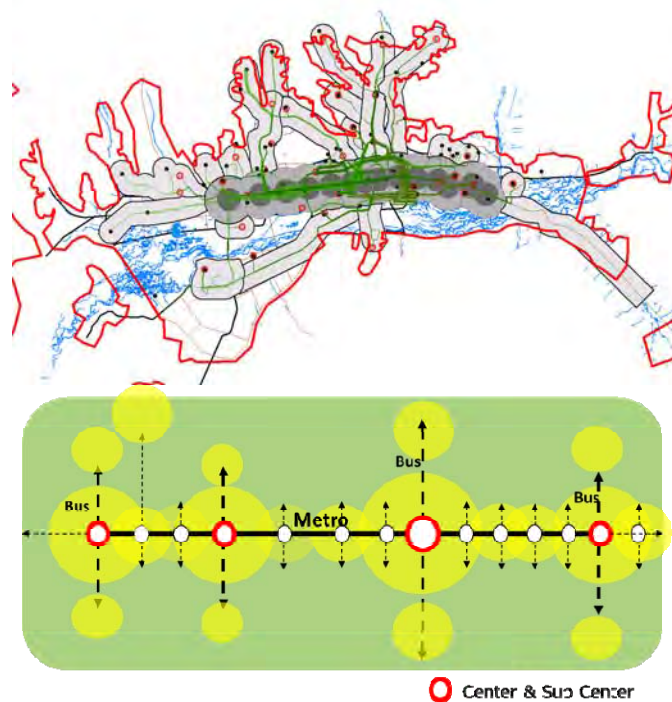
開発ポテンシャルの高い平和通りと沿道空間における開発課題を下記の3点にまとめ、その開発戦略を表3.1.1に整理した。

- 1) 都市機能の再編・強化（都市開発の一体的促進と投資機会の創出）
- 2) 競争力と利便性の高い交通環境整備（公共交通体系の基軸としてウランバートルメトロ整備）
- 3) 都市空間イメージの向上（ウランバートルメトロ導入を梃子とした、近代的で快適な都市空間整備）

表 3.1.1 平和通りの開発課題・開発戦略とメトロ整備によるインパクト

開発課題	開発戦略	メトロ整備によるインパクト
都市機能の再編・強化	沿線の都市開発	再開発事業・老朽化アパート建て替え事業の促進や商業業務施設整備による社会経済活動の促進
	雇用機会の創出	商業業務施設整備による雇用促進
	都市サービスの改善	公共施設・インフラサービスの集約と強化
	住環境改善	再開発事業や道路整備事業に伴う住環境の改善
	投資機会の創出	メトロ整備を契機としたサブセンター開発、ニュータウン開発、地下空間開発などの機会創出
競争力と利便性の高い交通環境整備	交通混雑の緩和	マストラ利用促進や交通管理による私的交通の削減
	公共交通利用促進	メトロ・BRT・バスの一体的な公共交通サービスの提供
	交通結節機能の向上	インターモーダル施設整備やバスルート再編による、メトロと他の交通機関の結節強化と乗り換え利便性の向上
	歩行者空間の環境改善	安全で快適な駅までのアクセス空間整備
都市空間イメージの向上	交通管理	交差点改良・駐車管理・ロードプライシングなどによる総合的な交通管理
	アイデンティティの強化	ウランバートルメトロの近代的イメージの国内外への発信
	アーバンデザイン	地区特性を活かした空間・施設開発
	緑と調和した都市空間整備	駅周辺での環境空間整備
	大気汚染改善	公共交通利用促進に伴う排気ガスの削減
	コミュニティ強化・市民参加	駅を中心とした市民の地域活動の促進

出典：調査団



出典：調査団

図 3.1.1 メトロとフィーダーサービスバスを中心とした駅サービス圏域の概念

3.2 ウランバートルメトロの整備方針

鉄道計画は4章で詳述するが、ここでは路線計画、鉄道システム、構造、駅位置についての概略を述べる。

3.2.1 路線計画

平和通り沿いでのマストラ整備の優位性は下記のとおりである。

i) 交通開発

- 平和通りの既存の道路容量を出来るだけ減らすことなく整備可能で、かつ車両交通の削減により、平和通りの交通容量の拡大につながる
- ウランバートル市全体の公共交通体系のなかで、独立した路線ではなく、全体ネットワークに適切に統合することができる
- 将来貨物鉄道バイパスの建設が予定されている、ウランバートル鉄道との結節が適切に出来る

ii) 都市開発

- 既成市街地の競争力強化やサブセンター開発の促進につながる
- 将来の西側への市街地の拡大を適切に誘導できる延伸の可能性をもつ（ただし東側は水源地保全の観点から都市の拡大は望ましくない）
- 社会面や技術面での阻害要因が少ない

上記の優位性を鑑み、本調査では、トルゴイト駅からアムガラン駅までの平和通り道路用地内でのマストラ整備を計画する。

3.2.2 鉄道システム

(1) 鉄道システムの選定クライテリア

導入を図る適正な軌道系システムの選択については、1) ピーク時の需要対応力、2) 経済性、3) 安全性、4) 維持管理の容易性など、いくつかのクライテリアを設定した上で総合的に判断されるべきものである。

また、開業後数十年にわたる運行を考えると、都市の成長や利用者の需要増加に併せてフレキシブルに対応できるシステムが望ましい。加えて、寒冷地というウランバートル市の特殊条件を踏まえた施設・設備の選定も必要となる。上記に加えて、5) 将来の拡張に向けた柔軟性（需要の拡大に応じた車両編成数の増加、運行時間の短縮など）、6) 寒冷地対応、も重要なクライテリアとなる。

(2) 選定のための前提条件

本案件に導入すべき適切な軌道系システムを選定するにあたり、前提となる条件は以下のとおりである。

- 需要 : 2030年ピーク時最大断面 17,000人/時/方向
- 運行間隔 : 5分（ピーク時運行本数 12本/時/方向）
- 単位輸送量 : $17,000 / 12 = 1,481$ 人/本
- ルート（延長） : 平和通りを通るトルゴイ～アムガラン間（17.640km）
- 駅間隔 : 平均 1.356km
- 構造 : 高架、地下、地上
- 平面線形 : 対象ルートに極端な急曲線はない。
- 気候 : 気温の年較差が激しく、冬季は零下 40度以下となる。

(3) 都市交通システムの比較

都市交通システムは、構造や輸送力および動力伝達方式から、下表のとおり分類される。





表 3.2.1 都市鉄道システムの分類

軌道系システム	鉄輪鉄レール方式	粘着方式	MRT（通常鉄道）
			LRT（軽便鉄道）
		非粘着方式	LIM Train (リニアメトロ)
	ゴムタイヤ方式	モノレール	跨座式モノレール
			懸垂式モノレール
		ゴムタイヤ・側方案内	新交通システム (AGT)
浮上方式	非粘着方式	HSST	
非軌道系システム	路面走行、バス輸送		BRT

出典：輸送計画実務の手引き

上記都市交通システムの内、先に述べた前提条件を満たすものとして鉄輪鉄レール方式（MRTおよびLRT）とゴムタイヤ方式（モノレール、AGT）が候補として挙げられる。なお、HSSTは事例が少なく、また幹線の交通システムとしては不向きとして候補から除外した。

表 3.2.2 候補となるシステムの実例

システム	鉄輪鉄レール方式 (MRT の例)	鉄輪鉄レール方式 (LRT の例)	モノレール (跨座式の例)	ゴムタイヤ・側方案内 (AGT)
車両外観				
車両長	20.0m	16.0m	15.0m	9.0m
車両幅	2.95m	2.4m	3.0m	2.5m
車両高	3.65m	3.4m	5.2m	3.5m
動力、支持方式	電気モーター、鉄輪方式	電気モーター、鉄輪方式	電気モーター、ゴムタイヤ	電気モーター、ゴムタイヤ
軌道	鉄レール	鉄レール	軌道桁	コンクリートスラブ軌道
最高速度	110 km/h	70 km/h	80 km/h	80 km/h
最小曲線半径	200m (やむを得ない場合 120m)	150m (やむを得ない場合 100m)	30m	30m
最急勾配	3.5% (リニアメトロは 6%)	3.5% (リニアメトロは 6%)	6%	6%
一方向・一時間 当たりの輸送 可能人数	10,000 – 50,000 人	5,000 – 35,000 人	7,000 – 25,000 人	10,000 – 20,000 人

出典：調査団

(4) 最適なシステムの選定

導入を図る適正な軌道系システムの選択については、いくつかのクライテリアを設定した上で総合的に判断されるべきものである。

対象路線に対する曲線、勾配対応はシステムによって特徴があり、通常比較項目となるが、路線対象地の平和通りは曲線が少ないため、どのシステムでも大きな差はないことから今回の比較項目では考慮していない。

上記の候補となるシステムにつき、ルート条件及び輸送力における当案件の状況を鑑み比較した結果、本案件では「鉄輪鉄レール方式による MRT」を最適システムとして選定する。

表 3.2.3 鉄道システムの比較

カテゴリ	クライテリア	MRT	LRT	モノレール	AGT
技術	省エネルギー特性	A	B	C	C
	拡張性（輸送力増強、延伸対応）	A	B	C	C
	寒冷地対応、温度変化対応	B	B	C	C
	ウランバートルメトロに適切な高速輸送対応	B	C	C	C
環境	排気ガス、高架部の騒音・振動	C	C	B	B
	高架部の日照障害*1	C	C	B	C
サービス	高頻度運行、快適性	A	A	A	A
財務	維持管理費	B	B	C	C
総合点*2		9	6	4	3

注1：高架部の日照障害においては、モノレールの場合、高架部のデザイン上、他に比べ日陰になる部分が少ない。

注2：点数付けは次の評価スコアで計算した。

A（大変良い）=2、B（良い）=1、C（普通）=0、D（悪い）=-1

出典：調査団

3.2.3 構造

メトロの構造には高架、地下、地上の3種類があるが、下記の選定条件により、代替案の比較検討を行った。

- a) 社会経済への影響：用地買収の有無、沿道土地利用との関係
- b) 交通機能の確保：道路交通への影響（車線数の減少、道路との平面交差、既存の交差点への影響を避ける）
- c) 環境面への配慮：景観、騒音・振動、安全
- d) 建築技術の適切性：施工方法、建設コスト

なお、全線地下構造の可能性もあったが、地下工事によりコストが非常に高くなること、および郊外部分は建物の張り付きがまだ少なく地上もしくは高架構造としても用地取得の必要がない、との理由から代替案として検討をしていない。

比較検討の結果、代替案A「都心地下、郊外高架」の構造を選定した。

表 3.2.4 メトロ構造の代替案比較

	A：都心地下、郊外高架	B：全線高架	C：都心高架、郊外地上
概念図			
用地買収	○都心部は地下構造であるため、基本的には用地収用は不要	△都心部で既存道路の車幅、歩道幅を確保するには用地収用が必要	×都心部および郊外で既存道路の車幅、歩道幅を確保するには用地収用が非常に多く必要
道路交通	○最も道路交通に与える影響がない	△都心部は道路交通に与える影響が大きい	×道路との交差が生じ、道路交通に与える影響が大きい
景観	△郊外部は高架であるため影響があるが、都心部は地下構造であるため問題はない。	×都心部および郊外部ともに高架であるため影響がある。	×都心部は高架、郊外部は地上であるため影響がある。特に都心部における景観面での負の影響は大きい。
環境	△郊外部は高架であるため、騒音などの問題があるが、都心部は地下構造であるため問題が少ない。	×都心部および郊外部ともに高架であるため、騒音などの問題がある。	×都心部は高架、郊外部は地上であるため、騒音や地域分断などの問題がある。
コスト*	×高い	△	○安い

注：コスト比較は、鉄道インフラを整備するのに掛かるコストのみを比較している。そのため、例えば、地上としたときの車道幅減少に伴う損失、踏切等の設置等は含まず、また地上として車道幅を減らした分を用地取得する場合の費用などについては考慮していない。

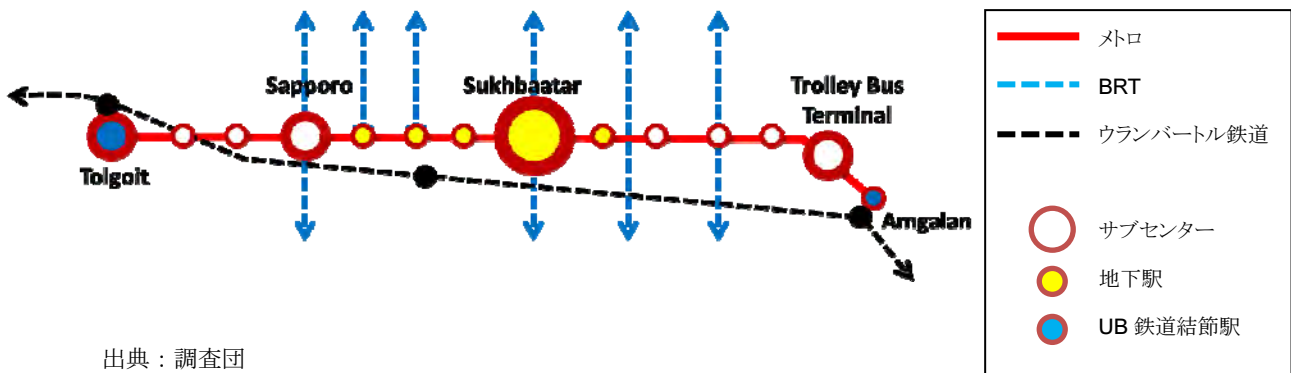
出典：調査団

3.2.4 駅位置の選定

下記の点から駅位置の選定を行った。

- 都市活動の拠点性：現況の都市活動の集約や居住状況、将来の都市拠点形成の可能性
- 交通結節：主要幹線道路やバス路線との結節、ウランバートル鉄道やBRT・バスなどの他の交通機関との乗り換え利便性、徒歩圏への配慮
- 物理的な制約条件：中央分離帯や沿道の空地の活用（用地買収を出来るだけ避ける）など地上の空間条件、地質・地下水など地下の条件
- アクセシビリティ：各駅間が徒歩圏（500-1km）以内におさまること、バスや歩行者がアクセスしやすいこと

ウランバートルメトロでは、上記の選定条件を受けて、トルゴイト～アムガラン駅の約18km区間で、全14駅の駅整備を提案する。



出典：調査団

図 3.2.1 メトロ駅と他の交通機関との交通結節の概念

表 3.2.5 全 14 駅の駅名・構造・主要機能

駅名	構造			駅機能			交通結節・ インターモーダル施設		
	高架	地上	地下	センター	インター モーダル	中間	UB 鉄道	BRT	P&R
W7	トルゴイト	○			○	○			○
W6	西バスターミナル	○				○			○
W5	カラコルム マーケット	○				○			
W4	サッポロ ロータリー	○			○	○		○	
W3	第 25 薬局			○	○			○	
W2	ガンダン寺			○	○			○	
W1	中央デパート			○		○			
CS	スフバートル広場			○	○			○	
E1	相撲会館			○	○				
E2	映画スタジオ		○			○			
E3	軍用会館	○			○			○	
E4	植物園西	○				○			
E5	トロリーバス ターミナル	○			○	○			○
E6	アムガラン	○				○	○		○

出典：調査団

なお、将来の延伸可能性については、将来の市西側への市街地拡大・ニュータウン整備の進展に併せて、西方向への延伸を想定する（ニュータウン予定地までの総延長 26.6km）。市東側は水源地があり、開発を抑制すべきであることから、アムガラン駅でウランバートルメトロとウランバートル鉄道間の乗り換えを前提として、メトロの東側への延伸は想定していない。

3.3 ウランバートルメトロの需要予測

3.3.1 需要予測の方法と前提条件

ウランバートルメトロの需要予測では、UBMPS 調査で 2007 年に作成した起終点（OD）表をもとに、本調査で 2011 年 10 月に実施した交通量調査（コードライン調査 11 地点とスクリーンライン調査及び乗車人員調査 10 地点）の結果に基づき、現況 OD 表を再現した。

乗車人員調査は、スクリーンラインを過ぎる車両台数とそれに乗車している人数をカウントし、その値を用いて車種別の台数から車種別の人数に換算した。この結果をもとに、交通量配分に必要な車種別の平均乗車人員及び乗用車換算台数（PCU）を算出した。

現況 OD 表を、UBMPS 現況ネットワーク（2007 年）に 2011 年までの新設道路、改良等を加えたネットワークに配分し、現況（2011 年）の道路交通ネットワークを作成した。

表 3.3.1 スクリーンライン結果に基づく車種別乗車人員及び PCU

	Vehicles	Passenger	Occupancy	PCU
Cars	181,855	332,575	1.83	1.0
Micro bus	8,089	66,319	8.20	1.5
Small Bus	605	7,062	11.67	2.0
Large Bus	6,231	245,865	39.46	3.0
Small Truck	17,045	30,776	1.81	2.0
Large Truck	5,088	8,455	1.66	3.0
Motorbike	239	294	1.23	0.7
Others	0		1.00	1.0
Private	204,227	372,100	1.82	1.13
Public	14,925	319,246	21.39	2.15

出典：調査団

表 3.3.2 スクリーンライン調査補正後の総トリップ

Mode of Transport	2007		2011	
	Trip	(%)	Trip	(%)
Walking	1,035.4	32.4	1,035.4	33.2
Private	801.7	25.1	889.8	28.6
Bicycle	2.1	0.1	1.3	0.0
Motorcycle	0.6	0.0	0.8	0.0
Car - driver	480.4	15.0	536.5	17.2
Car - passenger	267.0	8.4	302.4	9.7
Tourist Bus	0.3	0.0	0.4	0.0
Company Bus	10.4	0.3	16.3	0.5
School Bus	1.5	0.0	2.4	0.1
Truck	39.2	1.2	29.4	0.9
Others	0.2	0.0	0.4	0.0
Public	1,356.6	42.5	1,189.0	38.2
Minibus (<=25 pax)	664.1	20.8	243.2	7.8
Standard Bus (>25 pax)	377.6	11.8	588.3	18.9
Trolley Bus	7.6	0.2	11.9	0.4
Taxi	307.3	9.6	345.3	11.1
Rail Train	0.0	0.0	0.3	0.0
Air	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3,193.7	100.0	3,114.1	100.0

出典：調査団

3.3.2 ウランバートルメトロの需要予測

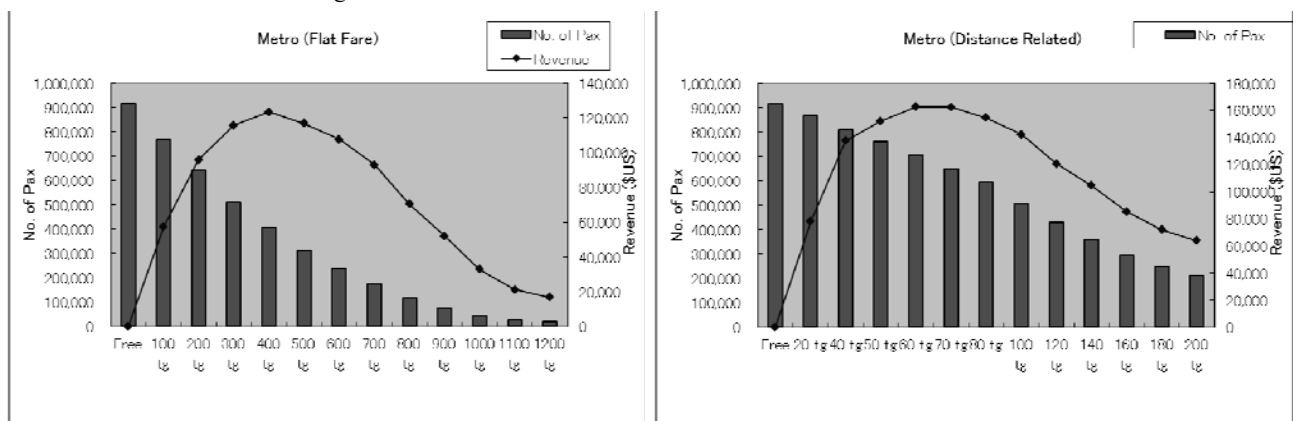
(1) 運賃設定

需要予測の影響要因の一つに運賃設定がある。第2章で示した将来交通ネットワーク（Do Max ケース）に基づき、運賃を時間価値で除して時間に変換し、リンクの所要時間に加えることで、配分交通量及びその時の運賃収入を様々な運賃設定ケースで予測した（表3.3.3 参照）。シミュレーションによると、料金抵抗がない場合（運賃無料）は、平均トリップ長が6.0kmの範囲で多く利用する結果となった。

表 3.3.3 運賃設定ケース別の需要予測(2030年)

運賃設定ケース		利用者数 (人/日)	運賃収入 (\$/日)	平均支払い 額 (Tg)	平均トリッ プ長 (km)
無料	0Tg	914,904	0	0	6.0
定額料金 ケース	400 Tg (バスと同額)	409,521	123,266	400	8.1
	500 Tg (バス x1.25)	310,606	116,788	500	8.6
	600 Tg (バス x1.5)	238,600	107,609	600	9.0
	700 Tg (バス x1.75)	176,682	92,935	700	9.6
	800 Tg (バス x2.0)	116,665	70,232	800	10.0
変動料金 ケース	20Tg/km	865,424	77,888	120	5.8
	40Tg/km	808,746	137,487	226	5.6
	60Tg/km	706,864	162,579	306	5.1
	80Tg/km	594,090	154,463	346	4.3
	100Tg/km	508,238	142,307	372	3.7

注) 1US\$=1330Tg で換算



出典：調査団

図 3.3.1 運賃別利用者数と運賃収入(左: 定額料金ケース、右: 変動料金ケース)

現行のバスは定額料金制（400Tg）であるが、長距離輸送であるメトロの場合は、短距離区間は定額料金、中～長距離区間は距離に応じた変動料金となるミックス型の運賃設定が一般的である。そのため、定額料金制と変動料金制のミックス型料金体系のうち、もっとも利用ニーズの高い(需要の多くなる)平均トリップ長 6.0km の利用者が多く乗車し、かつ運賃収入が大きくなる運賃設定を検討した。

まず、定額料金ケースでは 400Tg、変動料金ケースでは 60Tg/km の場合にそれぞれ運賃収入が最大となる（図 3.3.2 参照）。この条件を半分ずつ取り入れ、短距離区間は定額料金（初乗り区間）、中～長距離区間は、初乗り区間を超えてからは走行距離に応じた変動料金となる運賃設定を検討した。

$$\begin{aligned} \text{運賃} &= 400/2 + (\text{走行距離} - \text{初乗り区間距離}) \times 60/2 \\ &= 200 + (\text{走行距離} - \text{初乗り区間距離}) \times 30 \end{aligned}$$

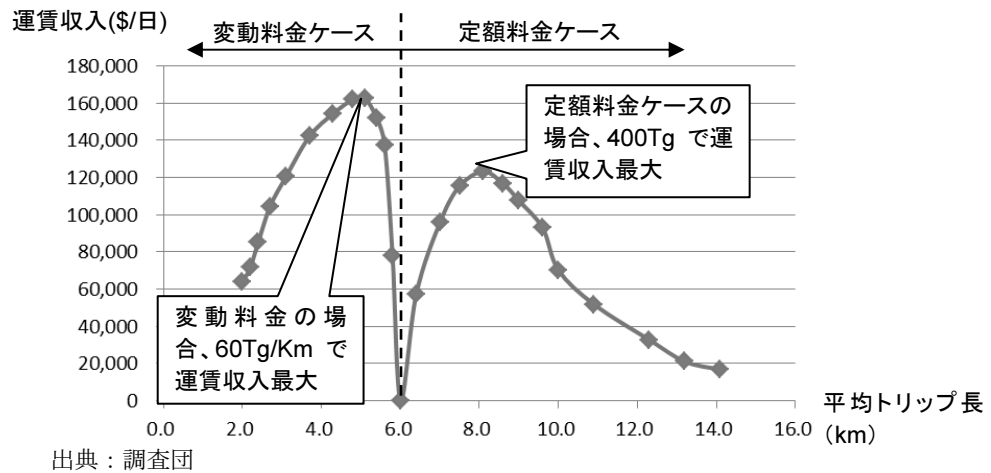


図 3.3.2 料金体系別の平均トリップ長と運賃収入の相関関係

上記の料金体系について、表 3.3.4 に示すケースでそれぞれ運賃収入とトリップ長を算出した結果は次のとおりである。

- イ) 利用者数最大ケース：運賃 = 200 + (走行距離 - 4) × 50 の時に 570,685 人
- ロ) 運賃収入最大ケース：運賃 = 200 + (走行距離 - 2) × 60 の時に 158,467US\$/日、かつ平均トリップ長が 6.0km に最も近い

表 3.3.4 ミックス型料金体系の需要予測(2030年)

ケース別運賃体系		利用者数 (人/日)	運賃収入 (\$/日)	一人当たり 平均支払い 運賃(Tg)	平均トリップ長 (km)
2km 圏内 200Tg 定額料金 + 2km 以上は変動料金	200+(距離-2) x 50	486,975	155,832	426	6.3
	200+(距離-2) x 60	466,080	158,467	452	6.1
	200+(距離-2) x 70	439,565	149,452	452	5.5
4km 圏内 200Tg 定額料金 + 4km 以上は変動料金	200+(距離-4) x 50	570,685	142,671	333	6.4
	200+(距離-4) x 60	558,562	150,812	359	6.2
	200+(距離-4) x 70	541,685	151,672	372	5.9
4km 圏内 300Tg 定額料金 + 4km 以上は変動料金	300+(距離-4) x 50	418,070	146,325	466	6.8
	300+(距離-4) x 60	404,958	145,785	479	6.6
	300+(距離-4) x 70	389,560	144,137	492	6.3
その他代替案	300+距離 x 50	287,971	138,139	638	6.8
	600+(距離-2) x 50	84,554	55,818	878	7.5

注) 1US\$=1330Tg で換算

出典：調査団

この運賃体系の分析結果をもとに、イ) 第2章で示した市民のメトロへの支払い意志調査結果（バス料金の1.2-1.5倍程度の支払い意志が高い）、ロ) 実際の駅間距離（駅端部のW7-E6区間で18km、都心部のW4-E1区間で約6km）とあわせて検討した結果、メトロの需要予測では、下記の運賃設定を採用することとした¹。

$$\text{運賃} = 200\text{Tg} + (\text{距離}-2) \times 50\text{Tg}$$

上記の運賃体系の場合、一日当たりの利用者数486,975人/日、運賃収入155,832\$/日となる。支払い金額はW7-E6の最長18km区間で1,000Tg、平均トリップ長6.0km区間で400Tgとなり、現行のバス利用者がメトロ利用に移行しやすい料金設定と考えられる。

(2) ウランバートルメトロの駅間断面交通量及び各駅乗降客数

設定した料金設定に基づき、ウランバートルメトロの需要予測を行った。駅間断面交通量はW5カラコルムマーケット駅～W4サッポロロータリー駅の上り区間で最大、1日当たり乗降客数はW6西バスターミナル駅で最大となる。

表 3.3.5 ウランバートルメトロの最大駅間断面交通量及び最大駅乗降客数

	駅	2020年	2030年
駅間断面最大交通量	W5カラコルムマーケット～W4サッポロロータリー	83,750/日 (ピーク時10,050人/時)	139,540人/日 (ピーク時16,745人/時)
一日あたり乗降客数	W6西バスターミナル	133,970人/日	227,050人/日

注) UBMPsの家庭訪問調査の時間別トリップ分布結果に基づき、ピーク率を12%と設定した。

出典：調査団

¹ ここで示している運賃体系は、交通需要予測（第3章）及び技術計画（第4章）で適用したものである。なお、「第10章 事業の経済財務評価」の財務分析では、複数の料金体系（平均運賃）に基づく財務分析の比較検討を行っている。

表 3.3.6 ウランバートルメトロの駅間断面交通量及び各駅乗降客数(2020 年)

駅名	西→東方向			東→西方向			1日あたり乗降客数(人/日)	
	乗り	降り	駅間輸送人員	乗り	降り	駅間輸送人員		
W7	トルゴイト	19,270	0	0	0	15,010	15,010	34,290
W6	西バスターミナル	66,650	2,650	19,270	3,340	61,320	72,990	133,970
W5	カラコルムマーケット	3,520	3,050	83,280	5,580	4,030	71,440	16,200
W4	サッポロロータリー	18,340	22,320	83,750	16,660	13,800	68,570	71,130
W3	第 25 薬局	5,180	10,390	79,770	4,370	3,970	68,180	23,910
W2	ガンダン寺	4,810	20,680	74,560	14,990	6,940	60,120	47,430
W1	中央デパート	4,840	8,010	58,690	4,750	7,680	63,050	25,290
CS	スフバートル広場	16,700	19,980	55,520	25,750	20,160	57,450	82,610
E1	相撲会館	8,260	9,570	52,240	6,620	8,640	59,470	33,100
E2	映画スタジオ	4,740	9,930	50,940	14,360	5,000	50,120	34,050
E3	軍用会館	5,690	15,840	45,750	15,440	5,740	40,420	42,720
E4	植物園西	130	3,620	35,600	7,620	340	33,140	11,730
E5	トロリーバスターミナル	760	7,590	32,110	9,340	370	24,170	18,070
E6	アムガラン	0	25,290	25,290	24,170	0	0	49,460
	合計	158,950	158,950	-	153,060	153,060	-	624,030

出典：調査団

表 3.3.7 ウランバートルメトロの駅間断面交通量及び各駅乗降客数(2030 年)

駅名	西→東方向			東→西方向			1日あたり乗降客数(人/日)	
	乗り	降り	駅間輸送人員	乗り	降り	駅間輸送人員		
W7	トルゴイト	29,450	0	0	0	19,990	19,990	49,450
W6	西バスターミナル	113,520	3,340	29,450	3,680	106,500	122,820	227,050
W5	カラコルムマーケット	4,150	4,240	139,630	7,580	5,600	120,830	21,580
W4	サッポロロータリー	31,560	40,380	139,540	37,670	25,530	108,700	135,150
W3	第 25 薬局	5,880	21,830	130,710	12,480	6,430	102,650	46,640
W2	ガンダン寺	7,000	22,410	114,770	18,230	8,960	93,370	56,610
W1	中央デパート	4,730	11,670	99,360	6,620	10,600	97,360	33,630
CS	スフバートル広場	23,820	35,120	92,420	35,310	32,840	94,880	127,100
E1	相撲会館	7,960	16,150	81,120	8,440	9,960	96,410	42,520
E2	映画スタジオ	4,420	12,110	72,920	17,710	6,290	84,990	40,550
E3	軍用会館	8,160	24,630	65,240	29,050	8,280	64,220	70,130
E4	植物園西	1,910	4,040	48,770	14,200	1,950	51,970	22,130
E5	トロリーバスターミナル	840	12,540	46,640	16,690	510	35,790	30,600
E6	アムガラン	0	34,940	34,940	35,790	0	0	70,740
	合計	243,450	243,450	-	243,510	243,510	-	973,950

出典：調査団

3.3.3 対象プロジェクトのコンセプト

(1) ウランバートルメトロのプロジェクト概要

ウランバートルメトロのプロジェクト概要を下表にまとめた。技術的な検討は第 4 章で示す。

表 3.3.8 ウランバートルメトロのプロジェクト概要

名 称	ウランバートルメトロ
路 線	トルゴイト駅～アムガラン駅（フェーズ 1）
総 延 長	17.7km
駅 数	14 駅（うち高架 8 駅、地上 1 駅、地下 5 駅）
整備空間	平和通り用地内
整備施設	軌道、駅舎、出入口、車両基地

出典：調査団

(2) 対象プロジェクトのトータルイメージ

ウランバートルメトロが、ウランバートル市の公共交通及び都市機能の中核として機能するためには、メトロが単独で機能するのではなく、公共交通体系の基軸として位置づけられる必要がある。

また、マストラ整備にあわせた周辺都市開発の促進により、社会経済開発、投資機会創出、雇用促進、環境改善など、メトロ整備をきっかけとして、ウランバートル市の抱える様々な政策課題に対応することが可能となる。

ウランバートルメトロ整備プロジェクトによる相乗効果を上げるためにも、総合的な都市・交通開発プログラムを検討していく必要がある。

表 3.3.9 ウランバートルメトロを挺子としたプロジェクトのトータルイメージ

	都心部	都心部周辺	郊外部
トータルイメージ	<ul style="list-style-type: none"> 国際競争力のある商業業務・文化・観光拠点整備 	<ul style="list-style-type: none"> 近代的な都市核及び職住近接の結節点整備 	<ul style="list-style-type: none"> 都心部へのアクセス利便性の高い中密度の住環境整備
交通開発	<ul style="list-style-type: none"> 適切な交通管理 フィーダーバスとの連携による駅と接続した歩行者ネットワーク整備 都心部のロードプライシングやチケット制などによる自家用車乗り入れ規制 	<ul style="list-style-type: none"> 中密度な補助幹線道路ネットワーク整備 インターモーダル施設や他のモード(BRT、バス)との結節サービス 	<ul style="list-style-type: none"> 幹線道路やバス路線までのアクセス道路整備 駅からのバスによるフィーダーサービス
都市開発	<ul style="list-style-type: none"> 老朽化アパート建て替えによる都市機能の再編と高度利用化 地下空間開発 アーバンデザイン・景観向上 	<ul style="list-style-type: none"> 競争力のある商業業務核と利便性のある施設整備 職住近接の業務・居住空間整備 ゲル地区からの移転促進のための公共アパートの整備 	<ul style="list-style-type: none"> 地区レベルの商業業務センターと公共施設整備による生活利便性の向上 ゲル地区の住環境改善

出典：調査団

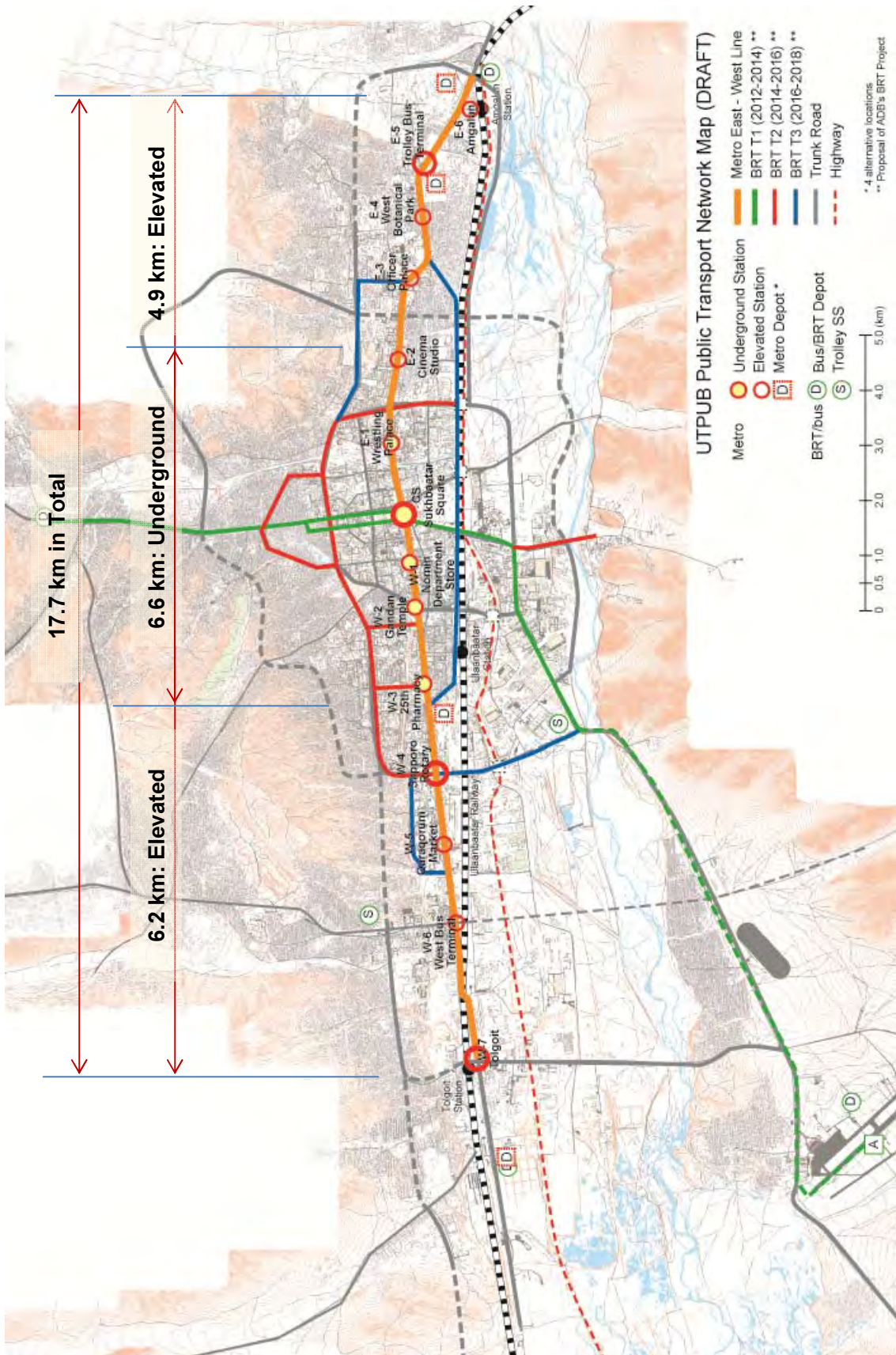


図 3.3.2 ウランバートルメトロの路線・駅位置図(案)

4 都市交通システムの 整備計画

4 都市交通システムの整備計画

4.1 路線計画

4.1.1 高架、地下、地上区間の選定

(1) 構造選定の前提条件

本件路線の高架、地下、地上区間選定にあたり、以下の前提条件を設定した。

- 道路交通を遮断せず交通渋滞に極力影響を与えない、すなわち、車線数を極力減らさず、既存の交差点、Uターン箇所を極力なくさない。
- プロジェクトの遅延、頓挫、計画の見直しを避けるために**用地買収を極力行わない**。
- メトロと道路交通との間に**平面交差（踏み切り）を設けない**。
- 特に都心部において**景観および騒音・振動、日照等の環境面に配慮する**。

(2) 構造選定

上記の前提条件より、基本的に以下のように設計する。

- 中央分離帯がなく道路脇の公共用地も少ない都心部では地下とする。
- 地下より地上に出るランプ区間は中央分離帯のある道路に設ける。
- それに続く郊外へと伸びる区間においては交差点（ロータリー、一般十字路、一般T字路）、Uターン箇所、鉄道を横切るため高架とする。

ランプ区間は幅約 9m の擁壁および盛土が約 400m に亘り占有してしまうため、中央分離帯にランプ区間を設ける。中央分離帯のあるサッポロロータリー駅と第 25 葉局駅の間と東交差点東側地点にランプを設ける。映画スタジオ駅は地下と高架の変化点に位置し、中央分離帯が存在するので地上駅（軌道は地上で駅本屋は上にある橋上駅舎）とした。これらの内容を図 4.1.1 に示す。



図 4.1.1 高架、地下、地上区間の区分

出典：調査団

4.1.2 線形計画

(1) 線形を決めるための前提条件

1) 平面線形

以下を基本に線形を検討した。

- 地下区間：道路の中心を通す。
- 高架区間：中央分離帯のある区間では中央分離帯部に通す。
- その他の区間：道路脇の公共用地もしくは道路中心を通す。
- トロリーバスターミナル駅前後：トロリーバス駅を植物園内に設けることとしたため、線形を道路より植物園敷地内に振っている。

なお、平面曲線半径については第 4.4.3 項 土木施設の設計条件で規定する条件を満たすものとする。

2) 軌条面高（レール面高）

駅下に自動車交通のある高架駅部：

道路の建築限界高（5.5m 以上）、桁高、コンコース階での桁下空頭および軌道構造高を考慮し、道路面高より 15m 上に設定。

駅下に自動車交通のない高架駅部：

一階をコンコース階、二階をホーム階とし、道路面高より 9m 上に設定。

地下駅部：

地下一階をコンコース階、地下二階をホーム階とする二層構造で計画し、道路面下 5～6m 程度は地下歩道および埋設物用のスペースを確保するため道路面高より 17m 下に設定。

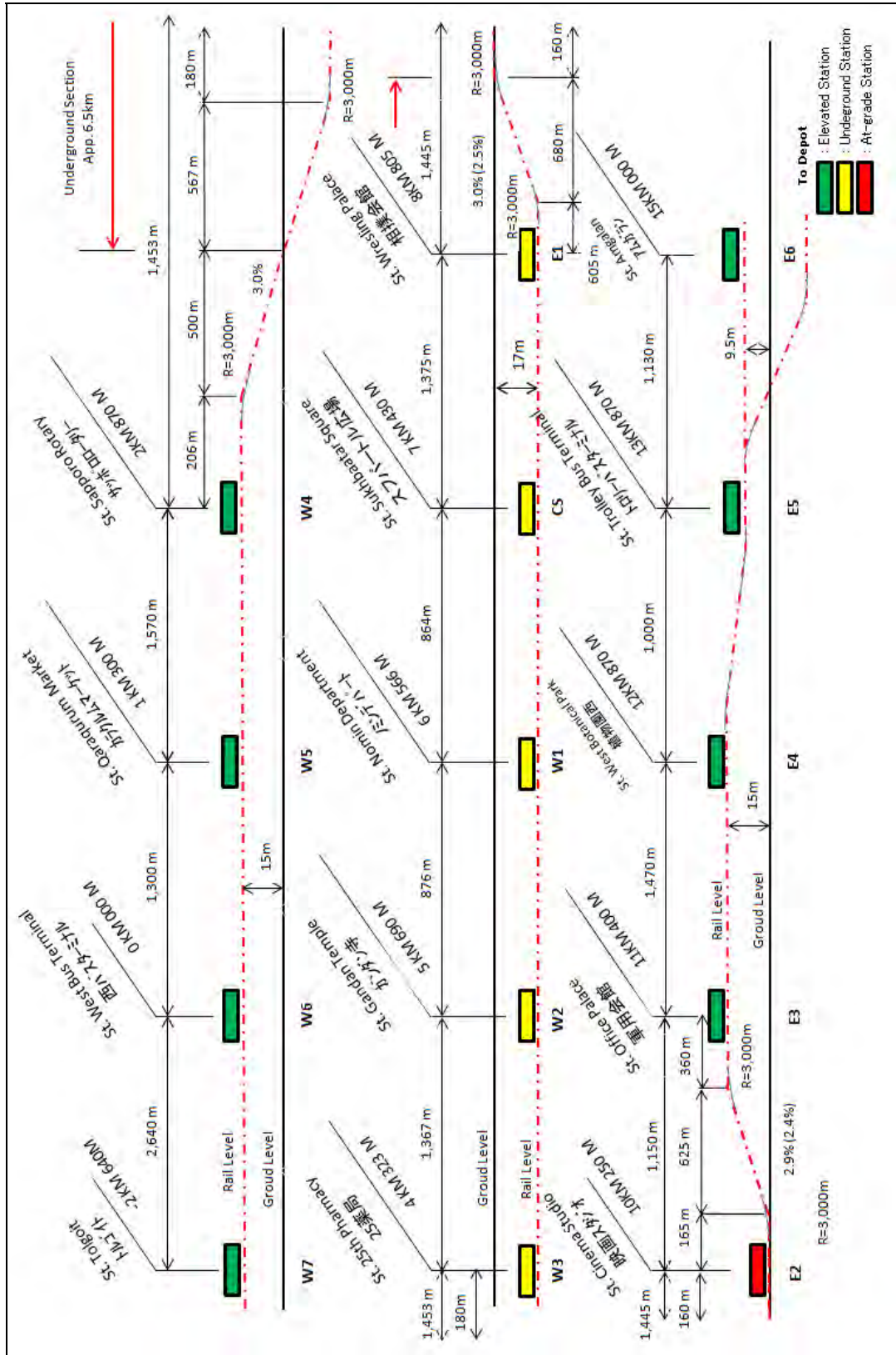
3) 縦断線形

上記の駅部における軌条面高を基本に、第 4.4.3 項 土木施設の設計条件で規定する縦断勾配および縦断曲線半径を満たす縦断線形を設定するものとする。

なお、高架駅間においては、大スパンの橋梁が考えられるウランバートル鉄道やサッポロロータリー等を横断する箇所においても桁下空頭を確保し、また乗り心地の面にも配慮して、軌条面高を道路面高より 15m の高さを保つこととした。

(2) 平面・縦断線形の検討結果

上記条件に基づき計画した概略縦断図を図 4.1.2 に、詳細縦断線形図は第 4.6 節 土木構造物計画（地下部）に示し、平面線形図は**付属資料**に示した。



出典：調査団

図 4.1.2 概略縦断面図

(3) 道路のフライオーバー計画との調整

現在、本メトロ計画路線上において4箇所の道路フライオーバー計画がある。図4.1.3に示す①西交差点、②東交差点、③サッポロ交差点、⑤ソンスゴロン（トルゴイト）が該当、これらの計画概要とこれらに対するメトロ側での対策は以下に述べる通りで



出典：ウランバートル市マスタープラン2030（UBMP2030）（案）

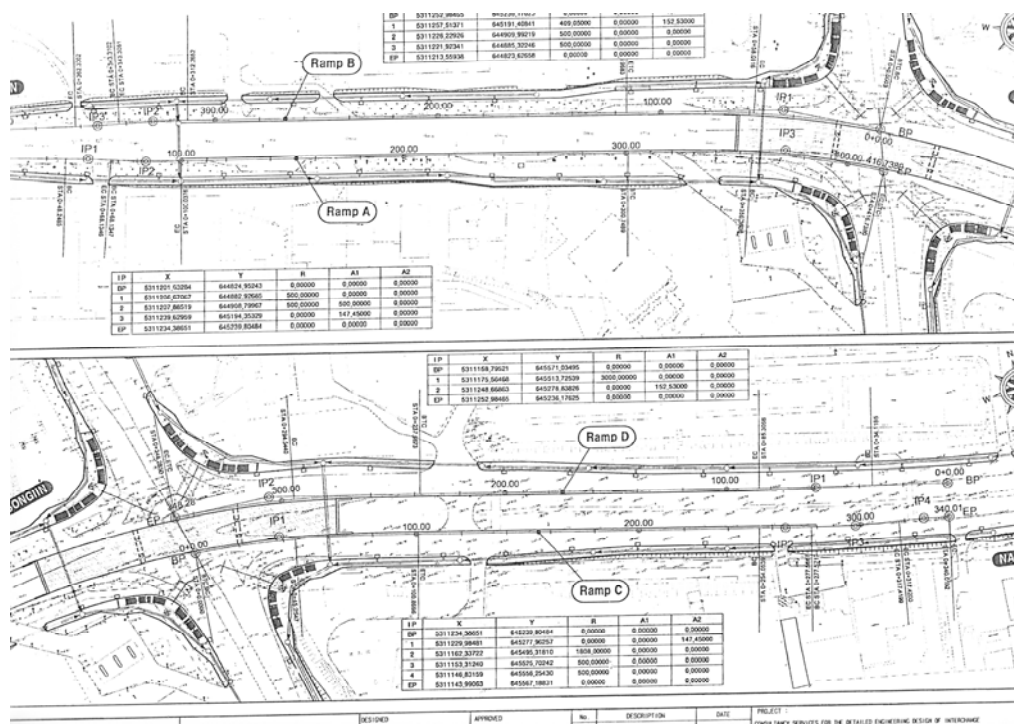
図4.1.3 ウランバートル市内のフライオーバー計画

1) 東交差点

詳細設計が韓国のコンサルタントにより既に終了しており、その設計も承認されている。現在、モンゴル開発銀行の融資事業として建設が検討されているが、ファイナンスが決まれば、施工業者選定の入札手続きに入ると思われる。

フライオーバーの構造は、交差点において平和通りの中央部を東西方向に高架化することにより、南北方向の道路と立体交差化させるものである。道路の立体交差化に伴い、交差点における4つのコーナーを結ぶ地下歩道も建設される予定である。フライオーバー計画の平面図を図4.1.4に示す。

メトロ計画の対策として、計画されているフライオーバーの両脇にシールド工法によりトンネルを施工することとし、地下歩道にも支障のない縦断線形とすることで対応する。ただし、近接施工となることは避けられないため、適切な対策を施す必要がある。



出典：ウランバートル市道路局

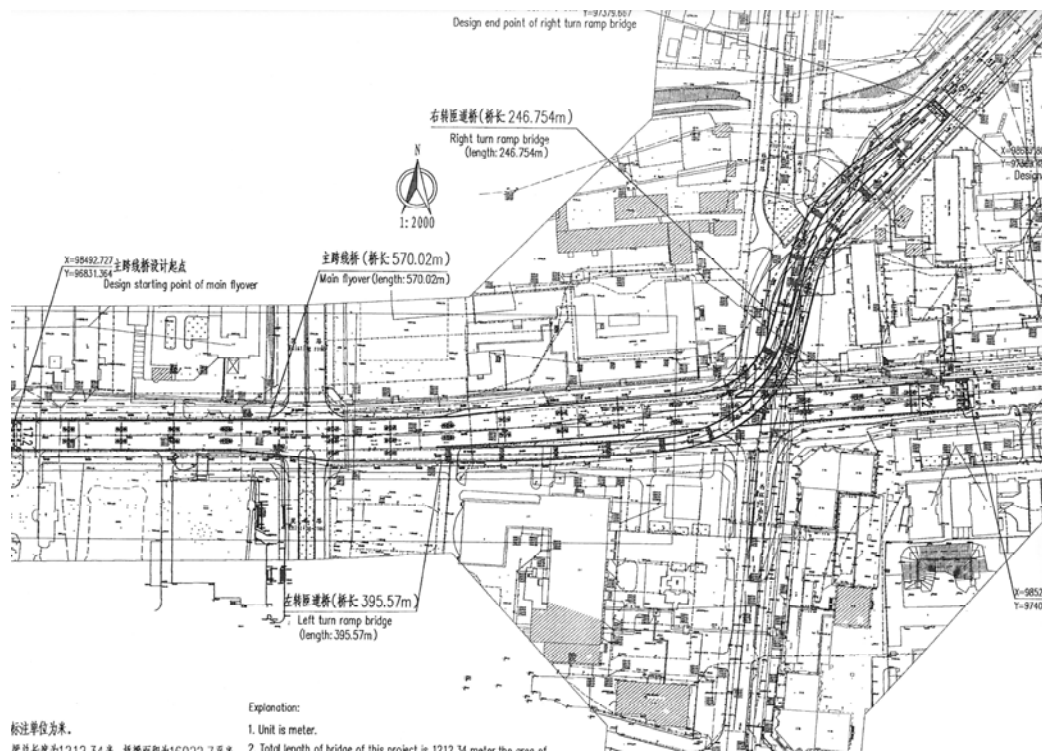
図 4.1.4 東交差点のフライオーバー計画(平面図)

2) 西交差点

詳細設計は、ウランバートル市の独自予算で、中国のコンサルタントにより 2008 年に実施されており、既に設計承認も下りている。当事業は、中国の借款事業として建設が予定されており、省の評価・承認及び国会手続きが終われば、建設に向けた動きが開始するとのことである。

フライオーバーの構造は、西交差点と平和通り沿いの隣り合う交差点とを連続的に高架化し、更に北と西を高架で繋ぐ三層構造となっている。フライオーバー計画の平面図を図 4.1.5 に示す。

北と西を繋ぐフライオーバーが計画されているため、平和通りの道路幅一杯に橋脚が配置されており、かつ交差点内においてもメトロの路線計画を阻むかのように橋脚が計画されている。メトロ計画にあたっては、フライオーバーの橋脚基礎を避けるような線形とし、近接施工として適切な対策を施すことになる。



出典：ウランバートル市道路局

図 4.1.5 西交差点のフライオーバー計画(平面図)

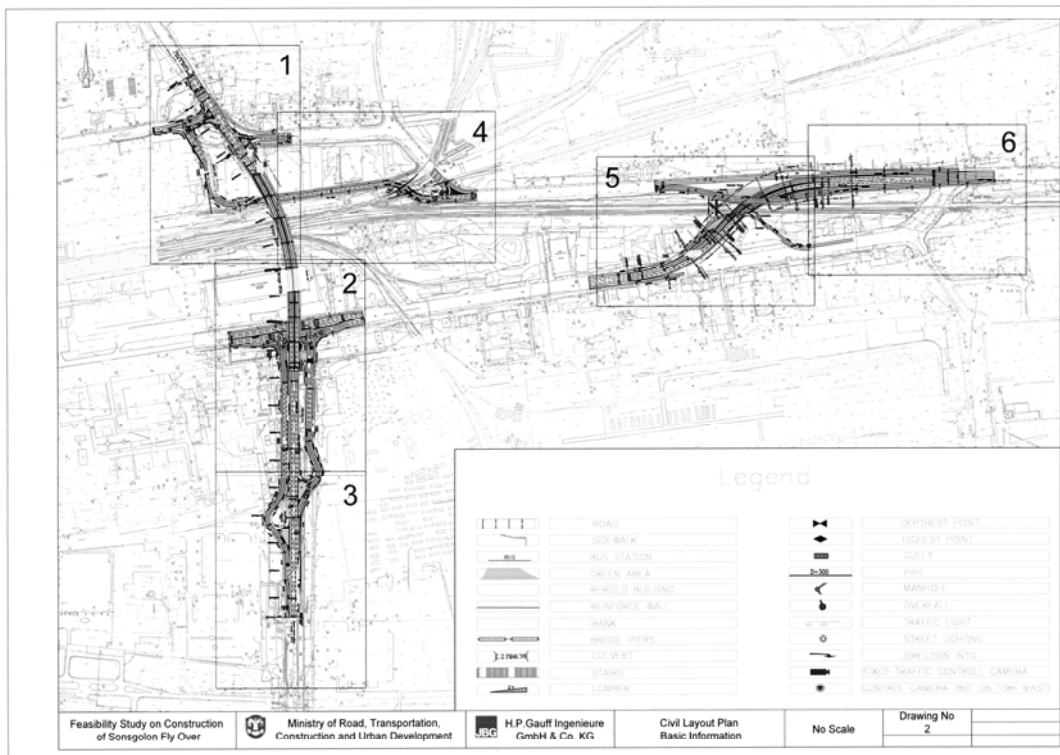
3) サッポロ交差点

サッポロ交差点での立体交差計画については、未だ設計段階には入っていない。以前、タービン型の高架ロータリーも検討されているとのことであったが、話は進んでいないようである。一方で、本フライオーバーの設計コンサルタントの入札が行われ中国の業者が選定されるとの話もあったが、その入札は無効となり、2014年の3月か4月頃に再入札となるとのことである。今回無効となった入札で中国のコンサルタントが提案したフライオーバーのコンセプトは、平和通りの道路中央を通る東西方向に立体化する構造で、もしこの提案が通れば、メトロの線形計画でも道路中央を通すことにしているため見直しが必要であると考えていた。サッポロ交差点でのメトロ計画にあたっては、今後のフライオーバー計画の動向に注意を払いつつ、道路局および選定されるフライオーバーの設計コンサルタントと協議を行いながら見直しが必要であると認識している。

4) ソンスゴロン（トルゴイト）

トルゴイトにおけるソンスゴロンのウランバートル鉄道との立体交差事業は、現在、ドイツのコンサルタントにより FS が実施されており、中国の借款で工事が実施されるとも言われているが、未だ決定はされていないようである。本計画は、南北を結ぶウランバートル鉄道を跨ぐフライオーバーを建設し、また既存の道路とウランバー

トル鉄道との踏切り横に鉄道を潜るアンダーパスを建設し立体交差化するものである。本計画の平面図は、図 4.1.6 に示す通りである。メトロ計画の対策として、本ソンスゴロンの立体交差事業の構造に支障のない線形、構造をメトロ側で対応することを考えている。



出典：ウランバートル市道路局

図 4.1.6 ソンスゴロンのフライオーバー計画(平面図)

4.2 輸送計画

4.2.1 輸送計画の概要

ウランバートルメトロの輸送計画の概要を表 4.2.1 に示す。急曲線が少なく、駅間距離が比較的長い為、最高速度を 100km/h と高めに設定することにより、到達時分の短縮が期待できる。建設コストを抑制し、効率的な列車運行を行う為、列車の編成車両数は 6 両編成とした。

表 4.2.1 輸送計画の概要

項目		内容	
軌間 (mm)		1,435	
電力方式		DC1.5KV 50Hz 架空電車線方式	
区間		トルゴイト - アムガラン	
路線長(km)		17.640km (始末端駅間)	
本線路最小曲線半径 (m)		200	
本線路最大実こう配 (‰)		30.0	
駅数		14 (地下 5 駅)	
駅間距離 (m)	最長	2,640	
	最短	864	
	平均	1,356	
営業時間		AM 6:00 ~ PM 11:00	
需要予測			
区間	年	2020	2030
	ピーク時最大交通量 (人/時/片方向)	10,729	17,767
	列車編成両数	6	
列車定員(180%乗車)		1,428	1,428
運行間隔 (ピーク時間帯) (秒)		515	300
表定速度 (km/h)		39.2	
表定時間(分)		27	
最高速度(km/h)		100 (但し地下区間 80)	
停車時分(秒)		30	
最小折り返し時分 (秒)		300	
最多運転列車本数		7	12
最多運転車両数		42	72
列車編成	所要編成数	8	13
	検査予備編成数	1	1
	臨時予備編成数	1	1
	合計	10	15
	列車編成	2020 年	2030 年

出典：調査団

4.2.2 列車運行計画

(1) ピーク時輸送量

需要予測から得られたピーク時輸送量を表 4.2.2 に示す。

表 4.2.2 ピーク時輸送量(PHPDT)

区間	2020 年	2030 年
サッポロロータリー -第 25 薬局	10,729	17,767

出典：調査団

(2) 輸送能力

編成両数毎の列車輸送能力を表 4.2.3 に示す。

表 4.2.3 編成毎輸送能力(人)

輸送能力	4 両編成	6 両編成
乗車率 100%	618 人	942 人
乗車率 150%	826 人	1258 人
乗車率 180%	940 人	1428 人

注) Tc：制御車=147 人、M：電動車=162 人、T：付随車=162 人、4 両編成：Tc+M+M+Tc =618；6 両編成：Tc+M+M+T+M+Tc=942 人で計算

出典：調査団

(3) 運行シミュレーション

運転シミュレーションの結果を表 4.2.4 に示す。

表 4.2.4 運転シミュレーション

項目		内容
区間		トルゴイトーアムガラン
区間長		17.640km（始終端駅間）
電車線電圧		1.5Kv
最高速度（km/h）		100（地下区間 80）
車両	車両編成	3M3T
	乗車効率	180%
	列車重量（t）	265
	発車加速度（km/h/s）	3.5
	減速度（途中）（km/h/s）	2.0
	減速度（停止）（km/h/s）	2.5
運行時間（分）		21
停車時分（秒）		30
表定運行時間（分）		27
表定速度（km/h）		39.2

出典：調査団

(4) 所要編成数の算定

前述のピーク時輸送を遂行する為に必要となる、所要編成数と運行間隔、及び所要車両数の比較を表 4.2.5 に示す。列車は 6 両編成での運行が効率的である。必要編成数は、次式により算定した。

$$\text{必要編成数} = \frac{(\text{線区の運転時分} + \text{折り返し時分}) \times 2}{\text{ピーク時の運転時隔}}$$

表 4.2.5 所要編成数比較

車両編成数 (乗車率：180%)	4 両		6 両	
	2020	2030	2020	2030
ピーク時運転間隔	5	3	8	5
折り返し時分	5	3	5	5
所要編成数	13	20	8	13
所要車両数	52	80	48	78

出典：調査団

(5) 列車運行計画

2020 年（表 4.2.6）、2030 年時点（表 4.2.7）での 1 日の列車運行計画を以下に示す。

表 4.2.6 2020 年時点列車運行計画

年	2020
区間	トルゴイト — アムガラン
編成両数	6
ピーク時運転間隔（分）	7.5
オフピーク時運転間隔（分）	15
早朝・深夜の運転間隔（分）	30

出典：調査団

表 4.2.7 2030 年時点列車運行計画

年	2030
区間	トルゴイト — アムガラン
編成両数	6
ピーク時運転間隔（分）	5
オフピーク時運転間隔（分）	10
早朝・深夜の運転間隔（分）	30

出典：調査団

(6) 所要編成数、車両数

表 4.2.8 所要編成数・所要車両数

年	所要編成数	検修予備	臨時運用予備	計画編成総数	計画車両総数
2020	8	1	1	10	60
2030	13	1	1	15	90

出典：調査団

(7) 列車キロ及び平均日車キロ

2020 年、2030 年の 1 日列車キロ及び平均日車キロを表 4.2.9 に示す。

表 4.2.9 列車キロ及び平均車両キロ

年	列車キロ/日	平均車両キロ/日
2020	2,504.88	192.68
2030	3,845.52	295.8

出典：調査団

4.3 車両計画

4.3.1 車両計画の概要

ウランバートルメトロの車両には以下の事項が要求される、鉄道車両に求められる基本的な要素 RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) を満たしたうえで、特に環境負荷低減に優れた日本の最新車両モデルをベースとした計画を提案する。ウランバートルメトロの車両計画の概要を表 4.3.1 に示す。

- 信頼性
- 可用性
- メンテナンスフリー
- 安全性
- 冗長性・極寒期の耐久性
- ユニバーサルデザイン・バリアフリー
- 防犯・防災性
- 省エネルギー、低ライフサイクルコスト、高リサイクル性

表 4.3.1 ウランバートルメトロ車両計画の概要

	TC (制御車)			M (電動車)			T (付随車)			
軌間 (mm)	1,435									
電気方式	DC 1500V									
車体長 (m)	20			20			20			
車幅 (m)	2.95			2.95			2.95			
高さ (m)	3.655			3.655			3.655			
車体	無塗装軽量ステンレス又はアルミニウム合金									
列車編成両数	6									
列車編成組成	Tc + M + M + T + M + Tc									
最大軸重 (t)	14									
自重 (t)	25.7			28.2			22.4			
定員	100	150	180	100	150	180	100	150	180	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
	座席	48	48	48	54	54	54	54	54	54
	立席	99	149	178	108	162	194	108	162	194
合計	147	197	226	162	216	244	162	216	244	
最大乗車重量 (t/両)	20 (平均)									
設計最高速度 (km/h) (運転最高速度)	110									
加速度 (m/s*s)	0.92 (3.3km/h/s) 但し、乗車重量 21t/両まで一定									
常用減速度 (m/s*s)	0.97 (3.5km/h/s) 但し、乗車重量 21t/両まで一定									
非常用減速度 (m/s*s)	1.25 (4.5km/h/s) 但し、乗車重量 21t/両まで一定									
台車形式	ボルスタレス式空気バネ									
主電動機	3 相交流誘導モーター									
速度制御方式	VVVF インバータ制御 (IGBT)									
集電装置	シングルアームパンタグラフ									
ブレーキ	電空併用、回生ブレーキ									
信号システム	デジタル ATC									
貫通路	有 (前面貫通扉含む)									
モニタリング装置	TIS (列車情報装置)									
勾配登坂条件	35%勾配を 21 t /両の乗客重量で 1 ユニット (8MM) 開放で起動し、短時間運転できる。 同一荷重条件の起動不能列車を連結し、起動・推進可能である。									

注) Tc : 制御車 M : 電動車 T : 付随車

出典 : 調査団

4.4 施設計画

4.4.1 地盤状況¹

本路線での地盤状況の特徴は以下の通りである。

- ① 砂礫・砂主体の地盤が支配的である。ただし、標準貫入試験結果は N=20～30 程度の地盤が支配的であり、杭基礎の支持層選定には留意が必要な地盤である。
- ② 地下駅の CS（Sukhbaatar Square）駅から東交差点にかけて、砂岩が確認されている。また、東交差点では GL-2m に砂岩が確認されている。
- ③ 地下水位は-0.8m～-8.4m と地下水が豊富な地盤でもある。
- ④ 凍結深度は、GL-3～-4m である。

4.4.2 地下埋設物と支障構造物

(1) 地下埋設物

暖房配管、上水道、下水道、通信、電気が地下埋設物として敷設されている。地下埋設物の図はウランバートル市役所エンジニアリングファシリティ課より受領した。

(2) 新路線計画で支障するインフラ構造物のリスト

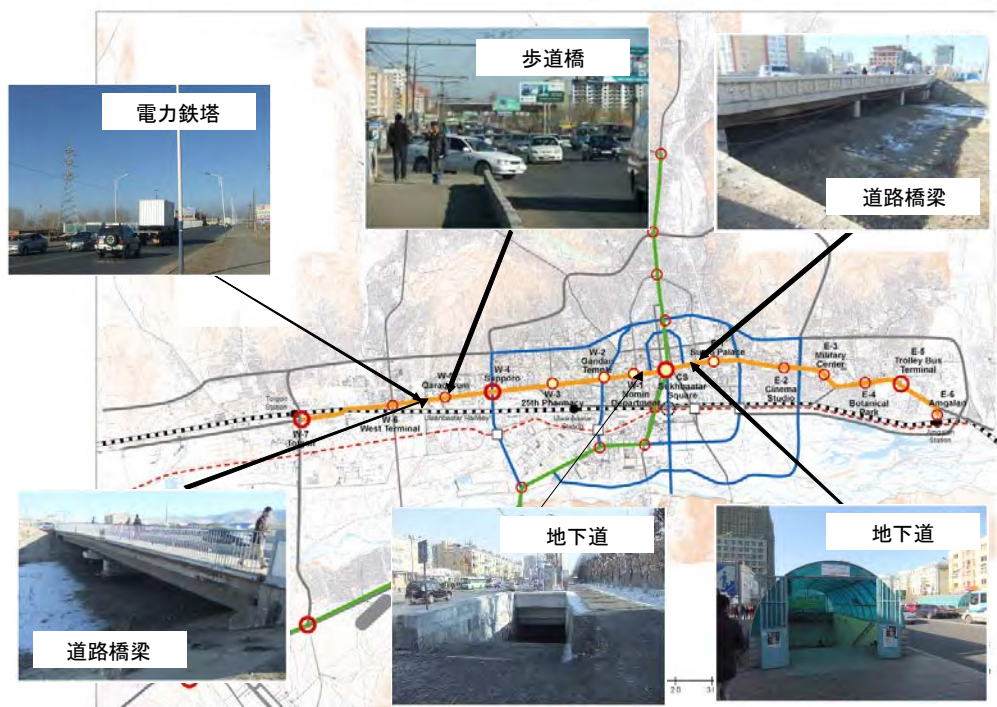
東西線の新路線計画の平面、縦断計画でコントロールとなるインフラ構造物を以下に示す。

表 4.4.1 支障構造物

番号	インフラ構造物	場所
1	電力鉄塔	鉄道計画路線と近接または交差する電力鉄塔
2	道路橋梁	平和通り
3	道路橋梁	平和通り
4	地下道	平和通り 2 箇所
5	歩道橋	平和通り

出典：調査団

¹ 以下の 2 つの調査における地質調査結果を参考にした。1) Feasibility Study on Metro Construction Project in Ulaanbaatar City; June 2011 ; Public Transport Department of the capital city, Soosung, Seoul Metro、2) Report on engineering geological Investigation for the basic study on urban transit network t the city of Ulaanbaatar: MON-MFF:TA 7156-MON :Ulaanbaatar Urban Transport Development Project, 2012



出典：調査団

図 4.4.1 平和通りにおける支障構造物位置図

4.4.3 土木施設の設計条件

第 3.2 節 ウランバートルメトロの整備方針の検討において選定されたシステムに対し、安全な運行を確保しかつ現地の状況を考慮して鉄道土木施設の線路設計基準を表 4.4.2 のように設定する。

表 4.4.2 土木施設の線路設計基準

項目	設計基準
軌間（レール間距離）	1,435mm（標準軌）
線間（線路中心間距離）	4,000mm
平面曲線半径 本線 ホーム部 車両基地内	300m 以上（止むを得ない場合 200m 以上） 800m 以上 140m 以上
最急勾配 本線 側線および車両基地内	35 パーミリ 3.5 パーミリ
縦断曲線半径	3,000m 以上
ホーム長	130m（6 両対応）

出典：調査団