

ウランバートル市での新交通システムの路線網の評価

都市交通研究室 Badamdorj UNDRAKH
指導教員 佐野可寸志
西内 裕晶

1. はじめに

モンゴルの首都ウランバートル市(以降UB市)の道路網は、急増する人口増加及びここ10年間で2倍増した自動車数による交通流を処理できず、市街地では慢性的な交通渋滞が日常化している。このような急変化の背景には、まず2004年に遊牧生活様式のモンゴル史上初の「土地私有化法」の実施が決定された事による要因が大きい。法案に対する社会の受け入れ態勢を考慮しなかったため、実施される前に遊牧特有の移動式住居であるゲルによる首都への集中が無秩序な土地利用につながった。

また、UB市では対応仕切れなくなった公共交通機関の需要を市民自らがミニバス路線網により補った。しかし、無計画のミニバス路線網及び頻度を抑制しよう公共交通局が打ち出した標準バス推進対策がより渋滞を起因させるものとなった。

こうした現状を解決できると計画されているのが、新交通システムであるBRT(バス専用レーン)並びにMRT(メトロ線)の導入である。公共交通路線の75%(46/61路線)が重複する市街地の中央コリドーPeace Avenue沿いはMRT(東西部:高架鉄, 中心部:地下鉄), その他の3本の幹線道路(6車線)ではBRTの導入を計画している。(図-1参照)

そこで本研究では、将来においての新設道路と新交通システムの路線網別にシナリオを提案し、それぞれの道路交通流に与える影響をマイクロ交通シミュレーションにより検証、評価する事を目的とした。

2. 研究方法

本研究ではUB市マスタープラン2030(UBMPS)策定用に2007年に実施された家庭訪問調査データ及び2030年に新交通システムが導入されない時の推測日OD交通量のデータ、またシミュレーションネットワークの検証のため2011年に行われた交差点方向別分岐交通量のデータの3種類のデータを基本に用い、次のように研究を進めた。

まず、基本データのパーソントリップデータに関する全サンプルに基づいた基本集計を行い、一日のピーク時間帯や収入による交通機関選択について、また距離や満足度に伴う交通機関選択の割合について基礎分析を行った。また、ピーク時間帯における通勤通学者の交通行動の基本分析を行い、非集計二項ロジット型交通機関選択モデルを構築し、最良の推計パラメータ郡を集計ロジット型機関分担モデルの構築に応用した。(図-2の研究フロー参照)

次に、前述の将来日OD交通量データに上モデルを適用し、新交通路線網のシナリオ別説明変数の集計値の変化により、将来の機関分担率を求め、ピーク時間帯における初期OD交通量を算出し、マイクロ交通シミュレーション (Paramics) による評価を行っている。シナリオ別のOD交通量をネットワークにインプットする前に、基本ネットワークの確定を2011年の交差点方向別分岐交通量によって行った。

本研究では初期OD交通量により得られた配分結果を再度交通機関分担モデルにフィードバックした。

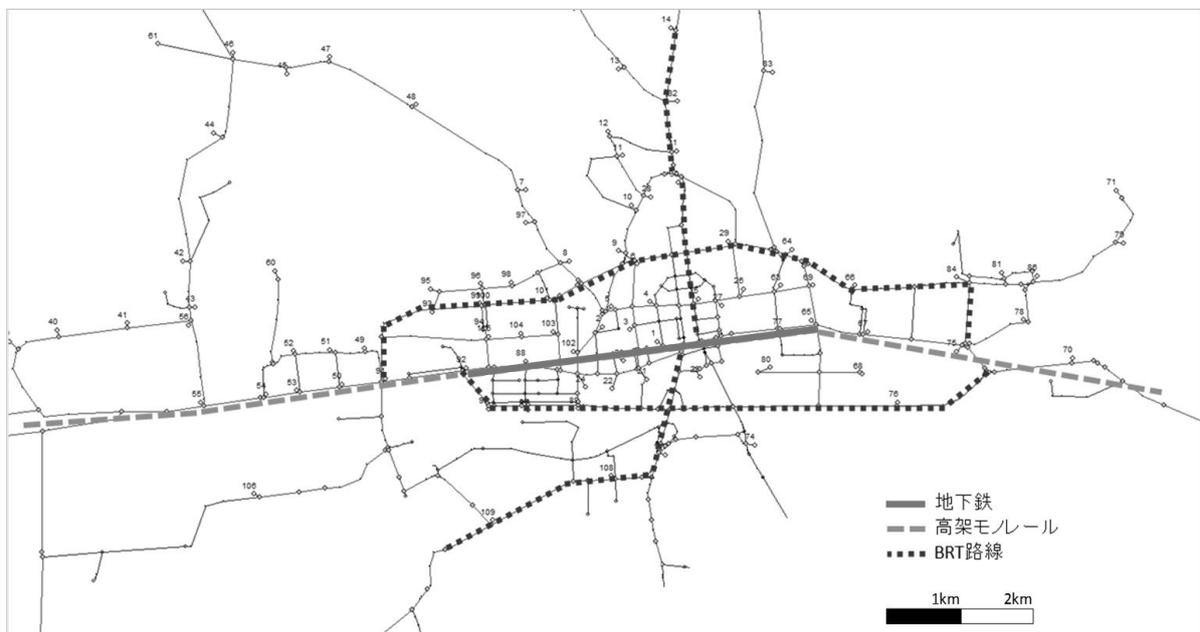


図-1 対象地域のシミュレーションネットワーク (例: シナリオB)

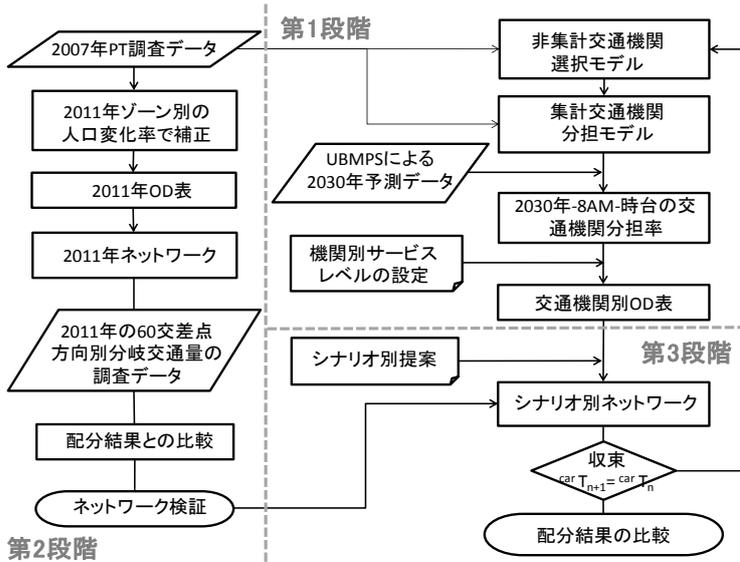


図-2 研究フロ

3. 研究結果

(1) 第1段階：構築モデルの推定結果

前述のパーソントリップデータを集計した結果、徒歩を除いた代表交通機関の日分担率は、公共交通機関が63.5%、自動車30.7%、トラック5.1%、その他が0.8%であり、盛んな公共交通利用が確認できた。また、時間帯別交通量をみると8AM-時台の道路交通量がピークで、自家用車とバスだけ(8割)で見た時、その52.4%が公共交通利用によるトリップであった。よって本研究ではマイクロ交通シミュレーションによるシナリオ別評価を行う際は朝の8時台の自動車交通量に着目する事にした。

まず、朝のピーク時間帯である7-8時台で発生した通勤通学目的の444サンプルを抽出し、非集計二項ロジット型交通機関選択モデルを構築した結果、所要時間と費用に関して有意なパラメータ値が得られ、尤度比も0.2-0.4内での中率86%のモデルとなった。

次に、上パラメータ値を集計ロジット型機関分担モデルの構築に応用する際、朝の7-8時台の123ODペアサンプルによるスケールパラメータ θ を求めた。その再現は $R^2=0.1248$ で、 $\theta=0.04$ の感度の悪いモデルとなったが、その大きな原因は各説明変数の集計が平均値で求められ、不特定のものには距離により計算されているからではないかと考えられる。また、個人属性の考慮がない事も大きな原因だと言える。

上記の原因を確認するため、本研究では唯一特定可能な個人属性として、サンプルの出発Oゾーンがゲル/アパート地区を考慮し集計しても $R^2=0.1275$ 、 $\theta=0.04$ と少しの再現性の向上が見られた。ここで、 θ は各ODペアの実際の交通機関分担量と推定した分担量の差が最小になるように求めている。しかし、個人属性を考慮しても大きな向上は得なかったため、前述のモデルを用いて、シナリオ別分担を求めた。

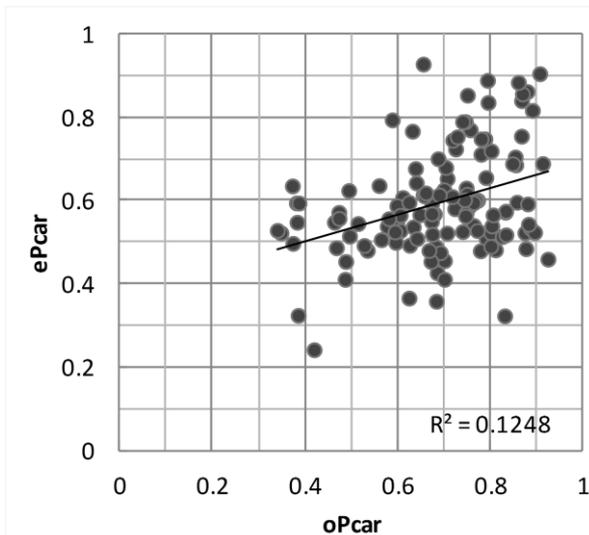


図-3 通勤通学者の二項ロジットモデルの再現

表-1 通勤通学目的の非集計二項ロジットモデルのパラメータ推計結果

説明変数	平均値の不特定サンプルに対する説明変数の算出方法	推計値 (t 値)
所要時間	ゾーン間距離と平均速度; アクセス, 待ち, 乗換の所要時間	-0.062 (2.378)
費用	ゾーン間距離や燃費; ゾーン間乗換数と一律料金	-0.171 (1.981)
アクセス時間	人口密度で重み付けたゾーン中心点から最寄りバス停までの距離	-0.559 (-1.236)
乗換数	ゾーン間公共交通路線数	-10.539 (-0.044)
車ダミー	—	5.762 (2.037)
自由度調整済み尤度比		0.367
的中率 [%]		86
時間価値 [円/時間]		165

個人属性を考慮しない、朝のピーク時間帯の通勤通学者のサンプルを用いて構築したモデルにより求めたシナリオ別初期OD交通量を表-2に示す。ここで、シナリオ別初期OD交通量は全てピーク時間帯である8時台の交通量であり、作成するネットワークもピーク時間帯のネットワークとなる事に注意したい。次に、シナリオ別のネットワークを作成し、初期OD交通量を入力し、シミュレーションした結果である自動車の平均所要時間のマトリクスを交通機関分担モデルに再度適用し、OD交通量の平均所要時間が収束するまで繰り返し計算を行う。

表-2 シナリオの概要と初期OD交通量

シナリオ	基本ネットワーク		新交通網		
	道路網	バス網	BRT	MRT	
1	O	今のまま	今のまま	/	/
2	A	今のまま	今のまま	/	/
3	B	計画	計画	計画	計画
4	C1	計画	提案	計画	計画
5	C2	計画	提案	提案	/
6	C3	提案	提案	提案	/

(2) 第2段階：ネットワークの検証

上述のようにシナリオ別ネットワークを作成する前に、その基本となるネットワークの確定を行う必要がある。ここでは、現況調査データとネットワークのシミュレーション結果を比較する事により検証を行い、次の段階であるシナリオ別ネットワークの元を作成する。

比較するデータは、2011年にUB市の主要な交差点60箇所で開催された交差点方向別分岐交通量の調査データである。その内訳は表-3に示す通りである。このデータを用い、ネットワークでのシミュレーション結果の交通量を比較した所、シミュレーション結果の方が実際のデータより全体的に32%少ない結果となった。

この原因として、交通機関分担モデルに用いた元パーソントリップデータは2007年に実施されたもので、当時の平均乗車人数を2.5としたデータに基づき、人口補正済みの2011年のOD交通量を2011年のネットワークに流し込んだのが原因だと言える。

シナリオ	ODの基本年次	ネットワークの基本年次	8AM一車の総交通量[台]	
1	基本	2011-OD	2011年	41,432
2	A	2030-OD	2011年	71,462
3	B	2030-OD	2030年	53,925
4	C1	2030-OD	2030年	52,845
5	C2	2030-OD	2030年	55,754
6	C3	2031-OD	2031年	55,986

実際、2007年から2011年の間、総自動車数も2倍以上増加している事と、今回のシミュレーションは朝のピーク時間帯に注目しているので平均乗車人数も少なくなると考えられる。よって、シナリオ別初期OD交通量を算出する際は自動車の平均乗車人数を2.0として計算する事にした。表-2では平均乗車人数を2.0にした時の初期OD交通量を示した。また、検証済みの基本ネットワークを用いて、表-2に示した通りのシナリオ別ネットワークを作成した。

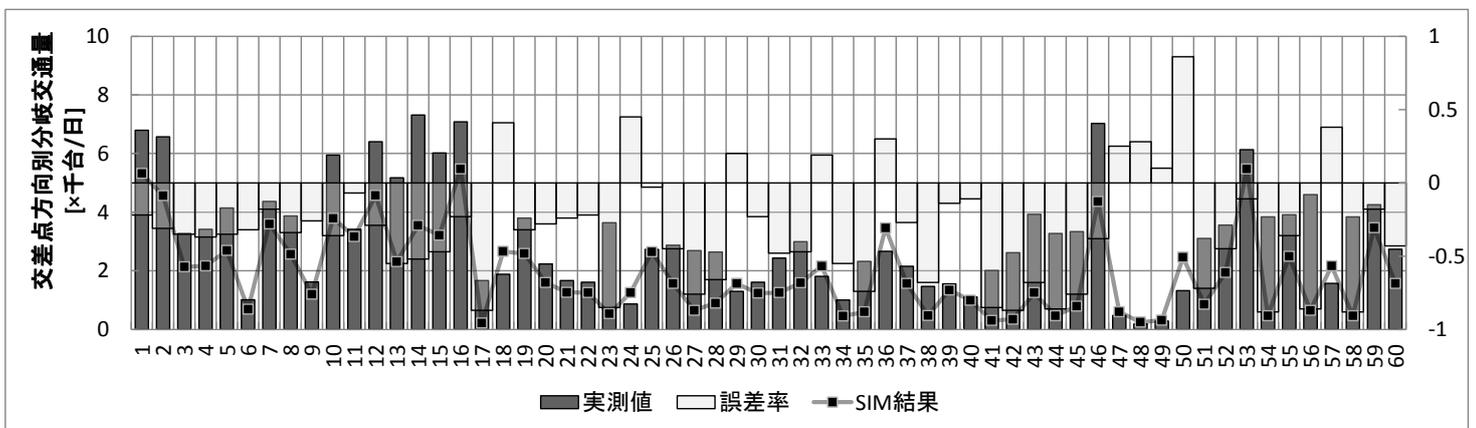


図-4 基本ネットワークの検証結果

(3) 第3段階：シナリオ別シミュレーション評価

上述の結果を反映させたシナリオ別の初期OD交通量でそれぞれのネットワークへ配分し、自動車のゾーン間平均所要時間の変動による総交通量の変化が収束するまで繰り返しシミュレーションを行った。その結果、3回程度で収束する事が分かった。特に新交通システムの導入がないシナリオ-Aの場合は繰り返し配分による自動車総交通量の変化は見られなかったが、新交通システム導入による車線減少が強いられたネットワークでの配分の収束結果には分担モデルの感度が確認できたと言える。

収束した時の最終の代表的な結果を図-5に示す。この結果からは、まず、新交通システムを導入した方が何もしないよりは自動車数の交通量を抑制している事が分かる。特に、本研究で提案したシナリオC郡ではUB市が計画するシナリオより最良な結果が得られた。

シナリオC1では、UB市が計画するBRTとMRT網には変更が無く、ただ既存の路線バスを新交通システムにリンクさせるようなフィーダ路線に変更するだけで、新交通システムであるBRT]の利用者数の増加が確保した。

シナリオC2では、2030年に新設予定の代表道路区間にBRT路線を延長させ、UB市が計画するMRT路線を廃止した想定でシミュレーションを行った所、公共交通の利用者数の維持と自動車利用者数の抑制が確保できた。これは、BRTレーンによる車道の込み合いによる自動車の平均乗車時間が長くなり、そのサービスレベルの低下により、公共交通機関への転換があった事が原因と言える。

表-3 シナリオ別自動車の平均所要時間の収束 [分]

シナリオ		1回目	2回目	3回目
1	A	19.33	19.45	19.46
2	B	18.19	18.28	18.25
3	C1	14.34	17.19	17.03
4	C2	21.39	20.37	20.31
5	C3	20.21	20.04	19.85

シナリオC3では、C2のMRT無しの延長BRT路線でフィーダ路線済みのネットワークの、中心部の道路区間で一方通行の規制を導入し、シミュレーションした。その結果、自動車の平均所要時間の短縮が得られ、自動車利用者数が少量分増加した事が確認できた。しかし、UB市が計画するBRTとMRTの両方が導入された場合とほぼ同程度の自動車利用者数の抑制と言う結果が得られた。

4. まとめ

本研究では、まず個人データによる構築した非集計機関選択モデルを集計機関分担モデルへと応用した。これにより推測したOD交通量をシナリオ別のネットワークに配分した結果、MRT導入がない場合でもBRT路線延長及び現況のバス路線のフィーダ化により十分な自動車交通量の抑制が可能である事が確認できた。

今後の課題として、既存の路線バスを新交通システムの路線及びそのフィーダ路線に組み合わせた最適化分析を行い、環境エネルギー面も考慮したB/C比較評価による適切なシナリオ選定が必要とされる。

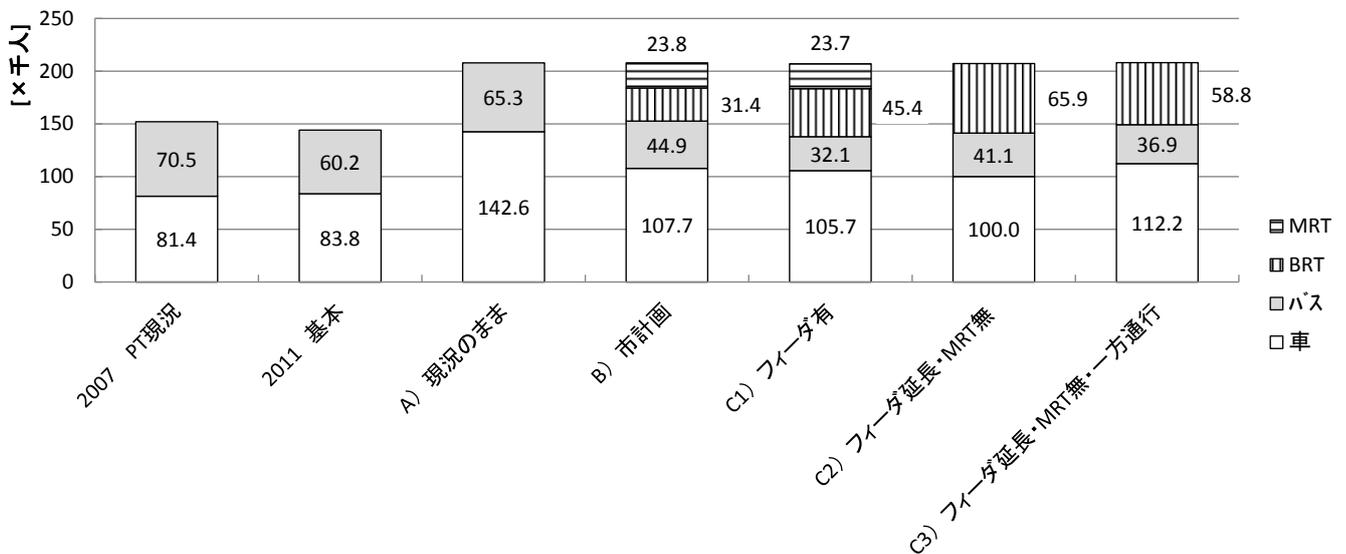


図-5 朝のピーク時間帯のシナリオ別交通機関別利用者数