

AMoD と都市鉄道の協調による新しい交通サービスの需要評価－南北線を例に



AH20074 萩原 啓太

指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

近年、自動運転バス(self driving bus)や自動運転タクシー(autonomous mobility on demand :AMoD)の導入が国内外で行われており、都市交通の様相は今後大きく変わる可能性がある。なぜなら自動運転バスと AMoD は大幅に低料金を利用できるため、AMoD は車内での業務活動などを行うことができるためである。そのため将来、鉄道とラストマイルの徒歩やバスによる移動だけでなく、AMoD を使った移動が増加すると見込まれる。また比較的駅から離れた土地の高度利用ができる可能性も考えられる。したがって、より良い交通サービスの向上を図るため、未来の都市交通ネットワークを検討する必要がある。

安部¹⁾は、鉄道の末端交通機関への自動運転タクシーの導入で、郊外からの鉄道需要の増加、乗車駅・経路の転換の影響の可能性を示した。しかし、代表交通機関としての AMoD の利用も含めた交通需要推計はなく、AMoD が導入された際の都市鉄道との協調を考慮した需要推計の研究はない。

本研究の目的は交通需要予測モデルを構築し、新しい都市交通のあり方として、AMoD や自動運転バスの導入とともに地下鉄の快速化の可能性を分析し、新しい都市交通の需要評価を行う。これらの協調によって、都市の高速移動を実現できると考えている。

2. 対象地及びデータ概要

本研究の対象路線として、各駅停車のみの運行かつ、郊外と都心を結んでいる東京メトロ南北線を対象路線とし、その沿線の周辺を対象地域とする。東京メトロ南北線は、東京都内を南北に結ぶ地下鉄路線であり、麻布十番駅、四ツ谷駅、永田町駅などがある。また現在建設中のリニア新幹線の品川駅までの延伸が計画されており、快速化の効果も大きいと考える。

使用するデータは、H30 パーソントリップ調査データ、H27 大都市交通センサスとする。また林・岩倉²⁾による自動運転タクシーの選好モデル(鉄道・バス・自動運転タクシー)の業務トリップのパラメータの値と東京都市圏交通計画協議会³⁾により推定された鉄道経路選択モデルのパラメータの値を本研究で修正して利用する。なおトリップ目的は通勤と業務を分析対象とする。

3. 研究方法

本研究では、交通需要予測モデルを構築して、ゾーン間ごとの需要を算出し、南北線を快速化させた時の需要変化の考察を行う。その需要予測のシナリオとして、s0 (AMoD とバスが現状料金)、s1 (AMoD の費用が現状の8割減+バスが5割減)、s2 (s1 の状態で南北線を快速

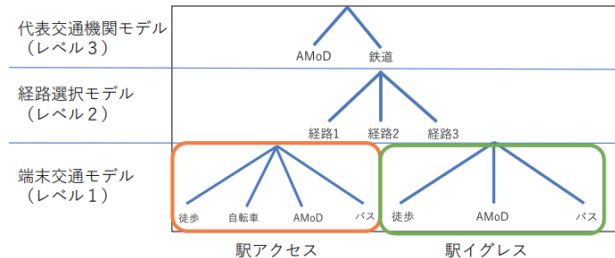


図 1：構造モデル

化) の場合で需要の変化を分析する。快速化した際の通過駅として、乗り換えがなく、比較的利用者が少ない東大前駅と西ヶ原駅を一日通過運転したと想定する。

4. 交通需要モデルの構築

レベル3のパラメータは林・岩倉²⁾による自動運転タクシーの選好モデルの業務トリップのパラメータの値を活用し、所要時間、費用、待ち時間、徒歩時間、定数項を説明変数に用い、定数項修正をした。なお、選好モデルの交通機関の選択に経路選択が組み込まれていないため、レベル3とレベル2は連結されていない。

レベル2の経路選択モデルは、推定された鉄道経路選択モデルのパラメータを用いた。H27 大都市交通センサスにより、対象とするエリアの利用者の経路選択結果 79 サンプルでスケールパラメータの修正の推定を行った。

$$V_{keiro} = \beta_1(\beta_{time}Time_{keiro} + \beta_{cost}Cost_{keiro}) + \beta_2(\beta_{LA}LS_{AC} + \beta_{LE}LS_{EG})$$

β_1, β_2 : スケールパラメータ, $Time_{keiro}$: 乗車時間 (分)
 $Cost_{keiro}$: 費用 (円), LS_{AC} : 駅アクセスのログサム
 LS_{EG} : 駅イグレスのログサム, $\beta_{time}, \beta_{cost}, \beta_{LA}, \beta_{LE}$: 東京都市圏交通計画協議会³⁾により推定された乗車時間、費用、アクセスとイグレスのログサムのパラメータ

スケールパラメータについて β_1 は 0.323(t 値:1.195), β_2 は 1.545(t 値:2.742)となり、1 を超えてしまった。尤度比 0.063 と精度が悪いが、これは本研究でセットしたデータに対しての精度であるため、このパラメータの値を活用し、需要推計を行う。

レベル1の端末交通モデルの AMoD とバスは選好モデルの効用関数を用い、説明変数は所要時間、費用、アクセス・イグレス時間、待ち時間、定数項とし、徒歩・自転車の効用関数の所要時間と自転車の費用のパラメータは、SP モデルのバスの所要時間のパラメータと同じと仮定して用いる。また徒歩の定数項として、パーソントリップ調査の OD データと、南北線・埼玉高速鉄道・京浜東北線の各駅から発着ゾーンまでの徒歩、バスの選択確率 (P_{bus}, P_{walk})とそのバスと徒歩・自転車の説明変数 (V_{bus}, V_{walk})を用いて、以下の式(1)で定数項修正をして、求め

る。自転車の場合も徒歩の場合と同様に定数項を修正した。

$$\frac{P_{bus}}{P_{walk}} = \frac{e^{V_{bus}}}{e^{V_{walk}}} \leftrightarrow \ln \frac{P_{bus}}{P_{walk}} = V_{bus} - V_{walk} \quad \dots(1)$$

(1)で算出した OD ごとの定数項をそれぞれ徒歩は加重平均で、自転車は加重平均せず定数項を修正した。その結果、駅アクセス・駅イグレスともに、対象地の実データと比較して、徒歩が±10%、自転車が+20%以内の的中率となった。

5. 需要予測結果

5.1 代表交通機関の変化

図2は、南北線沿線の代表交通機関を（実績値、s0,s1,s2）ごとに算出したグラフである。s1では、AMoDの利用数が16004人増加し、s2では16887人増加したことが読み取れる。したがって、快速化したことによって、利用者が約800人増加したことが分かり、通過駅利用者が近隣の停車駅からAMoDへ転換することを示した。

5.2 駅乗降者数の変化

表1は京浜東北線・南北線駅の一日の利用者数を実績値とシナリオごとに表している。モデルの精度としては、全駅の総数で比較すると南北線が過小推計されて、埼玉高速鉄道線が過大推計される結果となった。

シナリオ1と実績値と比較すると、利用者が全体的に10%以上減少した。特に西ヶ原駅や東大前駅は全駅に比べて大きく減少している。

また、快速化導入前後で駒込駅が増加しているため、西ヶ原駅を利用していた人が駒込駅に移動していた。また南北線を快速化したにもかかわらずJRの京浜東北線の利用者が全駅の合計で増えていることから、京浜東北線の利用者の増加の原因を解明する必要がある。さらに埼玉高速鉄道線駅や南北線駅の全体の利用者が減っていることから、モデルの精度の向上が今後の課題である。

5.3 端末交通機関の変化

図3では、s0とs1による京浜東北線・南北線の端末交通機関の需要増減割合と駅数でグラフに表している。グラフよりバスと徒歩の需要が快速化を行うと減少する駅が多いことが読みとれる。またAMoDを利用する駅が増えることから、バスと徒歩からAMoDに需要が変化したことを示した。

また、AMoDの需要増減割合が駅によって違うことがグラフから読み取れる300%の増減率を示す駅が最も多く、200%から400%まで増減率に違いがあることが分かる。また、300%以上の増加率の駅のほとんどが、乗り換え路線が多い駅（東京駅・赤羽駅・日暮里駅など）であった。したがって、駅によってAMoDの需要が異なり、乗り換え路線が多い駅にAMoDの需要が増えることを示した。

6. おわりに

本研究の知見と課題を以下に示す。

- 1)代表交通機関に関しては、AMoDの利用者が大幅に増加することが分かる。また、快速化を行うことで、通過駅利用者は近隣の停車駅からAMoDへ転換する。
- 2)駅によってAMoDの需要が異なり、乗り換え路線が多

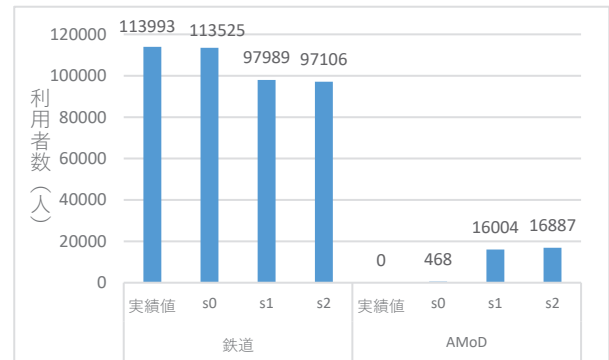


図2：南北線沿線の代表交通機関の需要の算出 (人/日)

表1：京浜東北線・南北線駅の一日の利用者数

	南北線				埼玉高速	JR東
	全駅	東大前駅	駒込駅	西ヶ原駅	全駅	全駅
a.実績値	422,379	5,429	23,915	4,342	38,473	1,126,464
b.再現値(現況)	393,256	2,798	19,211	3,825	47,071	1,112,849
c.シナリオ1/現況	-13%	-16%	-14%	-18%	-14%	-10%
d.シナリオ2/シナリオ1	-1.2%	—	2.1%	—	-0.5%	0.3%

※cはシナリオ1の現況からの増減、dはシナリオ2のシナリオ1からの増減
※駒込駅はJR東日本の乗降量も含む

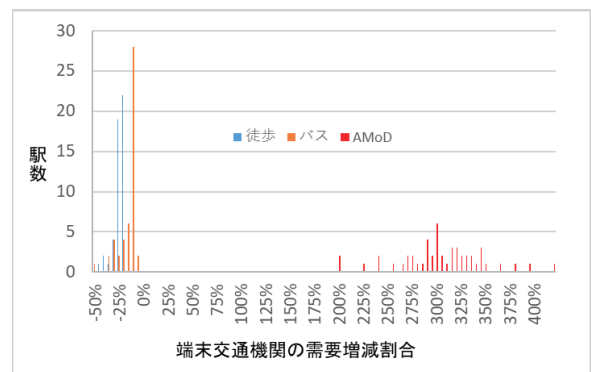


図3：京浜東北線・南北線の端末交通機関の需要増減割合
い駅にAMoDの需要が増える可能性がある。

3)本研究はSPモデルでの需要推計であり、経路選択モデルの精度が十分でないため、AMoDの過大推計または経路の精度の低さによる誤差が生じた可能性がある。今後、RP+SP統合モデルの構築が必要である。

本研究では東大前駅と西ヶ原駅を一日通過運転したシナリオで需要の変化を分析しているため、今後の分析として、快速列車と各駅列車の時間帯別に運行方法を変更するなど、様々なシナリオで需要を算出し、都市交通の未来の可能性を探っていききたい。

参考文献

- 1) 安部遼祐：公共交通網までの端末型自動運転サービスに関する需要分析—需要特性および公共交通への影響—, 2020年夏(第47回)研究報告会
- 2) 林正秀,岩倉成志：自動運転タクシーの受容性に着目した選好モデルの考察, 土木学会年次学術講演会, 2022
- 3) 第6回 東京都市圏 パーソントリップ 調査交通行動シミュレーションに関するテクニカルレポート, 東京都市圏交通計画協議会, 令和3年6月