

# Activity-based交通行動モデルを用いた 東京都市圏の鉄道駅改良の効果分析に関する研究

山田 真也<sup>1</sup>・奥ノ坊 直樹<sup>2</sup>・石部 雅士<sup>3</sup>・山下 良久<sup>4</sup>・福田 大輔<sup>5</sup>

<sup>1</sup>正会員 社会システム株式会社 社会経済部 (〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿1-20-22)  
E-mail:s\_yamada@crp.co.jp

<sup>2</sup>正会員 社会システム株式会社 社会経済部 (〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿1-20-22)  
E-mail:n\_okunobo@crp.co.jp

<sup>3</sup>非会員 社会システム株式会社 社会経済部 (〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿1-20-22)  
E-mail:m\_ishibe@crp.co.jp

<sup>4</sup>正会員 社会システム株式会社 社会経済部 (〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿1-20-22)  
E-mail:yamashita@crp.co.jp

<sup>5</sup>正会員 東京工業大学准教授 環境・社会理工学院土木・環境工学系  
(〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-M1-11)  
E-mail:fukuda@plan.cv.titech.ac.jp

東京圏の鉄道ネットワークは概成しつつあるが、更なる高質化に向けて駅機能の高度化による利便性向上を検討する段階になってきた。また少子高齢化の進展や生活様式の多様化も伴い、ストック効果の最大化や効率性向上の重要性が一層増している。その中で駅改良等に伴い生活利便性の高い施設を駅やその近隣に配置し、鉄道利用者の利便性向上を図る施策があるが、人々は移動効率と付加的な活動の効用を考慮して生活行動と交通行動を選択することが予想されるため、従来のようなトリップベースの鉄道需要分析による評価は適切でない。このような問題意識のもと本研究では、Yamada *et al.*(2019)による東京圏の鉄道計画への適用を目標としたActivity Based Modelシステムを用いて、駅改良事業や駅周辺再開発により新たな商業施設等が開業した場合の活動内容や目的地選択の変化について推計・検証し、モデルシステムの課題を把握することを目的とする分析を行う。

**Key Words :** *activity-based model, activity pattern choice, destination choice, urban railway*

## 1. はじめに

Activity Based Model(以下、ABMとする。)の実務への適用は、ニューヨーク、サンフランシスコ、デトロイト、サクラメント等、米国における都市交通マスタープランの策定において事例が蓄積されてきている。一方、東京都市圏の都市交通マスタープランでは、四段階推定法が適用されている。2016年に策定された都市鉄道マスタープラン<sup>1)</sup>においても、四段階推定法を適用した需要予測が実施され、24の新線プロジェクトの収支採算性、費用便益分析が実施された<sup>2)</sup>。これは、東京都市圏における主たる交通問題が、朝ピーク時の混雑緩和や交通不便地域の解消といった、供給量不足に起因するものであったことが大きな理由である。

しかしながら、東京都市圏の鉄道ネットワークは今回

のマスタープランでの新線計画も踏まえると、供給量としては相当程度概成されつつあり、更なる高質化のために、駅機能の高度化によるネットワーク強化を検討する段階になってきた。また、少子高齢化の進展や生活様式の多様化も伴い、ストック効果の最大化や効率性向上の重要性が一層増している。その中で駅改良等に伴い生活利便性の高い施設を駅やその近隣に配置し、鉄道利用者の利便性向上を図る施策がある。このとき人々は移動効率と付加的な活動の効用を考慮して生活行動と交通行動を選択することが予想されるため、従来のようなトリップベースの鉄道需要分析での評価は適切でない。

このような背景のもと、東京都市圏の都市鉄道利用者を対象としたABMの構築および実務への適用に向けた研究が行われており、土屋ら<sup>3)</sup>は亀谷・福田<sup>4)</sup>のABMを用いた都市鉄道整備効果の分析を行っており、四段階推

計法では捉えられない鉄道サービス変化がアクティビティパターンに与える影響の把握を行っている。

本研究では、ABMの都市鉄道需要予測の実務への適用に向けた検討として、東京都市圏の都市鉄道利用者を対象としたABMシステムを用いて、駅改良事業や駅周辺再開発により新たな商業施設等が開業した場合の活動内容や目的地選択の変化について把握することを目的とする。

## 2. 既往研究のレビュー

ここでは、ABMの実務への適用に向けた先行研究に関するレビューを行う。

ニューヨーク都市圏を対象としたABMシステム<sup>6)</sup>では、発生モデル及び交通機関選択、目的地選択並びに時間帯選択モデルの組み合わせによるマイクロシミュレーションが行われている。交通機関選択においては、自動車（単独、同乗）やバス、タクシーだけでなく通勤電車も選択肢として考慮されている点が特徴である。ただし、目的地選択において鉄道サービスレベルの影響は考慮されておらず、鉄道サービス変化による目的地変化は考慮されていない。サクラメントにおけるABM<sup>7)</sup>では、通勤通学目的の交通機関選択において自動車（単独、同乗）、バス、徒歩及び二輪のみ考慮されており鉄道は対象となっていない。

東京都市圏の都市鉄道を対象としたABMに関する研究<sup>3)</sup>では、複々線化による速達性向上事業をケーススタディとして、事業による対象路線沿線における立ち寄りパターンの変化や目的地選択の変化を把握している。

## 3. 分析

### (1) モデルの概要

本研究においては、Yamada *et. al.*(2019)<sup>9)</sup>によるNested Logit型のABMを用いた分析を行うこととする。図-1にモデルの意思決定構造を示す。なお、各段階の選択モデルのパラメータ等の詳細については、既往研究を参照されたい。対象とするアクティビティパターンは、第5回東京都市圏パーソントリップ調査に基づき表-1に示す14パターンとする。ここで就業者のアクティビティパターンはいずれも通勤を含む5パターンとし、非就業者は自宅滞在も含めた9パターンの選択肢を設定している。なお、以降では各アクティビティパターンを表中の簡略名称で表現する。

表-2 及び表-3 に既往研究で構築された私事先に関する目的地選択モデルのパラメータ推定結果を示す。私事先

から自宅、勤務地までの移動を表現する説明変数の他、目的地の小売・卸売り店舗密度、医療施設密度、文化施設密度等が説明変数として採用されている。

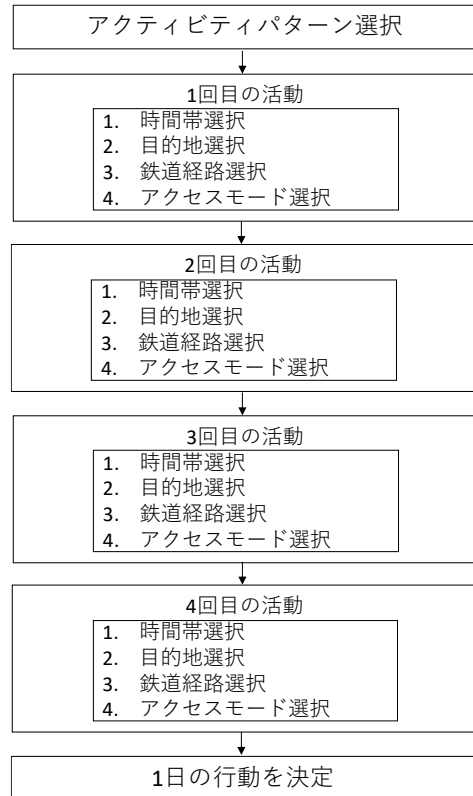


図-1 意思決定プロセス

表-1 分析対象のアクティビティパターン

適用対象	No.	アクティビティパターン	簡略名称
就業者	1	H(自宅)→W(仕事)→H(自宅)	HWH
	2	H(自宅)→W(仕事)→F(食事)→H(自宅)	HWFH
	3	H(自宅)→W(仕事)→S(買物)→H(自宅)	HWSH
	4	H(自宅)→W(仕事)→P(その他私事)→H(自宅)	HWPH
	5	H(自宅)→P(その他私事)→W(仕事)→H(自宅)	HPWH
非就業者	6	H(自宅)→S(買物)→H(自宅)	HS
	7	H(自宅)→P(その他私事)→H(自宅)	HP
	8	H(自宅)→S(買物)→S(買物)→H(自宅)	HSSH
	9	H(自宅)→S(買物)→P(その他私事)→H(自宅)	HSPH
	10	H(自宅)→P(その他私事)→S(買物)→H(自宅)	HPSH
	11	H(自宅)→P(その他私事)→P(その他私事)→H(自宅)	HPPH
	12	H(自宅)→P(その他私事)→P(その他私事)→S(買物)→H(自宅)	HPPSH
	13	H(自宅)→P(その他私事)→P(その他私事)→P(その他私事)→H(自宅)	HPPPH
	14	H(自宅)	H

表-2 就業者の目的地選択モデル

変数	退社後の食事		退社後の買物		退社後のその他私事		出勤前の私事	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
ログサム変数(勤務先→私事先→自宅)	0.127	30.7	0.201	45.9	0.228	58.0		
ログサム変数(自宅→私事先→勤務先)							0.173	7.9
昼間人口密度(/km <sup>2</sup> )	0.064	10.9	0.109	13.4			0.037	1.5
小売・卸売り店舗密度(/km <sup>2</sup> )	0.001	5.0	0.001	8.5				
医療施設密度(/km <sup>2</sup> )					0.002	3.5		
文化施設密度(/km <sup>2</sup> )			0.011	1.3				
都市公園密度(/km <sup>2</sup> )			0.029	5.5	0.009	1.2		
目的地・勤務先ゾーン一致ダミー	1.060	19.8	0.547	8.6			1.280	5.4
目的地・自宅ゾーン一致ダミー	1.766	22.0	0.805	16.7				
修正済み尤度比	0.257		0.406		0.375		0.358	
サンプル数	5,253		7,071		2,762		215	

表-3 非就業者の目的地選択モデル

変数	1回私事活動を行う鉄道利用者		2回以上私事活動を行う鉄道利用者		1回私事活動を行う非鉄道利用者		2回以上私事活動を行う非鉄道利用者	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
ログサム変数(自宅→私事先→自宅)	0.114	41.3	0.071	64.3				
ログサム変数(自宅→私事先)					0.158	57.6		
ログサム変数(私事先→私事先)							0.095	23.8
昼間人口密度(/km <sup>2</sup> )	0.200	17.0	0.110	15.1	0.166	26.4	0.085	14.3
小売・卸売り店舗密度(/km <sup>2</sup> )	0.001	3.7			0.0005	3.7	0.0004	3.4
医療施設密度(/km <sup>2</sup> )			0.003	5.1				
文化施設密度(/km <sup>2</sup> )	0.073	5.9	0.079	13.1	0.095	16.0		
都市公園密度(/km <sup>2</sup> )	0.109	14.5	0.013	3.4	0.015	3.6	0.044	10.2
目的地・自宅ゾーン一致ダミー							1.558	31.9
修正済み尤度比	0.231		0.152		0.163		0.177	
サンプル数	2,355		8,490		7,559		7,559	

(2) ケーススタディ

具体的な開発プロジェクトを対象としてケーススタディを行うこととする。ここでは、①渋谷駅周辺の再開発事業、②東急池上線池上駅における駅ビル開発を対象として、開発条件および規模の違いが生活行動、交通行動に与える影響について、ABMを用いて把握することを目的として分析を行う。

a) ケース設定

①渋谷駅周辺の再開発<sup>8)</sup>

渋谷スクランブルスクエア、渋谷ストリーム等の大規模複合施設(渋谷区)が建設された場合を想定し、当該開発が含まれる渋谷駅周辺ゾーンの小売・卸売り店舗密度、文化施設密度を増加させるケースとする。

②池上駅ビルの建設<sup>9)</sup>

東急池上線池上駅(大田区)に5階建ての駅ビルが新設された場合を想定し、池上駅周辺ゾーンの小売・卸売り店舗密度を増加させるケースとする。

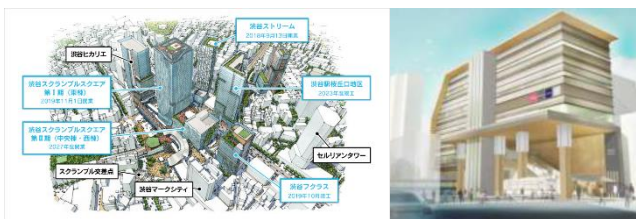


図-2 ケーススタディで想定する開発イメージ (左:渋谷再開発, 右:池上駅ビル)

出典: 共に東急Webサイト

b) アクティビティパターン選択

アクティビティパターンのうち、就業者の買い物立ち寄りパターン(HWSHパターン)の変化に着目する。図-3、図-4に居住地側におけるHWSHパターンの変化量すなわちアクティビティパターンの変化をGISを用いて示す。集計単位は市区町村単位としている。

渋谷再開発ケースでは、渋谷区だけでなく渋谷駅につながる京王井の頭線沿線や京王線沿線市区においてもHWSHパターンが増加していることがわかる。池上駅改良ケースでは変化量は少ないものの、池上駅が含まれる大田区居住者においてHWSHパターンが増加する結果となっている。

c) 目的地選択

図-5及び図-6にHWSHパターンにおける買物先目的地選択結果を示す。いずれも開発地域である駅を含む地域を目的地とする買物パターンが増加する結果となっている。

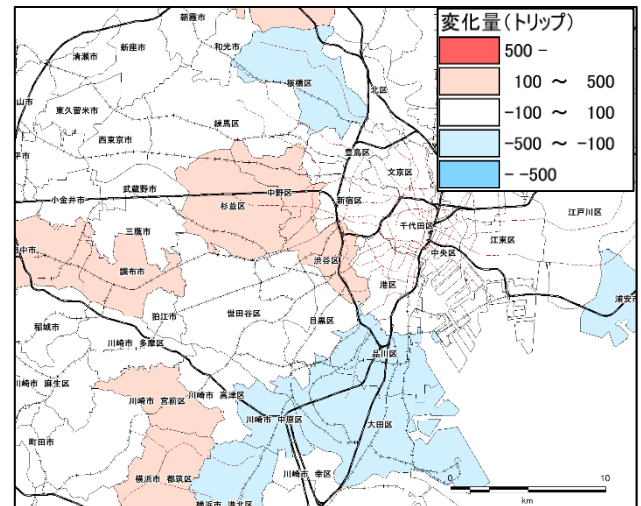


図-3 HWSHパターン変化(渋谷再開発・居住地ベース)

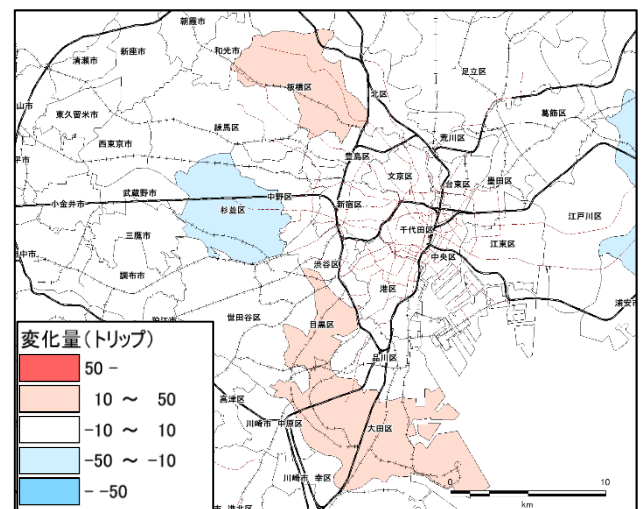


図-4 HWSHパターン変化(池上駅改良・居住地ベース)

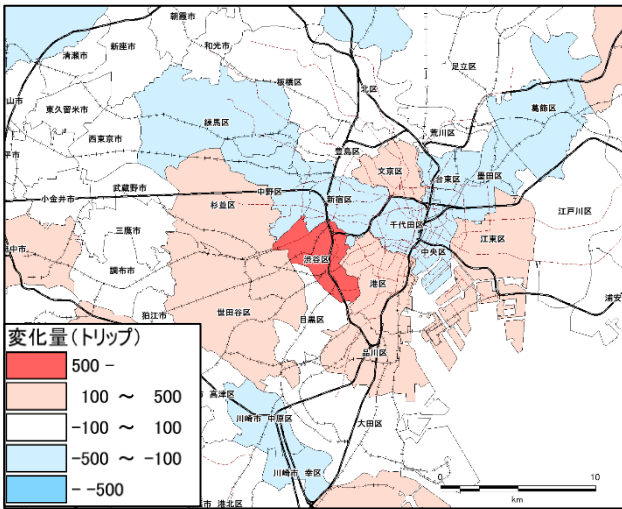


図-5 渋谷駅周辺開発によるHWSHパターン目的地変化

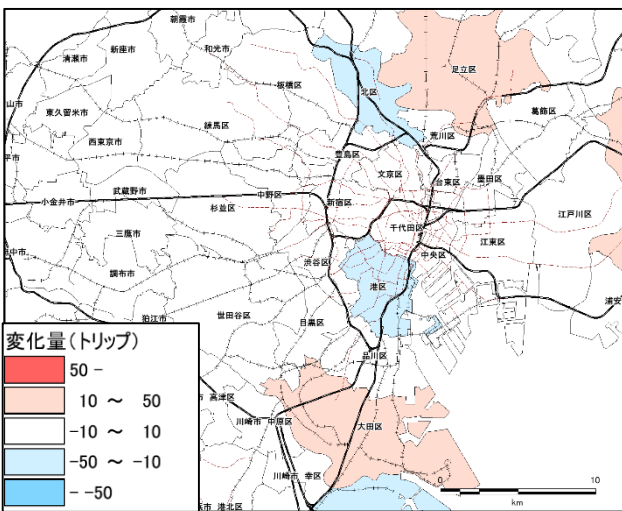


図-6 池上駅改良によるHWSHパターン目的地変化

(3) 考察

駅周辺開発及び駅改良によってアクティビティパターンが変化する結果となった。これはHWSHパターンの目的地選択モデルによる効用が変化することでアクティビティパターンの変化が生じることを表しており、従来の四段階推計法では表現が困難な、駅周辺開発や駅改良による行動の変化をABMで表現しているといえる。ただし、対象地域以外でHWSHパターンが減少する地域がみられるためどのような変化が生じているか詳細に分析する必要がある。目的地選択においても開発地域以外で目的地として選択されるゾーンが生じている要因について分析を行う必要がある。

4. おわりに

本研究では、既往研究を元に、具体的な駅周辺開発事業をケーススタディとしてアクティビティベースの需要予測手法を用いた推計を行った。推計結果から、本手法

を用いることで、四段階推計法では捉えることが困難な駅周辺開発や駅改良が行動に与える影響について把握できることを確認した。

ただし、想定したケースに対するモデルの感度や影響範囲については課題がみられた。今後は詳細分析を進めるとともに様々なケースでのケーススタディを行うことで、モデルの実務への適用に向けて精度を高めていくことが重要である。

**謝辞** 本研究は、国土交通省・道路政策の質の向上に資する技術研究開発「ETC2.0 プローブ情報等を活用した“データ駆動型”交通需要・空間マネジメントに関する研究開発」（代表：福田大輔）からの支援を受けて行われた。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 交通政策審議会：東京圏における今後の都市鉄道のあり方について(答申),2016.
- 2) 国土交通省交通政策審議会鉄道部会 東京圏における今後の都市鉄道のあり方に関する小委員会 需要評価・分析・推計手法ワーキング・グループ：鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート,2016.
- 3) 土屋貴佳, 奥ノ坊直樹, 山下良久, 福田大輔：Activity-based 交通行動モデルを用いた都市鉄道整備の効果に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, 4pages, 2018.
- 4) 亀谷淳平, 福田大輔：鉄道利用者を対象とした Activity-based 交通行動モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, 10pages, 2016.
- 5) Yamada, S., Ishibe, M., Yamashita, Y., Fukuda, D.: Development of an Activity Based Model System for Tokyo Metropolitan Urban Rail Planning, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2019.(accepted)
- 6) New York Metropolitan Transportation Council: Transportation Models and Data Initiative General Final Report New York Best Practice Models (NYBPM), 2005.
- 7) Sacramento Area Council of Governments: Sacramento Activity-Based Travel Simulation Model(SACSIM07): Model Reference Report -Review Draft-, 2008.
- 8) 東急株式会社：渋谷再開発情報サイト, <https://www.tokyu.co.jp/shibuya-redevelopment/index.html>, (最終閲覧日 2019.10.2)
- 9) 東京急行電鉄株式会社 web サイト, <https://www.tokyu.co.jp/company/news/list/Pid=2550.html>, (最終閲覧日 2019.10.2)
- 10) Bowman, J. L., Ben-Akiva, M. E.: Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol.35, No.1, pp.1-28, 2001.
- 11) 奥ノ坊直樹, 土屋貴佳, 山田真也, 山下良久, 福田大輔：首都圏鉄道利用者のアクティビティパターンと目的地選択行動に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, 6pages, 2017.
- 12) 山下良久, 日比野直彦：性・年齢階層および世帯構成に着目した都市内交通のトリップパターンに関する分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.56, 5pages, 2017.