

名古屋市におけるLRTの導入効果分析*

A study on introduction of Light Rail Transit system in Nagoya city*

金森 亮**・田中秀一***・森川高行****

By Ryo KANAMORI**・Shuichi TANAKA***・Takayuki MORIKAWA****

1. はじめに

自動車に過度に依存したライフスタイルの定着により、中心市街地衰退や沿道環境悪化が社会問題となり、様々な対策が実施されてきたが、今後の少子・高齢化、人口減少時代の到来により、高齢者など交通弱者への対応、通勤/通学人口減少による公共交通サービスの提供維持にも積極的に取り組んでいく必要がある。つまり、公共交通と歩行者・自転車を重視した交通システムへと転換させ、持続可能なまちづくりを進めることが求められている¹⁾。

中京都市圏の中心都市である名古屋市は、他の大都市圏と比べて自動車利用が多い地域であり、現在の公共交通：自動車の利用割合“3：7”を“4：6”まで転換することを目標とした「なごや交通戦略」を策定し、様々な交通施策を実施・検討している。また、主要百貨店の売上高減少や歩行者通行量減少といった中心市街地の賑わい低下も問題となっており、活気と賑わい・魅力にあふれた都心を創り上げることを目標とした「中心市街地活性化基本計画」を策定している。

LRT (Light Rail Transit) 導入は、脱自動車依存社会システム構築と中心市街地活性化に有用な施策であることが海外で実証されており、我が国でも多くの都市で検討されている。本研究では、前述した名古屋市が抱える諸問題の解決策としてLRT導入に着目し、複数の経路・運賃を設定した場合の交通状況や中心市街地での活動状況の変化、環境改善効果、効率性などの視点から考察することを目的とする。

2. 中心市街地の設定、想定するLRTの概要

名古屋市の中心市街地は、中心市街地活性化基本計

*キーワード：交通ネットワーク分析、新交通システム計画

**正員、博（工），東京大学 都市持続再生研究センター

（東京都文京区本郷7-3-1 工学部11号館4階020号室

TEL: 03-5841-0586, E-mail: kanamori@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

***正員、修（工），東急建設株式会社

****正員、Ph.D., 名古屋大学 大学院環境学研究所

(TEL: 052-789-3564, E-mail: morikawa@nagoya-u.jp)



図-1 都心部の設定(黒枠内)

画の対象エリアとし、名古屋駅地区、伏見地区、栄地区、大須地区を含む地域を都心部（中心市街地）として設定する（図-1）。

本研究で想定するLRTの導入区間は、図-2に示す通り、名古屋駅から都心部を通過し、名古屋大学までの約9kmの区間である。LRT導入による自動車交通への影響（車線数減少や迂回状況）や都心部来訪者の活動への影響（立寄り箇所、滞在時間、等）を分析するため、都心部内（名古屋駅⇄矢場町）では、広小路通 [4車線] を走行する①広小路通ルート、三蔵通 [2車線] を走行する②三蔵通ルート、若宮大通 [8車線] を走行する③若宮大通ルートの3経路を設定する。電停間隔、表定速度は「まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイダンス」²⁾を参考にして、都心部内は電停間隔300m～500m、表定速度15km/h、都心部外は電停間隔500m～1km、表定速度は25km/hとした。運行頻度は、並走する名古屋市営地下鉄桜通線と同様とした。この結果、LRTを利用した際の主要地点間の所要時間は、既存の地下鉄利用時よりも数分遅くなった。

運賃は①対キロ運賃制（地下鉄と同じ：200円～260円）、②ゾーン運賃制（名古屋駅⇄矢場町をゾーン1、矢場町⇄名古屋大学をゾーン2とし、ゾーン内々利用：100円、ゾーン間利用：200円）、③均一運賃制（バスと同じ：200円）の3パターンの運賃体制を設定した。

一方、LRT導入による自動車サービスレベル低下の反映方法として、導入経路に該当する道路リンクの車線数を片道1車線ずつ削減し、交通容量を下げた。また、導入経路と交差する道路リンクについては、踏切と同様の交通容量削減を仮定して35%削減している。ここで、三蔵通は元々片道1車線であるため、一部の区間はトラン



図-2 LRTの仮想経路

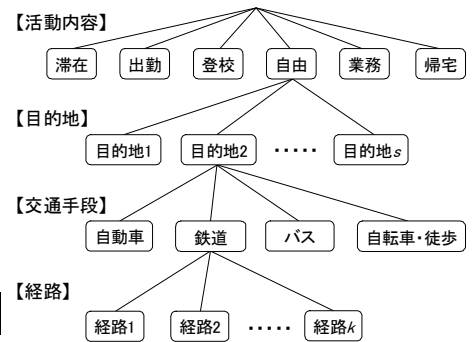


図-3 活動・交通行動の選択構造

ジットモールとなり、自動車通行は不可能となり、また、モール区間を跨ぐODの自転車・徒歩の所要時間を既存研究⁶⁾を参考に1分短縮した。

3. 評価モデルの概要

脱自動車依存社会システム構築と中心市街地活性化におけるLRTの導入効果を把握するための評価モデルとしては、定時性や乗降利便性といったLRTの特長を表現でき、鉄道競合路線や他手段からの転換、活動場所や活動時間の変化などを算出できることが望ましい。

筆者らが構築/改良している統合型交通需要予測モデル^{3) 4)}は、施策導入による個々人の自動車/鉄道の経路選択変更に加えて、交通手段変更、自由/業務目的の目的地変更といった活動・交通行動モデル(図-3)を組み込んだ統合均衡モデルであるため、特定地域の交通状況や来訪者の活動状況、環境排出量の改善効果なども分析することができる。本研究でもこの予測モデルを基本とし、LRTの特長を考慮できるよう改良していく。

ところで、名古屋市には、LRTと同じ中量輸送機関に属する基幹バスやガイドウェイバスといったBRT (Bus Rapid Transit) が既に運行していることから、これらの利用特性を分析することで、鉄道や通常のバスからは把握困難であるLRTの利用特性を近似的に把握することが可能である。筆者らは、直近のPT調査データを用いてBRTの利用特性を組み込んだモデル構築を試みたが、利用者数が少ないこともあり、より一般的な乗降利便性に関するパラメータは推定できなかった⁵⁾。そこで、本研究では鉄道駅とバス停における上下移動が少ない地上駅を構造的にLRTの電停と同様であるとし、“地上駅ダミー”の推定を試みた。しかしながら、名古屋市内は鉄道の地上駅が少なく、相対的に地上駅であるバスよりも地上駅以外の地下鉄を利用しやすい状況となっているため、パラメータがマイナスとなるなど、地上駅の特長を上手く推定することができなかった。

PT調査データのみからLRT利用特性を把握することが困難である場合、SP調査の実施、既存研究のパラメ

ータ推定結果の援用が対処法として考えられる。本研究では、SP調査を実施する余裕が無かったため、既存研究の乗降利便性に関するパラメータ推定結果を援用し、LRTの特長を反映できるようにする。

「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」⁷⁾では、移動時間・移動抵抗軽減便益の計測として表-1の通り、乗車中の肉体的負荷を1.0に基準化した場合の駅構内での移動に関する負荷量を数値化し、適用している。

表-1 鉄道利用時の肉体的負荷量

乗車中	上り階段	下り階段	水平移動	エスカレータ
1.00	1.65	1.53	1.25	0.89

本研究では、LRT利用時において階段等を利用する必要がないことの反映方法として、発/着駅にLRTの電停を利用する場合、既存鉄道駅を利用するよりも上下移動時間分の肉体的負荷が軽減されるとした。ここで、短縮される駅構内における上下移動時間は、LRTの競合路線の地上入口からホームまで階段を利用した際の移動時間を実際に計測し、平均値を用いる。規模や構造が異なる6駅を対象として計測した結果、平均移動時間は52.8秒であった。従って、LRTの乗降利便性を考慮した鉄道経路選択モデルは式(1)の様に表現され、乗車時間に係るパラメータ、表-1の肉体的負荷量換算比、上下移動時間の実測平均値より算出することができる。

$$\begin{aligned}
 V = & -0.4632 * (\text{乗車時間}[\text{分}]) - 0.9999 * (\text{乗車外時間}[\text{分}]) \\
 & - 4.9187 * (\text{運賃}[\text{百円}]) - 9.5459 * (\text{アクセス距離}[\text{km}]) \\
 & - 8.9330 * (\text{イグレス距離}[\text{km}]) + 2.5706 * (\text{代表駅ダミー}[\text{乗車側}]) \\
 & + 0.4632 * 1.6451 * 52.77/60 [\text{分}] * (\text{LRT電停ダミー}[\text{乗車側}]) \\
 & + 0.4632 * 1.5250 * 52.77/60 [\text{分}] * (\text{LRT電停ダミー}[\text{降車側}]) \quad (1)
 \end{aligned}$$

評価モデルにおける活動・交通行動モデルは、上記のLRT利用時のみ変更すれば良く、その他のモデル構造やパラメータ推定結果は既存研究³⁾と同じである。また、評価モデルの現況再現性なども既存研究⁴⁾に示されている通り、概ね妥当であることを確認しているため、紙面の都合上、詳細は省略する。

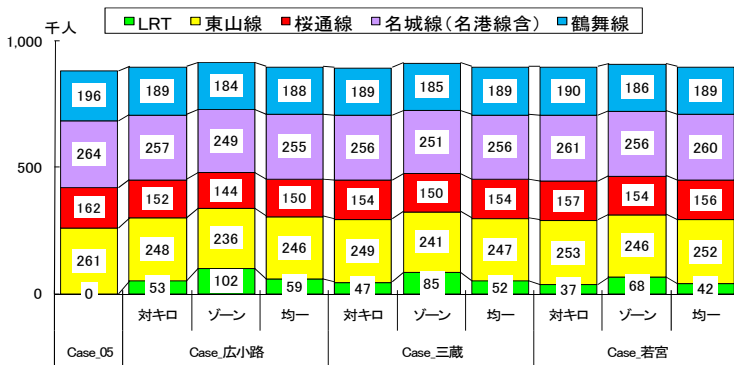


図-4 路線別鉄道利用者数(往復/日)



図-5 LRT 電停間利用者数(Case_広小路通ゾーン制)

表-2 自動車・環境改善指標の変化(Case.05 比)

		走行台キロ		平均速度		CO ₂ 排出量	
		都心部	名古屋市計	都心部	名古屋市計	都心部	名古屋市計
Case_広小路	対キロ	0.7%	-0.1%	1.0%	1.1%	0.5%	-8.4%
	ゾーン	-0.1%	-0.1%	2.1%	0.9%	0.5%	-7.5%
	均一	0.5%	0.0%	0.8%	0.9%	0.4%	-8.8%
Case_三蔵	対キロ	-1.3%	-0.2%	1.8%	2.0%	0.5%	-11.7%
	ゾーン	-1.8%	-0.4%	2.1%	1.5%	0.8%	-11.9%
	均一	-1.0%	-0.3%	0.7%	2.3%	0.7%	-12.5%
Case_若宮	対キロ	-0.7%	-0.1%	2.2%	0.2%	0.5%	-10.0%
	ゾーン	-0.9%	-0.2%	2.2%	0.9%	0.5%	-10.8%
	均一	0.1%	-0.4%	1.0%	0.2%	0.6%	-10.3%

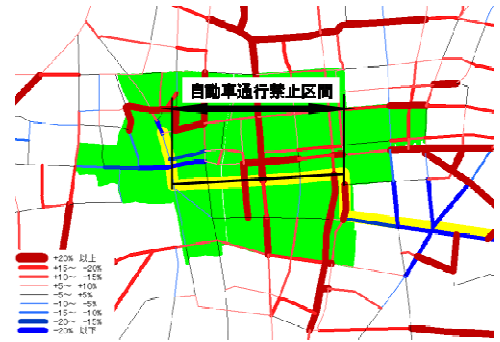


図-6 自動車リンク交通量の変動(Case_三蔵ゾーン制)

4. LRT導入効果分析

(1) 交通状況の変化

LRT導入効果分析として交通状況の変化をみると、名古屋市全体では交通手段分担率に大きな変化はみられなかった。つまり、LRTのみの導入では、なごや交通戦略の数値目標の達成は困難であり、交通施策の効果的なパッケージ化を検討する必要があるといえる。

各ケースにおける代表的な路線別鉄道利用者数(往復/日)は図-4の通りであり、LRT導入により総鉄道利用者数は導入前のCase_05よりも全てのケースで増加することが分かる。LRTの利用状況は経路・運賃で大きく異なり、若宮通ルートは少なく、ゾーン運賃制は多い傾向にある。最も多いケースは広小路通ルートのゾーン運賃制であり、10万人/日程度と推計され、競合する地下鉄の利用者からの転換が多いことが分かる。また、LRT電停間の利用者数は図-5の通りであり、名古屋駅⇄矢場町の都心部内で多く、都心部以外の利用者は少ない傾向が全てのケースで確認された。

続いて、自動車交通に関する問題改善効果として、走行台キロ、平均速度、CO₂排出量を取り上げる。表-2は各指標のCase_05からの改善効果を都心部と名古屋市全体で整理したものである。ここで、CO₂排出量は、CO₂排出係数原単位と平均速度との関係式、時間帯別リンク平均速度より算出している。走行台キロは、都心部でわずかに増加しているケースがあるが、名古屋市全体では減少傾向にある。平均速度は全ケースで向上しており、それに伴いCO₂排出量も全てのケースで大きく削減され

ていることが分かる。しかし、LRT導入により導入経路の自動車交通量は削減されているが、その周辺部は迂回交通によって交通量が増加するリンクもあるため(図-6参照)、局所的・追加的な沿道環境対策が必要となる。

(2) 都心部での活動状況の変化

都心部(中心市街地)での活動状況の変化として、図-7の交通手段別発生集中量の変動をみると、導入されるLRTの経路・運賃の組み合わせによっては、全体の活動量(発生集中量合計)が減少する可能性があることが分かる。今回の試算では、若宮通ルートは都心部活性化に効果はなく、三蔵通ルートが鉄道に加えて、自転車・徒歩による移動も誘発的に増加する結果となった。

次に都心部内々の移動状況として、自動車を除く地区間移動をみると(図-8)、地区内々や隣接する地区間の移動が増加し、LRT導入が交流促進に役立つことが確認できる。また、LRTの各導入経路で最も利用者数が多いゾーン運賃制を対象として、地域活性化に与える導入経路の違いを把握するため、活動者数、活動人時、活動箇所をLRT導入前と比較した(表-3)。その結果、都心部の外延部を走行する若宮通ルートは自転車・徒歩が減少する(図-7参照)ことから活動者数自体が減少し、広小路通ルートも誘発的な自転車・徒歩による移動が少ないためか都心部内での立ち寄り箇所数は減少する。つまり、今回は結果的にトランジットモールとのパッケージ施策となった三蔵通ルートが最も活性化に有効であった。ただし、本評価モデルの個々人の活動・交通行動は乱数を用いてシミュレーションしているため、シミュレーション誤差の影響を精査する必要がある。

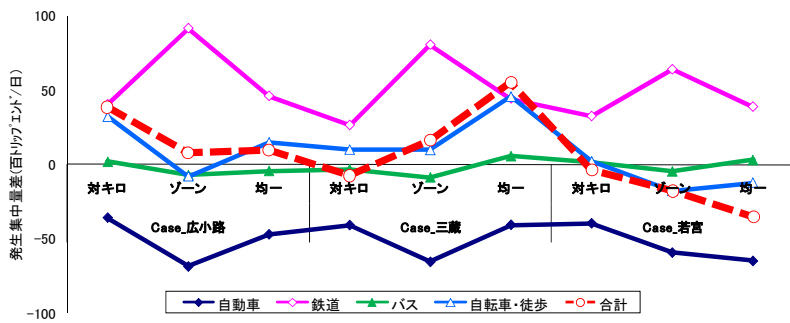


図-7 交通手段別発生集中量の変動(都心部, Case_05 差)

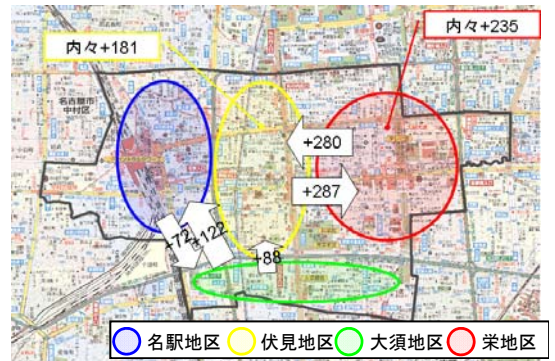


図-8 都心部内地区間移動量の変化
(自動車除く, Case_05 差: Case_三蔵通ゾーン制)

表-3 交通手段別発生集中量の変動(都心部内, Case_05 差)

	Case_広小路 ゾーン	Case_三蔵 ゾーン	Case_若宮 ゾーン
活動者数(人)	207	763	-533
活動人時(人・時)	749	1682	-2495
活動箇所(人・箇所)	-227	244	-1328

※活動者数=都心部内で活動(出入/滞在)した人数
 ※活動人時=都心部内での外出先での滞在時間×活動者数
 ※活動箇所=都心部内での立ち寄り箇所数×活動者数

表-4 便益評価(ゾーン運賃制)

	利用者 便益	貨物車所要 時間短縮便益	環境改善 便益	高速道路 料金収入	公共交通 運賃収入	合計
Case_広小路	897.2	-208.0	14.3	-15.0	280.9	969.3
Case_三蔵	708.0	-148.0	15.9	874.8	378.8	1,829.5
Case_若宮	356.1	-219.6	9.0	-205.1	325.2	265.6

単位:万円

(3) 便益評価

LRT導入による便益を項目別に算出し、整理したものが表-4である。利用者便益は、活動・交通行動モデルより導出されるODレベルのログサム変数(期待最小費用)を用いた台形公式にて算出した。LRT導入により、利用者便益は増加するが、自動車ネットワークの交通容量低下の影響や迂回交通の影響から、代替交通手段がない貨物車の時間短縮便益は減少している。その他、CO₂排出量削減による環境改善便益はプラス、高速道路料金収入はケースによって正負が異なるが、公共交通運賃収入は全てのケースでプラスとなり、割安なゾーン運賃制でも補填対象とならないことが分かる。

また、便益合計は全ケースでプラスとなり、LRT導入費用に関する資料収集等ができていないため費用便益分析はできないものの、三蔵通ルートは約67億円/年(=1830万円*365)の便益と、決して小さくはない効果が得られるといえる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、名古屋市を対象として、自動車から公共交通と歩行者・自転車を重視した交通システムへの転換、中心市街地活性化に有効とされるLRTの導入効果分析を行った。地域特性を含むPT調査データからLRTの利用特性を反映できるパラメータは推定できなかったが、本評価モデルは四段階推定法など既存予測モデルと比較して、より多くの誘発需要や時間軸、トリップチェーン(活動・交通行動前後の連関性)を考慮しており、交通施策評価をより詳細に分析可能である。

LRT導入により、名古屋市の数値目標である公共交通分担率4割は達成できないが、都心部内の自動車交通

量は減少し、大きな環境改善効果が得られることを確認した。また、中心地市街地活性化には経路・運賃の設定が影響し、加えてトランジットモールなど自転車・徒歩の移動環境の改善が有効であった。

今回のLRT導入ケースでも十分な利用者数や便益が得られることが確認できたため、今後は、SP調査実施による名古屋市民のLRT利用意向を反映した評価モデルの改良、詳細な建設・維持費用の算出による費用便益分析、段階的整備の検討⁸⁾などを行っていきたい。また、地域活性化のより適切な評価指標の考案、道路課金政策などとの最適な交通施策パッケージ化、道路・都市施設の再配置に着目した土地利用に関する分析も重要である。

<参考文献>

- 1) 青山吉隆, 小谷通泰: LRTと持続可能なまちづくり, 学芸出版社, 2008.
- 2) 国土交通省: まちづくりと一体となったLRT導入計画ガイドダンス, 2005.
- 3) 金森 亮, 三輪富生, 森川高行: 活動選択を考慮した時間帯別・統合均衡モデルの構築と適用, 土木計画学研究・論文集, Vol.24 No.3, pp.545-556, 2007.
- 4) 金森 亮, 森川高行, 山本俊行, 三輪富生: 都市交通戦略の策定に向けた統合型交通需要予測手法の開発, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, CD-ROM, 2008.
- 5) 杉田崇, 金森亮, 倉内慎也, 森川高行: LRTの輸送特性を考慮した新規路線の需要予測手法の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, CD-ROM, 2007.
- 6) 島袋寛之, 吉川徹: トランジットモール導入前後における歩行者の移動自由度の変化について—那覇国際通りを事例として—, 都市計画報告集 No.5, pp.63-68, 2006.
- 7) 国土交通省: 鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005, 2005.
- 8) 溝上章志, 藤見俊夫, 平野俊彦: 熊本電鉄LRT化プロジェクトの拡大オプション型段階整備計画の評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, CD-ROM, 2008.