



研究報告書

Nagoya Urban Institute Research Reports

2013.3

平成24年度 特別研究報告書

名古屋市の総合交通戦略の導入評価

名古屋工業大学 特任准教授 金森 亮

概 要 編

名古屋市の総合交通戦略の導入評価

名古屋工業大学 特任准教授 金森 亮

1. はじめに

安全・安心な交通の確保、魅力あるまちづくりをバックアップし、環境的に持続可能な交通の実現を目指し、短・中期的な政策目標を実現するための施策パッケージとその施策展開方針を定める「都市・地域総合交通戦略（以下、交通戦略）」の策定が進められている。名古屋市でも他の大都市圏と比較して自動車利用が多いことから、公共交通の利用促進などのパッケージ施策を整理した「なごや交通戦略」が 2004 年に名古屋市交通問題調査会より答申されている。さらに 2010 年 12 月には交通戦略の短期的実施施策の事後評価や現状問題を踏まえて、更なる自動車利用の適正化と徒歩、自転車、公共交通を中心とした交通体系の形成をめざした「なごや新交通戦略」が答申されている。

本研究では、名古屋駅地区と栄地区を含む都心部を対象とし、「なごや新交通戦略」で中心的な交通施策と期待されている LRT（次世代型路面電車）や自動車利用の適正化に加えて、様々な交通システムの運営費等を課金収益から充当することも可能な道路課金政策（ロードプライシング）の導入評価を定量的に実施する。さらにシェアリングのトレンドから近年急速にサービス提供が拡大しているカーシェアリングの会員特性や利用意向について、名古屋都市圏の状況を把握した WEB アンケート調査の基礎分析を行い、今後の名古屋の交通施策を考える。

2. 名古屋市都心部の将来像

名古屋市都心部の将来像として交通面からの

構想としては、「なごや新交通戦略」や「名古屋都心ビジョン 2030」がある。

なごや新交通戦略での都心部の構想では、

- 交流と憩いの場の創造による賑わいと活気に満ちあふれたまち
- 「人」を優先とした安全・快適で回遊性に富んだ交通環境が整備されたまち

を目指し、①自動車の過度な流入を抑制し、自動車走行空間にゆとりを生み出すことにより道路空間を再配分し、徒歩、自転車、公共交通を優先とした賑わい空間の創出、②道路空間の多様な利活用を推進するとともに、新たな交通システムの導入を行うことにより市民の交流を促進し、まちが賑わい、歩いて楽しめるまちの実現、を基本的な方向性として打ち出している。



オープンカフェ
(名古屋市中区錦三丁目)



次世代型路面電車 (LRT)
(富山市)



名駅ちよいち乗りバス実験運行 (2007)



コミュニティサイクル
「名チャリ」

名古屋都心ビジョン2030では、リニア中央新幹線の開通を想定し、「都心来訪機会を増やし、都心滞在時間を延ばす」を目標に、①都心回遊性を高めるため、

- 路面公共交通の強化（LRT、チョイ乗りバス）
- お1人様モビリティ支援（特典つき共通切符、パーソナルモビリティ）
- 歩行者空間の拡大（道路課金政策（PDS など）、トランジットモール、ゾーン30）

や②良好なコミュニティ形成、③街の社交空間の生成、④良好な都市風景の形成、⑤創造的コアの支援、⑥グリーングリッドの形成、⑦都心の防災、⑧エリアマネジメントの推進、と8つの方針が挙げられている。

3. 交通需要予測モデルの構築

交通戦略に挙げられた施策の導入効果を把握するためには、対象都市の交通状況を再現できる数理モデルを構築することが有効であり、多くの交通需要予測モデルが提案されてきた。本研究では実務レベルで用いられている四段階推定法の問題点（例えば、行動論的基盤と時間軸の欠落、各段階間の交通サービスレベルの不整合や誘発需要の把握不可）を解消できる新たな交通需要予測モデルを構築し、現況再現性と短期予測精度を確認後、交通戦略の施策導入評価を行う。

本研究の交通需要予測モデルは、各時間帯（本研究では1時間と設定）における個人の活動・交通行動は図1に示す活動内容－目的地－交通手段－経路の4レベルの選択ツリー構造からなるNested Logitモデルにて記述できると仮定する。活動内容選択としては、PT調査の代表的な移動目的区分である出勤、登校、自由、業務、帰宅に加えて、滞在箇所（ゾーン）での滞在を導入している。また、滞在箇所（施設）によっ

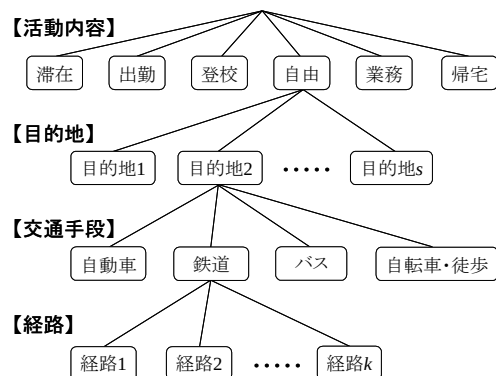


図1 活動・交通行動の選択ツリー構造

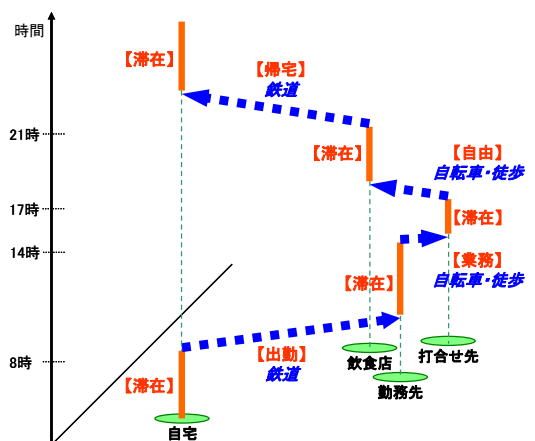


図2 個人の1日の活動・交通行動の再現

て選択肢集合は異なるため、個人の滞在箇所として自宅、勤務先・通学先、その他外出先の3箇所に区別してモデルを適用する。目的地選択としては、滞在ゾーンと同一ゾーンも導入し、内々交通を再現できるようにする。また、交通手段選択としては、自動車、鉄道、バスに加えて、内々交通や短距離移動の際に主に利用される自転車・徒歩を導入する。滞在や内々交通も含めてモデル化することで、各時間帯の各個人の滞在箇所を連続的に把握することができ、基準時刻から逐次的にモデルを実行することで1日の個人の活動・交通行動を再現することができる。同時に、前時間帯までの活動・交通行動履歴も考慮することができるため、トリップチェーンや誘発需要をより適切に把握できる特徴

を有する。

例えば、ある就業者の時間帯ごとの滞在箇所は、図2に示すように、自宅→勤務先（勤務先・通学先）→打合せ先（その他外出先）→飲食店（その他外出先）→自宅、と把握できる。また、個々人の活動・交通行動を集計することで、任意の時間帯別交通手段別断面交通量などが算出することができ、施策導入前後の交通状況の変化を把握することができる。

モデルの現況再現性の検証として、個々人の活動・交通行動モデルのパラメータ推定は2001年に実施されたPT調査から抽出された約11,000人のデータを利用した。その後、名古屋都市圏の全居住者約750万人の活動・交通行動をシミュレーションし、自動車リンク交通量や所要時間を検証用データと比較した所、妥当な結果であることを確認した。さらに地下鉄環状線化などネットワークが拡充された2005年の短期将来予測を行った所、名古屋市が2007年に実施した簡易交通行動調査の結果と同じ傾向であることが確認された。

4. 交通戦略の導入効果の定量的把握

4.1. PDSの導入評価

PDS（駐車デポジットシステム：Parking Deposit System）は、一般的なロードプライシングに対する社会的受容性の問題（例えば、自動車利用に対する新たな課金に対する負担感、課金対象エリアへの買い物客など来訪者数減少の不安感など）に対処するため、名古屋大学森川高行教授が提唱する新たな課金システムである。図3の通り、課金対象エリアへの真の来訪者は駐車場利用やエリア内での買い物の際に、任意に設定された返金相当分を利用できるデポジット制を通常の課金システムに組み込むことで、ドライバーは即時的な再分配効果（お得感）を認識でき、先の負担感と不安感の軽減が期待さ

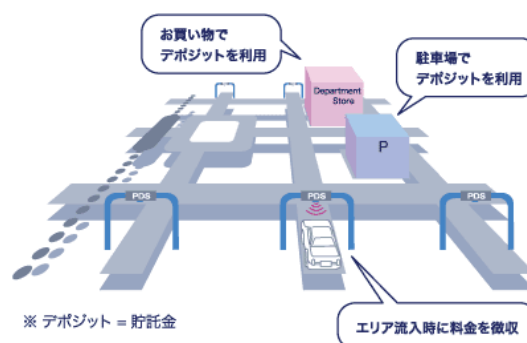


図3 PDSの概念図

れ、実際に名古屋市民の受容性も高くなることが確認されている。

交通需要予測モデルをPDSの特徴を反映できるように改良し、名古屋都心部を課金対象地区とすると、通常のロードプライシングと比較して自動車来訪者数は課金額に対して返金額の割合が高くなると多くなるが、来訪者総数も回復することが確認された。一方、自動車通過交通量は返金額によらず課金額が徴収されるため、通常のロードプライシングでも返金を伴うPDSでも削減効果は同程度であり、CO2削減効果も課金対象地区内は25～44%、名古屋市全体でも0.8～1.7%削減されると算出された。

4.2. LRTの導入評価

LRTは中量輸送機関、バリアフリー対応、定時・高頻度運転、低建設コストなどの特徴を有し、交通施策やまちづくり施策と組み合わせることで、自動車依存からの脱却、環境負荷低減、中心市街地活性化、都市景観向上などの効果があるとされている。

本研究ではLRTの導入評価として、交通需要予測モデルの改良を行った。地下鉄と比較して電停が路面上にあるため、LRTの乗降利便性が高いことを活動・交通行動モデルに反映し、さらにLRT導入による道路容量の低下（具体的には路線は1車線減少、交差箇所は踏切と同様の低下として35%減）させ、トランジットモー

ル区間を利用できる自転車・徒歩の移動時は1分短縮されることを反映している。

LRT 導入路線は名古屋駅⇄名古屋大学であり、都心部内は①広小路通、②三蔵通、③若宮大通を想定し、電停は都心部内では300～500m 間隔で設置した。また、料金設定を地下鉄と同じ距離制（200～260 円）、バスと同じ均一制（200 円）、ゾーン制（都心部内は100 円、内外・外内は200 円）を想定した。その結果、LRT の利用者数は2.4 万人/日〔若宮通線_対キロ制〕～7.1 万人/日〔広小路通線_ゾーン制〕であり、経路と運賃体系の設定で異なることが分かった。図4 は利用者数が中央値である広小路通線_均一制の乗車人員であり、名古屋駅⇄栄の都心部内の利用が多いことが分かる。一方で利用者数は設定に応じて大きく異なることから、今後は住民など利害関係者の意見も反映した導入路線の検討を行い、路線に応じて最適な料金設定をシミュレーションする必要があることが分かった。

LRT の中心市街地活性化の効果としては、

<結節点効果>

- 電停から目的地まで多くの利用者が徒歩で移動するため、電停周辺に人々が集中すること

<面的効果>

- 電停は短い間隔で地上に設置されることから、乗降客も含めて連続的に人々が行き交う状況が形成されること

<時間的效果>

- 滞在時間が長くなること

があるとされ、本研究では都心部内での内々移動、各電停の乗降者数、都心部への来訪者数や滞在人時、また都心部内の立ち寄り箇所数などを指標として導入効果を評価した。その結果、短い間隔で設置された LRT の電停に数千人以上の乗降者数があり、都心部内での滞在時間や立ち寄り箇所数が増加することから、LRT 導入前よりも人通りが増えることによる賑わい創出



図4 LRT 電停間乗車人員

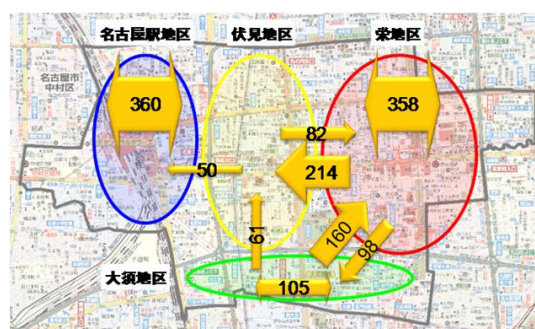


図5 都心部内移動量の変化（除く自動車）

効果を客観的に判断できることを示した。

4.3. PDS と LRT のパッケージ施策の導入効果

交通施策は市民にとってアメとムチの側面があり、PDS などロードプライシングはムチ、LRT など新たな交通システムはアメに相当する。ここでは、これら PDS と LRT を同時に実施した場合の交通状況や環境改善効果についてシミュレーションを行う。設定条件は、PDS の課金額は500 円、返金額は250 円であり、課金対象エリアは都心部を含むより大きな地域（5km 四方）と設定した。LRT は若宮通線で運賃は一律200 円とした。

交通状況の変化として名古屋市の交通手段別発生集中量をみると（図6）、大きな変化は見慣れないが、道路課金政策の1つであるPDSを導入することで自動車利用は2.6%減少し、鉄道利用が1.5%増加する。一方、LRTを導入することで自動車利用の減少は0.5%のみで、鉄道利用は同じである。ただし、総発生集中量はPDSで

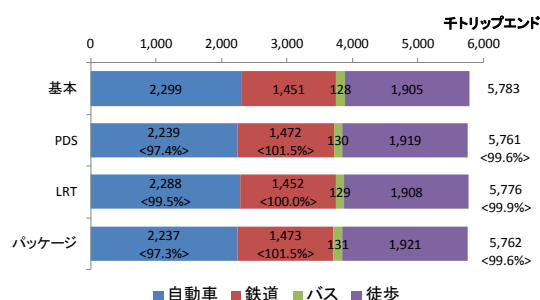


図6 名古屋市の交通手段別発生集中量

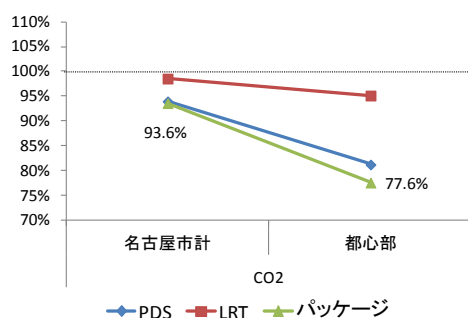


図7 CO2 排出量の変化

は0.4%減少に対して、LRTは0.1%とであり、PDSが導入されると活動量はより多く減少する傾向にあることが分かる。アメとムチの政策をパッケージ化することで、それぞれの特徴を補完し合うと予想したが、自動車利用は2.7%減、鉄道利用は1.5%増、総発生集中量は0.4%減とPDSとLRTを同時に導入してもPDSと同様の結果となった。

交通戦略の目標である公共交通の利用促進をさらに加速させるには、より多くの施策を上手く組み合わせることが必要であり、本研究の交通需要予測モデルでは定量化できない施策も定量化できるようにモデルの精緻化が求められる。ロードプライシングが実際に導入されているロンドンでは、課金収益の大部分をバスサービスレベル向上策に充てているように、課金収入の利用方法、さらにPDSでは来訪者数を維持しながら自動車利用を削減できる最適な返金額の設定方法の検討が今後必要である。

CO2排出量の変化をみると(図7)、都心部で

はパッケージ化することで削減効果が大きくなっていることが確認でき、その削減量は22.4%と大きい。

5. カーシェアリングの会員特性とサービス改善意向

我が国で利用者数が急増しているカーシェアリング利用実態の把握として、名古屋地域を中心としてサービス展開を行っている名鉄協商カーシェアリングサービス「カリテコ」の協力を得て、カリテコ会員と非会員(ただし、名鉄協商パーキングの会員)を対象とし、WEBアンケート調査を行った。本WEBアンケート調査をもとに都市圏でありながら自動車分担率が高い名古屋地域における、最近のカーシェア会員と非会員の交通行動や環境意識の差異を把握する。

WEBアンケート調査の実施期間は平成24年2月24日～3月10日であり、調査対象者は名鉄協商がメール配信しているカリテコ会員(2,000名以上)、名鉄協商パーキング会員(20,000名以上)である。WEBアンケート調査は調査1と調査2とに分かれており、調査1はカリテコ会員と名鉄協商パーキング会員(カリテコ非会員)の全員が対象となり有効回答数は419、調査2はカリテコ会員のみを対象とし、カーシェアリングサービスの利用毎に回答してもらい回答数は120であった。調査1では主に普段の車の利用状況や、自動車、環境への意識などを質問している。また調査2ではカリテコ利用者にカリテコを利用した日にちごとに、サービスの利用実態や仮想条件下での利用意向について質問している。

会員と非会員で回答者の性別や年齢階層、職業構成に大きな違いは見られなかったが、自動車の保有台数及び利用可能台数は大きく異なり、図8の通り、会員は非会員に比べて自動車保有

台数が少なく、0 台が約 38%、1 台が約 37%となっている。現在は地下鉄沿線にステーションが集中しており、元々自動車保有者が少ない地域の居住者が会員になっている可能性もあるが、保有台数は会員と非会員で大きく異なる結果となっている。

自動車に対する意識を比較すると、会員の約 46%に対して非会員は約 86%が「自動車は生活に必要不可欠」という生活環境下にあり、さらに非会員は「自動車を利用しなくても良い所でも、つい自動車で移動している」割合が約 32%と会員の約 11%に対して約 3 倍となっている。以上より、非会員は“ついつい利用する”割合が高く、身近に自動車があることで自動車利用のコストを認識せず、習慣的に利用していると想像される。

ここで、会員を対象に質問したカーシェアリングの入会理由をみると（図 9）、「保有するよりも低コスト」が最も割合が高く、自動車保有に対して、購入費や維持費の削減が魅力となっている。また、「マイカーを所有していない」の会員割合は約半数を占めており、新たな交通手段としてカーシェアリングを選択している。一方で「自動車買い替えや新規購入を検討していた」の割合は約 13%と低く、本アンケート調査回答者は新規購入や買い替えが契機となって会員になることは少ないようであった。また、カーシェアリングへの興味も約 37%と低くはなく、時代背景や環境意識などが影響していると考えられる。

最後にサービス拡充に対する利用意向を集計すると、利用増加には貸出場所を多くし、アクセス距離を短くすることに対して多くの人が望んでいることが分かった。さらに乗り捨て方式導入に関しては会員で約 76%、非会員で約 67%があてはまると回答しており、利用意向は非常に高い。しかし乗り捨て方式は自動車の駐車場所の偏り（需要の偏在）という問題が発生する

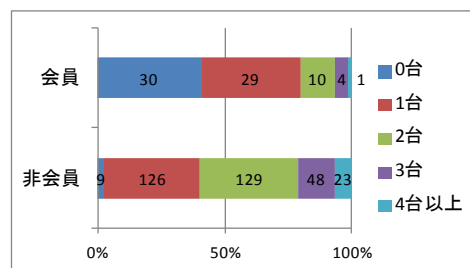


図8 自動車保有台数

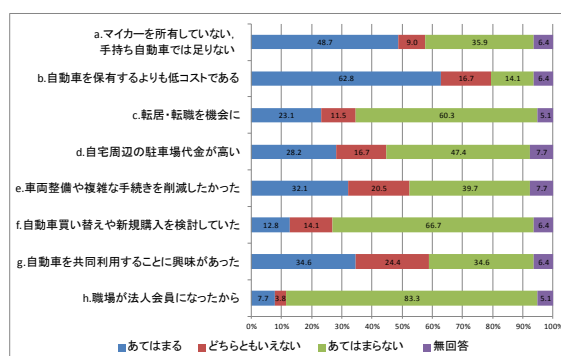


図9 カーシェアリングの入会理由

ことが懸念されており、運営コストを増大させる可能性が高いシステムでもある。今後、乗り捨て方式の導入には利用者の需要推計と効率的なステーション配置計画、予約システムの高度化（推薦機構の組合せ）などが検討課題として挙げられる。

6. まとめ

本研究では、今後大きな変化が確実視される名古屋市都心部に関して、交通面から魅力を増大させる構想や計画を概観し、交通需要予測モデルを用いた LRT や PDS の定量的な導入評価、カーシェアリングの利用意向などを整理した。

今後は評価できる施策を増やせるように交通需要予測モデルを改良し、パッケージ施策の詳細な検討を行うこと、時間的制約を意識して交通戦略の導入手順の検討、関係者間の合意形成に少しでも貢献できるよう研究を進めていきたい。

本 編

目 次

1. はじめに	1
2. 名古屋市の交通将来像	3
2.1. なごや新交通戦略	3
2.2. 名古屋都心ビジョン 2030	7
3. 交通需要予測モデルの構築と現在の名古屋の交通状況	9
3.1. 交通需要予測モデルの構築	9
3.2. 統合モデルによる短期将来予測	30
4. 交通戦略の導入効果の定量的把握	36
4.1. 駐車デポジットシステム（PDS）の導入評価	36
4.2. LRT の導入評価	43
4.3. PDS と LRT のパッケージ施策の導入効果	55
紹介 効率性と公平性の観点からの評価事例	57
5. カーシェアリングの会員特性とサービス改善意向	66
6. まとめ	76

1. はじめに

安全・安心な交通の確保，魅力あるまちづくりをバックアップし，環境的に持続可能な交通（EST：Environmentally Sustainable Transport）の実現を目指し，短・中期的な政策目標を実現するための施策パッケージとその施策展開方針を定める「都市・地域総合交通戦略（以下，交通戦略）」の策定が進められている．名古屋市でも他の大都市圏と比較して自動車利用が多いことから，公共交通の利用促進などのパッケージ施策を整理した「なごや交通戦略」が2004年に名古屋市交通問題調査会より答申されている．さらに2010年12月には交通戦略の短期的実施施策の事後評価や現状問題を踏まえて，更なる自動車利用の適正化と徒歩，自転車，公共交通を中心とした交通体系の形成をめざした「なごや新交通戦略」が答申されている．

一方，2027年には東京⇄名古屋を最速40分で結ぶリニア中央新幹線が開通予定であり，名古屋駅を中心とした再開発計画の着実な実施，名古屋都市圏以外からの訪問者，海外にも目を向けた国際都市としてのビジョン構築が求められている．

現在，交通戦略をはじめとした交通施策導入後の“まち”が描かれているが，それを実現するためには市民，企業，行政が合意形成し，協働していくことが必要である．第一段階目の合意形成を進めるためにはまちの将来像，施策導入後に実現される姿を共有すると共に，科学的な手法で定量的な評価を行い，客観的な判断指標を提供することも重要と考えている．

本研究では，名古屋駅地区と栄地区を含む都心部を対象とし，「なごや新交通戦略」で中心的な交通施策と期待されているLRT（次世代型路面電車：Light Rail Transit）や自動車利用の適正化に加えて，様々な交通システムの運営費等を課金収益から充当することも可能な道路課金政策（ロードプライシング）の導入評価を定量的に実施する．さらにシェアリングのトレンドから近年急速にサービス提供が拡大しているカーシェアリングの会員特性や利用意向について，名古屋都市圏の状況を把握したWEBアンケート調査の基礎分析を行い，今後の名古屋の交通施策を考える．

本報告書は以下の様に構成される．第2章では名古屋市都心部の交通面からの将来像を提供する「なごや新交通戦略」と「名古屋都心ビジョン2030」を簡単に整理する．第3章では客観的な評価指標を提示するための交通需要予測モデルの構築を行い，受容性に考慮したロードプライシングとして提唱されているPDS（駐車デポジットシステム：Parking Deposit System）とLRT，これらのパッケージ化を名古屋市都心部に導入した場合の影響分析結果を第4章で示す．第5章では名古屋都市圏のカーシェアリング会員の特性や利用意向に関してWEBアンケート調査の基礎分析結果を整理する．最後に，第6章で今後の名古屋の交通

施策と評価方法などについて整理する.

2. 名古屋市の交通将来像

2-1. なごや新交通戦略

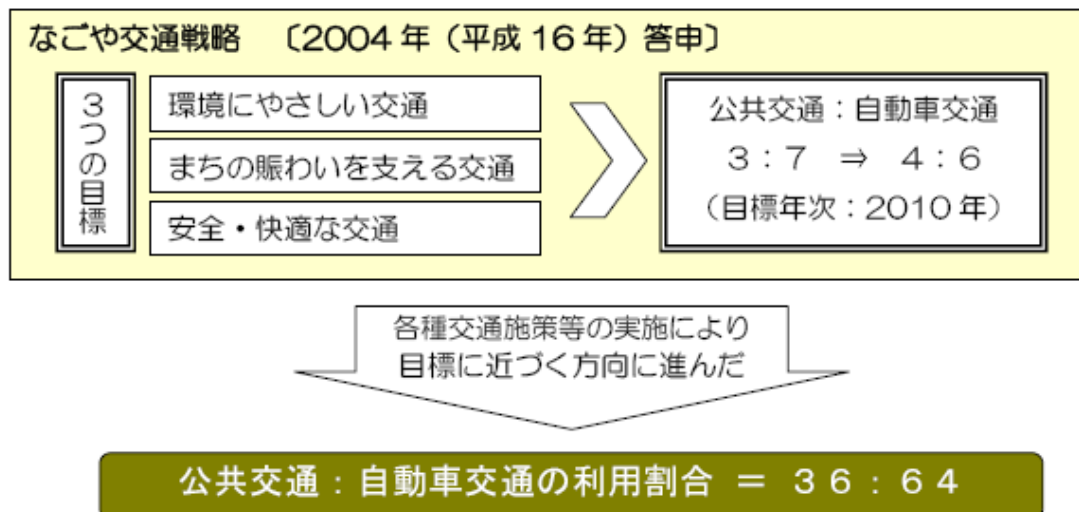
(1) 策定経緯

「なごや新交通戦略」は2010年12月に名古屋市交通問題調査会より答申されたものであり、2004年の「なごや交通戦略」から少子高齢化の進展、深刻化する地球環境問題への対応、地域における公共交通のあり方など多くの課題に対処し、まちの活力を維持向上させるためには、人々の交流を活性化させることが策定背景としてある。名古屋都市圏は東京や京阪神と並ぶ大都市圏であるが、他と比べて自動車分担率が高く、より一層の自動車利用の適正化を図り、徒歩、自転車、公共交通を中心とした交通体系の形成を目指した内容となっている。また、名古屋市は交通戦略を推進するための推進プランを2011年に策定している。

なごや交通戦略の成果、評価と課題の整理を行っており、その内容を抜粋して紹介する。

a) 成果

なごや交通戦略では2010年までに公共交通と自動車の割合を「3：7」（2001年度PT（パーソントリップ）調査）から「4：6」とする目標が設定されており、2007年度の名古屋市民を対象とした交通行動簡易調査の結果をみると、「36：64」と目標に近づく方向にあることが確認されている。これは2005年に開催された愛知万博に向けた地下鉄環状化の影響が大きいと考えられるが、更なるソフト的な取り組みが必要であることが分かる。



b)評価と課題

短期的実施施策の評価と課題では、道路・鉄道やパーク＆ライド駐車場整備、バリアフリー化等のハード施策についてはある程度進んだが、ソフト施策について、市民へより一層浸透させる取り組みが必要とある。また、各種交通施策をパッケージとして総合的に推進し、その展開を「都心」から「駅そば」そして「広域」へと拡大していくことが提案刺されていたが、それぞれ以下のような課題が指摘されている。

【都心】

- ・都心部の自動車交通は減少傾向にあるが、道路利用は自動車中心
- ・歩行者を中心とした賑わいづくりの視点から、都心全体の交通とまちづくり・空間利用について市民等との合意形成
- ・都心部の先導的な施策展開

【駅そば】

- ・各駅・地域の特性に応じ、土地利用を含めたきめ細かい施策の検討・実施や周辺開発予定地区での施策推進

【広域】

- ・整備された鉄道網・道路網のさらなる有効利用
- ・ICカードの活用などによるシームレスな広域交通の推進
- ・交通エコライフのさらなる普及

これらのなごや交通戦略の事後評価を踏まえて、なごや新交通戦略はまとめられている。

(2)交通戦略の概要

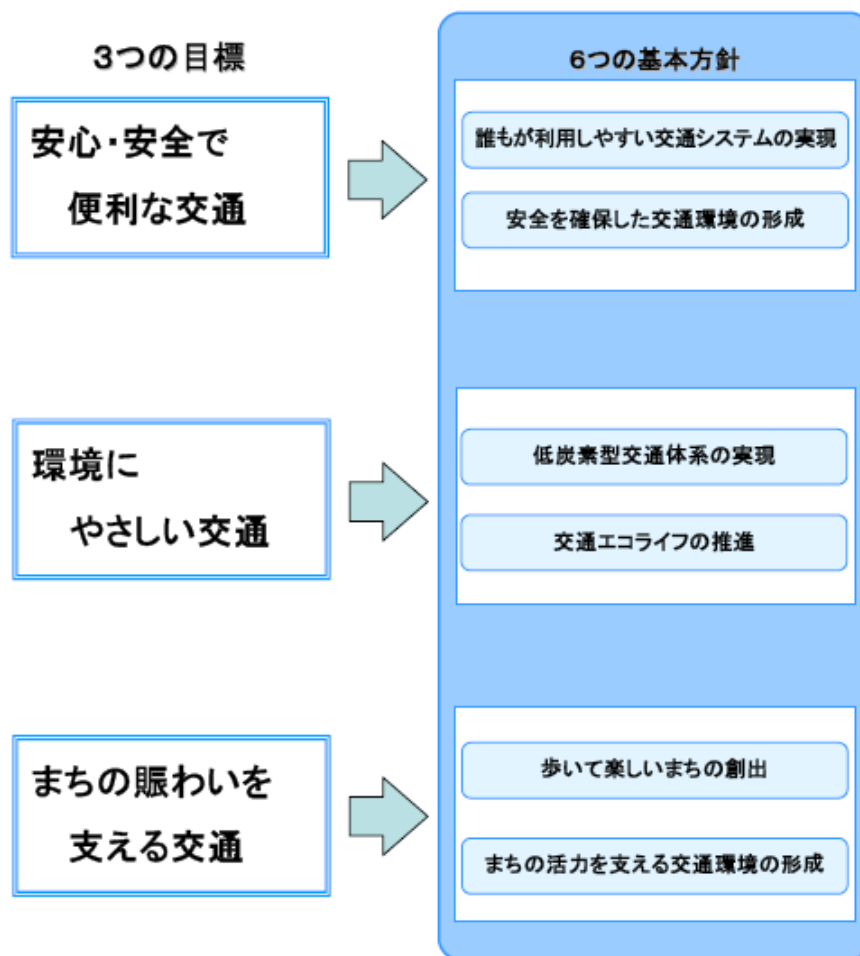
a)基本理念と目標

なごや新交通戦略の基本理念は、総合計画である「中期戦略ビジョン」の実現を交通分野で支え、今後の成熟社会における市民の交流を活性化させるため、次のように掲げられている。

基 本 理 念

新たな交流社会を見据えて、“安心・安全な”“環境にやさしい”
“賑わいのある”まちの創造のために、まちづくりと連携した総合交通体系の形成をめざします。

目標年次は2020年であり、なごや交通戦略の目標を継承し、以下の3つの目標が設定されている。これらの目標を実現するための基本方針が1つの目標に2つ置かれ、総合的に交通施策を推進することで達成を目指している。



b)都心部の施策群

本研究の対象地区である都心部（名古屋駅周辺から栄周辺を中心とした地域）の交通戦略は以下の通りである。

<将来のまちのすがた>

- ・ 交流と憩いの場の創造による賑わいと活気に満ちあふれたまち
- ・ 「人」を優先とした安全・快適で回遊性に富んだ交通環境が整備されたまち

<基本的方向>

- ・ 自動車の過度な流入を抑制し、自動車走行空間にゆとりを生み出すことにより道路空間を再配分し、徒歩、自転車、公共交通を優先とした賑わい空間の創出
- ・ 道路空間の多様な利活用を推進するとともに、新たな交通システムの導入などを行うことにより市民の交流を促進し、まちが賑わい、歩いて楽しめるまちの実現

＜パッケージ施策と導入イメージ＞

みちまちづくり	○ オープンカフェやトランジットモールの整備など、道路空間再分配による賑わい空間の創出 ○ バリアフリー対策の推進による、安心・安全で快適な連続性のある道路空間の実現 ○ 洗練されたデザインで、かつ、低床式で乗り降りしやすい次世代の路面交通システム（LRT等）導入の調査・検討 ○ ちょい乗りバス、コミュニティサイクルなど、都心部の回遊性を向上させるための歩行を支援する短距離交通システム導入の調査・検討
各種交通施策	○ 駐車場の集約や配置を見直すなど、総合的な駐車マネジメントの推進 ○ 都市機能の一翼を担う物流システムの円滑で効率的な道路環境の整備



オープンカフェ
(名古屋市中区錦三丁目)



次世代型路面電車（LRT）
(富山市)



名駅ちょい乗りバス実験運行 (2007)



コミュニティサイクル
「名チャリ」

2-2. 名古屋都心ビジョン 2030

(1) 策定経緯

2027年のリニア中央新幹線の開通による名古屋市都心部への大きな影響、栄地区の求心力低下、地域まちづくりの高まり、創造都市づくりの動きなどを踏まえて、名古屋都市センターの都心ビジョン研究会が2011年に発表している。

(2) ビジョンの概要

a) 目標

都心ビジョンの目標は、「都心来訪機会を増やし、都心滞在時間を延ばす」であり、そのために8つの方針が挙げられている。

- 都心回遊性を高める
 - ・路面公共交通の強化（LRT、チョイ乗りバス）
 - ・お1人様モビリティ支援（特典つき共通切符、パーソナルモビリティ）
 - ・歩行者空間の拡大（道路課金政策（PDS など）、トランジットモール、ゾーン 30）
- 良好なコミュニティ形成
 - ・都心居住の促進
- 街の社交空間の生成
 - ・多彩な社交が繰り広げられる公共空間の双方向デザイン
- 良好な都市風景の形成
 - ・公共空間の質を高める
- 創造的コアの支援
 - ・創造的コアを支援し、産業の活性化（知的・文化・創造機能）
- グリーングリッドの形成
 - ・今ある「緑」を守り育て、できるところから「緑」を増やす（街角緑、緑陰回廊）
- 都心の防災
 - ・防災・減災の取り組み強化、平時の人脈形成
- エリアマネジメントの推進
 - ・公共空間活用

b) 交通関連施策の導入イメージ図

都心部における交通関連施策としては、LRT やバスといった路面公共交通のサービス導入・拡充、自動車流入規制として道路課金政策やトランジットモール、ゾーン 30 などがあり、各種施策の導入イメージは以下の通りである。

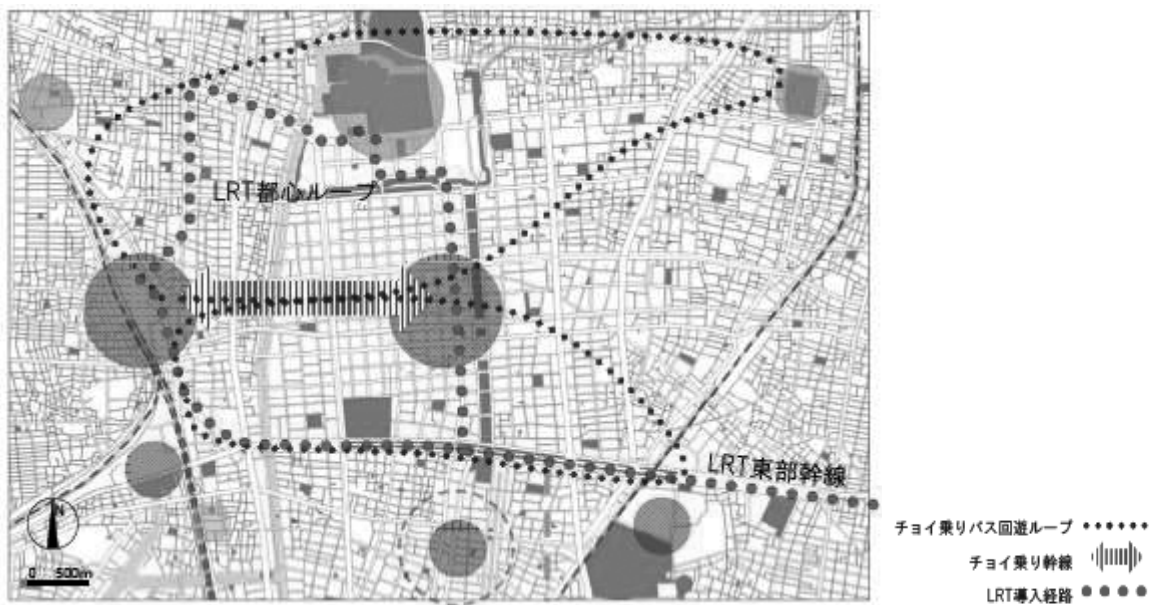


図 路面公共交通の強化における施策導入イメージ図



図 歩行者空間の拡大における施策導入イメージ図

3. 交通需要予測モデルの構築と現在の名古屋の交通状況

3-1. 交通需要予測モデルの構築

(1)はじめに

交通戦略に挙げられた施策の導入効果を把握するためには、対象都市の交通状況を再現できる数理モデルを構築することが有効であり、多くの交通需要予測モデルが提案されてきた。四段階推定法は、現在、都市圏レベルの交通需要予測手法として実用化されているが、交通需要の量的変化に加えて、個人属性や移動目的などの構成割合といった質的变化の把握も必要となるTDM（Transportation/Travel Demand Management：交通需要マネジメント）施策の評価ツールとしては、多くの問題が指摘されている¹⁾。具体的には、行動論的基盤と時間軸の欠落、各段階間の交通サービスレベルの不整合や誘発需要の把握不可、トリップ単位の解析などである。これらの指摘事項への対処として、四段階推定法の特定段階のモデル改良だけでは十分ではなく、個々人の活動・交通行動を総合的/統合的に扱う新たな交通需要予測モデルの開発が必要とされている。

本研究では、交通戦略の施策メニューの導入効果を定量的、かつ費用便益分析やアウトカム指標に基づく評価も行うことを目標として、各時間帯における個人の活動・交通行動をNested Logit モデルで表現し、交通ネットワークの需給関係を考慮できる“活動選択を考慮した時間帯別・統合均衡モデル（以下、統合モデル）”^{2),3)}を適用する。

(2)統合モデルの概要

交通施策評価をより適切に実施するには、施策導入による各人の交通手段や経路の変更はもとより、活動内容や活動場所、出発時刻や活動/滞在時間、またこれらの連関など、活動・交通行動の規定要因をより多く考慮することが望ましい。このように総合的/統合的に個々人の活動・交通行動を扱った交通需要予測モデルはこれまでに多数提案されているが⁴⁾、時空間上の活動との関係で交通を捉えるactivity-based approach は有力な考え方であり、米国では実都市圏への適用が進められつつある⁵⁾。我が国でも、個人の活動・交通行動パターンを段階的・逐次的な意思決定過程と仮定し、想定活動時間モデル、活動内容選択モデル、交通機関・目的地選択モデルから構成される生活行動シミュレータ“PCATS”と、相互依存関係にある交通サービスレベルを動的交通流シミュレータ“DEBNetS”にて算出し、これらを繰り返し計算にて組み合わせたマイクロシミュレータが開発されており、複数の実都市圏への適用事例がある^{6),7)}。また最近では、都市圏レベルの個々の市民の活動スケジュール（何時に何処で何を行うか）を算出するため、時間帯によって変化する交通サービスレベルや滞在箇所など多くの制約があるため、Genetic Algorithmを適用したMATSim（Multi-Agent Transport Simulation）があり、オープンソースとして世界各地の適用事例が増えている⁸⁾。

四段階推定法の配分段階で実用されつつある均衡モデルであるが、上位段階モデルを組み込むことで段階間の交通サービスレベルの内部整合性確保を目指した統合均衡モデルが開発されている。Activity-based approach の概念を導入した均衡モデルがLam and Yin⁹⁾によって提案され、その後、活動内容－活動場所選択や居住地－従業地選択を組み込んだモデルへと発展^{10), 11)}している。しかし、自動車依存からの脱却を主目標とする我が国の総合交通戦略の策定に資する予測モデルとしては、交通手段選択の考慮や実都市圏への適用は不可欠であり、これらの点が今後の課題として残されている。

本研究で適用する統合モデルは後に説明するが、四段階推定法の問題点を解消/緩和することができる発生段階まで統合した確率的統合均衡モデルに、時間軸に沿って逐次的にモデルを実行することで近似的な時間軸の導入と時間帯間の相互干渉を考慮することができる時間帯別均衡モデル（自動車のみ）を組み込んだものである。さらに、前時間帯からの活動継続（同一活動箇所での滞在）や帰宅目的、ゾーン内々移動や自転車・徒歩による移動も対象とすることで、activity-based approach の概念の導入、各時間帯における個々人の滞在個所の把握、活動・交通行動の前後の連関を考慮することができる。

四段階推定法に代わる、新たな都市圏レベルの交通需要予測モデルとして開発した統合モデルの概要は以下の通りである。

ある時間帯〔平均移動時間、交通状況の時間変動を考慮して“1時間”と設定〕における個人の活動・交通行動は、図3-1に示す活動内容－活動場所－交通手段－経路の4レベルの選択ツリー構造からなるNested Logit モデルにて記述できると仮定する。

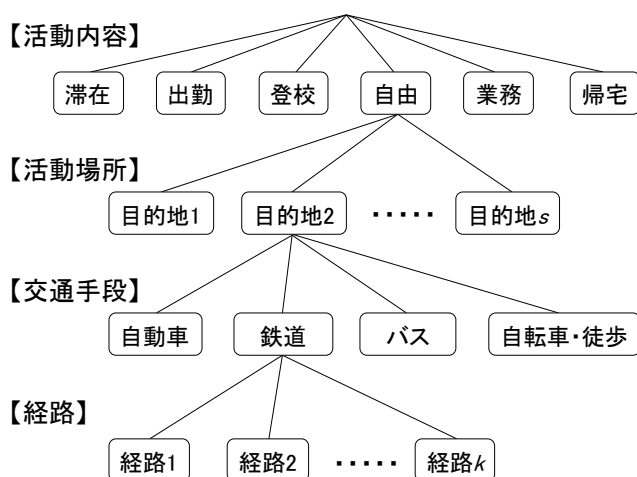


図 3-1 活動・交通行動の選択ツリー構造

経路選択レベルは、時間帯 T において、移動目的 i にて OD ペア rs 間を交通手段 m で移動する場合、経路 k の選択確率は以下の式で表現できる。

$$\Pr[k | i, rs, m] = \frac{\exp[-\theta_1^{i,m} C_{m,k}^{i,rs}(T)]}{\sum_k \exp[-\theta_1^{i,m} C_{m,k}^{i,rs}(T)]}$$

ここで、 $C_{m,k}^{i,rs}(T)$ ：時間帯 T において、移動目的 i にて OD ペア rs 間を交通手段 m で移動するときの経路 k の交通一般化費用（所要時間、通行料金 p_a ，運賃，乗換回数，アクセス/イグレス距離等を時間価値 τ^i 等で一般化所要時間に変換したものであり，時間帯別の混雑状況，運行頻度により変化）

$\theta_1^{i,m}$ ：移動目的 i の交通手段 m における経路選択に関するスケールパラメータ

交通手段選択レベルは、時間帯 T において、移動目的 i にて OD ペア rs 間を移動する場合、交通手段 m の選択確率は以下の式で表現できる。

$$\Pr[m | i, rs] = \frac{\exp[-\theta_2^i (V_m^{i,rs} + S_m^{i,rs}(T))]}{\sum_m \exp[-\theta_2^i (V_m^{i,rs} + S_m^{i,rs}(T))]}$$

$$S_m^{i,rs}(T) = -\frac{1}{\theta_1^{i,m}} \ln \sum_k \exp[-\theta_1^{i,m} C_{m,k}^{i,rs}(T)]$$

ここで、 $V_m^{i,rs}$ ：移動目的 i にて OD ペア rs 間を交通手段 m で移動することで得られる効用の内、交通手段 m を選択することのみから得られる効用の確定項

$S_m^{i,rs}(T)$ ：時間帯 T において移動目的 i にて OD ペア rs 間を交通手段 m で移動するときの期待最小費用

θ_2^i ：移動目的 i の交通手段選択に関するスケールパラメータ

交通手段選択肢として自動車，鉄道，バス，自転車・徒歩を設定するが，名古屋市以外ではバス分担率が低いため，バスは名古屋市内々交通のみに設定している。また，自動車運転免許非保有かつ自動車非保有者が自宅から移動する場合，自動車を選択肢集合から除外し，鉄道とバスにてそれぞれ目的地まで到着できない（営業範囲外や営業時間外）場合，選択肢集合から除外している。

本研究では，トリップチェーンを再現するためにゾーン内々交通も対象としている。し

かし、ゾーン内々交通のサービスレベルは適切に設定できないこと、大部分が自動車と自転車・徒歩による移動であることから、交通手段選択モデルはゾーン間移動のみに適用している。

目的地選択レベルは、時間帯 T において、移動目的 i にてゾーン r から移動する場合、目的地 s の選択確率は以下の式で表現できる。

$$\Pr[s | i, r] = \frac{\exp[-\theta_3^i(V_s^i + S_{rs}^i(T))]}{\sum_s \exp[-\theta_3^i(V_s^i + S_{rs}^i(T))]}$$

$$S_{rs}^i(T) = -\frac{1}{\theta_2^i} \ln \sum_m \exp[-\theta_2^i(V_m^{i,rs} + S_m^{i,rs}(T))]$$

ここで、 V_s^i ：移動目的 i にて目的地 s を選択することで得られる効用の内、目的地 s を選択することのみから得られる効用の確定項

$S_{rs}^i(T)$ ：時間帯 T において、移動目的 i にて OD ペア rs 間を移動するときの期待最小費用

θ_3^i ：移動目的 i の目的地選択に関するスケールパラメータ

目的地が出発地と同一の場合（ゾーン内々交通）、適切なサービスレベルを設定することができないため、ゾーン内々ダミーを導入してその効用を表現する。また、帰宅目的の場合、目的地は自宅ゾーンに固定されるため目的地選択モデルは適用していない。

時間帯 T において、ゾーン r の滞在箇所 l から活動（移動目的） i を行う選択確率は、以下の式で表現できる。

$$\Pr[i | r, l] = \frac{\exp[-\theta_4^i(V_{r,l}^i + S_r^i(T))]}{1 + \sum_i \exp[-\theta_4^i(V_{r,l}^i + S_r^i(T))]}$$

$$S_r^i(T) = -\frac{1}{\theta_3^i} \ln \sum_s \exp[-\theta_3^i(V_s^i + S_{rs}^i(T))]$$

ここで、 $V_{r,l}^i$ ：ゾーン r の滞在箇所 l にて活動（移動目的） i を行うことで得られる効用の内、活動（移動目的） i を選択することのみから得られる効用の確定項

$S_r^i(T)$: 時間帯 T において、移動目的 i にてゾーン r を移動するときの期待最小費用

θ_4^l : 滞在箇所 l における活動内容選択に関するスケールパラメータ

活動内容の選択肢としては、滞在、出勤、登校、自由、業務、帰宅を設定するが、選択肢集合は滞在箇所や職業、活動履歴によって異なる。そのため、滞在箇所を「自宅」、「勤務先・通学先」、「その他外出先」に区分して、モデルを適用している（自宅は帰宅、勤務先・通学先は出勤・登校を選択肢集合から除外）。加えて、就業者は登校、就学者は出勤、主婦・無職は出勤・登校を選択肢集合から除外し、出勤・登校は前時間帯までに行われている場合には除外するなど、状況に合わせて選択肢集合を設定している。また、本モデルでは滞在（移動しない）の効用を基準値として「0」と設定している。

一方、本モデルは各時間帯内における活動回数を1回のみに限定していることになるため、適切な時間帯幅の設定が必要となる。平均移動時間、交通需要の時間変動、自動車の混雑状況や鉄道・バスの運行頻度、時間帯別均衡配分モデルの初期条件などを勘案して、本研究では時間帯幅を「1時間」と設定する。

次に各レベルの選択確率を用いると、時間帯 T における各種交通量は以下のように個人の活動・交通行動結果を集計することで得られる。（ただし、時間帯 T を表す添字は省略）

$$f_{m,k}^{i,rs} = q_m^{i,rs} \Pr[k | i, rs, m]$$

$$q_m^{i,rs} = Q_{rs}^i \Pr[m | i, rs]$$

$$Q_{rs}^i = O_r^i \Pr[s | i, r]$$

$$O_r^i = \sum_l O_{r,l}^i$$

$$O_{r,l}^i = N_{r,l}^{T-1} \Pr[i | r, l]$$

$$\sum_i O_{r,l}^i + O_{r,l}^0 = N_{r,l}^{T-1}$$

ここで、 $f_{m,k}^{i,rs}$: 移動目的別・交通手段別経路交通量

$q_m^{i,rs}$: 移動目的別・交通手段別 OD 交通量

Q_{rs}^i : 移動目的別 OD 交通量

O_r^i : 移動目的別発生量

$O_{r,l}^i$: 滞在箇所別・移動目的別発生量

$O_{r,l}^0$: 滞在箇所別滞在者数

$N_{r,l}^{T-1}$: 前時間帯の滞在箇所別滞人口（前時間帯の滞在者数と到着した人数
（集中量）の和）

このとき、個人の活動・交通行動を Nested Logit モデルで記述するとともに、時間帯別のネットワーク均衡条件を満足するような交通フローパターンを求める均衡モデルは、マルチクラス型の時間帯別・確率的統合均衡モデルとして表され、以下のように等価最適化問題として定式化できる。（ただし、時間帯 T を表す添字は省略）

$$\begin{aligned}
\min. Z = & \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \sum_{i,a} x_a^i p_a / \tau^i \\
& + \sum_{i,rs,m,k} \frac{1}{\theta_1^{i,m}} f_{m,k}^{i,rs} \ln(f_{m,k}^{i,rs} / q_m^{i,rs}) + \sum_{i,rs,m} \frac{1}{\theta_2^i} q_m^{i,rs} \ln(q_m^{i,rs} / Q_{rs}^i) \\
& + \sum_{i,rs} \frac{1}{\theta_3^i} Q_{rs}^i \ln(Q_{rs}^i / O_r^i) + \sum_{r,l} \frac{1}{\theta_4^l} [O_{r,l}^0 \ln(O_{r,l}^0 / N_{r,l}^{T-1}) + \sum_i O_r^i \ln(O_{r,l}^i / N_{r,l}^{T-1})] \\
& + \sum_{i,rs,m',k} f_{m',k}^{i,rs} C_{m',k}^{i,rs} + \sum_{i,rs,m} q_m^{i,rs} V_m^{i,rs} + \sum_{i,rs} Q_{rs}^i V_s^i + \sum_{i,r,l} O_{r,l}^i V_{r,l}^i \\
\text{subject to } & \sum_i x_a^i = x_a, \quad \forall a \\
& x_a^i = \sum_{rs,k,a} f_{m,k}^{i,rs} \cdot \delta_{a,k}^{i,rs}, \quad \forall i, a \\
& \sum_k f_{m,k}^{i,rs} = q_m^{i,rs}, \quad \forall i, rs, m \\
& \sum_m q_m^{i,rs} = Q_{rs}^i, \quad \forall i, rs \\
& \sum_s Q_{rs}^i = O_r^i, \quad \forall i, r \\
& \sum_l O_{r,l}^i = O_r^i, \quad \forall i, r \\
& \sum_i O_{r,l}^i + O_{r,l}^0 = N_{r,l}^{T-1}, \quad \forall r, l \\
& f_{m,k}^{i,rs} \geq 0, q_m^{i,rs} \geq 0, Q_{rs}^i \geq 0, O_r^i \geq 0, O_{r,l}^i \geq 0, O_{r,l}^0 \geq 0
\end{aligned}$$

ここで、 x_a^i : リンク a における移動目的 i の自動車交通量

$\delta_{a,k}^{i,rs}$: OD ペア rs 間の移動目的 i の自動車経路 k に

リンク a が含まれるとき 1, 含まれないとき 0

この問題の最適解が満足すべき Kuhn-Tucker 条件を求めると、先に示した Nested Logit モデルの式が導出される。また目的関数の凸性をみると、

$$t_a(x_a) > 0, \quad \frac{\partial t_a(x_a)}{\partial x_a} > 0, \quad \forall a \quad \text{and} \quad \theta_1^{i,m} > \theta_2^i > \theta_3^i > \theta_4^l > 0, \quad \forall i, m, l$$

の条件下で狭義凸関数となる。制約条件による実行可能領域は凸集合であることから、目的関数の解の一意性は保証される。

最後に、統合モデルの実行フレームは図 3-2 の通りである。入力データは時間帯別交通サービスレベル (LOS : Level of Service) データやネットワークデータ、活動・交通行動モデルパラメータに加えて、前時間帯の出力データから算出される各ゾーンの滞在箇所別の滞在人口となり、時間軸に沿って当該時間帯内の均衡計算を繰り返す。つまり、基準時刻に各ゾーンの個人属性別夜間人口を設定すれば、統合モデルを逐次的に実行することで、従来の PT 調査データと同程度の各個人の活動・交通行動に関する情報を内生的に算出することができ、TDM 施策を中心とした総合交通戦略の導入評価に必要な詳細な出力データを得ることができる統合型交通需要予測モデルである。

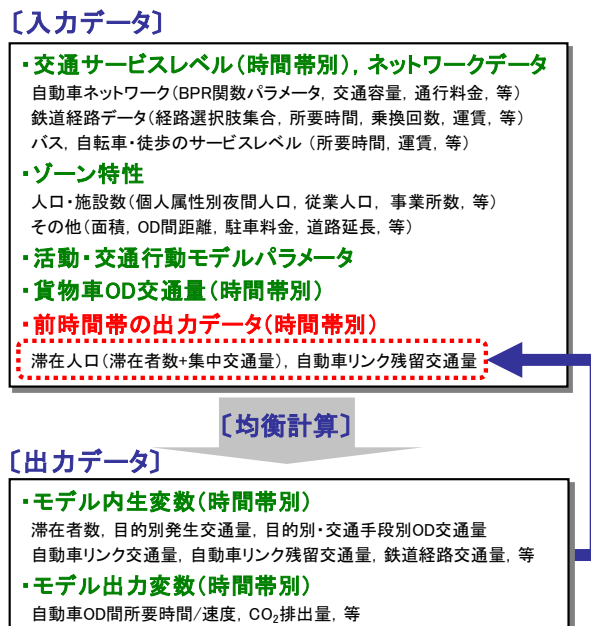


図3-2 統合モデルの実行フレーム

(3) 活動・交通行動モデルのパラメータ推定

活動・交通行動モデルのパラメータ推定は、名古屋都市圏を対象として行う。パラメータ推定は2001年に実施された第4回中京都市圏PT調査データよりランダム抽出された11,453人（内1,838人は非外出者）の活動・交通行動実績を用いる。また、各交通手段のLOSデータは、自動車は2002年のタクシードロブカー実験の観測結果、鉄道・バスは時刻表を基に時間帯別に設定している。自転車・徒歩はOD間距離と平均速度、PT調査の距離帯別利用構成から再設定した。ゾーン別人口指標や面積、施設数などのゾーン属性は、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）を用いて作成している。

a) 交通手段－経路選択

交通手段－経路選択のパラメータ推定結果を表3-1に示す。ここで、経路選択は代替経路のLOSデータ作成が困難であったため、バスと自転車・徒歩は対象外とした。自動車経路選択に係るスケールパラメータは“0.5（1/分）”と設定し、これを基準にNested Logit モデルの選択ツリー構造の妥当性を判断している。また、所要時間と通行料金のパラメータは、別途PT調査データより構築した高速道路利用選択モデル²⁰⁾ から外生的に与えており、時間価値は出勤・登校・業務目的：83.4円/分、自由・帰宅目的：43.9円/分となる。ゾーン内々移動については、利用可能交通手段を自動車と自転車・徒歩のみとし、所要時間を“0分”と設定し、名古屋市内/市外に区別して内々定数項を導入した。

主要パラメータは符号条件を満たし、統計的に有意となっている。尤度比は0.57であり、モデル適合度は良好である。

鉄道、バス、自転車・徒歩の所要時間や費用に関するパラメータは移動目的によって有意な差異がなかったため、全移動目的で同一とした。算出される時間価値は、鉄道は乗車時間：7.9円/分、乗車外時間：19.3円/分、乗換回数：10.3円/回、バスは乗車時間：13.3円/分、乗車外時間：11.9円/分と算出され、既往研究²⁶⁾ と比べると若干小さいが、許容の範囲内と判断した。

交通手段選択は、個人属性や移動目的によって選択特性が異なる。自動車に着目すると、自動車運転免許保有者や自動車保有者、男性が利用しやすく、駐車料金が相対的に高く、燃料費が高くなる遠い場所へ移動する場合は利用されにくい傾向にある。また、65歳以上の高齢者が自由目的にて移動する場合、鉄道とバスを利用しやすい傾向にある。

一方、自由・業務目的では直前トリップ、帰宅目的では自宅出発時の利用交通手段を利用しやすい傾向が明らかになった。つまり、直前トリップや自宅出発時の利用交通手段は交通手段選択に大きな影響を及ぼしており、交通行動の前後の連関を考慮する必要性を改めて確認できる。

表 3-1 交通手段－経路選択に係るパラメータ推定結果

<経路選択>

選択肢	変数名		
自動車	スケール[全目的]	0.50	∞
	所要時間(分)	-1.00	∞
	通行料金(百円)	-1.20	∞
	[出勤・登校・業務目的]		
	通行料金(百円)	-2.28	∞
鉄道	[自由・帰宅目的]		
	スケール[全目的]	0.147	**
	乗車時間(分)	-0.480	**
	乗車外時間(分)	-1.176	**
	費用(百円)	-6.082	**
	乗換回数(回)	-0.624	
	アクセス距離(km)	-10.31	**
	イグレス距離(km)	-10.12	**
	代表駅ダミー[アクセス側]※1	1.326	**

※1: 代表駅ダミー: 乗換可能駅, 特急・急行等
停車駅
※2: 直前トリップ利用手段ダミー: 出発地が自宅
以外にて, 直前トリップの利用交通手段と同
じ場合「1」
※3: 自宅発手段依存ダミー: 直近の自宅出発
時の利用交通手段と同じ場合「1」
※4: 燃料費: OD距離, 平均燃費(8km/l), 平均
ガソリン価格(120円/l)より算出
駐車料金: 出勤目的は到着ゾーンの平均
月極料金/20日, 自由・業務目的は平均時間
貸料金(駐車場所構成(有料/無料)はPT調
査データよりゾーン別に集計し作成)

<交通手段選択>

選択肢	変数名	出勤	登校	自由	業務	帰宅
全手段	スケール	0.057 **	0.053 **	0.061 **	0.063 **	0.034 **
	直前トリップ利用手段ダミー※2	-	-	1.907 **	1.352 **	-
	自宅発手段依存ダミー※3	-	-	-	-	4.129 **
自動車	燃料費・駐車料金(百円)※4	-0.786 **	-1.463 **	-0.846 **	-0.475 **	-
	免許保有ダミー	3.092 **	2.696 **	1.587 **	3.143 **	-
	自動車保有ダミー	1.922 **	-	1.182 **	-	-
	男性ダミー	0.826 **	-	-	0.495 *	-
鉄道	定数項_名古屋市内	3.694 **	2.061 **	0.703 **	0.998 *	-0.341 *
	定数項_名古屋市外	3.051 **	0.735 *	-0.291	0.130	0.111
	65歳以上ダミー	-	-	0.185	-	-
バス	定数項_名古屋市内	3.630 **	1.084 *	0.893 *	0.926	0.125
	乗車時間(分)			-0.675 **		
	乗車外時間(分)			-0.610 **		
	費用(百円)			-5.134 **		
	アクセス距離(km)			-15.29 **		
	イグレス距離(km)			-13.94 **		
	65歳以上ダミー	-	-	1.509 **	-	-
自転車 ・徒歩	定数項_名古屋市内	5.949 **	4.712 **	3.738 **	3.613 **	1.271 **
	定数項_名古屋市外	5.964 **	4.818 **	3.700 **	3.393 **	1.574 **
	内々定数項_名古屋市内	6.045 **	3.439 **	3.432 **	4.009 **	2.051 **
	内々定数項_名古屋市外	4.738 **	2.282 **	2.173 **	2.811 **	0.015
	所要時間(分)			-2.329 **		
サンプル数		19,271				
初期対数尤度		-33,232				
最終対数尤度		-14,242				
$\bar{p}^2$		0.569				

「**」: 1%有意, 「*」: 5%有意, 「∞」: 設定値

b) 目的地選択

目的地選択のパラメータ推定結果を表3-2に示す。本研究では名古屋市内/市外でゾーン区分レベルが大きく異なり、活動場所選択への影響は小さくない。吉田・原田¹²⁾は、ゾーン区分方法による選択確率の変化への対処として次式を提案し、有効性を確認している。

本研究でもこの関数形を援用し、“ゾーン面積”を規模の基準変数として適用した。

$$V_s = V'_s + \ln X_0 + \sum_n \beta_n \ln(X_n/X_0)$$

V'_s : 規模変数以外で構成される活動場所（目的地 s）の効用

X_0 : 規模の基準変数（ゾーン面積）

X_n : 基準変数以外の規模変数（人口等）

β_n : パラメータ

主要パラメータは符号条件を満たし、統計的に有意となっている。尤度比は0.33～0.58とモデル適合度は良好であり、スケールパラメータの推定結果より仮定した選択ツリー構造も妥当である。

表 3-2 活動場所選択に係るパラメータ推定結果

<活動場所選択>

変数名	出勤	登校	自由	業務
スケール	0.047 **	0.036 **	0.044 **	0.054 **
ln(OD間距離(km)+1) ※1	-	-	-1.642 **	-
ln(OD間距離[女性](km)+1) ※1	-0.510 **	-	-	-0.431 **
ln(OD間距離[15歳未満](km)+1) ※1	-	-2.148 **	-	-
ln(ゾーン面積(ha))	1.00 ∞	1.00 ∞	1.00 ∞	1.00 ∞
ln(就業人口密度(人/ha))	-0.259 **	-	-	-
ln(就学人口密度(人/ha))	-	0.183 **	-	-
ln(従業人口密度(人/ha))	1.017 **	-	0.605 **	0.781 **
ln(店舗・飲食店密度(事業所/ha))	-	-	0.518 **	-
ln(事務所・営業所密度(事業所/ha))	-	-	-0.694 **	-
ln(工場・作業所等密度(事業所/ha))	-	-0.259 **	-	-
ln(学校・病院等密度(事業所/ha))	-	0.384 **	0.434 **	-
施設(学校)ダミー ※2	-	0.468	-	-
施設(SC)ダミー ※3	-	-	0.389 **	-
内々ダミー[名古屋市内] ※4	0.080	0.757 **	-0.407 **	0.998 **
内々ダミー[名古屋市外] ※4	-0.695 **	-0.670 **	-1.922 **	0.816 **
サンプル数	4,423	1,593	6,576	1,676
初期対数尤度	-27,535	-9,424	-40,294	-10,625
最終対数尤度	-18,522	-4,252	-17,006	-6,760
$\bar{p}^2$	0.327	0.548	0.578	0.363

※1: OD間の最短経路距離(DRMより算出)

※2: 施設(学校)ダミー: ゾーンに学校関連施設が地図検索対象施設としてある場合「1」

※3: 施設(SC)ダミー: ゾーンにショッピングセンターが地図検索対象施設としてある場合「1」

※4: 滞在ゾーンと同一ゾーンを選択する場合「1」

「**」: 1%有意, 「*」: 5%有意, 「∞」: 設定値

移動目的別の選択特性をみると、出勤目的は就従比が大きいゾーン、女性はより近いゾーンを選択しやすい。登校目的は小学生/中学生（15歳未満）は、高校生/大学生に比べてより近くの学校に通学している様相を表している。自由目的は店舗・飲食店や病院といった事業所密度が高いゾーンが選択されやすく、時間的余裕が少ない平日であるため、近場での活動が多い傾向にある。業務目的は従業員人口密度が高いビジネス街が選択されやすく、直感に即した結果である。

c) 活動内容選択

活動内容選択のパラメータ推定結果を表3-3に示す。前述した通り、活動内容選択肢集合は滞在箇所、職業、活動履歴に応じて適切に設定し、滞在の効用を“0”に基準化している。また、自宅からの通勤/通学行動は典型的な習慣行動であり¹³⁾、これらの活動選択時に交通サービスレベルの変化が与える影響は小さいと仮定し、出勤・登校目的では下位レベルのログサム変数を考慮していない。

推定結果より、該当時間帯での活動のしやすさを表す時間帯別ダミー、個人属性別の活動時間帯特性、滞在時間、当該活動箇所への到着時間帯や活動内容といった活動履歴が統計的に有意な説明変数となった。決定係数は0.36～0.86とモデルの適合度は良好である。また、スケールパラメータは、全ての滞在箇所でも0及び下位レベルのスケールパラメータから有意に離れており、仮定した選択ツリー構造は妥当である。

活動内容選択特性をみると、時間帯別ダミーの推定値から出勤・登校は朝ピーク時間帯（7～9時台）、帰宅は17時台以降に活動しやすくなっており、朝夕の交通需要の集中が再現されている。また、主要で固定的な活動である出勤・登校は、同一活動箇所での活動継続時間である滞在時間が長くなる程活動しやすい。一方、自由・業務活動は滞在箇所や個人属性によって活動しやすい時間帯が異なり、出勤・登校・帰宅に比べてより活動発生要因の関係が複雑である。ここで、自由・業務活動の滞在時間のパラメータが直感に反して負となっているが、他の活動と比べて短時間かつ連続的に行われることが多いためと解釈できる。しかしながら、滞在時間の関数型をはじめ、活動発生メカニズムに関する知見を活かしたモデルのさらなる吟味は必要である。

表 3-3 活動内容選択に係るパラメータ推定結果 (1)

<活動内容選択【自宅】>				
変数名	出勤	登校	自由	業務
スケール[自由・業務]	-	-	0.0056 **	
定数項	-3.795 **	-7.173 **	-6.875 **	-8.292 **
ln(滞在時間(時間)+1)	0.283 **	1.907 **	-0.023	-0.506 **
就業者_7~10時台	-	-	-	1.756 **
就業者_8~10時台	-	-	0.419 **	-
就業者_13~14時台	-	-	-	2.398 **
就業者_14~19時台	-	-	0.478 **	-
就学者_15~19時台	-	-	0.921 **	-
主婦・無職_8~11時台	-	-	0.966 **	-
主婦・無職_13~16時台	-	-	0.789 **	-
3~4時台, 22時台~[滞在以外]			-2.551 **	
17~21時台[出勤・登校]	-2.551 **		-	-
5時台	-0.334 *	-	-	-
6時台	0.927 **	1.220 **	-	1.901 **
7時台	2.670 **	4.220 **	1.513 **	1.909 **
8時台	3.078 **	4.653 **	2.276 **	2.835 **
9時台	2.063 **	2.907 **	2.672 **	3.246 **
10時台	0.823 **	-	3.166 **	2.972 **
11時台	-	-	2.827 **	3.107 **
12時台	-	-	2.343 **	2.879 **
13時台	-	-	2.509 **	2.694 **
14時台	-	-	2.680 **	1.904 **
15時台	-	-	2.495 **	2.838 **
16時台	-	-	2.267 **	2.606 **
17時台	-	-	2.135 **	1.582 **
18時台	-	-	1.778 **	1.291 **
19時台	-	-	1.134 **	-
20時台	-	-	0.494 **	-
サンプル数	22,842			
初期対数尤度	-242,157			
最終対数尤度	-33,345			
$\bar{p}^2$	0.862			

「**」:1%有意,「*」:5%有意

表3-3 活動内容選択に係るパラメータ推定結果 (2)

<活動内容選択【通勤/通学先】>

変数名	自由	業務	帰宅
スケール[滞在以外]		0.0079 **	
定数項	-8.128 **	-5.720 **	-6.722 **
ln(滞在時間(時間)+1)	0.175	-0.996 **	-
ln(滞在時間(時間)+1)_16時台到着以前	-	-	0.734 **
ln(滞在時間(時間)+1)_17時台到着以後	-	-	0.870 **
就業者_男性_9~10時台	-	0.973 **	-
就業者_男性_13~14時台	-	1.181 **	-
就業者_女性_12~14時台	-	-	1.619 **
就業者_女性_15~16時台	-	-	1.142 **
就業者_女性_15~18時台	1.921 **	-	-
就学者	-	-1.632 **	-
就学者_12~14時台	-	-	1.792 **
就学者_14~17時台	1.389 **	-	-
就学者_15~16時台	-	-	2.935 **
8時台	-	-0.895 **	-
9時台	-	-0.594 *	-
10時台	-0.070	-0.422	-
11時台	0.701 *	-0.117	-
12時台	1.624 **	-0.445	0.024
13時台	0.622 *	-0.038	-0.472 *
14時台	0.180	-0.473	0.151
15時台	0.433	0.173	0.769 **
16時台	0.778 **	0.101	1.342 **
17時台	1.791 **	0.040	3.601 **
18時台	1.734 **	-0.770	3.881 **
19時台	2.484 **	-	3.982 **
20時台	1.986 **	-	4.041 **
21時台	-	-	4.240 **
22時台	-	-	4.046 **
23時台~	-	-	4.124 **
サンプル数	6,541		
初期対数尤度	-78,153		
最終対数尤度	-16,917		
$\bar{p}^2$	0.783		

「**」:1%有意,「*」:5%有意

表3-3 活動内容選択に係るパラメータ推定結果 (3)

<活動内容選択【その他外出先】>					
変数名	出勤	登校	自由	業務	帰宅
スケール[滞在以外]			0.0098 **		
定数項	-6.046 **	-7.451 **	-5.493 **	-7.710 **	-2.470 **
ln(滞在時間(時間)+1)	0.052	1.367	-	-	-
ln(滞在時間(時間)+1)_自由目的到着	-	-	-0.073	-1.596 **	-0.416 **
ln(滞在時間(時間)+1)_業務目的到着	-	-	-0.796 **	-0.679 **	-0.726 **
ln(滞在時間(時間)+1)_18時台到着以後	-	-	-	-	0.466 **
就業者	-	-	-	2.746 **	-
主婦・無職_10~12時台	-	-	0.609 **	-	0.733 **
主婦・無職_13~16時台	-	-	0.789 **	-	0.868 **
65歳以上_10~12時台	-	-	-	-	0.397 **
3~5時台、23時台~	-	-	-	-	0.737 **
13時台~[出勤・登校]	-1.513 **	-	-	-	-
9時台	-	-	0.749 **	0.594 *	-
10時台	-	-	0.690 **	0.848 **	-0.629 **
11時台	-	-	1.039 **	1.516 **	0.504 **
12時台	-	-	0.759 **	1.152 **	0.245
13時台	-	-	0.802 **	1.466 **	0.048
14時台	-	-	0.470 *	1.434 **	0.271 *
15時台	-	-	0.875 **	1.393 **	0.703 **
16時台	-	-	1.233 **	1.651 **	1.326 **
17時台	-	-	1.723 **	1.912 **	2.154 **
18時台	-	-	1.231 **	1.055 **	1.912 **
19時台	-	-	0.822 **	-	1.425 **
20時台	-	-	0.429	-	1.569 **
21時台	-	-	-	-	1.683 **
22時台	-	-	-	-	2.272 **
サンプル数	7,464				
初期対数尤度	-20,873				
最終対数尤度	-13,208				
$\bar{p}^2$	0.364				

「**」:1%有意,「*」:5%有意

(4) 統合モデルの現況再現性検証

活動・交通行動モデルのパラメータ、各交通手段のネットワークデータやLOSデータ、個人属性別夜間人口などを準備し、基準時刻(午前3時)から逐次的に統合モデルを実行し、現況再現性を検証する。

都市圏全体の時間帯別発生量をみると(図3-4)、発生量の時間変動、1日の総量も精度良く再現されていることが確認できる。生成原単位と外出率の再現性は、図3-5の通り、全体での生成原単位はPT調査データはグロス:2.35トリップ/人日、ネット:2.70トリップ/人日に対し、推計値はグロス:2.24トリップ/人日、ネット:2.63トリップ/人日、外出率はPT調査データ:86.9%、推計値:85.4%と若干の過少推計となっているが、再現性は良好といえよう。職業別にみると、就業者/就学者と比べて時間制約の少ない主婦・無職で大きな差異

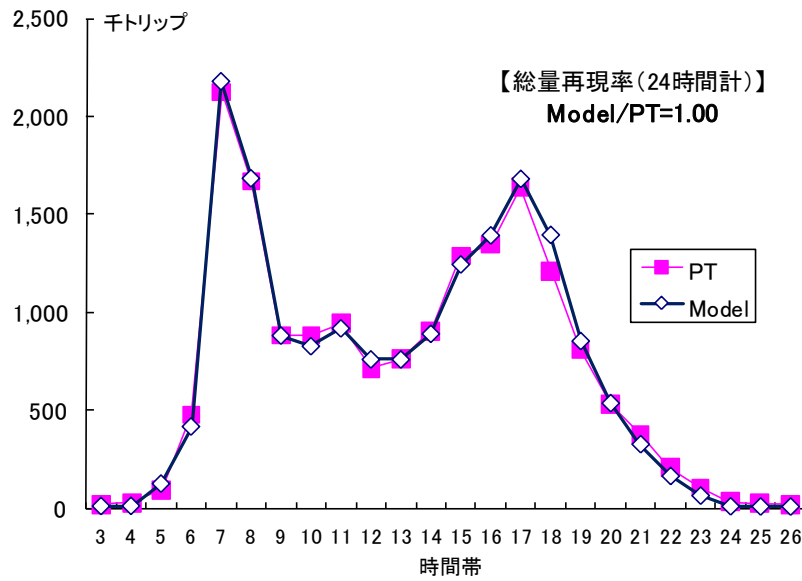


図 3-4 時間帯別発生量（都市圏計）

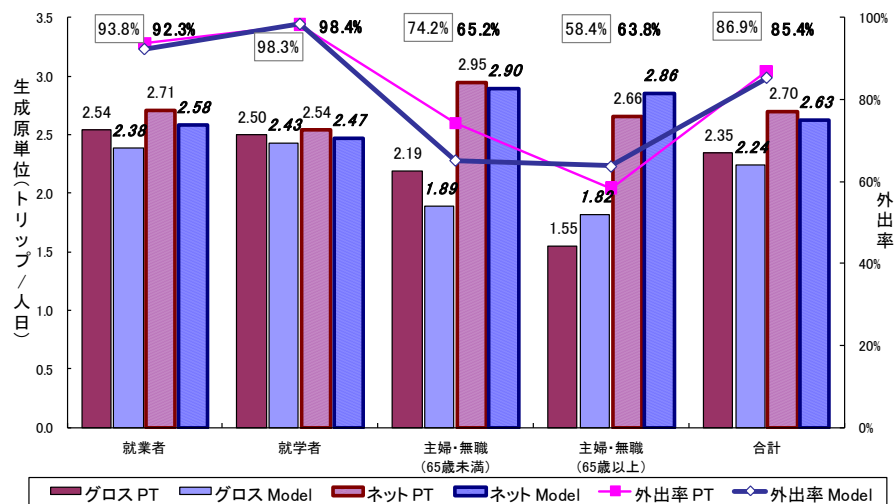


図 3-5 職業別生成原単位と外出率（都市圏計）

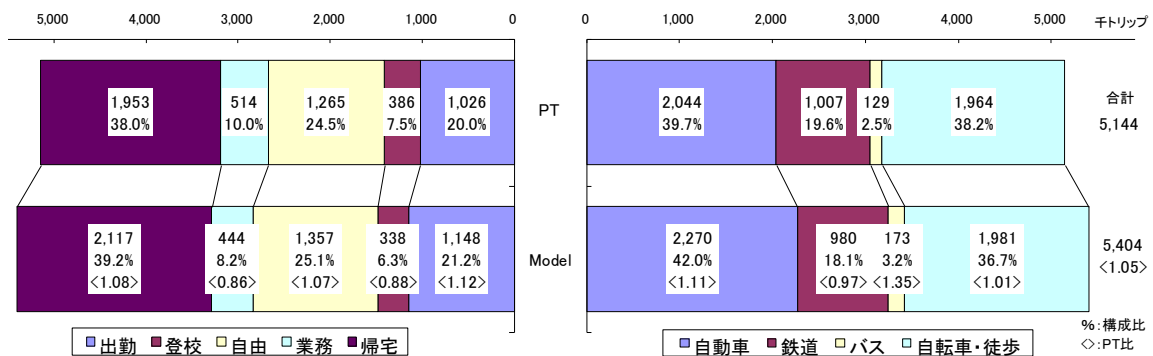


図 3-6 名古屋市集重量（移動目的別/交通手段別）

がみられ、65歳未満は過小、65歳以上は過大推計の傾向にあり、特に外出率の再現精度が低い。今後、活動内容選択に関する個人属性や活動・交通行動履歴などとの関係を詳細に観測・分析し、モデルの説明力を向上させる必要がある。

名古屋市集中量（移動目的別/交通手段別）を図3-6に示す。名古屋市への集中量は市合計で5%の過大推計となっており、名古屋市への移動が多くなっている。移動目的別にみると出勤目的が過大、業務目的が過少推計となっている。交通手段別では自動車は過大、鉄道が過小推計となり、分担率はそれぞれ2ポイント程度の差となった。また、一般的な交通需要予測の評価単位となる区別集中量をみると（図3-7）、相関係数：0.97、回帰係数：1.05と概ね良好に再現されているが、工業地域が多く、鉄道利便性が悪い南区と中川区、名古屋市外からの鉄道利便性が良い名古屋駅周辺地区を含む中村区で過大推計の傾向が強く、特に出勤目的の活動場所選択の再現性精度が低いことが分かった。出勤目的の活動場所選択は国勢調査等における居住地－従業地関係の時系列データを用いたパラメータ推定、従業地側の従業人口も制約としたモデル適用などが改善方法として考えられる。

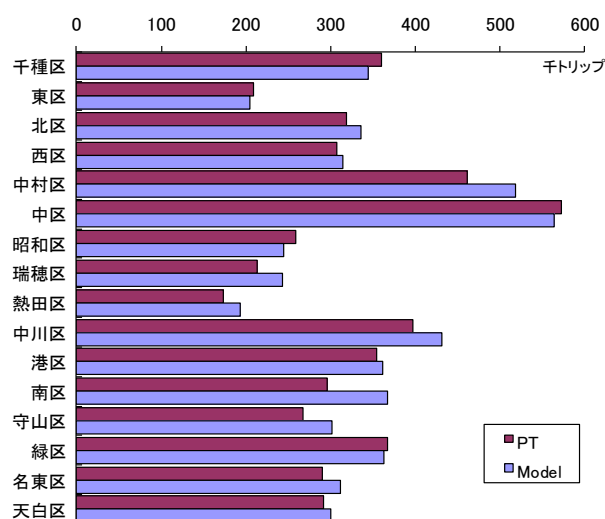


図 3-7 名古屋市の区別集中量

続いて、市区町村区分となる中ゾーン（都市圏を86区分）での移動目的別OD交通量の再現性指標を表3-4に整理し、移動目的計の散布図を図3-8に示す。四段階推定法では再現性確保のため現在パターン法が利用されたりするが、出勤・業務目的の総量再現（PT比）を除き、統合モデルによるOD交通量の再現性は良好といえよう。

また図3-9は、OD間距離帯別にみた自動車/鉄道の利用者数と分担率（帰宅目的、ゾーン内々移動を除く）を示したものである。距離帯別の交通手段利用状況をみると、概ね妥当な再現性となっているが、20km以上で自動車利用が過小推計となっている。前述した居住地－従業地関係が上手く再現されていないこと、活動場所選択のOD間距離の負のパラメータにより、5km未満の近距離移動が多くなっていることが原因として挙げられる。選択肢

表 3-4 中ゾーン間移動目的別 OD 交通量の現況再現精度

	出勤	登校	自由	業務	帰宅	合計
PT比	1.11	0.92	0.99	0.79	1.02	1.00
相関係数	0.95	0.99	0.98	0.96	0.98	0.98
回帰係数	1.02	0.91	0.98	0.90	0.91	0.95

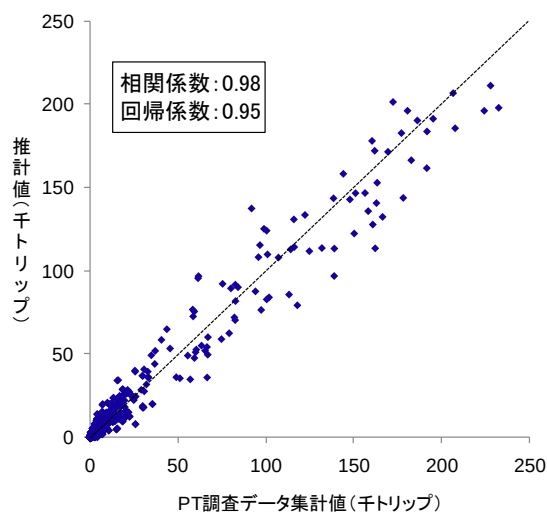


図 3-8 中ゾーン間 OD 交通量の散布図（目的計）

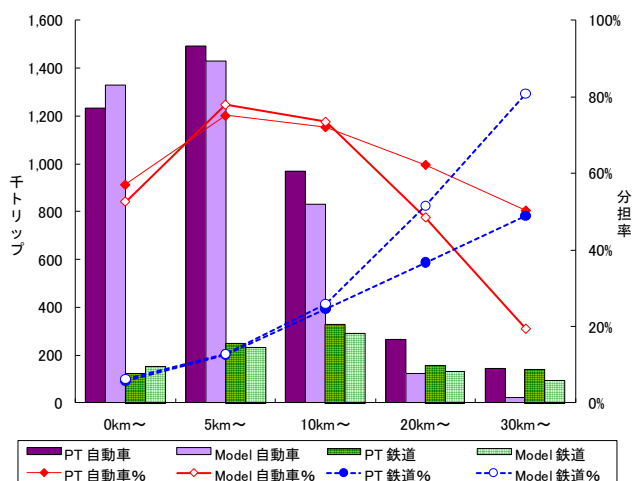


図 3-9 距離帯別自動車/鉄道利用状況（帰宅目的，ゾーン内々移動除く）

集合が大きい活動場所選択は選択肢集合形成過程を考慮するなど，モデル精緻化の余地はあるが，統合均衡モデルとしての定式化や実行時における制約などと合わせての検討が必要となろう。

最後に，自動車リンク交通量（図3-10），自動車OD間所要時間（図3-11）の再現性を確

認する。自動車リンクの観測交通量は1999年道路交通センサスの断面交通量、自動車OD間所要時間の観測値は2002年プローブカー実験結果からの集計値²¹⁾である。図3-10の昼間12時間の配分結果より、自動車リンク交通量の現況再現性は概ね妥当であるといえる。図3-11の昼間12時間の自動車OD間所要時間は過小推計の傾向にあるが、これは自動車交通量が20km以上の距離帯で大きく過小推計されていること、リンクコスト関数の地域特性パラメータによる補正のみでは名古屋都市圏の特性を十分に反映できないことであり、リンクコスト関数の規定パラメータや交通容量をプローブカー実験データから推定することが望ましい。

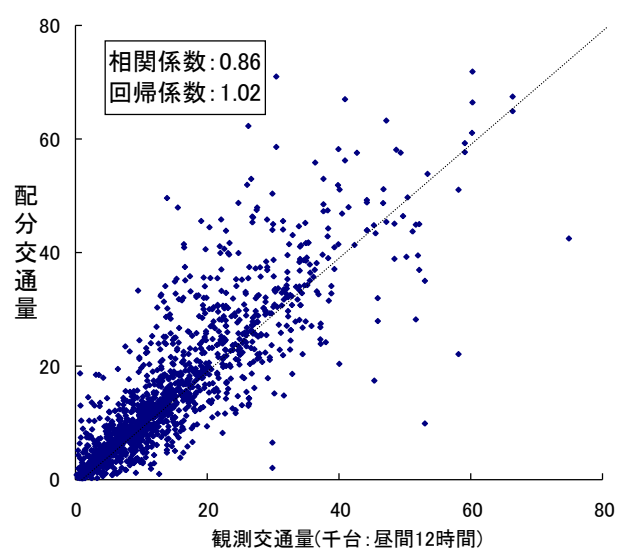


図 3-10 自動車リンク交通量の散布図

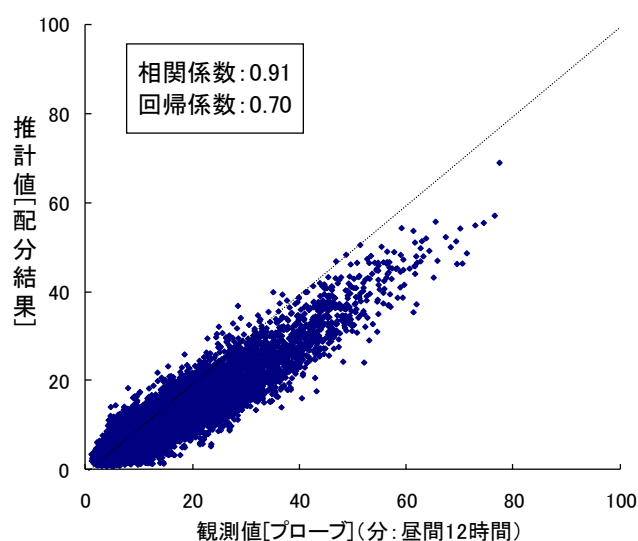


図 3-11 自動車 OD 間所要時間の散布図

シミュレーション手法導入による計算結果の安定性の確認として、本研究では各集計レベルの交通需要の変動係数を算出し、考察する。

交通需要の総量（1日の発生量）の変動係数は1.1%、交通需要が多い昼間12時間内の各時間帯では最大：2.6% [14時台]，最小：0.4% [8時台] と相対的なバラツキは小さい。生成原単位 [グロス] も全体で1.1%、通勤/通学といった固定的な活動がない主婦・無職でも1.9%と変動係数は小さい（就業者：0.9%，就学者：0.6%）。

名古屋市集集中量（移動目的別/交通手段別）の変動係数は市合計で2.4%であり、移動目的別では出勤：3.0%，登校：0.9%，自由：3.6%，業務：7.4%，帰宅：1.1%とより派生的な活動である業務目的で最大となり、交通手段別では自動車：4.4%，鉄道：3.8%，バス：3.3%，自転車・徒歩：1.6%と代替交通手段となりやすい自動車と鉄道で比較的大きくなっている。また、名古屋市区別集中量は最大：6.6% [千種区]，最小：1.2% [名東区] であり、平均値は2.9%と算出された。以上から、名古屋市レベル（移動目的別、交通手段別、区別）では、構成比が変化する程のバラツキはみられず、交通需要の解釈は一通りとなり、安定性はあるといえる。

一方、500ゾーンを超えるゾーン別交通需要の変動係数は最大：22.0%，最小：0.9%であり、平均値は2.7%，8ゾーンが変動係数10%以上となった。さらに詳細なゾーン別移動目的別やゾーン別交通手段別では、変動係数が10%以上となるゾーンが散見され [業務目的で91ゾーンと最多，他の移動目的や交通手段別では20ゾーン前後]，バラツキは大きくなる。同様に、昼間12時間の自動車リンク交通量の変動係数の平均値は2.8%であるものの、10%以上となるリンクが191本 [対象リンク数：上下方向別10,665本] と多い。つまり、当然ではあるが、より詳細な集計レベルの交通需要の推計値は、シミュレーション手法導入により、解釈が変わる可能性がある程変動する場合もあり、注意が必要である。

交通需要のバラツキ度合いの妥当性については、プローブパーソンシステムなどを用いて個人間/個人内変動に基づく交通需要の変動を観測・分析していく必要がある。ただし、自動車リンク交通量についてはトラフィックカウンターで日変動を観測することができ、名古屋市域の変動係数は最大：16.6%，最小：3.4%，平均値は6.4%となっており、シミュレーション手法導入によるバラツキは実際の観測結果よりも小さい傾向にあることが分かる。これは、本モデルにおける交通需要のバラツキは、各時間帯の一意な均衡解の近傍となるためである。自動車交通量の日変動などのバラツキを明示的に考慮した均衡モデル³²⁾，個別車両を離散的に扱った均衡配分ゲーム³³⁾ が研究されつつあり、これらの成果は、activity-based approachの概念を導入した交通需要予測モデルの離散化や変動に関する研究の足掛かりとなろう。

統合モデルを名古屋都市圏に適用した結果、再現精度は現在実用化されている四段階推定法と優劣ない程度と考える。更なるモデルの改良は必要であるものの、個人の活動・交通行動などをより詳細に考慮している都市圏レベルの交通需要予測モデルとして、有用性

は高い。

モデル実行に伴う計算コストについては、スーパーコンピュータの利用とプログラムの並列化により、1日分の計算時間は24時間程度に短縮されている。

以上より、本研究で適用する統合モデルは、現況再現性と計算コストの両面から概ね妥当な結果が得られ、実用性のある交通需要予測モデルの1つであるといえよう。

一方、本統合モデルでは各個人の活動・交通行動は逐次的な意思決定過程であると仮定しており、1日を通した活動スケジューリングは考慮していない。そのため、各時間帯の活動・交通行動結果を積み重ねた1日の活動・交通行動パターンは、必ずしも各個人の最大効用となる最適パターンとは限らないことに留意が必要である。活動スケジューリングや出発時刻選択の考慮は今後の課題である。

参考文献

- 1) 北村隆一: 交通需要予測の課題: 次世代手法の構築にむけて, 土木学会論文集, No.530/IV-30, pp.17-30, 1996.
- 2) 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.
- 3) 金森 亮, 森川高行, 山本俊行, 三輪富生: 総合交通戦略の策定に向けた統合型交通需要予測モデルの開発, 土木学会論文集 D, Vol.65 No.4, pp.503-518, 2009.
- 4) 例えば, Bowman, J. L. and Ben-Akiva, M. E.: Activity-based disaggregate travel demand model system with activity schedules, *Transportation Research Part A*, Vol.35, No.1, pp.1-28, 2001.
- 5) Transportation Research Board: Innovations in travel demand modeling: summary of a conference, *TRB conference proceedings 42*, Vol.1, 2008.
- 6) 藤井聡, 菊地輝, 北村隆一: マイクロシミュレーションによる CO₂ 排出量削減に向けた交通施策の検討-京都市の事例, 交通工学, Vol.35, No.4, pp.11-18, 2000.
- 7) Kitamura, R., Kikuchi, A., Fujii, S. and Yamamoto, T.: An overview of PCATS/DEBNetS micro-simulation system: its development, extension and application to demand forecasting, *Simulation approaches in transportation analysis: recent advances and challenges*, Springer, pp.371-399, 2005.
- 8) MATSim Web site: <http://www.matsim.org/>
- 9) Lam, W. H. K. and Yin, Y.: An activity-based time-dependent traffic assignment model, *Transportation Research Part B*, Vol.35, No.6, pp.549-574, 2001.
- 10) Lam, W. H. K. and Huang, H. J.: Combined activity/travel choice models: time-dependent and dynamic versions, *Networks and Spatial Economics*, Vol.3, No.3, pp.323-347, 2003.
- 11) Ouyang, L. Q. and Lam, W. H. K.: A combined location and travel choice model -an

activity-based approach, Presented at the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., 2009.

- 12) 吉田朗, 原田昇: 休日の買い回り品買物交通を対象とした買物頻度選択モデルの構築, 土木学会論文集, No.413/ IV-12, pp.107-116, 1990.
- 13) 北村隆一, 森川高行, 佐々木邦明, 藤井聡, 山本俊行: 交通行動の分析とモデリング -理論/モデル/調査/応用-, 技報堂出版, 2002.

3-2. 統合モデルによる短期将来予測

(1) 2005 年交通需要予測

ここでは統合モデルの感度の妥当性の検証（validation）として，入力データを2005年に更新した短期交通需要予測を行う．名古屋都市圏では，2005年日本国際博覧会（愛・地球博）開催に向けて，国際空港の開港，高速道路の延伸，名古屋市営地下鉄環状線化など鉄道網の拡充といった大規模な交通基盤整備が2001年以降になされた．2000年～2005年の人口変化に加えて，交通基盤整備により利用交通手段構成など交通状況は大きく変化していると想像される．本節では，入力データとして高速道路と鉄道のネットワークと夜間人口を更新し，2005年観測交通量の再現性の確認を通して，モデル感度の妥当性を検証する．

a) 入力データの更新

2005年交通ネットワーク関連データとして，表3-5に示す高速道路，鉄道路線を2001年交通ネットワークに追加した（空港開港は反映なし）．また，名古屋都市高速道路の通行料金値上げに伴い，乗用車：750円，貨物車：1,500円〔2001年は乗用車：650円，貨物車：1,300円〕に変更した．鉄道LOSデータは新たなネットワークに対応した経路選択肢集合を作成し，バス，自転車・徒歩は2001年時点と同一のLOSデータを用いる．

夜間人口は2005年国勢調査の市区町村別・性別年齢階層別人口を用いて更新したが，市区町村内のゾーン別人口構成，職業構成，免許保有率などは2001年と同様として算出している．

その他の入力データは更新しておらず，先の現況再現性検証の際と同じである．

表3-5 2005年次ネットワーク追加区間

高速道路網	鉄道路線
東名阪自動車道(上社JCT～高針JCT)	上飯田線(平安通～上飯田)
名古屋高速道路(吹上～高針JCT)	名城線(名古屋大学～新瑞橋)
名古屋高速道路(清州JCT～一宮)	あおなみ線(名古屋～金城ふ頭)
伊勢湾岸自動車道(豊田東JCT～四日市JCT)	空港線(常滑～中部国際空港)
東海環状自動車道(豊田東JCT～美濃関JCT)	東部丘陵線(藤が丘～万博八草)

b) 将来交通需要予測結果

2005年交通需要予測も計算回数10回の平均値で評価する。2005年の職業別夜間人口は図3-12の通り、2000年から都市圏全体で3%増の約787万人となり、主婦・無職（65歳以上）が約2割の増加と名古屋都市圏でも高齢化が進展する。それに伴い交通需要（発生量）の総量は3%増加し、主婦・無職（65歳以上）は20%増となり（図3-13）、人口、交通需要ともに高齢者の割合が高まる。

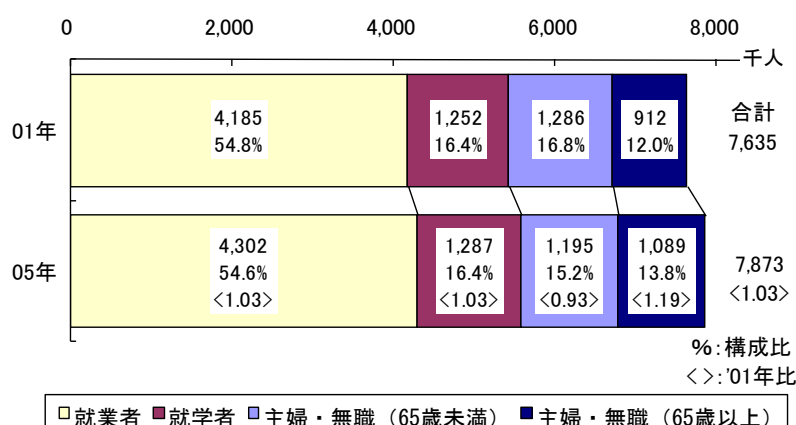


図 3-12 職業別夜間人口（都市圏計）

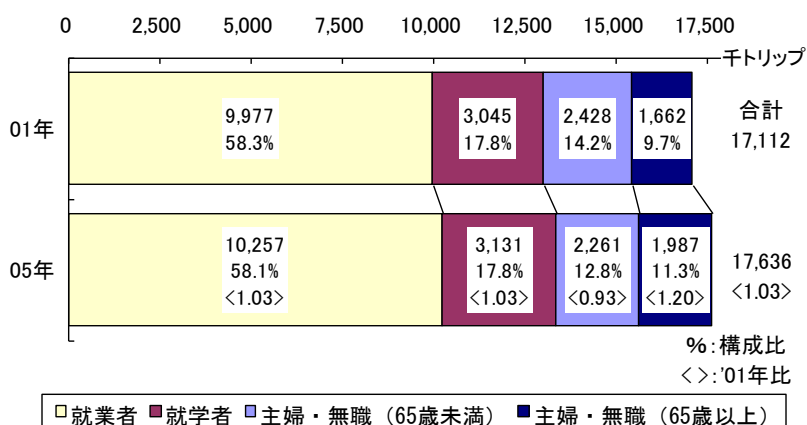


図 3-13 職業別発生量（都市圏計，1日合計）

移動目的別にみると、高齢者割合の上昇により自由目的が2001年比で最も大きく増加しているが〔全体：2.6%増、自由：2.9%増〕、全体の移動目的構成比が変化する程の影響はなかった。また、算出された生成原単位は統計的な有意差はないものの、全体では2001年：2.241トリップ/人日→2005年：2.240トリップ/人日と微減する一方、主婦・無職（65歳未満）は2001年：1.889トリップ/人日→2005年：1.893トリップ/人日、主婦・無職（65歳以上）は2001年：1.821トリップ/人日→2005年：1.824トリップ/人日と微増傾向にある。主婦・無職

の自由目的トリップの増加傾向と合わせ、交通基盤整備による誘発交通を考慮できる本モデルの特性の1つと考えられる。

将来予測の精度検証として、自動車リンク交通量の推計値と観測値を比較する。観測値は2005年道路交通センサスの断面交通量である。昼間12時間交通量で比較すると、相関係数：0.83，回帰係数：1.02となり、再現精度は概ね妥当であるといえる。さらに、自動車走行台キロの変化の再現性をみると（表3-6），延伸した高速道路関連は過大，山地部は過少推計となっているが，都市圏全体の伸び率は良好に再現できている。ここで，高速道路と山地部での再現性低下の原因は，東海環状自動車道開通に伴う岐阜県内の企業進出や工場立地による山間部開発による物流・貨物車交通の変化であり，入力データである時間帯別貨物車OD交通量を最新データに更新することで改善できると思われる。

表3-6 自動車走行台キロ の変化（昼間12時間）

		観測交通量	配分交通量
合計		1.04	1.04
道路種別	高速道路・都市高速道路	1.25	1.33
	一般国道	1.03	0.98
	一般道路(国道以外)	0.99	1.00
沿道状況	市街地	1.00	1.00
	平地	1.02	0.99
	山地	1.07	0.98

※観測交通量(2005年道路交通センサス/1999年道路交通センサス)

※配分交通量(2005年推計値/2001年推計値)

(2) 交通施策導入効果分析

名古屋市では、“環境にやさしい交通”，“まちの賑わいを支える交通”，“安全・快適な交通”を政策目標とした「なごや交通戦略」³⁴⁾を策定し，現状の公共交通と自動車の利用割合“3対7”を2010年には“4対6”への数値目標を掲げている。交通施策メニューは，交通基盤整備促進や公共交通サービス充実に加えて，TDM施策を中心に組み立てられている。本節では交通戦略の基礎的施策として位置付けられている交通基盤整備による交通状況変化の把握として，交通手段構成やサービスレベル（ログサム変数）について分析する。

図3-14の交通手段別名古屋市発生集中量の変化をみると，総量の伸び率（3%増）と比べて自動車は2%増と相対的に下がり，鉄道は6%増と相対的に高くなった。しかし，自動車と公共交通の利用割合は2005年で66%：34%と大きな変化はなく，交通基盤整備のみでは交通戦略の数値目標達成は困難と推計され，TDM施策と有機的に組み合わせた施策パッケージの実施が必要であることが明らかになった。

一方，なごや新交通戦略の答申を受けて策定された「なごや新交通戦略推進プラン」の現状分析によると，2007年度の自動車と公共交通の利用割合は64：36であり，今回の予測結果と同じ傾向となっている。

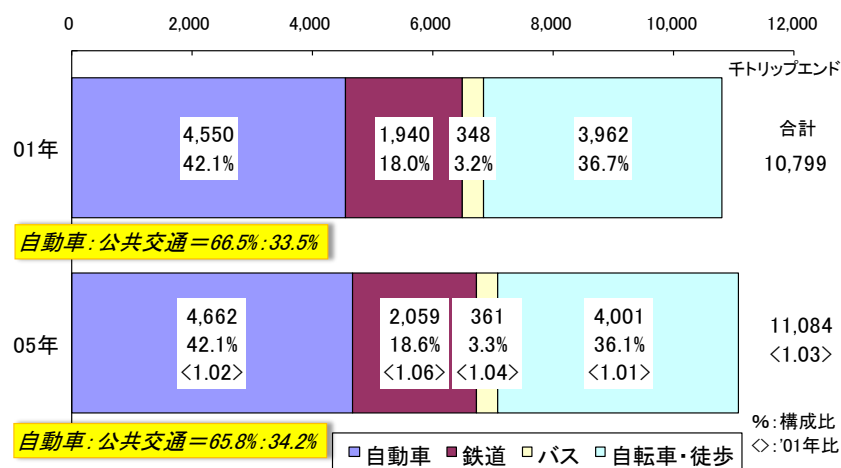


図 3-14 交通手段別名古屋発生集中量の変化（1 日合計）

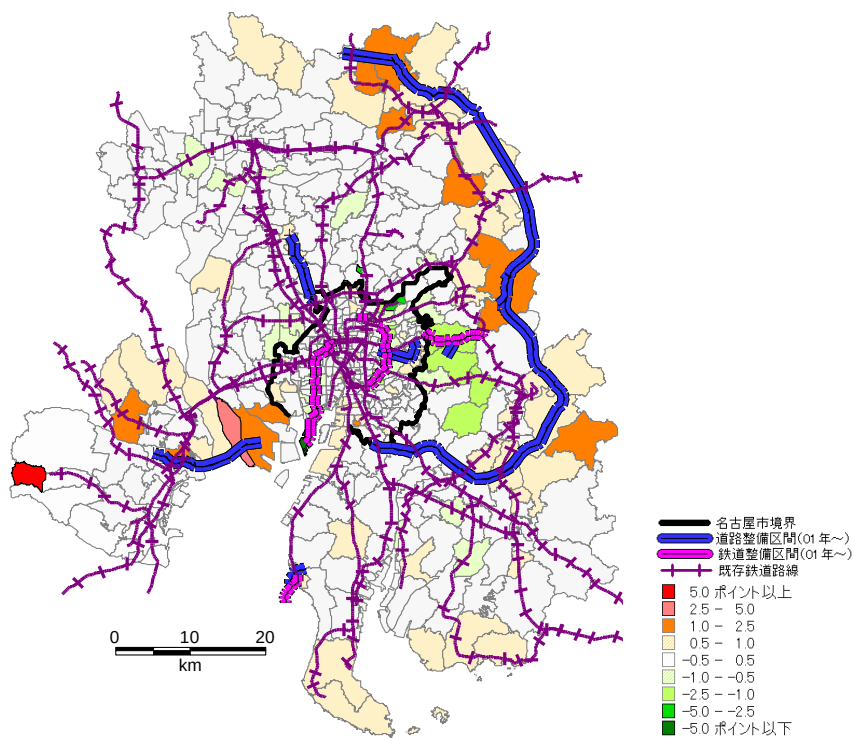


図 3-15 ゾーン別自動車分担率の差（発生集中量ベース）

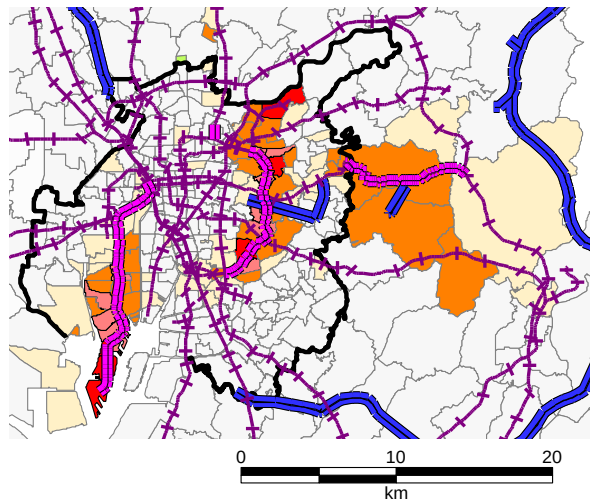


図 3-16 ゾーン別鉄道分担率の差（発生集中量ベース）

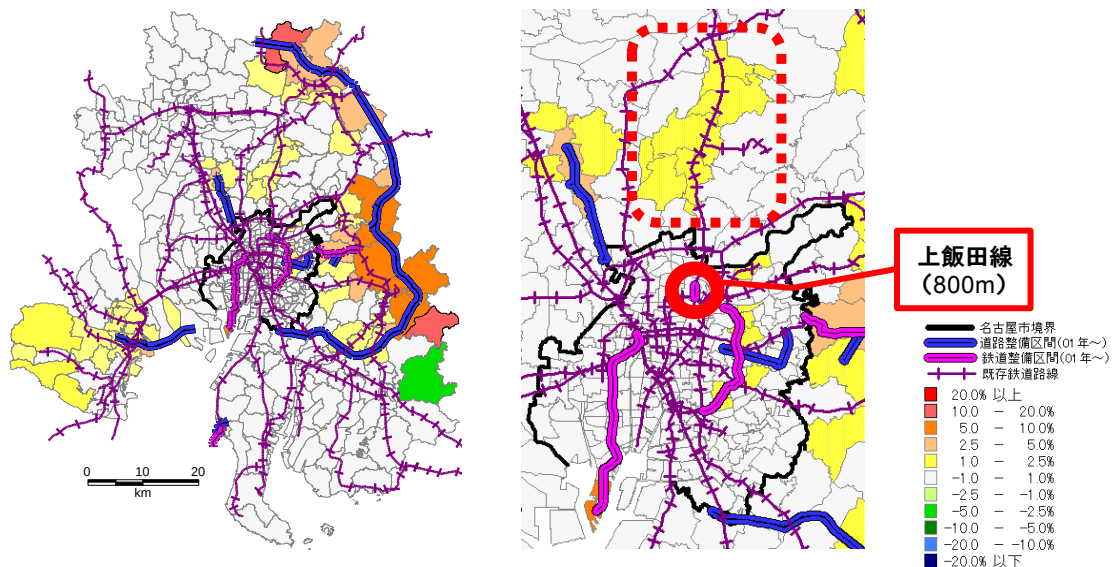


図 3-17 発ゾーン別ログサム変数の変化

交通基盤整備によるゾーン別利用交通手段状況の変化の把握として、2001年→2005年の自動車分担率の差（図3-15）、鉄道分担率の差（図3-16）を算出した。開通した高速道路の沿道ゾーンで自動車分担率が高くなり、特に都市圏外縁部で上昇していることが確認できる。また、鉄道分担率も整備区間近辺で高くなり、特に地下鉄環状線化や臨海部の鉄道空白地帯解消により、名古屋市内で5ポイント以上上昇したゾーンがみられる。

最後に、便益評価の算出根拠として用いられるログサム変数の変化を発ゾーン別に集計した結果を図3-17に示す。ログサム変数が増加したゾーンは高速道路整備がなされた都市圏外縁部で多くなり、これらの地域で所要時間短縮効果が大きいといえる。その他、上飯田線整備（約800m、図3-17右参照）は、名鉄小牧線沿線住民が名古屋都心部へアクセスす

る際に、鉄道不連続であった区間をバスや徒歩にて約10分程度移動する必要があった不便解消として実施されたが、このような鉄道ネットワーク機能強化による効果として、当該整備区間とは離れた名鉄小牧線沿線上〔赤点線枠内〕でログサム変数が増加するケースも確認された。

4. 交通戦略の導入効果の定量的把握

4-1. 駐車デポジットシステム（PDS）の導入評価

(1)はじめに

駐車デポジットシステム（PDS：Parking Deposit System）は、一般的なロードプライシングに対する社会的受容性の問題（例えば、自動車利用に対する新たな課金に対する負担感、課金対象エリアへの買い物客など来訪者数減少の不安感など）に対処するため、著者らが提案する新たな課金システムである。図4-1の通り、課金対象エリアへの真の来訪者は駐車場利用やエリア内での買い物の際に、任意に設定された返金相当分を利用できるデポジット制を通常の課金システムに組み込むことで、ドライバーは即時的な再分配効果（お得感）を認識でき、先の負担感と不安感の軽減が期待される。市民を対象としたアンケート調査に基づく賛否意識構造の分析^{1)・2)} から、PDSは通常のロードプライシングと同等の混雑緩和効果があり、効率性も確保され、受容性向上が期待できるといったシステムであることが分かってきている。

本章では先に構築した交通需要予測モデル（統合モデル）を用いて、名古屋市都心部を課金対象とした場合の導入効果として、交通手段分担率や自動車断面交通量、CO2排出量など定量的に評価する。

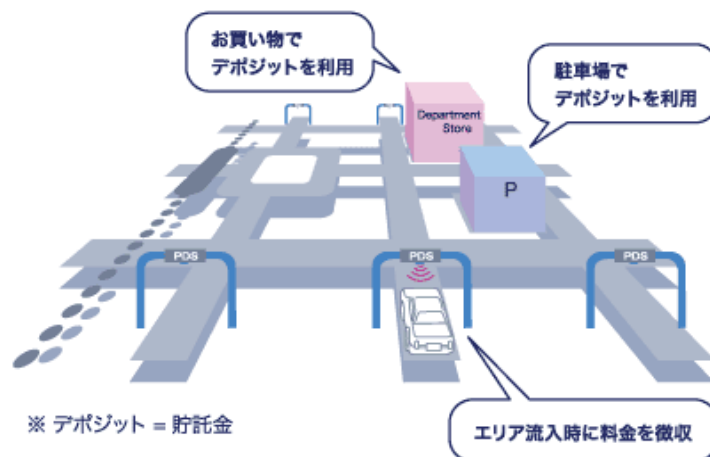


図4-1 駐車デポジットシステムの概念図

(2)評価モデルの改良

PDS 導入の評価モデルとしては、移動自体の必要性の有無（活動内容選択）、目的地選択、交通手段選択、経路選択を考慮することができる統合モデルを基本とし、実質課金額が異なる自動車利用者を区別したマルチクラス型に改良する。また、短期的な施策導入効

通常のロードプライシング（コードン型を想定）では、自動車利用者は対象エリアに流入する際に課金額を徴収されるため、これをモデル上で反映させるには、対象エリアに流入する自動車リンクに課金額を時間価値にて時間換算した値を付加すればよい。従って、自動車ネットワークデータを修正すれば、統合モデルをそのまま適用することができる。

The diagram shows a central shaded oval labeled **課金対象エリア** (Billing Area). Two dashed green arrows represent **対象エリア 迂回ドライバー** (Bypass Driver) and **対象エリア 通過ドライバー** (Through Driver). A solid blue arrow represents **対象エリア内 来訪ドライバー** (In-Area Visitor Driver). Two red 'X' marks indicate that the bypass and through drivers are not subject to billing. A callout box points to the in-area visitor driver with the formula: **徴収金額 = 課金額 - 返金額** (Amount to be collected = Billing amount - Refund amount). Another callout box points to the central area with the formula: **徴収金額 = 課金額** (Amount to be collected = Billing amount).

先の統合モデルでは、自動車の経路選択モデルにおいて高速道路利用選択特性（時間価値の差異）を反映するため、出勤・登校・業務目的、自由・帰宅目的、貨物車の3クラスに区別している。一方、PDS導入評価では、前述した通り実質課金額の異なる自動車利用者を区別する必要があるため、結果的に以下の5クラスに区別することとなる。

- 37 -

ここで、実質課金額に対する時間価値は適切な設定値が無いため、本稿では、高速道路利用選択モデルより算出された移動目的別の推計値と同一とする。なお、PDS の課金対象エリア内を目的地とする全ての自動車利用者は、滞在中に駐車場利用や買い物により返金額の全てを使い切ると仮定する。ただし、駐車場の利用状況（月極や時間貸）や買い物場所など、返金額の詳細な使用状況はモデルでは考慮していない。

また、PDS 評価モデルは統合モデルをマルチクラス型に改良したのみであり、自動車の経路交通量とリンク交通量に関する制約条件を修正することで、等価最適化問題を定式化することができる。

以上のように、PDS 評価モデルは、返金額による目的地別の交通サービスレベルの違いの表現に加えて、導入時の活動・交通行動の変化（経路選択、交通手段選択、目的地選択、活動内容選択）を考慮することができる。しかし、課金時間帯前後に出発（対象エリア流入）時刻を変更するような出発時刻選択は考慮されておらず、また、実質課金額に対する時間価値も、高速道路利用選択モデルより算出された推計値を暫定的に用いている。

(3) 名古屋市都心部への PDS 導入の影響評価

課金対象地区は、自動車の代替手段となる鉄道利便性が高く、駐車施設が数多く整備されている名古屋市都心部（名古屋駅・栄地区、図 4-3 参照）である。面積は 4.7km^2 と海外先行事例（ロンドン： 22km^2 、シンガポール： 7km^2 ）と比べて小さい。

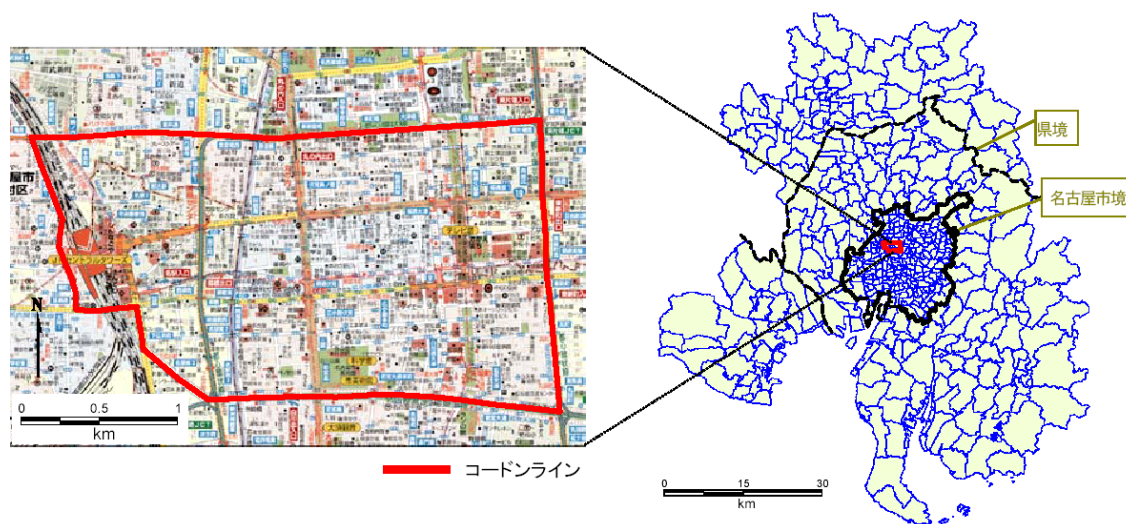


図4-3 対象エリアと分析エリア（第1回PT調査圏域）

また、PDS の課金方式は対象エリアに流入する度に課金されるコードン型とし、課金時間帯は昼間 12 時間（7:00～19:00）とする。ただし、対象エリア内の居住者は課金対象外とするため、対象エリアへの帰宅時の移動は課金対象外としている。

評価ケースは表 4-1 に示す通りであり、課金額と返金額の設定により区別されている。

ここで、Case_0 は PT 調査実施年次の 2001 年から高速道路延伸や鉄道網拡充がなされた 2005 年の交通状況である。Case_7-0 と Case_3-0 は通常のロードプライシングに該当する。また Case_0 以外では、施策導入による勤務先・通学先の変更が生じないようにするため、Case_0 で推計された各個人の勤務先・通学先に固定している。

表4-1 評価ケースの設定

	Case_0 (2005年)	Case_7-0	Case_7-4	Case_7-7	Case_3-0	Case_3-2	Case_3-3
課金額	0円	700円			300円		
返金額	0円	0円	400円	700円	0円	200円	300円
実質課金額	0円	700円	300円	0円	300円	100円	0円

a) 導入結果

昼間 12 時間交通量の推計結果をケース別に比較し、ロードプライシングと PDS の導入評価を行う。名古屋市関連トリップを集計した結果、課金対象エリアが狭いため施策導入の影響は小さく、大きな変動はみられなかった（各ケースにおける総トリップ数と目的構成に変化はなく、Case_7-0 の自動車利用 2%減，鉄道利用 2%増が最も大きな変動であった）。つまり、今回のように小さな対象エリアにてロードプライシングを導入しても、名古屋市全体でみると、自動車利用の適正化・抑制効果は小さいといえる。

対象エリアへの集中量（目的別/交通手段別）をみると（図 4-4），通常のロードプライシングに相当する Case_7-0 と Case_3-0 では、自動車交通量がそれぞれ 31%減，14%減と大きく削減され、それに伴い来訪者数（集中量合計）も 6%減，3%減となっている。PDS の特徴である返金額を増加させると、自動車交通の削減量は小さくなり、実質課金額が 0 円となる Case_7-7 と Case_3-3 では自動車交通量は施策導入前よりも増加する結果となった。来訪者数も同様の変動がみられ、実質課金額が 0 円では導入前と同程度まで回復すると推

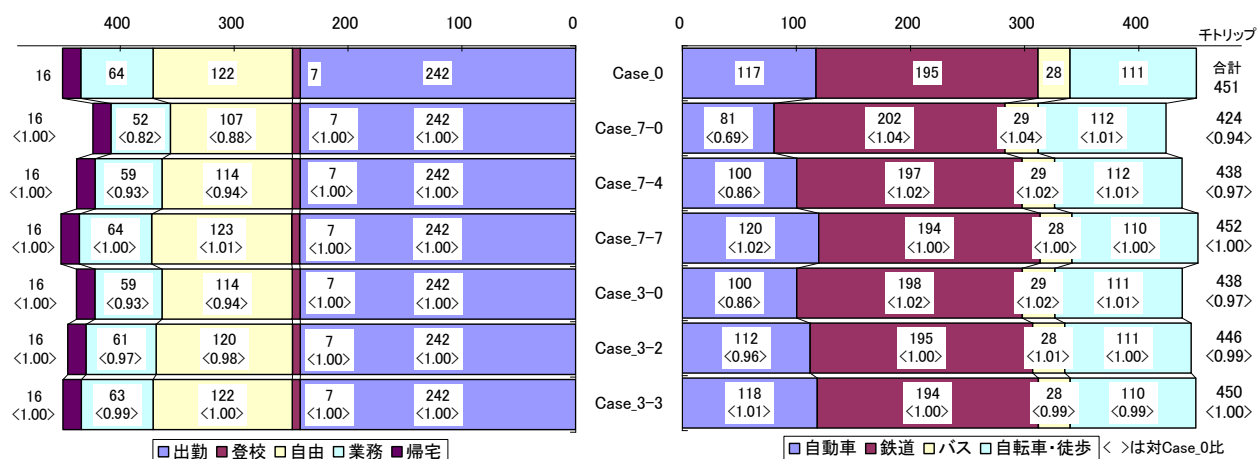


図4-4 対象エリア集中量（目的別/交通手段別）

計された。これは、対象エリアの通過交通排除により、施策導入前よりも対象エリア内の自動車交通サービスレベルが向上しているためである。また、Case_7-7 と Case_3-3 以外では鉄道・バスの利用が増加しており、自動車利用からの転換が確認できる。

移動目的別にみると、ロードプライシングや PDS のような課金システムでは、自由・業務目的の来訪者に大きな影響を及ぼし、ロードプライシングで大きく減少するこれらの来訪者数は、PDS の返金額増加によって回復する。対象エリア内の商業主らの合意形成や地域活性化には、特に自由目的の来訪者数の動向が重要視されると考えられるため、返金額の増加に応じて自由目的の来訪者数が回復する PDS は、社会的受容性が高い施策といえよう。

表 4-2 は、より大きな変動が確認された課金額 700 円のケースについて、OD パターン別交通量の変動を整理したものである。Case_7-0 では対象エリアに流入する自動車交通量が大幅に削減されている。特に名古屋市内（対象エリア除く）からの自動車流入量は 35% 削減され、手段転換によって鉄道利用が 6% 増加するが、全体では 7% の減少となる。また、対象エリアからの目的地変更により、名古屋市内から名古屋市内への交通量微増が確認できる。一方、PDS では通常のロードプライシング導入による対象エリアに関連する変動幅が小さくなり、施策導入前の状態に回復していくことが分かる。ただし、実質課金額 0 円の Case_7-7 では、対象エリア内々に加えて、通過交通排除による対象エリア内の自動車交通サービスレベル向上の恩恵を無料で得られるため、対象エリア外からの自動車利用が増加すると推計された。対象エリア関連の自動車交通量削減の目的からすると、課金額と同額の返金は逆効果となり、来訪者数と自動車交通量の両面から適切な返金額の設定が重要となる。加えて、自動車から公共交通機関への転換や利用促進方策との効果的な組合せを検討していくことが必要である。

自動車交通に関する問題改善効果として、対象エリアの通過交通量、走行台キロ、平均速度、渋滞損失時間、CO₂ 排出量を取り上げる。表 4-3 は、これらの各指標の Case_0 からの改善効果を対象エリアと名古屋市全体にて整理したものである。CO₂ 排出量は、CO₂ 排出係数原単位と平均速度との関係式と時間帯別のリンク平均速度より算出している。

対象エリアの通過交通量をみると、返金額の有無や程度に関係なく課金額 700 円で 97%

表4-2 方向別交通量の変動（Case_0比）

ODパターン		Case_7-0 / Case_0			Case_7-4 / Case_0			Case_7-7 / Case_0		
		合計	自動車	鉄道	合計	自動車	鉄道	合計	自動車	鉄道
① 対象エリア	⇒ ①	0.94	0.82	1.00	0.97	0.90	1.00	0.99	1.02	0.99
	⇒ ②	0.93	0.75	1.04	0.97	0.88	1.02	1.01	1.01	1.00
	⇒ ③	0.96	0.79	1.03	0.98	0.91	1.01	1.01	1.03	1.00
② 名古屋市内 (対象エリア除く)	⇒ ①	0.93	0.65	1.06	0.97	0.84	1.02	1.01	1.01	1.00
	⇒ ②	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01
	⇒ ③	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00
③ 名古屋市外	⇒ ①	0.97	0.71	1.03	0.98	0.88	1.01	1.00	1.04	1.00
	⇒ ②	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⇒ ③	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01

減以上、課金額 300 円で 83%減以上と非常に大きな排除効果があることが分かる。今回は対象エリアが小さく迂回しやすいことから、大きな効果が得られたものと考えられる。また、通過交通排除を目的とする場合、PDS でも通常のロードプライシングと同程度の効果を得られることを示唆する結果が得られた。

対象エリアの走行台キロ、平均速度、渋滞損失時間は、実質課金額が減少するに連れてその効果は減少するが、実質課金額 0 円（Case_7-7, Case_3-3）でも走行台キロは 33%減以上、平均速度は 4.1%向上、渋滞損失時間は 76%減以上と、通過交通排除によって十分な改善効果が得られる。一方、名古屋市全体では、ロードプライシングや PDS 導入によって走行台キロは僅かながら改善されるが、平均速度と渋滞損失時間は施策導入前よりも悪化すると推計されたケースがある。ここで、名古屋市全体で渋滞損失時間が 10%増加する Case_7-4 について、対象エリア付近の昼間 12 時間の自動車リンク交通量の変動（図 4-5）をみると、迂回交通によって対象エリア周辺にて交通量が 20%以上増加するリンクが散見される。これは、課金システム導入によって高速道路の利用促進効果（走行台キロベースで 4～6%程度）も確認されたが、同時に対象エリア周辺の一般道路の交通量増加や沿道環境の悪化を招く可能性が高いことを示唆する結果であり、迂回交通の影響を考慮した対象エリアやコードンラインの設定が今後必要である。ただし、本評価モデルが属する均衡配分モデルは渋滞現象を厳密には表現できないため、平均速度や渋滞損失時間の推計値はあ

表 4-3 自動車交通関連・環境関連指標の改善効果（昼間 12 時間、Case_0 比）

	対象エリア 通過交通量	走行台キロ		平均速度		渋滞損失時間		CO ₂ 排出量	
		対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計	対象エリア	名古屋市計
Case_7-0	-99.5%	-50.1%	-1.5%	6.3%	0.1%	-96.5%	4.5%	-44.2%	-1.2%
Case_7-4	-99.4%	-44.3%	-1.0%	4.9%	-0.1%	-93.4%	9.7%	-37.7%	-1.7%
Case_7-7	-97.3%	-37.8%	-0.3%	4.1%	-0.3%	-80.0%	9.0%	-31.1%	-0.8%
Case_3-0	-83.8%	-37.2%	-1.0%	4.2%	0.0%	-89.4%	-1.0%	-29.9%	-1.1%
Case_3-2	-83.7%	-34.2%	-0.7%	3.7%	-0.1%	-79.0%	-1.4%	-26.4%	-0.8%
Case_3-3	-83.3%	-32.5%	-0.5%	4.1%	-0.1%	-75.8%	1.3%	-25.1%	-0.8%



図 4-5 自動車リンク交通量の変動（Case_7-4/Case_0）[一般道路のみ]

くまで参考値であり、より詳細な分析は交通シミュレーションで行なうことが望ましい。

最後に、CO₂ 排出量をみると、全ケースにおいて対象エリア、名古屋市全体で削減されていることが分かる。削減効果は、他の指標と同様に実質課金額が減少するに連れて減少するが、Case_7-7 や Case_3-3 でも十分な改善効果が確認でき、PDS は通常のロードプライシングと同様、環境問題対策としても有効な施策の 1 つであるといえる。ただし、対象エリア周辺など迂回交通によって交通量が増加する道路など、局所的な沿道環境対策は必要となろう。

(4) まとめと課題

より詳細で精緻な分析が求められる PDS などの TDM 施策の導入評価には、従来の四段階推計法に代わる新たな交通需要予測モデルが必要となる。四段階推計法の問題を総合的に解決することを目的として、個人の活動・交通行動と交通サービスレベルの変化を内生的・整合的に取り扱い、さらに時間軸の導入やトリップ間の連関性を考慮できる交通需要予測モデルを理論構築し、名古屋都市圏を対象としてロードプライシングと PDS の導入評価を行なった。評価結果より、PDS は返金額の設定によって課金対象エリアの来訪者数を回復させる課金システムであることが示され、一般市民に加えて対象エリア内の利害関係者の賛同も得やすいといえる。課金システムは合意形成が困難な施策の 1 つであり、このような特徴は大きな魅力である。加えて、通過交通の排除効果は課金額に依存するため、PDS でも通常のロードプライシングと同程度の効果が得られ、この通過交通排除によって対象エリア内の自動車走行環境は大きく改善することが確認された。

一方、来訪者数の回復に伴って対象エリアの来訪交通手段として自動車利用も増加し、実質課金額が 0 円の場合は施策導入前よりも増加する可能性があることが分かった。これは自動車利用の適正化・抑制の目的からすれば本末転倒となるため、ロンドンのバスサービスレベル向上策のように、課金収入を公共交通利用促進施策に用いることで、来訪者数を維持しながら自動車利用を削減できる最適な返金額の設定が必要である。

参考文献

- 1) 安藤章・森川高行・山本俊行・三輪富生: ロードプライシングの受容意識構造を踏まえた駐車デポジットシステム (PDS) の有効性の検証, 都市計画論文集, No.42-3, pp.907-912, 2007.
- 2) 安藤章・森川高行・三輪富生・山本俊行: 道路課金政策に対する事業者の賛否意識構造と駐車デポジット制度 (PDS) の有効性に関する研究, 都市計画論文集, No.43-3, pp.859-864, 2008.

4-2. LRT の導入評価

(1)はじめに

a) 研究背景と目的

自動車に依存した生活スタイルの定着による交通渋滞、沿道環境悪化、中心市街地衰退といった諸問題の解決方策として、公共交通と歩行者・自転車を重視した交通システムに基づく持続可能なまちづくりの重要性が再認識されている¹⁾。特に、LRT を核とした交通施策パッケージの有効性が海外で実証されつつあることを受け、我が国でも LRT 導入に向けた議論が活発化している。LRT は中量輸送機関、バリアフリー対応、定時・高頻度運転、低建設コストなどの特徴を有し、交通施策やまちづくり施策と組み合わせることで、自動車依存からの脱却、環境負荷低減、中心市街地活性化、都市景観向上などの効果があるとされている¹⁾。

このように多様な導入効果が期待されるLRTであるが、我が国での導入事例は少ない。その理由として、①LRT導入は採算性ではなく社会的便益にて判断すべきであるが、客観的な効果計測が困難な要素が多いこと、②導入事例が限られているため、馴染みのないLRT導入に対する合意形成が困難であること、を青山²⁾は挙げている。これに対し、国内初の導入事例である富山ライトレールは、明確なビジョン提示と社会的便益による導入判断が成功の要因とされている^{3) 4)}。今後、富山ライトレールの事後評価⁵⁾や海外事例研究⁶⁾の蓄積によって、我が国でもより具体的に導入効果をイメージできるようになろう。一方、合意形成の争点になる導入対象地域における自動車の利便性低下に伴う影響⁷⁾に併せて、中心市街地活性化など多様な導入効果を定量的に判断できる指標の開発・提示も重要である。

本研究では、LRT 導入の事前評価として、道路交通容量減少による自動車交通量や平均速度の変化など交通状況の把握に加えて、中心市街地への来訪者数、区域内での滞在時間や立ち寄り箇所数などを交通需要予測モデルにて算出し、中心市街地活性化の観点からも定量的に LRT 導入効果を考察することを目的とする。

b) LRT 導入評価に関する研究レビューと本研究の特徴

LRT 導入評価としては、個人（住民）の活動-交通行動変化、自動車交通流への影響、社会的便益の計測や環境負荷軽減効果の試算など、多岐にわたるが、本研究では広域レベルの交通手段転換を考慮した研究に限定して整理する。

溝上ら⁸⁾は既存路線の都心乗り入れ・LRT 化計画の事前評価として交通需要予測と費用便益分析を行い、LRT 利用者数や採算性の面からその有効性を検証し、次いで乗降利便性や車両デザインへの好感度など LRT 固有の特徴を加味すべく、行動意図法による推計手法を検討している⁹⁾。中川ら¹⁰⁾は自動車交通流に加えて公共交通の経路や運行頻度を考慮できる都市内交通シミュレーションを用いて、LRT 導入を含む施策パッケージの便益計測を

行っている。また、LRT 整備に係るライフサイクル CO₂ 排出量の推計と費用便益分析を併せて行っている¹¹⁾。さらに、松中ら¹²⁾は長期的な都市構造の変化も考慮した環境影響評価を行っている。これらの研究成果から、LRT 整備を含む交通施策パッケージは我が国においても効率的であり、環境負荷低減効果があることを定量的に確認できるが、いずれも固定的な OD 交通量を入力データとしているため、先述の特定地区の活性化に関する定量的な評価はできない。

中心市街地など特定地区への来訪者数に加えて、地区内での滞在時間や立ち寄り箇所数の変化を把握するためには、個々人の活動-交通行動を時間軸に沿って推計する必要がある。より複雑な交通需要予測モデルが必要となる。このような予測モデルとしては藤井ら¹³⁾、金森ら¹⁴⁾が提案されているが、LRT 導入に伴う中心市街地活性化の影響に関する議論には適用されていない。

本研究では、LRT 導入の評価モデルとして、金森ら¹⁴⁾の統合型交通需要予測モデルを LRT の乗降利便性を考慮できるように改良し、名古屋都市圏に適用する。これにより、LRT 導入が中心市街地活性化に及ぼす影響を把握することが可能となる。

(2) 中心市街地域と想定する LRT 導入計画

本研究で対象とする名古屋市も、主要百貨店や既存商店街の売上高低下、歩行者通行量減少などが顕在化しつつあり、“歩いて楽しめる快適な交流環境の創出による賑わいづくり”を目標とする「中心市街地活性化基本計画」¹⁵⁾が策定されている。本研究の中心市街地域は図-1 の通り、名古屋駅地区や栄地区を含む都心部とし、これは旧基本計画における中心市街地域と概ね同じである。面積は 6.5km² であり、区域内は PT 調査小ゾーンにて 22 分割（名古屋市内は 259 分割）されている。

本研究で想定する LRT は 3 路線である。全路線とも名古屋駅から中心市街地を通過し、名古屋大学駅までの約 9km の路線長である。ただし、経路による導入効果の違いを把握するため、図 4-6 の通り、中心市街地域内で広小路通〔片側 2 車線〕を走行する①広小路通線、三蔵通〔片側 1 車線〕を走行する②三蔵通線、若宮通〔片側 4 車線〕を走行する③若宮通線を設定した。電停間隔と走行速度は、中心市街地内〔名古屋駅⇄矢場町駅〕は 300~500m 間隔で 15km/h、中心市街地外〔矢場町駅⇄名古屋大学駅〕は 500m~1000m 間隔で 25km/h とした。運行頻度は、新交通システムである東部丘陵線を参考に、朝ピーク時：9 本/h、その他：6 本/h と設定した。この結果、LRT を利用した際の主要駅間〔名古屋駅⇄矢場町駅/吹上駅/名古屋大学駅〕の所要時間は、競合する地下鉄利用時よりも数分遅い設定となった。

運賃体系は①対キロ制〔地下鉄と同じ：200 円~260 円〕、②ゾーン制〔中心市街地内/外でゾーン区分をし、ゾーン内々利用：100 円、ゾーン間利用：200 円〕、③均一制〔バスと同じ：200 円〕の 3 パターンを設定した。従って、本研究の評価対象数は 9 ケース（3 路線×3 運賃体系）となる。

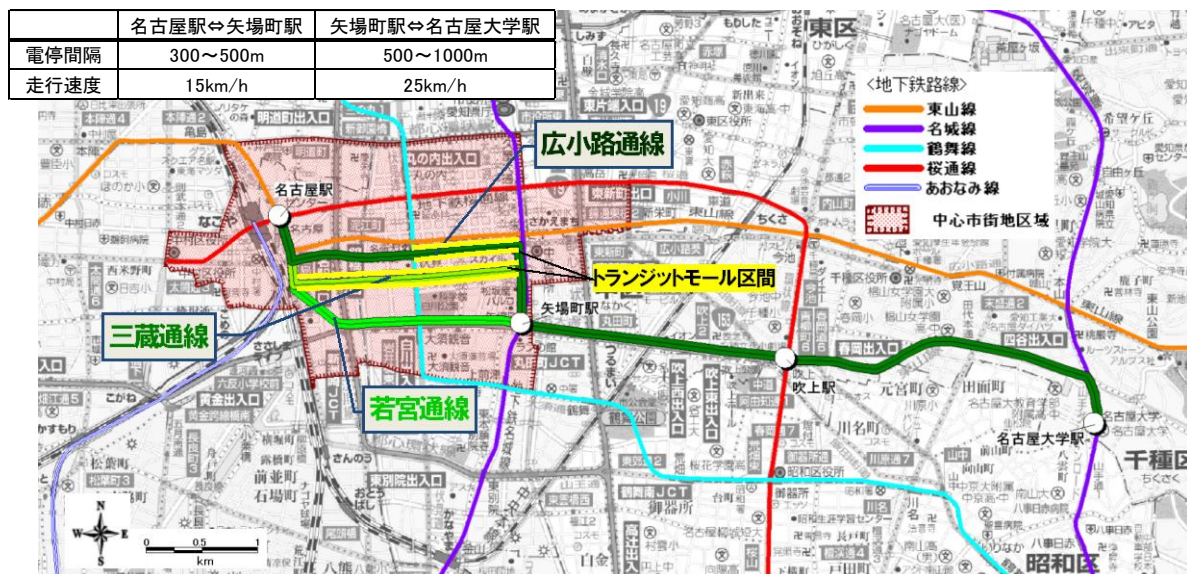


図 4-6 中心市街地区域と想定する LRT 路線

LRT導入による各交通手段のLOS設定に関して、本研究ではLRT路線は鉄道網の一部分とみなし、金森ら¹⁴⁾の競合路線を考慮可能な鉄道経路選択枝集合生成方法に従って鉄道LOSデータを作成した。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は、経路上に該当する自動車リンクは車線数を片側1車線ずつ削減し、交通容量を下げた。導入経路と交差する自動車リンクは、踏切と同様の交通容量低下を仮定して35%削減した。ここで、三蔵通は元々片側1車線であるため、三蔵通線の一部の区間は結果的にトランジットモール化され、自動車は通行不可能となる(図4-6参照)。トランジットモール区間は道路横断の自由度が増すため、社会実験結果¹⁶⁾を参考にし、モール区間を跨ぐOD間の自転車・徒歩の所要時間を60秒短縮した。また、中心市街地活性化基本計画にて東西2核の結節機能が期待されている広小路通は、伏見⇄栄区間を特別にトランジットモール化し(図4-6参照)、影響を把握することとした。

(3) 評価モデルの概要

a) 統合型交通需要予測モデルの特徴

LRT導入の評価モデルは、既存の統合型交通需要予測モデル¹⁴⁾を改良したものである。統合型交通需要予測モデル内の個人の活動-交通行動は、活動内容-活動場所-交通手段-経路選択のNested Logitモデルにて記述するため、LRT導入による利用交通手段や自動車/鉄道の利用経路、自由・業務目的の活動場所の変化を把握することができる。また、時間軸に沿った逐次的なモデル実行によって、各時間帯の滞在箇所を連続的に表現した時空間パスを描写することができ、従来の予測モデルでは困難であった特定地区内の滞在時間や立ち寄り箇所数などを算出できる。自動車交通量の配分も行うため、交通量や平均速度、CO₂排出量の変化等も把握できる。つまり、LRT導入に伴う都市圏内の交通状況の変化は、ログ

サム変数で表されるアクセシビリティの変化を通じて利用交通手段、活動場所、活動内容の選択に及ぼす影響を把握できるなど、包括的な効果を分析することができる。詳細は既存研究¹⁴⁾を参照されたい。

b) LRT の乗降利便性の考慮

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）が運行している。LRTの利用特性を近似的に把握するため、直近のPT調査データを用いてBRTの乗降利便性などを組み込んだ交通手段-経路選択モデル構築を試みたが、有意なパラメータを推定できなかった。そのため、本研究では、鉄道経路選択モデルの効用関数を以下の簡便な方法で改良し、LRTの乗降利便性を考慮することとした。

「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」¹⁷⁾では、鉄道駅改良に伴う移動時間・移動抵抗軽減の便益計測方法として、表4-4の様に、乗車時の時間価値を1.0に基準化した場合の駅構内での移動に関する時間価値換算係数が紹介されている。

表4-4 時間価値換算係数

乗車中	上り階段	下り階段	水平移動
1.0	1.65	1.53	1.25

本研究では、LRTの乗降利便性の反映として、地下鉄のように階段等を利用する必要がないことに着目し、発着駅としてLRTの地上電停を利用する場合は、既存鉄道駅を利用するよりも上下移動時間が節約されとした。節約される上下移動時間は、LRTの競合地下鉄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測し、その平均値を用いた。規模や構造が異なる6駅を対象に計測した結果、平均上下移動時間は52.8秒であった。

以上より、LRTの乗降利便性は、鉄道経路選択モデルのパラメータ、上下移動時間の実測平均値、表-1の換算係数を用いることで、次式の様に組み込むことができる。

$$\begin{aligned}
 V = & -\alpha_1 * (\text{乗車時間[分]}) - \alpha_2 * (\text{乗車外時間[分]}) \\
 & - \alpha_3 * (\text{運賃[百円]}) - \alpha_4 * (\text{アクセス距離[km]}) \\
 & - \alpha_5 * (\text{イグレス距離[km]}) + \alpha_6 * (\text{代表駅ダミー[乗車側]}) \\
 & + \alpha_1 * 1.53 * 52.8 / 60 [\text{分}] * (\text{LRT電停利用ダミー[乗車側]}) \\
 & + \alpha_1 * 1.65 * 52.8 / 60 [\text{分}] * (\text{LRT電停利用ダミー[降車側]})
 \end{aligned}$$

ここで、 V ：鉄道経路選択の確定効用、 α_n ：推定パラメータ

c) 評価モデルの妥当性

評価モデルの妥当性確認として、名古屋市中心 40km 圏域である名古屋都市圏内の 2005

年の交通ネットワーク整備状況下での交通状況を推計した。そのため、名古屋市内の地下鉄に加えて、JR、名鉄、近鉄などの鉄道路線も予測対象となっている。入力データは個人属性別夜間人口や交通サービスレベルなどは金森ら¹⁴⁾と同じであるが、各就業/就学者の通勤/通学先は既存研究¹⁴⁾にて推計された結果を外生的に与えている。

評価モデルで内生的に算出される生成原単位は2.25トリップ/人日となり、全国PT調査（2005年実施）における名古屋市の生成原単位は2.35トリップ/人日であることから、若干小さくなった。また、自動車リンク交通量は、道路交通センサス断面交通量（2005年実施）に対して相関係数：0.83、回帰係数：0.97であり、鉄道利用者は、大都市交通センサス駅間利用者数（2005年実施）に対して、相関係数：0.89、回帰係数：0.89であったことから、評価モデルとして概ね妥当であると判断した。なお、2005年の推計結果を導入評価の基本ケース[Case_05]と設定した。

(3) LRT 導入の効果分析

a) 交通状況の変化

LRT 導入による交通状況の変化をみると、名古屋市関連では全てのケースで自動車利用が減少し、公共交通利用が増加するものの、「なごや交通戦略」¹⁸⁾の数値目標を達成する程ではなかった。LRT 導入に加えて、ロードプライシングなどとの効果的なパッケージ化が必要である。

次に、名古屋市内の主要路線別利用者数をみると（図4-7）、LRT が導入されても鉄道利用者数は導入前[Case_05]と同程度であることが分かる。LRT の利用者数は2.4万人/日

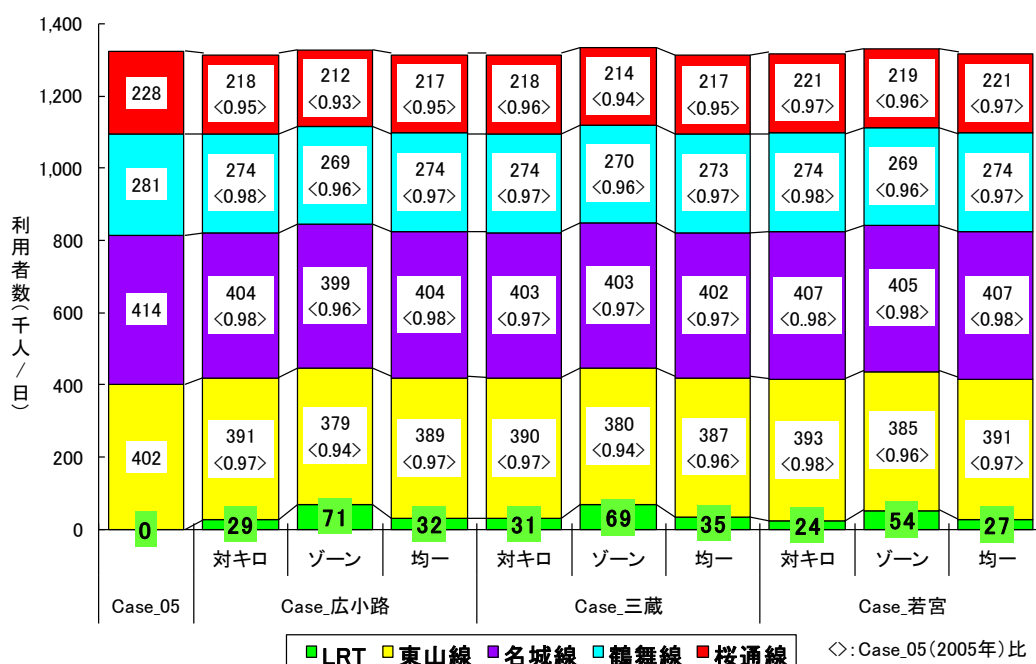


図 4-7 ケース別路線別鉄道利用者数

〔若宮通線_対キロ制〕～7.1 万人/日〔広小路通線_ゾーン制〕であり、経路と運賃体系の設定で異なる。全ての路線でゾーン制の利用者が最も多く、続いてゾーン制の半数程度で均一制、対キロ制となる。また、相対的に若宮通線は少ない傾向にある。一方、地下鉄利用者は LRT 導入によって減少しているが、これは中心市街地内では地下鉄各路線と LRT は競合しており（図 4-6 参照）、かつ図 4-8 の電停間乗車人員から LRT 利用は中心市街地内で多く、中心市街地外では少ないことによる。

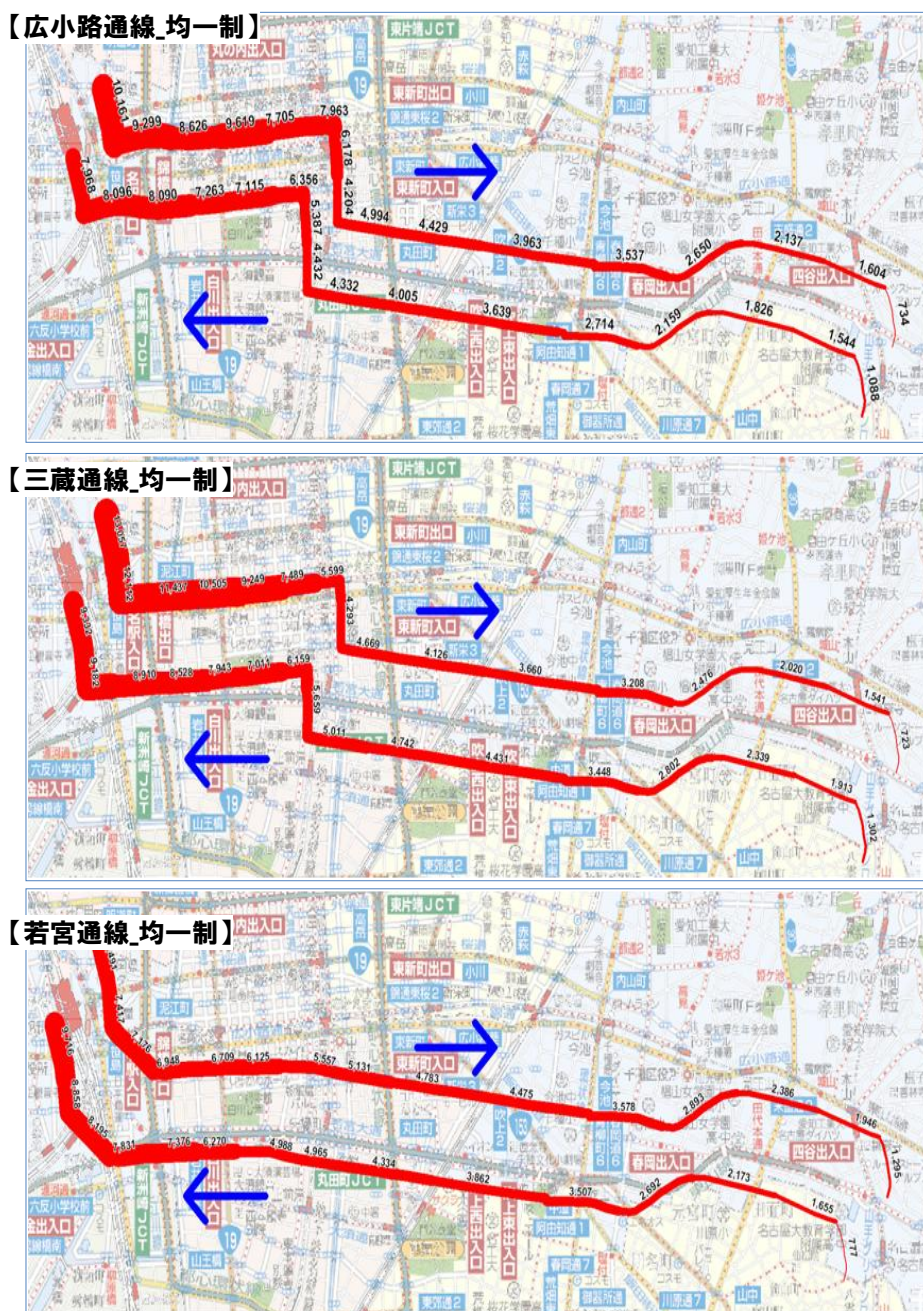


図 4-8 LRT 電停間乗車人員

中心市街地に関する交通状況として、中心市街地外から中心市街地内へのアクセス交通（図 4-9）と中心市街地内での移動状況（図 4-10）をみる。図 4-9 の移動目的構成と交通手段分担率（円グラフ）から、中心市街地へのトリップは、出勤 [59%] や買い物などの自由目的 [23%] が多く、鉄道 [52%] と自動車 [31%] の分担率が高いことが分かる。また、LRT 導入によって自動車利用が減少し、鉄道と自転車・徒歩が増加する傾向にあり、統計的な有意差は認められないものの、アクセス交通の総数は増加するケースが多く、総量が増加するケースでは自由目的も増加している。これらは、LRT 導入によるアクセシビリティ向上による活動場所としての選択確率上昇の結果といえよう。

中心市街地の内々トリップは、図 4-10 の移動目的構成と交通手段分担率（円グラフ）から、自由目的 [52%] や業務目的 [22%] が多く、自転車・徒歩 [60%] と自動車 [29%] の分担率が高い。また、LRT 導入によって自動車利用が減少し、自転車・徒歩が増加する傾向にあり、LRT の運賃が 100 円となるゾーン制では鉄道利用も僅かに増加する。総量や自由目的トリップは全ケースで増加傾向にあり、トランジットモール化による自転車・徒歩の所要時間短縮効果がない若宮通線は、他路線と比較して増加幅が小さい。

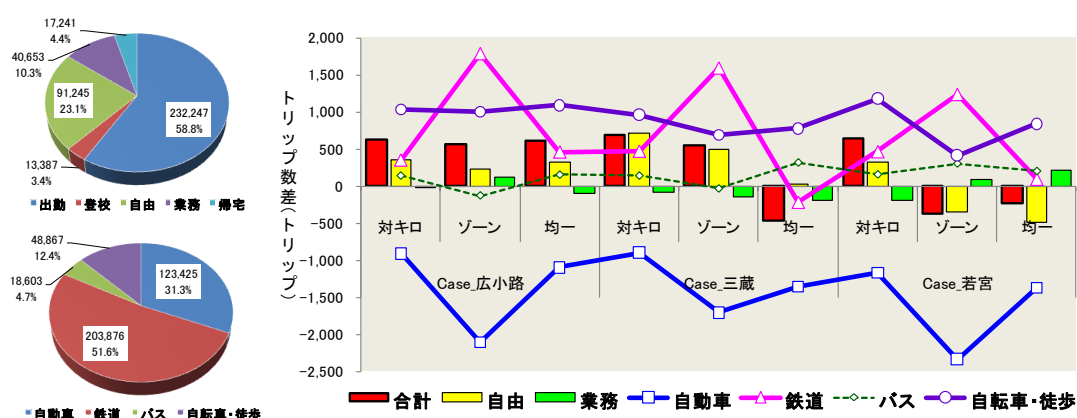


図 4-9 中心市街地へのアクセス交通の現状(円グラフ)と LRT 導入時の変化

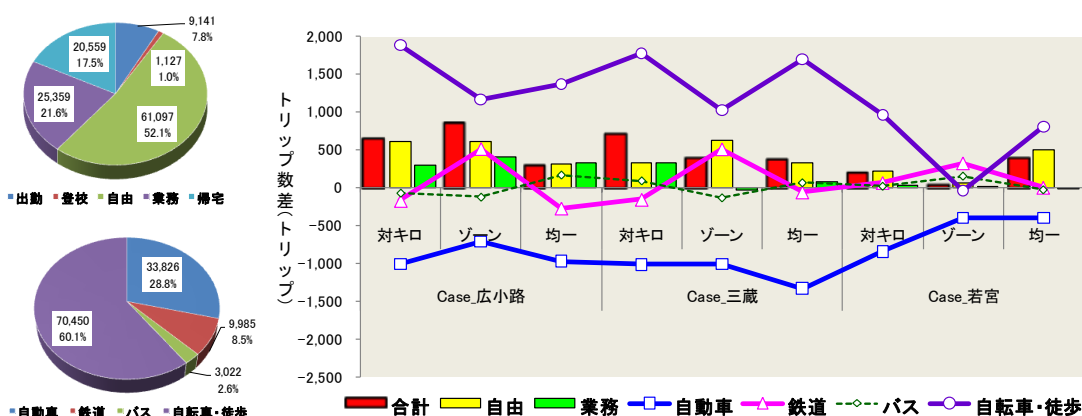


図 4-10 中心市街地内の移動状況(円グラフ)と LRT 導入時の変化

自動車交通に関連する代表的指標として走行台キロ、平均速度、CO₂ 排出量に着目し、各指標の Case_05 からの増減率を表 4-5 に示す。ここで、CO₂ 排出量は排出係数原単位と平均速度との関係式¹⁹⁾、時間帯別リンク平均速度から算出している。走行台キロは中心市街地内、名古屋市全域ともに減少し、高速道路利用が増加するケースが多い。平均速度は市全域では僅かに向上するが、中心市街地内では悪化するケースもある。ここで、平均速度が低下した広小路通線_均一製の自動車リンクの昼間 12 時間交通量の増減（図 4-11）をみると、LRT 導入経路と並行する錦通で 20%以上、交差する国道 19 号線で 10%以上の増加が確認できる。この様な自動車交通流の局所的な影響は、本評価モデルにて詳細に分析することは難しく、今後、ミクロ交通シミュレーションによる評価²⁰⁾を行う必要がある。最後に、本評価モデルにて算出した CO₂ 排出量は全てのケースで削減され、自動車利用が減少する中心市街地内の削減効果はより大きくなっている。

表 4-5 自動車交通関連指標の変化（Case_05 比）

		走行台キロ			平均速度		CO ₂ 排出量	
		中心市街地	名古屋市	高速道路	中心市街地	名古屋市	中心市街地	名古屋市
Case_05 広小路	対キロ	-1.5%	-0.4%	0.3%	2.4%	0.2%	-5.4%	-0.1%
	ゾーン	-2.3%	-0.3%	2.5%	1.4%	0.3%	-8.5%	-0.6%
	均一	-1.9%	-0.4%	0.7%	-0.6%	0.2%	-8.6%	-0.3%
Case_06 三蔵	対キロ	-3.7%	-0.5%	0.0%	-0.7%	0.4%	-10.5%	-0.2%
	ゾーン	-3.6%	-0.8%	-0.4%	0.0%	0.3%	-10.8%	-0.7%
	均一	-3.8%	-0.7%	-0.4%	1.7%	0.4%	-8.8%	-0.7%
Case_07 若宮	対キロ	-2.6%	-0.4%	2.1%	2.2%	0.1%	-8.7%	-1.0%
	ゾーン	-2.1%	-0.4%	1.7%	2.1%	0.4%	-9.4%	-1.0%
	均一	-2.8%	-0.3%	2.1%	1.9%	0.1%	-9.4%	-1.2%

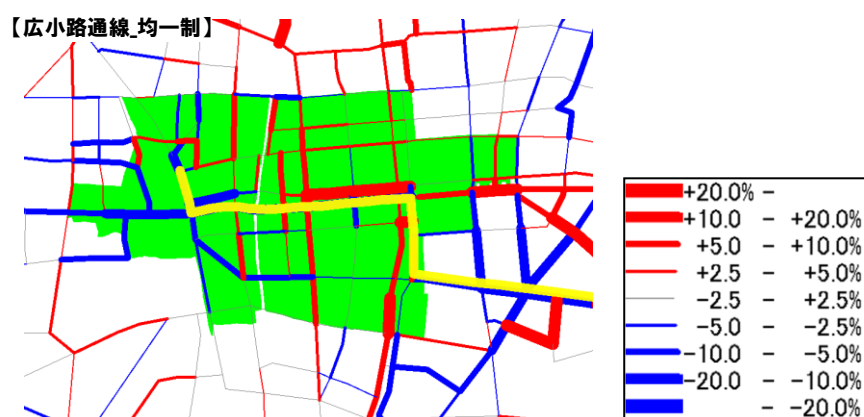


図 4-11 自動車リンク交通量の変化

b) 中心市街地活性化への影響

LRT 導入による中心市街地活性化への貢献としては、①結節点効果、②面的効果、③時間的効果がある¹⁾。結節点効果は、電停から目的地まで多くの利用者が徒歩で移動するため、電停周辺に人々が集中することである。面的効果は、LRT の電停は短い間隔で地上に設置されることから、乗降客も含めて連続的に人々が行き交う状況が形成されることである。時間的効果は滞在時間が長くなることである。

前節で確認した通り、本研究で対象とする LRT 導入によって中心市街地への移動（図 4-9）、中心市街地内の移動（図 4-10）は増加傾向にあり、かつ自転車・徒歩による移動が増える。また、鉄道利用者数自体は大きな変化はないものの、数万人以上の LRT 利用者が、地上の電停で乗り降りする新たな光景が賑わいを醸し出す可能性は高い。以下では、今回の LRT 導入ケースの中で利用者数が 3.2 万人/日と中央値であった広小路通線_均一制を対象として、中心市街地活性化への貢献についてより詳細に分析していく。

広小路通線_均一制の LRT 導入により、中心市街地での内々移動は微増することを確認したが、図 4-12 は、さらに自由・業務目的の自動車以外での移動に着目し、区域内 22 ゾーンを 4 地区に集約して変化をみたものである。名古屋駅地区や栄地区の地区内移動がそれぞれ 360 トリップ増加〔導入前から 2~3%増〕する他、栄地区から伏見地区への移動が 214 トリップ増加〔同 12%増〕している。特に東西軸の交流増加は中心市街地活性化基本計画の目標とも合致し、望ましい傾向である。

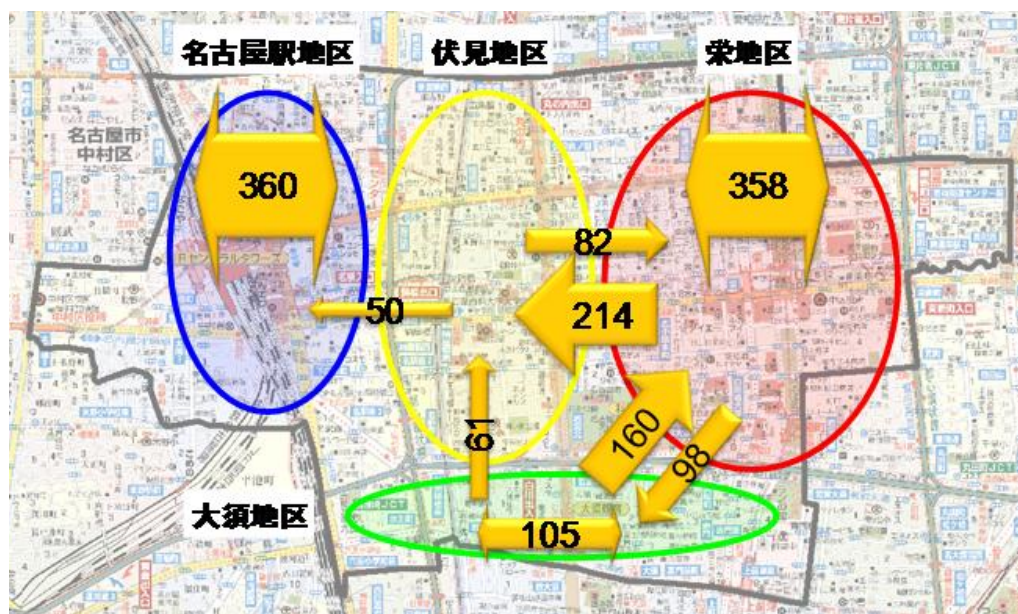


図 4-12 中心市街地内移動量の変化（自動車除く，Case_05 差）

また、LRT の各電停の乗降者数をみると（図 4-13）、JR、名鉄、近鉄などが結節する名古屋駅は特別であるが、その他の電停でも中心市街地内では 2,700~5,700 人/日の乗降が

300~500m 間隔で生じている。つまり、限定的ではあるが、LRT 導入の結節点効果と面的効果を定量的に確認することができたといえる。

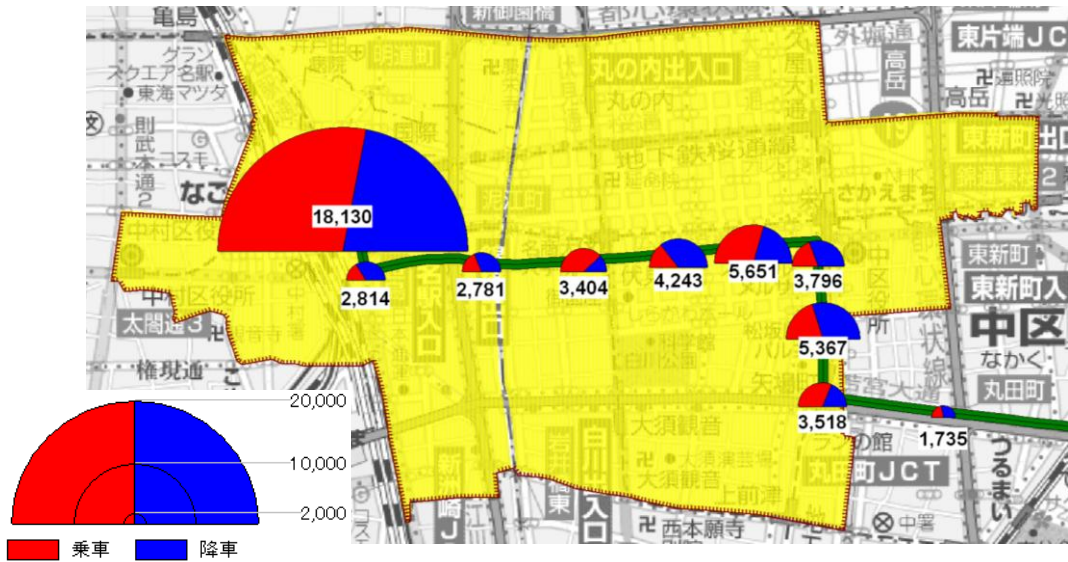


図 4-13 各電停の乗降者数

次に時間的効果の定量化として、表 4-6 に示す各指標の変化をみる。各指標は、自由・業務目的で中心市街地を 1 回以上訪れた人数（トリップ数ではない）を来訪者数、各来訪者の中心市街地内での滞在時間の合計を滞在人時、来訪者のうち中心市街地内で複数回移動した人数を回遊者数、回遊者の中心市街地内での立ち寄り箇所数の合計を回遊箇所数と定義して集計している。表 4-6 から、トランジットモール化を伴う広小路通線_均一制の導入により各指標は増加しており、滞在時間延長や立ち寄り箇所数増加といった LRT 導入の時間的効果を定量的に確認できた。

表-3 時間的効果に関する指標の変化 (Case_05 差)

		来訪者数	滞在人時	回遊者数	回遊箇所数
Case_ 広小路	対キロ	495.4	2,826.4	356.0	817.9
	ゾーン	749.1	4,734.5	482.8	891.7
	均一	350.8	3,224.7	201.1	585.8
Case_ 三蔵	対キロ	898.5	3,844.1	420.9	613.1
	ゾーン	564.3	2,178.4	133.6	582.0
	均一	-385.8	194.2	-180.1	395.4
Case_ 若宮	対キロ	467.2	1,493.5	216.0	150.4
	ゾーン	-131.3	-647.2	84.9	30.7
	均一	-115.0	306.7	210.7	532.9

以上より、徒歩を中心とする自動車以外の移動増加、滞在時間や立ち寄り箇所数の増加

をはじめとして、名古屋市における LRT 導入は、中心市街地の賑わい創出に一定以上の効果があるものと推察される。

(5) まとめと今後の課題

持続可能な都市構造形成や中心市街地活性化など、多様な効果が期待される LRT であるが、定量化が困難な効果も多く、客観的な判断材料の提供不足が利害関係者間の合意形成を難航させる場合がある。本研究では、LRT 導入が中心市街地活性化に及ぼす影響の定量化を目指して、適切な評価モデルを構築し、名古屋都市圏を対象とした仮想の LRT 計画の事前評価を行った。

中心市街地活性化を判断する指標としては、来訪者数に加えて、各来訪者の区域内の滞在時間や立ち寄り箇所数とし、これらの指標を算出するために activity-based approach に基づく統合型交通需要予測モデルを評価モデルとして適用した。複数の LRT 導入計画を評価したところ、LRT 利用者は運賃や経路によって異なるが、2.4 万人/日~7.1 万人/日と推計された。中心市街地内の交通状況は自動車利用が減少して自転車・徒歩による移動が増加しており、CO₂ 排出量も削減されることを確認した。また、中心市街地活性化の影響として結節点効果、面的効果、時間的効果があり、短い間隔で設置された LRT 電停の数千人以上の乗降者数、区域内での滞在時間や立ち寄り箇所数の増加から、導入前よりも人通りが増えることによる賑わい創出効果を客観的に判断できることを示した。

今後の課題は、実際の導入検討に向けて、LRT 利用者数や導入効果の推計精度向上を目指した評価モデルの更なる改良、費用便益分析や採算性評価、段階的整備の検討²¹⁾ が挙げられる。また、施策導入後の OD 交通量を入力データとするなど都市圏レベルとの整合性を保持したミクロ交通シミュレーションの実施、本研究では対象外となった導入効果の定量化や合意形成ツール²²⁾ の開発、効果的な施策パッケージの検討も大きな課題である。

参考文献

- 1) 青山吉隆, 小谷通泰 (2008) 『LRT と持続可能なまちづくり—都市アメニティの向上と環境負荷の低減をめざして』, 学芸出版社.
- 2) 青山吉隆 (2009) 「LRT 導入の課題と展望」, IATSS Review, Vol.34, No.2, pp.6-10.
- 3) 望月明彦, 中川大, 笠原勤 (2007) 「わが国の公共交通政策における富山ライトレールプロジェクトの意義に関する研究」, 都市計画学会論文集, No.42-1, pp.63-68.
- 4) 深山剛, 加藤浩徳, 城山英明 (2007) 「なぜ富山市では LRT 導入に成功したのか?—政策プロセスの観点からみた分析」, 運輸政策研究, Vol.10, No.1, pp.2-16.
- 5) 例えば, 松田南, 小谷通泰, 松中亮治 (2008) 「利用者からみたライトレール整備に対する評価意識の分析—富山市での導入事例を対象として」, 都市計画学会論文集, No.43-3, pp.799-804.

- 6) 例えば, 松中亮治 (2008) 「文献調査に基づく LRT 導入の影響とその評価に関する研究—ストラスブール・ミュールーズを対象として」, 都市計画学会論文集, No.43-3, pp.811-816.
- 7) 加藤浩徳, 城山英明, 深山剛 (2009) 「地方中核都市への LRT 導入をめぐる都市交通問題の構造化—宇都宮市を事例とした調査分析」, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.147-158.
- 8) 溝上章志, 橋内次郎, 斎藤雄二郎 (2007) 「熊本電鉄の都心乗り入れと LRT 化計画案実施に伴う利用需要予測, および費用対効果の実証分析」, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp.1-13.
- 9) 溝上章志, 橋内次郎 (2009) 「行動意図法と従来モデル法による熊本電鉄 LRT 化後の転換需要予測結果の比較分析」, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.3, pp.198-210.
- 10) 中川大, 松中亮治, 芦澤宗治, 青山吉隆 (2001) 「都市内交通シミュレーションを用いたパッケージ施策の便益計測に関する研究」, 都市計画学会論文集, No.36-3, pp.583-588.
- 11) 山口耕平, 青山吉隆, 中川大, 松中亮治, 西尾健司 (2001) 「ライフサイクル環境負荷を考慮した LRT 整備の評価に関する研究」, 土木計画学研究・論文集, Vol.1, No.4, pp.603-610.
- 12) 松中亮治, 谷口守, 若林玄 (2007) 「都市構造の変化を考慮した LRT 整備の環境影響評価—都市内交通シミュレーションモデルを用いて」, 都市計画学会論文集, No.42-3, pp.961-966.
- 13) 藤井聡, 菊池輝, 北村隆一 (2000) 「マイクロシミュレーションによる CO2 排出量削減に向けた交通施策の検討: 京都市の事例」, 交通工学, Vol.35, No.4, pp.11-18.
- 14) 金森亮, 森川高行, 山本俊行, 三輪富生 (2009) 「総合交通戦略の策定に向けた統合型交通需要予測モデルの開発」, 土木学会論文集 D, Vol.65, No.4, pp.503-518.
- 15) 名古屋市 (2009) 『中心市街地活性化基本計画』.
- 16) 島袋寛之, 吉川徹 (2006) 「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.
- 17) 国土交通省 (2005) 『鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005』.
- 18) 名古屋市交通問題調査会 (2004) 『なごや交通戦略 (諮問第 2 号答申)』.
- 19) 大城温, 松下雅行, 並河良治, 大西博文 (2001) 「自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数」, 土木技術資料, Vol.43 No.11, pp.50-55.
- 20) 例えば, 森津秀夫, 木村文彦, 大江洋史, 飯田祐三, 野寺寿雄, 高木真志, 森山敏夫 (2001) 「LRT 導入に伴う交通計画再検討支援ツールの開発」, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, No.4, pp.763-772.
- 21) 溝上章志, 藤見俊夫, 平野俊彦 (2009) 「熊本電鉄 LRT 化プロジェクトに対する拡大オプション型段階整備計画の評価」, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.4, pp.621-630.
- 22) 斎藤未希, 森本章倫 (2009) 「CG 動画を用いた都市景観の再現が市民意識に与える影響」, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.2, pp.281-286.

4-3. PDS と LRT のパッケージ施策の導入効果

交通施策は市民にとってアメとムチの側面があり、PDSなどロードプライシングはムチ、LRTなど新たな交通システムはアメに相当する。ここでは、PDSとLRTを同時に導入したパッケージ施策とした場合の交通状況と環境改善効果を推計する。基本年次は2005年であり、図4-14にPDSとLRTの導入エリアを示す。今回はPDSの課金額は500円、返金額は250円とし、課金対象エリアは中心市街地を含むより大きなエリア（図中の青折線内）と設定した。LRTは若宮通線で運賃は一律200円と設定し、運行頻度は前節の設定と同じである。

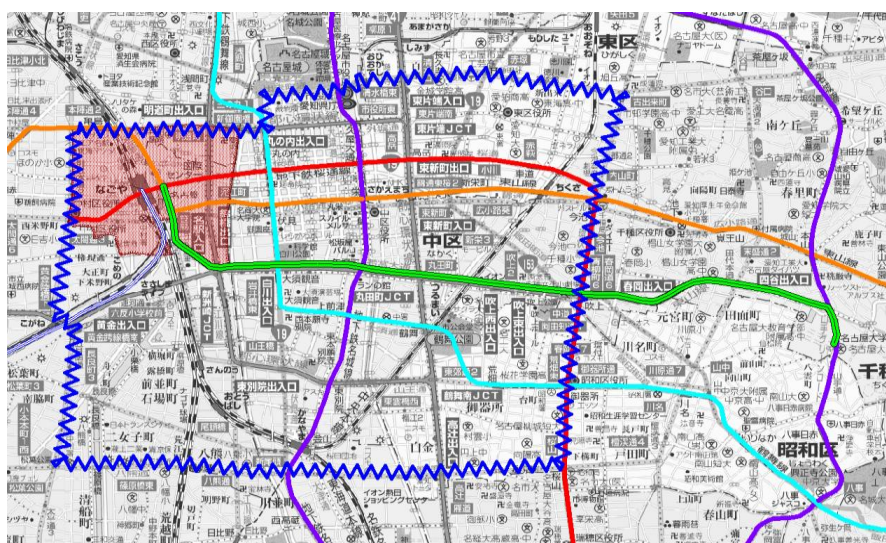


図 4-14 PDS と LRT の導入エリア

交通状況の変化として名古屋市の交通手段別発生集中量をみると、大きな変化は見られないが、道路課金政策の1つであるPDSを導入することで自動車利用は2.6%減少し、鉄道利用が1.5%増加する。一方、LRTを導入することで自動車利用の減少は0.5%のみで、鉄道利用は同じである。ただし、総発生集中量はPDSでは0.4%減少に対して、LRTは0.1%とであり、道路課金政策が導入されると活動量はより多く減少する傾向にあることが分かる。アメとムチの政策をパッケージ化することで、それぞれの特徴を補完し合うと予想したが、自動車利用は2.7%減、鉄道利用は1.5%増、総発生集中量は0.4%減とPDSとLRTを同時に導入してもPDSと同様の結果となった。

交通戦略の目標である公共交通の利用促進をさらに加速させるには、より多くの施策を上手く組み合わせていくことが必要であり、本研究の交通需要予測モデルでは定量化できない施策も定量化できるようにモデルの精緻化が求められる。

また図4-16の走行台キロの変化をみると、これまでと同様、パッケージ化してもPDS単独と削減効果は変わらない。ただしLRTのサービス提供下でPDSの課金対象エリアである

都心部については、パッケージ化することでより自動車利用が減少していることが分かる。CO2排出量の変化（図4-17）も同じく、都心部ではパッケージ化することで削減効果が大きくなっていることが確認でき、削減量は22.4%と大きい。

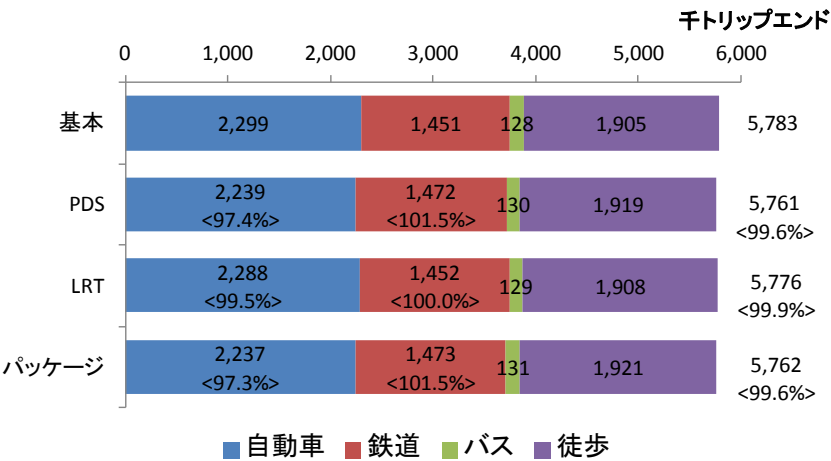


図 4-15 名古屋市の交通手段別発生集中量

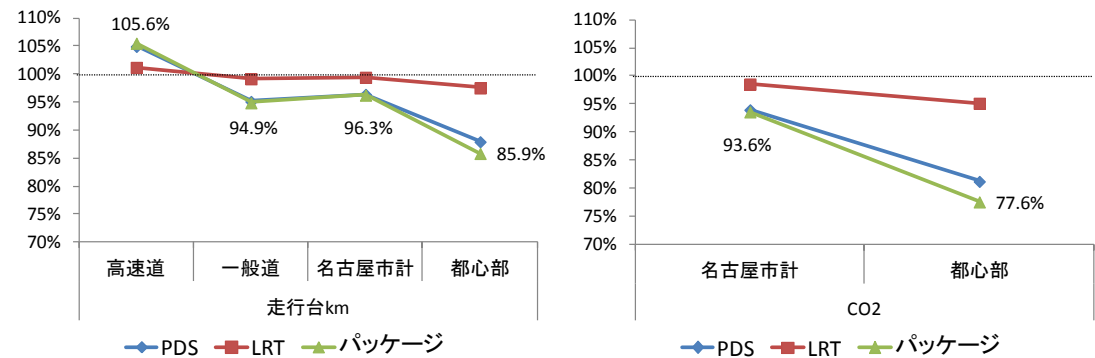


図4-16 自動車関連指標の変化

図4-17 CO2排出量の変化

【紹介】効率性と公平性の観点からの評価事例

(1) はじめに

交通施策として料金変更は容易に実施可能であるが、住民等との合意形成や運営面から慎重な事前検討が必要となる。ここでは道路課金政策（ロードプライシング）を中心とした施策パッケージとして、高速道路の通行料金割引や鉄道運賃割引に着目し、これらの料金割引施策が都市交通に与える影響を交通状況、効率性、公平性の観点から分析した著者の事例を紹介する。

はじめに個々人の交通行動、所得階層、交通ネットワークの需給関係等を同時に反映できるマルチクラス統合均衡モデルを評価ツールとして実都市圏に適用し、CO₂ 排出量、利用者便益や不平等指標などを算出して考察する。

(2) 評価モデルの概要

a) 時間価値分布推定と利用者クラス分け

交通行動モデルの重要な説明変数である時間価値は、選考接近法や所得接近法により算出される。ただし、PT 調査データには個人/世帯の所得に関するデータがないため、行動モデルから内生的に所得と関連付けた時間価値を算出することはできない。従って、PT 調査以外の所得関連データを用いて、所得接近法にて外生的に時間価値を算出する。

厚生労働省（2005）の所得再分配調査から得られる全国の所得分布（平均値：570 万円/年、標準偏差：324 万円/年）が対数正規分布に従うと仮定する。また、各個人の労働時間は法定労働時間（2,080 時間/年）と仮定すると、所得を労働時間で除して得られる時間価値（円/分/人）も対数正規分布に従う。算出された時間価値分布は下図の通りであり、平均値は 45.7 円/分となった。自動車交通量配分で用いられる時間価値（62.9 円/分/台）と比べるとやや小さいが、許容の範囲であると考ええる。

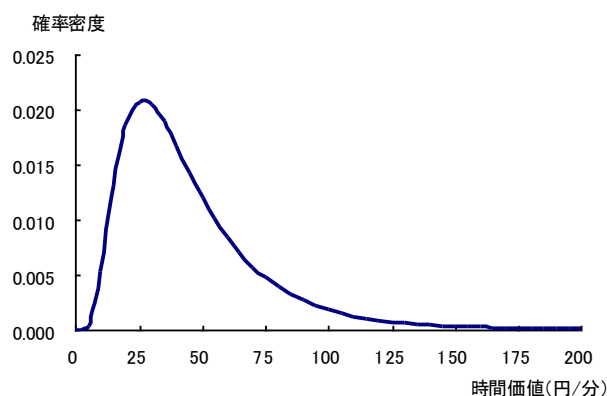


図 1-1 時間価値分布

次に各個人の時間価値を設定するため、時間価値分布を離散化する．基本的には 10 円/分間隔とし、生起確率が 1%以上となるようにまとめた結果、最終的な区分は 0~20, 20~30, 30~40, ..., 100~110, 110~140, 140~ (円/分) の 12 クラスとなった．また、各クラスの時間価値は区間平均値を持つと仮定する．各個人の時間価値の設定は、名古屋都市圏内の居住者の所得分布が全国と同一であるとし、12 クラスの時間価値の生起確率に従う乱数を発生させ、PT 調査データに追加した．従って、個人属性と所得の関係は考慮できておらず、世帯/職業別の時間価値分布の算出などは、今後の課題である．

b) 評価モデルの定式化

所得に応じて異なる時間価値にて個人を区分し、交通手段-経路選択の Nested Logit モデル (図 I-2) にて交通行動が記述できると仮定したものである．等価最適化問題は次式の通りである．

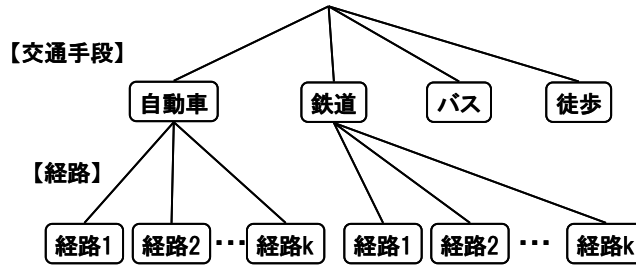


図 I-2 交通行動の選択ツリー構造

$$\begin{aligned} \min. Z = & \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \sum_{i,a} (p_a + \text{charge}) x_a^i / \tau_i + \sum_{i,rs,m',k} f_{m',k}^{i,rs} C_{m',k}^{i,rs} \\ & + \sum_{i,rs,m,k} \frac{1}{\theta_1^m} f_{m,k}^{i,rs} \ln(f_{m,k}^{i,rs} / q_m^{i,rs}) + \sum_{i,rs,m} \frac{1}{\theta_2} q_m^{i,rs} \ln(q_m^{i,rs} / Q_{rs}^i) + \sum_{i,rs,m} q_m^{i,rs} V_m^{i,rs} \end{aligned}$$

subject to

$$\sum_i x_a^i = x_a \quad \forall a$$

$$x_a^i = \sum_{rs,k} f_{m,k}^{i,rs} \cdot \delta_{a,k}^{i,rs} \quad \forall i, a$$

$$\sum_k f_{m,k}^{i,rs} = q_m^{i,rs} \quad \forall i, rs, m$$

$$\sum_m q_m^{i,rs} = Q_{rs}^i \quad \forall i, rs$$

$$f_{m,k}^{i,rs} \geq 0, \quad q_m^{i,rs} \geq 0, \quad Q_{rs}^i \geq 0 \quad \forall i, rs, m, k$$

ここで,

- $t_a(x_a)$: 自動車リンク a のリンクコスト関数
 x_a : 自動車リンク a の交通量
 x_a^i : 利用者クラス i の自動車リンク a の交通量
 τ_i : 利用者クラス i の時間価値
 p_a : 自動車リンク a の通行料金
 $charge$: 課金額 (実質課金額)
 $f_{m,k}^{i,rs}$: 利用者クラス i の OD ペア rs 間の交通手段 m の経路 k の交通量
 $q_m^{i,rs}$: 利用者クラス i の OD ペア rs 間の交通手段 m の交通量
 Q_{rs}^i : 利用者クラス i の OD ペア rs 間の交通量
 $C_{m',k}^{i,rs}$: 利用者クラス i の OD ペア rs 間の交通手段 m' (鉄道) の経路 k の交通一般化費用 (説明変数として, 乗車時間, 乗車外時間, アクセス/イグレス距離など)
 $\delta_{a,k}^{i,rs}$: 自動車リンク経路の接続行列
 $V_m^{i,rs}$: 利用者クラス i の OD ペア rs 間の交通手段 m を利用する際の確定効用項
 θ_1^m, θ_2 : スケールパラメータ

c) パラメータ推定

交通行動データは, 第 4 回中京都市圏 PT 調査データ (朝ピーク時間帯のみ) を用いる. ゾーンレベルは, 名古屋市内は PT 調査の最小区分である小ゾーン (259 ゾーン), 名古屋市外は交通計画の基本単位となる基本ゾーン (256 ゾーン) である. また, 対象時間帯に移動している全データは大サンプル (約 300 万人) であるため, ランダム抽出した 1 万人のデータからパラメータ推定を行う. また, 自動車, 鉄道, バス, 自転車・徒歩の各交通手段の LOS は, これまでの統合モデルと同じ方法で作成している.

パラメータ推定方法について, 同一個人に複数の時間価値を設定し, 個人の持つ時間価値を確率的に取り扱うことになる. よって, 交通行動モデルを次式の潜在クラスモデルとしてパラメータ推定を行う.

$$P(m,k) = \sum_n P(m,k | \tau_n) \cdot Q(\tau_n)$$

ここで, $P(m,k)$: 交通手段 m , 経路 k の選択確率

$P(m,k | \tau_n)$: 時間価値 τ_n を有する場合の交通手段 m , 経路 k の選択確率

$Q(\tau_n)$: 時間価値 τ_n を有する確率 (=1/n)

なお, 名古屋都市圏と対象としたパラメータ推定結果や現況再現性は, 紙面の都合上, 本稿では省略する.

(3) 評価指標の概説

本研究では料金施策の導入評価として、一般的な交通状況の変化に加えて、効率性、公平性について考察するため、各評価指標について簡単に説明する。

効率性の指標である利用者便益（消費者余剰）は、次式の通り、各個人の交通手段選択における期待最大効用（ログサム変数）を自動車の一般化所要時間のパラメータ-1.0（分）で除し、所属する利用者クラスの時間価値にて貨幣換算して算出している。同様に、貨物車も導入前後の一般化所要時間差と時間価値（87.7円/分）から算出している。

$$\Delta B = \sum_i Q_{rs}^i \cdot (-S_{rs}^{i,without} - (-S_{rs}^{i,with})) \cdot \tau_i$$

ここで、 $-S_{rs}^i$ ：交通手段選択における期待最大効用（分）

公平性（不平等）を表す指標は多数あるが、特性が異なるため複数の指標にて判断することが望まれる。本研究では代表的なジニ係数（GC）、タイル尺度（TI）、アトキンソン指標（AI）を公平性指標として取り上げる。全ての指標ともゼロに近い程、平等に分布しているとみなせる。

ジニ係数は式（1）、タイル尺度は式（2）、アトキンソン指標は式（3）にて算出される。また、ジニ係数は分布の中階層、タイル尺度は低階層、アトキンソン指標は両極端の変化に比較的敏感であるとされる。

$$GC = \frac{1}{2n^2 \mu} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n |S_{rs}^i \cdot \tau_i - S_{rs}^j \cdot \tau_j| \quad (3)$$

$$TI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{S_{rs}^i \cdot \tau_i}{\mu} \log \left(\frac{S_{rs}^i \cdot \tau_i}{\mu} \right) \quad (4)$$

$$AI = 1 - \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{rs}^i \cdot \tau_i}{\mu} \right)^\varepsilon \right]^{1/\varepsilon}, (\text{ただし } \varepsilon = 0.5) \quad (5)$$

ここで、 n ：対象者総数（3,010,576 人）

μ ：期待最大効用×時間価値の平均

加えて、時間価値による利用者クラスを単位とした集計結果にて公平性の考察を行う。

(4) 名古屋都市圏を対象とした導入評価

a) 評価ケースの設定

本研究では、名古屋都心部（名古屋駅地区や栄地区を含む 25km²）を課金対象エリアとする道路課金政策に加えて、高速道路の通行料金割引と鉄道運賃割引を組み合わせたパッ

ケージ施策の導入評価を行うことを目的とするが、さらに、各料金施策を単独で実施した場合も評価していく。評価ケースは次の6通りである。

【施策なし】

- 2005 年の交通ネットワーク整備下での交通需要予測結果。対象時間帯は朝ピーク時（7~10 時）であり、直近の PT 調査データから OD 交通量を集計している。各交通手段の LOS データなど入力データの設定方法は既存研究^{1) 3)}と同じである。また、各個人の時間価値は 12 クラスの生起確率に従う乱数を発生させ、PT 調査データに追加している。

【高速割引_1】

- 【施策なし】に名古屋都市圏内の名古屋高速道路（大部分が 750 円/回）を除く有料道路の通行料金として一体的な対距離料金制度を導入。さらに、ターミナルチャージ 150 円/回を割引。従って、名古屋高速道路を除く有料道路の通行料金は 24.6 円/km×走行距離、となる

【高速割引_2】

- 【施策なし】に名古屋都市圏内の全ての有料道路の通行料金として一体的な対距離料金制度を導入（ターミナルチャージ 150 円/回も免除）。従って、通行料金は 24.6 円/km×走行距離、となる

【鉄道割引】

- 【施策なし】に名古屋都市圏内の鉄道運賃を 50 円/回を割引。なお、名古屋市内の目的地までの鉄道利用時の支払い額は 300 円/回程度である

【道路課金】

- 【施策なし】に名古屋都心部に入域する際に 300 円/回を徴収するコードン型課金システムの導入

【パッケージ】

- 【高速割引_2】、【鉄道割引】、【道路課金】を組み合わせたパッケージ施策の導入

b) 交通状況・効率性に関する考察

各ケースの導入評価として、利用交通手段構成や CO₂ 排出量、利用者便益などを算出し、考察していく。課金対象エリア（都心部）の交通手段別集中度（図 I-3）より、高速道路通行料金割引や鉄道運賃割引が導入されても、交通手段構成に大きな変化がみられないことが分かる。自動車利用の適正化を目指すのであれば、自動車利用が 2 割以上削減される道路課金政策を行うことがやはり効果的である。

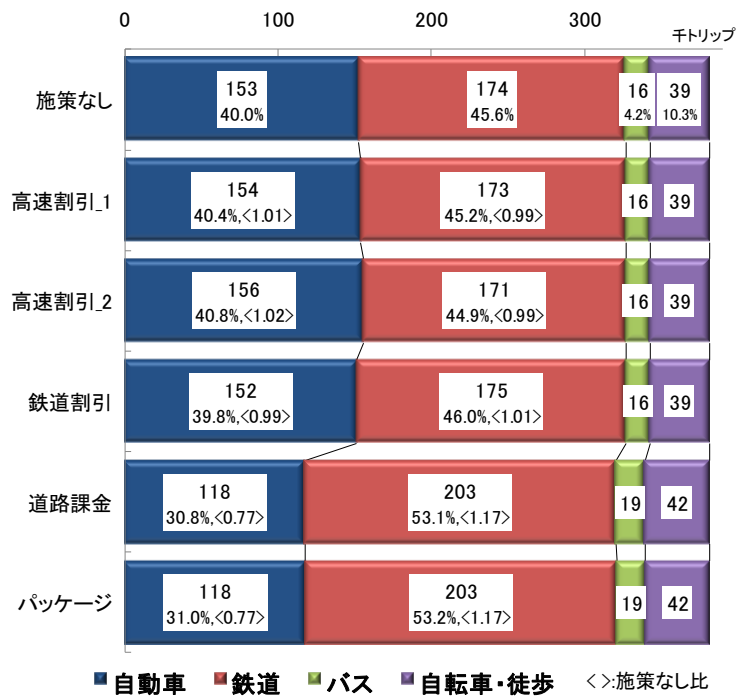


図 1-3 ケース別交通手段別集中量（都心部）

表 1-1 自動車関連指標の増減率（施策なし比）

	走行台キロ			平均速度		CO ₂ 排出量	
	都心部	名古屋市	高速道路	都心部	名古屋市	都心部	名古屋市
高速割引_1	-1.9%	1.4%	51.9%	-5.9%	0.3%	-13.9%	-1.0%
高速割引_2	-0.6%	1.7%	77.7%	-7.6%	0.2%	18.5%	-0.2%
鉄道割引	0.0%	-0.3%	-0.7%	2.1%	0.4%	-0.9%	-2.0%
道路課金	-39.8%	-6.4%	6.6%	3.4%	0.3%	-24.3%	-10.1%
パッケージ	-45.4%	-4.9%	91.1%	0.7%	0.4%	-10.1%	-13.6%

表 2 便益指標一覧（施策なし比）

単位:百万円

	利用者便益		高速道路 通行料金	公共交通 運賃収入	道路課金 収入	合計
	一般市民	貨物車				
高速割引_1	19.1	23.9	-11.2	-2.6	0.0	29.2
高速割引_2	20.9	28.1	-6.9	-4.8	0.0	37.3
鉄道割引	10.1	0.9	-0.3	-23.6	0.0	-12.8
道路課金	-39.3	-4.7	0.8	14.8	40.0	11.5
パッケージ	-9.9	22.4	-6.6	-13.3	33.8	26.5

自動車関連指標として走行台キロ、平均速度、CO₂排出量を取り上げ、【施策なし】からの増減率を整理したものが表 I-1 である。ここで、CO₂排出量は平均速度と CO₂排出係数原単位との関係式、算出されたリンク平均速度から算出している。表 I-1 より、高速道路通行料金割引によって高速道路の走行台キロは大幅に増加し、一般道路利用時よりも長距離走行となるため、単独ケースの名古屋市では走行台キロが伸びている。さらに【高速割引_2】では、都心部を通過する名古屋高速道路利用が増加するため、平均速度が低下し、CO₂排出量が 19%も増加している。低炭素社会実現のためには高速道路の通行料金割引はマイナスの影響がある可能性を示しており、安易な割引施策導入は注意が必要である。一方、道路課金政策の導入によって全ての自動車関連指標が改善され、特にパッケージ化されることで名古屋市全体の CO₂排出量は 14%程度の削減効果があることが確認できる。

次に各ケースの利用者便益などの指標を表 I-2 に示す。本研究では、利用者便益（消費者余剰）に加えて、高速道路通行料金収入、公共交通事業者の運賃収入を算出した。利用者便益をみると、高速道路通行料金割引や鉄道運賃割引によって一般市民の便益は増加する一方、道路課金政策導入時は減少する。ただし、合計（社会的余剰）は【鉄道割引】を除いてプラスとなり、効率的な交通施策であると判断できる。今回の評価ケースでは【高速割引_2】が最も効率的であるが、先述したように都心部の CO₂排出量が増加しており、環境負荷低減効果を併せて判断するとパッケージ施策が良いといえよう。また、高速道路や鉄道の料金割引を単独で実施すると、現状よりも収入が少なくなるため、何らかの補填が必要となる。一方、パッケージ施策では、高速道路や鉄道の運営会社の損失以上の課金収入が得られるため、課金収入の再分配として補償が可能であることが確認できる。

c) 公平性に関する考察

続いて公平性の観点から各評価ケースの導入効果を分析していく。図 I-4 は、各ケースにおけるジニ係数、タイル尺度、アトキンソン指標の算出結果をまとめたものである。全ての指標にて高速道路通行料金割引と鉄道運賃割引の実施にて不平等度は改善され、単独の道路課金政策の導入にて悪化する傾向がみられる。一方、パッケージ施策はジニ係数では不平等度は改善されると判断できるが、タイル尺度とアトキンソン指標では改善されないと判断される。

道路課金政策は所得逆進性をもたらす可能性の高い交通施策であり、利用者クラス別に効用差を示した図 I-5 から、今回のケースでもその傾向が確認できる。また、道路課金政策に高速道路と鉄道の料金割引施策を組み合わせることで、所得が中階層以上の利用者クラスではプラスに転じているが、逆進性の傾向は依然として残っている。従って、中階層の変化に敏感なジニ係数では不平等度が改善され、低階層の変化に敏感なタイル尺度などは不平等度が施策導入前よりも悪化することとなった。また、図 I-5 より、高速道路通行料金割引は時間価値が中程度の利用者クラス、鉄道運賃割引は時間価値が低い利用者クラスでの向上率が高くなっている。これは低所得者層の鉄道利用分担率が高いなど、各利用者

クラスの交通行動結果が影響していると思われる。

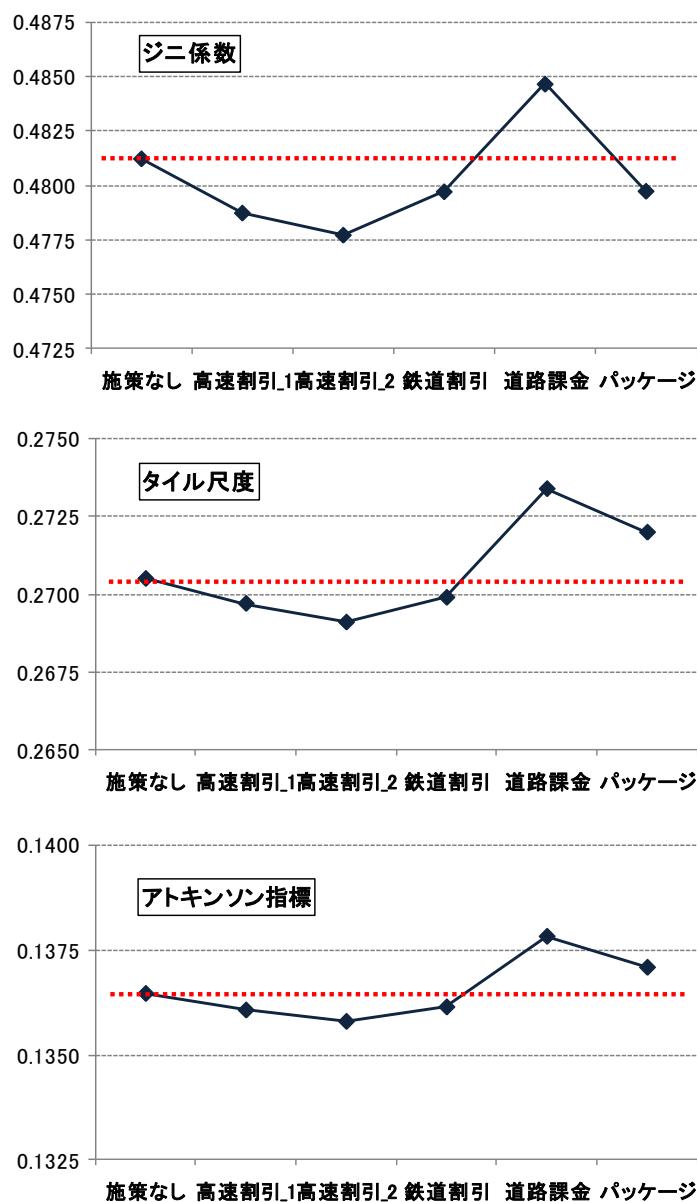


図 I-4 ケース別不平等指標の変化

図 I-6 は、課金対象エリアの内外で分類した OD パターン別に、パッケージ施策導入下の各利用者クラスの効用水準変化を示したものである。パッケージ施策において道路課金政策（コードン型）の影響を大きく受ける外内移動は、全ての利用者クラスでマイナスとなっており、高速道路や鉄道の料金割引施策では補償できていないことが分かる。本研究では扱わなかったが、著者らが提案する新たな課金システムである駐車デポジットシステム（Parking Deposit System : PDS）は、課金対象エリア内で商業活動等を行うドライバーに

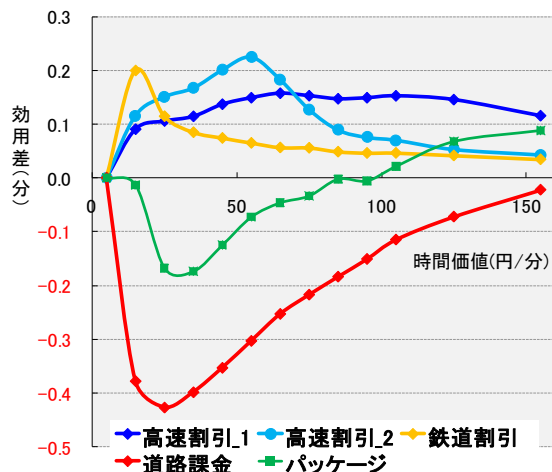


図 1-5 ケース別効用水準の変化

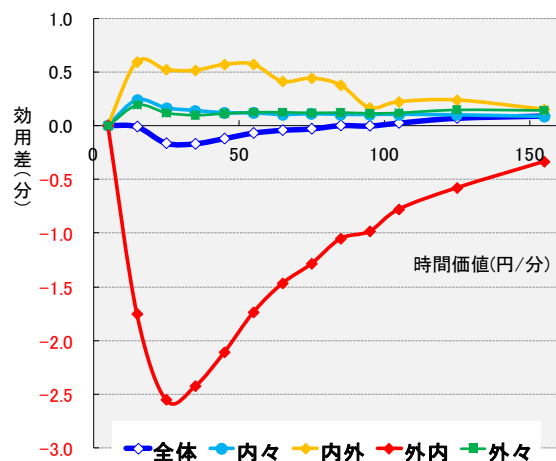


図 1-6 OD パターン別効用水準の変化
【パッケージ施策】

対して徴収金額から一定割合を返金するため、外内移動の公平性が大きく改善されることが確認されている。高速道路や鉄道の料金割引に加えて、即時的な課金収入再分配効果を持つ PDS を道路課金政策としたパッケージ施策は代替案の 1 つとなろう。また、LRT 建設など運賃割引以外の公共交通サービスレベル向上施策や自転車・徒歩のイグレス交通を対象とした交通施策との組み合わせも検討していく必要がある。

(5) おわりに

本研究では、名古屋都心部を課金対象エリアとする道路課金政策との組み合わせとして、高速道路の通行料金割引と鉄道運賃割引が有効であると想定し、これらの単独実施を含めて導入評価を行った。交通状況の変化に加えて、効率性や公平性の観点からも考察するため、評価モデルとしてマルチクラス統合均衡モデルを適用した。

交通状況や効率性の視点から想定したパッケージ施策は有効であると判断できたが、公平性の視点からは更なる検討が必要であることが明らかになった。特に課金対象エリアへの来訪者への対応は必要であり、PDS などコードン型以外の課金システムなど、主として低所得階層に有効な課金収入再分配施策の検討・評価が重要である。ただし、本研究で想定した高速道路通行料金や鉄道運賃の割引額は限定された設定であるため、支払い上限額の設定などより詳細な割引金額の設定方法の検討も必要である。この際、各運営会社の独立採算性を制約条件とするのではなく、道路課金収入の再分配による補償も含めて、都市圏全体の交通ネットワークの最適利用を考えていくことが望ましい。

5. カーシェアリングの会員特性とサービス改善意向

(1)はじめに

わが国においてカーシェアリングのサービス展開が急速に進んでいる。図 5-1 は日本におけるカーシェアリング車両台数と会員数の推移を示したものであり、近年急速に利用者が増加していることわかる。カーシェアリングは24時間の無人貸出・返却が可能であり、従来のレンタカーと比較して短時間での利用が可能であるなどマイカーに近い移動利便性を確保できる点が特徴である。またそのような利便性と共にカーシェアリング普及の最も大きな要因として挙げられるのが利用者のコスト削減効果である。カーシェアリングの特徴としてはマイカー所有に比べ、自動車取得の費用や税金、保険、車両整備費といった維持費がかからず、コスト削減が利用者にとって、大きなメリットとなっている。近年の経済不況を背景に自動車保有コストを削減する傾向が広まり、利用者増加に繋がっていると考えられる。

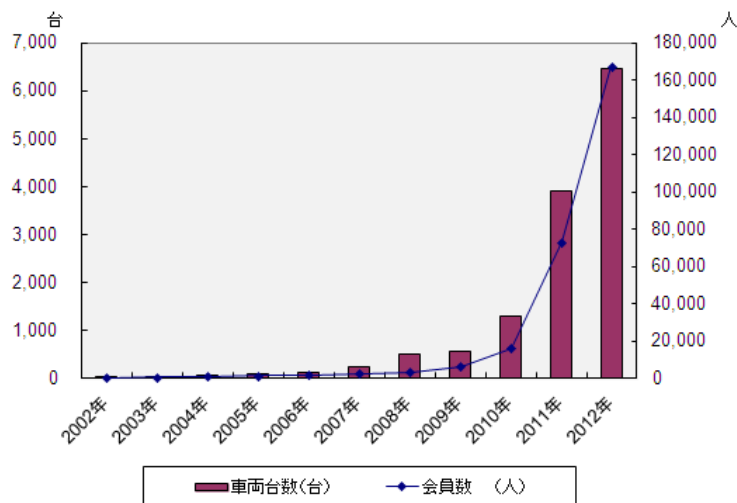


図 5-1 カーシェアリング車両台数と会員数の推移
(交通エコロジー・モビリティ財団 HP)

これまで日本において自動車は利便性の高い交通手段としてだけでなく、趣味やライフスタイルの象徴として人々の生活に根付いてきた。しかし近年は若者の自動車離れが進み、保有意欲は低くなっている傾向がある。このような点からも今後もカーシェアリングの需要は高まっていくと考えられる。さらに、カーシェアリングは環境改善にも効果的であるといわれている。日本においてもこれまでの実験結果などから、カーシェアリング利用者は自動車保有台数を削減する傾向や走行距離が減少する傾向、マイカー所有に比べ、自転車や公共交通機関といった他の交通手段に編み変化する傾向があるとされ¹⁾、環境改善に効果的であることも示されている。

欧米に目を向けると、環境改善効果に着目され、カーシェアリングの導入が進んでいる。乗り捨て型のカーシェアリングサービスも欧米のいくつかの都市で導入され、CO2 減少や利用者の自動車保有の減少といった環境改善効果の報告も行われている²⁾。

このようにカーシェアリングは利用者と環境改善ともにメリットがあり、交通戦略の施策メニューとして、今後の更なる普及が望まれる。

本章では、カーシェアリング利用実態の把握として、名古屋地域を中心としてサービス展開を行っている名鉄協商カーシェアリングサービス「カリテコ」の協力を得て、カリテコ会員と非会員（ただし、名鉄協商パークイングの会員）を対象とし、WEB アンケート調査を行った。本 WEB アンケート調査をもとに都市圏でありながら自動車分担率が高い名古屋地域における、最近のカーシェア会員と非会員の交通行動や環境意識の差異を把握する。

(2)WEB アンケート調査概要

a) カリテコ

本研究では、名鉄協商株式会社が事業展開する「カリテコ」を対象として調査を行う。カリテコは2009年11月より運営しているカーシェアリングサービスである。名古屋市内を中心に愛知、岐阜で運営しており、会員数は2,400人（2012年2月24日時点）、ステーション数は141か所（2012年12月31日時点）、設置車両台数は162台（2012年12月31日時点）となっている。図5-2 名古屋市周辺のカリテコステーション配置図であり、名古屋市中心部を重点的にサービス展開が進んでいる。基本的な料金体系は利用頻度に応じてプランを選択することができ、他にもパック料金や深夜料金もあり、利用スタイルに応じて利用方法を変えることもできる。また駐車場事業運営も行う名鉄協商が実施している特徴として、愛知県を中心に約1000ヶ所に設置されている管理駐車場を無料で利用できること、名鉄manaca（鉄道ICカード）でサービス利用ができることが挙げられる。



図 5-2 名古屋市カリテコステーション配置図(カリテコ HP より)

b) アンケート調査概要

WEB アンケート調査は環境省環境研究総合推進費の「次世代自動車等低炭素交通システムを実現する都市インフラと制度に関する研究」の一環で実施された。実施期間は平成 24 年 2 月 24 日～3 月 10 日であり、調査対象者は名鉄協商がメール配信しているカリテコ会員（2,000 名以上）、名鉄協商パーキング会員（20,000 名以上）である。ここで、WEB アンケート調査は調査 1 と調査 2 とに分かれており、調査 1 はカリテコ会員と名鉄協商パーキング会員（カリテコ非会員）の全員が対象となり有効回答数は 419、調査 2 はカリテコ会員のみを対象とし、カーシェアリングサービスの利用毎に回答してもらい回答数は 120 であった。調査 1 では主に普段の車の利用状況や、自動車、環境への意識などを質問している。また調査 2 ではカリテコ利用者にカリテコを利用した日にちごとに、サービスの利用実態や仮想条件下での利用意向について質問している。

以下の表 5-1 と表 5-2 に WEB アンケート調査の概要を示す。

表 5-1 調査 1 概要

調査対象	カリテコ会員，名鉄協商パーキング会員(カリテコ非会員)
調査期間	平成 24 年 2 月 24 日～3 月 10 日
回答数	419 名(カリテコ会員 78 名，カリテコ非会員 341 名)
アンケート内容	
①個人属性	年齢，職業，性別，自動車保有台数，利用できる台数，駐車料金
②普段の移動状況	移動目的別 時間，頻度，手段など
③環境配慮行動について	エコドライブや節電など普段の生活における環境意識
④自動車に対する意識	依存度や自動車のコストなどに対する意識
⑤カーシェアリングについて	カーシェアリングの認知，魅力，利用意向
⑥環境配慮事業への支援	カーシェアリングやエコカー補助，ロードプライシング等への支援意識
⑦カリテコについて (カリテコ会員のみ)	入会理由，自動車保有の変化，外出機会の変化など

表 5-2 調査 2 概要

調査対象	カリテコ会員
調査期間	平成 24 年 2 月 24 日～3 月 10 日
回答数	80 トリップ(34 名)
アンケート内容	
①利用状況	移動目的別 時間、頻度、手段など
②利用時の満足度	貸出場所やシステムなどの満足度
③SP 調査	料金の値上げ、値下げ 乗り捨てシステムに伴う値上げ,予約変更システム 電気自動車導入、電気自動車導入に伴う駐車場変更依頼による値下げ

(3) カーシェアリング会員と非会員の意識の差

WEB アンケート調査の調査 1 では個人属性に加え、自動車や環境への意識、カーシェアリングについて質問している。そこで本節はカーシェアリング会員と非会員別に集計を行い、カーシェアリング利用者と非利用者の意識の違いについて考察を行う。

a) 属性

回答者の個人属性として、男女比及び年齢構成を図 5-3、図 5-4 に示す。なおグラフ中の数値は該当人数を示す。男女比では会員非会員共に男性の割合が高く、会員で 78%、非会員で 70%となった。年齢構成は 30～50 歳代が主となっておりその割合は会員、非会員ともに 50%を超える。また職業について集計した結果を図 5-5 に示す。今回の調査対象者の大多数が勤務・従業者である。

続いて回答者の自動車の保有台数及び利用可能台数を図 5-6 に示す。会員は非会員に比べて自動車保有台数が少なく、0 台が約 38%、1 台が約 37%となっている。現在は地下鉄沿線にステーションが集中しており、元々自動車保有者が少ない地域の居住者が会員になっている可能性もあるが、保有台数は会員と非会員で大きく異なる結果となっている。

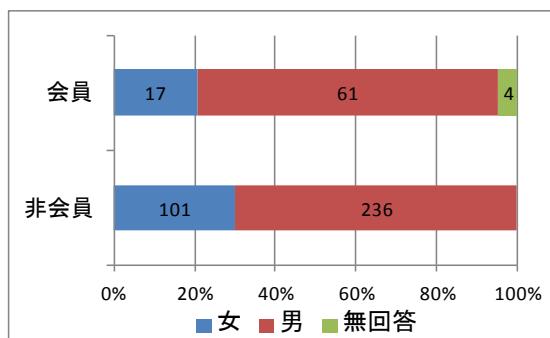


図 5-3 性別

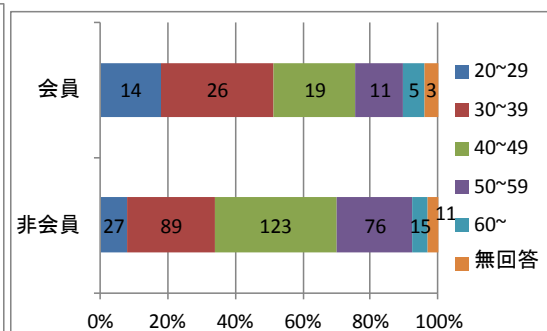


図 5-4 年齢構成

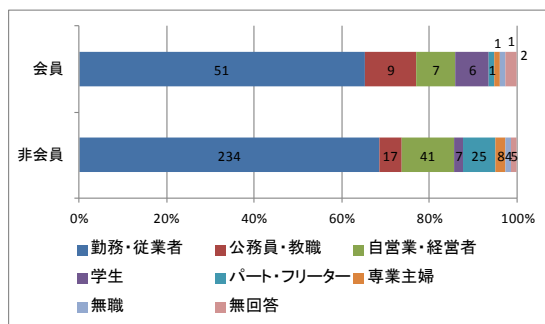


図 5-4 職業構成

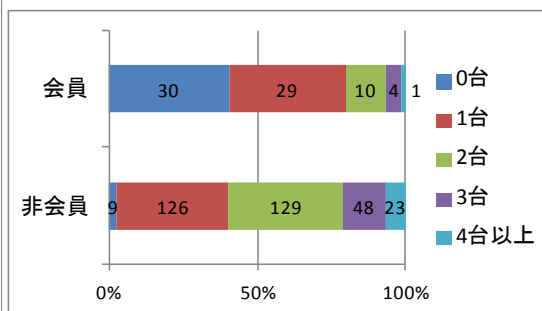


図 5-6 自動車保有台数

b) 環境に対する意識

次にカーシェアリング会員と非会員の環境意識を把握するために、日常行動における環境配慮活動の有無に関する 8 項目について整理した。また会員と非会員の回答の分布差についてカイ二乗検定を行う。集計結果を図 5-7、カイ二乗検定による検定結果を表 5-3 に示す。

会員と非会員の節電やエコドライブといった普段の生活行動における環境意識には全体としては大きな差はない。カイ二乗検定の結果も 8 項目中 7 個の質問項目において回答の分布に統計的有意差はなかった。この結果からカーシェアリング利用者は非利用者に比べ、特に環境意識が高いとはいえず、カーシェアリングをエコであるという理由で選択する特徴は少ないことが示唆された。

一方で、質問項目 f の「環境を意識してできるだけ自動車を利用しないようにしている」に対しては統計的有意差があり、会員で常に行っていると回答した人は 32%と非会員と比べ約 2.5 倍となっている。このことから会員は非会員に比べ、自動車利用を控える傾向があり、カーシェアリングは環境改善に有効である可能性が高いといえる。

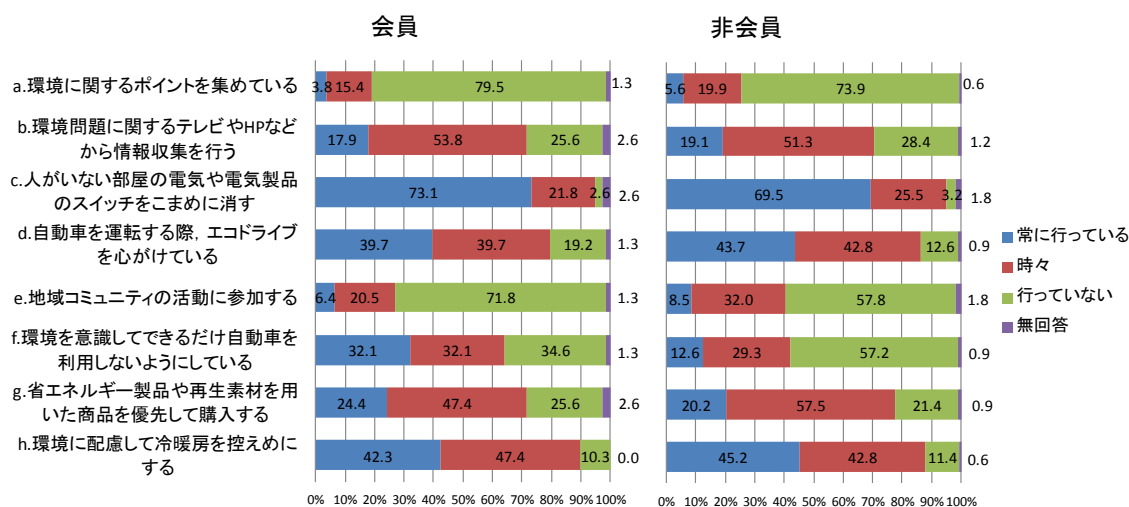


図 5-7 環境配慮活動の状況

表 5-3 会員非会員の差検定

質問項目	χ^2	P 値
a.環境に関するポイントを集めている	1.32	0.52
b.環境問題に関するテレビや HP などから情報収集を行う	0.29	0.87
c.人がいない部屋の電気や電気製品のスイッチをこまめに消す	0.56	0.76
d.自動車を運転する際、エコドライブを心がけている	2.39	0.30
e.地域コミュニティの活動に参加する	5.18	0.07
f.環境を意識してできるだけ自動車を利用しないようにしている	21.10	0.00
g.省エネルギー製品や再生素材を用いた商品を優先して購入する	2.18	0.34
h.環境に配慮して冷暖房を控えめにする	0.50	0.78

c) 自動車に対する意識

自動車保有意識に対する会員、非会員の差を把握するために図 5-8 に示す a～j の 10 項目について調査を行った。また a～j の各質問項目について、会員、非会員の回答分布の差についてカイ二乗検定を行う。集計結果を図 5-8、会員非会員の差のカイ二乗検定結果を表 5-4 に示す。

自動車保有意識は 10 項目中 6 項目で統計的有意差があり、会員と非会員では自動車に対する保有意識が多くの点で異なるといえる。

会員の約 46%に対して非会員は約 86%が「自動車は生活に必要不可欠」という生活環境下にあり、通勤や買い物といった日常的な生活行動に自動車を利用していると考えられる。また非会員は「自動車の移動利便性は高く、少々コストが高くても保有する価値がある」という問いに対し 78%があてはまると回答しており、会員の 33%を大きく上回り、自動車の移動利便性に対して保有価値を高く考えている。一方、非会員の 71%が「自動車の保有コストは高く、節約したい」と考えており、燃費効率の高い自動車購入を希望している。従って、ステーションや車両台数の増加、乗り捨て方式の導入などシェアリングの利便性を高めることで更なる展開の可能性がある。

質問 e の「保有コストに見合わない保有自動車は削減し、他の活動に投資したい」という問いに対して、会員は約 58%があてはまると回答しており、非会員の約 36%より高い。よってコスト削減がカーシェアリング利用する大きな要因となっているといえる。また非会員は「自動車を利用しなくても良い所でも、つい自動車で移動している」割合が約 32%であり会員の約 11%に対して約 3 倍となっている。このことから非会員は“つつい利用する”割合が高く、身近に自動車があることで自動車利用のコストを認識せず、習慣的に利用していると想像される。つまり、カーシェアリングは利用の度にコストを考えるため、無駄な自動車利用が減少し、環境改善に有効である可能性が高いといえる。

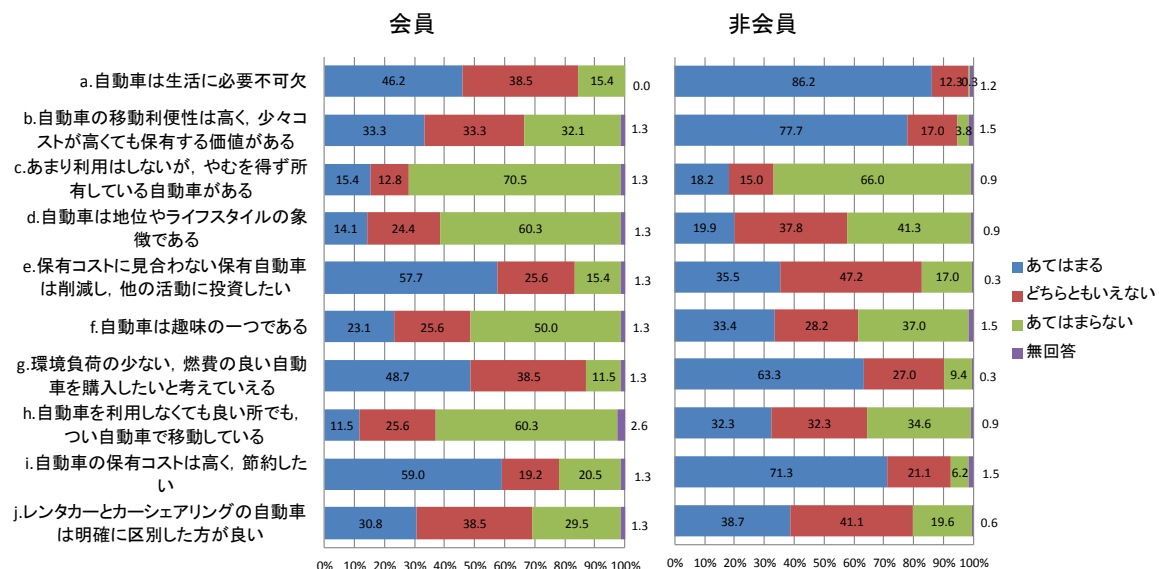


図 5-8 自動車保有意識

表 5-4 会員非会員の差検定

質問項目	χ^2	P 値
a. 自動車は生活に必要不可欠	84.15	0.00
b. 自動車の移動利便性は高く、少々コストが高くても保有する価値がある	82.16	0.00
c. あまり利用はしないが、やむを得ず所有している自動車がある	0.68	0.71
d. 自動車は地位やライフスタイルの象徴である	9.49	0.01
e. 保有コストに見合わない保有自動車は削減し、他の活動に投資したい	14.93	0.00
f. 自動車は趣味の一つである	5.04	0.08
g. 環境負荷の少ない、燃費の良い自動車を購入したいと考えていえる	5.44	0.07
h. 自動車を利用しなくても良い所でも、つい自動車で移動している	21.31	0.00
i. 自動車の保有コストは高く、節約したい	16.29	0.00
j. レンタカーとカーシェアリングの自動車は明確に区別した方が良い	4.06	0.13

(4) カーシェアリングのサービスについて

a) カーシェアリングの認知と魅力

カーシェアリングの認知について会員・非会員別に集計したものが図 5-9 である。非会員でもよく知っているという回答は 65%程度であり、カーシェアリングの認知は比較的高いといえる。しかし非会員のうち約 30%は聞いたことがある程度の認知度であり、更なる普及のためには、マイカー所有に比べコストが低い点や、環境改善効果、ステーション配置や料金といったサービス内容などの詳細な PR の継続が有効となる。

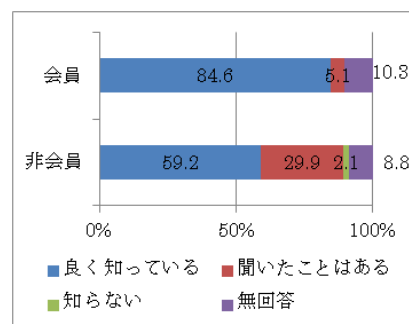


図 5-9 カーシェアリングの認知

次にカーシェアリングの魅力について会員、非会員別に集計したものを図 5-10 に示す。会員、非会員ともにカーシェアリングの最も大きな魅力となっているのは a.「自動車を購入しなくてもよい」である。また次に b.c といった維持費に関する質問項目も割合が高く、コスト面が最も大きな魅力となっている。一方で b.ガソリン代がかからないという項目は会員、非会員に差があり、レンタカーと異なり燃料費は不要となるカーシェアリングのシステムについて非会員が理解しきれていない可能性が高い(料金体系に移動距離制があるが、現在はキャンペーン中につき無料)。

以上から、非会員に対してカーシェアリングのサービス内容の認知は不足していることが伺え、コスト削減効果などのカーシェアリング利用メリットの PR が、今後のカーシェアリング普及に向け、課題となるといえる。

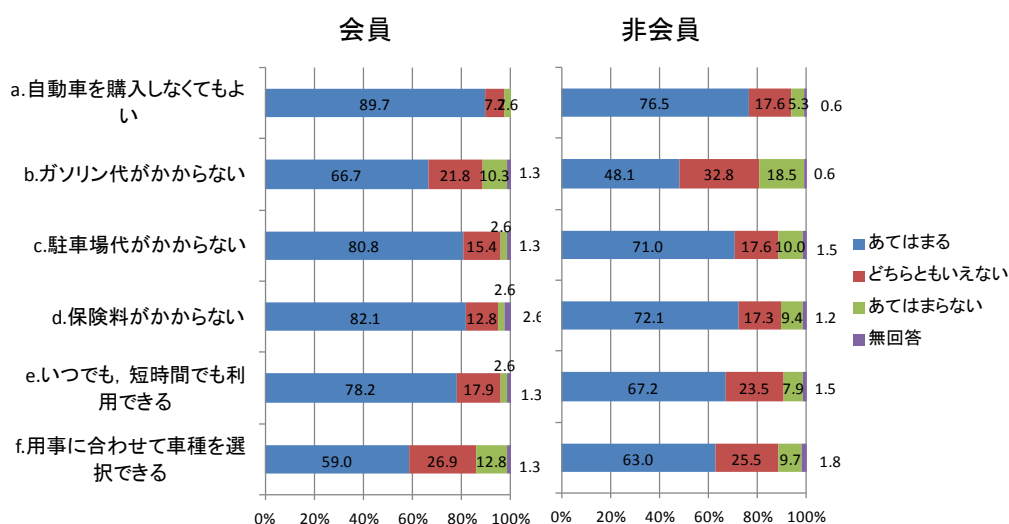


図 5-10 カーシェアリングの魅力

b) カーシェアリングの利用意向

様々な仮想条件を設定し、カーシェアリングの利用意向を調査したものが図 5-11 である。貸出場所に関する質問項目 a,b,c は非会員でも 3 割以上が「あてはまる」と答えており、利用増加には貸出場所を多くし、アクセス距離を短くすることが重要といえる。なかでも a「自宅近くに貸出場所があれば利用する」には、非会員でも半数近くが「あてはまる」と答えており、今後は名古屋市中心部や駅周辺のみでなく、幅広い地域に効果的にステーションを設置することが検討課題となる。

さらに質問項目 e の乗り捨て方式導入に関しては会員で約 76%、非会員で約 67%が「あてはまる」と回答しており、利用意向は非常に高い。しかし乗り捨て方式は自動車の駐車場所の偏り（需要の偏在）という問題が発生することが懸念されており、運営コストを増大させる可能性が高いシステムでもある。今後、乗り捨て方式の導入には利用者の需要推計と効率的なステーション配置計画、予約システムの高度化（推薦機構の組合せ）などが検討課題として挙げられる。

また電気自動車など環境負荷の小さい車種に対しても会員で 4 割程度、非会員で 3 割程度の人々が利用意向は向上している。環境負荷軽減という点においても電気自動車などの導入は今後検討項目の一つといえる。

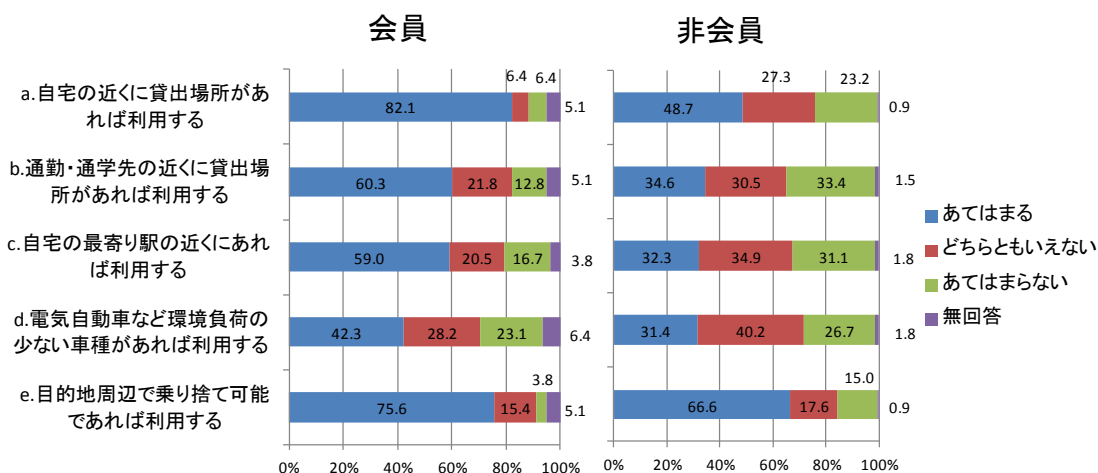


図 5-11 カーシェアリングの利用意向

c) カーシェアリングの入会理由

ここで、カリテコ会員のみを対象とした入会理由を考察する。カーシェアリングの入会理由について集計したものが図 5-12 である。カリテコの入会理由として「保有するよりも低コスト」が最も割合が高く、自動車保有に対して、購入費や維持費の削減が魅力となっている。また、「マイカーを所有していない」の会員割合は約半数を占めており、新たな交通手段としてカーシェアリングを選択している。一方で「自動車買い替えや新規購入を検討していた」の割合は約 13%と低く、本アンケート調査回答者は新規購入や買い替えが契

機となって会員になることは少ないようであった。また、カーシェアリングへの興味も約37%と低くはなく、時代背景や環境意識などが影響していると考えられる。

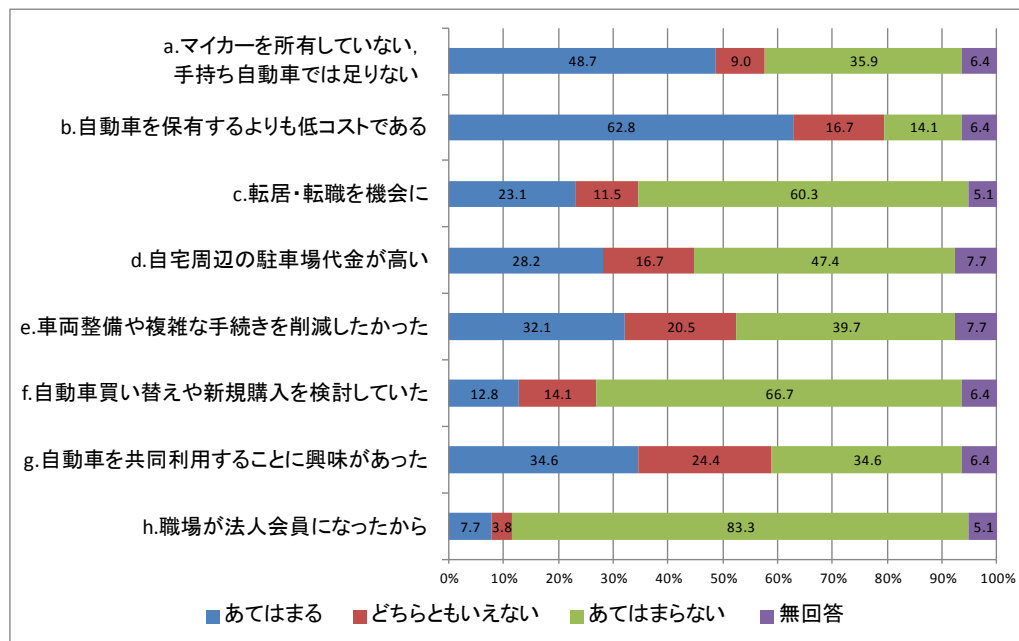


図 5-12 カーシェアリングの入会理由

(5) まとめ

WEBアンケート調査から、名古屋地域のカーシェアリングの会員・非会員の意識違いとして、環境意識には差がないが、自動車保有意識には大きな差があり、非会員は会員よりも自動車保有価値を高くみている傾向にある。

カーシェアリング会員になった理由としてはコスト削減意識が強く、非会員もコスト削減意欲は強いいため、サービス向上とPRでさらなる普及の可能性がある。

サービス向上への要望では、貸出場所までのアクセス距離短縮（ステーション数の増加）と乗り捨て方式の導入が多いが、運営体制を大きく転換する必要もあるため、利用実態と併せた分析とシミュレーションによる検討が今後必要となる。

参考文献

- 1) 山本俊行，成瀬弘恵，森川高行：カーシェアリングが自動車保有および交通行動に及ぼす影響の分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 34，2007.
- 2) Jörg Firnkorn, Martin Mülle: What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm, Ecological Economics, Vol.70, pp.1519–1528, 2011.

6. まとめ

本研究では、今後大きな変化が確実視される名古屋市都心部に関して、交通面から魅力を増大させる構想や計画を概観し、交通需要予測モデルを用いたLRTやPDSの定量的な導入評価、カーシェアリングの利用意向などを整理した。

愛知万博の開催と併せて整備された地下鉄環状化など公共交通ネットワークの拡充によって、名古屋の自動車利用の適正化は進んできている。ただし公共交通と自動車の利用割合「4:6」の目標達成には、さらなる交通システムのサービス改良が必要となる。交通戦略では、都心部の自動車流入抑制と道路空間の徒歩、自転車、公共交通への再配分による賑わい空間の創出が挙げられており、具体的にはアメとムチの政策である、LRTとロードプライシングの導入とも解釈できる。本研究の導入評価結果から、自動車分担率を低下させるにはロードプライシングがやはり有効であり、LRT単体の導入では効果が小さいことが分かった。ただし、LRT導入効果である結節点効果、面的効果、時間的効果と解釈できる指標から判断すると、滞在時間や立ち寄り箇所数の増加から、人通りが増えることによる賑わい創出効果が期待できることが分かった。ただし、本研究では比較的影響が大きな交通施策のみを対象としているため、今後は本研究の交通需要予測モデルでは定量化しづらい施策も反映可能なモデルの精緻化が求められる。

名古屋の玄関口である名古屋駅はリニア中央新幹線の開通に向けて再開発計画があり、それとともに魅力あるまちが構想されている。例えば、名古屋都心ビジョン2030にある“名駅トランジットモール”は、普段の名古屋都市圏の居住者よりも東京や海外からの訪問者に対して、自動車社会の名古屋のイメージを一新する可能性があり、強力なインパクトを与えると予想される。このような施策を10年後や20年後に実際に実施するためには、時間的余裕は少なく、導入手順を踏まえて議論していく必要がある。関係者間の合意形成にはやはり本研究で行ったように交通需要予測にて定量的な評価指標を提示することが有効であるが、モデル化するためのデータが不足していることが大きな問題である。GPSデータなど人々の日常的な活動・交通行動データが容易に利用できる環境になりつつあるが、施策導入時の実際の人々の反応・対応、その集合体である交通量への影響を把握することは難しい。このような状況下のデータを入手するには期間限定の社会実験等を実施することが考えられるが、各都市での取り組みは限定的であり、データを共有することも考えていく必要があろう。ただし、名古屋市では大津通のモール化が実験的に実施されているため、これらの効果を踏まえて需要予測モデルの再構築が可能であり、直近のパーソントリップ調査データも利用しながら、新たな交通需要予測モデルの開発を引き続き行っていきたい。

名古屋市都心部では名古屋駅地区と栄地区の連携が大きな課題として挙げられているが、海外でも都市間を結ぶ鉄道駅と旧中心街などは距離的に離れている場合が多い。多くの都市ではLRTなど路面電車で結んだり、コミュニティバイクなどシェアリングサービスが提供されている。これらの事例を大いに参考にすべきであるが、筆者は名古屋市らしさを出すため、小型自動車のカーシェアリングの導入が良いかと考えている。欧米諸国の様に路上駐車スペースを設けることも可能な贅沢な道路空間が名古屋都心部にはあり、LRT導入との共存も可能であり、電気自動車など充電が必要となれば供給過剰となっている駐車場の地区マネジメントとの連携もありうる。実際に名古屋市民のカーシェアリングへの利用意向をみると、乗り捨て方式の導入やステーション設定数の拡充が多く、コスト意識や環境意識の高まりから利用者は増加すると予想される。(タクシーやバスなど他の交通手段との関係も考慮しないといけないが、)利用者利便性を第一に考えると、全国の鉄道系電子マネーの共有化に乗じて、カーシェアリングにも適用拡大することが望ましく、名古屋市では実現可能性は高い。利用予約と供給管理などからなるシェアリングシステムの最適化、社会実験実施による実データの取得、交通需要予測結果を用いた受容性を考慮したシステム検討は今後の大きな課題であり、名古屋都心部のまちの魅力向上に少しでも貢献できるよう、研究を進めていきたい。

平成 24 年度特別研究報告書

名古屋市の総合交通戦略の導入評価
名古屋工業大学 特任准教授 金森 亮

発行 平成25年3月
名古屋都市センター
〒460-0023 名古屋市中区金山町一丁目1番1号
TEL 052-678-2200
FAX 052-678-2211
印刷 株式会社 プロセスユニーク

この印刷物は再生紙を使用しています。