

平成 22 年 6 月 8 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008～2009

課題番号：20860042

研究課題名（和文）コンセンサス・ビルディングのための交通需要予測システムの開発

研究課題名（英文）Development of an Integrated Travel Demand Forecasting Model for Consensus Building

研究代表者

金森 亮（KANAMORI RYO）

東京大学・大学院工学系研究科・特任助教

研究者番号：40509171

研究成果の概要（和文）：総合交通戦略の策定に資する都市圏レベルの交通需要予測モデルとして、各時間帯内の個人の活動・交通行動を記述し、交通ネットワークの需給関係を考慮できる統合型交通需要予測モデルを構築した。実都市圏への適用に向けて、活動・交通行動モデルのパラメータ推定、並列計算処理の導入など工夫することで、現況再現性は妥当であり、計算コストの面からも有用な予測モデルであることを確認した。その後、道路課金政策や LRT の導入評価を多様な視点から行った。

研究成果の概要（英文）：This study proposes an integrated travel demand forecasting model for a formulation of comprehensive transport strategy and validates its usefulness as a practical tool for consensus building. In order to overcome and/or modify some drawbacks of conventional forecasting model, we develop a semi-dynamic combined network equilibrium model including an activity-travel model. From the application results of an actual metropolitan area, it was demonstrated that our model is useful from the both of reproducibility and computational efficiency. After that, we evaluate PDS (parking deposit system) which proposed to improve public acceptance of road pricing, and LRT (light rail transit) which might be contributed to the vitalization in city center.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,330,000	399,000	1,729,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	2,530,000	759,000	3,289,000

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：土木計画学・交通工学

キーワード：交通需要予測，ネットワーク均衡モデル，交通行動分析，

Activity Based Approach，合意形成

1. 研究開始当初の背景

交通施策評価の客観性・透明性の更なる向上を目指し、費用便益分析やアウトカム指標に基づく評価、パブリックインボルブメントをはじめとした合意形成手法などを取り入れた、新たな交通計画策定プロセスが構築されつつある。また、我が国の交通計画の課題は、増大する交通需要を効率的に処理するた

めの交通基盤整備検討から、総量減少や多様化するであろう交通需要を的確に把握し、環境的に持続可能な交通（EST：Environmentally Sustainable Transport）の実現に向けた検討に移りつつある。それに伴い、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、総合交通戦略）」の策定が

望まれている。同時に、交通需要予測も社会情勢や社会的要請の変化に対応した予測モデルの開発/改良, 実用化に向けた不断の努力が求められている。

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。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 [例えば、配分段階における利用者均衡モデル, 分担段階における非集計モデルの適用] 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である。

2. 研究の目的

申請者は、博士課程在学中に研究・開発した「活動選択を考慮した時間帯別・統合均衡モデル」は、都市圏レベルを対象とし、各個人の活動・交通行動を詳細かつ簡潔にモデル化した上、交通需要と交通サービスレベルの相互依存関係を適切に表現し、時間軸や誘発需要を考慮できるため、従来モデルと比較して、予測作業過程の説明力と透明性が高い特徴を有する。また、最終評価指標としては、時間軸に沿った各個人の滞在箇所や活動履歴、地域別の来訪者数や利用交通手段、自動車交通量や旅行時間/速度、CO2 排出量など環境改善指標、費用便益指標を算出できるため、市民に対してより理解し易い指標を数多く提供可能である。しかし、現況再現性や計算コストの面から実用的ではなかった。

今後の持続可能な交通体系の実現に向けた効果的な総合交通戦略を提案・実施していくには、都市圏レベルでの合意形成に必要な判断指標を提供できる交通需要予測システムが必要であるが、交通状況や活動・交通行動を詳細に把握可能な交通政策評価システムの開発は少なく、実都市圏を対象とした交通政策を総合的に評価した事例はほとんど無い。本研究では、博士論文で構築した都市圏レベルの交通需要予測モデルを精緻化した後、近年注目されている道路課金政策や LRT の導入評価に適用し、その有用性を示すことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究の交通需要予測モデルは、個々人の活動・交通行動モデル、交通ネットワークの需給関係を表現する交通ネットワーク均衡

モデルからなる。

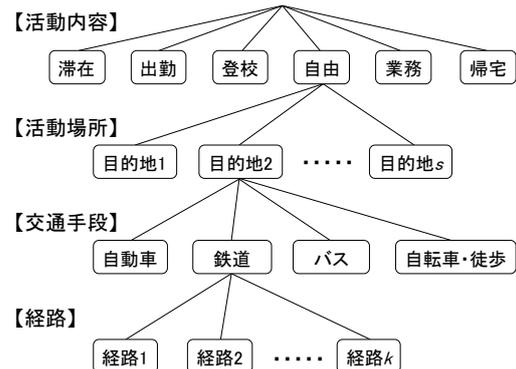


図1 活動・交通行動の選択ツリー構造

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。活動内容選択肢は、従来の PT (Person Trip: パーソントリップ) 調査の移動目的区分である出勤, 登校, 自由 (私用), 業務, 帰宅に加えて、滞在 (前時間帯からの活動継続) を導入する。また、滞在箇所によって活動内容の選択肢集合は異なるため、滞在箇所を“自宅”, “通勤/通学先”, “その他外出先”の3箇所にて活動・交通行動モデルを適用する。活動場所は、滞在ゾーンと同一のゾーンも選択肢集合に入れることでゾーン内々移動も対象とする。交通手段選択肢は、自動車, 鉄道, バスに加えて、ゾーン内々移動や短距離移動の際に主に利用される自転車・徒歩も導入する。滞在 (活動継続) やゾーン内々移動も含めてモデル化し、基準時刻から逐次的にモデルを実行することで、各時間帯における各人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る。同時に、前時間帯までの活動・交通行動履歴も反映できるため、通勤交通手段の変更に伴う帰宅時の利用交通手段への影響など、活動・交通行動の前後の連関 (トリップチェーン) や誘発需要をより適切に考慮できるモデルといえる。また、活動・交通行動モデルのパラメータは、PT 調査データの個人属性別の移動特性、直前トリップの利用交通手段、滞在時間などを用いて推定できる。ただし、生成原単位や外出率を事前に設定しないため、通常のトリップデータに加えて、1日中自宅から外出しない非外出者のデータも必要となる。

ここで、各時間帯における個人の活動・交通行動モデルと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需要変動型均衡モデルは、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定式化できる。統合モデルでは、自動車交通の時

間帯間の相互干渉（渋滞の影響）を考慮することで所要時間の再現性向上が期待できる、赤松らの時間帯別均衡配分モデル〔固定需要型〕を組み込んでいる。本稿では等価最適化問題は省略するが、既存の解法アルゴリズムにて実都市圏への適用も可能な最適化問題である。

上記の活動・交通行動モデルのパラメータ推定の際には、道路課金政策やLRTの導入評価に資するように交通政策と交通行動変化に対するSPデータ（Stated Preference データ）を収集し、PTデータと共に用いた。

予測モデルの現況再現性確認は2001年の名古屋都市圏の交通状況にて行い、感度分析として2005年の交通状況の再現性も確認する。その後、名古屋市都心部を課金対象地区と設定した道路課金政策の導入評価、道路課金政策導入の際に問題となる社会受容性の低さを緩和する新たな課金システム（PDS：Parking Deposit System, 駐車デポジットシステム）の導入評価、中心市街地活性化効果があるといわれるLRTの導入評価を本予測モデルで行ない、各交通施策の有用性を交通状況変化や効率性などの視点から確認していく。

4. 研究成果

(1) 予測モデルの現況再現性

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 (Level of Service) 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、現況再現性を検証した。

以下の図に示す通り、交通量総量、生成原単位、目的地分布、自動車所要時間ともに概ね妥当な結果が得られることが分かる。また、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ーの利用とプログラムの並列化により、1日分の計算時間は実務に耐えられる時間（24時間程度）に短縮することに成功した。以上より、本研究で改良した予測モデルは、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つであるといえる。

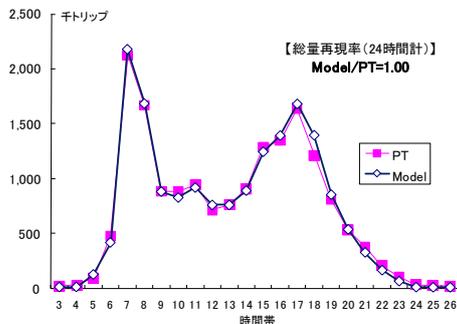


図2 時間帯別発生量（都市圏計）

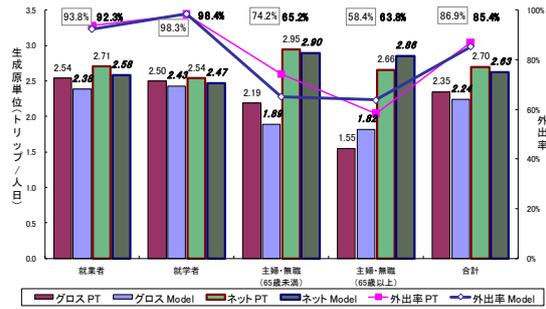


図3 職業別生成原単位と外出率（都市圏計）

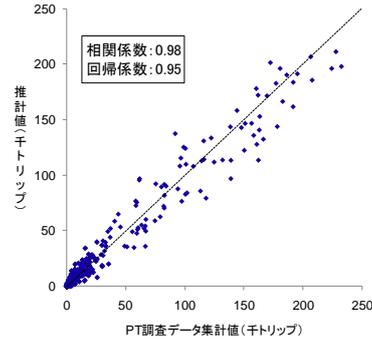


図4 市区町村間 OD 交通量の散布図

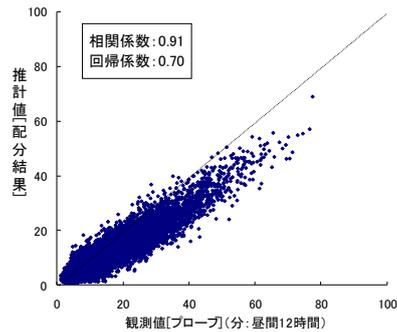


図5 自動車 OD 間所要時間の散布図

(2) 道路課金政策の導入評価

道路課金政策（ロードプライシング）は、ICT/ITS 技術の進展、海外における交通渋滞解消や沿道環境改善の実証事例により、再び注目されつつある交通施策である。しかし、施策導入の大きな障壁となっているのが社会的受容性の問題であり、これは主に自動車利用に対する新たな課金に対する負担感と、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が要因であろう。そのため、より受容性の高い課金システムの考案や、より詳細で精緻な交通需要予測手法による施策導入評価を実施し、利害関係者との密な協議が肝要となる。

駐車デポジットシステム（以下、PDS）は、図6の通り、通常の課金システムに、課金対象エリアへの真の来訪者には駐車場利用や買い物で返金相当分を利用可能なデポジット制を組み込むことで、利用者は即時的に再分配効果（お得感）を認識できる。そのため、

コードン型やエリア型といった通常の課金システムよりも受容性（導入賛成率）が高くなることがアンケート調査結果から確認された（図7）。

また、PDS 導入時の交通状況として、本予測モデルを基本に課金システムを適切に表現できるように改良して適用した結果、名古屋市都心部を課金対象エリアと設定した場合、課金－返金の設定額により多少異なるが、PDS は対象エリアの来訪者数減少傾向を緩和し、通過交通排除により通常の課金システムと同程度の環境改善効果が得られることを確認した。

今後の課題は、課金収入の利用（再分配）は受容性を高めることが海外事例で確認されているため、課金収入再分配による施策群を導入した際の交通状況変化や効率性の評価、加えて、道路課金政策は所得逆進性など不公平問題を持つといわれるため、PDS 実施時の不公平問題などについて分析していく必要がある。

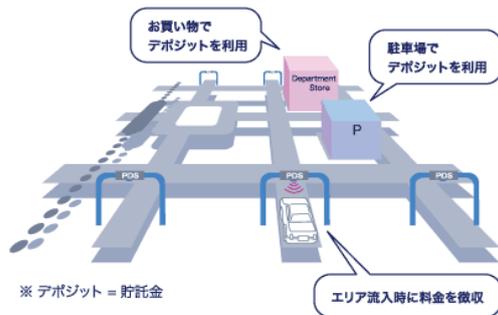


図6 PDS の概念図

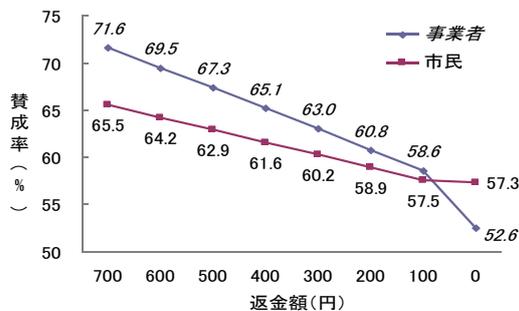


図7 PDS の導入賛成率

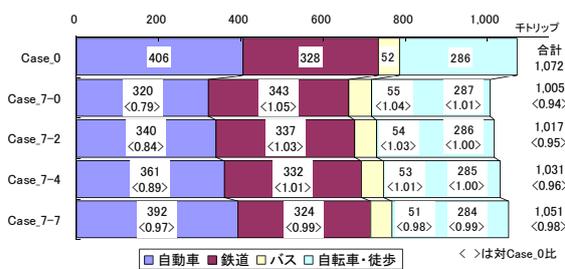


図8 自動車 OD 間所要時間の散布図

表1 自動車交通関連・環境関連指標の改善効果

	対象課金エリア 通過交通量	走行台キロ		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
700円課金 (0円返金)	-96.9%	-56.9%	-4.1%	-94.3%	-10.5%	-54.0%	-4.4%
700円課金 (400円返金)	-97.0%	-52.0%	-3.9%	-98.6%	-10.9%	-49.0%	-3.7%
700円課金 (700円返金)	-98.4%	-49.1%	-3.4%	-92.2%	-8.4%	-45.4%	-3.7%

表2 各種便益の算出結果

	利用者便益	CO ₂ 排出量	課金収入	運賃収入	合計
700円課金 (0円返金)	-56.61	0.20	73.43	4.32	21.34
700円課金 (400円返金)	-46.04	0.17	48.69	3.82	6.65
700円課金 (700円返金)	-31.43	0.17	25.12	3.36	-2.78

(3) LRT の導入評価

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、従来の来訪者数に加えて、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 に基づく本研究で改良した交通需要予測モデルを評価モデルとして適用した。

複数ケースの LRT 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り、地下鉄競合路線からの転換が多いと推計された（図9）。また、中心市街地内で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、短い間隔で設置された LRT 電停の乗降者も数千人いるため、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確認した。さらに、これまで困難であった中心市街地活性化に係る指標を算出し、LRT 導入が活性化に及ぼす影響を客観的に判断できることを示した（表3）。

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。

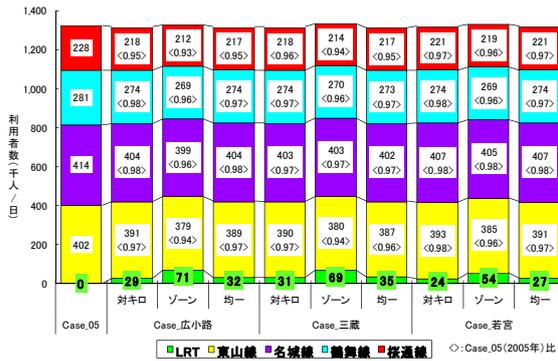


図9 ケース別路線別鉄道利用者数

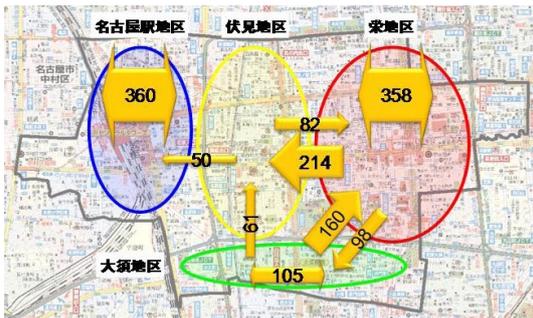


図10 中心市街地内移動量の増加

表3 時間的効果に関する指標の変化

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

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- 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, [査読有], Vol.65 No.4, 2009, pp.503-518
- 金森亮・山本俊行・森川高行, 駐車デポジットシステム (PDS) の効率性と公平性に関する分析, 都市計画論文集, [査読有], No.44-3, 2009, pp.115-120
- Kanamori, R.・Miwa, T.・Morikawa, T., Evaluation of Road Pricing Policy with Semi-Dynamic Combined Stochastic User Equilibrium Model, International Journal of ITS Research, [査読有], Vol.6 No.2, 2008, pp.67-77

[学会発表] (計3件)

- 金森亮・田中秀一・森川高行, 名古屋市における LRT の導入効果分析, 第39回土木計画学研究発表会, 2009年6月13

日, 徳島大学

- 金森亮・森川高行・三輪富生・左志, 時間帯別・統合均衡モデルによる走行距離型プライシングの導入評価, 第38回土木計画学研究発表会, 2008年11月2日, 和歌山大学
- 金森亮・三輪富生・山本俊行・森川高行, 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, 第37回土木計画学研究発表会, 2008年6月7日, 北海道大学

[図書] (計1件)

- 森川高行・金森亮・三輪富生, 東洋経済新報社, 道路投資の便益評価-理論と実践 (森地茂, 金本良嗣編) 第12章 TDM 施策に対する交通需要予測手法とロードプライシング代替案の評価, 2008年, pp.305-349

6. 研究組織

(1)研究代表者

金森 亮 (KANAMORI RYO)

東京大学・大学院工学系研究科・特任助教
研究者番号: 40509171