

今後の都市鉄道計画のための分析方法の提案

平成16年12月14日 運輸政策研究機構 大会議室

1. 講師———日比野直彦 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

2. コメンテーター——本多 均 (株) 三菱総合研究所社会システム研究本部長

3. 司会———森地 茂 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所長

■ 講演の概要

1—はじめに

現在、東京首都圏は東京駅を中心に半径約70kmに及び、その中に1,500以上の鉄道駅、250以上の乗換えターミナルが存在している。また、それらを結ぶ路線の総延長は2,000kmに達するほど鉄道ネットワークは高密度に整備されている。欧州諸国の首都圏と比較しても、ベルリン、パリ、ロンドン等を追い越し、世界で最も密な鉄道ネットワークとして発展を遂げている。このように世界でも他に類を見ない鉄道インフラを有することにより、鉄道利用者は短時間で広範囲の移動が可能となった。また、その移動経路も同一の発着地に対して複数の経路が存在しており、鉄道駅アクセス、ラインホール、乗換え、イグレス等の各々のLOSを考慮して最適と考えられる経路を選択可能となっている。しかしながら、戦後の約50年間という短期間で需要追従型整備であり、制約条件を事業採算性としたものであったため

に、前述のとおり短時間広範囲の移動は可能となったが、それが快適な移動にまでは至っていないのが現状である。

近年、経済状況の低迷、高齢社会の進展、価値観の多様化等を背景に、鉄道整備に関しても既存のインフラの有効活用による整備の効率性の向上や各種サービスの質的向上が求められるようになってきた。すなわち、高度成長から安定成長への変化に伴い、20世紀型の量的整備から既存のネットワークを活用した質的整備(混雑緩和、乗換え抵抗の軽減等の快適性重視の整備)へと視点が変化している。一方、自動車交通に目を向けると慢性的に激しい道路渋滞が発生しており、時間遅延だけでなく大気汚染、騒音、振動等の環境問題をも引き起こし、深刻な社会問題となっている。自動車交通の抑制に加え、鉄道利用の促進を図ることが重要視されている。特に、就業地の集中する都心部と居住地のある郊外部との移動には、定時制、輸送効率、エネルギー効率等の面から考えても鉄道が適している

ことから自動車交通と鉄道交通のバランスを考えた総合交通体系の整備が必要とされている。換言すれば、東京首都圏における交通計画の視点の変化を踏まえ、これらを取り出した計画を行なうべく、そのための分析方法・分析システムの提案、確立が必要不可欠であると言える。

2—都市鉄道計画支援システム

前述の背景を踏まえ、時代の変化に即した持続可能な交通社会を目指した計画を行なっていくかなくてはならないという立場から、特に、都市鉄道計画に焦点をあて、今後の計画に必要な分析方法・分析システムの開発がなされてきた。鉄道事業者だけでなく鉄道利用者、地方自治体、バス事業者等の視点をも取り入れ、鉄道駅アクセス環境整備や鉄道駅乗換え施設整備といった、いわばミクロな変化にも対応し得る精緻な分析を鉄道利用者の行動に焦点をあてることで可能にし、かつ説明責任を果たすべく分析結果を視覚的に表示可能な分析システムとして都市鉄道計画支援システムが開発されたのである。総合システムとして、各分析(サブシステム)の繋がりも確立したものの、それですべてが完成したわけではない。当然、そのシステムに内蔵されるサブシステムのブラッシュアップは必要であり、それがたいへん重要なものであることは言うまでもない。そこで、ここでは、「鉄道経路選択行動分析」および「鉄道ネットワー



コメンテーター：本多 均



講師：日比野直彦

ク配分分析」の2つの分析について説明する。

3—鉄道経路選択行動モデルの提案

高密度な鉄道ネットワークを有している地域では、同一の発着地に対して複数の経路が存在しており、その経路間に重複がある場合が数多く見られる。このような地域における鉄道経路選択分析には、選択肢の独立性が必ずしも保証されていないことから、選択肢集合の類似性を表現できる非IIA型経路選択モデルが適しているとされている。非IIA型経路選択モデルとして、構造化プロビットモデル、Mixed Logitモデル、C-Logitモデル、Path-Size Logitモデル、Link-Nested Logitモデル等のモデルが20世紀の後半に提案されており、それらを体系的にまとめた論文も既に発表されている。しかしながら、これらのモデルを実際に適用するには、幾つかの問題点が残っている。その代表的なものとして、同一のデータを使用しているにもかかわらず、適用するモデルや代替経路の設定方法によって、その分析結果が異なることが挙げられる。これについては、各モデルの推定特性を比較した研究や選択肢集合の設定方法を検討した研究がなされ、それらの特性の一端は示されつつあるものの、如何なるケースでどのモデルを適用すべきかといった適用条件については検討が未熟であり、実適用に向けては、さらなる検討が必要であると言わざるを得ない。

また、鉄道整備に関しても既存インフラの有効活用による効率性の向上や各種サービスの質的向上が求められるようになってきており、近年、これに対応して様々な施策が考えられている。これらの施策を評価する上では、ミクロな変化に対応してその整備効果を計測可能な分析が必要である。換言すれば、鉄道需要やネットワークフローの変化を予測

する際に適用する経路選択モデルは、今まで以上に正確に現象を表現できるものでなくてはならない。それゆえに、前述の問題点であるモデルの違いにより生ずる分析結果の差についてさらに考察をし、各モデルの特性の把握を試みることは、予測精度を向上させ、正しく施策を評価するためにも極めて重要なことである。

そこで、既存の非IIA型経路選択モデルのうち、高密度な鉄道ネットワークに対して過去に適用事例があった、もしくは、現在適用が検討されている構造化プロビットモデル、Mixed Logitモデル、C-Logitモデルの3モデルを取り上げ、その特性を明らかにし、新たなモデルを提案する。

3.1 各モデルの概要

構造化プロビットモデルは、Multinomial Probitモデルの効用関数の誤差項を構造化することにより、経路の重複距離を用いて選択肢の類似性を表現することが可能なモデルである。式(1)～(5)に基本式を示す。ここで、選択肢*i*に関して、*U_i*は効用、*V_i*は確定効用、 ε^1 は単位長さ当たり発生する誤差、 ε^0 は選択肢固有の誤差、*P_i*は選択確率、*R*は総経路数、 σ_1^2 は単位長さ当たり発生する誤差分散、 σ_0^2 は選択肢固有の誤差分散、*L*は経路長、*L_{ij}*は経路*i*と経路*j*の重複経路長である。なお、選択肢が4肢以上になると、パラメータ推定にシミュレーション法を用いた近似計算を行なう必要がある。

$$U_i = V_i + [\varepsilon_i^1 + \varepsilon_i^0] \quad (1)$$

$$\Phi(\varepsilon) = (2\pi)^{-\frac{j}{2}} |\sigma|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \varepsilon \sigma^{-1} \varepsilon^T\right) \quad (2)$$

$$P_i = \int_{\varepsilon_i^1=-\infty}^{\varepsilon_i^1=V_i-V_j} \cdots \int_{\varepsilon_i^j=-\infty}^{\varepsilon_i^j=V_i-V_j} \cdots \int_{\varepsilon_j^1=-\infty}^{\varepsilon_j^1=V_i-V_j} \Phi(\varepsilon) d\varepsilon_j \cdots d\varepsilon_1 \quad (3)$$

$$\eta = \sigma_1^2 / \sigma_0^2 \quad (4)$$

$$\sigma_p = \sigma_0^2 \begin{pmatrix} L_1\eta+1 & L_{12}\eta & \cdots & L_{1j}\eta \\ L_{12}\eta & L_2\eta+1 & \cdots & L_{2j}\eta \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_{1j}\eta & L_{2j}\eta & \cdots & L_j\eta+1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Mixed Logitモデルは、Error Components Logitモデルを発展させたモデルに位置づけられ、Multinomial Logitモデルの効用関数の誤差項を平均0の正規確率分布に従う誤差 ξ_i と選択肢、個人間で相互独立するGumbel分布 (IID Gumbel分布) に従う誤差 ε_i に分離するモデルである。式(6)～(8)に基本式を示す。ここで、選択肢*i*に関して、*P_i*は選択確率、*f*(ξ | Ω) は ξ の確率密度関数である。式(6)の ξ_i を*N*(0, ω^2)に従う確率変数ベクトル μ と選択肢に関する特性ベクトル z_i に分離したものが式(9)である。なお、パラメータ推定には、確率変動成分に対してシミュレーション法を用いる必要がある。

$$U_i = V_i + [\xi_i + \varepsilon_i] \quad (6)$$

$$P_i = \int \Psi_i(\xi) f(\xi | \Omega) d\xi \quad (7)$$

$$\Psi_i(\xi) = \frac{\exp(V_i + \xi_i)}{\sum_j \exp(V_j + \xi_j)} \quad (8)$$

$$U_i = V_i + [\mu z_i + \varepsilon_i] \quad (9)$$

$$\lambda = 6\omega^2 / \pi^2 \quad (10)$$

$$\sigma_m = \frac{\pi^2}{6} \begin{pmatrix} L_1\lambda+1 & L_{12}\lambda & \cdots & L_{1j}\lambda \\ L_{12}\lambda & L_2\lambda+1 & \cdots & L_{2j}\lambda \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_{1j}\lambda & L_{2j}\lambda & \cdots & L_j\lambda+1 \end{pmatrix} \quad (11)$$

C-Logitモデルは、誤差項の構造化により重複を表現する構造化プロビットモデル、Mixed Logitモデルとは異なり、Multinomial Logitモデルの確定項にCommonality Factorと名づけられた変数*CF_i*を入れることで、類似性を表現するモデルである。IIA特性により重複経路を含む選択肢が過剰推計される問題に対して確定項*CF_i*により、当該経

路の効用を経路長に対する重複長の値を基準に低く推計するようにしたものである。ゆえに、Multinomial Logitモデルのプログラムを用いて、パラメータ推定を行なうことが可能である。式(12)～(14)に基本式を示す。ここで、 β は重複を表現するパラメータ、 γ は定数である。Cascettaらは、モデル提案の際にC-LogitモデルとMultinomial Probitモデルの推計結果を比較し、Multinomial Probitモデルに近似するよう γ を「often 1 or 2」としている。

$$U_i = V_i - CF_i + \varepsilon_i \quad (12)$$

$$P_i = \frac{\exp(V_i - CF_i)}{\sum_j \exp(V_j - CF_j)} \quad (13)$$

$$CF_i = \beta \ln \sum_j \left(L_{ij} / \sqrt{L_i L_j} \right)^\gamma \quad (14)$$

3.2 各モデルの位置づけ

構造化プロビットモデル、Mixed Logitモデル、C-Logitモデルは、前述のとおり3モデルとも経路重複を考慮できる式形ではあるが、発展経緯の差からその性質は大きく異なるものである。それらを踏まえ、理論性および操作性の観点から各モデルの位置づけを行なう。

構造化プロビットモデルは、誤差項を完全に正規分布に仮定していることから、誤差項をIID Gumbel分布に仮定しているLogitモデルよりも、誤差項の展開に関して一般性が高く、理論的に優れたモデルと位置づけられる。C-Logitモデルは、シミュレーション法を用いることなく、パラメータ推定やネットワーク配分計算ができるといった利点を有したモデルである。ad hocなモデルではあるが、操作性に関しては非常に優れており、実用的なモデルと位置づけられる。Mixed Logitモデルは、「全てのランダム効用モデルを近似できる」と記されているように、極めて柔軟

に誤差構造を表現し得る離散選択モデルである。それゆえに、経路選択においても既に適用が考えられており、Probitモデルに高い精度で近似可能であることも示されている。しかしながら、操作性に関しては、シミュレーション法を用いる必要があることからC-Logitモデルには及ばず、理論性および操作性の観点からは3モデルの中間に位置づけられる。

これらのモデルを高密度なネットワークへ適用するために、幾つかの方法が考えられる。例えば、①シミュレーション法を改良して構造化プロビットモデルおよびMixed Logitモデルの操作性を上げる方法、②各モデルを適用してパラメータを推定し、ネットワーク配分計算等には、条件に応じて推定パラメータを使い分ける方法、③操作性に優れたC-Logitモデルの適用条件を明らかにする方法等が挙げられる。

①の方法に関しては、乱数発生数を減少させ推定速度を向上させるためにGHK法を構造化プロビットモデルに適用することや、推定精度を向上させるために乱数の生成にHalton法を適用すること等のシミュレーション法の改良の試みは既に見られるものの、推定速度においてはLogitモデルに及ばないのが現状であり、実適用に向けては、さらなる改良が必要であろう。②の方法に関しても既に試みはされており、東京首都圏を対象とした鉄道ネットワーク配分において、構造化プロビットモデルとMultinomial Logitモデルを併用することにより計算時間の短縮を図る方法が採られている。しかしながら、先に述べたとおり、今後必要とされるミクロな変化に対応し得る詳細かつ高精度の分析には、非IIA型の構造化プロビットモデルを適用し、重複の影響を考慮すべき路線が増えるのは必定であり、この方法も十分とは言い難い。③の方法に関しては、C-Logitの適用条件を明らかに

した研究はなく、試みはされていないが、コンピュータハードウェアおよびシミュレーション法の飛躍的な発展によりProbitモデルの操作性が向上するまでの代替方法に、さらには今後の新たな分析方法になり得るものであると考える。現段階において高密度な鉄道ネットワークへの実適用を考えるならば、操作性の高いC-Logitの適用条件を明確にし、その推定精度を議論していくことは必要である。

3.3 C*-Logitモデルの提案

3モデルの特性比較分析を通して、「各モデルの重複を表現するパラメータの間には相関関係が見られ、それには重複率 d_{ij} が影響している」、「C-Logitモデルは、同重複率・異所要時間の差を正しく表現できない」等の知見が得られた。そこで、C-Logitモデルの操作性の良さを損なうことなく、この問題点を克服し、実適用できるような式(12)の CF_i を以下のように構造化したものがC*-Logitモデルである。紙面の都合上、詳しい説明は参考・引用文献に譲り、ここでは、その式形のみを示す。

$$U_i = V_i - CF_i^* + \varepsilon_i \quad (15)$$

$$P_i = \frac{\exp(V_i - CF_i^*)}{\sum_j \exp(V_j - CF_j^*)} \quad (16)$$

$$d_{ij} = L_{ij} / \sqrt{L_i L_j} \quad (17)$$

$$CF_i^* = \beta^* \ln \sum_j (d_{ij})^{\gamma_j^*} \quad (18)$$

$$(0 \leq \beta^* \leq 1, \gamma_j^* > 0)$$

$$\gamma_j^* = \frac{1}{10} (\exp(d_{ij}) - 1) (\beta^* - 1) (\sqrt{T_i T_j} - T_0) + \gamma' \quad (19)$$

$$\gamma' = \exp(-\exp(\theta)) + 1 \quad (20)$$

4 鉄道ネットワーク配分システムの開発

交通ネットワーク上での交通量配分問題は、交通ネットワーク、OD交通量、効用関数と与件とし、フローの保存条件を

満足させながら現実のネットワークフローを再現するような各経路の交通量を見出すことである。したがって、すべてのODペア別の交通量をいかなるルールに基づいて利用可能経路に負荷していくかが重要であり、結果として得られるネットワークフローは人の経路選択行動規範に基づいている必要がある。このため、あらかじめ設定される与件は、人の経路選択行動規範を再現するに十分な機能を有していなければならない。また、人の経路選択行動規範とその選択行動の結果に生じるフローパターンを再現させるためのネットワークへの交通量の負荷方法として均衡の概念が用いられている。交通ネットワーク分析における均衡概念の必要性は、リンク抵抗がリンク交通量に依存するということから生じる。

ここでは、首都圏鉄道ネットワークを対象とした交通量配分分析を行なう際に与件とする交通ネットワーク、OD交通量、効用関数を設定し、鉄道ネットワーク配分システムの開発を試みている。具体的には、C*-Logitモデルを既存の鉄道ネットワークに実適用することによって、乗換え行動、経路の重複を考慮したODベースの確率的均衡配分システムを開発し、現状のネットワークフローを高い精度で再現している。

また、今後の鉄道整備においては、大規模開発は困難であり、限られた財源の中で効率的かつ重点的な整備をする必要がある。交通バリアフリー法の施行により着目されている乗換え駅整備は、比較的廉価な投資で、駅自体の利便性向上だけではなく、ネットワーク全体のフローに影響を与えることが可能であり、今後の鉄道整備において、有効な一手段であると考えられる。そこで、ケーススタディーとして、乗換え駅整備に焦点をあて、鉄道利用者の乗換え抵抗を変化させる整備を行なうことにより、その整備効果を分析した。これ

らを通して、今後考え得る財務制約、空間制約下での鉄道整備計画を検討する際の一つの道を提示し、また、提案したモデルおよびネットワーク配分システムの有効性を示した。

5—おわりに

既存の非IIA型経路選択モデルの問題点を改良し、新たにC*-Logitモデルを提案したこと、また、C*-Logitモデルを適用したODベースの確率的均衡配分システムを開発したことが、本分析の成果である。また、これら2つのサブシステムを内蔵した都市鉄道計画支援システムを開発したことおよびその適用可能性を示したことは、今後の都市鉄道計画に対して、① 鉄道利用者の個人単位の交通行動を考慮した計画を可能にした点、② 鉄道トリップを真の出発地から真の目的地と捉えることを可能とし、ラインホールだけでなく鉄道駅アクセス、イグレスにおけるLOSをも考慮した計画を可能にした点、③ 鉄道事業者に加え、鉄道利用者、地方自治体、バス事業者等の鉄道整備に関連する主体の視点を持った計画を可能にした点の3点に貢献があったと結論付ける。以上を通し、今後要請される都市鉄道計画に対して、都市鉄道計画支援システムを、鉄道事業者のみならず地方自治体をはじめとする関連主体が適用することにより、より快適で使いやすい鉄道を実現するための持続可能な整備に向けた都市鉄道計画へと進んでいくことを期待する。

■ コメントの概要

1—研究の特徴

本研究は、高密度に整備された都市鉄道網の有効活用に向けた施策とその評価方法を提案したものである。本研究の一番の特徴は、ドア・ツー・ドアサービスを意識し、鉄道利用者の交通

行動に焦点をあて、100mメッシュを分析単位とした都市鉄道計画支援システムを開発している点にある。また、乗換え環境(階段上り、階段下り、列車待ち等)や鉄道駅アクセス環境に関するLOSデータの整備、分析ネットワークにおけるノード、リンクの設定方法等にも工夫が見られる。さらに、混雑度に応じた乗換え時間推計システムが内蔵されている点、GISやCGを駆使することにより、代替案の検討を容易にし、説明責任を果たすことに大きく寄与している点、事業者が内部の議論においても利用できる点等がこのシステムの特徴と言えるであろう。

本研究で提案された鉄道経路選択モデル(C*-Logitモデル)は、経路の類似性(重複度)を考慮しているにもかかわらず、操作性の高い実用的なモデルである。また、アクセス環境、乗換え駅環境(上下・水平移動抵抗、バリアフリー、ユニバーサル・デザイン等)、駅や列車内の混雑等をも評価できるようになっている。さらに、本研究ではこのモデルを適用した確率的均衡配分システムを提案している。このシステムの利用により、駅改良事業等の評価はもちろんのこと、鉄道サービス改善方策を検討するためのマーケティング調査への応用が期待できる。また、利用者の置かれている環境・負荷によって大きく異なる時間評価値が、それぞれ推計可能である。

2—都市鉄道サービスの今後について

2.1 現状

私見を述べる前に、人口構成の動向に焦点をあて、高齢者、女性就業者を対象として(コメンテーターらが)実施した「都市鉄道アンケート」の概要を説明する。将来人口推計からも判断できるとおり、今後、高齢者や女性の就業率がさらに高くなる。すなわち、彼らが何処に住み、従業地が何処にあるかによって、都市鉄道の利用が大きく異なること

が容易に予想される。そこで、高齢者、女性就業者を対象としてインターネットアンケートを行った(1,000票)。被験者の勤務先は山手線内で、居住地は都心10区を除く1都3県とした。また、被験者の性別、年齢に関して、男性を40歳以上、女性を年齢制限なしで実施した結果、30歳代が中心となった。

アンケートの集計結果より、勤務日数が週5日以内のサンプルが13%、退社時間が20時以降のサンプルが18%、17時以前のサンプルが13%であり、勤務形態は様々であった。経路選択理由は、「所要時間が短い」、「乗換えがない」という回答が多く見られた。一方、通勤途上の負担感は、「乗車中の時間の長さ」より「家から駅までの移動」、「車内で座れないこと」が大きいことが確認された。また、往路と復路が異なるサンプルが約50%存在した。異なる理由は、「途中で買い物をする」、「仕事先から帰る」からであり、鉄道サービス関連では「座れるから」等であった。このことから「座れる」ことの重要性が見受けられる。6ヶ月定期を持っているサンプルは50%弱であった。これはスイカ、プリペイドカードの普及が影響している。さらに、就業形態が変われば、これらに直接的な影響が出ると考えられる。

2.2 今後、期待されるサービス改善

通常、所要時間を短縮することを考えるが、「5分の時間短縮よりも望まれるサービス改善は何か？」を質問した。第一に挙げられるのが「必ず座れること」であった。次いで「乗換えなく目的地に行けること」、「駅構内で上下、水平移動が楽になること」であった。これらに関しては、本研究で提案されているモデルにも対応している。また、着席に対して、60分以上通勤しているサンプルは、5分程度待っても良いと考えていることが確認できた。なお、30分以下の人も同様であった。支払意思額に関しては、

100円程度ならば、50%以上のサンプルが払っても良いと考えていることが見受けられた。長距離の通勤の方が支払意思額が高く、少し待っても座って行きたい願望が強いという傾向が見られた。

2.3 まとめ

高齢化、女性の社会参加、あるいはその就業を支える観点から、鉄道サービスを高質化していかなければならない。例えば、着席可能性の向上や途中駅での始発列車、接続情報の提供である。「何々駅発の5分後には始発列車がある」という情報は現在ないが、例えば高齢者がそれを知れば、乗換えて座っていく選択もできるという意味で、こうした情報提供も必要ではないかと思われる。

乗継利便性の改善、例えば相互直通運転、同一ホーム乗換え、上下移動対策等も重要である。先ほど、講師から時間評価値は上りの方が高いという報告があった。確かに、エスカレーターの上りは肉体的負担感を軽減するが、高齢者、荷物を持つ人、妊婦にとっての安全面では、下りの方が必要な場合もある。また、駅舎、車両内犯罪の防止も重要である。これらは費用がかかるものだが、条件を整えば料金を払う人がかなりいる。

続いて、就業する高齢者、女性・共稼ぎ世帯等の住み替え需要を対象とした鉄道沿線・駅周辺への回帰施策の展開である。日常生活動線にある駅空間、駅周辺環境の生活利便性の改善、すなわち連続立体交差化等を契機とした駅舎リニューアル・高度利用、駅広整備、駅周辺再開発が順次行われているのは大いに結構だが、それらがより一層早く行なわれることを希望する。

全国の人口が減る。首都圏の人口が減る。したがって、「鉄道需要が減る」といった傾向はマクロ的には言えるかも知れない。だが、就業構造の変化や生

活スタイルの変化、例えば、駅から2km離れた地点に居住する人が駅の徒歩圏に住んだ場合等を考えると、全てが悲観的な話ではない。住み替え需要を何処に持っていか、沿線情報は、通常、山手線から何分、急行で何分、運行頻度等であるが、例えば、始発駅を示す、混雑度を示す、女性専用車両を設けている等の鉄道サービスをもっとPRすべきではないか。

3— おわりに(質問)

本研究に対して4つの質問がある。1つ目は、混雑度、着席可能性に関する評価のあり方についてである。これらに関して高齢者、女性等の個人属性による違いの検討をしているのか？また、同じ混雑度でも乗車中時間が長くなるほど指数関数的に負担感が増すのではないか？2つ目は、乗継利便性、料金抵抗等に関するICカードの影響はどの程度か？3つ目は、駅周辺等における日常生活サービス施設の集積度の経路選択への影響は如何ほどか？さらに、その影響をモデルへ反映することは可能か？最後は、開発された都市鉄道計画システムを、住替え需要の推計や居住地選択行動分析への適用は可能か？以上についてご意見をお聞きたい。

■ 質疑応答

A 1つ目の高齢者、女性等個人属性による違いの検討であるが、当機構の調査室において既に行なわれており、性年齢別のデータがあれば経路選択モデルに反映することは可能である。また、乗車時間と負担との関係は、直線的に変化するのか指数的に変化するのか等未だ明らかになっておらず、実際にどうなっているのかは調べてみないとわからない。

2つ目のICカードによる乗換え抵抗への影響は、既往論文によるとあまり

影響がないと示されている。

3つ目に関しては重要であると考えられる。本研究で使用したデータは、ある1日の通勤・通学のトリップデータである。このデータでは影響を測ることは困難であるが、例えば、1週間、1ヶ月単位でデータを収集し、アクティビティ、トリップチェーン等で考えた場合には可能である。調査自体を変え、それらのデータを基にモデルを構築すれば、現在の枠組みの中でも分析可能である。駅周辺に関しては、特に私事目的は大きく影響すると思われる、今後の調査では重要であろう。

4つ目に関して、住み替え行動を、上述の都市鉄道の枠組みで説明することは難しいと思われる。むしろ、鉄道の利便性は、住み替え行動についての制約条件になる場合も多いのではないか。ここで提案したような都市鉄道計画のシステムに人口移動モデルを組み合わせてより、分析可能になるとは考えられる。

Q 鉄道事業者にとって収入が増えないバリアフリーのような事業への投資は、積極的に行われたい。このモデルで用いることにより、バリアフリー施設の改善による収入改善効果がわかるのか？また、時間、運賃以外の

要素を入れているのか？

A バリアフリーの影響については推計可能である。しかしながら、その効果はたいへん小さいものと予想される。時間運賃以外の要素も当然考慮している。例えば、混雑や乗換えを考慮している。

Q 通勤定期が会社から支給される程度を知っているか？昔、1ヶ月定期は通勤時間ではなく一番安い定期が支給された。また現物支給かどうか？これらは会社によって違っているのではないか？

A 本研究で使用しているデータは、着地ベース（事業所にアンケートを配布・回収）の調査の実施により得ている。その際に、定期券の利用状況（会社からの支給額、方法等を含む）も質問している。また、実際にその経路で移動しているのかも聞いている。その結果より、多くの企業では最安経路の定期券代を支給しており、利用者は必ずしもその経路を利用している訳ではないことを確認している。

Q 小さな鉄道会社を経営しているが、東京方面行きと帰りの乗客数が違う。路線に飲み屋がなく、近くにJR線があるが、その影響か？時間帯による「座りたい」という願望は同じか？

A 帰りを考えたら、ICカード、プリペイドカードを持ち、その自由度が高い方が良い。私は西武線に住んでいるが、朝と夜の行動形態が違う。夜はJRの方が快適な場合がある。深夜バスの利用者は着席の要因もあるのだろう。夜、間引き運転しているところで、少し運賃を上げても、場合によっては運行本数を増やすことが支持されるかもしれない。

A 先ほど、将来高齢者や働く女性が増えた場合の話があったが、基本的には交通のモデルは長期の需要予測をするために開発されてきた。長期での変化を考えた場合、性年齢別といったように層をあまりにも細かくすると、どんな層の人が将来どれだけいるのか、それ自体が予測できないため、余り意味がないと思われる。ここでの質問に対しては、今利用している人がそのまま対象となるように、短期的な変化を扱うものなので、マーケティングのような様々な分析ができるだろう。

参考・引用文献

日比野、兵藤、内山 [2004] 高密度な鉄道ネットワークへの実適用に向けた非IIA型経路選択モデルの特性分析 “一改良型C-Logitモデルの提案—”, “土木学会論文集 No.765/” IV-64, pp.131-142