

論文の内容の要旨

論文題目 統合モビリティサービスの計画・設計手法に関する研究
—主体間の相互関係を考慮した分析手法の提案と適用—

氏 名 藤垣 洋平

本研究では、統合モビリティサービスの計画・設計を、特に主体間の相互関係を考慮しつつ実施するための枠組みや考え方を提案した。

日本では20世紀の後半に自家用車が普及する一方で、路線バスなどの地域公共交通は多くの地域で衰退を経験してきた。近年、高齢者の運転の危険性が問題視され、免許の返納を促す取り組みが行われているが、自主的な返納の意向や返納後の生活満足度には、自家用車がなくても自由な移動ができる交通サービスの存在が大きく影響することが指摘されており、利便性の高い交通サービスの整備が望まれている。

一方で21世紀に入り、情報通信技術を活用した柔軟性の高い新しい交通サービスや、公共交通の利便性向上策が次々に登場している。新しい交通サービスとしては、ドア・トゥ・ドアの移動を提供しつつ乗合により効率を高めることができる、乗合タクシーやオンデマンドバスなどとも呼ばれるDemand Responsive Transport (DRT) の配車システムの高度化が進み、様々な地域で導入が進みつつある。短時間から自動車や自転車を借りることができるカーシェアリングや自転車シェアリングも、近年急速に普及しつつある。公共交通の利便性向上策としては、経路検索サービスや、バスや列車のリアルタイム位置情報を案内するサービスが登場している。

これらの新しいサービスと既存の公共交通を適材適所で使い分けることにより、自家用車の保有と運転に頼らずとも自由な移動を実現できる、統合的な交通サービスを目指す考え方が、2010年代後半に入り急速に注目を集めている。本研究ではそれらのサービスを「統合モビリティサービス」として定義した上で、その計画・設計手法を提案した。なお本研究では、「統合モビリティサービス (Integrated Mobility Service、略称IMS)」

を「鉄道、バス、タクシー、DRTやカーシェアリング等の個別に提供されていた交通サービスを、一つのアカウントや窓口で一体的に決済できる料金体系のもとで、単一の時刻・経路検索及び予約手配システムを通して利用者に提供するサービス」と定義している。

IMSは、交通サービスの供給者側の構造を変化させる考え方であり、さらにそれが利用者側の意思決定を変容させる可能性がある。そのため、計画・設計にあたっては、サービスに関わる主体間の相互関係に起因する様々な問題に対応する必要がある。まず一般的に、IMSでは供給者側で料金や車両数などのサービス変数を設定する必要があり、それらの設定が利用者数や採算性に大きく影響すると考えられるが、IMSにおける利用者数やサービス状況と供給者が設定するサービス水準の関係を的確に分析するための枠組みは十分に確立されていない。また、東京都市圏などの大都市圏では、事業者数や路線数が多く、全域での統合には膨大な労力が必要である。そのため、特に初期の計画・設計においては、統合の対象になる事業者数を絞ることが現実的であるが、同時に利用者の日常生活を十分にカバーできるように、対象地域とサービスを設定することが望ましい。さらに、IMSにより利便性の高いサービスを特定の地域で実現することは、居住地分布などの地域の空間構造にも影響を与えうることから、地域の空間構造に与える影響を考慮した上で料金などのサービスの内容や水準を検討することが望ましい。

以上の背景と課題認識のもとで、本研究は統合モビリティサービスを対象として、サービスに関わる主体間の定量的・空間的な相互関係に着目した計画・設計手法を提案するとともに、利用意向調査データを用いて提案手法の活用可能性を示すことを目的とした。具体的には、以下の4点を目的とした。

- (1) IMSを対象にした利用者 と 供給者の相互作用を体系的に分析するための枠組み **Multi-Cycle Model**を提案すること
- (2) 大都市圏向けの導入手法として、対象事業者数を限定できるサービス構成方法である **Metro-MaaS**を提案し、需要の特性を評価すること
- (3) **Multi-Cycle Model**を活用し、**Metro-MaaS**の考え方に沿ったサービスの漸進的導入手法の評価を行うこと
- (4) 居住地分布や施設配置などの地域の空間構造が**Metro-MaaS**の効率性に与える影響を評価するとともに、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化して施策検討に用いることを目的とした**Metro-MaaS**の地区別費用算出手法を提案すること

本論文の第3章が目的の(1)に、第4章が(2)に、第5章が(3)に、そして第6章が(4)に、それぞれ対応した内容となっている。以下に、各章の要旨を述べる。

まず第1章では、背景として情報通信技術を活用した柔軟性の高い新しいモビリティサービスや公共交通の利便性向上策等について概説した上で、研究の目的と全体構成を示した。

第2章では、IMSに内包される、または関係する既存概念やサービスと、交通サービ

スにおける利用者側と供給者側の相互作用、特にポジティブフィードバックを対象にした分析手法に関する既存研究を整理し、本研究で対象とする IMS におけるフィードバックの特徴を示した。

第3章では、統合モビリティサービスを対象にした体系的な分析の枠組みとして、**Multi-Cycle Model**を提案し、その構造を示すとともに、実装方法について論じた。**Multi-Cycle Model** は、相互作用の循環を表す複数のCycleから構成された体系である。それぞれのCycleには発端となる利用者または供給者の意思決定があり、その意思決定が交通サービスの運行状況や市場、他の経験などに影響を与える。そして、発端となった意思決定に用いる変数が変化することで、次の時点における意思決定にフィードバックされる、という相互作用が発生する。均衡状態になるまでこの相互作用が続くために、**Cycle**という表現を用いている。

第4章では、大都市圏向けの導入手法として、対象事業者数を限定できるサービス構成方法を提案するとともに、その需要特性を明らかにした。東京などの大都市圏の、特に郊外部において、対象範囲を限定するための考え方として、**Metro-MaaS**を提案した。**Metro-MaaS**の基本形は、「自宅周辺の生活圏（概ね2～3km程度）をカバーできる交通サービス」と「自宅最寄り駅からの鉄道」を組み合わせたものである。また、東京都市圏居住者を対象にしたWebアンケート調査をもとに、**Metro-MaaS**の需要特性を明らかにした。調査結果の分析から、消極的な運転者層だと推察される、「運転に対して少し不安がある人」、「駅から自宅までの徒歩の所要時間が20分以上の人」、「自家用車を2台保有している人」などが、サービスを利用したいと考える傾向があることを示した。

第5章では、提案した分析の枠組みである**Multi-Cycle Model**を活用し、**Metro-MaaS**の考え方に沿ったサービスの漸進的導入手法の評価を実施した。対象地域は、岐阜県多治見市の住宅地である脇之島町とした。利用者側の意思決定モデルに関しては、居住者を対象にした調査の結果を用いた。また、投入車両数と利用状況の相互作用については、エージェントベースシミュレーションを用いて計測した結果を用いた。評価対象とした「漸進的導入策」とは、利用者の反応が不確実である状況下において、初期の料金とサービス内容から利用状況を踏まえて段階的にサービスを変化させていく方策を指す。分析を通して、現状のタクシー料金をもとにした料金設定で採算が取れなくても、より安い金額から始めることで好循環に入れる状況が存在しうる可能性を示すとともに、車両数、料金の2変数を改定する漸進的導入策の有効性を、**Multi-Cycle Model**で確認する方法を示した。

第6章では、地域の空間構造が**Metro-MaaS**の運営コストに与える影響を明らかにするとともに、地区単位でのサービス提供コスト差を定量化して施策検討に用いることを目的とした**Metro-MaaS**の地区別費用算出手法を提案した。まず、居住地や目的地の分布が**Metro-MaaS**の運営の効率性に与える影響を、都市圏郊外を想定しつつ単純化した空間構成とトリップ分布を仮定したシミュレーションによって評価し、居住地や目的地となる

施設が集約されている方がMetro-MaaSの運営効率が高まることを示した。続いて、定額制のMetro-MaaSの地区別費用を同一の運行系統下にある地域内でも算出可能な手法を提案し、先述のシミュレーション結果を用いて、地区別費用を算出する手順を示した。

最後に、第7章で研究全体を総括するとともに、本研究の限界と今後の課題について論じた。

本研究では、IMSの利用者と供給者の相互作用を体系的に分析するための枠組みと、大都市圏へのIMS導入を可能にする手法を提案した。また、多治見市を対象にした分析からは漸進的な導入策を評価する方法を提示することができ、さらに地域の空間構造を考慮した分析では居住地や目的地施設の分布がMetro-MaaS提供費用に影響を及ぼす可能性を示すとともに、同一の運行系統下にある地域内で地区別費用を算出する方法を示した。以上の提案手法および分析結果は、IMSの計画・設計やサービス内容の調整にあたって、多様な主体間の相互作用や地域の空間構造への影響に配慮した検討を行う際の一助となると結論付けられる。