

## 審査の結果の要旨

ばじゅわ しやます うる いすらむ

論文提出者氏名 **Bajwa Shamas Ul Islam**

本研究は、渋滞したネットワークにおける経路選択と出発時刻選択を同時に考慮した動的ネットワーク解析について、利用者均衡原理に基づく理論研究と実用研究を行ったものである。特に、経路選択だけでなく、モード選択と出発時刻選択を同時に考慮すること、渋滞の延伸を考慮できる **Physical Queue** を考慮する、という2点について理論的な新たな展開を行っている。さらに、実際の利用者のモードと出発時刻の同時選択行動モデルを、首都圏利用者へのアンケート調査に基づいて構築し、一般ネットワークにおける確率均衡原理に基づいた動的配分のヒューリスティックなアルゴリズムを提案している。

利用者均衡原理に基づいたこれまでの動的ネットワーク解析は、**One-to-Many**（あるいは **Many-to-One**）の OD パターンに限られていること、かつ渋滞の延伸が扱えない **Point Queue** を扱ったものがほとんどであった。**Many-to-Many** の OD パターンや、**Physical Queue** を扱っているモデルもいくつか提案されてはいるものの、リンクコストと渋滞待ち行列との関係が希薄であるなどの理論的問題が指摘されており、理論的には未知な領域が多い。

本研究では、このような現状に対して、以下のような興味深い理論展開を行っている。

(1) 経路選択のみを考慮した **One-to-Many OD** における **Physical Queue** の理論展開については、出発時刻によって問題を分解できるという **Point Queue** における研究成果に基づいて、**Physical Queue** を扱う場合についても同様の分解が可能であることを示している。動的な問題の分解は効率的に解を得るために、きわめて有用な知見である。

(2) 経路と出発時刻の同時選択を考慮した **Many-to-One OD** で複数ボトルネックを持つネットワークについて、**Physical Queue** の理論展開を行っている。まず、**Point Queue** における解析について、これまでの研究成果を整理し、複数ボトルネックを持つ各種のネットワ

ークについて、目的地への希望到着時刻による問題の分解可能の条件を整理している。次に、Physical Queue への拡張を行い、複数ボトルネックを持つネットワークについて、同様に希望到着時刻についての問題の分解可能性について論じている。

これらの理論研究の成果は、これまでの動的ネットワーク解析の課題を簡潔に整理するとともに、より一般性のあるモデルへの拡張に対して、きわめて有用な知見を与えるものとして、高く評価できる。

以上の成果は、決定論的な選択行動モデルに関するものであったが、より一般的な Many-to-Many OD を持つネットワークへの適用については、確率的利用者均衡原理に基づいたヒューリスティックなアルゴリズムを提案している。まず、首都圏に居住する約 250 人についてモード選択と出発時刻選択に関するアンケート調査を行い、Multinomial Logit、Nested Logit、Cross-Nested Logit、Random Coefficient Logit、Error Component Logit など最新の研究成果に基づいたいくつかのモデル構築を行い、各モデルの特質を明らかにしており、学術的にきわめて興味深い成果を得ている。

また、一般ネットワークを対象とした解法アルゴリズムについては、既存研究で提案されている One-to-One OD に適用できるアルゴリズムを Many-to-Many OD にも適用できるように拡張し、簡単な仮想ネットワークを用いてアルゴリズムの実用性について検証を行っている。その結果、提案アルゴリズムは交通状態初期値に依存することなく、モデルパラメータの広い範囲で収束するものの、収束の速さは、初期値およびモデルパラメータ値に依存することを明らかにしている。

以上のように、本研究は、理論的にきわめて難解な動的利用者均衡配分に関して、理論的な進展を見せており、今後のこの分野の理論展開に対して学術的にきわめて有用な知見を与えているものと高く評価できる。また、確率的な均衡配分についても実用的な選択行動モデルと解法アルゴリズムを提案しており、実務的にも有用性が認められる。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。