

京都大学	博士（工学）	氏名	内山 直浩
論文題目	試行錯誤型学習による所要時間変動を考慮した貨物車の経路選択に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、実データを用いて物流事業者が実施している余裕時間設定行動や経路選択行動を把握・分析するとともに、過去の経験に基づいて、日常の所要時間変動や交通事故などの突発事象の影響を考慮するという、実際に物流事業者が実施している行動を記述する経路選択モデルを構築することを目的に研究した成果についてまとめたものであり、7章から構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景として物流事業者における所要時間の変動の考慮の実態と経路選択モデルの課題についてまとめ、課題を考慮した上で本研究の目的及び本論文の構成について述べている</p> <p>第2章においては、既往文献を整理しており、所要時間の信頼性の指標や評価、分析についての研究論文や、時間信頼性、所要時間の変動を考慮した経路選択モデルに関する研究論文を整理している。所要時間の不確実性と交通事故等の突発事象に対するリスクを回避し、経路に対する余裕も見込んで運行し複数経路を選択している状況を反映した、複数の経路の中からの経路選択率を予測できる経路選択モデルの構築の必要性について論じている。</p> <p>第3章においては、製造事業者2社、物流事業者2社の協力のもと、各社の貨物車にプローブ車載器を搭載し、計579台の車両から収集したプローブデータの概要を示すとともに、収集したデータを用いて、各物流事業者が考慮していると考えられる余裕時間の実態について分析するとともに、経路の選択状況の実態を分析した。実際に測定されたデータと運行ダイヤの関係性から、物流事業者における余裕時間の状況、発着時刻と運行ダイヤの関係を分析するとともに、同一の発着地間における複数の経路選択の状況を分析している。余裕時間の分析においては、運行ダイヤの予定時刻よりも遅く着いた便はわずかであり、多くが発発予定時刻よりも早く出発し、予定所要時間よりも短い所要時間で、予定到着時刻よりも早い時刻に到着しており、かなり予定に余裕を持って運行していることがわかった。複数の経路選択の状況の分析においては、①いくつかの発着地間において複数の経路を選択している実態があること、②時間帯毎に最も選択率の高い経路は同じであること、③2番目、3番目、4番目に選択率の高い経路の選択率は時間帯によって異なることを把握した。貨物車が余裕時間を見込んだ行動を行っていると言われているが、本論文の分析により定量的にその状況をはっきり見ることができた。また、経路選択状況においては、同一発着地間、同一時間帯においても実際に複数の経路を選択している状況が把握された。</p> <p>第4章においては、①物流事業者は平均的な所要時間に加えて余裕時間を含めて移動時間を考慮していること、②リスク回避のために1つの経路だけでなく複数の経路を選定し、運行している現状を踏まえ、その様な状況を表現可能なモデルの構築を行った。時間の変動を考慮し、リスク回避のために複数の経路の選択率を決定するモデルを構築した。また、物流事業者においては、過去の経験から経路選定を行っている実情もあり、それらを表現でき、経路選択率を推計出来るものとして、進化ゲーム理論から派生した、試行錯誤型学習ダイナミクスを用いてモデル構築を行った。戦略の評価基準として、時間コスト、走行コストがダイヤで設定された標準的な所要時間による時間コスト、走行コストよりも小さいか否かという基準を採用した。すなわち、</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	内山 直浩
<p>小さい場合には強化され、大きい場合には強化されないとして強化値を設定した。これは、遅れなければ必ずしも最短・最小コスト経路を通行する必要はなく、最短経路や最小コスト経路以外の経路も利用している実際の経路選択状況にも定性的に合致している。貨物車の走行の目的とするところは、できるだけ早く到着することではないことが特徴であり、それは決められた時刻よりも前に到着することであり、そのためには最小コスト経路でない経路を選択する場合がある。この事象の意味することは、最小コスト経路で予測した経路選択に属する道路の貨物交通量が場合によっては過大に推計される可能性があることを示している。本モデルを用いて、実態に即した複数の経路の選択状況を予測することにより、貨物車交通量に関して、道路改良による便益などの効果評価をより適切に実行することができる。さらに、プローブデータの分析から、6つの経路を使い分けていることがわかった、愛知県の豊田市から田原市（7～9時台、19～21時台）、豊田市から飛島村（7～9時台、19～21時台）の輸送においてモデルの構築を試みた。モデルでは現在の所要時間分布、交通事故確率を考慮し、実測のプローブデータで得られた実際の物流事業者の経路選択率をもとに利得構造におけるパラメータを設定した。その結果、モデルの計算結果において算出された経路選択率が、現実の経路選択率に近似するようなモデルを構築することができた。</p> <p>第5章においては、何らかの道路改良等によって所要時間の変動が小さくなった場合や有料道路の料金が値下げされた場合を想定し、経路選択の選択率に与える影響を分析した。モデル推計の結果、所要時間の変動が小さくなった場合においても、経路選択率に変化が見られており、物流事業者の経路選択率の変化に所要時間の変動を小さくする施策が影響を与えることが把握できた。</p> <p>第6章においては、マイクロ交通シミュレーションを用いて、個別施策による所要時間分布の変化を推計し、推計結果をモデルの入力値とすることで、個別施策による経路選択行動への影響分析を実施した。実際の道路整備事業による影響について、マイクロ交通シミュレーションを用いて道路整備事業による平均所要時間と所要時間の標準偏差の変化を推計することで、分析が可能であることを示した。豊田市から田原市の輸送経路の中に含まれ、実施予定の対策である、八帖交差点立体化、京次西交差点立体化、宮下交差点右折レーン延長、豊川橋4車線化による経路選択への影響を分析した。また、経路選択率の推移を見ることで、道路事業による平均所要時間と所要時間の標準偏差の変化により、経路選択率がどのように変化し、最終的にどのような選択率に収束していくのかを把握することができた。</p> <p>第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、実データを用いて、物流事業者が実施している余裕時間設定行動や経路選択行動を把握・分析するとともに、過去の経験に基づいて、日常の所要時間変動や交通事故などの突発事象の影響を考慮するという、実際に物流事業者が実施している行動を記述する経路選択モデルを構築することを目標に研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 実際に測定されたデータと運行ダイヤの関係性から、物流事業者における余裕時間の状況、発着時刻と運行ダイヤの関係を分析するとともに、同一発着地間における複数の経路選択の状況を分析している。従来から、貨物車が余裕時間を見込んで行動していると定性的には言われてきたが、本論文の分析により、定量的にその状況をはっきり見ることができた。また、経路選択状況については、同一発着地間、同一時間帯においても実際に複数の経路を選択している状況が把握された。

(2) 余裕時間の考慮、すなわち、所要時間の変動の経路選択への考慮および複数の経路選択を表現するため、進化ゲーム理論の1つである Roth & Erev の試行錯誤型学習によるモデルに着目し、実際にある戦略(貨物輸送)を取った後に、それがうまくいったかどうかによって戦略が変化すると仮定した試行錯誤型学習ダイナミクスを用いたモデルを構築した。過去の経験に基づいて所要時間の変動を考慮するという、実際に物流事業者が行う経路決定過程をモデル化している。戦略を変化させる強化値には、日常の所要時間変化、突発的な障害による遅れを含んだモデルとした。モデルでは、戦略の評価基準として、総コストが運行ダイヤで走行した場合の総コストよりも小さいか否かという基準を採用した。これにより、実際の物流事業者が実行している、1つの輸送先に対して、複数の経路を選択している状況を表現した。遅れなければ必ずしも最短・最小コストの経路を通行する必要はなく、最短経路や最小コスト経路以外の経路も利用している実際の経路選択状況にも定性的に合致した状況をモデル化している。

(3) 上記のモデルを実際の輸送に適用し、実測のプローブデータで得られた実際の物流事業者の経路選択率をもとに利得構造におけるパラメータを設定した。その結果、モデルの計算結果において算出された経路選択率が、現実の経路選択率に近似するようなモデルを構築することができた。

(4) 所要時間変動について仮想の状態で行うとともに、マイクロ交通シミュレーションと組み合わせて実施することによって、実際の道路整備事業による物流事業者の行動変更推計も実施しており、本論文のモデルが実際のケースに適用可能であることを示した。

以上の内容より、本論文は、所要時間変動を考慮した貨物車の経路選択行動について、試行錯誤型学習によるモデルを構築し、実際のケースにも適用可能であることを示しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成25年2月28日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。