

氏 名	たま がわ だい 玉 川 大
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2771 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 都 市 社 会 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	効率性及び環境負荷低減を目指した都市内貨物車交通施策の評価に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 谷 口 栄 一 教 授 北 村 隆 一 助教授 宇 野 伸 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、効率性及び環境負荷低減を目指した都市内貨物車交通施策を実現するために、現時点での未解決の課題である、e-コマース普及時における都市内貨物車交通施策の評価手法、並びに多目的で複数の利害関係者を考慮した都市内貨物車交通施策の評価手法を提案し、同手法を用いた施策の評価を実施した成果についてまとめたものであり、9章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景として、都市内の道路交通・環境問題と貨物車交通との関連を整理すると共に、都市内貨物車交通に関する未解決の課題を列挙し、本研究の目的、並びに本論文の構成を示している。

第2章では、本研究に関連する既往の研究と本研究の位置づけを示している。既往の研究成果として、貨物車交通施策の評価に関する研究、e-コマースと貨物車交通に関する研究について整理している。また、複数の利害関係者を考慮した貨物車交通施策の評価方法について、複数の手法を検討し、マルチエージェントシステムの適用が有効であることを示している。その上で、マルチエージェントシステムの交通分野への適用に関する既往の研究成果についても整理している。

第3章では、本研究でトラックの配送行動を表現するにあたり、活用される配車配送計画モデルについて記述している。本研究で提案する評価手法には、経路の所要時間の平均値を考慮して配車配送コストを最小化する確定論的配車配送計画モデルと、所要時間の不確実性を確率分布として考慮する確率論的配車配送計画モデルが用いられることから、これらの目的関数の定式化について述べている。定式化された問題はNP-困難な組み合わせ最適化問題となるため、ヒューリスティック手法の一つである遺伝的アルゴリズムを用いたモデルの構築についても記述している。

第4章では、e-コマース普及時における都市内貨物車交通施策の評価を実施している。まず、e-コマース実施企業へのヒアリング調査等を通じてe-コマースの現状把握を行い、e-コマースの普及が貨物車交通に与える影響について定性的な考察を行っている。その後、貨物車交行動を内包した都市内交通シミュレーションモデルを構築し、同モデルを用いた貨物車交通施策の評価手法を提案している。このモデルは確率論的配車配送計画モデルと交通流シミュレーションモデルより構成されている。そして、同モデルをe-コマース普及時を想定した仮想道路ネットワークへ適用し、各種施策の評価を実施している。評価の対象とした施策は、行政による大型車流入規制、大型車へのロードプライシング、貨物輸送事業者による共同配送、ピックアップポイントの設置、e-コマース利用世帯のタイムウィンドウ指定であり、これら施策を組み合わせた効果を検証している。交通シミュレーションの結果、宅配企業による共同配送やピックアップポイントの設置、タイムウィンドウの指定が貨物輸送事業面、都市内の交通・環境面の双方にとって特に効果的であることが確認されている。

また、行政による規制措置は貨物輸送事業者の負担を増加させることが確認され、貨物輸送事業者自らによる共同配送等の取り組みを促進するようなスキームを行政が確立する重要性を示唆している。

第5章では、多目的で複数の利害関係者を学習エージェントとして取り扱ったマルチエージェントモデルを構築し、同モデルを用いた貨物車交通施策の評価手法を提案している。このモデルは貨物輸送事業者の確定論的配車配送計画モデルと利

害関係者の学習行動モデルより構成され、各種施策適用時の各利害関係者の行動並びにその相互作用が表現される。

第6章では、マルチエージェントモデルのサブモデルである学習行動モデルを構築している。利害関係者の学習行動に適用する学習方法の決定にあたり、代表的な教師なし学習である強化学習の中から、ブートストラップ型の学習手法であるQ学習と、非ブートストラップ型の学習手法であるモンテカルロ法を選定し、両手法のパフォーマンスを比較している。その結果、Q学習を用いてモデルを構築している。その後、構築されたモデルをノード数4の小規模仮想道路ネットワークに適用し、ゲーム理論により導かれる結果と比較している。このマルチエージェントモデルでは、利害関係者の行動選択の方策に ε -グリーディ方策を適用しているが、 ε 値の増加に従いナッシュ均衡から若干離れた点を中心に変動する解が得られることを確認している。

第7章では、マルチエージェントモデルをノード数25の中規模仮想道路ネットワークに適用し、複数の利害関係者を考慮した貨物車交通施策の評価に関するシミュレーションを実施した。評価対象とした施策は、行政による10t車通行規制、ロードプライシング、都市内高速道路管理者による高速道路通行料金施策等である。その結果、行政による施策単独では効果が少なかったものの、都市内高速道路管理者による料金施策と併せて実施することにより、行政や沿道住民、都市内高速道路管理者にとって大きな効果が得られると共に、全主体にとってほぼ有益な結果が導かれることを確認している。

第8章では、貨物輸送事業者による市場への新規参入や退出を考慮したシミュレーションを実施し、ネットワーク環境に生じた変化が、利害関係者の行動さらには貨物車交通施策の効果に与える影響を分析している。シミュレーションの結果、これらの現象が生じることにより、貨物輸送事業者間における荷主獲得の競争が再び活性化し、その結果、行政による局所的環境悪化地域への直接的かつ限定的な施策では効果が得られなくなったものの、ネットワーク全域に影響を与える高速道路の料金施策との組み合わせでは、引き続き大きな効果が得られることが確認されている。

第9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。

論文審査の結果の要旨

本論文は、現時点で未解決である多目的で複数の利害関係者を考慮した都市内貨物車交通施策の評価手法、並びにe-コマース普及時における都市内貨物車交通施策の評価手法を提案し、同手法を用いた施策の評価を実施した成果についてまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

(1) e-コマース普及時における都市内貨物車交通施策の評価にあたり、貨物車交通行動を内包した都市内交通シミュレーションモデルを構築し、各種施策の評価に関するシミュレーションを実施した。その結果、宅配企業による共同配送等の実施が特に効果的である一方、行政による交通規制施策は企業の負担を増加させることが確認され、貨物輸送事業者自らによる共同配送等の取り組みを促進するようなスキームを行政が確立することの重要性が示唆された。

(2) 複数の利害関係者を考慮した都市内貨物車交通施策の評価にあたり、各利害関係者の行動並びに相互作用を表現するマルチエージェントモデルを構築した。同モデルでは、強化学習の一つであるQ学習を用いて利害関係者の学習行動が表現されている。

(3) 上記マルチエージェントモデルを用いて貨物車交通施策の評価に関するシミュレーションを実施した。その結果、行政による貨物車交通施策と都市内高速道路管理者による高速道路の料金施策を併せて実施することにより、各利害関係者にとって有益な結果が得られることを確認した。

(4) さらに、貨物輸送事業者の市場からの退出や新規参入を考慮したシミュレーションを行った結果、これらの参入・退出が利害関係者の行動を変化させ、施策の効果にも影響を与えることが確認された。このマルチエージェントモデルでは、施策の実施に伴うネットワーク環境の推移の把握や、途中段階における環境の変化への対応も可能であるが、これらのことが、本モデルの特徴となっている。

以上の内容より、本論文は、e-コマース普及時における都市内貨物車交通施策の評価並びに複数の利害関係者を考慮した都市内貨物車交通施策の評価を可能とし、さらに施策の評価を通して、効率性及び環境負荷低減を目指した都市内貨物車交通施策の方向性が示されたものであり、学術上・実用面への応用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19年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問

を行った結果，合格と認めた。