

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	単一ボトルネックネットワークでの通行権取引制度導入によるパレート改善
Title(English)	Pareto-Improving Pricing Based on Tradable Bottleneck Permits Scheme for Managing Congestion at a Single Bottleneck
著者(和文)	坂井勝哉
Author(English)	Katsuya Sakai
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9979号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:朝倉 康夫,屋井 鉄雄,福田 大輔,室町 泰徳,花岡 伸也,赤松 隆
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9979号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	坂井勝哉		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	朝倉 康夫	教授	審査員	花岡 伸也	准教授
	審査員	屋井 鉄雄	教授		赤松 隆	教授(東北大)
		福田 大輔	准教授			
		室町 泰徳	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Pareto Improving Pricing based on Tradable Bottleneck Permits Scheme for Managing Congestion at a Single Bottleneck(単一ボトルネックネットワークでの通行権取引制度導入によるパレート改善)」と題し、全6章で構成され、英文で書かれている。

この論文は、道路交通ネットワークにおける動的混雑料金を対象とし、混雑課金スキームとして、利用者の費用の総和である社会費用最小化を達成できる通行権取引制度を導入した場合の理論解析の結果をまとめたものである。従来の研究と異なる点は、制度の導入実現性を高めるため、制度の導入がパレート改善につながることを必要条件と考え、誰もが損をしない制度を設計する上での基礎的な理論的検討を行っている点にある。社会的費用を最小化する目的で導入された通行権取引制度を展開してパレート改善が達成される制度に拡張し、その制度によってパレート改善が達成される条件を単一ボトルネックネットワークに対して解析的に求めた点に特徴がある。

第1章は序論で、道路混雑マネジメントに関するレビューが行われ、「情報提供アプローチ」、「物理的アプローチ」、「経済学的アプローチ」の3つが挙げられている。時間帯別通行権取引制度が含まれる経済学的アプローチは、社会的費用を最小化できるという利点があるものの、政策導入により不利益を被る利用者の存在が指摘されているとしている。この問題を考慮するため、損をする利用者が発生しない条件であるパレート改善に着目する必要性に言及し、パレート改善の概念を反映した通行権取引制度を研究する意義について述べている。

第2章では出発時刻選択問題に関するレビューが行われ、この論文で用いられるモデルに至るプロセスが示されている。利用者の費用最小化行動を仮定している既存モデルに基づいて、利用者が効用を最大化するように行動するモデルが定式化されている。利用者間で金銭効用の異質性がある場合とない場合に用いるモデルの違いが記述されており、その結果は第4章と第5章でそれぞれ利用されている。

第3章では時間帯別通行権取引制度についてのレビューを踏まえて、その制度が適用された場合の具体例が検討されている。通行権取引制度には「販売型」と「配布型」の2種類のスキームがあり、この論文ではパレート改善を達成するのがより難しい「販売型」を対象にしている。通行権取引制度が導入された場合の利用者の費用変化と道路管理者の収益変化を具体的に示し、最も単純な設定下ではパレート改善が達成されることを確認している。また、既存研究で提

案されているセルフファイナンスにも言及しているが、これは第4章でパレート改善を達成するためのひとつの手法として利用されている。

第4章では、単一の合流ボトルネックを持つ2起点1終点ネットワークを用いて、通行権取引制度が導入された際の均衡状態の分析を行っている。既存研究に基づいて、均質な利用者を仮定し、出発時刻選択問題の均衡状態を定式化し、均衡解を求めている。通行権取引制度導入前後での利用者の効用変化を計算することにより、2起点のうちどちらかが合流部で割り込むことができる状態、すなわち既得権がある場合に通行権取引制度を導入すると、その既得権が消滅することによりパレート改善しないことを解析的に示している。また、パレート改善を達成するための施策として「既得権を存続させる取引市場の作り方」、「事後的に金銭で補償する方法」、「通行権収入を使ってボトルネック容量を拡大する方法」の3つの方法を提案している。それぞれの方法について均衡状態を示し、実現するための必要条件と効率性の考察を行っている。

第5章は利用者間の異質性に着目し、1起点1終点単一ボトルネックのネットワークを対象として、通行権取引制度によるパレート改善についての理論解析の結果をまとめている。各利用者の効用をボトルネックでの遅れ時間基準で定式化した利用者行動モデルを仮定し、スケジュール柔軟性と料金抵抗に異質性がある場合にパレート改善しないことを解析的に示している。パレート改善が達成されないメカニズムは、スケジュール柔軟性が小さくて料金抵抗が大きい利用者グループの効用が低下することによるものであるため、通行権の取得を選択できる余地を残すことによりパレート改善の可能性はある。そこで、パレート改善を達成するための施策として、部分的に通行権取引制度を導入することが提案され、ボトルネック容量の一部に対して混雑料金が課された場合の均衡条件を示すことでその効果を明らかにしている。

第6章は結論で、時間帯別通行権取引制度を導入することによりパレート改善が達成されないメカニズムを明確にした上で、パレート改善を行うための手法を提案し、その条件を解析的に記述した点に本論文の特徴があることを述べている。

以上要するに、本論文の成果は、もともと社会的総費用を最小化する目的で提案された時間帯別通行権取引制度を用いてパレート改善を達成できる混雑料金制度の理論が構築されていることにある。通行権取引制度により実現する均衡状態は、同額の動的混雑料金を課した場合の均衡状態と同一であり、この論文の分析結果は一般的な動的混雑料金にも適用できる。解析的な便宜のために、最も単純な1ボトルネックネットワークを対象とした検討にとどまっはいるものの、一般ネットワークへ拡張するための基礎的理論としての価値がある。交通工学分野における本論文の学術的意義は十分であると判断され、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）として十分な価値を有するものと認められる。