

氏名(本籍)	鈴木 清 (日本)
専攻	安全システム建設工学専攻
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	博甲第 93 号
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学位授与の年月日	平成 26 年 3 月 24 日
学位論文題目	多様な道路利用者のユーザビリティを考慮した道路空間 とネットワーク計画の策定方法に関する研究
論文審査委員	(主査)紀伊 雅敦 (副査)寺林 優 (副査)土井 健司

論文内容の要旨

社会資本の柱の一つである道路は、高度成長期以降の量的整備により国民生活の向上に大きく貢献したが、少子高齢社会を支えるための質的整備は不十分であり、今後利用者の視点に立ったユーザビリティの改善が急がれる。ユーザビリティは、利用の際の分かりにくさ、覚えにくさ、使いにくさなどの認知的問題への対処のために考案され、今日では様々な製品開発における人間中心設計の基本理念として位置づけられている。こうした理念は、我々の生活を支える社会基盤施設の重要な計画・設計基準でありながら、十分な考慮がなされていない。

本研究は、ユーザビリティを多面的な指標によって捉え、多様な利用者が共存する道路の計画・設計に導入する意義を示すと共に、自転車交通網評価手法の開発、交通事故対策の評価、ITS 技術を活用した渋滞対策の評価への適用を行ったものである。

本論文は 8 章で構成されており、以下に各章の概要を示す。

「第 1 章 序論」では、従来の道路整備の視点は自動車交通の円滑化に傾斜し、歩行者や自転車等の低速交通手段への考慮が不足していたことを指摘している。既存道路ストックの長寿命化を図りながら多様な利用者が共存可能な道路空間活用には、明確な優先順位に基づく公共・公平性を確保することが必要であり、その際、ユーザビリティの観点は今後の道路事業評価に不可欠であるとの問題提起を行っている。

「第 2 章 香川県の道路交通の特徴」では、対象地域である香川県の道路整備状況、公共交通の整備状況、交通環境、自動車交通への依存状況、渋滞の発生状況などから道路交通の課題を整理している。また、香川県の交通事故の発生要因の分析から、高齢者ドライバーの増加と自転車利用の増加に起因した新たな事故発生リスクへの対応の必要性を示している。

「第 3 章 道路計画におけるユーザビリティ評価の視点」では、利用者の多様化を考

慮しながら、長期の供用期間にわたりユーザビリティを継続的に評価する必要があることを述べている。そのためには PDCA サイクルに基づき、市民参加を通じたユーザ評価、評価結果の検証及び情報共有の仕組みが求められ、評価の透明性や循環性が重要であることを示している。

「第 4 章 自転車交通のネットワーク評価手法の開発」では、自転車ネットワーク計画では、特に安全性、一貫性や直接性の利便性、快適性の確保が重要で、アンケートと実測交通量を簡便に統合して、俯瞰的に自転車の移動とサービスレベルを把握できる OLIVE 法を開発している。本手法により、ネットワーク単位でのユーザビリティ評価を可能としている。

「第 5 章 自転車走行空間の快適性評価と案内誘導効果の検証」では、整備されたネットワークの安全性と快適性を、ホルター型心電図計を用いた生理的計測手法により把握し、心拍データからヒヤリハット事象などを抽出して、ネットワーク上の異なる道路構造別に精緻に評価する手法を構築している。また、自転車ユーザを案内誘導するための案内サインに注目し、注視回数・時間から視認特性の分析により、最適な案内サインの設置案を提案した。

以上により、安全性、快適性、誘導性を考慮した自転車交通網のユーザビリティ評価を行っている。

「第 6 章 交通事故多発箇所での誘導性の改善」では、事故現場のモニタリング調査に基づき、事故の第一当事者（車両）には県外から流入する迷走車両が多いことを明らかにしている。また、アイマークカメラ調査に基づき、そうした迷走行動を抑制するためには道路空間における案内誘導の改善が必要であり、方向別の案内標識と対応したカラー舗装別による路面表示を一致させることが急務であることを示し、実際の事故多発箇所に適用している。さらに、その効果検証を実施している。

「第 7 章 ITS 技術による道路ネットワーク整備効果」では、自動車の日々の移動を追跡したプローブデータを用いて、道路交通網上での車両の走行経路や速度の変化を分析することにより、ユーザビリティ評価を継続的に実施するためのシステムを構築している。また、簡易 QV 式を用いて直轄国道を対象とした時間帯別走行速度の予測式を提案している。

「第 8 章 結論」では、本研究を統括し得られた知見を要約すると、多様な利用者を想定したユーザビリティ評価のための調査方法、評価項目・方法・指標を提示し、道路事業への適用を通じてその有効性を明らかにしている。時代により道路に対するニーズは変化、多様化するが、道路を賢く利用するためには、人、自転車も含めた道路利用の的確なニーズ把握が必要である。第 4 章から第 7 章の個別事例を通じて、ユーザビリティ評価の有効性を具体的に明らかにしたが、現在取得され蓄積されている様々な道路交通データをユーザビリティ評価のために統合的に活用するためには、道路交通行政に関わる情報共通基盤の構築する必要があることを示している。

審査結果の要旨

本論文は、我が国の道路整備は今後質的充足に転換することが必要であるとの認識に基づき、利用者の使い勝手というユーザビリティの観点を、多様な利用者がある道路の事業評価に導入する意義を検討し、特に自転車の利便性・快適性・安全性の評価、ならびに交通事故や円滑化対策、ITS技術を活用した施策評価に関わる手法を研究したものである。その結果、多様なユーザーが想定される今後の少子高齢社会では、道路整備におけるユーザビリティの観点が不可欠であることを多面的に明らかにしている。このユーザビリティ概念の具体的な適用事例として、自転車道の利便性、快適性、安全性の評価手法、ITSを用いた道路ネットワークの評価手法等、道路行政実務にかかわる各種評価手法を研究した。本論文は以下の8章で構成される。

第1章は序論であり、ユーザビリティの観点は今後の道路事業評価に不可欠であるとの問題提起を行っている。第2章では、分析対象である香川県の道路整備状況、公共交通の整備状況、交通環境、自動車交通への依存状況、渋滞の発生状況などから道路交通の課題を明らかにしている。第3章では、利用者の多様化を考慮し長期にわたるインフラの供用期間を通じたユーザビリティ評価の必要性を示している。第4章では、自転車ネットワーク計画におけるアンケートと実測交通量を簡便に統合して、俯瞰的に自転車の移動を的確に把握するOLIVE法を開発し、それをを用いネットワーク上の課題を抽出して、利便性に関わるユーザビリティ改善量を明らかにしている。第5章では、自転車ネットワークの快適性や安全性を、ホルター型心電図計により計測する手法ならびにアイマークレコーダと聞き取り調査を併用する手法を提案し、心拍データからヒヤリハット事象などを抽出して、道路構造別に評価する手法を構築している。第6章では、交通事故多発箇所での案内誘導方法を実証的に検討し、車線誘導方法は、方向別の案内標識と対応したカラー舗装別による路面表示を一致させることが望ましいことを、ドライビングシミュレータ試験の結果から明らかにしている。第7章では、民間プローブデータを用いて、整備事業前後の旅行速度の変化を分析し、高松市で実施された2つの事業の整備効果を快適性、利便性に関わるユーザビリティの観点から評価している。第8章は結論であり、本研究のまとめと今後の課題、展望を示している。

本研究成果は、道路の質的改善策をユーザビリティの観点から評価する具体手な方法論を多面的に提示しており、今後の道路行政の評価手法としての有用性、学術研究としての新規性を有していることから、博士（工学）の学位論文として十分な内容であると認められる。

なお、鈴木氏は上記にかかわる研究成果を3編の主論文としてまとめ、国際学術誌1編、学術雑誌1編、国際学会査読付き論文集1編に発表している（全編筆頭著者）。また、主論文以外の査読付き論文が6編、査読中の論文が1編、その他、学会発表論文が14編（うち筆頭著者9編）である。

最終試験結果の要旨

平成 26 年 1 月 30 日に博士学位論文の公聴会を実施し、約 1 時間の口頭発表後、質疑応答を行った。公聴会終了後、口頭試問による最終試験を実施した。

主な質疑応答は次のとおりであり、審査申請者は研究成果に基づく見解を述べ、適切に回答し、その結果は妥当なものであった。

(質問) 今後、道路の維持補修に莫大な費用がかかる一方で、ユーザビリティ改善にも費用がかかる。財政制約下でどのように両立しうるか。

(回答) 道路改修の際にユーザビリティ改善を同時に行うことで、少ない費用でより効果的な維持補修とすることができるものとする。

(質問) 高松市内の自転車ネットワークの策定状況と西宝線の自転車道整備効果を説明されたい。

(回答) ネットワークは各種要件を考慮しつつ策定を進めている。西宝線の整備効果は高松坂出有料道路の無償化の影響もあり、自転車道の建設を中止しているため、正確な評価は難しいが、自動車交通容量を低下させたことは確かである。

(質問) 自転車道の評価に歩行者の観点は含まれているか。

(回答) 今後は自転車の走行帯は車道部内に整備される方向にあり、歩行者との交錯はあまり問題とならないことから、今回の調査においては歩行者のストレス評価は含んでいない。ただし、歩行者へのアンケート調査は行っている。

(質問) 自転車レーンの交差点部分の処理方法をどのように考えるべきか。

(回答) 交差点内にも自転車走行レーンを設置する方法がある。

(質問) この研究で提案されたユーザビリティ評価は、地震・津波の発災時の避難時の移動の容易さや信頼性の評価、効果算定などにも応用できるのではないか。

(回答) そのような観点は必要と考える。災害時あるいは緊急輸送時の時間価値は平常時と比較して非常に高くなるため、それらを考慮することが求められる。

(質問) 利用者にとっての使いやすさや利便性の評価は重要であるが、それらについて改めて「ユーザビリティ」という用語を用いた意図を説明されたい。

(回答) 多様な利用者を想定した製品の使いやすさについて ISO で定義されており、その考え方を道路評価に応用する意図でこの用語を用いた。

(質問) 提案する評価・調査手法の新規性がどこにあるか説明されたい。

(回答) 個別手法において、新規性を有しており、それらは 9 編の査読付き論文において学術的に評価されている。また、それらの方法論を束ねた概念としてユーザビリティを再定義しており、それが研究全体を通じた新規性である。

(質問) ユーザビリティの評価項目である安全性に対しては利用者のルールやマナーが大きな影響を与えていると思われるが、そうした要因の扱いについて説明されたい。

(回答) その通りであり、様々なタイプの利用者の行動特性を反映した事故抑制策が必要

である。提案手法では、利用者特性を捉える一つの観点を示している。

（質問）道路評価の 3 便益に加えてユーザビリティが事業評価に用いられる可能性について考えを伺いたい。

（回答）従来の 3 便益では道路の有する機能評価に十分応えられない。それを補完するのがユーザビリティ評価であり、便益評価の制度化から 10 年が経過しようとしている現在、新たな評価概念として実用化を検討する余地があると考ええる。

以上より、本審査委員会は、提出された学位論文は学位に値するものであり、かつ審査申請者は専門領域に関する十分な学識と研究能力を有するものと判断し、本最終試験の評価を合格とした。