

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21360245

研究課題名（和文）時間信頼性に基づく道路交通サービス水準変動の評価・マネジメント手法に関する研究

研究課題名（英文）A STUDY ON METHODOLOGY FOR EVALUATION AND MANAGEMENT OF VARIATION IN LEVEL OF SERVICE OF ROAD TRANSPORTATION BASED ON TRAVEL TIME RELIABILITY

研究代表者

宇野 伸宏 (UNO NOBUHIRO)

京都大学・大学院経営管理研究部・准教授

研究者番号：80232883

研究成果の概要（和文）：本研究では豊富な動的交通データの利用を前提として、道路ネットワークが提供可能な交通サービス水準およびその変動状況を分析・評価する体系的な方法論を提案した。加えて、交通サービス水準向上を企図したマネジメント手法の提案を試みた。特に所要時間信頼性の考え方に基づく、交通サービス水準評価方法を構築したこと、ならびに、交通マネジメント手法として、所要時間情報にその分布に関わる情報を提供することの可能性を示したことが研究成果と言える。

研究成果の概要（英文）：This study proposes a set of methodologies to analyze and evaluate the Level of Service (LoS) provided by road transportation system and its variation under the availability of rich dynamic traffic data. In addition, this study proposes countermeasures for traffic management to enhance the LoS of road transportation system. Major outcomes of this study are as follows. 1) We develop the methodology to evaluate the LoS of road transportation system based on the concept of travel time reliability of network. 2) This study suggests that provision of distribution information on travel time might be helpful for enhancement in traffic management.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2010年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2011年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
年度			
総計	12,500,000	3,750,000	16,250,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学，土木計画学・交通工学

キーワード：道路交通サービス水準，所要時間信頼性，動的交通マネジメント，交通情報提供

1. 研究開始当初の背景

(1)我が国の社会全体の成熟化に伴い道路ネットワークが提供可能な交通サービス水準に対する要求水準も高くなる傾向にあり、とりわけ、交通サービスの安定性・信頼性に対する要求が高まりつつある。

(2)近年では高度道路交通システム ITS (Intelligent Transportation Systems) の実用化のプロセスを通して、豊富な交通データの利用が可能となってきている。道路ネットワークが提供可能なサービスについては、道路に求められる円滑性、安定性、快適性等の機能に即した形で、評価を論理的・科学的に

行い、それを踏まえて道路交通マネジメントにおけるPDCAサイクルを確立することが、緊要な課題といえる。

(3)交通サービスの安定性の観点では、近年、所要時間信頼性の考え方に脚光が集まっている。しかしながら、道路交通の管理者ならびに利用者の双方に有用な評価方法、所要時間信頼性概念に基づく交通ネットワーク評価の体系的な方法論の開発という点では、まだ多くの学術面・実用面での課題が残されている。

2. 研究の目的

本研究では動的交通データの利用を前提として、道路ネットワークが提供可能な交通サービス水準およびその変動状況を分析・評価する体系的な方法論を構築する。加えて、交通サービス水準向上を企図したマネジメント手法の提案を試みる。そのため、次の4つのサブテーマに取り組んできた。

- (1)時間信頼性指標に基づく道路ネットワークのサービス水準評価手法の構築
- (2)道路ネットワークサービス水準と交通需要変動との関係分析
- (3)時間信頼性の向上を目指した交通マネジメント方策の効果分析
- (4)時間信頼性を考慮した道路サービスの便益評価手法の構築

3. 研究の方法

研究の目的でも述べた通りに、本研究では4つのサブテーマを設けている。以下では、サブテーマごとに、その方法について述べる。

(1)時間信頼性指標に基づく道路ネットワークのサービス水準評価手法の構築

現時点で収集可能な交通データ（検知器データ等）を活用し、所要時間信頼性の考え方を適用し、道路ネットワークの交通サービス水準を評価するための方法論・指標を考究する。道路交通管理者・利用者の双方の観点から見た望ましい指標について把握し、本研究課題において交通サービス水準の変動を評価するために用いる指標を選択する。次に、分析評価の第1段階として、道路ネットワークをIC（インターチェンジ）配置や道路線形等を考慮して、分析対象区間に分割し、その各々の所要時間分布や走行速度分布を利用可能データから抽出し、交通サービスの変動を代表する指標（以下、「サービス変動指標」と略記）および（平均的な）円滑性を表す指標（以下、「サービス円滑性指標」と略記）を算出する。

(2)道路ネットワークサービス水準と交通需

要変動との関係分析

上記(1)で設定した分析対象区間に着目し、「サービス変動指標」および「サービス円滑性指標」により定義されるサービス水準と、供給側要因である道路線形・断面構成・道路構造ならびに外的要因である天候・時間帯との関係を、主として重回帰分析等の統計的手法を用いて分析する。本分析を通して、工学的に制御可能な線形、断面構成等の要因がサービス水準に及ぼす影響について見極める。

(3)時間信頼性の向上を目指した交通マネジメント方策の効果分析

現状稼働している多くの交通情報提供システムでは、情報提供直前時点の検知器データ等から経路等の所要時間を算出・提供する、いわゆる「現在情報」が提供されている。現在情報はその精度の点で課題が残されているため、ここでは改善の取り組みとして、所要時間の現在情報に加えて、所要時間分布から得られる情報を提供する状況を想定し、利用者の提供情報に対する反応を分析・モデル化する。そのため、室内実験システムを用い、種々の場面を想定し、経路選択実験を実施し、得られた選択データを用いてMixed Logit modelにより経路選択モデルを推定する。室内実験では、提供情報の精度と到着時刻制約の有無が異なる4ケースの実験（各被験者15名）を実施した。Mixed Logit Modelとしては、そのパラメータがすべて正規分布に従うランダムパラメータとする。

(4)時間信頼性を考慮した道路サービスの便益評価手法の構築

本テーマでは理論的な明快さと実務面での対応可能性を兼ね備えた、時間信頼性便益の事前評価手法の構築を試みる。本テーマでは、仮想市場法、到着時刻制約を加味したスケジューリングアプローチ等を利用して、時間信頼性向上効果の価値を金銭換算して定量化を試みる。

4. 研究成果

4つのサブテーマごとに3カ年の研究を通じて得られた成果を、以下に列挙する。

(1)時間信頼性指標に基づく道路ネットワークのサービス水準評価手法の構築

本テーマでは、交通サービスを速達性（「サービス円滑性指標」）と安定性（「サービス変動指標」）から評価するという観点に立ち、走行速度分布の5%タイル値、50%タイル値、95%タイル値および速度の標準偏差に着目し

て、サービス水準を大局的に捉えるとともに、その分布形状の変動に影響を与える道路要因、交通要因、環境要因の抽出を試みる方法論を提案した。実際に名神高速道路（以下名神と略記）京都東 IC～西宮 IC、京滋バイパス(BP)（以下京滋と略記）の瀬田東 IC～大山崎 JCT の下り線計約 80km を対象道路ネットワークとして、ケーススタディを行った。

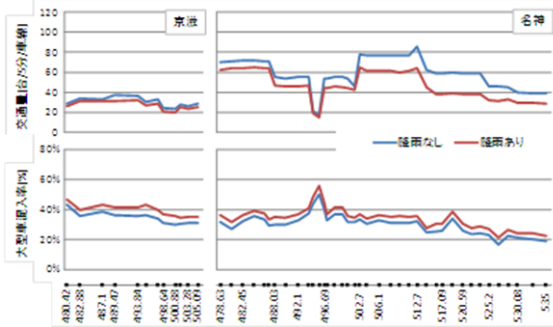


図-1 晴雨別の速度特性

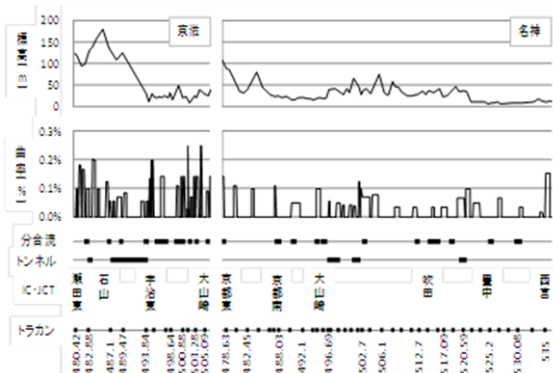


図-2 対象ネットワークの線形・構造

図-1 には分析結果の一例として、晴雨別の速度 50%タイル値・標準偏差を示す。また、関連情報として、図-2 として対象道路ネットワークの線形・構造に関するデータを示す。両図を対比させて考察を行うと、地点間の速度変動特性については、降雨の有無による比較でも大きな差異は無いといえる。ただし、速度 50%タイル値は、全区間にわたってわずかではあるが降雨なしの方が高い値を示している。速度の標準偏差に関しては、晴雨の別に関係なく名神 501.9KP で常に大きな値をとることがわかる。図-1 から 501.9KP 付近で見られる比較的大きな勾配変化の連続やトンネル、および 502.7KP に存在する左右ルート合流による交通摩擦などの要因が複合的に影響し、速度分布にバラツキを生じさせていると推察される。その他、勾配、トンネルの有無等の道路線形・構造がサービス水準に及ぼす影響が、本テーマでの基礎的分析か

ら示唆されている。

(2)道路ネットワークサービス水準と交通需要変動との関係分析

前テーマの分析結果として示唆された道路線形、道路構造、環境の各要因に加えて、利用交通量の変動も含めた形で、交通サービス水準の変化を表す統計モデルの構築を行った。具体的には、重回帰モデルを適用し、その被説明変数には 1)速度 50%タイル値、2)50%タイル値-5%タイル値、3)95%タイル値-50%タイル値を用いた。説明変数候補としては、交通量 [台/5 分/車線] の 50%タイル値、標高差 (上流) [m]、上り勾配 (下流) [%]、曲線進入度 [rad]、分合流ダミー、トンネルダミーを用いた。その結果、同一路区間であっても、時間帯や降雨の有無といった各条件分類に固有の交通状況や走行環境の差異によって、特に、50%タイル値-5%タイル値や 95%タイル値-50%タイル値という低・高速度帯の特性値の差を表す指標に対して、交通量の差異、トンネルの存在の影響に差異がみられることを示した。

(3)時間信頼性の向上を目指した交通マネジメント方策の効果分析

本テーマでは、情報提供を利用者サービス向上策と道路ネットワークの利用調整を図るマネジメント方策の両面で捉え、とりわけ、付加情報としての所要時間の信頼性を表す最大値・最小値情報が、利用者の意志決定に及ぼす影響を室内実験により検証した。

表-1 経路選択モデルの推定結果

説明変数	Phase2		Phase3	
	係数	t値	係数	t値
定数項	平均 0.483	0.712	-3.482	-0.304
	標準偏差 0.000	0.000	0.000	0.000
所要時間情報	平均 -0.682	**7.178	-0.440	**2.680
	標準偏差 0.001	0.003	0.000	0.001
最大値情報	平均 -0.221		-0.221	*1.905
	標準偏差 0.000		0.000	0.004
経路最大値	平均 -0.059	-1.527	0.312	1.432
	標準偏差 0.000	0.008	0.001	0.005
経路最小値	平均 -0.036	-0.540	-0.260	-0.180
	標準偏差 0.001	0.010	0.000	0.004
前回所要時間	平均 0.042	1.217	-0.054	-0.880
	標準偏差 0.004	0.031	0.003	0.036
サンプル数	300		300	
L_{max}	-76.13		-25.72	
L_0	-207.94		-207.94	
adj R^2	0.621		0.871	

**5%有意、*10%有意

Mixed-Logit モデルによる経路選択モデルのパラメータ推定を行った結果、次の点が確認された。1) 精度にかかわらず、所要時間情報は被験者の経路選択に有意な影響を及ぼす可能性が高い。2) 情報の精度が低い場合、所要時間情報に対する被験者の反応は多様化する傾向にある。3) 表-1 に到着時刻制約がある実験での経路選択モデルの推定結果の例を示す。到着時刻制約がある場合、所要

時間の最大値情報が被験者の経路選択に有意な影響を及ぼす可能性が高いといえる。

(4)時間信頼性を考慮した道路サービスの便益評価手法の構築

一般的に道路ネットワーク整備効果に関しては、走行時間や渋滞損失時間を用いて道路のサービス水準の評価及び費用便益分析を適用してきている。成熟社会を迎え、個人の移動に対する時間価値が大きくなってきている現代においては、「何時までには確実に到着できるか」という所要時間信頼性による評価が必要といえる。本テーマにおいては、スケジューリングアプローチによる旅行時間信頼性向上便益の算出方法を提案した。スケジューリングアプローチとは、スケジューリングアプローチでは、到着時刻を持つドライバーが所要時間の変動を考慮し、早着と遅刻のバランスを考慮して、出発時間選択を行うという仮定のもとに、移動時間コスト、早着時の待ち時間、遅刻時に発生する損失の各期待値の和を最小化しようと、自身の行動を決定すると考えるアプローチである。

第二京阪道路の開通前後を例として信頼性向上便益について算出した。アンケート調査により、高速道路利用者の移動目的、目標とする到着時刻の有無、目標時刻に対する早着／遅刻状況、早着時の過ごし方等について質問し、その結果からスケジューリングモデルのパラメータを設定した。その結果、旅行時間信頼性による便益のうち、早着分の便益額は旅行時間短縮便益額に対して0～15%程度、遅刻分の便益額は旅行時間短縮便益額に対して8～33%であることが確認された。ただし、本研究の8月の例のように交通状況の変化が大きい場合は、早着分の便益額は旅行時間短縮便益額に対して23%程度、遅刻分の便益額は旅行時間短縮便益額に対して57%と大きな数字となることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計14件)

- 1) 松本洋輔, 吉井稔雄, 集計 QK ならびにローカル LP を組み合わせたランプメータリング 制御の提案, 第 31 回交通工学研究発表会論文報告集, 査読有, 2011, CD-ROM
- 2) 吉井稔雄, 兵頭知, 倉内慎也, 都市内高速道路における交通事故発生リスク要因分析, 第 31 回交通工学研究発表会論文報告集, 査読有, 2011, CD-ROM
- 3) Kim, J., Kurauchi, F. and Uno, N., Analysis of Variation in Demand and Performance of Urban Expressways Using Dynamic Path Flow Estimation, Transportmetrica, 査読有, Vol.7, 2011, pp.63-84
- 4) 谷口知己, 塩見康博, 宇野伸宏, 嶋本寛, 車両感知器パルスデータを用いて速度変動への影響要因分析, 第 31 回交通工学研究発表会論文報告集, 査読有, Vol.31, 2011, CD-ROM.
- 5) 藤井大地, 宇野伸宏, 嶋本寛, 塩見康博, 都市間高速道路における追突事故発生影響要因に関する統計的分析, 第 31 回交通工学研究発表会論文報告集, 査読有, Vol.31, 2011, CD-ROM.
- 6) Y. Shiomi, Y. Seto and N. Uno, Model for Location of Medical Facility and Evaluation of Vulnerability and Accessibility of Road Network, Journal of the Transportation Research Board, 査読有, Vol.2234, 2011, pp.41-48. DOI: 10.3141/2234-05
- 7) 菊池輝, 山本貴之, 藤井聡, 公益情報の提供による総走行時間減少の可能性, 第 30 回交通工学研究発表会論文集, 査読有, Vol.30, 2010, CD-ROM
- 8) 兵頭知, 吉井稔雄, 倉内慎也, 都市内高速道路における交通状態別事故発生リスク分析, 第 9 回 ITS シンポジウム 2010 Peer-Review-Proceedings, 査読有, 2010, pp.324-329
- 9) 瀬戸裕美子, 宇野伸宏, 塩見康博, 非重複経路を考慮したアクセシビリティ指標に基づく医師配置計画モデルの構築, 都市計画論文集, 査読有, Vol.45-3, 2010, pp.487-492
- 10) 近藤竜平, 塩見康博, 宇野伸宏, アクセシビリティと連結信頼性を考慮した道路網・医療施設計画モデル, 土木計画学研究・論文集, 査読有, Vol.27, 2010, pp.579-588
- 11) 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博, 倉内文孝, ETC データに基づく利用者行動変化に着目した高速道路供用効果把握に関する研究, 土木計画学研究・論文集, 査読有, Vol.27, 2010, pp.961-972
- 12) 田中光久, 宇野伸宏, 塩見康博, 安隆浩, 室内実験による所要時間分布情報提供時の経路選択行動に関する研究, 第 8 回 ITS シンポジウム Peer-Review-Proceedings, 査読有, 2009, pp.151-156
- 13) F. Kurauchi and N. Uno, Network Evaluation Based on Connectivity Vulnerability, Transportation and Traffic Theory 2009, 査読有, 2009, pp.637-649. DOI: 10.1007/978-1-4614-0947-2_9
- 14) N.Uno and F. Kurauchi, Using Bus Probe Data for Analysis of Travel Time Variability, Journal of Intelligent Transportation Systems, 査読有, Vol.13,

[学会発表] (計 9 件)

- 1) 兵頭知, 吉井稔雄, 高山雄貴: 都市内高速道路における多車線道路区間を考慮した事故発生リスク要因分析, 第 44 回土木計画学研究発表会, 2011 年 11 月 25 日-27 日, 岐阜大学
- 2) 松本洋輔, 吉井稔雄, 高山雄貴: 事故リスク算定シミュレーションを用いたランプ流入制御実施効果分析, 第 44 回土木計画学研究発表会, 2011 年 11 月 25 日-27 日, 岐阜大学
- 3) 山崎浩気, 宇野伸宏, 倉内文孝, 塩見康博, 嶋本寛, 経時的交通行動把握のための ETC データ活用法とその課題, 第 43 回土木計画学研究発表会, 2011 年 5 月 28 日-29 日, 筑波大学
- 4) 伊藤秀昭, 倉内文孝, 古市英士, 宇野伸宏, 西谷誠之, 都市間高速道路新線開通による旅行時間信頼性向上便益の算出, 第 43 回土木計画学研究発表会, 2011 年 5 月 28 日-29 日, 筑波大学
- 5) 山崎浩気, 嶋本寛, 宇野伸宏, 倉内文孝, 交通ネットワーク信頼性研究の展望, 第 43 回土木計画学研究発表会, 2011 年 5 月 28 日-29 日, 筑波大学
- 6) 菊池輝, 山本貴之, 藤井聡, 経路選択時における公益情報提供に対する焦点化についての実験研究, 第 42 回土木計画学研究発表会, 2010 年 11 月 23 日, 山梨大学
- 7) M. Tanaka, N. Uno, Y. Shiomi, Y. Ahn, An Experimental Study of Effects of Travel Time Distribution Information on Dynamic Route Choice Behavior, The Third International Symposium on Dynamic Traffic Assignment, 2010 年 7 月 30 日, 岐阜県・高山市・高山グリーンホテル
- 8) H. Shimamoto, F. Kurauchi, J.-D. Schmocker, M. G. H. Bell, Evaluation of the Travel Time Reliability of Public Transportation Using a Transit Assignment Model Incorporating the Vehicle Capacity and the Correlation among Vehicles, 4th International Symposium on Transportation Network Reliability, 2010 年 7 月 22 日, University of Minnesota, Minneapolis, USA
- 9) 杉本鉄平, 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博, 都市間高速道路の走行速度変動要因に関する基礎的考察, 第 41 回土木計画学研究発表会, 2010 年 6 月 5 日, 名古屋工業大学

[図書] (計 1 件)

- 1) 吉井稔雄 (共著), 丸善出版株式会社, 交通シミュレーション活用のススメ

2012.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp/its/researches-A.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇野 伸宏 (UNO NOBUHIRO)

京都大学・大学院経営管理研究部・准教授
研究者番号: 80232883

(2) 研究分担者

吉井 稔雄 (YOSHII TOSHIO)

愛媛大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号: 90262120

倉内 文孝 (KURAUCHI FUMITAKA)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号: 10263104

菊池 輝 (KIKUCHI AKIRA)

東北工業大学・工学部・准教授

研究者番号: 00343236

嶋本 寛 (SHIMAMOTO HIROSHI)

京都大学・大学院工学研究科・講師

研究者番号: 90464304

塩見 康博 (SHIOMI YASUHIRO) (2009-2010)

京都大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号: 40422993

山崎 浩気 (YAMAZAKI HIROKI) (2011)

京都大学・学術情報メディアセンター・助教

研究者番号: 60612455