

## 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 6月14日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560561

研究課題名（和文）理論と観測による新しい旅行時間信頼性指標の開発および従来指標との比較研究

研究課題名（英文）Comparative Study on Travel Time Reliability Indexes:  
Theoretical and Observational Approaches

研究代表者

若林 拓（拓史）(WAKABAYASHI HIROSHI)

名城大学・都市情報学部・教授

研究者番号：00135542

研究成果の概要（和文）：

旅行時間信頼性は現在、世界的に脚光を浴びている道路交通サービスの評価指標である。しかし、諸外国で提案されている指標を我が国の道路状況に適用すると、『期待通りの評価結果と評価順位』にならないという問題が生じていた。このため本研究では、旅行時間の変動の実態の把握を行った上で、新たに道路管理者と利用者の両者の立場からみた旅行時間信頼性指標を提案した。旅行時間変動を直接観測および理論的に推定する方法を開発し、従来提案の各種指標と比較研究し、その有用性を確認した。

研究成果の概要（英文）：

Travel time reliability is an emerging evaluation measure for highway network service levels. This paper focuses on travel time reliability indexes for a highway network and proposes new travel time reliability indexes. The paper also discusses and compares several previously and newly proposed indexes for use by both highway users and operators qualitatively. Because this comparative study requires travel time variation, a model is developed for estimating travel time variation. It is the multi-hierarchical stochastic model for estimating travel time variation under uncertainty in demand and service. Then, new indexes for assessing travel time reliability are proposed. The indexes are compared quantitatively.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

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：旅行時間信頼性，サービス水準評価，旅行時間変動，信頼性評価

## 1. 研究開始当初の背景

時間価値の増大や企業のJust in Time生産、在庫ゼロ管理等の経済活動の高度化によって人流・物流の両面において旅

行時間の信頼性が求められている。本研究では、従来から提案されている種々の旅行時間信頼性指標を踏まえた上で、新しい旅行時間信頼性指標を提案したも

のである。内外10種以上の信頼性指標を理論モデルおよびナンバープレート観測による旅行時間変動分析で比較検討し、本研究で開発する指標も含め各種指標の利害得失を明らかにした。特に、既存提案の指標には以下の問題点があった。

問題点(1)：

旅行時間信頼性指標に応じて路線の評価順位が変動し、指標の優劣が明らかでない。米国で提案・利用されているBTI (Buffer Time Index) 等は、我が国の道路状況に適用すると、『期待通りの評価結果と評価順位』にならないという問題が生じている。

問題点(2)：

指標の分類整理も不十分で、指標の特性に関して未解明の部分が多い。例えば、米国で標準的指標とされているBTI指標は小さい値が望ましいとされている。しかし、旅行時間のブレが同じで、かつ、旅行時間が小さくなるとBTIの値が大きくなって、優劣の実態に合わないという不都合が生じる。これはBTI指標の大きな欠陥である。

問題点(3)：

評価の視点が道路管理者か利用者か、路線間比較のための標準化の有無などに展開の余地がある。

これらの問題を解決すべく、本研究を行ったものである。

## 2. 研究の目的

以上の社会的背景や問題解決の目的から、本研究では以下を研究する。

- (1) 利用者の視点に立った旅行時間信頼性指標を提案する。
- (2) 従来提案の指標とあわせて11種類の指標の利害得失を比較する。
- (3) ケーススタディとして、名古屋～大阪間の実際の高速道路の異なる3経路を対象に、観測あるいは予測された旅行時間変動に対して、旅行時間の変動を実地観測し、かつ、交通流観測が不可能な新規開通区間に対しては旅行時間の変動を推計できるモデルを開発する。
- (4) 従来提案の指標とあわせて合計11種の指標を計算しその比較を行う。

## 3. 研究の方法

下記の手順にて研究を実施する。

- (1) 文献のレビュー：各種旅行時間信頼性指標の開発意図の整理および指標の分類整理を行う。

以下の問題点(先述を含む) ~ の解決策を検討する。

問題点：

旅行時間信頼性指標に応じて路線の評価順位が変動し、指標の優劣が明らか

でない。

問題点：

指標の分類整理も不十分で、指標の特性に関して未解明の部分が多い。

問題点：

例えば、米国で標準的指標とされているBTI指標は小さい値が望ましいとされている。しかし、旅行時間のブレが同じで、かつ、旅行時間が小さくなるとBTIの値が大きくなって、優劣の実態に合わないという不都合が生じる。これはBTI指標の大きな欠陥である。

問題点：

評価の視点が道路管理者か利用者か、路線間比較のための標準化の有無などに展開の余地がある。

以上は、INSTR2010(信頼性国際シンポジウム)でも討論された。今後も、さらなる進展を図りたい。

## (2) 旅行時間変動推定モデルの開発

本モデルは、高速道路ネットワークにおいて、所与区間内での旅行時間変動を推定するモデルである。このため、単位区間の旅行時間分布(フローティング調査によって得る)、交通規制による旅行時間分布の変化、降雪等の天気予報の地域分布、天気予報と交通規制を関連づける確率モデル、を多段階条件付き確率モデルで構築する。サンプル区間で採取されたデータをもとに、全区間での旅行時間変動を推定する。

## (3) 観測による旅行時間変動の分析

実際の交通流は、モデルと異なりFIFO (First In First Out: 流入した順に流出する)が成立しないので、実態を調査してモデルに反映させる必要がある。本調査の目的は、ナンバープレート観測により、

旅行時間の変動特性の定量的把握、(2)のモデルで必要となる隣接区間での走行状態従属性の考慮、すなわち『巡航速度順位保存性』の検証である。得られた結果を(2)のモデルと比較する。

## (4) 新しい旅行時間信頼性指標の開発

新しい旅行時間信頼性指標を開発する。この指標は、95パーセントイル旅行時間を利用した既存の指標とは異なり、平均旅行時間周辺での旅行時間変動を定量化する利用者サイドの指標である。

## (5) 各種指標の比較分析

本研究で開発する指標および諸外国で提案されている10種以上にのぼる指標を上記の方法で得られる旅行時間

変動に適用し、指標による路線間序列比較、指標の感度分析的な特性把握を行う。各種指標の利害得失を整理し、研究代表者が提案する指標の位置づけを明らかにする。

#### (6) 研究成果の学会発表

これらの成果を国内会議、国際会議、Journal等で発表する。

### 4. 研究成果

得られた主な成果は以下の通りである。

(1) 文献のレビュー：内外の旅行時間信頼性の論文を整理し、かつ内外で提案されている各種旅行時間信頼性指標の開発意図の整理および指標の分類整理を行った。これらは、Journal投稿論文の中で引用・整理している。

#### (2) 旅行時間変動推定モデルの開発と計算の実行

本モデルは、高速道路ネットワークにおいて、所与区間内の旅行時間変動を推定するモデルである。このため、単位区間の旅行時間分布(フローティング調査によって得る)、交通規制による旅行時間分布の変化、降雪等の天気予報の地域分布、天気予報と交通規制を関連づける確率モデルを多段階条件付き確率モデルで構築した。現況の旅行時間変動を、実測の旅行時間変動と比較し、モデルが現況を良好に再現できていることを確認した。

#### (3) ナンバープレート観測による旅行時間変動の分析と(2)のモデルとの比較

実際の交通流は、モデルと異なりFIFO(First In First Out: 流入した順に流出する)が成立しないので、実態を調査してモデルに反映させる必要がある。本調査の目的は、旅行時間の変動特性の定量的把握、(2)のモデルで必要となる隣接区間での走行状態従属性の考慮、すなわち『巡航速度順位保存性』の検証である。得られた結果は、(2)のモデル成立の前提となる『巡航速度順位保存性』を支持する結果となった。

(4) 新しい旅行時間信頼性指標の開発  
新しい旅行時間信頼性指標を開発した。この指標は、BTI等の95パーセントイル旅行時間を利用した信頼性指標とは異なり、平均旅行時間周辺での旅行時間変動を定量化する利用者サイドの指

標である。

#### (5) 各種指標の比較分析

本研究で開発する指標および諸外国で提案されている10種以上にのぼる指標を上記の方法で得られる旅行時間変動に適用し、指標による路線間序列比較、指標の感度分析的な特性把握を行う。各種指標の利害得失を整理し、研究代表者が提案する指標の位置づけを明らかにした。

#### (6) 各種信頼性指標に関する成果は以下の通りである。

平均旅行時間付近の変動に着目した新しい旅行時間信頼性指標を提案した。

開発したモデルにより推計した旅行時間変動に対し、内外11種類の旅行時間信頼性指標を比較した。

これらの指標の挙動は、それぞれ異なることを明らかにした。さらに、その挙動特性は、その構成式の特色によっていくつかのグループに属することがわかった。

例えば、BTI等の指標グループでは、指標の分母に平均旅行時間があり、分子に旅行時間の変動項がある。このため、平均旅行時間が大きく改善されると旅行時間変動の改善効果を相殺し、対象路線の表果順位を下げるという欠点があった。この欠点は、距離が短くなったために大幅に平均旅行時間が改善される新規路線(名古屋～大阪間の新名神高速道路)の評価に表れた。

これに対し、本研究で提案した指標は、名古屋～大阪間に新規に開通した新名神でも、利用者および管理者の実感にあう妥当な評価結果を与えることが明らかとなった。

これらの成果は、以下の内外学会、学術誌等で公表している。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計14件)

Hiroshi Wakabayashi and Yukimasa Matsumoto (2012). Comparative Study on Travel Time Reliability Indexes for Highway Users and Operators. Journal of Advanced Transportation, 査読有, DOI: 10.1002/atr.1194.

Hiroshi Wakabayashi (2012). Travel Time Reliability Indices for Highway Users and Operators. In: David M. Levinson, Henry X.

- Liu and Michael Bell (Ed.) Network Reliability in Practice, Selected Papers from the Fourth International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR2010), 査読有, No.4, 79-95, Springer N.Y.
- Shuming FANG and Hiroshi Wakabayashi. The Cost-Benefit Analysis for Improving the Traffic Network Reliability after Disaster, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.44, CD-ROM(No.P21, 7pages), 2011.
- Shuming Fang and Hiroshi Wakabayashi (2011). The Cost-Benefit Analysis on Traffic Network Reliability after Disaster. Proceedings of 2011 International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, 査読有, Part A, Volume. 3 (No.99), CD-ROM(4pages).
- 若林拓史. 地震災害と交通システムの危機管理のあり方～『現場力』の活用. 『方位』(愛知県測量設計業協会誌), 査読なし, No.34, 29-36, 2011.
- Shuming Fang and Hiroshi Wakabayashi (2011). Travel Time Reliability for Recovery Activity Immediately after Disaster. Proceedings of XIV Meeting of EURO Working Group on Transportation, 査読有, No.14, CD-ROM (No.22).
- 方 樹名・若林拓史: 災害時の旅行時間信頼性の研究, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.43, CD-ROM(No.268, 4pages), 2011.
- Shuming Fang and Hiroshi Wakabayashi. Analysis of Typical Seismic Damages of Highways in 2008 Sichuan Earthquake. 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.42, CD-ROM (No.P53, 4pages), 2010.
- Hiroshi Wakabayashi (2010). Travel Time Reliability Indexes for Highway Users and Operators. Proceedings of the 4th International Symposium on Transportation Network Reliability (University of Minnesota, Minneapolis, USA, July 22-23, 2010), 査読有, CD-ROM (19 pages).
- Fang Shuming and Hiroshi Wakabayashi (2010). Improvement of Network Reliability based on the Government Support. Proceedings of the 4th International Symposium on Transportation Network Reliability (University of Minnesota, Minneapolis, USA, July 22-23, 2010), 査読有, CD-ROM (13 pages).
- 堀江侑生・山本貴大・吉田 樹・若林拓史: 旅行時間の変動と管理者および利用者からみた旅行時間信頼性指標, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.41, CD-ROM(No.120, 4pages), 2010.
- Hiroshi Wakabayashi, Yukimasa Matsumoto and Atsushi Suzuki(2009). Comparative Study on Travel Time Reliability Indexes for Highway Users and Administrators. Proceedings of XIII Meeting of EURO Working Group on Transportation, 査読有, CD-ROM(73.pdf).
- 若林拓史・松本幸正・鈴木 温・鈴木忠英: 都市間高速道路の旅行時間の変動と管理者・利用者からみた旅行時間信頼性指標との関係, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.39, CD-ROM(No.310), 2009.
- 若林 拓・松本幸正・鈴木 温: 利用者二ーズに基づく旅行時間信頼性指標および旅行時間情報提供のあり方に関する研究, 名城大学総合研究所紀要, 査読なし, No.14, pp.191-194, 2009.
- [学会発表](計4件)
- Shuming Fang and Hiroshi Wakabayashi (2011). The Cost-Benefit Analysis for Improving the Traffic Network Reliability after Disaster Based on Local Government. 第30回日本自然災害学会学術講演会講演概要集(No.95, 2pages), 2011.11.17(木), 東京大学.
- Fang Shuming and Hiroshi Wakabayashi. A Discussion on the Effect of Government Support for Network Reliability. 土木学会第65回年次学術講演会概要集, CD-ROM( -132, 2pages). 土木学会第65回年次学術講演会, 2010.9.3(金), 北海道大学.
- Hiroshi Wakabayashi (2010). Travel Time Variation and Travel Time Reliability Indexes. Proceedings of the 12th World Conference on Transport Research (Lisbon Portugal, July 11-15, 2010), CD-ROM (1577.pdf, 21 pages). 12th World Conference on Transport Research, 2010.7.12(月), リスボン, ポルトガル.
- 吉田 樹・若林拓史・中山英之: 追従挙動シミュレーションによる希望旅行時間と実質旅行時間の算出, 土木学会第64回年次学術講演会概要集, CD-ROM( -048). 土木学会第64回年次学術講演会, 2009.9.4(金), 福岡大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

若林 拓(拓史)(WAKABAYASHI HIROSHI)  
 名城大学・都市情報学部・教授  
 研究者番号: 00135542