

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（FS研究対象）】

① 研究代表者	氏名（ふりがな）	所属	役職	
	福田 大輔	東京工業大学大学院 理工学研究科	准教授	
② 研究 テーマ	名称	道路の旅行時間信頼性の評価と運用に係る研究開発 ー経済便益計測手法の提案と経路誘導システムの構築ー		
	政策 領域	[主領域]【領域1】新たな行政システムの創造 [副領域]【領域3】新たな情報サービスと利用者満足度向上	公募 タイプ	タイプII
③ 研究経費 (単位：万円) ※受託金額を記入。	平成24年度 総 合 計			
	1,000			
④ 研究者氏名	(研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)			
氏名		所属・役職		
文 世一		京都大学大学院経済学研究科・教授		
兵藤 哲朗		東京海洋大学流通情報工学科・教授		
シューマッカー・ヤンディアク		京都大学大学院工学研究科・准教授		
キャパリアス・ヤニス		シティユニバーシティロンドン工学数理科学研究科・講師		
馬 江山		東京工業大学・産学官連携研究員		
牧村 和彦		一般財団法人計量計画研究所・企画部次長		
土谷 和之		株式会社三菱総合研究所・主任研究員		
⑤ 研究の目的・目標 (提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。)				
<p>道路の旅行時間信頼性(移動の定時性)が向上したことによる経済便益の計測・評価手法を提案・検証すると共に、旅行時間の不確実性を前提とした経路誘導アルゴリズムの開発及びそのシステム構築について検討する。具体的には、(1) 旅行時間信頼性向上の経済便益の計測・評価手法の提案と検証、(2)-1 旅行時間の不確実性を考慮した経路誘導アルゴリズムの開発とシステム構築、(2)-2 そのようなインテリジェントな経路誘導システムの社会的普及がネットワーク交通流全体に及ぼす影響の分析という、旅行時間信頼性の「評価」と「運用」それぞれのサブテーマに関する研究開発を行う。これらの研究開発を通じて、道路事業評価方法への新たな知見を与えると共に、道路交通運用技術の更なる革新やネットワーク全体の定時性向上に資することを目的とする。</p>				

## ⑥ F S 研究の結果

### 1 旅行時間信頼性向上の経済便益の計測・評価手法に係る研究開発

#### 1-1. 旅行時間信頼性の経済評価に関する国内外の研究及び実務の動向調査

旅行時間信頼性の経済評価に関する国内外の研究及び実務の最新動向を調査・整理した上で、本研究で新たに開発する旅行時間信頼性向上の便益評価方法の新規性・妥当性を確認した。また、旅行時間信頼性の評価方法論に関する包括的なレビューを行い、経済便益の推計に関するデータ収集ならびに実務上の課題を検討・整理した。

#### 1-2. 旅行時間信頼性の貨幣価値原単位推定のための基礎理論並びに調査・推定方法の開発

ミクロ経済学理論に整合した、旅行時間信頼性の貨幣価値原単位を推定するための新たな経済評価手法(統合アプローチ)を開発し、既往研究との比較を通じてその新規性を確認した。次に、交通行動調査及び交通流観測データの利用に基づいて旅行時間変動価値を推定する方法を開発した。さらに、開発した統合アプローチを用いた小規模なケーススタディを行い、提案した手法の妥当性・有用性を明らかにした(図1)。

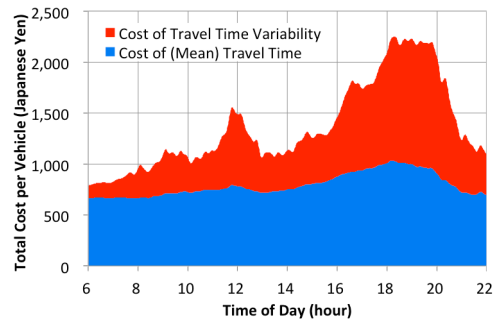


図1 旅行時間変動に起因するドライバーコストの試算(延長約15kmの都市間高速道路での適用例)

#### 1-3. 将来の旅行時間変動を推計するための予測モデルの構築

標準偏差やパーセンタイル値等の旅行時間信頼性指標を、道路特性や交通特性によって説明することが可能な予測モデル(統計モデル)のプロトタイプを、高速道路並びに一般道を対象として開発した。

### 2. 旅行時間の不確実性を考慮した経路誘導アルゴリズムの開発とシステム構築に係る研究開発

#### 2-1. 経路誘導に関する国内外の研究及び技術開発の動向調査

Reliable Routingに関する国内外の研究及び技術開発等の最新動向を調査し、本研究で構築する経路誘導アルゴリズムの新規性・妥当性を確認した。

#### 2-2. 旅行時間の不確実性を考慮したリスク回避型動的経路誘導アルゴリズムの開発

旅行時間の変動の度合いに応じて、定時性確保の観点から見た最適経路群をドライバーに推奨する、リスク回避型動的経路誘導アルゴリズム(Hyperpath-based Dynamic Route

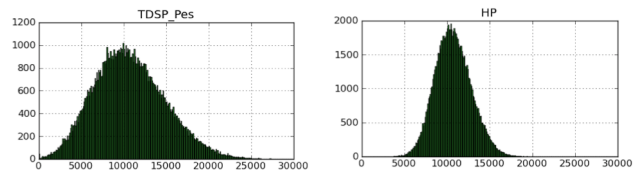


図2 固定起終点間の旅行時間分布のシミュレーション結果(左:従来型の時刻依存Dijkstra法,右:提案手法,100万回試行分)

Guidance)とそれを用いた経路推奨方法論を新たに開発した。次に、多面的なモンテカルロシミュレーションを通じて、提案するアルゴリズムの妥当性・適用性・従来手法に対する優位性を明らかにした(図2)。さらに、交通シミュレーターによる動的な交通流解析を通じ、当該経路誘導システムに従う車両の普及によりネットワーク全体の旅行時間信頼性が向上する可能性が示唆された。

#### 2-3. リスク回避型動的経路アルゴリズムの高速化と動的経路誘導システムのプロトタイプ開発

経路推奨アルゴリズムの更なる高速化を図ると共に、オープンソースを用いてそれをGIS上に実装し、動的経路誘導システムのプロトタイプを開発した(図3)。

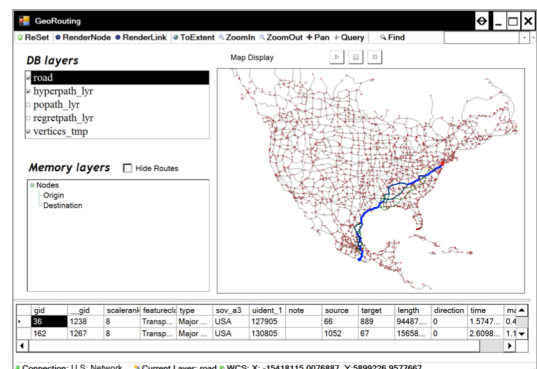


図3 遅刻リスク最小化経路群推奨ライブラリ“GeoRouting.Net”のGraphic User Interface

※以上の各成果の詳細については、FS研究成果報告書(国総研に提出済)を参照されたい。

## ⑦本格研究の見通し

### ■FS研究の結果を踏まえた本格研究における研究成果の見通しと研究目標の達成見込み：

新道路技術会議より提示されている本FS研究の本格研究採択に向けた条件は以下のとおりである。

- (1)FS研究として、提案されているReliable Routingによるシステム構築の妥当性・適用性を示す[1-1]と共に、旅行時間信頼性の便益評価に係るデータ収集等の課題を検討・整理する[1-2]こと。
- (2)本研究の成果が道路行政に与えるインパクト[2-1]や既存研究との比較からみた新規性[2-2]を十分に考慮し、研究項目を検討すること。

[1-1]に対応するため、遅刻リスクを最小化する経路群である最小費用Hyperpathを高速に生成するアルゴリズムを新たに開発すると共に、システムへの実装を行った。その上で、様々な条件(ネットワーク構造と規模、混雑の程度の相違等)の元でモンテカルロシミュレーションを行い、高速化されたHyperpath生成アルゴリズムの適用性を確認した。さらに、Hyperpathに基づく経路推奨基準と、既存の標準的な経路推奨基準をモンテカルロシミュレーションにより比較し(前ページ図2)、提案するアルゴリズムの方が従来型の時間依存Dijkstra法等に比べて、旅行時間信頼性のみならず平均旅行時間の観点からも優れていること(妥当性)が確認された。

[1-2]に関しては、旅行時間信頼性の経済評価に関する国内外の研究及び実務の動向調査の一環として詳細な検討を行った。旅行時間信頼性向上の経済便益を実際に推計するためには、(a)旅行時間信頼性指標の将来予測、(b)旅行時間変動の貨幣価値原単位の推計という、観測データや意識調査データ等を必要とする2つの作業が必須である。FS研究では旅行時間信頼性の経済評価に関する包括的なレビューを行い、(a)と(b)の各観点からの代表的なデータ収集方法の特徴整理を行った(詳細はFS研究成果報告書p.37, 表2.4・表2.5に記載)。

[2-1]に関しては、まず、旅行時間変動に起因するドライバーの移動コストの試算を行ったところ、旅行時間信頼性のコストは、総コストに対する2割強以上の大きさと成り得る可能性が示唆された(前ページ図1)。すなわち、旅行時間信頼性便益の計測手法の確立と導入が道路事業の評価に大きな影響を与える可能性があることが確認された。次に、当初計画では二年次より実施する予定であった動的交通シミュレーターの開発を前倒しで実施し、動的経路誘導システムの普及が全体の交通流に及ぼす影響についての基礎分析を行った。その結果、Hyperpathに基づくリスク回避型経路誘導の普及に伴って平均旅行時間と旅行時間変動の削減効果が見られることが分かった。すなわち、提案する経路誘導システムは道路政策の点からも有用である可能性が示唆された。

[2-2]に関しては、旅行時間信頼性の経済評価手法、旅行時間の不確実性を考慮した経路誘導方法それぞれに関して、国内外の研究レビューを網羅的に行い、本研究開発が新規性と有用性を備えていることを確認した。

以上を踏まえ、提案する旅行時間信頼性の評価方法、並びに、運用方法の多角的な検討を、本格研究で引き続き実施することにより、当初の研究目標を十分に達成できるものと考えている。但し、新道路技術会議からのコメント並びにFS研究の成果を踏まえ、経路誘導システムの開発と普及が道路行政に資することを重点的に検証するため、「運用」に係る2つのサブテーマという形で本格研究の枠組みを再構成することとした。

### ■成果の活用方法・手段・今後の展開：

旅行時間信頼性の経済便益評価については、多様な事例への適用を通じて提案する価値付け手法並びに将来予測手法の妥当性・一般性を検証する必要がある。また、旅行時間の不確実性を考慮した経路誘導に関しては、システムとしての妥当性・適用性をさらに検証すると共に、今後は、実フィールドにおけるドライバーの実際の経路選択行動との比較検討等も必要となる。いずれの検討も、プローブやGPS等の多様な交通関連ビッグデータを有効活用することで得られる高精度の旅行時間信頼性指標を用いれば、十分遂行可能であると考えられる。

## ⑧特記事項

当初計画で示したFS研究の内容については、ほぼ全てを行うことができたものと自己評価している。また、⑦で詳述したとおり、本格採択に向けたいずれの条件もクリアできたものと考えている。

なお、開発した動的経路誘導アルゴリズム及びシステムについては、公開特許公報データベースの検索を通じて類似した特許が存在していないことを確認した。さらに、独自のカーナビシステムによって交通情報提供を行っている自動車会社技術担当者にヒアリングを行い、同様の経路誘導に関する基礎的検討は同社でも若干行われているが、システム開発や実用化に向けた具体的検討は未着手・未計画であるという回答を得た。