

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発 【研究終了報告書】

<b>① 研究代表者</b>	氏名 (ふりがな)	所属	役職	
	朝倉 康夫(あさくらやすお)	東京工業大学 理工学研究科	教授	
<b>② 研究 テーマ</b>	名称	都市高速道路における突発事象時の最適交通運用についての研究開発		
	政策 領域	[主領域] 新たな情報サービスと 利用者満足度向上 [副領域]	公募 タイプ	タイプII
<b>③ 研究経費</b> (単位: 万円) <small>※端数切り捨て。</small>	平成22年度	平成23年度	平成24年度	総 合 計
	982	1,594	1,724	4,300
<b>④ 研究者氏名</b> (研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。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 (※平成25年3月31日現在)			
桑原 雅夫	東北大学・情報科学研究科・教授			
赤松 隆	東北大学・情報科学研究科・教授			
井料 隆雅	神戸大学・工学研究科・教授			
Chong Wei	北京交通大学・准教授			
Nguyen Xuan Long	東京工業大学・理工学研究科・博士研究員			
割田 博	首都高速道路(株)・ITS推進課・課長代理			
北澤 俊彦	阪神高速技研(株)・技術部技術課・課長			
日下部 貴彦 (研究協力者)	東京工業大学・理工学研究科・助教			
<b>⑤ 研究の目的・目標</b> (提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)				
<p>高速道路においてより信頼性の高い道路交通サービスを実現するには、事故などの突発事象の際に、利用者ニーズに見合った質の高い交通情報の提供を行うとともに、突発事象の影響を最小限に抑える交通運用方策の開発が必要である。本研究の目的は、都市高速道路上での突発事象の発生を速やかに検出し、その事象によって生じる旅行時間の変化を予測して利用者に提供するための新たな技術を開発するとともに、情報提供下での利用者行動の分析を踏まえた交通運用の最適化手法の研究開発を行うことにある。具体的な研究開発の目的は、以下の3点である。</p> <p>(1) 突発事象の検出とシミュレーションによる交通状況予測手法の開発</p> <p>(2) 観測データを活用した交通情報提供下での利用者行動の調査と分析</p> <p>(3) 突発事象の影響を最小化する交通運用方策の開発</p>				

## ⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

### 【平成22年度】

- (1) 突発事象の検出と情報提供に関する国内外の研究技術開発の動向調査と課題の整理(全員)

突発事象の検出とシミュレーションによる交通状況予測手法、および情報提供下での交通行動分析について国内外の技術開発の動向を調査し、課題について体系的に整理した。

- (2) 突発事象の検出と交通ネットワークシミュレータに関する基礎理論の構築(桑原, 赤松, 割田)

交通流の観測データに基づく突発事象の検出, 突発事象発生時の車線閉塞に伴う事故様態別の容量低下および車線開放までの復旧作業所要時間を推定する手法に関する基礎理論を構築した。

- (3) 突発事象発生時の情報提供による利用者の行動変化に関する調査手法の開発(朝倉, 井料, 北澤)

プローブパーソン(PP)調査とSP調査を組み合わせることにより, 突発事象発生時の利用者行動の調査手法を開発し, 阪神高速道路を対象とするパイロット調査を実施した。

### 【平成23年度】

- (1) 突発事象検出およびシミュレーションによる交通状況予測手法の検証(桑原, 赤松, 割田)

首都高速道路の観測データを用い, 突発事象検出手法, 容量低下と車線開放までの継続時間の推定手法を検証した。突発事象時の旅行時間予測のためのメソシミュレーションモデルを構築した。

- (2) 突発事象時の利用者行動に関する分析と情報提供方法の検討(朝倉, 井料, 北澤)

PP調査とWEB-SP調査による利用者行動調査から得られたデータを用いて, 突発事象時の経路変更行動を分析するとともに, 突発事象時に提供される情報と行動に関するモデルを構築した。

- (3) 突発事象時の情報提供による交通運用手法の開発(朝倉, Wei, 日下部)

突発事象時の最適交通運用手法について, 国内外の最新の技術開発動向を調査して課題を整理した。突発事象時の利用者行動を組み込んだシミュレータを用いて, 情報提供効果を評価する枠組みを構築した。

### 【平成24年度】

- (1) 突発事象の検出と交通ネットワークシミュレータの検証と改良(桑原, 赤松, 割田)

突発事象検出について多様なデータの活用方法等の課題整理を行い, 首都高速道路の放射路線を対象とした交通ネットワークシミュレータの数値計算と精度検証を行った。

- (2) 突発事象時の行動モデルの開発と情報提供下での行動分析(朝倉, 井料, 日下部, Long)

PP調査とWEB-SP調査による行動調査の課題を整理するとともに, 突発事象情報と行動選択に関するモデルを用いて交通情報, 料金体系, 行動文脈下での高速道路利用行動を分析した。

- (3) 利用者行動を組み込んだシミュレータの改良と情報提供効果の分析(全員)

利用者の反応を内生化した交通状況予測シミュレータを用いて, 情報が交通ネットワークの総遅れ時間等の社会的費用に及ぼす影響を比較し, 突発事象の状況・内容や利用者の情報利用率等に応じた情報提供方法について分析した。

研究の実施に際して, 大学に所属する研究者が基礎的な方法論を開発し, 都市高速道路会社の実務担当者と共同でフィールドでの調査・検証を行う体制とした。なお, 突発事象の検出とシミュレーションの数値実験に関する車両感知器データ等の一次処理, PP調査やWEB-SP調査によって得られた移動軌跡データやWEBデータの再集計等については, 作業の一部をコンサルタントに外注した。

## ⑦中間評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

【参考意見1】予測シミュレータの精度と Driver の意思決定に要求される精度にはまだ大きな開きがあるため、大きなフレームでの解析を進めていただきたい。Detector 密度の低い区間は世界への展開を考える上で重要であり、その足がかりとなるような分析をお願いしたい。

対応： 情報提供下でのドライバーの経路選択行動を内生化した交通シミュレータを用いることで、突発事象の検出遅れや情報の種類によるドライバーの行動の差異等を考慮した交通運用のあり方を検討できる枠組みを提示した。交通観測インフラに制約がある場合の交通状態推定については、プローブデータの活用の可能性に言及した。

【参考意見2】過剰な迂回行動を誘発せずに、渋滞損失を確実に低減するために前提となる、システムの総合性能水準を報告書でも具体的に示していただきたい。また、各サブシステムの現状での再現/予測精度の定量評価結果とともに、上記総合性能を実現するために必要な各サブシステムの目標性能と実現方策を報告書でも具体的に示していただきたい。さらに、情報提供に加えて、料金の突発事象時設定などの交通運用についても検討いただきたい。

対応： 突発事象の検出や旅行時間予測の再現性と精度について、首都高速での観測データを用いたシミュレーションを実行して定量的に示した。システムの総合性能評価については、高速道路と平面街路の総旅行時間を指標として用い、異なった交通条件下での情報提供の効果を比較した。比較の際には、料金体系の影響を検討できる枠組みとした。

【参考意見3】3つの研究開発の目的が個別に達成されて研究が終了するのではなく、3つの研究目的が最終的に統合され、どのように有機的なシステムを構成することによって実用化されるのかという点に留意いただきたい。

対応： 突発事象の検出と旅行時間予測（第1の目的）、突発事象時の交通行動モデル（第2の目的）は、最終的に突発事象時の交通運用を評価するためのシミュレーションシステム（第3の目的）に統合される。突発事象の内容・状況や利用者の行動文脈等を考慮した上で、社会的費用を小さくする情報提供のシナリオを検討することが可能となる。

【参考意見4】情報提供方法の検討では、情報内容やタイミングのほか、情報提供手段の組み合わせも重要であるため、次年度に予定する情報提供方法の提案の中で考慮いただきたい。

対応： 情報提供手段については、路側での可変情報板によるリアルタイムの予測情報提供を想定しており、利用者の情報利用率と情報提供効果との関連を分析している。個人属性に応じた情報のカスタマイズやそれを提供するための新たな手段については今後の検討課題としたい。

【参考意見5】本研究成果の発展性として、多様な観測データを融合させた場合の推定精度の向上や一般高速や一般道への適用性についても、次年度の研究の中で可能性を示唆いただきたい。また、引き続き、研究成果を積極的に国内外で発信していただきたい。

対応： プローブデータを含む多様な観測データの利用や都市高速道路以外への適用について、報告書の中で触れている。国内外への成果報告と情報収集のための国際ワークショップを2013年3月1、2日に開催した。

【参考意見6】本研究のとりまとめに際して、共同研究者である首都高速や阪神高速の関係者と実導入を行う場合の技術的課題についても議論していただき、導入面の課題も明らかにいただきたい。

対応： 実導入に際しての技術的課題について、首都高速や阪神高速の関係者の意見を踏まえて報告書に記載した。

## ⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

### 1. 突発時の交通事象の検出、解析と交通運用に関する研究開発動向の把握

交通インシデント検出、シミュレーションによる交通状況予測、情報提供下での交通行動分析について、文献調査・研究動向調査を行い、研究課題を明らかにした。

(1) インシデントの検出について、車両感知器のデータを使う方法は実用性の高い方法であるが、詳細な判別ルール構築やその実証については必ずしも十分な研究が行われているわけではない。また、渋滞、非渋滞といった交通状態に応じた有効なボトルネックの検出方法、容量低下およびその継続時間の推定に関する研究事例は少ないことも明らかとなった。

(2) 交通状態予測のためのシミュレータに関しては、平常時だけでなくインシデント時にも適用可能なシミュレータの開発研究が必要であることが確認できた。

(3) 情報提供下での交通行動分析に関しては、可変情報板によるドライバーへの情報提供の効果を分析するために行動調査を実施し、モデル化を行うものが多いことがわかった。情報提供の効果を調べるために、推定した行動モデルをネットワークシミュレータに組み込む研究も試みられているが、状況によって異なる利用者の反応の多様性を考慮するには至っていないことがわかった。

(4) インシデント時の交通運用を評価するためには、突発事象が生じた場合の利用者行動を反映した動的ネットワークシミュレータの開発が鍵となることがわかった。

### 2. 突発事象の検出とシミュレーションによる交通状況予測手法の開発

(1) 車両感知器データを用いて、突発事象を原因とする容量制約に伴う渋滞の発生の有無やその先頭位置を検出する方法を開発した。車両感知器の速度データから、当該時間帯・箇所での臨界速度を基にした渋滞判定を行い、渋滞と判定された場合にはその先頭位置を特定するものである。首都高速道路の交通流データを用いて検証した結果、渋滞流時には事象検出率、正検出率ともに高いが、自由流時には事象検出率が低いものの正検出率は高いという結果を得た。検出に要する時間も登録時刻より早く、良好な結果であった。

(2) 突発事象時の車線開放までの継続時間に影響を及ぼす要因が①消防・救急の出動有無、②処理車両の出動有無、③事故台数であることから、事故事例を統計的に分類することで車線閉塞時間を予測する手法を構築した。実データによる検証の結果、車線閉塞時間は±20分以内を80%以上の精度で推定できることを確認した。

(3) 平常時を対象に開発された交通ネットワークシミュレータを改良し、突発事象時の旅行時間予測に適用できるようモデルを拡張した。首都高速の放射線である川口線上り（川口JCT～江北JCT）及び3号渋谷線（東名道～谷町JCT）を対象に再現性の検証を行ったところ、本線料金所以降の渋滞発現が若干異なるものの、渋滞・混雑状況の予測精度は真値±10分を閾値とした旅行時間的中率が83%と良好であることが確認できた。

(4) 旅行時間の精度向上には、需要と容量のバランスを取ることが肝要であるため、実用化に向けては、全ての突発事象対応モジュールの精度を向上させる必要があるが、速度ランクの精度向上には、とくに車線閉塞時間の精度が最も影響することがわかった。

### 3. 観測データを活用した交通情報提供下の利用者行動の調査と分析

(1) 携帯電話とWEBを組み合わせたプローブパーソン（PP）調査に基づくSP（Stated Preference）調査システムを新たに開発した。平成22年12月に2週間にわたってPP/SP調査を実施し、実際に突発事象が発生した際の行動と仮想的な条件下での高速道路利用行動に関するデータを収集し、行動分析を行った。この方法は、現実の行動の中から調査対象の行動を切り出すという方法であり、サンプ

ル数に制約はあるものの実ネットワークを利用するため、被験者が一般道などの周辺ネットワークを想定しやすいという利点を持つ。一方、実ネットワークを利用することによってネットワーク特有のバイアスが生じる可能性があることも確認できた。

(2) 仮想的なネットワーク条件を提示してWEB-SP調査を実施する方法（単独SP調査）は、モデル分析に十分なサンプル数を低いコストで得ることができるという利点を持つ。この方法は、被験者にとって一般道のネットワークについて想定が難しいものの、認知パラメータはおおむね実勢に近い値を示していることから、ネットワークの形状に依存しない突発事象時の経路選択モデルを構築する場合についての行動データを得るには適していることが確認できた。

(3) 突発事象時を想定したランプ選択行動に関するモデルの定式化を行った。このモデルは、「平常時に比した旅行時間の増分がより小さい経路を選択する」という行動規範に基づいて、最終目的地まで高速道路を利用し続けるか、ランプから降りて並行する一般道を利用するかという2項選択モデルである。行動調査データを用いたモデル同定の結果、統計的に有意なモデルを推定できた。

(4) 突発事象情報として渋滞長などの距離を提示した場合に、旅行時間情報の場合と比較して5.06分多めに旅行時間を見積もってしまう傾向があることがわかった。渋滞距離が2~4kmの場合に料金が高速道路選択率に及ぼす影響が大きく、料金差が300円の場合には料金差が600円の時に比べて、高速選択確率が7%高いことがわかった。

(5) 交通目的（通勤、私用、業務）によるモデルパラメータの値を見ると、影響力の大きい旅行時間情報や渋滞距離情報のいずれも、業務>通勤>私用の順に絶対値が大きく、業務目的での利用の際に、突発情報が経路選択に影響を及ぼしやすいことが確認できた。

#### 4. 突発事象の影響を最小化する交通運用方策の開発

(1) 突発事象時の最適交通運用手法について、国内および米国、英国、オランダの最新の技術開発の動向を調査し、課題の整理を行うとともに、Cell Transmission Model をベースに、突発事象時の行動変容を考慮したネットワークシミュレータを開発した。高速道路利用モデル分析で得られた知見を組み込み、突発事象時の利用者の反応（情報提供下の経路選択行動）を内生化している。

(2) 予測旅行時間情報（PRTT）を提供する場合、インシデント時の交通システムシミュレータでは、まず現況再現シミュレータが実行され、現況再現シミュレータが表現する交通状況をもとに、予測シミュレータを実行して将来の交通状況を予測する。そして、この予測交通状況から得たPRTTをもとに、次時刻の現況再現シミュレータで経路選択が行われる構造であるという特徴を持っている。

(3) 首都高速3号渋谷線を模した仮想ネットワークを用いて数値実験を行った。情報の種類（瞬間旅行時間(ITT)、渋滞距離情報、予測旅行時間(PRTT)、情報更新間隔、インシデント検知時間をそれぞれ変化させた場合の影響を比較した。ほぼどのような場合でも、情報更新間隔とインシデントの検知時間はより短いほうが利用者の旅行時間の短縮に効果的であることが確認できたが、情報の種類による効果は条件設定によって異なる可能性も示唆された。

(4) 情報を利用して経路変更を行う利用者の割合（情報利用率）に着目し、利用者の情報利用率が違うときの情報がネットワーク交通流に与える影響に関して分析した。情報利用率が高くなるほど高速道路とネットワーク全体の交通状態は改善するが、一般道容量に制約がある場合には情報利用率60%が最も効果が大きいことが確認できた。

(5) 高速料金制度（均一料金制と対距離料金制）が違うときの情報が交通流に与える影響を調べた結果、対距離制の導入によってランプ間の料金差が大きくなっても、一般道容量が十分に大きい場合にはネットワーク全体の総旅行時間はあまり変わらないが、一般道容量に余裕がない場合には情報提供によってネットワーク全体の総旅行時間が増加する場合もあることが確認できた。

## ■国際的インパクト

平成22年度には米国，平成23年度には英国，オランダの研究拠点大学でTraffic Incident Managementに関するワークショップを開催し，諸外国の研究開発動向を調査するだけでなく，本研究の成果をはじめ高速道路の交通管制に関する研究情報の発信を積極的に進めた．最終年である平成24年度にはフランス，オランダ，デンマーク，オーストラリア，香港から国際的に顕著な活動をしている研究者を招へいし，本研究の共同研究者に加えて，わが国の交通流理論，ネットワーク理論に詳しい研究者と道路交通実務担当者が参画して2日間の国際ワークショップ'International Workshop on Transport Networks under Hazardous Conditions'を開催し，本研究の成果を広く発信するとともに，各国の最新の研究動向を把握した．発表と議論はすべて英語で行われ，突発時の交通解析，マネジメントに関して，きわめて実質的で有益な議論が行われた．

わが国の都市高速道路では，車両感知器データやETCデータを含め，他の先進諸国に例を見ないほど精緻で大量の交通流データが観測・収集されており，それらを有効に活用した突発事象時の新たな情報提供サービス手法や交通運用手法を研究・開発することの国際的インパクトはきわめて大きいものと思われる．

## ⑨研究成果の発表状況

(本研究の成果について、これまでに発表した代表的な論文、著書（教科書、学会抄録、講演要旨は除く）、国際会議、学会等における発表状況を記入下さい。なお、学術誌へ投稿中の論文については、掲載が決定しているものに限ります。)

- 1) 社領 沢，日下部 貴彦，朝倉 康夫；都市高速道路における突発事象時の行動調査とその分析．*土木計画学研究発表会・講演集*，Vol. 44，250，岐阜，2011.11
- 2) 坂井 勝哉，Chong WEI，日下部 貴彦，朝倉 康夫；旅行時間予測値の性能に関する統計分析．*土木計画学研究発表会・講演集*，Vol. 44，123，岐阜，2011.11
- 3) Chong WEI，Naoya OKADA，Takeshi HAGIHARA，and Yasuo ASAKURA；Travel time prediction based on the real-time measurement of traffic. *Behavior in Networks (BiNs) Workshop in Hong Kong*，2011.12
- 4) Takahiko KUSAKABE，Taku SHARYO，and Yasuo ASAKURA；Effects of Traffic Incident Information on Drivers' Route Choice Behaviour in Urban Expressway Network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences (Proceedings of EWGT2012 - 15th Meeting of the EURO Working Group on Transportation)*，vol.54，pp. 179-188，Paris，2012.9
- 5) 萩原 武司，岡田 直也，Chong Wei，朝倉 康夫；突発事象発生時における過去データを用いた所要時間算出論理の改良．*第32回交通工学研究発表会論文集*，pp.293-296，2012.9
- 6) 日下部 貴彦，社領 沢，朝倉 康夫；都市高速道路における突発事象情報の提供による行動変化のSP調査とその分析．*土木計画学研究発表会・講演集*，Vol.46，83，さいたま，2012.11
- 7) 中野 悠太，日下部 貴彦，朝倉 康夫；突発事象時の経路選択行動に対する旅行時間情報提供による影響の分析．*第11回ITSシンポジウム2012 Proceedings*，Vol.12，pp.1-6，長久手，2012.12
- 8) Chong WEI，Takeshi HAGIHARA，Jun TANABE and Yasuo ASAKURA；Actual Travel Time Prediction Model Based on Current Traffic Conditions. *Proc. of the 5th International Symposium on Transportation Network Reliability*，Vol.5，pp.243-252，Hong Kong，China，2012.12
- 9) 日下部 貴彦，社領 沢，朝倉 康夫；都市高速道路における突発事象時の行動調査とその分析．*土木学会論文集D3 (土木計画学)*，Vol.68，No.5，pp.I\_731-I\_740，2012.12

- 10) 坂井 勝哉, 日下部 貴彦, Chong WEI, 朝倉 康夫; 旅行時間の区間推定に関する統計分析. *土木学会論文集D3 (土木計画学)*, Vol.68, No.5, pp.I\_1297-I\_1308, 2012.12
- 11) Takahiko KUSAKABE, Taku SHARYO and Yasuo ASAKURA; Behavioural Survey of Travellers Reaction to Incident Information on Urban Expressway. *International Symposium on Recent Advances in Transport Modelling (OPTIMUM 2013)*, Australia, 2013.4
- 12) Katsuya SAKAI, Takahiko KUSAKABE and Yasuo ASAKURA; Travel Time Prediction by Bayesian Statistics Approach. *International Symposium on Recent Advances in Transport Modelling (OPTIMUM 2013)*, Australia, 2013.4
- 13) 目黒 謙一, 日下部 貴彦, 朝倉 康夫; ランプ流入制御とVMSによる情報提供を組み合わせたインシデント時の交通マネジメントのための基礎分析. *土木計画学研究発表会・講演集*, Vol.47, 314, 広島, 2013.6

### ⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

■海外で計3回の国際ワークショップを企画・開催し、本研究グループからそれぞれ5編以上の研究成果を発表し意見交換を行った。

(1) Workshop on Traffic Incident Management. 2011/03/04, University of California, Berkley, USA.

(2) Workshop on Traffic Incident Management, Traffic Simulation and Journey Planning. 2011/09/09, Imperial College London, Centre for Transport Studies, UK.

(3) Workshop on Traffic Incident Management and Freeway Operation. 2011/09/14, Technical University of Delft, Netherland.

■国内で3回のワークショップ・研究会を企画・開催し、研究実施メンバー以外の交通研究者や高速道路の実務担当者ら100名程度の参加者を得て討議と意見交換を行った。

(1) ワークショップ「交通網と災害・突発事象：その信頼性評価とマネジメント」。東京工業大学。2011/11/12.

(2) 第3回高速道路の交通データ利用に関する勉強会。TKP仙台カンファレンスセンターおよびトラストシティカンファレンス・仙台。2011/10/14-16.

(3) 第4回高速道路の交通データ利用に関する勉強会。奈良国立博物館。2012/9/29-30.

■欧州、豪州、香港等から、7名の研究者を招へいし、国内の10名以上の研究者・実務担当者が関連する研究成果を報告する国際ワークショップを開催した。参加者数は90名。

TSU (Transport Studies Unit) International Workshop on Transport Networks under Hazardous Conditions. 2013/03/01-02, 砂防会館, 東京.

■ウェブによる研究成果の情報発信

(1) 研究成果の概要は下記

[http://www.plan.cv.titech.ac.jp/asakuralab/projects/h22\\_h24\\_mlitt.html](http://www.plan.cv.titech.ac.jp/asakuralab/projects/h22_h24_mlitt.html)

(2) 国際ワークショップの詳細（発表PPT等）は下記

[http://transport-titech.jp/seminar\\_visitor/2013/TSU-IWORKSHOP2013-01/TSU-IWORKSHOP2013-01.html](http://transport-titech.jp/seminar_visitor/2013/TSU-IWORKSHOP2013-01/TSU-IWORKSHOP2013-01.html)

### ⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

当初の目的であった突発事象の検出方法の開発、情報提供下での利用者行動のモデル化、および交通状況予測シミュレーションによる評価手法の構築という研究開発に成功したと考えている。

本研究は都市高速道路を対象に、車両感知器で観測された豊富な交通流データの有効活用を前提としているが、突発事象の検出に関しては、路側からの画像データやプローブデータ等を合わせて利用することで、さらに突発事象の検出精度の向上が期待される。大量の蓄積データを用いたノンパラメトリックなアプローチによる突発事象の検出や、プローブデータのみを用いた交通状態推定手法の開発等、本研究と密接に関連する研究課題を並行して進めており、より高速で高精度な方法論の開発が期待できる。事象の検出プロセス等はモジュール化してあるため、旅行時間予測のシミュレーションや運用方策の全体構造を変更することなく方法論の改良・展開が可能である。

都市間高速や一般道など、必ずしも十分に交通観測データが得られない道路では、多様なデータを融合した異常事象の検出および交通状態の予測手法開発のニーズがあり、本研究の成果はそのための基礎的な知見を与えるものであると考えている。交通モニタリングに関するインフラが十分ではない地域でのインシデントの検出と情報提供を中心とする交通運用手法に関する研究の進展は、我が国の地方部だけではなく途上国の道路交通サービスの質の向上にも貢献できるものである。交通工学研究会を中心にこの課題についての研究が着手されたところであり、本研究で開発した基礎技術の応用が期待されている。

### ⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

本研究は、交通工学を専門とする大学研究者の基礎知識と、高速道路の情報提供サービスに関与する実務担当者の技術的ノウハウを有機的に連携させて研究を推進してきた。そのため、交通シミュレーションやデータベース管理システムを組み合わせた実際の交通管制システムの高度化に研究成果を反映させることが可能な研究体制となっている。本研究で開発した要素技術である、突発事象の検出手法、情報提供下の行動モデル、旅行時間予測等はそれぞれ個別に既存の管制システムに反映させることが可能である。たとえば、わが国の都市高速道路会社では、既に、動的な交通ネットワークシミュレーションモデルが運用されており、本研究で開発した要素技術の一部をその中に組み込むことも可能である。

実用化に向けては、本研究でも検討したように、効果の検証が比較的容易な特定の放射路線への適用からスタートし、有効性を確認しながら徐々にネットワーク全体の効果的な運用に展開するプロセスが想定できる。インシデント時であっても、正確な交通情報が迅速に道路利用者に提供されることにより、「モビリティの質」が改善され利用者満足度の向上が期待される。都市内高速道路では大深度地下空間を利用したネットワークの整備が進んでいるが、突発事象時の交通運用は喫緊の課題であり、突発事象の影響を最小化する交通運用の実現は社会的にも大きな意義を持つ。

過去4か年間、本研究の実施メンバーが中核となって、高速道路の運用等に関わる実務担当者（高速道路会社、コンサルタント）と大学研究者が参加する「高速道路の交通データに関する研究会」を継続的に企画・開催している。毎回100名近い参加者が、2日間にわたって最新の研究成果の発表と徹底的な討議を行っているが、本研究の成果に関する国内技術者・研究者の関心は常にきわめて高い。高速道路の実務担当者にとって、突発事象時の交通運用は利用者からの要望も多い重要な課題であり、本研究の成果が交通モニタリングや管制システムの構築に反映されることが期待される。



### ⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

当初策定した計画に従って研究を推進することができ、研究目的を達成したと判断している。突発事象の検出と旅行時間予測シミュレータの開発については、研究メンバーの一部が東日本大震災の影響を受けたものの、順調に研究を推進することができた。突発時の利用者行動の調査と分析に関しては、都市高速道路の料金体系の変更や多様な交通情報（渋滞の延伸・解消傾向）に対する利用者の行動変容を反映させるため、新たな調査（WEB-SP）を追加実施し分析を進め、期待した成果を得ることができた。突発事象の影響を最小化する交通運用方策の開発については、実際規模のネットワークを対象にしたシミュレーションや情報提供以外の交通運用の評価を行うには至っていないものの、基本的な評価の枠組みの提案とシナリオ分析を実行することができた。

今後の展望については、たとえば、多様な観測データを融合した突発事象の検出方法の高度化・高精度化の一方で、観測データに制約のある場合の効率的な方法の開発も重要な課題であり、本研究で得られた知見に基づく展開が期待できる。道路政策の質の向上への寄与に関しては、利用者に対する高度な交通情報サービスの提供による交通移動の質の向上と、インシデントを原因とする社会的費用（交通網全体の総旅行時間）の削減に貢献できるものと考えている。

研究費の投資価値については、研究成果が実装されて生み出される実務的価値と研究自身の実施による学術的価値を考える必要がある。後者については、新たなアルゴリズム、ネットワークシミュレータの構築、新たな交通行動調査および分析手法の開発など多くの成果を得ている。共同研究者である若手研究者や大学院生の研究レベルも向上し、大きな効果があったと言える。実務的価値に関しては、適切な交通運用が導入され、仮に1日10万台の利用者に5分の時間節約が生じると、年間100億円近い効果が生まれると推測できるため、その潜在的価値はきわめて大きいと言える。