

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】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)	所 属		役 職
	吉井稔雄 (よしいとしお)	愛媛大学		教授
②研究 テーマ	名称	交通事故リスクマネジメント手法の研究開発		
	政策 領域	[主領域] 領域6 (交通事故対策)	公募 タイプ	タイプ I
		[副領域] なし		
③研究経費 (単位: 万円)	平成30年度	令和元年度	令和2年度	総合計
※端数切り捨て。実際の研究期間に応じて記入欄を合わせる こと	2,599万円	2,208万円	1,247万円	6,054万円
④研究者氏名	(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 (※令和3年3月31日現在)			
佐野 可寸志	長岡技術科学大学・教授			
西内 裕晶	高知工科大学・准教授			
倉内 慎也	愛媛大学・准教授			
白柳 洋俊	愛媛大学・講師			
坪田 隆宏	愛媛大学・講師			
大藤 武彦	(株)交通システム研究所・代表取締役			
小澤 友記子	(株)交通システム研究所・研究員			
⑤研究の目的・目標	(提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)			
本研究は、道路ネットワークの有効活用による安全性向上を目的とし、道路通行時における事故の起こしやすさ(以下、「交通事故リスク」という。)を定量的に評価・算定する方法を確立した上で、交通事故リスク情報を活用し安全な交通流状態を保つための交通需要マネジメントの方法(以下、「交通事故リスクマネジメント手法」という。)を提案・実施して、その有効性を示すものである。				

研究の目標を以下に示す。

- 1) 交通事故リスク情報提供システムの構築
- 2) 交通事故リスクシミュレーションを用いた交通事故減少による便益算定方法の確立
- 3) 道路利用者による交通事故リスクの認知バイアス把握
- 4) 交通事故リスクマネジメント手法の構築
- 5) 交通事故リスクマネジメント実施による交通事故減少効果の検証

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。)

以下の図1には研究の流れを示す。

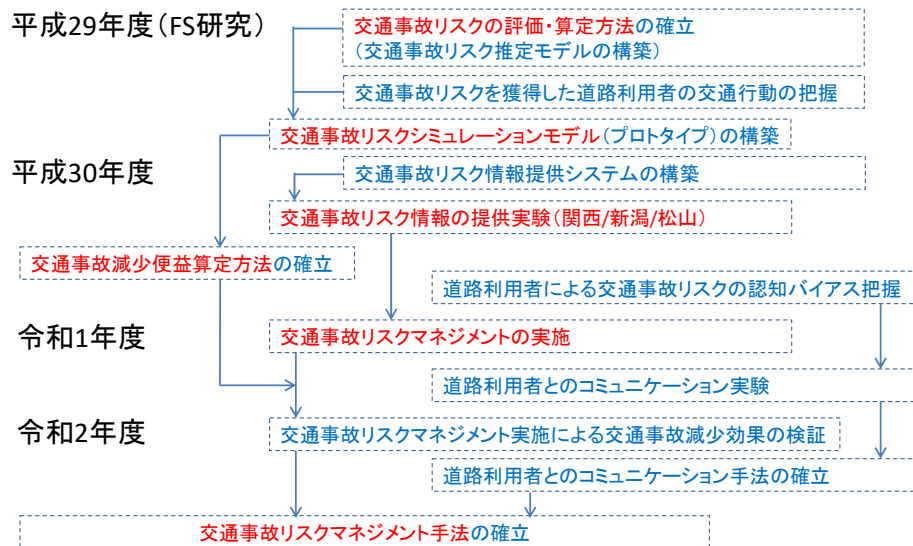


図1 研究の流れ

平成29年度のFS研究においては、交通事故リスクの評価・算定方法を確立した。具体的には、ETC2.0データ、交通センサーデータ、天候データと交通事故データを用いて各道路区間において交通事故リスクを算定するモデルの構築を行った。並行して、交通事故リスクに関する情報を獲得した道路利用者の交通行動の把握を行い、時間、料金と交通事故リスクを説明変数として、各道路利用者の選択経路を導出する経路選択モデルを構築した。続いて、交通事故リスク算定モデルと上記経路選択モデルを交通シミュレーションに取り込み、交通状況などの変化によって時々刻々変化する交通事故リスクを算定し、各車両が、時間、料金に加えて算定された交通事故リスクを加味した上で経路選択を行い、目的地に向かって走行するシミュレーションモデルを構築した。

平成30年度は、平成29年度に確立した交通事故リスクの評価・算定方法を情報提供システムに実装し、都市内高速を含む阪神都市圏道路ネットワーク、高速道路とバイパスを含む新潟都市圏道路ネットワーク、生活道路を含む松山都市圏道路ネットワークをフィールドとして、動的に変化する交通事故リスクを算定し、同リスク情報を提供する交通事故リスクの情報提供実験を行った。また、平成29年度に構築した交通事故リスクシミュレーションモデルを道路ネット

ワークに適用して、交通事故リスク情報の提供、あるいは道路改良や新規路線建設等の道路事業実施による交通事故減少便益を算定する手法を開発し、同便益の算定を行った。さらに、道路利用者による交通事故リスクの認知バイアスの把握を行った。具体的には、道路利用者に対するアンケート調査によって、道路利用者がもつ交通事故リスクに関する認知バイアスを定量的に把握した。

令和1年度においては、交通事故リスクマネジメントの一手法として、道路情報板を介した事故リスク情報提供実験を行い、アンケートによる道路利用者の意識調査を行って、同情報提供が道路利用者の事故リスク認識に与える影響を把握した。また、交通事故リスクマネジメント手法の確立に向けた基礎的知見の獲得を目的として、降雪・積雪時における道路利用者の経路選択行動分析、交通事故リスク情報提供による事故削減効果の分析、ならびに生活道路における交通事故リスク評価手法を構築した。また、交通事故リスク情報を提供した場合、事故発生の危険性が高い経路から危険性の低い経路へと経路変更を行うなど、情報を獲得した道路利用者の行動が変化することによって交通事故削減効果が発現する。さらには、平成30年度の研究によって、道路利用者による交通事故リスクの認知バイアスを把握しており、同認知バイアスを解消するためのアンケートを介したリスクコミュニケーション手法を構築し、道路利用者とのコミュニケーション実験を行った。

令和2年度は、道路情報板を介した事故リスク情報提供が道路利用者の交通事故リスクに対する態度ならびに交通安全運転意識に与える影響の把握を行った。また、交通シミュレーションを用いて交通事故リスクマネジメント実施による交通事故減少効果を検証した。さらに、生活道路における事故リスク要因の把握、ならびにリスクコミュニケーションによる生活道路における交通安全対策実施に対する住民の受容性向上効果を検証するとともに、効果的な交通事故リスクマネジメント手法について検討した。

図2には研究実施体制図を示す。本研究は、（一社）交通工学研究会の自主研究「交通事故リスクを活用した交通マネジメントに関する研究」と緊密に連携して進めている。

交通事故リスク評価算定手法の構築に関しては、研究代表者の吉井と白柳、坪田、大藤、小澤が担当し、高速道路、一般国道、生活道路の別に交通事故リスク推定モデルを構築した。また、佐野は、冬期降雪時における道路利用者の経路選択行動モデルの構築を担当した。分析を行うにあたり、ETC2.0データの一次処理について交通コンサルタントに外注した。

交通事故リスクの認知バイアスに関連する研究は、倉内ならびに西内、吉井が担当し、認知バイアスの現状を把握するとともにコミュニケーション実験を実施して一定の知見を得た。なお、ウェブアンケートの実施に際してはアンケート調査会社に外注を行った。

検証実験に関しては、佐野、西内、大藤、小澤、吉井が新潟都市圏を担当、吉井、倉内、白柳、坪田が松山都市圏を担当し、各機関の協力を得て、交通事故リスクの情報提供などの交通マネジメントを実施した。また、新潟都市圏における情報提供効果の算定に際しては、事故リスクシミュレーションを用いた分析を交通コンサルタントに外注して実施した。

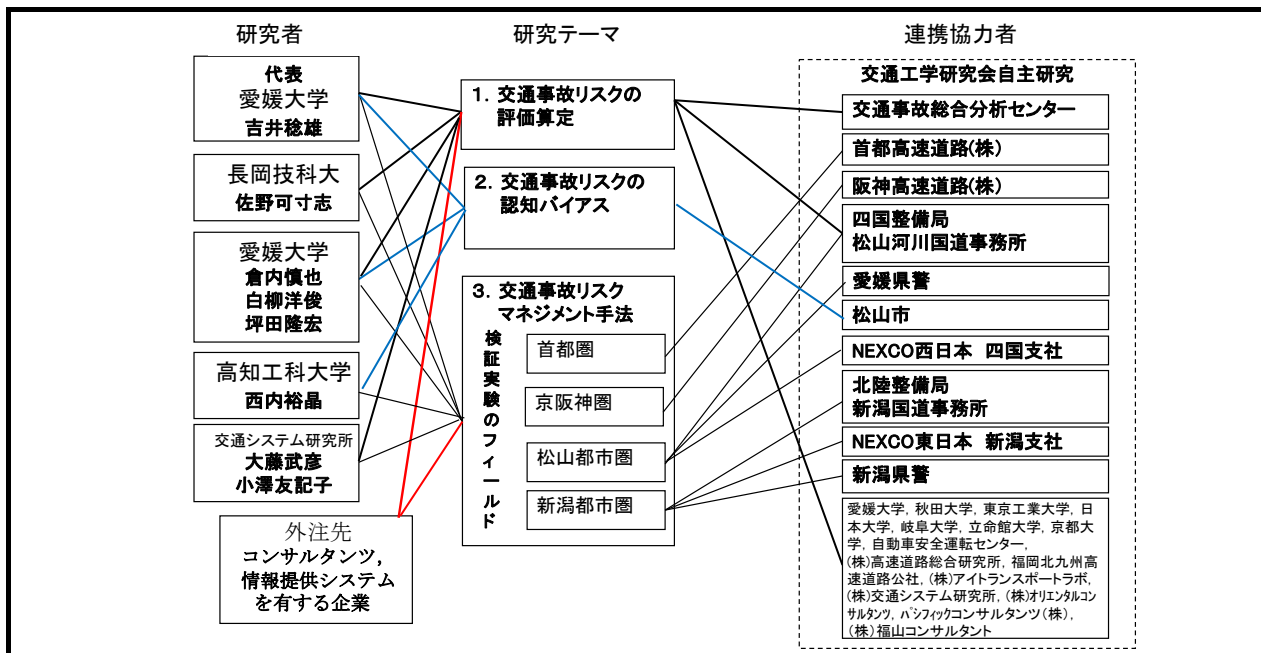


図2 研究実施体制

⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS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。)

各指摘事項に対する対応状況を以下に記す。

<平成30年度中間評価>

- ・事故リスクシミュレーションの精度向上による経路選択モデルの実効性向上に期待する。
入力となるOD交通量の設定方法、ならびに実装されている経路選択モデルのパラメータ値を見直して事故リスクシミュレーションの精度向上を図りました。
- ・ナビゲーション以外の方法による情報提供の方法にやや具体性を欠くため、リスクマネジメントの有用性にやや懸念が残る。
道路情報板を介しての交通事故リスク情報提供を行い、同情報提供を行うことによって、情報を見た道路利用者の交通事故リスクに対する態度ならびに交通安全運転意識が向上する可能性があることを示しました。
- ・情報提供システムでは、交通事故リスクそのものを提供するのか否かが明確でない。交通事故リスクを提供しないのであれば、認知バイアスの検討は不必要かもしれない。
推奨経路の情報を提供する場合には交通事故リスクに関する認識が必要とされませんが、道路利用者による交通事故リスクに関する知識の獲得を目指して交通事故リスクに関する情報を提供します。なお、共分散構造モデル分析を行い、認知バイアスの解消によって高速道路の利用が促進される可能性があることを示しました。
- ・生活道路のリスク評価のハードルが高いように思われる。
生活道路における交通事故リスクを高精度に評価するために、一定の広がりを持つポリゴンを対象とし、交差点ならびに単路部のそれぞれにおいて交通事故リスクに影響を与える要因の特定を行い、交差点見通しが交差点事故リスクに与えることなどの知見を獲得しました。

<令和1年度中間評価>

- ・情報提供によるリスク低減効果を実道で計測可能か。評価手法も検討した方がよいかもしれない。

2021年4月より阪神高速道路の交通管制システムにおけるオンライン事故リスク情報提供が開始されました。今年度、同システムによる情報提供の効果について評価を行う予定としています。

- ・ナビゲーション以外を用いる場合も合わせて「交通事故リスクマネジメント」の姿形をしっかりとまとめてほしい。

交通事故リスクマネジメント手法としては、情報提供、経路誘導、ならびに交通制御等を想定していますが、情報提供と経路誘導については、その手法を提案するとともにその効果を評価しました。一方の交通制御については、メータリングや速度規制など、交通事故リスクの低い交通流状態を維持するための制御手法構築を行います。

- ・シンポジウム開催の必要性について精査が必要である。

2020年度に実施予定のシンポジウムは、コロナの影響もあり、その開催を延期しました。

- ・交通事故リスクの評価・算定手法開発が難航している。

平成30年度のご指摘への対応に記したとおり、令和2年度には、生活道路の交通事故リスクに影響を与える要因の特定を行いました。現在、AIを用いたリスク算定モデルも開発中ですが、プローブデータの充実に伴って同リスクの算定精度が向上していくことも期待しています。

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) 交通事故リスク算定モデルの構築

交通事故リスクを定量的に評価する手法として、高速道路や幹線道路はポアソン回帰モデル、生活道路は重回帰モデルを用いた交通事故リスク評価算定モデルを構築した。説明変数には、時間帯、天候、交通流状態、土地利用状況などを考慮している。式(1)には前者のモデル、式(2)には後者のうち交差点事故リスク評価モデルのモデル式を示す。

$$\lambda_i = \exp\left(a + \sum b_i x_i\right) \quad (1)$$

λ_i : ある区間*i*の事故発生リスク (件/台キロ)

x_i : ある区間*i*の事故発生要因

a : 定数項パラメータ

b_i : 変数パラメータ

$$N_i(t, w) = \alpha V_i(t, w) + \sum_k \beta_k d_k V_{ik}(t, w) + \sum_l \gamma_l x_{ilk} V_i(t, w) \quad (2)$$

$N_i(t, w)$: ポリゴン*i*における時間帯*t*・降水有無*w*の交差点事故件数

$\alpha, \beta_k, \gamma_l$: パラメータ

d_k : カテゴリー*k*に属することを示すダミー変数

(交差点の見通し/交差点要因/動的要因)

x_{ilk} : ポリゴン*i*の地域特性/居住人口特性要因*l*に関する変数

$V_i(t, w)$: ポリゴン*i*における時間帯*t*・降水有無*w*の全交差点通行台数

$V_{ik}(t, w)$: ポリゴン*i*内の カテゴリー*k*に属する交差点の時間帯*t*・降水有無*w*の交差点通行台数 (交差点の見通し/交差点要因/動的要因)

2) 交通事故リスク情報の提供効果 (シミュレーション評価)

交通事故リスクシミュレーションを開発し (図 1), 同シミュレーションを使って交通事故リスク情報の提供効果を分析した. 分析の結果, 低事故リスク経路を利用する車両の増大に伴って, 交通事故リスク情報の提供効果が大きくなり, 最大で十数%程度の事故削減可能性を有することが示された.



図 1 シミュレーションが再現する交通状況

3) 交通事故リスク情報の提供効果 (静的情報)

道路情報板を利用した交通事故リスク情報提供実験を行った (図 2). 提供実験にあわせてアンケート調査を実施し, 共分散構造分析を行った結果を図 3 に示す. 図に示すように, 道路情報板に掲げられた事故リスク情報を視認した道路利用者は, 交通事故リスク情報を理解し, 情報提示内容について納得するとともに, 安全運転意識が高まる可能性があることなどが示された.



図 2 交通事故リスク情報の提供 (新潟 BP)

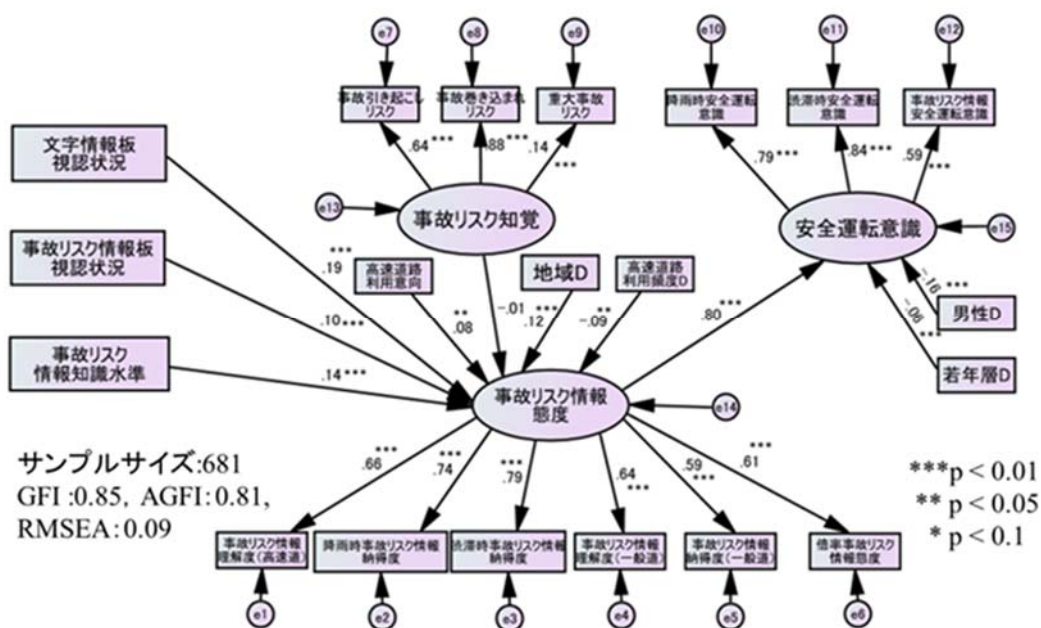


図 3 共分散構造モデルのパス図およびパラメータ推定結果

4) 交通事故リスク情報の提供効果 (低リスク経路情報の提供)

交通事故リスクを考慮しつつ, オンラインで推奨経路情報を提供するカーナビアプリを開発し (図 4), 同情報の提供実験を行った. あわせて, 同アプリ利用者の交通行動を観測した結果, 情報を受けた道路利用者が推奨経路を利用することによって, 数%程度の交通コスト削減効果獲得の可能性があることが示された.



図 4 低事故リスク経路情報

⑧研究成果（つづき）

5) 交通事故リスクに関する認知バイアス

アンケート調査を実施し、道路利用者による交通事故リスクに関する認知バイアスの把握を行った。例えば、「一般道路と高速道路を同じ距離だけ走行した場合、事故を起こしやすい（事故の加害者になりやすい）のはどちらだと思いますか」（事故引き起こし知覚）や、「事故が発生した場合に、重大事故になりやすいのは一般道路と高速道路のどちらだと思いますか」（重大事故知覚）との設問に対して選択形式での回答を要請した。結果を図5、図6に示す。事故を引き起こす可能性について、正しい知覚を形成している道路利用者は3割強であり、統計値よりも高速道路の事故リスクを相対的に高く知覚している人が6割強存在することが確認された。同様に、重大事故の割合については、正しい知覚を形成している人は2割強に過ぎず、統計値よりも高速道路の事故リスクを過大に評価している人が7割弱に及ぶことが判明した。

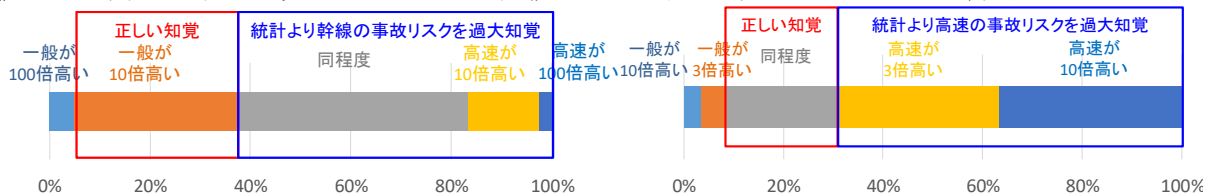


図5 事故引き起こし知覚

図6 重大事故知覚

6) 交通事故リスクに係る効果的なコミュニケーション手法

アンケート調査を実施して、高速道路の利用をめぐる意識要因や構造の分析を行った。結果の例を図7に示す。同図は、「絶対に高速道路は運転したくない」との設問に対して肯定的に回答した「利用拒絶群」531名を対象として共分散構造モデル分析を行った結果を示している。同結果より、高速道路利用拒絶群については「運転に対する恐怖」が高速道路の利用意図に対して支配的な影響を及ぼし、利用料金や快適性はほとんど考慮されないことが明らかとなった。

今後は、今回獲得された知見に基づき、道路利用者の個人特性を考慮した上で効果的な情報内容や情報提供方式のあり方について検討を行う。

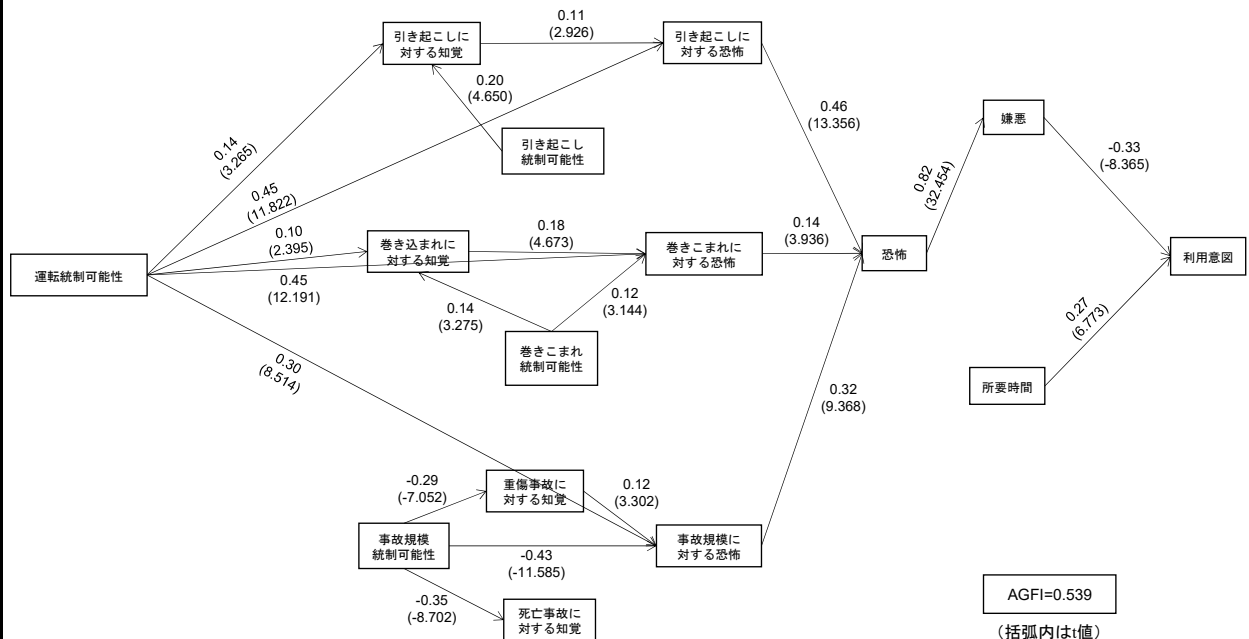


図7 高速道路利用拒絶群の共分散構造モデル分析結果

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。)

兵頭知, 西内裕晶, 倉内慎也, 吉井稔雄, 大藤武彦: 道路情報板を活用した事故リスク情報提供による事故リスク情報態度と安全運転意識との関係に関する実証的研究, 交通工学論文集, 第7巻2号, pp.A_175-A_184, 2021.

吉井稔雄, 奥原瑠依, 坪田隆宏: 交通事故の影響による MFD 形状変化分析, 交通工学論文集, 第7巻2号, pp.A_201-A_206, 2021.

坪田隆宏, 吉井稔雄, 白柳洋俊, 倉内慎也: 交通事故リスク情報提供による安全性向上効果の定量評価, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 2020年6巻2号 pp.A_270-A_279, 2020.

倉内慎也, 西内裕晶, 吉井稔雄, 大藤武彦, 小澤友記子: 幹線道路利用への転換を意図した事故リスクコミュニケーションの効果分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 2020年75巻6号, pp.I_463-I_473, 2020.

Takahiro TSUBOTA, Toshio YOSHII, Jian XING: PREDICTION OF TRAFFIC ACCIDENT LIKELIHOOD ON INTERCITY EXPRESSWAY BY CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, Intelligence, Informatics and Infrastructure, Volume 1 Issue 1, pp. 11-17, 2020.

西内裕晶, 吉井稔雄, 倉内慎也, 大藤武彦, 市川暢之: 新潟都市圏道路網における交通事故発生リスク統合データベースの構築と情報提供によるドライバーの経路選択行動の分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5, pp.I_1419-I_1428, 2018.

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。)

<ウェブページ>

交通事故リスクマネジメントに関する研究

URL=<http://www.cee.ehime-u.ac.jp/~keikaku/jste/outcome1.html>

<新聞掲載>

神戸新聞 2018.2.12 「交通事故回避へカーナビアプリ」

愛媛新聞 2018.9.15 「スマホのアプリ 低リスク経路を案内」

毎日新聞 2021.4.4 「全国初の「事故リスク情報」提供 阪神高速の新管制システム稼働」

日刊建設工業新聞 2021.4.20

「オリコンサルら/AIで交通事故リスク予測/2時間先の発生確率算定」

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。)

1) 事故リスク評価の精度向上

特に生活道路における事故リスク算定手法の高精度化が求められている。交通事故リスクは、統計的に十分な数の事故が発生するまでは、高精度でリスクを評価するモデルを構築することが難しい。また、十分な数の事故データが獲得されるには一定の期間を要し、時間の経過とともに道路ネットワークの変化、交通環境の変化、あるいは車両の性能向上などを理由として交通事故リスクが変化すると考えられる。このことから、今後は、一定程度の一般性を確保した上でAIモデルを構築し、頻繁にモデルの更新を行うことで継続的に高精度に交通事故リスクを評価する手法の構築を行う。

2) 交通管制への活用

本研究の成果により、交通流状態などに基づいて、交通事故リスクの定量的評価が可能となった。今後は、交通事故リスクの低い交通流状態を実現する交通事故リスクマネジメントを構築したい。例えば、メータリングや速度規制など、交通事故リスクの低い交通流状態の維持を実現する交通管制/制御手法の構築を行う。

3) リスクコミュニケーション手法の高度化

より詳細に意識構造を分析した結果、高速道路の運転については漠然とした意識が形成されていると共に、高速道路の利用を拒絶する群ほど事故に対する恐怖感の影響が大きいこと、また事故は運転次第であるという意識が強い反面、運転に対する自信がない傾向にあることなどが明らかとなった。今後は、これまでの研究により得られたこれらの知見に基づき、道路利用者の個人特性を考慮した上で、効果的な情報内容やその提供方式等を把握する。

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。)

1) 交通事故リスクに関する知識の啓蒙活動

本研究によって、交通事故リスク情報の視認や知覚が交通安全に対する態度や意識の向上効果を有することが示された。今後の事故削減に向けては、渋滞時/降雨時/降雪時などの状況下で事故リスクが高まること、さらには高速道路/一般国道/生活道路の順に事故リスクが高まること、すなわち、時間的な交通状況/交通環境の変化や空間的な道路特性の違いによる事故リスクの差異を道路利用者に認識してもらうことが重要である。このため、道路掲示板を介した交通事故リスク情報の提供や、交通事故リスクコミュニケーション手法等によって、道路利用者に対する啓蒙活動を行うことが求められる。

2) 交通事故リスクマネジメント

生活道路から通過交通を排除するための通行規制やランプや狭窄といった道路インフラを設置すること、あるいは事故リスクを考慮した上で交通状況に応じて動的に高速道路の料金負担を変動させるなど、生活道路から幹線道路へ、幹線道路から高速道路へと事故リスクの低い道路の利用を促すための施策実施が求められる。

定点観測データと移動体観測データの組み合わせによって交通事故リスクが高まっている状況を検知し、オンラインで同事故リスク情報を提供するシステムの実用化が期待される。これは、交通事故リスクに留まらず、悪天候時や災害発生直後に道路通行障害が発生するリスクや通行止め規制が実施に至るリスクなどについても同様で、いち早く情報を提供することで、円滑かつ安全な交通の実現に寄与するものと期待される。

道路利用者に対して、注意喚起を促すとともに時空間的に交通事故リスクの低い経路の通行を促すことを目的に、交通事故リスクの高い時間帯、交通状況や交通環境などに関する情報、すなわち動的な交通事故リスクに関する情報と紐付けて事故多発地点に関する情報を提供することで事故削減が期待される。また、ナビゲーションなどを介して、オンラインで低事故リスク経路の通行を推奨するシステムを構築することにより、事故の削減を期待することができる。

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。)

以下に、各研究目標に対する達成度の自己評価結果を示します。

1) 交通事故リスク情報提供システムの構築

高速道路、幹線道路、生活道路など、道路の規格の別に交通事故リスクを推定するモデルを構築し、交通事故リスクを評価算定することができるようになりました。しかしながら、特に生活道路の交通事故リスク推定モデルについては精度改善の余地がありますので、今後はモデルの推定精度改善に向けて研究を継続します。

2) 交通事故リスクシミュレーションを用いた交通事故減少による便益算定方法の確立

交通事故リスクを得た道路利用者の経路選択モデルを構築し、交通事故減少便益を算定しましたので、当初の目的を達成したと考えます。

3) 道路利用者による交通事故リスクの認知バイアス把握

アンケート調査を通して、半数以上の道路利用者が交通事故リスクに関する正確な認識を有していない現状を確認しました。また、認知バイアスと高速道路利用意向の関係などについて新しい知見を獲得しました。このため、当初の目的を達成したと考えます。

4) 交通事故リスクマネジメント手法の構築

交通事故リスクマネジメント手法としては、主として情報提供、経路誘導、交通制御を考えています。このうち情報提供システムに関しては、2021年4月より阪神高速道路の管制システムの中で、道路情報板を介したオンライン交通事故リスク情報提供システムの運用が開始されました。一方で、経路誘導に関しては、実用カーナビアプリを介した低事故リスク経路案内システムを構築しましたが、システム構築に要する費用負担の問題から広く実用化されるには至っておりません。このため、カーナビアプリなどを介してのオンライン低事故リスク経路案内を普及させることが今後の課題です。大規模な金額の投資が必要で、かつ広く浅く利用者が便益を享受するとの性質から、社会インフラの一部として、政府によるシステム導入がなされることを要望致します。また、交通制御に関しては、本研究に続いて研究を進めて参ります。

5) 交通事故リスクマネジメント実施による交通事故減少効果の検証

本研究期間内に検証を行うことが叶いませんでしたが、2021年4月よりオンライン交通事故リスク情報提供システムの運用が開始されましたので、情報提供システムのwith-without比較分析によって交通事故減少効果を検証して参ります。