

自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える

新たな道路交通施策に関する研究開発

【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	有村 幹治 （ありむら みきはる）		国立大学法人 室蘭工業大学 大学院工学研究科		准教授
②研究 テーマ	名称	自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える新たな道路交通施策に関する研究開発			
	政策 領域	[主領域] 領域2：道路ネットワークの形成と有効活用		公募 タイプ	タイプIV 特定課題対応型
		[副領域] -			
③研究経費（単位：万円） ※H29は受託額，H30以降は計画額を記入。端数切捨。	平成29年度	平成30年度	平成31年度	総合計	
	49,507,200円	50,000,000円	50,000,000円	149,690,800円	
④研究者氏名					
氏名			所属・役職		
羽藤 英二			東京大学・教授		
萩原 亨			北海道大学・教授		
高橋 清			北見工業大学・教授		
相浦 宣徳			北海商科大学・教授		
岸 邦宏			北海道大学・准教授		
内田 賢悦			北海道大学・准教授		
杉木 直			豊橋技術科学大学・准教授		
井田 直人			北海道科学大学・准教授		
長谷川 裕修			秋田工業高等専門学校・准教授		
浅田 拓海			室蘭工業大学・助教		
大井 元揮			(一社)北海道開発技術センター 地域政策研究所 主任研究員		
澤 充隆			(株)ドーコン 交通事業本部 交通部 都心交通企画室 室長		
長岡 修			(株)ドーコン 交通事業本部 交通部 次長		
松田 真宣			(株)ドーコン 交通事業本部 交通部 主任技師		

⑤研究の目的・目標

本研究では、自動運転や道の駅の活用を含む「新たな道路交通施策」を実装した社会実験を実施し、その効果や社会受容性について検証するとともに、評価モデルの開発を行い、北海道の「生産空間」に住み続けられる道路交通環境の評価・提案を行う。

人口減少が10年早く進行する北海道をフィールドとして様々な検証を行うことで、同様の問題を抱える全国他地域への適用・貢献を目指す。

① 新たな道路交通施策のあり方に関する研究開発

道の駅等を活用した新たな道路交通施策の組合せにより、「生産空間」での生活者・物流・観光客の利便性・確実性が確保され、かつ持続可能な移送・輸送環境のあり方を検討。自動運転を内包した実証実験を通じてこれらの評価モデル（アクシビリティ評価モデル、LOS・持続性水準、地域への影響評価モデル）を開発し評価を実施。その結果から、北海道の「生産空間」に住み続けられる道路交通施策を提案。本研究により得た知見から同様の問題を抱える全国他地域への適用・貢献を目指す。

【H29】 評価モデルデータ収集と概略検討／道路交通施策検討

【H30】 評価モデル検討／道路交通施策評価

【H31】 評価モデル信頼性向上・構築／道路交通施策の提案

②新たな道路交通施策を実装した社会実験による知見獲得

ラストワンマイル対策として、道の駅の活用や自動運転移送サービスを含む「新たな道路交通施策」の組合せを実装した社会実験を行い、その効果や社会受容性・実現性・持続性に関する検証を行う。なお実験フィールドは、地域ニーズ・その他諸条件を考慮した最適な地域を選定。本研究により得た知見から、全国他地域への適用・貢献を目指す。

【H29】 生産空間を対象とした知見獲得／冬期道路を対象とした知見獲得

【H30】 広域移送サービスを対象とした知見獲得／冬期道路を対象とした知見獲得

【H31】 冬期道路に対応した自動運転システムのあり方提案

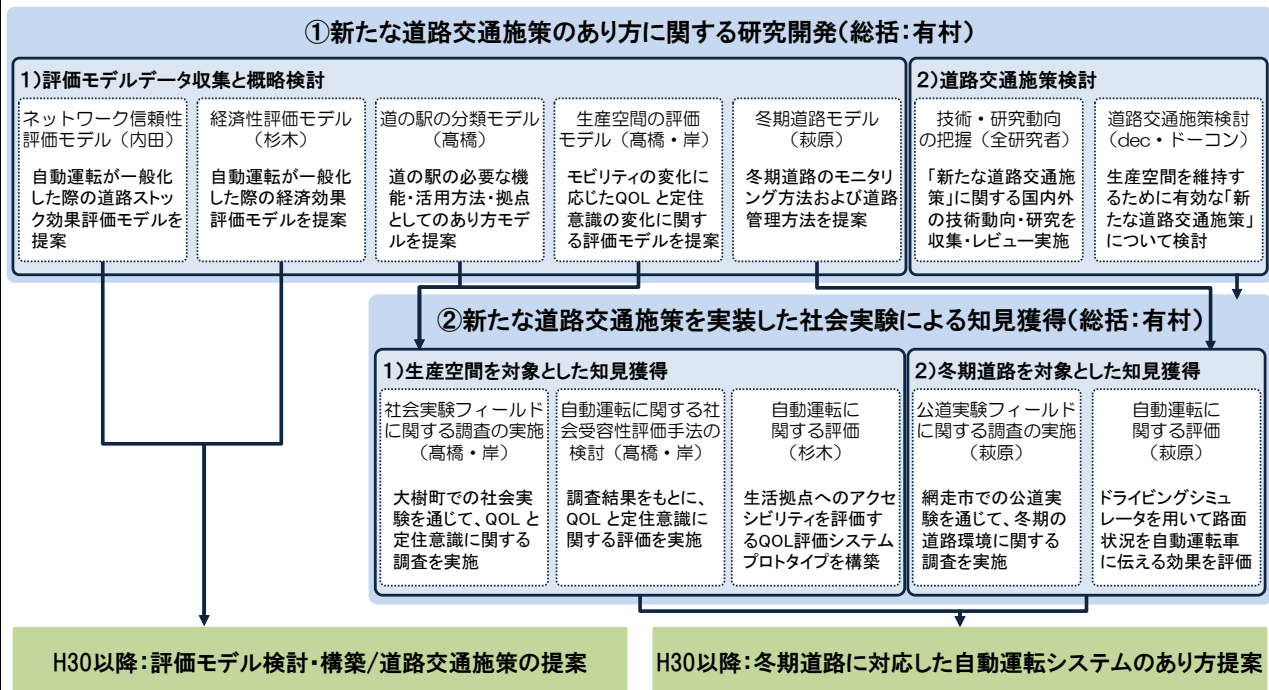


図 新たな道路交通施策のあり方に関する研究開発の構成

⑥これまでの研究経過

1. 「新たな道路交通施策」のあり方に関する研究開発

北海道の「生産空間」に住み続けられる道路交通環境の提案に向け、「ネットワーク信頼性評価モデル」、「経済性評価モデル」、「道の駅分類モデル」、「生産空間の評価モデル」、「冬期道路モデル」について、データ収集および概略検討を実施。これらにより、道の駅等を活用した新たな道路交通施策を検討する上で必要となる各評価モデルの方向性を決定するに至った。

1) 評価モデルデータ収集と概略検討

・ネットワーク信頼性評価モデルの概略検討

完全自動運転の実用化に向けて関係する科学技術や法的问题が開発・議論されているが、自動運転が社会にどのような影響を及ぼすかについては、明らかになっていない部分が多い、自動運転が道路ネットワークに与える影響を事前評価するためのモデルの開発が必要である。

ネットワーク信頼性に着目し、道路ネットワークを対象とした自動運転によるストック効果を推計するための交通解析モデルの開発を行うことを目的とする。

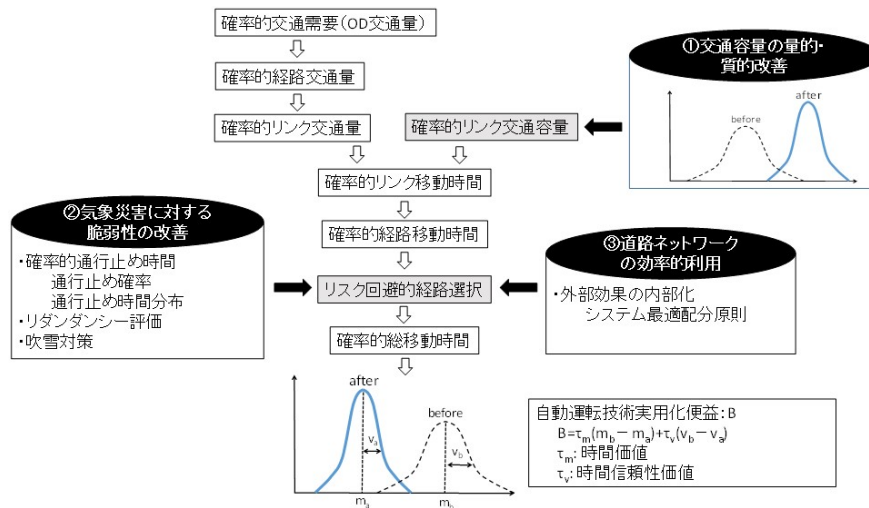
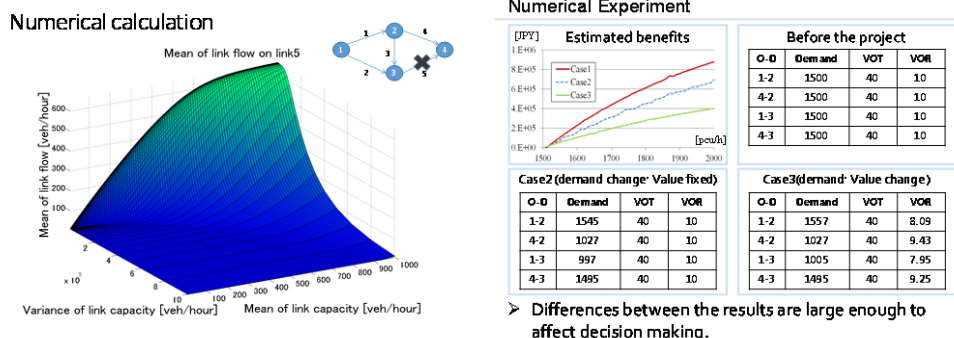


図 自動運転ネットワーク評価モデル概念図

自動運転ネットワーク評価モデルの要素技術に関する調査と関係するいくつかのネットワーク解析モデルの開発を行った。自動運転による効果として、①交通容量の量的・質的改善、②気象災害に対する脆弱性の改善、③道路ネットワークの効率的利用を想定して、それらのうち、①と②を解析するためのネットワークモデルと要素技術の開発を行った。さらに、時間信頼性向上による便益をミクロ経済学と整合的に推計するためのネットワークモデルの開発も行った。



➤ Differences between the results are large enough to affect decision making.

図 解析結果

・経済性評価モデルの概略検討

自動運転技術の実現は、地域経済に大きな影響を与える可能性がある。特に、トラックドライバーの不足、高齢化、労働環境の改善等が深刻な課題となっている物流分野においては、完全自動運転が実現された社会の下では物流コストの大幅な削減が期待される。高齢化が著しくドライバー不足がより深刻な北海道の「生産空間」において、物流コストの削減は地域経済の活性化につながり、ひいては生産空間への定住促進効果等のストック効果の形成をもたらすものと想定される。しかしながら、このような自動運転導入の経済性評価手法に関する研究は十分な蓄積がなされていない。

本検討は、明示的な道路ネットワークと、その下での地域間の空間的な財の移動に関するコストを考慮した上で経済効果の計測が可能な SCGE モデル（多地域応用一般均衡モデル）について、自動運転導入下での評価が可能なモデルを構築し、生産空間における経済性の評価を行うことを目的とする。

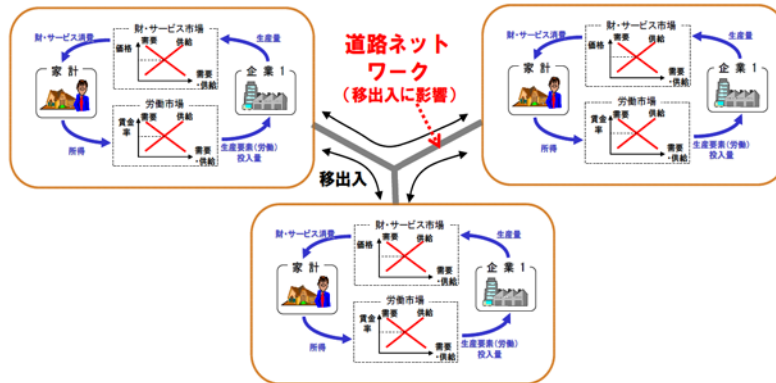


図 SCGE モデル（多地域応用一般均衡モデル）の概要

北海道を対象として開発済みの SCGE モデルをベースモデルとして、自動運転導入効果の経済効果計測が可能な SCGE モデルの構築を行った。自動運転の導入効果の計測のための既存モデルの改良のポイントは以下の通りである。

- ・地域間の財の移動コスト関数において、自動運転導入により削減される人件費を明示的に考慮
- ・自動運転の導入による時間信頼性の向上を地域間移動時間の定時性向上として考慮
- ・人口移動型モデルによる定住効果の計測

このうち、財の移動コスト関数については、コストの原単位調査等により具体的な関数構造の特定を行うことを想定している。また、定時性向上については信頼性評価モデルの検討成果との連動を行うものである。

以上のモデルに関する基本構造の検討に加え、北海道を対象とした分析のゾーン設定、産業分類の設定、利用データ等について検討を行った。今後は、分析用データベースの構築とモデルパラメータの推定を行い具体的なモデル構築を進めるとともに、信頼性評価モデルに関する検討結果を踏まえたモデルの改良等を行ってゆく予定である。

◆ゾーン設定



図 分析ゾーン設定

◆産業部門設定

- ・1次産業のウエイトが高いため農林水産業を3部門に分類
- ・製造業については3部門に集約

本検討における産業分類	平成17年全国地域間産業連関表 (53部門)
1 農業	農林水産業
2 林業	
3 水産業	
4 食料品製造業	食料品
5 非食料品製造業	繊維工業製品、衣服、その他の繊維製品、製材・木製品、家具、パルプ・紙・紙類、加工紙、印刷・製版、製本、化学基礎製品、合成樹脂、化学最終製品、医薬品石炭、石灰製品、プラスチック製品、窯業・土石製品
6 金属製造業	鉄鋼、非鉄金属、金属製品、一般機械、事務用・サービス用機器、産業用電気機器、その他の電気機械、民生用電気機器、通信機械・情報機械、電子計量器、同付属装置、電子部品、巻揚機、その他の自動車部品、同付属品、その他の輸送機械、精密機械、その他の製造工業製品、再生資源回収、加工処理
7 鉱業	鉱業、石炭・原油・天然ガス
8 建設業	建設
9 卸売・小売業	卸売
10 金融・保険・不動産業	金融、保険、不動産、住宅賃貸料(借家賃)運送、その他の情報通信、情報サービス、電力、ガス、熱供給、水道、郵便物処理教育、研究、医療、保健、社会保障、介護、広告、物品賃貸サービス、その他の対事業所サービス、賃借人サービス
11 運輸・通信業	運輸、その他の情報通信、情報サービス
12 電気・ガス・水道業	電力、ガス、熱供給、水道、廃棄物処理
13 サービス業	教育、研究、医療、保健、社会保障、介護、広告、物品賃貸サービス、その他の対事業所サービス、賃借人サービス
14 公務	公務

図 産業部門設定

・道の駅の分類モデルの概略検討

モビリティの確保及び、基礎圏域構成の拠点として道の駅の活用が期待されている。しかし、基礎圏域構成の拠点に適した道の駅の立地や必要な機能及び、活用方法は明らかになっていない。

本研究では、モビリティ確保を目的として、圏域中心都市と生産空間の時空間プリズムを用いた基礎圏域交通ネットワークから、道の駅に必要な機能や活用方法及び、拠点として道の駅が担う圏域エリアモデルの構築を行う。

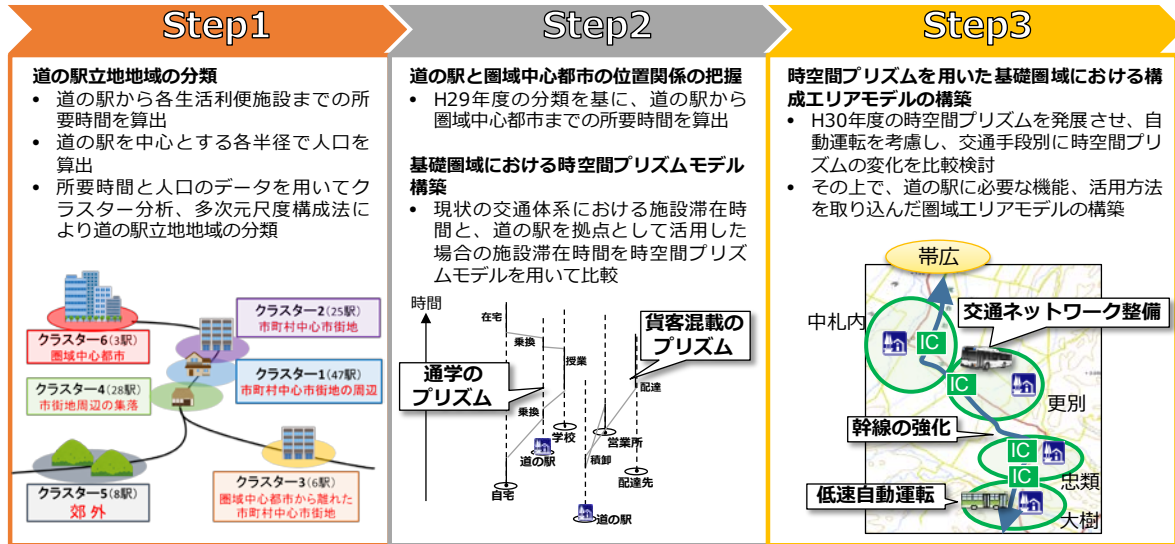


図 自動運転ネットワーク評価モデル概念図

道の駅の立地によって、基礎圏域構成のための道の駅の活用方法に違いがあると考え、道の駅周辺に立地している施設を考慮して道の駅の分類を行った。考慮した要因としては、施設データ及び道路ネットワークデータから取得した道の駅と施設間の所要時間並びに、道の駅を中心とする各半径の人口である。以上のデータを標準化し、クラスター分析を行った。

その結果、道の駅立地地域は基礎圏域の中で、「圏域中心都市」、「郊外」、「市街地周辺の集落」、「圏域中心都市から離れた市町村中心市街地」、「市町村中心市街地」、「市町村中心市街地の周辺」の6つに分類できることが明らかとなった。特に、南十勝にある道の駅が分類されたクラスターの特徴について図-1に示す。同様に、標準化したデータより、多次元尺度構成法を用いて、道の駅の分類を視覚的に表現した結果を図-2に示す。以上より、道の駅立地地域の分類は「人口」と「圏域中心都市までの距離」が影響していることを明らかにした。これらの研究成果は、道の駅に必要な機能、活用方法の検討及び、圏域エリアモデル構築を行う際に必要な内容である。

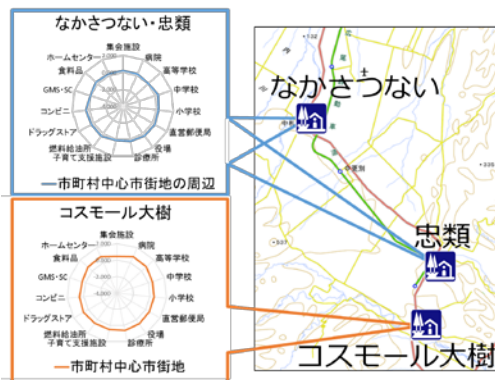


図 南十勝の道の駅と各クラスターの特徴

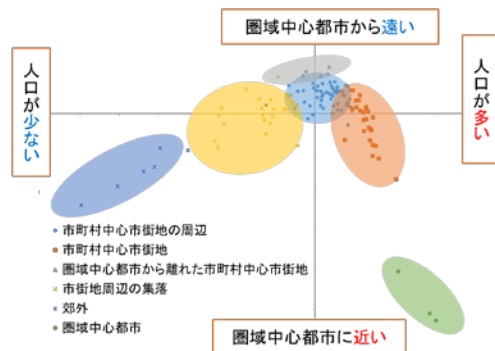


図 多次元尺度構成法とクラスター分析を用いた道の駅の分類

・生産空間の評価モデルの概略検討

QOL Index モデル構築に関する研究

人口減少・高齢化の進展や、北海道特有の散居形態により、生産空間の維持が課題となっている。特に、生産空間維持のためには、Mobility の確保が重要とされている。しかし、Mobility の変化を含む、住民の生活の質を表現する基礎的な指標は確立されていない。

本研究では、地域の交通レベルが変化した際の生活の質を表現するために、Mobility の変化を表現可能な QOL Index を構築し、新たな道路交通施策を評価する。

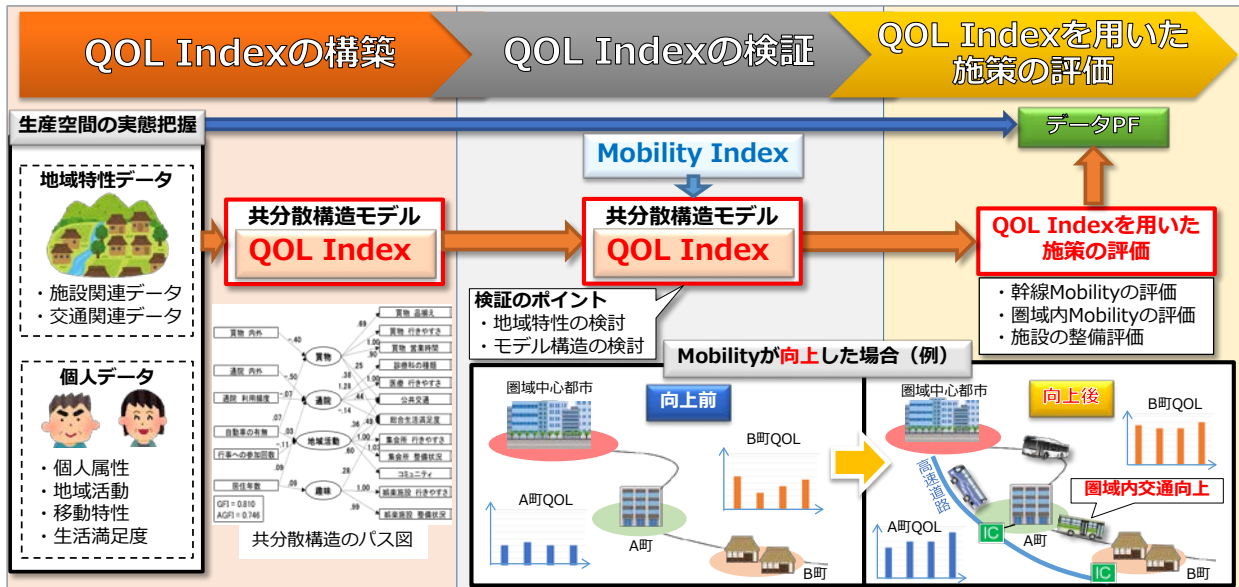


図 QOL Index 構築に関する研究概要

定住意識モデルに関する検討

北海道の農村部は“日本の食糧庫”としての役割を担う。これらの地域は、散居型の地域構造を有しており、少子高齢化、人口減少、都市部への人口流出が、全国平均よりも顕著に進んでいる。公共交通は採算が取れないため、サービスレベルが低く、自家用車が主たる交通手段となっている。

対象地域である、南十勝地域の中札内村と大樹町は、広大な十勝平野を有し、大規模農業が盛んである。帯広市が地方中核都市として機能しているが、1987年に国鉄広尾線(帯広～広尾)が廃止、十勝バスが廃止代替バスを広域に運行している。

自動運転などの新たな公共交通システムが、十勝バスに接続することによって、地方中核都市である帯広へ制約なく行けるようになることが、どれだけ住民の定住意識の向上に寄与するのかわ、意識調査により明らかにしていく。

公共交通のサービスレベル向上による定住意識への影響について、意識調査の回答データから、パターンごとに定住意識を目的変数とした二項ロジットモデルを構築する。



図 対象エリアの道の駅及びバス路線

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_i) + \exp(V_j)}, \quad P_j = \frac{\exp(V_j)}{\exp(V_i) + \exp(V_j)} = 1 - P_i$$

$$V_i = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

図 定住意識モデル(二項ロジットモデル)

・冬期道路モデルの概略検討

凍結路面および視界不良などの発生が原因となり、冬期に自動車を使うことに困難を感じるドライバーは多い。実際、北海道では冬期の交通量は夏期の80%以下となる。このため、運転負荷の高い冬期の方が、夏期より自動運転システムへの期待は高い。しかし、現在の自動運転システムはリスク事象とその位置を直前であっても自動運転システムに入力することで、自動運転システムは速度を低下させるなどからリスク事象を回避できるが、ダイナミックに変化する冬期のリスク事象には対応することができない。

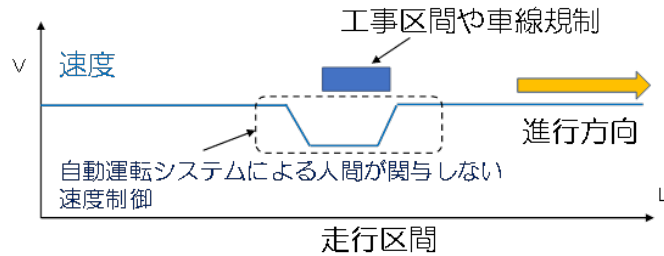


図 道路上の突発事象を回避する自動運転システムの速度制御例

したがって、自動運転システムに関する様々な冬期テストが始められようとしている中、冬期道路と自動運転システムに関するサイバーフィジカルシステム（以降、CPS）が、冬期における自動運転の導入に不可欠となると考えられている。下図はダイナミックに変化する冬期道路の路面状況と視界状況（リスク事象）の情報収集とそれらの情報を融合し自動運転システム側と道路の維持管理側に伝える CPS を示している。したがって、CPS のパーツについての技術開発および導入を実現する施策などについての検討を行う。

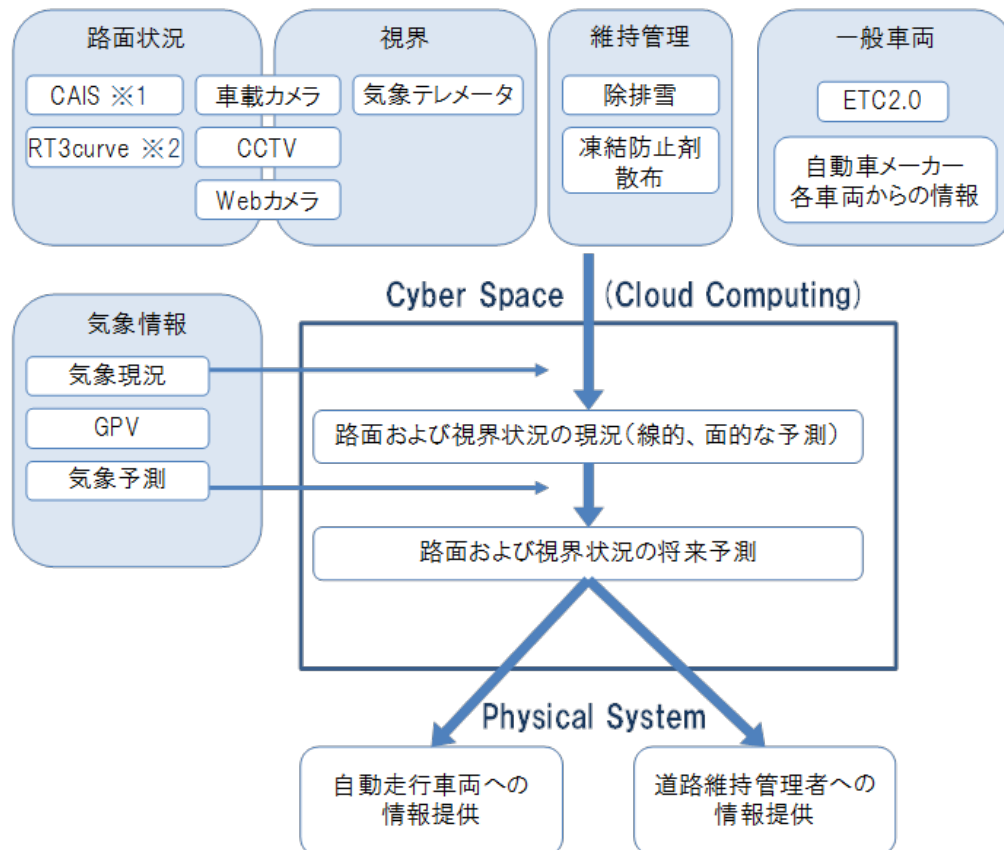


図 冬期道路のリスク事象の情報収集とそれらの情報を融合し自動運転システム側と道路の維持管理側に伝える CPS の例

2) 道路交通施策検討

・技術・研究動向の把握

国内外の技術動向事例として、「FHWA : Travel Model Improvement Program (TMIP)」, 「oneTRANSPORT(英)」, 「CATAPULT Transport Systems (英)」等のレビューを実施。

FHWA: Travel Model Improvement Program (TMIP)

評価ツール

Objective

To develop and **improve analytical methods** in response to the needs of planning and environmental **decision making processes**.

- Identify analytical needs
- Develop tools, techniques, procedures

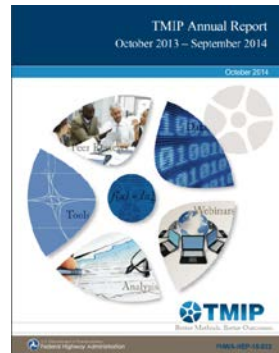
To help planning agencies build their institutional capacity to develop and deliver travel data and analyses.

- Deliver training and technical assistance
- Facilitate knowledge and information sharing

To support best practices in applying analytical tools to transportation planning decision-making.

- Identify effective use of tool applications
- Promote best practices

http://content.govdelivery.com/attachments/USDOTFHWAHEP/2015/04/21/file_attachments/383688/TMIP_Annual_Report_2013_2014_%2B3-12-2015-final%2BApproved.pdf



☒ 「FHWA : Travel Model Improvement Program (TMIP)」のレビュー (ドーコン)

oneTRANSPORT(英)

データ蓄積

データ販売

The oneTRANSPORT initiative was conceived in 2013 in response to a UK government call for innovative new solutions to tackle the challenges present in the UK transport sector that are preventing the advent of new Intelligent Mobility services. Field trials began in October 2015, supported by InnovateUK (英国経産省の諮問会議) and led by a consortium comprising Local Authorities, transport industry experts, Internet of Things (IoT) technology providers, and thought leaders in big-data and analytics.



ITS世界会議2017 PPTより抜粋 Monali Shah, Turning Big Data into Insights for Smart Mobility
oneTRANSPORT web : <https://onetransport.io/>

☒ 「oneTRANSPORT(英)」のレビュー (ドーコン)

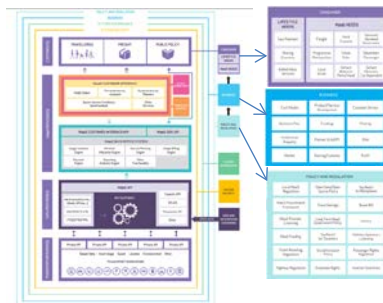
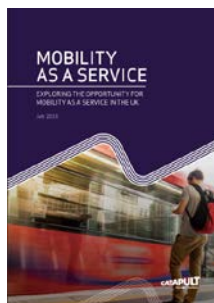
CATAPULT Transport Systems (英)

交通・輸送システム戦略研究

ダイソンレポート「Ingenious Britain : Making the UK the leading high tech exporter in Europe」、ハーマンレポート

「The Current and Future Role of Technology and Innovation Centres in the UK」による科学基盤を商業化に結びつける力が劣るとの指摘を受け、キャメロン首相が技術戦略委員会(Technology Strategy Board)を通じて、4年間で2億ポンドの予算にて、全国に技術・イノベーション・センターのネットワークを構築する計画を発表これらの各センターはカタパルト(Catapult)と命名されたその1センターがTransport systems

センター: ①高付加価値製造カタパルト、②細胞治療カタパルト、③オフショア再生エネルギー・カタパルト、④人工衛星応用カタパルト、⑤コネクテッド・デジタル・エコノミー・カタパルト、⑥未来都市カタパルト、⑦輸送システム・カタパルト



☒ 「CATAPULT Transport Systems (英)」のレビュー (ドーコン)

・ 道路交通施策検討

生産空間の維持においては、生産空間に居住する住民の QOL を確保することが必要であり、この QOL 確保の観点においては、地方中核都市への自動車以外の交通手段によるアクセス向上が必須と考えられる。現状、地方中核都市まで運行する路線バスは一般道を運行しており、速達性は低く、さらに、各町村においての乗降場所は幹線道路のバス停留所に限られることから、地域内でのバス停留所までのアクセスにも課題が存在している。以上を踏まえ、「広域路線」の高規格道路走行へ変更、道の駅をトランジットセンター化、高規格道路 IC と道の駅を繋ぐ交通の確保を軸とした道路交通施策を以下に整理する。なお、各交通モード間の接続性確保が実現し、シームレスな乗継が可能となることから、バスロケーションシステムや広域路線の運行状況に応じたデマンド型交通の運行ルート提示が重要と考えられる。さらに、MaaS の機能として、運賃の事前かつ一括決済やデマンド型交通等の予約システムを一体化することにより、交通サービスの質的向上が図られるものと想定する。

ID	交通モード種別	交通モード	求められる交通施策	Maasとしての機能	求められる道路施策	効果・効用
1	広域路線	路線バス	<ul style="list-style-type: none"> ●一般道の走行から高規格道路走行への変更 ●バスロケーションシステム ●貨客混載 	●運賃の事前決済	<ul style="list-style-type: none"> ●バス専用道・優先道の整備 ●都市内のPTPS 	<ul style="list-style-type: none"> ●運行時間の短縮による利用者の利便性向上と乗務員のハンドルの効率化 ●運賃収入以外の収益の確保
2	道の駅-IC間	シャトルバス	<ul style="list-style-type: none"> ●バスロケーションシステム ●広域路線との接続確保 ●地域内交通との接続確保 	●運賃の事前決済	<ul style="list-style-type: none"> ●IC付近のトランジットセンター整備 ●トランジットセンターでの各種交通モードの運行状況提供 	●広域路線と地域内交通の接続性の確保
3	地域内交通	コミュニティバス	●バスロケーションシステム	●運賃の事前決済	<ul style="list-style-type: none"> ●道の駅内のトランジットセンター整備 ●トランジットセンターでの各種交通モードの運行状況提供 	<ul style="list-style-type: none"> ●公共交通での移動環境整備 ●交通空白地の解消 ●乗務員不足解消
		デマンド型交通	●広域路線への接続を確保するための運行ルート提示システム	●運賃の事前決済 ●予約システム		
		スクールバス・福祉バス等の一般混乗	●バスロケーションシステム	●運賃の事前決済		
		地域内自主運行	●広域路線への接続を確保するための運行ルート提示システム	●運賃の事前決済 ●予約システム		
		ライドシェア	<ul style="list-style-type: none"> ●需要と供給のマッチングシステム ●広域路線への接続を確保するための運行ルート提示システム 	●運賃の事前決済 ●予約システム		

図 各交通モードに導入すべき道路交通施策

・ 各道路交通施策の実現に向けた検討体制と方向性

本研究の調査フィールドである南十勝圏においては、地方中核都市である帯広市から広尾町まで、十勝バスが運行する地域間幹線系統としての広尾線が運行している。また、広尾線の沿線自治体としては、中札内村、更別村、幕別町、大樹町、広尾町が存在し、各町村が独自にコミュニティバスや福祉交通、スクールバス等を運行しているものの、広域の広尾線との接続性については、十分な考慮がされていない状況にある。

各地域からの帯広市までの公共交通のネットワーク形成においては、各市町村の共通認識と合意が必要であることから、各市町村及び国、広域自治体、交通事業者等を構成員とする検討の場を設けて、本研究成果のフィードバック、実証事業の実施し、広域での公共交通網形成計画の立案が有効と考えられる。

2. 「新たな道路交通施策」を実装した社会実験による知見獲得

道の駅の活用や自動運転移送サービスを含む「新たな道路交通施策」の組合せを実装した社会実験を行い、その効果や社会受容性・実現性・持続性に関する検証を行った。

1) 生産空間を対象とした知見獲得

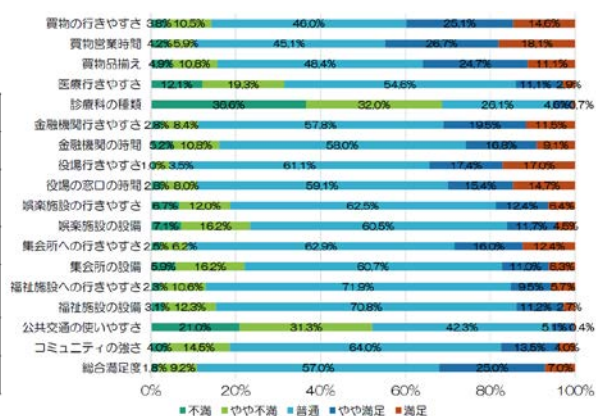
・社会実験フィールドに関する調査の実施

生産空間におけるQOLアンケート調査

十勝地方の中札内村と大樹町の移動実態および生活満足度の把握をするためにアンケート調査を実施した。アンケート調査の内容は、個人属性、自身の自治会や町内会との交流について、自身の移動について、生活満足度の4項目である。自身の移動については、「通勤・通学」、「通院」、「買い物」、「趣味」の4種類について実態を調査した。また、生活満足度については買い物や医療施設などへの行きやすさを質問し、移動に関しての満足度の実態を調査した。

表 QOL アンケート調査概要図

	中札内	大樹
配布	1000世帯	1000世帯
配布・回収方法	郵送配布, 郵送回収	郵送配布, 郵送回収
世帯回収(回収率)	177世帯(17.7%)	147世帯(14.7%)
世帯票の個人データ数(注1)	397	320
個人票の票数(注2)	289	240
個人票の有効票数	264	208



QOL アンケート調査結果

生産空間における定住意識アンケート調査

自動運転などの新たな公共交通システムが、十勝バスに接続することによって、地方中核都市である帯広へ制約なく行けるようになることが、どれだけ住民の定住意識の向上に寄与するのかを明らかにすることを目的に、大樹町および中札内村にて、各1000世帯を対象に意識調査を実施した。

配布地域	中札内村	大樹町	合計	未集計分(12/4まで)
配布世帯数	1000世帯	1000世帯	2000世帯	
回収世帯数	177世帯	147世帯	324世帯	62世帯
回収率(世帯ベース)	17.70%	14.70%	16.20%	3.10%
世帯票のべ人数	397人	320人	717人	
うち個人票記入	291人	242人	533人	

図 定住意識アンケート調査概要

その結果、①大樹町、中札内村ともに現段階でも「住み続けたい」と考える人が7割程度存在すること、②自動運転バスなどの新しい交通システムの利用意向は40%弱にとどまること(ただしわからないとの回答が半数を占める)、③自動運転バスなどの新しい交通システムへの懸念は事故などの安全面であることなどがわかった。

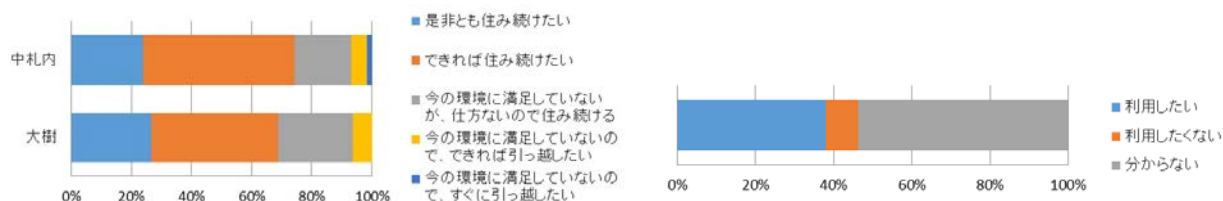


図 調査・分析結果概要

・自動運転に関する社会受容性評価手法の検討

生産空間におけるQOL評価手法の検討

アンケート調査結果から共分散構造モデルを構築した。今回構築したモデルは、QOLを「買物」、「通院」、「地域活動」、「趣味」の4つで構成すると考えたものである。このモデルから、Amosを用いて共分散構造分析を行った。

また、共分散構造分析より得られたパス係数とアンケート調査結果から、中札内村と大樹町それぞれのQOLを算出した。今回算出したQOLは両地域、同様の共分散構造モデルから算出したため、比較が可能な指標となった。

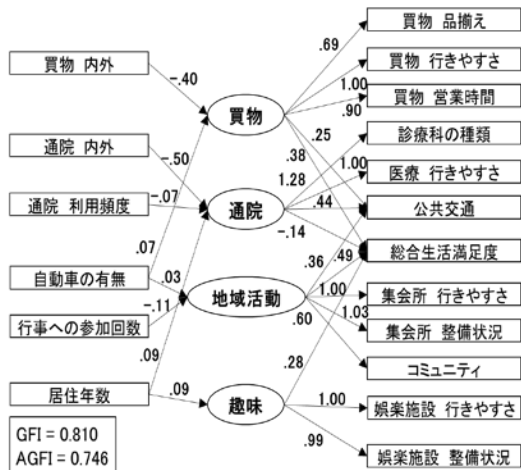


図 共分散構造分析より得られたパス図

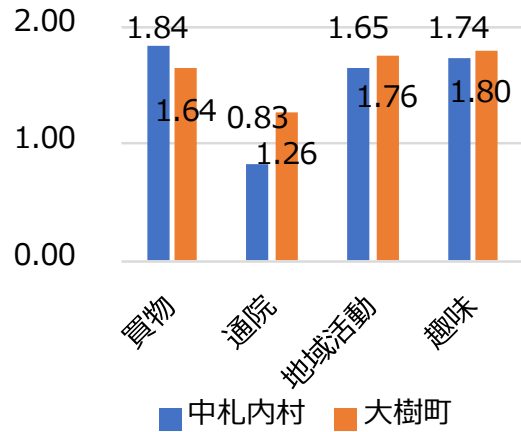


図 中札内村・大樹町のQOL

生産空間における定住意識評価手法の検討

自動車の利用形態によるパターン分けを行い、効用関数のパラメータを推定した。パターンIでは、公共交通のサービスレベルはいずれも有意にならず、家族の送迎をする側で、自身が公共交通を利用しない立場では、高齢であるほど送迎を負担に感じており、サービスレベルよりも、交通が確保されていること自体が定住意識に影響していると言える。パターンIIでは、将来運転ができなくなった際の自分自身の移動に関しては、高齢になるほど、接続を考慮した運行ダイヤで公共交通の乗り継ぎの待ち時間が短くなるほど、高規格道路を利用して十勝バスの所要時間が短くなるほど、定住意識が向上すると言える。

- パターンI → 車を運転・送迎もする
- パターンII → 車を運転・送迎はしない
- パターンIII → 車なし

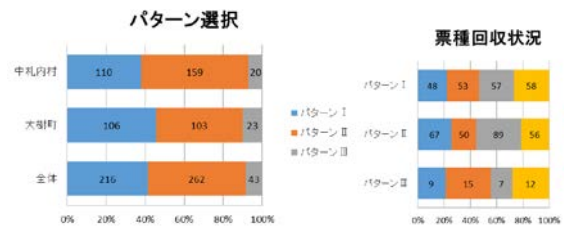


図 パターン選択・票種回収状況

今後は、調査票の集計をすすめ、クロス分析、モデルの検討・改良、サービスレベルと定住意識についての検討を行う。

説明変数	パラメータ	t値	判定
b1 sex 性別	0.4310933	1.76251	.
b2 age 年齢(歳)	0.0502609	5.056388	***
b3 year 居住年数ダミー	-0.416966	-1.41157	
b4 定数項	-2.321631	-4.88216	

***: 0.1%有意, **: 1%有意, *: 5%有意, .: 10%有意
尤度比: 0.0776

説明変数	パラメータ	t値	判定
b1 age 年齢(歳)	0.0254372	3.671684	***
b2 wait 乗り継ぎの待ち時間(分)	-0.018809	-2.31219	*
b3 req 十勝バスの所要時間(分)	-0.012964	-3.1949	**
b4 定数項	0.3488704	0.746786	

***: 0.1%有意, **: 1%有意, *: 5%有意, .: 10%有意
尤度比: 0.0272

図 効用関数のパラメータ推定結果 (パターンI:左, パターンII:右)

・自動運転に関する評価

現状の公共交通ネットワークデータを基に、通学、通院などの各施設へのアクセシビリティを算出し、それを基に世帯タイプ別人口分布を基に QOL 評価システムについてプロトタイプ構築を行った。QOL は交通サービスレベルによって変動するものと考え、生活していく上で必要となる施設までのアクセシビリティに基づいて算出する。さらに世帯の構成により必要とする施設も異なるため、世帯タイプごとの対象施設へのアクセス可能性を考慮する。QOL 評価システムは、公共交通ネットワークと道路ネットワーク、施設データからアクセシビリティを算出し、国勢調査データを用いて3次メッシュ単位でマイクロ世帯推定を行った結果より世帯タイプ別人口分布を算出し、世帯タイプ別人口分布とアクセシビリティから世帯タイプ別に QOL 評価を行うものである。

システム適用の第一段階として、十勝圏中～南部の広尾町、大樹町、中札内村、更別村、芽室町、幕別町、帯広市の7市町村を対象地域として、公共交通および道路ネットワークデータおよび世帯別人口分布を作成した。また、自動運転の導入により公共交通の運行コストの削減と運行便数の増加が可能となる状況を想定し、幕別町、中札内村、大樹町のコミュニティバスおよび十勝バス広尾線の本数が増便されるものと仮定した条件の下で、世帯構成を考慮したアクセシビリティの変化を分析した。子供を有する世帯の高校へのアクセシビリティ、高齢者を有する世帯の病院へのアクセシビリティ等の変化を分析した結果、大樹町、中札内村、更別村等にてアクセシビリティの大きな改善が見られた。

今後は、生産空間における QOL 算出に関する検討の成果を踏まえ、評価システムの改良と検証を行ってゆく予定である。

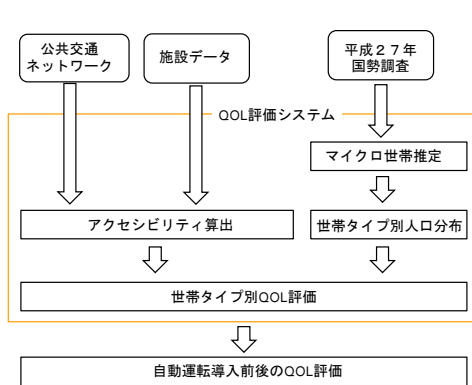


図 QOL 評価システムの概要

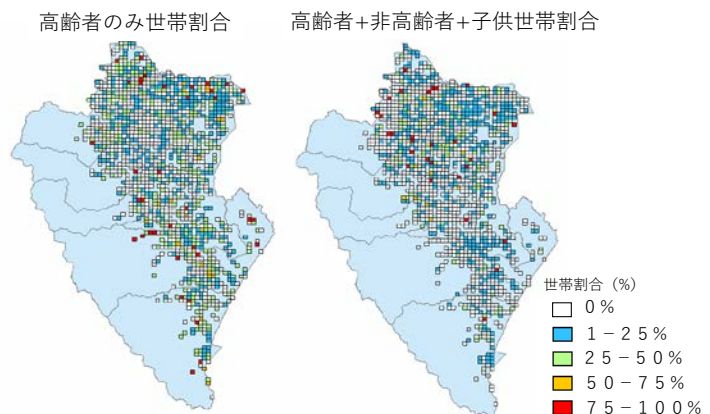


図 3次メッシュ別マイクロ世帯推計結果

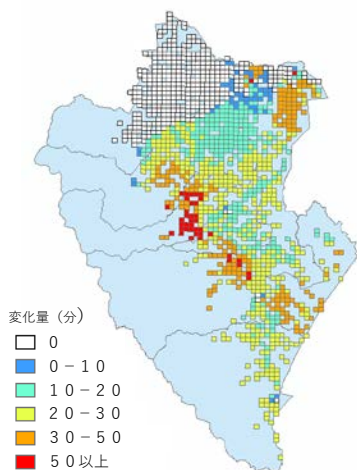


図 自動運転導入による最寄り高校までの所要時間の变化

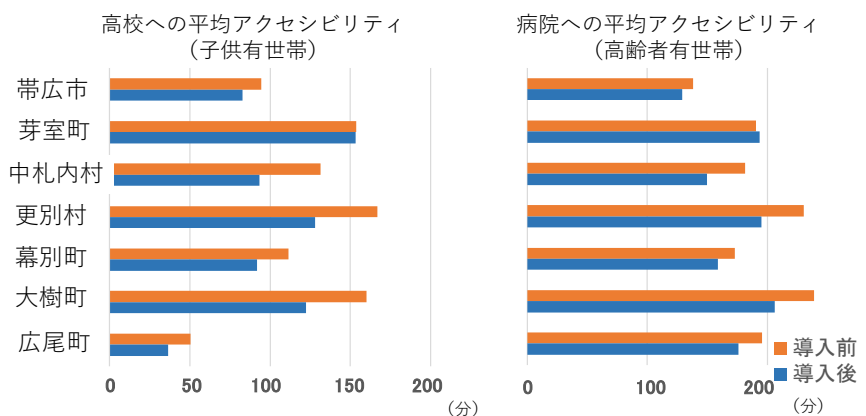


図 自動運転導入前後の市町村別平均アクセシビリティの比較

2) 冬期道路を対象とした知見獲得

・公道実験フィールドに関する調査の実施

本研究は、冬期の道路環境における自動運転システムによる走行支援とドライバのシステムへの介入とそのときの路面状況について基礎的な知見を得ることを目的とした。自動運転車で夏期と冬期に走行し、自動運転システムが動作している走行中に、ドライバの介入（以降、オーバーライド）する事象がどの程度発生するのか、介入したくなる危険事象の具体的な内容、冬期におけるドライバ介入事象の特徴を明らかにする。

①実験日時

夏期：2017年11月10日金曜日

- ・午前と午後に関走湖西側の基点から流水街道網走（道の駅の名称）までを2往復する。

冬期：2017年2月6日火曜日と2月13日火曜日

- ・午前と午後に関走湖西側の基点から流水街道網走（道の駅の名称）までを2往復する。
- ・2月6日火曜日には、自動運転システム車の後方をRTK3curveと気象観測車が走行し、路面のすべりおよび道路の気象状況を同時に計測する。

②計測項目

- ・ドライバがオーバーライドを行ったときの箇所・道路環境・走行状況・その理由を記録
- ・冬期においては、走行区間全線の気象・路面状態・路面のすべり摩擦係数・同乗者による自動運転システムによる主観的危険感（介入したくなるような事象）の記録

図 実験概要

夏期計測の結果、ドライバが自動運転システムに介入した総数は、6か所となった。工事区間が1箇所、工事による車線規制が1箇所、信号交差点での停止処理が2箇所、道の駅をスタートするときとテストセンターに入所するときの2箇所となった。この例の計測時の事象以外に自動運転システムにドライバが介入した事象は、①車線幅員が2mと狭い箇所があり、自動運転システムを使うことができなかったケース、②車線幅員が広く、一般乗用車と並走となったとき自動運転システムにドライバが介入したケース、③規制速度での走行のため、追従車が増えたとき、追い越させるために自動運転システムを一度停止するケース、であった。

今後は、冬期路面で計測を行いドライバが介入する路面状況・気象・道路環境に関する具体的な事例を明らかにし、定性的にどのような路面でドライバが自動運転システムに介入するのかを示す。その結果から、これまでの路面状況に関する情報を参照し、自動運転システムを考慮したときの冬期道路のモニタリング方法および道路管理方法に関する試案を示す。



図 11月10日午後自動運転システムで走行した例（赤線区間はオーバーライド区間）

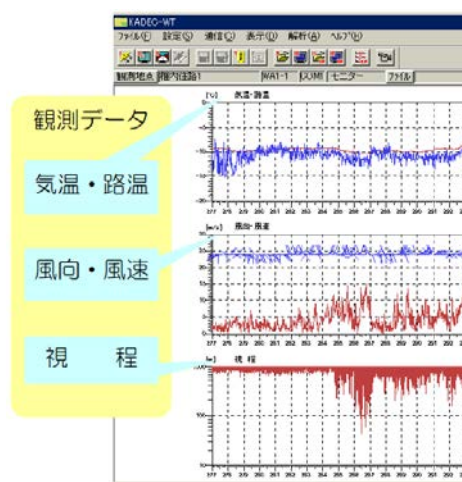


図 気象状況等の記録

・自動運転に関する評価

ドライバが常に自動運転システムに介入できるレベル 2 が冬期道路では自動運転として普及すると考えらる。ドライバが冬期道路に関するリスク事象を受けて、その内容を判断し、マニュアル運転に切り替えることを促すには、どのような方法でリスク事象を伝えと効果的な情報となるのか、マニュアル運転とすることで危険回避につながるのかなどを検討する必要がある。

そこで、本研究ではドライビングシミュレータ（以降、DS）を用いて、ドライバを介して路面状況を自動運転システム車に伝える効果について検討した。ACC 動作中のドライバに路面状況が現在より滑りやすくなることをドライバに伝えることにより、マニュアル運転に早期に移行するかどうか、移行することより危険レベルが低下するかどうかについて DS を用いて検討した。

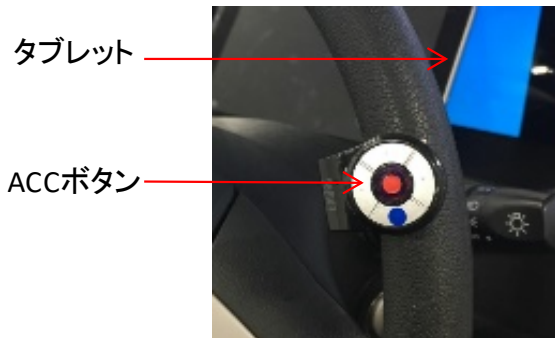


図 UC-win/Road Drive Simulator の外観と DS で再現した冬期路面の映像

運転免許を保持する大学生 48 名を対象とし、1 名の実験参加者は、情報提供 1 種類・走行速度 1 種類（80km/h あるいは 50km/h）の条件で実験を行った。DS での運転終了後、主観評価として DS についての運転感覚とリスク事象（凍結路面）、情報提供、危険回避についてアンケートを実施した。また、客観評価として、凍結路面区間に入る前に ACC を OFF にしたかどうか、先行車がブレーキを行った後の自車を減速する行動などについて計測した。

その結果、①ACC についての具体的な指示があることで、リスク事象に対応する実験参加者が多いこと、②情報提供がある方が、TTC（衝突余裕時間）が長くなること、③情報提供が危険回避に役立つとの回答、などが得られた。ACC 動作中のドライバに前方の路面状況を伝え、具体的な操作を指示することで、マニュアル操作に戻ることを選択し、衝突の危険性を下げることができたといえる。ただし、路面状況を目視で確認したときにマニュアル操作に戻ることを選択しており、情報を受けた直後にマニュアル操作に戻る実験参加者は少なく、リスク事象の情報提供を受けて、ドライバが自動運転システムに介入する行動について、どうすべきかをドライバが学習する必要がある。

		ブレーキ開始時		
		車間距離 (m)	自車速度(km/h)	TTC(sec)
80km/h	この先、路面凍結! (n:4)	21.4	74.0	0.63
	この先、路面凍結! マニュアル運転に戻ってください(n:6)	29.4	69.2	1.01
	なし(n:5)	8.1	74.2	0.24
50km/h	この先、路面凍結! (n:5)	11.3	44.8	0.46
	この先、路面凍結! マニュアル運転に戻ってください(n:8)	27.1	47.8	0.98
	なし(n:6)	8.9	46.7	0.33

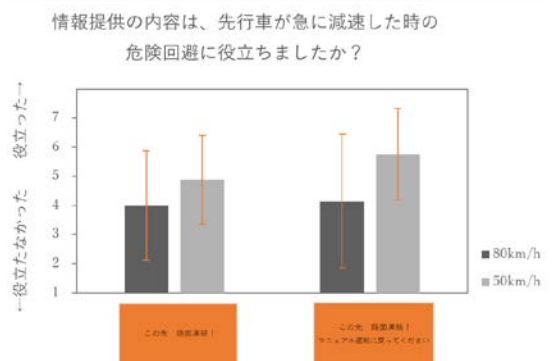


図 実験結果 (左：自車がブレーキを開始した時の TTC, 右：アンケート調査結果)

⑦特記事項

●本研究は、研究代表者（有村幹治）が研究全体を統括し、共同研究者が「新たな道路交通施策のあり方に関する研究開発」並びに「「新たな道路交通施策」を実装した社会実験による知見獲得」をそれぞれ担当する体制で研究に臨んでいる。一方、各地域の研究分担者が中心となって、地域道路経済戦略研究会、および、同じく新道路技術会議における東京大学プロジェクト（研究代表者：原田昇）が一体となった「次世代地域モビリティ（Ngrm）研究会」を発足。全研究者を対象とした研究会の開催やメーリングリストを通じて情報共有を行い、シナジーを創出している。

こうしたプロセスを経た結果、東京大学プロジェクトにて構築予定の「次世代地域モビリティプラットフォーム」に、本研究プロジェクトにおける研究成果も合わせて搭載する方向で、各研究者間における合意がなされている。

●我が国の食料基地であり観光拠点である北海道の「生産空間」は、散居型の地域構造を有していることから、人口減少の影響を受けやすく、公共交通や物流の維持が困難な状況に陥る可能性が極めて高い。また、JR北海道が「単独では維持することが困難な線区について（2016/11/18）」を公表し、不安が広がっている。以上から、「生産空間」での生活と産業（物流・観光）の両側面に対し、効果的かつ持続的な道路交通施策の投入が強く求められている中で、自動運転や道の駅の活用を含む「新たな道路交通施策」について、「生産空間」に住み続けられる道路交通環境の評価・提案を行う社会的意義は大きい。

●今年度は、先進事例のレビューや、「中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験」に寄り添った調査を丁寧に行い、自動運転サービスに関係する貴重なデータを取得できた。さらに、取得したデータや、「ネットワーク評価モデル」「生産空間の評価モデル」「冬期における自動運転システムのあり方」等の評価モデルの開発に着手できたことで、次年度以降の本格的な開発がより有意義なものにつながっていく。

●次年度以降においては、共同研究者によるTransportation Research Board 等の主要交通学会への論文発表や、土木計画学研究委員会春大会（東工大）でのスペシャルセッションを立ち上げる予定である。