

## 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（2年目の研究対象）】

		氏名 (ふりがな)	所属		役職
①研究代表者		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 [副領域] —	公募 タイプ	タイプIV 特定課題対応型	
③研究経費 (単位:万円)		平成29年度	平成30年度	平成31年度	総合計
※H29は精算額, H30は受託額, H31は計画額を記入。端数切捨。		4,845万円	3,798万円	5,000万円	13,643万円
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			
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・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 副主幹			

## 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」の導入を想定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】 広域自動運転公共交通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

### 2. 「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（アクセ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】 評価モデル改善／導入評価／他地域への展開可能性検討／知見収集

【H31】 評価モデル信頼性向上・構築／道路交通施策の提案

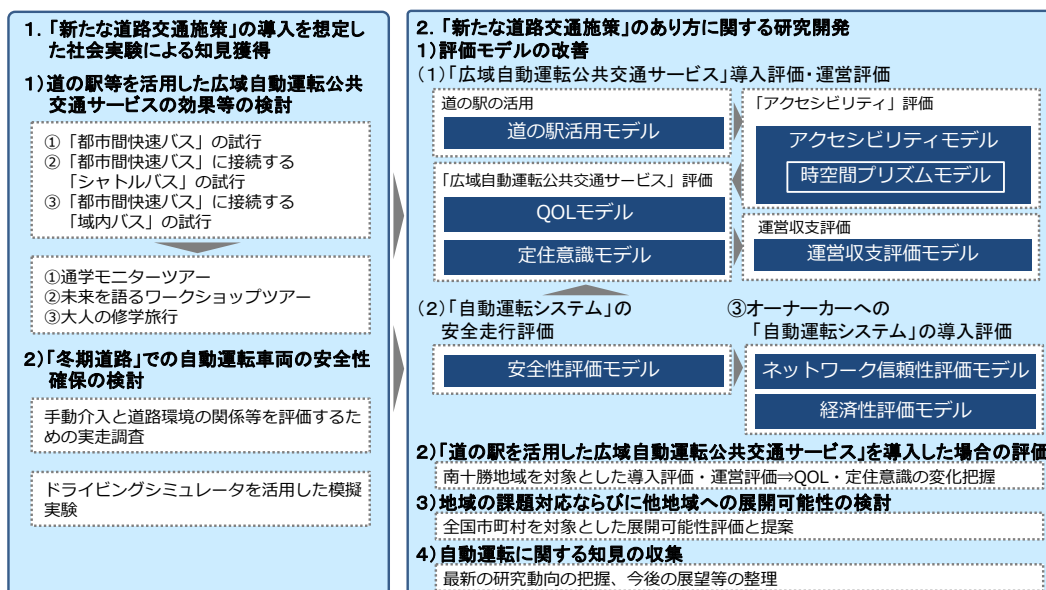


図 新たな道路交通施策のあり方に関する研究開発（2年目）の構成

## ⑥これまでの研究経過

### 1. 「新たな道路交通施策」の導入を想定した社会実験による知見獲得

昨年度においては、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。今年度は、それら評価モデルの改善やサービス導入評価に向け、「道の駅等を活用した広域自動運転公共交通サービスの効果等の検討」「冬期道路での自動運転車両の安全性確保の検討」を行うための社会実験・調査をそれぞれ実施する。

### 1) 道の駅等を活用した広域自動運転公共交通サービスの効果等の検討

#### ・実験計画の策定と実験実施

実験の事前に自治体・交通事業者等にヒアリングを行い、社会実験実施に向けた留意点や意見を取りまとめた。

大樹町の現状の公共交通ネットワークでは、免許返納後に帯広市へ向かうことが時間的、体力的、精神的において、非常に困難な状況である。

また、将来において万が一帯広市が廃校となった場合、現況の公共交通ネットワークでは通学が難しく、下宿という選択肢のみになってしまい、経済的に苦しい家庭では、中学教育で終わる生徒も出てくる可能性がある。

中札内村は市街地、郊外地を乗車料金無料でくるくる号という村営バスが走行しているものの、現状ではデマンド等の細かなニーズには対応していない。くるくる号は基本的に住民の生活の中に入り込んでいるため、既存のダイヤを崩すことは避けたいと考えている。

十勝バスの広尾線の乗客が実験路線（高規格幹線道路を活用した都市間高速バス）にシフトしたときに収入減となることから考慮する必要がある。

表 自治体・事業者ヒアリング結果

自治体・事業者	項目	意見・留意点
大樹町	大樹町の交通状況について	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口が少ない上に、居住者の距離感がネックとなっている。</li> <li>モバイル端末を活用したデマンド型の交通は非常に便利であると考えますが、1、2人の為にとすると利便性が悪い。</li> <li>現状の公共交通網では、免許返納後に帯広市へ向かうことが非常に困難。(時間的、体力的、精神的において)</li> <li>地元高校(大樹高校)の生徒には、交通費を全額支援している。</li> <li>将来、廃校になった際に、帯広への進学となり、現状では下宿が必須となる。</li> </ul>
	学生モニターについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済的に苦しい家庭では中学教育で終わる生徒が出てくる。</li> <li>高校生議会というものを開催している。毎回バスが議題に上がる。</li> <li>土日は運行していないため、外出するには、親の送迎が必須。</li> <li>ふれあいバスは高校生に合わせて朝早い。一高齢者が乗って町中に来てても店があくまで2時間程度ある。</li> <li>高校生は冬休みがある為スケジュールが大切。</li> <li>高校を通じてWS参加者を集められる。</li> <li>学校に一回話をすべきである。</li> </ul>
	一般向けツアーについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>農家が忙しくない時期であれば実現可能かと思う。</li> <li>免許返納したら何かないのかといわれることが多く、タクシー券を渡している自治体もあるので、何をしてほしいか聞きたい。</li> </ul>
	くるくる号の現状について	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在では移動の生活の中に入り込んでいる。</li> <li>農村部を一周するのに半日かかるといった距離のオーダー感である。</li> <li>現状では細かなニーズに対応していない。(非デマンド型)</li> <li>木、日は走行させていない。</li> <li>帯広柏葉高校以外の学校はスクールバスがある。(中札内からの通学者30人弱)</li> <li>現状のくるくる号は運転手2人体制のため、朝の便の増便は厳しい。日中もタイトな運行計画であるため、くるくる号を実験に活用するのは厳しい。</li> </ul>
中札内村	IC、道の駅との接続について	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的に生活の中に入り込んでいるため、既存のダイヤを崩すことは避けたい。空いている時間は走行可能。</li> <li>道の駅との接続に関して、現在、マックスバリュにバス停があるものを、道の駅への変更は不可。くるくる号の本質(目的)は買い物としているため。</li> <li>物理的(スペース的)に道の駅にくるくる号を入り込ませることは可能。</li> </ul>
	一般向けツアーについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>人集めは老人クラブの事務局長にお願いすることは可能。</li> <li>中札内村の住民説明会はあるが、そこでのツアー説明は厳しい。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>村民の足の確保が課題としてある中で、運転手不足も深刻な課題である。</li> <li>中札内高校廃校から5年間は助成を行っていた。</li> <li>今後所得制限はあるが、通学費助成を行っていく予定。</li> <li>WSの開催方法については、中札内組・大樹組でテーブルを分けるなどして、参加しやすい環境を作らないといけない。</li> </ul>
十勝バス	今後の南十勝の公共交通について	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方部、郊外部の少数利用を無視するわけにはいかず、そこまでカバーできるようにしたいと考えている。</li> <li>二次交通協議会→タクシーチケット・バス乗車券を渡している。</li> <li>現状、運転手が足りないときは他社に依頼することもある。</li> <li>実験自体には、積極的に取り組んでいきたいと考えている。</li> <li>既存路線は変更することはできない。</li> <li>貸し切りバスで行う場合、基本的に乗務員の休憩施設は特設不要。</li> <li>冬場はスクールバスに立ち席が出ることもある。</li> <li>高校生は定期券購入がほとんどであるため、実験時路線(快速バス)に乗った時に収入面で特設問題はない。</li> <li>料金設定次第であるが、もらいすぎるといった問題はある。</li> <li>広尾線乗客が、実験路線にシフトした時に収入減となることから、考慮する必要がある。</li> <li>沿線のすべての町、村をカバーするために、全町村に停車するわけではないため、町によっての不平等性が出てくる。</li> <li>乗降センサー付きのバスを広尾線に回すことは可能である。</li> </ul>
	実験全体に関して	

以上の知見を参考に策定した実験計画は、下記に示すとおりである。

《実験の目的》

- ・南十勝エリアの広域的な公共交通サービスへのニーズを把握。
- ・十勝バス広尾線の高速化実証運行および域内バスとの接続により、地域住民の生活の質(QOL)や定住意識の変化を明らかにする。

《実施概要》

①「都市間快速バス」の試行

中札内村・大樹町と帯広市を結ぶ「都市間快速バス」を運行。

②「都市間快速バス」に接続する「シャトルバス」の試行

中札内村において、IC~道の駅間の「シャトルバス」を運行し「都市間快速バス」に接続。

③「都市間快速バス」に接続する「域内バス」の試行

大樹町において、生産空間~道の駅間を結ぶ「域内バス」を運行し「都市間快速バス」に接続。

《本格実施に向けた知見の獲得》

- ・南十勝地域住民における広域的な移動ニーズ
- ・サービス提供によるライフスタイルや定住移行へのインパクト

上記の①~③の試行内容について、WSを絡めたツアーを実施した。

WSには各対象者が参加するほか、北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、豊橋技術科学大学、の4大学の学生がファシリテーターとして参加し、活発な議論を行った。

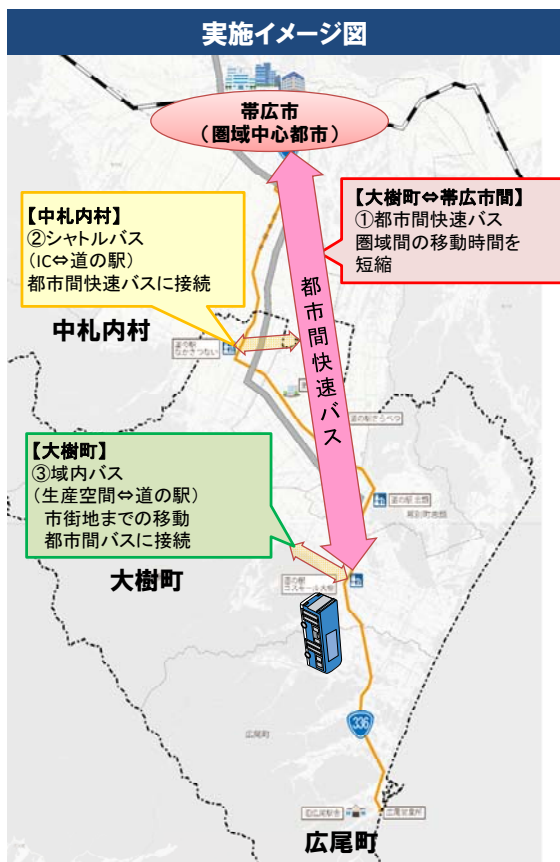


図 実験実施イメージ図

**実施イメージ図**

**A fromマイホームタウン 快速バスで行く！帯広通学モニターツアー**

対象・【帯広市内の高校に通う生徒】①②③：上記に既記  
①中札内村在住、②大樹町在住、③帯広下宿（中札内または大樹に実家がある）

内容・大樹町及び中札内村と帯広市内の高校を快速バス及び域内バスで繋ぐ  
・高校の登校及び下校の時間に合わせたフレ運行を行い体験乗車していただく  
・乗車時にはアンケート調査にもご協力いただく

**B 中学生・高校生・保護者たち集まれ！ 南十勝の未来を語るワークショップツアー**

対象・【帯広市内の高校に通う生徒】①②③：上記に既記  
・【大樹高校に通う生徒】④中札内村在住、⑤大樹町在住  
・【中学生】⑥中札内村在住、⑦大樹町在住  
・【中学生または高校生の子供を持つ親（保護者）】⑧中札内村在住、⑨大樹町在住

内容・大樹町及び中札内村から帯広市内へのツアーバスを運行  
・帯広市内にてランチ&ワークショップを実施

**C 十勝川温泉に全員集合！ バス利用プランを考える大人の修学旅行**

対象・【一般】⑩中札内村在住、⑪大樹町在住  
・【高齢者】⑫中札内村在住、⑬大樹町在住

内容・大樹町及び中札内村から帯広市内へのツアーバスを運行  
・十勝川温泉の会場にて「南十勝の交通について」の講座を実施  
・引き続き「バス利用プラン」を作成し、1日目終了  
・2日目は「バス利用プラン発表」を行い、昼食後、各地へ帰宅

図 プロモーション概要

・実験結果概要 (1/3)

**OWSの開催**

南十勝エリアの広域的な公共交通サービスへのニーズを把握するため、また、各世代ごとのターゲットに焦点を当てて意見を吸い上げるために以下の3つの実験を試行した。

通学バス (A) では大樹町・中札内村在住で帯広市内に通学・下宿している高校生を対象に、高規格幹線道路を活用した都市間高速バスを用いた通学バスの試行を行った。

中高生 WS (B) では、中高生とその保護者を対象に、将来の定住意識等を通学、教育面から意見聴取するWSを実施した。

高齢者 WS (C) では、大樹町、中札内村在住の方を対象に、南十勝の交通の現状に関する座学、交通を考えるWSを実施した。



図 募集フライヤー  
表 参加人数と内訳

	参加者人数	概要
通学バス	10名 (男性4名/女性6名)	大樹町(4名)・中札内村(6名)
中高生WS	20名 (男性7名/女性13名)	大樹高校(8名)・中札内中学校(8名)・保護者(4名)
高齢者WS	21名 (男性12名/女性9名)	大樹町(16名)・中札内村(5名)

【通学バス】 -12/6.7-

- ◇大樹町・中札内村から帯広市内に通学している、または帯広市内に下宿している高校生を対象に、高規格幹線道路を活用した都市間バスを試行。
- ◇全10名が乗車、帯広工業高校、帯広農業高校、緑葉高校、柏陽高校への通学を行った。
- ◇朝起きる時間が遅くなり、便利といった声等が上がっている。



【中高生WS】 -12/8-

- ◇大樹町・中札内村の中高生と保護者を対象に、南十勝の将来と通学をテーマとしたWSを開催した。
- ◇全20名が参加し、高校進学を前にしている中学生、現在大樹高校に通学している高校生、中高生の子を持つ保護者から意見をいただいた。
- ◇中高生、保護者からそれぞれの立場での意見をいただいた。



【高齢者WS】 -12/6.7-

- ◇大樹町・中札内村在住の住民を対象に、1泊2日で南十勝の交通を考えるWSを開催した。
- ◇座学を行ったうえでWSを行い、地域住民の現状の課題や、将来の交通に望むこと等の意見をいただいた。



## ・実験結果概要 (2/3)

### ○高齢者WSとりまとめ

#### ●大樹町市街地在住 (A班・B班)

広域の運賃については現状の片道 1,470 円を考慮して具体的な支払意思額を確認できた。さらに予約システムについて、高齢者はスマホを未所持の方が多いためといったことから、スマホ以外での予約システムがあるといいことも意見として挙げられた。

また、今後の交通へのニーズとして、買い物等を考えた場合、人の移動だけでなく、モノの移動についても考慮してほしい、といった意見や、バスの乗り方、乗り換え、接続が分かりやすすくないといった使いたいときに使えないといった意見が挙げられた。

#### ●大樹町尾田地区在住 (C班・D班)

現状の広尾線の運賃であると、大樹から往復で約 3,000 円であり、高いため、利用しようと思わないといった意見が多く挙げられた。また、尾田地区には広尾線のバス停が無く、現状でバス停まで車で行って、パークアンドバスライドを行うことになるため、そのまま自家用車で帯広方面へ向かうといった意見も挙げられた。体調を崩して通院する際に、2 時間かけて通院し、さらに病院で待ち時間が発生するため将来は通院の時間短縮を望む声が多く挙げられた。

地域内交通でもバス停までの距離や、便数の少なさ等同様の課題が挙げられた。尾田地区の住民にとっては地域内交通は重要であり、今後の交通へのニーズとして、頻度の見直しやデマンド化といった意見が多く挙げられた。

その他の意見として、バスの乗継方法が分からない、デマンドを行う際にはスマホ以外の予約システムがほしいといった意見が挙げられた。

#### ●中札内村在住 (E班)

帯広アクセスについて、中札内村から往復で約 1,500 円は高額であるという意見が多く、今後のニーズとして、月額制度 (15,000~20,000 円程度) で公共交通を利用し放題といった意見が挙げられた。また、個人のみでなく、家族パックといったようなパッケージがあるといいといった意見も多かった。現状、広尾線のバス停は国道沿いのみ位置しており、自宅から徒歩で移動となると遠い為、村内公共交通と連動し、道の駅等で乗り換えができると良いといった意見が挙げられた。また、便数について 1 時間に 1 本程度で満足できるという一方で、13 時~15 時の間は利用者が少ない為減便してもいいのではといった意見が挙がり、効率的なダイヤの編成が求められることが分かった。



図 WSの様子 (高齢者WS)

## ・実験結果概要 (3/3)

### ○中高生WSとりまとめ

#### ●中札内村在住中学生 (A班 B班)

現状の運賃では、帯広まで遊びに行く際に交通費にかかる金額が大きく、支払意思額としては片道500円程度が理想であり、WAON決済のようなIC決済やスマート決済ができると利便性が向上するとの意見が挙がった。道の駅までの交通として、夏場は自転車で移動可能であるが、冬場は送迎、または他の交通が必要であるとの意見も多かった。現状の広尾線ではだれも乗らないバス停が多く、距離のわりに時間がかかるイメージだといった意見も挙がった。また、今後のニーズとして、車内にWi-Fiや充電機能があると長時間乗車も苦にはならないといったニーズや、リアルタイムでバスの位置情報が分かるバスロケーションシステムがあると効率的に時間を使えるといったニーズも確認できた。加えて、歩道でのバス待ちは厳しく、バス待ちの具体的な機能のニーズも確認できた。

#### ●中札内村在住保護者 (C班)

中札内から帯広までの通学定期が2~3万円となっているが、非常に高額で複数名子供がいる親御さんは大変であるため、運賃を安くしてほしいとのニーズが多くあった。また、高校からバス停までが遠い高校や、市内で夜暗い中バスを待つのは危険といった保護者目線の意見が挙がった。その中でも将来自動運転になった際に完全自動化の場合でも車内に管理人のような人が常駐してほしいとセキュリティ面の心配も挙がった。

また、生活面では住民として緊急医療の際に帯広に頼らざるを得ないのが現状なであり、高齢になった際や、運転できない状況での不安を感じているといった意見や、送迎に制約がある際に、子供の部活動にも制約が生じる場合があるとの意見も挙がった。

#### ●大樹高校生徒 (D班 E班)

定期代が家計に大きな負担であるといった運賃面の課題が挙がった一方で、利便性が確実に向上するのであれば、値段がかかっても利用するといった意見も挙がった。バスに乗り遅れた際は親に送迎を依頼するしかないのが不便であるといった意見が多く挙がった。

また、中学生と同様、充電可能なバスといった車内環境や、除雪されたバス停といったバス待ち環境に関するニーズが多く挙げられた。

高校生ならではの意見として、部活や娯楽を十分に行うためにも最終バスの時刻を遅めてほしいといった意見も挙がった。

現状のバスアプリ(PINA)が使いにくく、リアルタイムでバスの運行情報を確認するアプリが必須との意見が挙がった。



図 WSの様子 (中高生WS)

・検討結果概要 (1/2)

○調査概要

本研究では以下の5つの調査を行った。

表 調査の種類

	目的	対象	配布数 (回収(予定)数)
AD 調査	地域住民の行動パターンを把握, 整理	大樹町市街地 大樹町尾田地区 中札内市街地	200 世帯 (100) 88 世帯 (50) 200 世帯 (100)
PP 調査	地域住民の行動パターンを把握, 整理	大樹町尾田地区	30 人 (27 人)
WS アンケート	WS 参加者の定住意識, 公共交通の料金感度を把握, 整理	WS 参加者	41 人
通学バス アンケート	現状の通学手段等の把握	通学バスモニター	10 人
大学実施 アンケート	住民の移動状況, 定住意識を把握	大樹町全世帯 中札内全世帯	全世帯数 (20%)

AD 調査においては, 大樹町市街地・大樹町尾田地区・中札内市街地を対象に任意の数をランダムに抽出し, アンケート配布を行った。(尾田地区のみ全世帯)

AD 調査の回収率は大樹町市街地で 9 割程度, 大樹町尾田地区で 7 割程度, 中札内村で 8 割程度であった。

また, AD 調査対象者の中で, 尾田地区住民の 20 名に PP 調査を行った。

尾田地区住民の帯広へ向かう広域移動時の経路として, 大樹町市街地を經由せずに中札内 IC・更別 IC を經由して向かうトリップが多いことが分かった。

表 AD 調査の配布数と回収率

行政区	世帯数				個人数		回収率	行政区	世帯数				個人数		回収率
	抽出数	目標数	配布数	回収数	回収数	回収率			抽出数	目標数	配布数	回収数	回収数	回収率	
麻友	28	14	15	15	41	107.1%	2区	18	9	9	9	20	100.0%		
鏡町	12	6	5	4	9	66.7%	3区	13	7	8	8	13	114.3%		
寿町	15	8	8	8	17	100.0%	4区	23	12	14	9	13	75.0%		
新大樹	20	10	10	9	15	90.0%	5区	7	4	4	3	4	75.0%		
西本通	25	13	12	10	28	76.9%	6区	17	9	10	9	21	100.0%		
日方	6	3	3	2	10	66.7%	泉区	4	2	2	2	4	100.0%		
振別	4	2	2	2	6	100.0%	恵津美ハイツ	2	1	0	0	0	0.0%		
松並町	35	18	17	16	39	88.9%	北1区	10	5	5	3	6	60.0%		
緑苑	15	8	8	7	17	87.5%	興農区	44	22	22	16	32	72.7%		
緑町	16	8	8	6	13	75.0%	ひばりが丘	27	14	14	10	19	71.4%		
南町	24	12	12	11	32	91.7%	南1区	8	4	5	4	8	100.0%		
大樹市街計	200	102	100	90	227	88.2%	めぐみ区	27	14	15	9	13	64.3%		
尾田	88	88	69	58	130	65.9%	中札内計	200	103	108	82	153	79.6%		
大樹計	288	190	169	148	357	77.9%									

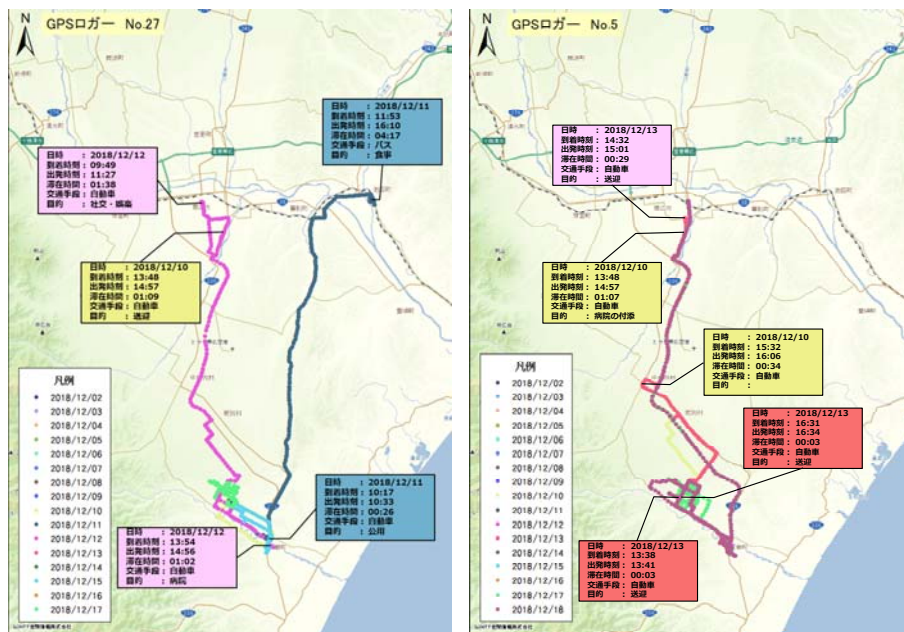


図 広域の移動



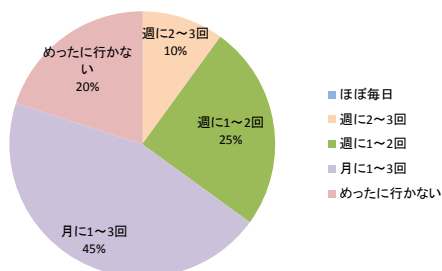
## ・ 検討結果概要 (2/2)

### ○ 調査結果概要

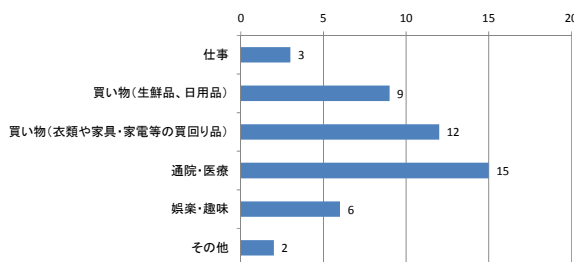
#### ● 高齢者 WS アンケート結果

帯広に行く頻度は月 1～3 回が半数近くで最も多く、めったに行かないという回答は 20%であり、帯広への依存度の高さが分かる。

また帯広へ行く目的としては通院・医療が最も多く、続いて日用品以外の買い物が多くなっている。アンケート対象者が高齢であることに留意が必要である。(60 歳以上)



Q1\_帯広へ行く頻度

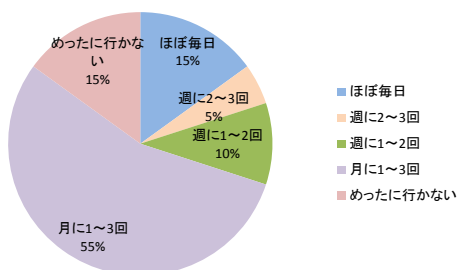


Q3\_帯広へ行く目的

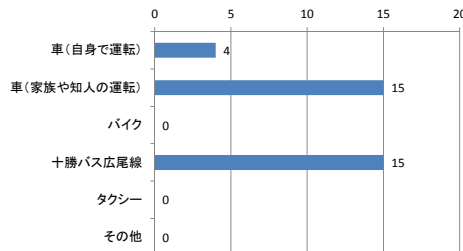
#### ● 中高生 WS アンケート結果

帯広に行く頻度としては、高齢者同様、月 1～3 回が半数以上で最も多く、帯広市内の高校に通っている参加者はいないものの、ほぼ毎日といった回答もあった。

また、帯広への交通手段は、保護者の参加者を除く 30 名が車での送迎と十勝バス広尾線で半数ずつに分かれる結果となった。



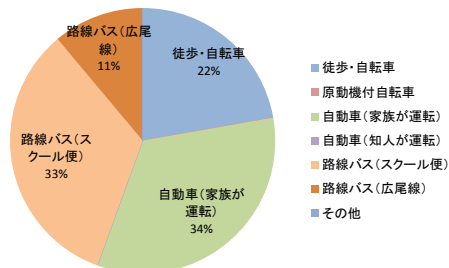
Q1\_帯広へ行く頻度



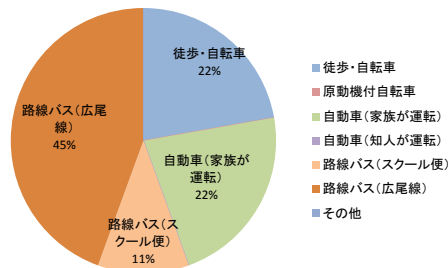
Q2\_帯広へ行く交通手段

#### ● 通学バスアンケート結果

登校時はスクールバスが運行している地域であるとスクールバスの利用が多く、また、下宿している学生は徒歩、自転車といった回答になっている。また、下校時は部活動や、放課後の余暇活動でスクールバスに間に合わないことが多く、路線バス(広尾線)で下校する学生が多くなっている。



Q1\_登校時の交通手段



Q1\_下校時の交通手段

## 2) 「冬期道路」での自動運転車両の安全性確保の検討

「冬期道路」を対象として、自動運転車両が安全に走行するための道路環境・運行条件や情報提供等に関する検討を行った。

具体的には、冬期の道路環境下における自動運転について、手動介入と道路環境の関係等を評価するための実走調査と、ドライビングシミュレータを活用した模擬実験を行い、「冬期道路」において自動運転車両が安全に走行するために必要となる情報提供のあり方や、道路環境データを活用した道路維持管理施策等について検討した。

### ・実験計画の概要

#### ○手動介入と道路環境の関係等を評価するための実走調査

冬期における自動運転の実現に向けた最初の段階として、自動運転システムを構成する運転システム（ACCおよびLKAS）が冬期の道路環境でどのように動作するのかを知る必要がある。

本研究では、路面のすべり計測車（Real-Time Traction Tool-Curve）・視界計測装置を搭載した気象観測車とACCを作動させた車両を一般道で利用し、現状の冬期道路管理におけるドライバーによる手動介入と道路環境の関係を調査する。本年度は、ドライバーによる違いを知るため、専門ドライバーに加え一般ドライバーによる実車走行を行う。また、国道・道道に加え道路構造と路面管理の両者が高いレベルとなっている自動車専用道路を走行路に加える。実車走行は、2019年1月28日から31日に実施する。このような実験結果を用いて、冬期におけるACC利用時の運転リスクとそのときの路面状態や道路線形の分析、これらをベースとしたACC利用時の安全運転評価モデルの構築を試みる。

予想される結果を以下にまとめる。

- ・冬期路面におけるドライバーによる自動運転システムへの介入は路面のすべりが低くなると発生しやすくなる。
- ・冬期路面におけるドライバーによる自動運転システムへの介入はカーブや勾配などの道路線形が厳しい区間で発生しやすい。
- ・自動車専用道路においては、規制速度で冬期路面を走行したときほとんど手動介入が起きない。
- ・プロドライバー以外の通常ドライバーであっても手動介入の条件は同様の結果となる。

以上から自動運転システムを冬期に使用するためには、路面のすべりと道路線形の両者を考慮する必要がある。道路線形が良好であり、かつ路面の滑りがあまり低下しない状況であれば、ACCが動作していてもドライバーによる手動介入はそれほど多くならない。一方、道路線形が厳しくかつ路面のすべりが低い区間については、ACC利用は手動介入が多くなり価値がない。冬期のACC利用は道路環境に左右され、後述する安全評価モデルによる速度設定をベースに道路側あるいは自動車側から安全速度（規制速度より低い速度）をアドバイスする仕組みが必要となる。



タブレット

ACCボタン



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

## ○ドライビングシミュレータを活用した模擬実験

これまでの冬期道路管理システムはドライバの適応能力の高さに依存し、大まかなレベルでの冬期道路管理を行ってきた。日本のみならず北米・北欧でも同様な仕組みを採用している。しかし、自動運転システムの利用を考えたとき道路環境に合わせた細かい速度調整が必要となる。2017年度の網走地方における実車調査から、路面のすべりが低くなるに従いドライバが速度を下げる手動介入の頻度が高くなった。路面のすべりが低いとき、自動運転システムの速度を低くすることが必要となることを意味している。

この調査で、道路線形の主要要素である勾配・曲線半径の各々が厳しいとき、速度を下げる手動介入が同じ路面のすべりであってもさらに多くなった（参考文献1と参考文献2）。

また、2018年1月から2月にかけて、ACC車を用いて札幌自動車道を走行し、ACCに手動介入する条件を探った。その結果、路面が圧雪・凍結状態となり滑りやすくなると、見通しが悪い道路線形（特に、左カーブ）になると、そして視界状況が悪くなると手動介入が多くなる結果となった。これらの実車走行は、専門のトレーニングされたドライバが運転したときの結果である。そこで、2018年度においてドライビングシミュレータを用いて、一般ドライバでも同様の結果となるかどうかについて、また、どのぐらい速度を下げるのかについて調査する。2017年度の研究成果を背景に、手動介入に影響する3つの因子（道路線形（左右カーブのみ）・視界状況・路面状態）を選択し、ドライビングシミュレータを用いた模擬実験を1月7日から2月20日にかけて実施する。

参考文献1）加藤佑基（北海道大学）、萩原亨（北海道大学）、岡田稔（株デンソー）、内藤利幸（株ドーコン）、宗広一徳（寒地土木研究所）：速度協調システム利用時にドライバがシステム介入したときの道路状況に関する研究、自動車技術会秋季大会、2018.10.

参考文献2）Toru Hagiwara, Yuki Kato, Kunihiro Kishi, Minoru Okada, Toshiyuki Naito, Kazunori Munehiro, Yasuhiro Nagata, Influence of Road Configuration and Winter Road Condition on the Driver's Interaction with an Adaptive Cruise Control System, Paper presented at the Transportation Research Board TRB 98th Annual Meeting, January 13–17, 2019.

ネクスコ東日本が管理している札幌自動車道の金山パーキングエリアから張碓トンネル手前までの小樽に向かう約11 km区間を冬期道路としてUC-win/Road 13を用いて再現した。道路作成には日本道路公団（現NEXCO東日本）の札幌自動車道完成図の横断図と縦断図を参考にした。作成した冬期道路は、実際の道路の曲率半径・曲線長・緩和曲線・縦断勾配・道路断面・標識などを正確に反映している。

また、道路上の雪や轍、除雪による道路脇の堆雪を表現した。さらに、路面の $\mu$ を0.4となるように設定した。走行車両には、一般車と同じ操作となるACC機能とLKAS機能をフォーラムエイトへの外注により付加した。ただし、圧雪路面でマーキングが見えないため、LKAS機能は作動させていない。



図 ドライビングシミュレータ画像

・ 検討結果の想定

2017年度の研究成果を背景に、手動介入に影響する3つの因子（道路線形（左右カーブのみ）・視界状況・路面状態）を選択。

表 手動介入に影響する因子

因子	水準		
	直線	左カーブ	右カーブ
先行車がブレーキを踏むとき の道路線形			
視界状況	良好	不良	
路面状態	乾燥	圧雪	
走行速度	80km/h	50km/h	

(注1) 車速に関わらず自車と先行車の車間距離は50m、先行車とその先の車両の車間距離も50mとした。

(注2) 視界状況が不良のとき、先行車の先の車両が見えるか見えないか程度とする。視程100m程度を想定した。

視界状況を良好・不良とした2水準と路面状態を乾燥・圧雪とした2水準を組み合わせたドライビングシミュレータによる走行シナリオを作成した。これら4種類の道路環境において3つの道路線形で先行車がブレーキを踏む。以上の全組み合わせを考えると、12通りとなり走行パターンが多い。

そのため、直交表から走行パターンを8通りとした。実験参加者(32名)は、8通り全ての走行パターンで走行を行うものとした。また、80km/hと60km/hの速度については、16名で構成する2つの実験参加者グループに割り当てる。2つの実験参加者グループに差異がでないように冬道運転経験、年齢などを考慮した。客観評価として、ブレーキイベントで実験参加者がブレーキによる手動介入をしたかどうか、どのくらい速度を落としたかで評価する。これらの結果を分散分析あるいはコンジョイント分析を用いて因子の影響を明らかにする。加えて、先行車のブレーキイベント時の危険度を主観評価してもらい、その結果についても同様の解析を行う。予想される結果としては、路面の影響が最も高く、左カーブ・視界状況など前方の見通しが悪いときに手動介入の頻度が高くなる。また、手動介入時の速度低下も悪条件が重なったときに手動介入の頻度が大きくなる。さらに、80km/hに比べ60km/hでは、同じ条件での手動介入頻度が低く、速度低下の程度も小さくなると考えられる。



図 乾燥・圧雪状態の走行

## 2. 「新たな道路交通施策」のあり方に関する研究開発

### 1) 評価モデルの改善

平成 29 年度において基礎的な検討を行った、下記で示す評価モデルについて、前述の「①「新たな道路交通施策」の導入を想定した社会実験による知見獲得」で得た実験結果を活用し、その実用性・信頼性等を検証する等した上で、改善を行う。評価モデルの概要は以下に示すとおりである。

#### (1) 「広域自動運転公共交通サービス」導入評価・運営評価

道の駅活用モデルにより、地域の交通拠点として活用な道の駅を探り、対象とする地域の人口・活用可能な道の駅を含む公共交通ネットワーク・サービス・公共交通の速度等をインプットとして、時空間プリズムモデルを内包したアクセシビリティモデルにより、機関分担・OD 表・経路配分結果を得る。また、それらにより得たアウトプットを活用し、QOL モデル・定住意識モデルを用いて、地域の人口を推定し、広域自動運転公共交通サービスの効果を測定する。さらに、設定した OD・公共交通ネットワーク・サービス速度などから、運営収支評価モデルを用いて、交通事業としての持続性を評価するとともに、サービスの拡大可能性について評価する。

すなわち、自動運転サービスの効用は、運営コストダウンによるサービス拡大で表現される。

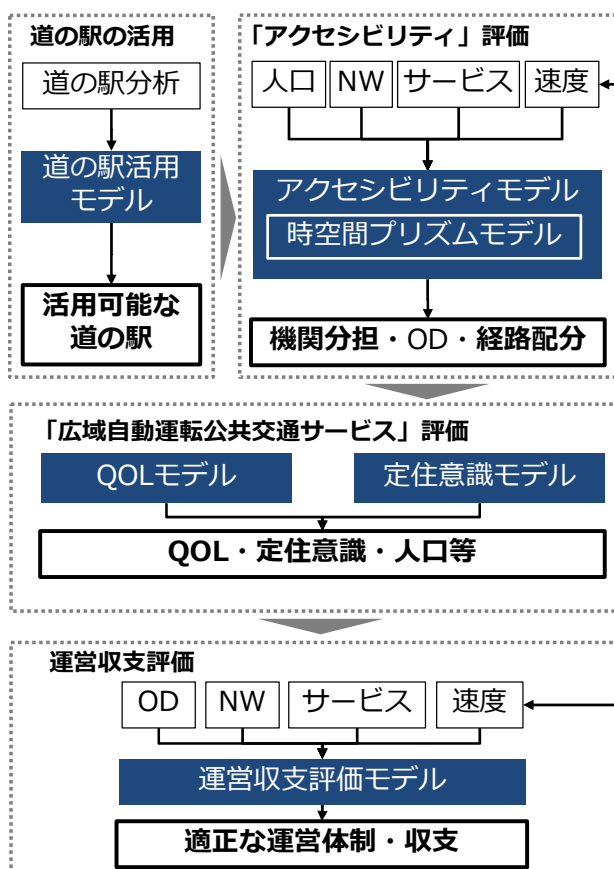
#### (2) 「自動運転システム」の安全走行評価

道路情報・気象情報・車両情報を取得し、安全性評価モデルにより、自動走行の安全性を確保する適正な速度を判定する。判定された速度は、「広域自動運転公共交通サービス」導入評価・運営評価、オーナーカーへの「自動運転システム」の導入評価に活用される。

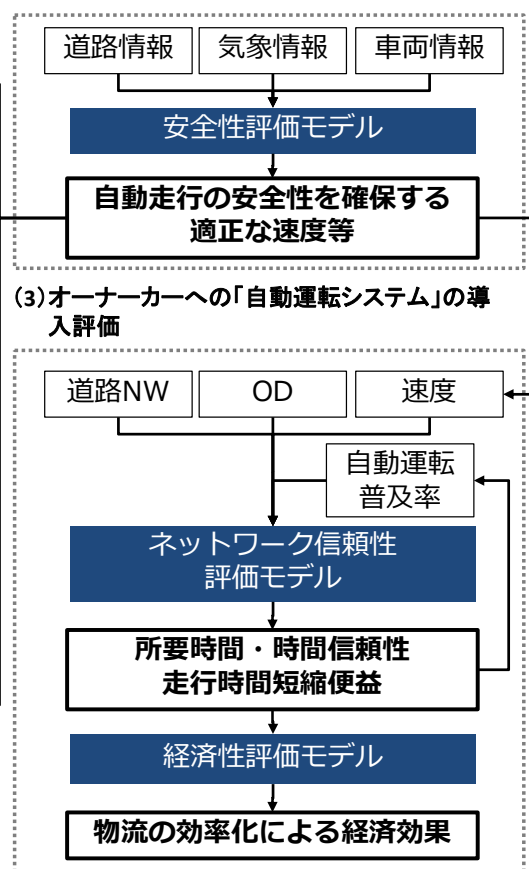
#### (3) オーナーカーへの「自動運転システム」の導入評価

道路ネットワーク・自動車 OD・リンク速度等を用いて、オーナーカーの自動運転普及率に応じたネットワーク信頼性評価モデルによる走行時間短縮便益、経済性評価モデルによる物流の効率化による経済効果を把握する。

#### (1) 「広域自動運転公共交通サービス」導入評価・運営評価



#### (2) 「自動運転システム」の安全走行評価



#### (3) オーナーカーへの「自動運転システム」の導入評価

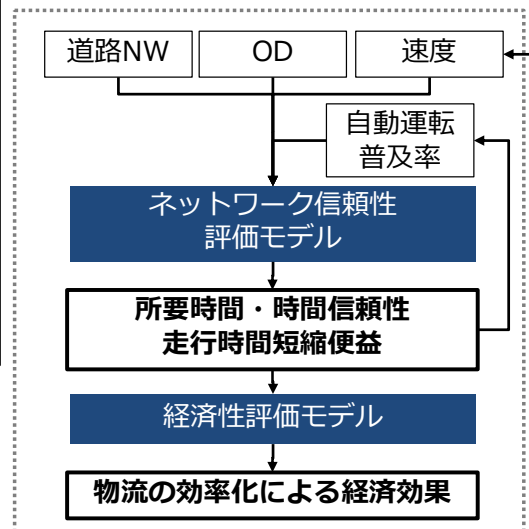


図 評価モデルの全体構成

・「広域自動運転公共交通サービス」導入評価・運営評価

○「広域自動運転公共交通サービス」導入に向けた道の駅活用モデル

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に適した道の駅を検討し、「広域自動運転公共交通サービス」導入に向け、人口減少による施設消滅を考慮した道の駅の活用方法について明らかにする。

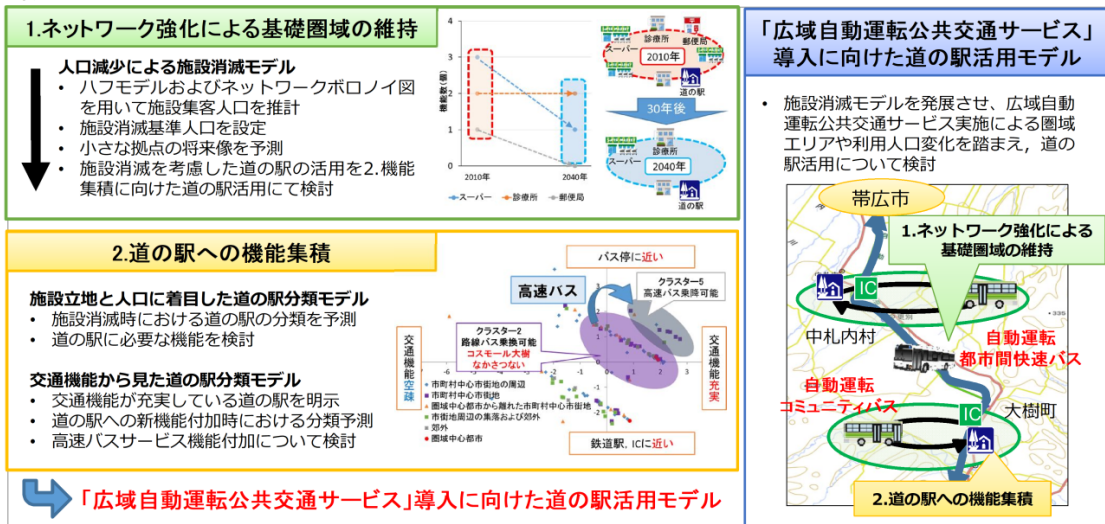


図 概念図

道の駅をモビリティ確保及び基礎圏域構成の拠点として活用するためには、道の駅の立地と交通機能の充実度が重要であると考えられる。そこで、H29年度に道の駅立地地域の分類を行った。そして今年度は交通機能に着目した道の駅分類モデルの構築を行った。これらの分類モデルを複合的に用いることで、「市街地」に位置し、交通機能が充実しているモビリティ確保の拠点に適した道の駅を明らかにした。

また判別分析による分類予測から道の駅「なかさつない」、「コスモール大樹」に高速バスを付加した場合、モビリティ確保の拠点としての活用が期待できることを明らかにした。

一方で北海道の生産空間では、人口減少による生活サービス機能の低下が考えられる。

よって、将来の道の駅における活用方法を検討するにあたり、本年度は南十勝エリアをケーススタディとした人口減少による施設消滅モデルの構築も行った。まず、生活利便施設の設定を行い、ネットワークボロノイ図とハフモデルを用いて利用人口を算出した。

そして、将来推計人口データを用いて施設消滅基準を設定した。この結果から、来年度はアクセシビリティの変化などから「広域自動運転公共交通サービス」導入を考慮し、道の駅の活用方法や必要な機能を明らかにする。

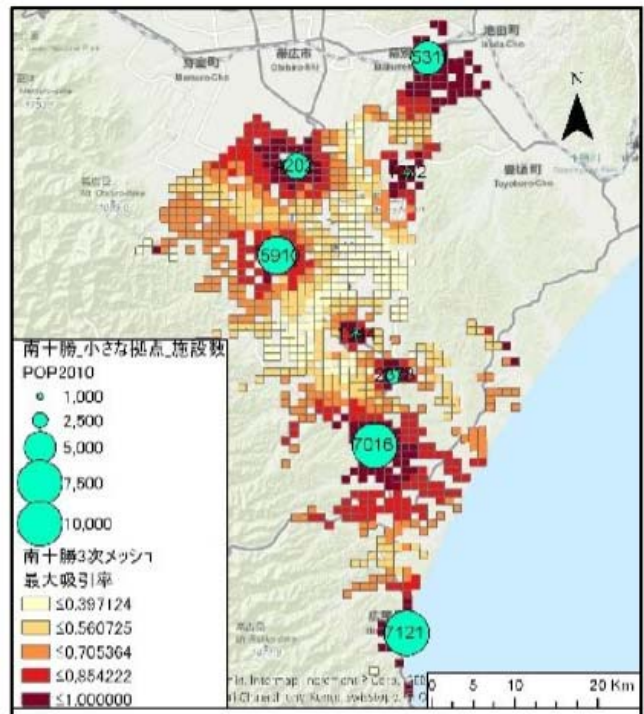


図 ハフモデルによる小拠点利用人口推計

## ○生産空間における「広域自動運転公共交通サービス」評価モデル

広域自動運転公共交通サービス評価モデルでは、昨年度アクセシビリティモデル、QOL 評価モデル、定住意識モデルについて、個々のモデル分析手法について基礎的な検討を行った経過を踏まえ、本年度はモデル間の連携、およびアンケート調査データや社会実験時に取得されたデータを入力データとし、現況評価および将来評価のための指標を出力するデータ入出力構造を検討し、評価体系の全体像を整理するとともに、個々の評価モデルの改良を行った。

評価体系の全体像は、下図に示すとおりである。

評価モデル間の連携は、アクセシビリティモデルにおいて算出される地域から主要施設への所要時間を、QOL 評価モデルおよび定住意識モデルの入力とすることでなされる。

また、アクセシビリティモデルについては、時空間プリズムモデルを用いた余裕時間や滞在時間の増加に関する指標の出力を新たに検討している。

これらのモデルは、人口および道路交通に関する各種データに加え、アンケート調査データを用いて構築される。

道の駅を活用した具体的な自動運転公共交通サービスの導入を想定し、その有無に各評価指標の算出結果より現況評価を行うとともに、将来の居住世帯分布を設定し、人口定住状況を踏まえた将来評価を行って、自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える効果の算出を行うものである。

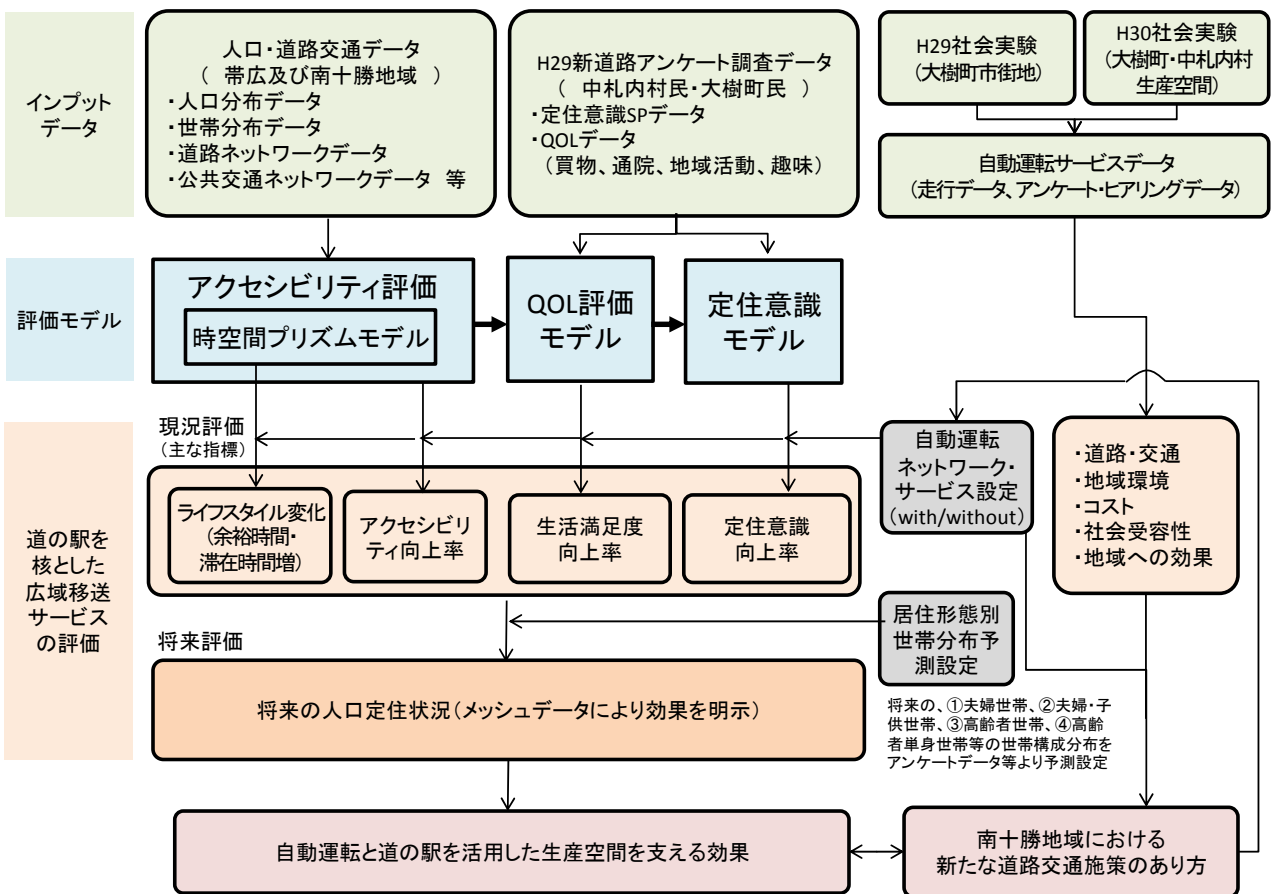


図 広域自動運転公共交通サービス評価モデルの評価体系

### ◆アクセシビリティモデル・時空間プリズムモデル

アクセシビリティモデルについては、メッシュ単位で通学・通院等の各施設へのアクセシビリティ算出を行った昨年度の成果を踏まえ、時空間プリズムモデルによる余裕時間や滞在時間の増加に関する指標算出のための基礎的検討を行った。

具体的には大樹町を対象とし、自動運転型地域公共交通導入後の都市間・生活空間の送迎・待機時間がどの程度短縮されるかについて評価を行った。世帯マイクロデータより高校生・高齢者がいる世帯を把握し、ネットワークデータよりメッシュ毎に施設までの最短経路探索を行い、自動運転の有無による各メッシュから目的地まで向かう際の出発時間、所要時間を算出した。続いて、各世帯の通学、通院、送迎行動者を世帯マイクロデータに割り当て、メッシュ毎の出発時刻の変化より、自由時間、自宅滞在時間の増加、送迎・待機時間の削減の可能性を評価した。目的地となる対象施設は、通学は大樹高等学校または帯広北高等学校、通院は帯広厚生病院とした。また、出発地は大樹町が含まれる1kmメッシュデータの中心座標とし、住民が住んでいるメッシュのみを対象とした。

分析結果より、自動運転導入によって通学・通院者の移動時間の短縮、送迎者の自由時間の増加に繋がる可能性が示され、その効果は特に移動距離が増えるほど大きいことが把握された。今後は、アクティビティダイアリーデータを用い、時空間プリズムモデルによる評価を行ってゆく予定である。

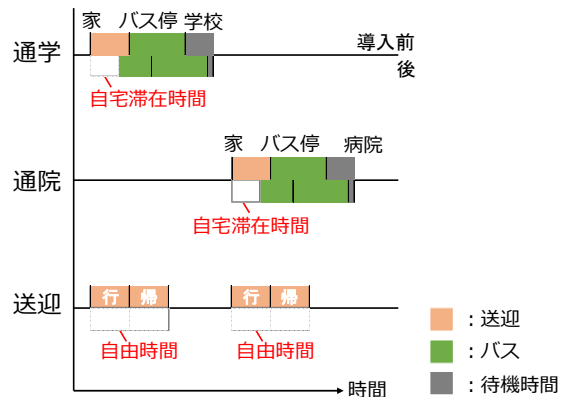


図 自宅滞在時間・自由時間の削減イメージ

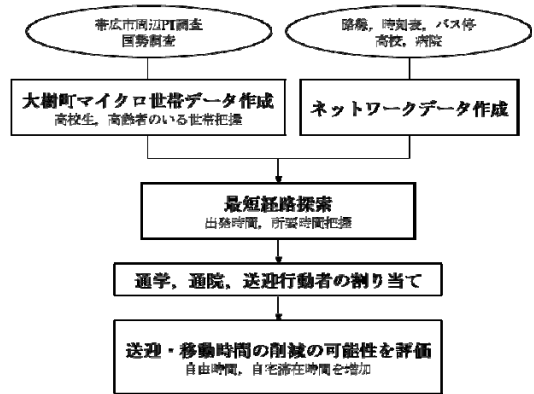


図 評価フロー

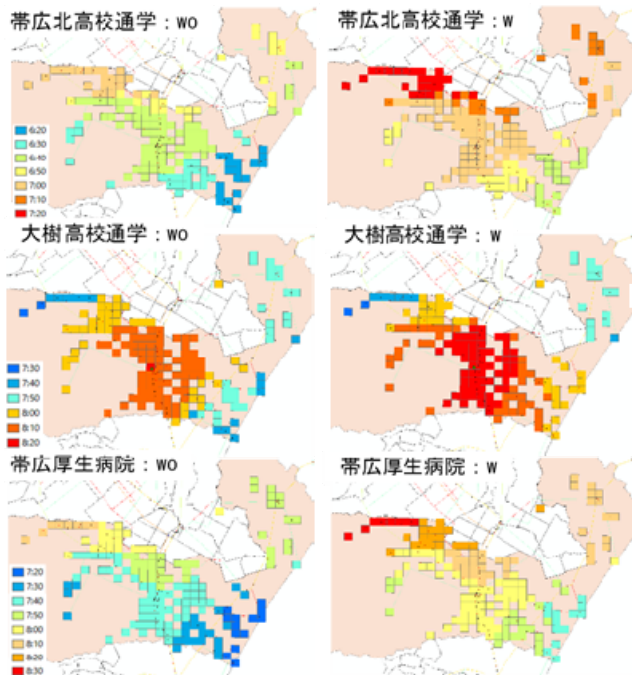


図 各施設への出発時刻

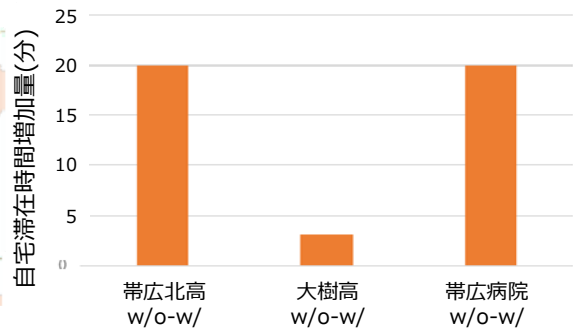


図 自宅滞在時間増加量

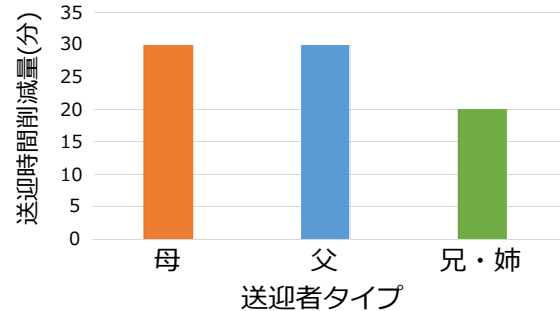


図 送迎時間削減量 (帯広北高校)



## ◆ QOLモデル

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。ここで、生産空間、地方部の市街地、圏域中心都市の3つの層による交通ネットワークの強化が重要とされている。しかし、モビリティの変化が生産空間での生活にどのような影響を与えるかは明らかにされていない。

本研究では交通施策が住民に与える効果をモビリティやライフスタイルの変化から表現できるQOL Indexを構築し、交通施策の評価を行う。

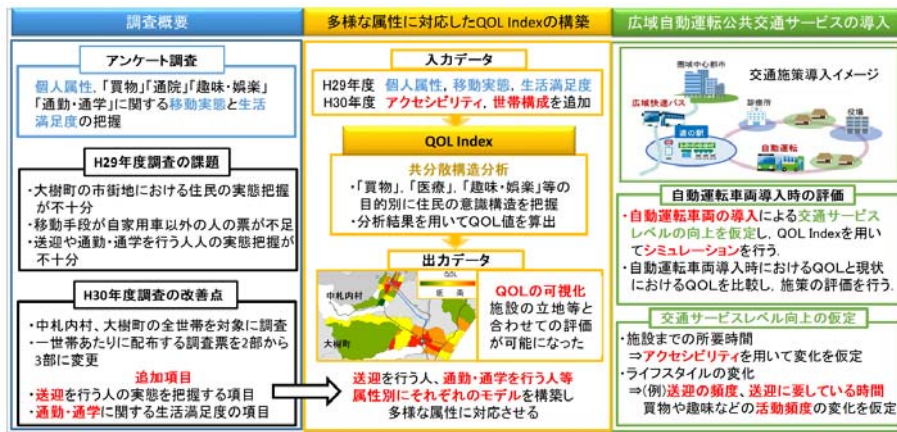


図 概念図

今年度は、新たに世帯構成やアクセシビリティを組み込んだモデルを構築し、世帯構成の違いや居住地から各施設への所要時間を考慮したモデルを構築した。また各地域の現状におけるQOLを算出した結果、「買物」に関するQOLは買物施設に近い小地域ほど高いことが示された。次に構築したモデルを用いて自動運転の導入によってアクセシビリティが変化することによるQOLの変化量を試算した。交通施策導入後のQOLの変化量を図に示す。自動運転バスの導入は路線バスとコミュニティバスの運行頻度を3倍に増便させて算出されたアクセシビリティを用いて仮定している。QOLの変化量を試算した結果、村内や町内のスーパーから離れている小地域ほど、買物施設までの所要時間が減少し「買物」に関するQOLが向上することが表現された。同様に「医療」のQOLについても算出を行った。またQOLを視覚化しているため、施設の立地等、地域の属性を踏まえた施策の評価が可能であると考えられる。

さらに中札内村と大樹町の全世帯を対象に今年度もアンケート調査を行った。アンケート項目は個人属性や生活満足度と「買物」、「通院」、「通勤・通学」、「趣味・娯楽」の目的別の移動実態と送迎を行う人を対象に送迎の実態に関して調査を行った。今後はこのアンケートデータを用いて交通施策によるライフスタイルの変化を踏まえたモデルや、送迎提供者などの属性に着目したモデルの構築を行う。また自動運転車両導入時のシミュレーションを行い、施策の評価を行う。

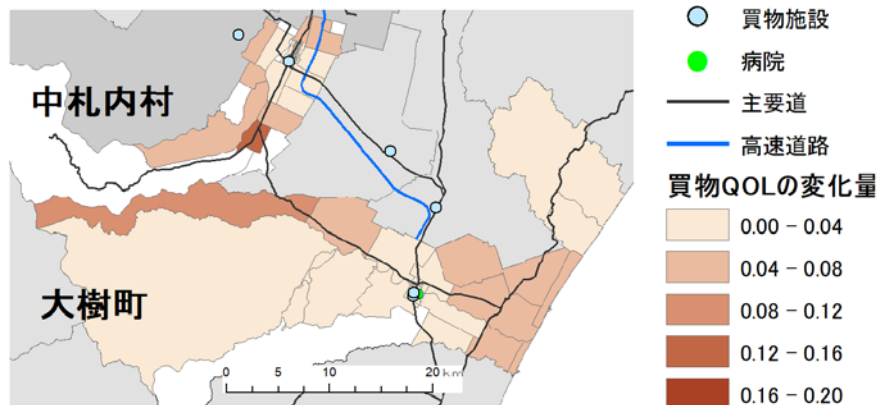


図 自動運転の導入を仮定したときのQOL変化量

### ◆定住意識モデル

本研究では、北海道の「生産空間」地域とその地域の中核都市を接続する公共交通網を確保することによって、定住意識や定住環境が向上するか明らかにする。

想定する公共交通網は、高規格幹線道路を通行する快速バスと、快速バスに接続する地域内のフィーダーバスによって構成され、「生産空間」地域と中核都市間を現状より高速で結ぶものである。本研究の対象地域は南十勝に位置する中札内村と大樹町であり、対象地域では、2018年12月6～8日に新しい公共交通網の実証実験を行った。

実証実験の結果、帯広に近い中札内の方が大樹よりも帯広に行く頻度は高くなっている。しかし、両町村とも月に1回以上帯広に行く人で80～90%を占めており、住民のだれもが定期的に帯広を訪れていることが分かる。中札内村民、大樹町民共に、「帯広市の存在が欠かせないか？」という設問に対して80～90%が「欠かせない」と回答した。帯広への目的は買い物、通院を選ぶ人が多く、特に買い物回り品の買物を挙げる人が多い。帯広の存在が欠かせないとする目的では、通院を挙げる人が多くなり、もしもの時に頼る帯広の医療機関が住民にとって欠かせないと感じられていることがわかる。

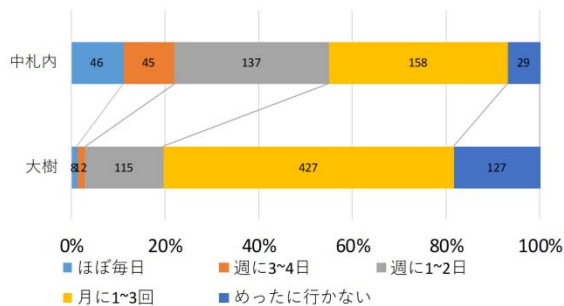


図 帯広へ行く頻度

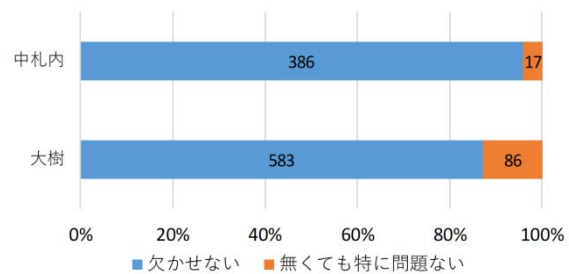


図 帯広の存在

今後の分析では、十勝バス広尾線のサービスレベルが変わらない時に、車による移動ができる現状と、それができなくなってしまった時の定住意識をモデル化し、それとは別に仮定の公共交通がある場合の定住意識をモデル化する。得られたモデルによって、十勝バス広尾線が変わらなかった場合と仮定の公共交通のように高規格幹線道路を利用してサービスレベルを改善したときの定住意識の差を定量化し、公共交通の改善による定住意識に対する効果を明らかにしたい。それらの結果を踏まえて、最終的に北海道の農村部における公共交通体系のあり方について検討したい。

今後の具体的な作業については、現時点でまだ意識調査の集計が完了していないため、分析と並行して集計を完了させる。集計完了後に別のサンプルを用いた新たなモデルの構築やモデルの精緻化、モデルを用いた分析を行っていく。

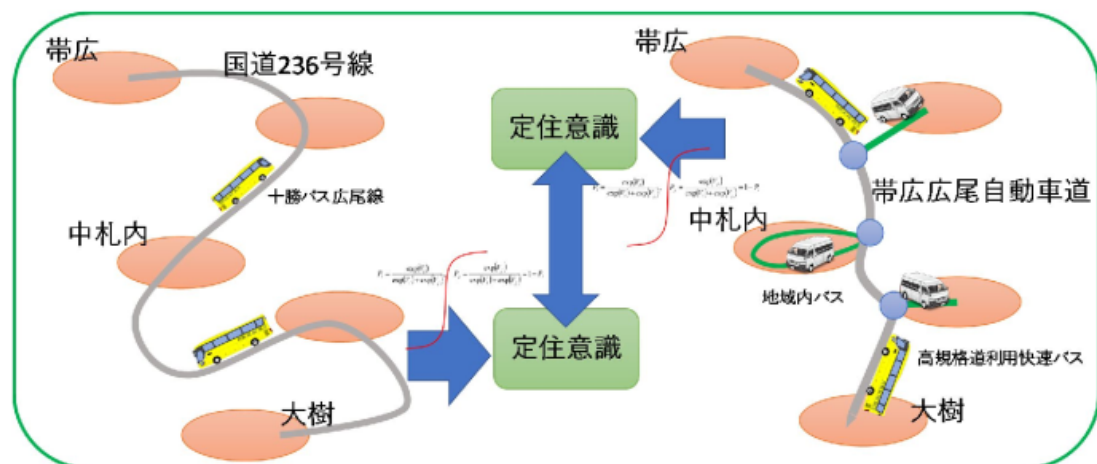


図 今後の分析イメージ

### ○「広域自動運転公共交通サービス」の運営収支評価モデル

北海道の代表的生産空間である南十勝地域は人口減少，少子高齢化が全国・全道と比べて一足早く進行している。南十勝エリアを構成する幕別町・大樹町・広尾町・中札内村・更別村は圏域中心都市である帯広市と比べて高齢者における人口の流出も多い状況にある。さらに，運転手の高齢化や免許返納によるドライバ不足で高齢者の交通手段の確保が難しい。対象地域における意識調査からは，南十勝地域における住民の普段の帯広へのニーズ，定住意識に寄与する要因が明らかになった。

自動運転車両のみならず，既存交通機関，高規格道路，道の駅を組み合わせた新しい道路交通施策の導入の検討にあたっては，対象地域内において空間的・時間的に分布する移動需要を，どの程度の自動運転車両台数と高速バスにより輸送可能となるのか，またその場合の輸送コストについて検討する必要が生じる。そのため本研究では「道の駅」を乗り継ぎ場として，地方部の市街地を走る自動運転車両と高規格幹線道路を走る広域路線バスの接続を同時に考慮したスケジューリング問題を，デマンド型交通の経路最適化問題の一つである Dial-a-ride 問題として捉え，利用者の目的地までの移動時間を目的関数として定式化した。また地域内における移動リクエスト数と空間分布に応じた最適な運行スケジュールを分岐限定法 (Branch and Bound) と列生成法 (Column Generation) を組み合わせた分岐価格法 (Branch and Price) を用いて求めた。そのうえで，自動運転車両の台数を変化させて，感度分析を行-

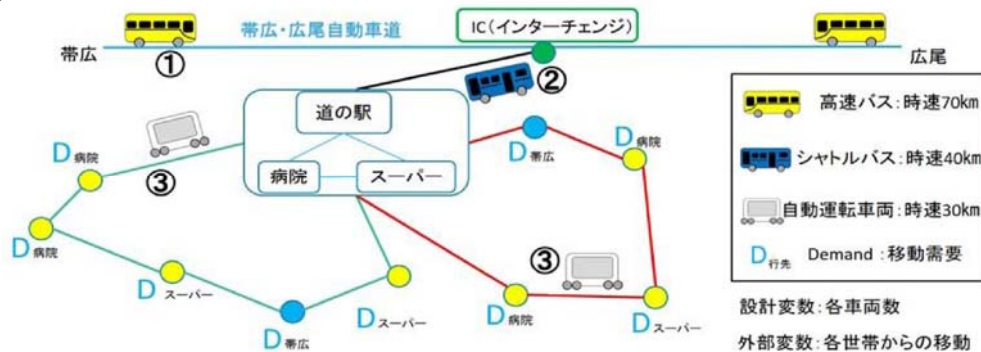


図 道の駅における高速バスと地域内自動運転車両の接続イメージ

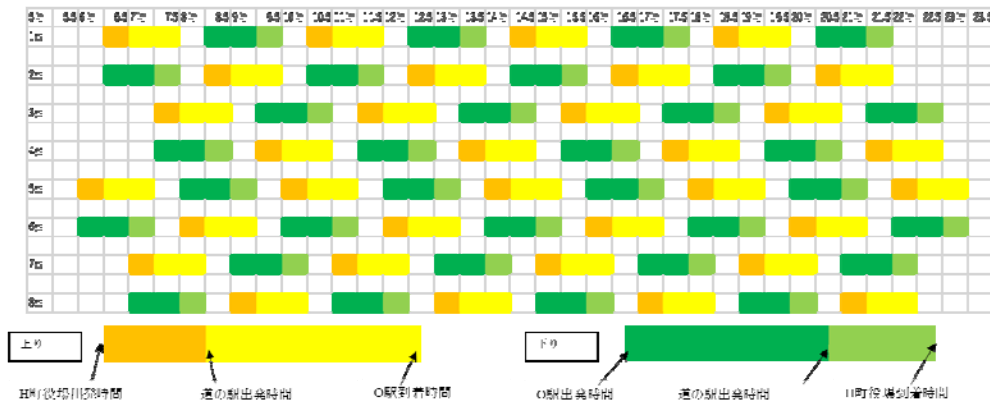


図 高速バスダイヤグラム

本年度は自動運転車両を含む複数の交通手段を結合した Dial-a-ride 問題に分枝価格法を適用することで，複数の異なる移動リクエストの空間・時間分布，及び自動運転車両数に応じた最適な車両スケジューリングモデルを構築した。今後は，移動リクエストの分布を本年度実施したアクティビティダイアリー調査，PP 調査に基づいて設定することで，より現実的なシミュレーションを実施する。また高規格幹線道路沿線の自治体を複数追加することで，より広域的な適用を目指す。このような大規模な最適化問題に対応するため，メタヒューリスティクス手法の適用方法について検討する。上記をベースとして，運営収支評価モデルを構築し，交通事業者によるサービス拡大の可能性について評価できるようにモデルの改良を加える予定である。

・「自動運転システム」の安全走行評価

○「冬期道路」における「自動運転システム」の安全走行評価モデル

ACC 車を用いた冬期道路での調査結果（昨年の網走での計測）を用いて、冬期道路における ACC 車の安全走行速度を道路環境（道路線形と HFN（すべり抵抗値））から予測するモデルを提案する。冬期における道路環境（道路線形（高度マップ）と HFN）が与えられることから、自動運転システム（ここでは ACC 車に限定）による運転が可能であるかどうか、手動介入が不要であるかどうかを知ることができるモデルを提案する。

＜手動介入の予測と基準速度の設定＞

冬期道路での調査結果から、道路線形と HFN を用いて手動介入の有無を予測するモデルを構築した。HFN が低い路面のとき、先行車への追突あるいは車線逸脱を考え、ACC 走行している車両の速度に手動介入すると考えられる（速度を下げる介入）。ただし、どこまで速度を下げるのが不明であることから、速度予測式を仮定し、基準速度を以下の式により仮定することとした。

基準速度とは、乾燥路面のときの停止距離と同じ距離で停止できる速度であり、規制速度との乖離を求めた。この速度乖離が大きいところで、ドライバが速度介入を行うことを示すことができた。このことは、自動運転時の速度設定に道路線形のみではなく、路面のすべりあるいは路面状態を考慮すべきことを示唆している。今後は、自動走行車両が、安全に走行できる基準速度をどう設定・オペレーションするかが課題となる。

$$\text{predicted speed} = \text{regulatory speed} - (\text{regulatory speed} - \text{target speed}) \times p$$

$$\text{target speed} = \left( \frac{\text{regulatory speed (km/h)} / 3.6}{2 \times 0.8 \times 9.8} \right)^2 \times (2 \times (\text{HFN} / 125 - 0.1) \times 9.8 \times 3.6^2)^{0.5}$$

図 基準速度の算定モデル

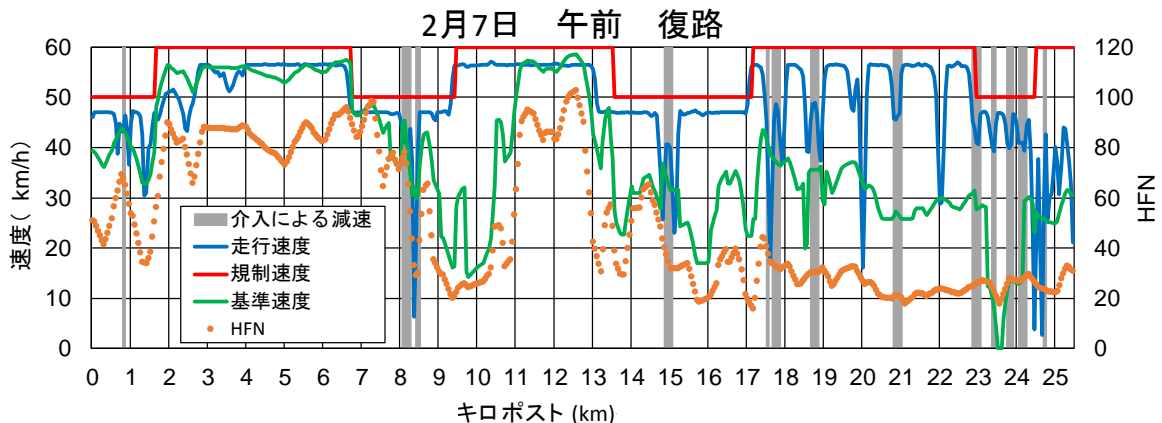


図 基準速度の算定結果

しかし、このような基準速度の設定は、現時点では最適であるという確証が無いから、引き続き実地調査や DS 調査を元に、基準速度の設定方法について、検討を行う必要がある。また、速度予測モデルは、道路線形（高度道路地図）と路面のすべりに関する情報が必要であることから、路車間通信あるいは車車間通信で得られる路面の滑りに関する情報が必要である。ただし、過去に走行した車両が、全て滑るという状況にはないと考えられるため、路面の滑り情報が、確実に得られるわけではない。従って、路面状態からすべりを予測することが必要となる。冬期においては、車両の横滑りも大きくなることから、横滑りについても、安全な制御を行うための検討を行う必要がある。

現状、冬期の道路管理水準は、費用対効果の観点で、社会が納得するレベルでの管理が行われていると考えられる。一方で、通常の除排雪等の冬期の道路管理は税金の投入により賄われていることから、より効率的な冬期の道路管理手法が求められる。

より効率的な管理を行うためには、CAV によりセンシングされる路面状況や路面のすべりデータ等の車両挙動ビッグデータに基づく管理水準の設定とその評価等が考えられ、本研究で対象とした速度の低下制御を最小限に留めることも考えられ、引き続き検討を行っていくことも必要である。

・オーナーカーへの「自動運転システム」の導入評価

○「自動運転システム」導入によるネットワーク信頼性評価モデル

近年、自動運転技術は世界的に発展している。それに伴い、日本でも自動運転車両の実用化に向けた動きが加速している。こうした背景から、自動運転車両の普及過程における移動時間信頼性を考慮した交通量配分モデルを提案した。

このモデルでは、人間が運転する自動車は時間信頼性を考慮した利用者均衡配分原則 (TTR-UE: travel time reliability based user equilibrium) に従い、自動運転車両は時間信頼性を考慮したシステム最適配分原則 (TTR-SO: travel time reliability based system optimum) に従うとしている。これらの仮定に基づき、交通量配分問題を非線形相補性問題として定式化している。また、Sumalee, Xu をもとにリスク回避的なドライバーがシステム最適配分原則に従う場合の移動時間信頼性を考慮した交通量配分の定式化を提案した。

Sumalee, Xu では、確率変数であるネットワーク内の総移動時間の平均と係数を乗じた分散の和を最小化することにより確率的な道路ネットワークにおけるシステム最適配分を実現している。

そこで、自動運転車両の導入による社会的便益の推計手法は未だ確立されていないことに着目し、以上の2つのモデルを用いて、自動運転車両が交通ネットワークに完全に普及した場合の走行時間短縮便益を推計する。それをまた、モデルの中で外生的に与えている総交通需要の変動係数およびリンクコストにおける分散項の係数に対して感度分析を行い、これらの値が配分結果に与える影響を考察する。さらに、計算の現実性を高めるため Nguyen and Dupuis に示されるテストネットワークを用いて走行時間短縮便益を推計する。

移動時間信頼性を考慮した配分モデルによって TTR-SO に従う自動運転車両が完全に普及した場合の走行時間短縮便益を推計した結果、ネットワークの大小によらず、自動運転車両の普及後の方が所要時間、時間信頼性がともに改善されたことが検証された。外生的に与えられた総交通需要の変動係数、リンクコストにおける分散項の係数が配分結果に与える影響を感度分析により考察した。さらに、計算の現実性を高めるため大規模ネットワークにおいても走行時間短縮便益を推計した。リンクコストにおける分散項の係数を1として計算している。しかしこの場合、感度分析の結果から、目的関数の最小化においてリンクコストないしは総移動時間における分散項の最小化が優先的に行われていることとなり、現実的な経路選択とはそぐわないと考えられる。そのため、リンクコストの平均項、分散項が等しく経路選択に影響を与えるような分散項の係数を導き、計算に適用することを今後の課題とする。

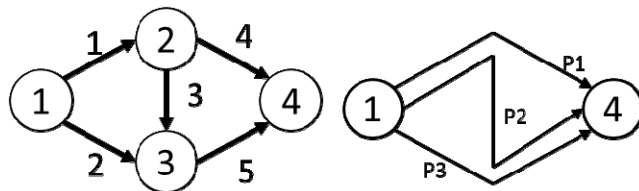


図 小規模ネットワーク

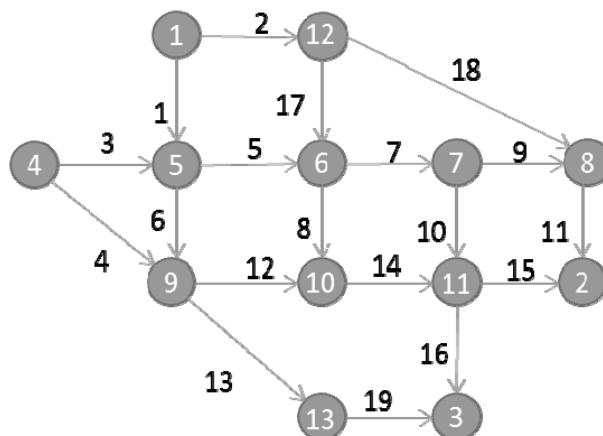


図 大規模ネットワーク

表 数値計算結果

小規模ネットワーク		
総移動時間	TTR-UE	TTR-SO
平均 [(pcu/min)·min]	205.6	197.3
分散 [((pcu/min)·min) <sup>2</sup> ]	368.5	109.1
一般化時間 [(pcu/min)·min]	574.3	306.4
大規模ネットワーク		
総移動時間	TTR-UE	TTR-SO
平均 [(pcu/hr)·hr]	974	919
分散 [((pcu/hr)·hr) <sup>2</sup> ]	34,083	13,247
一般化時間 [(pcu/hr)·hr]	35,057	14,166

### ○「自動運転システム」導入による経済性評価モデル

本検討では、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。本年度は、昨年度の基本構造の検討を踏まえ、既存モデルに対して地域間の財の移動コスト関数において、下式のように自動運転導入により削減される人件費を明示的に考慮した。

$$p_j^m = \sum_i s_{ij}^m \cdot q_i^m \cdot (1 + \tau^m \cdot t_{ij}^a + \rho^m (t_{ij}^a + t_{ij}^b))$$

$p_j^m$  : CIF 価格,  $s_{ij}^m$  : 交易確率,  $q_i^m$  : FOB 価格

$\tau^m$ : 車両費,  $\rho^m$ : 人件費,  $t_{ij}^a$ : 輸送時間,  $t_{ij}^b$ : 休息时间

また、地域*i*から他の地域に移動する際、その移動抵抗値*c<sub>i</sub>*を考慮した居住地選択モデルにより人口移動型モデルへの改良を行った。

以上の SCGE モデルについて、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行い、経済効果の算出を行った。算出結果は、下図に示すとおりである。

地域コード	生活圏	地域の代表都市	人口(人)			賃金率(百万円/年)			効用V(i)		
			L0	L5	変化量	L0	L5	変化量	L0	L5	変化量
1	札幌	札幌市	2,028,404	2,030,252	1,848	2,179	2,180	0.00137	-0.4316	-0.4247	0.0069
2	函館	函館市	433,829	440,075	6,246	1,766	1,756	-0.00940	-0.4755	-0.4617	0.0139
3	江差	江差町	48,753	48,996	243	1,378	1,366	-0.01164	-0.4392	-0.4287	0.0105
4	小樽・倶知安	小樽市	261,808	263,203	1,395	2,048	2,042	-0.00537	-0.4125	-0.4032	0.0093
5	岩見沢	岩見沢市	203,814	203,222	-592	1,436	1,429	-0.00706	-0.4452	-0.4403	0.0049
6	滝川	滝川市	139,138	138,263	-875	1,340	1,336	-0.00393	-0.4197	-0.4169	0.0029
7	深川	深川市	47,310	47,098	-212	1,196	1,187	-0.00955	-0.4120	-0.4090	0.0030
8	旭川	旭川市	415,991	413,481	-2,510	1,472	1,459	-0.01313	-0.4450	-0.4417	0.0033
9	名士	名寄市	87,305	87,309	4	1,230	1,221	-0.00954	-0.4194	-0.4129	0.0065
10	富良野	富良野市	57,095	56,878	-217	1,186	1,174	-0.01128	-0.4362	-0.4324	0.0038
11	留萌	留萌市	55,007	55,297	290	1,169	1,166	-0.00377	-0.4399	-0.4295	0.0104
12	稚内	稚内市	74,791	75,431	640	1,319	1,314	-0.00482	-0.4718	-0.4598	0.0120
13	北網	北見市	253,683	252,455	-1,228	1,329	1,320	-0.00818	-0.4575	-0.4537	0.0038
14	紋別	紋別市	92,513	92,177	-336	1,325	1,306	-0.01890	-0.4235	-0.4193	0.0043
15	室蘭	室蘭市	222,312	220,959	-1,353	1,434	1,448	0.01420	-0.4399	-0.4368	0.0031
16	苫小牧	苫小牧市	248,019	247,130	-889	2,584	2,505	-0.07895	-0.3882	-0.3837	0.0045
17	静内	新ひだか町	90,438	90,935	497	1,272	1,283	0.01083	-0.4529	-0.4430	0.0099
18	帯広	帯広市	364,303	364,231	-72	1,314	1,355	0.04043	-0.4314	-0.4251	0.0063
19	釧路	釧路市	265,768	264,160	-1,608	1,299	1,300	0.00065	-0.4642	-0.4610	0.0032
20	根室	根室市	96,436	95,164	-1,272	1,240	1,228	-0.01214	-0.4770	-0.4785	-0.0015
計			5,486,717	5,486,716	-1,000	29,515	29,374	-0.140	-8.783	-8.662	0.121

地域コード	生活圏	経済便益(FV) (億円)	1人あたり便益 (円)
1	札幌	953.8	47,023
2	函館	401.2	92,481
3	江差	33.0	67,784
4	小樽・倶知安	165.0	63,025
5	岩見沢	64.3	31,563
6	滝川	25.6	18,432
7	深川	9.2	19,398
8	旭川	88.8	21,338
9	名士	36.6	41,905
10	富良野	14.0	24,494
11	留萌	36.6	66,482
12	稚内	58.1	77,642
13	北網	62.8	24,741
14	紋別	25.4	27,445
15	室蘭	45.3	20,372
16	苫小牧	78.4	31,610
17	静内	57.5	63,598
18	帯広	148.4	40,729
19	釧路	54.7	20,568
20	根室	-9.4	-9,706
計		2,349.2	42,817

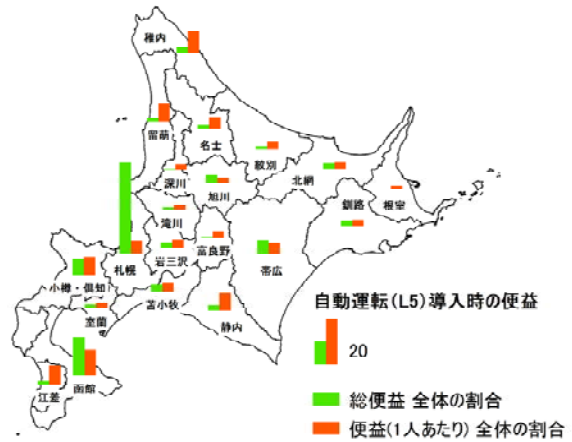
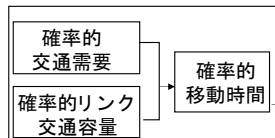


図 SCGE モデルによる経済効果算出結果

今後は、ネットワーク信頼性モデルにおける検討結果を踏まえ、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した上で、経済効果の算出を行う予定である。

#### ネットワーク信頼性評価モデル



#### 経済性評価モデル (SCGEモデル)

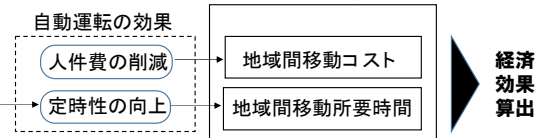


図 ネットワーク信頼性モデルの検討結果を踏まえた経済効果の算出

## 2) 「道の駅を活用した広域自動運転公共交通サービス」を導入した場合の評価

北海道の「生産空間」において、地域住民にとって利便性・信頼性が高く、かつ持続可能な「新たな道路交通施策」として、「道の駅を活用した広域自動運転公共交通サービス」を導入した場合の評価を行う。

導入を想定する広域自動運転公共交通サービスは、以下の4つのサービスの組み合わせによって構成される。

### ①自動運転都市間高速バス

南十勝圏の自治体と帯広市を結ぶ自動運転都市間高速バスであり、圏域中心都市へ短時間での移動を実現する新たな交通体系が確保される。都市間高速バスは、帯広広尾道と国道を經由し、各自治体では、IC または道の駅で接続する。

### ②自動運転シャトルバス

域内バスと都市間高速バスを接続する自動運転シャトルバスであり、道の駅とIC間で運行される。

### ③自動運転域内バス

道の駅またはICと生産空間の間で運行される自動運転バスであり、既存のコミュニティバスを代替する公共交通として運行される。生産空間と道の駅・ICを自動運転バスで連絡し都市間高速バスに接続する広域交通により、生産活動を営む居住者の帯広方面への外出機会が確保される。

### ④自動運転カーシェア・タクシーサービス

需要の少ない地域を対象としたデマンド型のサービスであり、住民の移動ニーズへのきめ細かい対応と、運行コスト削減が確保される。

以上の広域自動運転公共交通サービスを、前出の「広域自動運転公共交通サービス」評価モデルを持ちいて評価を行い、自動運転と道の駅を活用した生産空間を支える効果の計測を行う。

具体的な効果計測項目は、初期のサービスレベルと人口分布より時空間プリズムモデルで算出される余裕時間増・滞在時間増などのライフスタイル変化、QOL 評価モデルで算出される生活満足度の向上、定住意識モデルによる定住意識の変化等である。

効果計測は将来の複数時点について一定期間毎に行うが、その際、運営収支評価モデルによって、サービス需要より算出される収入と設定したサービスを実現するためのコストのバランスより、次期のサービスレベルの拡大等を決定し、サービスの事業性についても考慮する。また、定住意識に基づいた人口分布の変化についても考慮する。人口分布及びサービスレベルの更新結果に基づいて次期の効果計測が行われるといった、準動的的な算出手法により導入効果が計測される。

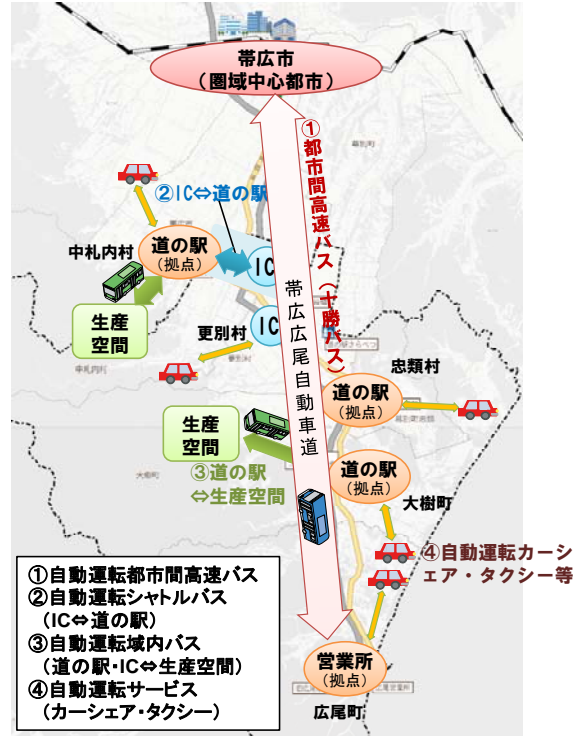


図 広域自動運転公共交通サービス

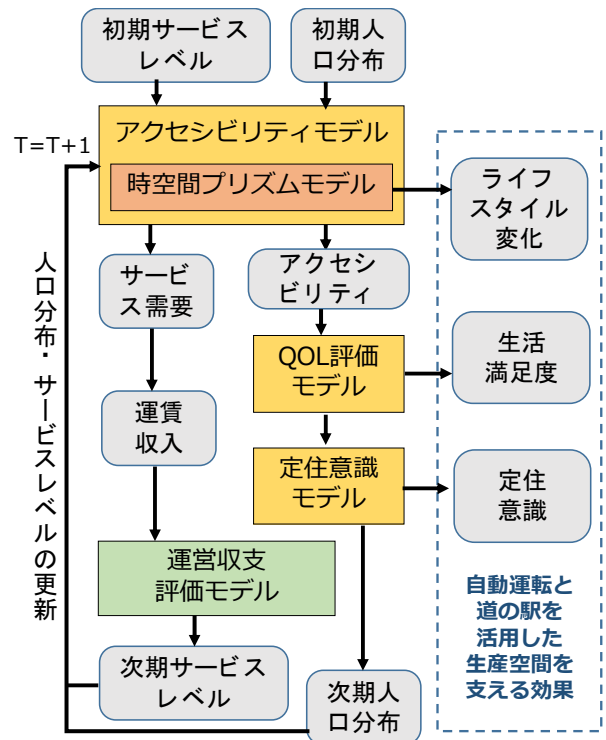


図 導入効果の算出フロー

### 3) 地域の課題対応並びに他地域への展開可能性の検討

自動運転と道の駅の関係性を想定した上で、前述の「1. 「新たな道路交通施策」の導入を想定した社会実験による知見獲得」および「2. 1) 評価モデルの改善」「2. 2) 「道の駅を活用した広域自動運転公共交通サービス」を導入した場合の評価」の検討項目の研究全体での位置づけや、関連性を整理する。またそれらを踏まえ、自動運転を活用することの意義や、将来の使い方を考察する。

さらに、本研究の適用方策のうち、北海道地域の課題に適用可能なもの、中山間地共通の課題に適用可能なものを整理する。

本研究の適用方策、すなわち、広域自動運転公共交通サービスは、生活の多くを最寄りの中心都市に依存せざるを得ない市町村が、高規格幹線道路を介して連なっているようなエリアでその効果を発揮する可能性がある。

ここでは、広域自動運転公共交通サービスの適用を検討すべきエリアとして、「将来人口減少率が全国平均以上」「高校がある」「産科がある」「百貨店がある」に該当する項目数が少ない市町村（該当数が0～2項目）が高規格幹線道路（未整備区間を含む）を介して複数連なっているエリアを抽出した。今後は、この概略検討によって抽出された中山間地域を含む広域エリアのうち複数個所をサンプリングし、上述の道路交通施策の展開可能性を評価する。

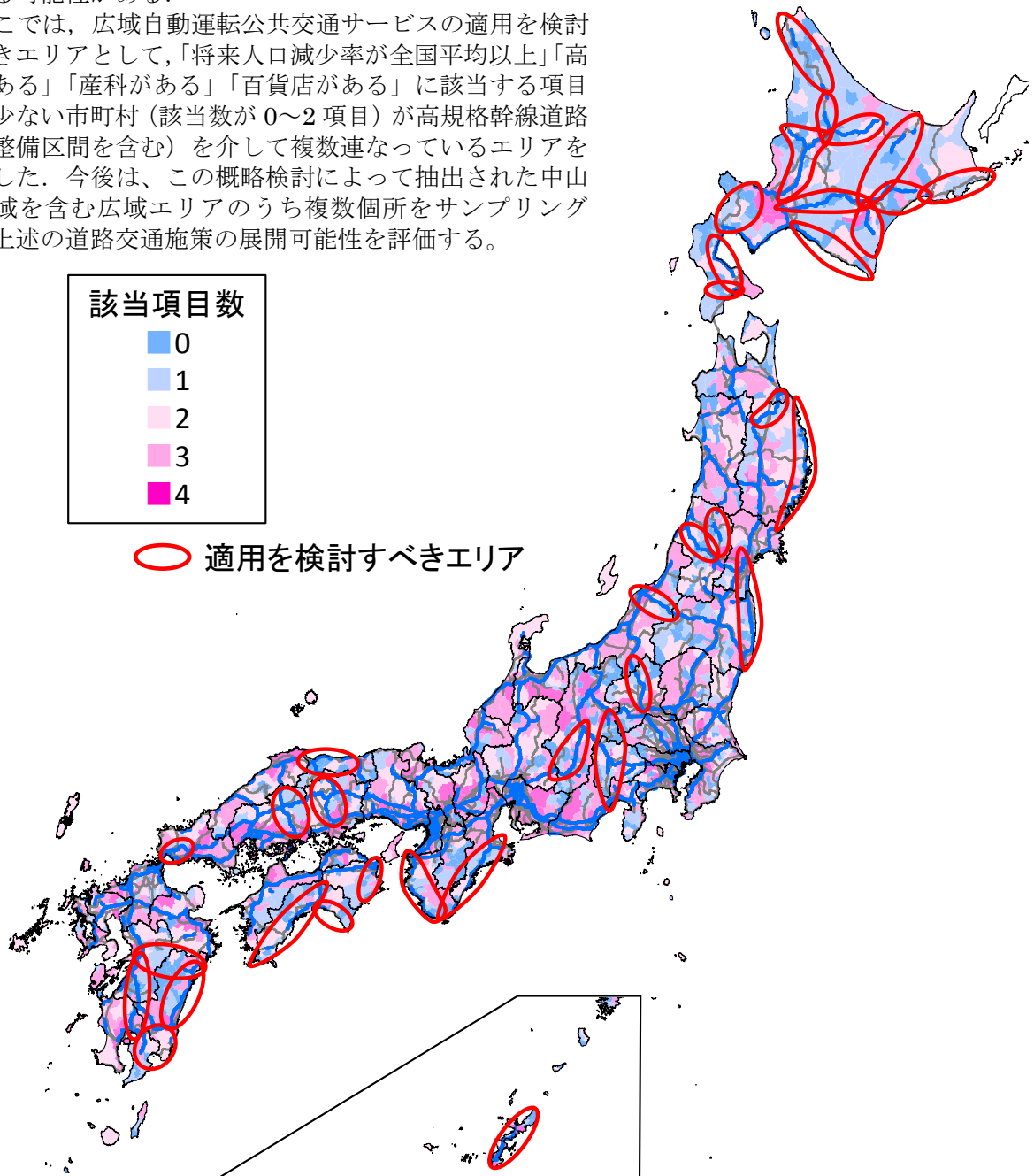


図 広域自動運転公共交通サービスの適用を検討すべきエリア



#### 4) 自動運転に関する知見の収集

国内外の学会やワークショップ等に参加し、自動運転に関する最新の研究動向や、本研究の成果について意見交換等を行い、得られた知見および、その知見と本研究との関連性、今後の展望等を整理する。

##### ・ Hong Kong Society for Transportation Studies (HKSTS)

はじめに HKSTS の概要を示す。この国際会議は毎年香港で開催され、今年で 23 回目となる。対象となる研究は、交通システム全般に関係するものである。今年のテーマは「Transportation systems in the Connected Era」となっており、ビッグデータ、IT 技術の活用、自動運転（自動車・軌道系交通）など、近年話題になっている研究トピックを連想させるものとなっている。世界各国から多くの論文が投稿され、論文投稿数（発表件数）は約 300 件、170 人超の参加者があった。

12 月 8 日午前は、1 件の基調講演と 5 件の発表からなるプレナリーセッションが開催され、当時午後はポスターセッションが開催された。基調講演での発表題目・発表者を以下に示す。

「Smart Mobility for Hong Kong in the Connected Era - Vision, Plans and Challenges」

Ir. Wilson PANG Wai-shing

Deputy Commissioner/Planning & Technical Services of Transport Department of the Hong Kong SAR Government

この基調講演では、ビッグデータ、IT 技術の活用、自動運転に焦点を当て、Smart Mobility を実現するために解決すべき課題等が述べられ、その中で自動運転が果たす役割とその重要性が強調されていた。

2 日目以降は、口頭発表によるパラレルセッションが開催された。この中で特筆すべき点は、昨年までは存在しなかった自動運転に特化したセッション「Connected and Autonomous Vehicles」が設けられたことにある。このセッションでは、以下に示す 4 件の発表があった。

- ・ WOULD AUTONOMOUS VEHICLE REDUCE CONGESTION? A SOCIAL COST ANALYSIS, Boyang SA and Feiyang SUN
- ・ OPTIMIZING LANE-CHANGING BEHAVIOR BASED ON STABLE MATCHING USING A TIME-STRUCTURED DECISION DIAGRAM, Sachiyo FUKUYAMA
- ・ THE CONNECTED VEHICLES ERA NEEDS NEW EMISSIONS INSPECTION PROGRAMS, H. Scott MATTHEWS, Prithvi ACHARYA and Paul S. FISCHBECK
- ・ SCAVENGING DATA FROM ODOMETER READINGS IN SAFETY INSPECTION RECORDS FOR MORE ROBUST ESTIMATES OF VEHICLE MILES TRAVELED, DANA E. PECK and H. Scott MATTHEWS

自動運転は、混雑／渋滞、環境問題、交通安全に効果があると言われているが、そうした問題を扱う研究がこのセッションで発表されていた。

上記のセッションにおいても Connected Vehicles や Autonomous Vehicles を扱う研究が多数発表されており、世界規模で自動運転に関する研究・技術開発が行われていることがわかった。この国際会議の特徴は、単に概念を示すような研究はほとんど存在せず、解析的アプローチをとる研究が多いことである。

昨年度に参加した TRB では、自動運転に関する多くの研究が発表されてた一方で、そのほとんどが概念的なもの（ビジョンなど）を示す研究であったのに対して、HKSTS では、自動運転を扱う具体的（解析的）な研究発表が増えており、その競争環境も激しくなっているように感じられた。

## ・フィンランドVTT技術研究センター

フィンランド VTT 技術研究センター(VTT Technical Research Centre of Finland, Ltd.)(Otakaari 5 i 02150 Otaniemi, Espoo Finland) での雪道における自動運転概要調査結果について報告する。

冬期における無人車両の自動化システムについては、冬期における地下鉄の駅から自宅、自宅から地下鉄の駅などのラストワンマイルの自動運転を目指している。現在は、1人用のカート仕様となっているが、2018年度冬期からは DeNA で使われている小型バスのようなものを利用する予定となっている。走行速度は、30km/h から 50km/h 程度である。交通信号などの寒地は、双方向コミュニケーションを使っている。雪の中で走行するため、ミリ波レーダーなどのセンサーにヒーターを付けたリウォッシャー液によるクリーニングができるようにしている。また、冬用にアルゴリズムで走行位置(マップ・コンピューティング)を出している。夏用マップと 30%ほどの違いがある場合もある。

自動運転車両は、VTT 周辺の公道を含む道路を周回するコースを設定しており、火曜、水曜、木曜はテストドライブを体験することができる。車両は2名乗りの非常にコンパクトなカートであり、車両内部にはモニターが設置してあり、Lider 計測結果や車両位置が表示される。外部には、GPS、ライダー(Lider)、ミリ波レーダー、赤外線レーダー、カメラが設置されており、周辺検知を行っている。このカートの場合、後部にライダーが搭載されている。雪を考慮して、ライダーとレーダーによる検知を重要視するシステムとなっている。急な飛び出しを実際に行ってみた結果、車両は飛び出しを検知し自動で停止した。また、後方からの自転車接近を検知し車線を変えるなど実用化が進んでいた。



図 自動運転車両

天候下での自動運転に向けては、雪に覆われた路上を降雪の中、車線のマークなしに公道を自動走行した経験について話を伺った。この説明の中で、市販車を作ることが目的ではなく、雪による影響を取り除くセンサーを開発する技術的な取り組みが目的であるとの説明を受けた。また、速度を速くするメリットはあまりない。それにより除雪車や緊急車両などの支援になることを強く語っていた。一方、路面状態や降雪状況について他の車両と通信することが重要と指摘した。これらのために、5Gによる通信を使うことを試みるとの話もあった。

このような結果から、自動運転システムの制御を踏まえた雪氷路面および道路線形別の推奨速度をどのように設定するかが重要となると考えられる。冬期道路を夏期と同様に、低いすべり路面をなくし全ての道路においてアスファルトの表面を常時露出できればよいが、費用および管理体制の面から不可能である。雪氷路面における自動運転システムの制御を踏まえ速度低下と路面管理のバランスを考えることが必要となる。これは、冬期においてドライバの走行速度が低くなる現状と同じことを意味している。

推奨速度を知るため冬期の路面状況および視界状況を詳細にモニタリングするシステムを作っていく必要がある。冬期道路環境の要素となる路面状況・視界状況に関する情報を収集する手法は、様々開発されているがこれらを統合し気象情報を含めて自動運転システムに必要な情報提供を行うシステムの提案が必要となる。

・ ITS世界会議コペンハーゲン大会

会議は 7 つのテーマでセッションが構成され、調査では Mobility services-from transport to mobility to livability を中心に、以下のセッションを主として情報収集を行った。内、個別の自動運転車両と既存公共交通の組み合わせについて述べられた、「PLANNING LIVEABLE AUTOMATED CITIES (セッション: TS35MaaS planning & policy にて発表)」について、講演及びプロシーディングを再構成して紹介する。

この研究では、ユーザー中心設計により自動化された都市における、都市計画の役割について述べられた。現在、自動運転車両により構成される個人型公共交通 (Individual public transport, 以下 IPT) の技術開発が進展しつつある。これにより、(1) ラストマイルの IPT 移動オプションの多様化、(2) 車両の自動化、通信プロセスおよび駐車・保管施設、(3) 自家用車の代わりとしての「マルチモーダルモビリティネットワーク」の強化、以上が成されつつある。過去 10 年間で、車、スクーター、バイクの共有などの共有モビリティサービスが世界中の多くの都市に出現した。Uber や Lyft のようなライドヘイリングサービスは、公共交通機関のネットワーク、特に代用タクシーを補完している。



図 公共交通と IPT

さらに、それほど人口が密集していない地域では、「Dial a bus」サービスやコミュニティバス等、異なる共有型及び需要対応型の移動サービスだけでなく、ライドシェアリングサービスも固定ルート・時間のバスや電車の代替手段として提供されている。

公共スペースにおける IPT としての自動運転車両の利用促進を考えるうえで、ドイツの法律・規制は特に厳格とされている。自動シャトル運転をめぐる法的問題に特化したドイツの専門家へのインタビューでは、ミニバスは公共交通手段として捉えることが強調されていた。IPT はミニバスとして捉えられており、その規制の範疇に入る。

ベルリンの研究機関である InnoZ (Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (モビリティと社会変化のためのイノベーションセンター), GmbH) はソーシャルネットワークにおいて新しいモビリティ問題について特に議論を重ねている 500 人以上のリードユーザーを抽出し、無人モビリティに関する意見を尋ねている。彼らの半数以上は、都市内での自家用車利用が少なくなることに賛同しており、4分の3以上が定額制になることに賛成であった。

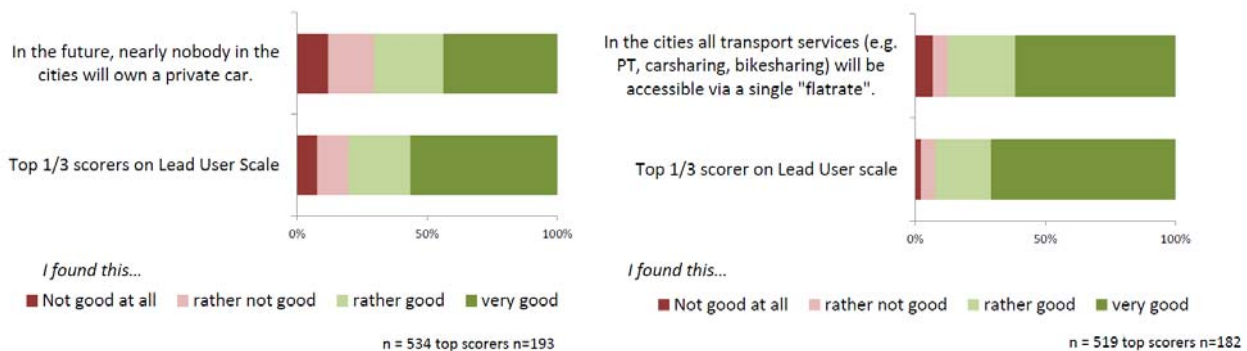


図 無人車両の将来に関する主なユーザーの意見

結論として、現在の技術開発の動向には、自家用車交通の制限、自律型 IPT の受け入れ、そして現在の自動車に支配する計画パラダイムを完全に改訂する新しいモビリティ文化に関する数多くの予兆がある。シェアードスペースのような新しいストリートデザインが生まれ、歩行者、サイクリスト、IPT ユーザーのどちらにも同等の権利が与えられる。これは確実に道路標識、情報およびガイダンス戦略及び交通規則に劇的な変化をもたらさだろう。

## ⑦研究成果の発表状況

- ・大橋一仁, 高橋清, 有村幹治, 黒田貴司・モビリティから見た生産空間維持のための道の駅分類モデル構築に関する研究, 第58回土木計画学研究発表会・秋大会, November 23-25,2018
- ・柿崎かぶと, 佐々木昭, 高橋清, 杉木直, 有村幹治, 交通施策評価のためのQOL評価指標に関する研究, 第58回土木計画学研究発表会・秋大会, November 23-25,2018
- ・R.Tani, T.Kato, K.Uchida, A METHOD FOR REPRESENTING VARIABILITY OF TRAVEL, THE 23rd INTERNATIONAL CONFERENCE OF HONG KONG, December 8-10,2018
- ・T.Hagiwara, Influence of Road Configuration and Winter Road Condition on the Driver's Interaction with an Adaptive Cruise Control System, The Transportation Research Board (TRB) 98<sup>th</sup> Annual Meeting SOCIETY FOR TRANSPORTATION STUDIES,January 13-17,2019

## ⑧研究成果の活用方策

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・提案を行うものである。

このため本研究開発では、主に北海道南十勝地域をフィールドとして行ってきたが、同時に、南十勝地域における自動運転と道の駅を活用した広域公共交通網の導入に向けた基礎検討につながっている。研究開発完了後は、さらなる検討・実証・実装へと進んでいく方向である。

一方、本研究開発による成果と南十勝地域での実装に向けた動きは、同様の問題を抱える全国他地域における先進事例として参考になるものと考えられ、開発した評価モデルや得た知見は、そうした地域での実装に向けて大いに貢献するものと考えられる。

## ⑨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」等の評価モデルの改善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TRB・HKSTS等の主要交通学会への論文発表や、土木計画学ワンデイセミナーにおいて報告予定である。