

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）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職	
	原田 昇 （はらた のぼる）		国立大学法人 東京大学 大学院工学系研究科		教授	
②研究 テーマ	名称	対流型地域圏における自動走行システム普及に向けた 新たな道路ストック評価手法				
	政策 領域	[主領域] 領域3： 新たな情報サービスを創造し，利用 者の満足度を向上させる.	公募 タイプ	タイプIV ソフト分野		
		[副領域] -				
③研究経費（単位：万円） ※H29 は精算額，H30 は受託 額，H31 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		
	4,913	4,297	5,000	14,210		
④研究者氏名						
氏名		所属・役職				
桑原 雅夫		東北大学・教授				
羽藤 英二		東京大学・教授				
円山 琢也		熊本大学・准教授				
布施 孝志		東京大学・教授				
日下部貴彦		東京大学・講師				
金森 亮		名古屋大学・准教授				
倉内 慎也		愛媛大学・准教授				
片岡 由香		愛媛大学・助教				
力石 真		広島大学・准教授				
福山 祥代		東京大学・特任研究員				
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				
片桐 広紀		(株)ドーコン 交通事業本部 交通部 都心交通企画室・副主幹				
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、中山間地域の人流・物流ネットワークへの自動走行システムの導入・普及を目指し、道の駅を拠点とする自動走行サービスを想定した実証実験を通じて、自動運転に対応した道路インフラと地域の小さな拠点となり得る道の駅が有すべき機能を明確化し、これらに対応づけられた**自動走行対応型道路ネットワーク整備計画の立案、実証実験を踏まえた道の駅を中心とした自動走行サービスの評価手法の開発、ストック評価のための評価プラットフォームの開発**を行うことを目的とする。

⑥ これまでの研究経過

平成 30 年度は、昨年度の成果を踏まえ、本研究で対象とする各地域の位置づけや関連性を整理した上で、本研究の成果のうち地域特有の課題に適用可能なものと、全国の他地域の課題に適用可能なものの分類に留意し、以下に示す 4 項目の研究を行った。

1. 自動走行対応型道路ネットワーク整備計画の検討
2. 自動走行サービス評価手法の検討
3. 次世代地域モビリティ評価プラットフォームの検討
4. 自動運転に関する知見の収集

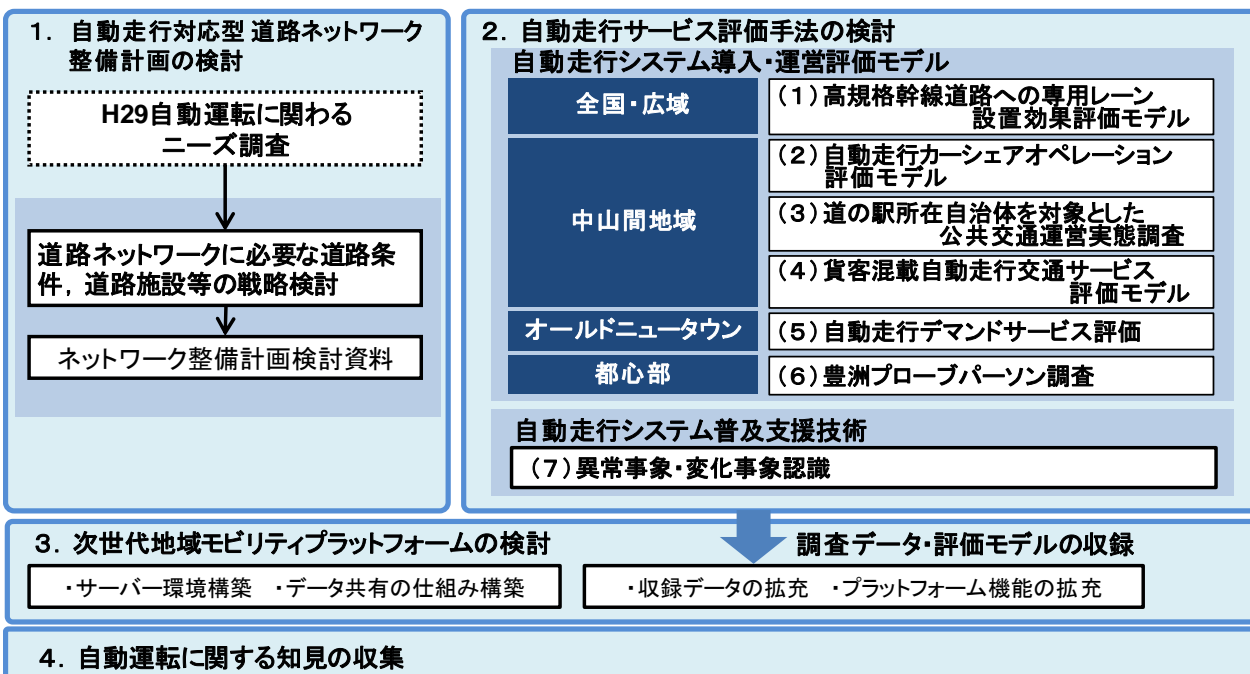


図. H30 研究概要

1. 自動走行対応型道路ネットワーク整備計画の検討

平成 29 年度に整理した自動走行サービスの導入エリア・サービスによるカテゴリと、利用者や道路管理者など自動運転に関わる様々な立場からのニーズを踏まえて、道路ネットワークに必要なとされる道路条件、道路施設等の戦略について検討し、次ページに示す自動走行対応型道路ネットワーク整備計画（素案）を作成した。

具体的な検討手順として、まず自動走行に関わる情報を以下の 4 つのカテゴリに着目して収集・整理し、これをもとに、適用エリア及び実現フェーズ毎に、メリット（期待される効果）のあるデバイス・サービスを抽出した。次に、抽出された各デバイス・サービスについてデメリット（新たに生まれる課題）を挙げ、自動走行システムを運行する上で新たに必要となる環境整備の内容として(a)情報、(b)道路条件・道路施設、(c) プロトコル（地域ルール等）に類型化して整理した。これを集約して自動走行対応型道路ネットワーク整備計画（素案）の図にまとめるとともに、詳細な情報を下図のような体系図として取りまとめた。

表. 自動運転に関わる情報の分類カテゴリ

自動走行サービスの事業区分	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒト：バス・タクシー・カーシェア・自家用 ・モノ：トラック・配送ロボット
デバイス	<ul style="list-style-type: none"> ・運転補助・追尾・ゆっくり・中速・高速
実現フェーズ	<ul style="list-style-type: none"> ・2020 年・2025 年・2030 年・2040 年以降
適用エリア	<ul style="list-style-type: none"> ・全国・広域 ・広域生活圏（中山間地域と中心都市） ・中山間地域・オールドニュータウン ・都心部

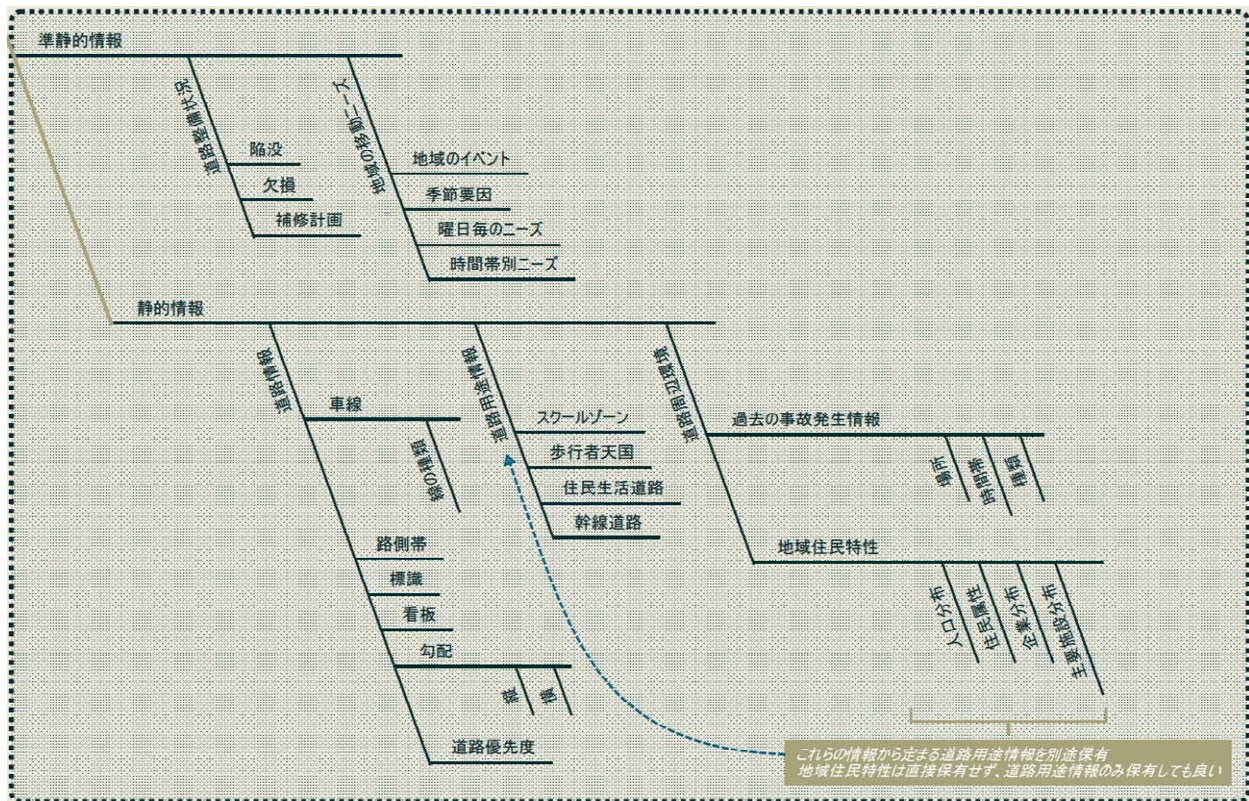


図. 自動走行システムの運行に必要なとされる環境整備(情報)の整理

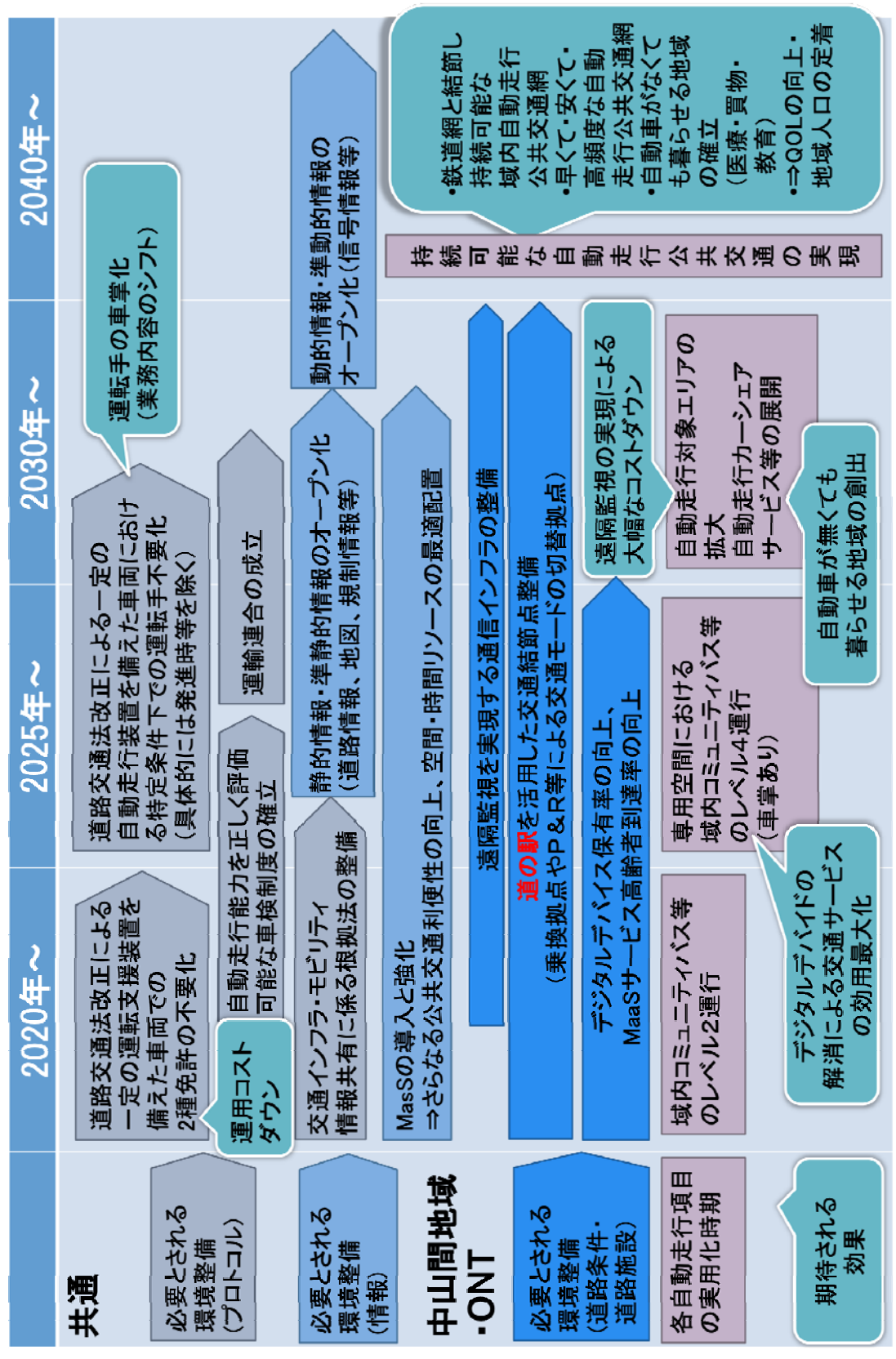


図. 自動走行対応型道路ネットワーク整備計画 (中山間地域抜粋素案)

2. 自動走行サービス評価手法の検討

実証実験やシミュレーションを通じた自動走行サービス評価手法の構築に向けて、本研究で収集・検討する調査データ及び評価モデルの全体構成を下図に示す。前章で提示した自動走行対応型道路ネットワーク整備計画（素案）の各対象エリアにおいて導入が想定される自動走行システムに関し、導入効果評価・サービス設計・運営評価等に資する評価モデル及び自動走行システム普及に資する技術と、モデル構築に必要なデータ収集のための調査を抽出し、本研究での検討対象としている。対象エリアのうち中山間地域、オールドニュータウン、都心部については、それぞれ特徴の異なる課題・ニーズを有しており、モデルのフレームワークとしての共通性は整理しつつ、地域固有の課題に対応可能な評価手法の構築を目指す。

今年度は下図のうち濃い青で示した項目を実施した。平成 29 年度の実証実験や調査で取得したデータをもとに、導入評価モデルや評価手法に関する検討を行うとともに、都市部での生活行動調査や道の駅でのアンケート調査を実施し、評価手法構築のためのデータを拡充した。

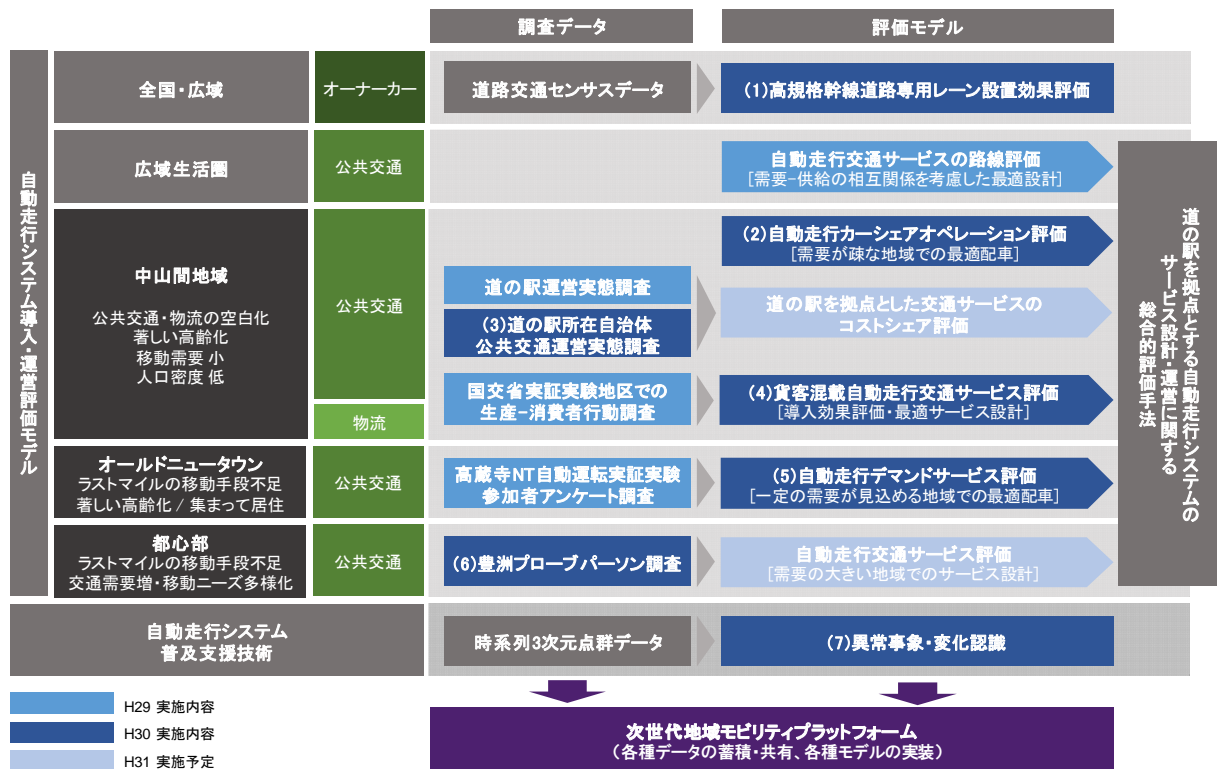


図. 自動走行システム評価モデルの構成

(1) 高規格幹線道路への専用レーン設置効果評価モデル

高規格幹線道路への自動走行レーンの設置による主要都市間交通における自動運転の効果を評価するマクロ評価モデルを構築し、自動走行レーンの整備による効果の全国試算を行った。

高規格幹線道路のストック量は全国で約 2.3 万キロに及び、約 6 割が多車線区間、約 4 割が 2 車線区間である。現状で自動走行レーン導入により大きな混雑が生じないと想定される区間は、多車線道路の混雑度 0.5 未満の区間で約 7250km、2 車線道路で混雑度が 1 未満の区間（拡幅を行って混雑度が 0.5 未満）が約 7000km のストックとなっている。

評価モデルは、全国道路・街路情勢調査の箇所別基本表の車線数、交通量、交通容量をインプットデータとして、自動走行車両の普及率から通常レーン、自動走行レーンの交通量を算定し、

BPR 関数を用いて調査区間単位に所要時間を算定する。普及率が低い場合に混雑度の高い区間を自動走行レーン化すると混雑を助長しマイナス便益が発生することから、普及率に応じて便益額を最大化する最適な混雑度の上限値を同時に探索するモデルを構築した。なお、評価モデルは、自動走行レーンの設置により期待される効果に対応して、交通容量の向上、規制速度の緩和などの走行条件や自動走行車両の交通事故発生確率などの条件を所与し計算できる評価モデルを構築した。

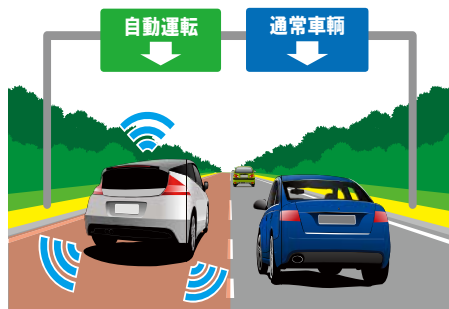


図. 自動走行レーンのイメージ

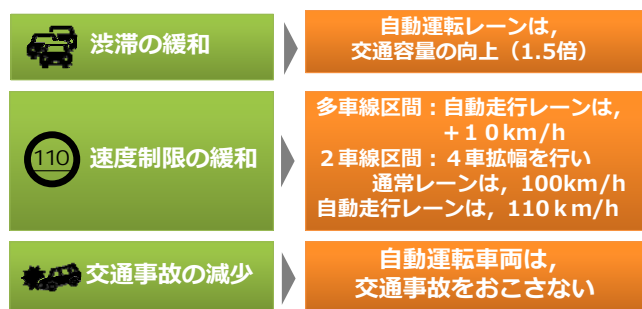


図. 自動走行レーン試算条件

効果試算として時間短縮便益および事故減少便益を計測する試算を行った。便益の試算は、基準年を2018年度とし、2020年度より年率2.5%の自動走行車両が普及すると仮定し、2020年度から50年を対象に試算し、社会的割引率4%を用いて各年便益を現在価値化し試算した。試算の結果、11兆円～18兆円程度の効果が見込まれた。

表. 自動走行レーンの効果試算結果

		レーン設置	速度規制緩和	L5普及考慮	時間短縮便益	事故減少便益	計
多車線区間	ケース1	○			0.55	0.69	1.25
	ケース2	○		○	5.23	1.00	6.24
	ケース3	○	+10km/h		4.86	0.99	5.85
	ケース4	○	+10km/h	○	10.58	1.17	11.75
2車線区間	ケース5	○	100km/h		5.11	0.09	5.20
	ケース6	○	100km/h	○	5.77	0.14	5.91
	ケース7	○	110km/h		5.44	0.13	5.57
	ケース8	○	110km/h	○	6.22	0.15	6.36

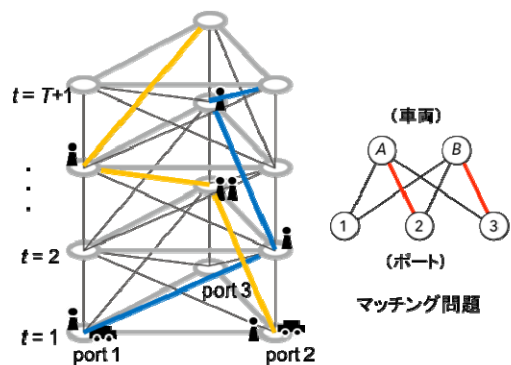
11兆円 (Cases 2-4)
18兆円 (Cases 4, 8)

(2) 自動走行カーシェアオペレーション評価モデル

需要の少ない地域での自動運転カーシェアリングを想定し、複数の自動運転車両のポート配車オペレーションの最適化問題について、時空間ネットワーク上の経路最適化問題とみなし、ルーティングとマッチングによる効率的解法のフレームワークを構築した。

自動運転カーシェアリングの最適配車問題は、一時点の問題としては需要を有するポートと車両の間の収益を最大化するようなマッチング問題であるが、1日の収益を最大にするには現時点のポート選択に伴う将来の期待収益も考慮した総期待収益が最大になるよう各時点の選択を行う必要が

あり、動学的最適化問題となる。なお、マッチング問題の定義の仕方によって、複数車両の総利益を最大にする問題にも、それぞれの利益を最大にする問題にも適用できる。具体的な解法として、経路の効率的な全列挙・索引が可能な ZDD(Zero-suppressed binary decision diagram)と、マトロイドによるマッチングアルゴリズムを組み合わせた手法を開発した。まず ZDD により時空間ネットワーク上の候補経路を圧縮列挙し、構築した ZDD の終点ノードから起点ノードに向かって、マッチングを適用しながら最適解を計算していく。公共交通の最適路線評価、自動運転トラックの追尾走行の最適オペレーションなどにも拡張可能だと考えており、次年度に引き続き検討を行う。



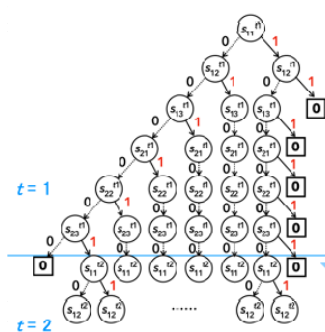
目的関数

$$u_t(s_t) = \max_{a \in A_{s_t, t}} \{ r_t(s_t, a) + \sum_{j \in S_{t+1}} p(j|s_t, a) u_{t+1}(h_t, a, j) \}$$

収益関数
将来期待収益

図 自動運転カーシェアの最適配車問題

(1) ZDDで経路列挙・圧縮



(2) マッチングにより最適経路抽出(動的計画法)

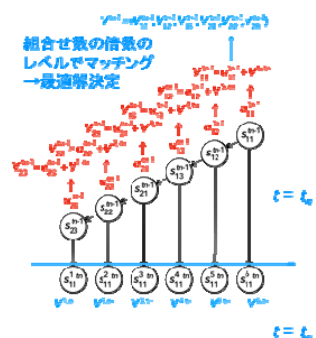


図 最適化アルゴリズム

(3) 道の駅所在自治体を対象とした公共交通運営実態調査

昨年度は、道の駅を核とした自動運転サービスが地域交通の一端を担う可能性を検討するため、全国の道の駅を対象に実施したアンケート調査を用いて、どのような地域の道の駅にどのような自動運転サービスが適しているのかについて基礎的検討を行った。H30年度はこれを発展させ、まず、昨年度収集したデータに、道の駅の立地特性や所在自治体の社会経済属性等を加えてデータベース化する。

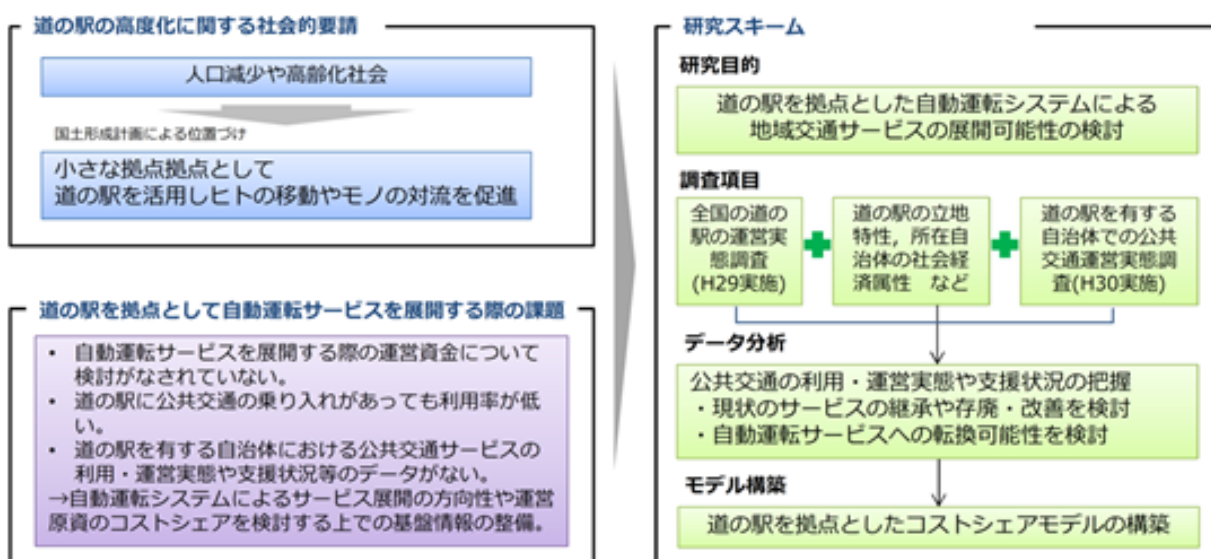


図. 調査・分析概要

加えて、所在自治体を対象に公共交通サービスの利用・運営実態やその支援状況を把握するためのアンケート調査を実施し、自動運転システムによる現状の公共交通サービスの継承・改善やそれに必要となる原資のコストシェアについて検討を行う。

(4) 貨客混載自動走行交通サービス評価モデル

中山間地域住民の生活行動をモデル化し、消費者余剰に基づく貨客混載・自動走行サービスの導入効果を評価するフレームワークを構築した。評価モデルは、時空間ネットワーク上の住民の生活行動を記述するものとし、(1)移動リンク効用を自動走行サービスの関数とする、(2)道の駅での滞在効用を生産者の出荷行動の関数とすることにより、貨客混載・自動走行サービス導入の影響を表現する。時空間ネットワークを移動リンクと活動リンクにより構成し、移動リンクに移動コスト、活動リンクに滞在活動の効用を付与することで、一連の移動・滞在活動による消費者余剰を時空間ネットワーク上の経路の効用として定義でき、移動・活動選択を経路選択モデルとして取り扱うことが可能になる。モデルとして経路選択枝の列挙を要しない Recursive logit モデルを用いた。

構築した評価モデルについて、単純な設定による数値計算及び2017年度に収集したダイアリー調査データを用いた実証分析を実施し、妥当性を検証した。次年度は、評価モデルを用いた自動走行サービスの最適設計手法を構築する。

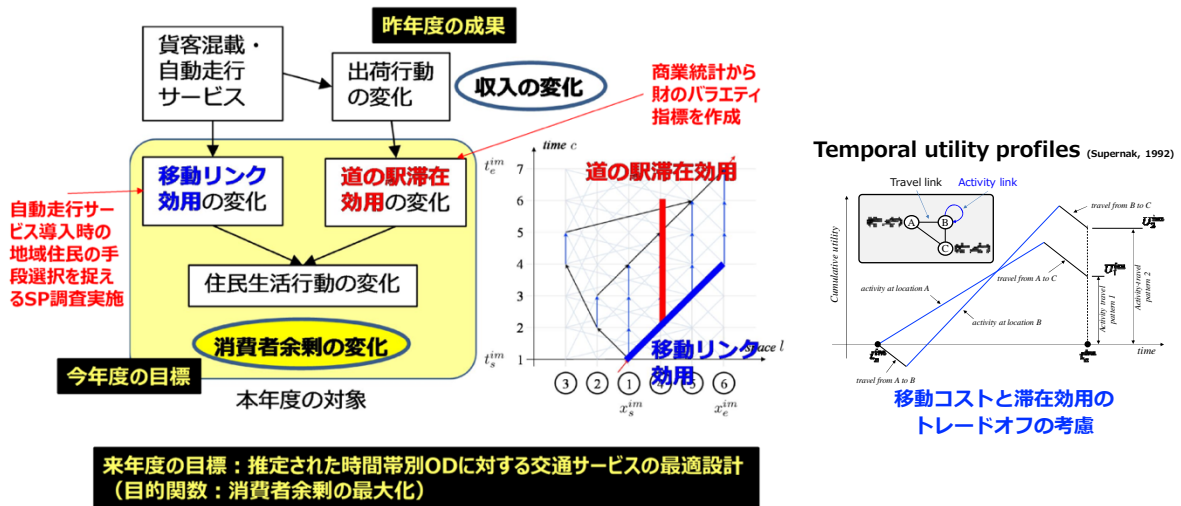
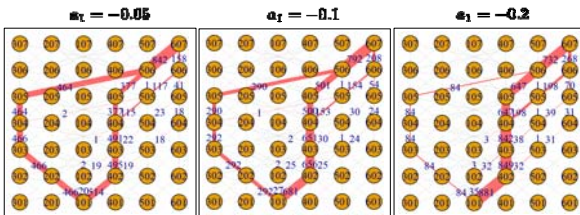
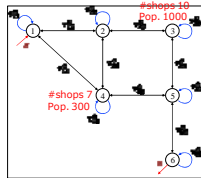


図. 研究のフレームワーク

Impacts of travel time

travel $\pi_T^i(a|k) = a_1 x_{travel}(a|k) + a_2 x_{no-tr}(a|k)$
 -2.0

activity $\pi_A^i(a|k) = b_1 x_{shops}(a|k) + b_2 x_{pop}(a|k)$
 $+ b_3 c + b_4 x_{no-sh}(a|k)$
 $1.0 \quad 1.8/1000$
 $0.8 \quad -1.0$



Impacts of # of shops

travel $\pi_T^i(a|k) = a_1 x_{travel}(a|k) + a_2 x_{no-tr}(a|k)$
 $-0.1 \quad -2.0$

activity $\pi_A^i(a|k) = b_1 x_{shops}(a|k) + b_2 x_{pop}(a|k)$
 $+ b_3 c + b_4 x_{no-sh}(a|k)$
 $1.0 \quad 1.8/1000$
 $0.8 \quad -1.0$

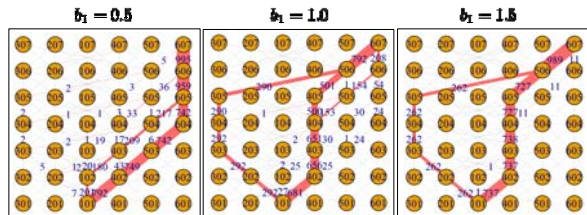
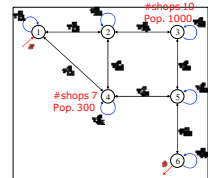


図. 数値計算による評価モデルの検証

(5) オールドニュータウンでの自動走行デマンドサービス評価

高齢化が急速かつ一斉に進展するニュータウン（オールドニュータウン）において、自家用車運転に依存しない新たなモビリティ・サービスとして、自宅周辺など鉄道・バスと連携した自動走行サービスの導入が期待されている。昨年度は、高蔵寺ニュータウンにおいて自動運転デマンド交通サービス実証実験を実施し、参加者アンケート調査によって住民の受容性を把握した。

今年度は、ニュータウン内の移動を対象とした自動運転デマンドサービスのシミュレーション評価手法を構築し、交通行動データを用いて評価を試行した。具体的には、まず住民アンケート調査結果とパーソントリップ調査を用いて高蔵寺ニュータウン内の移動需要を推計した上で、Smart Access Vehicle Service (SAVS)の配車システムを用いて、導入する自動運転シェアカーの台数や乗車人数を変化させた場合の待ち時間や迂回時間変化をシミュレーションにより把握し、導入効果を評価した。次年度は、自動運転実証実験アンケート調査の分析結果を踏まえたより詳細な交通需要推計、路線バスなどの交通手段選択の考慮、交通流シミュレータとの連動について検討し、評価手法の改良を図る。

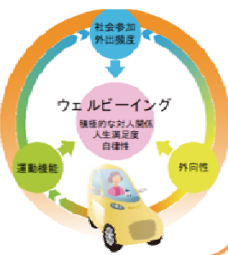
ニュータウン



- ・高齢化進展，自動車運転への不安度増加
- ・自動運転サービスを含む，新たなモビリティ・サービスへの期待増加

ゆっくり自動運転®

- ・自動運転レベル4以上の早期社会実装を第一目的
 - ・低速度運行で安全性向上，他交通手段との並走可能
- ⇒参加・健康・楽しみをもたらす外出支援



オンデマンド配車予約システム



- ・自家用車利用と同じ感覚で，車両配車
 - ・同一車両乗合い，他の交通手段との連携，貨客混載などサービス連携・拡充
- ⇒地域モビリティ・サービスのプラットフォーム

自動運転サービスの検討，シミュレーション評価

・PT調査と住民アンケート調査から，高蔵寺NT内の移動(時間帯別OD)を推計

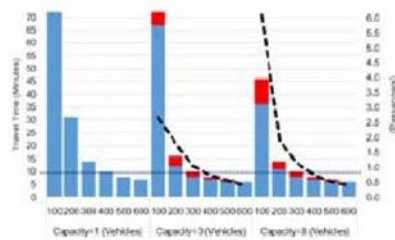
- ← PT調査データの精度が悪いため，交通手段は無視，出発時刻はランダム割当
- ← 500mメッシュ間ODに割当(フレーター法?)，トリップベースでチェーンは無視
- ← 団地内会員を想定し，居住地をラベル付け

・Open Street Mapにて道路ネットワーク構築(自衛隊駐屯地は対象外に)

- ← 混雑影響は無視し，道路センサスの平均旅行速度を設定
- ← 自動運転サービス時は20km/hを設定(ゆっくり自動運転仕様)

・車両数と乗車人員を変化させ，シェアカーの導入評価

- ← 待ち時間と迂回時間などの評価
- ← 全員が自動車利用を前提とし，徒歩移動(4km/h)よりも遅くなる場合は徒歩選択
- ← 自動運転サービス提供の移動距離を区別(2km圏内など)



アウトプットイメージ

図. シミュレーションによる自動運転サービス導入評価

(6) 豊洲プローブパーソン調査

都心部では、移動需要と車両の配車を高度にマッチングしたドア to ドアの自動走行による公共交通サービスの導入によるラストワンマイルの移動環境改善が期待されている。地域の交通行動を把握し自動走行交通サービスの導入効果の評価を行うための基礎データ収集を目的として、オリンピックの開催や豊洲市場の開場を契機とした土地利用（交通需要）の大きな変化や、需要に対応した移動手手段の再編が見込まれる豊洲地域を対象とし、プローブパーソン調査と Web 形式のアンケート調査を実施した。下表に示す調査により、プローブパーソン調査では約 500 パターンのトリップチェーンを取得し、アンケート調査では、通勤・私用時の交通行動や自動走行シェアリングサービスに関する支払い意思額等の設問に対し、プローブパーソン調査と紐付け可能なモニター165名の回答を得た。次年度は、取得データをもとに、需要の大きい地域での自動走行交通サービス設計に資する評価モデルを検討する予定である。

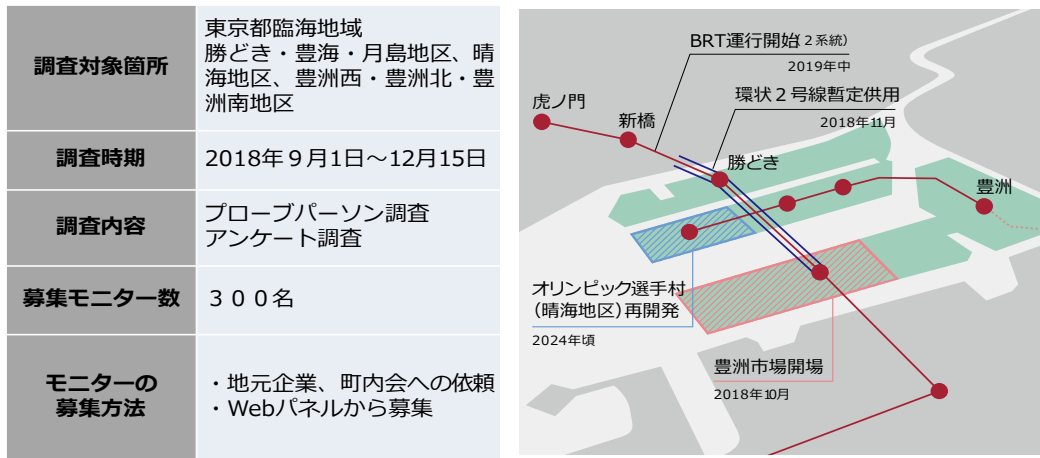


図. 調査概要と調査対象地域の概況

【市場移転前後】



【朝ピーク時】



【昼休み】



【夕ピーク時】



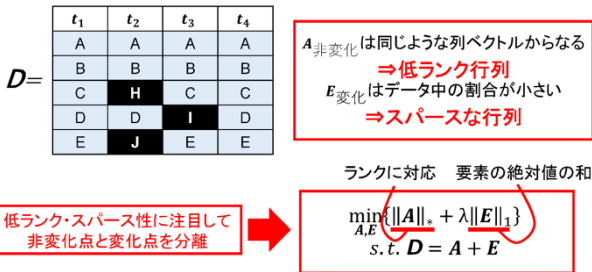
図. 取得したデータの可視化

(7) 時系列3次元点群データを用いた異常事象・変化認識手法

「次世代地域モビリティプラットフォーム」に含まれる道路構造の点群データは、主にレーザ計測で取得されるものであり、自動走行に資する3次元道路地図作成の基本データとなる。3次元道路地図の継続的な利活用に対しては、データ更新が重要となる。そのデータ量は膨大になることから、効率的な更新方法が必要とされている。本研究では、膨大な点群データに対して、変化点のみに着目することが効率的な更新につながると考え、変化点検出手法を開発することを主目的としている。

従来手法である2時点間の差分計算はノイズ・誤差による影響を受けやすいことから、ロバスト主成分分析を用いて時系列3次元点群データからの変化認識手法を構築し、ノイズ・誤差に頑健で汎用的な認識手法を確立する。提案手法を様々なプラットフォームからのデータに適用して、頑健性の検証を行うとともに、スパース行列の重み付けパラメータが変化認識に与える影響について検証した。

各時刻で同一処理を行いそれらを並べて行列Dを作成
時系列3次元点群データの行列表現を行う



	距離画像カメラ	航空レーザ	MMS
プラットフォーム	地上設置	航空機	車両
データ表現	メッシュ	メッシュ	ボクセル
計測対象	室内	火山	都市
変化認識対象	室内の構造物変化	標高変化 土砂崩れなど	道路構造物 人物・車両

図 ロバスト主成分分析手順

図 実験の概要

距離画像カメラによる室内の構造物変化、航空レーザによる標高変化、MMSによる動物体・構造物変化を対象に、提案手法による変化抽出を行った結果、室内の構造物変化に対してはノイズ・誤差に対する頑健性が、標高変化に対してはモニタリングへの適用可能性がそれぞれ確認できた。また、動物体・構造物変化に対しては、ボクセル表現の工夫で精度の改善が可能であることが確認された。

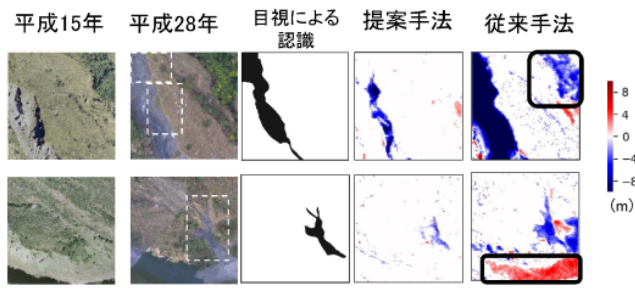


図 航空レーザ評価結果

・提案手法

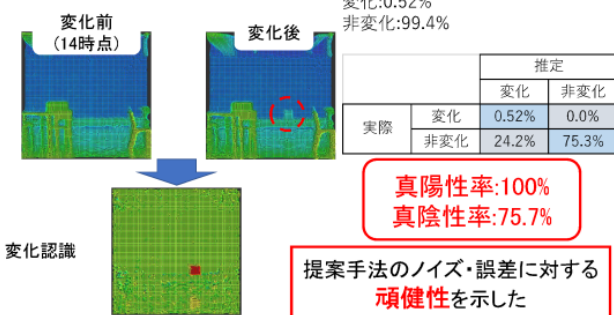


図 距離画像カメラ評価結果

適用データ:市街地の10時点分データ 認識対象:動物体・構造物変化

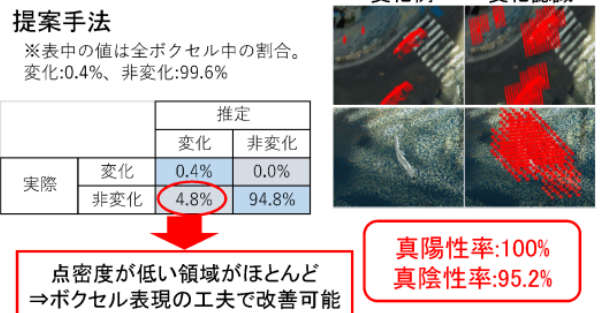


図 変件事象の判別結果の検証

3. 次世代地域モビリティ評価プラットフォームの検討

データ及び評価手法を政策評価・交通計画策定者や運行マネジメント実施者，研究開発者と共有し活用してもらうことで自動走行サービス導入・普及を支援する「次世代モビリティプラットフォーム」について，昨年度実施したプロトタイプ検討を踏まえ，可能な限り多くのデータの共有の仕組みを構築することに留意し，プラットフォームの実装とデータ及び評価システムの拡充を行った。

(1) サーバー環境の構築

システム実装にあたって，レンタルサーバー上に，セキュアな「Private Segment」と外部が接続する領域である「DMZ Segment (DeMilitarized Zone) Segment」を準備し，プラットフォームの基盤環境をセットアップした。サーバーOSには，OSシェアの高いLinux系OSのCentOS7を採用し，データベースの管理を行うDBサーバー，Webページの発行を行うWebサーバー，ファイル管理を行うFileサーバー，ファイルや各種コードのバージョン管理を行うVCSサーバー等のソフトウェア環境を構築した。

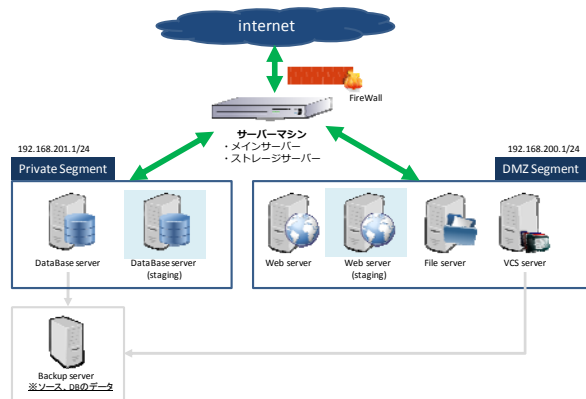


図 サーバー環境の構成図

表 収録するデータおよびコード

(2) 収録を行うデータおよびコード

H29年度の国土交通省道の駅社会実験に関する各種データと，昨年度及び今年度に調査・収集したデータを収録した。また，利用者が評価モデル開発に必要な基礎的なコードについても収録した。

		データ	評価システム
H29年度	道の駅社会実験データ (国総研)	人の介入記録データ、緊急停止ボタンデータ、GPS情報、3軸加速度、自動ブレーキ、点群データ、アンケート(社会受容性、近隣住民、ドライバー、モニター)、ヒアリング結果等	H30年度に収録する評価システム基礎的コード ・ロジックモデル MNL、NL、MXL、CNL等 ・最短経路 ・マップマッチング ・K番目経路探索 ・利用者均衡モデルなど
	新道路 原田プロジェクト 有村プロジェクト	GPS行動調査 点群データ 道の駅アンケート ダイアリー調査 QOLアンケートデータ インタビューデータ	
H30年度	新道路 原田プロジェクト 有村プロジェクト	豊洲プローブパーソン調査 豊洲アンケート調査 道の駅アンケート調査 など	

(3) 多くの人と多種多様なデータやコードを共有する仕組みの検討

データやコードの利用者は，プラットフォームに収録されているデータの対象地域，年次，フォーマット，データ量などの情報を把握し，利用目的に合致するデータを入手したいというニーズを持っている。一方，多種多様なデータの収録を考えると，民間のビッグデータの有料提供やデータ加工サービス等の有料サービスの提供も視野に入れた柔軟なシステム設計が求められ，データの閲覧者の限定などアクセス権(アクセス権，アクセス期間)を設定できることや，外部からの不要なサーバーへの攻撃を避けるためにWebAPIの利用者を限定することなど，セキュリティ確保の措置が必要になる。

研究開発時はbasic認証

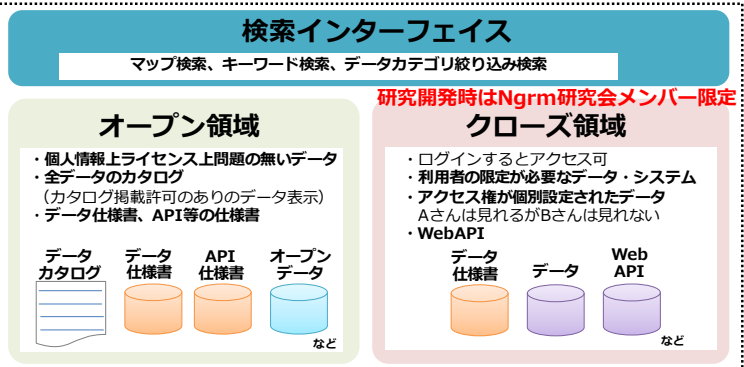


図 多くの人と多種多様なデータを共有する仕組み

このため、アクセスが自由なオープン領域とログインが必要なクローズ領域を設け、オープン領域には収録データのリストや仕様、オープンデータを収録、クローズ領域では、ファイル・データ毎のアクセス権を個人単位で設定できるようにするとともに、WebAPI の利用には登録ユーザーに紐づく API Key を発行するなど、アクセス権の管理を可能とするシステムを開発した。

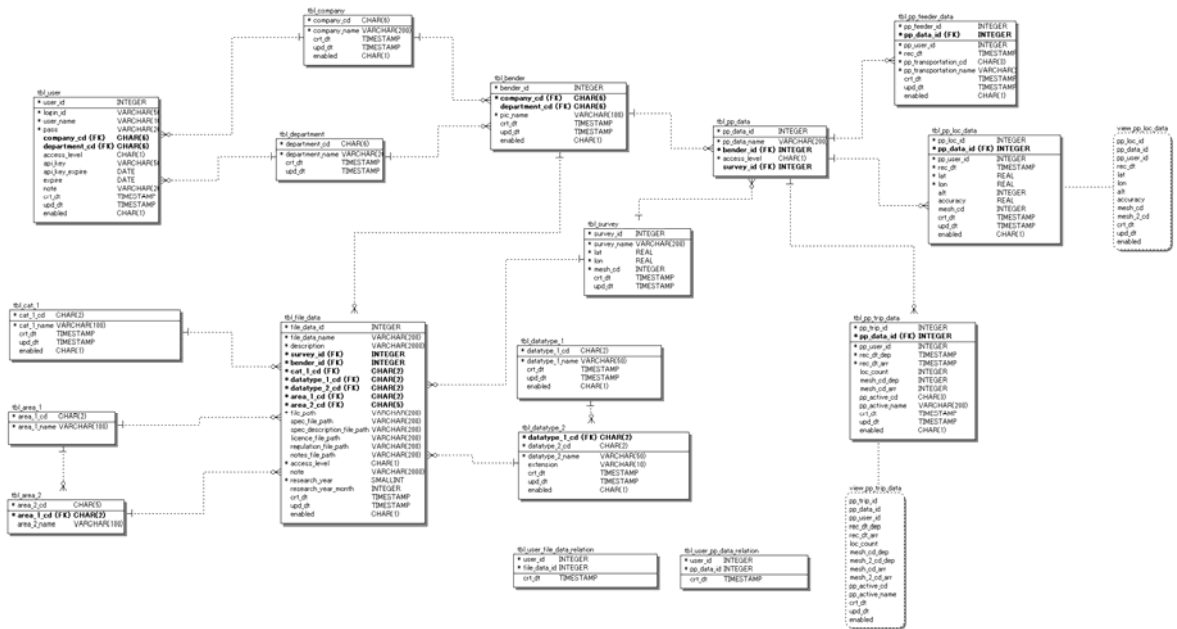


図 プラットフォームシステムのER図（実態関連図）

(4) インターフェイスの実装

プラットフォームのインターフェイスとして、利用者が検索によって必要なデータやコードにアクセスするための機能と、管理者がデータの登録やデータの加工を行う機能を実装した。

a) ユーザー向け検索インターフェイス

データの検索には、利用者が直感的にデータにアクセスできるように「マップ検索」と「キーワード検索」の2つのインターフェイスを準備した。



図 マップ検索画面



図 キーワード検索画面

b) ユーザー向け WebAPI

プラットフォームの収録対象であるプローブパーソン(PP)調査データは、トリップ目的、交通手段等の情報と GPS による行動軌跡を把握する調査として、各種評価モデルの構築に当たり有益なデータであるが、データ規模が大きくなることなどから、利用にあたってはデータ処理の負担が伴う。このため、利用者のデータ処理を支援する WebAPI を実装するとともに、WebAPI の利用方法とコードサンプルを公開する機能をプラットフォームに盛り込んだ。



図 API仕様書およびサンプルコードの公開ページ

c) 管理者向け機能

PP データを対象として、データの品質を担保するためのデータクレンジングに関する機能を実装した。

<重複データの削除機能>

PP データでは、携帯端末の通信状態によって端末内部蓄積データの送信成功可否のレスポンスを受け取れない場合、データを再送するため重複データが発生するが、このような重複データを自動削除する機能を実装した。

pp_loc_id	pp_user_id	rec_dt	lat	lon	alt	accuracy	crt_dt	enab	led
9635	300	2018/08/27 16:35:48	35.6873	139.726	44	95.1	2018/11/19 12:10:10	1	1
9636	300	2018/08/27 16:36:21	35.6882	139.725	44	2000	2018/11/19 12:10:10	1	1
9637	300	2018/08/27 16:36:21	35.6873	139.726	44	65	2018/11/19 12:20:10	1	1
9638	300	2018/08/27 16:36:35	35.6873	139.726	43	65	2018/11/19 12:10:10	1	1
9639	300	2018/08/27 16:36:50	35.6873	139.726	43	65	2018/11/19 12:10:10	1	1
9640	300	2018/08/27 16:36:56	35.6873	139.726	43	65	2018/11/19 12:10:10	1	1
9641	300	2018/08/27 16:37:14	35.6873	139.726	43	65	2018/11/19 12:10:10	1	1
9642	300	2018/08/27 16:37:14	35.6873	139.726	43	65	2018/11/19 12:20:10	1	1
9643	300	2018/08/27 16:37:14	35.6874	139.726	43	65	2018/11/19 12:30:10	1	1
9644	300	2018/08/27 16:37:34	35.6874	139.726	42	30	2018/11/19 12:10:10	1	1
9645	300	2018/08/27 16:37:40	35.6875	139.726	40	25	2018/11/19 12:10:10	1	1

図 重複により削除対象とするデータ

<誤差の大きいデータの削除>

GPS の電波状況が悪い場合においては、基地局測位による低精度のデータが混入することとなるため、利用価値の低い測位点データを削除する機能を実装した。

<特異点データの削除>

誤差は小さいが位置にずれがあるデータについて、以下の条件により特異点を判定し、削除する機能を実装した。

- ・鋭角になる点は異常値とみなして削除
- ・少数の点群が離れた場合その点群を異常値とみなして削除

※位置関係だけではなく時間を考慮

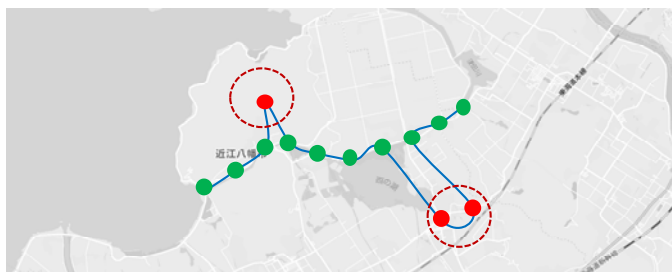


図 特異点データの削除

4. 自動運転に関する知見の収集

2019年1月に開催されたTRBにおいて、ワークショップ‘Socioeconomic Impacts of Connected and Automated Vehicles: Workshop on the Sixth European union-U.S.Transportation Research Symposium’に参加し、EUとTRBの50名の専門家による自動運転・コネクティッドカー（CAV）の社会経済的インパクトをテーマとした集中討議（2018.7開催）の成果について、情報を収集した。

討議では、主要なトピックとして1)物流と物流労働者への影響、2)土地利用（居住・勤務・活動場所）への影響、3)交通行動への影響、4)ステークホルダーの役割と対応の4項目が設定され、各トピックに対し、a)経済と労働力、b)公平性、c)データアクセスとプライバシー、d)安全とセキュリティという4つの切り口でCAVの社会経済的影響と必要な研究課題が議論されている。

各トピックとも、CAV化の進展を市場に任せた場合と政策により規制を加えた場合の2つのシナリオについて想定される結果を予測し、市場に任せた場合には、例えば物流であれば沿道環境の悪化、大規模事業者による寡占の進行、膨大な運転手の失業等、土地利用であれば移動コストの低下による経済活動立地の偏在化、土地利用による地域格差の拡大等、交通行動に関しては公共交通の大幅な削減や道路混雑の増大、道路利用における不公平性の増大（社会的地位等による移動時間の格差増大）等、大きな負の影響が予想され、これを回避するには適切な政策により規制しながらCAVの導入を進めることが重要であると主張している。

ここで議論されている社会経済的問題と適切な政策の内容、研究課題等について詳細に整理し、次年度における自動走行対応型道路ネットワーク整備計画や各種評価モデル、プラットフォームの改良検討に反映させる。

⑦研究成果の発表状況

- ・ Chikaraishi, M., Fukuyama, S., Yamane, H., Sawa, M., Hato, E.: Estimating willingness-to-pay for autonomous pickup services for agriculture products in rural areas of Japan, ITS AP Forum, May 8-10, 2018.
- ・ 有村幹治, 原田昇, 片岡由香, 力石真, 金森亮, 高橋清, 岸邦宏, 萩原亨, 自動運転システムと次世代地域モビリティ, 第57回土木計画学研究発表会 春大会 スペシャルセッション, July 9-10, 2018
- ・ Chikaraishi, M. (2018) Empirical estimation of temporal utility profiles under time-space prism constraints, Presented at the 15th International Conference on Travel Behaviour Research, Santa Barbara, CA, United States, July 16-19, 2018.

⑧ 研究成果の活用方策

1. 自動走行対応型道路ネットワーク整備計画の検討

研究成果として作成する整備計画は、実務において、各種自動走行サービスのネットワーク構築に必要となる検討項目の効率的な抽出に活用できる。一方で、作成する整備計画は短期から中長期的フェーズを対象としているため、技術動向の変化等に応じて見直しが必要となる。官民ITSロードマップ等の動向や社会情勢の変化をモニタリングし、見直しを継続的に行う予定。

2. 自動走行サービス評価手法の検討

実務での利用に配慮し、高規格幹線道路への自動走行レーン設置に関しては、全国道路・街路情勢調査の箇所別基本表をインプットとした簡便な評価手法を構築し、自動走行交通サービスの評価モデルについては、都市部から地方部までを網羅した各種モデルと基礎データを整備した。これらの評価ツールを次世代地域モビリティプラットフォームに収録することで、広く社会活用を図る予定。

3. 次世代地域モビリティプラットフォームの検討

データ群や評価モデルを収録し、広く共有する仕組みを検討、実装した。このプラットフォームは、自動走行システムのネットワーク計画に関わる様々な主体（行政・コンサルタント、交通事業者、研究者等）の利用を想定して構築したものである。研究終了後もデータや評価モデルの収録が継続的に可能となるような研究者コミュニティやビジネスモデル等について、次年度に検討を行う予定。

⑨ 特記事項

学内外等へのインパクト

「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」（研究代表者：室蘭工業大 有村幹治）と共同で、土木計画学研究委員会春大会（東京工業大学・平成30年6月10日）でのスペシャルセッションを立ち上げ、両研究課題の取り組み内容を紹介した。セッション参加者は100名以上となり、本テーマに関する関心の高さを認識するとともに、研究内容を多くの人と共有し、議論を深めることができた。

研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価

各項目とも、概ね予定通り順調に進行している。今年度は、各種評価モデルの整備に加えて、自動走行対応型道路ネットワーク整備計画の素案の作成と、次世代地域モビリティプラットフォームの実装を行ったことで、目標とする研究成果の最終的な取りまとめに向けて必要な基盤が構築できたと考える。