

## 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（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）	所属	役職	
	倉内文孝（くらうちふみたか）	岐阜大学工学部	教授	
②研究 テーマ	名称	高速道路におけるProactive型交通マネジメント方策についての研究開発		
	政策 テーマ	[主テーマ] 3	公募	タイプI
		[副テーマ]	タイプ	
③研究経費（単位：万円）	令和3年度	令和4年度	令和5年度	総合計
※R3は受託額、R4以降は計画額を記入。端数切捨。	1,199万円	1,950万円	1,500万円	4,649万円
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			
倉内 文孝	岐阜大学工学部・教授			
宇野 伸宏	京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻・教授			
西田 純二	京都大学経営管理研究院・特命教授			
田中 貴紘	名古屋大学未来社会創造機構・特任教授			
中村 俊之	名古屋大学未来社会創造機構・特任准教授			
木村 優介	京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻・助教			
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。）			
本研究は、AI技術を活用した交通状況ナウキャストをトリガーとし、ゲーミフィケーションによる行動変容提案のデザインアルゴリズムを構築し、チャットボットを通じて走行中に安全に行動変容提案をするProactive型交通マネジメント方策を開発するものである。この目的を達成するために、以下の目標を設定し研究を進める。				

- 目標1:データの収集とモデル基礎構造の確立, DS実験計画の策定 (令和3年)
- 目標2:交通状況ナウキャストの実施, 行動変化促進手法の設計とDS実験による検証 (令和4年)
- 目標3:モデルの実装と実証実験による効果把握 (令和5年)

⑥これまでの研究経過

研究初年度である令和3年度には, 目標1を達成するために以下の研究を実施した.

研究A: リアルタイム観測に基づく交通状況ナウキャストモデルの開発

A.1: モニタリング機器の特性把握

ナウキャストモデル構築にあたり, 利用可能なデータの種別とその特性把握を行った. モニタリングに活用可能な機器は, そのデータが収集されているかどうか依存するため, 分析対象路線を選定した上で検討する必要がある. 本研究では, 様々なデータが収集管理されており, かつ渋滞緩和が急務である山陽自動車道広島ICから河内ICまでを分析対象とした. この区間には, 渋滞検知のためのトラカンが多く設置されている(図-1). 利用可能なデータを整理したのが表-1である. また, センサ間の特性を把握するための基礎分析を実施した. その結果, 1)ループ・画像トラカンでは画像の方が過小推計になる懸念があるが, 渋滞末尾が発生しやすい場所に設置されており, 画像トラカンも活用することで早期渋滞検知可能となりうること, 2)ETC2.0搭載車両混入率は5%程度であるが, 大型車交通量との相関が高く, 深夜の時間帯では6%を超えることもあるが通勤時間帯では4%程度となること, 3)ETC2.0データに基づく空間平均速度とループトラカンの速度を比較した結果, クレンジングが必要であるが高い相関が得られ(図2), ETC2.0データにより面的な交通状況が把握可能なことが確認できた.

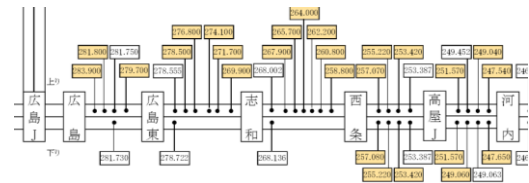


図1 トラカン設置状況 (白:ループ, 黄:画像)

表1 リアルタイム活用可能なデータと更新ラグ

大区分	小区分	集計間隔	更新ラグ
OD	ETC 明細	1分	オンライン
	IC ペア	日	1ヶ月後
トラカン	ループ	1分	10分程度
	画像	5分	10分程度
ETC2.0	国交省	—	1日後
	横抜き	—	スポット設置位置に依存
イベント	JARTIC	15分	15分
気象	NEXCO 西観測局	15分	15分

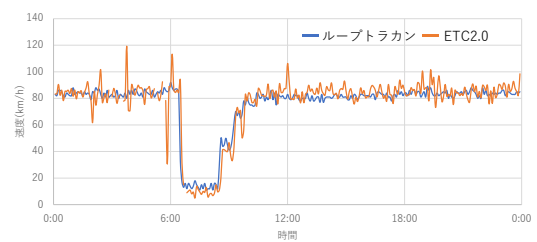


図2 ループトラカンと ETC2.0 空間平均速度の比較

A.2: 交通状況ナウキャストモデルの基本構造検討

交通状況ナウキャストモデルの基本構造検討のために, まず既往研究のレビューを行うとともに, データの基礎集計やモデル試行を行った上で, モデルの基本構造を検討した. レビューの結果, 交通状況予測としては, 履歴データやリアルタイムデータをそのまま用いるナイーブモデル, シミュレーションに基づく交通流モデル, データサイエンス手法に基づくデータモデルおよびそのハイブリッド型に分類することができ, 本研究では豊富なデータがあることからデータモデルを主に必要に応じて他のモデルとの融合を検討するのが適当と考えた.

本研究では、データモデルのうちより長期依存性を学習可能なLSTM (Lon-Short Term Memory) をベースにモデル開発を行うこととした。本年度は、45分先をナウキャストするものとし、隠れ層の活性化関数の選択による違いや、隠れ層のニューロン数、ナウキャストの対象変数の影響などを考察した。図3は、2019年の1年間データを活用し、278.56KPのループトラカンの追越車線オキュパンシーを予測することとして、隠れ層活性化関数による予測傾向の違いを示しているが、Sigmoid関数では大きな変化に敏感に反応するが個々の変動はあまり表現していないこと、Relu関数では個々の変動は一定表現可能であるが大きな立ち上がりの検知にはラグが生じていることなどがわかった。今後他のパラメータの影響も検討し特徴を把握することでモデルの基本構造を検討予定である。

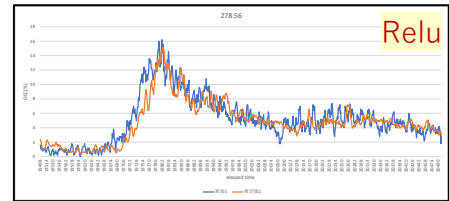
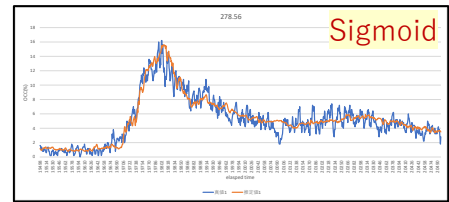


図3 活性化関数による違い (278.56KP, オキュパンシー, 隠れ層 50)

研究B: ゲーミフィケーションを活用した行動変容デザインアルゴリズムの開発

B.1: 行動変容に関するアンケート調査分析

ゲーミフィケーションを用いた行動変容提案に向け、分析対象区間を半年に1回以上利用するドライバーを対象に、個人属性、普段の自動車・高速道路の利用状況とともに、ゲームとの関わりや渋滞緩和ゲームへの参加意向などを調査した。その結果、1) 多くの人が親しみのあるゲームとして、パズル、すごろく、カードゲーム、レースゲームがあげられる、2) 料金割引やポイント還元が主たるインセンティブであるが、ゲーム自身が楽しめる、達成感が得られるなどについても魅力を感じる (図4)、3) 渋滞緩和ゲームに参加したいと回答したサンプルが35%程度を占めることなどが明らかとなった。今後、個人属性とのクロス集計分析など詳細分析を行う。

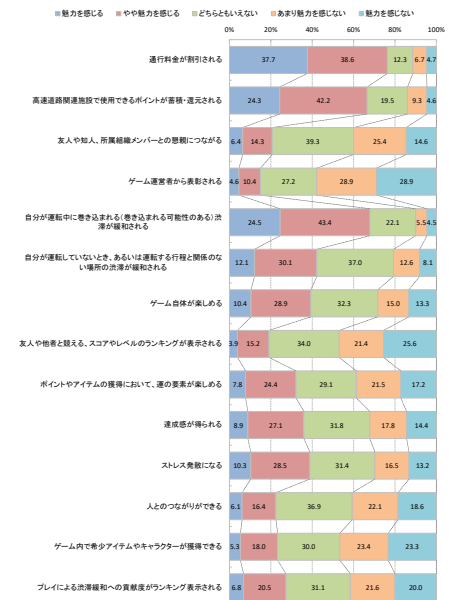


図4 ゲームによる渋滞緩和について

B.2: 行動変容デザインアルゴリズムの構築

B.1の結果や既往調査のレビュー、今回想定される環境条件を整理し、現実的に実施可能なゲームのデザインについて検討を加えた。まず、行動変容を行うことが期待されるターゲット層が20代後半から50代程度の方であることから、カードゲーム、パズルゲーム、戦略的ゲームなどの要素をもつものと絡めることが有用であることが明らかとなった (図5)。一方で、運転中に難解な指示を出すことは現実的ではないため、行動変容提案はあくまで簡易な指示とし、その主旨に従う行動を起こした場合にリワードを付与するようなデザインとする必要がある。今後アンケート調査結果も踏まえ適切なデザインアルゴリズムを検討する。

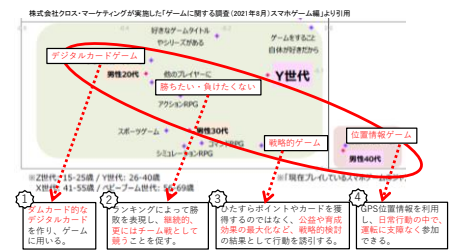


図5 ターゲットユーザーにあわせた検討

## 研究C: チャットボット型行動変容提案システムの開発

### C.1: チャットボットの基礎システムの開発

本年度はチャットボットの基礎システムの開発としてインターフェイスの設計を行った。既往の研究成果を元に、1) 発話方法として命令や提案口調ではなく自然にドライバーに思考を促すこと、2) 一定の頻度で発話しなければかえって危ないことなどが明らかとなった。B.2により、時々刻々変化する交通状況に応じて行動変容提案を行う制御サーバーと走行後に行動変容に応じ楽しんでもらうゲームシステムは切り離すことが適切と判断したため、サーバーおよびアプリの間の情報のやりとりを整理し、これに基づきインターフェイスシステムを再委託により構築した(図6)。

### 研究D: Proactive型交通マネジメント方策の効果検証

#### D.1: ドライビングシミュレータ実験の計画策定

来年度にドライビングシミュレータ(DS)を用い、特にチャットボットやスマホアプリを用いた行動変容提案について、危険を伴うことなく提案を行うことができるような条件を明らかにする。そのために、DS実験の際の実験条件及び実験計画の策定を行った。具体的には、表2のとおりDS実験時の操作要因を設定し、それぞれのケースの挙動観測を行う。また、多様な走行形状における挙動を効率的に把握することが重要と判断し、7 km x 3 km程度の大きさの八の字仮想道路ネットワークをベースにその中に様々な勾配条件、道路形状を整備することにした。

#### D.2: 分析対象路線の選定とデータ収集

山陽自動車道広島ICから河内ICまでを分析対象とした。この区間は、広島市内から広島空港へのアクセス道路となっており、遅延が大きな影響を持ちうること、豊富なデータ収集が行われていること、関係道路事業者の協力が得られることから選定した。

### ⑦特記事項

進捗状況については、予定より契約に時間がかかり、9月から実際の研究が開始となったためその分調査やシステム構築などが遅れてしまったが、本年度は予定通りの成果が得られていると考えている。なお、A.2については構造検討にとどめる予定であったが、2019年の過去データを用いることが適切と判断され、早くよりモデル検討に着手することができ、モデルの試行推定まで完了できている。

学会発表としては、今のところ土木学会中部支部にてA.2の内容について発表予定であるが、それ以外の部分についても来年度以降積極的に公表予定である。

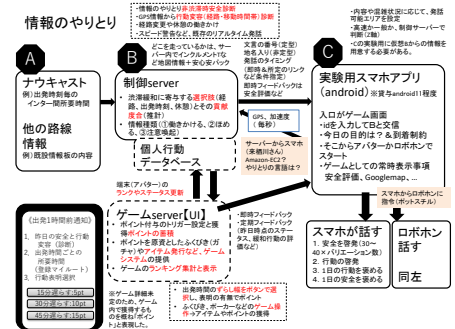


図6 情報のやりとりの検討

表2 DS実験時の操作要因(案)

操作要因	水準
交通量レベル	大, 中, 小
道路形状	IC部, 分合流部
情報提供	働きかけタイミング

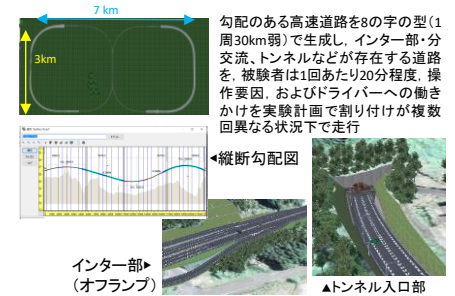


図7 試験コースの設計(案)



図8 分析対象路線