

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（令和 5 年度採択）
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.2023-1	デジタルツインによる冬期道路交通マネジメントシステムの技術開発	北海道大学 准教授 高橋 翔

冬期の人やモノの移動にかかる負担軽減、効率化を実現するため、フィジカル空間とサイバー空間で動的データを交換する道路 API を持ち、将来起きると想定される道路交通状況を把握可能とするデジタルツインを研究目的として、冬期道路環境をエッジコンピュータにより低通信量かつリアルタイムに収集し、それを活用した AI に基づくデジタルツインを構築するとともに、道路交通マネジメントに反映する社会実装の方法まで検討する研究開発。

1. 研究の背景や動機、目的および目標等

北海道の強みである「食」、「観光」を提供する「生産空間・市街地・圏域中心都市」の3層からなる「北海道型地域構造の保持・形成」の実現は、第8期北海道総合開発計画の基本方針の一つとなっている。人口減少が進む中、人やモノの移動頻度の維持・向上を図る道路交通ネットワークの維持が重要であるが、北海道の冬期は気象の極端化も相まって、大雪・視程障害・吹きだまり・路面凍結が頻発し、都市内及び都市間において道路状況変化が人やモノの移動の妨げになっている。実際、2022年2月の北海道石狩地域の大雪により札幌都市圏の道路交通網が寸断された。公共交通の運行情報の提供が一元的に行われず、札幌駅や新千歳空港に多くの人が滞留し、帰宅困難者も発生した。加えて、記録的な雪害が発生し市内全域で交通が麻痺している状況にも関わらず、自動車利用者の行動変容（出控え）を適切に誘導できなかったことが渋滞を拡大し、市民生活と地域経済に大きな影響を与えるものとなった。

以上の背景から、気象や交通状況の的確な予測、迅速・適切な通行規制・移動制限、除排雪オペレーション等の冬期道路交通マネジメントが必要と考えられる。そこで、本研究では、サイバー空間に道路 API（Application Programming Interface）を備えたデジタルツインによる冬期道路交通マネジメントシステムを構築し、積雪寒冷地における高度な移動支援の実現を目的とする。これにより年間を通じて安全で快適な道路交通の確保を可能とする。

本研究で開発するデジタルツインとは、フィジカル空間とサイバー空間で動的データを交換する道路 API を持ち、将来起きると想定される道路交通状況について AI を用いて予測しマネジメントに貢献する機能を持つ。冬期の道路交通状況は、気象に左右され時々刻々と変化するため、交通データ・気象データ等の動的データを加工し、道路 API を通してサイバー空間に送り、シミュレーションを実行することから道路交通状況として今後起きることを再び道路 API を通して道路管理者や道路利用者に提供可能とする。

2. 研究内容

本研究では、デジタルツインによる冬期道路交通マネジメントシステムに繋がる技術開発として、次の5つのテーマを設定した。

- 【1】 冬期の道路環境・交通・気象データで構成されるデジタルツインでの予測に関する技術開発
- 【2】 デジタルツインによる冬期道路交通マネジメントシステムの構築に関する技術開発
- 【3】 交通・気象データを利用するシミュレーション及び高度交通制御に関する技術開発
- 【4】 積雪寒冷地における人の移動の負担軽減に資する技術開発
- 【5】 道路 API を備えたデジタルツインによる冬期道路交通マネジメントシステムの社会実装方法の検討

3. 研究成果

本研究では、冬期道路交通マネジメントシステムに繋がるデジタルツインを構築（図1）した。その機能は、冬期の道路環境・交通・気象データ集積、シミュレーション機能、およびそこから読み取れ情報発信の Web インタフェースと自動車などで道路利用時にも情報獲得可能な地域 FM などと

の連携方式を確立した。

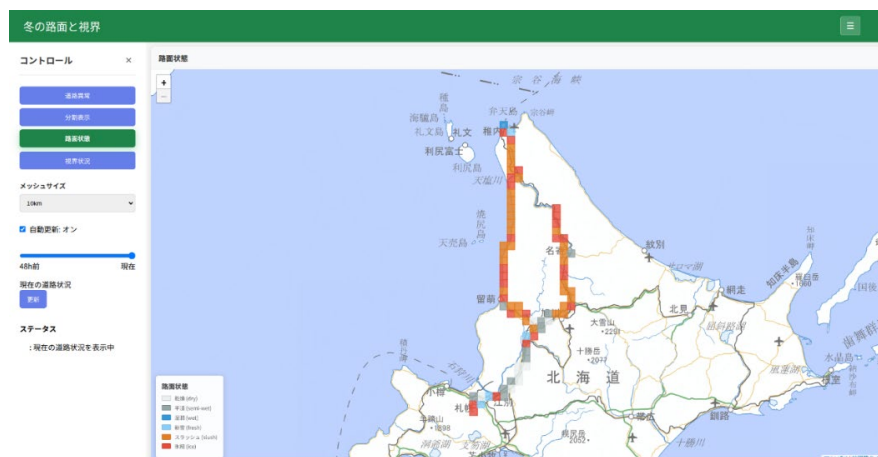


図1 デジタルツインシステムの画面出力例

4. 主な発表論文

本研究では、令和5年度から令和7年度の3年度間に査読論文24件、国際会議発表15件、および学会発表30件となった。その主たる発表論文は次のとおりである。

- [1] Masahiro Yagi, Sho Takahashi, Kazuhito Ohashi, Yasuhiro Nagata, Toru Hagiwara, “Predicting Visibility Conditions at the CCTV Installation Site Using Long Short-Term Memory,” Transportation Research Record, 2026年.
- [2] 福井 千菜美, 丹 悠紀, 高橋 翔, 吉井 稔雄, 萩原 亨, “積雪寒冷地におけるドライバーの行動選択に有用な冬期道路環境の情報に関する一考察,” AI・データサイエンス論文集, 2025年5月.
- [3] Tran Vinh Ha, Mikiharu Arimura, “The Application of ETC2.0 Probe Data and Network Clustering in Investigating Urban Mobility Patterns During an Extreme Snow Event,” International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, 2025年2月.

5. 今後の展望

本研究では、期間全体をととして、冬期における人の移動の負担軽減を目的として、デジタルツインを活用した道路情報提供に関する技術開発と実証を行った。本研究の取組により、安全な経路選択や出控え等の行動変容を促す情報提供の有効性を確認するとともに、他地域への展開に向けた知見やロードマップ、導入マニュアルを整理した。このことは、道路行政で活用可能な情報提供につながる整理となったものであり、道路政策の質が向上する次代の道路行政に活きることが期待できる。方法論の導出の観点では、デジタルツインシステムを実現するに至っており、情報提供の試行で利用者から一定の評価をいただいているが、今後はユーザインターフェースの改善、データフュージョン（データ融合）による精度の高い情報の提供等について継続的に研究開発していくことが必要である。

6. 道路政策の質の向上への寄与

今後の道路行政の実務に本研究成果を本格的に反映するには、道路行政で活用可能な情報提供につながる「(仮称) 情報センターの設置・運営」や「道路利用者等のニーズに応じた情報提供」などの行政との連携が必要となるが、ここに至ることができれば、道路政策の質の向上に大きく貢献する。このことから、本研究では道路行政への反映するための知見やマニュアル、実装方策をとりまとめた。

7. ホームページ等

北海道大学大学院工学研究院 先端モビリティ工学研究室

<https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/kyoku/>

デジタルツインシステムを活用した地域FMのパフレット

https://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/kyoku/document/moeru_digitalTwin/digitaltwin.pdf