

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	
	松田 浩（まつだ ひろし）		長崎大学		教授	
②研究テーマ	名称	ICTと商用車プローブデータを活用したAIによる道路維持管理システム				
	政策テーマ	[主テーマ]（※政策テーマが複数の場合、主テーマと副テーマを記入）	公募	タイプIV		
		[副テーマ]	タイプ	ハード分野		
③研究経費 （単位：万円） ※R4は受託額、R5以降は計画額を記入。端数切捨。	令和4年度	令和5年度	令和6年度	総合計		
	4,899	4,950		9,849		
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					
奥松 俊博	長崎大学工学研究科・教授					
山口 浩平	長崎大学工学研究科・准教授					
西川 貴文	長崎大学工学研究科・准教授					
杉本 知史	長崎大学工学研究科・准教授					
佐々木 謙二	長崎大学工学研究科・准教授					
古賀 掲維	長崎大学ICT基盤センター・准教授					
出水 享	長崎大学工学研究科・技術職員					
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。）					
<p>本研究においては、道路点検にスマートフォン、ドライブレコーダー及び商用車プローブデータを活用し、高い品質と維持管理の効率化・高度化を図るとともに、路面劣化メカニズムを過去の点検データや道路台帳、交通量など様々な因子から分析を行い、道路管理者が業務を効果的・効率的に実施するための空間・時間・重要情報の重ね合わせによる一元的可視化手法を開発するとともに、今後、持続可能なDX時代のAIを活用した次世代型維持管理計画策定手法の構築を目的とする。</p> <p>具体的には、ドライブレコーダーで取得される動画から得たデジタル画像を用いて、(a) 画像分類AIを用いたひび割れ率の算定法、(b) 物体検出AIを用いた道路構造物の検出法、(c) SfMと3DセグメンテーションAIを用いた道路上物体の検出法を開発する。さらにこれらを用いて得られるデータと、(d) 道路パトロール支援サービス（道パト）および (e) 商用車プローブデータ、さらに、(f) 道路管理</p>						

者から得られるデータを空間・時間・重要情報等の重ね合わせによる一元的可視化手法を開発し、次世代型維持管理計画策定手法を構築する。目標とする空間・時間・重要情報等は具体的には以下に示す分野1～9を実施するものとし、令和4年度は分野1～5を主に実施し、分野6～8は令和4～5年度に実施する。

分野1	ひび割れによる陥没発生の要因解析と対策	(a)(d)
分野2	ポットホール発生の要因解析と対策	(a)(d)(e)
分野3	物体検出AIを用いた区画線等の維持管理	(b)(d)
分野4	道路標識、路地樹木等の道路物体検出	(c)(d)
分野5	重交通道路における舗装劣化と交通量・制動との因果関係	(d)(e)
分野6	舗装工事情報の重ね合わせ	(d)(f)
分野7	国土交通省舗装点検要領（国道版）舗装点検記録様式の簡易作成	(d)(f)
分野8	適切な措置・修繕工事AIの策定	(d)(e)(f)
分野9	一元的可視化手法確立	(a)～(f)

⑥これまでの研究経過

前記の分野1～分野9を実施するために、以下の開発内容1及び2を開発する。

【開発内容1】複数台のドライブレコーダで取得されるデジタル画像を用いて下記の3手法を開発

- (a) 画像分類AIを用いたひび割れ率の算定法
- (b) 物体検出AIを用いた道路構造物の検出法
- (c) SfMと3DセグメンテーションAIを用いた道路上物体の検出法

【開発内容2】データ重ね合わせによる一元的可視化手法の開発、次世代型維持管理計画策定手法の構築

- (d) 道路パトロール支援サービス（道パト）の利活用
- (e) 商用車プローブデータの利活用
- (f) 道路管理者から得られるデータを空間・時間・重要情報等の重ね合わせによる一元的可視化手法

まず、開発内容1及び2を実施するために、基盤整備として以下のAI開発環境の整備、および、道路劣化計測システムの構築を行った。

◆ AI開発環境の整備

大規模なデータセットを用いたAI構築では、用いるGPUの性能がそのまま研究開発のスピードに直結する。また、3Dデータを処理する高度なAIモデルを扱うには、大容量のメモリを搭載したGPUが必要となる。これらの課題を解決するために、画像分類、物体検出、3Dセグメンテーション等のAI処理を高速に実行できるGPU（NVIDIA社製A100 80GB）を4台搭載したAIサーバー（DELL社製XE8545）を長崎大学データセンターに導入し（図1）、365日24時間リモートでAI処理を実行できる環境を構築した。



図1 AIサーバー(DEL XE8545)

◆ 道路劣化計測システムの構築

ドライブレコーダー2台とGPS・加速度ロガー1台を組み合わせた安価な道路劣化計測システムを構築した（図2）。本計測システムを用いることで、①道路の動画（ステレオ）、②位置情報（GPS）、③3軸加速度、④3軸角速度（ジャイロ）データの収集を同時に行うことができる。



図2 道路劣化計測システムと設置方法

長崎河川国道事務所の国道34号、35号、57号（全長約175km）および福岡国道事務所（福岡、福岡西、久留米（瀬高含む））の国道3号、201、202、208、209、210号（全長約300km）の道路パトロール業務において、本計測システムを搭載して、道路動画、位置情報、加速度、角速度データを計測し、この計測データを解析して道路劣化状態を算出する。表1に示すよう、今年度は11セットの計測システムを準備し、各出張所の道路パトロール車に搭載して、道路劣化データの計測を実施している。なお、一度の計測で、一出張所あたり256GB程度のデータを収集している。

表1 出張所当りの計測システム台数

長崎県国道	台数	福岡県国道	台数
大村維持出張所	1	福岡維持出張所	2
佐世保維持出張所	2	福岡西維持出張所	2
小浜維持出張所	1	久留米維持出張所	2
		久留米瀬高庁舎	1

続いて、上記の整備および構築した基盤を用いて、令和4年度は以下の研究開発を行った。なお、内容は令和4年12月現在のものである。

(a) 画像分類AIを用いたひび割れ率の算定法

図3は、ドライブレコーダーで収集した動画から一定区間のひび割れ率を算出したものである。図中、色が付いている部分がひび割れまたはパッチングが検出された部分である。なお、本事業におけるひび割れ率の算定手順はMCIのひび割れ率算定方法に準拠しており、以下のような流れとなる。

- ① ドライブレコーダーで撮影した動画から一定間隔の画像（フレーム）を取り出す
- ② 事前にチェスボードを撮影し取得したパラメータを用いてレンズ補正（魚眼効果の除去）を行う
- ③ 動画撮影開始時に撮影したキャリブレーションボード（0.5m四方の白色アクリル板）の頂点を検出して射影変換行列を作成し、画像を射影変換する
- ④ キャリブレーションボードと同じサイズで画像を切り出す
- ⑤ 画像分類AIを用いて各画像进行分类する
- ⑥ 分類結果を集計し、ひび割れ率を算出する

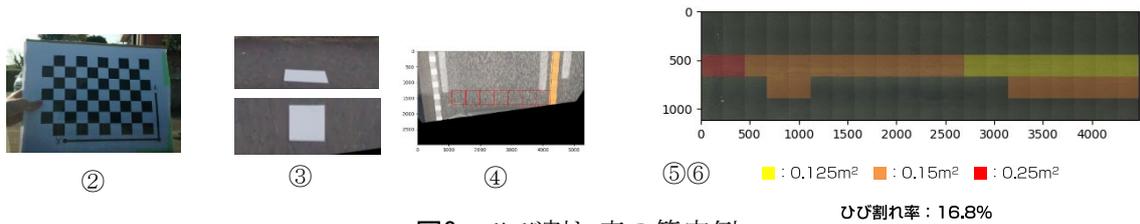


図3 ひび割れ率の算定例

(b) 物体検出AIを用いた道路構造物の検出法

図4は、物体検出AIを用いて道路上の物体や損傷を検出した結果である。物体検出AIモデルとしては、SSD(Single Shot Multi-box Detector)を採用している。現在、縦ひび割れ、横ひび割れ、亀甲状ひび割れ、横断歩道の掠れ、白線等の掠れ、ポットホール、マンホールの検出を目標に、AIのチューニングを行っている。

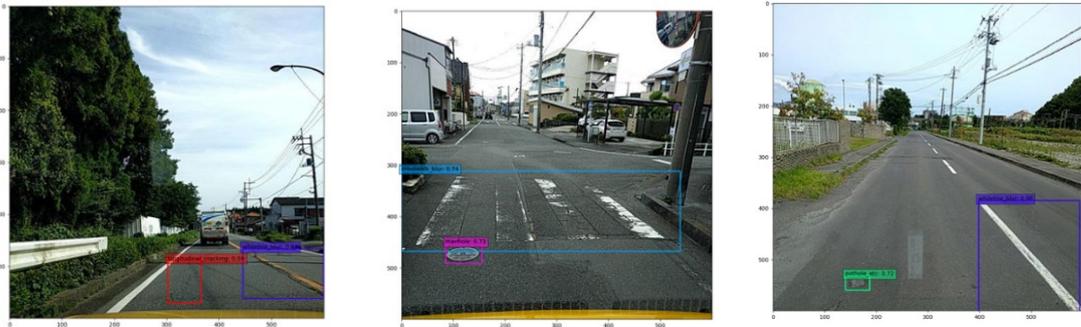


図4 物体検出AIによる構造物・損傷検出結果

(c) SfMと3DセグメンテーションAIを用いた道路上物体の検出法

図5は、2台のドライブレコーダーで撮影した動画から複数枚の画像を取り出し、SfM(Structure from Motion)を用いて作成した3次元点群データである。図は利用している画像数が少ないため、3次元点群に空白部分が生じているが、道路面、樹木、電柱の3次元点群データを確認できている。今後、画像数を増やしパラメータを最適化することで3DセグメンテーションAIの教師データに利用できるデータを作成していく計画としている。



図5 ドライブレコーダーの動画（左右）から構築した3次元点群（中央）

(d) 道路パトロール支援サービス（道パト）の利活用

道路パトロール支援サービスは、富士通Japan(株)の道路維持管理システムで、本事業では道路の平坦性を評価するためのデータソースの一つとして利用している。令和4年度は、本学で開発した道路劣化計測システムに加えて道パト用のスマートフォンを各出張所の道路パトロール車に搭載して、道路の平坦性のデータを計測している。図6は、道パトで計測した平坦性のデータを可視化したものである。



図6 道パトで計測した平坦性データ

(e) 商用車プローブデータの利活用

現在、長崎県の主要国道に関する商用車プローブデータを入手し、急ブレーキデータについて分析を進めている。図7は、急ブレーキデータを地図上にヒートマップで可視化したものである。図中の暖色部分が急ブレーキデータの集中している地点となっている。



図7 急ブレーキデータの可視化例（ヒートマップ表示）

(f) 道路管理者から得られるデータを空間・時間・重要情報等の重ね合わせによる一元的可視化手法の開発

現在、九州地方整備局長崎河川国道事務所から提供してもらった道路巡回日誌から、補修記録を抜き出し、データ化を行っている。図8は、補修記録のうち、ポットホールに関するデータを地図上にマーカで表示したものと、商用車プローブの急ブレーキデータと重ね合わせたものである。

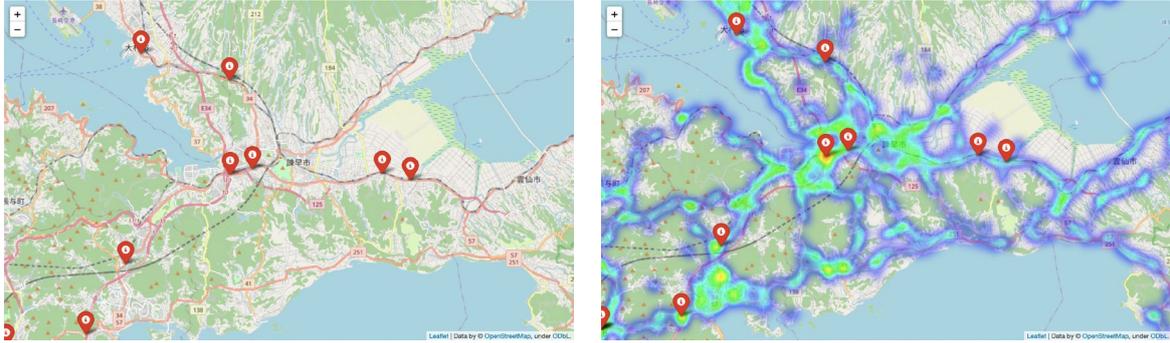


図8 補修記録と急ブレーキデータの可視化

続いて、以上の開発内容に基づき、各分野の進捗状況をまとめると以下の通りである。

【分野1】ひび割れによる陥没発生の要因解析と対策 (a)(d)

開発内容(a)で求めたひび割れ率データを開発内容(d)の平坦性のデータ及び道路劣化計測システムのGPS・加速度ロガーから得られたデータ、さらに道路巡回日誌から得られた補修データを重ね合わせることで、ひび割れによる陥没発生と計測データの相関をとり、陥没発生の要因解析と対策を進めている。

【分野2】ポットホール発生の要因解析と対策 (a)(d)(e)

開発内容(a)のひび割れ率データ、開発内容(d)の平坦性データ、開発内容(e)の商用車プローブデータ（急ブレーキデータ）、道路巡回日誌の補修データと重ね合わせることで、ポットホール発生の要因解析を進め、ポットホール発生を回避するためには、どのような対策をとればよいか、検討を進めている。

【分野3】物体検出AIを用いた区画線等の維持管理 (b)(d)

道路劣化計測システムで得た動画を、開発内容(b)の物体検出AIで処理することで、横断歩道の掠れ、白線等の掠れの情報と位置情報を得ることができる。現在、得た情報を地図上にプロットする仕組みを構築しており、この仕組みが完成すれば、地図上で区画線等に問題がある場所を検索・特定できるようになる。

【分野4】道路標識、路地樹木等の道路物体検出 (c)(d)

道路劣化計測システムで得た動画を、開発内容(c)のSfMで処理することによって、道路標識や路地樹木を含む3次元点群データを作成できた。次のステップとして、3次元点群データを3Dセグメンテーションで道路標識や路地樹木に分類し、道路標識の傾きや道路上に樹木が覆い被さっていないか検出が可能なAIの構築を行う。

【分野5】重交通道路における舗装劣化と交通量・制動との因果関係 (d)(e)

現在、開発内容(e)の商用車プローブデータをデジタル道路地図(DRM: Digital Road Map)と重ね合わせ分析することで、各路線の交通量を算出しているところである。交通量の算出ができれば、急ブレーキデータとも重ね合わせを行い、交通量と制動が開発内容(d)の平坦性のデータとどのような因果関係があるか解析する計画としている。

【分野6】舗装工事情報の重ね合わせ (d)(f)

現在、開発内容(f)において、舗装工事情報のうち、ポットホールの補修データを道路巡回記録から抜き出して地図上にプロットできるようにしている。今後、開発内容(d)の平坦性のデータと重ね

合わせることで、平坦性データの変化から補修が必要な箇所が推測できないか検討を行う。

【分野7】国土交通省舗装点検要領（国道版）舗装点検記録様式の簡易作成（d）(f)

現在、点検要領の様式を整理している段階である。令和5年度に様式の変換プログラムを実装する計画としている。

【分野8】適切な措置・修繕工事AIの策定（d）(e）(f)

現在、長崎河川国道事務所の維持工事確認簿の内容を確認・整理している段階である。本分野については、令和5年度で実施する計画としている。

【分野9】一元的可視化手法確立（a）～（f）

本事業の研究開発成果をWebブラウザから操作できる「AI道路維持管理システム（仮称）」の開発に着手している。AI道路維持管理システムは本事業の最終的な成果と考えており、事業終了後に、長崎県内自治体や長崎県建設技術研究センター（NERC）での実証実験を行うよう調整を進めている。

⑦ 特記事項

- 2021年11月9日：長崎河川国道事務所との連携・協力に関する協定を締結。
- 2022年11月8日：連携・協力に関する協定に基づく「道路メンテナンスに関する覚書」調印。
- 国土交通省九州地方整備局の協力を頂き、フィールド実験を実施している。

国交省長崎河川国道事務所との覚書締結の報道記事

長崎大学ホームページ

2022年11月09日 トピックス

国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所との道路メンテナンスに関する覚書の締結について

11月8日に大学院工学研究科と国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所との間で道路メンテナンスに関する覚書を締結いたしました。

長崎河川国道事務所から金井仁志所長他3名の関係者が本学を訪問し、本学関係者立会いのもと、松田浩工学研究科長と金井仁志所長が覚書に署名を行い、道路メンテナンスに関する覚書が締結されました。

この覚書は、国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所と本学のが、昨年11月に締結した連携・協力に関する協定に基づき、両者がお互いの資源や機能を効果的に活用し地域の再生・活性化に寄与することを目的とするものです。

調印式当日は、今回の覚書締結による最初の協力事例である道路パトロール車に設置したドライブレコーダーからAIを用いて舗装のひび割れや構造物の変化などを検出することが可能となるシステムの概要説明とデモンストレーションが行われました。



新聞報道

- ・日本経済新聞電子版，2022.11.8「ドラレコ×AIで道路のひび割れ検知 長崎大学が開発着手」
- ・長崎新聞，2022.11.9「ドラレコとAIで道路点検，メンテナンス効率化へ研究，長崎大と国交省長崎事務所」
- ・長崎建設新聞，2022.11.11「長崎大学 大学と長崎河川国道事務所 “九州初、道路メンテナンスで覚書締結 道路巡回カーのドラレコ映像からAIで情報検出”
- ・日刊建設工業新聞，2022年11月14日「長崎大、九州整備局長崎河川国道／道路メンテで覚書交換」

テレビ報道

- ・長崎文化放送（NCC），2022.11.8「九州初！国と長崎大が道路メンテナンス覚書締結」
- ・テレビ長崎（KTN），2022.11.8「AI活用で道路メンテナンス効率化…長崎大学と国がタッグ」
- ・長崎放送（NBC），2022.11.9「AI技術で道路のひび割れ検出 長崎大学がシステム開発へ」