

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（令和4年度採択）  
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.2022-4	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	長崎大学 教授 松田 浩

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し、AI を活用して次世代型維持管理計画策定手法を開発する。

### 1. 研究の背景や動機、目的および目標等

本研究開発では、インフラメンテナンスは長年の経験と熟練技術の継承という概念を基に、路面の状態をスマートフォンやドライブレコーダー等の ICT 機器で正確に記録し、AI を用いて自動化された点検・診断支援を行う。得られた診断結果から、過去の維持管理・工事履歴など複数の統計情報に加えて、路面に最もダメージを与える大型交通量情報（商用車プローブデータ）を用いて、蓄積されたデータベース及びビッグデータから道路舗装維持管理計画策定を支援する人間の目や手作業を介さない完全自動技術を開発する。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し、今後持続可能な DX 時代の AI による次世代型維持管理計画策定手法の構築 を目的とする。

### 2. 研究内容（研究の方法・項目等）

空間・時間・重要情報の重ね合わせによる下記の一元管理する次世代型維持管理計画策定手法を構築する。

表 1	開発内容1（デジタル画像の利活用）	開発内容2（一元的可視化手法の開発）
a.	画像分類AIを用いたひび割れ率の算定法	d. ドラレコ及び加速度計による舗装劣化データ
b.	物体検出AIを用いた道路構造物の検出法	e. 大型車交通量データ
c.	SfMと3D分類法を用いた道路上物体の検出法	f. 道路管理者保有の各種道路プロファイルデータ

### 3. 研究開発環境の整備

《AI 開発環境の整備》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。

《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。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。

### 4. 研究成果

#### (1) AI を用いたひび割れ率の算定法

MCI のひび割れ率の算定について着目し、ドライブレコーダーやアクションカメラ等の一般的な機器と画像処理及び深層学習の組合せにより、MCI に準じた安価かつ高精度なひび割れ率算定手法を構築した。本手法では、ひび割れの検出には、画像分類モデルである ResNet101 を、パッチングの検出にはセグメンテーションモデルである DeepLabV3 を用いることで、ひび割れの平均正答率が約 96%、パッチングの検出における IoU が約 90%と非常に高い精度を得ることができている。図1は道路のひび割れ率の算定例である。

#### (2) AI を用いた路面損傷・道路上物体の検出

ドライブレコーダーやアクションカメラで撮影した動画から、路面の損傷や道路上の物体について、種類、位置と大きさ（矩形領域）を検出する手法を構築した。本手法では、物体検出モデルである Faster R-CNN を用いて、以下のクラス（表2）について物体検出を行える。本研究では、路面動画から抽出し精査した 777 枚の画像で教師データを作成している。作成した教師データを用いて解析した結果、物体検出指標 mAP は 54%と十分な精度が得られている。図2は道路上の損傷および物体を検出した結果である。

表 2	D00	縦方向・車輪走行部	D20	亀甲状ひび割れ	D43	横断歩道の掠れ	D50	マンホール等
	D10	横方向・施工ジョイント	D40	ポットホール	D44	白線の掠れ	D60	パッチング



図 1 ひび割れ率の算定結果

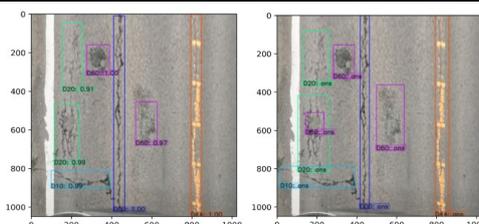


図 2 解析結果

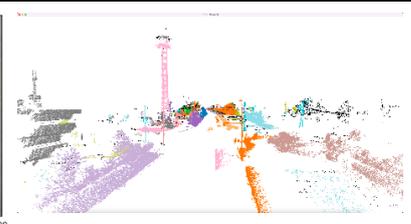


図 3 クラスタリングされた点群

### (3) 3次元点群データの解析手法

国土交通省のMMS (Mobile Mapping System) で計測された3次元点群データやSfM (Structure from Motion) で作成された3次元点群データの解析を行った。まず、MMS や3次元点群の解析環境、平面検出およびクラスタリングを用いた点群の分離や、AI を用いた3次元セマンティックセグメンテーションの手法を提示した。図3は平面検出およびクラスタリングを用いてMMSの点群を分離した結果である。

### (4) GPS・加速度データを用いた平坦性の評価

図4はロガーから得られた加速度データと距離を可視化したものである。図5は加速度データから算出した平坦性を可視化したものである。地点(a)と地点(b)の平坦性値の分布は、幅員の比較的大きい交差点付近の地点(b)の方が大きな平坦性値が分布していることがわかる。

### (5) 商用車プローブデータの可視化

急ブレーキイベント発生データの可視化、交通量データの可視化を示した。急ブレーキイベントはデータ量が膨大なので、ヒートマップで示している。

### (6) AIを用いた道路維持管理システム(AIRMS)

AIRMSは、Webアプリケーションとして開発されており、Chrome、Edge、Firefoxなどのブラウザがあれば、どこからでも利用できるシステムである。AIRMSは、AIやデータサイエンス分野で利用されるPythonを用いて開発されており、本研究をはじめとするAIを活用した研究成果をすぐに取り込めるように設計されている。現在、AIRMSでは以下の機能を実装している。

- 1) 動画ファイルおよび位置情報データから、地図上にひび割れ率を表示
- 2) 速度データを加えて、地図上に道路の損傷を表示
- 3) 商用車プローブデータから、急ブレーキイベント及び交通量を表示
- 4) xROADのAPIキー登録することで、舗装の点検結果を表示
- 5) 3次元点群データを登録し表示

上記のデータの一部については、重ねたグラフとして表示でき、道路の維持管理に役立てることができる。図6はAIRMSによる路面上の物体検出結果の表示例である。

## 5. 今後の展望

現在、設立検討の「長崎県インフラメンテナンス連絡調整協議会」で研究成果である道路劣化計測システムとAIRMSを運用・活用する。さらに、走行車両にGPS加速度ロガーを搭載し、荷重速度や重量に影響しないたわみ応答値(不変特徴曲線)を計測し、FWD/MWDたわみ量と比較検討する。サイバー/フィジカルデータのハイブリッド学習を通して、不変構造特徴曲線を用いた道路舗装の地中の路盤・路床の異常検知システム、最終的には全視野センシングデータを用いたAIによる道路舗装劣化診断法を開発する。

## 6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究は国土交通省社会資本整備審議会道路分科会の議事内容を調査して実施した。本研究成果は道路政策の質の向上に資する内容となっているので、実務へ反映される見込みが高い。

## 7. 主な発表論文

- 1) 古賀掲維, 松田優貴, 寺野聡恭, 佐々木博, 出水亨, 松田浩: 深層学習を用いた舗装面のひび割れ率算定に関する研究, 土木構造・材料論文集, Vol. 38, (2022. 12)
- 2) 寺野聡恭, 松田浩, 佐々木博, 古賀掲維, 西川貴文: スマートフォンを用いた道路舗装の平坦性及びひび割れ率の評価に関する研究, 土木学会論文集F4, Vol. 75(2), pp. 88-95, (2019. 12)

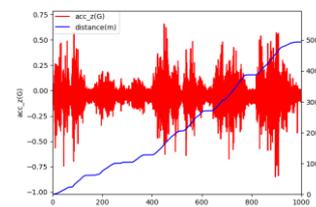


図 4 加速度、移動距離

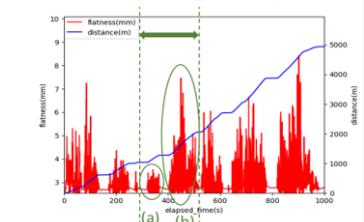


図 5 平坦性

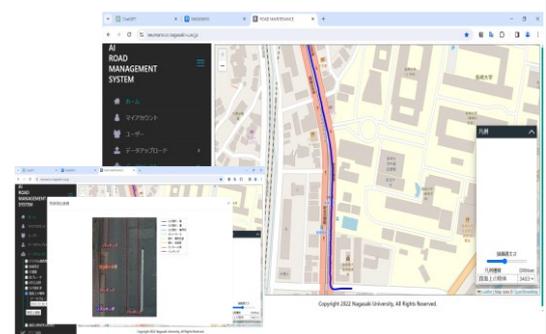


図 6 路面上の物体データ表示例

