

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：10103  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2020～2022  
課題番号：20K04730  
研究課題名（和文）データ駆動型道路アセットマネジメントモデルの構築

研究課題名（英文）Development of a data-driven road asset management model

研究代表者  
有村 幹治（Arimura, Mikiharu）  
室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：40548062  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、地方自治体が管理する道路インフラの維持管理の合理化を目的として生活道路を含む道路舗装の劣化状況をIoTとAI技術により簡便に調査し、その結果をデータベース化する手法を開発した。また自治体の保有するデータを活用することにより、現在および将来の街区単位の詳細な人口分布を推計し、複数の利用目的から道路の重要度を総合的に評価する手法を開発した。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的・工学的意義は、深層学習を用いた画像処理による点検システムによる道路劣化状況データベースの構築、補修リンクと工法の選定、Web-GISを用いたオープン・プラットフォームの構築といった、各種のデータサイエンス手法を市町村管理道路における道路アセットマネジメントモデルに導入することにある。これにより現在まで自治体担当者のカンや経験により定性的に行われていた道路維持管理を、より客観的な定量評価の対象に押し上げ、かつ、その精度を飛躍的に向上させた市町村道路アセットマネジメントモデルを構築することができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a method to easily survey the deteriorating status of road pavements, including those used in daily life, using IoT and AI technologies, and to create a database of the survey results for the purpose of streamlining the maintenance and management of road infrastructure managed by local governments. We also developed a method to estimate the current and future detailed population distribution of each city block and to comprehensively evaluate the importance of roads in terms of the multiple purposes of use by utilizing data held by local governments.

研究分野：土木計画学および交通工学関連

キーワード：道路アセットマネジメント 深層学習モデル

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

我が国では、本格的な少子高齢化社会を迎え国や地方自治体の財政状況が厳しくなる中、高度経済成長期に集中的に整備されてきた道路をはじめとする社会インフラの急速な老朽化に伴い、インフラの維持管理コストの増大が懸念されている。特に市町村道路延長は全国の約 84.1% を占め、効率的な維持管理手法が求められている。しかし、これまでの道路アセットマネジメントは、主として高速自動車国道や一般国道、都道府県道が対象とされており、自治体が管理する市町村道を対象としたものでは無かった。

将来的な人口減少による都市内の移動需要の変化を考慮しつつ、道路を含む都市施設の適切な管理が今後の自治体に求められる。生活道路を含めた道路インフラの維持管理の合理化が進まない理由として、以下 3 つの工学的課題が挙げられていた。

#### (1) 市町村管理道路を対象とした簡便な道路点検システムの構築

道路点検システムについては、昨今、低コスト化や簡易化が積極的に進められているが、従来方法の再現性や点検精度を定量的に評価した研究は少なく、特に生活道路を含む市町村管理道路を全面的に調査し、データベース化まで至った事例は未だ見受けられない。

#### (2) 維持管理サイクルで得られる新観測データの劣化状況推定モデルへの導入

市町村管理道路の点検は通年で実施されていないことが多く、また上記(1)で挙げたデータベースが未整備なこともあり、道路の点検結果を用いた将来劣化状況の推定モデルが構築されていない。また新しく得られた点検結果データを、推定モデルに導入し、精度を高める手法についても検討されていない。将来の道路の劣化状況が推定できたとしても、どの道路に対して、どのような工法を採用すべきか、一意に決めることは困難な課題であった。

#### (3) 汎用性をもつ道路アセットマネジメント用オープン・プラットフォームの構築

データベース・劣化推定モデル・最適化手法が統合化された計画立案環境が未整備であり、自治体が自ら維持管理の優先順位を定量的に決定することは難しい課題であった。

### 2. 研究の目的

深層学習を用いた画像処理による点検システムによる道路劣化状況データベースの構築、機械学習モデルによる将来劣化状況の推定、Web - GIS を用いたオープン・プラットフォームの構築といった、各種のデータサイエンス手法を市町村管理道路における道路アセットマネジメントモデルに導入する。

### 3. 研究の方法

(1) AI 技術による低コスト・簡易な道路点検システムを開発するとともに、モデル自治体を対象に自治体が管理する全路線について調査を実施し、舗装劣化データベースを構築する。

(2) 各種統計データ(国勢調査、経済センサスなど)および、自治体が保有する行政データ(都市計画基礎調査など)から現在・将来の街区単位の詳細人口分布を自動的に計算し、平常時・災害時における道路の利用状況・重要度を推計するツールを開発する。

(3) 上記の手法を統合して、道路の劣化状況と利用面での重要度を総合的に考慮して、対策の優先度に基づき道路を生活道路単位で階層化する手法を開発する。

### 4. 研究成果

#### (1) 生活道路の舗装点検全数調査データの構築と舗装メンテナンス・マネジメントへの応用

膨大な生活道路を管理する市町村において、効果的な舗装メンテナンス・マネジメントを実現させるためには、まず、定量的かつ網羅的な舗装点検を実施し、そのデータベースを活用することが重要となる。本研究では、車載カメラと深層学習モデル(CNN:Convolutional Neural Network)を用いた舗装点検システムを開発し、室蘭市の管理道路 815km を対象とした点検を実現させた。また既存の目視点検や路面性状調査との比較を行い、本システムによるひび割れ評価が十分な精度を有することを示した。次に、室蘭市管理道路の点検データを用いて、舗装劣化箇所のスクリューニングや舗装維持修繕の LCC 推計を試み、これらの結果から、本システムおよび舗装点検の全数調査データの有効性を示した。研究成果は以下となる。

CNN モデルを路面画像に適用し、ひび割れを検出してひび割れ率(CNN 法)を算出した。153 枚のテスト用画像を用いて、従来の手書きスケッチによるひび割れ率(手書き法)を求め、CNN 法との関係を調べた。その結果、両者は、ほぼ 1 対 1 の関係を示し、R2 は 0.82 を示した。

目視点検法との精度比較を行ったところ、正当率は同程度であり、検出率は CNN 法の方が高くなった。また、路面性状調査データを用いて、国交省試験に準じた精度検証を行い、同じ「車両搭載型機器」タイプの既往技術との比較を行った。その結果、本システムでは、目視点検や既往技術と同等以上の精度を有し、かつ劣化箇所の見逃しが比較的少ない点検が可能となることが明らかになった。

本システムを室蘭市の全管理道路 815km に適用し、単年度で舗装点検データベースを構築した。さらに、それを GIS 上に可視化し、舗装劣化箇所を容易にスクリューニングできることを

示した。

上記の舗装点検データベースを用いて、舗装維持修繕のライフサイクルコストの推計(評価期間 100 年)を試みた。その結果、全打換えで年度内の補修可能延長を設定した場合よりも、オーバーレイを2・3回繰り返しの後、打換えを選択し、補修可能延長を延長することで、ライフサイクルコストを削減できることが明らかとなった。

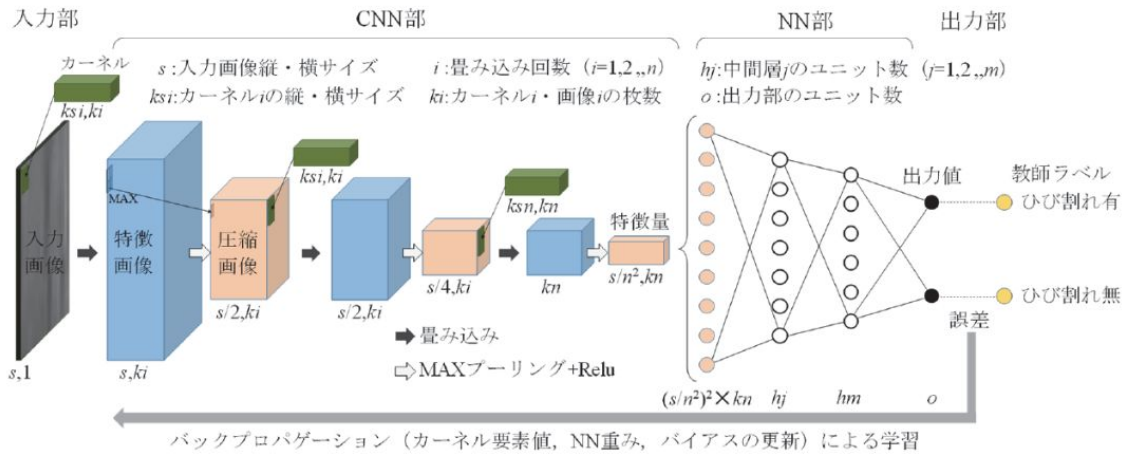


図 . CNN モデルの概要

## (2) 生活道路の舗装修繕トリアージに向けた 舗装劣化箇所の面的抽出手法の構築

生活道路を対象として、近隣住民や修繕効率化を考慮した舗装劣化箇所の面的な抽出手法を構築した。具体的には、舗装点検や住宅立地のデータを用い、舗装ひび割れ率と住宅の空間分布に基づいて修繕対象の優先順位付けを行った。そのために舗装点検データを用いて、ひび割れ率が正の空間的自己相関を有することを明らかにした。次に住宅近接性を考慮した修繕必要度を導入し、ひび割れ率の空間ラグとの関係から優先順位の診断基準を構築した。これを実道路に適用し、舗装劣化箇所がまとまっているエリアが優先的となり、近隣住宅の延床面積が大きいほど優先箇所が一体化することを示した。優先箇所を面的に抽出することにより、住民へのサービス水準向上や修繕の効率化、また修繕費用削減が期待できる。

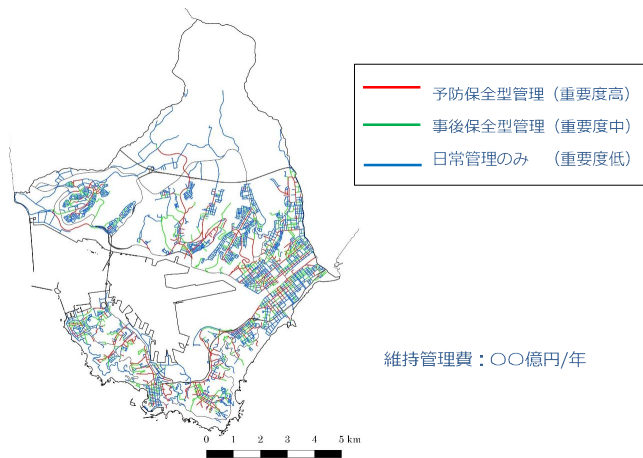


図 . 室蘭市管理道路におけるひび割れ率の分布

優先箇所を面的に抽出することにより、住民へのサービス水準向上や修繕の効率化、また修繕費用削減が期待できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 ASADA Takumi, IKOMA Shigeki, ARIMURA Mikiharu, KAMEYAMA Shuichi	4. 巻 76
2. 論文標題 CONSTRUCTION OF DATABASE BY EXHAUSTIVE PAVEMENT INSPECTION ON RESIDENTIAL ROADS AND APPLICATION TO MANAGEMENT	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_41 ~ I_49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_41	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 ASADA Takumi, KACHI Kota, ARIMURA Mikiharu	4. 巻 76
2. 論文標題 SPATIAL EXTRACTION METHOD OF PAVEMENT DETERIORATION POINTS FOR REPAIR TRIAGE ON RESIDENTIAL ROADS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_85 ~ I_92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_85	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asada Takumi, Ha Tran Vinh, Arimura Mikiharu, Kameyama Shuichi	4. 巻 14
2. 論文標題 A Novel Approach for Urban Road Network Maintenance Plans Using Spatial Autocorrelation Analysis and Roadside Conditions: A Case Study of Muroran City, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 16189 ~ 16189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su142316189	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 可知宏太, 浅田拓海, 有村幹治, 亀山修一
2. 発表標題 沿道住民および道路利用者を考慮した生活道路のネットワークレベル舗装評価
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota KACHI, Takumi ASADA, Mikiharu ARIMURA
2. 発表標題 Spatial Extraction of Pavement Damage using Inspection Database with Car-mounted Camera
3. 学会等名 2021 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 可知 宏太, 浅田 拓海, 有村 幹治, 亀山 修一
2. 発表標題 路面性状評価における目視点検とAI型点検の統合化に関する研究
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会・春大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 可知 宏太, 浅田 拓海, 有村 幹治
2. 発表標題 舗装劣化の空間的自己相関を考慮した生活道路の修繕候補トリアージ方法の開発
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会・春大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	浅田 拓海  (Asada Takumi)  (50634680)	室蘭工業大学・大学院工学研究科・助教    (10103)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------