

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	西尾 真由子
研究機関名	筑波大学
所属部署名	システム情報系
役職名	准教授
研究課題名	複雑多様なリスクに対応する智能化インフラの研究
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では「センシング、機械学習、コンピュータビジョン」といった「智能化」技術による既存インフラ構造物「データ同化・デジタルツイン」の構築に挑戦し、「①劣化損傷認識 AI 構築」「②データ同化デジタルツイン構築」「③リスク性能解析の代替モデル計算基盤構築」を軸として研究を行っている。2022 年度は①で、構造物表面点の座標と RGB を取得する点群が、既存構造物のデータ同化性能解析における「損傷のモデル化」を念頭においた「部材損傷部検知」とその「損傷度評価」タスクに適したデータと考え、実橋梁で検証に用いる点群を取得した。そのうえで、2つのタスクに向けてまず必要となる「形状補間」と「部材認識」に着手し、いくつか適切と考えられる深層学習法の比較検証を行った。この劣化損傷認識 AI は、②デジタルツイン構築で実施している「点群からの有限要素 (FE) モデル構築」と統合することを考え、性能解析に妥当なモデル構築に向けた検証を①②双方で進めている。②ではさらに、画像計測による高密度で分布的なひずみデータを用いる構造部材の FE モデルパラメータ事後分布推定を行い、実際に局所腐食を導入した試験体を用いる実験検証を行い、物理モデルパラメータ推定におけるデータの量と質の関係について一通りの知見を得た。その結果を踏まえて Physics-informed な機械学習によるデータ同化の検討を開始し、特にニューラルネットワークの最適化関数に物理方程式を明示的に入れる Physics-informed Neural Networks (PINN)での片持ち梁振動解析でその基礎検証を開始した。ここでは PINN 物理方程式求解性能を生かした拡張現実 (AR)による可視化にも挑戦している。③では、モンテカルロ計算による橋梁性能解析（対象は地震応答解析、桁端部損傷を有する鋼橋の交通荷重性能解析）のガウス過程回帰ベース代替モデル構築について、転移学習による高効率化、深層カーネル学習への拡張による高次元不確定性の取り扱いを可能として、それらの有効性を示した。