第 22 回 国土技術開発賞 入賞

人工知能による舗装点検の省力化技術

マルチファインアイ

〔受　賞　者〕 福田道路株式会社

〔本稿執筆者〕 福田道路株式会社 技術研究所　所長　田口（たぐち）　仁（ひとし）

以下に，第 22 回 国土技術開発賞に入賞した「人工知能による舗装点検の省力化技術」を紹介します。

1.　はじめに

インフラマネジメントのデジタルトランスフォーメーションは，センサ，カメラ，システム，通信技術を活用することによって，インフラ関連業務の効率化と，インフラ利用者へのサービス向上を図るソリューションである。単に，カメラやセンサ，ロボット，ドローンを利用した点検だけではなく，インフラマネジメントの構築とマネジメントサイクルの効率化が重要であり，結果的には，いかにインフラの長寿命化を図れるかがポイントとなる。

早急なデジタル化と ICT 化の拡充が命題となっている今，画像処理，人工知能（以下，「AI」という），5G などを駆使することによる，インフラマネジメント構築の課題解消のための提案やサービス提供が求められている。

我々は，2015 年より AI による舗装点検技術の開発に着手し，2017 年 12 月の点検業務サービス開始から 2020 年 11 月までに 13 件，約 1,200 km の路面点検業務を行ってきた。

ここでは，AI による舗装路面点検技術の概要（図－1）と，アウトプットの例などを紹介する。

図－1　AI による路面点検技術の概要

2. 点検システムの考え方と概要

表－1に，本システム開発における点検および診断に関する考え方を示す。

開発目的は，「車上からの目視点検」を自動化することにより，路面点検の効率化とコスト削減を実現することにある。実施方法は，ビデオカメラを軽自動車などの車両に取り付け，路面を動画により撮影し，AIを用いてわだち掘れとひび割れの程度を判定するものである。「調査機材調達の容易さ」，「判定において熟練度が不要」など，技術的難易度を低減できることが技術的なメリットである。

本システムの概要は以下のとおりである。

・路面性状測定車による点検では，さまざまな計測機器を搭載した専用の測定車が必要となり，数が限られている。本システムは，現地で調達した車両に市販のビデオカメラを設置するものなので，車両・機材の調達は容易である。
・目視による点検では，目視判定に専門知識や熟練技能が必要であるが，本システムではAIが路面の状態を一定の基準で判断するので，専門知識を必要としないため，多様な人材の活用が可能となる。
・測定車には小型バンを使用しているので，路面性状測定車では入れない生活道路や山道の調査ができることから，市町村道への適用が容易である。
・点検の適用条件は，アスファルト舗装，日中，乾燥路面，走行時速70 km/h以下，GPSを受信できないトンネル内以外としている。

3. AIによる路面損傷の検出方法

AIは，人が見て損傷と識別できることしか検知できない。目で見て，ひび割れと識別できない白い路面や，わだちの深さに濃淡がなく，わだち掘れがあるように見えない路面は，AIにも損傷と検知できない。検出精度を確保するためには，第一に路面損傷が見えるように撮影することであり，次には誤判定を少なくするための損傷判定モデルの改良が重要となる。

動画のわだち掘れとひび割れのAI解析は，学習と運用に分けることができる（図－2）。学習は，AIにあらかじめ，さまざまな道路環境における損傷を覚え込ませ，判定モデルを構築することである。運用は，構築した判定モデルを使って，新規に撮影した路面の損傷を検知し，損傷レベルとしてアウトプットすることである。

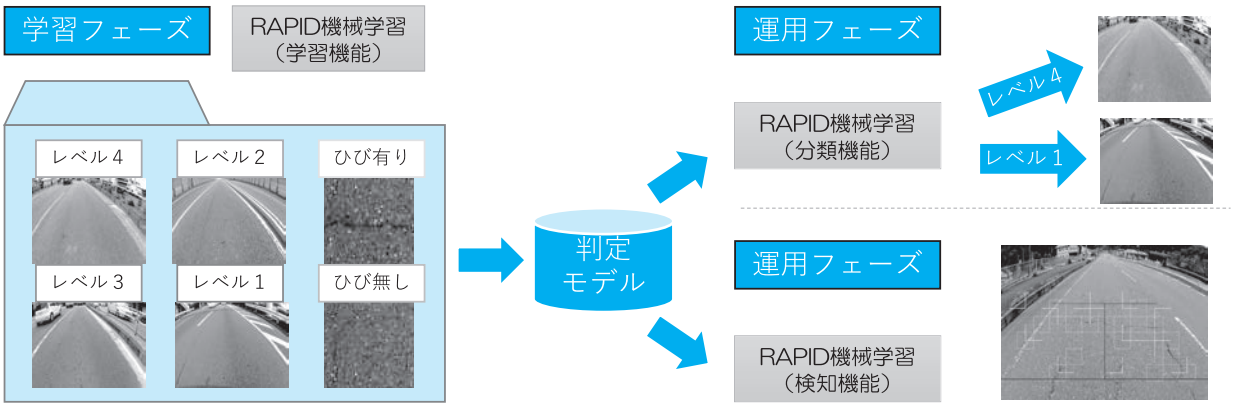
ひび割れの学習では，画像の解析対象部分を細分化し，その箇所ごとにひび割れの有無をひもづけし，判定モデルを構築した。運用では，判定モデルにより，路面の中でひび割れ有りを検知し，解析対象全体に対するひび割れ有り箇所の面積率を算出している。

わだち掘れの学習では，路面画像ごとにわだち

表－1　本システム開発における点検と診断の考え方

項目	考え方	具体的内容
目的	「車上からの目視点検」の自動化による効率化とコスト削減（技術的難易度を下げる）	・調達：点検機材と人材の確保が容易 ・解析：AIによる自動診断
指標	「舗装点検要領」に準拠した3指標	・ひび割れ，わだち掘れ，IRI※
診断区分	・ひび割れ：　0～20・20～40・40% 程度以上 ・わだち掘れ：0～20・20～40・40 mm 程度以上 ・IRI※：　0～3・3～8・8 mm/m 程度以上	・ひび割れ箇所を検知し占有率を算出 ・判定見本と比較して分類 ・別算出しAI診断に追加（AI判定ではない）
特徴	調達しやすい機材で現場測定ができ，専門技術者でなくても診断ができる	・動画による路面損傷程度と位置の把握 ・市販品，リース品の使用，人材活用

※IRI：国際ラフネス指数（International Roughness Index）



図－２　AI を用いたわだち掘れとひび割れの解析システム

掘れ性状値とひもづけさせて学習し，判定モデルを構築した。運用では，対象の画像が学習したなかで最も似通った画像を AI が探し出し，その損傷レベルをアウトプットしている。

4.　路面点検の実施

点検は，対象区間を地図や現地で確認し，路面の動画を撮影する。目安となるものがある場合には，点検区間の起終点は路面にマーキングせず，GPS データで確認している（**表－２**）。

撮影位置は，ビデオカメラ内蔵の GPS で取得するが，それよりも精度の良い高精度測位モジュール（u-blox 社製：**写真－１**）でも計測している。片方の GPS データが欠測になる場合もあり，２データの取得が望ましい。

表－２　点検の実施

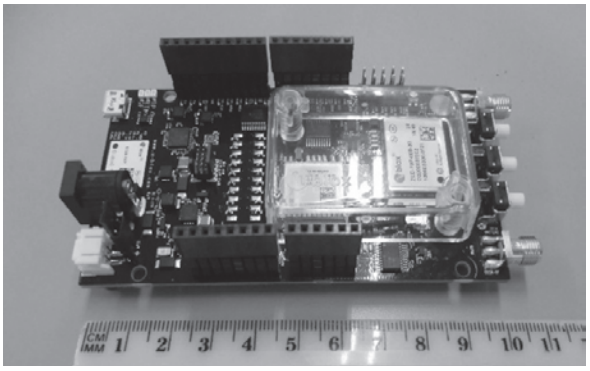
項目	実施方法
事前準備	・調査区間の起終点は地図上などで確認 ・路線番号付き地図で走行手順を立案
撮影	・撮影車両，カメラ，GPS 機材を準備 ・カメラを車のルーフ前方に設置，画角確認 ・IRI 取得の場合はスマホを別途設置 ・天候を確認し 10 ～ 15 時で撮影
解析	・動画調書を作成し，解析区間を GPS 位置か動画時刻を指定して AI 解析 ・結果は２m ピッチ・車線を左右に分けてアウトプット
成果作成	・評価区間ごとに損傷レベルを算出 ・項目は，ひび割れレベル，わだち掘れレベル，パッチング数，IRI ・成果物は結果一覧表（写真帳，地図）

カメラの画角は，下向き・上向きになり過ぎないように設定する必要があり，一度，画像の確認を行う（**写真－２，３**）。撮影時間帯は太陽の位置が高い方が望ましく，10 ～ 15 時程度を目安に行っている。撮影後，AI 解析区間を指定する必要があり，それは，撮影動画のなかで GPS か動画時刻で指定した調書を作成し対応している。

AI の解析結果は，車線の左右２m ピッチでアウトプットされるので，解析区間を 20 m や 100 m などで集計し，ユーザーの要望に応じて帳票を作成している。

成果物としては，点検結果一覧の帳票のほかに，要望に応じ，解析区間ごとの写真帳と地図を作成することができる。アウトプットの事例として，損傷位置とその静止画を確認できる地図について紹介する。

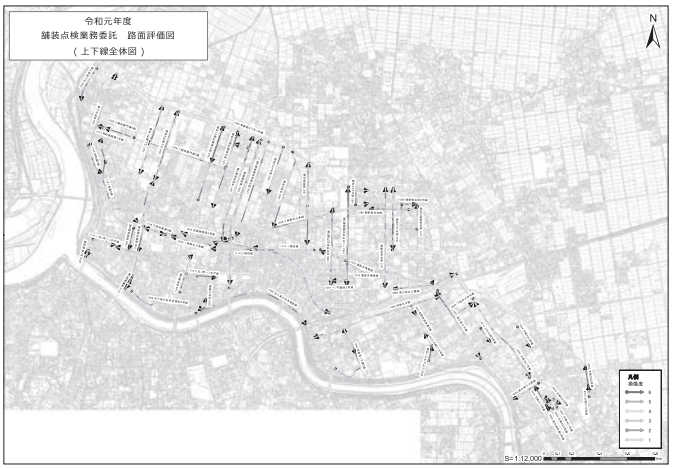
地図には，全体路線図（**図－３**），一区間だけを拡大した路線図（**図－４**）の２種類がある。そ



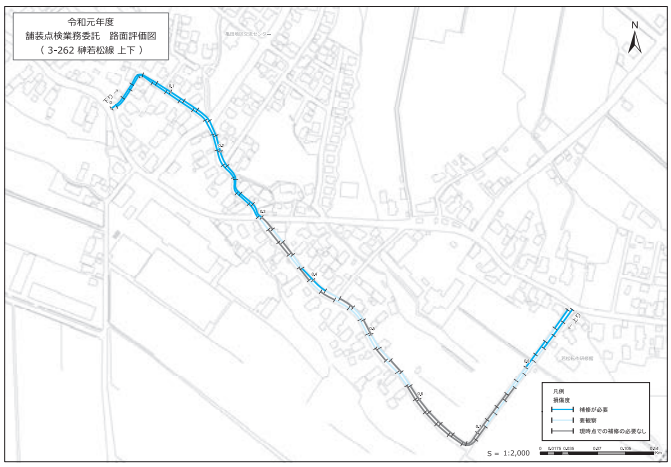
写真－１　高精度測位モジュール（u-blox 社製）

写真－2　計測車両とカメラ設置状況

写真－3　標準的な画角の画像



図－3　損傷レベル色分け全体路線図



図－4　損傷レベル色分け路線図

れぞれ損傷レベルに応じて色を変えて位置を示し，地図上でその地点の静止画をポップアップし確認できるようにした（写真－4）。この画面から損傷位置と状態を把握し，道路補修計画を立案するのに活用することができる。

写真－4　ポップアップ静止画

5.　点検精度

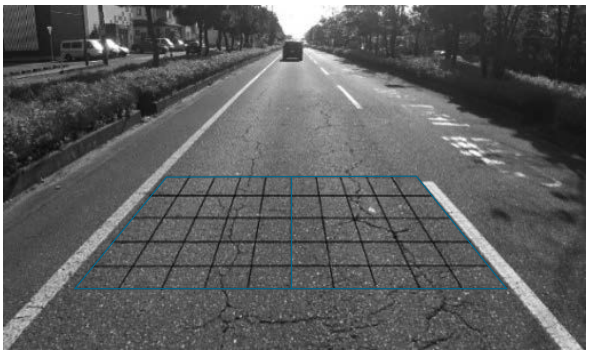
精度は，正解率，検出率・的中率などによって表されており，そのレファレンスとなる正解値にもいくつかの測定法がある。正解値としては，舗装調査・試験法便覧（公益社団法人日本道路協会，平成 31 年度版）による現地調査や，検定を受けた路面性状測定車による方法などがある。

正解値の取得には手間と費用がかかり，検証の対象路線の傷み具合によっては，同じ測定手法であっても精度結果は同じとはならない。どの程度の路面状態のところで検証するかによって，精度の結果は影響を受ける。我々は，学習での教師データは路面性状測定車を用いて取得したが，精度検証は簡易的な方法で行っている。

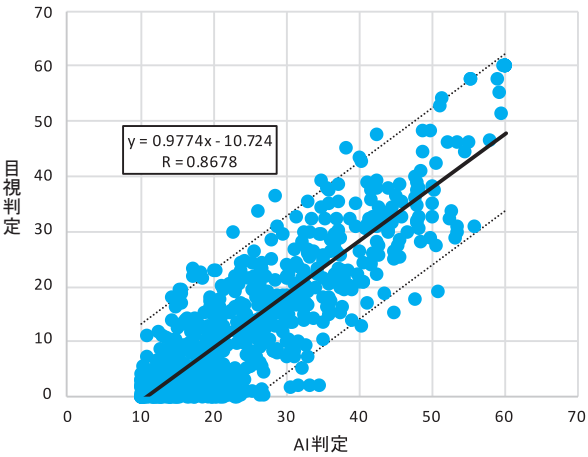
その方法は，動画から 2 m ピッチの静止画を切り出し，その画に判定メッシュを描き，1 マスごとにひび割れの有無を目視によって判定し，ひび割れ率を算出し正解値とするものである（**写真－5**）。

図－5 に，目視判定による正解値と AI 判定値の相関を求めた結果を示す。AI 判定結果は，目視判定の結果と強い相関関係にあることが分かる。画像目視判定値を正解値として，精度を数値化してみると，正解率 70％，検出率：92％，的中率：72％となり，70％程度以上の精度が得られている。

AI による舗装路面点検技術は，人が静止した状態で路面をかなり綿密に見て検出できた損傷を，高い精度で自動検出しているといえる。AI 点検技術は，車上目視点検ではなく，徒歩による目視点検と同程度の方法とみなすことができると考えている。



写真－5　画像目視判定のメッシュ設定例（ひび割れ）



図－5　**AI** 判定と目視判定の相関図

6.　おわりに

路面性状を簡易に把握可能な技術として，AI による舗装点検技術を紹介した。点検を行うだけではなく，点検したデータを道路管理者の修繕計画立案に役立つものにすること，あるいは，舗装修繕時には破損個所の原因推定や詳細調査箇所の絞り込みに役立つものにしたいと考えている。

さらに，舗装破損原因や破損進展の予測モデルを構築し，それを使って道路管理者に役立つ「計画策定支援」システムも一緒に構築することが必要ではないかと考えている。