

# 道東における舗装路面の管理実態と モバイルプロフィロメータ(MPM)の地域実装

Administrative Situations of Pavement Surfaces and Implementation of a Mobile Profilometer in Eastern Hokkaido

北見工業大学工学部 ○正会員 富山和也 (Kazuya Tomiyama)  
北見工業大学工学部 正会員 川村 彰 (Akira Kawamura)  
北見工業大学工学部 正会員 三上修一 (Shuichi Mikami)

## 1. はじめに

近年、社会基盤の劣化や高齢化を背景に、土木構造物の点検とその結果に基づく適切な維持管理が必須となっている。道路舗装においては、平成28年10月に舗装点検要領が制定され<sup>1)</sup>、定期的な路面の点検が必須となっている。ここで、点検とは、舗装の現状を把握する行為であり、一定期間ごとに計画的に実施し、その結果を当該舗装の供用期間中保存する必要がある<sup>2)</sup>。一方、日本の道路総延長の90%以上は地方公共団体により管理されており、今日の社会基盤に対する投資予算の削減傾向から、簡便で効果的かつ効率的な点検技術の需要が高まりをみせている。特に、北海道は、自動車による交通分担率が高く、また積雪寒冷地域の厳しい気象条件から、利用者評価に直結する路面の点検および維持管理ニーズが高く、簡易な路面評価技術の開発は地域における喫緊の課題となっている。

そこで筆者らは、加速度計による簡易な路面計測装置であるモバイルプロフィロメータ (Mobile Profilometer; 以下、MPM) による路面評価システムの開発を進めており、北海道道東の市町村を皮切りに地域実装を目指した研究を行なっている。本論文では、本研究の一環として道東の道路管理者を対象に行なった舗装路面の維持管理に関するヒアリング結果と、MPMの地域実装に向けた取り組みについて報告する。

## 2. 舗装路面の維持管理に関するヒアリング

舗装路面の維持管理に関するヒアリングは、2017年4月に、表-1に示す2地方公共団体を対象に、表-2の内容について個別に行なった。内容ごとのヒアリング結果を以下に示す。

### (1) 全般

#### a) 地方公共団体 A

- 平成17年度に管理計画策定時および平成22年度の計画見直し時に、生活道路を中心に目視点検を実施している。また、平成27年度にも目視点検を実施している。
- 平成26年度から平成28年度にかけ、道路ストックの総点検に伴い幹線道路全路線、路面性状測定車により点検済みとなっている。その結果に基づき、今後地方交付税要求のために補修計画を策定する予定となっている。

表-1 ヒアリング対象

| 地方公共団体 | 人口規模 | 道路管理延長   |
|--------|------|----------|
| A      | 十数万人 | 約2,000km |
| B      | 数万人  | 約600km   |

表-2 ヒアリング内容

| 項目     | 狙い                     |
|--------|------------------------|
| 全般     | 舗装路面の維持管理の現状や問題点等      |
| 重視する損傷 | 維持管理する上で重視する損傷とその理由等   |
| 点検について | 道路パトロールを含む舗装路面の点検状況等   |
| 意識     | 舗装路面を維持管理していく上での計画や課題等 |

#### b) 地方公共団体 B

- 平成25年度および平成27年度に、全路線上りのみコンサルタント会社へ委託し路面性状測定車による点検を実施している。
- 凍上による問題は町内会からの要望として挙げられており、乗り心地の低下や地盤振動等の平坦性悪化による機能不足が問題となる場合が多い。
- MCI (Maintenance Control Index: 舗装の維持管理指数) と乗り心地の実感が合わないことが問題となっている。
- 補修の優先順位としては、路面評価、交通量、路線重要度が挙げられる。
- 郊外での舗装率が80~90%であり、既存の長寿命化対策に加え、新設の対応も残存している。

### (2) 重視する損傷

#### a) 地方公共団体 A

- 亀甲状ひび割れおよびポットホールを重視しているが、維持マニュアルがなく対応に苦慮している。
- 交通量の多い路線では、地盤振動により近隣住宅から苦情が寄せられる場合がある。
- 埋設物復旧後の横断的な補修箇所での縦断方向への損傷が顕著となっている。

#### b) 地方公共団体 B

- 亀甲状ひび割れおよびひび割れの進行によるポット

ホールを重視している。

- ・ 橋梁等構造物前後の横断的な損傷が問題となっている。
- ・ ロードヒーティング箇所での表層剥離が特に重要な問題であり、更新費用が 20 億円と試算されている。

### (3) 点検について

#### a) 地方公共団体 A

- ・ 点検方法は目視ではあるが、点検を分担し失敗した過去の経験から、点検者を固定し個人差を極力最小化しよう努めている。
- ・ 舗装補修の実施根拠として、重要管理路線での定量的な路面性状データの保有を希望している。
- ・ 道路パトロールは、エリアごとに維持業者が毎日、1 ヶ月で担当全路線を回るよう行なっている。また、直営でも不定期で道路パトロールを実施している。
- ・ 幹線道路では、空洞探査や構造調査を実施したいと考えている。

#### b) 地方公共団体 B

- ・ 道路パトロールはエリアに分け毎日実施しているが専門職員ではない。
- ・ 住民から苦情があればすぐに出動する体制をとっている。
- ・ 道路パトロール車には、前方映像撮影用のカメラを装備しており、舗装点検への活用も期待している。
- ・ 技術者不足が顕著であり、平成 30 年度から舗装点検の全面委託を検討している。

### (4) 意識

#### a) 地方公共団体 A

- ・ 平成 30 年度予算で長寿命化計画策定に向け、7 地区に分けて独自の舗装の維持管理に関する取り組みを考えている。
- ・ 気温上昇に伴う融雪により苦情が寄せられることがあるため、基準積雪量 10cm 以下での除雪のタイミングを図ることが難しい。マンホールによる段差は管理責任上、特に注意している。
- ・ 生活道路の排雪を計画的に行う必要があると考えている。

#### b) 地方公共団体 B

- ・ GIS (Geographic Information System : 地理情報システム) を導入しており、道路管理に活用したいと考えている。
- ・ バリアフリーおよび防災の観点から、歩道の路面性状調査を行いたいと考えている。
- ・ 除雪は効果的に行えており、年 1 度は必ず全地域の排雪を行う。
- ・ 公共投資額が膨らんでおり、最適化が喫緊の課題となっている。

### (5) ヒアリング結果の整理

以上より、いずれの地方公共団体においても高頻度に

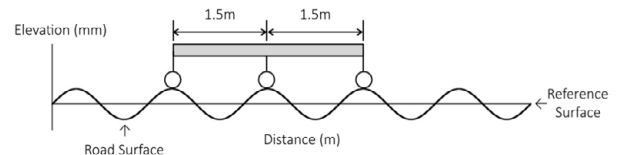


図-1 平坦性  $\sigma$  の測定原理

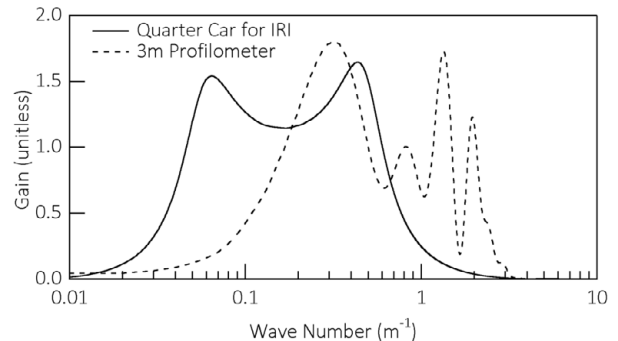


図-2 平坦性  $\sigma$  および IRI 測定原理の波長検出特性

道路パトロールを実施し路面の点検を行っており、舗装の維持管理に対する高い意識が確認できた。一方、点検によって得られるデータは目視による定性的なものであり、個人差や専門技術者不足の問題が生じている。そのため、特に重要路線においては、補修実施の根拠としても定量的なデータの保有を希望していることがわかった。また、重視する損傷としてはひび割れやポットホールであるが、道路利用者からの要望である乗り心地や地盤振動への対応が必須となっている。

### 3. MPM の地域実装に向けた取り組み

路面の点検および維持管理ニーズが高く、簡易な路面評価技術の開発が地域における喫緊の課題となっているが、上記のヒアリング結果からもその必要性および重要性が明らかとなった。本章では、舗装点検要領をはじめ日本国内においても平坦性指標として用いられている IRI (International Roughness Index: 国際ラフネス指数) について概説し、MPM による IRI の測定原理と地域実装に向けた路面点検の試行事例について述べる。

#### (1) 平坦性 $\sigma$ および IRI

日本では、これまで平坦性  $\sigma$  が平坦性指標として用いられてきた。 $\sigma$  (mm) は、1.5m 間隔で計測された想定平坦路面との高低差の標準偏差であり、路面高さ  $d$  (mm) およびデータ数  $n$  より次式で計算できる。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}} \quad (1)$$

3m プロフィロメータによる  $\sigma$  の測定原理は図-1 に示す通りである。

一方、IRI は、規格化された二軸四輪車の一輪を取り出したクォーターカーモデルが、80km/h で走行した際のサスペンションストローク累積値を走行延長で正規化した値である。車体質量 (バネ上) 変位を  $z_s$  (m)、車軸質量 (バネ下) 変位を  $z_u$  (m)、走行速度を  $v$  (km/h)、走

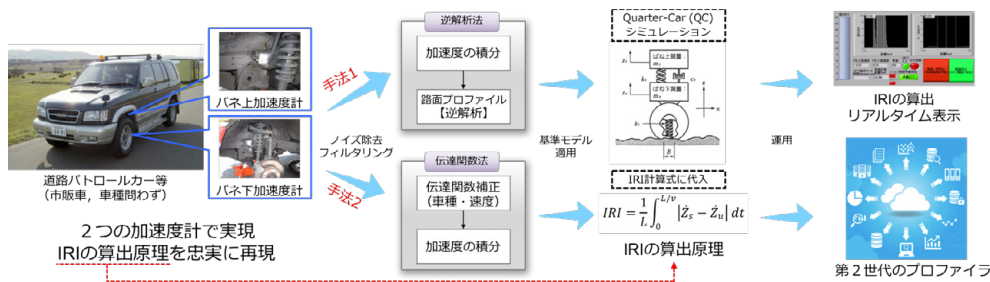


図-3 MPM の概要と測定原理

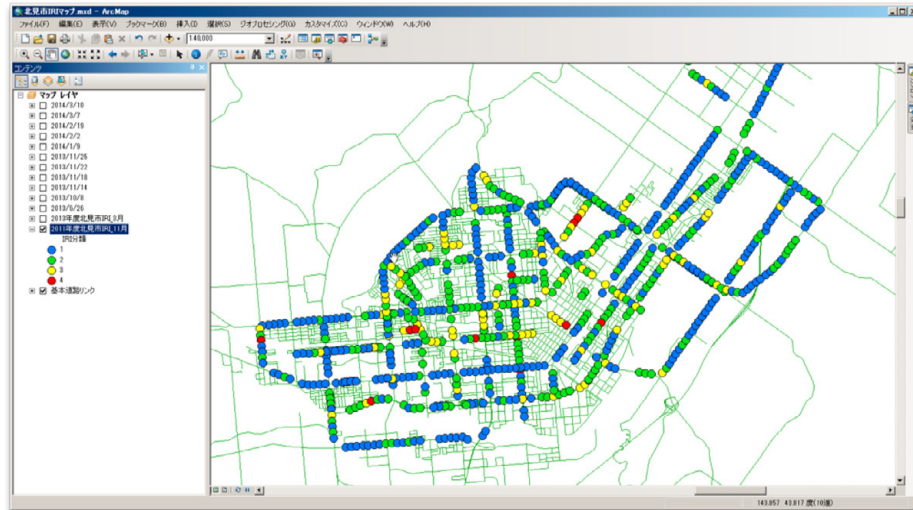


図-4 GIS およびデジタル道路地図を用いた路面平坦性データベースの構築例

行距離を $L$  (km)とすると IRI は次式により求められる。

$$IRI = \frac{1}{L} \int_0^L |\dot{z}_s - \dot{z}_u| dt \quad (2)$$

ここで、 $\sigma$  および IRI の測定に関わる波長応答特性を図-2 に示す。図中、3m プロフィロメータは、国内で普及する 8 輪タイプの装置とした。図より、各指標は異なる応答特性を持ち、3m プロフィロメータでは IRI の算出に必要な路面波長の測定に適さないことがわかる。

## (2) MPM の平坦性測定原理

MPM は、任意の車両のバネ上およびバネ下に設置した 2 つの加速度計から得られた上下加速度データについて、車種および車速依存成分を除去した上で、逆解析や伝達関数により、任意の間隔で IRI を算出する装置である。図-3 に MPM の概要と測定原理を示す。本測定原理は、2 つの加速度計により、実車両上でクォーターカーを再現するため、IRI の計算原理に忠実であり、また、車輪走行軌跡上の平坦性を評価することが可能である。なお、MPM は、IRI 算出方法の分類<sup>3)</sup>において、クラス 2 に分類される路面性状測定車と同等の IRI 測定精度を有することが確認されている<sup>4)</sup>。

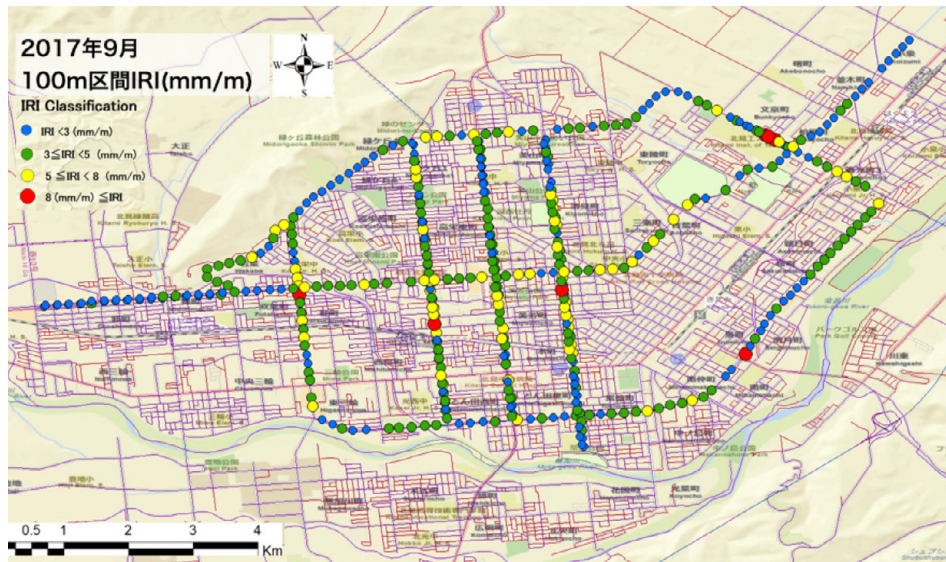
また、MPM は、汎用の CSV ファイル形式で IRI データおよび位置情報を保存し、走行 1km あたりファイルサイズ 1kB 程度である。そのため、得られたデータは GIS との親和性も高く、図-4 に一例を示すように、デジタル道路地図等と組み合わせ、容易に平坦性のデータベースを構築し経年変化を確認することが可能である。

## (3) MPM の地域実装試行例

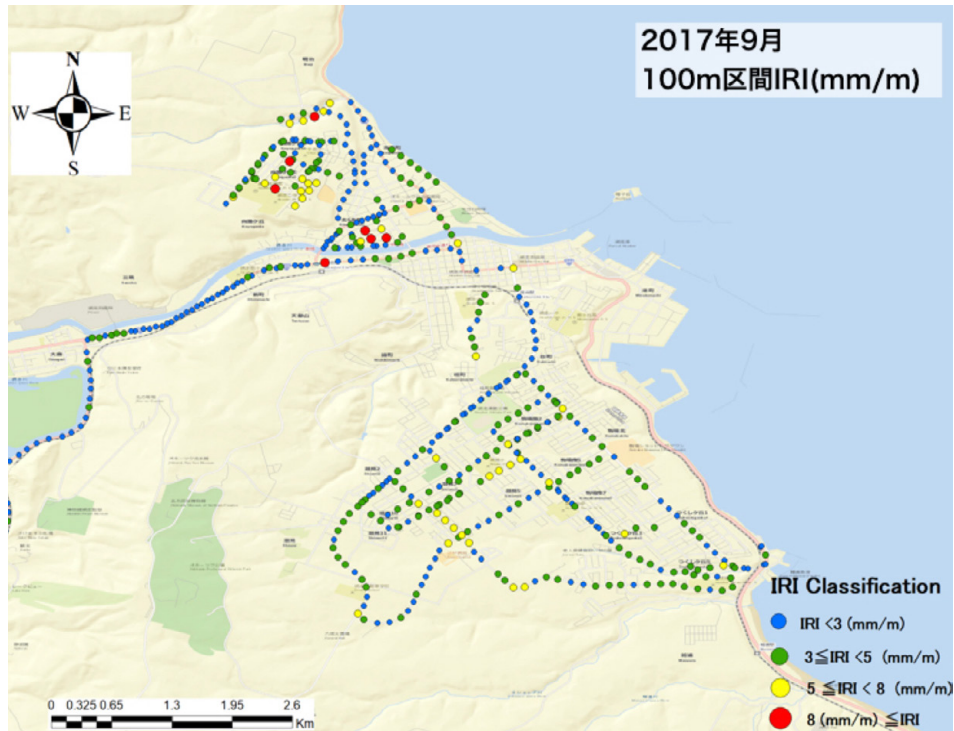
図-5 は、ある地域の IRI について、道路パトロール車を模擬した車両に MPM を取り付け、各地域 4 時間程度の巡回で得られた結果である。図中、IRI は 100m 区ごとに算出したものであり、舗装点検要領を参考に閾値を定めた。図より、短時間で管理ネットワーク内の定量的な平坦性データを得ることができ、効率的な路面点検が可能であった。また、舗装点検要領では、診断区分を 3 段階としており、表層機能保持段階である区分 II は、IRI が 3~8 mm/m 程度と、「新しい舗装」から「損傷を受けた舗装」相当の広い幅を持っているが、MPM を用いることで数値データを得ることができ、効率的かつ効果的な補修計画の立案に寄与するものと期待できる。

## 4. おわりに

社会基盤の老朽化が著しく進行する中、積雪寒冷地域である北海道においては、凍上や融雪期のポットホール出現に代表される路面性状の悪化により、舗装の維持管理に関するニーズが非常に高い。また、各地方公共団体が管理する道路延長も比較的長く、筆者らが行った MPM の地域実装に関する講習会のアンケートによると、路面性状の目視による判断には無理があるとの声も挙げられている。今後、MPM を活用し、地方公共団体においても持続的に運用可能な地域密着型の簡易な路面管理システムを提案していく予定である。



(a) 地域 A



(b) 地域 B

図-5 MPM の地域実装試行例

#### 謝辞

本研究は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」において、地域協働型インフラアセットマネジメント実装に関する研究の一環として実施したものである。また、路面測定結果の整理に際し、北見工業大学工学部社会環境工学科の天池竜輔氏の協力を得た。ここに記し感謝の意を表する。

#### 参考文献

1) 国土交通省道路局：舗装点検要領 平成28年10月，

2016.

- 2) (公社)日本道路協会：舗装点検必携 平成 29 年版，丸善，2017.
- 3) (公社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，丸善，2007.
- 4) Tomiyama, K., Kawamura, A., Nakajima, S., Ishida, T., and Jomoto, M.: A Mobile Data Collection System Using Accelerometers for Pavement Maintenance and Rehabilitation, Proceedings of 8th International Conference on Managing Pavement Assets, Paper No. 142 (CD-ROM), 2011.