

道路維持管理のコスト削減に向けた取り組みについて

～DRIMS NAGASAKI (道路性状の簡易評価システム) の導入～

長崎市役所土木部土木維持課 森尾宣紀

長崎大学大学院工学研究科 西川貴文

1. はじめに

長崎市は、明治22年の市制施行時点における市域面積は推定7km²、人口54,502人であったが、公有水面の埋立や12次に渡る編入合併により拡張を続け、平成28年3月末現在では東西42km、南北45kmに及ぶ面積406.40km²、人口433,729人に達している（図-1）。

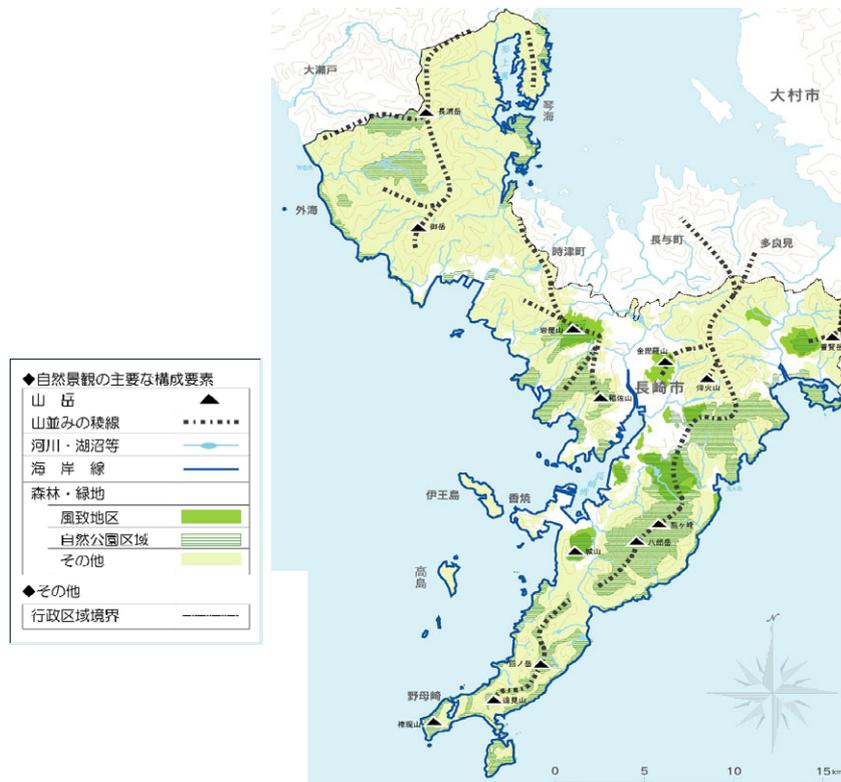


図-1 長崎市の地形（長崎市景観基本計画から抜粋）

(1) 長崎市の道路施設の状況

長崎市が管理する道路施設を表-1に示す。山が多い地形上の制約から、分散した集落を結ぶため、管理する市道の路線数、延長とも多くの施設を管理している。

表-1 長崎市が管理する主な道路施設

市道		橋梁数	トンネル	
路線数	延長(km)		ヶ所	延長(m)
6,324	1,869	927	9	2,408

(2) 長崎市の道路管理の取り組み

これらの道路施設を、市民が安全に使い続けていくために、長崎市では平成 26 年度から長崎大学との連携による安価で持続可能な道路管理の検討を進めている ※。

本稿では、道路舗装の異常個所を早期に発見し、危険を回避するとともに、計画的に舗装の再整備を行うための舗装の劣化度を評価できるシステムとして導入を進めている DRIMS NAGASAKI（長崎市版道路ラフネス評価システム）について紹介する。

2. 長崎市における道路舗装の管理にかかる課題

(1) 道路の異常個所の早期把握

長崎市の地形は、図－1 に示す通り長崎半島の中央部を尾根が走り、斜面地が 70% を占め、ほとんどの平坦地は、明治期以降の埋め立てで形成されている。また、人口増加に対応するため、昭和 40 年代から水路を暗渠化して斜面地へ車を乗り入れできる施策を進め、今日の斜面市街地が形成された。

現在では、暗渠化された水路護岸の老朽化により周辺の土砂が吸い出され、道路の陥没事故が発生するなど、新たな課題となっている（図－2）。



全景



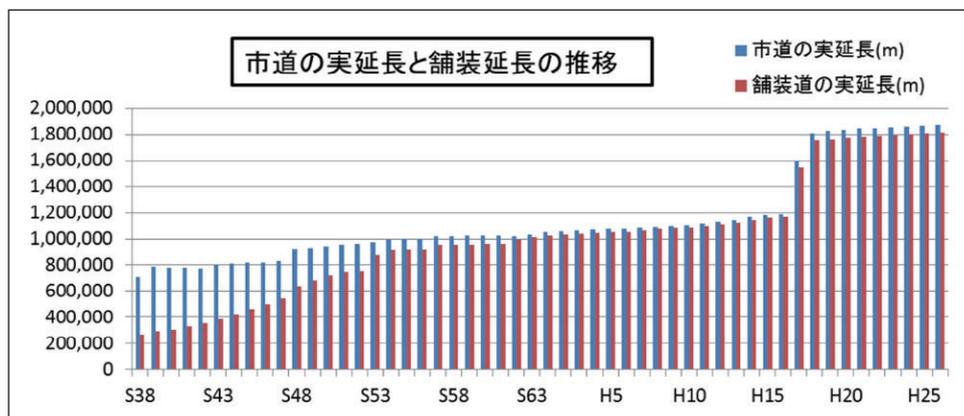
近景

図－2 道路陥没の状況

(2) 長崎市の舗装の整備状況

長崎市の舗装の整備状況を、図－3 に示す。

昭和 30 年代後半から昭和 50 年代前半にかけて舗装の整備が進み、舗装後 20 年以上経過した路線が多くなっている。



図－3 市道の実延長と舗装延長の推移

(3) 老朽化した舗装の再整備

基幹となる道路やバス通りは優先的に再整備を進めてきたが、定量的なデータのもと計画的に整備されてきたわけではなく、点検など職員が目視で舗装の劣化状況を判断し、整備しているのが現状である。

一方、地域に密着した生活道路については、道路パトロールや地域からの要望を受け、担当者が現場を調査して整備路線を決定している。

3. 長崎市における道路舗装の管理の方針

(1) 幹線道路やバス通りの再整備

幹線道路やバス通りは、大型車両の交通量が多く舗装の劣化の進行が速い。そこで、舗装の状態を年次的に定量化して計測することで、劣化度を評価し、長期的な整備計画を策定して計画的に再整備を進める。

(2) 生活道路の再整備

長崎市が管理する生活道路は、舗装後 20 年以上経過した路線が多い。これらの路線の再整備にあたっては、限られた予算の範囲内で、効果的な再整備を行う必要がある。そのため、定量的な評価をもとに再整備の優先度を決定する。

今後効率的に舗装の再整備を進めるためには、道路の舗装の状態を定量化すること、またデータを蓄積して長期的な視野で整備計画を策定することが必要となる。

4. ラフネス評価システムの導入による維持管理コストの削減

(1) 道路ラフネス評価システム「DRIMS」の導入経緯

長崎市では、平成 22 年度と 25 年度に路面の状態（管理基準）を平坦性、わだち掘れ、ひび割れの 3 項目で指標化できる MCI を用いて評価を行った。この調査は、特殊車両を用いることから、費用が高価であり、調査できる範囲や頻度が限られるとの課題があった。そのため、舗装の状態を広い範囲で頻繁に調査して、評価できるシステムの導入が課題であった。

一方、長崎大学の西川貴文助教などの大学等研究者で組織されるコンソーシアムは、JICA の海外協力事業などにおいて道路性状の簡易評価システム「DRIMS」(Dynamic Response Intelligent Monitoring System) の実用化を進めている。本システムは、安価に導入が可能で、職員が日常利用している公用車で業務の傍らデータを蓄積できることから、長崎市においても道路の状態を把握するために、平成 26 年度から DRIMS の導入に向けた試験点検を行い、平成 28 年度末運用開始を目標に現在共同研究を進めている。

(2) DRIMS の概要

「DRIMS」は、走行する車両の加速度応答から路面のラフネスを国際ラフネス指数 IRI (International Roughness Index) によって評価するシステムである。DRIMS の特徴は、任意の車両を利用して管理者自身の手によって簡便な操作で即時的にラフネスを取得でき、なおかつ安価であることである。同システムは、東京大学橋梁研究室が開発し、現在は東京大に加えて京都大、長岡技科大、長崎大の研究チームと JIP テクノサイエンス株式会社を中心となった技術コンソーシアム「DRIMS Consortium」によって産学連携で開発・社会展開が進められている。

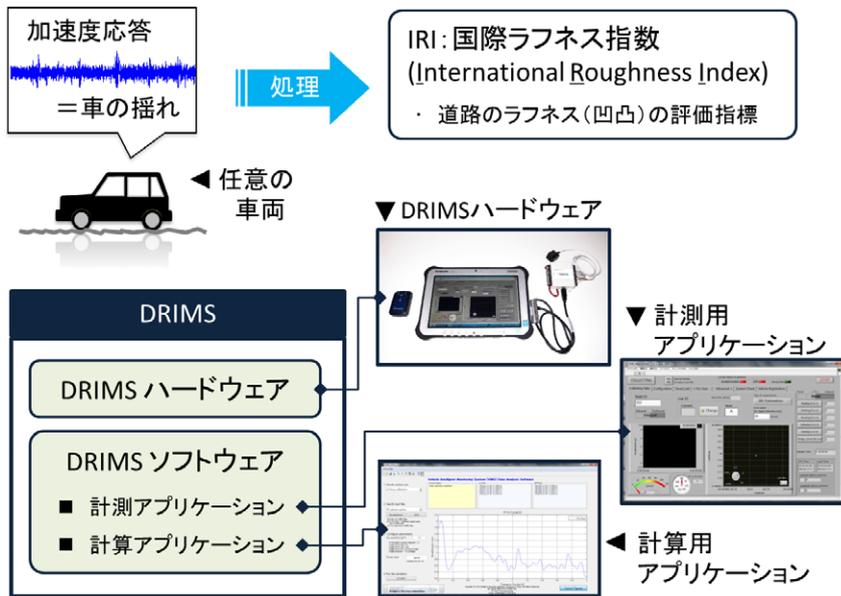


図-4 車両応答を利用した道路モニタリング



①GPSユニット (Bluetooth/USB接続)

②PC (Windows OS)

③加速度計測ユニット (加速度計+AD変換モジュール, USB接続)

図-5 DRIMS ハードウェア

(3) DRIMS NAGASAKI の要求仕様

現在進めている共同研究では、市から大学側に対してシステムの機能と使用性に関する要求仕様を提示し、大学側は要求される仕様に対してシステムを更新するなど、長崎市の道路の状況にあった扱いやすいシステムの構築を進めている。

従来の DRIMS について、長崎市の道路管理の状況を踏まえ、次の要求仕様を設定している。

表-2 長崎市の要求仕様

	従来の DRIMS の仕様	DRIMS NAGASAKI の要求仕様
①評価単位距離	任意 (100m、160m、200m)	20m、100m
②計測車両	車種は問わない (軽車両は実績なし)	軽車両 (公用車)
③走行速度	20 km /h ~ 100 km /h	60 km /h 以下
④出力結果の表示方法	区間の代表点表示	各区間で帯状・識別表示
⑤道路上構造物の位置情報	位置を記録可能 (可視損傷など特異箇所として)	位置を表示・記録 (橋梁・マンホール・軌道交差)

① 評価距離

従来の DRIMS では、IRI の評価距離として一般的な 100 ~ 200m を区間単位としている。IRI は、評価区間における路面のラフネスを平均化した指標値であり、評価区間長よりも短い距離の路面プロファイルを評価することは難しい。すなわち、評価区間の全線が平均して状態が悪いのか、区間中の一部が極端に悪いのかは、従来の評価距離では識別できない。

長崎市の道路の補修単位を考えると、20m 程度の区間で路面の変状を検出するためのラフネス評価指標が必要である。

② 計測車両

道路の管理業務に使用している軽車両を用いることで、日常業務の中でデータを取得できる。

③ 走行速度

長崎市道の制限速度は、60 km /h 以下となっており、低速時の精度を高める必要がある。ただし、

渋滞時のように 20 km/h 未満で走行速度の変化が著しい場合は、車両の動的応答から路面のラフネスを評価することが困難である。低速走行時のデータの取り扱いを定めることで信頼性を高める。

④ 出力結果の表示方法

長崎市では、局所的な評価ができるように評価距離 100m に追加して 20m の 2 ケースを設定している。評価結果を地図上でわかりやすく表示するために、評価路線を区間毎に帯状で色分け表示し、視覚的に路面のラフネスを識別できるようにした。

⑤ 位置情報

従来の DRIMS では道路構造物の位置情報は用いられないが、市道の場合、マンホールや橋梁、路面電車の軌道など、IRI 値に影響を与える因子が多数ある。これらの影響が含まれた評価値から路面の劣化・変状を識別するためには、道路構造物の位置を把握する必要がある。管理路線上の道路構造物の位置情報は予め GIS データとして得られており、これを利用することで、より厳密な経年劣化の状況把握が可能となる。

5. DRIMS NAGASAKI の適用性の検証と試験運用

(1) 市道管理への適用性の検証

DRIMS の市道管理への適用性を検証するために、試験路線を設け、公用車を用いて実運用を想定した試験走行を行った。IRI の推定精度を検証するために、DRIMS に利用実績のある車種の車両を対象として IRI 推定値を比較した結果を図-6 に示す。試験路線全体における各車両の IRI 推定値の差は平均して 1.68mm/m となった。IRI の指標値としての分解能を考慮すると十分に適用可能であると考えられる。また、図-6 からわかるように、傾向としては概ね同様の推定結果が得られており、ネットワークレベルのラフネス評価への適用性が認められる。

一方で、市道管理において重要な短区間のラフネス評価精度に関しては、同図より、基準車両の推定値が公用車の推定値よりも大きくなる区間とその逆の区間があることが見て取れる。また、IRI が小さい区間では各車両間の IRI 推定値の差が小さくなり、IRI が大きい区間では IRI 推定値の差が大きくなる傾向が認められた。これらのことから、試験走行の結果における車両間の IRI 推定値の差異には、試験路線の横断方向の路面プロファイルの影響が含まれることが考えられる。今後、既存の IRI 評価手法では実用面で困難な横断方向の路面プロファイルの評価の可能性も含めて、さらなる検証を進める。

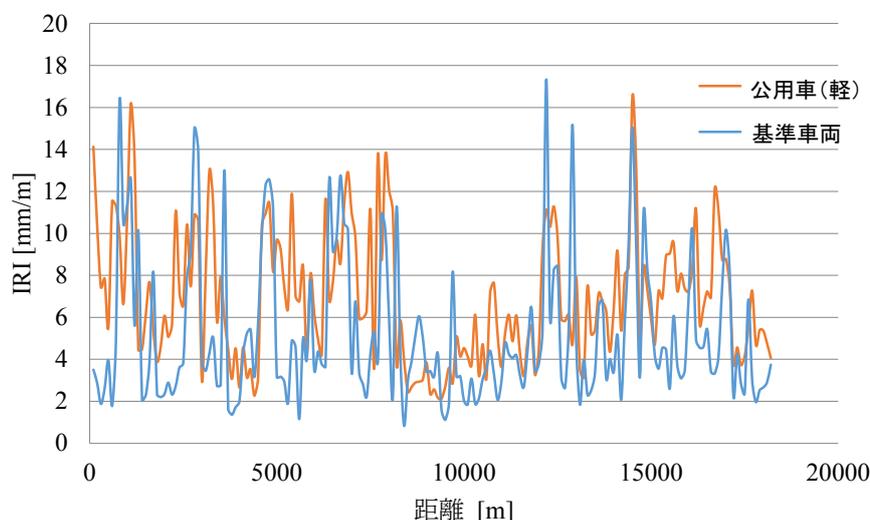


図-6 実運用を想定した試験走行における IRI 推定精度検証

(2) 長崎市管理道路における DRIMS NAGASAKI の試験運用

これまでに管理路線で計測した IRI 評価結果の一部を図-7に示す。評価の妥当性について検証したところ、再整備した路線は6未満の値を示し、それ以上の値を示す路線は、20年以上経過した路線となっている。また、現場調査による職員の経験にもとづく評価結果にほぼ適合しており、舗装の状況は十分把握されているものと考えている。

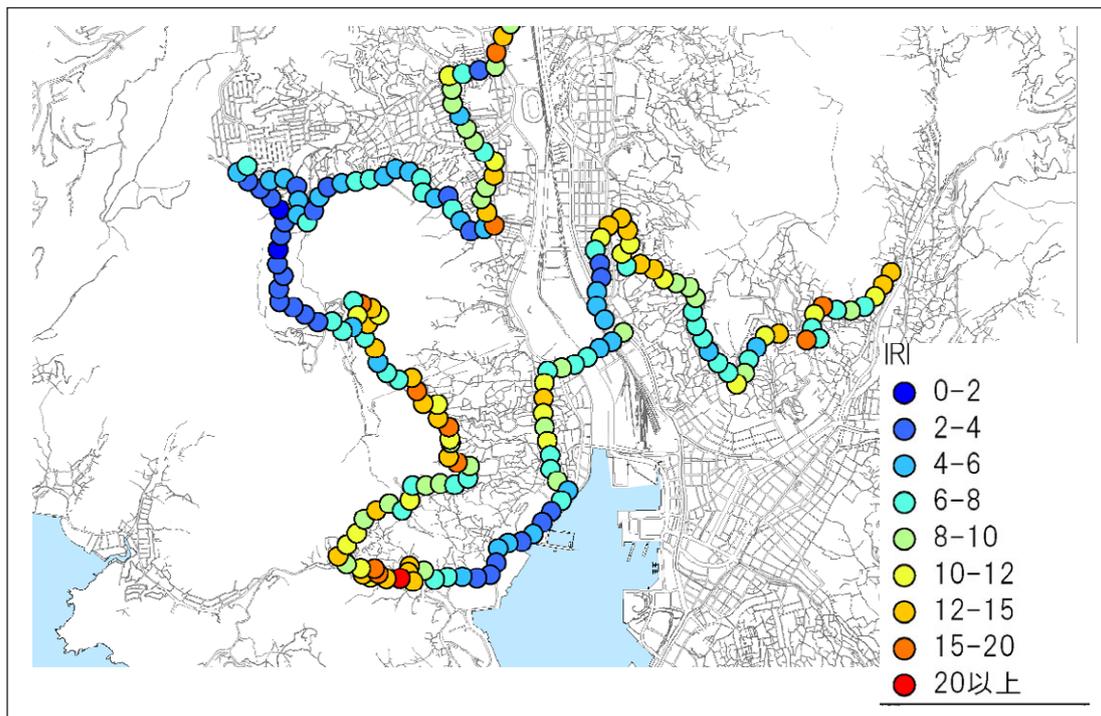


図-7 DRIMS による試験路線の IRI 推定結果

6. おわりに

平成 26 年から平成 27 年にかけて行った共同研究では、DRIMS NAGASAKI の適用性が認められた。また、職員の目視による舗装の劣化状況と DRIMS による IRI 評価結果も概ね同様の傾向であった。

平成 28 年度からは、全ての市道のデータを取得し、舗装の状況を把握するとともに、大型車両の交通量や地形条件、舗装の種類など路線毎の特徴に応じた舗装の劣化曲線を評価して整備計画を策定したいと考えている。

今後、道路の老朽化に伴い維持管理にかかる費用は増大することが考えられる。また、管理する職員も削減傾向にあり、これまで通りの管理体制では市民が安全に道路を利用できなくなるのではないかと危惧している。

市独自の取り組みでは限界があることから、地域の大学や県、隣接市町との連携した取り組みを進めて道路の適正な管理に努めていきたいと考えている。