

冬期路面管理の高度化に関する実践的研究*

A Practical Study on Sophistication of Winter Road Management

高橋尚人**・徳永ロベルト**・浅野基樹**・石川信敬***・岡村智明****

By Naoto TAKAHASHI**・Roberto TOKUNAGA**・Motoki ASANO**・Nobuyoshi ISHIKAWA***・Tomoaki OKAMURA****

1. はじめに

積雪寒冷な地域では、冬期における道路交通機能の確保は重要な課題である。北海道では、冬期路面管理の効率性向上のため、道路管理者に気象情報と路面凍結予測情報を提供する冬期路面管理支援システムを試行運用している。システムは、逐次改善しながら試行運用しており、平成19年度冬期には、情報提供対象路線と地点の追加、地図の操作性の向上などのインターフェースの改良を行った。

更に、当研究所では、冬期路面状態の定量的評価と冬期路面管理の業績測定に活用するため、路面のすべり抵抗値を連続的に測定可能な連続路面すべり抵抗値測定装置を導入しており、平成19年度冬期から、路線のすべり抵抗値の分布を WebGIS 上に表示する取り組みを開始した。本稿では、これらの取り組み状況について紹介する。

2. 冬期路面管理支援システムの試行運用状況

2.1. システムの改善

冬期路面管理支援システムは、平成19年度冬期で試行運用の開始3日目となる。当該年度に取り組んだ変更等は以下の通り。

1) モデルの改善

構築した路面温度推定モデルの精度 (RMSE) は 2°C 程度であったが、沿道構造物の影響 (沿道構造物による日射等の遮蔽と沿道構造物の長波放射) を考慮できるようにモデルを改良し¹⁾ (図1、式(1)~(3))、更に、観測データの蓄積により、反射率 (アルベド) や車速等のパラメータ値を精査して運用したところ、路面温度の推定精度は、1.2°Cに向上した (図2)。

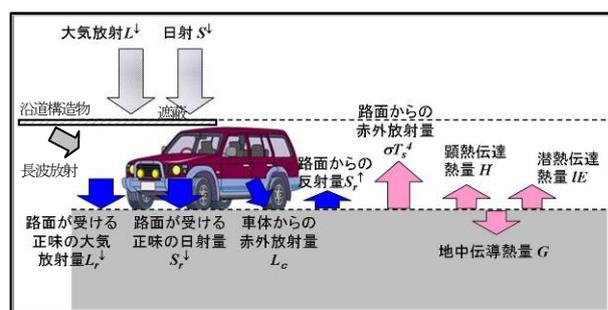


図1 路面温度推定モデルの概念図

$$R^{\downarrow} = \sigma T_s^4 + H + IE + G \quad (1)$$

R^{\downarrow} : 路面への入力エネルギー [W/m²]

σ : ステファン・ボルツマン係数 (5.67×10⁻⁸W/m²K⁴)

T_s : 路面温度 [K]

H : 顕熱伝達熱量 (顕熱フラックス) [W/m²]

IE : 潜熱伝達熱量 (潜熱フラックス) [W/m²]

G : 地中伝達熱量 (地中熱フラックス) [W/m²]

$$R^{\downarrow} = S_r^{\downarrow} - S_r^{\uparrow} + L_r^{\downarrow} + L_c \quad (2)$$

S_r^{\downarrow} : 路面が受ける正味の日射量 [W/m²]

S_r^{\uparrow} : 路面での反射量 [W/m²]

L_r^{\downarrow} : 路面が受ける正味の大気放射量 [W/m²]

L_c : 自動車の車体からの赤外放射量 [W/m²]

$$L_r^{\downarrow} = (1 - \phi) L_r^{\downarrow} + \phi L_{strc}^{\downarrow} \quad (3)$$

ϕ : 遮蔽率 (沿道構造物で天空が覆われている割合)

L_{strc}^{\downarrow} : 沿道構造物等からの長波放射量 [W/m²]

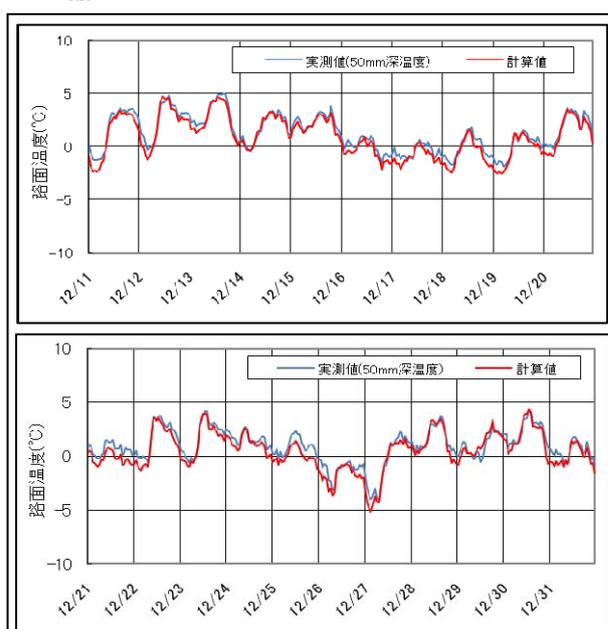


図2 路面温度計算結果例 (上:平成19年12月11日~20日、下:平成19年12月21日~31日)

*キーワード: 冬期路面管理支援システム、路面凍結予測、情報提供

**正員、(独) 土木研究所 寒地土木研究所

(札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号、
TEL.011-841-1738、FAX.011-841-9747)

***北海道大学 低温科学研究所

(札幌市北区北19条西8丁目、
TEL.011-706-6892、FAX.011-706-7142)

****(財) 日本気象協会北海道支社ソリューション部

(札幌市北区北4条西23丁目、
TEL.011-622-2244、FAX.011-622-8398)

2) 対象路線の追加

一般国道 231 号を対象に、線的な凍結予測情報の提供を開始した。当該路線では、平成 18 年度冬期から、地点での凍結予測情報を提供していたが、検証データの蓄積とともに、サーマルマッピング調査データの蓄積によって、線的予測を行うのに必要な路面温度分布パターンの情報を得られたためである。

また、平成 19 年度冬期より道路テレメータ・データが一部利用可能になったため、凍結予測情報を提供する路線（地点）を追加した。

3) 道路テレメータ・データの活用

道路管理者が設置している道路テレメータのデータを一部利用できるようになった。このことによって、道路テレメータが設置されている区間では、新たな設備投資なしで情報提供対象地点を追加することが可能となった。今後は、道路テレメータ・データの利用を拡大し、道路テレメータの設置が疎な区間などに観測機器を補足的に設置することで情報提供対象路線を拡大する予定である。

4) 地図表示と地図操作性の改善

道路管理者・維持請負業者の使用している PC 画面サイズに対応し、地図ウインドウを主に横方向に拡大した。また、地図は 3 段階で表示倍率を切り替え、地図をドラッグして表示位置を変更できるよう改良した。

2.2 システムの利用状況

図 4 にシステムのアクセス数の推移を示す。試行運用を開始した平成 17 年度冬期には約 10,000 件、平成 18 年度冬期は約 22,000 件のアクセスだったが、平成 19 年度冬期には、過去二冬を上回る約 27,000 件のアクセスがあった。平成 20 年 3 月のアクセス件数が少なかったは例年になく温暖だったためと考えられるが、1 月と 2 月にはアクセス件数が月 1 万件に達した。冬期路面管理作業を行う上で、判断材料の一つとしてシステムの利用が定着したと考えられる。

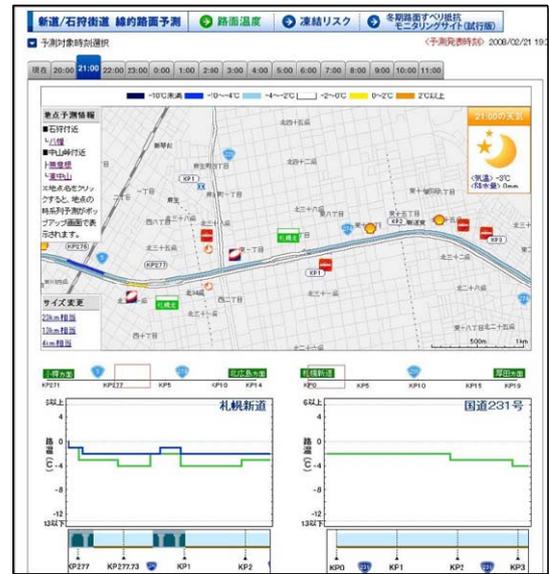


図 3 路面温度予測画面

3. 冬期路面すべり抵抗モニタリング

3.1 連続路面すべり抵抗値測定装置の導入

冬期における路面管理は、目視による路面状態の判断を基に行っている。しかし、目視判断には、正確な判別が難しい路面や判断の個人差があることから、客観性・的確性に問題が残る。路面状態を客観的・定量的な指標で表すことができれば、凍結防止剤散布などの冬期路面管理の効果を定量的に計測し、評価することが可能になると考えられる。

そこで、当研究所では、路面のすべり抵抗を連続的に測定することができる“連続路面すべり抵抗値測定装置”（Real Time Traction Tool : RT3）（写真1）を導入し、冬期路面の客観的・定量的なモニタリング手法について研究を行っている。この装置は、測定輪を車両進行方向に対して約2度の角度を与えることで発生する横力（すべり抵抗値）を測定する。すべり抵抗値（Halliday Friction Number: HFN）は、横力無負荷状態を0、乾燥路面状態を100とし、その間を100等分した値である。

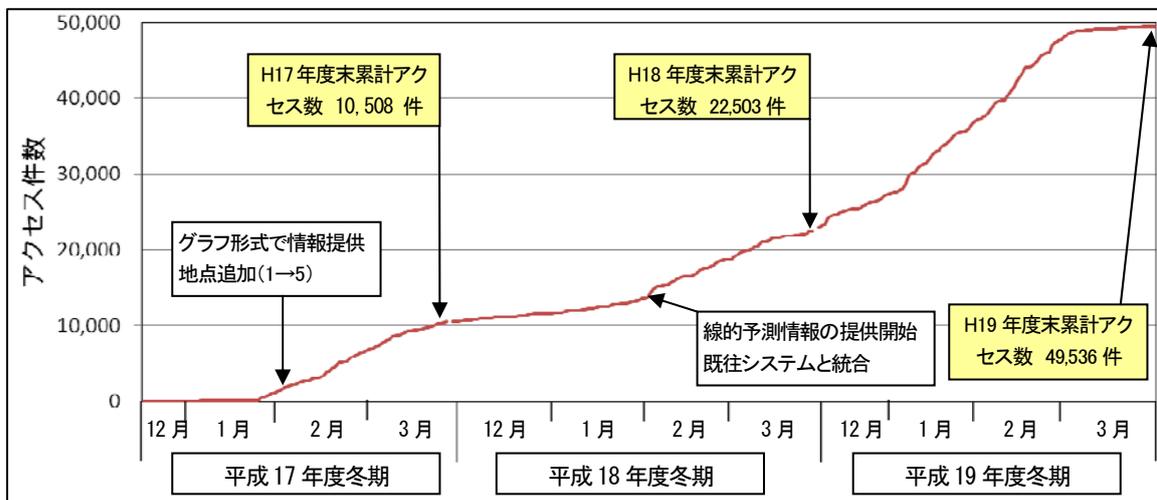


図 4 冬期路面管理支援システムのアクセス数の推移



写真1 連続路面すべり抵抗値測定装置

当該装置は、測定輪に制動をかける必要がなく、走行しながら、一般の交通の支障とならずに路面のすべり抵抗値を連続的に測定できることが特徴である。測定したすべり抵抗値は、走行中にリアルタイムに確認できるほか、時刻や測位データ等とともに外部記録装置（GPS ロガー・パソコン等）に記録することもできる。

当該装置を用いることで、時間的・場所的なすべり抵抗値の変化を仔細にとらえることが可能である（図5）。

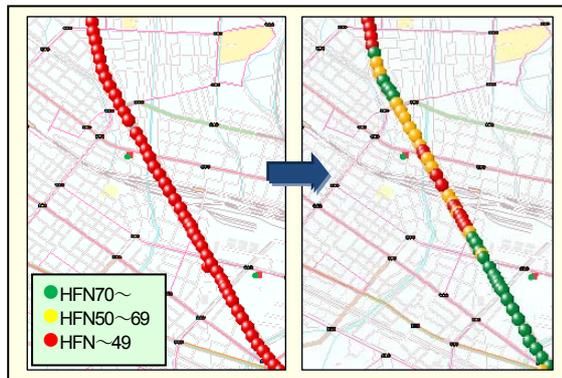


図5 すべり抵抗値の測定例
（時間経過に伴うすべり抵抗値の変化状況）

3.2 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイトの試行

平成19年度冬期より、すべり抵抗値の測定結果を国土地理院の電子地図（電子国土Web）²⁾上にプロットし、インターネットを介して道路管理者への情報提供を開始した。電子国土WebのプラグインをインストールしたPCであれば、PCを操作して、サーバーに蓄積された測定結果を任意に選択し、当該測定時のすべり抵抗値の分布状況を任意の倍率、任意の区間で表示し、確認することができる。すべり抵抗値は0.1秒間隔、整数値で記録されるが、閲覧しやすさを考慮して、5秒間隔、3段階（HFN49以下、50～69、70以上）に色分けして表示している（図6）。

現在は、測定（走行）後に、記録装置に記録されたデータを回収・処理してから測定結果をアップロードしており、掲載まで約1日を要している。今後は、道路パトロールから戻った時点ですべり抵抗値の分布状況を確認できるように掲載までの時間を短縮すること、更には、測定データを無線で送信して、リアルタイムですべり抵抗値の分布を表示し、事務所の職員等が確認・作業指示をできるようにすることを目標にしている。

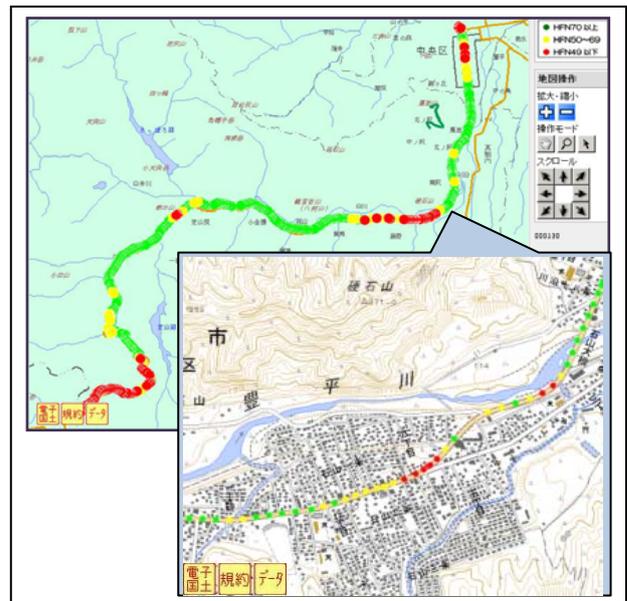


図6 冬期路面すべり抵抗モニタリングサイト

4. 冬期道路マネジメントの試行

4.1 冬期道路管理の業績測定について

冬期路面管理支援システム、冬期路面すべり抵抗モニタリングサイトは、冬期道路管理を行う上で有用な情報を提供するツールとなっている。しかし、それらの冬期道路管理における効果を評価することは簡単ではない。例えば、凍結予測情報は、凍結防止剤の散布の適正化に資するものであるが、凍結防止剤の散布が適正に行われたかどうかを散布量だけで評価することはできず、散布による路面状態の変化や、交通特性等を把握することによって初めて評価が可能になると考えられる。

図7は、事業等の一連の活動とその結果・成果の流れを表すロジックモデル³⁾を用い、冬期道路管理のロジックモデルを表したものである。

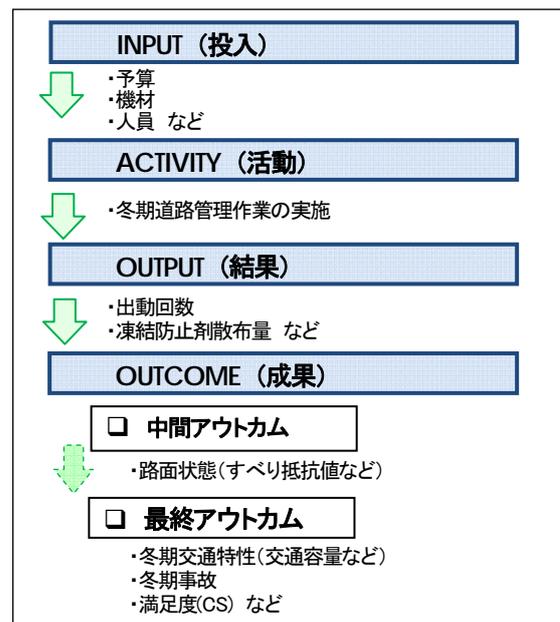


図7 冬期道路管理におけるロジックモデル

道路行政においては、国民の視点に立ち、より効果的、効率的かつ透明性の高い道路行政へと転換を図るため、平成15年度より事前に数値目標を設定し(Plan)、施策・事業を実施(Do)、達成度の評価(Check)を次の行政運営に反映(Action)する“道路行政マネジメント”⁴⁾に取り組んでいる。冬期道路管理についても例外ではなく、その業績を測定(Performance Measurement)し、評価することでマネジメントサイクルを構築することが必要である。

4.2 冬期道路管理の業績測定の試行

一般国道230号線札幌市内を対象に、平成19年12月から平成20年2月までの40日間(2往復/日)、連続路面すべり抵抗値測定装置を用いてすべり抵抗値を測定した結果をもとに図7に示したロジックモデルを用い、業績測定を試行した(図8)。一路線のみの試行、一部不備なデータ、年度や蓄積年数が不揃いなデータがあり、他の路線との比較や経年的な評価等はできないが、定量的なデータを用いて冬期道路管理の業績測定が可能である。

5. まとめと今後の課題

冬期道路管理の業績測定をより正確に行うには、データの質の向上とデータの種類・量を増やすことが必要で

ある。構築を進めている冬期路面管理支援システム等の他に、道路管理者がすでに構築し、利用しているデータベースやシステムもあるため、今後、これらの集約も念頭に置いてデータの質・量を充実させ、冬期道路管理の業績測定に活用していきたい。

また、データの比較や集計結果をわかりやすく示すためにGISを活用したマネジメントツールを構築し、冬期道路管理の高度化に取り組む予定である。

参考文献

- 1) Naoto Takahashi, Roberto A. Tokunaga, Motoki Asano and Nobuyoshi Ishikawa : Road Surface Temperature Prediction Model Taking into Account the Effects of Surrounding Environment, TRB 87th annual meeting, 08-1445
- 2) 電子国土ポータル、
URL: <http://portal.cyberjapan.jp/index.html>
- 3) 龍慶昭, 佐々木亮一:「政策評価」の理論と技法, 多賀出版, 2000年9月
- 4) 国土交通省道路局: 道路行政マネジメント,
<http://www.mlit.go.jp/road/management/about.html>

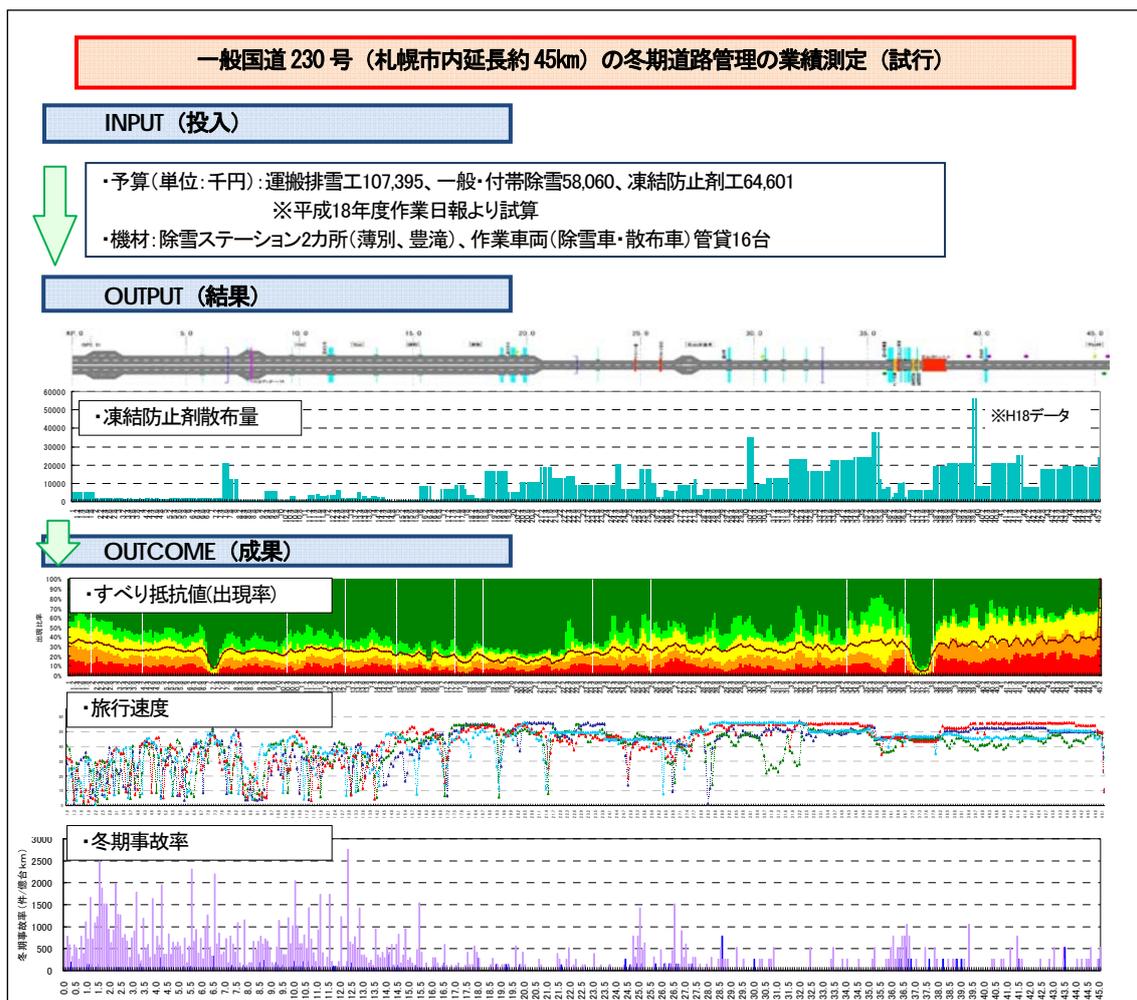


図8 ロジックモデルを用いた一般国道230号の冬期道路管理の業績測定(試行)