

冬期路面管理支援システム構築に関する実践的研究（続報）*

A Practical Study on Developing Winter Maintenance Support System (Subsequent Paper)*

高橋尚人**・徳永ロベルト**・浅野基樹**・石川信敬***・川上俊一****

By Naoto TAKAHASHI**・Roberto TOKUNAGA**・Motoki ASANO**・Nobuyoshi ISHIKAWA***・Shuniti KAWAKAMI****

1. はじめに

積雪寒冷な地域では、冬期の降雪や気温の低下によって雪氷路面が出現し、冬期渋滞や冬型交通事故の原因となっている。道路管理者は凍結防止剤の散布などの冬期路面対策を講じているが、事前に路面温度の変化や路面凍結の発生を予測することができれば、冬期路面管理をより効率的・効果的に実施することが可能になると期待される。

当研究所では、道路管理者、気象事業者等と連携し、道路管理者に気象予測情報、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」の構築に取り組んでおり、平成17年度冬期よりシステムの運用を開始している。

平成18年度冬期においても、情報提供内容及びインターフェースの改良、既往システムとの統合などの改善を進めながらシステムを運用しており、本稿では、システムの改善・運用状況の紹介と当該システムの利用状況等について報告する。

2. 冬期路面管理支援システムの概要について

冬期路面管理支援システムは、札幌市内の国道を対象に、平成17年度冬期から運用を開始した¹⁾。図-1にシステムの概要図を示す。システムの概要は以下のとおりである。

①気象観測（現地及び気象機関）

路面温度及び路面状態を予測するため、気象観測を行っている。現地では気温や風速を計測し、また、気象機関からは日射量、雲量、湿度といった観測データや気象予測情報を入手している。

②路面温度観測

路面温度計算のため、舗装の維持修繕等の作業を考慮の上、舗装路面に路面温度センサーを設置している。

③データの集約

現地観測で取得した気象データ、路面温度データはデータロガーに記録される。当該データはNTT回線で、また、気象機関からのデータは専用回線を介して冬期路面管理支援システムのサーバーに集約される。

④予測情報の作成

集約された気象及び路温データをもとに、路面温度及び路面状態予測情報を作成する。

路面温度予測は、熱収支法を用いて通過車両の影響を考慮した路面温度推定モデルを大学との共同研究により開発し²⁾、路面状態は、路面上の水の収支から路面状態を推定する水収支モデルを構築した。

⑤予測情報の発信

作成された路面温度及び路面状態予測情報は、気象予測情報とともにインターネットを介して道路管理者及び維持請負業者に配信される。情報の更新は1時間毎で、道路管理者及び維持管理請負業者向けの情報発信であるため、パスワードによってアクセスを制限している。

3. 冬期路面管理支援システムの改善について

冬期路面管理支援システムの運用開始当初はテキストのみで情報を提供していたが、道路管理者へのヒアリング結果を踏まえて逐次改良を加えながら運用した。平成18年度にも、道路管理者の要請を踏まえた改良、また、予測モデルの改良等を行っており、以下にその概要を紹介する。

(1) 路面温度推定モデルの改良

構築した路面温度推定モデルは、実測より低く路面温度を推計する傾向にあった。その一因として、沿道構造物からの長波放射を考慮していないことが考えられたため、当該モデルに沿道構造物等の影響（沿道構造物等による遮蔽と沿道構造物等からの長波放射）を考慮する改良を加えた。また、現地に長短波放射収支計を設置して下向き長波放射量を観測した。改良の結果、推定誤差は全日平均で1.5℃、昼間（6時～17時）平均で1.4℃、夜間（18時～翌朝5時）平均で1.7℃向上した³⁾（表-1）。

*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道路気象グループ
(札幌市北区北4条西23丁目、
TEL.011-622-2237、FAX.011-640-2381)

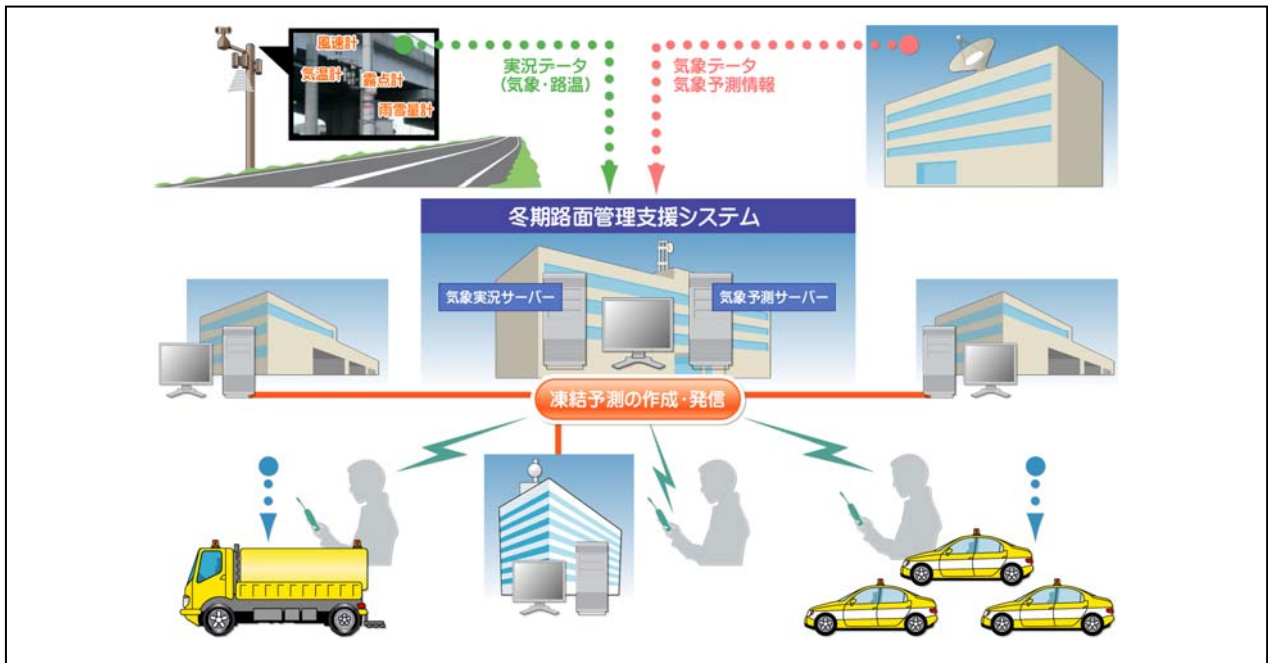


図-1 冬期路面管理支援システムの概要

表-1 路面温度推定精度の検証結果

	全日		昼間		夜間	
	改良前	改良後	改良前	改良後	改良前	改良後
12月	3.2	1.3	3.5	1.7	2.8	0.7
1月	3.4	1.5	3.7	1.9	3.1	1.2
2月	3.8	2.7	4.5	3.4	3.1	1.8
3月	3.8	2.7	4.6	3.6	2.8	1.3

(2) 線的予測の実施

平成17年度は路線の各“地点”での予測情報を発信していたが、平成18年度からは路線での予測情報を発信している(図-2)。具体的には、サーマルマッピング調査から路面温度の分布パターンを作成し、天候・時間帯別にそれを適用することで路線の温度分布を把握する手法を構築した。



図-2 線的路面温度分布(路面温度マップ)

(3) 既往システムとの統合

道路管理者向けのシステムとして、降雪予測情報等を提供する「道路管理支援システム」が別途運用されていた。システムを統合して欲しいという要望があり、古くから運用され認知度が高かった「道路管理支援システム」にトップページを統合した。

システムの統合により、システムのアクセス数が大幅に伸びた(詳細は後段で紹介)。



図-3 冬期路面管理支援システムのトップページ

4. システムの利用状況とアクセス数

システムの構築・運用は、道路管理者・請負業者の評価を聞きながら行っている。また、システムの有用性を

確認する上でアクセス数は重要な指標である。以下に、システムの利用状況とアクセス数について紹介する。

(1) システムの利用状況（道路管理者からの聞き取り）

冬期路面管理支援システムの利用状況について、道路管理者・維持業者から聞き取った主なコメントを紹介する。なお、インターフェースや操作性についての改善要望があった場合、対応可能なものは逐次システムに反映するように努めており、本稿での紹介は割愛する。

①閲覧状況について

- ・天候が不安定なときは、1時間毎にチェックしている（特に夕方から朝方5～8時）。
- ・天候が安定しているときは、日に2～3回程度。
- ・夕方か、気温が+1℃を下回るときによく見ている。
- ・天候が大荒れの場合は、体制が確定するので逆に利用しない。

②冬期路面管理作業への活用状況について

- ・凍結防止剤散布作業の参考として利用している。
- ・パトロールに出動する時間の判断材料としている。

③今後の改善の方向性・期待について

- ・凍結防止剤の散布によって、散布後の（路面状態の）予測値が変わるのが望ましい。
- ・今後は今以上に、管理作業について説明責任が求められるので、その際の根拠として積極的に利用してほしい。



写真－1 道路管理者・維持業者からのヒアリング

(2) アクセス数

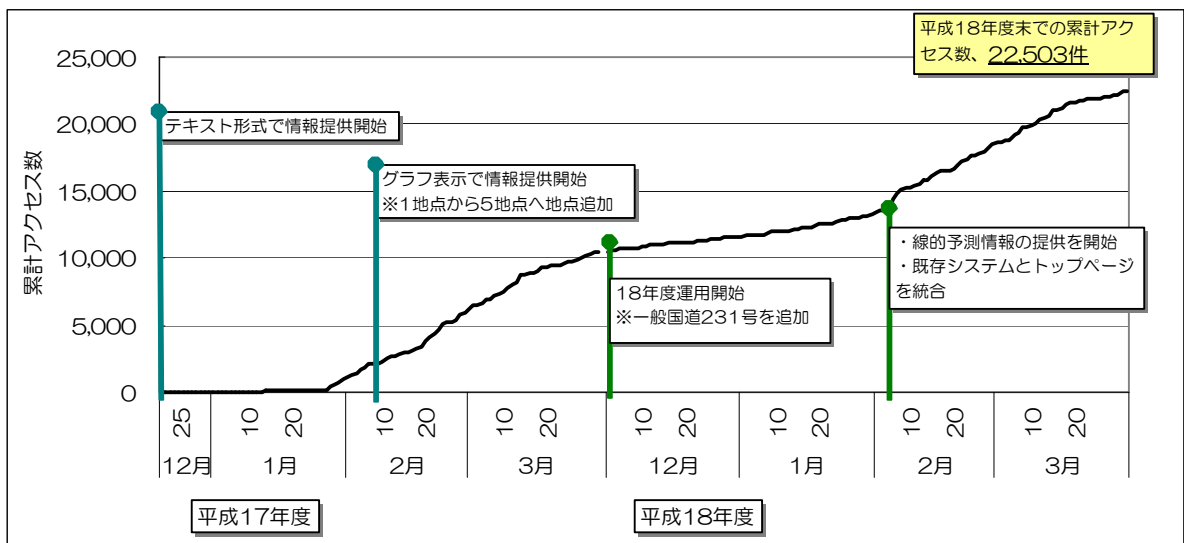
表－2にシステムの運用・主な機能追加の経緯、図－4にアクセス数の推移を示す。運用開始直後は認知度が低かったためと思われるが、アクセス数の伸びが低調だった。徐々に浸透してきたのか、平成18年1月下旬以降は着実にアクセス数が伸びるようになった。

平成18年度運用開始当初は、暖冬の影響かアクセス数はあまり伸びなかったが、平成19年2月に、①既存システムとトップページを統合、②線的な予測情報の提供を開始、したことを契機にアクセス数がかなり伸びるようになった。

道路管理者にとってより必要性の高い情報（線的な予測情報）を提供できるようになったこと、システムを統合したことで情報へのアクセシビリティが向上したこと、の効果と考えられる。

表－2 システムの運用・主な機能追加の経緯

日付	対応内容	対象路線
H17/12	システムの運用開始 テキスト情報のみを提供	札幌新道 (1地点)
H18/2	・予測結果を図形(グラフ)で表示 ・情報提供地点数を追加	札幌新道 (5地点)
H18/12	・18年度冬期の運用開始 (画面は平成17年と同じ) ・情報提供対象路線を追加 (一般国道231号札幌市北区篠路と石狩市八幡)	札幌新道 (3地点) 一般国道231号 (2地点)
H19/2	・既存のシステムと統合し、降雪予測と凍結予測を行う「冬期路面管理支援システム」として運用 ・札幌新道を対象に線的な予測を開始	札幌新道(線的な予測+3地点の予測) 一般国道231号 (2地点)



図－4 冬期路面管理支援システムのアクセス数の推移

平成 18 年度末時点での累計アクセス件数は 22,503 件に達した（一時、アクセスログ消失トラブルあり）。システムの閲覧者は道路管理者関係者（主に道路事務所の維持担当者）と請負業者で、請負業者は当日の担当（当番）が主に見るので閲覧者数は実質 50 名に満たないことを考えると、システムはかなり頻繁に利用されるようになったと理解している。

5. まとめと今後の課題

冬期路面管理支援システムを二冬に亘って運用し、道路管理者のシステムに対するニーズを聞き取りながら逐次改善を加えることで、より「利用される」システムになりつつある。しかし、道路管理者のニーズに十分答えられていない事項もあり、引き続き、より有用なシステムとなるよう改善していくことが必要である。以下に、今後の展望を記す。

①適用の拡大

平成 18 年度冬期には、札幌新道での線的予測情報提供の他、一般国道 231 号線を対象にした予測情報の提供を開始するなど、徐々に適用を拡大しているところである。引き続き、道路管理者のニーズの高い路線から逐次導入を進める予定である。

②予測精度の向上

路面温度推定モデルの精度については、モデルの改良によって一定の実用的レベルに達したと考えているが、他方、路面状態の推定手法については改善の余地がある。引き続き、予測手法と情報提供方法について検討していくことが必要である。

③シミュレーション機能の追加

路面凍結予測情報に対して凍結某材散布等の対策を講じた場合、路面状態がどのように推移していくのかシミュレーションできる機能を追加することで、道路管理者の作業実施判断をより積極的に支援するシステムにすることが可能と考えている。

欧米で開発が進められている MDSS (Maintenance Decision Support System) では、推奨する対策や代替案を提示するものもあり⁴⁾ (図-5)、これらも参考に我が国の冬期路面管理に適した機能を追加していきたい。

冬期路面管理担当者にとって、より参考となる情報を提供できるよう、予測精度の向上をはじめ、引き続き、道路管理者と密接に協議を重ねながら道路管理者・請負業者にとって、有用かつ使いやすいシステムとなるよう、システムの改善を進める予定である。

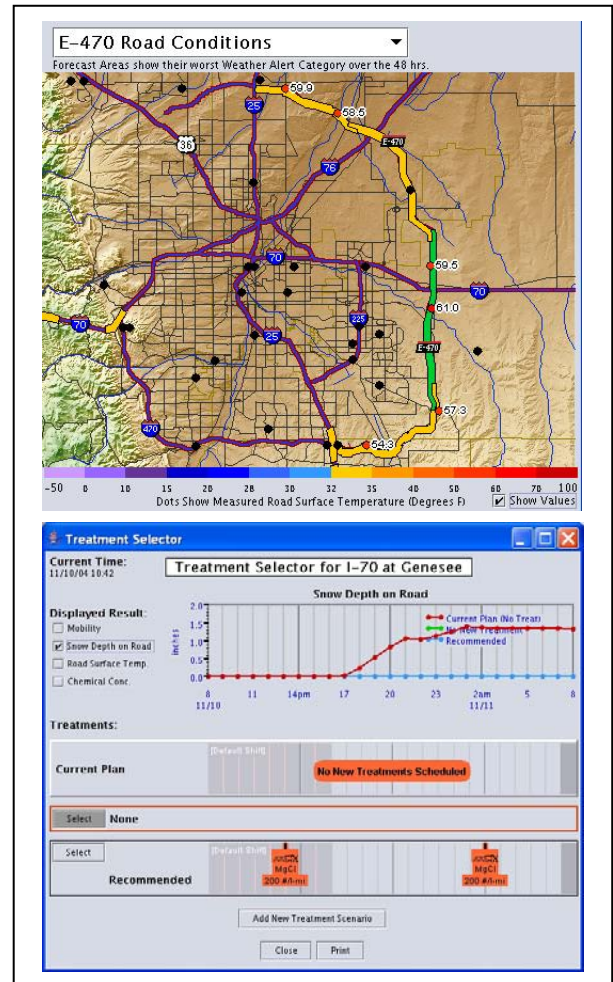


図-5 F.H.W.A (Federal Highway Administration) で開発中の MDSS

参考文献

- 1) 高橋尚人、徳永ロベルト、浅野基樹、石川信敬、川上俊一：冬期路面管理支援システム構築に関する実践的研究、土木計画学研究・講演集 vol.33 CD-ROM、2006
- 2) Naoto Takahashi, Roberto A. Tokunaga, Motoki Asano and Nobuyoshi Ishikawa : Toward Strategic Snow and Ice Control on Roads: Developing a Method for Surface-Icing Forecast with Applying a Heat Balance Model, TRB 85th annual meeting, 06-2067
- 3) 高橋尚人、浅野基樹、石川信敬：沿道構造物の影響を考慮した路面温度推定モデルの構築について、寒地技術論文・報告集 vol.22 pp153-158、2006 年
- 4) Paul A. Pisano, David L. Huft and Andrew D. Stern: Deployment of Maintenance Decision Support Systems for Winter Operations, 11th AASHTO-TRB Maintenance Management Conference Transportation Research Board American Association of State Highway and Transportation Officials Federal Highway Administration, Transportation Research E-Circular No. E-C098, 2006