

# 冬期道路の性能向上技術と性能評価・マネジメントについて\*

## Study on Performance Improvement Technology and Performance Measurement/Management of Winter Road Maintenance\*

浅野基樹\*\*・高橋尚人\*\*\*

By Motoki ASANO\*\*・Naoto TAKAHASHI\*\*\*

### 1. はじめに

冬期道路の性能は、除雪などの冬期道路管理水準、体制及び技術等に依存する。出動後の性能は、それらによって一義的に左右されることが多い。また、その他に冬期道路の性能を左右するものとして、的確な冬期道路管理作業等の開始、適用する技術の選択及び道路利用者の行動選択等があり、そのための意思決定支援システム(MDSS)も冬期道路の性能を左右する重要なファクターである。

本論文では、諸外国の事例も含め、冬期道路管理のMDSS、冬期道路性能に係るアウトカム向上のための性能評価及びマネジメント手法について論じるものである。

### 2. 冬期道路管理の意思決定技術

#### (1) 世界の意思決定及び情報技術研究

2010年2月にカナダ・ケベック市で開催された第13回PIARC国際冬期道路会議におけるトピック3(冬期道路情報システム)では、道路気象及び道路状況の監視・観測に係るセッション(Session T3-1)、道路気象及び道路状況の予測に係るセッション(Session T3-2)、維持管理業務の意思決定システム(MDSS)に係るセッション(Session T3-3A, 3B)及び車両側からの情報システムに係るセッション(Session T3-4A, 4B)が設けられた<sup>1)</sup>。

それらのセッションのうちT3-1では、画像データを用いた路面状態識別技術、連続すべり摩擦係数測定による路面分類に係る研究及び移動観測車両の画像データによる情報システムに係る研究、T3-2では、メッシュの道路気象予測リアルタイム提供技術に係る研究、夜間凍結予測システム、視覚的な分かりやすさを考慮した道路気象予測システムに係る研究及び道路気象予測と地理情報を統合したシステムに関する研究が発表された。

\*キーワード: 冬期道路管理、性能評価、マネジメント

\*\*正員、博士(工)、(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1-34、

TEL:011-841-5198、E-mail:m-asano@ceri.go.jp)

\*\*\*正員、博士(工)、(独)土木研究所寒地土木研究所

冬期道路管理業務の意思決定に係るセッションのT3-3A, 3Bでは、米国陸上交通気象情報システム(Clarus)に係る発表、道路状態と維持管理状況と利用者情報を一元管理するシステムに関する研究、冬期道路のITS的ソリューションに関するプロジェクトに係る報告、米国14州共同の冬期道路維持管理作業リアルタイム情報システムに係る発表、凍結深・融解期間予測に係る研究、道路気象・作業状況情報を統括し道路網を監視するプロジェクトに係る研究、凍結防止剤供給管理システムに係る事例および除雪車位置情報を利用した除雪工区の弾力的な運用に係る研究が発表された。

また、車両側からの情報技術に関するセッションT3-4A, 4Bでは、DSRCのITS技術を活用したプローブ情報による冬期道路管理の高度化に関する研究、除雪車位置監視システムに係る研究、プローブカーデータをによる道路気象予測改善に係る研究、移動気象観測に関する研究、及び道路利用者への道路状況・道路気象提供システムに係る研究が発表された。

#### (2) 諸外国の代表としての米国のClarusの例

諸外国の意思決定支援システム(MDSS)は冬期道路気象情報の収集・提供から始まったと考えられる。そこで、まずその代表例として米国の米国陸上交通気象情報システム(Clarus)について簡単に紹介する<sup>2)</sup>。

的確なタイミングによる道路維持管理は特に冬期道路維持管理業務の防御的で事前な実施において重要である。

そこでこれまで約20年にわたり共同的研究を実施した。1980年代後半から1990年代前半にかけて米国の第一期SHRP計画(Strategic Highway Research Program)においてRWIS(道路気象情報システム)と凍結防止技術に関する研究が行われ、FHWA(米国連邦道路庁)がそれらを支援している。その結果、道路維持部隊と気象関係者の双方が冬期路面状況とそれに対応した的確な対応への基本的な理解を進めることができた。

FHWAと米国商務省連邦気象調整部署が陸上交通気象情報の需要把握に関する活動を行った。その結果、MDSS開発のコンセンサスを得ることができた。

関係者間で2つの課題があげられた。一つは、州交通

局のRWISに関するデータ（場所、日射の影響、電力や通信との連結状況等）が不足していること、二つ目はRWISから得られる気象データの精度である。FHWAは一つ目の課題を解決するため2003年にRWISのセンサー（ESSs）のガイドラインを策定した。また、二つ目の課題を解決するため、米国交通省（U.S. DOT）と国家海洋気象庁（NOAA）が共同で、道路利用者、交通管理者及び気象業者へ降雨、みぞれ、降雪、凍結、霧、風、洪水及び粉じんなどの悪天候情報を提供するというClarusプロジェクトを開始した。

Clarusでは、気象観測情報を気象官署と交通機関から収集し、データの精度を分析し、エンドユーザーの需要に合致した共通フォーマットに集約している。

### （3）米国におけるMDSSの展開

米国においては、2000年から気象情報に関するユーザーニーズに合致した連邦MDSSプロトタイププロジェクトが開始されている。このMDSSには、路面状態、道路気象予測情報、冬期道路管理規定、道路管理者向け維持管理戦略策定のための資源情報が集約されている。このプロトタイプにはFHWA、国家科学基金の気象調査センターが資金を提供し、米国陸軍の研究所やマサチューセッツ工科大学など多くの機関が協力している。

このプロトタイプは2002年から2年間アイオワ州で、2004年から2005年にはコロラド州でフィールドテストが実施された。

FHWAでは、このMDSSの普及を図っており、さらに夏期の維持管理と建設での気象に係る意思決定を支援するシステムとして、維持管理・運用における意思決定支援システム（Maintenance and Operations Decision Support System）への展開も視野にしている。

なお、このプロトタイプの技術開発には現在2つ系統がある。FHWAといくつかの州が支援し2002年から開始されているもの（Pool Fund MDSS）とWeatherSentry社が開発しているものである。

### （4）寒地土木研究所でのMDSS研究

我が国の冬期道路管理におけるMDSSは、基本的に一般国道においてはパトロール、雪見巡回、道路テレメーター、一般気象情報及び冬期道路管理に慣れた現場技術者の判断である。

米国のような道路管理者と気象官署が一体となって共同で行う道路気象観測や予測によるMDSSは残念ながら導入されていない。道路管理者自らによる道路気象情報利用の実施事例が多い。

ここでは寒地土木研究所で行っている例を紹介する。

#### a) 路面状態予測に関わる研究

凍結防止剤の散布は路面凍結発生の直前に行うことが

効果的であり望ましいが、現在は確立された路面凍結予測手法が適用された例が少ないため、多くの場合、気象情報の気温等により経験的に路面凍結判断を行っている。しかし、気温と路温に大きな違いが発生する場合も少なくない。

そこで、寒地土研では、科学的な路面状態予測手法について熱収支及び水収支を用いて研究を行っている。

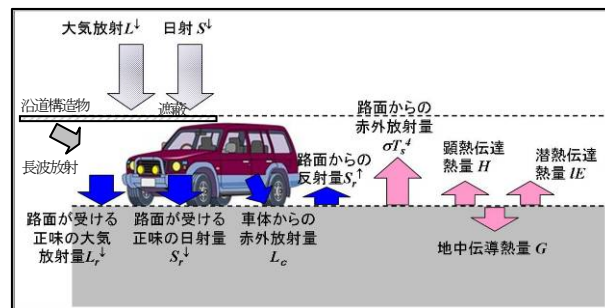


図1 路面温度推定モデルの概念図

#### b) 連続すべり抵抗値測定とその利用に関わる研究

路面状況の判定は従来目視で行われてきているが、判定にはばらつきがあるため、定量的な把握が重要である。路面のすべりは路面の定量的判定の一つであるが、測定装置がロック式の測定方法や加速度計による測定などが行われてきた。しかし、これらは路面のすべりを連続的に測定することができない。

そのため、寒地土研では連続すべり抵抗値測定装置を導入し、路面状態の把握・評価手法についての研究を行っている。



写真1 連続すべり抵抗値測定装置

#### c) 除雪車の位置情報とその活用に関わる研究

また、寒地土研においては、除雪機器の位置情報を活用した除雪工区の弾力的な運用に係る研究を行っている。隣接工区の工区堺を弾力的にシフトすることによって路線全体の作業時間を短縮するものである。また、凍結防止剤の散布情報を集積し適正な散布作業の指標を検討することもできる。

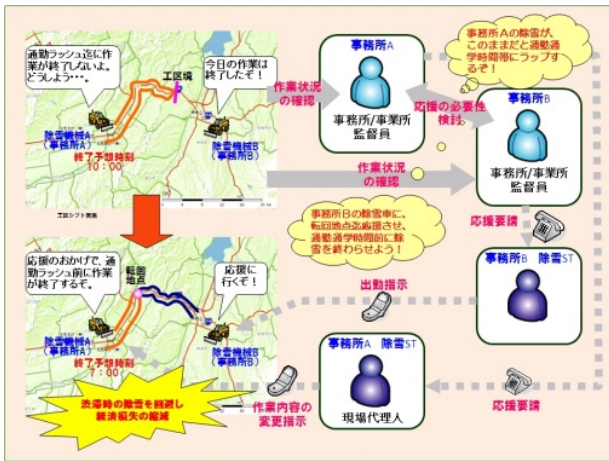


図2 除雪工区シフトのイメージ図

### 3. 諸外国の冬期道路性能評価の現状

TRB（米国交通運輸研究会議）では、冬期道路管理に係る性能評価に関し、米国、カナダ、ヨーロッパ、アジアの国々における事業評価指標や手法について調査している<sup>3)</sup>。その内容に触れる<sup>3)</sup>。

#### (1) 調査結果のポイント

冬期道路管理の性能評価については現在のところ研究途上であるが、性能評価は冬期道路管理のモニタリング、適正化及び資源管理等を支援する。

道路管理者はインプット、アウトプット、アウトカムの3つのカテゴリーで計測している。

インプットは、冬期道路管理に費やした資源を表し、燃料、労務時間、機材稼働時間、薬剤散布量及び支出などが含まれる。

アウトプットは作業量を表し、除雪車線延長、薬剤散布量、薬剤散布車線延長、機材の作業量及び車線毎のコスト等が含まれる。

アウトカムは、一般的に冬期道路の効率性を評価し、時には道路利用者の顧客満足度も含む。望ましいアウトカムは、交通安全、走行性及び利用者満足度の向上であろう。アウトカムの計測には、通行止めの期間と頻度、作業完了までの時間、情報提供の早さ、旅行速度、降雪時の交通量、路面の摩擦係数及び交通事故の減少等の指標並びに道路利用者満足度などが含まれる。

インプットとアウトプットの計測は有効なマネジメント・ツールにはなるが、安全性やモビリティの確保といった道路管理者の目標（アウトカム）をダイレクトに表すものではなかった。

#### (2) 調査で示した推奨事項

調査結果から示された推奨事項は、路面状態の目視観測、トラフィック・カメラによる目視観測支援、旅行

速度と交通量や交通密度の自動観測、路面の摩擦係数の測定、冬期交通事故分析、冬期気象条件の「厳しさ」指数の作成および道路利用者の満足度測定と業績計測とのリンクなどである。

#### (3) 冬期道路管理の性能評価の有効性

冬期道路管理の業績評価は以下の点で有益であると述べている。

##### a) 冬期道路管理作業の意思決定力を高める

冬期道路管理における業績評価の導入過程において、ミッションと望ましい結果としてのゴールを決定し、どのくらいの結果が出ているかを計測する方法を見出すことになる。業績評価で得られたデータは有効性の評価、作業内容の評価、長期的な事業や予算の計画策定に利用可能である。上位水準のマネジメントにおいて、業績評価はアウトカムに焦点を当てることができ、しっかりした評価が可能となる。

##### b) アカウンタビリティを向上させる

業績評価は意志決定者に対し、アカウンタビリティ達成のための重要なツールを与えることとなる。冬期道路管理に係わる全職員が自身の業績の説明責任を果たし、管理職は幹部への説明責任を果たすことになる。このリレーションシップは、アウトカムとアウトプットが共通的に受容可能な基準により測定された時点でより明確となる。「目的によるマネジメント」、または「業績による支払い」というシステムは、精度の高い計測システムとあいまった時点でさらに有効になる。

##### c) 戦略的な計画と目標設定を支援する

業績や改善を計測できなければ、戦略的な計画やゴールを立てるプロセスは意味の無いものになってしまう。戦略的に考え計画することが有益であることは明白だが、業績や達成度の計測を抜きにしては計画やゴールの評価は客観的にはなり得ない。

### 4. 寒地土研での冬期道路管理性能評価研究について

寒地土研では冬期の路面管理の性能評価・マネジメントについて研究を進めている。

冬期路面管理性能評価のロジックモデルを立て、インプットからアウトカムまでの指標を検討し、計測の試行を行っている。

まず、冬期路面管理における予算、人員及び機材をインプット、冬期路面作業の実施をアクティビティ、作業量や凍結防止剤散布量をアウトプット、冬期交通特性、冬期交通事故及び道路利用者満足度を最終的なアウトカムとして設定している。



トカムとして位置づけることとした。

しかし、これらのアウトカムは冬期の路面状態だけの要因に影響されるものではなく、交通量などの他の要因に影響されてしまうものである。

一方、冬期路面管理の成果を直接的かつ定量的に測定できる指標はすべり抵抗値である。これは、最終的なアウトカムではないが、最終アウトカムの前提となる基本的な指標であり、交通量などの他の要因に影響されない。

そこでこれを中間アウトカムとして位置づけて評価することとした<sup>4)</sup>。

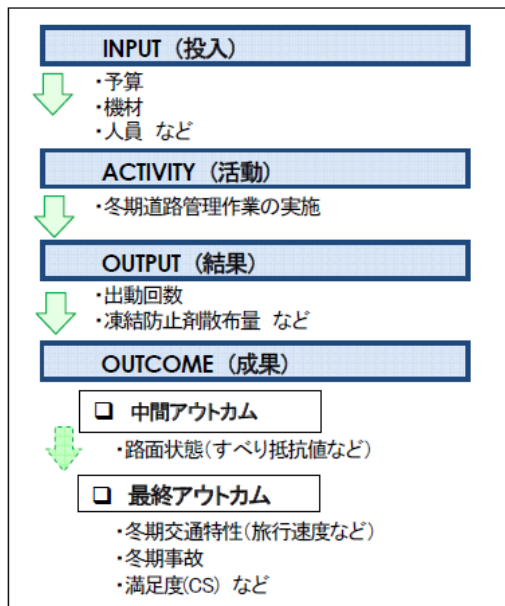


図3 冬期路面管理のロジックモデル

## 5. 冬期道路の性能向上に向けて

冬期道路管理業務に係る意思決定（MDSS）の精度向上は冬期道路管理の効率性を向上させ冬期道路の性能を効率的かつ効果的に維持することに貢献する。

MDSS技術開発は道路気象情報を有効活用する技術から始まったものである。今後も、よりきめ細かで精度の高い冬期道路気象情報の活用はMDSS技術を向上させ、冬期道路の性能向上に有効であると考えられる。

一方、我が国における冬期道路の実態を考えると、道路気象ばかりでなく冬期の交通実態（交通量等）の把握もMDSSにとって重要なファクターであると考えられる。たとえば、冬期道路における渋滞、旅行速度の低下、車群の形成等であり、それらに対応した措置に係るMDSSも求められるのではないかと考えられる。

また、冬期間における一般市民の行動選択も冬期道路、冬期交通の性能向上に資するものであり、そのための情報提供（MDSS）も有効であると考えられる。つまり、道路利用者ばかりではなく一般市民への道路気象情報及

び道路交通情報のよりきめ細かで精度の高い提供である。

他方、冬期道路の性能向上のマネジメントの側面から考えると、昨今の厳しい財政事情においてはインプットやアウトプットとなる予算、機材については操作できる状況ではない。凍結防止剤散布量についても低減が強く求められている。

そのような中で、的確で適正な冬期道路管理を実施していくには、冬期道路管理の結果としてのパフォーマンスをしっかりと把握し、それに基づいたマネジメントをする必要がある。そのため、路面管理については冬期路面管理の直接的なアウトカムであるすべり抵抗値による評価、車両感知による冬期交通実態の把握、作業車両の位置情報を活用した冬期道路管理作業の効率化等が有効であり、それらによる評価を有効に活かすPDCAサイクルの確立も求められるのではないかと考えられる。

## 6. おわりに

本稿では、諸外国の事例も含め、冬期道路管理のMDSS技術の紹介、冬期道路の性能評価及びマネジメント手法について論じた。

今後とも、冬期道路の性能向上はニーズの高いものであり、よりインテリジェントで高度化された冬期道路管理手法が求められるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) [http://www.aipcrquebec2010.org/content/view/16/22/lang.english/](http://www.aipcrquebec2010.org/content/view/full/6/22/lang.english/)
- 2) Smithson, D., Leland, and Nixon, A., Willfrid : Developing a Winter Maintenance Decision Support System, Anatomy of Change in Winter Maintenance, TR NEWS, No.265, 2009, pp.10-16
- 3) Maze, T., Albrecht, C., Kroeger, D. : Performance Measures for Snow and Ice Control Operations, Transportation Research Circular E-C126 of Seventh International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology, 2008, pp.625-637.
- 4) 高橋尚人：積雪寒冷地における冬期道路管理の高度化に関する研究，北海道大学学位論文，2010