

## 第5回除雪と雪氷対策に関する国際シンポジウムに参加して

松 沢 勝\* 早坂 保則\*\*

### 1. はじめに

交通運輸研究会議(Transportation Research Board: TRB)が主催する、第5回除雪と雪氷対策に関する国際シンポジウム (Fifth International symposium on snow removal and ice control technology) が、9月5日から8日まで、米国バージニア州ロアノーク市で開催された。道路部からは、交通研究室の浅野室長、防災雪氷研究室の加治屋室長、松沢主任研究員、金子研究員、維持管理研究室の早坂主任研究員の5名が参加した。さらに、本局建設部道路建設課の本田道路技術対策官が加って、北海道開発局からは計6名の参加だった。ここでは、第2～5章および第7章を松沢が、第6章を早坂が分担して紹介する。文体が統一されていないが容赦願いたい。

### 2. シンポジウムの概要

除雪と雪氷対策に関する国際シンポジウムは、4年に1回開催される国際研究集会で、冬期道路に関わる産学官の技術者、研究者が参加して活発な意見交換が行われる。主催はTRBで、共催はバージニア州道路局(VDOT)、米国全州道路交通行政官協会(AASHTO)、米国連邦道路庁(FHWA)である。

開発土木研究所からは、前回(1996年ネバダ州リノ市)前々回(1992年ミネソタ州ミネアポリス市)に引き続いての参加であった。

今回のシンポジウムは、ロアノーク市の小高い丘の上にあるホテルロアノーク(写真1)に併設されているコンベンションセンターと、ホテルロアノークのミーティングルームの2会場で行われた。いままでの会議では、出席者も、シンポジウムの会場のあるホテルに宿泊できるのであるが、今回の会議では、切の半月前に申し込んだところ満室であった。このため、我々6名は、郊外のホテルに宿泊することになった。幸いバージニア州道路局の計らいで、期間中の朝夕とも送迎を付けていただいた。



写真1 ホテルロアノーク

### 3. 会議のスケジュール

会議のスケジュールは以下のようになっている。9月5日

12:00-17:30 スマートロード見学ツアー

9月6日

8:30-9:30 開会式(オープニングセッション)

10:00-12:00 研究発表

13:30-17:00 除雪機械等展示

9月7日

8:00-12:00 研究発表

13:30-17:30 研究発表

20:00-22:00 オープンセッション

9月8日

8:00-12:00 研究発表

13:30-17:00 研究発表

17:00-17:30 閉会式

### 4. スマートロード見学ツアー

スマートロードは、米国連邦道路庁の補助を受けて、バージニア州道路局とバージニア工科大学が整備している試験道路である。特に、人工的に降雨や降雪を発生させることができるという点で、世界的に注目されている。開発土木研究所では、現在、苫小牧寒地試験道路を整備している関係もあり、スマートロードの

見学会には期待を持って参加した。

スマートロードは、ロアノーク市の近隣にあるブラックスバーグ市のバイパスとして建設中の供用前の道路を試験道路として整備しているものである。この点で、苫小牧寒地試験道路と根本的に異なる。現在約2.5kmの区間に、様々なセンサー機器類を設置している。

写真2は、スマートロードの人工降雨（降雪）機である。この人工降雨（降雪）機は800mの区間に全部で75基あり、コンプレッサーでノズルから霧状の雨を再現している。冬期は降雪を生成することができ、降雨強度50mm/h、降雪強度10cm/hまで可能である。

なお、このほかにも、スマートロードでは、照明の試験や、舗装試験が行われているとのことである。



写真2 スマートロードの人工降雨（降雪）機

## 5. シンポジウム

今回のシンポジウムは、表1に示すように、12カ国から123名の参加(当日参加を除く)があり、日本からは、16名の参加があった。

表1. 会議参加国と参加者数

国名	参加者数
アメリカ合衆国	66
日本	16
カナダ	8
フィンランド	7
チェコ	5
ノールウェイ	4
スウェーデン	3
スペイン	3
スロベニア	3
デンマーク	2
オランダ	2
ニュージーランド	1
イギリス	1
スイス	1
フランス	1

また研究発表は48件で、日本からは10件(うち開

発土木研究所からは4件)である。

### (1) オープニングセッション

シンポジウム初日のオープニングセッションでは、バージニア州道路局や米国連邦道路庁からの来賓挨拶があり、その後で、本会議を主催するTRB冬期管理委員会委員長のニクソン教授の挨拶があった。

続いて、PIARC2002国際冬期道路会議札幌大会の酒井事務局長が挨拶を行い、札幌大会への米国からの論文応募数が4件と少ないことを説明し、北米からの積極的な参加を呼びかけた。

オープニングセッションの最後は、今年の2月にミネソタ州道路局を退職したロドニー・ブレタン氏の基調講演だった。ブレタン氏は、TRB冬期管理委員会の前委員長で、長年に渡り冬期道路管理の国際的な技術交流に尽力された方である。また、著者の一人である松沢が1996年～1997年に科学技術庁の長期在外研究員としてミネソタ州道路局に派遣された際の、受け入れ側の責任者でもある。彼の講演は、冬期道路管理に対しては継続的な研究開発が必要で、情熱をもって当たって欲しいという願いを込めたものであり、国際会議の場として最後となるかもしれない彼のメッセージとして印象深いものであった。

### (2) 研究発表

オープニングセッションに引き続き研究発表が9月6日～8日の3日間に渡って行われた。

以下に今回の会議のトピックス毎に、主な発表内容について紹介する。なお、発表はトピック毎に3～4件まとめて行われた。

- 1)環境(Environmental Issues) 9件
  1. 道路気象状況に応じた塩散布～フィンランドの調査事例(フィンランド)
  2. 冬期道路滑り止めプロジェクト(ノールウェイ)
  3. 郡レベルでの冬期道路管理における滑り止め材の使用(米国)
  4. 滑り止め材か塩か～安全性、経済性および環境への影響に関する研究(スイス)
  5. 市街部での塵埃の削減可能性(フィンランド)
  6. 融氷に用いる塩化物の環境に与える影響(カナダ)
  7. 20%濃度の塩水を用いた雪氷管理技術(デンマーク)
  8. 細粒の塩を用いた湿式事前散布(米国)

## 9. 除雪と雪氷管理に対する湿式散布の効果に関する検討（英国）

ヨーロッパからの発表が多い傾向があり、環境への意識の高い従来からの傾向は引き続いている。

「冬期道路滑り止めプロジェクト」では、最近、効果的な滑り止め材の散布手法として注目されている加熱式散布車、熱水混合式散布車の比較試験を行い、元祖であるスウェーデンの散布車を改良したノルウェーの散布車の散布効果が最も良く、0.25～0.27の摩擦係数が得られた旨の発表があった。このような散布手法は、まだ日本では見られないが、碎石や砂の路外逸脱を防ぐのに極めて有効な手法である。

### 2)ITS 技術(IVHS/ITS Technology) 8件

1. 除雪車へのITS技術の活用（米国）
2. 道路気象情報収集車（フィンランド）
3. 都市内の冬期道路管理における車両位置管理システムの評価（米国）
4. 海外技術視察結果を応用した雪氷管理の高度化（米国）
5. バルト諸国における道路気象情報システムプロジェクト～道路利用者へのインターネットアプリケーションの共同開発（フィンランド）
6. 新しい道路気象情報システムのためのXML技術（日本～加治屋室長）
7. フィンランドの道路気象情報システム（フィンランド）
8. 国道N-1の冬期道路管理におけるGIS/GPS/GSMの活用（スペイン）

ITSの先進地域である米国は当然であるが、フィンランドからの発表が多いのが着目される。

「除雪車へのITS技術の活用」では、ミネソタ州道路局が、道路台帳データベースを内蔵した車載のPCとGPSで、走行位置と前方の道路線形を求めて、運転席に設置したヘッドアップディスプレイ上に映し出すシステムを紹介していた。

この除雪車は、除雪機械展示会場に展示されていた（写真3）。写真4は、助手席から見たものである。ダッシュボードの上に設置したヘッドアップディスプレイに前方の道路線形が映されている。写真5は、磁気テープを検知して自動走行をするため、除雪車前部に設置されたプローブである。

なお、この除雪車は展示のため、2日かけて、ミネ

ソタ州から発表者と同僚が運転してきたそうである。



写真3 ミネソタ州道路局のITS除雪車



写真4 車載のディスプレイに映された道路線形



写真5 自動走行のためのプローブ

「バルト諸国における道路気象情報システムプロジェクト」では、フィンランドと旧ソ連のバルト諸国との間での、インターネットをベースとした多国語対応の道路気象情報システムの紹介があった。気象には国境がないので、ヨーロッパのように陸続きの国では、隣国との情報共有が重要となっている。さらに、経済的に豊かな国から発展途上の国々への国際協力が冬期道路管理の分野において、重視されつつある最近の傾向が、このプロジェクトの根底にあると思われる。

フィンランド自体、従来から冬期道路管理に関しては熱心な国の一つであり、凍結予測システムの開発では先進的な国であった。さらに良く知られているように、IT技術の集積もある。人口は、北海道とほぼ同じであるにも関わらず、これだけの産業と高い技術レ



ベルを有し、しかも周辺諸国への協力も進めていることは、称賛に値する。

### 3)政策と管理(Policy and Management) 8件

1. 快適な冬期道路のための情報共有実験～札幌圏ホワイトネット実験プロジェクト(日本～松沢主任研究員)
2. パフォーマンスに基づく冬期道路管理のサービスレベルの検討(米国)
3. チェコにおける技術支援と冬期道路サービスレベルのポリシーについて(チェコ)
4. スロベニアにおける冬期道路管理のポリシー(スロベニア)
5. 冬期道路管理作業の記録と報告手法について(ノールウェイ)
6. 北アリゾナにおける、暴風雪時の道路管理作業の手順について(米国)
7. 市民パートナーシップによる生活道路からの排雪について(日本)
8. 冬期道路管理作業の効果測定(米国)



写真6 発表する著者

東欧諸国からの2件の発表が目についた。発表内容は、国全体の道路事業の紹介から始まる概要説明的なものであった。このような発表は、第3回のシンポジウムではかなり見られたものである。

後半の4件は、別会場にいたため聴講していないが、札幌市の生活道路の除雪について紹介した「市民パートナーシップによる生活道路からの排雪について」は、極めてユニークな手法として、反響が大きかったようであった。

なお、著者の一人である松沢の発表もこのセッションで行った。写真6は、発表の様子である。

### 4)新型の装置・機械(Innovative Equipment) 6件

1. 高速塩散布手法の評価(カナダ)

2. 赤外カメラを用いた道路気象状況報告システム(米国)
3. 道路気象情報システムの進化と自動散布技術(米国)
4. バージニアの橋梁ヒーティング(米国)
5. 地熱ヒートポンプによる橋梁ヒーティングのモデルについて(米国)
6. ミネソタ州における橋梁の自動融氷システム(米国)

このセッションでは北米が中心であった。内容としては、車両側の機械開発と、道路側の機械開発に分けられるが、道路側としては、橋梁の凍結対策に主眼がおかれている。管理区域が広い米国においては、橋梁部に凍結が発生した場合、離れた除雪基地から出動させるとなると、対応まで時間がかかるうえ、散布箇所が局所的なので、散布効率が悪い。このため、橋梁部だけに対応した凍結防止手法が必要となっている。「ミネソタ州における橋梁の自動融氷システム」で紹介した装置は、路側に設置したノズルから、液体の凍結防止剤をスプレー式に散布するシステムで、併設した道路気象センサーの出力をトリガーとして作動させているものである。このシステムと、従来型の凍結防止剤散布車による対応とを比較したところ、費用対効果は2.7～3.1とのことであった。

「赤外カメラを用いた道路気象状況報告システム」では、米国における新しい路面状況センサーの開発が紹介されており、厚さ0.2mm以下のブラックアイスの検出に関して発表されていた。

### 5)顧客満足度と評価(Customer Based Performance Measures) 4件

1. 道路利用者側立った冬期道路管理(フィンランド)
2. CVMを用いた除雪の経済評価(日本)
3. 除雪と雪氷対策の顧客側から見たサービスレベル測定手法の開発について(米国)
4. 地方自治体の冬期道路管理～期待と要求(スウェーデン)

あいにく、このセッションの開催中は別のセッションを聞いていたため、コメントができないが、道路利用者の視点からの評価も、最近のトピックの一つである。我が国でも、近年、道路事業のパフォーマンス・インデックス(P I)や顧客満足度(C S)について

検討が始められている。

6) 一般的な話題 (General Topics) 13 件

1. 近年の北海道における冬期の道路管理と交通事故 (日本 ~ 浅野室長)
2. バージニア・スマートロードにおける冬期気象の模擬的再現の可能性 (米国)
3. ミリ波レーダー技術に基づくインテリジェント・ウィンター・ハイウェイ・システム (日本 ~ 金子研究員)
4. 効率性、経済性、環境への配慮に関する塩散布テスト (フランス)
5. 無着雪鋼管桁を用いた豪雪地域でのモノレールの実現可能性 (日本)
6. カナダでの塩の積載に関するデータベースの開発と活用 (カナダ)
7. スリップ率を考慮した冬期道路における追突事故時の摩擦係数の推定 (日本)
8. 液体凍結防止剤の比較試験 - 摩擦抵抗の傾向 (カナダ)
9. 様々な凍結抑制舗装のフィールド試験 (日本)
10. 冬期道路管理メーリングリストの開発と活用 (米国)
11. 冬期道路管理における意志決定支援: FHWA の ITS 要求仕様 (米国)
12. 吹雪時の灯器の視認性 (日本)
13. ニューブランズウィック州道路局のスノーストーム対応ガイドラインでの凍結防止作業 (カナダ)

このセッションでは、日本からの発表が 13 件中 6 件と他に比べて多いのが目立っている。「冬期道路管理における意志決定支援」では、FHWA の郊外型 ITS (Rural-ITS) プロジェクトの一つとして進められている「地上交通に係る意志決定支援の要求仕様 (STWDSR) プロジェクト」についての説明があった。その中で、冬期道路管理作業の実施と計画策定においては、現在の情報と、Micro (分)、Meso (時間)、synoptic (12 時間 ~ 1 週間)、climatic (1 週間以上) の 4 つのタイムスケールでの気象予測情報が必要であることなどの報告があった。なお、この発表については <http://www.mitretek.org/its/stwdsrt/> にパワーポイントのファイルがあるので参照すると良いであろう。

(3) オープンセッション

このシンポジウムの特徴の一つにオープンセッションがある。オープンセッションの発表登録は会場の受付でのみ行い、早いもの勝ちでめいめい自由に持ち時間 5 分で発言できるというものである。今回は 9 月 7 日の夜 8 時から 10 時まで開催された。

加治屋室長は、2002 年に PIARC2002 札幌大会と同時開催する第 11 回国際道路気象会議 (SIRWEC) の PR と今後のスケジュールについて紹介した。また、PIARC2002 札幌大会実行委員会の酒井事務局長は、本職である (財) 道路交通情報センター副理事長の立場で、同センターが開始した i モードでの交通情報提供について発表を行った。その他に、スウェーデン道路庁の加熱式滑り止め材散布車の紹介などが行われた。

6. バージニア州の道路を走行して

会議の開催地ロアノークは、バージニア州のほぼ中央に位置する人口 95,600 人の都市である。会議期間中はロアノーク郊外のホテルと会場の往復がほとんどであったが、会議の中で企画されたスマートロードの見学ツアーが一度あった。スマートロードのあるブラックスパーグまで片道約 1 時間のバスによる移動があり、このとき車中から見えた風景が私にとって唯一アメリカの道路に触れた機会であった。僅かな移動時間の中で、私には目新しいものが幾つかあったので紹介したい。

一つはガードレールと支柱の接続部に木材が使われていたことである (写真 7)。写真 7 は、スマートロード (未供用) で使用されていたもので、移動の際に走行した高速道路では見かけなかった。なお、聞くところによると、木製の支柱のガードレールを実道に使用している州もあるとのことである。

次に見たのは、ワイヤーにぶら下がっている信号である (写真 8)。この方法は日本で良く使われる門柱式に比べ安価ではあるが、景観上は好ましくないと感じた。しかし、各車線の正面に信号が来るため、運転席からの信号の視認性が高いうえ、支柱が道路から離れていることによる衝突事故防止という側面もあり、安全面では効果が高いものと考えられる。

最後に、私が最も気になったのが重なり合って走るトレーラーであった (写真 9)。写真 9 のように走行しているトレーラーを高速道路の移動中に何度か見かけた。日本の道路では見かけたことがなかったが、日本のトレーラーでも可能なのだろうか。

また、日本の高速道路では排水性舗装が標準となつつあるが、走行したバージニア州の高速道路では見かけなかった。もっともグルーピング舗装に関しては、

スマートロードで施工されているのを発見した。

また、ロアノークはアメリカの中では田舎街だと思うが、会議会場周辺では歩道を歩いている人をほとんど見かけなかった。これは、米国が車社会であるため道路が歩行者向けに整備されていないためであろう。事実、除雪機器等の展示をしているシビックセンターと会議場とは1km程度しか離れていなかったが、途中で歩道が切れており、徒歩で行くのを断念したことから裏付けることができる。



写真7 ガードレール



写真8 信号



写真9 トレーラー

## 7. おわりに

9日朝の飛行機でロアノークを立ち、ワシントンDC、シカゴ経由のユナイテッド航空で帰国した。この朝、ユナイテッド航空がストライキをしているという情報があった。しかも、ロアノークの搭乗カウンターでは、なかなか職員が出てこないので多少やきもきした。某氏のスーツケースが積み残されて成田空港に着かないという小さなトラブルはあったが、大きなトラブルはなく、有意義な良い出張であった。

最後に、今回のシンポジウムへは、科学技術庁の科学技術振興調整費によって派遣されたものである。お世話になった方々に紙面を借りて深く感謝する次第である。

松沢 勝\*  
開発土木研究所  
道路部  
防災雪氷研究室  
主任研究員

早坂 保則\*\*  
開発土木研究所  
道路部  
維持管理研究室  
主任研究員