

Title	道路雪氷技術開発による地域貢献と海外展開
Author(s)	山田, 忠幸
Citation	年次学術大会講演要旨集, 35: 19-22
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17303
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

道路雪氷技術開発による地域貢献と海外展開

山田忠幸 （山田技研㈱）

1. はじめに

当社は道路雪氷対策に関する省エネと省力化を主たる目的に、数々のセンサーを開発してきた。創業から現在に至る技術開発の流れと、他分野での技術応用を含めた活動が SDGs の考え方に繋がり、オンリーワン技術による地域貢献と国内市場の獲得及び、国際会議での技術発表/展示による国際市場への挑戦が進んでいる実態、並びに、他分野への技術展開を報告する。

2. スノーアイからロードアイの開発

2.1 スノーアイの開発

電気工事から総合設備業(電気/ポンプ/空調/プラント建設)の在職経験の中に散水融雪があり、維持管理を担当していた頃、深夜に降雪感知器の誤作動が頻発、雨と雪の曖昧運転に対する現場対応に振り回され、雪に反応するセンサーの開発に迫られた。

フェンスに付着した雪が視界を遮る現象で閃き、趣味のアマチュア無線電子回路技術を基に土日を利用、3年かけてヒーターメッシュに乗る雪で光を遮り雨と雪を正確に区別できる商品（スノーアイ、図1）を開発した。誤作動で困っていた建設省(現在の国土交通省)の担当官にスノーアイの試験適用を進言、現場適用1週間、担当官からスノーアイを購入していただいたのが実用化を実現した瞬間である。スノーアイは福井/滋賀/京都/兵庫を中心とする年生産数百台で関西地域の市場を独占した。製造は、商工会議所の資料を利用し、委託出来る事業所を調査、小規模で安価に製造する業者を探し、出荷試験は自分が行った。



図-1 スノーアイ

2.2 融雪制御の本質を求めた創業

スノーアイの開発期間は3年間、その後の改善に2年を要した。その後、融雪制御の本質に疑問を持った。設備設計の基本は時間降雪量2cmに対応する熱量を供給する設備であるが、制御は降雪に応じた単純運転で降雪量との関係は無い。

そこで降雪をリアルタイムに融解する熱量計測の必要性に着眼し、土日祭日を利用した開発を8年間行っていたが到達できず、専念する必要があると決断、39歳の誕生日に創業を決意した。



図-2 創業時のユニットハウス

2.3 降雪融解熱量計の開発

創業から1年半、計測盤は雨量計に近似した黒塗装円形金属板 1/30 m²の熱量計測盤を主とする概観イメージは出来たが電子回路は未完成、完成機能のレポートを付けて建設省の技術研究所と福井の出先機関の担当部署に説明した。

完成迄の数回、開発状況を報告し節水/省エネを説得した。開発と同期して融雪による地下水位低下で生じる地盤沈下等が社会問題化していたことから建設省では融雪の適正制御が課題になった。

開発から 2 年、研究所の担当官が内容を理解いただき、僅かだかと予算を付けて頂いた。

1 年間、現地適用性試験を重ね、2 年目に福井の 8 号線でパイロット事業を受託し、資材業者等の協力で施工詳細図の難加工を進め無事事業を終えた。節水率は概ね 50% であった。

熱量計測盤の最高計測熱量は $1400\text{W}/\text{m}^2$ 、空気顕熱をゼロとした計測能力は約 $25\text{ cm}/\text{m}^2$ 、近畿地域の国道で測定した結果、 1400W 超えは時々あるものの連続性は 10～20 分の範囲であった。



図 3 降雪融解熱量計

2.4 路面積雪センサー(ロードアイ)開発

降雪融解熱量計測センサーの開発が終わった頃、福井県の雪対策を研究する技術者から、熱量計測は融雪制御の本質では無い、路面の積雪判断が本質制御であるとの指摘をいただいた。この困難な課題に挑戦し、1 年後、路面光反射率計を完成、県立図書館の駐車場で実用化試験を実施した。

計測部が轍で黒路面になれば停止してしまい、実用化にならないので専用の回転台を製作し路面を円弧状に走査、50 点観測の反射データを利用した路面積雪分布率を求める制御により路面積雪センサー(ロードアイ)が完成した。

ロードアイによる制御の成果は降雪感知器に比べ 1/3 の運転時間を実現した。県の担当官と学会発表を重ねた結果、融雪技術の本場である新潟県で採用していただき、その後、地下水海水浸透で困っている富山、隣の石川県等から設置要請があり、開発費の回収に充てることができた。



図 4 路面積雪センサー(ロードアイ)

3.融雪と凍結を一体的に解決するセンサーの開発

3.1 融雪後の残留水が凍結する事故の解明と SDA の開発

散水融雪やロードヒーティングでは融雪後の残留水が凍結する事故が多発した。平成 4 年冬、自主的研究で凍結の主原因が放射冷却だと H5 年 2 月に判明、早々強度測定試験装置を製作、1 か月後の 3 月に黒塗装円形金属板 $1/30\text{ m}^2$ の熱量計測盤で強度測定を行い、凍結強度を数値化した結果、晴天日は日没後から徐々に強くなり、夜明け直前が最強、氷点下 1°C を基準にした値は $100\text{W}/\text{m}^2$ 程度と判明した。さらに雲が放射冷却を遮る現象も捉えた。放射冷却は空気顕

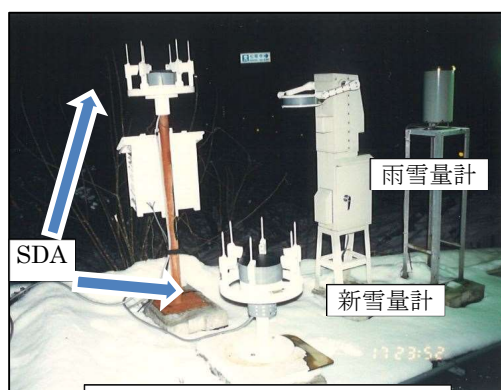


図 5 SDA 開発 試験状況

熱を含み、風が吹くと冷却は弱まる。気温と熱量計測盤に熱を加えない温度低下を比較すると熱量計測盤が最大 4°C 程度低くなる計測値を得た。この時、橋梁や日陰の路面では気温より路温が低下、結露や霜の付着で凍結スリップ事故が発生する。そこで、熱量計測盤は降雪融解熱量計と共用することにより、降雪時は雪を溶かし、放射冷却時は氷点下 1°C を保つ凍結熱量を測定、熱量計測盤 1 面で、降雪と凍結熱量を区別した計測が可能となった。これにより、融雪設備の凍結防止自動運転が実用化できたので、SDA(Snow-DeFreeze-Analyzer)と命名した。当時、凍結事故で困っていた国道 27 号の散水融雪設備で、試験フィールド事業を行い、3 年間の現地適用試験の結果、近畿管内の散水融雪に採用され、国際特許を申請すると共に 2002 年に建設省が冬期道路国際会議(PIARC)札幌大会で

技術発表を行った。

3.2 電熱融雪(RH)の省エネ制御

関東方面出張時に道路公団の雪氷技術研究所を訪ねていた。建設省主催「ゆきみらい」2月開催の当社技術展示ブースに雪氷研の担当官が訪れたのを機に、12月末の連絡電話をいただき、翌年1月1日から秋田インターの電熱融雪制御の準備、2002年1月末にSDAとロードアイをシステムで設置、2年間の現地適用試験から東北地域100か所の電熱融雪に適用し従来比50%の電力削減を実現した。

この技術は、国内2008年・国際2005年に特許を取得。

3.3 多極熱量センサー開発

凍結事故の多くは橋梁や日陰部に集中している。路盤保有熱の路面への熱流量(W/m^2)が分かれば凍結強度との関係から凍結の始まりが判断でき自動対応も可能となる。

路面温度を非接触で測定する機能と4面の熱量計測面を持つ多極熱量センサーは、各面を $0^{\circ}C$ に近い異なった温度に保つ熱量を測定、温度と熱量の延長線に路面温度を置く事で路温と熱流量が得られる。また、熱容量が小さい物体が氷点下に到達する温度が得られる。

この機能は橋梁凍結の短時間予測に利用している。

3.4 凍結防止剤(塩)路面残留濃度計開発

幹線道路の凍結スリップ事は人身事故に繋がる率が高く、安全保持で多めに散布している凍結防止剤(NaCl)の適正量が長年の課題であった。道路パト車に取付け可能な寸法で製作、速度80km/h以上で跳ね上げる塩水の即時計測を精度±0.25%で飽和濃度近くまで計測可能な開発目標を立てた。

2007年基礎研究を終え、実用化設計と製作、同年冬季実用実証試験を行い、翌年から実用化を進め現在に至っている。

4. 雪氷対策技術の他分野への応用

4.1. 気象観測一体型放射線センサーの開発

3.11 東日本大震災に伴う原子力事故発生時、福井県内 中小企業の技術支援で交流を深めていた関係者から、山田技研が出来る緊急対応は無いかの打診があり、気象観測と放射線測定・カメラの一体装置と情報伝送システムを提案した。同年7月に製作の基本構想を描き試作設計を開始、同年の12月頃に試作を立ち入り限界地域に設置、動作試験結果の経験を活かしてソーラ駆動を基に本格的装置設計を進め、翌年春に実用器を製作、車両による移動計測も自前で製作、事故

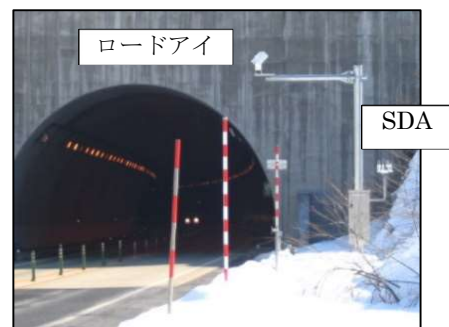


図6 高速道路 RH 融雪制御状況



図7 多極熱量センサー設置状況



図8 凍結防止剤(塩)路面残留濃度計



図9 気象観測一体型放射線センサー

の翌年観測システムの実用化を実現。規制地域に必要な数を設置、昨年まで計測を続けた。また、溜池など水底の放射性物質を測定する水中放射線放射線観測装置の開発も行ない特許を取得した。

このように、道路雪氷センサーで培った要素技術を活かし放射線センサーへの応用は、防災用の河川水位計や崖崩れセンサー開発の基礎となった。

4.2 河川水位計システムの開発

2015 年頃、橋梁欄干に取付けソーラで駆動する画像付き河川水位計を構想、詳細設計を進め、一昨年の試作器を当社地域の河川(江端川)の橋梁に設置。現在ボランティアで 8 カ所に設置、防災情報の一助として活躍している。

大河川は国や県が管理しているが、河川の毛細管と言われる小河川の水位観測がこれからの課題であり、市町が地域の企業や住民と共に自主管理する防災システムを目指している。

5.海外展開

塩分濃度計の国際展開を目指して 4 年毎開催の冬季道路国際会議で 3 回技術展示を行なった。

カナダ大会では技術展示のみ、次のアンドラ共和国大会とポーランド大会では技術発表と技術展示を行ない、スペインへの輸出が実現、今年 2 月フランスで試験測定を行った。その他、イギリスを含めヨーロッパからの問い合わせが多く有り、Jica の業務でモンゴルでの適用調査も行った。

6. おわりに

1987 年創業以来、様々な技術を開発してきたが、その目的は省エネや省力に貢献すること。特に、安全確保に欠かせない凍結防止剤使用量適正化による環境負荷低減を図ることであり、製品は全てオンリーワン技術による開発である。凍結防止剤路面残留濃度計は、4 年毎開催の冬季道路国際会議 PIARC で 3 回の技術展示を行った結果、ヨーロッパからの引き合いが増加している。SDA は PIARC 札幌大会で技術発表を行っており、ロードアイと一体化したシステム技術を国際的視点での普及を目指している。

創業以来 皆様の御支援を頂き、会社経営は徐々に改善し安定してきた事を感謝している。



図 10 河川水位計システム



図 11 2018 年ポーランド/グダンスク大会・日本ブース



図 12 製品説明(グダンスク大会)



図 13 豪雪 2018 年 2 月 15 日社屋状況