

Web データベースを用いた連続的で確定的な 路面凍結情報提供システム

高山 毅¹ 元田良孝² 佐藤貴洋³ 佐野嘉彦²

¹ 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 ² 岩手県立大学総合政策学部
³ 日本アイ・エス・テイ株式会社

寒冷地域を中心に、路面状況を一般市民へ情報提供するための手段として、インターネットのホームページの利用が行われている。しかしながら、これらは積雪情報の提供に主眼が置かれており、凍結情報に関しては充分とは言えない。本稿では個々のタクシーが凍結地点を認知し、これを Web データベースに集積して、情報提供するシステムを提案する。本システムは従来システムにおける観測地点の離散性を緩和し、場所による差異が小さくない凍結状況の把握に適合する。また、予測ではなく確定情報として提供できる点も、精度が不十分であった従来システムを補完する。本システムは ITS の開発分野でみれば、「安全運転の支援」とともに、「道路管理の効率化」に貢献する。

Continuous and Confirmed Information System of Frozen Road Surface Using Web Database

Tsuyoshi Takayama¹ Yoshitaka Motoda² Takahiro Satoh³ Yoshihiko Sano²

¹ Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

² Faculty of Policy Studies, Iwate Prefectural University

³ NIHON I.S.T. CO.,LTD

Mainly in colder areas, internet homepages are utilized in order to provide road surface information to citizens. However, this kind of homepages decline snowfall information, and are insufficient in providing information of frozen road surface. This paper proposes an information system of frozen road surface. In this system, each taxi senses several frozen points and these information are collected in a single Web database. Then, from this database, information of frozen road surface is provided to citizens. Our system reduces the discreteness of information in conventional systems and is suitable for providing information of frozen road surface since it terribly varies place to place. Another advantage of our system is to provide their information as confirmed one and to cover the less accuracy in conventional systems. In ITS development areas, our approach contributes to 'support of secure driving' and 'efficient management of road.'

1. はじめに

岩手県内陸部では冬季に、路面凍結が深刻な問題となる。一般に、寒冷地域では積雪や凍結などにより路面の悪化が起これ、道路管理者側の路面管理もリアルタイムで完全に対処が行えるとは限らない。近年注目を集めている ITS (高度交通システム) 研究領域では、道路管理者がインターネットを活用して道路情報提供を行う事例が、国内外で数多く見られるようになってきている[1]。この種のページは、特別な機器やソフトウェアを要することなく ITS を実現でき、一般市民が簡単に情報へのアクセスが行え有益である[1][2]。

現存する路面情報提供ページは、積雪状況の把握については有用との評価が得られている[13]。しかしながら、凍結に主眼を置いた場合に、以下二つの問題点があげられる：

(問題点1)：観測および情報提供される地点が離散的であり、場所による変化が小さくない凍結状況の把握には不十分なこと。

(問題点2)：観測地点の映像のみでは凍結の程度を把握しにくく、また、路面の凍結状況の表示が過去のデータに基づく予測により行われている場合が少なくないこと。予測ではなくリアルタイムのデータである場合でも、観測しているハードウェアセンサーの精度が必ずしも充分でないこと。

フィンランド他、世界の凍結地域でも、これらの問題点を解決するアプローチは提案されていない。

本研究ではこれらの問題点を補完し、

「①離散的な観測点以外にも凍結地点を、

②予測ではなく精度のより優れた確定情報として、

ホームページ上で情報提供する」・・・(*)
ことを目指す。

本研究で開発する「路面凍結情報提供システム」により、運転前にあらかじめ、これから通過する経路上で凍結により危険な地点がわかっているならば、注意にメリハリを付けつつ運転をす

ることが可能となり、安全運転を支援できる。ドライバーの危険発見の遅れは、交通事故発生の原因として決して少なくない割合を占めている[3]。上記(*)が満たされた凍結情報の事前提供は、凍結地域に居住するドライバーのみならず、凍結地域外から流入するドライバーにとっても有用である。1996年に日本の ITS 関連 5 省庁が定めた「ITS の 9 つの開発分野と 21 の利用者サービス[4]」に則していえば、開発分野では「安全運転の支援」、「道路管理の効率化」に、利用者サービスでは「走行環境情報の提供」、「危険警告」、「運転補助」、「維持管理業務の効率化」に本研究は貢献する。

本論文はこれ以降、以下のように構成されている。次節では本研究でのアプローチを述べ、3 節で試作システムの概要を述べる。4 節では評価として、関連研究との比較や本稿のアプローチにおけるデータの精度、実現可能性などについて議論する。最後に 5 節で結論と今後の展望を述べる。

2. 本研究でのアプローチ

2.1 システムの概念設計

文献[5]によれば、凍結には大きく分けて、以下の三種類がある：

- (1) 積もった雪が車に踏み固められ生じる「圧雪凍結」、
- (2) 路面に残った、もしくは、どこかからもたらされた水分が路面温度の低下によって凍る「表面水凍結」、そして、
- (3) はじめ乾燥していた路面が放射冷却により露点温度以下になったり、空気中の水分が結露し零度以下になって生じる「結露凍結」。

これらの凍結を検出するために、「光」、「レーザー」、「画像処理」、「タイヤの回転数の差異」など種々のものを利用したアプローチがとられているが、ハードウェアでの検出は容易ではなく、最高でも 50~60% の精度しか達成されていない[6]。

タクシー会社は一日 24 時間、道路上で移

動しながら営業活動を行っている。したがって、地点を固定されることなく、離散的でなく連続的に路面を走査することができる。凍結頻発地域では、一般市民のドライバーでも、路面を見て凍結を認知する能力を経験的に取得しているが、タクシードライバーにおいてはその経験が、より豊富である。

以上のことから本研究では、精度に限界がある凍結センサーを補完するために、ハードウェア頼みではない実践的な手法として以下の手法を導入する。すなわち、人間が「目視で凍結と認識した」か、「直接スリップを経験した」場所を凍結地点として認識する。そしてこの情報をインターネットを介して集積し、道路管理に利用するとともに一般市民へ情報提供する。

データの精度を確保するために、データの取得は以下の二者に限定する。

- ・ **(取得者群 1):** パトロール作業中の道路管理者たち。なお、本研究で「道路管理者」と言った場合、道路管理者自身と、それに実作業を委託された業者まで含むものとする。
- ・ **(取得者群 2):** あらかじめ協力を依頼したタクシー会社のドライバーたち。

(取得者群 2)は、検査範囲の拡大と検査頻度の向上が狙いである。

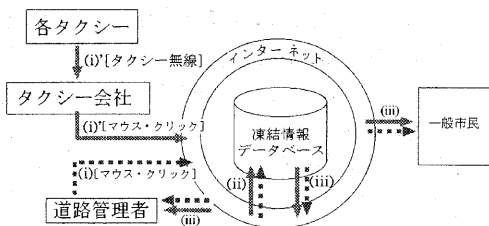


図 1：本システムにおける凍結情報の流れ。

図 1 は、本研究で提案する情報の収集と提供の流れを示している。

- ・ (i): 凍結地点の報告を委託されたタクシー会社のタクシードライバーは、凍結を発見すると自社の営業所へ、凍結地点とそれを発見した時刻をタクシー無線

を使って連絡する。営業所のオペレータ(以降単に「オペレータ」と呼ぶ)が、報告された地点と時刻をシステム画面内の地図上でクリックして入力する。

- ・ (i): 道路管理者も、凍結を発見したらシステム画面内でクリックして入力する。
- ・ (ii): (i), (i)のデータは、インターネットに接続された「凍結情報データベース」上に格納される。
- ・ (iii): 凍結情報照会メニューがクリックされると、凍結情報データベースから、その時点までに入力されたデータがスキャンされて一般市民へ情報提供され、道路管理者の路面管理にも利用される。

2.2 システムの実装方法

前項で述べたシステムを実現する上で、技術上重要なポイントを述べると、以下のようである。すなわち、オペレータへ要求される、コンピュータに関する知識は、最小限に抑制されるべきである。本研究では凍結地点の入力を地図上で直接的に行え、地図上に凍結地点を示すアイコン(以降、「凍結アイコン」と呼ぶ)を動的に重られるように、「クリッカブルイメージマップ」[7]、「ASP(Active Server Pages)」[8]、「スタイルシート」[9]を組み合わせる方法を採用する。

まず、クライアント画面内でクリックされた座標値をクリッカブルイメージマップを用いて取得し、サーバへ転送して、サーバ内の凍結情報データベースに格納する。そしてデータベースから読み込んだデータを ASP を用いて、あらかじめ変数としておいた、凍結アイコンの配置位置をあらゆる変数に代入する。この配置位置を用いて、スタイルシートにより地図上にアイコンを動的に重ね合わせる。

本手法以外に、レイヤー[10]を採用しての実装も、もちろん可能である。データベースを介在させることによって、セッションの終了後にもデータは保存され、次のセッション時にもこれまで入力された凍結データが検索されて表示され得る。

3. 試作システムの概要

3.1 凍結情報の入力と閲覧

試作システムについては、文献[11],[12]に記載済みである。図2は、凍結情報の入力画面である。タクシードライバーから送られてきた凍結情報を、オペレータがこの画面上で入力する。道路管理者も図2のページから凍結情報を入力する。



図2：凍結情報の入力画面。

図3は、凍結情報の閲覧画面である。閲覧者がリロードするか「最新の凍結情報照会」メニューを選択するたびに、凍結情報データベースがスキャンされて凍結アイコンで最新情報が地図上に表示される。

3.2 薬剤散布情報の入力と閲覧

凍結頻発地域では、凍結防止または融氷を目的として、薬剤が散布される。道路管理者は、凍結情報の入力の場合と同様の手順で、薬剤散



図3：凍結情報閲覧画面。

布情報の入力画面上でその散布を示すアイコン（以降、「散布アイコン」と呼ぶ）を入力することができる。散布アイコンは、「その地点の凍結が完全に解決されている」という誤解を与える危険性があるので[22]、道路管理者が利用するのみで、一般市民へは公開しない。技術的には、凍結情報データベースのテーブル内に、凍結データか薬剤散布データかを区別するフィールドを設けている。

ここで、本システムに対する権限について表1に整理しておく。表1中、「r」とは読み込み可能、「w」とは書き込み可能をあらわす。たとえば「rw」とあれば読み込み/書き込みとも可能であり、「r」ならば読み込みのみ可能である。提案システムのメニュー構成は表1に従っており、権限の分離はユーザ認証による。

言うまでもなく上記の各操作はインターネットのホームページ上でなされるので、マルチユーザによるマルチアクセスが実現している。

表1：本システムにおける各操作者の権限

操作者	凍結アイコン	散布アイコン
タクシー会社	r, w	なし
道路管理者*	r, w	r, w
一般市民	r	なし

4. 提案システムの評価

4.1 関連研究との比較

4.1.1 路面状況を伝えるホームページ

1 節でも述べたとおり、寒冷地域で路面状況を伝えるホームページは、国内外に数多く存在する(たとえば[2],[5],[13]~[18])。

一例として、フィンランド道路局(FINNRA)[17]では、気温、路面温度、天候、路面状況などの情報が一般公開されている(図4)。

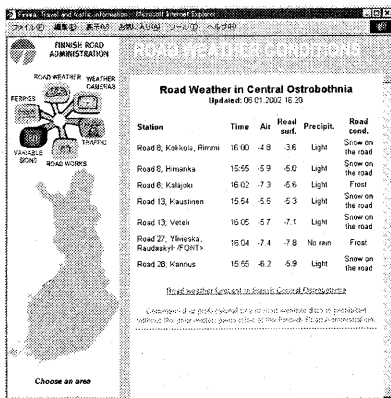


図4：フィンランド道路局(FINNRA)[17]のホームページでの路面情報提供。



図5：積雪中心の道路情報システム[13][15]。

また、本稿の著者の一人である元田らも、2000年に、積雪を中心とする道路情報システムの報告を行っている(図5および文献[13][15])。このシステムで提供される情報は、管轄範囲内の道路の55箇所に離散的に設置したITVカメラとハードウェアセンサーが取得する路面の静止画映像と温度データである。一般市民からも好意的な評価が得られている。

本稿で提案した凍結情報提供システムでは、これら従来のページと比して以下の点において優れている：

- ・(メリット1)： 1節の問題点1について、離散的な観測点以外についても凍結地点の情報が伝達される。
- ・(メリット2)： 1節の問題点2について、人間が実際に凍結を認知した確定情報であるので、予測と異なりまったくハズレることもなく、ハードウェアセンサーと異なり、あらかじめ決められた地点以外の場所での情報も把握できる。

さらに副次的なメリットとして：

- ・(メリット3)： 管轄範囲の区分を越えて、ホームページ上でスムーズに情報共有が可能。
- ・(メリット4)： ホームページ上に既に記載されている凍結地点について、重複して道路管理者へ苦情を寄せられる危険性を緩和できる。

次なるステップとして、「離散的であり、予測または凍結センサーを用いた従来の凍結情報システム」との融合により、提案システムはさらに効果的な凍結情報システムになり得る。

既存の路面状況提供ページに共通することとして、「提供されている情報はすべてを網羅するものではなく、またデータ取得後にも状況の変化が起こっている可能性があることをユーザは理解の上、あくまで参考情報として使ってほしい」旨の断り書きが記載されている。提供される情報を過信しての事故に起因した責任問題を回避するためである。本稿の提案システムも、既存システムと同様の断り書きは依然として不可避である。

4.1.2 タクシー会社を用いるアプローチ

凍結ではなく積雪状況の把握を中心として、タクシー会社に協力を依頼する試みが、富山県庁において実施されている[19]：

- ・富山県は寒冷地域の中でも積雪地域に分類され、最高気温が摂氏零度を越えない日は一年に一週間未満なので、冬期の路面管理では積雪対策が中心課題となる。
- ・富山県庁では、路面の積雪状況を把握するために、道路管理者による情報収集と並行して、あらかじめ協力を依頼したタクシー会社から情報の提供を受けている。
- ・タクシー運転手が積雪などで運転に支障のある路面を発見すると、タクシー無線を使ってタクシーの営業所へ、問題の地点の場所と状況を伝える。
- ・営業所では、各ドライバーからの情報を取り纏めて紙媒体の地図上に書き込み、道路管理者へFAXで伝達する。
- ・上記で交換されている路面情報は道路管理にのみ利用しており、一般市民への公開は行っていない。

この取り組みでは、情報伝達を一日に一度、一対一のFAX通信によって行っているため、情報の共有度合およびリアルタイム性に問題がある。とりわけ、時間による変化が激しい凍結情報の取り扱いには、この方法は不十分である。

本稿のアプローチでは情報伝達にインターネットを利用しているため、富山県の取り組みに比して、以下の点において有利である：

- ・(メリット5)：道路管理に関わる多数の関係者に加えて、インターネットを利用できる全ての一般市民までが、瞬時に情報を共有可能。すなわち、情報の共有範囲が拡大するとともに、伝達遅延が抑制できリアルタイム性が高まる。(メリット5)の結果は再び、(メリット3,4)に繋がる。

4.2 タクシーからのデータの精度

民間から情報を得る場合、情報の精度が問題となるが、富山県の例で協力しているタクシー

会社は、「路面管理のレベルが向上すれば、タクシー会社としても仕事をしやすくなること」、「会社のイメージアップとして行っていること」等の理由から協力が積極的である[20]。実際、「伝達される情報の精度は高く、道路管理の妨害を意図したノイズは存在しない[19]」とのことである。

4.3 データの適合性と入手可能性

「タクシー運転手が日常感じている凍結地点のデータ」と「提案システムの求める入力データ」が適合するの否かを評価するために、以下の調査を行った。図6は、岩手県盛岡市にあるタクシー会社H社に依頼して、当社のタクシー運転手47名が把握している路面凍結の頻発地点を紙媒体の地図上にまとめてもらったものである。図6中、道路が塗られている部分が凍結頻発地点であり、たとえば、①の大通三丁目、開運橋付近、②の上田一丁目付近、③の上ノ橋町付近などが顕著である。調査範囲は盛岡市中心部にある盛岡市役所を中心とする半径約3kmの範囲とし、2002年2月6日に調査を依頼、3月14日に結果を受領した。

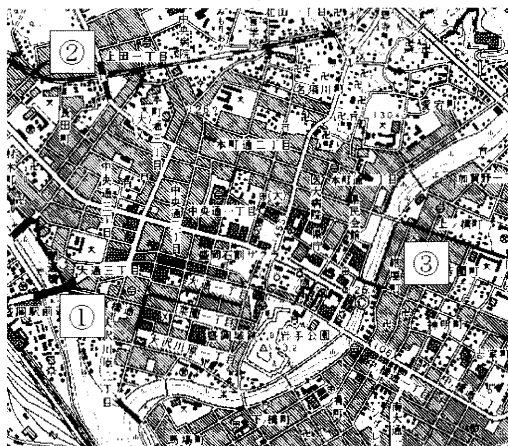


図6：タクシー運転手の意識上の凍結頻発地点。

調査の結果得られた知見として、凍結地点は15メートル程度の点領域を最短として、平均50メートル程度の線領域として認識されており、提案システムにおける凍結アイコンまたはその

連続的な配置によって表現しやすく、親和性・適合性があると言える。

H社に本稿における試作システムを説明したところ、好意的な評価を得るとともに、会社としての参加を含め強く興味をいただいている[21]。

また、岩手県盛岡市において国道、県道、市道の管理を行っている国土交通省岩手工事事務所、岩手県県土整備部道路環境課、盛岡市建設部道路管理課にも、試作システムについてのプレゼンを行い、いくつかの有益なコメントを得ている ([22]~[24])。

5. 結論と今後の展望

本稿で提案した凍結情報提供システムは、凍結データの場所的な離散性を緩和し、より連続的な点での情報提供を可能とする。また、ハードウェア凍結センサーの精度の悪さや、予測のハズレによる誤った凍結情報提供を補完し、確定情報として、よりドライバーに有用な凍結情報を提供できる。さらに副次的に得られるメリットとして、道路の管轄区分にとらわれずに凍結情報がスムーズに共有される。

今後の展望として、以下7項目を記載する：

(1) 本アプローチは単独で用いることも可能ではあるが、4.1.1項で述べた通り、従来のアプローチと組み合わせで用いる方がより効果的である。よって、これらとの融合方法について検討。

(2) 一般市民をモニターとしての試作システムの評価と改良。

(3) データの時間的な信頼性に関する検討。すなわち、現在は確定情報として得られた凍結情報の有効時間について、簡単化して、発見時刻から「一日のうちで最も気温が上がるとされる午後2時まで」を有効期間としているが、この期間についてのより詳細な検討。

(4) 気象条件、地形条件を考慮した、より詳細な凍結メカニズムの導入。

(5) 危険度最小の経路探索[25]。

また、データの取得と提供に関してそれぞれ、

(6) 将来、ハードウェアセンサーの精度が向上した場合に、タクシーをプローブカー[26]化したの情報獲得の導入。

(7) VICS データを加工しての再配布が解禁された中で[27]、凍結情報を VICS へ導入することにより、現在渋滞情報においてなされているような、運転中のドライバーへのリアルタイムでの凍結情報提供。

上記のように、本研究は今後、種々の方向で発展の可能性に満ちている。

謝辞

種々の貴重なコメントをいただいた法政大学情報科学部の溝口徹夫教授に感謝を申し上げます。試作システムの評価において助力いただいた岩手県立大学ソフトウェア情報学部4年の上田善久君に謝意を表します。

本研究の一部は、土木学会土木計画学研究会 ITS 社会に向けた交通事故分析に関する研究小委員会プロジェクト「路面凍結状況の把握と提供に関する基礎研究」の助成によります。

参考文献

[1] 加治屋安彦, 手塚行夫, 大島利廣:「道路情報分野における XML 技術の活用について ~道路用 Web 記述言語 RWML の開発~」, 情報処理, Vol.41, No.6, pp.666-670, 2000年6月。

[2] 松澤勝, 加治屋安彦, 児玉浩文:「冬期道路管理における情報共有について ~1997/98 冬期の札幌圏ホワイトネット実験プロジェクトの結果から~」, 独立行政法人北海道開発土木研究所報文,

<http://www2.ceri.go.jp/its-win/gepou12.htm>

[3] 山内照夫:「21世紀へ向けた走行支援道路システムについて」, 電子情報通信学会誌 特集 ITS, Vol.83, No.7, pp.565-568, 2000年7月。

[4] 松下温, 屋代智之:「ITSの実現に向けて」, 情報処理 特集 ITS, Vol.40, No.10, pp.960-963, 1999年10月。

- [5] 室田正雄：「路面凍結情報システムの研究」，福井県雪対策・建設技術研究所年報地域技術第11号，1998年7月。
(<http://freedom.mitene.or.jp/~mamo/databox/koukai/web-nenpou/1houkoku/1-1yuki/touketu/romentou.htm> から入手可能)
- [6] Private Communications, 日本道路公団試験研究所交通環境研究部交通研究室／吉江誠吾氏，根本昇氏，2001年6月22日。
- [7] 西田知博，川本芳久：「CGI 入門講座」，オーム社，1997。
- [8] 生形洋一：「ASP 実践プログラミング入門」，技術評論社，1999。
- [9] 古旗一浩：「JavaScript 例文活用辞典」，技術評論社，2001。
- [10] 古旗一浩：「JavaScript ポケットリファレンス」，技術評論社，1999。
- [11] 佐藤貴洋，高山毅，元田良孝，溝口徹夫，佐野嘉彦：「民間から得た情報をもととする凍結情報システム」，第64回情報処理学会全国大会講演論文集，第4分冊，pp.115-116，2002。
- [12] T. Takayama, Y. Motoda, T. Satoh, T. Mizoguchi, and Y. Sano: "Effective Information System of Frozen Road Surface," appear in *Proceedings the 9th World Congress on Intelligent Transport Systems*, 2002.
- [13] Yoshitaka Motoda, Ken Fujishima, Yukio Ogata: "Road Surface Condition Information System For The Winter Season", *Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Transport Systems(ITS2000)*, CD-ROM, 2000.
- [14] フィンランド道路局(FINNRA)のホームページ，<http://www.tiehallinto.fi>
- [15] 岩手県道路情報提供サービス，<http://www.douro.com>
- [16] 北の道ナビ，
<http://northern-road.jp/navi>
- [17] 富山県土木部企画用地課：「冬期道路情報システム」，
<http://www.toyama-douro.toyama.toyama.jp/main.htm>
- [18] 財団法人国土技術開発センター：「道路関連情報事前提供システム」，
<http://www.i-road.gr.jp/th/index.html>
- [19] Private Communications, 富山県土木部企画用地課雪対策係技師／山下勉氏，2001年7月10日。
- [20] Private Communications, 魚津交通株式会社運行管理副課長／平崎俊章氏，運行管理課長代理／河崎亮次氏，2001年7月10日。
- [21] Private Communications, 株式会社ヒノヤタクシー取締役社長・大野泰一氏，同専務取締役・大野耕平氏，同営業部長・大野尚彦氏，2002年1月9日。
- [22] Private Communications, 国土交通省岩手工事事務所道路管理第二課課長・畑澤強氏，同調査第二課課長・松前好則氏，2001年11月6日。
- [23] Private Communications, 岩手県県土整備部道路環境課維持係長・高山幸夫氏，同道路環境主査・中村実氏，2001年12月10日。
- [24] Private Communications, 盛岡市建設部道路管理課維持係・佐々木寛司氏，2001年12月10日。
- [25] Private Communications, 千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科・屋代智之助教授，2002年3月12日。
- [26] 和田光示：「プローブ情報システム(IPCar)プロジェクト」，情報処理 特集・インターネットと自動車，Vol.43, No.4, pp.363-368, 2002年4月。
- [27] トラフィック・インフォメーション・コンソーシアム：「道路交通情報ビジネスの現状と今後の展望 ～中間取りまとめ～」，ITS Japan 第11回 ITS 講演会資料，
<http://www.ijnet.or.jp/vertis/j-home.htm>，2001。