

# 冬期防災のためのリアルタイム積雪情報集約システムの構築

新潟大学災害・復興科学研究所

伊豫部 勉, 河島 克久

## 1. はじめに

雪は、冬の観光資源や春先から夏場にかけて貴重な水資源となる反面、大雪になると、雪崩や吹雪による視程障害、さらに融雪期の地すべりといった様々な雪氷災害の危険を増大させる。これら災害の外力となる積雪量は、降雪や融解のみならず、風による再配分や自重による圧密などにより時間的に激しく変動する。また、標高や地形の影響を大きく受ける。そのため、時々刻々と変化する積雪の空間分布を詳細に把握することは、雪氷防災の観点から重要な課題のひとつとなっている。豪雨に関しては、気象レーダ観測によるレーダーエコーやそれを地上雨量観測と組み合わせることで作成される解析雨量によって、広域の詳細な雨量分布を準リアルタイムで把握することが可能であり、これが重要な防災情報となっている。しかし、豪雪に関しては、上記の雨量分布に相当する詳細な積雪深分布図を作成・公開する仕組みがない。特に、日常的な災害予防や大雪時の災害応急対応を行う地方自治体では、都道府県程度の広域空間について準リアルタイムに積雪深分布を把握したいというニーズがある。

## 2. ウェブ上で公開されるリアルタイム積雪深情報の現状

降積雪の実況値は、冬期交通網の確保、雪崩危険箇所への警備配置、屋根雪処理等の雪対策を適切かつ円滑に実施する上で欠く事の出来ない重要な情報である。近年、国土交通省をはじめとする国の防災機関、研究機関、民間企業、都道府県、さらには一部の市町村において、独自に積雪深観測点（写真1）を設けて計測し、防災気象情報としてウェブ上に実況値を公開している。

我が国においてウェブ上でリアルタイムに公開される積雪深観測点は2,197地点にも上り、気象庁の約6倍の地点で観測が実施されている。これは平均すると、日本海側地域で約9km四方に1カ所、北陸地方では約6km四方に1カ所の高密度の観測網が形成されていることとなる（伊豫部ら、2012）。しかも、気象庁観測点は標高の低い生活圏に多く配置されているのに対して、気象庁以外の観



写真1 新潟県道路情報システム（山古志観測点）。矢印は自動積雪深計。

測点は山間部（山岳地は除く）にも多数存在するという特徴がある。これら多機関で観測される積雪深のリアルタイムデータを用いることによって、広域的な積雪状況を高分解能に把握できる可能性がある一方で、多機関データは機関毎にウェブで公開されていること、デジタルデータとして流通していても機関毎のデータ形式で管理・表示されているため迅速な情報の収集・整理の大きな障壁となっていること等の理由により、データの相互利用による高度な活用が必ずしも行われていないのが現状である。

### 3. 本事業の概要

本事業が目指すものは、積雪深の実況情報を地域社会で共有する仕組みを積雪地域の一つの社会基盤と捉え、ウェブ上で公開される多機関の積雪深データを自動的に集約し、準リアルタイム積雪深分布図を即時に作成するシステムを構築することである。これらにより、日常的な災害予防や大雪時の災害対応に資するとともに、雪国の地域振興に寄与することがねらいである。そこで本事業では、著者らが過去に多くの研究実績のある新潟地域を対象として、ウェブ上で公開される多機関の積雪深データの一元的集約とそれに基づく高精度の準リアルタイム積雪深分布図の作成、さらに得られた結果のウェブ配信までを全て自動処理できる積雪情報集約システムの開発を行った。

### 4. リアルタイム積雪情報集約システムの構成

新潟県内には合計 320 地点の積雪深のリアルタイムデータがウェブ上で公開されており、山間部を含め広く分布する（図 1）。新潟県内で積雪深のリアルタイムデータを公開する機関は、国土交通省（気象庁、北陸地方整備局、水管理・国土保全局）、新潟県（土木部道路課、総務管理部地域政策課）、研究機関（防災科学研究所雪氷防災研究センター、森林総合研究所十日町試験地、新潟大学）、市町村（村上市、阿賀町、五泉市、見附市、長岡市、柏崎市、小千谷市、魚沼市、小千谷市、十日町市、南魚沼市、津南町、湯沢町、上越市、妙高市、糸魚川市）である。特筆すべき点として、新潟県内にある市町村の半数がウェブ上で積雪深データを公開しており、このような市町村レベルの積極的な取り組みは他の都道府県ではあまり見られない。

本事業で開発したリアルタイム積雪情報集約システムとは、下記に述べ

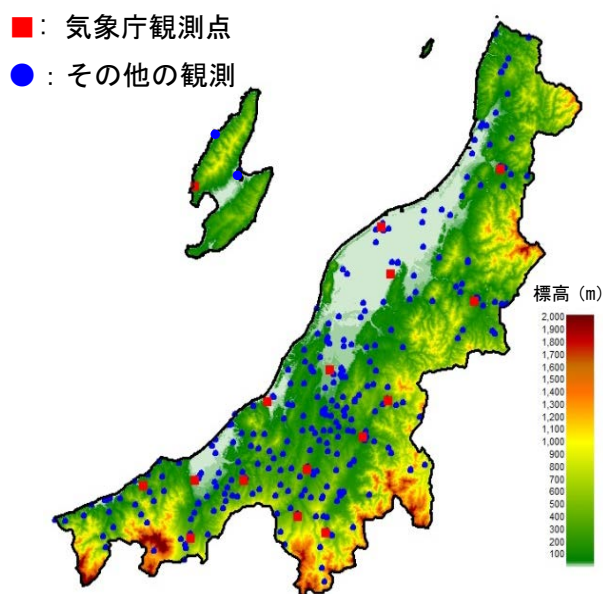


図 1 ウェブ上で公開される新潟県内の積雪深観測点の分布。

る積雪深情報の一元的集約，準リアルタイム積雪深分布図の作成，準リアルタイム積雪深分布図のウェブ配信の3つのパートより構成される。

#### 4.1 積雪深情報の一元的集約

まず，ウェブ上で積雪深の観測情報を公開する機関を抽出し，観測点毎のURL，観測点名，位置情報（住所，緯度・経度，標高），測定方法，ウェブでの公開状況（更新頻度，データ形式，過去データの公開・非公開）等を整理した。ウェブ上のデータ形式は，HTML，Excel，CSV，PDF など多岐にわたる。そこで，URL 毎に構文解析を行い，観測点名，データ取得日時，観測値等の配列の規則性を確認した上で，必要な情報のみを取得するプログラムを個別に設計した。一方，積雪深の計測は正10分～1日1回（概ね9時）の間隔で実施されている。このため，上記プログラムを1時間に1回の頻度で定期的に行い，取得データを標準的形式に統合するプログラムを実装した。今回開発した積雪深情報の一元的集約プログラムにより，新潟県内で公開されるほとんどのデータ形式に対して，大規模かつ長期にわたるデータの一元的集約の自動化が可能となった。最新データの収集とそれに基づく分布図作成にかかる時間は10分以下である。

#### 4.2 準リアルタイム積雪深分布図の作成

1時間毎に作成されたデータセットは，位置座標をもつ積雪深データの集合体である。積雪深の空間分布を視覚化するためには，地点データを面的データに変換した上で，地図に重ね合わせる作業が必要となる。積雪深分布図の作成は，コンター図作成ソフト Gsharp（日本電子計算）を使用して作成した。観測点間に存在する未計測の積雪深は，Gsharp に予め用意された空間補間法により推定した。また，Gsharp はスクリプト機能を有している。そこで，上記の処理を1時間毎に行うことで，最新積雪深分布図を逐次生成し，データサーバに蓄積できる簡易プログラムを設計した。

#### 4.3 準リアルタイム積雪深分布図のウェブ配信

前節で得られた積雪深分布図は，2013年1月24日より専用のウェブサイト「新潟県内の準リアルタイム積雪深分布図」で配信を開始した（図2）。ここでは，1時間毎の準リアルタイム積雪深分布図のうち，新潟県内すべての観測データが揃う毎日9時の積雪深分布図「今日の積雪深分布図」と，そのひとつの応用として，同一地点の当日と前日との積雪深差の分布図「前日との差の分布図」の2種類の情報が毎日更新されている。図3に「今日の積雪深分布図」および「前日との差の分布図」の表示画面を示す。今日の積雪深分布図（図3(a)）は，新潟県内の積雪深が寒色系から暖色系の色で10cm間隔で表現され，さらに，地図に市町村境界線を入れることで，積雪深の空間分布を直感的に理解できるように配慮した。一方，前日との差の分布図（図3(b)）は，24時間の積雪深変化量を赤色（増加）と青色（減少）で表現され，その間の降雪深や融雪量の目安になる。ただし，積雪深は，降雪，積雪表面および積雪底面での融解，さらに，自分自身の重さとその上に積もった積雪荷重による圧縮のバランスによって決まる。このため，一定時間内の積雪深の変化量は，その間の降雪深や融雪量と厳密には同じでないことに注意する必要がある。

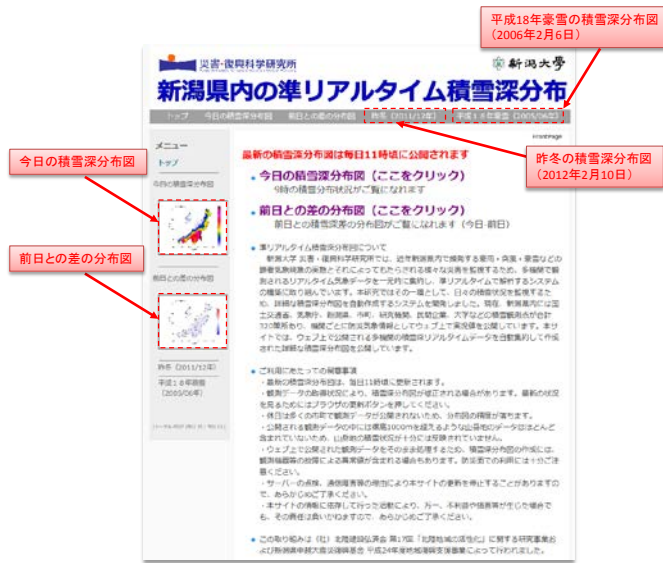


図 2 「新潟県内の準リアルタイム積雪深分布図」のウェブ画面  
<http://platform.nhdr.niigata-u.ac.jp/~snow-map/index.php?FrontPage>

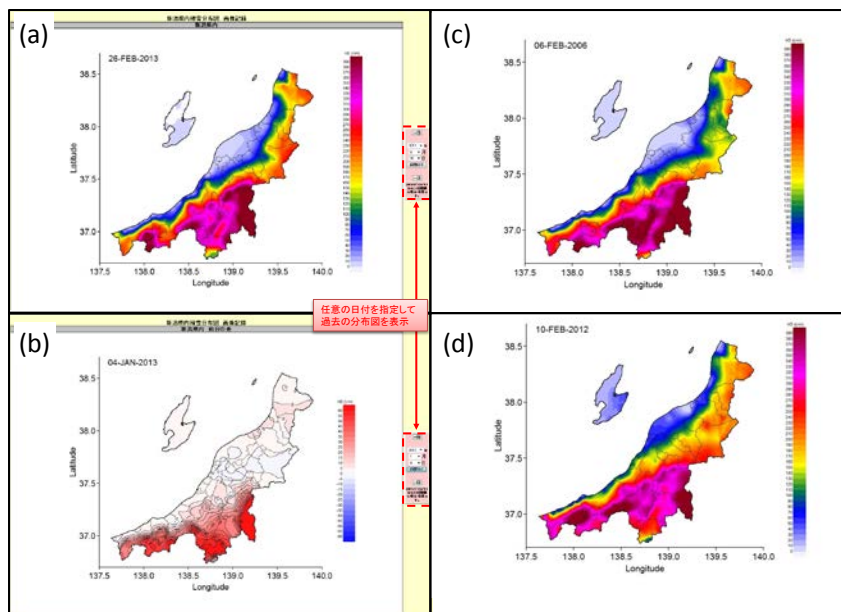


図 3 「新潟県内の準リアルタイム積雪深分布図」で提供する各種情報。(a) 本日の積雪深分布, (b) 前日との差の分布図, (c) 平成 18 年豪雪の積雪深分布図, (d) 昨冬の積雪深分布図。

本システムは準リアルタイム状況の表示のみならず、アーカイブ機能もある。データサーバに蓄積された 2012 年 12 月 11 日以降の日別の積雪深分布図を呼び出すことや、過去の

積雪深分布図を連続的に再生することが出来るため、時間の経過に伴う積雪深の空間的変動が視覚的にわかる。また、過去の豪雪年の積雪深分布図として、平成18年豪雪（2006年2月6日、図3(c)）と昨冬（2012年2月10日、図3(d)）の積雪がピークに達した時の状況を参照することができ、現在状況を過去の豪雪時と比較することも可能である。

## 5. 災害予防・大雪時の災害対応への活用に向けた課題

本システムは2013年1月11日より本格運用を開始し、その後大きなトラブルが発生することも無く、概ね順調に作動している。本システムを利用することにより、新潟県内の詳細な積雪深分布が準リアルタイムに把握することができ、災害に対する地域住民への注意喚起に役立つことが期待される。一方、地域防災を担う自治体が平常時から注視するリアルタイム情報や発災時の意思決定の参考にする情報を聞き取ることは、本システムの災害予防・大雪時の災害対応への活用を考える上で意義あることと考える。

そこで、新潟県のご協力を得て、2013年1月29日に本システムに関する意見交換を行った。本システムの実証実験を通して様々な評価と課題が挙げられたが、その主たるものをまとめると以下の通りである。

### (1) 多機関データの一元的集約の効果

同じ自治体であっても複数の部署が独自の観測網のもとでデータを取得・管理しており、相互にデータを共有する仕組みは無い。このような中で、多機関で公開される実況情報を一つのシステムに集約し、ほぼ同時に提供することで、情報共有を図ったが、多くの関係者が県全域を迅速に把握することができ、その有効性が確認された。なかでも、道路状況や雪崩危険箇所の巡視といった対象エリアが広い業務ほど、分布図のような面的情報が有効との声が多かった。

### (2) 情報配信のタイミングの重要性

道路管理者にとって、積雪状況をリアルタイムに監視することは、的確な道路除雪を行う上で非常に重要である。実際の除雪作業では、車両の往来が最も少ない夜間から未明にかけて実施されるため、観測情報が最も多く集まる「9時」の情報配信では遅すぎるといった指摘もあった。すなわち、情報の配信頻度と分布図の精度はトレードオフの関係にあり、使用する観測点の数によって分布図の精度がどの程度変化するか検討しておく必要がある。

### (3) 防災力向上に有効な情報

本システムで配信される情報のなかで、特に好評を得たのは積雪深の24時間変化量であった。雪の積もり方によって災害の度合いが異なることは経験的に知られており、伊藤（1983）は北陸地域の積雪深の変化パターンとその特徴について、冬の比較的初期に寒波が次々に来襲し、強い降雪が続いて積雪深が一気にピークに達する「ドカ雪」が現れやすいことを指摘している。ドカ雪により、市街地では除雪や屋根の雪下ろしを迫られ、山間部では斜面積雪の安定度が小さくなり、雪崩の危険が極めて高くなる。今後は、ドカ雪の

特徴である大きな降雪強度と持続性の地域特性を調べ、情報に反映していきたいと考えている。また、現実にかかる災害の発生メカニズムを考えた場合、例えば、表層雪崩は短時間に多量の雪が降り積もる場合に発生することが多く、雪崩発生の危険度評価や道路除雪作業の効率化には、積雪深よりも 1～数時間単位の降雪深の方が重要な場合もある。一方、小南ら（1998）や遠藤ら（2002）は、積雪深と降水量のデータを用いて、積雪の粘性圧縮理論を基礎とする降雪深の推定方法を開発した。積雪深と同様に、多機関で計測される降水量のリアルタイムデータの公開システムは、国土交通省や都道府県ですでに運用されているので、それらを積雪深の空間分布を組み合わせることにより、降雪深分布を推定できる可能性がある。また、積雪深と雪密度を掛け合せて求められる積雪の水当量分布は、春先の河川増水や地すべりといった融雪災害のみならず水資源の観点からも重要であり、広域的な積雪密度の推定方法に関する研究開発が今後望まれる。

## 謝辞

本事業の基礎となるウェブ上の積雪深データは、所管機関に許可をいただき、使用しました。観測設備の維持に努力されている関係各機関の方々に敬意と謝意を表します。本事業は、(社)北陸建設弘済会第 17 回「北陸地域の活性化」に関する研究助成事業、および新潟県中越大地震復興基金平成 24 年度地域復興支援事業により行われました。

## 引用文献

- 伊藤驍(1983)日本における積雪深の形態分類とその特徴について. 日本雪氷学会誌「雪氷」, 45(2), 57-63.
- 伊豫部勉, 河島克久, 和泉薫(2006)平成 18 年豪雪における積雪深分布の特徴. 日本雪氷学会誌「雪氷」, 69(1), 45-52.
- 伊豫部勉, 河島克久, 和泉薫(2012) Web 上で公開される積雪深情報の実態と一元的集約による積雪深分布図の作成. 日本雪工学会誌, 28(3), 13-22.
- 遠藤八十一, 小南裕志, 山野井克己, 庭野昭二(2002)粘性圧縮モデルによる時間降雪深と新雪密度. 日本雪氷学会誌「雪氷」, 64(1), 3-13.
- 小南裕志, 遠藤八十一, 庭野昭二, 潮田修一(1998)積雪の粘性圧縮理論による降雪深の推定. 日本雪氷学会誌「雪氷」, 60(1), 13-23.