

地域防災対策支援研究プロジェクト

②研究成果活用の促進

～北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援～

(平成26年度)

成果報告書

平成27年5月

文部科学省 研究開発局

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

まえがき

平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を契機に、地方公共団体等では、被害想定や地域防災対策の見直しが活発化しています。一方で、災害の想定が著しく引き上げられ、従来の知見では、地方公共団体等は防災対策の検討が困難な状況にあります。そのため、大学等における様々な防災研究に関する研究成果を活用しつつ、地方公共団体等が抱える防災上の課題を克服していくことが重要となっています。

しかしながら、防災研究の専門性の高さや成果が散逸している等の理由により、地方公共団体等の防災担当者や事業者が研究者や研究成果にアクセスすることが難しく、大学等の研究成果が防災対策に十分に活用できていない状況にあります。

また、防災分野における研究開発は、既存の学問分野の枠を超えた学際融合的領域であることから、既存の学部・学科・研究科を超えた取組、理学・工学・社会科学等の分野横断的な取組や、大学・独立行政法人・国・地方公共団体等の機関の枠を超えた連携協力が必要であることや、災害を引き起こす原因となる気象、地変は地域特殊性を有することから、実際に地域の防災に役立つ研究開発を行うためには、地域の特性を踏まえて行うことが必要であること等が指摘されています。

このような状況を踏まえ「地域防災対策支援研究プロジェクト」では、全国の大学等における理学・工学・社会科学分野の防災研究の成果を一元的に提供するデータベースを構築するとともに、大学等の防災研究の成果の展開を図り、地域の防災・減災対策への研究成果の活用を促進するため、二つの課題を設定しています。

- ① 研究成果活用データベースの構築及び公開等
- ② 研究成果活用の促進

本報告書は「地域防災対策支援研究プロジェクト」のうち、「①研究成果活用の促進 北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」に関する、平成26年度の実施内容とその成果を取りまとめたものです。

本業務では「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」をテーマとし、具体的には、北海道中標津町における吹雪発生予測システムの利活用およびそれに基づく雪氷防災対策の検討を行うための研究を実施しました。中標津町では平成25年3月2日から3日にかけての暴風雪災害によって5名の方が亡くなりました。当日は、発達した低気圧の影響で急激に天候が悪化し、著しく発達した吹雪による視程障害と道路

への吹きだまりにより、車の通行が不能となりました。このような、これまでに経験の無い規模の災害を今後防ぎ、安心安全な冬期の生活を確保することは、中標津町やその周辺の地域にとって大きな課題であり、これを解決するために本業務に取り組むこととしました。

本事業では、上記のような吹雪災害を防止するための方策として、現在、(独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センターが新潟市などを対象に行っている面的な吹雪発生予測システムを活用し、効果的な雪氷防災対策を中標津町において実施できるよう支援することを目的としております。特に、本事業では、3年後に中標津町独自で吹雪発生予測を活用できるようにすることを最終的な目的としています。

目 次

1. プロジェクトの概要.....	1
2. 実施機関および業務参加者リスト.....	4
3. 成果報告.....	5
3. 1 吹雪発生予測システムの開発.....	5
3. 2 吹雪発生予測システム(Ver. 2)による情報提供実証試験.....	30
3. 3 雪氷防災対策のための組織形成と普及活動.....	36
3. 4 その他.....	44
4. 活動報告.....	48
4. 1 会議録.....	48
4. 2 対外発表.....	55
5. むすび.....	58

1. プロジェクトの概要

防災科学技術研究所雪氷防災研究センター（新潟県長岡市）では、雪崩、地吹雪、道路の雪氷状態などを予測する「雪氷防災発生予測システム」を開発しており、2006年冬より、雪国の国、県、市の機関などと連携して、予測システムの改良のための試験運用を行ってきた。2013年12月からは、文部科学省 地域防災対策支援研究プロジェクト「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」の一環として、北海道標津郡中標津町を対象とした吹雪予測システム試験運用を開始し、効果的な吹雪災害対策手法の検討を実施する。

中標津町では、平成25年3月2日から3日にかけての暴風雪災害によって5名の方が亡くなった。当日は、発達した低気圧の影響で急激に天候が悪化し、著しく発達した吹雪による視程障害と道路への吹きだまりにより、車の通行が不能になった。このような、これまでに経験の無い規模の災害を今後防ぎ、安心安全な冬期の生活を確保することは、中標津町やその周辺の地域にとって大きな課題であり、これらの解決ために、本プロジェクトを実施することとした。

本プロジェクトにおいては、研究成果の創出だけでなく、得られた成果を有効かつ直接的に地域防災対策に適用することを重要な目的としている。そのため、防災研究に関する専門的な知見を持つ方々、地方自治体等の防災対策担当者、地元企業の防災担当者等、研究成果を当該地域で活用するため、様々な分野から構成される運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討する（図1参照）。

提供する吹雪予測データは、運営委員会のメンバーに限定して試験的に提供し、有効に活用できる情報となるように意見を参考としながら完成度を高める。予測項目は、1時間ごとの視程、風速、降雪量、気温、吹雪量で、1日2回（4時、16時）、29時間先まで提供する。格子間隔は現時点で5kmとしている。予測の更新頻度および格子間隔に関しては、実測値との比較検討および運営委員の意見などを参考とし、将来的には更新頻度の増加や、1.5km～2km 格子への高解像度化なども検討する（図2参照）。その他、ライブカメラの映像や気象観測データなどの情報について、ホームページで一般に公開する（図3参照）。

なお、雪氷防災に関する防災教育、啓発活動も併せて実施する。

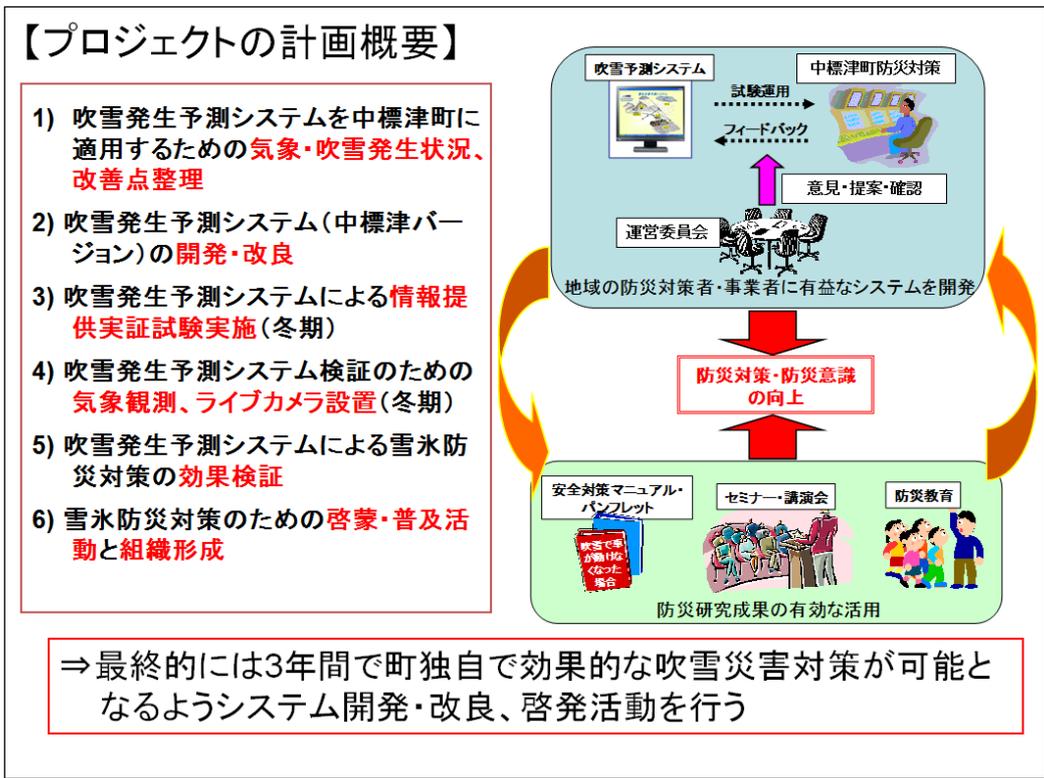


図1 「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」概要

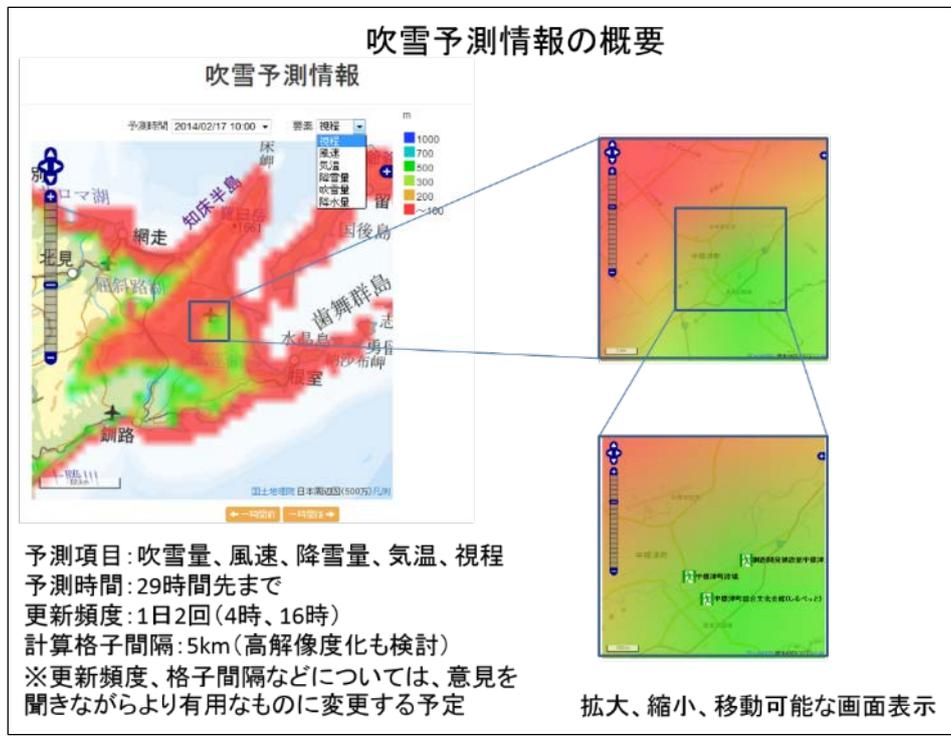


図2 提供する吹雪予測情報の概要

ライブカメラ、気象観測情報の概要



ライブカメラ映像

●:ライブカメラ設置地点 ○:気象観測機器設置地点
現地状況や通信状況の条件を調査し、
1地点に気象観測所、2地点にライブカメラを設置

・観測要素

気象(風向風速、気温、湿度、積雪深、日射量)
ライブカメラ画像

・観測配信間隔

10分毎、ライブカメラ映像については動画も配信



気象観測点

図3 提供するライブカメラ、気象観測情報の概要

2. 実施機関および業務参加者リスト

所属機関	役職	氏名	担当業務
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	センター長	上石 勲	3.2, 3.3
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	主任研究員	根本征樹	3.1, 3.2, 3.3
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	任期付研究員	中村一樹	3.2, 3.3

3. 成果報告

3. 1 吹雪発生予測システムの開発

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センターで開発している「雪氷災害発生予測システム」に基づき、北海道中標津町を対象として改良を進めた吹雪発生予測システムを、試験運用を通じて発展させる。また、予測システムの検証のために、野外観測データおよび吹雪の現況モニタリングデータも活用し、予測モデルから得られる予測結果との比較検討から吹雪発生予測システム全体の高度化を図る。

(b) 平成25年度業務目的

吹雪発生予測システム検証と改良のために吹雪発生状況・改善点を前年度の予測、観測データに基づき整理する。それに基づき吹雪発生予測システムを改良し、新システム(Ver. 2)を導入する。当該年度においては、Ver. 1の中心であった吹雪時の視程分布に加えて、吹きだまりポテンシャルの面的分布の予測システムへの導入を検討する。運営委員会による予測情報の利活用に関する検討結果をまとめ、システムへフィードバックする。それに応じて可視化表示システムも改良する。冬期においては、予測システム改良のための現地調査、実測データ収集も実施する。地域報告会やワーキンググループにおける検討によりシステム運用上の問題・改良に関して情報を収集する。冬期の試験運用と同時に、吹雪発生予測システム(Ver. 2)の検証と応急改良も進める。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	主任研究員	根本征樹
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

1) 吹雪予測システムの検証と改良のための気象・吹雪発生状況整理

- ・吹雪予測システムの検証および改良を進めるため、中標津町における平成25年度の気象・吹雪発生状況を気象データ、吹雪発生状況等の整理に基づき実施した。
- ・それに基づき吹雪発生予測システム改良のための仕様を検討した。

2) 吹雪発生予測システム(Ver. 2)の開発

- ・吹雪時の視程分布(Ver. 1)に加えて、吹きだまりポテンシャル分布を新たに導入した、吹雪発生予測システム(Ver. 2)を開発した。
- ・吹雪量、視程など吹雪強度に関する要素、および吹きだまりポテンシャルの面的分布の予測値、また風向風速、気温、降雪量などの面的分布予測値について地図上に可視化表示するシステムを開発した。
- ・運営委員会による予測情報の利活用に関する検討結果をまとめ、システムへフィードバックした。それに応じて可視化表示システムも改良した。

3) 予測システム検証のための現地調査、データ収集

- ・気象観測地点を選定して気象測器を設置し、気象データについて測定・記録した。
- ・吹雪観測地点を選定し、視程計、定点カメラ等による吹雪発生状況の野外観測を実施した
- ・吹雪発生時に現地調査を実施し、視程障害発生状況や吹きだまりの発生個所を調査した。
- ・中標津町役場の防災担当者、道路管理者から吹雪・吹きだまり発生状況等のヒアリングも実施した。
- ・地域報告会、ヒアリングによりシステム運用上の問題・改良に関して情報を収集した。
- ・冬期において、吹雪発生予測システム(Ver. 2)の検証と応急改良を進めた。

(b) 業務の成果

1) 吹雪予測システムの検証と改良のための気象・吹雪発生状況整理

2013/14年冬期において、中標津町周辺では11回程度の吹雪発生事例があった。その中で、2014年2月17日から19日にかけては、発達した低気圧の停滞に伴い、北海道の道東地方を中心に広範囲で暴風雪に見舞われ、交通障害などライフラインへの大きな影響が生じた。はじめに、2014年2月中旬における北海道標津郡中標津町周辺の暴風雪について、気象状況を概観するとともに、吹雪予測モデルによる予測結果の妥当性について検討する。

中標津町周辺では、2014年の2月17日から19日にかけて3日間暴風雪・猛吹雪が継続し、多数の通行止めなどが発生したことがヒアリング調査からも確認されている。アメダスによる2月中旬における気象要素の変化を図1に示す。中標津町郊外(西側)に位置するアメダス上標津のデータ(図1(a))を見ると、2月16日か17日にかけて降水(氷点下の気温のため降雪と見なされる)があり、また2月17日から19日にか

けてほぼ3日間、低温下（ -5°C 程度）で平均風速 10m/s 程度の強風が発現していたことが分かる。こうした傾向は、若干風が弱いものの、中標津町中心部付近に位置するアメダス中標津のデータ（図1 (b)）、およびアメダス根室中標津のデータ（図1 (c)）でも同様であった。

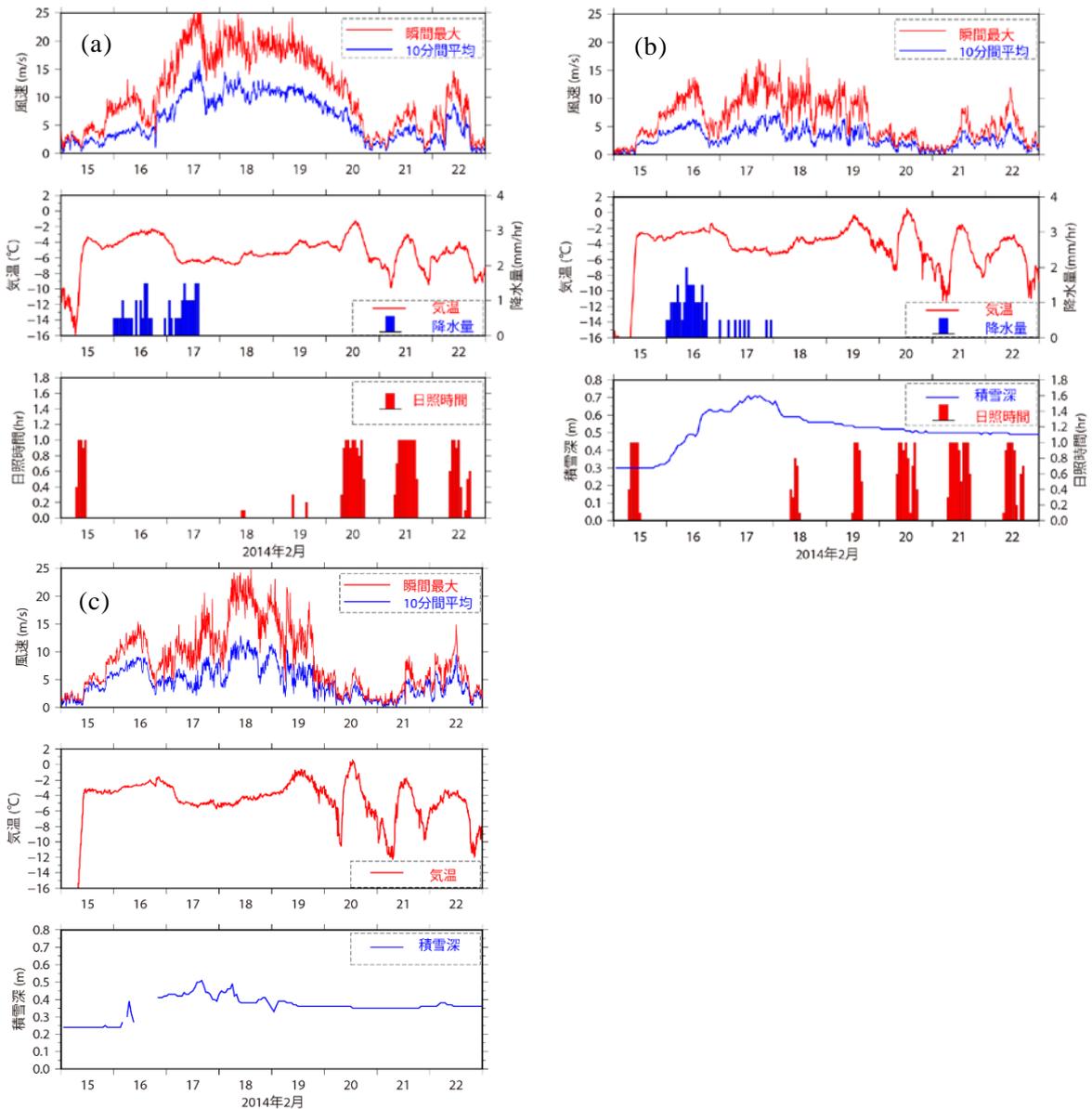


図1 気象概況（アメダス上標津 (a)、中標津 (b) および根室中標津 (c)）. 2014年2月15日0時から2月23日0時まで。

モデルから得られた計算結果について、アメダスの実測値と比較した結果を図2に示す。なおモデルの計算結果は 5km メッシュごとであり、ここで実測値と比較したデータはアメダス観測点の最近傍格子点での予測結果であることに留意する必要がある。アメダス上標津（図1 (a)）の最近傍格子点での風速の予測値について、局所的に絶対値および位相のずれも見られるものの、全般的に実測値とよく一致している。気温について、 2°C 程度の絶対値のずれが見られるものの、変動の傾向について予測値は実

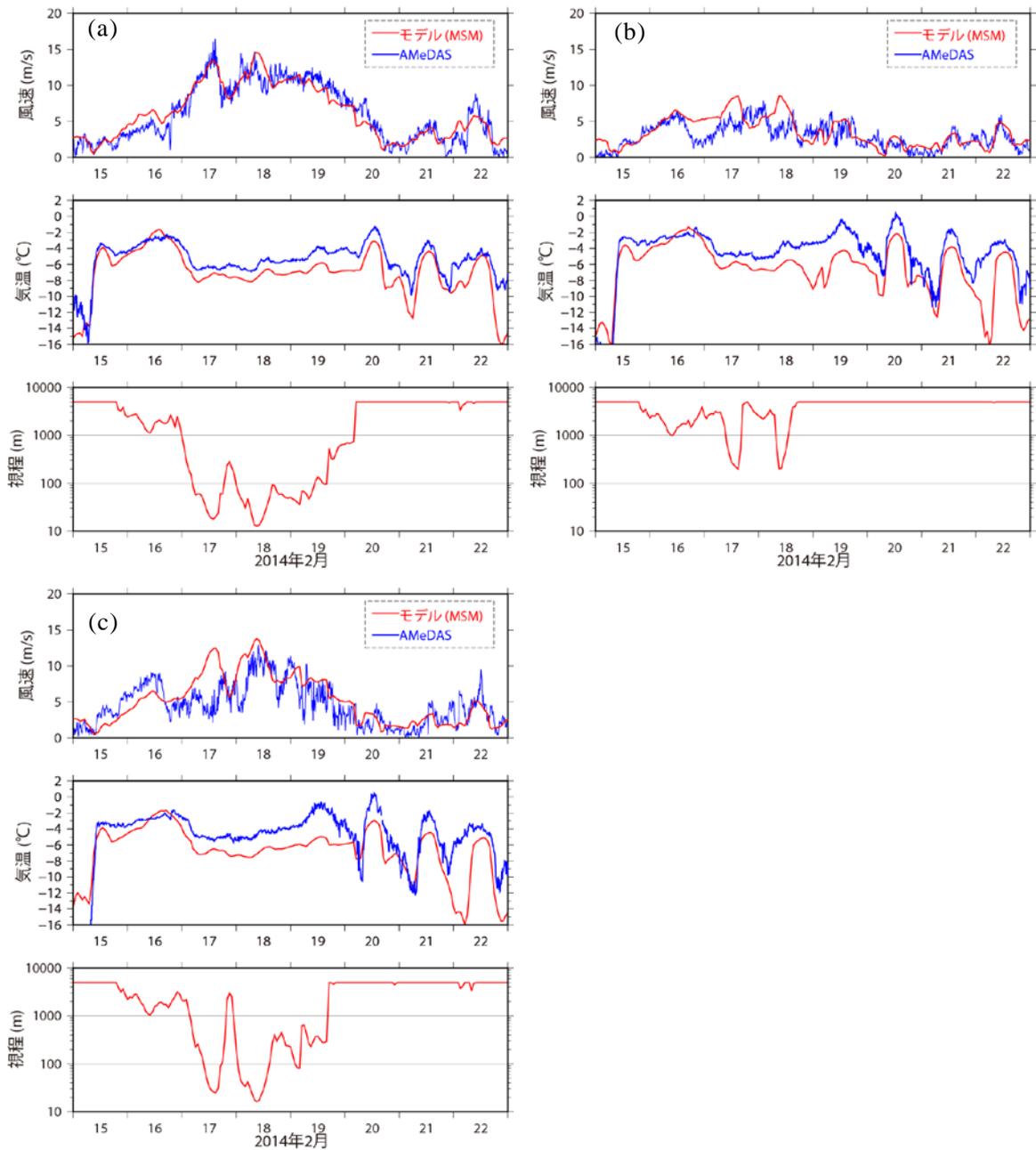


図2 気象モデル (MSM) と実測値との比較 (アメダス上標津 (a)、中標津 (b)、根室中標津 (c))、および吹雪モデルから得られた視程。2014年2月15日0時から2月23日0時まで。

測値と概ね一致している。視程については実測値が存在せず予測値のみであるが、強風、氷点下の気温の継続に伴い、強い吹雪の目安となる視程 100m 以下の発現期間が 3 日程度継続し、強い吹雪の継続を概ね再現できていた。他のアメダス観測地点と予測値との比較を図 2 (b)、(c) に示す。風速について、これらの地点ではアメダス上標津よりはずれが目立つが、気象モデルの解像度や不確定性 (初期条件のずれ、物理過程のモデル化に伴い生じる誤差等) を考慮すれば十分な精度と言える。なおこれらの地点は、中標津町の市街地中心部に近い場所に位置しており、地形や地物の影響によ

り風速は上標津より若干弱い傾向がある。この傾向は町役場のヒアリングからも確認されている（当該地域では郊外と中心部で気象状況が大きく異なるケースが多い）。なお図 2 (c) のアメダス根室中標津は中標津空港内に位置している。空港周辺の土地状況は町の中心部より開けており、風も町中より強い傾向が見られる。

図 3 に、2013/14 年の冬期全体（12 月～4 月下旬まで）を通して、風速、風向、気温についてアメダス上標津の実測値と比較した結果、および吹雪モデルによる視程の推定値を示す。アメダス中標津、根室中標津を対象とした同様の結果を図 4 と図 5 にそれぞれ示す。図 2 と同様、気象モデルによる予測値は実測値と概ね近い結果が得られており、5km メッシュのモデルでも現地の気象状況をよく表現出来ている。風向について、モデルの結果は変動が大きく、特に微風時においてそれが顕著ではあるものの、吹雪の発生が見込まれるような風速時（5m/s 以上）の場合、観測された風向変化と概ね同様の傾向を示した。なお、アメダス上標津における 2014 年 4 月の予測値について（図 3(e)）は、他の期間よりの予測値と実測値のずれが目立つ。この時期は高気圧、低気圧が短い期間で移動し、日ごとの天気の変化が他の時期よりも大きく、地域気象予測モデルの予測精度が低下する可能性もある。季節ごとの予測精度の違いについては今後更なる比較検証が必要である。なお、気象モデルによる予測値は、実現象をアンサンブル平均（時間・空間的に平均）したものに对应する。そのため、予測値は、変動が激しい実測値を平滑化するような傾向となるがこれはやむを得ない。吹雪モデルでの計算においては、突風率（ガストファクター、最大瞬間風の影響）を考慮して風速を 1.5 倍して、最低視程等を計算している。これにより、モデルの平均化により打ち消される瞬間的な強風の効果を間接的に評価している。

吹雪予測システム Ver. 1（前年度版）では、地域気象予測データについて、気象庁が配信している地域気象予測モデル（メソ数値予報モデル；MesoScale Model:MSM）¹⁾のデータを用いている。上述の通り、格子解像度は 5km メッシュ、一日二回の予測更新（29 時間先まで）であるが、図 2 から図 5 に示した通り、現地のアメダス観測データとの比較検討では予測モデルとして良好な結果を示した。そのため、当該年度の Ver. 2 においても、引き続き、気象予測データとして MSM を用いることとする。なお、次年度以降も引き続き実測値との比較検証を継続し、予測更新回数の変更による精度向上などに取り組む可能性もある。

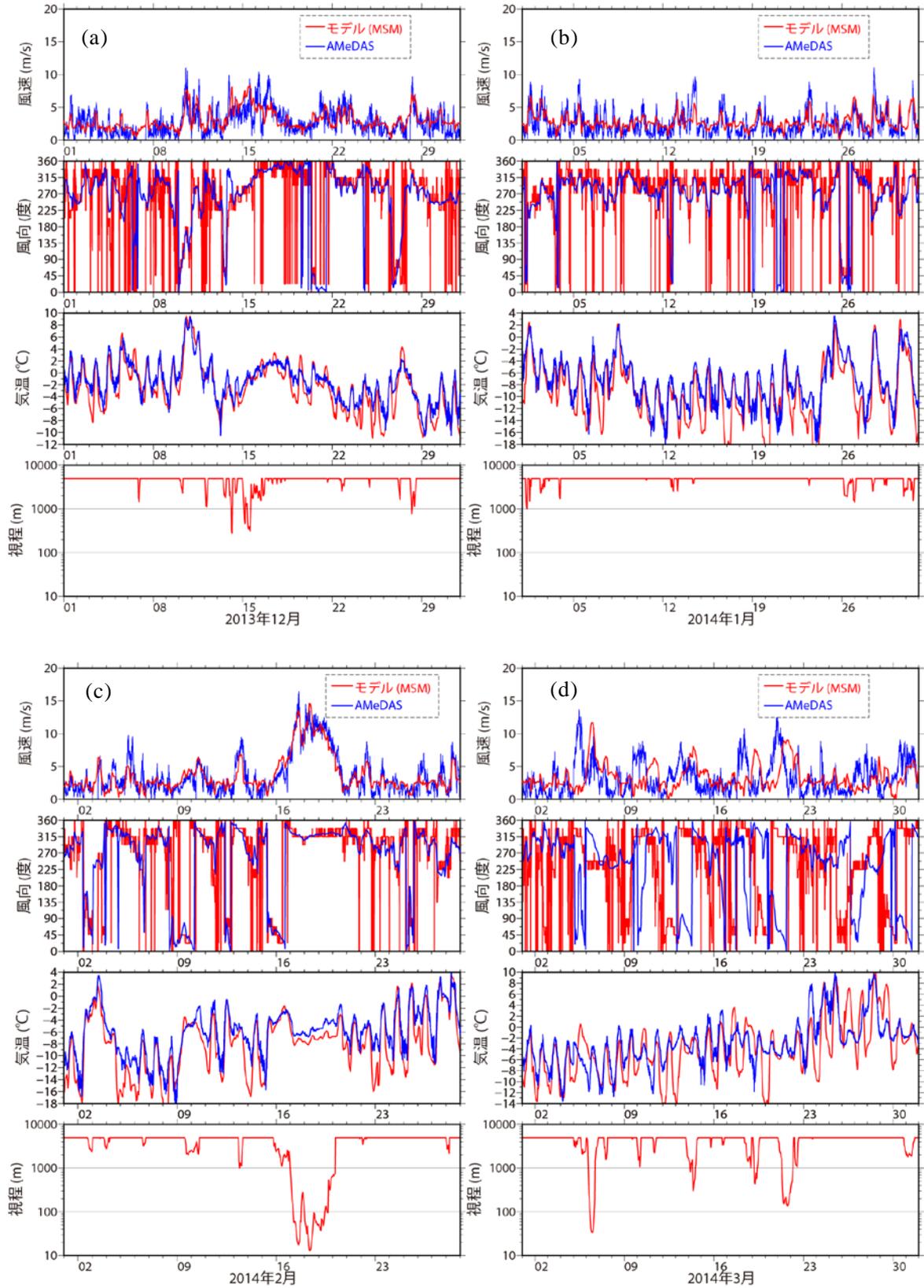


図3 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス上標津)。a):2013年12月、b):2014年1月、c):2014年2月、d):2014年3月。

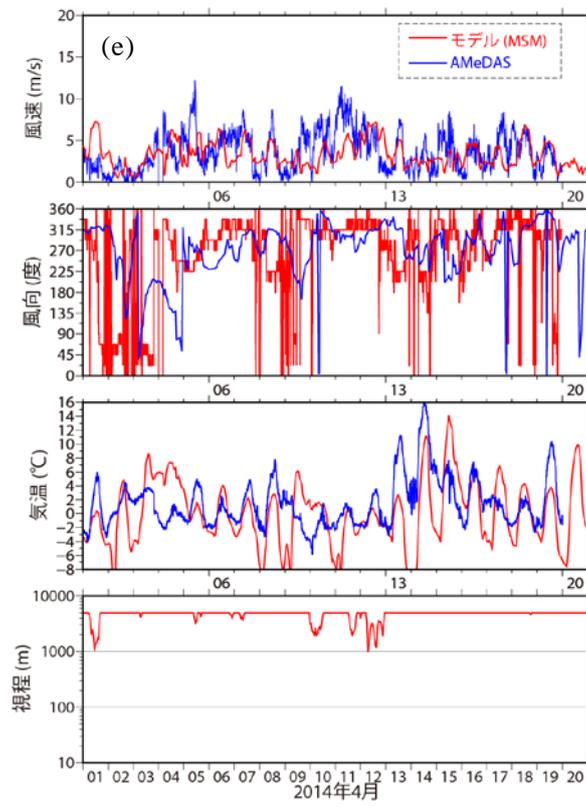


図3 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス上標津)。e):2014年4月。

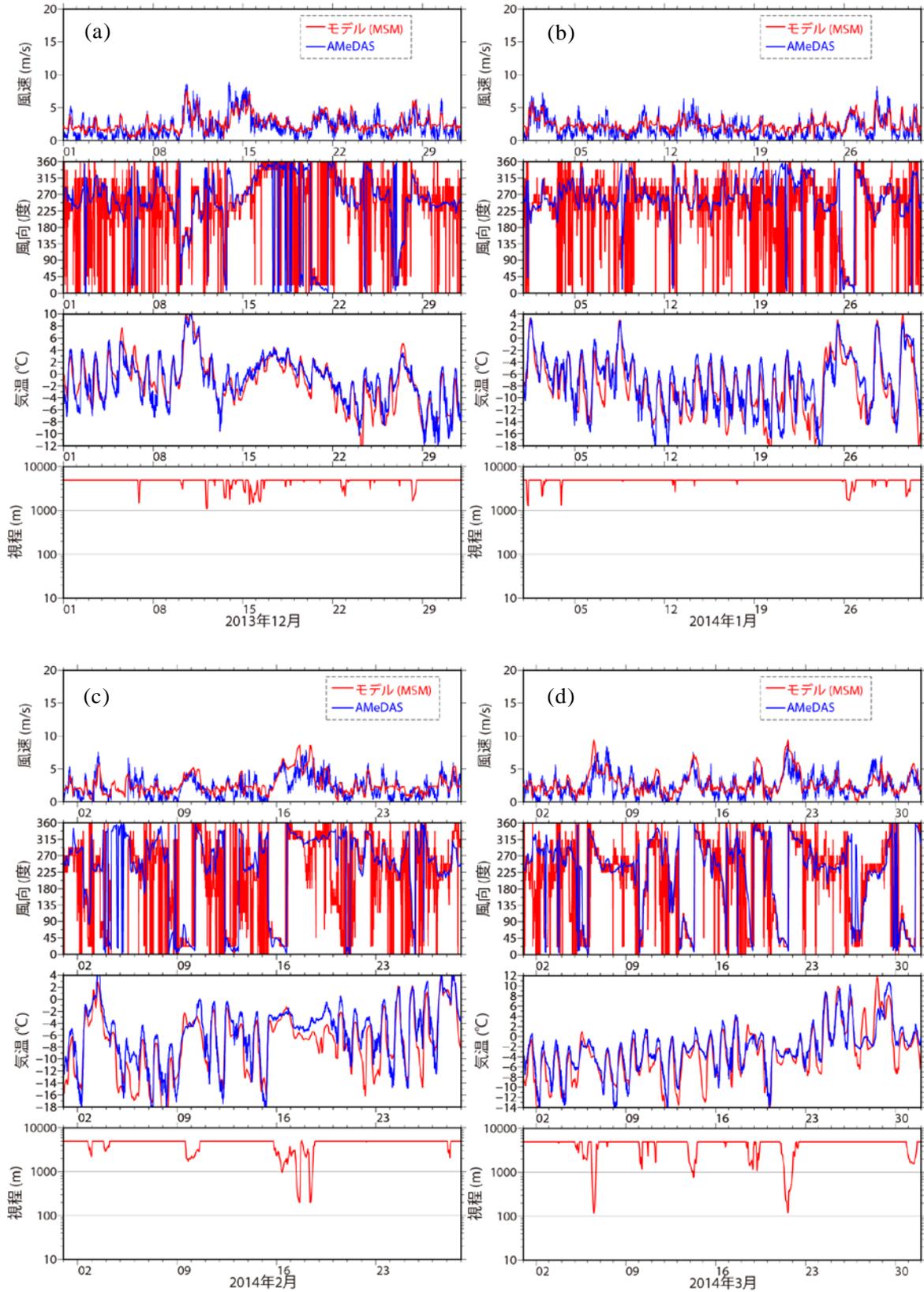


図4 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス中標津)。a):2013年12月、b):2014年1月、c):2014年2月、d):2014年3月。

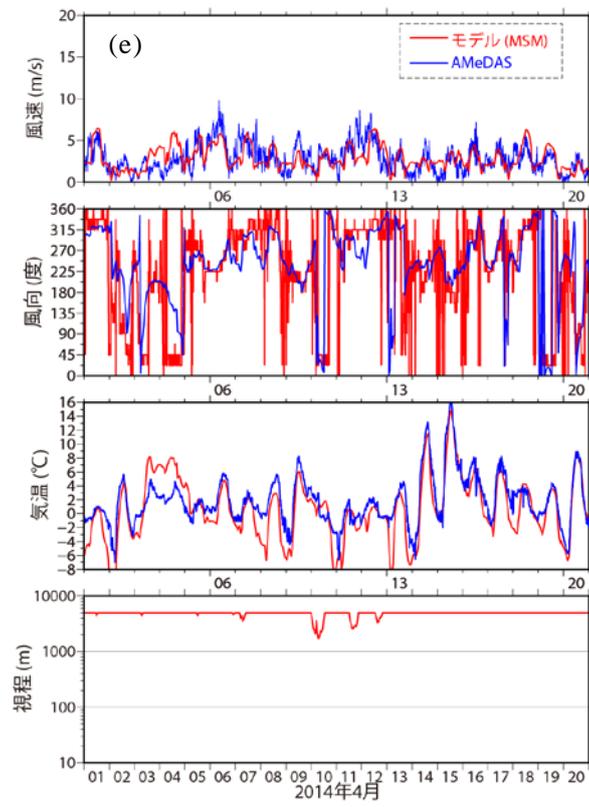


図4 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス中標津)。e):2014年4月。

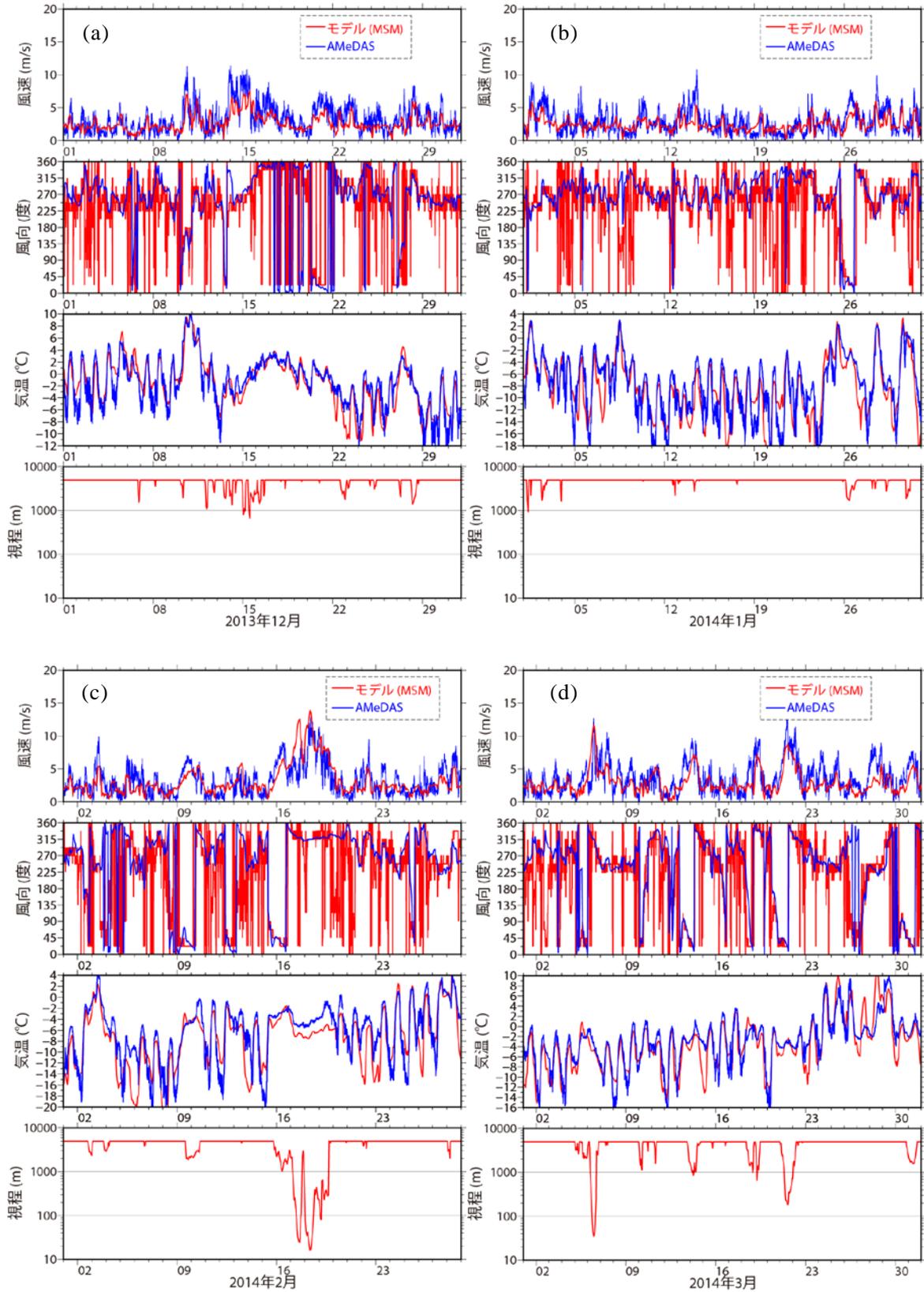


図5 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス根室中標津)。a):2013年12月、b):2014年1月、c):2014年2月、d):2014年3月。

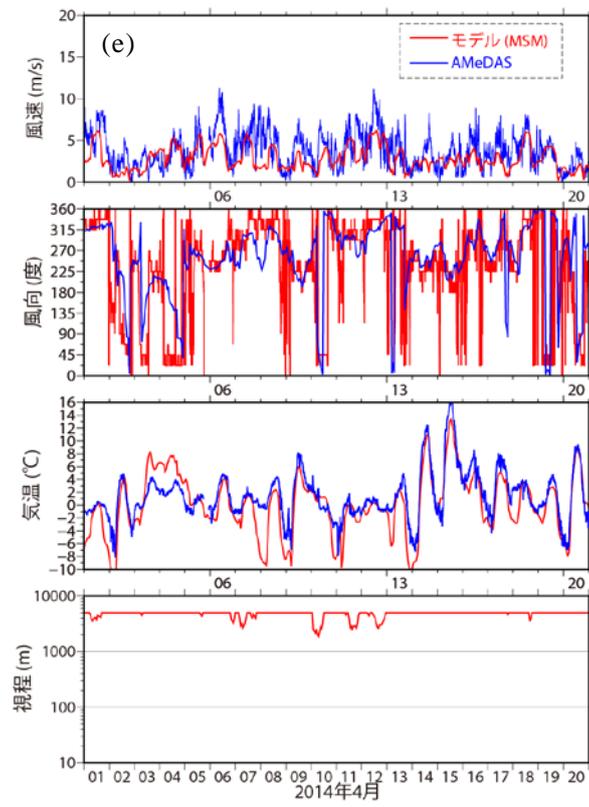


図5 気象モデル (MSM) と実測値との比較、および吹雪モデルから得られた視程 (アメダス根室中標津)。e):2014年4月。

2) 吹雪発生予測システム (Ver. 2) の開発

吹雪現象の数値シミュレーションに基づく吹雪発生予測システムの開発は、本プロジェクトの中核となる部分である。当該年度においては、予測システムを Ver. 2 とし、吹雪時における視程障害予測に加えて、吹きだまりポテンシャル分布の予測を新たに追加した。また予測システムの可視化表示部分についても試験運用の結果（利用者対象としたヒアリングなど）に基づき改良を進め、利便性を高めた。

吹きだまりポテンシャル分布の予測手法について、基本となる考え方を以下に記載する。吹雪モデルにより、各格子点毎に全吹雪輸送量 Q (kg/m/s) が計算される。この輸送量は本来はベクトルであり、大きさと向きを持つ。今、東西方向を x 、南北方向を y と定義し、それぞれの方向の吹雪輸送ベクトルを Q_x 、 Q_y とすると、雪面の微小面積上における雪の質量保存則から以下の式が成り立つ^{2)、3)}：

$$\rho_{drift} \frac{dH}{dt} = -\frac{dQ_x}{dx} - \frac{dQ_y}{dy} = -\left(\frac{dQ_x}{dx} + \frac{dQ_y}{dy}\right) \quad (1)$$

ここで、 ρ_{drift} (kg/m³)：吹きだまり密度、 H (m)：吹きだまり高さ、 t (sec.)：時間である。本来であれば、この式に基づき、各格子点毎の Q の違いに見合う量の吹きだまりがそれぞれの格子点で計算できる。しかしながら、中標津町のように、平坦地と緩やかな丘陵地からなる地形上において 5km メッシュの解像度で計算した場合、格子毎の Q は大きく変化しない領域が多く、各格子点において輸送量の保存則を厳密に適用しても、吹きだまりがほとんど生じないようなケースも生じうる。実際には吹雪が発生している (Q が値を持っている) 状況では、局所的な地形の影響で大規模な吹きだまりが生じている。そのため式(1)の直接的な適用では吹きだまり量の評価は困難となる。

ここでは、計算で得る吹きだまり量はあくまでポテンシャルとし、全吹雪輸送量 Q で吹雪が発生している場合に、その輸送量全てが地上に落下し吹きだまりを形成すると仮定した場合の吹きだまり深さ (cm/h) を予測することとする (向きは考慮しない)。式(1)において、風向に沿う一方向 (x 方向とする) のみを考えた場合、

$$\rho_{drift} \frac{dH}{dt} = -\frac{dQ}{dx} \quad (2)$$

となる。ここで、 x 方向に Δx (m) 進む間に Q が全て吹きだまると考えると、

$$\frac{dQ}{dx} = \frac{0-Q}{\Delta x} = -\frac{Q}{\Delta x} \quad (3)$$

となる。式(2)、(3)により、

$$\frac{dH}{dt} = \frac{1}{\rho_{drift}} \frac{Q}{\Delta x} \quad (4)$$

の関係が得られる。一時間の間における吹きだまり深さの変化量 D (cm/hr) に変換すると、

$$D = 3600 \times 10^2 \times \frac{1}{\rho_{drift}} \frac{Q}{\Delta x} \quad (5)$$

が得られる。式(5)の計算に際しては ρ_{drift} と Δx とを与える必要がある。 ρ_{drift} について

は過去の研究例⁴⁾を参考に 100kg/m^3 とした。 Δx については同定に資する研究例がほとんど無い。ここでは、風に沿って移流してきた吹雪粒子の全てが、道路幅全体および路肩を含む道路周辺に堆積すると考え、 $\Delta x=50\text{m}$ と仮定した。

次に、吹雪予測結果について、運営委員からの意見も踏まえて、ビューアを改良した。予測結果をカラーコンター図として面的に、地図上に表示するのは旧版と同様であるが、特に要望が高かった風向表示やアニメーションによる時間送り、さらには任意箇所における時系列データ表示にも対応させた。図 6、7 に表示システム全体図および表示システムコントローラー部分の解説をそれぞれ示す。当該表示システムは地理院地図（国土地理院）を用い、拡大、縮小可能な地図上にて予測情報の面的描画が可能となっている（図 8）。表示画面の任意箇所をダブルクリックすることでその位置の時系列データも表示可能である（図 9）。図 10、11 に予測要素の表示例を示す。さらに、風向も矢印で表示可能としたほか、対象地域の吹きだまり頻発箇所、防雪柵設置箇所および災害時避難所の情報（中標津町防災担当者からのヒアリングに基づき位置データを作成）も重ね描き出来る（図 12）。表示システムは、インターネットを經由して防災科学技術研究所雪氷防災研究センターのデータサーバーにアクセスし、そこでデータの読み込み、描画を行う。

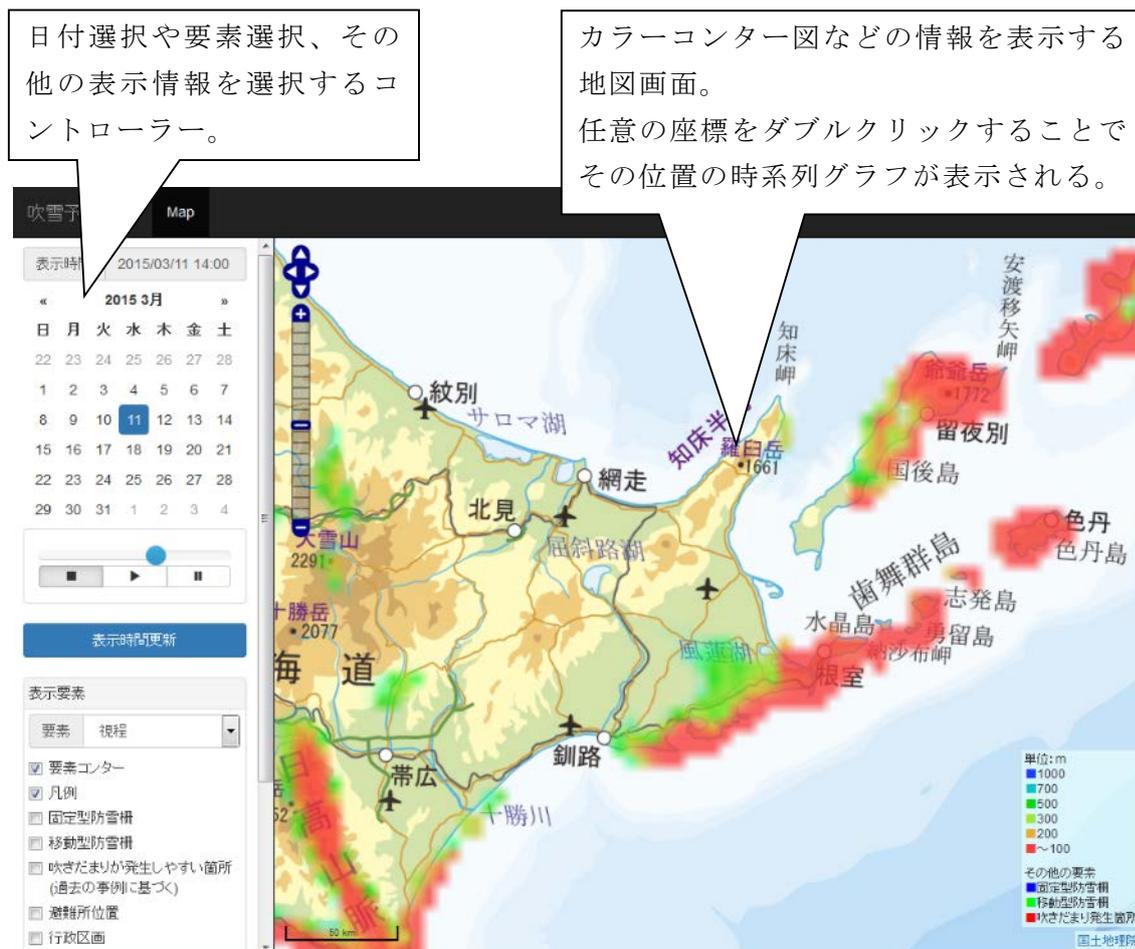


図 6 表示システム全体図。画面左側に日付選択や表示要素選択のためのコントローラーを配置し、画面右側に地図を配置している。

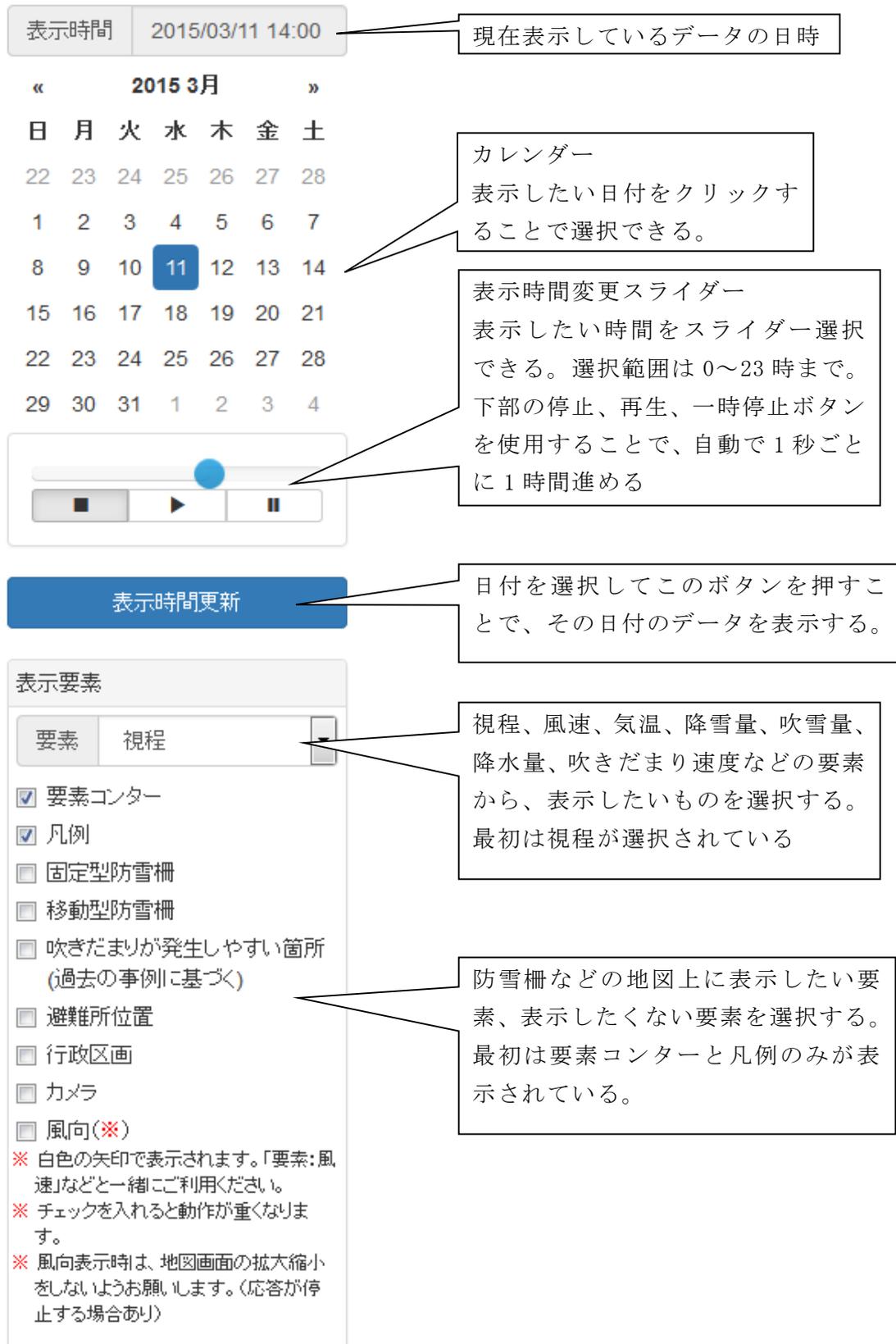


図 7 表示システムのコントローラー部分の説明図。

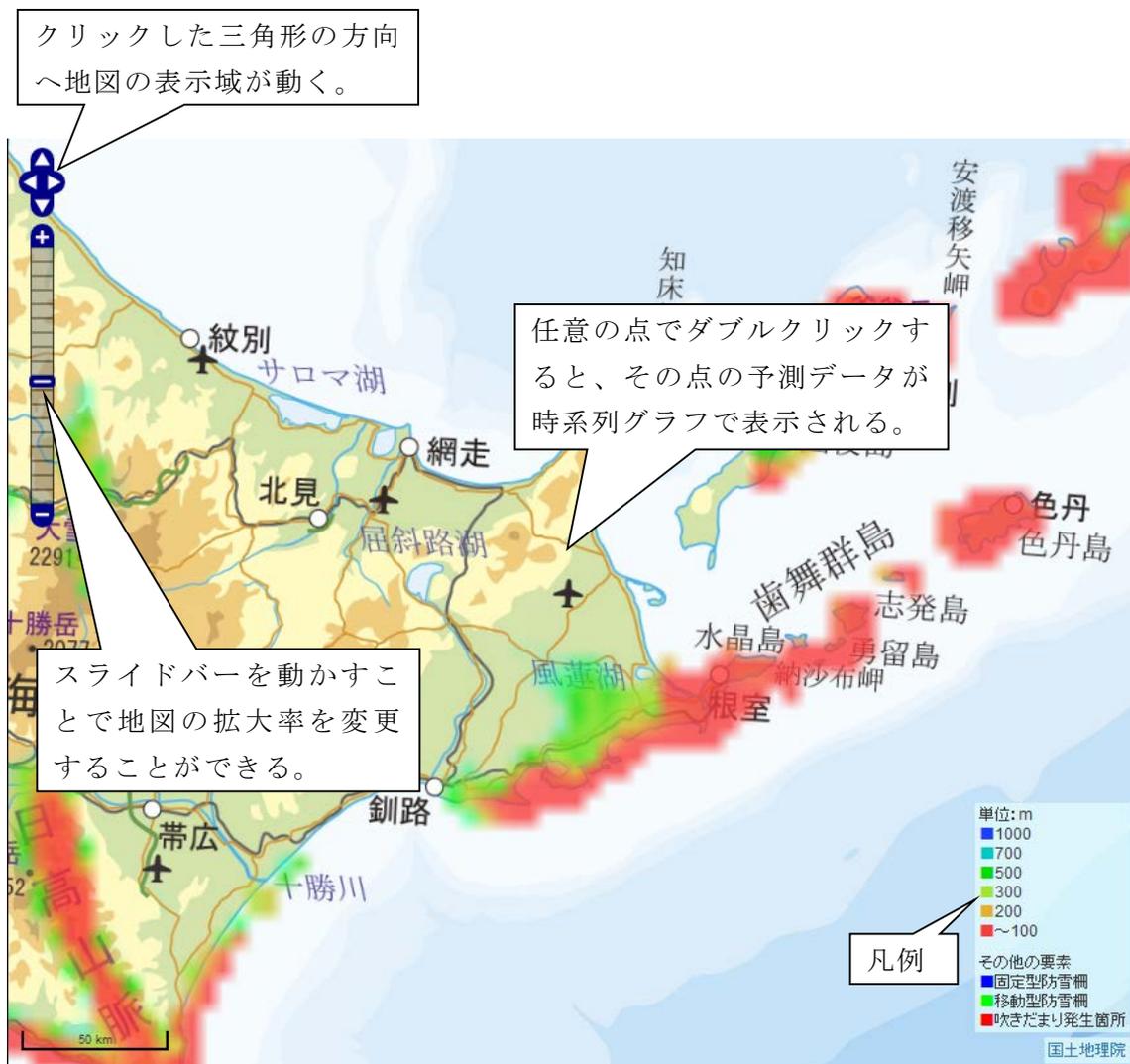


図 8 表示システム地図部分。地図内をマウスでドラッグすることで表示域を動かすことができる。また地図上でマウスホイールを操作することで、地図の拡大／縮小を行うことができる。さらに、任意の点をダブルクリックすることでその点の座標の予測データの時系列グラフを表示することも可能である。

時系列グラフ

2015/03/11の時系列データグラフです。

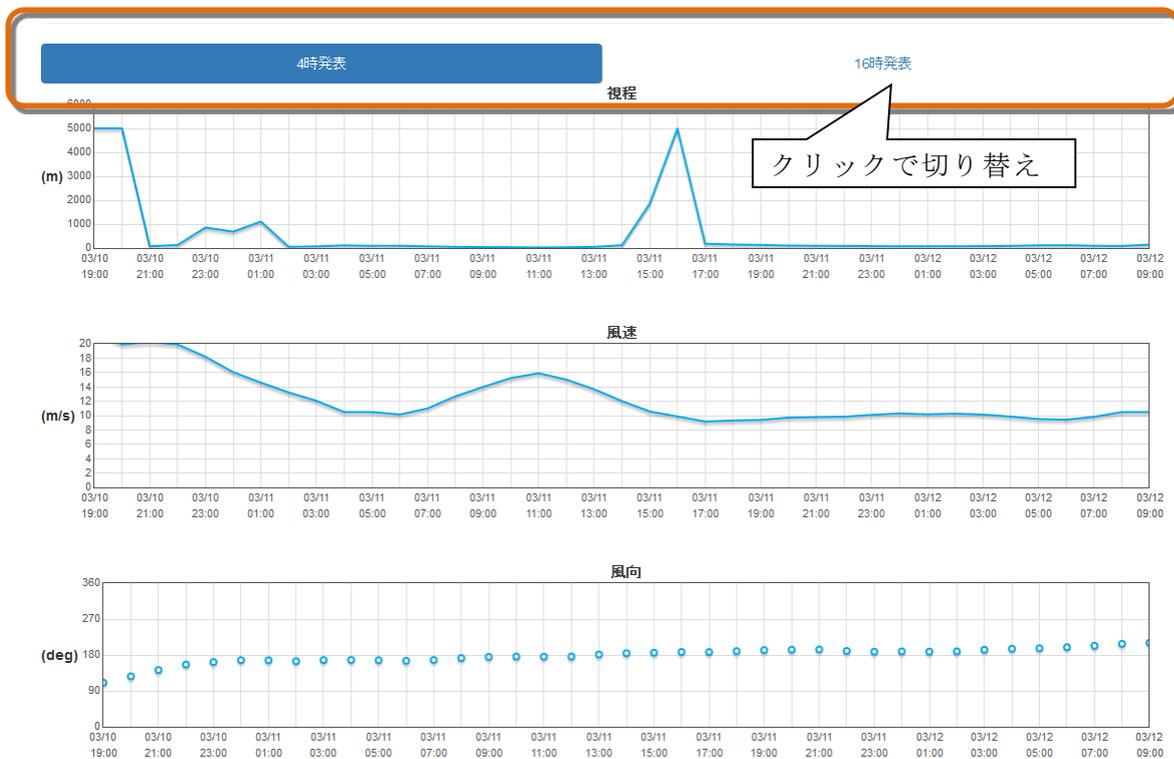


図9 予測データ時系列グラフ。任意の点における予測データの時系列グラフを表示する。予測は1日に2回(4時と16時)計算されているため、それぞれの予測に対応したグラフの表示部分を有しており、それぞれ別ウィンドウで開かれる。

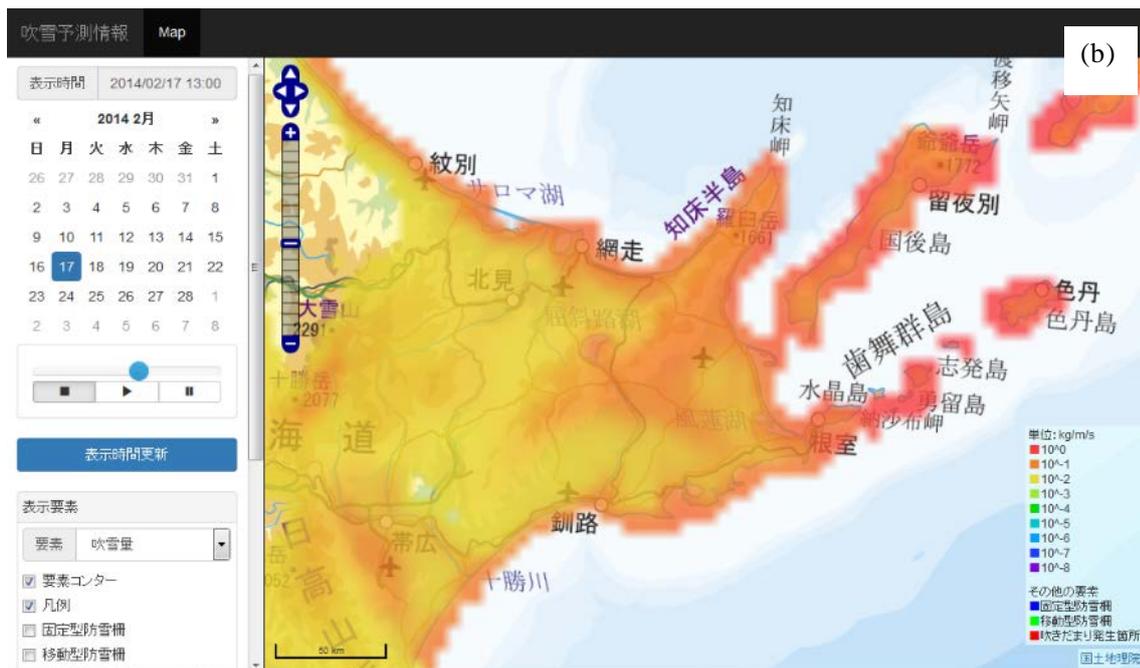
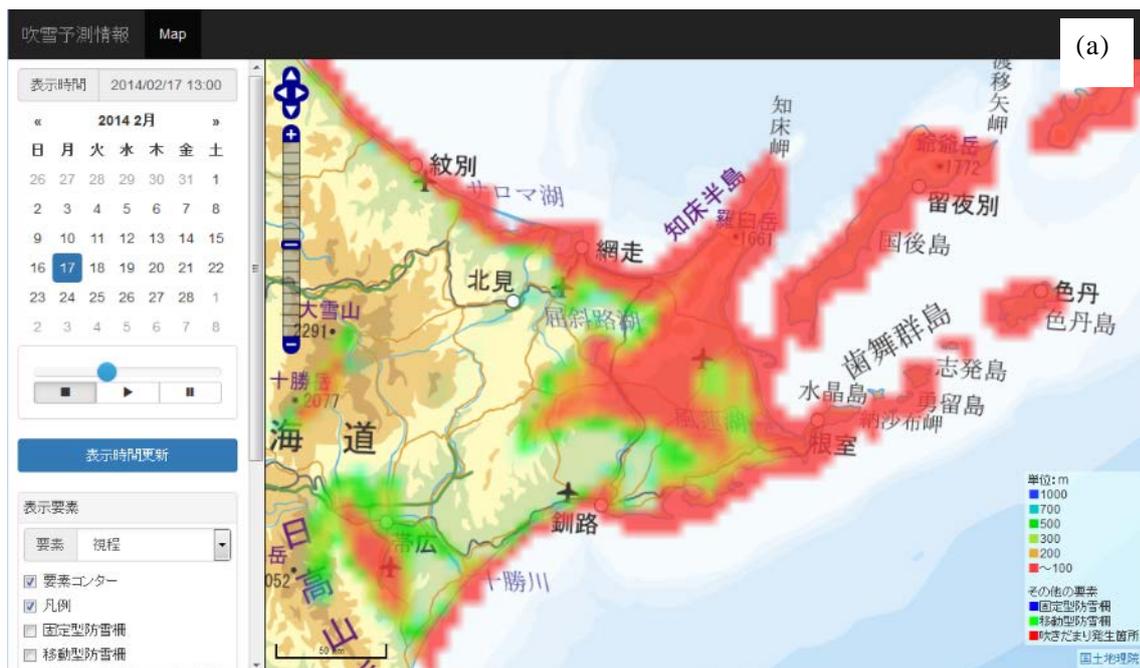


図 10 予測表示の例 (2014/02/17 13:00)。a): 視程、b): 全吹雪輸送量。

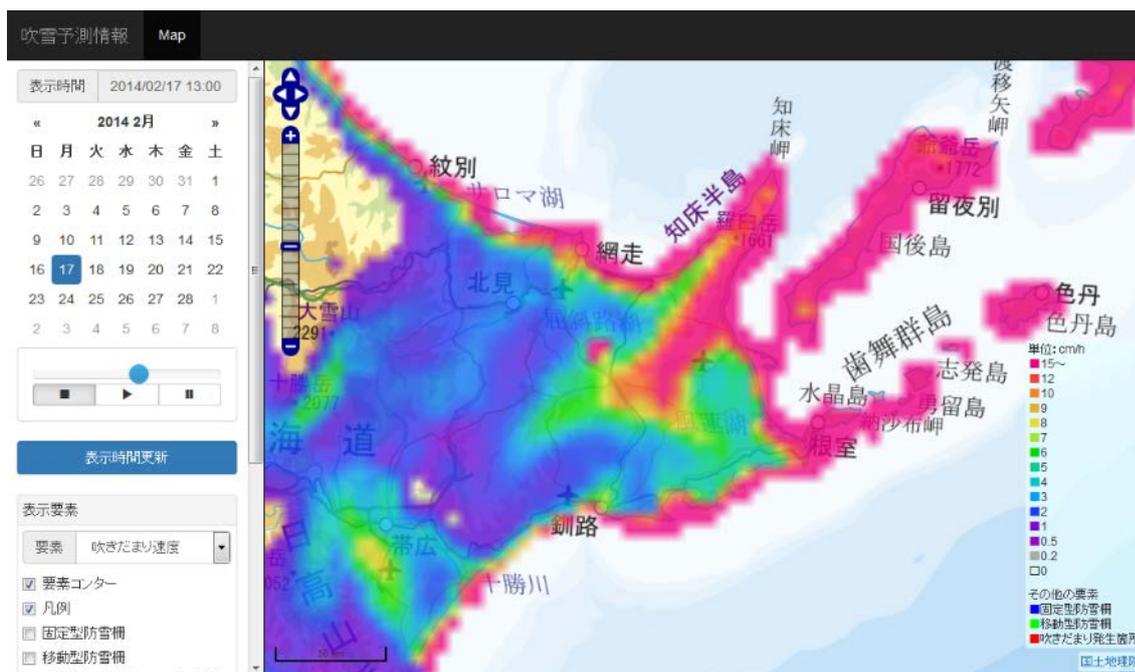


図 11 吹きだまり速度（吹きだまり深さ；cm/h）の予測表示の例（2014/02/17 13:00）。

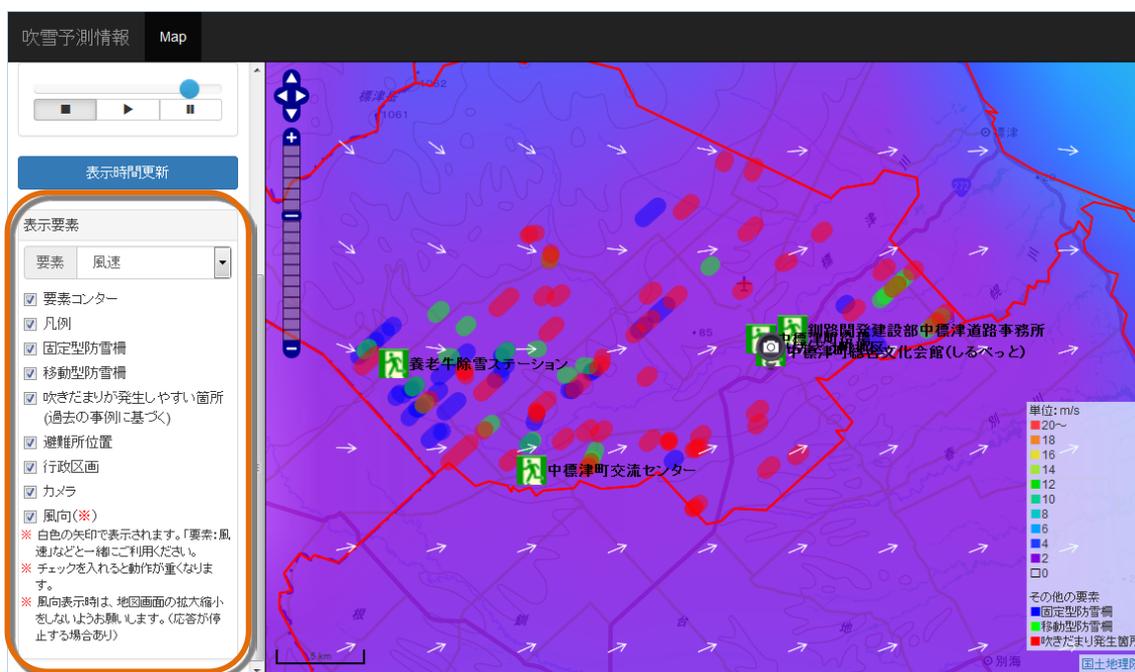


図 12 風向風速、および防雪柵等その他の情報表示の例。

3) 予測システム検証のための現地調査、データ収集

前年度に引き続き、中標津町内の2地点においてネットワークカメラを用いた吹雪モニタリングを実施し、吹雪発生状況を観測した(図13)。うち一地点(図13、東西竹地区)において気象測器を設置し、気象データについて測定・記録したのも前年と同様である。風速計をはじめとする気象測器の設置高度は地表面上約3mである。図13に示したライブカメラは、動画共有サービス(Ustream)による動画閲覧も可能であり、吹雪の発生状況の把握に適しているものの、設置場所が屋内でありかつ商用電源を必要とするシステムのため、道路上の吹きだまり等のモニタリングには適しておらず、あくまで、天候概況を確認するものとなっている。しかしながら、運用委員会、地域報告会やヒアリングにおいて、吹雪発生の有無だけでなく、道路上の吹きだまり状況のモニタリングが有用であるとの指摘を受けており、今回、試験的に、3台のモニタリングカメラ(MOSFREE、(株)スマット)を道路付近に設置した(図14)。これらのカメラは日中、1時間毎の静止画撮影のみであるが、独立電源型で商用電源が不要であり、設置場所の自由度が高いものである。図15にこれらのカメラにより得られた吹雪、吹きだまり状況の画像を示す。道路近傍に設置可能なため、吹雪、吹きだまり発生状況が良くわかるものとなっている。なお、これらのカメラの映像データはカメラ制作メーカーの専用サーバーに保存され、現状では閲覧にパスワード認証が必要である。そのため今冬においては中標津町役場に所属する運営委員にのみ映像を公開する試験運用とした。

モニタリングシステムの検討 (ライブカメラ, 気象観測情報)



●:ライブカメラ、気象観測地点



りんどう町

カメラは屋内に設置(浄水場、へき地保養所)

現地の状況や通信状況の条件に基づき、ライブカメラ(2地点)、気象測器(1地点)を設置

- ・観測要素:ライブカメラ画像、気象要素(風向風速、気温、湿度、積雪深、日射量(長波、短波))
- ・観測配信間隔:10分毎
- ・動画の閲覧も可能(吹雪の有無の判断に有用)

○現況把握および検証に利用
○現況データの一般公開



東西竹

中標津 東西竹地区気象データ
観測日時:2014-03-10 00:50

風速 m/s	0.2
風向 16方位	北
最大風速 m/s	0.5
積雪深 cm	14
気温 ℃	-6.9
湿度 %	77.8

設置場所が限られる:吹きだまり監視は不可、あくまで気象概況把握のためのもの

図13 ライブカメラによるモニタリングシステム(中標津町りんどう町地区、東西竹地区)および気象観測システム。



図 14 独立電源型カメラを用いた吹雪、吹きだまりモニタリングシステム。

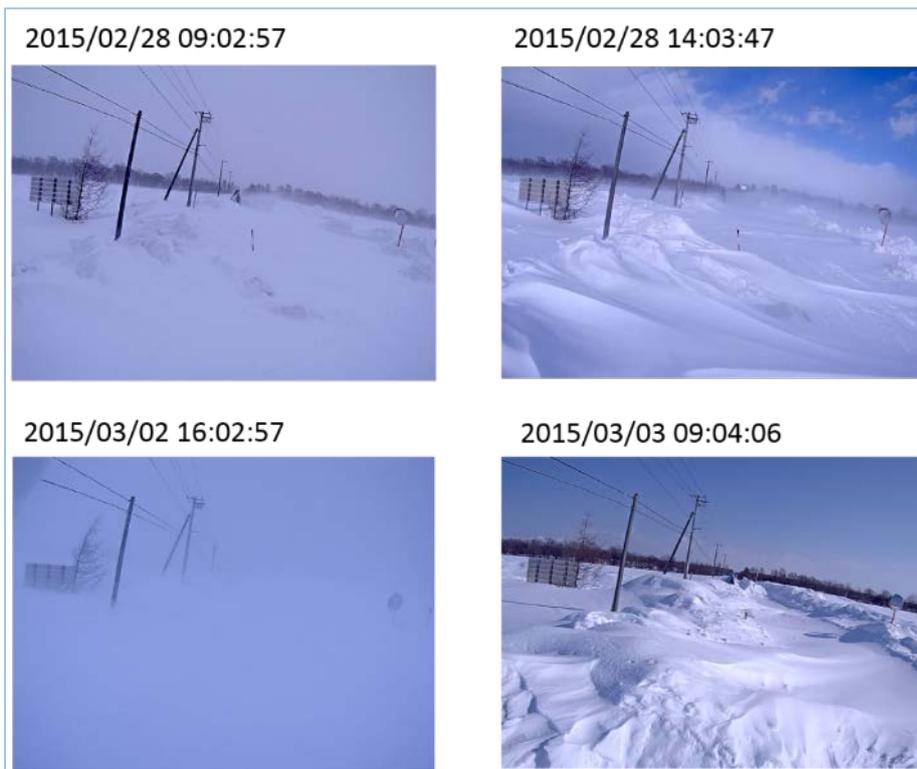


図 15 独立電源型カメラにより得られた吹雪、吹きだまり状況の画像。西竹 (37線北 19 号) における例 (2015 年 2 月 28 日、3 月 2 日)。

ライブカメラのデータのほか、2015年2月27日には、町内4か所にて風向風速観測、動画撮影および目視による視程観測も実施した（図16、17、18）。

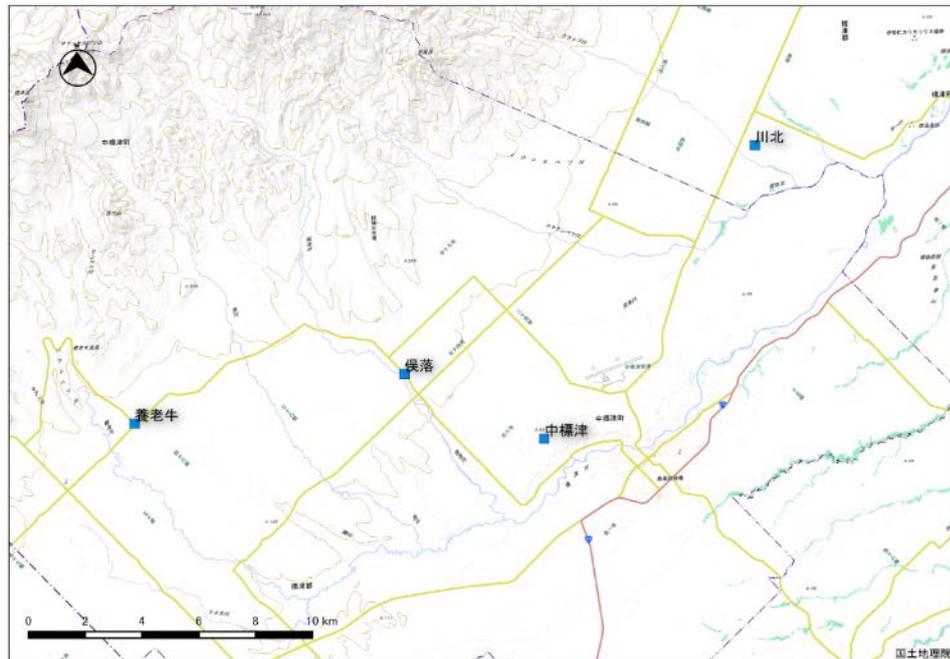


図16 視程目視観測位置図（2015年2月27日）。



図17 観測状況およびビデオに記録された視程障害状況（場所：図16、養老牛）。

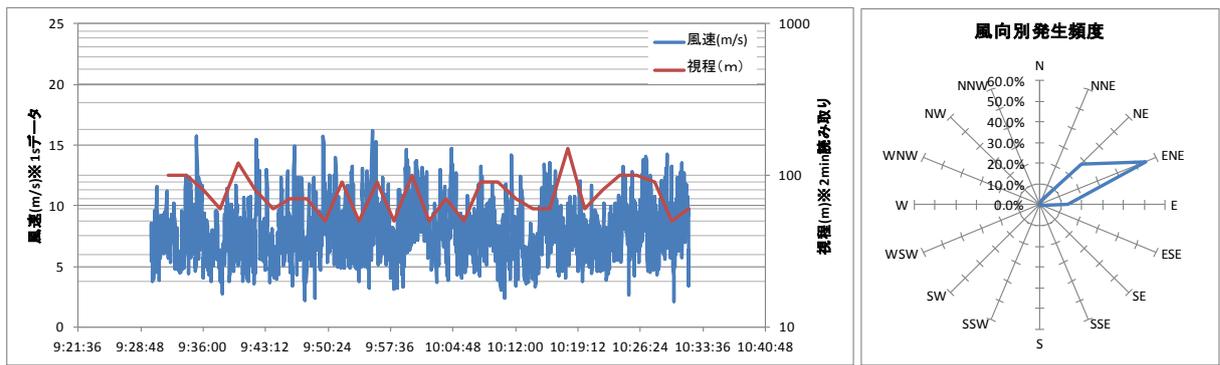


図 18 目視観測により得られた視程および風向風速（場所：図 16、養老牛）の時間変化。視程値は、観測対象地周辺に設置された道路標識や防雪柵などの位置をあらかじめ測量しておき、これらの目標物の視認性を判断することで得られている。

2014/15 年冬期は北海道道東地方を度々低気圧が通過し、現地周辺は記録的な大雪であった。図 19 にアメダス中標津の日降雪量と日最深積雪深の変化を示す。日降雪深が 20cm を超える記録が 5 度あり、また日最深積雪深は平年値を大きく上回った。大雪により町内周辺は除雪が間に合わないなど、雪による様々な障害が多く見られる年となった。冬期の低気圧通過回数は過去 15 年で最多であった⁶⁾。そのうち、猛烈に発達した低気圧は 5 回あり、度々暴風雪をもたらし、度重なる通行止めなどライフラインの寸断が生じた。

2015 年 1 月 31 日から 2 月 3 日にかけては、発達した南岸低気圧の停滞により、中標津町周辺では暴風雪・猛吹雪が長時間継続した。これにより町内では通行止めが多発したが、特にいくつかの場所では、局所的に巨大な吹きだまりが発生し、除雪および交通回復に多大な労力を費やした箇所が生じた。そこで吹雪終息後の 2015 年 2 月 4 日から 6 日にかけて現地へ赴き、吹雪発生時の状況や巨大吹きだまりが発生した箇所について中標津町役場の防災担当者からのヒアリングを実施するとともに、吹きだまり箇所を視察した。調査箇所を図 20 および表 1 に示す。いずれの箇所も、前年度（2014 年 2 月 17 日から 19 日）における同様の暴風雪で巨大吹きだまりが形成された場所であり、防雪柵や樹木、住居などの障害物が道路付近に所在し、吹きだまりが生じやすい地形状況にある（図 21）。図 21 の①以外の場所では、前年と同様、局所的に道路全面を覆うような大規模な吹きだまりが形成されていたが、①の場所では、前年ほどの大きな吹きだまりは形成されていなかった。今回の事例では前年と異なり、暴風雪期間の前半は北東風が卓越していた。そうした風向の違いにより吹きだまり形成域、形状および吹きだまり量が前年と違った可能性もある。図 21 の②の場所における吹きだまり分布および形状も、そうした風向の違いを反映してか、前年とはやや異なっていた。その他、前年の調査時には顕著な吹きだまりが形成されていなかった場所において、道路が埋没するような大規模の吹きだまりが見られた例もあった。

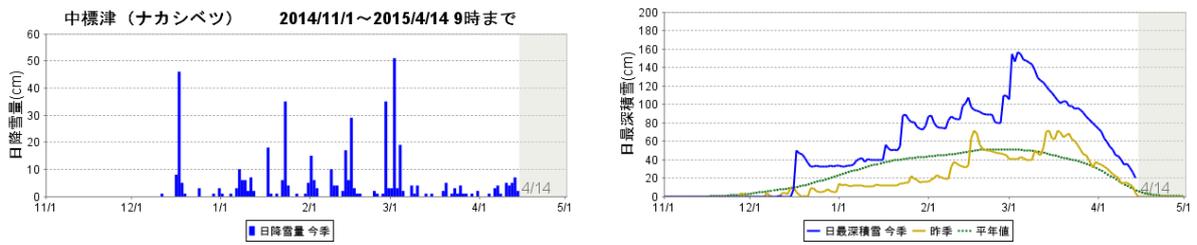


図 19 降積雪状況（アメダス中標津における日降雪量と日最深積雪深）⁵⁾。

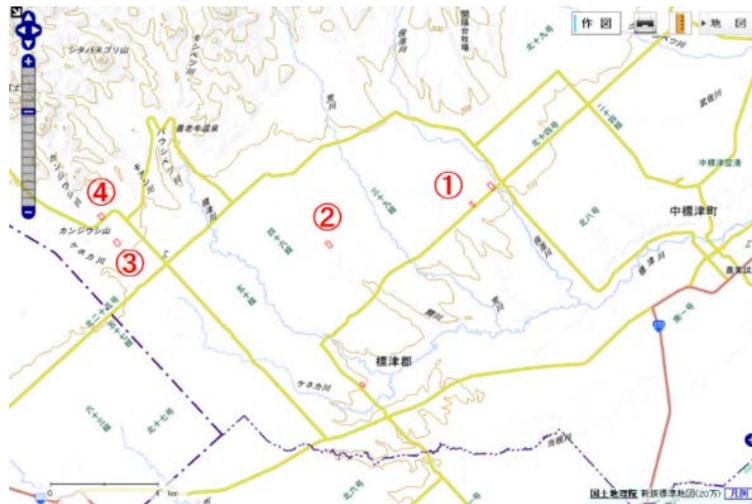


図 20 大規模吹きだまり調査個所。

表 1 吹きだまり調査個所（図 15）の位置情報（緯度経度）。

	①	②	③	④
東経	144 度 51 分 41 秒	144 度 47 分 46 秒	144 度 41 分 55 秒	144 度 41 分 29 秒
北緯	43 度 33 分 46 秒	43 度 32 分 57 秒	43 度 32 分 59 秒	43 度 33 分 31 秒

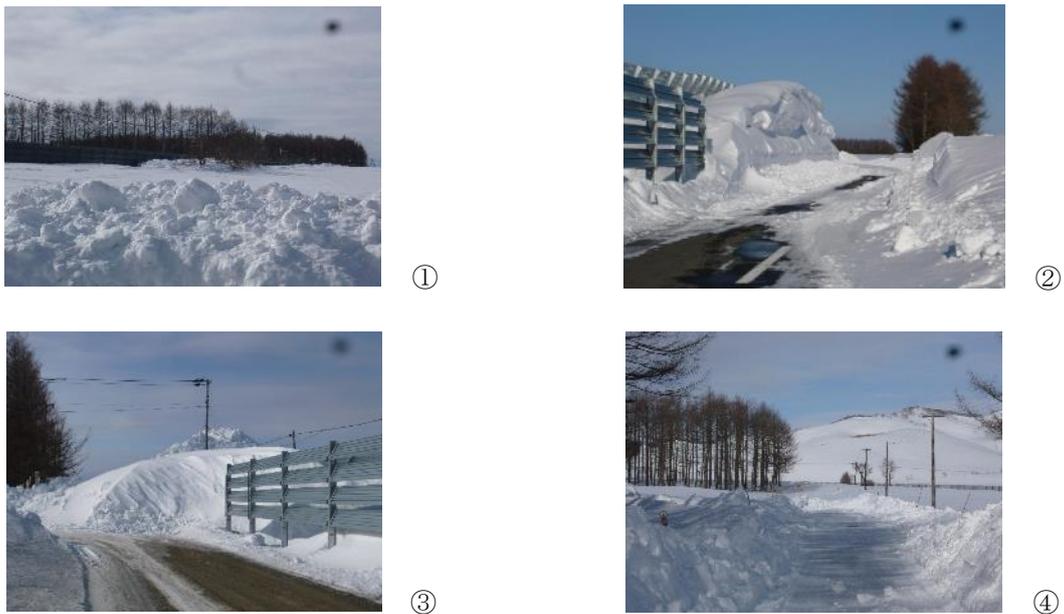


図 21 四つの地点（図 19 参照）における吹きだまり状況（2015 年 2 月 6 日）。

(c) 結論ならびに今後の課題

当該年度（平成 26 年度）は前年度の経験、課題を踏まえ、予測システムの表示部分を大幅に変更し、利便性を高めるシステムに改良した。また、現地では視程障害以外に吹きだまりによる交通障害が頻繁に生じることから、吹きだまりポテンシャルを面的に把握できるよう、吹雪モデルを改良した。上述した通り、吹きだまりモデリング部分ではモデルパラメータ（式(5)の Δx など）の同定が必要になるが、現時点ではこのパラメータの最適値を与えるに十分な実測値が無い。今年度は定性的考察に基づく推定値を与えたが、今後モデルの検証を進め、パラメータを確定する必要がある。

ライブカメラによるモニタリングに関して、前年度からの継続となるシステムのほか、新たに、独立電源型のカメラを屋外に設置した。取り付け場所の自由度が高く、道路上の吹きだまりの監視に極めて有用であるほか、吹きだまりモデルの検証にも利用可能である。今後、画像から視程値等を算出する手法が確立すれば、こうしたモニタリングカメラの有用性はさらに高まる。ただし融点付近の気温下での降雪時にしばしば着雪が生じ、有意な映像の取得が困難となった。取り付け場所や方位角について今後工夫が必要である。

2 月上旬に吹きだまり発生個所を調査した際には、前年の 2 月中旬に、低気圧が同様に停滞したケースで巨大吹きだまりが発生した箇所を中心に調査したが、吹きだまり量が大きく異なる場所もあった（図 21 の①など）。北西風が卓越していた前年の暴風雪時と異なり、今冬の 2 月上旬のケースでは暴風雪の前半は北東風が卓越していた。こうした風向の違いは吹きだまり発生個所、吹きだまり量にも大きく影響する。今後吹きだまりモデリング手法を高度化する際には、微地形の影響に加えて風向の影響(風

上側の地形の違いによる吹きだまり量の変化など)も十分検討しなければならない。

気象庁 MSM に基づく気象予測値は、現地のアメダスデータと概ね良く一致しており、気象予測に関しては今後も MSM を中心に進めることになる。ただし局所的な吹きだまり、視程障害については、解像度がキロ単位の地域気象モデル(メソ気象モデル)のみの結果で全てを表現することは困難である。しかしながら現場のニーズとして、そうした局所的な現象の把握が防災上重要であり、将来的には、地理情報システム(GIS)等のデータも加味した高解像度化(ダウンスケーリング)の手法も必要かつ重要な研究課題になると思われる。さらには予測の限界も明確にし、それを把握した上で情報を利活用することも実用上重要である。防災教育、啓発活動時においては、気象、吹雪災害の一般的知見の紹介だけでなく、こうした数値予報の限界に関する説明も、一般の人々の防災力向上に資する(予報等の情報を鵜呑みにせず、それを参考に独力で判断する力が身に付く)と考える。

(d) 引用文献

- 1) 石田純一: 新しいメソ数値予報モデル, 平成 17 年度数値予報研修テキスト(気象庁予報部), pp.14-17, 2005.
- 2) 河村哲也, 菅 牧子, 桑原邦郎, 小柴誠子: 環境流体シミュレーション, 朝倉書店, 199pp, 2001.
- 3) Liston, G. E. and M. Sturm: A snow-transport model for complex terrain, *Journal of Glaciology*, Vol. 44, pp.498-516, 1998.
- 4) 日本建設機械化協会: 新編 防雪工学ハンドブック, 森北出版, 527pp, 1977.
- 5) 札幌管区気象台 HP,
<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kansoku/snow/snowmap/index.html>
- 6) 北海道新聞: 朝刊, 2015 年 3 月 1 日.

3. 2 吹雪発生予測システム(Ver. 2)による情報提供実証試験

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システムについて、効果的な利活用および雪氷防災対策への支援を実施するため、予測情報およびモニタリング情報を、対象地の防災担当者、道路管理者等に提供する（予測システムの試験運用）。システムの試験運用を冬期間通して実施することで吹雪モデルの精度や表示システムの仕様などに関する問題点を抽出し、システム全体の高度化に資する。

(b) 平成26年度業務目的

地元自治体の防災担当者、道路管理者、運営委員会委員を対象とし、開発したシステムを用いて吹雪発生予測情報を配信する情報提供実証試験（試験運用）を冬期間を通して実施する。ライブカメラによる吹雪発生状況の観測も合わせて実施する。実証実験において、吹雪発生が予測される際はその都度、自治体関係者との情報交換を実施し、試験運用の確認作業を随時進める（吹雪発生前：吹雪発生が予測される場合は注意喚起、吹雪発生後：情報の精度、有用性、システム動作状態についてのフィードバック）。また情報内容や提供方法を随時検討し、吹雪発生予測システム(Ver. 2)の応急的な改良を行う。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	センター長	上石 勲
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	主任研究員	根本征樹
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

1) 予測システムの情報提供実証試験

- ・運営委員会委員（道路管理者、防災担当者など；3.3 参照）を対象とした、予測システムの情報提供実証試験を実施した。
- ・吹雪の発現が予測された場合、中標津町防災担当者に向けて、予測情報に基づき、吹雪対応等に関するアドバイスを実施した。
- ・ライブカメラによる吹雪発生状況の観測も合わせて実施するとともに、吹雪対応等に関するアドバイスにも利用した。

2) 吹雪発生予測システム（Ver. 2）の応急的な改良

- ・予測システムにて提供する情報の内容や提供方法そのものについて随時検討を進め、必要に応じて吹雪発生予測システム（Ver. 2）の応急的な改良を実施した。

(b) 業務の成果

1) 予測システムの情報提供実証試験

2014年12月上旬より、中標津町における吹雪予測システムの試験運用を開始した。予測終了は2015年4月下旬の予定である。予測では、前年度から改良した予測ビューア（3.1 参照）を用いて、予測情報をカラーコンター図で地図に重ねて描画し、ユーザー側が出来るだけ理解しやすい表示として予測結果を示せるようにした。しかしながら、予測計算の一方的な配信のみでは、ユーザー側にシステムの常時閲覧を強いる運用となる。これは試験運用レベルでは十分なやり方であっても、将来的な一般公開を見据えた場合、必ずしも十分なやり方ではない。それを踏まえて前年度と同様に、中標津町において強い吹雪の発現が予測された場合、本業務の主担当者（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター）から中標津町防災担当者に向けて、予測情報に基づく、吹雪対応等に関するアドバイスを毎回実施した。これは自治体側における気象・吹雪予測データの科学的評価および情報利活用手法の検討についての訓練ともなる重要な作業である。アドバイスにおいて、吹雪の強度、いつまで継続するか、予測の信頼性（気温が高い場合は積雪状態が変わりやすく、予測精度が低下する可能性がある）に関する注意点などについて主に言及した。なお3月末までの期間において、予測計算の発散などによる予測配信失敗は一度も見られず、前年と同様に、安定した予測配信・試験運用が実施出来ている。また予測のほか、ライブカメラ映像（図13、15など）からも吹雪強度、吹きだまり状況を判断し、注意喚起に応用した。

今冬は、中標津町周辺において大雪かつ幾度も低気圧が通過して荒天となったことは3.1に既に述べた。中標津町役場の防災担当者に対するヒアリングから、冬期（3月中旬までの段階）で、計7度の暴風雪警報が発令されたことが確認された（表2）。12月および2月下旬以降は気温が平年値よりも高めの状態で、強い吹雪以外にも着雪氷現象も発生した。3.1に述べたとおり、1月下旬から2月上旬にかけては、発達した南岸低気圧が停滞し、ほぼ4日間（1/31～2/3）暴風雪・猛吹雪が継続した。町内多地域で吹きだまりも発生し、多数の通行止めも生じた（図22）。



図 22 2015 年 1 月 31 日から 2 月 3 日にかけて発生した暴風雪後の道路状況等（写真は 2/4～6 にかけて撮影）。

表 2 中標津町における 2014/15 冬期の暴風雪警報発令期間。

*: 1/31 を除いた回数。

年. 月	期間	回数
2014. 12	12/16～18	1
2015. 1	1/17～18、1/23～24、1/31(～2/3)	2*
2015. 2	(1/31～)2/3、2/14～15、2/27～28	3
2015. 3	3/2	1

2015 年 2 月 1 日から 3 日における吹雪予測結果（視程）の例を図 23 に示す。2 月 1 日から 2 日にかけて、強い吹雪が道東地方で発生し、中標津町を含む地域で視程が 100m 以下まで悪化していたこと、また 3 日においても吹雪が継続しているものの、視程は 200～300m 程度まで回復し、吹雪が終息段階にあることなどが理解できる。これらは、町役場防災担当職員を対象としたヒアリングおよび当該研究担当者の現地視察からも確認しており、本モデルはこの暴風雪の発現タイミングおよび発現場所を適切に予測できていた。図 23 ではその他、本業務の試験運用で実施した項目についてまとめている。上述したアドバイスやヒアリングのほか、気象予測に気象庁非静力学モデル（Non-Hydrostatic Model:NHM）¹⁾を用い、解像度を 2km まで向上した予測値を用いた吹雪予測も試験的に実施した。予測計算のタイミング（1 日 2 回、29 時間先まで、1

時間毎) は 3.2 で紹介した MSM²⁾と同様である。

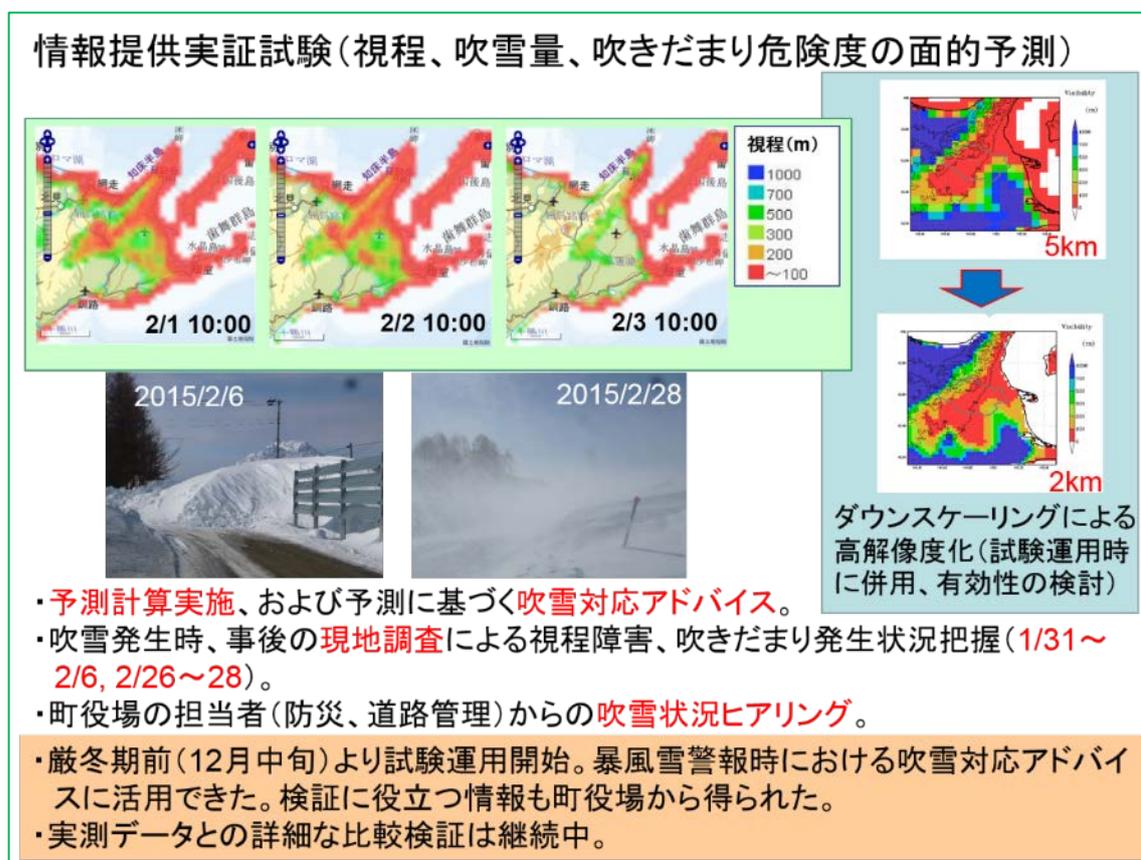


図 23 2015 年 2 月 1 日から 3 日にかけての視程予測例(実際の予測では 1 時間毎に予測値を発信している)、および本業務の試験運用で実施した項目の概要。吹雪対応アドバイスや状況ヒアリングのほか、気象予測に気象庁非静力学モデル NHM を用い、解像度を 2km まで向上した予測値を用いた吹雪予測も試験的に実施した。

2) 吹雪発生予測システム(Ver. 2)の応急的な改良

試験運用を進める中で、予測システムにおける情報発信内容を随時検討し、吹雪発生予測システム(Ver. 2)の応急的な改良を実施した。改良点は、表示システムコントローラー部(図 7)の注意項目記載など多岐にわたる。その他、予測システム全体で特筆すべき点として、図 24 に示した予測結果の簡易表示システムを試験的に導入し、中標津町役場に所属する運営委員に公開したことが挙げられる。簡易表示システムは 3.1 で示したものと異なり、精細な地図表示や拡大縮小が出来ないものの、一つの画面上に全予測要素を、予測時間全てにわたり概観できる。そのため、吹雪の有無などの大まかな確認をしやすいというメリットがある。上述した 2km メッシュの高解像度予測についても、今冬はこの簡易表示システムで町役場に所属する運営委員に試験公開した。こうした簡易表示システムの有用性が確認出来た場合、次年度の予測システムにおいて同様の機能も実装し、試験運用に用いる可能性もある。

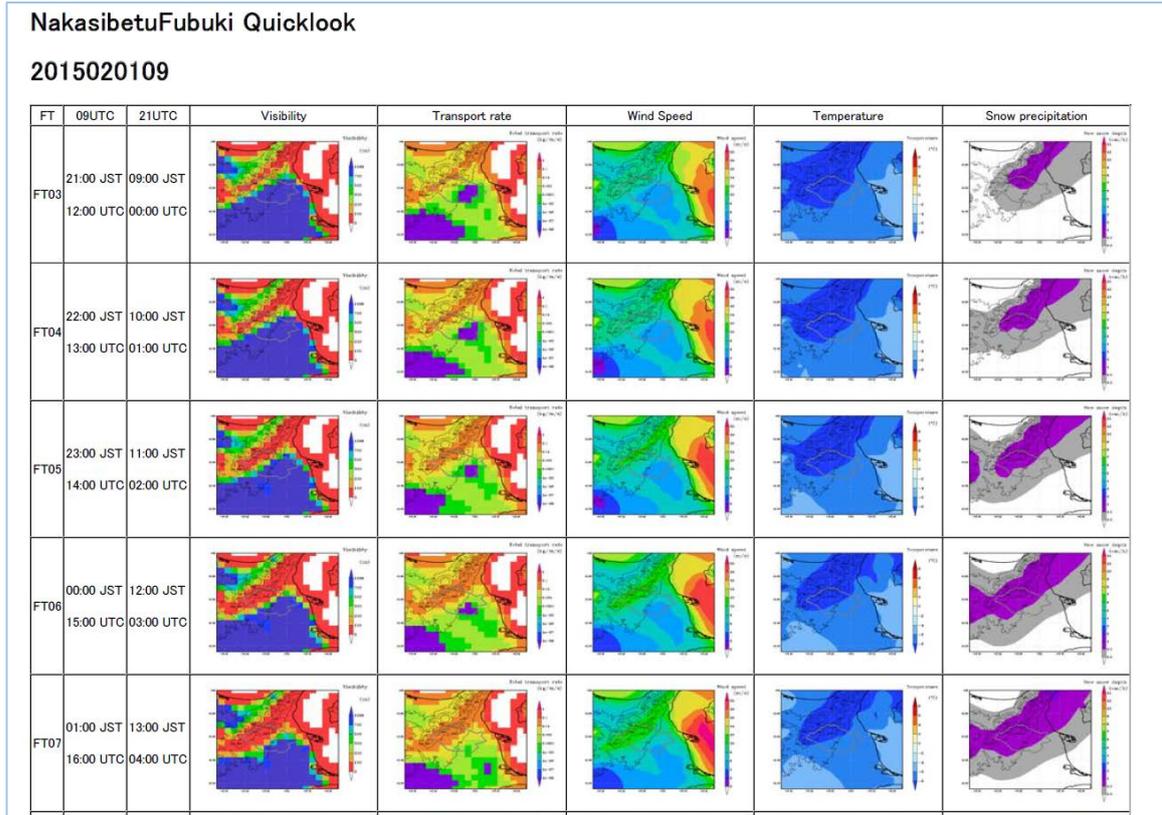


図 24 吹雪予測結果の簡易表示システム。5km メッシュの予測のほか、2km メッシュの高解像度版の試験運用でも利用した（中標津町役場でのみ実施）。拡大縮小等の機能は有しないものの、予測概況を確認しやすい利点がある。

(c) 結論ならびに今後の課題

2014年12月上旬より、中標津町における吹雪予測システムの試験運用を開始した。表示システム（3.1 参照）は応急的な改良を繰り返し、完成度を高めた。前年度の Ver. 1 における表示システムより利便性は大きく向上したものの、これに加えて簡易表示システム（図 24）についても急遽試験利用した。簡易表示システムは表示そのものに関する利便性は大きく劣るものの、予測概況の全体像を確認しやすいため、利用した委員からは有用であるとの意見があった。今後、簡易表示、詳細表示システム両方を実装し、吹雪の有無など概略のみを確認する場合は簡易表示を利用し、吹雪発生が予測され警戒が必要な場合に詳細表示を利用するなど、選択可能にすることでシステム全体の利便性、有用性が高まる可能性もある。

高解像度（2km、NHM）の予測については、冬期に導入したばかりであり、十分な検証が今後必要である。現時点では、5km（MSM）の予測に比べて、風速が全体的に強めに出る傾向がある。3.1 に示した通り、5km の予測値はアメダスと比較して良好な結果を示していることから、無理に高解像度化する必要は現時点では無いと考える。ただし地表面パラメータの調整等を実施し、精度が向上するなどした場合、導入を検討することとなる。

2015年2月上旬に実施した現地調査および冬期全体を通じた試験運用から、予測モ

デルの妥当性を定性的に確認出来た（表 2 で示した期間においては吹雪予測でも視程悪化が広い領域で見られるなど、実際の状況によく一致していた）。しかしながら、例えば暴風雪警報が解除となった 2015 年 2 月 3 日明け方（4 時 12 分）以降においても、現地では局所的に視程障害が発生するなど、極端な荒天時以外でも現地は吹雪の危険にさらされる状況が度々生じた（図 25）。予測モデルで計算できるのは数キロオーダーでの面的分布であるが、このような局所的な吹雪については再現できない例が多く見られた。これは現在の予測システムの限界とも言えるし、またそれを踏まえて、3.1 で述べた GIS 等を活用した高解像度化により、今後新たに乗り越えるべき重要な課題とも言える。



図 25 国道 272 号、中標津町俵橋付近の吹雪状況（2015 年 2 月 3 日、11 時 30 分ごろ）。この地域周辺においては、暴風雪警報・通行止め解除後も強い地吹雪が局所的に発生していた。そのため、この日の 14 時 30 分以降、再び通行止めとなった。

(d) 引用文献

- 1) Saito, K., T. Fujita, Y. Yamada, J. Ishida, Y. Kumagai, K. Aranami, S. Ohmori, R. Nagasawa, S. Kumagai, C. Muroi, T. Kato, H. Eito and Y. Yamazaki: The operational JMA nonhydrostatic mesoscale model, *Monthly Weather Review*, Vol. 134, pp.1266-1298, 2006.
- 2) 石田純一: 新しいメソ数値予報モデル, 平成 17 年度数値予報研修テキスト(気象庁予報部), pp.14-17, 2005.

3. 3 雪氷防災対策のための組織形成と普及活動

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

本プロジェクトで開発する吹雪発生予測システムについて、雪氷防災対策への効果的な利活用および継続的な運用手法を図るための組織、体制を継続するとともに、啓発活動により吹雪予測情報の有用性や吹雪災害を防止するための手段を広く普及させる。

(b) 平成26年度業務目的

雪氷防災対策のための組織形成と普及活動を目的として、当該システムの運営委員会を組織し、ユーザーが使いやすいシステムの開発手法を検討する。また地域報告会を開催し、当該システムや普及活動への要望を抽出する。その他、吹雪災害防止のためのツール（HP、一般向けパンフレットなど）を作成し雪氷防災普及活動を行うとともに、吹雪発生予測システム（Ver. 2）について、予測精度、使いやすさ等の総合検証を行う。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	センター長	上石 勲
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	主任研究員	根本征樹
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

1) 運営委員会による吹雪予測システムの効果的な運用のための検討

- ・関連機関の情報連絡会（運営委員会、地域報告会などから得られた意見を検討し、プロジェクト実施内容に具体的に反映する作業を行うワーキンググループ（WG））などを構築し、雪氷防災対策の継続的な実施（システム高度化、予測情報活用、啓発活動などの継続的な推進）を図った。
- ・道路管理者、防災担当者、雪氷・気象学の専門家などによる運営委員会、さらに運営委員から構成したワーキンググループにおいて、予測システムの試験運用を実施した。
- ・ユーザーが使いやすい吹雪予測システムの開発手法やシステムの効果的な利活用手法について検討した。

2) 広報活動および当該プロジェクトのホームページ、パンフレット作成

- ・地域報告会を開催し、当該プロジェクトについてその概要を説明した。また吹雪予測情報の活用例、また吹雪災害から逃れるための方策などについて講演した。
- ・当該プロジェクトに関するホームページを作成し、予測表示システムや現況モニタリングシステム、当該プロジェクト概要紹介を統合して公開した。
- ・運営委員および広報活動を通じて、吹雪発生予測システム（Ver. 2）について予測精度や使いやすさ等に関する意見を抽出し、予測情報の有用性や使いやすさについて総合的に検証した。
- ・地域報告会や成果報告会において配布するためのパンフレットを作成した。

(b) 業務の成果

1) 運営委員会による吹雪予測システムの効果的な運用のための検討

前年度には、吹雪予測システムの効果的な運用を可能とするため、道路管理者、防災担当者、雪氷・気象学の専門家などによる運営委員会を形成している。委員は、当該プロジェクト実施担当者（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター）、外部研究機関の気象・雪氷研究者の他、プロジェクト実施対象地である中標津町から町役場職員（防災、除雪担当者を含む）、教育委員会委員、消防組合員、警察職員、除雪事業者、農業協同組合員、町内会連合会会員など幅広い立場のメンバーから構成されている。これにより予測システムに関する幅広い意見の抽出が可能となる。

2014年6月4日に、運営委員（民間、および中標津町役場・防災関係機関）を対象に、それぞれについて、ワーキンググループおよび意見交換会・ヒアリングを行った（図26）。平成25年度吹雪発生予測システムの運用概況、中標津町における今冬の吹雪発生概況について、また吹雪発生予測システム利活用状況に関する意見交換を実施した。合わせてアンケートを実施した（図27、4.1も参照されたい）。予測システムの今後の発展に有用な意見が数多く得られた。

2015年3月19日に実施された運営委員会（図28、4.2も参照されたい）においては、当該システムの効果的な利活用手法のほか、高度化手法についての検討、さらに

は予測だけでなく暴風雪対策全般に関わる幅広い議論がなされるなど、今後のプロジェクト進展に有用な内容であった。



図 26 意見交換会（運営委員対象：地域報告会）、ヒアリング（2014/6/4 中標津町役場 会議室）。a）：住民代表運営委員、b）：行政関連運営委員。

資料をまとめたパンフレット（図 32）も作成し、地域報告会開催時などにおいて配布・公開した。講習概要等については、一般住民に幅広くその内容を広めるため、今後、プロジェクト紹介用ホームページにも一部掲載する予定である。



図 29 地域報告会（ナカシベツ大学；2014/9/25 中標津町総合文化会館、第 2 研修室）。参加者：26 名。



図 30 地域報告会（役場職員、消防本部、消防署、社会福祉協議会、文化スポーツ振興財団、町立病院などの職員を対象とした勉強会；2014/11/25～26 中標津町役場 会議室）。参加者：83 名（11/25:43 名、11/26:40 名）。



図 31 地域報告会（中標津高校 防災講話；2014/11/27 中標津高校 体育館）。全校生徒：569 名を対象として実施。

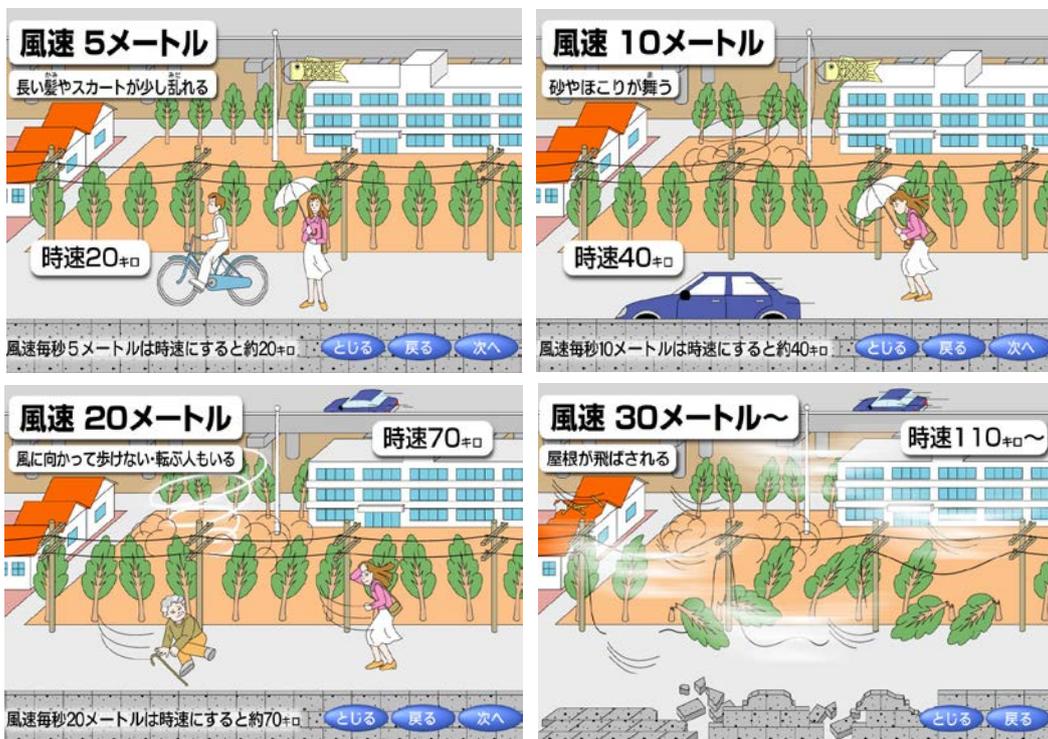


図 32 パンフレットの例（強風災害リスク回避のための参考資料、地域報告会にて配布）。

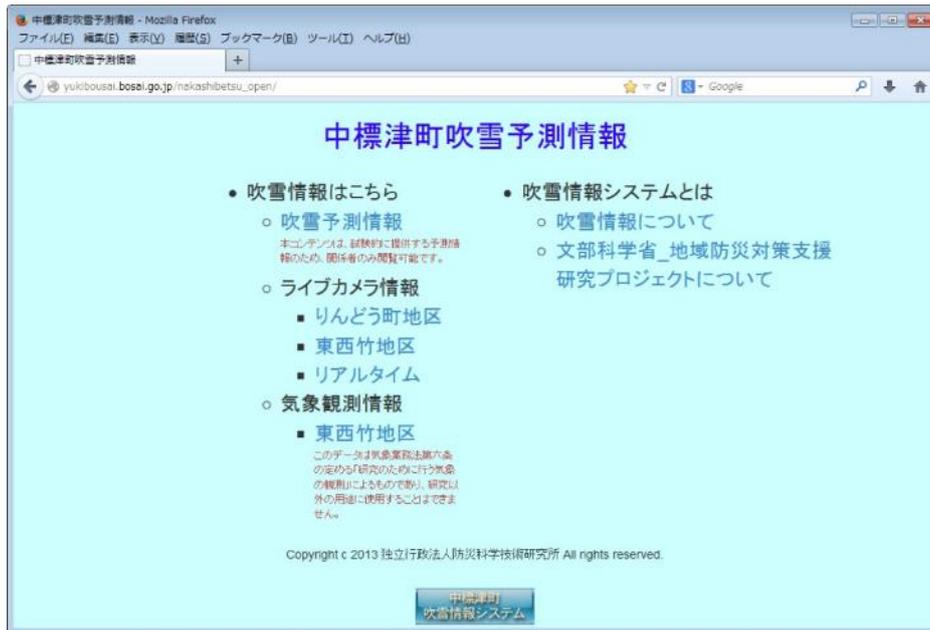


図 33 Web による情報公開（アドレス：http://yukibousai.bosai.go.jp/nakashibetsu_open/）。中標津町 HP からリンクされている。

予測表示システムについては、昨年と同様、予測表示等をすべてホームページ上で統合し、表示可能とする手法を取っている（図 33）。そのため、専用ソフトウェア等を別途インストールするなどの作業は不要である。ここでは、予測表示ツールは html および php によって記載され、インターネットサーバーを用いることでネットワーク上にすべての情報が公開可能である（ただし、気象・吹雪予測は試験運用に基づく限定配信であるため、運営委員のみにパスワード限定で情報発信する形となっている）。またこのホームページでは、3.1 に記載したライブカメラや気象データの情報も、予測情報とあわせて閲覧出来るようにしているのも昨年と同様である（図 33）。これらの現況データは、予測情報と異なり、運営委員だけでなく広く一般に気象状況を把握してもらうツールとして提供している（ただし気象観測データは気象業務法第六条の定める「研究のために行う気象の観測」によるものであり、研究以外の用途に使用することは出来ない）。

システム試験運用を実施する中で、中標津町の防災担当者（運営委員）より、暴風雪警報発令時などにおいて、吹雪の発生タイミング、継続期間等、実際の状況に見合う形で予測が出来ているとの意見が得られており、予測モデルの有効性に関して一定の評価が得られている。ただし 3.2 で示した通り、今後さらなる高精度化も必要である。

(c) 結論ならびに今後の課題

運営委員からは予測システムの高度化に関する建設的なアドバイス、意見を数多く得ることが出来、運営委員会、ヒアリング等は大変有用なものであった。予測システ

ムの表示部分については、そうした意見を反映して改良を進めており、利便性も高まってきたが、まだ全ての要望に応えられていない。対応可能な点については次年度に改良を進める予定である。

委員会において委員から述べられている通り、2013年3月に発生した死亡事故以来、一般住民の暴風雪に対する注意は以前より高く、防災意識が向上していることも委員会などを通して理解できた。ただし、これも委員から言及されたものであるが、防災意識を保つには継続的な啓発、防災教育、普及活動が重要である。本プロジェクトにおいては可能な限りこうした啓発活動も継続していきたい。

(d) 引用文献

なし

3. 4 その他

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

吹雪・吹きだまりに関する防災研究の知見を持つ者、中標津町の防災対策担当者、地域住民、地元商工会等から構成される運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討する。事業の成果及び事業内容については、研究成果の活用事例として、課題①において構築するデータベースに随時反映させるとともに、全国に対して事業の広報等を行う課題①の受託者に情報を提供する。地域防災担当者、地域住民等を対象に、地域報告会を1回程度開催し、当該事業の成果や進捗について広く紹介する。また、文部科学省が開催する成果報告会において成果を報告する。

(b) 平成26年度業務目的

運営委員会委員として、雪氷学、気象学の専門家であり、吹雪・吹きだまりに関する防災研究の知見を持つ者、中標津町の防災担当者、道路管理担当者、消防、警察および地域の農業協同組合・商工会等から構成される運営委員会を前年度に組織した。この運営委員を対象に、吹雪予測システムの試験運用を進める。また本事業内容について、課題①において構築されるホームページに掲載し、本事業の広報に努める。中標津町の防災担当者らを対象に地域報告会を開催し、当該事業の意義や成果について紹介する。また、文部科学省が開催する成果報告会において成果を報告する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	センター長	上石 勲
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	主任研究員	根本征樹
防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

1) 運営委員会の実施

吹雪研究の専門家、中標津町の防災担当者および住民代表により構成される運営委員会委員を対象に、平成26年度運営委員会を開催した。

2) 事業全体のホームページへの情報掲載

本業務の概要について、課題①により作成・提供された地域防災対策支援研究プロジェクト事業に関するホームページに掲載し、業務内容の広報に努めた。

3) 地域報告会の実施

中標津町役場の職員のほか、消防署職員、社会福祉協議会、文化スポーツ振興財団、町立病院などの職員に対して、当該プロジェクトの概要説明およびその活用例、また吹雪・気象災害から逃れるための方策などについて講演した。運営委員会を対象とした報告会・ヒアリングも実施した。

4) 文部科学省開催の成果報告会における報告

2015年3月17日に文部科学省が開催した成果報告会において、今年度の成果を報告するとともに、質疑応答により今後の研究進展に関する意見を抽出した。

(b) 業務の成果

1) 運営委員会の継続、実施

運営委員会委員として、雪氷学、気象学の専門家であり、吹雪・吹きだまりに関する防災研究の知見を持つ者、中標津町の防災担当者、道路管理担当者、消防、警察および地域の農業協同組合・商工会等から構成される運営委員会を前年度に組織した。前年に続き、平成26年度運営委員会を開催した(4.2)。また運営委員会において提案された意見を検討し、具体的に対策案に反映する作業を行うワーキンググループ(WG)も設置している。ワーキンググループによる活動として、ヒアリング等の実施(4.1)、それに基づく有用な予測システムの検討などがあり、本業務の円滑な推進に大きく寄与している。

2) 事業全体のホームページへの情報掲載

本業務の概要について、課題①により作成・提供された地域防災対策支援研究プロジェクト事業に関するホームページ¹⁾の、課題②の課題一覧のページに掲載し、業務内容の広報に努めた(図34)。3.3にて示したパンフレット(プロジェクト概要)もこのページに記載されている。当該ページは各課題の担当者が自由に編集できる構成となっており、内容の随時更新が可能な仕様となっている。

3) 地域報告会の実施

中標津町役場職員や消防本部、消防署、社会福祉協議会、文化スポーツ振興財団、町立病院などの職員を対象として、気象・吹雪災害から逃れるための方策などについて講演するとともに、当該プロジェクトの概要説明およびその活用例を紹介した。地域報告会の詳細については、3.3「雪氷防災対策のための組織形成と普及活動」において示した。

4) 文部科学省開催の成果報告会における報告

2015年3月17日に文部科学省が開催した成果報告会において、今年度の成果を報告した¹⁾。成果報告会では、稀に見る大雪であった今冬の中標津町周辺の降雪状況等も示され、現地における雪氷防災対策の重要性が改めて示された。



図 34 地域防災対策支援研究プロジェクトホームページに記載された本業務の概要
(アドレス : http://all-bosai.jp/chiiki_pj/)。

(c) 結論ならびに今後の課題

運営委員会およびワーキンググループにおいて意見交換、ヒアリングを実施しながら、吹雪予測研究について検討を進めることで、効果的なシステム改良の実施が可能となる。また地域報告会における活動は、防災啓発、および予測情報の適切な見方、利活用手法の紹介にも有用かつ効果的である。当該システムの永続的な実用化手法についての検討が、最終年度を迎える次年度の大きな課題である。

ホームページについて、地域防災対策支援研究プロジェクト事業全体のホームページに課題②の個別のテーマが列挙されることで、事業の全体像の把握が容易になるほか、各課題間の情報共有にも寄与することとなる。当該ページは各課題の担当者が自由に更新できるため、今後、進捗状況を継続的に更新し、業務内容の積極的な広報に努める必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 文部科学省 地域防災対策支援研究プロジェクトホームページ
(http://all-bosai.jp/chiiki_pj/)

4. 活動報告

4.1 会議録

(1) 意見交換会（中標津町在住の運営委員を対象とした地域報告会）

文部科学省 地域防災対策支援研究プロジェクト
「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と
効果的な雪氷防災対策への支援」
ワーキンググループおよび意見交換会
議事録

(a) 日時：平成 26 年 6 月 4 日（水曜）10:30～12:00（民間運営委員）、15:00～16:30
（中標津町役場・防災関係機関運営委員）

(b) 場所：中標津町役場 302 会議室

(c) 出席者

- ・事業実施機関メンバー：3 名
- ・ワーキンググループメンバー（運営委員から選出）：4 名
- ・民間運営委員（農業協同組合、社会福祉協議会、町内会連合会、道路維持協同組合）：7 名
- ・中標津町役場・防災関係機関運営委員およびオブザーバー（役場職員、教育委員会、消防事務組合、警察署）：11 名。

(d) 議事概要

事業代表者による挨拶ののち、事業実施機関より、平成 25 年度における吹雪発生予測システムの運用概況について説明した。その後、吹雪発生予測システム利活用状況に関する意見交換が行われた：

- ・ライブカメラの映像は度々活用された。出来れば、道路上での吹雪、吹きだまり状況をモニタリングするような映像が望ましい。将来的には道路付近でのカメラ設置も検討したい。
- ・風向の情報も必要。1 日のなかで風向が変わる。はじめは北西、最後は北風、というように。それによって除雪の仕方がかわる（南風で吹き溜った雪が、北風になってその山が違うところに吹きだまりができるというように）。北風であれば防雪柵が機能して大丈夫という判断もできる。
- ・長時間吹雪が継続したケースがあった。いつ道路を開くことが出来るか、判断を付けづらい。長時間の暴風雪がいつ終息するか、予測による見通しがほしい。
- ・予測システムについて、除雪中の作業現場でも見ることが出来るとよい。スマートフォン等で閲覧出来ると有用か。
- ・現在、除雪開始前に、気象庁から得られる気象シナリオも参考にしている。町役場が発信する防災メールで住民は情報を得ていた例もあった。
- ・離れた地域の暴風雪警報等の情報メールが夜中に来たりして、迷惑に感じられるケースもある。メール情報等を配信する場合は、地域を区分けして、それぞれについて情報を配信するなどの工夫が必要だろう。
- ・過去と比較して、低気圧の停滞場所が変わってきているような印象を受ける。

また、従来とは異なる風向（南風など）で吹きだまるパターンもあるような印象だ。

- ・モニタリングカメラについて、吹きだまりが発生する場所につけてほしい。吹雪、吹きだまりのモニタリングには1時間間隔では長い。やはり動画がベスト。
- ・樹木伐採（道路北側の樹林帯）により新たに吹きだまる箇所が出来たりもした（養老牛地区）。道路の風下の南側の木が育って、道路上に吹きだまるようになった箇所もある。木を切ったところで、猛吹雪になった箇所もある。除雪業者は、どこの樹木が吹きだまり形成に影響するかなどの情報を持っている。今後そうした情報についてヒアリングし、危険度マップの作成も検討したい。
- ・除雪の仕方について、タイヤショベルでは雪壁を作ってしまう（雪壁から道路上に吹雪粒子がダイレクトに供給されるため、視程悪化など生じやすい）。雪壁防止にはロータリーを使えばよいが、コストが高く難しい。路肩雪壁の除雪を提案しても、道路除雪予算の関係で実施できないこともある。
- ・適切な配置の防風林は暴風雪防止にも有用。道路だけではなく、地域に防風林が必要だという意識も必要。厚床では防雪林で道路を守ろうという事業をやっている。道東地方は低温のため樹木が育ちづらいが、雪に強い木を育てて、暮らしやすい地域にしたい。現状では、吹雪時には外出しないという対策しかない。
- ・暴風雪に関する住民の意識は変わってきた。以前は通行止め時に苦情が多く出たが、2013/14冬期は少なかった。
- ・カメラ等によるモニタリングについて、道路の吹きだまりの映像は道路状況の参考になるため必要。
- ・現在、利用可能なモニタリングカメラについては、あまりいい場所についていないものが多い。そのためパトロールに頼る部分が多い。
- ・2月中は横線（北西風）、3月は縦線（北東風）というパターンの暴風雪であった。
- ・猛吹雪の予測が出ていて外出に注意すべき状態であっても、（地域産業である酪農の）搾乳のためにやむを得ず除雪に出動しなければならない場合もある。
- ・将来、予測情報を町民も見ることが出来れば、除雪情報など共有できる可能性もある。
- ・防雪柵が吹きだまりで完全に埋没した箇所もあった。日平均風速10m/sが48時間、5m/sが88時間続いた状況であった。予測において、10年に一度、20年に一度の暴風雪が起こりうる、という情報も付けてもらえるとありがたい。気象台の文字情報とシステムの予測を組み合わせると良い情報になるかもしれない。
- ・予測システムを活用した印象として、降雪量、風はほぼ当たっていた。登下校の判断時において、登校できても下校できないことがあるので、地域の学校と協議する中でシステムは有用であった。なお風があまり強くなく、比較的好天の時でも局所的に地吹雪により視界が悪くなっている場合があったが、そのケースにおいてシステムは当たっていなかった（視程障害を予測出来ていなかった）。前日に新雪が降った時などにそのような状況が生じた。俣落地区付近、低地とやや

高台の位置とで視界が全く違うことがあった。

- 風向、地形で吹雪箇所が大きく変化する。保護者に問い合わせると、場所（横線、縦線）で違う。ライブカメラを増やしてほしい。ただし商用電源が無い場所においてカメラ増設は容易ではない。
- 浄水場は天気の変わり目に相当し、カメラ映像は有用。東西竹はもう少し北側で天気が変わる。そのため東西竹の画像はその周辺地域の代表性があまりなく、有用ではない部分もある。今後はこうした地域特性を踏まえて、カメラ設置個所を検討する必要がある。
- 前年と樹木の状態が違って、吹雪発生個所が以前と異なった場所もある。
- 風向について、特に降雪後の晴天時の風向風速が（吹雪予測にとって）大事。
- 夕方の下校時に合わせて、予測情報をメール配信すれば有用かもしれない。ただし、現在の情報でも、十分に有用とも言える。下校時間の検討やバス運行に参考になっている。特に警報が出ていないときに有用。
- 予測システムについては、1.5~2km メッシュの高解像度化も検討している。ただし5kmメッシュも残すかもしれない。
- 西竹小学校、養老牛小学校などにシステムの情報を提供すると、保護者からも情報が入る。実際に保護者から視界が悪いと連絡が入ると、先生は実際に車で走って確認している。そうした情報も有用。その他、バスの運転手、タクシーの運転手からの情報も有用。
- 2013/14 冬期は気象警報が多かった。いつもはシーズン2回程度。低気圧が来たらすべて吹雪いた。
- 天気が良い時の地吹雪の 때가課題ではないか。救急車の運用で、ドクターヘリの着陸場所を悩んだことがある。気象庁の情報なども併せて総合的に判断している。より細かい情報があると、救急車の道路の選択がよりよくできる。
- 小型ヘリを用いた地形図作成について、それにより吹雪の予測精度が向上するのか。予測モデルの向上に直接的に資するわけではないが、大規模吹きだまりが発生する箇所で、吹きだまり量の把握等に有用。予測ではないが、数値流体力学（CFD）の技術を応用した吹雪、吹きだまりシミュレーションの精度向上には有用。
- 吹雪の予測は技術的にはかなり難しいところもあるかもしれないが、それについて防災科研がチャレンジしている。予測のほか、カメラでの現状把握も必要であろう。次の冬以降に、カメラ画像から視程を数値化して情報発信を試み、防災科研の予測情報と併せて試験してみたい。
- 除雪業者の経験をデータ化し、ハザードマップを作成し、成果を町民に還元するとよいかもしれない。
- 予測について、メール通知を有効活用したらよいのではないか。
- 吹雪に関して、風速 8m/s が強弱の目安。予測のカラーコンター図においてはこの値の上下がそれぞれ水色、青となっているが、ここが危険の境目なので、よりわかりやすい色にしてほしい。それ以上の色はあまり関係ないとも言える。

- ・ライブカメラの画像をぜひ増やしてほしい。カメラがどちらを向いているかなどの付加情報も必要だろう。

(2) 運営委員会

文部科学省 地域防災対策支援研究プロジェクト
「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と
効果的な雪氷防災対策への支援」

運営委員会

議事録

(a) 日時：平成 27 年 3 月 19 日（木曜）14:00～16:00

(b) 場所：中標津町役場 301 会議室

(c) 出席者

- ・事業実施機関メンバー：3 名
- ・運営委員（雪氷学専門家、中標津町役場職員、教育委員会、消防事務組合、釧路開発建設部、警察署）：11 名。
- ・オブザーバー（雪氷学専門家、釧路開発建設部、釧路総合振興局、標津町役場職員）：3 名

(d) 議事概要

事業代表者による挨拶ののち、事業実施機関より、平成 26 年度における吹雪発生予測システムの運用概況、および吹雪発生状況について説明した。その後、吹雪発生予測システム利活用状況などに関する意見交換が行われた：

- ・気象モデルで海上の風が強い場合、海岸付近の視程が非現実的に悪くなる。海岸で利用する場合の課題である。高解像度化しても容易には解決できないだろう。海沿いは海陸比等に基づくチューニングが必要。
- ・気象モデルと実測値を比較すると山に近いところは吹きおろしの風で実測値の方が強くなる。山の方だけ重みづけするのも一つのアイデアであろう。
- ・昨年からの大きな変更点として、風向を加えたこと、吹きだまり量の追加がある。吹きだまり量推定手法は、具体的には、グリッドごとに吹雪量を計算して、その量が全て周辺に溜まると仮定して吹きだまりのポテンシャル量（溜まりうる最大量）を計算している。その際、吹きだまりの密度を仮定する必要がある。
- ・2014/15 冬期はやや温度が高く湿った雪が降るケースもあり、視程は当たり外れがはっきりしていた。1 月 17～18 日は、予測では視程が悪いと出ていたが、実際には強風ではあるものの視程障害は無かった。3 月の事例では、降雪量や風速は合っているが、視程予測値は、実情と異なりあまり悪化していなかった。雪面の雪質によりこの様な違いが生じるのではないか。2 月 14～15 日の事例は、新たに追加したライブカメラによるモニタリングが有用であった。しかしながら、カメラに着雪が生じ、映像が見えない時もあった。
- ・雪質によって、風が強くても吹雪が起きないことがある。今は温度で吹雪の発

生のしやすさを調整しているが、今後高度化（雪質変化のモデルへの組み込み）も検討したい。着雪対策は今後の課題。

- ・ライブカメラ以外に、その周辺における風向風速のモニタリング表示があると望ましい。カメラ位置に旗があると風の有無の判断に資する。なお、予測に関して、学校は5時に登下校を判断するほか、7時、9時、12時とバスの運行時間に合わせてシステムを度々使っている。バス運行で助かっている。
- ・カメラ位置での旗の取り付けは検討したい。風向風速計もできればもう1か所、モニタリングを検討したい。
- ・町役場における暴風雪警報時の対応本部の状況について、長時間待機が続く過酷な状況。研究面から支援すべきことなどまだ沢山ある。総合的な仕組みを考えたい。
- ・道路管理においては、予測値の面的表示よりもピンポイントでの時系列表示や、道路に沿った線的な表示の方が使いやすい。実際の活用在即した表示手法も重要。
- ・気象庁の予測配信について、最近、局地モデル（LFM）による2kmメッシュの予測値が公開されるようになった。LFMの利活用も、ある程度長い時間の予測に対応した場合、検討したい。
- ・カメラの着雪防止手法について、開発局では国道でカメラを付けているが、ワイパーを付けて着雪対策している。商用電源が利用可能であればこうした主要も有用であろう。
- ・予測精度を上げて活用することを期待している。その他、天気予報にて吹雪の予報が出たときに、ここ数年は車の台数が減っている（不要不急の外出が減っている）。教育、啓発、メディアによる注意喚起が有効。防災意識が高まっている。前日に買い物で買いだめをして備えている。高校生など今後車を運転する若い世代への教育啓発活動も大事になる。そうした活動も進めてほしい。
- ・今冬は今までに経験のないようなレベルの暴風雪もあったが、スタック車両は少なかった。メディアなどの啓発が効いていると思われる。
- ・緊急エリアメールの到達範囲は、町単位であり、遠方の町の情報の受け取りは難しいだろう。ただし、町のFacebookなどソーシャルメディアには防災情報が掲載されている。
- ・近隣の町の防災情報の共有について、役場同士での情報共有は図っているが、将来は、広域な情報の共有が課題。観光客などへの伝達手法も課題。
- ・全戸に防災行政無線があり、情報を流す町の例もある。他の町から通勤してくるケースなどもあり、広域な情報共有が課題。吹きだまり位置や防災情報などスマートフォンなどを活用して共有を図るのも手。
- ・雪面の状況を考慮することで精度向上も見込めるかもしれない。寒地土木研究所など他の機関とも協力、情報共有するとともに成果を活用して計算方法を高度化するのも有用かもしれない。
- ・役場の道路管理の立場では、予測をあまり見る機会が無い。除雪については降雪量が基準となっており、道路上などの積雪が10cmを超えたら出動することと

なっている。予測があっても、実際には町民からの要望や酪農の集荷のために、暴風雪時でも出動しなければならず、予防的に使う機会が無い。除雪の考え方と町民の考えを併せていくことが課題。ただし、役場のコンピュータシステムの変更に伴い閲覧機会は増えた。

- ・モニタリングカメラの場所において、吹き流し等を付けてほしい。また道路上にどれくらい吹きだまりが出来ているか、モニタリングから把握出来るとかなり有用だ。
- ・役場の総務課防災係では、吹雪予測表示の簡易表示システムを活用している。運営委員にも公開してほしい。
- ・今年の冬は毎週のように暴風雪が発生し、自然の力にはかなわないと思った。予測システムは、防災の取り組みで役立っており、たいへん感謝している。5kmをもう少し小さく（高解像度化）してほしい。
- ・この大雪で、平年の3倍の除雪費がかかった。この大雪は今冬だけにしてほしい。
- ・暴風雪時に車が減るのは安全でプラスだが、活動停止でマイナスの部分もある。そのバランスも考慮しなければならない。
- ・予測精度の向上は進めてほしいが、予測を見る側にはいろいろな人がいる。予測と、利用者側との接点をケアして、現場の声を聞いて、活用イメージを掘り下げ、使い方の提案、情報の出し方を向上させる必要がある。いかに簡単に見てもらえるか、スマートフォン情報の追加、その他、吹雪強度が一定の基準を超えたらメール配信などをしてはどうか。システムの利便性があがるだろう。いつ暴風雪が終わるのかという情報も必要ではないか。有意義だと思ったのは、消防の方など生の声を聞けるこの場のような機会があること。それを活かして、使えるシステムを目指してほしい。取り組みを続けて、重ねていかないと、今後に活かさないので、セカンドステップに進んでいただきたい。
- ・町役場の立場として、今回の文科省の事業は3か年。自立的なシステムを作るということだが、将来的に使うために、H27年度で終わるのでは、そこまでは持っていけない。また周辺市町村への展開も踏まえて、良い方策を1年間考えてほしい。
- ・寒地土木研究所の吹雪予測情報との違いについて。寒地土木研究所の予測は2タイプある。我々のモデルと同様、5kmの気象予測データをもとに、全道対象に、市町村単位で平均化して、インターネット上で誰でも閲覧出来る。もう1つのタイプは、1kmで気象場を計算し、視程などを計算して、自治体防災担当者などに公開している（あらかじめアンケートで閲覧希望自治体などを募り、希望した期間に公開）。吹雪計算の本質は大きな違いはなく、予測された風速場において、吹雪流量などの鉛直分布式を適用して視程などを算出する。
- ・2013年3月の死亡事故の後、状況が変わってきたように感じる。以前は、110番が一時間あたり20件程度もあるケースもあったが、今冬は、救助要請はあったものの、まばらな状況であった。中標津において、暴風雪の体制は構築されつ

つあると思う。今後、経済活動との関係で、物流などにも活かしていけるのではないか。

4.2 対外発表

(1) 学会等発表実績

地域報告会等における発表

発表成果（発表題目）	発表者氏名	発表場所 （会場等名）	発表時期	国際・国内の別
第8期 ナカシベツ大学 第5回講座 中標津の気象の特徴	中村一樹	中標津町総合文化会館（文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト地域報告会』）		
第2回防災講座 中標津の気象の特徴	中村一樹	中標津町役場（文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト地域報告会』）	2014年11月 25日・26日	国内
平成26年 防災講話	中村一樹	中標津高校（文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト地域報告会』）	2014年11月 27日	国内
北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援	上石 勲	東京エレクトロンホール宮城 （文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト』成果報告会）	2015年3月 17日	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 （記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関 （新聞名・TV名）	発表時期	国際・国内の別
吹雪予測システムの試験運用結果 実測と重なり一定の成果	上石 勲 根本征樹 中村一樹	釧路新聞	2014年6月5日 日朝刊	国内
中標津町役場や関連団体の職員向けの防災講座について	中村一樹	北海道新聞（釧路根室版）	2014年11月 27日朝刊	国内
吹雪災害、吹雪予測システムについて	根本征樹	NHKニュースやまがた6時	2015年2月12日	国内

吹雪災害、吹雪予測システムについて	根本征樹	NHKニュースおはよう日本(4時台、5時台)	2015年3月2日	国内
-------------------	------	------------------------	-----------	----

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果(発表題目、口頭・ポスター発表の別)	発表者氏名	発表場所(学会等名)	発表時期	国際・国内の別
2014年2月の北海道中標津町周辺での猛吹雪に関する数値実験(口頭発表)	根本征樹	山形テルサ (日本雪氷学会東北支部大会)	2014年 5月30日	国内
2014年2月の低気圧通過に伴う北海道中標津町周辺での猛吹雪に関する数値実験(口頭発表)	根本征樹	八戸工業大学 (雪氷研究大会 (2014・八戸))	2014年 9月22日	国内
Construction and application of a blowing snow forecasting system in Japan(口頭発表)	根本征樹	アオーレ長岡 (International Snow and Ice Science Workshop)	2014年 11月18日	国際
北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援(口頭発表)	上石 勲	東京エレクトロンホール宮城 (文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト』成果報告会)	2015年 3月17日	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文(論文題目)	発表者氏名	発表場所(雑誌等名)	発表時期	国際・国内の別
2014年2月の北海道中標津町周辺での猛吹雪に関する数値実験	根本征樹、上石勲、中村一樹	東北の雪と生活、第29号	2014年9月	国内

(2) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(a) 特許出願

なし

(b) ソフトウェア開発

なし

(c) 仕様・標準等の策定

なし

5. むすび

2013年3月2日から3日にかけて、北海道道東部を中心に非常に強い吹雪が発生し、死者9名の大惨事となり、このことが当該プロジェクト発足の大きな契機となったことは前年度の報告でも述べた。吹雪予測に関するシステムの開発は現在も研究が進行中のものであり、天気予報などにも用いられている地域気象モデルなどと比較した場合、その手法および技術などがある程度確立したとは言い難く、研究の余地も依然、多く残されている。しかしながら、吹雪がいつ、どのぐらいの強度で発生して、いつまで続くかなど、一定の情報を得ることは現状の技術でも必ずしも不可能ではない。上述したような惨事を二度と繰り返さないためにも、研究者のみならず、一般住民の生活に密着した活動を展開している自治体と強力な連携を構築し、思い切った取り組みが抜本的な防災・減災対策において重要であると考え。当該プロジェクトはこうした「抜本的な防災・減災対策」への取り組みにおいて重要な基点になると確信している。

吹雪予測モデルについては、前年度に続き、今冬においても、多発した暴風雪の発現タイミング、期間等を良好に予測しており、その有用性に大いに期待が持てる。しかしながら、予測の綿密な検証は継続して実施すべきであり、また試験運用の地道な継続による検証事例の蓄積も、現状ではまだ2冬期分だけであり、十分とは言えない。地形変化に応じて局所的に生じる吹雪については、地域気象モデルレベルの解像度(数キロ程度)では対応が困難であり、GIS等を活用した新たな予測手法の検討も必要になると考えている。

前年度の運営委員会時に指摘されたように、インターネットだけに頼った情報発信では情報の浸透性に思わぬ難を生じる可能性もあるなど、地域防災を考える上で検討すべき課題は数多く残されている。予測モデル精度などの自然科学的要素だけでなく、地域、社会構造を反映した防災情報伝達手段など、社会科学要素についても十分留意してプロジェクトを進めていく必要もある。