

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

～北海道中標津町の吹雪発生予測システムを核とした根室地方北部の冬季地域防災対策の高度化～

(平成28年度)

成果報告書

平成29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

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務として、国立研究開発法人防災科学技術研究所が実施した平成28年度「北海道中標津町の吹雪発生予測システムを核とした根室地方北部の冬季地域防災対策の高度化」の成果を取りまとめたものです。

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

～北海道中標津町の吹雪発生予測システムを核とした根室地方北部の冬季地域防災対策の高度化～

(平成28年度)

成果報告書

平成29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、「②研究成果活用の促進 北海道中標津町の吹雪発生予測システムを核とした根室地方北部の冬季地域防災対策の高度化」に関する、平成28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、平成25年度から27年度にかけて、地域防災対策支援研究プロジェクトにおける②の一課題として実施してきた「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」の内容を更に深化させるとともに中標津町以外の周辺地域にも拡張することで、手法の恒久化および一般化について検討することを目的とします。具体的には、暴風雪災害の危険性が高い北海道道東地方の中標津町およびその周辺を対象として、

中標津町においてこれまで開発を進めてきた面的な吹雪発生予測システムおよびそれに基づいた研究者と地域との協力体制をモデルとし、永続的な雪氷防災対策を中標津町において実施することを目的とします。また、この協力体制モデルを周辺地域（根室地方北部：標津町、羅臼町）に展開し、近隣自治体との連携を深めるとともに、当該地域の冬期防災対策・体制を、学術的成果を背景としてより強固なものに拡張すること、および研究機関と当該地域との協力体制モデル構築、更にはその広域展開手法を確立することも目的とします。なお、雪氷防災に関する防災教育、啓発活動も併せて実施し、地域住民の基礎防災力向上を図ります。

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.....	2
3. 成果報告.....	3
3. 1 吹雪発生予測システムの開発・高度化.....	3
3. 2 吹雪発生予測システム(北根室バージョン、Ver. 1)による情報提供実証試験	18
3. 3 雪氷防災対策のための組織形成と普及活動.....	23
3. 4 その他.....	27
4. 活動報告.....	31
4. 1 会議録.....	31
4. 2 対外発表.....	33
5. むすび.....	35

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、これらの解決のために、上記プロジェクトを実施することとした。当該プロジェクトにより、中標津町役場の防災担当者との密接な協力体制が確立されたほか、研究者側からだけでなく、自治体側が自ら能動的に情報提供を研究者側に要望し防災対策について協議するなど、双方向の協力体制および協働による暴風雪対策実践の仕組みが構築された。しかしながら、地域に根差して恒久的に継続する仕組みの構築、更には中標津町と同様に暴風雪災害のリスクを有する周辺地域への応用および展開については、残された重要な課題となっている。特にこの地域においては、町間を跨いだ移動が物流のみならず通勤、通学でも一般的であり、行政界を超えた広域的な視点からの防災対策・取り組みが必要となる。

上述した課題を踏まえ、本研究課題では、新たに、暴風雪災害の危険性が高い中標津町周辺を対象として、中標津町においてこれまで開発を進めてきた面的な吹雪発生予測システムおよびそれに基づいた研究者と地域との協力体制をモデルとし、永続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。また、この協力体制モデルを周辺地域（根室地方北部：標津町、羅臼町）に展開し、近隣自治体との連携を深めるとともに、当該地域の冬期防災対策・体制を、学術的結果を背景としてより強固なものに拡張すること、および研究機関と当該地域との協力体制モデルを構築することを目的とする。なお、雪氷防災に関する防災教育、啓発活動も併せて実施し、地域住民の基礎防災力向上も図る。

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	主任研究員	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・高度化

(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試験運用を進めてきた吹雪発生予測システムを応用し、根室北部における吹雪発生予測システムを新たに開発する。また、予測システムの検証のための野外観測データおよび吹雪の現況モニタリングシステムも開発する。さらに冬期試験運用を通して吹雪発生予測システム全体の高度化を図る。

(b) 平成28年度業務目的

根室北部（中標津町、標津町、羅臼町）における吹雪災害発生状況および過去の気象データに基づき、現地を対象とした吹雪モデルの仕様を検討する。それに基づき、根室北部を対象とした吹雪予測システム(Ver. 1)を開発する。また、予測システム検証のために、気象観測のほか、ライブカメラを用いた吹雪モニタリングシステムの試作および現況モニタリングも実施する。その他、吹雪発生時の現地調査および吹雪発生状況に関して現地防災担当者からのヒアリングも実施し、モデル検証に資する。

(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	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	主任研究員	中村一樹

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の要約

1) 吹雪発生予測システムを根室地方北部に適用するための吹雪発生状況・改善点整理

- ・吹雪予測システム根室北部に適用するために、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。
- ・吹雪災害の発生状況、吹雪対策とその効果等について現地調査と関連データの収集、整理を実施した。

2) 吹雪発生予測システム（北根室バージョン）の開発・改良

- ・現地の地形および吹雪発生条件に基づき、吹雪発生予測システム（北根室バージョン、Ver. 1）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。
- ・運営委員会やワーキンググループ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応急的に改良した。
- ・気象庁アメダスデータなどの実測値やモニタリングカメラ画像も予測画面上に表示するなど、統合化されたシステムに向けて表示システムを改良した。

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、定点カメラによる吹雪発生状況の野外観測およびリアルタイムモニタリングを実施した。
- ・吹雪発生時に現地調査を実施し、吹雪発生状況や吹きだまりの発生個所を調査した。
- ・中標津町、標津町、羅臼町役場の防災担当者から吹雪・吹きだまり発生状況等のヒアリングを実施した。

(b) 業務の成果

1) 吹雪発生予測システムを北根室地区に適用するための吹雪発生状況・改善点整理

これまで、中標津町において試験運用を実施してきた吹雪予測システムを根室北部の他の地域（標津町、羅臼町）に適用するにあたり、あらかじめ、現地における吹雪・吹きだまりの発生状況や、主要道路における防雪柵の整備状況および気象状況等について現地でのヒアリングを実施した。また現地における過去数年の気象データを整理し、吹雪発生状況に関する知見を抽出した。図1に、中標津町の郊外（北西部）の気象の特徴をよく表す、アメダス上標津における風向・風速データを整理し、吹雪が発生するような強風の発現時における卓越風向を調べた結果を例として示す。ここでは、吹雪粒子が高度1m以上の高さまで舞い上がり、視程障害などの危険性を及ぼす可能性のある風速8m/sを基準とし、これを上回る風速時における卓越風向の頻度を風配図（wind rose）として示した。図1より、強い吹雪が発現する場合、北西風の頻度が卓

越していることが認められる。このことは、これまで実施してきた試験運用からも確認されている。図 2 は根室北部（中標津町、標津町、羅臼町）における強風時（風速 8m/s 以上）の風況を比較したもので、それぞれ、上標津、標津、羅臼のアメダス観測点データを対象とした結果である。吹雪予測システムではこれまで山形、新潟県周辺を中心に、試験運用を実施してきた。これらの地域では、西高東低の冬型の気圧配置における季節風（北西風の頻度が高い）において強い吹雪が発現し、予測システムのモデルにおいてもこうした吹雪の発生タイミングを適切に予測出来ていたが、中標津町においても吹雪時に北西風の発現が多く見られ、同町を対象とした試験運用でも良好な結果を示してきた。図 2 に示す通り、標津町、羅臼町の風況についても同様な傾向（特に羅臼は北西の強風の頻度が著しく高い）が見られ、中標津町で運用してきた予測システムをそのまま領域拡張することで、根室北部においても適用できると考える。なお、後述するように、気象モデルのメッシュ解像度は 5km であり、必ずしも高い解像度とはなっていないものの、これまでの試験運用において、当該地域で北西風時に頻繁に発生するおろし風（知床半島から延びる山脈に沿って発生）について適切に予測出来ており、このままの解像度でも根室北部の他の地域においても有効な予測情報が得られると考える。

また羅臼町ではアメダス以外にも独自に風向風速計を設置している。設置個所は町役場屋上、また特に風が強い地帯である岬町の知円別漁港、松法町の松法漁港の計 3 か所である（図 3）。冬期において、2017 年の 1 月から 3 月末までの平均、最大、瞬間最大風速と風向に関する気象日報（図 4）の提供を町役場から随時受けており、羅臼町内における冬期の風況把握（特に強風となる地域の推定）や予測モデルの今後の検証などに有効なデータを取得できた。

予測対象地が根室海峡に面している標津町、羅臼町を含むため、予測計算および表示において海岸線の影響を考慮した取扱いが必要となる。今年度の予測においては、海岸付近の海陸判別について従来の手法を若干改良した。従来は海陸比が 0（計算点における陸地の割合が 0%で、すべて海洋あるいは湖）の場合にその領域が海洋上にあるとして取扱い、視程や吹雪量について計算せず、海陸比が 0 より大きい場合にのみ陸地として扱った。これを、海陸比 0.1 以上（計算メッシュにおいて、陸地が 10%以上）となる場合にのみ、陸地として判断し、視程、吹雪量を計算するように改良した。図 5 に改良前後における視程の予測結果の面的分布変化を示す。海陸比を変えることで、視程について、海上でも地吹雪発生・視程悪化となるなどの不自然な表現を軽減するなど、海岸部付近の予測表示が改善された。

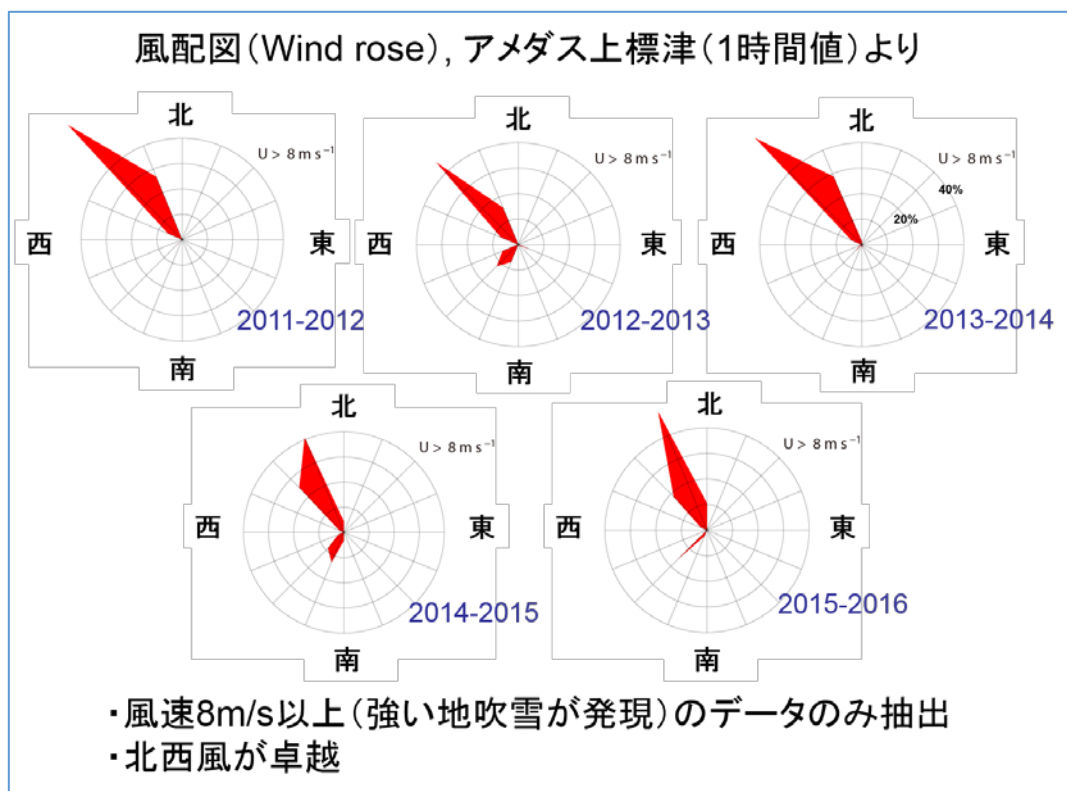


図 1 中標津町郊外における風配図 (アメダス上標津、2011～2016 年、冬期)。

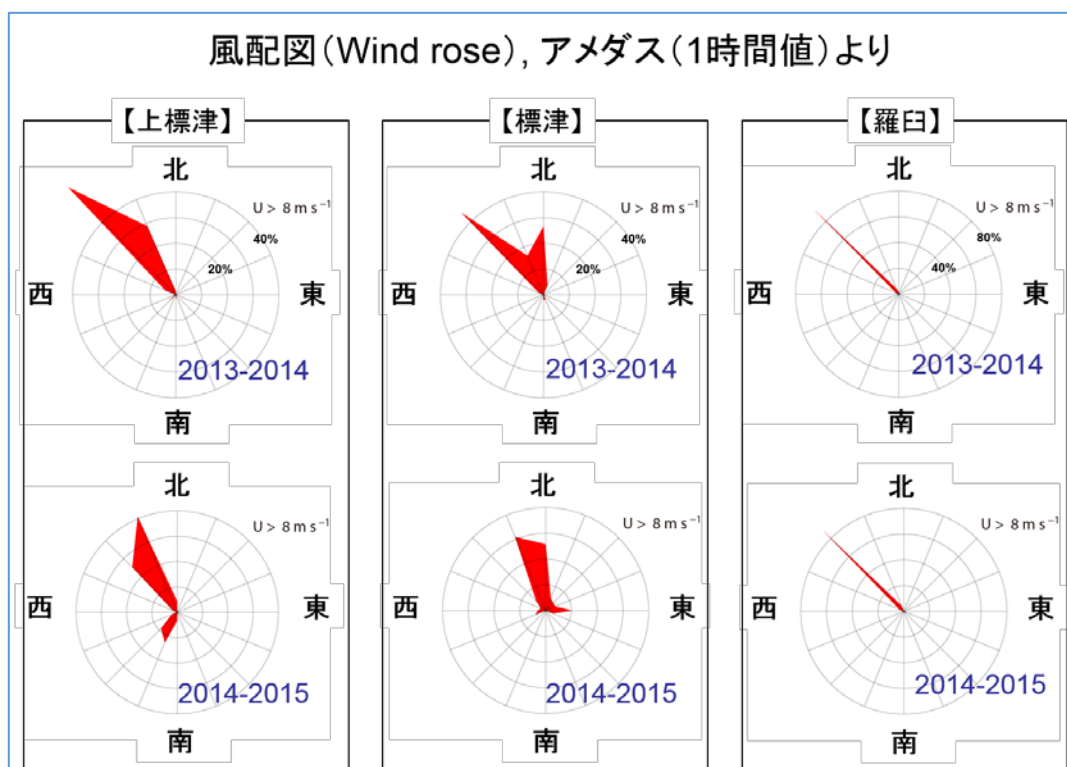


図 2 根室北部における風配図 (アメダス、2013～2015 年、冬期)。



図3 羅臼町役場により設置されている風速計。(a): 知円別漁港、(b): 松法漁港。

2017年02月02日

気象日報 (1/2)

経度町役場

松法漁港

時刻	方位	風速	風向	波高	天候	時刻	方位	風速	風向	波高	天候	時刻	方位	風速	風向	波高	天候	時刻	方位
00:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	00:30	北	3.0	北北西	00:30	北	00:30	北	3.0	北北西	00:30	北	00:30	北
00:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	01:00	北	3.0	北北西	01:00	北	01:00	北	3.0	北北西	01:00	北	01:00	北
01:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	01:30	北	3.0	北北西	01:30	北	01:30	北	3.0	北北西	01:30	北	01:30	北
01:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	02:00	北	3.0	北北西	02:00	北	02:00	北	3.0	北北西	02:00	北	02:00	北
02:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	02:30	北	3.0	北北西	02:30	北	02:30	北	3.0	北北西	02:30	北	02:30	北
02:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	03:00	北	3.0	北北西	03:00	北	03:00	北	3.0	北北西	03:00	北	03:00	北
03:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	03:30	北	3.0	北北西	03:30	北	03:30	北	3.0	北北西	03:30	北	03:30	北
03:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	04:00	北	3.0	北北西	04:00	北	04:00	北	3.0	北北西	04:00	北	04:00	北
04:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	04:30	北	3.0	北北西	04:30	北	04:30	北	3.0	北北西	04:30	北	04:30	北
04:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	05:00	北	3.0	北北西	05:00	北	05:00	北	3.0	北北西	05:00	北	05:00	北
05:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	05:30	北	3.0	北北西	05:30	北	05:30	北	3.0	北北西	05:30	北	05:30	北
05:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	06:00	北	3.0	北北西	06:00	北	06:00	北	3.0	北北西	06:00	北	06:00	北
06:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	06:30	北	3.0	北北西	06:30	北	06:30	北	3.0	北北西	06:30	北	06:30	北
06:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	07:00	北	3.0	北北西	07:00	北	07:00	北	3.0	北北西	07:00	北	07:00	北
07:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	07:30	北	3.0	北北西	07:30	北	07:30	北	3.0	北北西	07:30	北	07:30	北
07:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	08:00	北	3.0	北北西	08:00	北	08:00	北	3.0	北北西	08:00	北	08:00	北
08:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	08:30	北	3.0	北北西	08:30	北	08:30	北	3.0	北北西	08:30	北	08:30	北
08:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	09:00	北	3.0	北北西	09:00	北	09:00	北	3.0	北北西	09:00	北	09:00	北
09:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西	09:30	北	3.0	北北西	09:30	北	09:30	北	3.0	北北西	09:30	北	09:30	北
09:30	北	5.4	北北西	7.9	北北西	10:00	北	3.0	北北西	10:00	北	10:00	北	3.0	北北西	10:00	北	10:00	北
10:00	北	5.4	北北西	7.9	北北西														

平均風速	北	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西
最大風速	北	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西
波高	北	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西
天候	北	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西	3.0	北北西

図4 羅臼町役場により設置されている風速計データ（気象日報。2017年2月2日の例）。

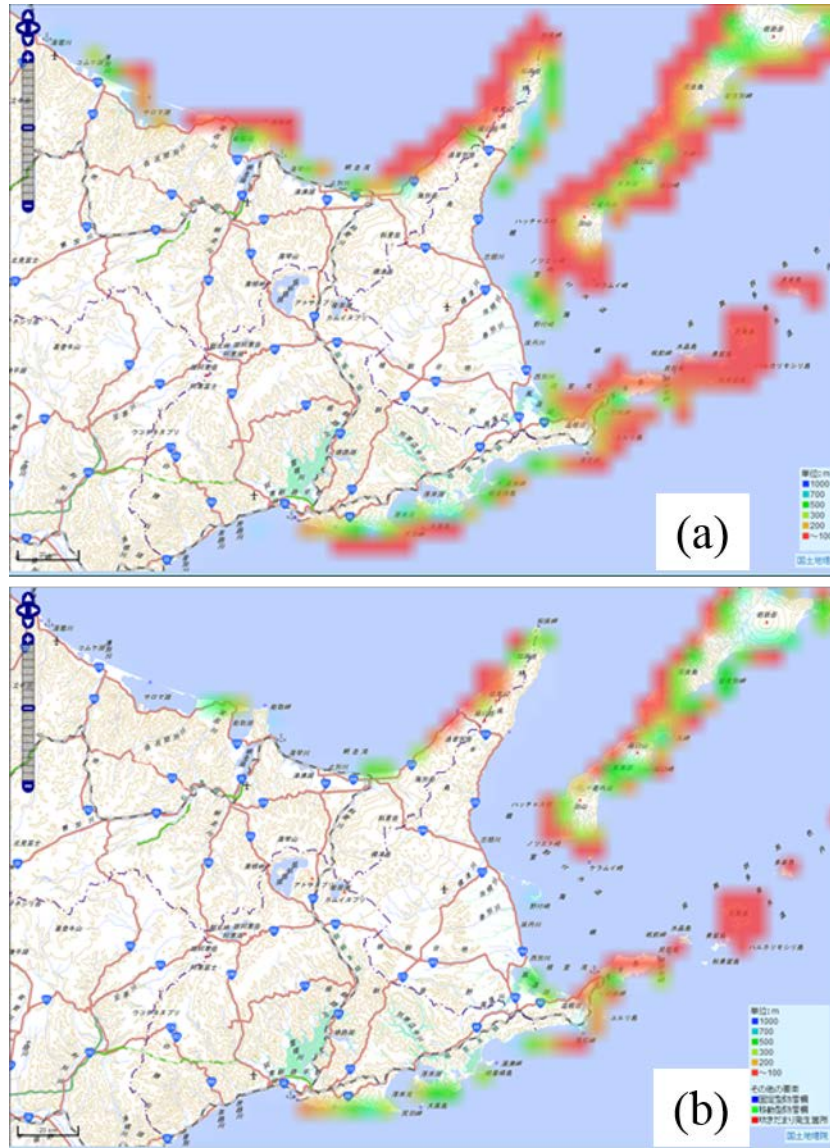


図5 (a):海陸比 0 (計算点における陸地の割合が 0%) 以上を陸地として計算 (従来の手法)、(b): 海陸比 0.1 (計算点における陸地の割合が 10%) 以上を陸地として計算。

2) 吹雪発生予測システム（北根室バージョン）の開発・改良

本プロジェクトの中核となる、根室北部を対象とした吹雪発生予測システムを開発した。当該年度においては、予測システムを Ver. 1 とし、これまで中標津町において活用してきた吹雪予測システムの標津町および羅臼町への拡張・応用に重点を置いた。予測システム（Ver. 1）では前節および図 5 にて説明した沿岸域の処理を改良した手法で吹雪の予測計算を実施可能としたほか、吹雪強度（吹雪輸送量）や吹雪時の視程、吹きだまり発生危険度の面的分布に関する可視化表示については、注意喚起コメントを表示画面上で追加するなど、新たな表示システムを導入した。

吹雪モデルの概要を以下に記載する。吹雪強度および視程障害等の予測モデルは、防災科学技術研究所雪氷防災研究センターで開発した雪氷災害発生予測システム¹⁾の一部をなしている吹雪モデルを改良して根室北部に適用している。一般に、吹雪による雪の移動量（飛雪流量）は雪面から離れるにつれ小さくなり、これに対応して視程は良くなる。このモデルでは、小型乗用車のドライバーか

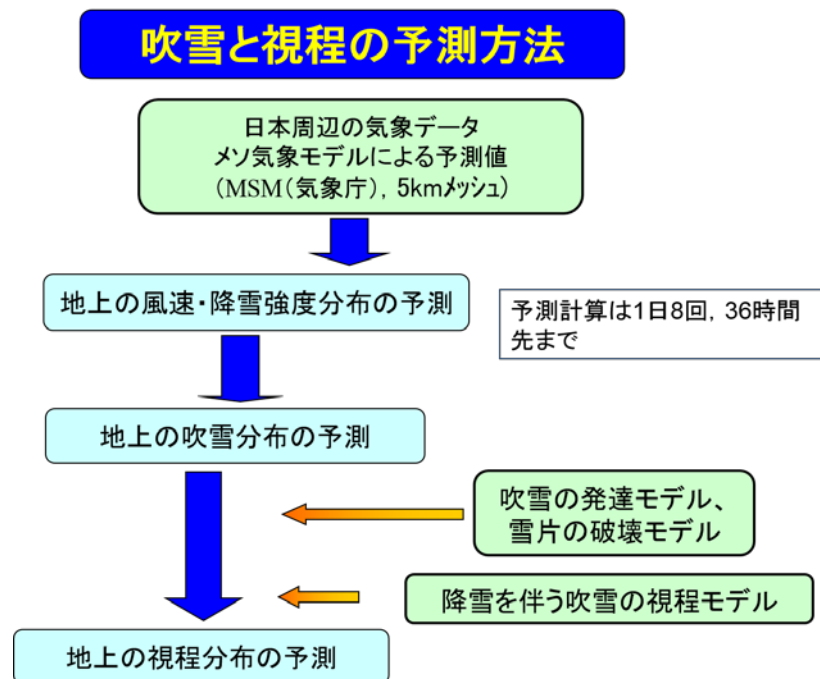


図 6 吹雪予測システムによる視程予測の概要。

ら見た時の視程を想定し、高さ 1.2 m における視程を求める。吹雪による視程障害の予測モデルの詳細については佐藤ら^{2), 3)}に示されているが、基本的には、気象モデルにより風速などの気象要素を計算し、得られた結果をもとに吹雪モデルにより視程等を算出する（図 6）。本プロジェクトでは、気象要素の予測データとして気象庁から配信されている気象庁メソスケールモデル (MSM)⁴⁾ による格子点データを用いて対象地域の気象予測を水平分解能 5 km で得ている。これにより、38 時間先までの予測データを 1 日に 8 回得ることが可能となる（表 1）。地域気象モデルの予測変数は、気温、風向、風速、降水量などである。これらの変数の最低高度は 10 m（気温は 1.5 m）であるので、中立時の風速の対数分布を仮定して地表面における摩擦速度を求めた。また、降雪強度は降水量の予測値に雨雪判別を適用し、気温+2℃以下では降水がすべて降雪になると仮定し、降雪量を求めた（この際降雪密度は 100kg/m³を仮定している）。得られたこれらの値はそれぞれ吹雪の予測に利用する。なお風速と降雪強度は計算格子内で一様とみなす。

表 1 予測データの概要

初期値時刻	00、03、06、09、12、15、18、21 時（1 日 8 回）
配信時刻	04、07、10、13、16、19、22、01 時（初期時刻+約 4 時間後）
予報時間	36 時間（1 時間間隔）

吹雪予測結果を表示するビューアについても、これまでに運営委員等から得られた意見を踏まえて改良した。今回新たに導入した機能について、以下に記載する。予測結果をカラーコンター図として面的に、地図上（国土地理院の「地理院地図」⁵⁾）を利用。地図はリアルタイムで読み込み、表示している）に表示するのは従来と同様であるが、天候悪化が予測されるような場合において、画面上において警告を表示する機能を追加した（図 7）。これにより、閲覧者は特に注意を要する期間について容易に把握できるようになる。さらに、予測画面の閲覧者（運営委員のみを対象として、パスワードで制限されている）が予測結果に関するコメントを記載するなど、掲示板形式のコメント欄も追加した（図 8）。これにより、予測発信側のみならず、閲覧者からの意見、コメント（予測値に対する現況との違いなど）なども画面上に表示することが可能となるなど、予測に関する詳細な情報の交換なども容易となる。さらに、図 9 に示すように、過去の暴風雪事例の概要をまとめた資料をリスト表示する機能も追加するなど、予測値と過去の事例との比較から暴風雪の発生規模などの推察に利用可能な機能も導入した。

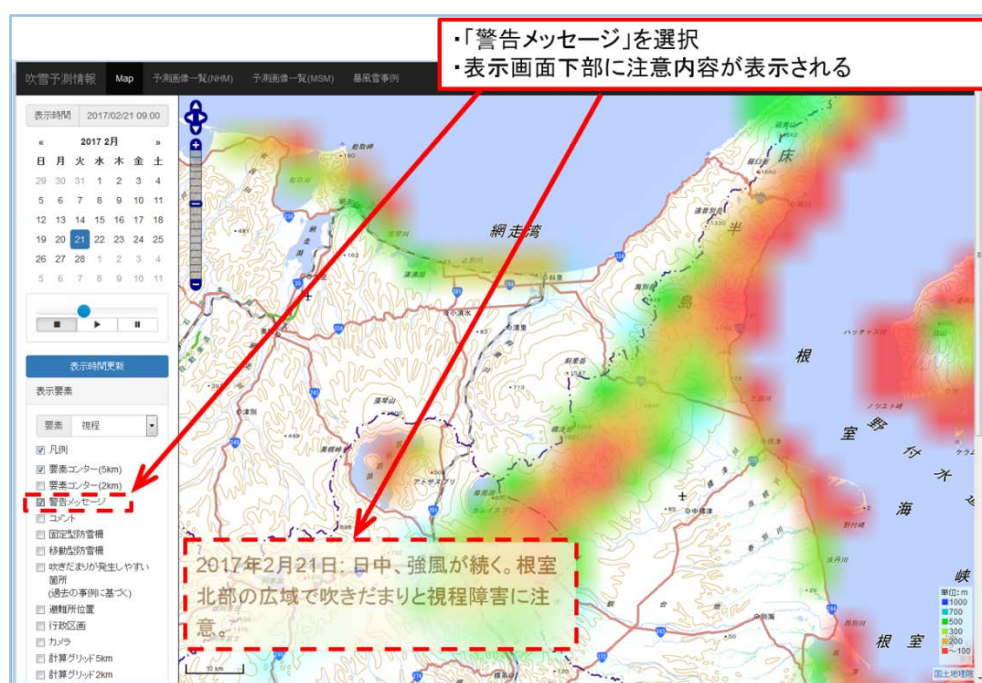


図 7 表示システム（「地理院地図」⁵⁾ 利用）に追加された警告メッセージ表示機能。天候悪化が予測されるような場合において、画面上において表示し、特に注意を要する期間についてシステム閲覧者が容易に把握できるようにした。

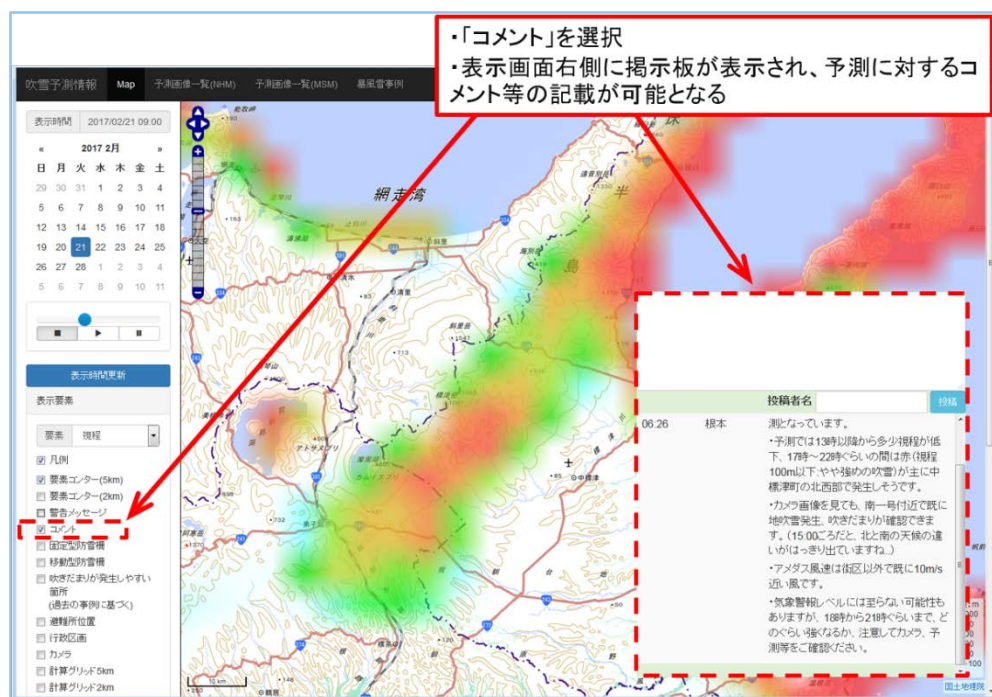


図 8 掲示板形式のコメント欄。予測画面の閲覧者が予測結果に関するコメントを記載できる。予測値に関する情報の交換なども画面上において容易に実施できる。



図 9 過去の暴風雪事例の閲覧画面。予測画面上から選択可能。予測値と過去の事例との比較に基づく、暴風雪の発生規模などの推察が可能となる。

3) 予測システム検証のための現地調査、データ収集

中標津町においてはこれまでと同様に、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 10）。うち一地点（図 10、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・記録したのもこれまでと同様である。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 10 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は常に存在する。中標津町においては、4 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、吹きだまり状況のモニタリングも実施している（図 11）。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 12 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、最新時刻の画像が予測表示システム上に表示され、運営委員による閲覧が可能であるなど、表示の統合化がなされている。過去の画像についてはカメラ制作メーカーの専用サーバーに保存され、パスワード認証による閲覧が可能である（業務担当者、および中標津町、標津町、羅臼町の役場に所属する運営委員のみ）。

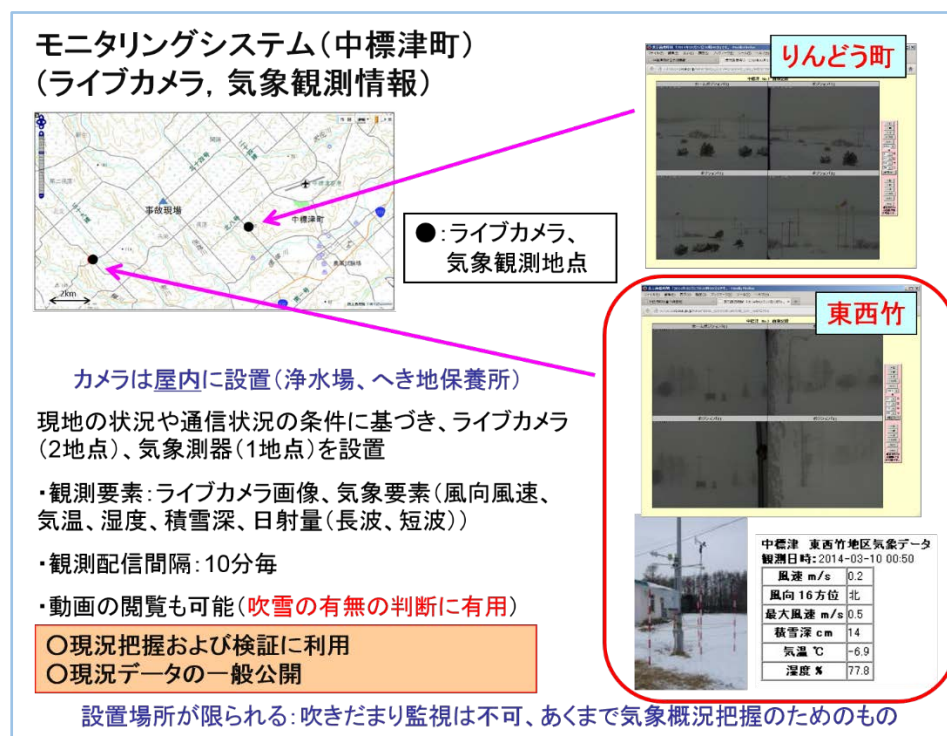


図 10 ライブカメラによるモニタリングシステム（中標津町りんどう町地区、東西竹地区）および気象観測システム。



図 11 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（中標津町）。



図 12 独立電源型カメラにより得られた中標津町の吹雪、吹きだまり状況の画像。
西竹（37 線北 19 号）における例（2017 年 2 月 2 日、2 月 21 日）。

標津町、羅臼町においては、1月下旬から、試験的に4台のモニタリングカメラ（ハイクカム SP158-J、（株）ハイク）を道路付近に設置した（図13）。設置場所については、標津町、羅臼町それぞれの役場の防災担当者と協議し、吹雪、吹きだまりが頻繁に発生し、かつスクールバスや農業用車両がほぼ毎日通行する、町道における重要な路線沿いに設置した。これらのカメラの映像データはカメラ販売会社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町役場関連の職員（防災担当、道路管理担当、教育委員会など）にのみ映像を公開する試験運用とした。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図14に示す。道路近傍に設置可能なため、吹雪、吹きだまり発生状況が明確であるのは中標津町におけるモニタリングカメラ（図12）と同様である。カメラの時間インターバルは基本的に1時間毎としたが、標津町役場からは、有用性が高いこと、また時間インターバルを短くすることでよりきめ細かな道路状況判断に活用可能である等の指摘を受け、2017年2月24日以降は設定を変更し、30分毎に画像を取得した。

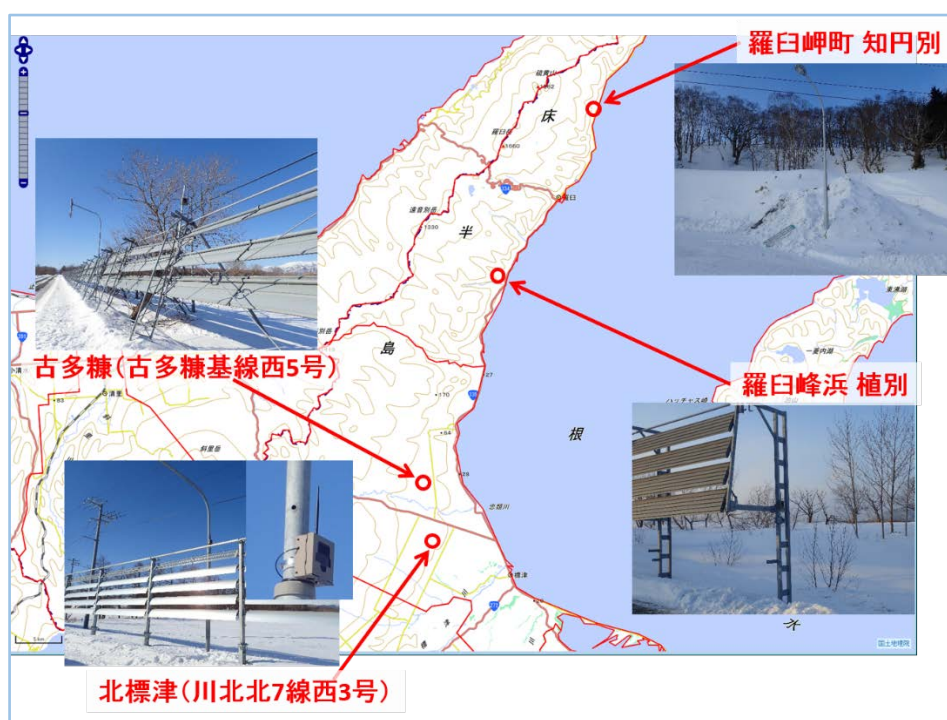


図13 独立電源型カメラを用いた吹雪、吹きだまりモニタリングシステム（標津町、羅臼町）。

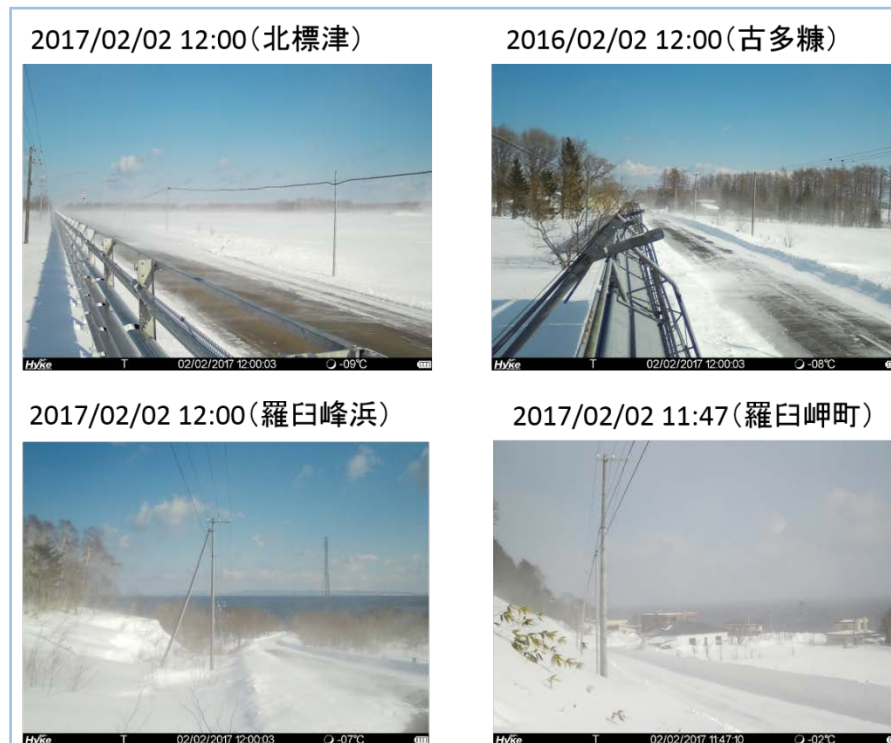


図 14 独立電源型カメラにより得られた標津町、羅臼町の吹雪、吹きだまり状況の画像（2017 年 2 月 2 日、12 時頃）。

2016/17 年冬期は、2015/16 年冬期と同様の傾向で、それ以前の暴風雪が頻発した傾向（特に 2014/15 年冬期）とは異なり、中標津町周辺・根室北部の気象状況は比較的穏やかであった。しかしながら、特筆すべき点として、この冬期は警報レベルに至らず顕著な視程障害とはならない程度の吹雪（低い地吹雪）が度々生じ、それによる吹きだまりによって除雪が幾度も必要になったことが挙げられる。これは現地自治体防災担当者からのヒアリングのほか、モニタリングカメラの映像からも確認されている。予測情報やカメラ画像に基づき、吹雪発生前後に中標津町、標津町、羅臼町役場の防災担当者からのヒアリングおよび情報交換を実施（電子メールなども利用）したほか、カメラ設置時やメンテナンス時、また厳冬期（2017 年 2 月）において現地（中標津町、標津町、羅臼町）の状況を視察した。一例として、中標津町北西部に位置する西養老牛の町道風上側に設置された防雪柵（吹きだめ柵）周辺における吹きだまり状況について、前年の様子とともに図 15 に示す。吹きだまりの量は前年と概ね同程度であった。この場所では 2014 年 2 月と 2015 年 2 月において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、数日間通行止めとなっていたが、今冬についてはそのようなシビアな状況は発生しなかった。ヒアリングからも、今冬は数日以上通行止めになるような大規模な吹きだまりは生じなかったことが確認された。ただし、図 12、14 で示すような吹雪は度々発生したほか、図 15 において柵周辺に吹きだまり（雪丘）が形成されているように、吹雪は冬季において幾度も発生しており、少雪傾向であっても吹雪発生後の除雪は必須である状況に変わりはない。図 16 は 2017 年 3 月 15 日における標津町での吹きだまり例であり、道路片側車線を覆うような吹きだまりは頻繁に生じる。

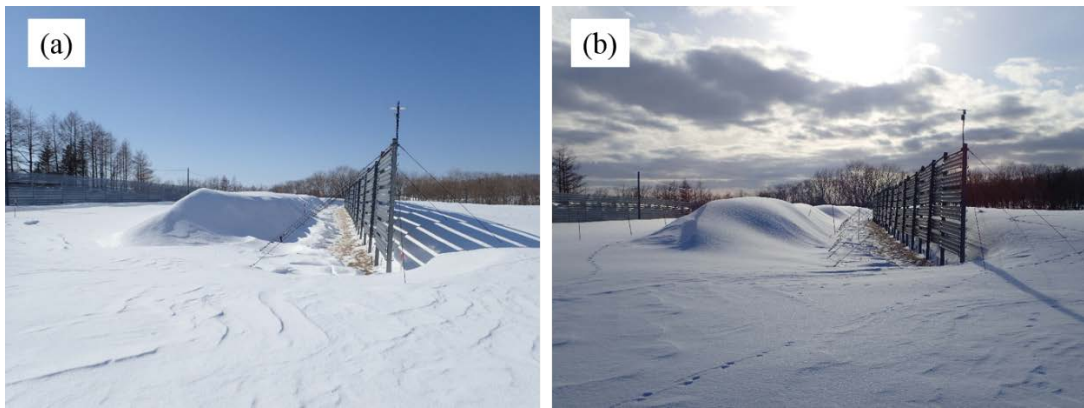


図 15 中標津町西養老牛の町道風上側に設置された防雪柵（吹きだめ柵）付近における吹きだまり状況。(a):2016 年 2 月 27 日、(b):2017 年 2 月 9 日。

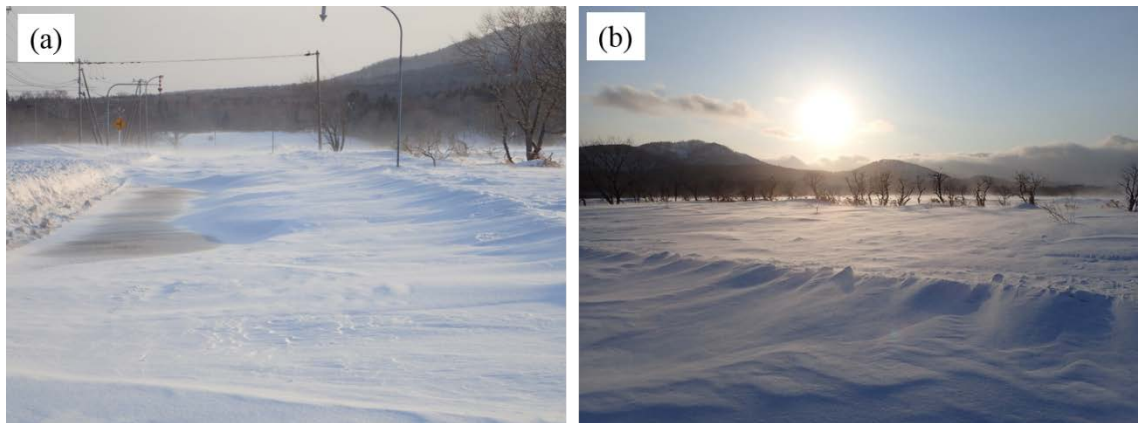


図 16 標津町西北標津の町道付近における吹雪、吹きだまり状況。2017 年 3 月 15 日 16 時。(a):道路上、(b):道路風上側（概ね北西方向）の様子。風上側の車線は低い地吹雪（視程はさほど悪化していない）による吹きだまりで完全に覆われており、普通車の走行は困難な状態であった。風上側路肩付近の吹きだまり深さは 40～50cm。

(c) 結論ならびに今後の課題

当該年度（平成 28 年度）は根室北部を対象に、中標津町における取り組みを拡張した最初の年度に該当し、根室北部を対象とした吹雪予測システムを新たに構築した。過去の気象予測や吹雪事例の検討から、中標津町で試験運用を実施してきた予測システムに修正（海岸線付近の取り扱いの改良など）を施すことで、根室北部の他の地域（標津町、羅臼町）での吹雪予測も可能となる。また本プロジェクトの性格（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）を踏まえ、システムの閲覧に必要なビューアについては、予測結果等を表示するだけでなく、警告メッセージやコメント欄（予測閲覧者すべてによる記載が可能）を表示する機能を追加するなど、利用者の利便性を重要視した使いやすい表示システムを新たに開発した。さらには予測情報以外に、気象測器やライブカメラの設置も実施し、吹雪発生および発達について、予測および現況による総合的な判断が可能となるような取り組みも進めた。観測結果やライブカメラによるモニタリング結果は次年度に実施するモデル検証や改良における基礎データとなる。今後の課題としては、これらの実測データ等を用いたモデルの厳密な検証、および次年度に向けてのモデルの更なる改良がある（平成 29 年度はモデル Ver. 2 を開発、妥当性検証および試験運用を実施する予定）。標津町、羅臼町におけるモニタリングカメラは、運営委員会における意見等も踏まえ、今回、1 月末から試験的に導入した。十分な有効性が確認されたため、中標津のカメラと同様に、予測システム上への画像表示の統合を今後実施する予定である。

(d) 引用文献

- 1) Nakai, S., Sato, T., Sato, A., Hirashima, H., Nemoto, M., Motoyoshi, H., Iwamoto, K., Misumi R., Kamiishi, I., Kobayashi, T., Kosugi, K., Yamaguchi, S., Abe, O. and Ishizaka, M.: A Snow Disaster Forecasting System (SDFS) constructed from field observations and laboratory experiments, Cold Regions Science and Technology, pp.53-61, 2012.
- 2) 佐藤威, 岩本勉之, 中井専人, 小杉健二, 根本征樹, 佐藤篤司: 吹雪に伴う視程悪化の広域予測手法, 寒地技術論文・報告集, Vol.20, pp.332-337, 2004.
- 3) 佐藤威, 根本征樹, 上石勲, 本吉弘岐, 中井専人: 吹雪による視程障害の予測とその検証 —2010/2011 冬期の新潟市による吹雪対策への活用事例—, 防災科学技術研究所主要災害調査, 第 47 号, pp.103-112, 2012.
- 4) 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.
- 5) 地理院地図: 国土地理院 (<http://maps.gsi.go.jp/>) .

3. 2 吹雪発生予測システム(北根室バージョン、Ver. 1)による情報提供実証試験

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

北海道道東地方の根室北部（中標津町、標津町、羅臼町）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などに提供する（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信頼性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28年度業務目的

地元自治体の防災担当者、運営委員会委員を対象として、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モニタリング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、根室北部を対象とした吹雪発生予測システム(Ver. 1)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	主任研究員	中村一樹

(2) 平成28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（防災担当者、雪氷学専門家など；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。
- ・運営委員会において、予測システム高度化のための意見を抽出した。
- ・吹雪の発現が予測された場合、中標津町、標津町、羅臼町の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. 1）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. 1）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

2016年12月上旬から冬期終了まで、根室における吹雪予測システムの試験運用を実施した。予測では、新たに開発した予測ビューア（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ている。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、これまでの中標津町における試験運用（図 17）と同様に、根室北部周辺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）から自治体（中標津町、標津町、羅臼町）の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。なお暴風雪警報などの発令の可能性がある場合には、町役場防災担当者から予め事業実施機関の主担当者側に予測結果の解釈に関するアドバイスを求めるなど、双方向の意見交換を実施し、密接な協力関係のもとで試験運用を実施した。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場合がある）に関する注意点などについて主に言及した。なお試験運用実施期間において、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、前年までと同様に、安定した予測配信・試験運用が実施できた。なお予測のほか、ライブカメラ映像（図 10、12、14 など）からも吹雪強度、吹きだまり状況を判断し、その都度注意喚起を実施した。

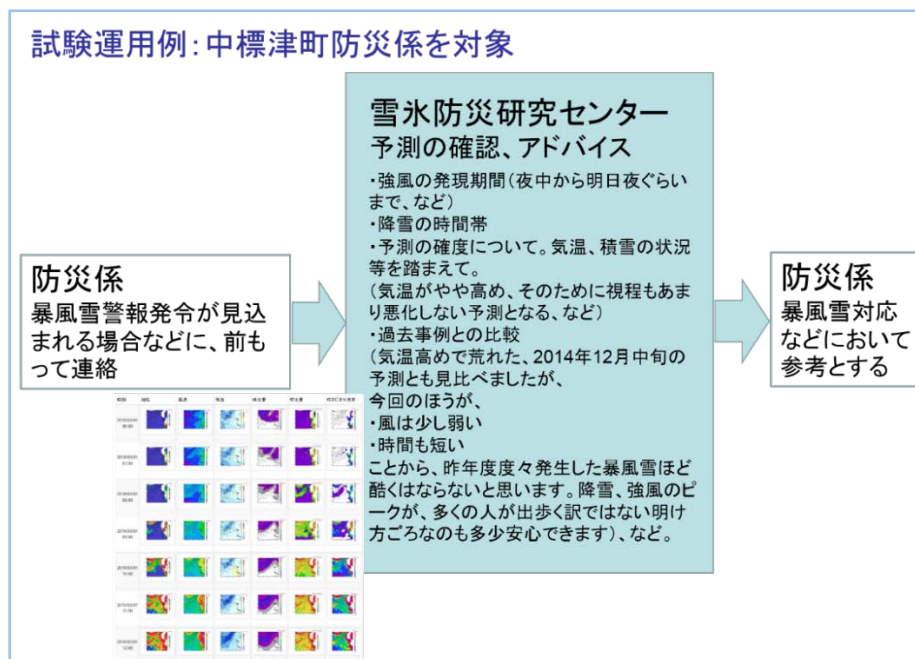


図 17 試験運用における中標津町防災担当者との連絡状況、および連絡内容例（平成 27 年度冬期）。この手法を根室北部に拡張した。

試験運用の例として、2017 年 2 月 2 日における吹雪予測結果（視程）を図 18 に示す。当日は現地調査も実施しており、明け方早い時間帯から根室地方で吹雪が発生し、日中 10 時頃には根室北部の広い範囲で吹雪が強まり、視程が悪化する地域や、吹きだまりが生じた地域があったことが確認されている。予測では明け方から吹雪により視程が 100m 以下まで悪化しているとともに、12 時ごろには、中標津町と標津町の広い範囲で視程が回復し、吹雪が徐々に終息段階にあることなどが理解できる。こうした吹雪強度の時間、空間変化の予測値の妥当性については、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、本モデルは吹雪・暴風雪の発現タイミングおよび発現場所を概ね適切に予測できていた。ただし、図 18 において、12 時の段階で中標津町の予測値は視程悪化を示していないが、11 時 19 分の写真では町の郊外で局所的な視程障害が認められるなど、予測と実測との差異も見られた。中標津町を対象とした過去の試験運用において、警報レベルの極端に強い暴風雪はその発生タイミング等を精度よく予測できていたが、2016/17 冬期に見られるような、警報レベルに至らない吹雪については、本来局所的かつ時間変動が激しい現象である吹雪現象について、5km メッシュの解像度で予測する手法に関する課題が浮き彫りとなった。

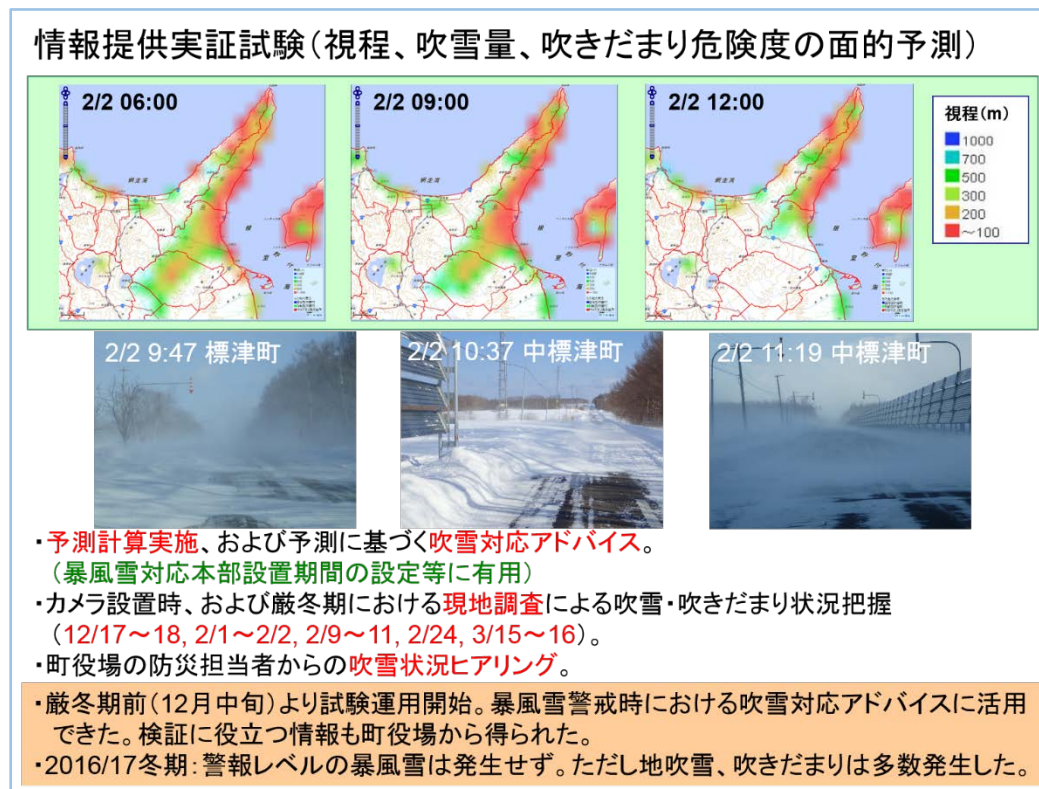


図 18 2017 年 2 月 2 日における視程予測例(実際の予測では 1 時間毎に予測値を発信している)、および本業務の試験運用で実施した項目の概要。吹雪対応アドバイスや状況ヒアリングのほか、現地調査も随時実施した。

2) 吹雪発生予測システム (Ver. 1) 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. 1) の応急的な改良を実施した。改良点は、3.1 で述べたとおり、海岸線付近の処理 (図 5) や、予測結果についての注釈メッセージの追加など (図 7～9)、さらには標津町、羅臼町でのライブカメラ追加 (図 13、14) など様々である。特に標津町、羅臼町におけるライブカメラ追加は、運営委員会における議論 (暴風雪対応、予測検証に極めて有用であり、中標津町以外での活用に期待) に基づき、応急的に拡張した内容である。

(c) 結論ならびに今後の課題

2016 年 12 月上旬より、根室北部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) は応急的な改良を継続的に実施し、完成度を高めた。ユーザー側 (運営委員会) の意見を取り入れながら段階的に改良を進めることで、効果的なシステム開発が可能となっている。

冬期全体を通した試験運用および現地調査、ヒアリングから、予測モデルの妥当性を定性的に確認出来た。しかしながら、予測モデルで計算できるのはあくまで数キロオーダーでの面的分布であり、局所的な吹雪、吹きだまりについても正確に予測するのは困難である。今回の試験運用では、警報レベルに至らない吹雪において、予測精

度が十分でないといった課題も顕在化した。ライブカメラ等のモニタリングシステムを応用した高度化や、GIS（地理情報システム）等を応用した気象モデル結果の補正などの検討も今後必要となる。

(d) 引用文献

なし

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、体制を構築するとともに、啓発活動により吹雪予測情報の有用性、重要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28年度業務目的

雪氷防災対策のための組織形成を目的として、当該システムの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。また運営委員会やワーキンググループにおける議論に基づき、当該システムの改良点を抽出する。その他、地域住民を対象として、当該プロジェクトの概要紹介や気象災害防止に関する防災教育をなど、啓発活動を実施する。

(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	主任研究員	中村一樹

(2) 平成28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

- ・自治体の防災担当者、雪氷・気象学の専門家などによる運営委員会を構築した。
- ・運営委員会を対象として、予測システムの試験運用を実施した。
- ・運営委員会において、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。さらに雪氷防災対策の継続的な実施（取り組みを地域に根付かせるための工夫など）について検討した。

2) 自治体との協働による暴風雪対策実践

- ・業務実施機関（防災科学技術研究所）と地元自治体（中標津、標津、羅臼）の防災担当者との間で、暴風雪対応時などにおける双方向の連絡体制を構築した。
- ・地元自治体との協働による取り組み（試験運用に基づく予測モデル評価、ライブカメラ設置、活用）を実施した。

3) 啓発、広報活動

- ・地域住民を対象とした啓発活動（当該プロジェクトの概要紹介、気象に関する学習会）を実施した。

(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

吹雪予測システムの効果的な運用を可能とするほか、現地における取り組みを継続的なものとすることを目的として、地域の防災担当者、雪氷・気象学の専門家などによる運営委員会を形成した。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、標津町、羅臼町の防災担当職員から構成されている。また運営委員会ではオブザーバーとして、教育委員会、消防組合員、警察職員など様々な立場のメンバーが参加し、予測システムに関する幅広い意見の抽出が可能となった。

2016年12月16日に、運営委員会を開催した（図19）。そこでは、これまでに中標津町を対象として実施してきた取り組みの概要や、それを基礎とした当該プロジェクトにおける根室北部での取り組みについての紹介、冬期試験運用の内容、さらには高度化手法についての検討、継続的な取り組みを実施する場合の課題、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、プロジェクトの進展に有用な内容であった。



図 19 運営委員会（2016/12/16 中標津町役場 会議室）。

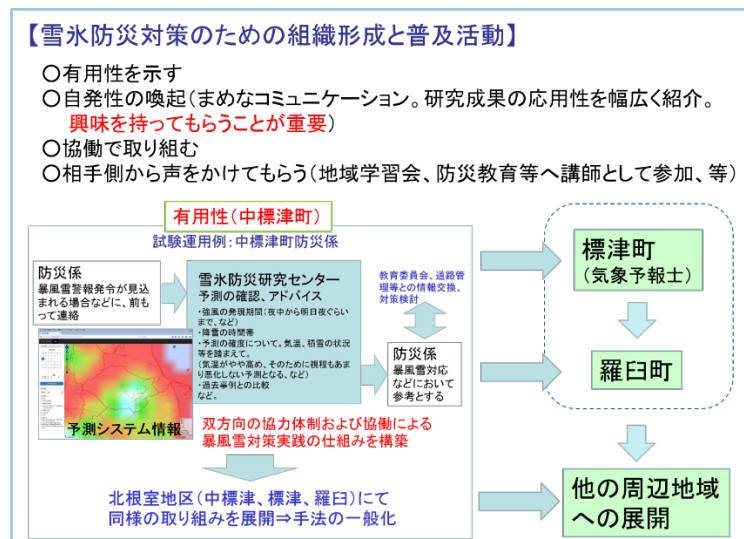


図 20 中標津町での取り組みを核とした根室北部における暴風雪対策実践の概要。

2) 自治体との協働による暴風雪対策実践

中標津町においてこれまで実施してきた取り組みは、現地における先行事例となる。先行事例において有効性が認められている場合、周辺他地域からの積極的な関与を得ることが出来る。図 20 に根室北部での活動概要を示す。中標津町での取り組みをモデルとして、周辺自治体（標津、羅臼）の防災担当者との間で、暴風雪対応時などにおける双方向の連絡体制を構築した。ライブカメラ設置等では地元自治体からの積極的な協力が得られたなど（図 21）、協働による取り組みの進展が可能となった。

3) 啓発、広報活動

2017 年 2 月 22 日に標津町にて開催された標津町防災講演会（場所：標津町生涯学習センターあすばる）において、標津町住民を対象として、「標津町の気象」、「標津町

周辺における冬季気象の特徴と暴風雪予測に関する取り組み」について、地域報告会を兼ねて講演した（図 22）。前者では標津町の気象の概況、特有の気象災害について概観し、後者では、吹雪現象の動態（メカニズム）、予測手法をはじめとする吹雪研究の概要、さらには標津町での吹雪の特徴、当該プロジェクトによる標津町での吹雪予測の試験研究について内容を紹介した（参加者合計：86 名）。



図 21 現地におけるライブカメラ設置作業。町役場の防災担当者（運営委員）と共に実施した。



図 22 標津町防災講演会（地域報告会）。2017 年 2 月 22 日、標津町。

(c) 結論ならびに今後の課題

運営委員会は、予測システムの効果的な利活用手法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て大変有用なものである。予測システム高度化はそうした意見を反映して実施されており、利便性も高まる。防災教育について、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。

(d) 引用文献

なし

3. 4 その他

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

ワーキンググループを運営委員内において組織し、当該プロジェクト内容の詳細部分についての議論を進展させ、プロジェクト推進を加速させる。観測データやライブカメラ画像は積極的に一般公開するなど、当該プロジェクト成果の社会還元を進めるほか、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。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28年度業務目的

吹雪予測モデル、表示システム等の技術的部分、試験運用実施プロセスの検討などについての議論を進展させ、プロジェクト推進を加速させるために、ワーキンググループを運営委員内において組織する。中標津町における気象観測データ、ライブカメラ映像を一般公開する。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。その他、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	主任研究員	中村一樹

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の要約

1) ワーキンググループの発足

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）を設置した。

2) 事業内容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。また中標津町における気象データとライブカメラの一部は一般公開し、当該プロジェクト成果の社会還元を進めた。

3) 文部科学省開催の成果報告会における報告

2017年1月20日に文部科学省が開催した成果報告会において、その時点までの成果を報告したほか、年度末までの業務予定について紹介した。

(b) 業務の成果

1) ワーキンググループの発足

当該プロジェクト内容の詳細部分（吹雪予測モデル、表示システム等の技術的部分、試験運用実施プロセスの検討など）についての議論を進展させ、プロジェクト推進を加速させるためのワーキンググループ（WG）を運営委員内において組織した。WGは業務実施機関、中標津町と標津町の防災担当者、雪氷学の専門家で構成されている。ワーキンググループによる活動として、システムの向上に特化した議論、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) 事業内容のホームページへの情報掲載

中標津町に2ヵ所設置した屋内設置カメラの画像、および気象観測データ（図10）は、冬期において中標津町役場のホームページからリンクするとともに一般に公開している（図23）。また、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するなど、業務内容の広報に努めた（図24）。

3) 文部科学省開催の成果報告会における報告

2017年1月20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²⁾。成果報告会では、実施期間を通した試験運用内容について概観したほか、現地における暴風雪対策の重要性について改めて強調した。



図 23 一般公開されたライブカメラ画像（中標津町 東西竹）。



図 24 地域防災対策支援研究プロジェクトホームページ（アドレス：
http://all-bosai.jp/chiiki_pj/）。

(c) 結論ならびに今後の課題

運営委員会から得られた意見に基づき、ワーキンググループにおいて予測システム全体にわたる詳細な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。ライブカメラ等の閲覧者数について、吹雪時に増加する傾向が見られるなど、一般からの関心も高い。今後、他の地点のカメラ画像についても一般公開を検討す

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。今後も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/)
- 2) 「地域防災実践ネット」ホームページ
(<http://ecom-plat.jp/e-bosai/>)

4. 活動報告

4.1 会議録（運営委員会）

(a) 日時：平成 28 年 12 月 16 日（金曜）15:00～16:30

(b) 場所：中標津町役場 301 会議室

(c) 出席者（20 名）

- ・事業実施機関メンバー：3 名
- ・運営委員（雪氷学専門家（土木研究所 寒地土木研究所）、中標津町防災担当、標津町役場防災担当、羅臼町役場防災担当）：4 名
- ・オブザーバー（北海道開発局 釧路開発建設部 中標津道路事務所、北海道総合振興局 釧路建設管理部、北海道釧路方面 中標津警察署、根室北部消防事務組合 中標津消防署、中標津町（建設水道部、教育委員会、総務部））：13 名

(d) 議事概要

事業代表者らによる挨拶ののち、事業実施機関より、平成 25 年度から 27 年度までに中標津町で実施してきたプロジェクトの経緯、およびこれまでの実施内容とその成果を概観した。さらに根室北部（標津町、羅臼町）を対象として平成 28 年度から 29 年度にかけて実施する当該プロジェクトの概要を紹介するとともに、今冬の業務内容について委員、オブザーバーに紹介した。その後、吹雪発生予測システムの利活用手法や、暴風雪災害軽減に関する意見交換が行われた。提示された意見を以下に記載する：

- ・ライブカメラは、標津町、羅臼町でも設置されると良い。
- ・防災教育も継続して実施してほしい。
- ・予測結果がメール通知されると良い。スクールバス等の運行管理者、道路管理者に将来的に通知できれば望ましい。
- ・中標津町の場合、試行的に、町内を 4 分割するなどして、それぞれの地点で吹雪発生状況を検討し、危険度を評価するのが良いかも知れない。
- ・メール警告については、注意報レベルで出せるといい。2016 年 12 月中旬には注意報レベルで数台の自動車が吹きだまりでスタックした。
- ・中標津町の浄水場（カメラ設置個所の一つ）は、気象状況が変化する境界になることが多い。
- ・消防に関しては中標津町、標津町、羅臼町、別海町の 4 町で応援体制を組んでいる。吹雪予測システムにおける対象地域拡大は有効と考える。
- ・中標津町教育委員会では、予測システムのおかげで暴風雪対応において早めの判断ができています。スクールバスを運行する 4 つのバス運行会社も閲覧できると良い。
- ・国道管理においても、吹きだまり、視程障害 ガードケーブルにおける吹きだまりなど様々な問題を抱えている。防雪柵を設置していても、支障があるケースも見られる。
- ・道道の管理においても、様々な風向を想定した吹雪対策が必要となっている。道道においても吹雪監視を実施しており、川北、養老牛など郊外において除雪体

制を組織しているが、吹きだまりで車両のスタックなどが生じる。より強固な監視体制も必要と考える。

- ・ 警察としても、暴風雪に関する正確な情報はいろいろ活用できる。
- ・ 中標津町役場において、道路管理に際してライブカメラは有用である。設置個所が増えると有用性は更に増すと思う。
- ・ 標津町において、牛乳の集荷、搬送で、郊外と町中心部との移動が毎日生じる。教育委員会によるスクールバスの運行判断等において、ライブカメラによる視程、吹きだまりのモニタリングは有用と思われ、ぜひ活用したい。除雪の判断にも有用である。町内で2台程度利用したい。また海岸付近における予測計算、表示について工夫が必要であり、技術進展に期待したい。
- ・ 羅臼町について、生活域は海岸付近であるが、予測モデルの解像度が十分でないため、予測において海洋の影響を強く受け、風速、吹雪強度を過大評価する傾向がある。ただし逆の例（予測では吹雪強度が弱いものの、実際には吹きだまりが発生するなど）も散見される。予測精度の向上を望む。精度が向上すれば予測情報の様々な応用が可能になる。
- ・ 消防本部においては、町界をまたいでの出動となる。中標津町から標茶町まで出動するようなケースもあるため、予測範囲の広域化は有用である。
- ・ 気象予測について、5km メッシュの場合、海岸沿いは風速、吹雪強度を過大評価する傾向がある。ただし海岸付近の計算点を除外してしまうと吹雪が発生しなくなってしまう傾向も過去の研究例では見られた。メッシュの高解像度化は問題解決において本質的な方法と考える。
- ・ 吹きだまりは気象要因よりも地形要因が卓越しており、その点についての考察が必要となる。ただし物理モデルによる表現は、演算が膨大となり、限界がある。対象地を絞り、工学モデルで検討することも必要であろう。
- ・ どこまでの精度を求めるか。完全に正確な予測は難しい。必要となる精度については、利用する側で異なる。
- ・ 標津町周辺において、路線バスやミルクローリーなどにドライブレコーダーを搭載すると、吹きだまり発生域などの正確な評価が可能となる。それに基づく予測モデルの改良も有用かもしれない。
- ・ JA 標津や、標津町から羅臼町の境界付近にモニタリングカメラが設置されると良い。この地域は地吹雪が発生しやすい。この地域付近では吹雪によりごみ収集も困難になる。町の中心部でごみ収集できても、郊外では吹雪により困難になる。
- ・ 予測値の配信が1日8回に増加したのは有用。標津町ではこれまで手動で予測データを確認していたが、それが自動化されることになる。
- ・ 高層気象の情報については、冬期はさほど利用しない。
- ・ 風向が予測出来れば、どの領域に吹きだまりが生じるか、ある程度推定できる。
- ・ 羅臼町について、流通は、海が荒れた場合は留め置きとなる。2年前の大雪時は、除雪待ちとなった。国道が止まると物資が入らなくなってしまう。

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
北海道中標津町の吹雪発生予測システムを核とした根室地方北部の冬季地域防災対策の高度化	上石 勲	文部科学省第2講堂 （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）	2017年1月 20日	国内
標津町周辺における冬季気象の特徴と暴風雪予測に関する取り組み	根本征樹	標津町生涯学習センター「あすばる」（標津町防災講演会／文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト防災教育・地域報告会』）	2017年2月 22日	国内
標津町の気象	中村一樹	標津町生涯学習センター「あすばる」（標津町防災講演会／文部科学省『地域防災対策実践支援研究プロジェクト防災教育・地域報告会』）	2016年2月 22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 根室北部で活用	上石 勲 根本征樹 中村一樹	釧路新聞	2016年10月 29日朝刊	国内
吹雪予測 3町（中標津、標津、羅臼）連携	上石 勲 根本征樹 中村一樹	釧路新聞	2016年12月 20日朝刊	国内
防災科研、記録的大雪に備える	根本征樹	日刊工業新聞	2017年2月 20日朝刊	国内

暴風雪予測、災害に備え 一標津で防災講演と訓練—	中村一樹 根本征樹	北海道新聞	2017年2月 24日朝刊	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
吹雪予測に関する研究 動向の概要—いくつか の例—（口頭発表）	根本征樹	名古屋大学 （雪氷研究大会 （2016・名古屋））	2016年 9月29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
雪氷災害の現況把握・監視技術について—吹雪、着雪氷現象を例として—	根本征樹 佐藤研吾	防災科研ニュース 2016秋号	2016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。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、これまでとは異なる斬新な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られる。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、中標津町のみを対象とした取り組みも含めると、これまで4冬期にわたり試験運用を実施したことになる。その期間内において幾度も発生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と考える。しかしながら、予測の綿密な検証は継続して実施しなければならない。事実、今冬の運用では、警報レベルに至らないような、さほど強くなく、かつ局所的に発生した吹雪について、予測の再現性が十分でないケースが幾つか見られた。試験運用の地道な継続による検証事例の蓄積は、中標津町を対象としたケースではまだ4冬期分、標津町、羅臼町に至っては1冬期分だけであり、不十分である。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である。

根室北部は、暴風雪が頻繁に発生する地域であり、本課題の成果を自治体の防災対策に適用するにあたり、モデルケースとなる重要な場所である。ただしこうした取り組みを一過性のもので終わらせては意味がなく、安定して持続可能とするための方策の検討が必要となってくる。中標津町をはじめとする根室北部を中心に、近隣自治体とのネットワークを形成するとともに、周辺市町村等と共同でこうした取り組みを維持するための協議会なども形成し、技術面だけでなく財政的な問題などもクリアする必要も生じうる。

これまで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、本プロジェクトの成果を応用していく必要もある。