

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25年度)

成果報告書

平成26年5月

文部科学省 研究開発局

独立行政法人 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25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. 1) による情報提供実証試験	21
3. 3 雪氷防災対策のための組織形成と普及活動	26
3. 4 その他	31
4. 活動報告	35
4. 1 会議録 (運営委員会)	35
4. 2 対外発表	39
5. むすび	42

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界不良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。格子間隔は当初 5 km だが、委員の意見を参考とし、将来的には 1.5 km～2 km 格子への高解像度化も検討する（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。

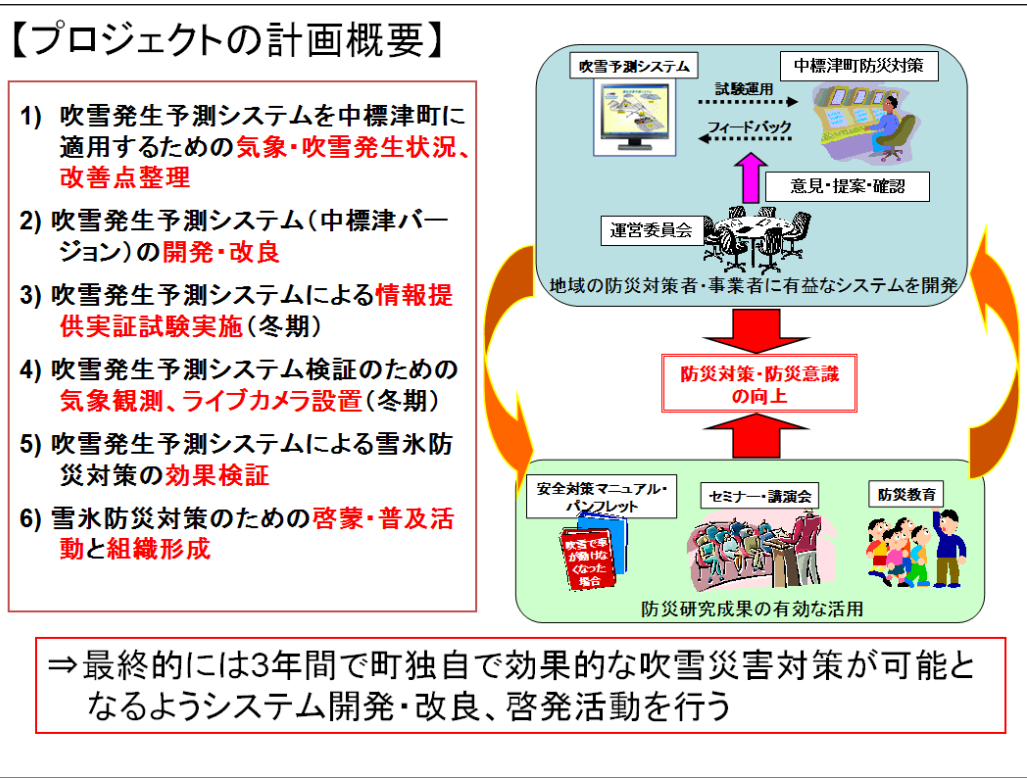


図1 「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」概要

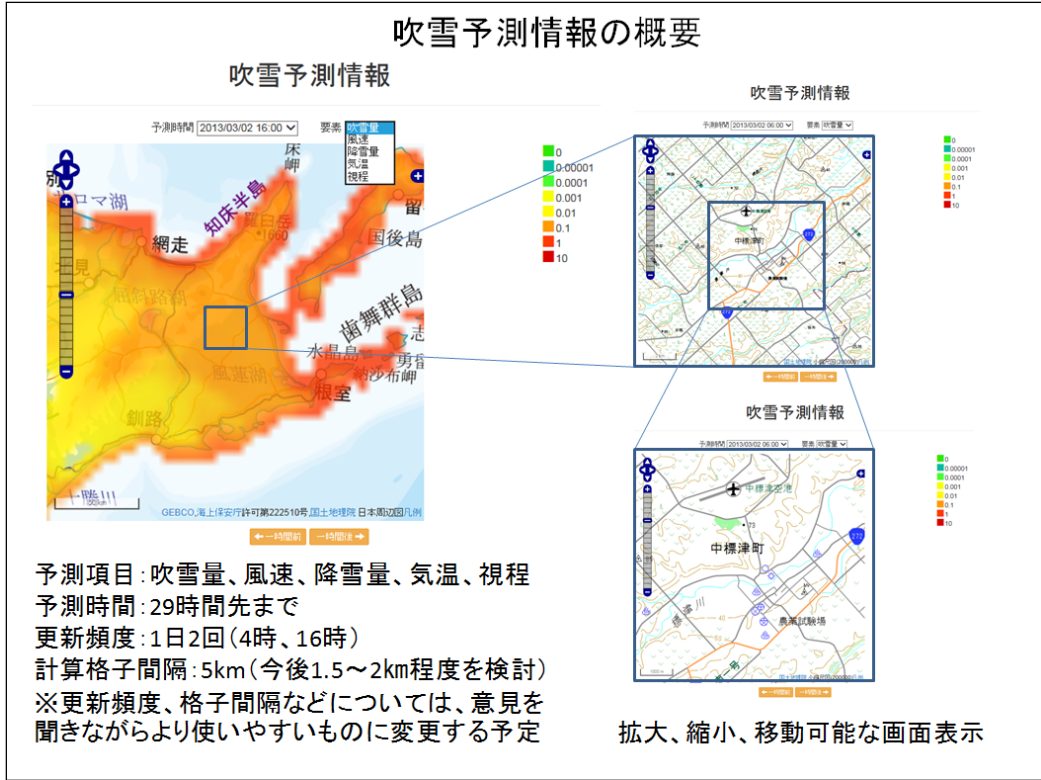


図2 提供する吹雪予測情報の概要

ライブカメラ、気象観測情報の概要



●: ライブカメラ設置地点 ○気象観測所設置地点
 現地の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～1時間毎を予定: 通信状況による



防災科研ライブカメラ運用例



中標津町に設置した気象観測所

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
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」の吹雪モデルを応用し、北海道中標津町を対象とした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、および吹雪の現況モニタリングシステムの開発も実施し、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

中標津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、中標津町を対象とした吹雪予測システム（Ver. 1）を開発する。当該年度については、特に視程に着目し、吹雪時における視程の面的分布を予測するシステムを開発する。また、予測システム検証のために、気象観測、視程観測のほか、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する道路管理者、現地住民等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	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成25年度の成果

(a) 業務の要約

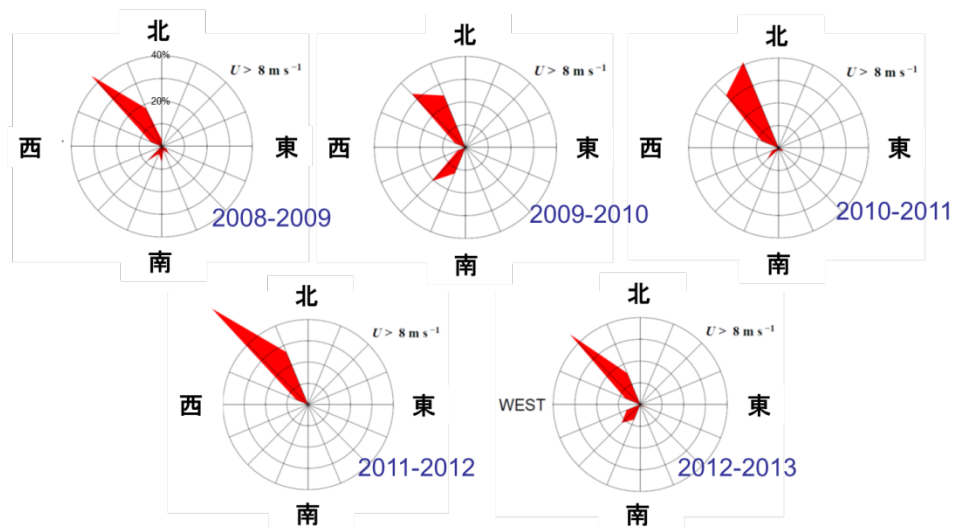
- 1) 吹雪予測システムを中標津町に適用するための気象・吹雪発生状況整理
 - ・吹雪予測システムを中標津町に適用するために、気象・吹雪発生状況を気象データ、吹雪発生状況等の整理に基づき実施した。
 - ・吹雪災害の発生状況、吹雪対策とその効果等について現地調査と関連データの収集、整理により実施した。
- 2) 吹雪発生予測システム(Ver. 1)の開発
 - ・現地の地形および吹雪発生条件に基づき、吹雪発生予測システム(Ver. 1)を開発した。
 - ・吹雪量、視程など吹雪強度の面的分布の予測値について地図上に可視化表示するシステムを開発した。
- 3) 予測システム検証のための現地調査、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や形状等を調査した。
 - ・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。

(b) 業務の成果

- 1) 吹雪予測システムを中標津町に適用するための気象・吹雪発生状況整理

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センターで開発した吹雪予測システムを中標津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、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、北西風の頻度が突出していることが分かる。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同様の気象傾向が見られ、気象モデルの計算領域指定(モデル計算領域は冬季卓越風向(北西)の風上側をやや大きめに設定している)などにおいてこれまでと同様の手法が適用できることを確認できた。

風配図(Wind rose), アメダス上標津(1時間値)より



- ・風速8m/s以上(強い地吹雪が発現)のデータのみ抽出
- ・北西風が卓越

図 1 対象地付近における風配図 (アメダス上標津、2008 年～2013 年冬期)。

中標津町では過去にも暴風雪による災害が幾度か発生している。図 2 に、昭和 8 年 (1933 年) に発生した猛吹雪の気圧配置を、2013 年 3 月 2 日の気圧配置と比較して示す。1933 年 1 月 18 日に発生した猛吹雪による大災害では、9 名の犠牲者が出た¹⁾。特に養老牛尋常小学校 (現 養老牛小中学校 (2012 年 3 月閉校)) では、帰宅途中の男女児童 5 人が凍死し、うち 4 名は学校の玄関先で死亡するという大変厳しい状況であった。日中すぎに天候が急変し災害に至ったなど、2013 年の事例と共通する点が多い。いずれの事例においても、北海道の南岸を低気圧が通過して網走沖・根室沖で発達すること、中標津町周辺の、特に養老牛地区など、北西側の領域において降雪を伴う山おろしの北西の風が強まり猛吹雪となることなど、中標津の猛吹雪にはパターンがあることも判明した。こうしたパターンについては中標津町防災担当者からのヒアリングからも確認された。上述した通り、気象モデルの計算領域は北西側が大きく取られており、これらの事例に相当するような猛吹雪発現のケースの予測に適した設定となっていると言える。

【昭和8(1933)年1月18日の吹雪災害と類似する
平成25(2013)年3月の災害発生時の気圧配置】

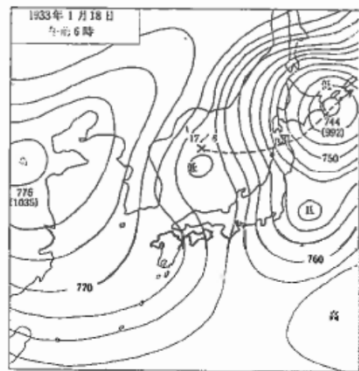
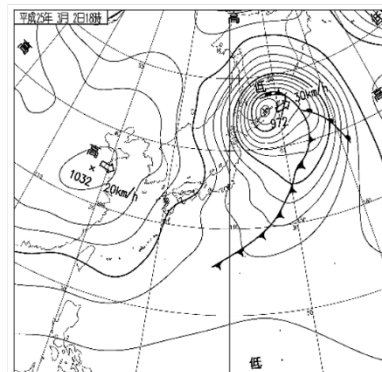


図2 天気図（1933年1月18日6時：気圧は水銀柱ミリ単位、
破線は低気圧の経路）

1933年1月18日6時



2013年3月2日18時

中標津の猛吹雪にはパターンがある

北海道または北海道の南岸を低気圧が通過して、網走沖・根室沖で発達し、
中標津（特に北側）では降雪を伴う山おろしの北西の風が強まり猛吹雪となる。

図2 過去の暴風雪時における気圧配置（1933年1月18日と2013年3月2日
（いずれも中標津町では死傷者発生）における日本周辺の気圧配置の比較）。

2) 吹雪発生予測システム (Ver. 1) の開発

本プロジェクトの中核となる、中標津町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、吹雪時における視程障害予測に特に重点を置いた。予測システム (Ver. 1) では既存の吹雪モデルを改良してシステムの予測部分を構築するとともに、吹雪強度 (視程、吹雪輸送量) の面的分布に関する可視化表示については新たな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。吹雪による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²⁾の一部をなしている吹雪モデルを改良して中標津町に適用している。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

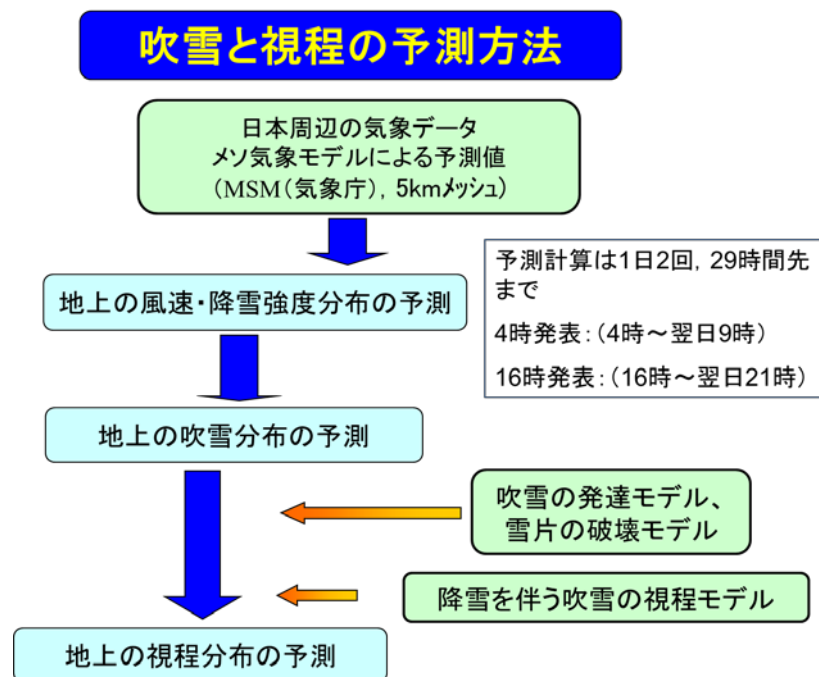


図 3 吹雪予測システムによる視程予測の概要。

良くなる。このモデルでは、小型乗用車のドライバーか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^{3), 4)}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 3)。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) 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、29 時間先までの予測データを 1 日に 2 回 (4 時、16 時) 得ることが可能となる。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。

吹雪予測については、風洞実験や野外観測に基づく吹雪跳躍層の構造や吹雪の発達に関するパラメタリゼーション、ならびに吹雪の発達に及ぼす降雪の影響のパラメタリゼーションを組み込んだ吹雪の発達モデルを用い、格子点 (5km) 毎にその内部にお

ける吹雪の風下への発達を計算する。図 4 に示すように、飛雪粒子の集合を仮想的な雪粒子と見なし、それが跳躍距離 L だけ移動し雪面に衝突するたびに削剥が生じ、一定の割合 (f_E : 射出率) で吹雪量 Q (kg/m/s) が増すと考えると、 $i-1$ 番目の衝突後の吹雪量と i 番目の衝突後の吹雪量の関係は

$$Q_i = f_E Q_{i-1}$$

と表せる。 f_E 等のパラメタリゼーションは実験に基づく⁴⁾。我が国では、吹雪時には降雪を伴うことが多い。雪面に衝突した雪片は、それ自身が破壊して細かな飛雪粒子になるとともに、雪面が軟らかい場合には雪面を削剥する。これらはともに吹雪を強める作用があると考えられるが、気温を $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ として低温風洞実験を行い、これら 2 つの作用についてもパラメータ化してモデルに組み込んでいる⁴⁾。

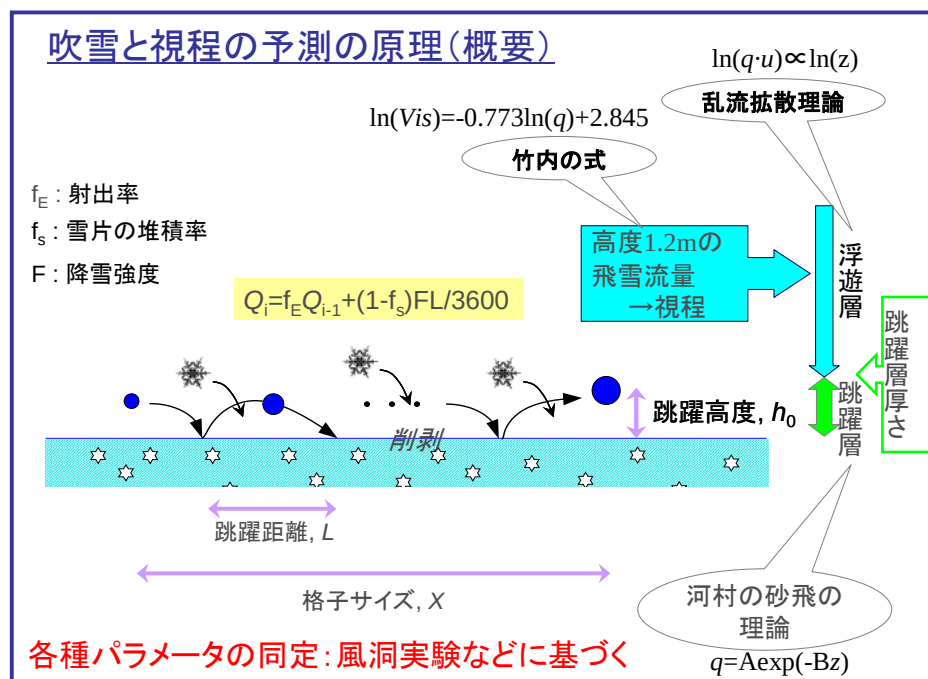


図 4 吹雪、視程予測の概要。気象予測値をもとに吹雪のモデル式（飛雪流量の鉛直一次元分布式など）を計算し、吹雪輸送量、視程等を得る。

格子内の全吹雪量 (Q) の値および図 4 に示した吹雪による飛雪流量の鉛直分布の式⁵⁾を用いて、最終的にはその格子における視程を評価する。吹雪の運動形態を考慮し、吹雪の浮遊層（高度 0.1m 以上）に対しては乱流拡散理論によって飛雪流量の鉛直分布を得るとともに、最終的には前述のとおり高さ 1.2 m の飛雪流量を求め、経験式により視程に換算する。

なお風の乱流変動によって飛雪流量ならびに視程は大きく変動する。自動車のドライバーにとって最も重要な瞬間的な視程悪化を評価するために、地域気象モデルによって予測される風速（平均風速と見なされる）に突風率（ガストファクター）として 1.5 を乗じて吹雪量ならびに飛雪流量を計算する。視程について、降雪を伴う吹雪の場合の視程は飛雪粒子と雪片の両方により低下する。それぞれに対して、過去の野外

観測により得られた質量フラックス（飛雪流量）と視程の関係⁵⁾を用いて別々に視程を評価し、いずれか小さいものを採用する。

吹雪予測結果については、予測結果を参照するユーザーの利便性を念頭に、新たにビューアを開発した。ビューアでは、上記の予測結果をカラーコンター図として面的に表示する。その際に、対象地域（中標津町周辺）の地形概況が理解できるよう、地形図、道路路線図等の上にレイヤー化した重ね書きとして表示する。図 5、6 に表示システム全体図および地図部分をそれぞれ示す。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。さらに、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）も重ね描きする（図 7、8、9）。表示システムは、インターネットを経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、そこでのデータの読み込み、描画を行う。図 10 に視程の予測表示の例を示す。

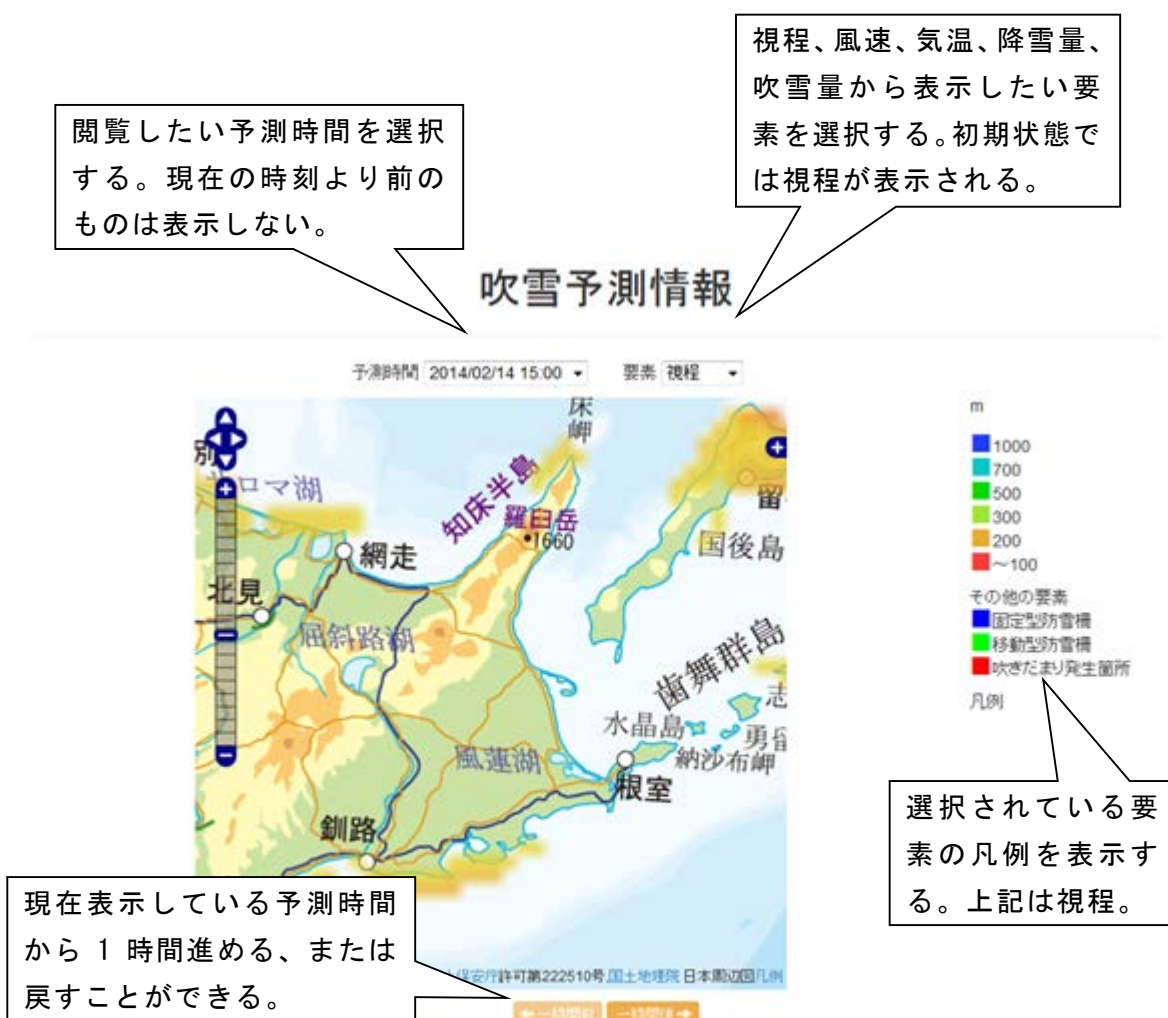


図 5 表示システム全体図。

クリックした三角形の方向へ地図の表示域が動く。



図 6 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。

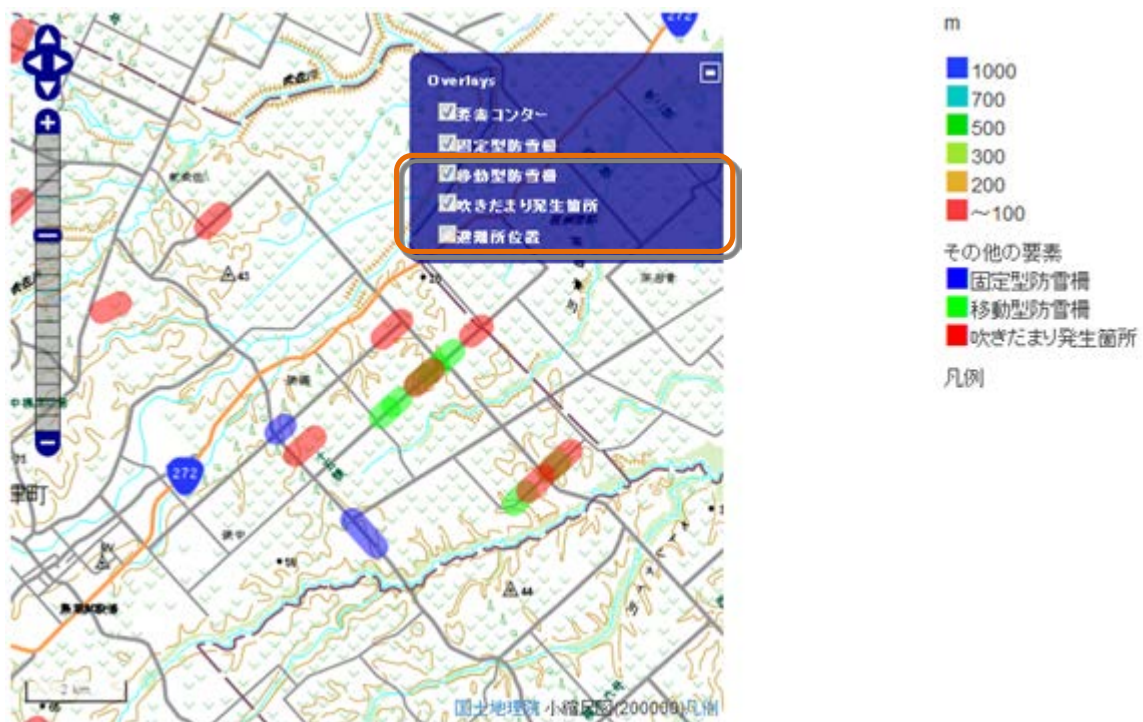




図 9 避難所詳細表示。避難所位置が表示されている状態で避難所アイコンをクリックすると、避難所名と位置が表示される。

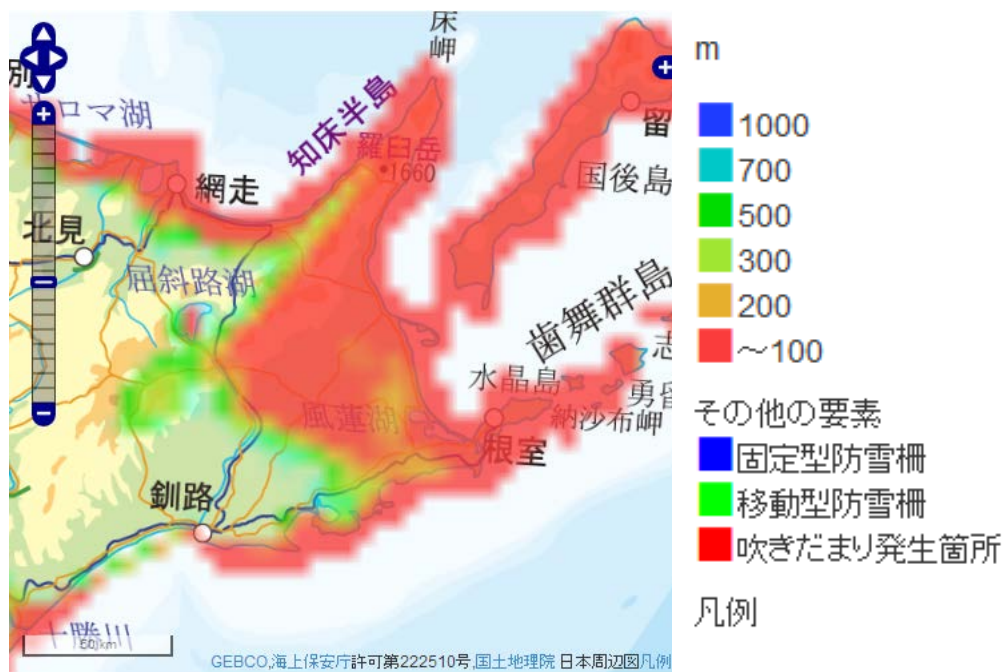


図 10 視程の予測表示の例 (2014/03/06 13:00)。

3) 予測システム検証のための現地調査、データ収集

吹雪において、ライブカメラ等を用いた吹雪発生状況のリアルタイムモニタリングが可能であれば、吹雪の発生の有無の判断、吹雪の強弱の程度などの視覚的な判断が可能となり、吹雪モデルの検証および吹雪状況の現況把握など利点が多い。これを踏まえて本プロジェクトでは、吹雪観測地点を2地点選定するとともに、それぞれの場所にネットワークカメラを用いた吹雪モニタリングシステムを構築し、吹雪発生状況を観測した（図 11）。うち一地点（図 11、東西竹地区）においては気象測器を設置し、気象データについて測定・記録した。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。なおライブカメラのデータのほか、2014 年 3 月 6 日には、町内 3 か所にて目視による視程観測も実施した（図 12、13、14）。

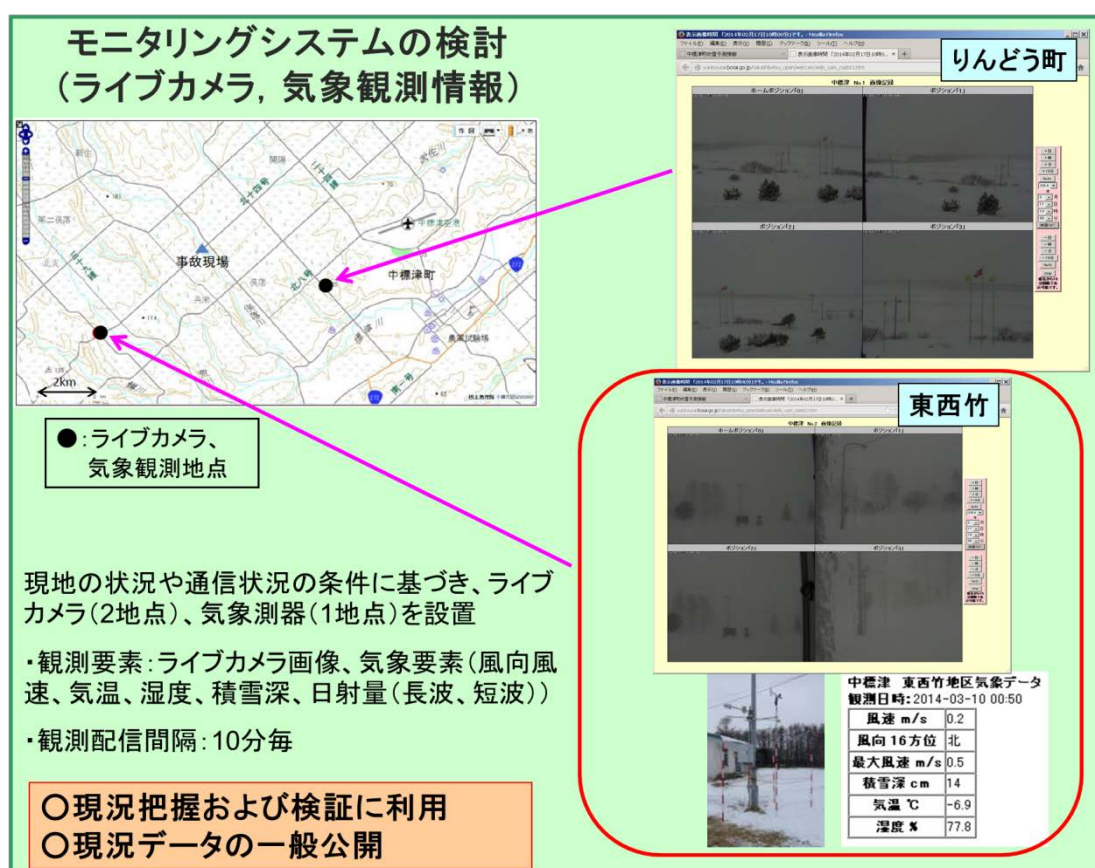


図 11 ライブカメラによるモニタリングシステム（中標津町りんどう町地区、東西竹地区）および気象観測システム。



図 12 視程目視観測位置図（2014 年 3 月 6 日）。

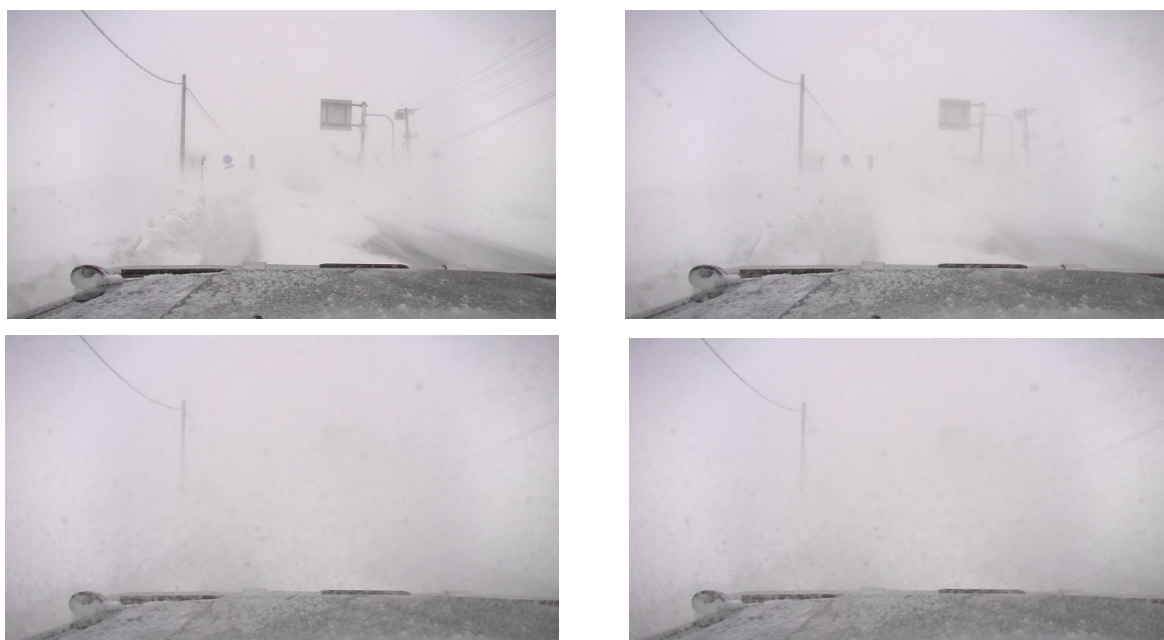


図 13 ビデオに記録された視程障害状況（場所：図 12、養老牛(1)）。

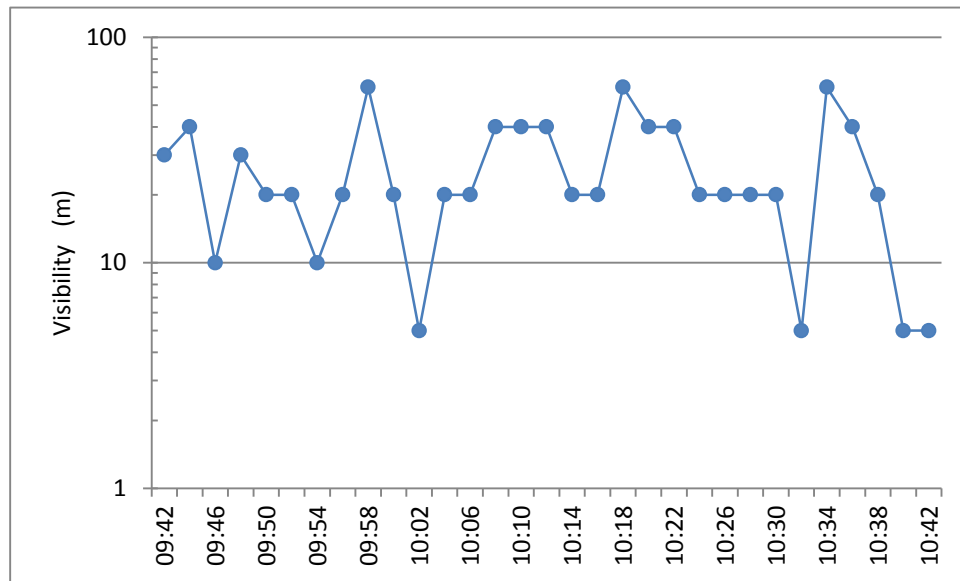


図 14 目視観測により得られた視程（場所：図 12、養老牛(1)）の時間変化。視程値は、観測対象地周辺に設置された道路標識や防雪柵などの位置をあらかじめ測量しておき、これらの目標物の視認性を判断することで得られている。

2014 年の 2 月 17 日から 19 日にかけて、発達した南岸低気圧の通過に伴い、中標津町周辺では暴風雪・猛吹雪が継続した。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 2014 年 2 月 20 日と 21 日に、現地に赴き、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 15 および表 1 に示す。いずれの箇所も防雪柵や樹木、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った（図 16）。またこれらの箇所での吹きだまりは、局所的に道路全面を覆うような大規模なものであった。当該プロジェクトでは、最終的には吹きだまり危険度（ポテンシャル）の予測も計画しており、今後のモデル検証材料として吹きだまり発生箇所やその規模、形状の情報は重要となる。そのため、2 月 21 日に実施した吹きだまり発生箇所ヒアリングおよび現地調査に加えて、吹きだまり形状の調査も 2014 年 4 月 12 日から 13 日に実施した（図 17）。計測は小型のヘリコプター（Unmanned Aerial Vehicle : UAV）にカメラを取り付けて低空空撮（高度 50m、100m）し、画像解析等により吹きだまりなど地形起伏を解析する手法に基づく⁶⁾。吹きだまり形状算出に際して、無雪時の空撮も必要となるため、夏季にも空撮を実施する予定である。

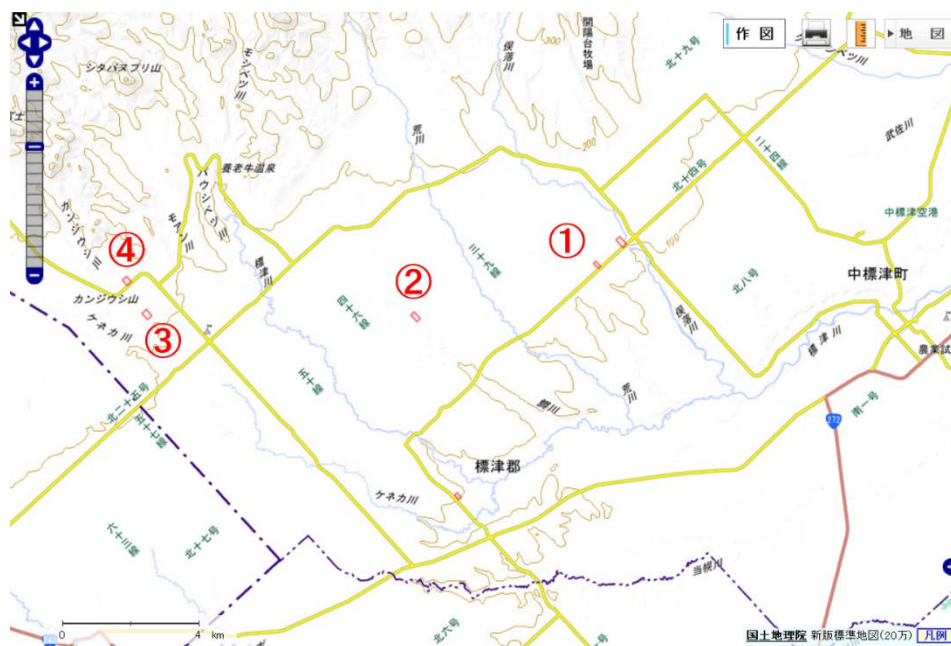


図 15 大規模吹きだまり調査箇所。

表 1 吹きだまり調査箇所（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



①



②



③



④

図 16 四つの地点（図 15 参照）における吹きだまり状況（2014 年 2 月 21 日）。



図 17 吹きだまり計測（小型 UAV による写真撮影）の様子（2014 年 4 月 21 日）。
写真は UAV の離陸直後の様子。

(c) 結論ならびに今後の課題

当該年度（平成 25 年度）は本プロジェクトの最初の年度に該当し、中標津町において利用可能な吹雪予測システムを新たに作成するところから業務がはじまった。過去の気象予測や吹雪事例の検討から、防災科学技術研究所雪氷防災研究センターで開発し、山形県・新潟県で試験運用を進めていた吹雪予測システムを微修正することで、中標津町での吹雪予測が可能であることが明らかとなり、今冬を通した中標津町でのモデル試験運用の実施に至った。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、利用者の利便性を第一に考え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、ライブカメラや気象測器の設置も実施し、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。3 月 6 日における町内 3 か所での目視観測結果はモデル検証および次年度のモデル開発（Ver. 2）において貴重な実測例である。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改良（平成 26 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）がある。また、試験運用を共同実施している自治体側（中標津町）からは、予測情報以外に、ライブカメラの増設など、モニタリング手法の更なる充実も重要という意見も多く見られており、モデル検証用データを充実させることの重要性とも相まって、モニタリング手法に関する技術開発も重要なテーマとなりうる。

(d) 引用文献

- 1) 宮沢清治：近・現代 日本気象災害史，イカロス出版，325pp，1999.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 竹内政夫：第 5 章 吹雪の付随現象，雪崩と吹雪，古今書院，pp.175-205，2000.
- 6) 井上公，内山庄一郎，鈴木比奈子：自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術，防災科学技術研究所研究報告，第 81 号，pp.61-98，2014.

3. 2 吹雪発生予測システム(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25年度業務目的

地元自治体の防災担当者、道路管理者、防災担当者、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。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. 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	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成25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。

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

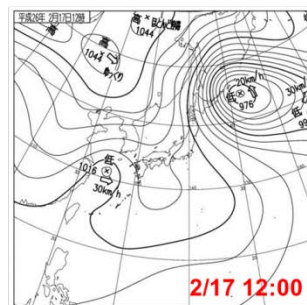
1) 予測システムの情報提供実証試験

2013年12月下旬より、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2014年4月下旬の予定である。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。それを踏まえて本年度は、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。なお3月下旬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、安定した予測配信が実施出来ている。

今冬においては、中標津町周辺において11回の吹雪事例があったが、特に強い吹雪は2月中旬以降に集中した。特に2月中旬には、発達した南岸低気圧の通過に伴い、中標津町周辺では3日間（2/17～19）にかけて暴風雪・猛吹雪が発生し、多数の通行止めなどが発生した（図18）。

今冬(2013/14)の吹雪災害事例:

平成26年2月14日から19日にかけて日本の南岸を通過した発達した低気圧
⇒19日にかけて千島近海で停滞、道東地方に暴風雪をもたらした



道路上に形成された
吹きだまり



中標津町西竹(2/21)

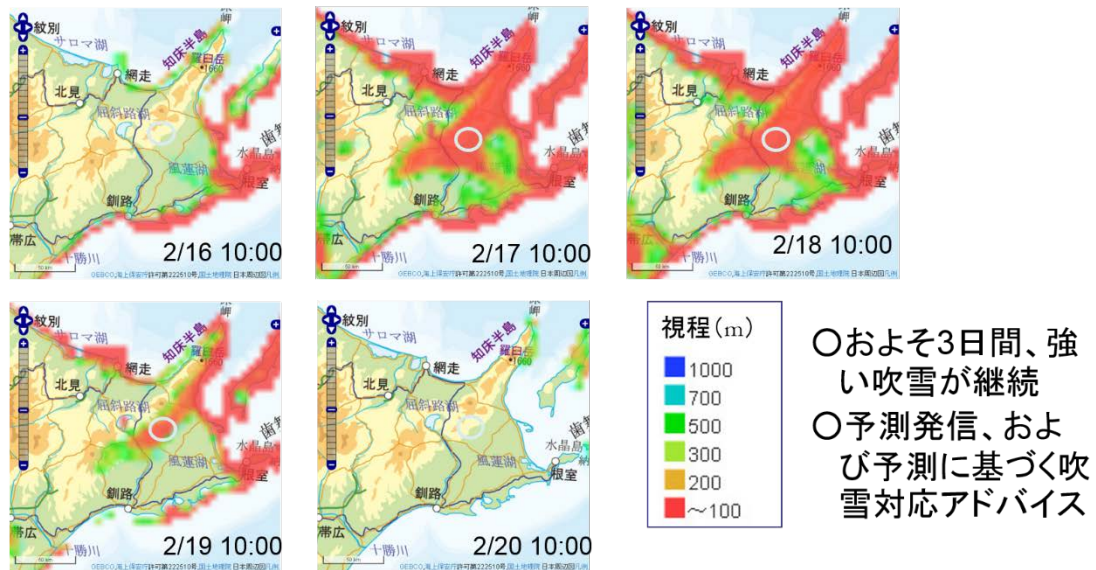


中標津町養老牛(2/21)

図 18 2014 年 2 月中旬に発生した暴風雪時の天気図（気象庁、2/17 12 時）、
および吹雪終息後における吹きだまりの様子。

この期間周辺（2/16～2/20）における吹雪予測結果の例を図 19 に示す。2 月 17 日からおよそ 3 日間、強い吹雪が発現したこと、また町の北西部の養老牛地区周辺（図 19、それぞれの時刻における視程分布図において、中央部付近の白丸に対応）が特に吹雪が長期間継続したことが理解できる。これらは、町役場防災担当職員を対象としたヒアリングからも確認されており、本モデルが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たことがわかる。なお養老牛地区の北西側には、知床半島から斜里岳、武佐岳等につながる山岳地帯が位置している。そのため養老牛地区は、北西風が強まる場合は山越え気流（おろし風）の影響により強風が発現しやすい場所となっている。

吹雪モデルによる予測結果(2/16～2/20)



予測情報を基に中標津町に吹雪対応のアドバイスを実施

図 19 2014 年 2 月 16 日から 18 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）。それぞれの時刻における視程分布図において、中央部付近の白丸は中標津町北西部（養老牛地区周辺）の位置に対応している。

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。具体的には、予測画面上において、視程や気象要素などの他に、吹きだまりが発生しやすい場所・防雪柵が設置されている場所の位置情報（3.1 図 7）や、暴風雪時における避難所の位置情報（3.1 図 8、図 9）についてもシステム上にて表示が可能となるよう、冬期の試験運用時に随時追加した。これにより、情報閲覧者側が、強い吹雪が発生している箇所と防雪柵設置箇所、避難所との位置関係をシステムの表示画面上で確認出来るようになった。なおこれらの位置情報については中標津町の防災、道路管理担当者からのヒアリング（3.1 参照）により得られたものである。

(c) 結論ならびに今後の課題

厳冬期前（12月下旬）に試験運用準備が全て整い、厳冬期前に予測システムおよびライブカメラ、気象観測モニタリングを開始出来た。2月上旬までは通行止めに至るような強い吹雪は生じなかったものの、2月中旬以降、複数回強めの吹雪が発生した。これらの事例は次年度のモデル改良（Ver. 2の開発）において有用な検証データとなる。2月中旬の暴風雪時をはじめ、モデルは良好な予測結果を算出しており、そこから得られる情報は吹雪対応アドバイスにも活用できた。その他、吹きだまり発生状況など、今後のモデル検証・改良に役立つ情報も町役場から得られた。

今冬の吹雪発生状況および町役場の防災担当者からのヒアリングを踏まえると、吹雪災害防止のためには視程や吹雪量などの予測情報に加えて、吹きだまりの予測情報もきわめて有用かつニーズがあることが理解できた。次年度開発する吹雪モデル(Ver. 2)においては、吹きだまりポテンシャルの予測が予定されているが、局所性の高い吹きだまりについて、その危険度をどの様に表示・情報発信するかについては、モデル開発側の検討だけでなく、利用者（運営委員）側からのニーズ抽出も重要となる。

(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形成、体制確立を検討するとともに、啓蒙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25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. 1)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	任期付研究員	中村一樹

(2) 平成25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

- ・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. 1)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。

(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。2013年12月6日に実施された運営委員会（図20）においては、当該システムの効果的な利活用手法に留まらず、高度化手法についての検討、プロジェクトの最終的な目的である一般住民を対象とした予測情報の利活用に際して問題となる事項等についての意見など、幅広い議論がなされるとともに、今後のプロジェクト進展について貴重な意見が数多く得られた。なお委員会時において、当該プロジェクト内容の詳細部分（表示システム等の技術的部分、試験運用実施プロセスの改良法など）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、委員内におけるワーキンググループの立ち上げについて提案され、了承された。



図 20 運営委員会（2013/12/6 中標津町役場 会議室）。

2) 広報活動および当該プロジェクトのホームページ作成

運営委員の中でプロジェクト推進に最も重要な役割を担って頂いている中標津町役場の職員を中心に、当該プロジェクトの概要説明およびその活用例、また吹雪災害から逃れるための方策などについて、学習会という形で2014年2月12日に地域報告会を開催した（図 21）。ただし参加者は、プロジェクト委員、防災担当者に限らず、町役場職員ほぼ全員を対象とし、地元住民を代表する立場として可能な限り多くの職員に参加してもらった。通常業務中に管理職クラスのほぼ全員に参加してもらうために、同じ内容を1日2回実施した（参加者合計：70名）。本講習内容は一般住民に幅広くその内容を広めるため、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 21 地域報告会（役場職員を対象とした勉強会；2014/2/12 中標津町役場 会議室）。

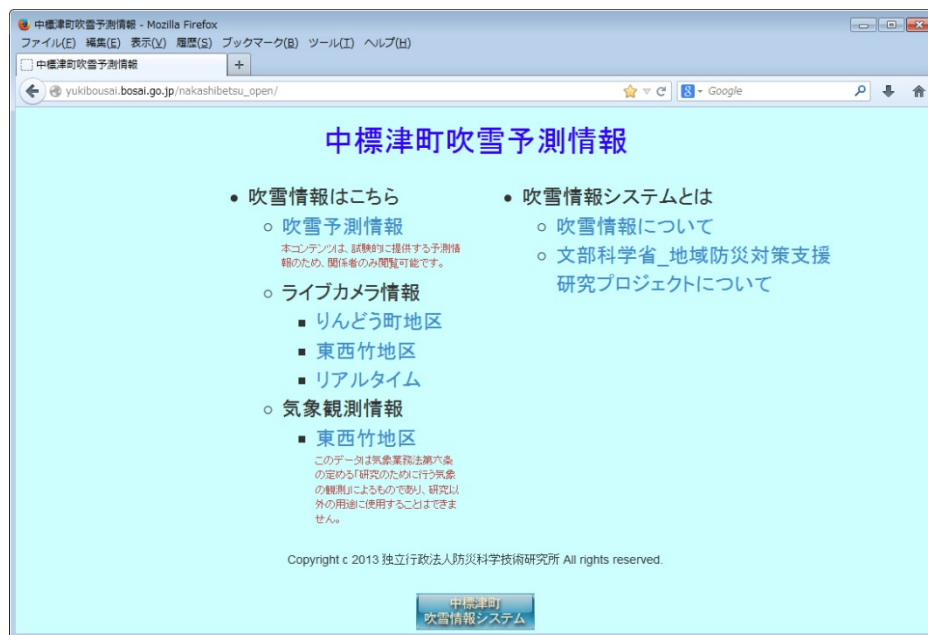


図 22 Web による情報公開（アドレス：http://yukibousai.bosai.go.jp/nakashibetsu_open/）。
中標津町 HP からリンクされている。

予測表示システムについて、防災科学技術研究所雪氷防災研究センターの過去の表示システム（山形県などでの試験運用で利用）では、ユーザー側での表示用ソフトウェアのインストールが必要であった。しかしながらこのような手法では煩雑な作業が必要となり、将来、一般住民を対象としたシステムとして確立するにあたり不都合な点も多い。そのため本プロジェクトでは、試験的に、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た（図 22）。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た（図 22）。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、中標津町内での局所的な吹雪の強弱（町の北西側で吹雪が強く、町の中心部では弱い等）に関して、モデルの予測結果が実際の吹雪状況と比較して定性的に一致しているとの意見が得られ、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。ただし表示システムについては、表示画像の拡大化やアニメーション化、また地図上でクリックした箇所の予測値の時系列表示など、今後の改良に関して多くの要望が寄せられた。

(c) 結論ならびに今後の課題

当該プロジェクト推進のための組織形成、および利用者第一とした使いやすいシステムの開発など、本年度における当初の目的を達成することが出来た。しかしながらホームページの内容に関する充実化、およびより多くの一般住民を対象とした学習会の開催など、広報・普及活動が今後必須である。なお、試験運用段階では今年度の例の通り、インターネットを用いて情報を配信することとなるが、運営委員からは、インターネットだけに頼った情報発信では閲覧できない場合も生じることにも十分留意する必要があるとの指摘があった。これは当該プロジェクトのみならず、昨今益々充実してきた他の防災情報発信においても共通する、重要な課題である。

予測モデルに関して、その有効性に関して一定の評価が得られていることはすでに述べたが、詳細かつ定量的な評価は、次年度に実施される、今冬に取得された観測データと予測結果との比較検証を待たなければならない。また予測結果の表示手法についても上述の通り、ユーザー側の立場から多くの改善要望が出されており、課題となっている。

(d) 引用文献

なし

3. 4 その他

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

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25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組織する。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。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25年度の成果

(a) 業務の要約

1) 運営委員会の発足

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を組織し、第一回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

中標津町役場の防災担当職員、道路管理職員のほか、管理職全員に対して、当該プロジェクトの概要説明およびその活用例、また吹雪災害から逃れるための方策などについて講演した。

4) 文部科学省開催の成果報告会における報告

2014年3月14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) 運営委員会の発足

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組織し、第一回運営委員会を開催した(4.1)。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)を設置した。ワーキンググループによる活動は本業務の円滑な推進に大きく寄与すると期待できる。

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23)。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

中標津町役場の防災担当職員、道路管理職員のほか、管理職全員に対して、当該プロジェクトの概要説明およびその活用例、また吹雪災害から逃れるための方策などについて講演した。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

2014年3月14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⁾。成果報告会の質疑応答においては、吹雪予測システムの開発・発展に加え、システムの将来的な活用法に関して検討を進める必要があるとの意見が

提示された。



図 23 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

運営委員について、吹雪研究において十分な経験を有する研究者や地元の防災担当者、一般住民を代表する立場の方など、本課題の推進に多大な貢献が期待できる人材を登用出来た。またワーキンググループの設置によって、よりきめ細かな研究指針の検討などが可能となった。運営委員会において意見を聴取しながらシステム試験運用を今後進め、当該システムの永続的な実用化手法についても引き続き検討を進めていくことが、地域住民の防災力の強化にとって重要である。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、進捗状況を随時更新し、業務内容の積極的な広報に努める必要がある。地域報告会について、今後は一般住民を対象とした報告も実施し、防災研究成果および防災対策手法を広く一般に広める工夫が重要となる。

(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（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

意見交換議事録案

(1) 開催日時：平成 25 年 12 月 6 日 15 時～17 時

(2) 開催場所：中標津町役場 301 号会議室

(3) 議事：

(a) 挨拶

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

中標津町 総務部長 矢本 正信

(b) 出席者自己紹介

ファシリテーター（調整・進行役、委員長）：上石 勲（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター）

※委員の皆様から率直な意見をいただきたいため、本員会では、委員長を調整・進行役のファシリテーターという位置付けにした。

（事業責任者が委員長、委員長がファシリテーター）

※参加者：36 名（運営委員、オブザーバーの総計）

(c) 趣旨・経緯説明

① 本吹雪対策支援プロジェクト（以下本プロジェクト）の経緯

② 本プロジェクトの基になる文部科学省地域防災プロジェクトの概要

③ 本プロジェクトの趣旨と運営委員会の役割

(d) 本プロジェクトの紹介

(e) システムの運用と操作法

(f) 意見交換

(g) 今後の予定

システム運用開始、住民向け勉強会、第 2 回委員会（次年度）

(h) その他

委員の皆様から頂いた意見を検討し、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）を設置することを委員長が提案し、了承された。

(4) 意見交換内容、コメント等：

● 予測の精度に関する内容

○ 空間スケールに関するもの

■ 新潟では 9 つの区毎に危険度を評価、情報提供

- 中標津の予測システム (Ver. 1) では空間解像度は 5km メッシュ
 - ただし今後は 1.5km (新潟版と同様程度) までの高解像度化を目指す
- 予測時間について
 - 中標津版では 1 日 2 回、29 時間先まで提供 (新潟版では 14 時間先まで)
 - 一時間ごとの予測データ (視程、吹雪量、風速など) を提供する
- 当該プロジェクトに関連するテーマ
 - 吹雪の予測
 - 吹雪のパターン (どういう状況で猛吹雪となるか) 抽出
 - 吹雪防災啓蒙活動
 - 吹雪予測情報を活用した、具体的な災害対応
 - これを実施するには、予測以外にも検討事項が多い。当面は実施範囲外ではないか。
- 自治体側の意見
 - 救助対策において、町のどの部分で吹雪が起きているかは重要な情報。町は吹雪いていなくても山 (町の北川) では吹雪いているということもあるので、そういう部分で活用可能
- 道路
 - 2013 年 3 月 2 日の吹雪災害事例について、気象庁からの予報は当たっていた
 - 3 月 2 日の日中、昼過ぎまでがあまりに穏やかで、油断があったのかもしれない
 - 予測については精度が大切、それが悪いとつかわれない
 - 昨年度の新潟での実績と気象庁予報との差異を知りたい
 - 新潟は吹雪は少ない、8 回の吹雪で、16 回程度予測
 - 積雪深の情報を加えて、吹雪が起きる風と降雪の予測するようになり、精度向上
 - 新潟や山形では暖かいので吹雪が起きにくい
 - 気象庁との違いはチェックしていない
 - 見逃しが最も困る
 - 新潟市では 3 年やって 1 回、見逃しがあった。(ただし、強くは無いものの、吹雪自体の発生は予測されていた)
- 商工会議所
 - パソコンを見ない人も居ることに十分留意する必要がある
 - 町で呼びかけ方を検討
 - 中標津町内の FM 放送には送る
 - 「(吹雪のため) 今日は町から (他の市町村に) 出ると、戻ることが不可能になる」ということを町民に知らせる仕組みが必要
 - 携帯メール
 - 電話、FAX、テレビ…
- 気象協会
 - 気象情報は一つではない、これだけ見ていれば当たる、というものはない

- 気象状況の大局を見る力をつけてほしい
- これまでの勘所、小さいところからの教育（防災啓蒙）が大事
 - そういう総合システムが必要かもしれない？
- 自助の力をつけてほしい
- 北海道開発技術センター
 - 町は穏やかでも少し外に出ると猛吹雪、ということはよくある
 - （ライブカメラ、気象データを活用した）状況（現況）把握も大事
 - 現代は情報があふれる時代
 - ここを見たら、吹雪の全体状況がわかるサイト等がほしい（北海道レベルで）
 - たとえば、稚内ではこうなっている→中標津にも来るかも、等
- 土木研究所
 - インターネットが使えない方にどう提供していくか、課題である
 - テレビのデータ放送などは使えないか
 - 朝4時、夕方16時の2回よりも細かい情報発信の要望はないか？
- 予測の表現方法
 - それも精度の向上
 - 図を言葉に変える方法
 - 音声情報
- まちづくりに役立てられないか
 - たとえば、防風林、防雪林の提案など

◎その他の意見、議論に上がった点について：

- パソコン、インターネットが使えない人はどうしたらよいのか
 - そもそも、防災というのは、こういう情報やシステムがない中でも考えていかなければならないこと
 - この土地で、どういう状況になると、どういう災害が起こりやすいのか、ということは、普段から知っていて、対処できるようになっていなければならない
 - 当該プロジェクトは新しい取り組みであり、上述した経験的な知見のプラスアルファのものとしてとらえていく必要がある

この土地ならではの災害、

- 癖が見えてくる、おこりやすさ、おこるパターン、そういうことを知って、災害を感じる力を強くしていく
- 極端な話、こんなシステムなくても、備えることができる力をつける、そこに、この情報が来たら、ああ、自分の予測があっていたな、と思えるくらいの使い方を目指す事も重要（防災の基本は自助努力である）
 - そうでないとき（感覚的に吹雪が発生しそうな場合）に吹雪警戒予測が来たら、なぜだ?とあって、より警戒する、勉強するなど

- この土地に詳しくない人、空港に降り立った時、ホテルに泊まっているとき、あるいは、中標津の外から中標津に向かうとき、そういう人たちにどう伝えるかは。この土地ならではの災害を知る力がない人たちにどう伝えるかも大事
 - 道路に「この先ふぶきます」などの情報ができればいい（標識？）
 - 吹雪予測情報、吹雪が発生しやすい個所情報などは、オープンデータ化することで、このシステム以外のシステム（たとえばカーナビ、旅行者の携帯など）にも提供できる
- 双方向（発信者—ユーザー側）。多様な情報での精度向上
- 吹雪と猛吹雪の違いは？
- 携帯対応が必要そう
 - アラートが出るなど
- 吹雪予測情報、吹雪が発生しやすい個所情報などは、オープンデータ化することで、このシステム以外のシステム（たとえばカーナビ、旅行者の携帯など）にも提供できる

どんな吹雪でも運転できる車両はないだろうか？

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1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2月12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	東京国際フォーラム（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』）	2014年3月14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
暴風雪の悲劇 予測で防げ	根本征樹	読売新聞	2013年6月19日朝刊	国内
暴風雪災害繰り返さない 中標津で予測実験	根本征樹	北海道新聞	2013年6月19日夕刊	国内
中標津「吹雪発生予測システム」12月までに試験運用	根本征樹	朝日新聞（北海道版）	2013年9月25日	国内
吹雪観測カメラ11月設置 中標津2か所 予測精度向上へ	上石 勲 根本征樹	読売新聞（北海道版）	2013年9月25日	国内
吹雪予測へ協議開始 中標津町と新潟の独法	上石 勲 根本征樹	北海道新聞	2013年9月25日	国内
吹雪予測細やかに システム運用実験11月に運営委設置	上石 勲 根本征樹	釧路新聞	2013年9月25日	国内
暴風雪の悲劇防ぐには Do report 救助対応一元化へ 道路防雪柵を強化 発生予測きめ細かく	上石 勲	読売新聞（北海道版）	2013年11月17日	国内

暴風雪 安全な備えを	上石 勲	北海道新聞	2013 年 11 月 27 日	国内
災害情報を一元化	上石 勲	北海道新聞	2013 年 11 月 27 日	国内
3月2、3日台風並み低気 圧 道内9人が遭難死	上石 勲	北海道新聞	2013 年 11 月 27 日	国内
暴風雪 HPの伝達方法に 課題	上石 勲	釧路新聞	2013年12月7 日	国内
吹雪予測情報どう伝達 中標津でシステム運営 委	上石 勲	北海道新聞	2013年12月7 日	国内
中標津の吹雪予測シス テム 第1回運営委を開 く	上石 勲	朝日新聞（北海 道版）	2013年12月7 日	国内
中標津町内2か所 ライ ブカメラを設置 吹雪対 策など動画配信 10分ご とに更新	上石 勲	釧路新聞	2013年12月8 日	国内
今冬開始の吹雪予測シ ステム カメラ、観測機 器設置 新潟の独法 中 標津町内に	上石 勲	北海道新聞	2013年12月8 日	国内
吹雪予測へカメラ設置 中標津	上石 勲	読売新聞（北海 道版）	2013年12月8 日	国内
暴風雪犠牲者出すな 道 中標津町で対応訓練	上石 勲	釧路新聞	2013 年 12 月 21 日	国内
暴風雪想定 救助訓練 中標津 災害情報集約を 確認	上石 勲	読売新聞	2013 年 12 月 21 日	国内
命奪う暴風雪 対策急務 情報設備の拡充に力	上石 勲	北海道新聞	2013 年 12 月 21 日	国内
暴風雪対応へ 中標津で 訓練	上石 勲	毎日新聞	2013 年 12 月 21 日	国内
29時間先の「予言」	根本征樹	読売新聞全国版コ ラム	2014 年 1 月 9 日	国内
雪崩・吹雪から命を守れ	上石 勲	夢の扉+ (TBS)	2014年2月23 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
吹雪予測システムの北海道中標津町への導入（口頭発表）	上石 勲	一橋大学一橋講堂 （防災科学技術研究所『第9回成果発表会』）	2014年 3月3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（口頭発表）	上石 勲	東京国際フォーラム （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』）	2014年 3月14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
雪氷災害ソフト対策の研究 雪氷災害発生予測システムの実用化と地域防災への適用に向けて	中村一樹、上石勲、根本征樹	2014ふゆトピア・フェア in 釧路研究発表会 論文集 (CD-ROM)	2014年1月	国内
雪氷災害発生予測システムの実用化と地域の道路防災への適用に向けて	中村一樹、根本征樹、上石勲、中井専人、小杉健二、山口悟、平島寛行、本吉弘岐、安達聖、佐藤研吾	ゆき No94(第24巻第4号)	2014年3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名の大惨事となった。このことは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える。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は、今冬においても、2月中旬に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、さらに試験運用の地道な継続による検証事例の十分な蓄積はきわめて重要である。ただし本文中でも記載した通り、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、今後は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、社会科学的要素についても十分留意してプロジェクトを進めていかなければならない。

吹雪予測モデルそのものに関して、視程予測に加えて、吹きだまりの予測に関しての、自治体をはじめとするユーザー側からの期待は大きい。微細地形の影響を強く受けて、局所的に発生することが多い吹きだまりについては、その全ての発生位置を局所的にかつ正確に予測するのは容易ではない。しかしながら、視程障害に至らないような、必ずしも強度が著しく強くない吹雪でも、車両通行を妨げる様な吹きだまり形成は十分に起こりうる（防雪柵は有用であるが、雪国におけるあらゆる全ての道路に設置することは非現実的である）。この困難な問題は（その予測手法を含めた対策法について）早急に取り扱われるべきである。本プロジェクトにおいても、次年度は吹きだまり危険度（ポテンシャル）について、ある程度大きなスケールを対象として面的に評価するモデルを開発し、試験運用を実施する予定である。