

「積雪寒冷地における二重偏波ドップラーレーダーデータの利活用」に関する研究

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 雪氷チーム

大宮 哲

研究背景

吹雪による**局所的・突発的**なホワイトアウトの発生は
多重衝突事故を誘発する

事故発生を未然に防ぐためには、
吹雪による視程障害の発生を

- ・面的に
- ・リアルタイムに

把握し、ドライバーに対して
注意喚起することが効果的



函館江差自動車道
(2022年2月21日)



- ・死者1名
- ・80台以上

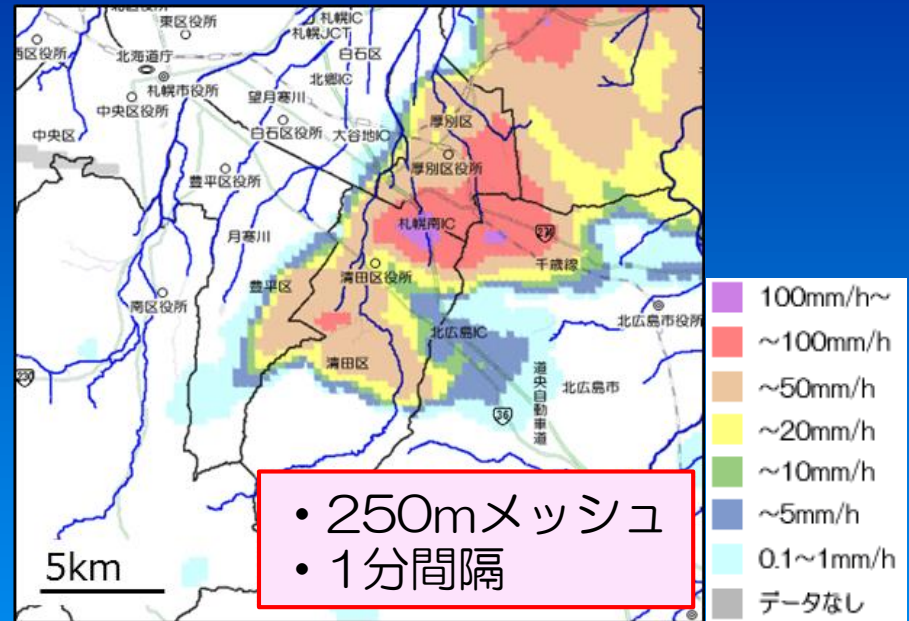
撮影：北海道開発局

XバンドMPレーダに着眼

XバンドMPレーダとは

集中豪雨や局所的大雨を監視する目的で開発された
高精度な気象レーダ

全39基
(2021年10月)



特長

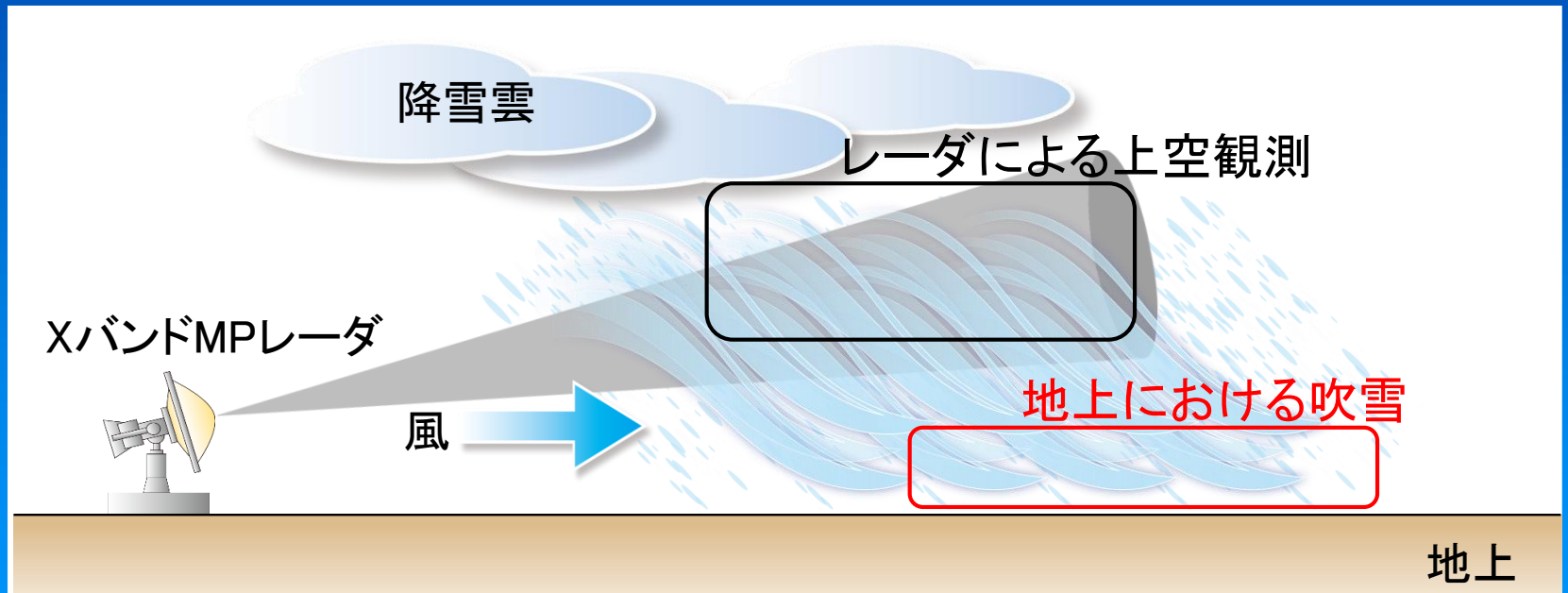
きめ細かな雨量分布を
リアルタイムに把握できる

観測対象は雨。降雪時の観測精度は高いとは言えない
冬期積雪寒冷地のレーダデータは有効活用されていないのが現状

XバンドMPレーダを吹雪災害対策にも活用したい！



レーダによる上空の観測結果から地上における吹雪の発生状況を面的かつリアルタイムに把握するための方法について検討した



大宮ら（2020，雪氷）

Dualドップラー法を用いたレーダデータ解析

⇒ 地上の吹雪を把握できそう…

Dualドップラー法

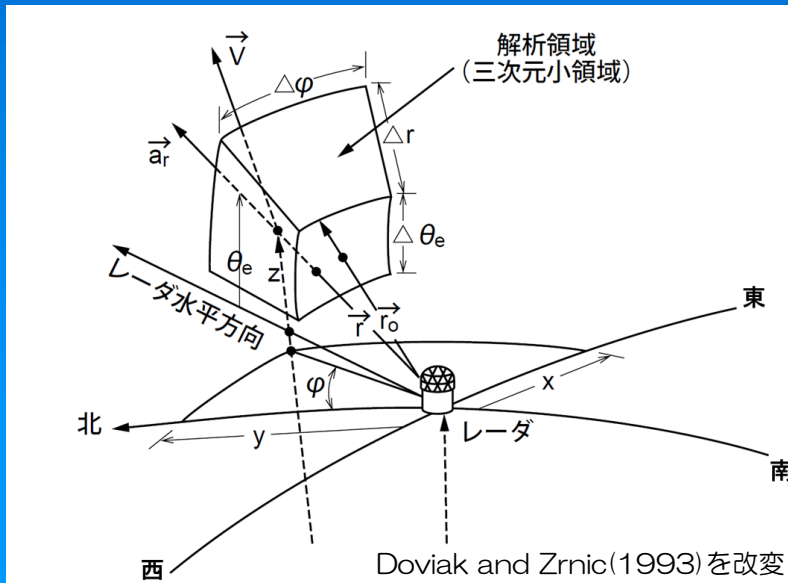
2基のレーダデータを使って風向風速を推定する手法

弱点

- 推定可能エリアが限られる
- 片方でデータ欠測が生じると推定不可となる

VVP法 (Volume Velocity Processing法)

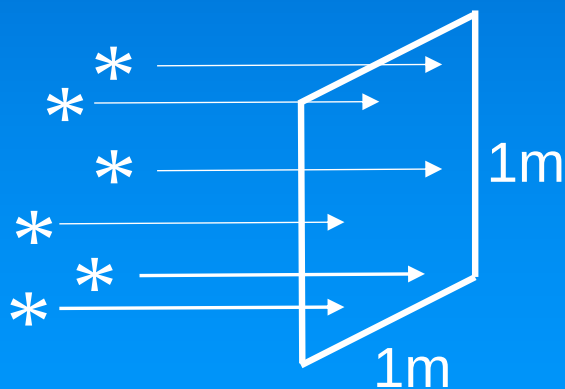
立平・鈴木(1994)など



1基のレーダデータから
風向風速を推定することが可能

推定プロセス

- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算 武知ら(2009)



飛雪流量イメージ
(単位：g/m²/s)

本研究では

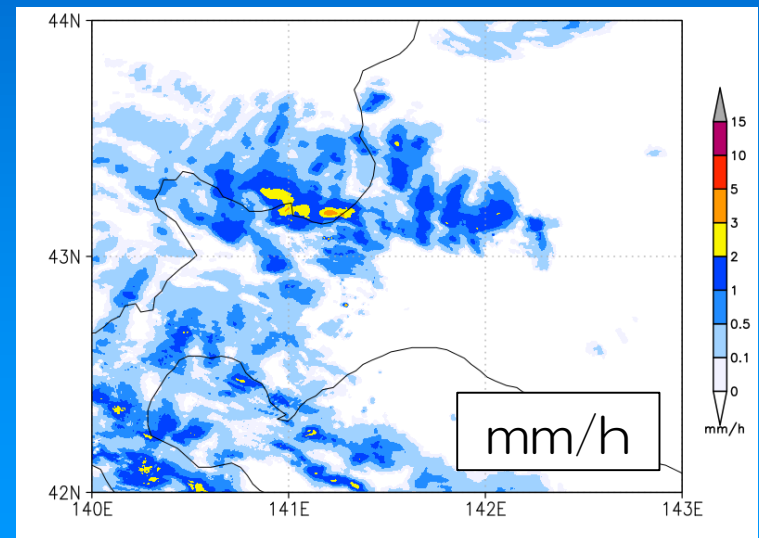
- 2018年度冬期の吹雪84事例
- 石狩局のデータを使用
- 降雪による吹雪を対象に解析
(地吹雪は対象外)

解析結果の概要

- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算 武知ら(2009)

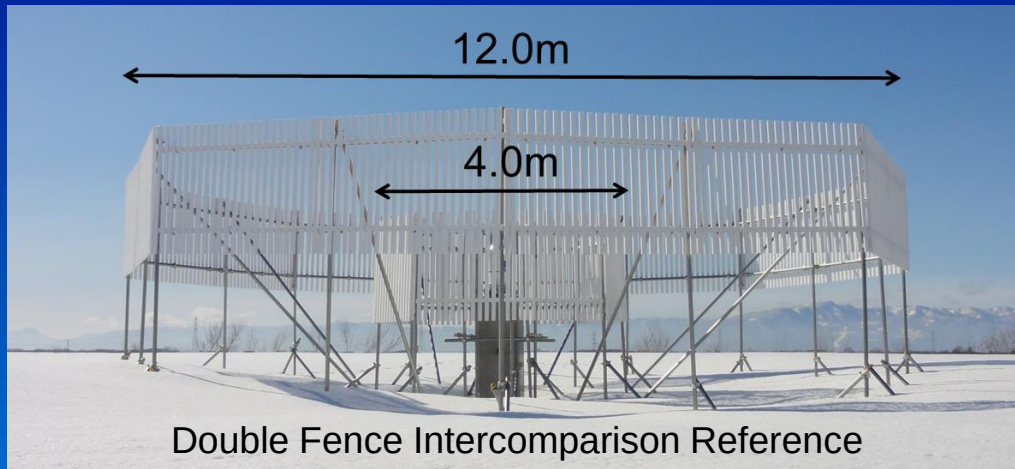
XバンドMPレーダの
観測対象はあくまで
雨

降雪時の観測精度は・・・△



レーダ雨量 ≠ 降雪強度

降雪強度とレーダ雨量の関係



世界気象機関が推奨する
高精度な降水観測システム（DFIR）



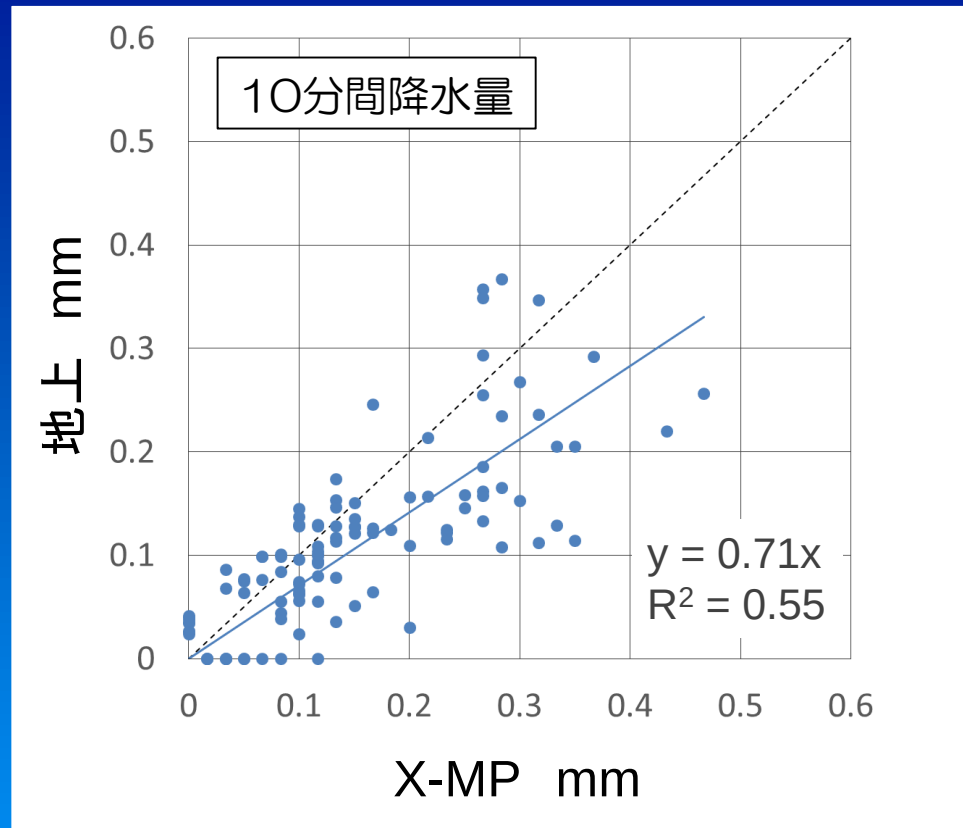
DFIR設置箇所

DFIRによって観測した降雪強度と、DFIRの直上
メッシュにおけるレーダ雨量を比較

比較条件

- 地上気温が氷点下
- 平均風速が 0.2m/s 以下
- 10分間降水量を比較

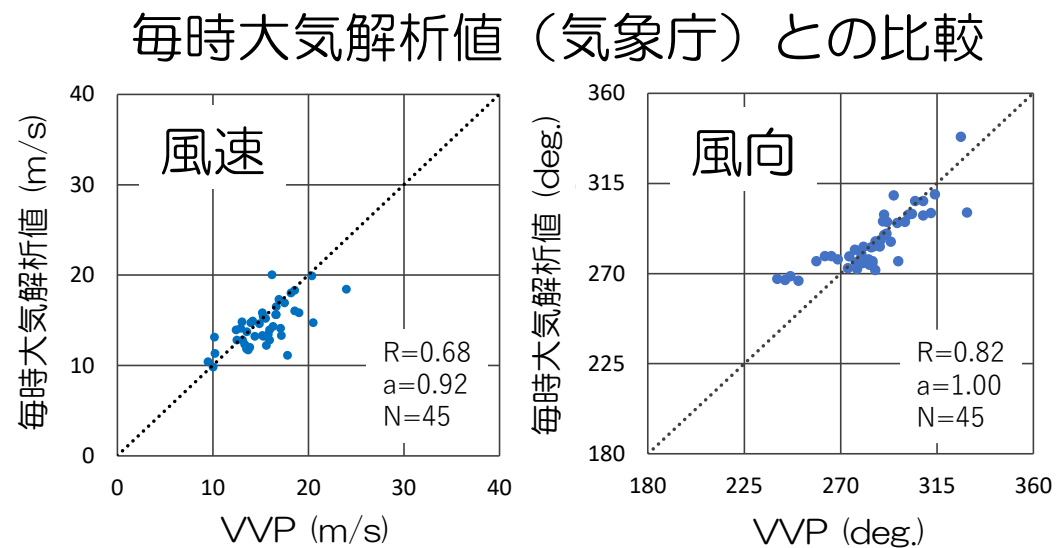
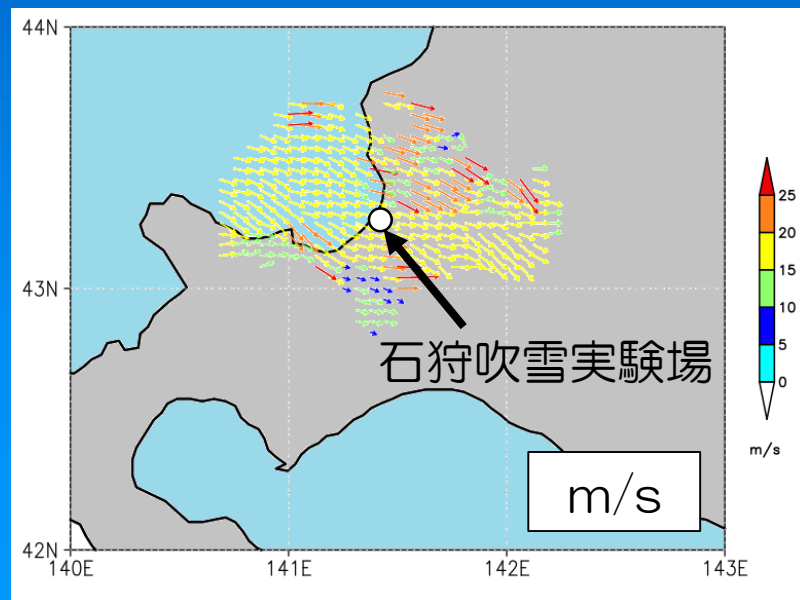
比較結果



- 降雪時のXバンドMPレーダは実際の降水量を過大評価する傾向
- 一般配信されているレーダ雨量を0.71倍した値を降雪強度として使用することにした

解析結果の概要

- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量分布（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量分布の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算 武知ら(2009)

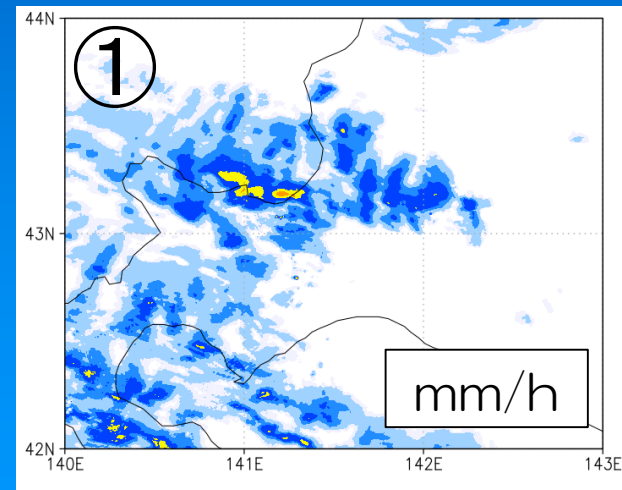


VVP推定風（高度1000m）

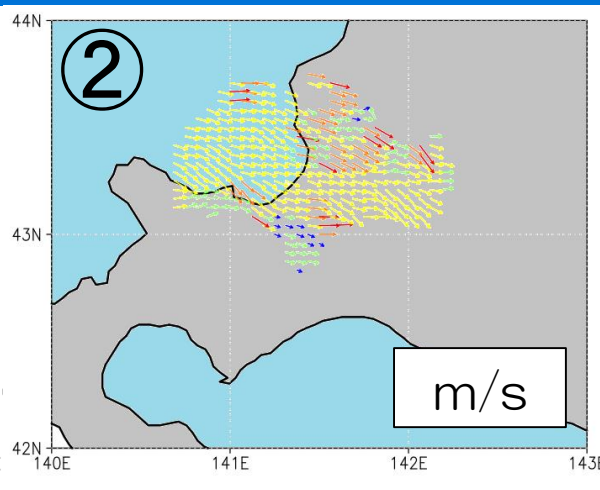
概ね整合している

解析結果の概要

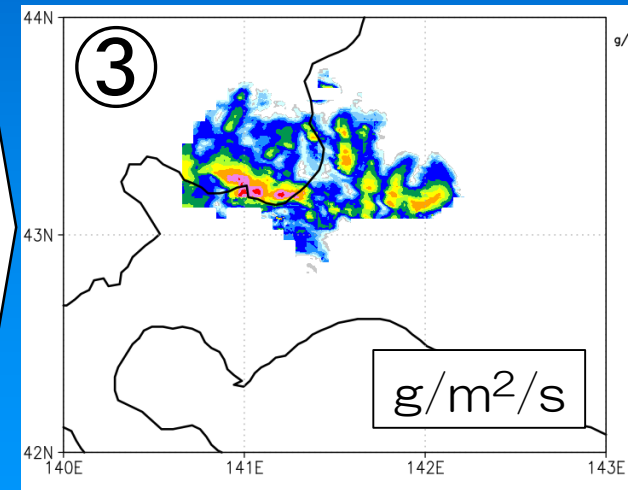
- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量分布（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量分布の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算 武知ら(2009)



降雪強度
(レーダ雨量× 0.71)



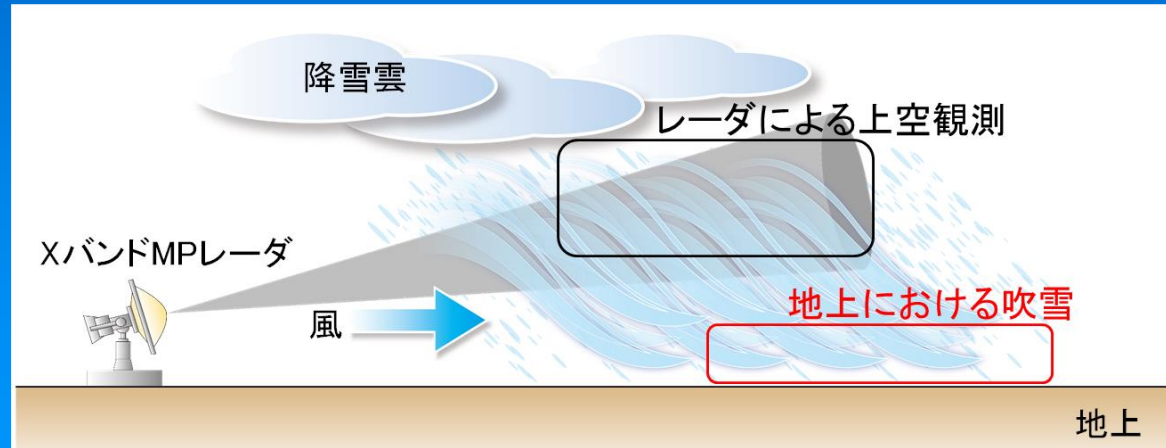
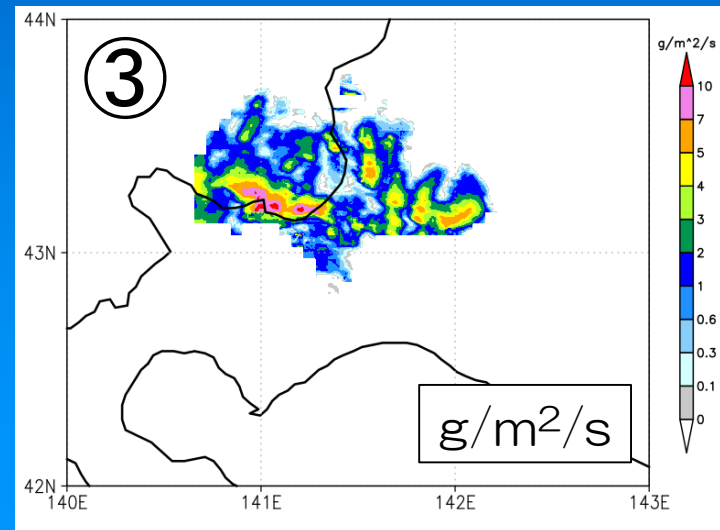
VVP推定風



上空における
飛雪流量分布を推定

解析結果の概要

- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量分布（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量分布の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算 武知ら(2009)



高度別のVVP推定風から風速の鉛直分布を仮定

降雪粒子が地上に到達するまでの移流量を計算

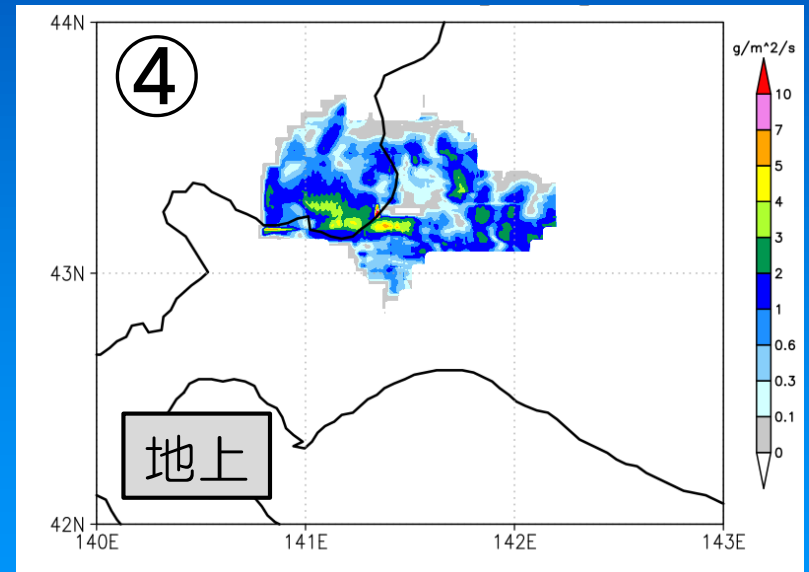
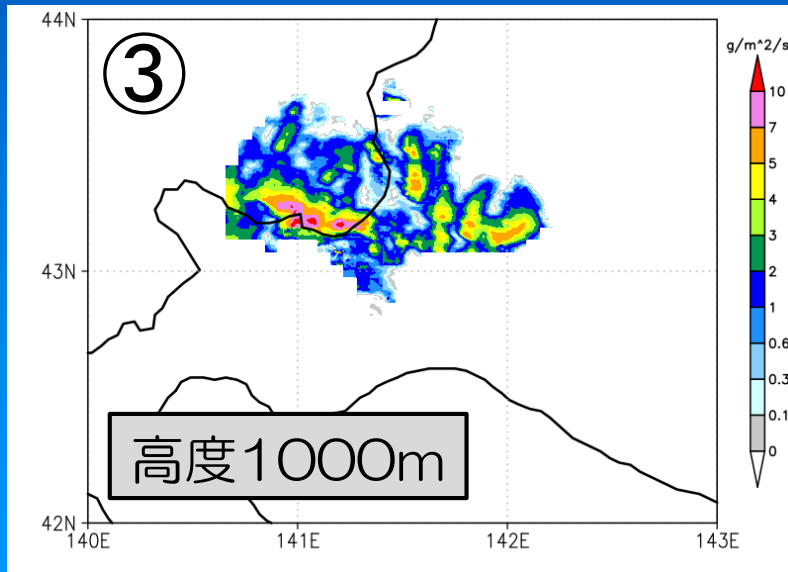
地上における飛雪流量分布の推定

降雪粒子の落下速度は 1.2m/s と仮定

梶川ら(1996)など



高度1000mにある降雪粒子が地面に到達する時間は約14分間



レーダ観測から約14分後の地上の飛雪流量分布

解析結果の概要

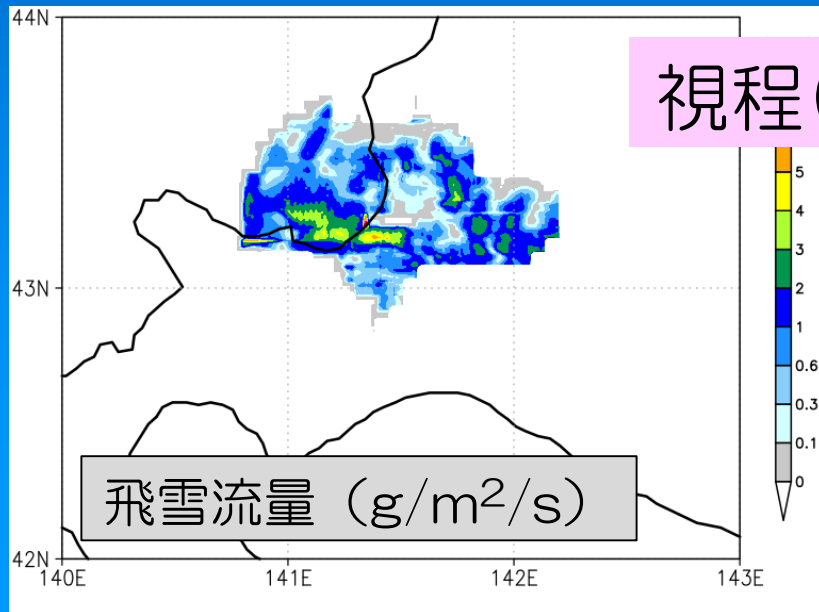
- ① レーダ雨量から降雪強度の算出 大宮ら(2020)
- ② VVP法に基づく上空の風向風速の推定 立平・鈴木(1994)
- ③ 上空における飛雪流量分布（吹雪の激しさ）の推定
- ④ 地上における飛雪流量分布の推定
- ⑤ 飛雪流量から視程への換算

武知ら(2009)の経験式

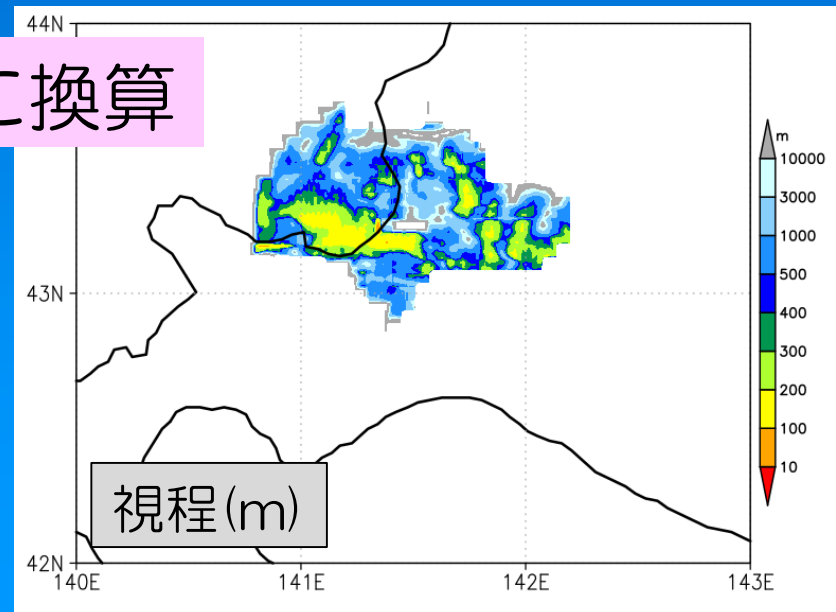
$$Vis = 10^{-0.886 \cdot \log Q + 2.648}$$

Vis : 視程(m)

Q : 飛雪流量($\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)



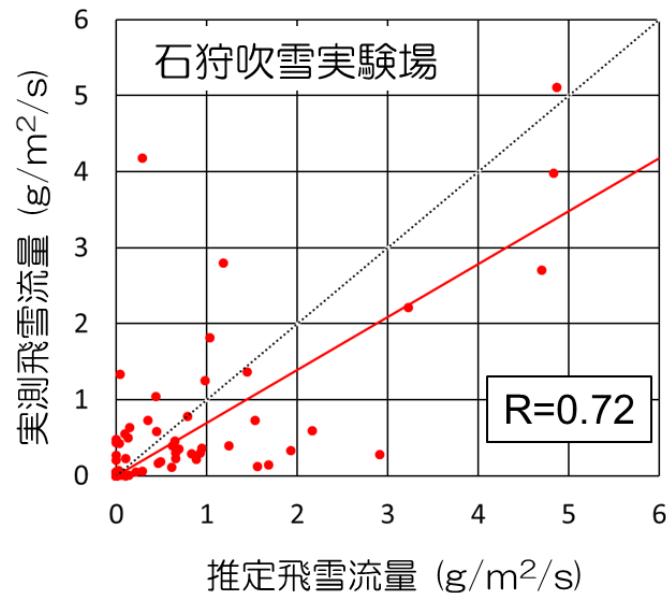
視程(m)に換算



比較検証①（実測飛雪流量との比較）



Snow Particle Counter (SPC)

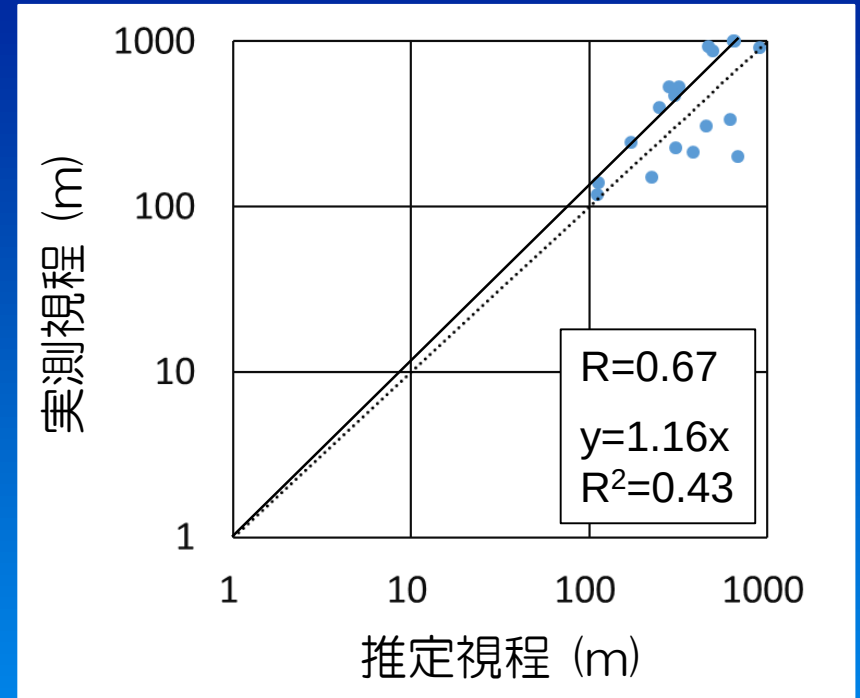


バラツキはあるものの、
推定値と実測値は正の相関
※全地点において同様の結果

比較検証②（実測視程との比較）



石狩吹雪実験場における視程観測



※ 視程1000m以下
※ 地吹雪(9m/s以上)除く
竹内(1986)

推定視程と実測視程は概ね整合



レーダデータに基づく吹雪視程予測は可能

まとめと結論

地上における吹雪の発生状況を面的かつリアルタイムに把握すべく、XバンドMPレーダデータの解析を行った



推定飛雪流量・視程とともに実測値と概ね整合することが確認された

以上より、吹雪時のレーダデータから、地上における吹雪の発生状況を面的かつリアルタイムに推定できると、結論づけた

ドライバーに対して視程障害の発生予測情報をリアルタイムに提供することが可能となるため、交通事故の発生予防に貢献できる

謝辞

- 本研究では、国土交通省が提供するXバンドMPレーダデータを使用しました。このデータセットは、文部科学省の補助事業により開発・運用されているデータ統合解析システム（DIAS）の下で収集・提供されたものです
- 吹雪観測において、国土交通省北海道開発局が管轄する除雪ステーションの構内に観測機器を設置させていただきました