



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Diagnosis of the Blowing Snow Potential and Development of a Snowdrift Model with the Lattice Boltzmann Method [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	丹治, 星河
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15285号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/89602">https://hdl.handle.net/2115/89602</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Seika_Tanji_abstract.pdf, 論文内容の要旨



# 学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 丹治星河

## 学位論文題名

Diagnosis of the Blowing Snow Potential and  
Development of a Snowdrift Model with the Lattice Boltzmann Method

(吹雪発生可能性の診断と

格子ボルツマン法を用いた吹きだまりモデルの開発)

吹雪による雪粒子の移動は寒冷地域における雪面の形成に寄与する。吹雪はドライバーにとって障害となる視程障害や吹きだまりをもたらすため、交通工学の分野でも重要な現象である。

本博士論文の前半では、札幌周辺の典型的な吹雪事例に対して吹雪発生可能性を診断した。まず、力学的ダウンスケーリングを施した 1 km 解像度の気象データを用いて雪粒子空間濃度と視程を計算した。その結果は、力学的ダウンスケーリングによって風速が良く再現された場合について、吹雪発生の場所と時刻が吹雪による交通障害の記録とよく一致した。次に、5 km 解像度のメソ解析データを使用して診断した。その結果、多くの地点で吹雪事例を再現できなかった。よって、吹雪発生は小さなスケールの乱流によってもたらされるにもかかわらず、力学的ダウンスケーリングは吹雪発生可能性の推定に関して付加価値があるということが分かった。感度実験では、吹雪は強い風と氷点下の気温によってもたらされるということが明らかになった。

本博士論文の後半では、防雪柵まわりに形成される吹きだまり分布を推定するための吹きだまりモデルを開発した。このモデルは、数値流体計算(CFD)を行うモジュールと、ラグランジュ的手法を用いて雪粒子を追跡するモジュールとで構成されている。並列化効率を高く乱流を計算するために、CFD モジュールでは格子ボルツマン法を使用した。モデルによって推定された 2 次元フェンスまわりにおける風の流れは、鉛直断面で渦巻くという特徴を持っていた。一方、3 次元フェンス周りでは、鉛直断面の渦に加え、水平断面に対となる渦の組が現れた。吹きだまりは、2 次元フェンスまわりでも 3 次元フェンスまわりでもほとんどが風上側で形成された。しかし、3 次元フェンスまわりでは、フェンスの端から枝分かれした吹きだまりが風下で形成された。このような吹きだまりの結果は、先行研究の観測結果やモデルの結果と定性的に一致する。3 次元フェンスについては、吹雪イベント中に観測された風速や雪粒子の流入量を境界条件とした実験も行った。フェンス中央の吹きだまりの高さを観測結果とモデルの結果で定量的に比較するためである。その結果、モデルは、フェンス風上で観測された吹きだまりのピークの高さや位置をよく再現できた。これは、雪粒子モジュールで吹雪粒子のサブプロセスを陽に解いたためである。感度実験を行うと、積雪粒子の再飛散の起こりやすさを決定する雪粒子の物性が、吹きだまりの分布に大きく寄与するということが明らかになった。本博士論文で開発されたモデルは、交通工学における道路や柵まわりの吹きだまりだけでなく、地球科学における山岳地域の吹きだまりのシミュレーションにも使用されることが期待される。