



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Numerical study on the increase in lightning activity preceding downbursts using a meteorological model coupled with a bulk lightning model [an abstract of entire text]
Author(s)	近藤, 誠
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16256号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95413
Type	doctoral thesis
File Information	Makoto_Kondo_summary.pdf



学 位 論 文 の 要 約

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 近藤 誠

学 位 論 文 題 名

Numerical study on the increase in lightning activity preceding downbursts using a meteorological model coupled with a bulk lightning model

(雷を直接計算する気象モデルを用いたダウンバーストに先行する雷活動の激化に関する数値的研究)

混相雲は、豪雨、雷、ダウンバーストなどのシビア現象に大きく寄与し、その発達消滅といった成長プロセスは、液体および固体粒子の両方が関与する雲の微物理過程の影響を受けている。本博士論文では、混相雲によってもたらされるシビア現象の一つであるダウンバーストに先行する雷活動激化が発生するメカニズムを、雷過程を直接計算するバルク雷モデル (BLM) を結合した気象モデルを用いて調査した。また、モデル内の雲微物理スキームの妥当性を、地上観測データおよび衛星観測との比較を通じて評価した。第 2 章および第 3 章では、モデルで使用されているバルク雲微物理スキームの評価を実施した。この評価は、観測データとの比較を通して行うとともに、評価を実施するために機械学習に基づく地上観測データの解析手法を開発した。評価は 3 つのバルク微物理スキーム：水物質の質量を予報し、数濃度を診断する 2 つの 1 モーメントバルクスキームと、水物質の質量と数濃度の両方を予報する 2 モーメントバルクスキームに対して実施し、ディストロメータ観測とひまわり 8 号による衛星の観測データとの比較を通して評価した。北海道における降雪事象を対象にした評価の結果、2 モーメントバルクスキームは、他の 2 つのスキームと比較して、ディストロメータで観測された粒径-落下速度分布、ならびに放射輝度と輝度温度をより良く再現することを明らかにした。第 3 章では、2 モーメントバルクスキームの評価を、北海道における冬季の降雪事象全体に拡張した。冬季全体の観測データを解析するために、機械学習を活用して降水粒子の自動分類手法を開発した。この手法は、ディストロメータで測定された粒径-落下速度分布データに、期待値最大化アルゴリズムを適用して推定し、推定された粒径-落下速度関係式に自己組織化マップを適用し、降水粒子の種類を分類する。この新しい手法より、先見情報なしに降水粒子の種類を自動で分類することが可能になった。この手法を用いて 2 モーメントバルクスキームの評価を行い、2 モーメントバルクスキームの妥当性を検証・確認した。第 4 章では、マルチセル対流雲におけるダウンバーストに先行する雷活動の急激な増加を、第 2 章および第 3 章で雲微物理スキームが評価された 2 モーメントバルクスキームを使用して調査した。具体的には理想化実験により、ダウンバーストに先行する雷活動の急激な増加を再現することに成功した。雷活動の急激な増加が発生するメカニズムを明らかにするために、雲の微物理特性と対流セルの傾斜に焦点を当てた解析を行った。解析の結果から、特定の風の鉛直シアとコールドプールの強度の条件下で対流セルが傾斜した対流から直立した対流に移行することが、ダウンバーストに先行する雷活動の急激な増加をもたらすメカニズムの一つであることを明らかにした。本博士論文で得られた知見は、シビア現象に寄与する混相雲における主要な雲微物理過程の理解を深めることに貢献する。さらにこれらの知見は、ダウンバーストに対する警報の精度向上および気象モデルの高度化に寄与すると期待される。将来的には、より広範な観測データを用いて評価された気象モデルを通じて、混相雲のさらなる理解が進むことが期待される。