



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Bomb Cyclones in the HighResMIP Historical Simulations and Future Projections [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	高, 嘉祥; Gao, Jiexiang
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14647号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83591
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Jiexiang_Gao_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 高嘉祥 (Jiaxiang GAO)

審査担当者	主査	教授 見延 庄士郎
	副査	教授 稲津 将
	副査	准教授 佐々木 克徳
	副査	特任准教授 佐藤 陽祐
	副査	准教授 吉田 聡 (京都大学・防災研究所)

学位論文題名

Bomb Cyclones in the HighResMIP Historical Simulations and Future Projections
(HighResMIP の過去再現と将来投影実験における爆弾低気圧)

博士学位論文審査等の結果について (報告)

地球温暖化が進行する中で、いわゆる気象の極端現象が温暖化によってどのような影響を受けるのかは、大きな注目を集めている。ただし、現在の地球温暖化研究に用いられている気候モデル(大気海洋結合モデル)は、解像度の不足から台風を含め多くの極端現象を適切に表現することができない。このように、気候モデルが表現できない極端現象の一つに、爆弾低気圧がある。爆弾低気圧は国際的に確立した気象学の用語であり、短時間に急速に発達する温帯低気圧を意味する。この急速な発達には、低気圧の中心気圧で評価し、24時間で $24 \text{ hPa} \times \sin(\text{緯度})/\sin(60 \text{ 度})$ 以上の気圧低下が生じることが爆弾低気圧の条件である。爆弾低気圧はしばしば日本にも気象災害をもたらす、重要な極端現象である。

本論文は、このような現況にある爆弾低気圧について、高解像度の全球気候数値モデルおよび全球大気数値モデルの解析を行うことで、数値計算モデルの解像度がどのように爆弾低気圧に影響するのか、さらに温暖化が爆弾低気圧をどのように変えるのかを明らかにした。これらの数値モデルデータは、第六期結合モデル相互比較プロジェクトの一環である、高解像度モデル相互比較プロジェクトのプロトコルによって計算されたもので、ヨーロッパのPRIMAVERAプロジェクトよりモデルデータの提供を受けた。

まず爆弾低気圧の特性に強い解像度依存性があることを明らかにした。水平解像度が高いほど、爆弾低気圧の発生頻度は高くなり、平均水平サイズは小さくなる。回帰分析によると、爆弾低気圧の発生頻度は解像度140kmから25kmの間で約2倍になる。爆弾低気圧の全体的な増加は、小規模な爆弾低気圧の顕著な増加と、大規模な爆弾低気圧のある程度の減少によっている。また、高解像度モデルの爆弾低気圧は最大風速が大きく、これはサイズが小さいことによる圧力勾配の増加に関連している。これらの結果は、爆弾低気圧を適切に評価するには、高解像度の数値モデルを使用することが重要であることを意味している。

さらに、爆弾低気圧が将来どのように変化するかを調査した。将来変化はIPCC第五次評価報告書で用いられた、最も温暖化が進むシナリオRCP8.5に基づき、2050年まで計算がなされている。年間の爆弾低気圧の発生頻度は、北太平洋南部ではマルチモデル平均で統計的に有意な5%の減少を示した。南半球では、大気のみシミュレーションと結合シミュレーションの両方で、統計的に有意な爆弾低気圧の極方向へのシフトが見られ、大気のみ(結合)シミュレーションの平均では爆弾低気圧の頻度が9%(6%)増加した。これらの統計的に有意な爆弾低気圧の変化を、大気

の大規模場の変化と比較した。北太平洋における爆弾低気圧の頻度の減少は、中緯度ジェット
の緯度の変化と関係し、南半球での発生頻度の増加は中緯度の偏西風の強まりと密接に関連して
いることを見出した。北太平洋と南半球での爆弾低気圧の変化の違いは、温暖化が北極で最も強い
ことと、オゾン層の破壊と回復の影響が南半球で北半球よりも顕著であることと関連している可
能性がある。

これを要するに、著者は、爆弾低気圧がどのように数値モデルで表現されるか、そして爆弾低
気圧が温暖化によってどのように変化するかの新知見を得たものであり、気候科学・気象学に対
して著者の貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。