

氏名	山上 晃央		
学位の種類	博 士 (理学)		
学位記番号	博 乙 第 2 9 1 4 号		
学位授与年日	平成31年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	<p>Extraordinary Arctic Cyclones in Summer and Their Predictability on Medium-range Timescales</p> <p>(夏季の顕著な北極低気圧とその中期時間スケールにおける予測可能性)</p>		
主査	筑波大学教授	Ph. D.	田中 博
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	植田 宏昭
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	日下 博幸
副査	筑波大学助教	博士 (理学)	松枝 未遠
副査	筑波大学教授 (連携大学院)	博士 (理学)	石井 正好

論 文 の 要 旨

審査対象論文で著者は、夏季(6-8月)に発生した顕著な北極低気圧の予測可能性について、現業中期アンサンブル予報および長期アンサンブル再予報データを用いて調べた。近年の北極海の海水減少に伴い、北極域での人間活動が活発になっている。人間活動を安全に行うためには北極域における正確な天気予報が重要である。2008-2016年夏季に顕著な北極低気圧は10事例発生した。北極域では観測数が少ないため解析値の大きな不確実性が予想される。著者は各数値予報センターの解析値とERA-Interim再解析値とを比較し、10事例平均の最盛期における北極低気圧の中心気圧と中心位置の違いはそれぞれ0.5 hPa, 37.6 kmであることを示し、最盛期における北極低気圧の中心気圧と位置の解析値間の違いは小さいことを明らかにした。

著者は、北極低気圧の予測の解析から、その発達と位置の正確な予測には中緯度から侵入する低気圧と北極域に存在する低気圧との併合の正確な予測が重要であることを示した。侵入する低気圧の発生、発達、および経路の予測には上層のトラフ・リッジの予測が、北極域に存在する低気圧の位置の予測には上層の極渦の位置の予測が影響を与える。したがって、著者はこれら上層の場を正確に予測することが、北極低気圧の発達と位置を正確に予測するために重要であることを、審査対象論文ではじめて明らかにした。

また、著者は、夏季の顕著な北極低気圧の最盛期における発達と位置の平均的な予測スキルにつ

いて、現業中期アンサンブル予報及び長期アンサンブル再予報データを用いて調べた。その結果、90%以上のアンサンブルメンバーが最盛期における低気圧の存在を予測できるのは、最盛期の3.5日前を初期日とする予報からであることを著者は明らかにした。平均中心位置誤差が観測された北極低気圧の平均半径の半分以下になるのは、最盛期から2.5- 4.5日前を初期日とする予報であり、その時の中心気圧誤差は5.5- 10.7 hPaであった。1986-2016年夏季に発生した26事例の北極低気圧を対象とする、長期アンサンブル再予報を用いた結果でも、ほとんど同様の予測スキルが得られた。さらに、北極低気圧が400 km以内に存在する確率についての予報を検証した結果、1日予報では確率予測は信頼できるものの、3日、5日、7日予報では観測される頻度よりも高い確率となることを著者は明らかにした。以上の結果から、著者は北極低気圧の数値予報は、5日の予報時間以内であれば、有意義な情報を含んでいることを明らかにした。

審 査 の 要 旨

近年の地球温暖化にともない、北極海の海水の融解が急速に進んでいる。そのため、北極海に埋蔵されている天然資源に注目が集まるとともに、北極海上を航行する北極航路が開けてきたため、船舶による長距離輸送に新たな展開が見られている。このため、北極海上を夏季に長期間迷走する北極低気圧の成因解明とその信頼における高精度な予測システムの開発が急務となっている。このような時代背景の下で、著者は現業中期アンサンブル予報データ等を用いて、北極低気圧の成因解明と予測精度の検証に資する重要な研究を遂行した。

北極低気圧は熱帯低気圧のように同一の気団の中で発達するため、前線を持たず、台風のようなスパイラル構造の雲バンドを持つ。しかし、熱帯低気圧のような潜熱加熱は存在しないことから、その維持メカニズムには不明な点があった。先行研究では、傾圧不安定で発達する温帯低気圧の渦を併合吸収することで北極低気圧が維持される、という学説があった。著者は現業のアンサンブルメンバーの中で、北極低気圧の順圧渦と温帯低気圧の傾圧渦との併合が正しく行われた場合に北極低気圧はその勢力を維持し、併合に失敗した場合には衰退することを明らかにした。

この結果は、北極低気圧の発達と維持に、2つの渦の併合過程が重要であることを示すと同時に、下層の低気圧性渦と上層の極渦の鉛直結合が重要であることも示した。これらの新たな知見は国際誌にも発表され、北極環境研究の第一線を切り拓く業績として、世界的にも注目されている。審査対象論文は、北極温暖化に伴う顕著現象の予測研究という点で高く評価でき、その研究成果は社会的に大きく貢献しているものと判断できる。

平成31年1月15日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び学力の確認を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。