

令和2年1月4日

ArCS サブプロジェクトディレクター
齊藤 誠一 殿

氏 名 佐藤 和敏

終了報告書

- ・派遣支援先 機関名：アルフレート・ヴェーゲナー研究所 (国名：ドイツ)
- ・受入研究者 Annette Rinke
- ・研究課題名 (和文・英文)
 - (和文) 高解像度北極圏領域モデルの比較研究
 - (英文) Arctic CORDEX models intercomparison with observation data
- ・派遣支援期間：令和元年11月27日 ～ 令和元年12月22日

1. 派遣支援期間中の研究実施状況及びその成果・・・任意様式（A4判2ページ以上）

研究計画に基づいて、何をどこまで実施したか、どんな成果が得られたか、具体的に記載してください。野外観測活動を実施した場合には、その内容も含めて報告して下さい。

2019年度 ArCS 若手研究者海外派遣事業の支援を受け、ドイツのポツダムにあるアルフレッドウェゲナー研究所（AWI）に約1ヶ月滞在しました。今回の派遣では、「Arctic-CORDEX」というプロジェクトで開発された北極海用の高解像度モデルの再現性を調べ、北極海の大気現象を議論する上で最適なモデルスキームを見つけるため、「Arctic-CORDEX」プロジェクトの取りまとめである AWI の Rinke 博士を訪問しました。

【研究背景】

これまでの研究では、北極海の大気現象を調べるため、主に各国の研究機関が一般向けに提供している再解析データが用いられてきました。再解析データは、スケールが比較的大きい低気圧や高気圧などの再現はよく、長期変動や海氷減少との関係性などを議論する際に使用されています。しかし、これらの再解析データは、スケールの小さい現象を再現するために十分な解像度を持っておらず、不確実性が大きいままです。特に、北極海の気候変動を支配する現象の1つである雲は、短波放射や長波放射などの放射収支を通じて表面収支に影響しますが、再解析データで正確に再現できておらず、北極海の気候変動を理解する上で再現性を向上させる必要があります。そこで、北極海用の高解像度モデルやモデルスキームを開発することで、雲の再現性の向上を通じて放射収支や表面収支を正確に再現し、北極海で発生する大気-海洋-海氷相互作用のより正確な理解に貢献できることが期待できます。

【研究の詳細】

そこでこの派遣では、(1)北極海で取得した観測データと各国により開発された高解像度モデルの比較、(2)北極海で発生する雲の再現性を向上させるモデルスキームの特定を行いました。「Arctic-CORDEX」高解像度モデルの再現性を調べるため、2014年9月に北極海のチュクチ海で実施された「みらい」北極海航海で取得した観測データと比較を行いました。この北極航海では、2014年9月6～25日にチュクチ海の海氷縁付近で定点観測を実施しました。観測データとして、ラジオゾンデ観測で取得された気温、湿度や風速などの鉛直プロフィールデータや地表気象観測機器により取得されたデータ（気圧、気温、風速、混合比など）が含まれています。高解像度モデルデータとして、「Arctic-CORDEX」の5チームに提供してもらった8つのモデルの出力データ（AWIのHIRHAM [version1, 2, 3]、NOAAのCAFS、

Trier 大学の CCLM [version ERA-I、ERA5]、Liege 大学の MAR、Met Office の MetUK) を使用しました。また、一般向けに公開されている 5 つの再解析データ (ECMWF の ERA-Interim と ERA5、NCEP の CFSR、JMA の JRA55、NASA の MERRA) を使用しました。

【研究結果】

(1) 北極海で取得した観測データと各国により開発された高解像度モデルの比較

定点観測期間の高解像度モデルや再解析データの再現性を調べるため、これらのデータセットと「みらい」の観測データと比較して誤差や標準偏差を調べる統計解析を実施しました。気象の鉛直プロファイルについては、ほとんどの高解像度モデルや再解析データで再現できており、誤差が非常に小さいことがわかりました。しかし、対流圏の下層付近 (800-1000hPa) では、全データ間のばらつきが大きくなる期間があり、一部の高解像度モデルや再解析データは再現性が悪くなっていました。そのため、高解像度モデルは AWI の HIRHAM、再解析データは ECMWF の ERA5 の再現性が最も良いことがわかりました。

表面データについては、高解像度モデル・再解析データ共に鉛直プロファイルより誤差が大きくなることがわかりました。特に、表面付近の気温誤差は、全ての高解像度モデルで平均 2°Cほどと誤差が比較的大きい結果となりました。これは、高解像度モデルを計算する際に境界値として使用した再解析データ (ERA-Interim) が同様な傾向を示しており、その影響を受けている可能性があります。しかし、高解像度モデルの表面気温の誤差は、境界値として使用した ERA-Interim より気温の誤差が小さくなっていました。これは、高解像度モデルで再解析データより解像度を高くすることにより、表面気象データの再現性が改善されることを示唆しています。

さらに、高解像度モデルで出力されている雲のパラメーターや放射、表面フラックスの再現性についても調べました。雲や放射、表面フラックスの再現性については、高解像度モデルでも再現できていないモデルがありました。そのため、最新のモデルスキームを組み込み計算された再解析データ ERA5 は、一部の高解像度モデルより観測値との誤差が小さく、再現性が比較的高いことがわかりました。そのため、北極海で発生する雲や放射・熱収支の再現性向上には、解像度を高くするだけでは不十分であることが示されました。

(2) 北極海で発生する雲の再現性を向上させるモデルスキームの特定

特定の事例に着目すると、ERA5 でも再現できていない事例がありました。例えば、南から暖湿流が流入して下層雲が形成されている事例では、下層での雲の形成が全く再現できておらず、地表に届く下向き短波放射が観測データより $200\text{W}/\text{m}^2$ 以上大きくなっていました。一方、AWI の HIRHAM は、下層雲の形成を再現できており、観測された長波・短波放射を再現できていました。これは、AWI の HIRHAM で使用されている雲のモデルスキームが北極海の下層雲を再現する上で最適であることが示されました。

2. 派遣支援期間中の研究発表概要

該当なし

3. 派遣支援期間中の受賞歴

該当なし

4. 派遣支援期間中のアウトリーチ活動

該当なし