

終了報告書

- ・派遣支援先 機関名： University of Manitoba (国名： カナダ)
- ・受入研究者 小木雅世

- ・研究課題名 (和文・英文)
 - (和文) 北半球高緯度の海氷域変動による大気循環場への影響

 - (英文) Influence of Northern Hemisphere sea-ice extent variability on atmospheric circulation

- ・派遣支援期間：平成 26 年 11 月 1 日 ~ 平成 27 年 1 月 31 日

1. 派遣支援期間中の研究実施状況及びその成果

派遣支援期間中の活動の概要

私は今回の派遣支援を受けてカナダのマニトバ大学に約3ヶ月間滞在し、受け入れ先の小木雅世博士と共に共同研究を行った。また、12月8日-12日に行われたArctic Change 2014 Conference(Ottawa)と、12月15日-19日に行われたAmerican Geophysical Union Fall Meeting(San Francisco)に参加し、派遣支援期間中の研究内容を含めたポスター発表を行った。本派遣支援期間中は学会期間も含め、小木博士を始め多くの研究者と議論を行い、的確なアドバイスをもらうことができた。また国際学会では他の講演者の発表を通して多くの研究に触れることができ、今後の研究に役立つ貴重な体験をすることができた。

以下、派遣支援期間中の研究実施概況を報告する。本研究では、大気大循環モデル (Atmospheric General Circulation Model, AGCM) を用いた感度実験により、近年の北半球の海氷域変動に伴う冬季の大気循環場の応答について、中緯度低温化の季節内進行とそのメカニズムを、対流圏-成層圏結合にも着目して明らかにすることを目的とした。数値実験結果について、海氷域変動に伴う現実の大気場の応答との比較を行うため、当初の計画に加えて再解析データを用いた統計的な解析も行った。小木博士と議論を重ねた上で以上の解析内容を含めてまとめ、派遣支援期間中に参加した学会で発表した。学会後は自身の発表を通していただいたアドバイスなども踏まえて、海氷域変動に伴う大気循環場応答の中で特に対流圏-成層圏結合に焦点を当て、未だ明らかになっていない海氷域変動に伴うプラネタリー波の上方伝播の増加メカニズムの解明に向けて解析を行った。この内容はまだ解析の途中であるが、派遣支援期間内に明らかにしたことを含めて5月の日本気象学会春季大会(筑波)に投稿済みであり、発表を行う予定である。また、今後さらに解析を進めた結果を、本派遣支援期間内に得た結果と併せて論文にまとめる予定である。以下に本派遣期間中に得た研究成果をまとめた。

研究成果

初めに、北半球海氷域の減少と冬季の大気循環場の応答について調べるために、大気再解析データを用いて統計的に解析を行った。北半球海氷域面積のデータはNational Snow and Ice Data Centre のデ

ータを、大気データはJapan 55 year Re-Analysis (JRA55, Kobayashi et al., 2015) を使用した。解析は、1979/80年から2009/10年までの冬の大気場を、先行する標準化した9月北極域海氷域面積の時系列にラグ線形回帰した。1000hPa面における気温偏差場では、海氷域の減少に伴い冬を通して北極海・オホーツク海上で高温偏差となっていた。また、12、1月には250hPa面においてバレンツ海上の高気圧性偏差からシベリア上の低気圧性偏差へ定常ロスビー波の伝播、それに伴う1000hPa面におけるシベリア上の低温偏差がみられた。さらに2月には、北極海上で高気圧性偏差、北大西洋上で低気圧性偏差を伴う負の北大西洋振動 (North Atlantic Oscillation, NAO) のパターンが対流圏全層にわたって等価順圧的構造をもち、1000hPa面では北米・欧州で低温偏差となった。次に、統計的解析によって得られた時空間的パターンについて、海氷域の減少がもたらす低温応答とそのメカニズムを詳細に調べるために数値実験の解析を行い、更に統計的解析によって得られた時空間的パターンとの比較を行った。

本研究では文部科学省GRENE (Green Network of Excellence) 北極気候変動プロジェクトによって実施された数値実験結果を使用した。モデルはAGCM for the Earth Simulator (AFES, Ohfuchi et al., 2004) のver. 4.1 を使用しており、解像度はT79L56で、最上層は約60kmの下部中間圏に設定されている。本研究では、北半球海氷域の境界条件のみが異なる2つのランを使用した。海氷密接度に関して、多氷ランには1979年から1983年までの平均季節サイクル、少氷ランには2005年から2009年までの平均季節サイクルが、北半球海氷域の境界条件としてそれぞれ設定された。また、海面水温は1979年から1983年までの平均季節サイクル、初期値はJapan 25 year Re-Analysis (JRA25, Onogi et al., 2007) の1979年1月平均値をそれぞれ同一に設定し、11年のスピナップの後に60年間の積分を行った。近年の海氷域変動に伴う大気循環場の応答に着目するために、少氷ラン60年平均から多氷ラン60年平均の差 (前者－後者) をとって解析した。

海氷域の減少に伴う月平均地上気温偏差場では、冬を通して北半球中緯度に低温偏差が見られた。中でも、1月はシベリア (図1a) で、2月は北米・欧州 (図1c) で低温偏差が強く顕著に現れており、再解析データを用いた解析と整合的であった。まず初めに1月のシベリアの低温偏差形成メカニズムに着目した。12月から1月にかけて250hPa面で、バレンツ海上の高気圧性偏差からシベリア上の低気圧性偏差に定常ロスビー波伝播と、その強まりがみられた。この応答に伴う高度偏差場の傾圧構造により、下層ではバレンツ海の南東域のユーラシア大陸上に高気圧性偏差が形成されており (図1b)、その東縁の北東風偏差に伴う寒気移流がシベリアの低温偏差に強く寄与していた事が分かった。続いて2月の北米・欧州の低温化に着目した。1月から2月にかけて、海面気圧偏差場において北極海上で高気圧性偏差が、北大西洋上で低気圧性偏差が発達し、負のNAOのパターンとして表れている (図1d)。この偏差場に対応した風偏差が、北米・欧州に寒気移流をもたらして低温化に寄与していることが分かった。また、この負のNAOパターンの形成については、1月中旬に成層圏上部で発生した東風偏差が時間と共に下方に伝わることと関係があることが示唆された (図2a)。

この成層圏上層の東風偏差とプラネタリー波の鉛直伝播との関係を見るために、100hPa面での擾乱熱フラックス ($v' T'$) を評価した。ここで、 v' と T' は南北風と気温の東西平均からの差であり、総観規模擾乱による応答に着目して5日移動平均をかけた日平均データを基に計算を行った。12月下旬以降、成層圏上層の西風偏差が時間とともに弱化している時期に対応して、東西平均・北緯50°~80° 平均した100hPa面における $v' T'$ 偏差も顕著な正偏差がみられた (図略)。図2bは、12月21日から31日間の期間で平均した100hPa面における $v' T'$ 偏差の平面図であるが、バレンツ海上空とベーリング海上空の2カ所において顕著な増加がみられた (赤のシェイドの部分)。

以上が派遣支援期間中に得られた主な結果であり、現在は $v' T'$ の成分分解を行い、バレンツ海上空とベーリング海上空それぞれの場所での擾乱熱フラックスの増加がどのようなメカニズムによるかを詳細に解析している。

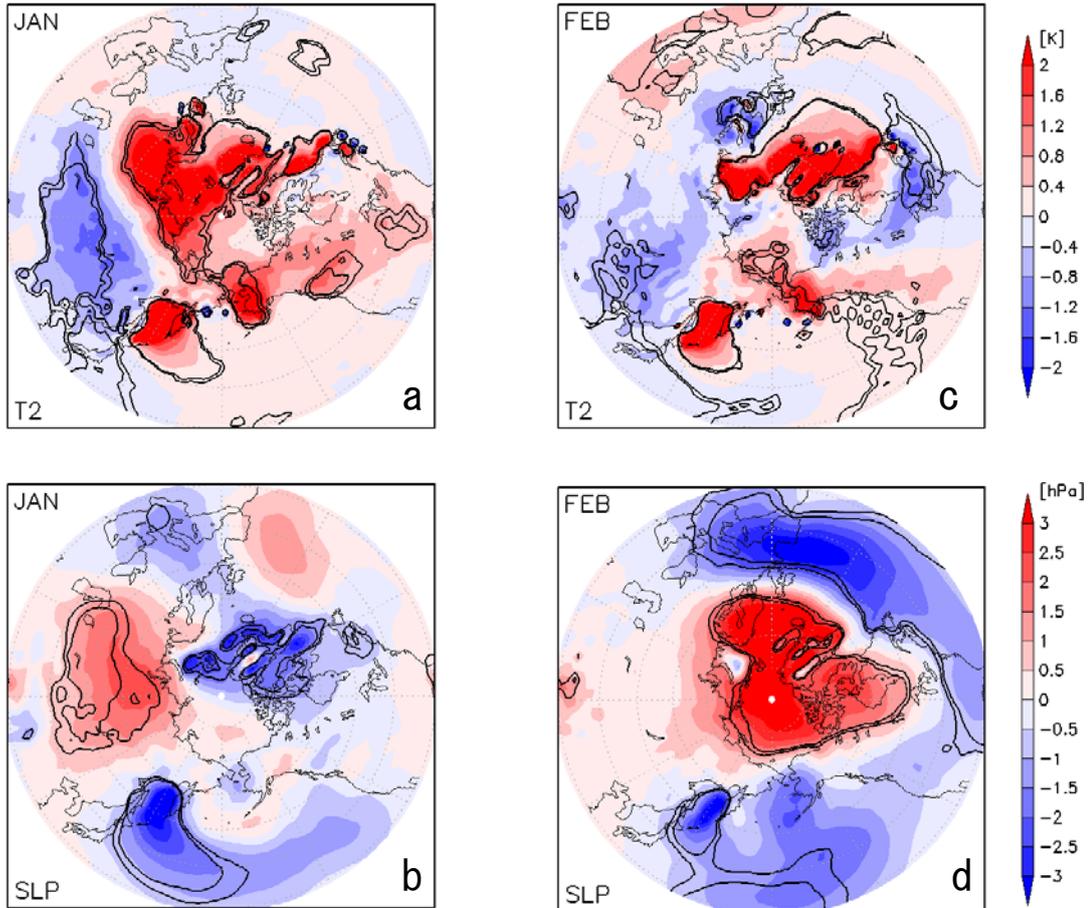


図 1 AGCM を用いた数値実験による少氷に伴う(少氷ラン-多氷ラン) 1月の(a)地上気温偏差(K, 陰影)と、(b)海面気圧偏差(hPa, 陰影)。(c-d) (a-b)に同じ。ただし、2月。等値線は 90、95%で有意な領域。

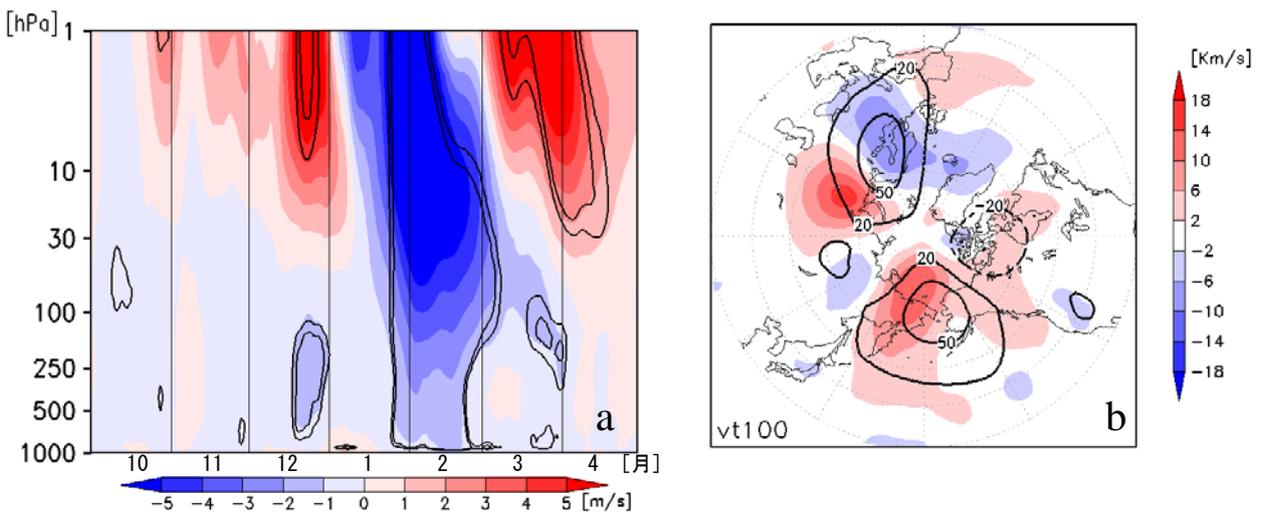


図 2 (a) 図 1 に同じ。ただし、北緯 60° における 11 日移動平均をかけた東西平均東西風偏差(m/s, 陰影)の 高度-時間断面図。(b) 100hPa 面における擾乱熱フラックス偏差 (Km/s, 陰影)と、多氷実験での擾乱熱フラックス (Km/s, 等値線)。

2. 派遣支援期間中の研究発表概要

学会名 : Arctic Change 2014

開催地 : オタワ、カナダ

タイトル : Influence of Northern Hemisphere sea-ice extent variability on atmospheric circulation

発表日程 : 2014年12月9.10日 17:15-19:00

ポスター発表

学会名 : American Geoscience Union

開催地 : サンフランシスコ、アメリカ

タイトル : Influence of Northern Hemisphere sea-ice extent variability on atmospheric circulation

発表日程 : 2014年12月17日 13:40-18:00

ポスター発表