

海氷・海面水温が冬季成層圏循環に及ぼす影響

名本彩乃*・三好勉信(九州大院・理)

中村哲(北海道大)・山崎孝治(北海道大)・浮田甚郎(新潟大)

1. はじめに

近年の地球温暖化の影響により、北極域の海氷面積は著しく減少している。Nakamura et al.(2015)では、海氷の厚さを過去(1979~1983年)と近年(2005~2009年)の2つの条件を設定し、その違いが大気にとどのような影響を及ぼすのかを調べるため、大気大循環モデルによる数値実験を行なった。その結果、近年の条件の方が極渦が弱化し、負のAO/NAOと関連があることがわかった。そこで本研究では、Nakamura et al.(2015)の実験設定に加え、海氷だけでなく海面水温も同様に条件を変えた実験を行なった。それぞれの実験結果を比較することで、海氷変動の影響、海面水温変動の影響がそれぞれ大気循環にどのような影響を及ぼしているのかを調べた。

2. 使用データと実験設定

本研究では、地球シミュレータ用に開発された大気大循環モデル AFES (Ohfuchi et al. 2004) で計算した結果を用いた。このモデルは T79L56 で水平解像度は約 1.5° 、モデル上端は高度約 60km である。境界条件として表 1 で示す 3 つを設定した。ここで Early(1979~1983年)、Late(2005~2009年)はそれぞれ 5 年平均の値を用いた。海面水温と海氷の濃度は、NOAA の Optimum Interpolation Sea Surface Temperature と

表 1 AFES で用いた境界条件

	積分時間	海面水温	海氷の厚さ
CNTL	60年	Early	Early
NICE	60年	Early	Late
GLBL	60年	Late	Late

Sea-Ice Concentration を用いた。海氷境界条件は、0%から 100%の海氷密度を 0 から 50cm の海氷厚に線形変換したものを用いた。初期値は JRA-25 (Onogi et al. 2007) のデータからの 1979 年 1 月月平均値で、11 年スピニングの後に 60 年積分している。結果はそれぞれの実験において 60 年平均した値を CNTL 実験と比較することで議論する。

3-1. 帯状平均東西風

図 1(a)-(c)を比較すると、NICE では 1 月で西風が大きく減速していることがわかる。また東風(値が負)は成層圏突然昇温の発生に対応しており、GLBL と NICE では成層圏突然昇温の発生頻度が CNTL 実験より増加し、発生時期が 1 月に集中していることがわかる。

次に GLBL、NICE とともに CNTL との差を示した時間-高度断面図(図 1(d),(e))を見ると、成層圏での極渦の弱化が見える。特に上部成層圏での 12 月下旬から負の偏差が見られ、その分布が対流圏まで下降してい

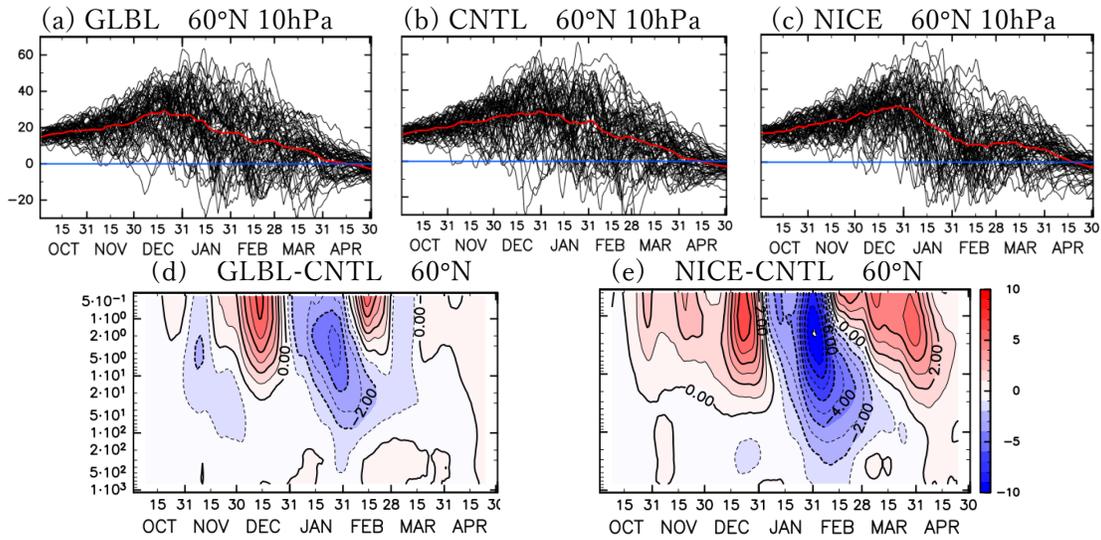


図1 (a)-(c) 北緯 60 度、10hPa 面における帯状平均東西風の時間変化。縦軸は風速(m/s)で正の値は西風、負は東風を表している。黒線は一年ごと、赤線は 60 年平均値である。(d),(e) 北緯 60 度における帯状平均東西風の時間-高度断面図。縦軸は高度(hPa)。コンターは 1m/s。15 日移動平均をかけている。

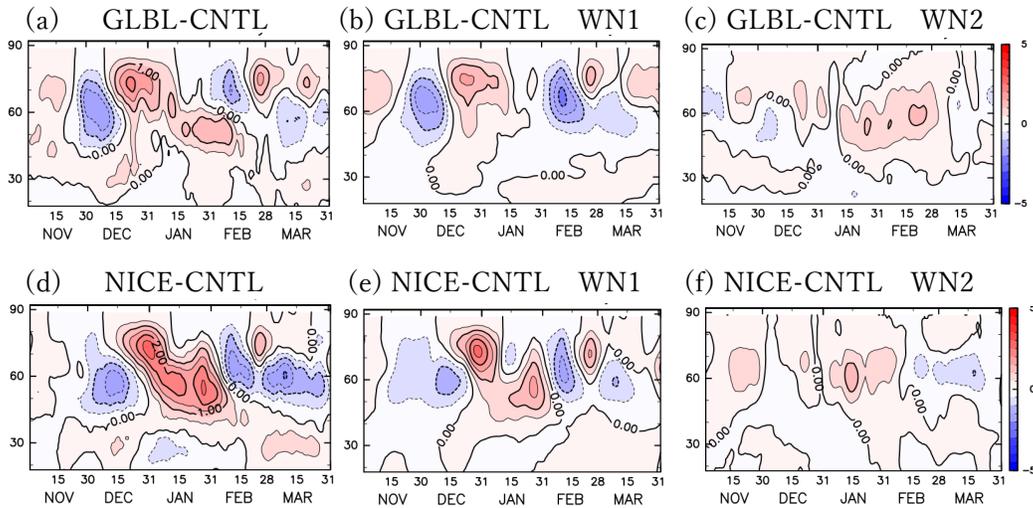


図2 100hPa における EP フラックス鉛直成分の時間緯度断面図。(a)-(c)は GLBL-CNTL、(d)-(f)は NICE-CNTL。(a)(d)は全成分、(b)(e)は波数 1 成分、(c)(f)は波数 2 成分。15 日移動平均をかけている。

る。(e)では最大で-10m/s に対し、(d)では -5m/s と半分になっている。NICE 実験の結果から、海水減少は極渦を弱めるように働いているのに対し、GLBL 実験では海面水温も近年のものに変えているため、近年の海面水温の条件は極渦を強める方向に働

いていると考えられる。

3-2. EP フラックス鉛直成分

波の活動度に着目するために、EP フラックスの鉛直成分を計算した。12 月下旬から 1 月における高緯度域の F_z は NICE が最も大きく、GLBL、CNTL の順となっている

ことがわかる。これは、図 1(d),(e)の結果と整合的である。また、波数 2 成分の GLBL-CNTL と NICE-CNTL の違いがほとんど見られないため、波数 1 成分の違いが大きく寄与していると考えられる。

3-3. ジオポテンシャル高度

図 3(a)-(c)を見ると、成層圏における波数 1 の波の振幅は、NICE が最も大きく、GLBL、CNTL の順になっており、位相に

は大きな違いはない。図 3 (d),(e)を比べると、成層圏での偏差パターンは似ているが、対流圏の経度 300~350 度付近で GLBL 実験の差(図 3(d))のみに正偏差が現れている。成層圏下部でも、経度 300~350 度付近で負の偏差が小さくなっており、成層圏の波活動に影響を及ぼしていると考えられる。

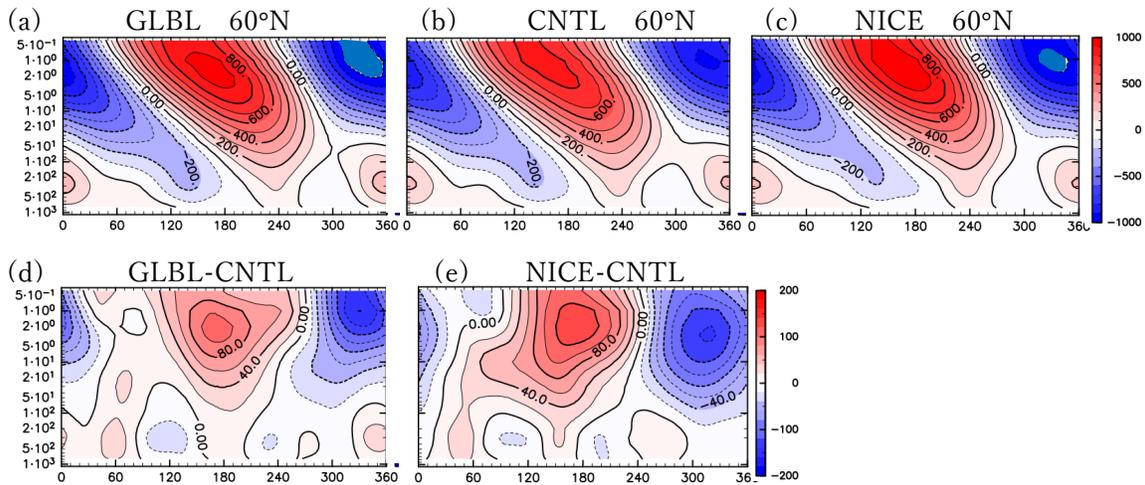


図 3 (a)-(c) 北緯 60 度におけるジオポテンシャル高度の帯状平均からのずれの経度-高度断面図。12 月 16 日~31 日の 16 日平均値。等値線間隔は 100m。 (d),(e) それぞれ(a)と(b)、(c)と(b)の差。等値線間隔は 20m。

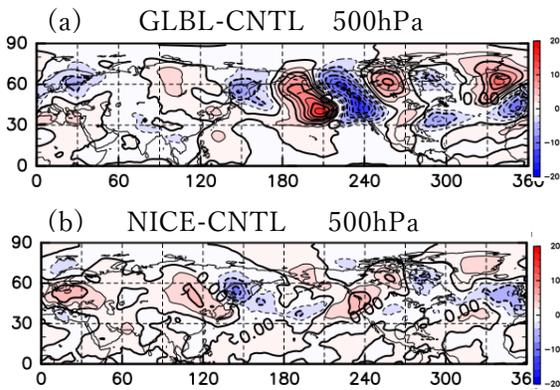


図 4 (a),(b)500hPa 面における $v'T'$ (東西平均からのずれ)の緯度-経度分布図。12 月から 2 月の 3 ヶ月平均値。等値線間隔は 2K m/s。

3-4. 熱フラックス

対流圏での波活動を調べるために、熱フラックスを計算した。図 4(a),(b)を比較すると、東半球(0 度~180 度)ではほとんど違いが見られないが、西半球(180 度~360 度)では違いが大きくなっている。特に中高緯度の太平洋東岸から大西洋の領域では、図 (a)の方が偏差の値が大きく、この領域での波活動の違いによるものと考えられる。

4. まとめ

大気大循環モデル AFES を用いて、海氷の厚さと海面水温の条件を変えた数値実験を行った。海面水温が近年の条件であると、図 1(d)から海氷減少のみを考慮した場合と比べて、成層圏での極渦が強くなることがわかった。したがって海氷の変動は成層圏の波活動を強め、海面水温の変動は成層圏での波活動を弱めるように作用していると考えられる。また対流圏では西半球での熱フラックスが GLBL と NICE で異なっていた。この対流圏での違いが成層圏での波活動や極渦の強さの違いを引き起こしたと考えられる。

今後は波活動をより詳細に調べるために、3次元の波活動度フラックスを用いて解析する。

5. 参考文献

- Ohfuchi, W. et al., (2004), 10-km mesh meso-scale resolving simulation of the global atmosphere on the Earth Simulator –Preliminary outcomes of AFES(AGSM for the Earth Simulator), J. Earth Simul., 1, 8-34
- Onogi, K. et al., (2007), The JRA-25 reanalysis, J. Meteorol. Soc. Jpn., 85, 369-432, doi: 10.2151/jmsj.85.369.
- Nakamura, T. et al., (2015), A negative phase shift of the winter AO/NAO due to the recent Arctic sea-ice reduction in late autumn, J. Geophys. Res. Atmos., 120, 3209-3227, doi:10.1002/2014JD022848