

# 海氷の再現性の高いモデルを用いた北半球気候の将来

Possible future climate predicted by climate models with high reproducibility of Arctic sea ice

地球環境気候学研究室 平野穂波 (509376) 指導教員：立花義裕

Honami Hirano

Keywords: globalwarming, Taylor diagram, climatic change

## 1. はじめに

近年、北極海氷域の減少傾向が観測されており、2007年9月には記録最も小さい海氷面積が観測された。さらに昨年の2012年には2007年の記録をあっさりと塗り替えた。Ogi, M., J. M. Wallace. [2012]では、NCEP/NCAR再解析データを用いて、2007年9月の北極海氷域925hPaの風の偏差場を解析した。その解析結果では、北極海中央付近での高気圧性循環の卓越や、ラプテフ海での低気圧性渦、また北極海を横断し Fram 海峡へと向かう風の流れなど、特徴的な風のパターンがみられた。本研究では、第三次気候モデル相互比較プロジェクト (CMIP3) の複数の大気海洋海氷陸面結合モデルによる実験結果と観測された海氷と大気場の関係の再現性を確認し、さらにその結果を用いて大気場が海氷減少に与える影響を明らかにすることを目的として解析した。

## 2. データ

本研究では、1979～2011年9月のHadISSTの海氷密度データ、NCEP/NCARの風・海面気圧データを使用した。またCMIP3では24のマルチ気候モデルがあるが、本研究ではそのうち海氷密度・海氷厚・風・海面気圧データが存在した14モデルを対象とした。

## 3. モデルの選定 -Taylor diagram-

対象としている14モデルのうち、再現性が高いモデルを選定するためにTaylor diagram [Taylor, 2001]を用いた。Taylor diagramは、複数のモデルが観測値データとどれほど一致しているのかを比較し、表現する際に便利な手法である。本研究では、この手法を用いて1979～2011年9月の海氷密度時系列に、同期間の6,7,8月平均の海面気圧場を回帰したパターンをモデルと観測値で作成し、それぞれを比較した (Fig.1)。アルファベットはそれぞれ14モデルを示している。結果から高い相関と観測値に近い標準偏差を持つ8モデルをまず始めに選定した。B: CSIRO-Mk3.5, D: MRI-CGCM2.3.2, H: CGCM3.1(T63), L: GISS-AOMは観測値と比較して

あまり海氷が減っていなかったため、それら5モデルを除いたC: MIROC3.2(medres), J: GFDL-CM2.0, K: GFDL-CM2.1, N: MIROC3.2(hires)の4モデルを最終的に選定した。

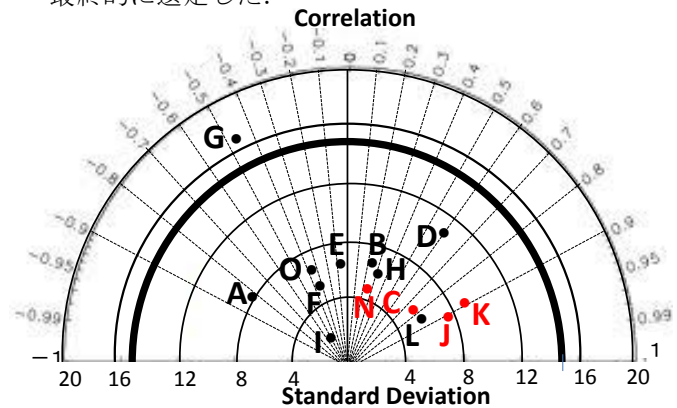


Fig.1 Taylor diagram. The red alphabet is the selected models.

## 4-1. 結果 -現在気候-

Taylor diagramを用いて選定した4モデルを、観測値の再現性が高く、信頼できるモデルと考える。そこで北極上の大気場が海氷減少にどんな影響を与えているのか明らかにするために、1979～2011年9月の海氷密度時系列に6,7,8月と9月の風のパターンをそれぞれ回帰した。

### 4-1-1 1979～2011年6,7,8月の風のパターン・海氷厚分布

1979～2011年9月の海氷密度時系列に同期間6,7,8月の風のパターンを回帰した (Fig.2)。また色は同期間6,7,8月の平均海氷厚を示している。

この図から、4モデルに共通して Fram 海峡を大西洋向きの風の流れが見られた。また、4モデルのうちN: MIROC3.2(hires)を除く3モデルに共通して、北極上に高気圧性循環の卓越が見られた。またJ: GFDL-CM2.0とK: GFDL-CM2.1の2モデルではロシア北部に低気圧性循環もみられた。この低気圧性循環の発達により、より高気圧性循環が強まり北極中心を横断し Fram 海峡へと向かう風が強化されたと考えることができる。

### 4-1-2 1979～2011年9月の風のパターン・海氷厚分布

1979～2011年9月の海氷密度時系列に、同期間9月の風のパターンを回帰した。また色は同期間9月の

平均海氷厚を示している。

結果より、K: GFDL-CM2.1 を除く 3 モデルにおいて北極海上での低気圧性循環の卓越、北極中心を横切りフラム海峡へと向かい海氷を大西洋へと押し流す風の流れなど、共通の風の間がみられた。

また K: GFDL-CM2.1 では同様の風の間は見られず、フラム海峡では逆方向である北極中心に向かう風の流れが見られた。

#### 4-2. 結果 -将来気候-

北極域において、温暖化し海氷が減った場合現在気候とどれほど異なる風の間になり、どんな影響を与えるのか明らかにするために、将来気候(2040~2050年)6,7,8月の風・海氷厚平均値から現在気候(1979~2011年)6,7,8月の風・海氷厚平均値を引いた(Fig.3)。色は将来気候から現在気候を引いた平均海氷厚で濃色ほど海氷の減少率が大きいことを示している。

結果より、現在気候の風の間と比較して 4 モデルに共通する北極上の風の間はほとんど見られなかった。C: MIROC3.2(medres)ではフラム海峡を大西洋に向かう流れが見られたが、J: GFDL-CM2.0, K: GFDL-CM2.1, N: MIROC3.2(hires)では逆方向の北極中心に向かう風の間が見られた。

#### 5. 考察

Taylor diagram の結果より全体的に良い相関が得られなかった。このことより、一部を除く多くのモデルで海面気圧場に対する海氷の関連性の再現が低いということが考えられる。また再現性が低かった点から、選定したモデルでみられた特徴的な風の間が、再現性の悪かったモデルでは見られなかったと考えられる。

選定した 4 モデルで 9 月の海氷密度時系列に 6,7,8 月と 9 月の風の間をそれぞれ回帰した結果、それぞれで共通する特徴的な風の間が見られた。その結果より、6,7,8 月の特徴的な風の間は海氷に対して 9 月における海氷減少のきっかけを与える役割を持ち、また 9 月の風の間はさらなる海氷減少に向けて働きかける役割を持つと考えられる。また将来の風の間では 4 モデルに共通する風の間がほとんど見られなかったことから、将来において風は海氷減少に影響を与えておらず、別の理由で減り続けていると考えることが出来る。

#### 6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた指導教員の立花義裕教授、JAMSTEC の小木雅世氏、また多くの助言をしてくださった研究室の先輩方に感謝の意を表します。

#### 7. 参考文献

- [1] Ogi, M., J. M. Wallace. (2012), The role of summer surface wind anomalies in the summer Arctic sea ice extent in 2010 and 2011, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 39, L09704, doi:10.1029/2012GL051330, 2012 .
- [2] Taylor, K. E. (2001), Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram, *J. Geophys. Res.*, 106, 7183-7192, doi:10.1029/2000JD900719.

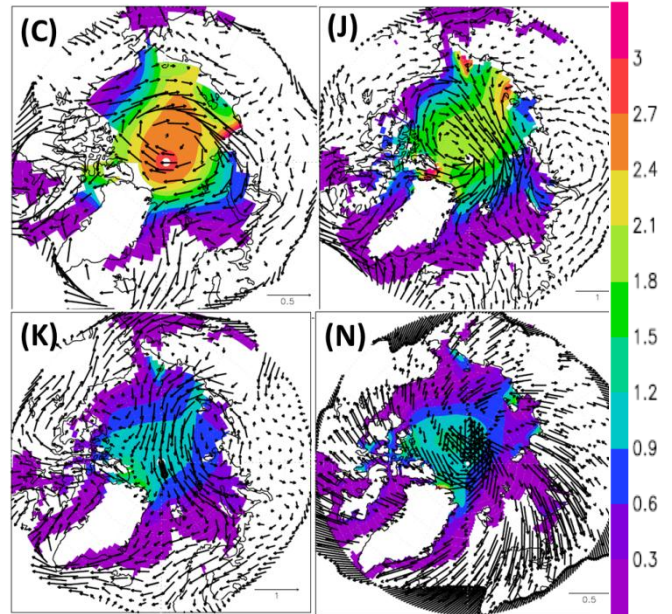


Fig.2 The composite chart of average sea ice (m) thickness from 1979 to 2011. 925-hPa wind fields were regressed on the time series of September the Arctic sea ice concentration from 1979 to 2011.

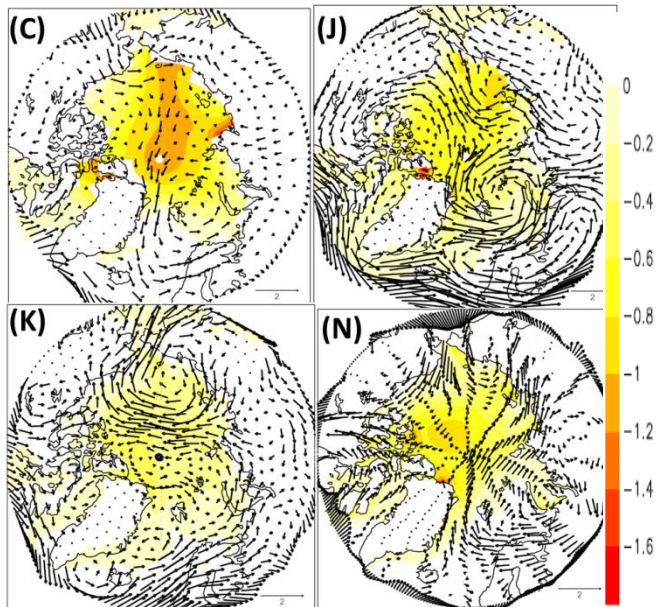


Fig.3 The composite chart of wind field and (m) sea ice thickness subtracting average for the period 1979-2011 from those for the period 2040-2050.