

## 近年の北極域における温暖化パターンの解析的研究

### Data analysis of recent warming pattern in the Arctic

大橋 正宏<sup>1\*</sup>, 田中 博<sup>2</sup>

Masahiro Ohashi<sup>1\*</sup>, Hiroshi Tanaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院生命環境科学研究科, <sup>2</sup>筑波大学計算科学研究センター

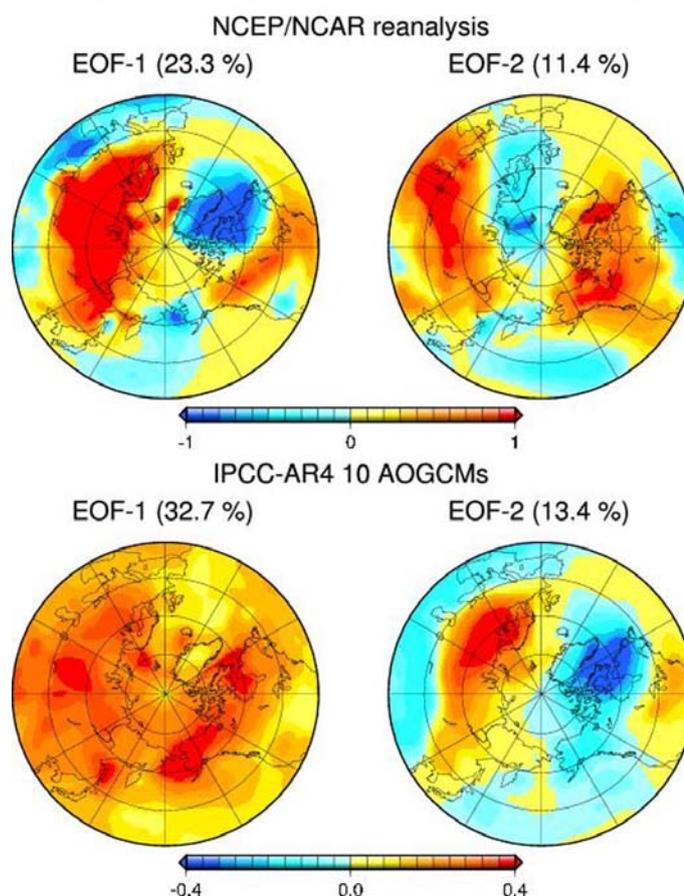
<sup>1</sup>CCS, University of Tsukuba, <sup>2</sup>CCS, University of Tsukuba

近年の地球温暖化に伴う気候変動が最も顕著に現れているのが、北極域および、その周辺の北極域である。また、気候変動に関する政府間パネルの第4次評価報告書(IPCC-AR4)で使用されたモデル群の将来予測によると、21世紀ほどのシナリオを見ても北極域を中心に昇温が進行すると示唆されている。一方、20世紀後半において、冬季北半球の中高緯度大気的主要な変動である北極振動(AO)が、地上気温(SAT)や海氷などの北極域の気候とよく一致してきたことから、温暖化研究においてAOの成因の理解が重要視されてきた。これまでにAOの十年スケールの変動は、カオス的な大気-海洋システムの内部変動であることを示し、20世紀後半に見られた温暖化の大部分はAOに伴う自然変動であると主張してきた。しかしながら、ここ数十年、SATが上昇し北極域の海氷が減少し続けているにもかかわらず、温暖化とともに始まったAO指数(AOI)の増加トレンドは止まっているため、両者の関係に矛盾が生じている。北極域の気候システムが臨界点を越え、新しい気候レジームに入ってしまったという見解もあるが、温暖化とAOについては未だはっきりしないことが多い。

本研究では、AOIの増加トレンドが止まっている最近20年の北極域における、SATや海氷の気候変動パターンを再解析・観測データを用いて解析し、それ以前の期間と比較することで、そのメカニズムを探った。また、得られたメカニズムがIPCC-AR4で使用された10種類の大気海洋結合モデル群で再現できるかを確認し、北極域の気候変動に対する内部変動と外部強制応答の寄与を調査した。

その結果、以下に示すような北極域のおおまかな温暖化メカニズムが推測できた。1989年以前は、冬季のAOがSATや海氷の分布を決定しており、特に1970年頃から始まった温暖化は、1989

#### Eigenvector (1951–1999 winter SAT in K)



年まではAOに伴う冬季のSATの増加によって十分に説明できることがわかった。一方で、1989年以降、それまでの期間に見られたAOIの増加トレンドが止まり、減少トレンドとなることで、年平均としてのポーフォート高気圧の勢力が強化された。9月の海氷に最も影響するのは夏季のポーフォート高気圧である。この夏季のポーフォート高気圧の強化により、ポーフォート海上の9月の海氷は激減し、アイス-アルベドフィードバックを介して、秋季の北極海上のSATの増加が顕著になることが示唆された。近年20年は、秋季のSATの増加が冬季のAOに伴うSATの上昇を上回ることで、北極域の気候変動とAOの間には関係性がないように見えていたが、以上の結果から両者は決して無関係ではないと考察できる。

また、IPCC-AR4モデル群は、現実大気において最も卓越するAOパターンによる自然変動を過小評価し、現実大気には見られない外部強制応答による昇温パターンを再現していることが示された。冬季SATの構造の大部分は内部変動としてのAOによるものであることもわかった。一方で、これらのモデル群における海氷分布の再現性を検証したところ、モデル間でのばらつきが大きく、よく再現できていたモデルは半分程度であった。中でもAOIやポーフォート高気圧の勢力に対応する海氷分布を再現できていたモデルは1種類だけあった。モデル群が示すAOIやポーフォート高気圧の勢力は、内部変動としての振幅が外部強制応答のそれよりも十分大きく、20世紀後半に観測された海氷分布は内部変動としてのAOやポーフォート高気圧によって説明ができることがわかった。この結果は、21世紀の将来予測に見られるAOIやポーフォート高気圧の勢力においても同様であり、両者は温室効果ガスの増加のような人間活動による影響はほとんど受けないことも示された。AOやポーフォート高気圧など、北極域の気圧場がカオス的な自然変動であるならば、今後海氷減少が不可逆的に進行することはないと考えられる。

キーワード:北極振動,北極温暖化,ポーフォート高気圧,海氷

Keywords: Arctic Oscillation, Arctic warming, Beaufort High, Sea ice