# 古環境研究および気候将来予測に資する気候数値実験 阿部 彩子(東京大学大気海洋研究所 気候システム研究系)

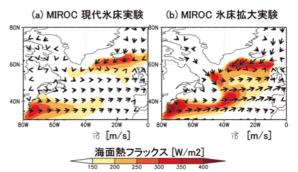
#### はじめに

本研究では,過去と将来を同一の大気海洋大 循環モデルプラットフォームで行い, 様々な 時空間スケールに気候モデルを適用して多角 的に検証研究することを通じて, 氷期サイク ルや温暖期の過去から現在, 将来に至る気候 変動の統一的な理解を目指す. 研究内容と研 究手法を以下の4つにわけて記す.(1)数万か ら十万年スケールの氷期と間氷期の大気海洋 循環の再現をめざし, 境界条件である氷床サ イズと二酸化炭素などの温室効果ガス濃度, 軌道要素(離心率、近日点の位置、自転軸の 傾き)を何通りにも変えた大気海洋大循環モ デルによる数値実験を行う. (2)温暖期の南 極では、氷床の融解が過小評価されていた可 能性が指摘されており、将来予測における不 確実性が注目されているため、南極氷床の安 定性における氷床-海洋相互作用を検討し過 去と将来の南極気候変動を調べる. (3) 鮮新 世などの地球史上の温暖期については,大気 海洋結合モデル実験や氷床モデルを用いて古 気候データの解釈を行なって将来予測に示唆 を与える.(4)時代を問わず温度変化が他地域 よりも顕著に大きくなる北半球中・高緯度の 変化について, いかに大気循環, 特にハドレ 一循環の変化を通して南半球低緯度の降水分 布にまで影響を与えるのかを調べる. シミュ レーション結果のエネルギー収支解析から示 唆されてきた地球規模の子午面テレコネクシ ョンを数値実験によって検証しそのメカニズ ムに迫る.

### 1. 氷期間氷期サイクルに関する研究

大西洋子午面循環(AMOC)は南北熱輸送を通じて気候形成に重要な役割を果たしており、過去にはその強度が現在と異なっていたことが地質学的証拠から示されている。特に、北半球に氷床が存在する場合の AMOC 形成メカニズム解明は、氷期間氷期サイクルにおけるAMOC 変動の理解に重要である。本研究では、

大気大循環モデルと大気海洋大循環モデルに よる最終氷期実験を実行解析した結果, 氷期 に氷床が拡大した際に大西洋子午面循環を強 化するプロセスとして, 北大西洋大気表層風 他形によって励起された大気循環変化と海洋 の相互作用が重要であることがわかった. 氷 床地形によって励起された大気循環変化は海洋 がら大気に受け渡される熱フラックスを強 化し, この熱フラックスの強化がた. 表層風を強化する様に働いていた.



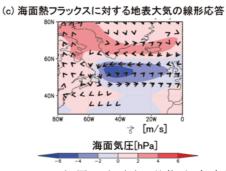


図1:MIROC4mを用いた(a) 現代氷床実験,(b) 氷床拡大実験での地表風[m/s]と海面熱フラックス[W/m2],(c)線形傾圧モデルに海面からの熱フラックスに対する加熱を与えた場合の地表風[m/s]と海面気圧[hPa]の応答.

#### 2. 南極氷床に関する研究

将来の温暖化に対する南極氷床の質量変化を 考えるとき、氷床が海水と接する棚氷の底面 における融解量の重要性が近年指摘されてい る. 既存の氷床融解量推定では棚氷の底面融 解は考慮されていないため、本研究では棚氷 コンポーネントをとりいれた南半球領域海洋モデルと MIROC4m を用いて,現在気候・氷期・CO2 濃度倍増気候下における棚氷底面融解を計算し,気候変化に対する南極棚氷底面融解の変化に寄与しているプロセスを調べた. その結果,温暖気候下における棚氷底面融解量の増加には,大気から海洋への熱フラックスの増加によって海氷生産が減少することに加えて,海水温の上昇も重要であることが示された.

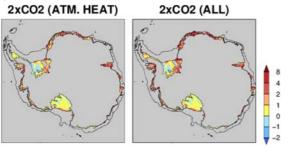


図 2: (左)大気のみ CO2 濃度倍増気候、(右) 大 気海洋すべて CO2 倍増気候下のもとでの南極 棚氷の底面融解速度 [m/yr]

## 3. 温暖期に関する研究

海洋の溶存酸素濃度は海洋の化学的性質にとって基礎的な要素であり、気候の変化にともなう海洋の物質循環変化の理解に重要である、本研究では、MIROC4m とオフライン海洋物質循環モデルを用い、地球温暖化に伴う長期的な海洋中の酸素濃度変化に対し、南大洋における深層水形成の応答が重要であることを形した。温暖化実験の初期500年では、表層で著しく低塩化が進み、深層対流が停止する一方、中深層の水温が徐々に上昇することで500年以降深層対流が再び形成される.

# 4. 遠隔影響に関する研究

地球温暖化において、中高緯度は低緯度と比べて気温上昇が大きく、シグナルとしても低緯度よりも早期に現れる。そのため、中高緯度の温暖化が低緯度側に遠隔影響を与える可能性がある.本研究では中高緯度の温暖化が熱帯の降雨分布に与える影響について、ある程度理想化された条件の下で北極の温暖化を抑制または増幅する数値実験を行った.特に冬季において、降雨量が最大になる緯度(熱帯収束帯)の南北移動は 1~2 度程度であるが、降雨量の変化は緯度にして約 20 度に渡る範

囲で大きく見られた.これはハドレー循環の 変化によることが定量的に示された.

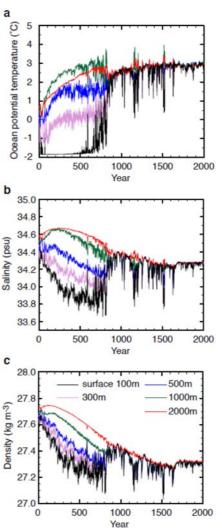


図 3:対流域における温度(a),塩分(b),密度(c)の時系列変化.黒線は表層 100mの値,カラーはそれぞれ中深層の値を示す.

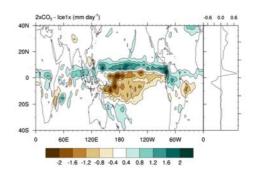


図4:北極温暖化増幅が熱帯の降雨分布に 与える遠隔影響 (mm/day, 12-2月平均).右 図は東西平均.