

研究課題名：雲・降水プロセスに着目した気候変動予測の不確実性に関する研究

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター 廣田渚郎
 共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター 塩竈秀夫・小倉知夫・石崎紀子・林未知也
 東京大学大気海洋研究所 渡部雅浩
 岡山大学大学院自然科学研究科 野沢 徹
 東京大学生産技術研究所 金 炯俊・日比野研志
 株式会社三菱総合研究所 井上 剛
 気象庁気象研究所 川瀬宏明
 株式会社パスコ 姫木祐太郎

実施年度：令和2年度～令和4年度

1. 研究目的

IPCC 第5次報告書(AR5)では、世界中の研究機関の気候モデルによる将来予測実験 CMIP5 に基づき、二酸化炭素倍増時の全球地表気温の上昇量で定義される“気候感度”は 1.5~4.5°Cと見積もられた。大きな不確実性があり、地球温暖化への対応を困難にしている。気候感度の不確実性の最大の要因は、温暖化に対する雲・降水プロセスの応答(フィードバック)がモデル間で異なることである(Ceppi et al. 2017)。

本課題の研究目的は、国立環境研究所を含む日本の研究グループが開発している気候モデル MIROC を用いて、気候変動予測の不確実性を理解し低減することである。

今年度は、CMIP6 で利用された MIROC6 と、CMIP7 に向けて開発されている試行版 MIROC7t を用いる。MIROC7t では、MIROC6 で診断的に扱われていた雨と雪を予報変数として扱い、それらの雲・エアロゾル粒子との相互作用、放射プロセスへの影響を陽に表現できる様になった。これらの気候感度・フィードバックに与える影響を調べることは、MIROC の開発にも貢献することになる。

2. 研究計画

MIROC6 と MIROC7t による現在気候実験と温暖化実験を行う。モデルの大気部分のみを利用し、温暖化時の海洋・海氷の状況は、別に行われた MIROC6 大気海洋結合モデルによって予測されたものを境界条件として与えて利用する(Shiogama et al. 2012)。大気モデルを用いた気候感度を求める標準的な方法で、海洋・海氷と大気の相互作用は考慮できないものの、計算コストを大きく削減できる利点がある。

MIROC7t については、標準実験に加えて、雲氷の生成に関わるパラメータを、不確実性の範囲の最大値/最小値にした2つの追加実験、及び雪の放射効果を働か

なくした1つの追加実験を行う。また、雲生成にも関わるエアロゾル排出は、慣例的には産業革命前の1850年のものが用いられているが、本課題では、より現実的な2000年の排出を利用した実験も行う。つまり、MIROC6 の2通りのエアロゾル排出実験と合わせて、全部で10実験を行う。MIROC6 と MIROC7t の2000年エアロゾル排出の標準実験の比較を中心に解析を行う。

3. 進捗状況

MIROC6 と MIROC7t の10実験によって求めた気候感度と雲放射フィードバックを図1に示す。温暖化時に、雲の変化が地表をより冷却する(負の雲フィードバックが大きい)実験ほど、気候感度が小さくなる(相関係数0.91)。MIROC7t と MIROC6 の標準実験を比

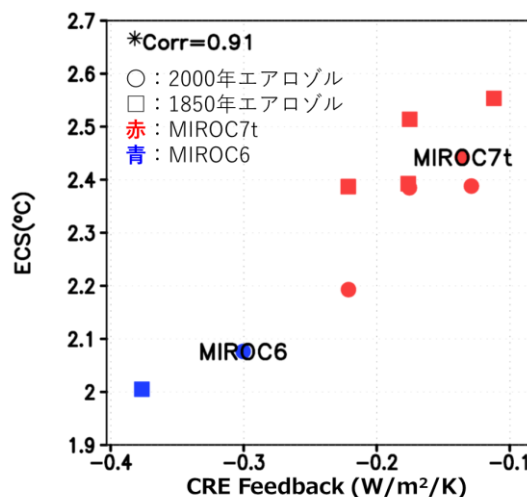


図1. MIROC6 と MIROC7t における気候感度(縦軸)と雲放射フィードバック(横軸)の関係。ラベルした青●が2000年エアロゾル排出のMIROC6標準実験、赤●が2000年エアロゾル排出のMIROC7t標準実験。

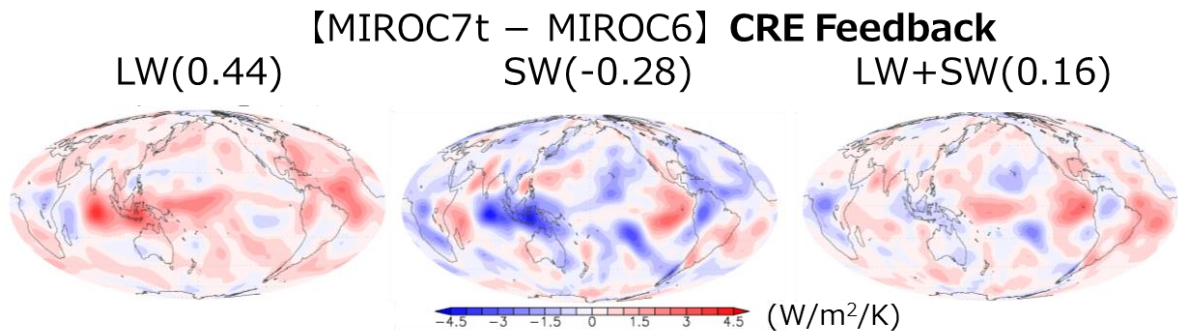


図 2. MIROC7t と MIROC6 の雲放射フィードバックの違い。右から長波成分、短波成分、それらの和。図の上部の()内は全球平均値。

べると、気候感度は 0.36K 大きく、雲放射フィードバックは 0.16W/m²/K 大きい。

より詳細に調べるために、雲放射フィードバックを短波によるものと長波によるものに分解し、水平分布を図 2 に示す。長波成分が、MIROC7t で MIROC6 より 0.44W/m²/K 大きくなっており、それを短波成分が -0.28W/m²/K 打ち消している。長波成分は、MIROC6 で -0.23W/m²/K だったものが、MIROC7t では +0.21W/m²/K になっており、符号が逆になる大きな変化を示している。

実行ユーザ数: 12

VE 時間積 v_debug: 34.44 hours, v_normal: 143,242.96 hours, 計: 143,277.40 hours, (全体の VE 時間積に対する占有率: 16.0%)

4. 今後の計画

現在気候における雲水・雲氷・雨・雪の表現は、MIROC7t で大きく改善しており(Michibata et al. 2019)、それがどの様に影響して、雲フィードバックが変化したかを明らかにする。世界のほとんどの気候モデルは、MIROC6 と同様に、降雨・降雪を診断的に扱っており、その表現の精緻化により系統的に雲フィードバックが変化することを示せれば、そのインパクトは大きい。

MIROC6 と MIROC7t の違いには、降雨・降水の扱いの様な構造的な違いと、雲氷の生成効率などのパラメータの違いが含まれる。パラメータ摂動アンサンブル実験を行うことで、パラメータ調整で説明できる部分と、モデル構造の違いを考慮しなければ説明できない違いをある程度分離して理解できると考えている。これによって、MIROC7 の性質がより明確になり、今後の開発に貢献できると考えている。

5. 昨年度終了研究課題名

気候感度の外部因子依存性に関する研究(課題代表者: 塩竈秀夫)

6. 計算機資源の利用状況 (2020 年 4 月 1 日～11 月 30 日)