

気象研究所地球システムモデル(MRI-ESM1)

*足立 恭将, 行本 誠史, 小畑 淳, 気象研究所モデル開発グループ (気象研究所)

1. はじめに

気候再現や将来予測を精確に行う為、あるいは、予測の不確実性の低減の為には、地球の気候を維持している諸過程の相互作用を陽に考慮したモデルが望まれる。そこで、温暖化予測などに使用される気候モデルを、従来の大気、海洋、陸面、海氷等の力学的・熱力学的過程のみを扱ったものから、オゾン等の化学変化や炭素循環などの化学、生物過程を含んだものへと発展させた地球システムモデルの開発が各研究機関で進められている。気象研究所においても、地球システムモデルを開発し、CMIP5 (結合モデル国際比較) 実験を行っている。計算は現在も実行中であり、本予稿では、実験とモデルの概要と予備実験の結果を紹介する。

2. 実験設定とモデル

CMIP5 実験は、大きく近未来予測実験と長期予測に分けられ、長期予測実験はさらに温室効果気体等を濃度で与える実験と排出量を与える (E-driven) 実験に分けられる。このうち、地球システムモデルは、E-driven 実験に使用される。E-driven 実験の主なものは、一定の強制力を与え続ける産業革命前基準実験 (piControl 実験) と観測等をもとにした各種強制力や排出量を与える歴史実験 (historical 実験)、および、将来予測される各種強制力や排出量を与える将来予測実験である。

気象研究所地球システムモデル (MRI-ESM1; Yukimoto et al. 2011) は、大気・陸面モデル (GSMUV)、海洋・海氷モデル (MRI.COM3)、エアロゾルモデル (MASINGAR mk-2)、大気化学気候モデル (MRI-CCM2)、陸域および海洋の炭素循環過程の各サブモデルで構成される。サブモデル間は、シンプルで汎用的なカップラー-SCUP で結合される。MRI-ESM1 は、従来の大気海洋結合モデル (CGCM) と同一のパッケージ (MRI-CGCM3 は MRI-ESM1 のサブセットになる) として開発されたことで、CGCM と ESM で共通部分は同様の設定、同様の海洋物理場の初期値使用が可能であること、また、その為に CGCM と ESM の比較が容易であることが特徴である。

大気モデルの解像度は水平 TL159 (約 120km 格子) 鉛直 48 層で、上端は 0.01hPa である。海洋・海氷モデルは水平解像度 1x0.5 度、鉛直 51 層で、南極、ユーラシア大陸と北米大陸に極を配置した tri-polar 座標である。エアロゾルモデル、大気化学モデルの水平解像度はそれぞれ、TL95 (約 180km 格子)、T42 (約 280km 格子) で、鉛直解像度は、大気モデルと同様である。陸域および海洋の炭素循環は、それぞれ、大気モデル、海洋モデル内に組み込まれている。

3. 結果

予備実験では、MRI-CGCM3 の piControl 実験の 72 年目の物理場と、産業革命前に馴染むようにオフラインで別途スピニングした陸域炭素、海洋炭素循環場、及び、3 次元オゾン分布を初期値として、大気 CO₂ 濃度が産業革命前状態 (約 285ppm) で落ち着くよう陸域生態系を微調整しながら数百年積分した。大気 CO₂ 濃度 (図 1) は若干ドリフトがあるものの数 ppm の範囲内に落ち着かせることができた。CO₂ フラックスは、陸域で正味 0、湧昇の起きている大陸西岸沖や南大洋で海洋から大気に放出、逆に沈み込みの起きている高緯度では海洋が大気から吸収している (図 2a) 分布となっており、観測と比較して妥当な値となっている (図略)。また、年々変動 (図 2b) は陸域で大きく、大気 CO₂ 濃度の変動 (図 1) は陸域生態系の活動が決めていることが分かる。

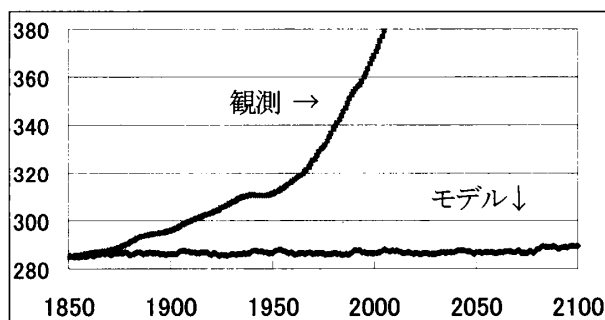


図 1 : 全球平均大気 CO₂ 濃度[ppm]

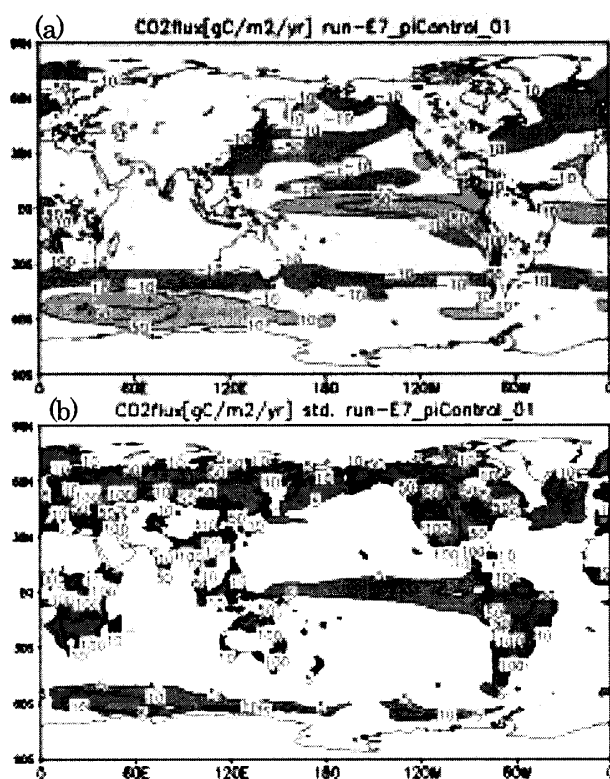


図 2 : CO₂ フラックス[gC/m²/yr]. (a)長期平均、(b)年々変動。