

研究課題名：全球気候モデル MIROC への新規陸域モデルの結合とその大気陸域相互作用研究への応用

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター 花崎直太
 共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター 伊藤昭彦
 北海道大学大学院工学研究院 山田朋人
 東京工業大学大学院情報理工学研究科 鼎信次郎
 東京大学生産技術研究所 沖 大幹

実施年度：平成 24 年度～平成 24 年度

1. 研究目的

全球気候モデルを構成する要素の一つである陸面過程モデルには、これまで人間活動の要素がほとんど入っていない。しかし、70 億の人間が世界中で生活し、それに伴って土地・河川・湖沼は大いに開発されている。全球気候モデルの詳細化や精緻化が進むにつれ、人間活動の要素が与える水循環や熱収支への影響も無視できないと考えられるようになってきた。そこで、全球気候モデル MIROC の陸面過程モデル MATSIRO を、主要な人間活動を扱えるように改良することを目的とする。

2. 研究計画

人間活動を考慮できる全球水文モデルの一つに、H08 (Hanasaki et al., 2008, Hydrology and Earth System Sciences) がある。このモデルは最も単純な陸面過程モデルである①Bucket モデル(Manabe, 1969, Monthly Weather Review)を基礎に、②河川の流下、③作物の成長(農業用水の推計に使われる)、④農業・工業・生活用水の取水、⑤大規模貯水池の操作、⑥環境用水の設定(川に常に維持する流量)に関するサブモデルがあり、それらの相互作用を扱うことができる。ただし、設計上大気モデルとの結合はできない。そこで、H08 の陸面以外の諸過程のソースコードを MATSIRO に移植することにより、目的の達成を試みた。

3. 進捗状況

まず、MATSIRO への H08 の人間活動モデルのコードの移植を実施した(図 1)。また、関連する諸問題の改良も並行して行った。

次に、人間活動が扱えるようになった MATSIRO の性能評価を実施した。MATSIRO に信頼性の高い全球格子気象データと最新の土地被覆データを与え、1986-1995 の 10 年分のシミュレーションを行った。ここで我々が着目したのは、土壌水分、積雪量、河道内貯水量、ダム貯水量などの陸域貯水量である。これら

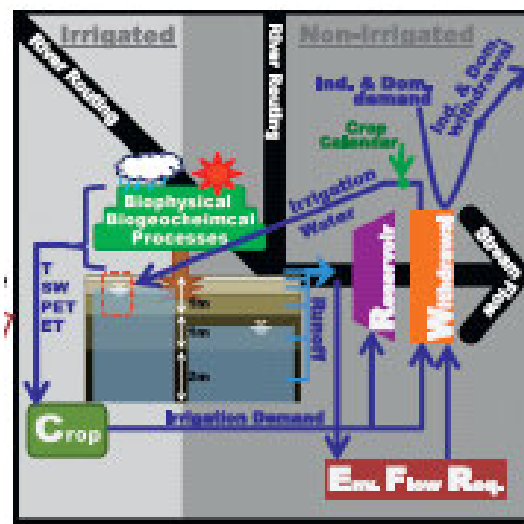


図 1. 人間活動を考慮した陸面過程モデルの概念図。Pokhrel et al. (2012, Journal of Hydrometeorology)の図 1 を一部改変

のモデル出力値を衛星重力ミッション GRACE による観測と比較した結果、おおむねよい再現性を示し、少なくとも H08 よりも性能が格段に向上したことが確認できた。

続いて、モデルを使って 20 世紀後半の長期シミュレーションを実施した。20 世紀後半は灌漑面積が飛躍的に拡大し、大規模ダムが多数建設された期間であり、この期間中の地球の水循環に対する人間活動の影響は大きな関心事となっている。我々は①自然の貯水量(土壌水分、積雪量、河道内貯水量の変動)、②貯水池貯水量(貯水池建設による陸域貯水量の増加)、③地下水量(地下水くみ上げによる陸域貯水量の減少)の経年変化を求めた。この結果、②と③が 1980 年頃まで拮抗したものの、以降③が凌駕し、陸域貯水量が減少しているという結果を得た。なお、②や③と比較すると①の長期的な効果は小さかった。陸域貯水量の減少分は長期的には海洋に加えられるため、20 世紀中の人間

活動の影響は海面上昇に正の影響をもたらすことをこの結果は示唆している。

貯水池操作と地下水取水のモデル化は検証データの不足やスケール問題により困難であり、現時点で得られる結果には相当な不確実性がある。現在は特に地下水取水に関して、モデルの改良に取り組んでいる。

4. 今後の計画

全球気候モデル MIROC の陸面過程モデル MATSIRO において、主要な人間活動を扱えるようになった。ただし、現在は陸面過程モデル単体での利用にとどまっている。今後は、全球気候モデル全体を利用した研究に着手する。具体的には、予備的に検討していた灌漑が気候システムに与える影響の詳細化などが挙げられる。ここで、無視できないとはいえ、人間活動の影響は他の要素に比べて小さい。よって、気候システム上の応答を正確に捉えるには空間解像度を上げる必要がある。よって、超高解像度の気候シミュレーションを可能にする全球雲解像モデルへの移植も検討する必要があるかもしれない。

5. 計算機資源の利用状況 (2012 年 4 月～9 月)

実行ユーザ数: 5 CPU 時間 1 ノード未満: 0 hour,
1 ノード: 1 hour, 2 ノード: 0 hour, 計: 1 hour

6. 昨年度終了研究課題のまとめ

6.1. 昨年度終了研究課題名

全球気候モデル MIROC への新規陸域モデルの結合とその大気陸域相互作用研究への応用

6.2. 昨年度終了研究課題の目的

今年度と同様。

6.3. 昨年度終了研究課題の成果概要

近年の全球気候モデル (Global Climate Model; GCM) の時空間解像度の向上と温暖化研究の高度化に伴い、陸域過程が大気過程や海洋過程に及ぼすフィードバックの重要性が増し、GCM の陸域過程の精緻化が大きな課題となっている。本研究は 1) 全球気候モデル Model for Interdisciplinary Researches on Climate (MIROC) への陸域生態系モデルの組み込みと大気 CO2 濃度上昇への応答実験、2) 陸面情報を用いた水文気象予報スキルの評価と MIROC の大気陸面相互作用の解明に関する研究を行った。

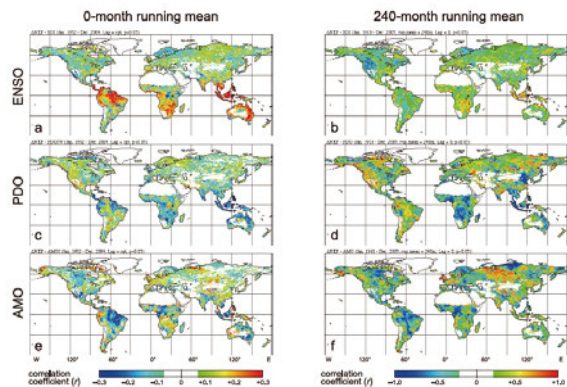


図2. 陸域の正味炭素収支におけるアノマリー成分と各テレコネクション指標 (ENSO、PDO、AMO) との相関係数の分布。平滑化なし (a、c、e) と20年移動平均 (b、d、f) について。

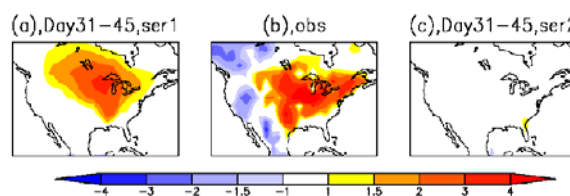


図3. 1988年夏に北米を襲った大旱魃の予報スキル。a) 大気変数と SST に加え土壌水分の初期値化を行った実験、b) 観測、c) 大気変数と SST のみの初期情報による予報結果。

1) については、環境研のスーパーコンピュータを利用して、生態系モデル Vegetation Integrative Simulator for Trace gases (VISIT) を用いた長期シミュレーションを実施した。各種のテレコネクション指標と炭素収支アノマリーとの間の相関を解析し、太平洋 10 年規模変動 (PDO) や大西洋数十年規模振動 (AMO) が長期の炭素収支変動に対しては相当の寄与がある地域が示された (図 2)。

2) については、環境研のスーパーコンピュータを利用して、全球気候モデルによる準季節予報シミュレーションを実施した。この結果、水文気象予報スキルは地表面情報、特に土壌水分量により改善されることが示された (図 3)。この結果は、開発中の人工衛星による陸面モニタリングシステムにより水文気象予報の信頼性が向上する可能性を示唆している。

6.4. 昨年度までの計算機資源の利用状況

実行ユーザ数: 6 CPU 時間 1 ノード未満: 48 hours,
1 ノード: 801 hours, 2 ノード: 0 hour, 計: 849 hours