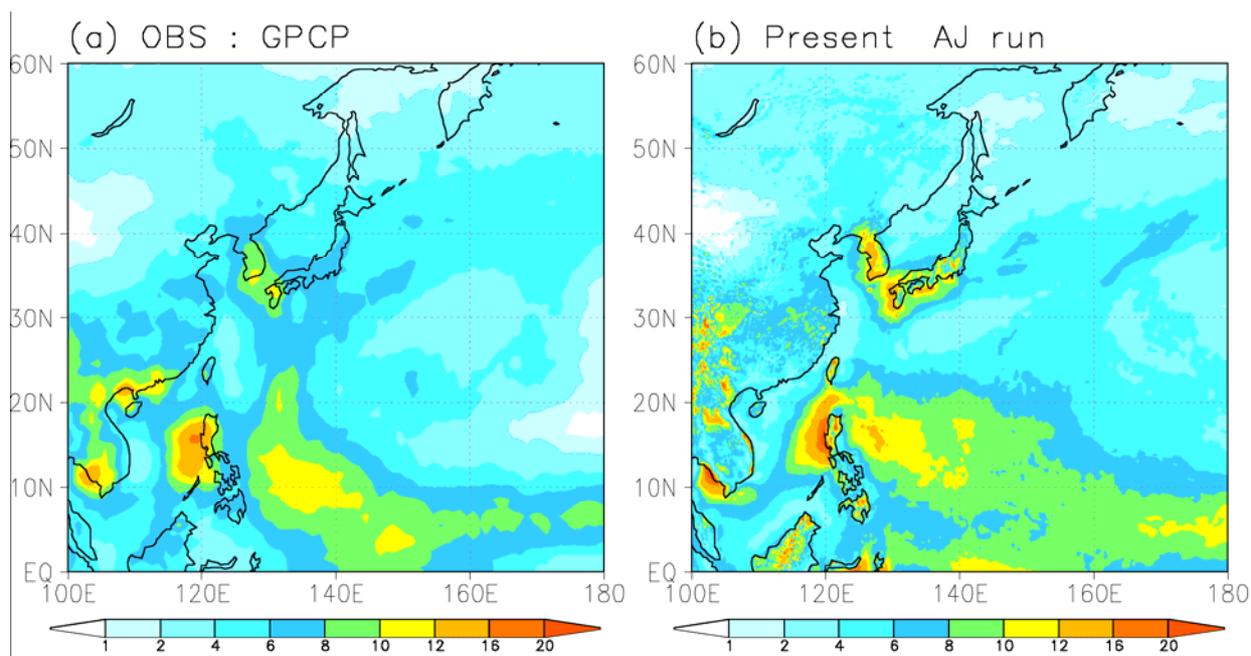


2.2.2 大気モデル

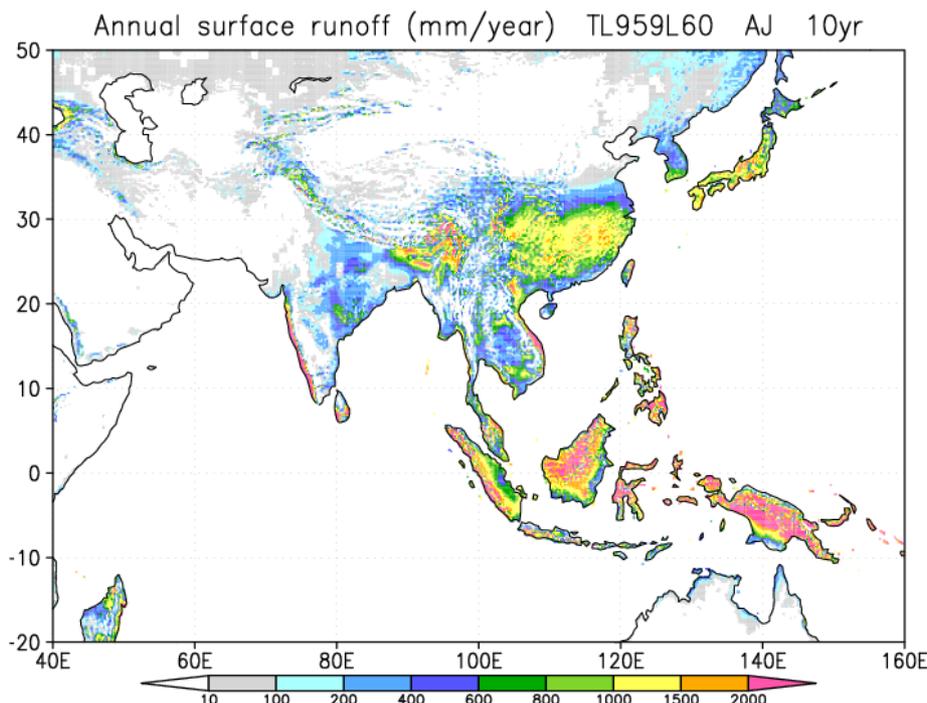
(1) 大気大循環モデル

全球を対象とする大気大循環モデルは気象庁など世界各国の数値予報センターで使われており、気温とともに降水量は予測の主要変数である。そのため降水過程をどのように大気大循環モデルで取り扱うかは重要である。短期予報を対象とする気象庁の全球モデルの場合、全球を約 60km の格子点（平成 19 年度からは気象庁において全球約 20km 格子を予定）に分割して計算するため、個々の雲を直接表現できず、60km スケールの気温・水蒸気量の鉛直分布から雲・降水量等を推定するパラメタリゼーション手法を導入している。陸面の諸要素（地面温度、積雪量や土壌水分など）の変化も、大気中の気温・水蒸気量・風速と同時に数値モデルが将来の値を予測する。水循環予測にとっては、降水過程とともに陸面過程の高度化が不可欠であり、土壌・積雪の多層化、植生のモザイク化、湖・水田や河川モデルへの灌漑の導入などが各モデル研究グループで行われている。

気象庁 / 気象研究所においては、人・自然・地球共生プロジェクトにより、台風等を世界規模で再現する 20km メッシュの全球気候モデルと、集中豪雨・雪等を広域で再現する数 km メッシュの雲解像大気モデルを開発し、地球シミュレータ上で動くようになった。これらのモデルは物理過程の改善ばかりではなく、長期計算を行うためにモデルの高速化にも力が入られている。20km メッシュモデルを用いて、2004 年度には現在気候及び 21 世紀末を想定した海面水温を与えての、世界で初めての長期積分が実行された。このモデルでは独自で高速のセミラグランジュ法が開発・導入され、高解像度実行時の高速化が可能になり、気象庁の短期予報業務化も予定されている。【図 1】にはこのモデルにより再現された降水量と対応する観測値を示す。また【図 2】は 20km メッシュ大気大循環モデルによる現在気候再現実験で得られたアジア域の年間流出量である。



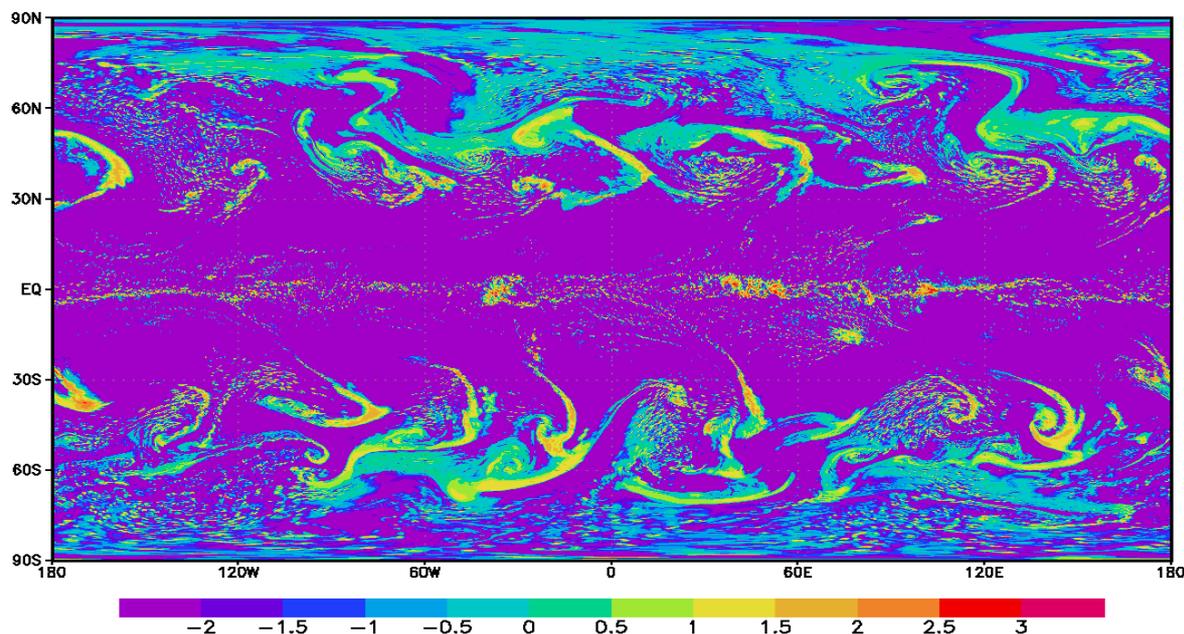
【図 1】(左) GPCP データによる 1997-2003 年平均の 7 月の降水量
(右) 20km メッシュ大気大循環モデルによる 7 月の降水量シミュレーション結果 (気象庁気象研究所提供)



【図2】20kmメッシュ大気大循環モデルによる現在気候再現実験で得られたアジアの年間流出量

(気象庁気象研究所提供)

これまでの大気大循環モデルは基礎方程式として静力学平衡の近似を仮定したプリミティブ方程式を採用している。この方程式系は水平格子間隔が10km程度までは高い精度が維持できるので、今までの大気大循環モデルでは支障が生じない。しかし、格子間隔を数km以下の雲解像にまで空間分解能を向上させるには、非静力学平衡の基礎方程式に改める必要がある。空間分解能が相対的に高い領域大気モデルでは多くのモデルが既に非静力学平衡に移行済みである。地球環境フロンティア研究センターでは、上記の基礎方程式にもとづく、雲解像GCMである非静力学正二十面体大気モデル(NICAM)の開発を進めている。多くの大気大循環モデルがスペクトル法により数値積分を行うのに対し、このモデルでは正二十面体の格子点網による数値積分を実施する。全球を数kmのメッシュで覆った全球雲解像大気モデルであり、不確定要素のある積雲対流のパラメタリゼーションを含まない特色がある。短期の予報モデルとしてだけでなく、長期の気候モデルとしても利用可能な設計となっている。【図3】はNICAMによる雲解像の全球大気シミュレーション(格子間隔3.5km)の降水分布を示す。このシミュレーションでは海陸分布を与えず、すべて海面と仮定してある。



【図3】水惑星実験 3.5km メッシュモデルで得られた全球の降水分布
 単位は \log [降水量 (mm day^{-1})] (JAMSTEC 地球環境フロンティア研究センター提供)

(2) 領域モデル

気象研究所では 20km メッシュ地域気候モデルを用いて、日本周辺の詳細な気候変動の解析が行われ、気象庁の地球温暖化予測情報第6巻に提供されてきた。また大気海洋相互作用を取り入れられるように、日本周辺での領域大気海洋結合モデル(大気 20km メッシュ)を開発し、日本周辺の温暖化予測や気候変動の解析に用いられようとしている。

また地球環境フロンティア研究センター水循環変動予測研究プログラムや筑波大学では、非静力学平衡モデルであるが、格子間隔が200kmから1km以下までの広い範囲をカバーする領域気候モデル(TERC-RAMS 等)を用いて、地域の気候システムのメカニズムの研究が行われている。【図4】の左は気象研究所の250km格子に相当する分解能を持つCGCM(T42)を上記のTERC-RAMSによりダウンスケールしたときのアナトリア半島(トルコ)の7月の月降水分布を示す。これに対して図の右は地球シミュレータを利用して気象研究所の20kmメッシュの全球気候モデルにより直接ダウンスケールされた同じ領域の7月の降水分布を示す。異なるGCMの計算結果を利用しているため、それぞれのGCMの中で独立に再現される年々の変動があり、同じ年の7月とは見ることはできないものの、降水量、降水の地域性ともよく似た特徴を再現しており、地域分布については観測雨量との整合もよい。しかしながら、より詳細に比べると、海岸付近の降水の海陸分布や起伏と降水量の関係などに、微妙な差が見られ、ダウンスケール手法の違いや数値モデルの特性の差を見ることができる。