



地球シミュレータによる高精度・高解像度の地球温暖化シミュレーション

(独) 海洋研究開発機構 Tatsushi Tokioka
地球環境フロンティア研究センター センター長 時岡達志

地球温暖化が科学の問題として議論され始めたのは19世紀で、1896年にはスウェーデンのアレニウスは大気中のCO₂が2倍になった時の地上気温上昇を初めて見積もった。それから80年経ち真鍋淑郎とウェザラルドは1967年に大気鉛直温度分布を求める放射・対流平衡モデルを開発し、それによりCO₂が2倍になると地上気温は2.3℃上昇することを示した。その後、電子計算機の目覚ましい進歩に支えられて、より精密に気候変化を求める気候モデルの開発が始まり、それによる地球温暖化の予測研究が始まった。しかし1980年代の半ば頃まではその研究は前述の真鍋氏の所属する地球流体力学研究所(GFDL)を中心としたものに限られていた。

1988年11月に気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が設立され、地球温暖化予測の科学成果の取りまとめを行い始めたことにより、主要各国で地球温暖化予測研究を行える計算機環境が徐々に良くなり、気候モデル開発が加速された。わが国では気象研究所において温暖化予測のためのモデル開発が1988年に始まった。地球上の気候は特徴的な地理分布をしており、それを現実的に再現しようとする、物理過程の精度と同時にモデルの空間解像度を上げないとそれは達成できない。空間解像度を倍にすることで計算量は10数倍に増大する。すなわち高精度に気候を再現するには超高速の計算機が必要ということである。そこで当時の科学技術庁は世界最速の地球科学研究用の計算機の開発計画をたて、現在の海洋研究開発機構の横浜研究所内に地球シミュレータとして2002年にそれを完成させた。実効速度でピーク性能40テラフロップスの60%以上が出る地球シミュレータのおかげでわが国はIPCC第4次評価報告書に向けて高解像度で高精度なモデルによるさまざまな成果を出し、大きな貢献を果たした。大気、海洋夫々の解像度が110 km、25 kmの大気・海洋大循環結合モデルによるシナリオ実験、20 km

の全球大気大循環モデルによる温暖化時の詳細な気候シミュレーション、さらに気候変化と炭素循環変化を連立させて求める地球システム統合モデルによる実験などを地球シミュレータで行うことが出来た。

計算機の実効速度が20テラフロップスを越える地球シミュレータによりこのような高精度・高解像度の気候モデルを用いることが出来るようになり、現在及び過去100年間の気候の再現性が大きく向上した。それはそのモデルによる予測結果への信頼性を高めることとなり、100年先を予測した結果の解釈、理解の点でも大きな進歩をもたらした。

北極域で真っ先に温暖化が進行し、海洋上よりは陸域で温暖化が進む点、夏よりも冬の昇温が顕著である点などは以前から指摘されていたが、わが国の夏季の気候が気圧配置的に梅雨が長引く時のパターンに似ているという結果がはっきりしてきたし、降水量は地球全体として増加するが亜熱帯域で減少すること、しかし降水強度の強い雨が多くなることが明瞭に確認されるようになった。20 km解像度での実験は日本国内の気候に関して、それとほぼ同程度の間隔で配置されている気象庁の地上気象観測網のデータと良くあった気候を再現しており、温暖化時の国内の地域別の気候変化がもっともらしく求められるようになった。

今後30年程度先までを考えた場合、多少排出シナリオに差があってもほぼ似た温暖化が起きることが示されており、今後一定の温暖化が起きるのは不可避のことである。また上で述べたようにより信頼できる予測情報が得られるようになったことから、これからはより詳細で具体的な影響評価が行えるようになろう。様々なセクターの専門家が手分けしてそれに取り組むべき時期にやっとなり着いたのではないだろうか。