

## 参考資料 3

### 地球シミュレータによる環境計測

IPCCの第4次評価報告書では、人為的な温室効果ガス(CO<sub>2</sub>以外にもメタン、亜酸化窒素、フロンが含まれる)の排出が温暖化を進行させていることを強い確信度で強調しているが、この表現に至るにはICTの進歩に裏付けられた様々な研究の積み重ねが必要であった。西岡<sup>9</sup>は、過去のIPCC報告書を振り返り、1990年第1次報告書：『温暖化を観測結果からはっきりと検出することは、10年それ以上できそうもない』、1995年第2次報告書：『証拠を比較検討した結果、識別可能な人為的影響が全球気候に表れていることが示唆される』、を経て第4次評価報告書に至るプロセスを「IPCCが科学の厳密性を踏まえながら発信していることが分かる」とした。

原理的にはCO<sub>2</sub>濃度の増加が温暖化を生じることが古くから知られていたが、実際の観測データと対応づけた議論のためには、数多くの要因の相互作用を総合化し解明する必要がある。我が国の地球シミュレータをはじめとする気候モデルである。気候モデルは、天気予報に使われているモデルと原理的には同じであり、大気を細かなブロックに分割し、熱バランスと物質バランスを基礎にシミュレーションを行う。しかし地球全体をグリッドに分け、高さ方向では対流圏までカバーし、さらに海洋の挙動まで取り込もうとするときわめて大規模な情報と計算が必要となり、かつそれが過去の気象を説明できなければならない。1990年以降、計算機の進歩と相まって地球規模での気候モデル（海洋結合大気大循環モデル）は急速な進歩を遂げた。

地球シミュレータには複数のモデルがある。たとえば、高解像度全球大気モデル(CCSR/NIES/FRSGC)では1.1°×1.1°の空間解像度と鉛直56層をもつ<sup>10</sup>。このシミュレーションのために、2002年導入当時世界最高速のベクトル型並列計算機が開発・導入され、TOP500 Supercomputer Organizationでも世界最高速にランクされた。アーキテクチャとしては、高速ネットワーク（データ転送速度12.3ギガバイト/秒）で640ノードが接続されており、1ノードあたり8GFLOPSのベクトルプロセッサ8個と16GBのメモリが搭載されている。この高速計算機によってはじめて高空間解像度の気候変動シミュレーションが可能となった。

IPCCの有力な論拠となった図を図1に示す。この図のように、過去の気温の推移は1950年代にいったん下降し、その後上昇に転じている。もし、自然界の変動（火山活動を含む）のみが原因であるなら、20世紀末に向かって気温は低下傾向にあったはずである。

<sup>9</sup> 西岡秀三、「低炭素時代への処方箋：IPCC第4統合報告書からの示唆」、資源環境対策、Vol.44, No.2, p.29/36, 2008

<sup>10</sup> 大楽浩司、江守正多、「高解像度全球気候モデルによる地球温暖化時の夏季アジアモンスーン」、水工学論文集、第50巻, p547/552, 2006年2月

これに対し、自然界の変動にさらに人為的な温暖化ガスの影響を上乗せしたものは、過去の温度上昇のパターンをよく再現する。またこの傾向は、地球全体だけでなく、大陸別の結果でも確認されている。

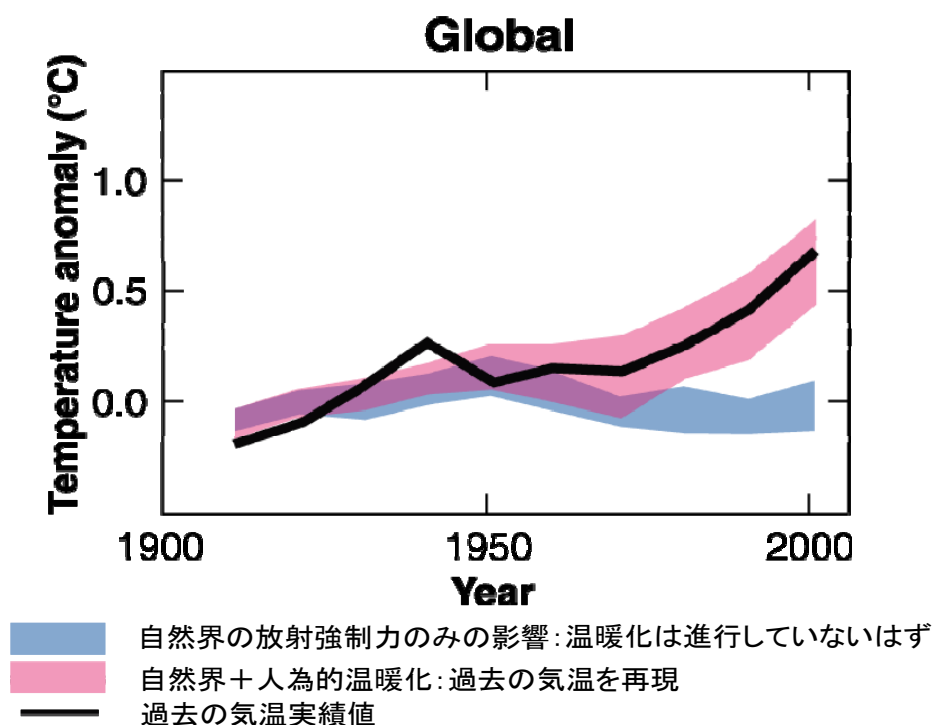


図1：過去の大気温度の推移とモデルシミュレーション値の比較

とは言え、温暖化のメカニズムがすべて解明された訳ではなく生態系と気候変動の相互フィードバック効果など、未解明な要素も多い。何より人間の社会経済活動が最大の不確実要因である。人口や経済活動変化で中庸と思われるA1BあるいはB2ケースでの地球シミュレータによる1970～2000年間の平均気温と2070～2100年間平均気温の差の例を図2に示す。

北極圏からカナダにかけ、またチベットなどで10℃前後の集中的な温度上昇が見られる。このような集中的な温度上昇は水分の蒸発と降雨の増加を招く。これは地下に浸透する水分を減少させるので、土壌はむしろ乾燥化する。

現在の気候モデルでは、降水量の地域分布についてまだ決定的な結論が出せず、モデル間にはばらつきが残る。しかし、そのメッセージには共通点も多く、例えば北半球の高緯度地域の陸地で上昇幅が大きく、南極海や北大西洋では小さい傾向が見られる。

地球温暖化対策の必要性の根拠は、このような莫大な情報の収集と解析システムの上に成立しており、なお残る不確実性や対応策策定のためには、ICTの進展が不可欠となっている。

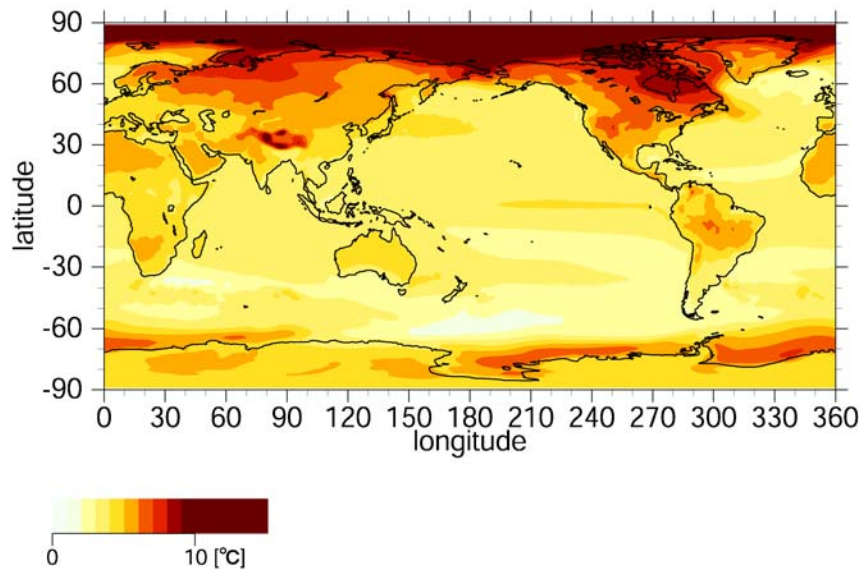


図 2 : 地球シミュレータによる 1970-2000 年間の平均気温と 2070-2100 間平均気温の差 (A1Bケース)<sup>11</sup>

<sup>11</sup> プレスリリース 2004 年 9 月 16 日