

## Model Intercomparison Projects

鬼頭 昭雄\*

ここでいうモデル相互比較実験 (Model Intercomparison Project, MIP) とは、観測データとの比較やモデル間比較を通じて、さまざまなモデルの総体あるいはモデルを構成する物理過程などのパーツ特性の性能把握 (信頼性評価) 及びその改良の指針を得ようとするものである。

気候モデル (当初は大気大循環モデル) による現在気候再現結果と観測データ及びモデル結果間の比較は1980年代後半には研究コミュニティで始まっていた。1988年には、モデル系統誤差を小さくすることが数値予報の精度を上げるために重要なことを認識していた世界の数値予報センターが参加した系統誤差ワークショップが、数値実験作業部会 (WGNE) により開催された。時を置かずして、系統的な数値実験計画の策定と実行、気候モデルと観測の比較によるモデル系統誤差の診断、気候モデルの改良、モデル・コミュニティ間の協力推進を目的として、1991年に大気モデル相互比較計画 (AMIP) が始まった (鬼頭・岩崎1992)。この第一期 AMIP には30の大気大循環モデルが参加し、1979-1988年の10年間の観測された月平均海面水温/海水分布を境界条件として積分し、実験結果を共同で診断した。その目的で、季節内変動、モンスーンなど20を超えるサブプロジェクトが組織された。これらのモデル相互比較には、気候モデルを持つ研究機関のみならず世界の数値予報センターも参加している。モデル気候値の改良が数値予報でも重要だからである。最近のモデル系統誤差会議の様子と「診断」の意義については堀田 (2011) に詳しい。

大気海洋結合モデルの相互比較についても大気大循

環モデルの相互比較と似た道筋をたどり、用いるシナリオや強制力データを共通にすべく実験計画が練られ、1995年に結合モデル相互比較計画 (CMIP) が始まった。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は2013年秋に第1作業部会第5次評価報告書を発表するが、気候変化予測の主たる情報源は第5期CMIP (CMIP5) の結果である。CMIP実験はIPCC主導ではなく、世界気候研究計画 (WCRP) / 結合モデル作業部会 (WGCM) により企画・実行されており、実験計画や出力変数を決めるに当たっては他の国際研究コミュニティからの助言も考慮された。

CMIP5はかつてなく大規模なモデル相互比較実験である。CMIP5は大きく分けて近未来予測実験と長期予測実験からなり、それぞれ多数の実験から構成されている。これらの実験は、CMIP5参加に必須となる中核 (core) 実験、実行が望ましいレベル1 (tier-1) 実験、その他のレベル2 (tier-2) 実験からなっている。どこまでの実験を実施するかは、参加機関が自らの科学的興味と計算機・人的資源から決定する。近未来予測実験は、過去の予測検証実験や初期値に基づく数十年先までのアンサンブル予報実験などからなり、海面水温を境界条件とする高解像度大気モデル実験も含まれる。長期予測実験は、観測された過去の放射強制による20世紀再現実験、21世紀気候変化予測シナリオ実験、長期環境変化予測シナリオ実験などからなる (第1図)。炭素循環過程を陽に含んだモデルを用いて炭素循環の大きさとフィードバックはどの程度か、異なる緩和シナリオに対する気候変化の大きさはどの程度か、など気候システムを形成する諸過程間の相互作用・フィードバックの正確な推定も課題である。モデル間の相違を理解するためのプロセス実験も行われている。約20,000年前の最終氷期最盛期などの現在とは大きく異なる境界条件下での感度実験や過

\* Akio KITOH, 気象研究所.

kitoh@mri-jma.go.jp

© 2013 日本気象学会

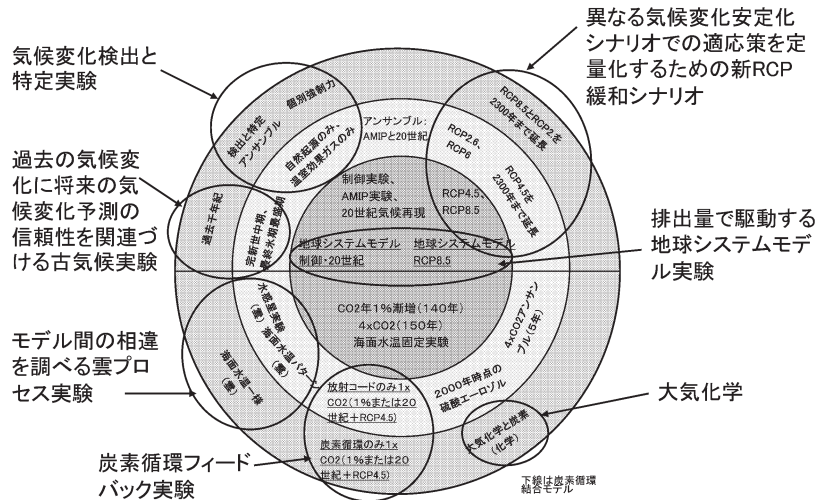
去千年紀の気候再現もターゲットである。得られた膨大なデータは国際的に共有されるのが特徴で、既にモデリングを専門としない世界中の研究者にもデータがオープンとなっている。2012年末で、32の機関が64のモデルで108の実験を行い、5万を超えるデータセット、約1.5ペタバイトのデータが利用可能となっている (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>を参照のこと)。

モデル評価に欠かせないのが観測に基づいた各種データである。地上気温・海面水温・降水量などの他、大気再解析データや衛星データが使われている。CMIP5出力データと同フォーマットにしたデータは、Obs4MIPsとして <http://obs4mips.llnl.gov:8080/wiki/> からたどることが出来る。ここには大気放射観測研究計画 (ARM) による観測サイトのデータも含まれている。別途、古気候プロキシデータも MIP のために提供されており、MIP は観測とモデルの両コミュニティをつなぐ役割も果たしている。

上記の他、様々なモデル相互比較実験や力学コア相互比較、気候モデルの初期値問題実験 (室井 2012)、プロセスモデル相互比較、水循環や農業の影響評価モデル相互比較等々がある。一部の国際的なモデル相互比較実験カタログは <http://www.clivar.org/sites/default/files/imported/organization/aamp/publications/mips.htm> で見る事が出来るが、更新されおらず網羅されているわけでもない。また国内のプロジェクトに限ったモデル相互比較も多数存在する。MIP は総体としてモデル改良、モデル開発者間や観測コミュニティの連携に役立っている。

略語一覧

AMIP : Atmospheric Model Intercomparison Project



第1図 第5期結合モデル相互比較計画 (CMIP5) による長期予測実験 (鬼頭 2009)。

大気モデル相互比較計画

- ARM : Atmospheric Radiation Measurement 大気放射観測研究計画
- CMIP : Coupled Model Intercomparison Project 結合モデル相互比較計画
- IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル
- WCRP : World Climate Research Programme 世界気候研究計画
- WGCM : Working Group on Coupled Modelling 結合モデル作業部会
- WGNE : Working Group on Numerical Experimentation 数値実験作業部会

参考文献

堀田大介, 2011 : THORPEX-PDP/WGNE 共催「モデル誤差の診断に関するワークショップ」参加報告, 天気, 58, 865-875.

鬼頭昭雄, 2009 : 地球システムモデルによる気候研究～温暖化研究と古気候研究の接点～. 日本地球惑星科学連合ニュースレター, 5(4), 1-3.

鬼頭昭雄, 岩崎俊樹, 1992 : モデル相互比較実験研究会議に参加して. 天気, 39, 673-677.

室井ちあし, 2012 : Transpose-AMIP. 天気, 59, 237-238.