

2007年5月22日

地球惑星連合学会ユニオンセッション講演要旨

地球環境サイエンスの進む方向と課題

Future and issues of the earth's environmental science

中島映至 (teruyuki@ccsr.u-tokyo.ac.jp)

東京大学気候システム研究センター

(Teruyuki NAKAJIMA, Center for Climate System Research, The University of Tokyo)

1. はじめに

地球温暖化、全球規模の大気汚染、人口増加に伴う水資源確保など環境ストレスが増大にするにつれて、近年の地球気候と環境に関わるサイエンスの拡大はまさにビッグバンともいえる状況になっている。同時にこれらの研究発表の場が、例えば、米国気象学会誌よりも J. Geophys. Res. 誌へと重点が移ってきていることに象徴されるように、その問題解決が、地球惑星科学の様々な分野の総力戦の様相を呈しつつある。

2. 人為起源の環境変化とサイエンス

人間活動による温室効果ガスや大気汚染の増加が引き起こす気候と環境への影響は、IPCC の第4次報告書等にも指摘されるように疑いの余地の無いものになってきた。その結果生じる人為起源の気候変動は、人口増加に直面する社会に甚大な負担を与えつつある。このような背景のもとに気候と環境研究への期待は大きい。一方で、このような研究過程で明らかになってきたのは、地球気候の変動メカニズムは非常に複雑で、その理解には様々な時空間スケールと地球・大気系を構成する様々なシステムの研究が必要であるという点である。例えば、IPCC 第4次報告書では古気候研究からの知見が精査された。残念ながら気候モデリングによる今後百年間の地表気温上昇の予想不確定性は、1.0度から6.3度と第3次報告書に比べて小さくなっておらず、その約半分を占める自然モデルの不確定性(残りの半分が人間活動シナリオの不確定性)を縮めるためには、まだ多くの課題が残されている。

このような不確定性を縮めるために指摘されている問題は、短期的な時間スケールでは雲の応答の問題や、人為起源エアロゾルやオゾン、メタンなど大気質変化と気候変動との間のフィードバック過程を理解しなければならない。より長いスケールでは、炭素循環の問題と、氷河や氷床等の消長メカニズムの精緻化が必要である。しかしそれは十年程度のスケールでの理解も必要があり、非常に幅の広い時間スケールをカバーする必要がある。さらに現在気候の理解の観点からも、百万年程度の時間スケールでの研究が必要で、ミランコビッチサイクルと海洋・大気間のフィードバック、そして地殻と地球流体との間の力学応答と物質循環を正しく扱う必要がある。一件雑多とも言えるこれらの諸課題は、実は密接に関連していて、自然の非常に精緻な設計図を理解するために、それらの個々の過程の間のフィードバックも理解する必要がある。

しかし、私は「日暮れて道遠し」と言う不安な気持ちよりも、手探りの時代から夜が明けていろんなものがクリアーに見えてきたと言う感じの方が我々の置かれている状況を良く表していると思っている。

3. 何が必要か？

それでは、このような壮大な問題にアタックするためにはどのようなような戦略が必要か？まず、考えら

れる様々な素過程を取り込んだモデルを稼働することができる計算機、すなわち地球シミュレーターをさらに発展させたハイパーコンピューターを確保する必要がある。これには現在開発中の京速コンピューターに期待したい。つまり、地球気候と環境のモデリング研究の世界は、地球流体の超高解像シミュレーションや、数万年に及ぶ長期積分を実現するために、コンピューター欠乏症の状態にあると言える。計算リソースがあればあるほど、モデルから得られる知見が増える状況である。この意味で、コンピューティングそのものが問題解決の律速段階であるとも言える。同様な観点で、衛星観測と地上観測が提供するデータは非常に多い状態なので、十分な同化計算を行うために、さらに多くの計算リソースの要求がある。同化技術の開発、同化に役立つ様な新しい全球観測網や、氷河や河川など、モデリングにとっての脆弱部分における稠密観測網が必要とされている。

モデリング向上のために、ボトルネックとなっている科学的課題としては、台風の発達等、地球流体の組織化とその気候変動からの影響、雲核成長過程を含んだ雲の形成過程、人為起源物質を含むガス系と粒子系の大気化学反応過程のデータベース化、海洋と陸域の植生動態のモデリング、それと関連して炭素循環と海洋の酸性化の理解、氷河・氷床のダイナミクス、地球流体と地球固体との間の力学と物質循環のフィードバックの理解等がある。環境学からみた場合には、台風や集中豪雨、乾燥化が引き起こす被害評価、大気質変化が作り出す健康、農業、水収支への影響評価、気候変動が引き起こす海洋と陸域での生物生産量等を理解する必要がある。そのためには GIS の活用など、いわゆる Geo Engineering との接点の研究をより発展させる必要があるだろう。

国の直轄研究機関を中心として組み立てられている我が国の重点化研究体制では、そんなに研究者の陣容をひっかえとっかえできない。そこでひとつの提案としては、大学が抱える多数の研究者を積極的に取り込んだ連携メカニズムを作り出すことである。多くの、そして様々な研究に取り組む研究者を抱える「知識のつぼ」としての大学は、このような複雑系の仕事に向いている。一つの試みとして、新たに始まる文部科学省特別教育研究経費事業「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリーの形成」について紹介したい。

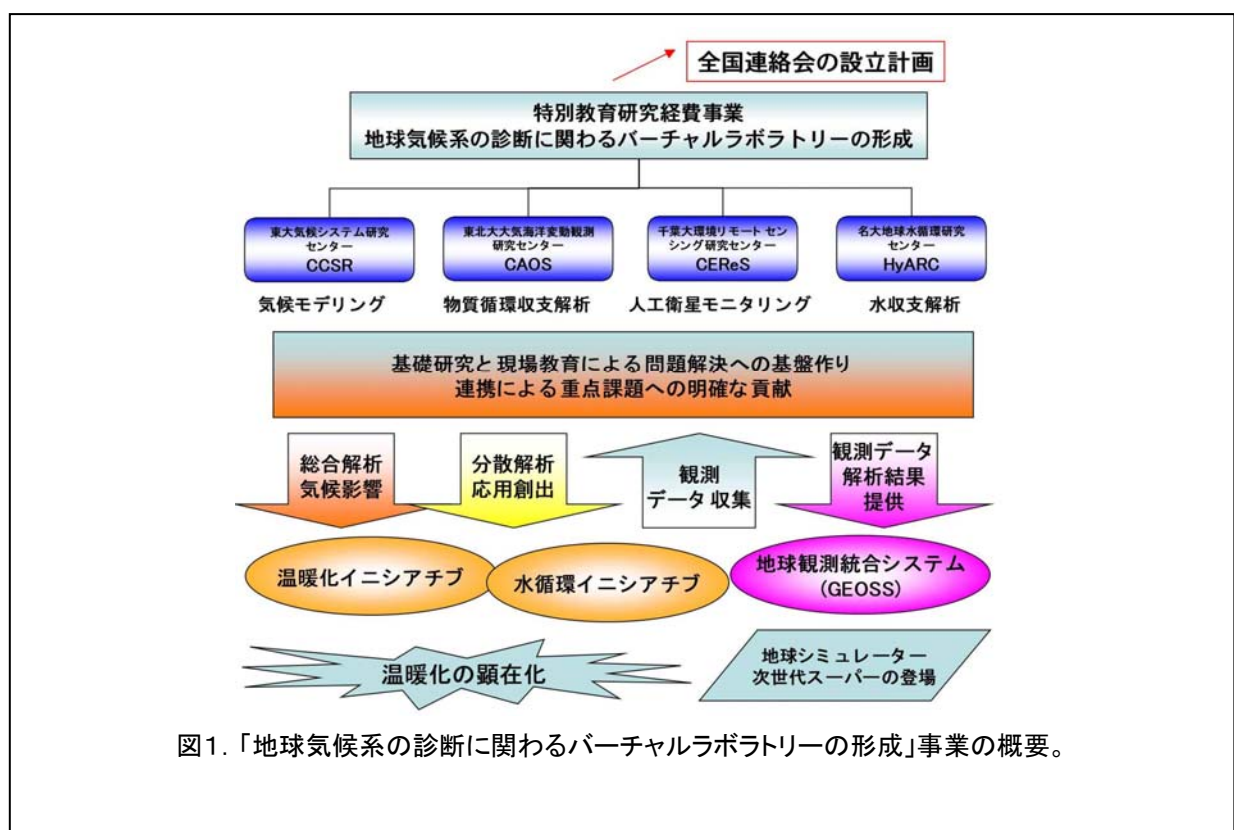


図1. 「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリーの形成」事業の概要。