

WCRP における GEWEX の役割*

— 第 6 回 GEWEX SSG 会議報告 —

安成 哲三**・小池 俊雄***

1. はじめに

WCRP の主な副計画のひとつである GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment) の計画と実施の方向付けを行う SSG (Science Steering Group) の第 6 回会議が、イタリアのフラスカティ (Frascati) で、1994年1月17-21日の5日間にわたって行われた。フラスカティの町は、ローマ郊外の小さな田園都市であり、同名のワインの産地として有名である。会議の場となったヨーロッパ宇宙機関 (ESA) の研究所 ESRIN (ESA Space Research Institute) は、町はずれのぶどう畑に囲まれた土地にあり、私たちにもおなじみの ERS-1 衛星のデータ解析などを中心業務のひとつとしている。

この会議は、毎年1回、開かれることになっている。会議には、WCRP の director である P. Morel, SSG の chairman である M. Chahine 両氏をはじめ、各国、各関係プロジェクトの代表などのべ約30人が出席した。日本からは、安成哲三 (筑波大学)、小池俊雄 (長岡技術科学大学)、古津年章 (宇宙開発事業団) の3名が出席した。安成は SSG メンバーとして、小池は主に水文学および衛星解析関係の担当として参加し、また古津氏には、日本の衛星計画関係をカバーしていただいた。

まる5日間を使って、GEWEX に関連した文字どおりあらゆる事柄について議論が行われた。ここではその全てを報告することはせず、今回の会議のエッセンスについて、かなりの主観も混ぜて報告したい。

2. GEWEX の役割

会議の冒頭にまず Morel 氏からいきなり、Role of GEWEX in WCRP と題する数ページの報告と問題提起があった。GEWEX 立案から既に数年経ち、関連するさまざまなプロジェクトが立ち上げられて、世界的な動きが活発化する一方で、いくつかの混乱的状况も生じているという認識を背景に、director (事務局長) として7年間 WCRP に君臨 (?) してきた彼としては、任期切れをひかえ、後継者への申し送りと確認を残しておこうという意図があったようである。また、CLIVAR などの WCRP における新たな副計画との区分けを明瞭にしておくという気持ちもあったと思われる。この報告で GEWEX の役割として強調されたことは、以下のようにまとめられる。

1. 気候システムにおけるエネルギー・水循環過程の、衛星による全球的観測の積極的・継続的推進と評価をおこなう。
2. 気候モデルの検証のためのさまざまな気候データセットの作成・保存・配布に関する責任をもつ。
3. 包括的な気象・水文予測のための、相互作用的な大気・マクロ水文結合モデルの開発を推進する。このためには、欧米・日本などの有力な気象 (水文) の現業機関の積極的な協力が不可欠である。
4. 気候モデルの開発・改良に資するための気象・水文過程の解明と、そのための国際的な研究・観測協力体制の場を提供する。

1. は、全般的には順調にしているが、例えば active なミリ波レーダ (いわゆる雲レーダ) による雲の3次元観測など、今後の課題であるとして強調していた。

2. については、TOGA 終了後は、海洋上も含めた

* Role of GEWEX in WCRP

** Tetsuzo Yasunari, 筑波大学地球科学系。

*** Toshio Koike, 長岡技術科学大学建設系。

© 1994 日本気象学会

すべての気候システム要素のデータセットに責任を持つべきであるとし、現在欠けている重要なデータとして、雲の特性を含めた雲量 (ISCCP では、赤外、可視情報のみで、マイクロ波に基づく情報がない) や、土壌水分量などが強調された。なお、後者については、後で述べるように、グローバルな土壌水分の分布と変動を調べるプロジェクト (Global Soil Wetness Index Project) がこの会議で提唱され、わが日本がこの国際プロジェクトの中心を担うことになった。

3. でのコメントとして、現行の数値予報、気候モデルが、非常に単純化された、非現実的な陸面過程しか用いていないこと、一方流域水文モデルが、時間変化する広域大気の情報、例えば蒸発散などの推定にもほとんど組み入れていないことなどの問題点を指摘し、気象・水文の予報現業機関と研究者と協力・協同体制を、GEWEX のひとつの重要な側面と見なすべきだとしていた。

4. は、後で述べる GCIP や GAME などの大陸スケールのエネルギー・水循環観測計画などに代表される地域ごとの観測プロジェクトや GCSS (GEWEX Cloud System Studies) などの各物理過程ごとのプロジェクトの推進を含んでいる。

ところで、会議も終わりに近づいたある日の夕方、SSG 議長の Chahine 氏の発案で、近々 WCRP の director 職を辞する Morel 氏の労をねぎらうシャンパンパーティが開かれた。この時、会議の参加者一同から、彼にひとつの記念品が贈呈された。誰の発案か知らないが、それは木製の大きなスプーン (杓子?) であった。Chahine 氏の贈呈の辞が、「長い間、多くの会議をかき回した (stirred) 功績により」という皮肉を込めたもので一同大爆笑したが、当の Morel 氏も、この辞にむしろ満足げのご様子であった。

3. GCIP に関する長い長い議論

GCIP とは GEWEX Continental-scale International Project の略称であり、大陸スケールでのエネルギー・水循環過程を、北米ミシシッピ河流域を対象に、ウィンドプロファイラーやレーダー、高層ゾンデ、水文観測の高密度ネットワークなどを駆使した精度の高い3次元観測を通して理解すると同時に、マクロ水文モデルの開発と検証、さらにそれを用いた予報モデルによる降雨・水文予測の精度を向上させようという目的で、1990年に立ち上げられた GEWEX 傘下のプロジェクトのなかでも中心的なもののひとつである。

NOAA の強力なバックアップもあって、順調に計画は進められており、組織も最もしっかりしたものとなっている。GCIP の国際ワークショップが昨年10月に開かれたが、この報告も兼ねた GCIP の中間報告が、GCIP Science Panel の chairman である J. Schaake をはじめ、何人かによってなされた (この Science Panel には、日本から虫明功臣東大生産研教授が参加している.)。

ところが、GCIP の現状と進め方に対し多くの出席者から質問と疑義がだされ、会議は紛糾した。発端は、GCIP がすでに独自の Science Panel と組織、それに funding をもって計画を進めており、この SSG のコントロール外にあるという感じを一部の人が持ったところから始まったといえる。しかも、膨大な経費と人的資源を使うわりに、そのサイエンスがあまり見えてこないという印象をもたれるような発表も、議論を長引かせる結果となった。マクロ水文モデルの構築という大きなテーマに真正面から取り組むべきこのプロジェクトの水文側の責任者 J. Schaake による水文モデルの話が、ご自身の出身地のエジプトはナイルの水管理モデルのみで、まず啞然とさせられた。気象側のチーフ研究者である (ENSO 研究で有名な) E. Rasmusson の発表も、土壌水分・蒸発が降水に与えるインパクトという一般論や、ロッキー山脈風下側の下層ジェット気流の形成機構解明といった、GCIP としてわざわざ取り上げるべきテーマかと、やや首をかしげざるを得ないようなものであった。多くのサブ・プロジェクトを抱えるこの SSG の役割はなにか、という哲学論も含め、他の予定をすべて繰下げ、結局2日目午後一杯と3日目午前を費やして議論は続いた。このような議論の結末は、えてして大したことにはならないようであるが、具体的な結果のひとつは、GCIP におけるモデリングの強化もふくめ、GEWEX Modelling Panel を新たに作るということであった。

予算措置もふくめ、観測計画自体は、ある意味で着々と進んでいるにもかかわらず、「GCIP とはいったい何をやるのか? 何をめざしているのか?」、といった疑問が、今ごろになって多く出されたことは、しかしながら、私には別の意味で興味深いものがあつた。考えてみれば、得られる観測データが豊富であるという理由で、ミシシッピ河流域が GCIP の代表地域として選ばれたのであり、そこで何が問題かというサイエンスとしての問題意識は、やや後回しではなかったか、少なくともプロジェクトを担った中心グループには、相

対的に希薄ではなかったか、ということである。研究にとって最も大切なことは、その研究プロジェクトの規模の大小を問わず、(科学としての)問題意識であることを、この議論を聴きながら改めて肝に銘じた次第である。

4. GAME を含む 4 つの大陸スケールプロジェクトについて

この会議では、GCIP 以外に、私たち日本のグループが進めている GAME を含め、4 つの大陸スケールプロジェクト (Continental-scale Budget Studies) が正式に GEWEX 傘下のプロジェクトとして、承認された。4 つとは、カナダが進めている MAGS (MacKenzie River GEWEX Study)、ドイツを中心として進めている BALTEX (Baltic Sea Experiment)、ブラジル、米国などが協力して進めている LAMBADA (Large-scale Atmospheric Moisture Balance of Amazonia using Data Assimilation)、それに GAME である。これらは、ミシシッピ河の GCIP とは異なる気候と地表面状態での水・エネルギー循環と大気・陸面過程を精度の高い観測を含めて研究することを通して、気候モデルにおける諸物理過程のより普遍的なパラメタリゼーションをもめざそうという、共通の目的をもっている。大陸スケールプロジェクトとして正式に承認されるための SSG で確認された条件のひとつは、プロジェクトの最終生産物のひとつである高精度の 4 次元同化データ作成のために、関係する気象現業機関の数値予報センターの協力が得られる、というものであった。これは、GEWEX が、物理過程の理解のみならず、これにもとづくモデリングと質の良い気象・水文データの作成を目的のひとつとして挙げている以上、当然の条件であろう。GAME は、幸い、この面に関する気象庁の大きな協力も予定されており、これらの大陸スケールプロジェクトの中でも、特に大きな期待が寄せられているといっても過言ではない。

どのプロジェクトも、GCIP ミシシッピに較べ、まだ準備段階で、組織化、予算措置等もまだこれからというものが多く、サイエンスとしてはそれぞれ特色があり、良い意味で競い合っている面がある。また、熱帯を中心とした LAMBADA は、その集中観測期間 (Intensive Observing Period) を、TRMM 衛星による観測を考慮して、1997-98 に設定しており、GAME との連携が期待される。

GCIP を含めたこれらのプロジェクトは、これまで

ほとんど共通の場で仕事をする機会もなく、自然の見方もかなり異なる気象屋と水文屋の交流を促進した (しつつある) という面でも、大きな役割を果たしているといえよう。

5. GEWEX 関連の衛星に関する議論

GEWEX の主要目的である衛星による観測技術の開発とデータセットの構築に関する議論には多くの時間が費やされた。まず NASDA の古津氏より、ADEOS, TRMM, ADEOS2, TRMM 後継機等、日本の衛星開発およびミッションスタディの状況が紹介された。この中で ADEOS については、WCRP director の Morel 氏から、NSCAT データのリアルタイム利用の可能性についての NASDA の公式見解が求められ、古津氏が NASDA 本社に問い合わせる一幕もあり、海面風データへの関心の高さを窺わせた。

最も議論が集中したのは、TRMM 後継機問題であった。筆者 (小池) が主査を努める TRMM 後継機ミッションチームでの議論を踏まえ、

1) TRMM 後継機の第一優先目的は TRMM の継続にあり、2000年8月に打ち上げる、

2) 観測軌道を 35° から $52\sim 55^\circ$ に変更する、

3) 搭載センサは、baseline instruments と optional instruments からなり、前者は、TRMM センサを軌道変更に合わせてマイナーチェンジしたもので、後者は雲・放射観測のための雲レーダ (Cloud Profiling Radar, CPR) もしくは降水観測の精度向上を目的とした 35GHz 鉛直レーダである、

の各要点が報告されると、「NASDA は CPR の搭載には否定的である。」との判断が主流となった。

“baseline” と “optional” という表現の受け止めかたの違いのためであろうが、「“optional instruments” については現在、なお検討を進めている最中である。」と説明しても、CPR を TRMM 後継機へ搭載することの技術的困難性に対する認識は潜在的にあったようで、結局それを確認したという形になった。会議の最終日には、CPR および TRMM Follow-on のセッションが予定されていたが、会議時間の都合で前者は完全に省略され、後者では日本での検討のうち、

1) 軌道変更によるサンプリング精度は大きな問題とはならない、

2) 3 つの optional mission としての候補 (雲/放射 (+CPR)、降水観測精度向上 (+35GHz 鉛直レーダ)、蒸発散観測 (+AMSU)) が挙げられている、

旨について、筆者がごく短時間で紹介したにとどまった。結局 SSG としては、「TRMM の継続を第一優先」とする日本の提案を支持することになった。一方、雲・放射観測については、SSG はその科学的意義を高く評価し、94GHz レーダによる雲の鉛直プロファイル観測を米国のアースプローブやわが国の J1 ミッション (H1 ロケットによる小型の実験衛星)、JEM (宇宙ステーション) を用いて小型ミッションとして実施すべく、GEWEX の放射に関するパネルで議論していくことになった。

ESA からは、1988年打ち上げの EMVISAT、2000年の METOP の開発状況の説明があった。ここで話題となったのは、METOP 並びに同じく2000年打ち上げ予定の NASA の EOS-PM1 に搭載が計画されているマイクロ波放射計 (MIMR) についてで、前者が午前、後者が午後の軌道をとることから大気や地表面状態の日周変化が観測でき、観測頻度も向上する。そこで、SSG として強力に計画の実施を支持することとした。また、1999年に日本が打ち上げる ADEOS2 にも、同じ観測周波数を持ちしかも空間分解能はやや上でサンディング機能をも有するマイクロ波放射計 (AMSR) が搭載されることを紹介し、SSG として同様に計画の実施を推奨することとした。水・エネルギー循環の研究におけるマイクロ波放射計の重要性を再認識した次第である。

6. 日本の役割

筆者 (安成) が SSG に出席したのはこれで3回目であるが、参加するごとに、GEWEX における日本の果たすべき役割が大きくなっているように感じている。そのひとつは、前節の報告にもあるように、TRMM や ADEOS シリーズなど、この数年以内に打ち上げ予定の衛星による観測データへの期待である。もうひとつは、GAME に対する期待である。GEWEX におけるモンスーンアジア・ユーラシア地域の重要性は、世界のこのコミュニティの認めるところであったが、これをターゲットとした GAME 計画の立ち上げは、多くの欧米の研究者も前から待望していた面もあり、前回 (1993年2月、サンディエゴ) での正式な提案以来、いろいろな注文、コメントはあるが、とにかくやってくれという雰囲気である。特に気象庁の4次元同化や GMS 衛星による地上観測データのリアルタイム転送 (DCP) への積極的な協力姿勢は、NOAA や ECMWF などの関係者をはじめ、各国から大きな期待

感を持って受け入れられている。

今回、日本への期待と信頼が最も典型的に現れたのが、全球的に陸地の土壤水分分布とその変動を、放射収支、降水量などの観測値をもとに、モデルを媒介にして評価しようというプロジェクト (Global Soil Wetness Index Project) の、日本への委託であった。これは GEWEX と ISLSCP (国際衛星陸面気候観測計画) の合同プロジェクトとして企画・立案されたもので、これに適した陸面過程モデルと大きな計算機資源を必要とするものである。これについて、帰国後、さっそく関係者と相談したところ、幸い気象庁数値予報課の佐藤信夫氏、東大気候システム研究センターの住明正教授のグループなどの全面的な協力が得られることとなり、安成が GEWEX への、小池が ISLSCP への窓口となって、推進することになった。

どの分野でもそうであろうが、これまで日本は、良くも悪くも、(特に欧米各国・国連などを中心に) 国際的に企画され、立案されたさまざまな計画・プロジェクトに対し、対応を検討し、そして多くの場合、ただ部分的に協力するという姿勢で一貫してきたといえる。しかし、現在そしてこれからは、日本がはじめから新たな計画を提出し、イニシアティブをとることは、国際社会では当然のこととして見られ、求められていることを、この SSG でも痛切に感じた。特にアジアという地域に関することは、(さまざまな立場があるにせよ、) まず日本が何かをすべきである、という国際的な状況のあることを前提として、私たちは考え行動していく必要がある。

7. おわりに

GEWEX とは何を指すのか、と聞かれることが多い。これに対する私なりの最も簡単で明快な答は、「地球の気候システムにおけるエネルギーの流れと水の役割を、定性的にも定量的にも正しく評価すること」である。これなしに、人間活動のインパクトも含めた気候変動や水循環変動の機構解明と真の理解はできない。このために必要なデータを取り、つくることも、GEWEX に課せられた大きな仕事である。多くの気象研究者は(私自身もふくめ)、最近の発達した気象観測ネットワークのおかげで、データのユーザーに成りきって、研究をしているひとが多い。非常に結構なことである。しかし、同時にその限界もある。本当に分からないこと、未解明な現象に取り組むには、時には、やはりみずからデータを取る努力をすることが、科学

の本来の営為として必要なことであろう。
この SSG 会議参加にあたって、安成は東大気候シ

ステム研究センターから、小池は宇宙開発事業団から
旅費の援助をいただいた。ここに記して謝辞としたい。



教官（助手）の公募ならびに推せん依頼

東京大学気候システム研究センター長 松野太郎

1. 公募の対象

気候モデリング分野の助手 1 名
大気・海洋大循環モデルを結合し気候モデルを構築，その気候モデルを用いて地球温暖化問題や気候変動・気候予測の研究を意欲的に行う人を，これまでの専門にとらわれず幅広い分野から求めています。

2. 着任時期

決定後，なるべく早い時期

3. 応募資格

- (1) 博士の学位を有する者，又は平成 7 年 3 月学位取得見込の者，またはこれと同等以上の学識を有する者。
- (2) 採用時に 35 才未満の者。

4. 提出書類

- (1) 履歴書（高校入学以降の学歴および職歴）
- (2) 研究業績リスト
- (3) 主要論文の別刷またはコピー，3 篇以内
- (4) 他薦の場合は推薦状，自薦の場合は所見を

伺うことのできる 2-3 名の方の氏名と連絡先を明記

- (5) 志望の動機と今後の研究計画（A 4 版 1 枚程度）

5. 応募の締切

平成 6 年 12 月 27 日 必着

6. 書類送付先

〒153 東京都目黒区駒場 4-6-1
東京大学気候システム研究センター
研究協力掛
電話：03-5453-3950

応募書類の封筒には〈助手応募〉と朱書き，簡易書留で郵送のこと。

7. 問い合わせ先

〒153 東京都目黒区駒場 4-6-1
東京大学気候システム研究センター
高橋正明
電話：03-5453-3960