

第5回合同科学委員会 (JSC-V) の報告*

—1984年3月, 杭州—

浅井 富雄**

1. はじめに

世界気候研究計画のための WMO と ICSU 合同科学委員会第5回会合 (以下 JSC-V と略す) が1984年3月12~17日に中国杭州市杭州飯店会議場で開催された。JSC 議長 Houghton 教授の開会挨拶に引き続き、Zou Jingming 中国気象局長と Shen 知事は歓迎の辞を、Obasi WMO 事務総長と Malone ICSU 代表は WCRP の重要性と JSC の指導的役割に対する期待を述べ、その後議事に入った。

1983年3月の JSC-IV (「天気」第31巻第1号参照) でまとめられた WCRP の全体計画の大筋は既に WMO と ICSU でも承認され、その計画案をさらに煮つめることが求められている。したがって、JSC-V では、(1) 長期天気予報の物理的基礎の確立、(2) 大気大循環の年々変動の機構の解明、(3) 気候変動の物理機構と気候の外因に対する敏感度の解明、という3つの目標を縦軸に、気候変動に関与する種々の物理過程を横軸にして、国際共同観測を含む、効果的な研究計画の最新版をつくり、計画の具体化へ着手することが主要な任務である。主な議題は以下の通りである。

1. Review of the Overall Strategy for WCRP
2. Land-Atmosphere Processes
3. Ocean Processes
 - 3.1. Tropical Oceans and Global Atmosphere (TOGA) と Monsoon Climate Programme (MCP)
 - 3.2. World Ocean Circulation Experiment (WOCE) と Upper-Mixed Ocean Layer

* Report of the fifth session of the joint scientific committee for WCRP, Hangzhou, 12-17 March 1984.

** Tomio Asai, 東京大学海洋研究所.

- 3.3. Sea-Ice
- 3.4. Ocean Observational Systems
4. Radiation Processes
 - 4.1. ISCCP
 - 4.2. Impact of CO₂ Increase
 - 4.3. Effect of Aerosols
 - 4.4. Radiation Codes Used in Climate Models
5. Climate Modelling
6. Data Base for Climate Research
7. GARP Activities
8. Organization of Future Work

2. 大気-陸地間過程

2.1. 背景

地表面での熱や水のフラックスを評価するときに生ずる困難性の一つは土壌の特性、植被、水文過程の局地的差異の大きいことである。しかも、これらの過程の非線型性のため、単純に平均して大きな領域でのフラックス平均量とするわけにはいかない。これら機構の複雑性のため、陸地-大気間交換過程のパラメタリゼーションは気候モデリングにおける重要な問題となる。

大気大循環モデルにおける陸地面過程の定式化の現状については、1981年1月 Greenbelt での “JSC Study Conference on Land Surface Processes” で概観され、Eagleson 編 “Land surface processes in atmospheric general circulation models, Cambridge Univ. Press, 1982” にまとめられている。

2.2. 経過

JSC-IV は気候モデルにおける陸地-大気間交換過程の定式の改善を次の二つの段階を経て進めることを提案した。すなわち、(1) 気候モデルの解像度とほぼ同じ水平スケールをもつある程度不均質な陸地と大気との間の

顕熱・潜熱交換を表現する有効なパラメタリゼーションの決定、(2) 気候モデルにおける水文過程に関する諸種のパラメータを全球的にモニターできる観測値—平均降水量、流出量、地表面アルベドとその他の放射量、地表面温度の日変化と平均値、植被、土地利用の定性的示標など—の地理的分布とその時間依存性に最もよく適合するように同時に調整することである。

2.3. HAPEX

JSC-IV の勧告にしたがって、1,000 km スケールの流域で、大気—陸地間交換過程に関する知識を増進する一歩として野外実験の設計・実施について水文学者らと協力して検討してきた。1983年11月ジュネーブで WMO/CAS の支持を得て、研究会議を開き、そのような野外実験を支持し、観測システム・成果の事前評価や実験計画のガイドラインなどをまとめ、報告書“Report of the WMO/CAS Meeting of Experiments on the Design of a Pilot Atmospheric-Hydrological Experiment for the WCRP”を提出した。実験の目的は $\sim 100 \times 100 \text{ km}^2$ 領域で土壌水の測定を含む水文学的観測、気象学的観測を同時に種々の方法で実施して降水量、蒸発量などを入手することの feasibility を示すことである。この実験の候補地として、米国オクラホマやフランス南西部などがあげられている。

JSC-V は上記報告書を検討し、HAPEX (Hydrological-Atmospheric Pilot Experiment) を推進することとし、(1) HAPEX の実施計画立案、(2) 実験を組織・調整し、研究者の利用に供するために実験資料を管理、(3) ISLSCP (International Satellite Land-Surface Climatology Project, UNEP の支持を得ている WCRP の一つ) と活動の調整や情報の交換により協力を維持することなどを任務とする Scientific Steering Group を設けた。メンバーは気象学の他に水文学、生物学、リモートセンシングの分野の専門家も加える。

3. 熱帯海洋と大気大循環の相互作用に関する研究計画 (TOGA)

3.1. 経過

JSC-IV で設置された TOGA に関する Scientific Steering Group がその第1回会合 (1983年8月, Hamburg) で、TOGA の目的を明確にし、それに伴う研究計画の観測・理論両面を概括した。(WCP-62, Report of the First Session of the TOGA Scientific Steering Group).

衛星により海上の風、温度、湿度、放射収支などの全球的なデータセットを取得する計画をつくるため、Satellite Observing Systems に関する Scientific Steering Group と協力して、(1) 海上風に関しては、将来、散乱計による測風に至るまでの中間段階として雲の追跡に基づく海上風データセット計画を立案した (WCP-68, Report of the Workshop on Interim Ocean Surface Wind Data Set Project). (2) 同様に、海面の温度や放射収支のデータを得るための計画を検討中で、1984年4月その Workshop が開かれた。

3.2. 国際 TOGA 事務局の設置

国際的な TOGA 計画が1985年1月から10年間にわたって実施されることに鑑み、Project Office をさしあたって米国に設置し、1984年5月から活動を開始することになっている。米国、ヨーロッパ、インドから各1名、計3名から成るスタッフが Steering Group の指導のもとに、WCRP と米国 NOAA の資金援助を得て、観測や資料処理などの実施計画の準備にあたる。この Office は数年後にはジュネーブの WCRP 事務局とパリの CCCO 事務局へ移行することになるであろう。

各国の参加要請は公式にはいくつかの筋道を通してなされる。IOC と WMO はそれぞれの加盟国に IGOSS や WWW の強化などによって協力するよう要請する。ICSU, IOC, WMO による最終的な commitment meeting は1984年末—1985年始めに開かれるであろう。

3.3. TOGA 計画のための国際研究会議

観測とモデリングから成る総合的研究計画をつくるため、1984年5月リエージュで開かれる TOGA Steering Group 第2回会議でその原案が立案される。その原案は同年9月パリで予定されている国際研究会議 JSC/CCCO Joint International Conference on the TOGA Scientific Programme (議長 R. Revelle) で、より広い立場からの論議を経て、最終案にまとめられることになっている。したがって、(1) 熱帯海洋と大気大循環の相互作用に関する知識の評価、(2) 国際 TOGA 研究計画の内容とその優先度の検討、(3) 各国の参加に対する判断材料として、関心のある研究者、研究管理者に情報を提供することなどに会議の主要な狙いがおかれる。

4. 海洋大循環実験 (WOCE)

4.1. 目標

JSC-IV で設置された WOCE Scientific Steering Group は1983年8月、ウッズホールで第1回、1984年

1月ワームリィで第2回の会合を開き、これまでの検討結果をふまえて研究計画を立案しつつある (WCP-69, Report of the First Session of the JSC/CCCO WOCE Scientific Steering Group ; 「天気」第30巻第10号)。

WOCE の目標は (1) 気候変動の解明に有効な海洋モデルを開発し、それを検証するために必要な観測データを収集することであり、それによって海洋大循環と気候との関係を明らかにすること、(2) 海洋の長期の動態に対する代表性の高いデータセットを決定することであり、海洋循環の長期変動を明示するための方法を見出すことである。

4.2. 課題

上記目標に到達するために、計画は次の課題で構成される。

(1) 海洋循環モデリング：観測データセットは非均質かつ複雑なものが予想されるので、それを総合し解釈するために海洋循環モデルが用いられるであろう。窮極的には WCRP の第3目標に必要な手段となる。

(2) 海洋衛星観測システム：少なくとも1個の海面水位を測定する衛星を3年間以上、少なくとも1個の海上風 (あるいは風のストレス) を測定する衛星を1年間以上利用できることが不可欠である。これら2種類の衛星観測のうち、どれか一つでも欠ければ、WOCE 計画は根本的再検討に迫られるであろう。そのため、現在、ヨーロッパの ERS-1、米国の NROSS、米-仏の TOPEX-POSEIDON が準備されつつあり、また、日本の MOS-2 にも大きな期待が寄せられている。

(3) 船舶による全球的海洋観測、(4) 浮遊ブイや遠隔音波探査技術を用いた広域の流速測定、(5) 化学的トレーサーの全球的観測などである。

4.3. 実施時期

海洋観測衛星計画の進捗状況に基づき、また、開発中の新しい観測方式の利用可能性も考慮に入れて、強化観測期間を1989～1994年の5年間とする。トレーサー実験 (TTO)、海洋混合層実験や通常の海洋観測に基づくいくつかの研究観測計画は WOCE の強化観測に先行して実施すべく調整がなされつつある。

5. 海水—SPICE

JSC-IV の勧告に基づき、WCRP のための海水研究計画を検討するため、1983年12月ジュネーブで専門家会議 (議長、Untersteiner) が開かれた。そこでまとめた報告書、Report of the Meeting of Experts on Sea Ice and

Climate Modeling (WCP-77) を JSC-V は検討し、(1) 極域における気象と海氷の特徴や運動をより良く決定するために、自動ブイ、衛星、WWW 観測網を含む観測システムを維持・改善すること、(2) 海氷のモデリング、大気—海氷相互作用のパラメタリゼーションの検証を目的とする Sea Ice Prediction International Climate Experiment (SPICE) を推進することとし、そのための Study Group を組織した。

6. 国際衛星雲気候計画 (ISCCP)

6.1. 目的

5個の静止衛星 (METEOSAT, INSAT, GMS, GOESW, GOESE) と1～2個の極軌道衛星 (NOAA および多分 METEOR) によって、日変化を解像し得る全球的な輝度と雲量の5年間のデータセットを作製することが基本概念である。これによって、(1) 雲のパラメータを導出できるような大気放射特性についての情報を含む可視と赤外の全地球的輝度分布をつくる、(2) 輝度データから雲の物理的性質を推定する技術の基礎的研究を育成、その結果得られる実験的アルゴリズムを気候モデルにおける雲のパラメタリゼーション改良のために、雲のパラメータを導出し、検証するために適用する、(3) 地球の放射収支の理解の増進のために、また降水量などの重要な気候パラメータを推定するために ISCCP データを用いて研究を促進することにその狙いがある。

ISCCP は定常業務的活動と研究的活動から成っている。

6.2. 定常業務的活動

データ収集、処理、仕様、保管などのデータ管理については国際作業委員会 (主任、R.A. Schiffer) が検討を重ね、1984年3月東京で開かれた第3回委員会で計画案がほぼ固まった。WCP-42, 52として第1回、第2回の作業委員会の報告書がだされ、第3回の報告書も近く出版される。

データの収集は既に1983年7月1日から始まっており、INSAT を除くすべての気象衛星からのデータは各国の衛星センターにある地域処理センター (SPC) から米 NASA の全球処理センター (GPC) に集められつつある。これらのデータは仏 CMS の衛星相互校正センター (SCC) で校正され、最終的に米 NOAA の ISCCP 中央資料センター (ICA) に保管されることになる。データ処理段階に応じて、A (全分解能生画像データ)、

B1 (8~12 km サンプルの圧縮画像データ), B2 (B1の抽出データ, 24~30 km), B3 (全球的に規格化されたB2データ), C (雲のパラメータ) などがあり, A, B1, B2 は SPC で, B3, C は GPC でつくられ, B1, B3, C が保管される。

6.3. 研究的活動

主な目標は (1) 気候モデルにおける雲や放射のパラメタリゼーションを開発し, テストするための regional experiment, (2) 衛星観測と大気大循環モデルからそれぞれ導出された雲のパラメータの気候を全球的・地域的に相互比較することである。

これまで, 米国から First ISCCP Regional Experiment (FIRE), 日本から Western North Pacific Cloud-Radiation Experiment が提案されており, 英国, オーストラリアなどでも検討されつつある。FIRE 計画は (1) 雲量と放射のパラメタリゼーションの検証実験, (2) 海洋上境界層雲の研究, (3) 巻雲系の研究, (4) 雲の物理的・放射的特性の統計的研究, (5) データの収集, 処理, 保管に関する研究などから成っている。

7. CO₂ 増加に伴う気候変化とその早期検出

7.1. 背景と経過

1981年, UNEP, WMO, ICSU が協力して CO₂ にかかわる様々な問題を調査する国際協同作業を実施し, 1958年に報告書, “International Assessment of the Impact of an Increased Atmospheric Concentration of CO₂ on the Environment” をまとめることに合意した。現在, スtockホルムの国際気象研究所 (IMI) が関係研究機関と連絡をとり活動の調整にあっている。本問題についての科学的評価を行うためには次の5課題についての研究が特に必要である。すなわち,

(1) エネルギー開発に伴う大気中への CO₂ 放出率の見通し, (2) 炭素循環とそれに基づく今後の大気 CO₂ 濃度, (3) 大気 CO₂ 濃度増加に伴う気候変化とその早期検出, (4) 自然的・人工的地球生態系に及ぼす気候変化の影響, (5) 社会に及ぼす気候変化の影響および, 気候変化に対する社会的・政治的対応。

JSC の任務は, 上記5課題のなかの (3) について特に研究を要する問題を提示することであり, IMI の経過報告とそれに関する検討がなされた。

7.2. 気候モデルの信頼度

CO₂ 濃度増大に伴う気候変動の評価に4つの異なる方法が用いられる。すなわち, (1) 大気大循環モデル,

(2) エネルギー平衡や放射・対流平衡などのモデル。基本的には大循環モデルと同じであるが, 地域的分布がわからない。(3) 経験データに基づく。(4) 古気候の再現。

CO₂ 倍増に伴う全球気候変化についてこれまでの評価は, 例えば, 米国における一連の報告書によると, 1~5°C の昇温を示唆している。それらの数値はかなり現実的ではあるけれども, まだ不確実さの幅は大きい。気候パラメータの全球平均値に対しては CO₂ 倍増の効果についてある程度の知識が得られているが, 地域的規模での影響についてはまだ不明瞭である。

7.3. CO₂ 増加の気候変化におよぼす効果を検出されているか?

支持する記録はあるが, 確信していえる段階には至っていない。CO₂ による変化を検出する際の主な困難性は, (1) 現在の気象観測網の不十分さのため, “観測” ノイズレベルが高い, (2) すべての気候要素がかなりの “自然” 変動性を示し, ノイズに寄与している。(3) CO₂ の他に気候変化に寄与するいくつもの要素があり, それらの因果関係についての知識が不十分なため, CO₂ 効果に帰すべき気候変化の信号部分のみをとり出す能力を減ずること, などにある。

検出に有用なパラメータとしては, ノイズレベルが低い良質の観測記録をもつ気候要素で, かつ CO₂ によるシグナルとしての理論的性能の高いものが有利である。その意味では北半球平均地上気温が最良であろう。

(1) 気候変化は種々の型式で現れ, すなわち, 観測的証拠の集合体があり, 一つのパターンを形成する。(2) 異なる因子は異なる型の気候変化を生じ, 各々はそれ自身の特徴的な観測的証拠のパターンを持つというこれら二つの事実に基づく一種の指紋法 (finger-print method) は入手可能なデータを最適な方式で使用でき, 個々の気候要素が強いシグナルを示さなくても, 観測要素の合成によって信頼できる証拠となり得る。一方, しばしば, 気候変化のいくつかの原因が同時に働いて, すなわち, 二つ以上の「指紋」が互いに重なり合い, 信頼度の高い結論をひき出す可能性を減ずる。

海洋は気温の変動を減ずる役割を演ずること, 気候変化のシグナルは温度躍層の下方へ運ばれ, 数年~数10年間, そこに保存され得ることなど, 海洋のこれらの効果は大気より, 海洋中で CO₂ による気候変化の検出を可能にするかも知れない。北大西洋の深層水について, これを検討するよう CCCO に依頼する。

7.4. 海面水位に及ぼす影響

米国 NAS の評価 (1983) によると, 21世紀中に3~4°C の全球的昇温が起こると, 約70 cm 全球的水位上昇が生ずる。それは過去50年間の融氷率が継続するとして17 cm, グリーンランド ice cap やアルプス氷河の融氷が加速するとして24 cm, 海洋上層の拡大によるもの30 cm, 総計71±18 cm という評価に基づいている。

上記諸問題についての検討結果をまとめ, 1985年春, WMO, ICSU, UNEP 等へ提出すべく報告書を準備しつつある。

8. GARP 関係

8.1. 「Global Weather Experiment* の成果と World Weather Watch に対するその意義」に関する国際会議

1985年5月27~31日, ジュネーブで WMO と ICSU の合同の標記国際研究会議が開催される。J. Mason を議長とする組織委員会で立案された主なセッション題目と講演予定者は以下の通りである。

- (1) GARP の背景と Global Weather Experiment
B. Bolin, J. Smagorinsky
- (1) GARP の成果としての観測体系・技術の進展
V. Suomi, B. Döös, D.S. Johnson
- FGGE 特別観測系と WWW への適用性
 - i) 静止気象衛星による風の観測
日本から1名
 - ii) 浮遊ブイと衛星による観測資料収集システム (ARGOS)
フランスから1名
 - iii) 航空機観測資料と衛星中継システム (ASDAR)
カナダから1名
 - iv) Navaid 鉛直探査システム
A. Lange
 - v) 熱帯風観測船システム
B. Chuchkalov
- (3) Global Weather Experiment における資料解析と研究
L. Bengtsson, K. Miyakoda, E. Holopainen
- (4) 力学的予測に関する理解の増進と天気予報への応用

N. Phillips, D. Burridge, オーストラリアから1名, T.N. Krishnamurti
Summer MONEX について, P.K. Das,
Winter MONEX について Ho Tong Yuen,
WAMEX について D.O. Adefolalu

(5) Global Weather Experiment の成果の WWW 改善計画への利用

J. Neilon, A. Gilchrist, T. Mohr

(6) Global Weather Experiment の成果の天気予報研究への利用

F. Mesinger, G. Kurbatkin, R. Pearce, A. Gadd

(7) Global Weather Experiment の成果の評価と WWW の将来展望および各国気象庁の現業数値予報に対するその意義

各国気象庁から

8.2. 国際セミナー

上記の総合的な国際会議に先立って, 次のいくつかの特定課題についてセミナーが準備されている。

(1) Status of data assimilation and observing system experiments

中期予報ヨーロッパセンター, 1984年9月10~12日

(2) Tropical meteorology

フロリダ州立大学, 1984年10月8~12日

(3) Diagnostic studies of the global atmospheric circulation based on data collected during the Global Weather Experiment

ヘルシンキ, 1984年8月29~31日

(4) Developments in numerical modelling and weather prediction methods as a result of the Global Weather Experiment

ストックホルム, 1984年10月1~5日

8.3. ALPEX

GARP の最後の副計画である ALPEX については, 「ALPEX の成果に関する国際研究会議」が1985年10月ヴェニスで開かれる予定である。

9. あとがき

核戦争のインパクトに関する研究が各方面でなされつつあり, 気候におよぼす影響についても, 核戦争の規模, 期間, 種類など幾通りかのシナリオのもとで, それぞれの評価が試みられた。核兵器は使用されてはならな

* First GARP Global Experiment (略称 FGGE) と同義。

いものであり、そのための努力がなにより大切なことであるが、政策立案者を含め多くの人々が、核戦争の結果についてできる限り正しい知識をもつことも必要であろう。JSC でも話題になったが、目下、SCOPE/ICSU が核戦争の影響評価の作業をしつつあり、1985年にその報告がまとめられることになっているので、その結果をみたくて検討することとし、当面 WCRP としては計画案に盛り込まれているエアロゾルや微量気体の放射過程に関する研究を推進することによって寄与することを考えている。

JSC-V には、新しく N.-A. Phillips (NOAA) と P.J. Webster (前 CSIRO, 現 Penn. State Univ.) がメンバーとして加わり、C.E. Leith (NCAR) と J.D. Woods (Keel Univ.) が退いた。今回の委員会を最後に J. Houghton, D. Lal, C. Lorius が退き、次回から J. Mason, G.A. McBean, R.P. Sarker がメンバーとして参加する予定である。また、Houghton 議長の退任に

伴い、本年4月から J. Mason が議長の任にあたることになった。JSC-V にはメンバーの他に、ICSU から T.F. Malone と J. Mason, WMO-CAS から、W. Bohme、その他、各作業委員会の議長、L. Bengtsson, V.E. Suomi、その他専門家として N. Untersteiner, G.P. Kurbatkin, R. Fleming (国際 TOGA Project Office 主任)、R.A. Schiffer (ISCCP Project 主任) が出席した。

なお、上記報告は全議題についての概要ではなく、国際協同研究計画として最近進展しつつある部分にしぼられている。全般については近く出版される Report of the Fifth Session of the JSC を御覧いただきたい。また、JSC-V へ出席するに先立ち、WCRP Plan の draft について多くの関係各位から貴重なコメントをいただき、会議では大いに参考にさせていただいた。謝意を表したい。

京都大学超高層電波研究センター共同利用研究の公募について

当センターが滋賀県甲賀郡信楽町に昭和56年度より建設中の MU (Middle and Upper Atmosphere) レーダーが、いよいよ今年度完成の運びとなりました。これに伴い、本年10月より一般公募による当センターの共同利用研究を開始します。

共同利用研究の中心的設備となる MU レーダーは我が国最初の中層・超高層大気観測用 VHF 帯大型レーダーであり、昭和58年度より部分的運用を開始しています。同レーダーは送信周波数 46.5 MHz、尖頭送信出力 1 MW のモノスタティック・パルスレーダーであり、475本の直交三素子八木アンテナとその各々に接続された固体送受信機によるアクティブ・フェーズドアレイを構成しています。この方式を用いることによって、高速度のアンテナビーム走査やアンテナの分割使用といった、従来の大型レーダーにない自由な使用が可能となっていま

す。

現在は完成時の3/4の規模で運用中であり、高度3~20 km の対流圏・下部成層圏と高度60~90 km の中間圏領域の観測が行われています。MU レーダーはハードウェアはほぼ完成していますが、ソフトウェア開発の多くの部分が今後の研究課題として残されており、実験的な観測が行われているにすぎません。多くの研究者の参加による共同利用が望まれます。他に共同利用に供される設備としてはアイオノゾンデ、TSS 端末等があります。

利用を希望される方は、下記に申請書類等が用意されていますので御問い合わせ下さい。

連絡先 〒611 京都府宇治市五ヶ庄

京都大学超高層電波研究センター事務局
TEL. 0774-32-3111 (内線 3330)