

WCP の窓

WCRP-SPARC について

—成層圏・気候影響研究計画—

田 中 浩

1. はじめに

1993年9月10日から13日まで3日間、イギリスの大学町ケンブリッジで第2回 SPARC-SSG (Scientific Steering Group) のミーティングが開かれ、日本から SSG メンバーの松野太郎教授 (東大気候システム研究センター) と私の2名が参加した。第1回 SPARC-SSG ミーティングは去年のほぼ同じ時期にフランス地中海沿岸のカルケランで開かれ、SPARC プロジェクトの目的、内容、スケジュールなどを盛り込んだ「Implementation Plan (研究計画書)」が作られた。今回はこの1年間の活動状況および今後の研究の進め方について週末にもかかわらず活発な議論が行われた。会議で決定した内容を述べる前に、そもそも SPARC とは何か、そのプロジェクトの成立の経過はどのようなものかについて説明しておきたい。

2. SPARCプロジェクト成立の経過

SPARC (Stratospheric Processes And their Role in Climate) は、1992年3月末に WCRP-JSC (World Climate Research Programme-Joint Scientific Committee) で決定された新しい国際的研究プロジェクトである。SPARCの決定に到るまでには複雑な経緯があるので簡単に振り返ってみたい。

SPARC のルーツは、IGBP (International Geosphere and Biosphere Programme : 地球圏-生物圏国際協同研究) に含まれていた STIB (Stratosphere Troposphere Interactions and the Biosphere) である。STIB は1989年にすでに提案されていたが、Proposed Core Project のまま放置されていた。この間、他のプロジェクトは Established Core Project に格上げされ、次々に実施の方向に進んでいった。この

中には IGAC (International Global Atmospheric Chemistry) や JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study) などがある。1991年6月、STIB の CPPC (Core Project Planning Committee) が米国のニューヨーク州立大学 (SUNY) に集まり、STIB の格上げに向けての Implementation Plan を作成した。1991年9月に開かれた IGBP-SC (Scientific Committee) では、残念ながら格上げは見送られた。その理由としては、STIB に含まれる研究内容が IGAC やその他のプロジェクトと競合すること、オゾンの研究はすでに数多くの機関で独自に行われていること、生物圏が中心テーマに必ずしもなっていないこと、などであった。したがって、今後 STIB を IGBP のもとで推めていくことについて多くの困難が考えられた。

このような状況のもとで、STIB を IGBP の傘下から脱却させ、WCRP のプロジェクトとして推進することを決意し、WCRP-JSC のメンバーである松野さんらの努力により SPARC が発足することになった。SPARC が WCRP 傘下のプロジェクトになったため、ICSU (International Council of Scientific Unions) と WMO (World Meteorological Organization) 双方で組織される JSC によって国際的に運営されることになる。SPARC-SSG は11人のメンバーで構成され、その議長はフランスの Dr. M. -L. Chanin (CNRS) と米国の Dr. M. A. Geller (SUNY) である。1992年9月、南フランスのカルケランで第1回の SPARC-SSG ミーティングが開かれ、SPARC の Implementation Plan が作成された。我が国から、松野さんと私、また小川利紘さん (東大理学部) も特別に参加した。STIB から SPARC に移行したことにより、生物圏に関する内容はおおむね削除された。しかしながら、オゾンや温室効果気体を含む成層圏化学は、気候研究に対する重要性に鑑み継続されることになった。

SSG とは別に、本年5月にドイツのウィスバーデンで開かれた EGS-SPARC や、7月に横浜で開かれた IAMAP/IAGA の SPARC シンポジウムでも、研究内容を含め多くの議論が行われた。SSG ミーティングやその他の議論を通して、SPARC の研究目的の中核は、近年の成層圏オゾンの減少に伴って発生するさまざまな気候変化とその可能性を大気物理学的・大気化学的・大気力学的視点で解明することにあることがほぼ合意された。

3. SPARC の研究内容

1981年から5年間にわたり MAP (中層大気国際協同観測計画) が行われた。この計画では内部重力波という大きなテーマがあり、その実態や機能に関する集中的な研究が世界的な規模で行われ成功を取めた。MAP の途中に、南極オゾンホールが発見されたが、我が国ではその重要性の認識が遅れ、MAP には間に合わなかった。その後、南極オゾンホールは拡大の一途をたどり、近年北半球にもオゾン減少域が出現するに至った。

南極オゾンホールの形成機構はかなり解明されたように思われているが、力学的プロセスを含めまだまだ不十分である。まして、北半球のオゾン減少機構についてはほとんど理解されていない。さらに重要なことは、成層圏におけるオゾン減少の結果として生ずる成層圏寒冷化が、温暖化気体の増加による成層圏寒冷化とあいまって、対流圏の長期的気候変化に与える影響である。対流圏と成層圏は強い相互作用のもとに結合しているのである。

成層圏オゾンの減少、温暖化気体の増加、頻発する火山噴火、など人間活動や自然活動による影響が1年から10年のスパンでいかに変化するかを解決することが、SPARC に与えられた基本課題であり、まさに時宜を得たテーマである。

SPARC Implementation Plan に盛り込まれている内容は次のとおりであり、このラインに沿って研究も推進されることになろう。

課題1 成層圏の気候への影響

成層圏は放射的にも力学的にも対流圏と強く結びついている。したがって、成層圏の構造の変化は、それが自然起源であれ人為起源であれ、対流圏の長期的気候変化をもたらす。

- 目的1 成層圏の対流圏気候への影響の研究
- 目的2 気候変化における成層圏/対流圏相互作用の可能性の評価

課題2 成層圏オゾン変化の物理と化学

成層圏は、放射、化学、力学が強く結合している領域であり、個々のプロセスばかりでなく総体としての理解も欠かせない。南極オゾンホールはその典型的な実例であるが、近年北半球で出現する広域にわたるオゾン減少も早急に解決せねばならない問題である。

- 目的1 化学過程とエアロゾル過程の研究
- 目的2 化学物質の力学的輸送の研究
- 目的3 放射/力学/化学相互作用の研究

課題3 成層圏変動とモニタリング

成層圏は人間活動の影響がオゾン濃度や気温を通してもっとも顕著に現れる領域である。人間活動による成層圏の長期変動を予測するためにも、火山活動、太陽活動、大気循環などの自然変動性に関する知識が欠かせない。

- 目的1 成層圏における変動性と長期トレンドの解明

課題4 紫外線放射強度変化のモニタリングとモデリング

地表への UVB の透過は、成層圏オゾン、エアロゾル、雲、対流圏オゾンなどの量によって決まる。UVB 放射のモニタリングとモデリングを重点的に行い、その生物圏への影響の立ち入った研究は除外し、IGBP のプロジェクトと連携する。

- 目的1 紫外線透過のモデリングと検証
- 目的2 紫外線気候学と予測の確立

4. ケンブリッジ SSG について

出席者は SSG 委員 (10名)、Ex-Officio メンバー (5名)、WG リーダー (1名)、その他 (8名) の計24名であった。ケンブリッジ大学の数あるカレッジの一つである Corpus Christi College のあまり広くない一室に3日間缶詰にされた。この会議で議論された内容について、簡単に報告しておく。

(1) SPARC Implementation Plan の最終レビュー

SPARC の目的と研究内容を盛り込んだ研究計画書を出版するにあたって、SSG 委員によるチェックをもう一度行う。年末までに出版を完了する。

(2) SPARC におけるモデリング

Dr. R. Rood (NASA/GSFC) が WG のリーダーになって、成層圏と対流圏を含む大循環モデルの作成に努力する。すでに、多くの研究機関で GCM を持っており、これらを SPARC のもとで互いに比較しながら全体としてどのように発展させるのかについての方針が議論された。

(3) SPARC における成層圏観測

SPARC の重要なミッションの一つである成層圏モニタリングに関して、いくつかの方法が提出された。まず、WMO のラジオゾンデネットワークによる温度と風の長期トレンドの観測態勢および内部重力波気候学の確立である。次に、NDSC (Network for Detection of Stratospheric Changes) の観測項目 (特に H₂O 気候学のため) や観測所を増やして、より充実させることである。PSC 気候学は人工衛星観測 (SAM2 や SAGE2) に頼らざるを得ないが、これらの衛星はそろそろ寿命なので、かわって POAM2 と SAGE3 が打ち上げられる予定である。UVB 観測のために、古いタイプの広帯域 Robertson-Berger が最新式の高分解能ラジオメーターに置き換えられている。

(4) S/T 交換問題

STE (Stratosphere-Troposphere Exchange) の問題 (注: Solar Terrestrial Environment と混同しないこと) について、Dr. P. Haynes (DAMTP) が報告した。詳細は多岐にわたるので省略するが、理論的にも観測的にも興味ある内容を含んでいるテーマである。

(5) 将来の SPARC 関連会議

次の SPARC-SSG ミーティングは 1994 年 9 月の最後の週の 3 日間米国の Stony Brook, NY か Princeton, NJ のどちらかで開かれる予定である。1995 年に IAMAP が米国 Boulder で開催され、SPARC 関係のシンポジウムやワークショップも計画される。「Pinatubo and the Climate」なるテーマで Dr. G. Fiocco によ

て 1994 年に NATO/AWR が「The Role of the Stratosphere and the Climate」なるテーマで Dr. G. Brasseur により 1995 年に NATO/ASI がそれぞれ組織される。最近 NATO が興味あるテーマで多くの研究会を支援しており、欧州や米国の研究者が積極的に参加している。NATO がもともと軍事同盟であったことに対するアレルギーはソ連の崩壊後欧米の研究者の間では完全に払拭されているように見える。しかし、あまり NATO 研究会が盛んになると、日本の研究者がなんとなく蚊帳の外に置かれたような気になってしまう。我が国では (少なくとも私には) 依然として抵抗感が残る。その他に、「QBO/ENSO Variations in the Stratosphere-Troposphere System」なるテーマで「US/JAPAN 共同研究会」の開催が提案された。また、1995 年 5 月には米国の Keystone, CO で各種のオゾン観測キャンペーンの結果をまとめて、極域オゾンに関するミーティングが開かれる。

(6) SPARC 事務局の活動

SPARC 事務局がフランスの Verrieres-le-Buisson に置かれ、活発な活動を開始した。手初めに SPARC Newsletter (1 号) が発行された。1993 年暮れに 2 号が発行される。SPARC のロゴをデザインした T シャツが作られ、出席者全員がそれを着用してカレッジの中庭で写真をとった。SPARC 関連の各種会議・委員会・研究会・シンポジウム・ワークショップなどの開催、SPARC 関連の出版物の発行、人物交流の活発化などに対して強力な支援体制が作られつつある。

(7) WG や SC の提案

次のような WG と SC が提案された。今後、順次ワークショップが開かれる予定である。

WG on Troposphere-Stratosphere Modelling (Drs. R. Rood and S. Pawson)

WG on Water Vapor Instrumentation and Climatology (Dr. J. Gille)

WG on Gravity Wave Climatology and Parameterization (Drs. I. Hirota and K. Hamilton)

WG on Assessment of Stratospheric Temperature Trend (Dr. V. Ramaswamy)

SC on Lower Stratosphere/Upper Troposphere Measurement (Drs. B. Ridley and I. Isaksen)

(8)その他

NASA (Dr. J. Kaye), NOAA/ERL (Drs. S. Solomon and G. Reid), NOAA/GFDL (Dr. J. Mahlman), CEC (Dr. J. Pyle) など各研究組織の活動状況について興味ある報告があった。次に、IGBP 関連プロジェクトである IGAC (Dr. D. Ehhalt), JGOFS (Drs. J. Priddle and H. Marchant) と SPARC との関連性が述べられた。IGBP-SC の新議長となった Dr. P. Liss が出席して IGBP-SPARC 共同研究の必要性を力説していたのにはいささか驚いた。いまならば、STIB のままで IGBP の Core Project に昇格し、SPARC は存在してなかったかもわからない。最後に、各国での SPARC に関する研究状況の報告があった。これらについては、別の機会に紹介したいと考えている。

5. おわりに

SPARC プロジェクトを我が国で推進するために、京大理学部の高田勇教授を代表者として文部省科学研究費総合研究(B)「成層圏オゾン変化の気候への影響に

関する総合的研究」を申請した。ここで十分検討を重ねた後、「重点領域研究」への移行を意図している。成層圏オゾンの減少メカニズムを解明することが地球環境問題の最重要課題のひとつであるという認識は巷にまで浸透しているにもかかわらず、その研究を支援する中核プロジェクトが我が国に存在しないのである。SPARC の日本語訳を「成層圏・気候影響研究計画」と銘打って、強力な研究組織を構築したいと決意している。今回の SSG ミーティングに出席してその思いをますます強く持つようになった。

6年振りのケンブリッジ訪問であったが街はまったく変わっていなかった。宮殿と見まがうばかりの Kings College も、静かなカム川の流れも、市場の賑わいも永久に変わらないように思えた。傷心の旅であったが、心を和ませてくれる雰囲気はケンブリッジにはある。SSG メンバーの顔も見飽きた3日目の午後、McIntyre さんが松野さんと私をご自宅に招待してくれた。Ruth 夫人が出してくれたイギリス紅茶とケーキをほおぼりながら話がはずんだ。McIntyre さんはこの10月ついに名誉あるケンブリッジ大学の正規のプロフェッサーに昇格されたよし、誠に喜ばしい出来事である。心を残してケンブリッジを去った。いつかまた、きっと訪れてみようと思った。

(名古屋大学大気水圏科学研究所)