

# 『気候-化学相互作用に関する SPARC-IGAC 合同ワークショップ』報告\*

高橋 正明\*\*

2003年4月3～5日に、SPARC-IGAC 共同の気候-化学相互作用ワークショップがフランス・ツーロン近くの Presquile de Giens で行われた。SPARC からは A. R. Ravishankara が、IGAC からは S. Liu がコンピーナーをつとめている。SPARC のこれからの1つの方針として、対流圏化学の IGAC と共同で、プロジェクトを進める会議であった。昨年(2002年)スイスの Zurich で小さな気候-化学相互作用ワークショップが行われた (Ravishankara, 2002) が、この会議はそこで提案された気候と大気化学の相互作用の重要性、研究すべきことを、より明確に指向した会議となっている。出席者はアメリカ、イギリス、台湾、日本などから約40名であった。これに筆者も日本から誰かということで招待され、これからの気象学の1方向を示すものとして重要なので報告する。対流圏化学の主たる対象の1つである対流圏オゾンの生成量は、成層圏からの流入量と同じ程度の寄与を持ち、無視できない量であるから、SPARC と IGAC が結びついたということであろう。例えば、我々のモデル (Sudo *et al.*, 2002) では、成層圏流入を600 TgO<sub>3</sub>/yr とすれば、対流圏内でのネットの生成は約400 TgO<sub>3</sub>/yr である (化学的生成が約4800 TgO<sub>3</sub>/yr で化学的破壊が約4400 TgO<sub>3</sub>/yr、地表での沈着は1000 TgO<sub>3</sub>/yr 程度)。

会議は3日間おこなわれ、SPARC-IGAC 共同の気候-化学相互作用に関する研究を進める上で考えられる、以下の5つの問題について議論がおこなわれた。

1: エアロゾルと雲の問題をどのように研究するかが議論された。ある種類のエアロゾルがあったとき、

どのように雲が作られるのか、エアロゾルと雲を関係づけることが行われている。それぞれの種類のエアロゾルは、化学組成と関連しているのをどのように評価してモデルに組み込むか。観測をどのようにするか、およびモデラーがどのようにモデルを發展させるべきかを議論した。モデル研究として現在行われているのは、硫酸や雲の粒径分布を考慮し、また流体運動として10 m 程度の空間分解能のモデルのようであり、乱流過程を含むラージ・エディ・シミュレーション (Large Eddy Simulation) のモデルの中にそのような過程を導入して計算されている。それらの計算はエアロゾルの間接効果と関連して興味あると思われるが、その知見をさらにメソモデル(数 km 程度)、さらに将来的には GCM に入れるとき、それらを GCM の中の上昇流と対応させるには長い道のりが必要であろう。

2: 水蒸気がどの程度成層圏に流入するのか、対流圏から見ればどの程度逃げているかの問題である。最近、成層圏の水蒸気が増加している話がある

(Rosenlof *et al.*, 2001)。おもに熱帯域から水蒸気は逃げていくので、熱帯対流圏の Tropical Tropopause Layer (TTL) と呼ばれる層をどのように通過しているのか。また熱帯対流圏の対流や降雨の素過程を議論していた。ここらあたりは小さい雲対流から大規模輸送が複雑に絡んでおり非常に微妙な話で難しい。

3: 成層圏化学が大気大循環モデルに導入されている。オゾンホールの評価やこれからのオゾンホールがどのようになるかについて、いくつかのモデルが提出されている。しかし、モデル結果の差が大きく、決定的なことがいえない状況である (このなかに CCSR/NIES 化学気候モデルの結果も含まれている)。特に我々が開発した CCSR/NIES 化学気候モデルは分解

\* Report on "Joint SPARC-IGAC workshop on climate-chemistry interaction"

\*\* TAKAHASHI, Masaaki, 東京大学気候システム研究センター。

© 2003 日本気象学会

能が低く低温バイアスが大きいのが特徴である。とにかく、バイアスの除去をやることであろう。我々の経験では高分解能にすればよくなるのが、物理過程だけの GCM では確かめられている。

4：対流圏の化学気候モデルの現状が報告された。多くのアンサンブル実験をやるべきであることが、力学サイドから言われたが、多くの化学成分がありモデルが重いので、現状では難しい（化学過程の詳細化が今はおもに行われている）。もう1つが、やはりここでも分解能を上げることが一番やりやすい方法ではあるが、こんどは化学物質エミッションデータの問題があり、これをどのように評価すべきかが大問題となっている。あとは、化学・気候結合モデルの結果が出始めていることである。英国ケンブリッジ大の結果やハドレーセンターの結果が出始めている。これは須藤くんの学位論文（Sudo, 2003）でも議論されているが、成層圏からのオゾン流入に大きな差があり、やはり成層圏流入の問題は現在の状況においても、結論がつかない問題である。

5：成層圏・対流圏交換について、力学や観測やモデルの立場から、プロセス理解の重要性が強調された。まず、Holton *et al.* (1995) がレビューしたダウンワードコントロールの紹介があった（Haynes *et al.*, 1991；余田, 1995）。大枠はそんなものであろうが、その中の成層圏・対流圏交換が tropopause-folding, 圏界面での対流混合, 等温位面での混合などと細かい過程が絡んでいて、いつまでたってもすっきりしない感じである。Fahey の correlation slope 法で、ある程度の評価が行われるようであるが、他の物質で行うと問題がいろいろあるようである（Murphy and Fahey, 1994）。我々はそのことに関連し、成層圏・対流圏交換を反映して、熱帯域の TTL 領域でまだモデル中のオゾンが観測と十分に一致していないこと、中緯度の流入の評価の難しさ、ENSO のとき成層圏循環が変化してオゾン分布にある程度重要性をもっていること、将来の成層圏オゾン流入の結果が他の研究例に比べて著しいことを発表した。上記について会議全体の報告書が提出される予定である。

この会議報告は私流に理解した範囲の考えを述べたものである（ある部分は共通理解とは思いますがすべてが共通でありえるとは思えない）。それは、僕の英語力の問題でもあるし、これまでの僕の考え方に反映してそ

れらを考えているからです。ようするに、人間は自分の都合のいいところしか見ないという言い訳ですが、そのことをあらかじめ断っておきます。

## 謝 辞

旅費は人・自然・地球共生プロジェクト I から出してもらった。共生 I 代表の住先生に感謝します。我々の結果発表は須藤健悟くん（地球フロンティア研究システム）の学位論文の一部を引用させていただいた。これについて、須藤くんに感謝します。また、CCSR/NIES 成層圏化学モデルのオゾンホールの結果が世界とならんで発表されていることは非常に満足な気がしました。実際の成果をだしてくれた永島達也くん（国立環境研究所）、長い間モデル開発をおこなってきた、論文共著者の秋吉英治氏（国立環境研究所）や滝川雅之くん（地球フロンティア研究システム）に感謝したいと思います。これらが、SPARC の将来発展につながることを祈願して（科学も宗教も同じであると、誰かが言っていたような）、SPARC-community に推薦してくれた、余田先生（京都大学大学院理学研究科）にも感謝したいと思います。

## 参 考 文 献

- Haynes, P. H., C. K. Marks, M. E. McIntyre, T. G. Shepherd and K. P. Shine, 1991: On the "downward control" of extratropical diabatic circulations by eddy-induced mean zonal forces, *J. Atmos. Sci.*, **48**, 651-678.
- Holton, J. R., P. H. Haynes, M. E. McIntyre, A. R. Douglass, R. B. Rood and L. P. Jester, 1995: Stratosphere-troposphere exchange, *Rev. Geophys.*, **33**, 403-439.
- Murphy, D. M. and D. W. Fahey, 1994: An estimate of the flux of stratospheric reactive nitrogen and ozone in the troposphere, *J. Geophys. Res.*, **99**, 5325-5332.
- Ravishankara, A. R., 2002: Climate Chemistry Initiative Discussions, SPARC newsletters, 19, 2.
- Rosenlof, K. H. S. J. Oltmans, D. Kley, J. M. Russell III, E-w. Chion, W. P. Chu, OG, Johnson, K. K. Kelley, H. A. Michelsen, G. E. Nedoluha, E. E. Remsberg, G. C. Toon, M. P. McCormik., 2001: Stratospheric water vapor increases over the past half-century, *Geophys. Res. Letters*, **28**, 1195-1198.
- Sudo, K., M. Takahashi and H. Akimoto, 2002: CHASER: A global chemical model of the tropo-

sphere 2. Model results and evaluation, J. Geophys. Res., 107, 10. 1029/2001JD001114.

Sudo, K., 2003: Changing process of global tropospheric ozone distribution related chemistry: a study with a coupled chemistry GCM. Doctoral dissertation from the University of Tokyo, 187 pp

余田成男, 1995: ダウンワード・コントロール, 天気, 42, 657-660.

#### 略語一覧

ENSO: El Nino Southern Oscillation  
 GCM: General Circulation Model (大循環モデル)  
 IGAC: International Global Atmospheric Chemistry (国際全球大気化学)  
 SPARC: Stratospheric Processes And their Role in Climate (成層圏過程と気候への役割)  
 TgO<sub>3</sub>: Tera gram (10<sup>12</sup> g) オゾン



### 教官（茨城大学教育学部環境科学）の公募

**職名及び人員:** 教授 1 名

**所属講座:** 理科教育講座

**専門分野:** 環境科学（研究分野は大気あるいは湖沼環境の領域が望ましいが、環境問題全般の授業が担当できること）

**担当授業科目:**（現在カリキュラムの再検討中で多少の変更の可能性がある）；学部（環境科学総論, 地球環境論, 産業公害論, 環境アセスメント論, その他専門分野に応じた環境関係科目, 総合科目）；大学院修士課程（環境科学特論, 環境科学演習）

**担当体制:** 採用後, 学部においては, 法制上, 教員養成課程の理科教育講座に所属するが, 同時に人間環境教育教室（環境コース）の主担当教官として位置づけられ, 主に環境コースの教育と研究に携わる。一方, 大学院（修士課程）においては, 理科教育専修の教育と研究に携わる。

**資格:**（学歴）大学院修士課程修了以上又はこれに準ずる資格を有する者（博士号を有することが望ましい）、（年齢）採用予定日現在満55歳以上の者、（その他）採用後は, 水戸市又は水戸市近郊に居住できる者

**提出書類:**（自筆履歴書以外はワープロ可）

(1) 自筆履歴書（写真貼付）、(2) 研究業績一覧等（学会及び社会における活動含む）、(3) 研究業績等（著書・論文・教科書・翻訳等、コピー可）を提出すること。ただし、送付する業績が抜き刷り（コピー）の場合は、著書等については、序文・目次・奥付、論文については掲載誌の投稿規定・目次・奥付等の参考資料を添付すること。(4) 主要業績3編については、それぞれ400字以内の要約を付すこと。(5) 今後の研究計画書（800字程度）及び教育への抱負（800字以内）

**応募期限:** 平成15年9月19日（金）（消印有効）

**採用予定日:** 平成16年4月1日（木）

**その他:** 面接することもある。ただし、その際の旅費は自己負担とする。

**書類提出先:** 〒310-8512 茨城県水戸市文京2-1-1

茨城大学教育学部長 菊池龍三郎

**問合せ先:** 茨城大学教育学部人間環境教育教室

主任 三浦忠雄

Tel: 029-228-8261, Fax: 029-228-8329

（注）応募書類の封筒には、「理科教育講座教官応募」と朱書きし、書留郵送のこと。なお、詳細については、上記問合せ先または茨城大学教育学部専門職員（Tel: 029-228-8205）宛に御照会下さい。