

大気化学研究会ニューズレター -No. 15-

SPRING 2006

The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC)

大気化学研究会からのお知らせ

第12回大気化学討論会のご案内	1
今後の研究集会におけるプログラム編成について	2
第15回大気化学研究会運営委員会議事録	2
大気化学研究会会員総会議事録	3
大気化学研究会奨励賞選考結果	3
大気化学研究会奨励賞の受賞に際して	4

会員からのお知らせ・報告

第16回大気化学シンポジウム報告	5
第2回 SOLAS Summer School 参加報告	5

若手研究ショートレビュー

3次元化学輸送モデルを用いた成層圏大気オゾンと 関連化学種の輸送過程に関する研究	6
2次元有機粒子生成に関する最近のトピックス	8



p. 4 第16回大気化学シンポジウムが開かれました

大気化学研究会からのお知らせ

第12回大気化学討論会のご案内

東北大学大学院理学研究科 青木周司

下記の要領で第12回大気化学討論会を開催します。今回は、新緑が美しい山形蔵王温泉を会場に選び、じっくりお互いの意見交換ができるよう合宿形式にしました。皆さんふるってご参加ください。

主催：大気化学研究会
会期：2006年6月14日(水)～16日(金)
会場：山形蔵王温泉 こまくさ荘 (山形県山形市蔵王温泉 932-4)
TEL 023-694-9136, FAX 023-694-9313
<http://komakusa.mountain-j.com/>

内容：対流圏・成層圏を中心とした大気化学および関連する諸分野の研究者が集い、最新の研究成果を発表するとともに、意見交換や今後の研究計画を話し合うことを目的としています。

発表申込および参加登録：

次の電子メールアドレスにお送りください

touron@caos-a.geophys.tohoku.ac.jp

発表申込締切：2006年5月6日(土)必着

発表申込方法：次の要領で発表申込および要旨を電子メールでお送りください。

申込：1)講演題目、2)申込者氏名と連絡先(TEL、FAX、E-mail)、
3)発表形式：口頭(ロング・ショート)*、ポスター

*詳細はプログラム委員からのお知らせ参照

要旨：A4サイズ1枚(マージン上下30mm、左右25mm)に、講演題目、発表者氏名(講演者に○印)、所属、要旨をご記入下さい。なお、要旨はPDFファイル形式で作成して下さい(PDFファイルでの投稿が難しい場合は、WordまたはText形式で作成して下さい。)。また、特殊文字の使用はなるべく避けて下さい。

参加登録：ホームページ

<http://caos-a.geophys.tohoku.ac.jp/touronkai/touronkai.html> をご覧いただき、参加者氏名、所属、宿泊希望日等の必要事項を登録してください。

参加登録締切：2006年5月31日(水)

参加登録料：26,000円(2泊3日の宿泊費、朝夕食、懇親会費、発表要旨集代を含む)

問合せ先：〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉

東北大学大学院理学研究科

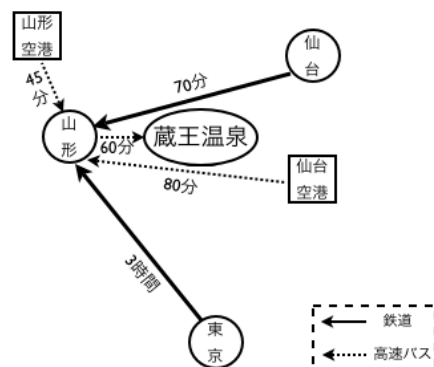
大気海洋変動観測研究センター

渡邊藍(秘書)または青木周司

電話：022-795-5793 または 5792、

FAX：022-795-5797

e-mail: touron@caos-a.geophys.tohoku.ac.jp



今後の研究集会におけるプログラム編成について —プログラム委員より—

谷本浩志、竹川暢之、町田敏暢、塩谷雅人

大気化学討論会と大気化学シンポジウムに関して会員の皆様に広く意見を伺ったところ、「発表時間・内容・ポスター数ともに両者が類似したものになってきた」、「他学会もあるなか年二回の開催は多い」、「以前より面白い発表が少なくなった」、「ポスターセッションはあったが十分議論できなかった」などの様々な意見が寄せられました(図参照)。そこで、プログラム委員が中心となって、大気化学研究会が主催する研究集会今後のあり方およびプログラム編成の改善案を検討してきました。基本方針は、大気化学研究会発足時の理念である

- 参加者(発表者・聴衆)の満足度向上(発表のクオリティ向上)
 - 参加者のコミュニケーション促進
- の二点です。

(1) プログラム編成についての改善案

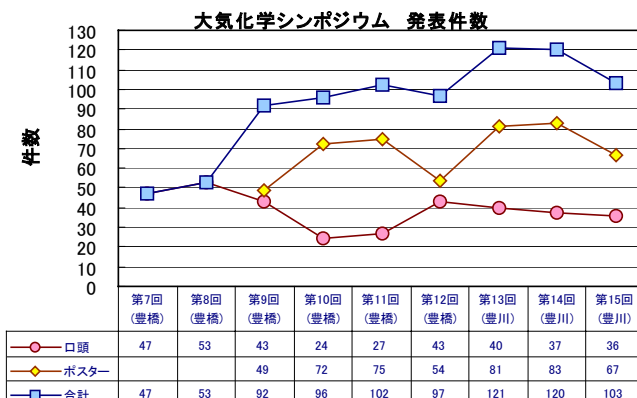
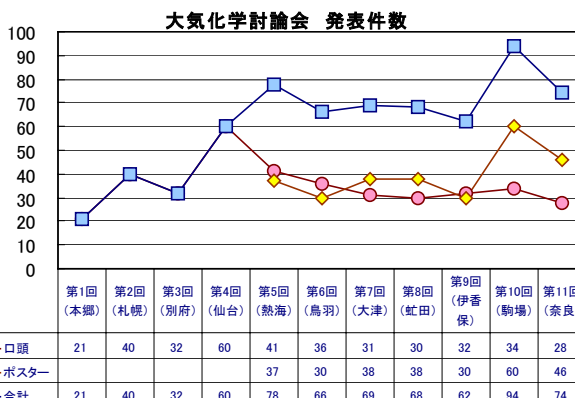
まず、運営上できる工夫として下記の4点を取り上げ、2006年1月の大気化学シンポジウムから実行いたしました。

- 一般講演にセッション名をつけて類似の発表を効果的に配置
- 広くテーマを集めるべく特別セッションに公募性を導入し、提案者をコンピーナーとする
- 口頭発表の時間を比較的長く確保し、かつ最終日のポスター発表を基本的に廃止
- 座長のガイドラインを設けることにより、統一かつ魅力的なセッションハンドリングを促進

一方、従来の大気化学討論会では地方開催事務局がプログラム編成を行ってききましたが、会場確保や運営などを合わせると事務局の負担はかなり大きなものになります。また、大気化学シンポジウムとの相補性という点でも効率的ではありませんでした。そこで、年二回の研究集会を活かある魅力的なものにするために、今後はプログラム委員が討論会・シンポジウムともに責任を持ってプログラム編成(発表・講演者・座長等の構成)を行うこととしました。この点については2006年1月の総会において提案し、了承されました。ただし、大気化学討論会のプログラム編成に関しては、プログラム委員と地方開催事務局の協力により行い、開催地毎の特色も取り入れたいと重みます。この方針は、次回(東北大学主催)から適用いたします。

(2) 発表形態についての改善案

本来の大気化学討論会の目的である「既存学会ではできない分野を超えた討論」に立ち戻るべく、今後の大気化学討論会では口頭発表をかなり重視する予定です。口頭発表を増やすことにより、発表者にとっては多くの人に顔・名前と研究内容を知ってもらえることができるとともに、多くの人から意見を聞く機会ができることとなります。これは、特に学生や新規参加者にとって非常に有益であると思われます。また、発表者の自己努



力が期待できるため、聴衆にとっても発表の質の向上が期待できることとなります。しかしながら、運営上、3日間で口頭発表だけをこなすことは非常に困難であるため、口頭発表に「ロング(25分程度)」と「ショート(10分程度)」の二つの形式を設けたいと思います。応じて発表申込み時に、完成度に応じて自己申請をし、最終的にはプログラム委員で調整することを検討しております。また、参加者の意見を次回に反映できるように、参加者アンケートを行うこととしました。

プログラム編成には100%ではなくそれぞれ一長一短あるものですが、「来て良かった、また次回も来たい」と思える魅力的な会になるよう、プログラム委員一同努力しておりますので、会員の皆様のご理解とご協力を頂ければ幸いです。また、ご意見や要望は随時受け付けておりますので、プログラム委員までご連絡ください。

プログラム委員連絡先：谷本浩志 (tanimoto@nies.go.jp)、竹川暢之 (takegawa@atmos.rcastu-tokyo.ac.jp)、町田敏暢 (tmachida@nies.go.jp)、塩谷雅人 (shiotani@rish.kyoto-u.ac.jp)

第15回大気化学研究会運営委員会議事録

2006年1月11日(水) 19:00 ~ 23:20

豊川市民プラザ(大気化学シンポジウムの会場)にて

出席者：近藤(会長)、青木、今村、笠井、金谷、河村、白井、竹川、谷本、町田、松見(事務局)

議事内容

1) 会員状況

松見事務局員より報告があった。

17年度会費納入者(平成17年12月15日現在)

一般179名(新規28名更新151名)

学生56名(新規25名更新31名)

計235名(新規53名更新182名)

(参考)16年度会費納入者

一般181名、学生55名、計236名

2) 会計状況

事務局松見委員より報告があった。

収入：会費収入、支出：運営委員会会場費、ニュースレター費用、大気化学討論会への補助など。会員会費で運営ができています。

3) ニュースレターの発行について

白井委員より報告があった。2005 年秋号(No. 14)を 10 月に発行した。

2006 年春号(No. 15)を 4 月に発行する予定。

記事内容：運営委員会・総会報告、奨励賞受賞、大気化学シンポジウムの報告、若手ショートレビュー、外国訪問記など。

4) 次回の大気化学討論会について

青木委員より報告があった。詳細は該当記事参照。

5) 大気化学研究会奨励賞について

奨励賞の規程および募集要項について議論し、決定した。

第 1 回奨励賞の選考結果について選考委員会から報告があり、受賞者を

決定した。

第 1 回奨励賞受賞者：名古屋大学太陽地球環境研究所 高橋けんし氏、詳細は該当記事参照。

6) 開催研究集会のプログラム改善について

プログラム委員(谷本、竹川、町田、塩谷)から、大気化学研究会が開催する研究集会(大気化学シンポジウム、大気化学討論会)の現状・問題点の分析と改善の提案がなされた。議論の結果、研究集会を当面は年 2 回の開催とし、口頭発表を基本とすることが承認された。

7) 日本地球惑星科学連合への加盟について

近藤会長より地球惑星科学連合について説明があり、大気化学研究会の加盟について提起があった。議論の結果、引き続き加盟に関して会員総会、運営委員会、会員メールなどで議論を行うこととした。

大気化学研究会会員総会議事録

2006 年 1 月 12 日(木)16:30 ~ 17:15

豊川市民プラザ(大気化学シンポジウム会場)にて

1) 研究会の今後の活動方向について(近藤豊会長より)

2) 大気化学研究会奨励賞の趣旨と受賞者の発表、近藤会長より賞状と副賞の授与があった。

3) 会員・会計状況について事務局松見委員より説明があった。

4) ニュースレターの発行について白井委員より説明があった。

5) 次回の大気化学討論会について事務局より説明があった。

6) 日本地球惑星科学連合への加盟について近藤会長より説明があり、議論を行った。

7) 開催研究集会のプログラム改善について谷本委員より説明があり、議論を行った。

(議事録作成：大気化学研究会事務局 松見豊)

大気化学研究会奨励賞選考結果

受賞者：高橋 けんし (名古屋大学太陽地球環境研究所助手)

受賞研究課題：

オゾンの紫外光分解による $O(^1D)$ 原子生成収率の精密測定

受賞理由：電子励起状態の酸素原子 $O(^1D)$ は水蒸気との反応 $O(^1D)+H_2O \rightarrow 2OH$ 反応によって、地球大気における最も重要な酸化剤である OH ラジカルの生成をもたらす。更に成層圏においては、 $O(^1D)+N_2O \rightarrow 2NO$ 反応を通して NO_x ラジカル生成にも寄与している。大気中で $O(^1D)$ はオゾンの紫外吸収帯での光分解によって生成される。それ故、オゾンの紫外光分解による $O(^1D)$ 生成収率を決定することは大気化学的に極めて重要である。

高橋けんし委員は波長可変真空紫外レーザーを用いたレーザー誘起蛍光法を開発し、オゾンの紫外光分解で生成する二種類の酸素原子、 $O(^1D)$ と $O(^3P)$ 、を選択的に直接検出することに成功、 $O(^1D)$ 原子生成の絶対収率の決定とその光分解波長依存性や温度依存性の精密測定において世界をリードした。またオゾン光分解における $O(^1D)$ および $O(^3P)$ 原子の生成機構を明らかにすることにより、測定された波長依存性や温度依存性の物理化学的な妥当性を示した。高橋委員の研究は最新のデータベース(NASA/JPL "Chemical Kinetics and Photochemical Data for Use in Stratospheric Modeling" や IUPAC "Evaluated kinetic and photochemical data for atmospheric chemistry")に採用され、現在世界中の大気化学モデルに用いられている。高橋委員が決定した収率をそれ以前のデータベースの値と比較すると、特に天頂角の大きな条件下での $O(^1D)$ 生成速度において差が顕著に表れるなど、地球大気化学におよぼす影響は大きい。

以上の通り、高橋けんし委員の研究は大気化学的に重要なオゾンの紫外光分解による $O(^1D)$ 原子生成について、その収率の精密測定を行うことで大気化学モデルの精緻化に大きく貢献し、その研究は国内外で高く評

価されている。よって同会員の研究業績は大気化学研究会奨励賞に値するものと認められた。

大気化学研究会奨励賞規定

第 1 条 大気化学の分野で優れた研究を行った本会会員(学生会員を含む)に奨励賞を授与する。ただし、奨励賞を受けることが出来るものは、受賞年度の 4 月 1 日現在で満 37 歳以下(満 37 歳を含む)の者とする。

第 2 条 奨励賞の受賞者数は毎年度 1 名程度とする。

第 3 条 奨励賞の候補者の募集は、会誌(ニュースレター)や本ホームページ上で公告し、本会会員からの推薦(自薦を含む)を受けるものとする。

第 4 条 候補者の推薦に当たっては、募集要項に定める必要書類を期間内に研究会事務局へ提出する。

第 5 条 受賞候補者の選考および決定は次の通りとする。

1. 候補者選考に当たっては、本会運営委員会のもとに奨励賞選考委員会(以下選考委員会という)を設置する。
2. 選考委員会委員は運営委員会において選任される。
3. 選考委員会は本会会員により推薦された候補者につき選考し、選考結果を運営委員会へ報告する。
4. 運営委員会は選考委員会の報告に基づき、受賞者を決定する。

第 6 条 奨励賞は賞状・副賞とし、原則として大気化学研究会総会においてこれを贈呈する。

付 則

1. この規定は 2005 年 4 月 1 日から施行する。

大気化学研究会奨励賞募集要項

1. この要項は、大気化学研究会奨励賞の候補者の推薦に当たって、提出すべき資料について示すものである。
2. 推薦資料は次の3つの項目を含んだもので、A4で1ページ程度とする。
 - (1) 略歴(年齢や推薦対象研究の実施との対応が分かる程度の学歴・職歴など)

- (2) 推薦対象とする研究課題名
- (3) 推薦理由
3. 選考の段階で、選考委員会から追加資料の提出を求められた場合には、その指示に従うものとする。
4. 提出された資料は返却しない。資料は奨励賞の選考以外には使用しない。

大気化学研究会奨励賞の受賞に際して

名古屋大学太陽地球環境研究所 高橋 けんし



この度は、大気化学研究会奨励賞を頂きまして、ありがとうございます。近藤豊・大気化学研究会会長から手渡して授与していただいた賞状には、「オゾンの紫外光分解による $O(^1D)$ 原子生成収率の精密測定」に関する研究が、大気化学の分野における研究の発展に大きく貢献する優れた成果と認めます」と記されております。賞状を目にするたびに、自身のためにも、また、大気化学分野の更なる発展のためにも、研究に邁進せねばならないという気持ちを新たにしております。

私が奨励賞をいただくことになった研究課題は、私が北大の大学院生だった時分に、川崎昌博先生(現・京都大学教授)と松見豊先生(現・名古屋大学教授)のご指導の下で始めました。オゾンは、大気微量成分の中でも大変「有名な」化学種であり、対流圏・成層圏・中間圏の化学過程において重要な役割を担っています。オゾンは 200 - 330nm の紫外領域に光吸収帯があり、太陽紫外線を吸収して光分解反応を起こします。オゾンの紫外光分解で生成する酸素原子には、電子励起状態の $O(^1D)$ 原子と電子基底状態の $O(^3P)$ 原子があります。このうち、 $O(^1D)$ 原子は、 H_2O 、 N_2O などの多くの大気微量成分と化学反応を起こします。 H_2O や N_2O のように化学的に不活性な物質から、OH ラジカルや NO 分子のような反応活性種が生成されます。従って、オゾンの光分解で生成する $O(^1D)$ 原子の絶対的な割合、すなわち量子収率を精度高く決定することが、大気中の化学過程を理解するために不可欠です。研究に取り掛かった当初、300 - 330nm の紫外光分解で生成する $O(^1D)$ の量子収率について、それまで報告されている値が大きくバラバラしていることを知りました。また、その値をきちんと確定することが対流圏における化学過程の理解に大きなインパクトをもたらすことも知りました。そこで、その課題に取り組むことになりました。

オゾンの光分解に限らず、化学反応の生成物を同定し、その収量を見積もるには、反応生成物を直接に検出することが近道といえます。しかし、 $O(^1D)$ や $O(^3P)$ は分光学的に検出が難しく、オゾンの光分解で生成する $O(^1D)$ と $O(^3P)$ の両方を、一つの実験室において高感度に直接検出することに成功した報告は、当時までありませんでした。私が所属した川崎・松見グループの実験室には、波長可変真空紫外レーザー誘起蛍光分光システムがありました。そのシステムを用いて、成層圏オゾン破壊の元凶

である ClO ラジカルの高感度な反応計測に成功したという論文を、松見先生が発表されたばかりでした。そこで、この装置を用いて $O(^1D)$ と $O(^3P)$ を直接検出し、オゾンの光分解過程を調べることにしました。詳しい実験内容と成果については、これまでに投稿論文として発表しましたので、ここでは省略させていただきますが、 $O(^1D)$ と $O(^3P)$ の両方を一つの実験手法で検出することに成功し、オゾンの大気化学反応の解明に応用したのは世界で唯一私達のグループだけでした。研究論文が、米国航空宇宙局ジェット推進研究所の大気シミュレーション用反応データベースにも収録されているのを目にしたときは、素直に感激しました。大学院生として取り組み始めて以来、対流圏・成層圏・中間圏における光分解過程を網羅できるように、光分解波長や温度を変えながらの実験を進めました。足掛け 8 年ほど掛かりました。

この原稿の依頼を受けたとき、自分の成果を振り返るなんて、熟練の先生方がされることのように思えて、少々ためらいしました。事実、ここまで書いてみて、「一仕事して落ち着いてしまった感」がにじみ出ているような気がして、なんだか冴えない文章です。しかし、今回の受賞が、私への叱咤激励であるとの認識は変わっておりませんし、受賞の重みをいままさらながら実感しているのも事実です。今後とも、多くの皆様からのご指導とご鞭撻を賜りますよう御願いを申し上げます。ご挨拶とさせていただきます。

参考文献

Takahashi, K., S. Hayashi, Y. Matsumi, N. Taniguchi, and S. Hayashida, Quantum yields of $O(^1D)$ formation in the photolysis of ozone between 230 and 308 nm, *J. Geophys. Res.* 107(D20), 4440, doi: 10.1029/2001JD002048, 2002.

Takahashi, K., N. Taniguchi, Y. Matsumi, M. Kawasaki and M. N. R. Ashfold, Wavelength and temperature dependence of the absolute $O(^1D)$ production yield, from the 305 - 329 nm photodissociation of ozone, *J. Chem. Phys.*, 108, 7161-7172, 1998.

第 16 回大気化学シンポジウム開催報告

東京大学先端科学技術研究センター 近藤 豊
名古屋大学太陽地球環境研究所 松見 豊, 水野 亮

平成 18 年 1 月 11—13 日の 3 日間、愛知県豊川市の豊川市民プラザにて、太陽地球環境研究所共同利用研究会「第 16 回大気化学シンポジウム」を開催しました。第 16 回目となる今回は、例年とほぼ同規模の参加数(一般 98 名、学生 53 名)となりました。地球大気対流圏および成層圏の化学・力学過程についての観測・室内実験・モデリング・データ解析などによる研究結果を、口頭ならびにポスター発表により議論しました。発表件数は、口頭が 37 件(そのうち特別セッションが 6 件)、ポスターが 62 件でした。

特別セッションは、「大気組成の数値予報 ～現状とこれから～」と題して、庭野将徳 氏(地球フロンティア)と岩崎俊樹氏(東北大学)がセッションコンペーナとなり、合計 6 件の講演がありました。特別セッションの討論主題は、大気化学シンポジウムの開催にあたってあらかじめ公募で選ばれました。このセッションの主旨は、近年の大気化学輸送モデルの発展に伴い、紫外線予報、黄砂予報、大気汚染予報などの各種予報(数日スケール)が可能になってきた一方で、比較する観測網が脆弱であることから予報精度の議論が難しく、気象予報のように社会的地位を確立していない

現状について、幅広く議論を行い、今後の方向性について意見交換を行うことでした。特に、(1)モデルの検証に必要な誤差成長や予測可能性の理論、(2)予報に重要な輸送過程について現状と問題点、(3)正確な予報に必要な包括的かつ継続的な観測網のあり方、等について活発な議論が展開されました。

特別セッションの他、一般口頭講演でも、成層圏・対流圏の化学・力学過程について、質疑応答の時間を大幅に超えて、密度の濃い議論が展開されました。ポスター発表は合計 62 件を数え、特に若手研究者による発表と活発な質問のやりとり、シンポジウム開催中は合計 5 時間近くにわたって、熱気にあふれたセッションとなりました。エアロゾル、地球温暖化、モデル計算、反応速度計測、装置開発など、テーマ別にじっくりと個別に議論を深めることができましたようです。

現在、国内の大気化学研究者が一同に集う機会は非常に少なく、今後とも、このシンポジウムを通して、大気化学研究の情報交換や方向性・将来性を議論する場を提供していけるように、継続した開催を維持していきたいと考えています。

第 2 回 SOLAS Summer School 参加報告

国立環境研究所 山岸洋明

概要

2005 年 8 月 29 日から 9 月 10 日の 12 日間、フランス・コルシカ島において第 2 回 SOLAS Summer School が開催された。日本からは、笹川基樹氏(北海道大学理学研究科/日本学術振興会、現コトレト大学)、吉江直樹氏(北海道大学地球環境科学研究院/学術研究員)、丹野賢二氏(京都大学工学研究科)、山岸洋明(国立環境研究所)の 4 名が参加した。またアメリカから篠塚陽平氏(ハワイ大学)が参加し、日本人の参加者は計 5 名となった。SOLAS は、Surface Ocean-Lower Atmosphere Study の略であり、海洋表層と大気との間の自然起源物質および人為起源物質の循環過程の解明を目指した国際的な研究の枠組みであり、SCOR、IGBP、CACGP および WCRP の支援を受けた IGBP の重点プロジェクトである。Meeting は定期的に開催されており、次回は、2007 年 3 月 6～9 日に中国のアモイ(Xiamen)にて SOLAS Science 2007 が開催される予定である。SOLAS の研究目標は、「海洋-大気間において鍵となる生物化学的過程と物理過程との間の相互作用およびフィードバックを定量的に解明すること、またこの複雑な系がどのように気候および環境変動に影響を与え、また影響を受けているのかを定量的に解明すること」である。

今回のサマースクールには約 200 名の応募があり、その中から約 70 名がスクールに参加した。参加者は、博士課程の学生が中心であり、ポスドクは 2～3 割程度だと思われた。参加者は、アメリカ、フランス、ドイツ、日本、中国、イギリス、スペイン、イタリア、スイス、ベルギー、アイルランド、ノルウェー、カナダ、メキシコ、チリ、アルゼンチン、インド、スリランカ、韓国など世界中の国々から集まった。スクールは、コルシカ島西岸の Cargèse (カージェース)という小さな町の外れに位置する Institut d'Etudes Scientifiques というセミナー施設で行われた。約 2 週間の間、学生の大半はアパートで共同生活をするか、あるいはセミナー施設の側でテント生活をし、スクールに通った。期間中は、ほぼ毎日からっとした晴天で、地中海性気候の夏そのものであり、学ぶには最適な環境であった。

講義

講義は、大気化学、地球温暖化、炭素循環、海洋表層の循環、ガス交換、モデル、海洋化学、海洋生物、沿岸環境、データ同化、鉄サイクル、古環境、エアロゾル、DMS サイクル、リモートセンシングなど、多岐にわたった。前半の 3 日間は、毎日 4 つの講義を受けた後に、ポスターセッションを暗くなるまで行った。その後 3 日間の実習と 1 日の休日があり、後半の 4 日間は、毎日 3 つの講義を受け、参加者全員による 4 分間の口頭発表を行った。

実習

実習では各自が、海洋観測、ラボ実験、ガス交換の観測、モデル、口頭発表、論文執筆の 6 つの中から 4 つを選択し、グループに分かれて取り組んだ。

海洋観測では、Ajaccio(アジャクシオ)から海洋観測船に乗り、栄養塩、Salinity、クロロフィル、植物および動物プランクトン用の試料を採取した。ラボ実験ではこれらの試料を用いて、栄養塩濃度および Salinity の測定、プランクトンの観察、クロロフィル濃度の測定を行った。海洋観測とラボ実験とはセットになっており、クルーズレポートを共同で作成した。ガス交換の観測では、フラックスの計算に必要な風速を計測した。

モデルの実習では、2 つのモデルを扱った。一つは、大気中二酸化炭素濃度の観測から各地域のフラックスを見積もるインバースモデル、もう一つは、ミランコビッチサイクルを再現したボックスモデルであり、実際に Excel を用いて作成した。大規模な観測やモデル、高価な分析装置が無くても、アイデアと Excel 上の計算だけで論文が書けるということは非常に新鮮であり、また考えることの大切さを痛感するものであった。

論文執筆の実習では、Le Quére 氏が各受講者のポスターについてアドバイスを行ったが、ポスター発表のアドバイスは非常に有用なものであった。ポスター発表では、7 秒で通り過ぎる人、30 秒で眺める人、2 分間

立ち止まる人、後で見たい人、それぞれに対して効果的に研究の内容を伝える工夫が必要である。7秒で通り過ぎる人のためには、内容の伝わるタイトルと最も重要な図やイラストを真ん中に置く。30秒で眺める人のためには、結論を上置き、文字は少なく速読できるように段組みする。図はシンプルにする。フォントは、ゴシックや Arial のような飾りの無い文字はタイトルや強調したいところに使用し、Times New Roman のような飾りのある文字は、楽に速く読めるため文章に使用するのが良いそうだ。2分間立ち止まる人のためには、自分の顔写真を入れ、30秒の説明で概要と最も伝えたいこと一つを伝えられるようにしておくこと、Method には詳細な技術的説明を加え、最も重要な結論および参考文献を記載すること、専門的な細かい Method や解析は一番下にすること、一人の人を長く捕まえず、発表者も視聴者も多くの人と話す機会が持てるようにすることが大切だそうだ。後で見たい人のためには、ポスターの縮小版のプリントと関連する論文を置いておくのがいい。

口頭発表の実習では、全員が4分間のプレゼンをし、Le Quéré 氏による具体的な指導があり、また学生同士でのアドバイス交換を行った。また発表には練習が不可欠であると述べ、Le Quéré 氏自身が発表やスピーチの準備に使っているノートを見せてくれた。例えば、AGU の発表でも3~4回は声を出して練習をし、30~40分のサマースクールの閉会のスピーチのためには、実に9ヶ月も前から原稿を作り、推敲を重ねて、10回は練習をしていたそうだ。彼女ほどの経験を積んだ研究者がそれだけの準備をしているのであれば、研究に携わってからまだ日が浅い自分は、その何倍もの準備をする必要があるのだと反省し、肝に銘じたのであった。

発表

参加した学生全員の発表で私が興味を持ったのは、オンラインで大気圏を分析する飛行時間型質量分析計(TOFMS)の開発、ジメチルスルフィド(DMS)の高時間分解能測定法の開発、DMSの全球モデル、海洋垂表層からのメタン生成プロセスなどであった。また現在 SOLAS の研究領域で注目されていると感じたのは、ヨウ素サイクル、溶存鉄の形態および配位子の役割、鉄の起源、海洋生物起源の微細な有機エアロゾル、泡などの海洋表面の物理過程がガス交換速度に与える影響、マイクロレーヤーのガス交換への役割などである。講演においては、例えば臭素による対流圏オゾンの消滅反応(Bromine explosion)も興味深かった。

スクールの楽しみ

昼食後3時までの昼休みには、講義室すぐ側にあるビーチで海水浴を

楽しんだ。夜は夜で、受講生で集い2時間かけてゆっくりと夕食を取った。そしてさまざまな国から来た同世代の研究者の友人ができ、とても実り多いスクールだった。会の様子は、参加者個人のサイト(下記参照)から垣間見ることができるので興味のある方はぜひ閲覧いただきたい。

所感

今回のサマースクールは、2007年に開催される予定であり、場所については未定である。学生の皆さんは、今後国際的に研究活動を展開していくことを目指し、ぜひさまざまなワークショップや国際会議などに積極的に参加し、研究者間の交流を深め、視野を広げていって欲しいと思います。



写真: 最終日、コルシカ島 Cargèse (カージェース) の Institut d'Etudes Scientifiques の講義室前にて撮影(筆者は、左下隅)。

謝辞 最後に渡航費の支援をしていただきました海洋科学国際共同研究センター並びに東京大学海洋研究所の植松光夫先生に感謝の意を表します。

リンク

SOLAS サマースクールの詳細は、下記のホームページをご参照ください。
公式ページ: <http://www.uea.ac.uk/env/solas/summerschool/>
参加者個人のサイト: <http://falkenroth.uni-hd.de/solasss/>

若手研究ショートレビュー

3次元化学輸送モデルを用いた成層圏大気オゾンと 関連化学種の輸送過程に関する研究

東北大学大学院理学研究科 宮崎 和幸

オゾンなど大気微量成分は、放射過程を通して大気(特に成層圏)の温度構造を変化させ、大気大循環や気候システムに大きな影響を及ぼしている。一方、大気微量成分の分布は輸送過程を通して大気大循環に大きく影響され、特に化学的な寿命が長い領域(オゾンの場合は下部成層圏)では輸送過程が微量成分分布に支配的な役割を果たしている。また、微量成分分布を決定するもう一つの要素である化学過程も温度構造の影響を強く受けるなど、成層圏オゾンを中心とした大気微量成分の分布は、中層大気圏の化学・放射・力学結合過程によって複雑に変動することが知られている。

近年、人工衛星やゾンデ観測データなどの長期的解析からは成層圏大気の変質傾向が明らかにされ始め、気候変動への影響が懸念されている。例えば、極域での成層圏オゾンの減少(オゾンホール現象)や、全

球的なオゾンの減少、気温の低下傾向(WMO,2003)、水蒸気の増加(Kley et al, Ed,2000)などの顕著な変動が知られている。これら変動は、人為起源物質の影響に起因する化学・放射・力学過程を介した一連の変動であると考えられているが、観測により十分な情報を得られないことに起因して、その変動機構は明確には理解されていない。観測データのみからでは、時空間に連続した大気微量成分のグローバルな分布を把握することは困難であり、また、微量成分分布に対する輸送と化学過程の役割、微量成分と気候の相互作用などのプロセスを分離して捉えることは困難で、微量成分を含む成層圏大気の変動過程を理解するには限界があると言える。そこで、化学輸送モデルなどの数値モデルを利用して観測データを補間することによって、オゾンなど成層圏に存在する大気微量成分の3次元分布を再現する実況監視システムが必要とされている。

大気微量成分の再解析(過去の分布再現)とその変動機構の解明に向けたモデルフレームワークとして、これまでの研究では客観解析データおよびナッジング大気大循環モデルにより駆動される3次元化学輸送モデルが用いられてきた。3次元化学輸送モデルとは、化学反応と大気輸送を扱い全球の大気微量成分の分布を計算する数値シミュレーションモデルである。客観解析データを使用したシステムでは、観測データを反映した現実的な大気場を化学輸送モデルに与えて再解析を実施できるという利点があるが、過度な鉛直分散を招くことや、短時間の大気場の変動を表現できないことに起因して、輸送計算精度に問題があることが指摘されている(e.g. Schoeberl et al., 2003)。一方、最近のいくつかの研究では、ナッジング大気大循環モデルを用いた大気微量成分の再解析システムが開発・利用されている。このシステムでは、ナッジングテクニクと呼ばれるデータ同化手法を使用して大気大循環モデルに客観解析データを同化し、大気大循環モデルの各タイムステップにおいて同化緩和時定数による強制(ニュートンフォーシング)を熱力学方程式および運動方程式に適用する(図1にシステム概念図を示す)。このシステムでは、客観解析データを同化することで観測データを反映しつつ、ナッジングGCMが力学的整合性のある輸送場を表現することができる。更に、ナッジングGCMが鉛直流を各タイムステップで提供し、短時間の輸送場の変動も表現し、高精度な輸送計算が実施可能となる。私の研究では、上記で述べたナッジングテクニクを取り入れて気象研究所で開発されている大気大循環・化学輸送結合モデルを使用して、微量成分の再現性に対して大気大循環モデルの系統的な誤差が重要な役割を果たすことを明らかにした。多くのGCMで共通して見られる対流圏界面から下部成層圏の低温バイアスに起因して、気温の同化に伴い大気大循環中に擬似的な加熱が生じる。その結果、モデルの力学的な整合性が崩れ子午面循環が歪められ、オゾンの再現性は低下する。一方、気温の同化を行わなければ、気温のバイアスが観測とは一致しないPSCの過度な生成を招き、特に極域でオゾンの再現性を低下させる。従って、現状ではいくらかの系統的なバイアスを持つ大気大循環モデルを用いて高精度な微量成分の再解析を実施するには、気温と風の同化緩和時定数を独立して決定し、気温のバイアスを軽減しつつ客観解析と類似する子午面循環を再現すれば、高精度な微量成分の再解析が実施可能となることを私の研究で指摘した。

私の研究では、更に、再現された微量成分分布に対する輸送過程の役割を厳密に診断するために、等温位面位面の質量重み付き帯状平均に基づく新しい子午面物質輸送診断手法を開発した(Miyazaki and Iwasaki, 2005)。子午面での物質の輸送特性は、平均子午面循環による平均流輸送と混合過程による渦輸送とに分けて捉えられるが、従来の変形オイラー法や温位座標に基づく解析手法ではこれら輸送過程の表現に問題を抱えていた。我々の解析は、平均流輸送に加えて渦輸送の効果

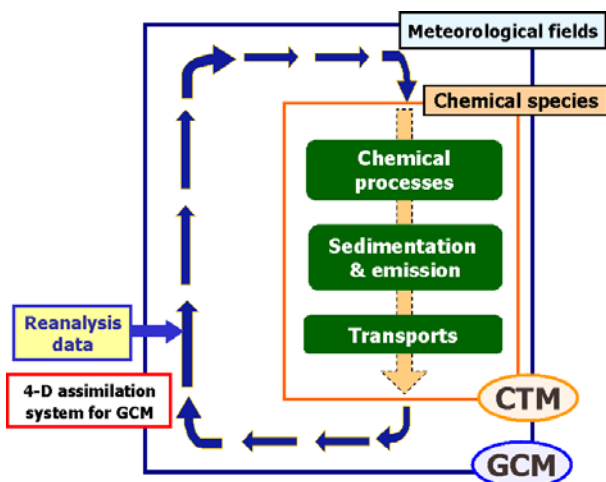


図1. 大気大循環-化学輸送結合モデルにより構成される大気微量成分の再解析システム概念図。日々の大気場を再現するため、大気大循環モデルに大気客観解析データを同化している。

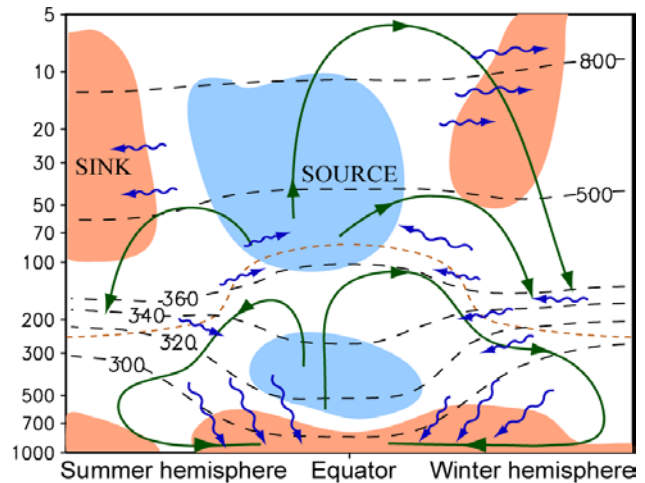


図2. 北半球冬季におけるオゾンのライフサイクル概念図。色付きの領域は化学的な生成/消滅域を示しており、曲線(緑色)は子午面循環による平均流輸送、波線(青色)は混合過程による渦輸送を示している。また、破線(黒色)と点線(茶色)はそれぞれ、温位面と対流圏界面を示す。

を厳密且つ容易に評価することが可能であり、物質輸送の厳密な理解に貢献するものである。再解析システムで再現したオゾン分布に独自の輸送診断手法を適用した結果、オゾン分布に対して平均流だけではなく渦輸送も重要な働きをしているなど、対流圏および成層圏におけるオゾンのライフサイクルに関する詳細な理解が得られた。本解析により得られた子午面におけるオゾンライフサイクル概念図を図2に示す。

成層圏ではプラネタリー波活動に、対流圏では傾圧不安定波の活動に関連して、平均流だけではなく渦輸送もオゾン分布に重要な影響を与えることを示しており、これら輸送過程と化学過程の総和としてオゾンのライフサイクルは以下のように理解される。熱帯成層圏で生成されたオゾンは、平均子午面循環によって中高緯度へ輸送される。冬半球成層圏では、プラネタリー波の碎波に伴い渦輸送も平均流と同様に極向きにオゾンを輸送する。成層圏夏半球では、極向きの渦輸送が極域での化学的な消滅を補う働きをする。中高緯度下部成層圏・上部対流圏では、下向き平均流輸送によりオゾンは増加し、この沈降してきたオゾンは渦輸送により温位面に沿って低緯度へ拡散される。対流圏下層では、平均流・渦輸送共にオゾンを低緯度へ輸送し、低緯度下部対流圏へ輸送されたオゾンは化学過程により破壊される。

再解析システムの改善と輸送診断手法の開発を通して、これまでの研究では困難であった大気微量成分の詳細な輸送解析が可能となった。しかしながら、化学モジュールの不完全性などに起因して微量成分の再現性には依然として改善の余地がある。今後は、モデルおよびデータ同化手法の向上を通してオゾンなど微量成分分布の再現性を高め、長期間の再解析を実施し過去の微量成分の分布変動要因を明らかにしたい。特に、今後の更なる再解析システムの精密化のためには、(欧米では既に着手されているが)化学種のデータ同化手法の開発・導入が必要であると考えている。データ同化手法を用いることにより、近年膨大に蓄積されつつある大気化学の観測データと数値モデルの融合を図り、更に高精度な大気微量成分の全球分布の再解析を目指したいと考えている。

謝辞 本研究を実施する上で東北大学の岩崎俊樹教授、気象研究所の柴田清孝博士には熱心なご指導を頂きました。心よりお礼申し上げます。

参考文献

Kley, D., J.M. Russell, and C. Phillips Eds., SPARC assessment of upper tropospheric and stratospheric water vapor, World Climate Research Programme No. 113, World Meteorological Organisation/TD No. 1043, SPARC Report No. 2, 2000.
Miyazaki, K., and T. Iwasaki, Diagnosis of meridional ozone transport based on mass weighted isentropic zonal means, J. Atmos. Sci., 63,

1192–1208, 2005.

Schoeberl, M. R., A. R. Douglass, Z. Zhu, and S. Pawson, A comparison of the lower stratospheric age spectra derived from a general circulation model and two data assimilation systems, *J. Geophys. Res.*, 108, 4113, doi:10.1029/2002JD002652, 2005.

World Meteorological Organization, Scientific assessment of ozone depletion: 2002, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 47, 498pp., World Meteorological Organization, Geneva, 2003.

2 次有機粒子生成に関する最近のトピックス

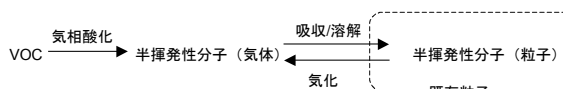
国立環境研究所 佐藤 圭

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)で大気粒子の放射影響に対する理解が求められて以降、大気粒子の動態解明を目指す研究が盛んになってきた。大気粒子組成のうち、有機粒子(OC)、中でも大気中に排出された揮発性有機化合物(VOC)の酸化で生成する2次有機粒子(SOA)の生成機構の解明が最も遅れていると言われる。

従来考えられてきた SOA の発生機構を模式化すると、図 a のようになる。VOC の気相酸化で生成した半揮発性分子は、既存粒子への吸収と気化の平衡状態にあるとされ、半揮発性分子は粒子に取り込まれた後は化学変化しないと仮定される。この仮定に基づいて質量濃度ベースの OC の発生量を予想するモデルが開発されている[Kanakidou et al., 2005]。モデルで計算された結果を都市近郊における観測結果と定量的に比較した研究もあるが、モデルの定量性は必ずしも良くない。テクニカルな側面で見ると、モデルには、室内実験で測定された個別の VOC からの SOA 生成収率を利用する経験的な方法と既知の詳細な気相反応機構と生成物の既存粒子への溶解を考慮する方法がある。前者のモデルに利用されるチャンバー実験の結果は、中緯度地域の都市大気を想定した常温及び高NO_xレベルの反応条件で測定されている。モデルを、リモート地域や上部対流圏を含む地球規模に拡張していくには、異なる反応条件での予想が可能な後者のモデルの方が有利だろうと予想されている[Kanakidou et al., 2005]。後者の方法を取るには SOA 生成を原理的に理解することが必須である。こうした背景の中、最近、新たな SOA 生成プロセスが複数のグループによる一連の実験から示唆された。

数年前、Jangらは、酸性触媒下の不均一反応によって SOA 中にポリマーが生成することを予想した[Jang et al., 2002]。これを受けて、最近、Kalbererらは、レーザー蒸発イオン化法を採用して、1,3,5-トリメチルベンゼンの光酸化で生成する SOA 中に分子量 200~1000 程度のポリマーがあることを実験的に見つけた[Kalberer et al., 2004; 持田, 2005]。また、Tolockaらは、モノテルペン類から生成する SOA 中にもポリマーを発見し、その生成量は酸性粒子を添加すると増大することを見出した[Tolocka et al., 2004]。もしこのような粒子表面あるいは内部の反応でポリマーのような不揮発性分子が生成するとすれば、図 b に示すようなモデルを考える必要がある。SOA 組成の半揮発性分子が、粒子表面で互いに反応して不揮発化すると考える。反応が可逆的だとすると、酸性度等の粒子の性質に依存して平衡が移動する可能性がある。酸性触媒で不均一反応の平衡が不揮発性分子側に移動する場合、半揮発性分子は減少する。これにより、今度は半揮発性分子に関する吸収-気化の平衡が、粒子相側に移動して、SOA の総量は増大することになる。つまり、特に硫酸など酸性の粒子に富む地域における OC の発生量が従来の予想値よりも増加する可能性がある。

(a) 従来のモデル



(b) 粒子表面あるいは内部の反応を考慮

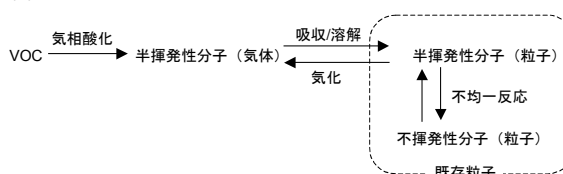


図: SOA 生成の概念図: (a)従来型と(b)粒子表面の反応を考慮したもの

一方で、発見されたポリマーは、何れも粒子をフィルターで捕集して検出されており、これらがフィルター上で起きた反応の生成物ではないかという懸念もある。今後、粒子のオンライン測定技術の進歩を待って、これらのポリマーの生成を「その場測定」で確認する必要があるだろう。また、実際に OC 生成が酸性粒子の濃度の影響を受けるかは、今後、実験による定量的な検討や、モデルと観測の比較を通して検証していく必要がある。

現状で議論できるのは質量濃度ベースの SOA 発生量だけだが、放射への影響を解明するには個数濃度ベースの発生量を予想する必要がある。SOA 生成過程として既存粒子への取り込みだけが考えられているが、実験的には SOA 発生時に核形成があることが古くから知られる。核形成物質は非常に濃度が低いため、その検出も困難と予想される。核形成機構の解明は、難問であるが、今後の重要なテーマの一つである。

参考文献

- Jang, M. et al., Heterogeneous atmospheric aerosol production by acid-catalyzed particle-phase reactions, *Science*, 298, 814-817, 2002.
 Kalberer, M. et al., Identification of polymers as major components of atmospheric organic aerosols, *Science*, 303, 1659-1662, 2004.
 Kanakidou, M. et al., Organic aerosol and global climate modeling: a review, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1053-1123, 2005.
 持田陸宏, 大気エアロゾル粒子中における有機化合物のポリマー化現象, *化学と工業*, 58, 43-43, 2005.
 Tolocka, M. P. et al., Formation of oligomers in secondary organic aerosols, *Environ. Sci. Technol.*, 83, 1428-1434, 2004.