

大気化学研究会ニュースレター – No. 28 –

WINTER 2013

The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC)

大気化学研究会からのお知らせ

大気化学研究会の「学会」化について
 近藤豊元会長が紫綬褒章を受章
 日本地球惑星科学連合 2013 年大会のお知らせ
 第 29 回大気化学研究会運営委員会報告
 大気化学研究会会員総会プログラム
 第 18 回大気化学討論会開催報告
 大気化学研究会役員選挙の公示
 大気化学研究会の学会化に関する投票について
 大気化学研究会奨励賞: 2012 年度結果報告

会員からのお知らせ・報告

大気化学研究会奨励賞を受賞して
 IGAC/SPARC 化学気候モデル・ワークショップの参加報告
 国際オゾンシンポジウムに参加報告
 IGAC 国際会議 2012 参加報告

若手研究ショートレビュー

富士山斜面で雲・エアロゾルをつかむ
 大気中 CO₂、CH₄、N₂O のモデル気柱平均濃度

海外研究通信

ドイツでの民間旅客機観測に携わって



第 18 回大気化学討論会でベストポスター賞に輝いた皆さん(左から、佐藤隆雄さん(NICT)、内田理沙さん(神戸大/環境研)、宮道光平さん(名古屋大太陽研)。

大気化学研究会からのお知らせ

大気化学研究会の「学会」化について

1999 年 1 月、豊橋で開催された第 9 回大気化学シンポジウムにおいて、大気化学研究会が発足しました。同年 4 月に第 1 期運営委員会が開催されて以来、13 年が過ぎました。発足当時「10 年後には周囲の状況を見て研究会の存続を判断する」として、その節目には本研究会を継続することになり、現在に至っています。発足当時の 100 名の会員が現在、常に 200 名から 250 名とここしばらく大きな変化がなく推移しているものの、第 18 回の原鶴温泉合宿形式の討論会には 100 名を越す参加があり、その高い出席率は他の学会には見られないものでした。

今まで会長が変わる度に研究会の学会化について運営委員会で議論されて来ました。設立時の目的は、学会の枠を越えて集まり、時間をかけて大気化学の議論をすることでした。幸い、討論会においては、充実した議論の場が確保され、この研究会に育てられたという中堅・若手研究者も数多く見られるようになりました。しかも現在、研究会の活動は、国際的な大気化学分野を代表する日本の学会の役割を果たし、また日本地球惑星科学連合の中においても、その存在は高く評価されています。

しかし、対外的に見て研究会という呼称に、閉鎖性、同好会的雰囲気を感じ、他の大気化学関係者が加わりにくいのではないかという意見も出てきています。マンネリ化を避け、もっと多くの大気化学研究者に呼びかけ、幅広く、深い議論をできる場にしてはどうかという流れが運営委員会においても感じられるようになりました。もし、そうであれば、現状のままで会員への勧誘を目指すより、名称を変えて、他の学会とはひと味違う、討論を重視する特徴ある大気化学の学会であると知ってもらうことが大事ではないでしょうか。幸い、呼称にはこだわらないが、この討論会の良さは引き

会長 植松 光夫 (東京大学 大気海洋研究所)

継ぎたいという意見も多く聞かれました。会員数が増えるということになると、開催形式も工夫が必要となってきますし、事務局や運営委員の負担も減る事はありません。大気化学分野における学会活動のさらなる活性化は、会員の協力なしでは叶いません。

運営委員会では、今期の大気化学研究会役員選挙の公示時に以下のような提案をして、意見を伺う投票をお願いする次第です。2013 年 5 月の運営委員会で会員の投票結果を考慮し、最終決定することにいたしました。もし、改称が認められれば、2013 年秋の大気化学討論会から「日本大気化学会」が新たに発足する事になります。

「この世に生き残る生物は最も強いものでも、最も頭のいいものでもない、変化に対応できる生物だ」ダーウィン

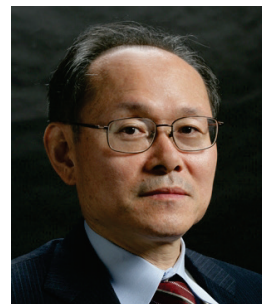
運営委員会からの提案:

「大気化学研究会」The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC) から、
 「日本大気化学会」The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC) と改称する(英語名称は不変)。

- (1) 賛成 「日本大気化学会」に改称する
- (2) 反対 「大気化学研究会」のままでよい
- (3) 保留

ご意見()

近藤豊元会長が紫綬褒章を受章



本研究会の会長を平成15年から4年間務められた近藤豊先生(東京大学・理学系研究科・教授)が、地球大気環境科学における顕著なご功績により、本年秋の紫綬褒章を受章されました。

人間活動による地球規模での大気化学組成の変化は、人類の生存環境としての大気の質と地球の気候システムに大きな影響を与えています。近藤先生は永年にわたって先端的な測定手法の開発と独創的なデータ解析により、このような地球大気環境科学の研究・教育の推進に努めてこられました。これらの研究では、近藤先生は一貫して高精度測定の実現という観測の原点に足場を置き、各種の測定器の開発にもついで気球、航空機、地上観測を世界各地で実施するとともに、国内外の研究プロジェクトを推進されてこられました。そして成層圏オゾンの破壊メカニズム、対流圏大気の酸化力・大気質の変動要因、気候変動に関わるエアロゾル(微粒子)の動態など、大気環境科学の重要課題の解明に傑出した業績をおげられてきました。

成層圏オゾン研究では、成層圏全高度での一酸化窒素(NO)と総反応性窒素酸化物(NO_y)の同時直接測定を世界で初めて成功させ、北半球中緯度や北極でのオゾン破壊メカニズムの解明に重要な貢献をされました。また人工衛星「みどり」に搭載された成層圏オゾン化学組成測定器(ILAS)のデータ解析および、北極域での気球検証実験にも大きな役割を果たされました。対流圏大気の研究ではアメリカ航空宇宙局(NASA)のグ

ローバル航空機観測プロジェクトにおいて窒素酸化物の測定を何度も担当されるとともに、アメリカ海洋大気庁(NOAA)や宇宙航空開発機構(JAXA)などと共同してアジアを中心とした数々の観測プロジェクトを推進されてこられました。そして対流圏オゾン生成の鍵となる窒素酸化物の収支や反応系全体を統一的に把握する知見を初めて示すなど、画期的な成果をおげられました。さらに地球温暖化効果をもつエアロゾルであるブラックカーボンの測定手法の確立に尽力され、アジアや北極圏でのブラックカーボンの動態を明らかにしてきました。

これらの研究は国内外で高い評価を受け、日本気象学会賞など国内学会の数々の賞を受賞されるとともに、2009年にはアメリカ地球物理学連合(AGU)のFellowを受賞されています。また大気化学研究の方向性を提言する国際グローバル大気化学研究(IGAC)委員やその国内対応組織である日本学術会議IGAC小委員会の委員長を務められるなど、大気化学分野の発展に多大な貢献をされてきました。

今回のご受賞を心よりお喜び申し上げますと共に、今後のますますのご活躍とご健勝を祈念いたします。

(本記事は、大気化学研究会の会員を代表して東京大学大学院・理学系研究科の小池真先生にご執筆頂きました)

日本地球惑星科学連合 2013 年大会

「大気化学」セッションのお知らせ

大気化学セッションコンピーナー

齊藤 拓也(代表)、入江 仁士、笠井 康子、小池 真、林田 佐智子



大気化学研究会では2007年度より、1)地球惑星科学分野全体に開かれた形で集会を実施すること、2)正式な「学会」の場での発表を可能とすること、3)他分野との交流を促進することを目的として、地球惑星科学連合大会において「大気化学」セッションを定期的に開催しております。これまでの「大気化学」セッションには、口頭・ポスター発表合わせて71件(2007年)、49件(2008年)、63件(2009年)、48件(2010年)、46件(2011年)、48件(2012年)の申し込みがあり、関連する「成層圏過程とその気候への影響(SPARC)」セッションとともに、多くの発表と議論が活発に行われてきました。

2013年の地球惑星科学連合大会においては、対流圏および成層圏の大気化学一般を対象にした「大気化学」セッションとして提案し、「SPARC」セッションと共に、大気水圏科学セッションに属する通常セッションとして開催されることになりました。2013年大会においても従来と同程度またはそれ以上の規模での開催を目指したいと思います。

本ニュースレターが発行される時点では既に予稿原稿投稿受付が開始されていることと思います。「大気化学」および「SPARC」セッションを盛り上げるためにも多くの投稿をお願い致します。特に各セッションへの時間

配分は口頭発表への申込件数に応じて決定されますので、この機会に積極的に口頭発表として投稿されることをお願い申し上げます。

記

名称: 日本地球惑星科学連合2013年大会

<http://www.jpGU.org/meeting/index.htm>

日程: 2013年5月19日(日)~24日(金) (うち、大気化学セッションは2日間程度)

会場: 幕張メッセ国際会議場(〒261-0023 千葉県美浜区中瀬2-1)

予稿原稿投稿・参加登録: 連合大会ホームページよりオンライン投稿・登録

2013年1月10日(木)、投稿・事前参加登録受付開始

2013年2月3日(日)、早期投稿締切

2013年2月15日(金)、最終投稿締切

2013年5月7日(月)、事前参加登録締切

※ 上記のロゴはJpGU事務局の許可を得て掲載しております。

第 29 回大気化学研究会運営委員会報告

日時: 2012 年 11 月 6 日(火) 20:00—22:10

場所: ホテル パーレンス小野屋(福岡県朝倉市杷木久喜宮)

大気化学討論会の会場ホテル

出席者: 植松光夫、入江仁士、金谷有剛、河村公隆、北和之、定永靖宗、須藤健悟、遠嶋康徳、林田佐智子、松枝秀和、斉藤拓也、笠井康子
事務局: 松見豊、中山智喜

議事内容

(1) 会計・会員報告

松見委員より経理について報告がなされた。平成 24 年度はニュースレター、運営委員会・会員総会の会場費などの支出があった。収入については、会員の会費である。会員数については、正会員が 170-180 名程度でこの数年ほとんど一定であることが報告された。

(2) 大気化学研究会奨励賞について

選考委員会から今年度の奨励賞の選考に関して報告があった。

(3) ニュースレターについて

定永委員、須藤委員、斉藤委員の編集担当にて、ニュースレター第 28 号(2013 冬号)の製作を現在進めていることが報告された。

(4) 第 18 回大気化学討論会の実施状況について

実行委員の原圭一郎氏(福岡大学)より、開催状況について説明があった。

(5) 2013 年春の連合大会大気化学セッションについて

斉藤委員より大気化学セッションのスコープ及び登録状況について報告があった。

(6) 日本地球惑星科学連合(JpGU)のジャーナルについて

金谷委員より第 1 回 JpGU ジャーナル編集および運営委員会(2012 年 10 月 12 日開催)の内容について説明があった。既存学会誌とコンフリクトしないようにレビューを入れる、体系的な知識の整理になる、

レビュー論文 20%強、残りを幕張の連合大会での優秀発表として集める、等の説明があった。

(7) 大気環境衛星検討委員会からの報告

大気環境衛星検討委員会の委員長の北委員から現在の計画進行状況について説明があった。国際宇宙ステーションに載せる対流圏の大気汚染の観測器「APOLLO」についての状況、および大気観測の静止衛星の状況について説明があった。

(8) 大気化学研究会役員選挙の公示について

本ニュースレター記事参照。

(9) 大気化学討論会の次回の候補地

植松会長から北陸地方の会員と、北陸での開催で調整しているとの報告があった。

(10) 学生ポスター賞について

プログラム委員の笠井委員より今回の大気化学討論会での実施状況について説明があった。今回は大気化学研究会の運営委員会が実施主体となって学生と若手(33 歳以下)を対象として 3 名程度を選考することにした。議論の結果、次回からは対象を学生のみとし、賞選考にエントリーしたものに絞ることにした。

(11) 大気化学研究会の名称について

大気化学研究会の名称を「日本大気化学会」に変更することを第一歩として、将来的には学術会議の協力学術団体への登録を目指してゆくことで議論がまとまった。会員に翌日の総会で名称を変えることについて周知して、役員選挙の折に名称変更の投票を同時に行うことにした。名称変更が最終的に決定された場合は、規約の改正などの制度を変更する作業を行うことにする。

(12) 会員総会の内容検討

会員総会での報告内容やお知らせについて内容の検討を行った。

大気化学研究会会員総会プログラム

日時: 2012 年 11 月 7 日(水) 16:30—17:30

場所: ホテル パーレンス小野屋

(1) 2012 年度奨励賞 授賞式と記念講演

(2) 植松会長より挨拶

(3) 会員報告、会計報告(事務局)

(4) 大気化学研究会 役員選挙について

(5) 今回の大気化学討論会について

(6) ポスター賞について

(7) 連合大会の大気化学セッションについて

(8) 大気化学討論会の次回の開催地について

(9) 大気環境衛星検討委員会より

(10) IGAC 小委員会より

(11) 大気化学研究会の名称について、「学会」への改称

(12) その他

第 18 回大気化学討論会開催報告

大会実行委員会 原 圭一郎(福岡大学 理学部)

2012 年 11 月 6~8 日に福岡県朝倉市原鶴温泉・パーレンス小野屋で、第 18 回大気化学討論会を開催いたしました。開催形式については実行委員会で多くの議論を致しましたが、温泉合宿形式への熱烈な要望(プレッシャー?)が多数あり、「温泉合宿形式」に覚悟を決めました。多くの参加者にとっては、遠方となる福岡、しかも久方ぶりの温泉地開催でしたので、どれ位の方が来ていただけるのだろうかと不安で、「目指せ 100 人参加」を実行委員会のスローガンにしていました。最終的には、参加者は 109 名(一般 77 名、学生 32 名)、発表は特別講演 3 件、口頭発表

43 件、ポスター発表 52 件(合計:98 件)となり、予想以上の盛会にすることができました。いずれの発表でも、活発な質疑応答が行われていました。特筆すべきは、33 歳以下の若手・学生の発表総数が 40 件前後にも達していた点です。プログラム委員の笠井さんがポスター賞発表の際に触れられていた様に、「大気化学の未来は明るい」という思いが致します。今回の開催に際しては、色々と不手際があり、ご面倒をおかけすることもありましたが、日中の口頭・ポスター発表、懇親会、夜の大討論会のいずれも盛況となりましたので、概ね多くの方々にご満足いただけたと思いま

す。会場で温泉合宿開催に関して好意的な感想をいただけたのは、実行委員としては喜びの極みでした。

特別セッションのテーマについて、実行委員会・プログラム委員の中で議論を繰り返し、これまでの大気化学討論会では、あまり扱われていなかった内容であり、大気化学との境界領域でもある「極域科学」と「低温過程の化学」に焦点を絞り、特別セッション「氷の世界から探る大気化学」を企画いたしました。雪氷化学(アイスコア解析)、大気・雪氷放射、凍結時の化学反応の分野で先端研究を進められている東久美子先生(極地研)、



口頭発表会場の様子

青木輝夫先生(気象研)、竹中規訓先生(大阪府立大)に招待講演をしていただきました。

本討論会の開催にあたり、会場費・予稿集印刷代・ポスターボードレンタル代などでお世話して頂いた名古屋大学太陽地球環境研究所、発表プログラム編成をしていただいたプログラム委員の皆様、会場係を務めてくださった学生の皆様、事務作業を手伝って頂いた名古屋大学太陽研の田中さん、多くの裏方作業こなしていただいた実行委員の皆様に感謝申し上げます。



ポスター発表会場の様子

大気化学研究会役員選挙の公示

選挙管理委員会 北 和之(選挙管理委員長)、遠嶋 康徳、金谷 有剛

大気化学研究会会則の選挙細則に基づき下記の要領で第八期運営委員会役員を選出しますので、会員の皆さまのご協力をお願い致します。2012 年度の会費を納入したすべての会員に選挙権と被選挙権があります。ただし、例外として選挙細則第5条により、運営委員選出の被選挙権を持たない方が数名いるのでご注意ください(下記にお名前があります)。

役員選出日程

2013 年 1 月 ニュースレター冬(28)号による公示(本記事)と郵送による投票の開始

2013 年 3 月 1 日(金) 投票締め切り(選挙管理委員会必着)

2013 年 3 月 開票・当選者の確定(その後、電子メールとニュースレター29号によって結果公表)

2013 年 5 月 会員集会にて報告・承認

2013 年 6 月 新運営委員会活動開始

選挙要領

1. 選出役員数: 会長 1 名および運営会役員 10 名。
2. 投票の締め切り: 2013 年 3 月 1 日(金)までに選挙管理委員会へ必着のこと。
3. 投票用紙送付先: 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2 国立環境研究所 地球環境研究センター 遠嶋 康徳 宛。
4. 投票方法: 投票用紙に 6 名を連記(内1名は会長への投票)した後、投票用封筒に入れ、密封したうえで、さらに郵送用封筒に入れて送付する。投票は無記名とする。

選挙細則(2011 年 10 月 18 日改正)

第 1 条 大気化学研究会運営委員会役員の選出に係る本細則の設置は、研究会会則によって定める。

第 2 条 選挙管理委員会は次の事業を行う。

1. 選挙の公示
2. 投票および開票に関する事務
3. 当選の確認と公表

4. その他選挙管理に必要な事項

第 3 条 選挙管理委員は、会則第 5 条によって会長が運営委員より 3 名を委嘱し、委員長は互選とする。(2011 年 10 月 18 日、本条改正)

第 4 条 選出すべき運営委員会役員は、当該年度会費を納入したすべての会員(以下会員という)同士の互選とし、会員は選挙に際して選挙権と被選挙権を有する。

第 5 条 役員任期を 2 期連続した者は被選挙権をもたない。ただし例外として会長の選出については、会長を 2 期連続した者以外の者は被選挙権をもつものとする。(2004 年 6 月 24 日、本条改正)

第 6 条 選出すべき運営委員会役員およびその定数は以下の通りとする。

会長 1 名および運営委員 10 名(2011 年 11 月 1 日、本条改正)

第 7 条 選出すべき運営委員会役員として 6 名を無記名投票する。うち 1 名を会長への投票とする。会長への投票数は、運営委員会役員の選出のための得票としても数えることとする。

第 8 条 当選者は得票数の多い順に選出され、得票同数の場合は抽籤によるものとする。

第 9 条 副会長は選出された運営委員会役員による互選とする。

この細則は 2011 年 11 月 1 日から実施する。

第八期運営委員会役員選出に関する注意

会長に関しては、すべての会員(2012 年度の会費を納入した方)に被選挙権があります。運営委員の選出に関しては、2期以上連続して役員をされている次の 9 名の方(▲印)は、被選挙権をもちませんのでご注意ください。(注: ▲のついた方にも、会長としての被選挙権はあります)なお第七期の運営委員会役員(委員会推薦の役員を含む)は以下の通りです。

会 長: ▲植松光夫

副会長: ▲今村隆史

運営委員: ▲入江仁士、笠井康子、金谷有剛、河村公隆、▲北 和之、▲小池 真、齊藤拓也、▲定永靖宗、須藤健悟、▲遠嶋康徳、▲林田佐智子、▲松枝秀和

大気化学研究会の学会化に関する投票について

大気化学研究会第七期運営委員会

本ニュースレター第28号冒頭の植松会長からの記事にもありますように、大気化学研究会では次期の大気化学研究会役員選挙と合わせて、大気化学研究会の学会化についての投票を行います。会員の皆さまのご協力をお願い致します。

運営委員会からの提案

「大気化学研究会」The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC) から
「日本大気化学会」The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC) と改称する(英語名称は不変)。

日程について

2013年1月 ニュースレター冬(28)号によるお知らせと郵送による投票の開始

2013年3月1日(金) 投票締め切り(選挙管理委員会必着)

2013年5月 運営委員会で会員の投票結果を反映し、最終決定

投票について

1. 締め切り: 2013年3月1日(金)までに選挙管理委員会へ必着のこと。
2. 投票用紙送付先: 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2
国立環境研究所 地球環境研究センター 遠嶋 康徳 宛。
3. 投票方法: 投票用紙に記載されている以下の選択肢から選び(ご意見等ございましたら記載をお願い致します)、投票用封筒に入れ、密封したうえで、さらに郵送用封筒に入れて送付する。投票は無記名とする。
(1) 賛成「日本大気化学会」に改称する
(2) 反対「大気化学研究会」のままでよい
(3) 保留
ご意見()

大気化学研究会奨励賞: 2012年度結果報告

受賞者: 須藤 健悟 (名古屋大学大学院環境学研究科・地球環境科学専攻・准教授)

受賞研究課題: 化学・エアロゾル結合気候モデルの開発と全球における対流圏オゾン変動・起源推定に関する研究

受賞理由: 大気化学研究において、化学輸送モデルを用いた研究は大気中の光化学反応による現象の理解と将来の地球環境変動予測の面から、大気化学研究における重要な分野の一つであり、さらなる研究の進展が期待されている。

須藤健悟会員は、全球化学輸送モデルを我が国で初めて開発し、その後これをベースに気候モデルとの結合を行って化学気候モデル(CHASER: Chemical AGCM for Studies of atmospheric Environment and Radiative forcing)へと発展させてきた。さらに、開発した化学輸送モデルを我が国の地球システムモデル(MIROC-ESM)に組み込み、成層圏・対流圏での大気化学とエアロゾルを網羅的に取り扱える全球シミュレーションの手法を確立してきた。

須藤会員は、モデルを利用した応用研究として、CHASER にタグトレーサーを導入することで、対流圏オゾンの起源を推定する独自の方法を開発し、汚染域の境界層だけでなく、様々な領域で生成されたオゾンの寄与を定量的に評価した。この結果は、オゾンの越境輸送に関するソース・

レセプター関係を全球的に捉える面で新しい視点を提供した。またこの研究手法はオゾン以外に微小エアロゾルなど大陸間長距離輸送が寄与する他の汚染物質にも応用されている。

化学気候モデルを用いた研究としては、過去～現在～未来の全球オゾン場の変動について、気候・気象場の変動が及ぼす影響に焦点を当てた研究を行った。特に、ENSO に伴う熱帯域対流圏オゾン変動の機構と、温暖化による成層圏循環の強化による対流圏オゾン濃度場への影響の解明を行った。これらの研究成果は、IPCC 第4次報告書に引用されると同時に、Contributing Author としても大きな貢献を果たした。更に最近では、硝酸塩や二次有機エアロゾルなど、これまでの全球化学気候モデルでは考慮されてこなかったエアロゾル種の計算を導入し、複合的な気候影響の評価にも研究を展開している。また、次期 IPCC 第5次報告書に向けた化学気候モデル相互比較プロジェクト ACCMIP にも、積極的に参画している。

このように、須藤会員は一貫して大気化学と気候を包括的に扱う独自のモデルを開発し、これを用いた研究の成果は国内外で高く評価されている。これらの業績は大気化学や気候変動の研究分野で特筆されるべきものであり、大気化学研究会奨励賞に値するものと認められた。

会員からのお知らせ・報告

大気化学研究会奨励賞を受賞して

須藤 健悟(名古屋大学 大学院環境学研究科)

この度は、大気化学研究会奨励賞を頂きまして大変光栄に思います。私と大気化学研究会との関係は、熱海のKKRホテルで開催された第5回

大気化学討論会(1999年6月)への参加からはじまりました。このとき私は、東大・気候システム研究センター(現大気海洋研究所)の修士課程2年



の学生で、今回の受賞理由のひとつでもある対流圏化学気候モデルの開発に着手して間もない頃だったと思います。私にとって初めての口頭発表であり、行きの東海道本線の車中でマジメに発表原稿を用意したり、今の私では到底考えられないような緊張感をもって臨んだことは、大変良い思い出として残っております。熱海での討論会を起点としても、これまで13年以上の間、大気化学気候モデルを軸とした研究を一貫して続けてきたことになります。私と同学年の米倉涼子が女優デビューしてから今年で13年だそうです。そう考えるとあまり大したことはないような気もしますが、今回の受賞対象となりました「化学・エアロゾル結合気候モデルの開発と全球における対流圏オゾン変動・起源推定に関する研究」について、概要と軌跡を紹介させて頂くことにします。

東大・気候センターの修士課程の学生として研究を始めた当初(1998～2000年)は、ちょうど化学輸送モデルのターゲットが、成層圏オゾンから対流圏オゾンに“沈降”しつつあるタイミングで、対流圏化学を扱えるような全球モデルの開発は世界的に見ても必然的なトレンドでした。東大・気候センターでは、国立環境研究所(以降、環境研)と共同で、温暖化予測等を目的とした気候モデル(CCSR/NIES GCM)の開発が進んでいましたので、この気候モデルに直接、対流圏化学過程を組み込み、オンラインの化学気候モデルを構築することになりました。成層圏化学については、環境研の秋吉さんや、気候センター・高橋研究室の滝川さん・永島さんなどの先輩方がすでに取り組んでいて、対流圏化学についても、当時の駒場キャンパスでご近所であった東大・先端研・秋元研究室の黒川さんが初期的な研究をされていましたが、やはりオリジナルのモデルをつくりたいという潜在的な欲求が私にはあったようで、光化学反応(気相・液相・不均一)、乾性・湿性沈着、前駆気体エミッション(人為起源、および雷NO_x等の自然起源)などについて、独自にスキームの開発を行ってきました。その結果、化学反応の精緻度などについてまだまだ不完全ではありましたが、対流圏化学気候モデルCHASER(Chemical AGCM for atmospheric Environment and Radiative forcing)として世に出ることになりました[Sudo et al., 2002a]。このCHASERモデルの構築には、GCM放射過程での光解離定数(j-value)の計算方法について、最初の頃の指導教官であった故沼口敦先生から天才的なアドバイスを頂いたり、化学反応式の追加・修正やモデル設定を容易に一元管理できるようなプリプロセッサの作成に夢中になったりと数々の“思い”が詰まっています。開発当初のCHASERは、対流圏化学を主眼として、NO_x-CO-CH₄-VOCsの基本サイクルを中心に計算しておりましたが、オゾンや各種関連物質の計算結果は各種観測データと非常に整合的で[Sudo et al., 2002b]、IPCCの第4次報告書に向けたモデル間相互比較プロジェクトにおいても、モデルアンサンブルの中央に位置し標準的なモデルとして扱われました[Stevenson et al., 2006]。その後、硫酸塩・硝酸塩などの各種エアロゾルの計算や、二次有機エアロゾル(SOA)の生成プロセスの導入[須藤ら, 2010, 2012]進め、化学計算の対象領域も成層圏にまで拡大し、成層圏・対流圏オゾン化学とエアロゾルおよび気候を同時に扱う、より包括的な地球システムモデル[Watanabe et al., 2011]としても発展してきております。

CHASERでは、成層圏起源のオゾンを個別のトレーサーで扱い、地表や対流圏内で、成層圏から輸送されたオゾンがどのような寄与を持つかを計算しておりましたが、さらに踏み込んで、対流圏内の色々な領域で化学生成されたオゾンが全球の対流圏オゾン分布に対して、それぞれどのような寄与を持っているかについて、タグトレーサーという手法を導入して詳しく実験してみることになりました[Sudo and Akimoto, 2007]。この実験から、リモートな場所でのオゾン濃度とその季節変動は、大陸・海洋に関わらず、色々な領域からの長距離輸送の重ね合わせとして解釈されることや、アジア域上空の自由対流圏におけるオゾン生成がとくに大きな寄与を持つことなどがわかり、アジア起源のオゾンがインド洋～大西洋の上部対流圏を輸送され南半球に流れ込んでいく等の半球間交換などの様子・経路も明らかにすることができました。このタグトレーサー実験は、日本やアジアでのオゾン汚染に対する長距離・越境輸送の寄与の検討などにも

使用されています[Nagashima et al., 2010]。さらに最近の改良により、オゾンだけでなく、BCなどのエアロゾルの長距離輸送・起源の評価にも応用可能な手法としました。

一方で、化学・気候相互作用的観点からも研究を行っています。まず、1997-98年のENSOの際に観測された大規模な熱帯域対流圏オゾン変動をCHASERモデルで再現し、インドネシア域の森林火災だけでなく、Walker循環や積雲対流による輸送場の変動や、水蒸気変動によるオゾン寿命の変動などが、観測された熱帯域オゾンのアノマリに大きく寄与していたことを明らかにしました[Sudo and Takahashi, 2001]。その後、ENSO時のオゾン変動が輸送の変動によって起こされているのか、それとも水蒸気による破壊などの化学過程で起きているのか、ということについても、上述のタグトレーサーを応用した実験により明らかになってきました[Sekiya and Sudo, 2012]。また、将来予測実験では、地球温暖化が成層圏循環(Brewer-Dobson循環)やハドレー循環を強化し、オゾンの成層圏・対流圏間交換(STE)を顕著に増加させる可能性があるという特徴的な結果を世界に先駆けて発表しました[Sudo et al., 2003]。より最近では、IPCC-AR5に向けたCHASER実験についても、同様のSTEの将来変動が詳しく評価されています[Kawase et al., 2011]。

以上のように、これまでの私の取り組みでは、地球温暖化、オゾン層破壊、大気汚染という3つのグローバルな環境問題を股にかけ、大気化学・気候の研究を行ってきたのだと思います。このなかでは、直接的にモデル開発も行ってきたのですが、スキーム・システム構築や予測といった工学的側面と、実際の現象の原因・メカニズムの理解という科学(理学)的側面を、同時に、存分に堪能することもできました。現在では、エアロゾル計算の精緻化、陸域・海洋生態系との相互作用、大気酸化能-メタン変動の問題、将来予測や汚染・温暖化抑制シナリオの提案など、全球の化学・気候モデルが担う役割は益々拡大していますので、今後もモデルを武器に、“工学／理学”の垣根を超え、皆様と一緒に取り組んでいきたいと考えております。最後になりますが、東大・気候センター、地球環境フロンティア研究センター(現JAMSTEC)に在籍中、そして現所属の名大に異動後も、変わらず手厚くサポートして頂いている、高橋正明先生(現・東大・大気海洋研・教授)、秋元肇先生(元・JAMSTECプログラムディレクター、現・アジア大気汚染研究センター所長)、そして、これまで(これから)も大気化学コミュニティを支えて来てくださっている皆様方に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- Kawase et al. (2011), *Geophys. Res. Lett.*, 38, L05801, doi:10.1029/2010GL046402.
- Nagashima et al. (2010), *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 11305-11322.
- Sekiya and Sudo (2012), *J. Geophys. Res.*, 117, D18303, doi:10.1029/2012JD018054.
- Stevenson et al. (2006), *J. Geophys. Res.*, 111, D08301, doi:10.1029/2005JD006338.
- Sudo and Takahashi (2001), *Geophys. Res. Lett.*, 28, 21, 4091-4094, doi:10.1029/2001GL013335.
- Sudo et al. (2002a), *J. Geophys. Res.*, 107, D17, 4339, doi:10.1029/2001JD001113.
- Sudo et al. (2002b), *J. Geophys. Res.*, 107, D21, 4586, doi:10.1029/2001JD001114.
- Sudo et al. (2003), *Geophys. Res. Lett.*, 30, 24, 2256, doi:10.1029/2003GL018526.
- Sudo and Akimoto. (2007), *J. Geophys. Res.*, 112, D12302, doi:10.1029/2006JD007992.
- 須藤ら(2010), *低温科学*, 68, 129-136.
- 須藤ら(2012), *エアロゾル研究*, 27, 51-61.
- Watanabe et al. (2011), *Geosci. Model Dev.*, 4, 845-872.

IGAC/SPARC 化学気候モデル・ワークショップの参加報告

須藤 健悟(名古屋大学 大学院環境学研究科)

化学気候モデリングを主眼とした IGAC/SPARC ジョイントワークショップ (IGAC/SPARC Global Chemistry-Climate Modeling and Evaluation Workshop) が 2012 年 5 月 21 日～24 日の日程でスイス・ダボスにて開催された。本ワークショップ(WS)は、SPARC の化学気候モデル検証プロジェクト CCMVal の延長線上に位置し、成層圏・対流圏の化学気候モデルとその検証の研究、または関連するプロセス研究・観測研究について広く議論することを趣旨としている。CCMVal とはいえ、これまで成層圏の物理化学過程を対象として、化学気候モデル検証を行ってきた取り組みであり、最近では、2007 年にイギリス・リーズ大学で、2009 年にはカナダ・トロント大学で定例的な WS が開催されている。その後、WCRP の公開科学会議 OSC(2011 年、米国・デンバー)をはさみ、今回のダボスでの会議が CCMVal の最新の WS に相当するが、IGAC-SPARC の大気化学気候相互作用に関するジョイント・イニシアチブ(AC&C)を反映し、対象領域を成層圏だけでなく、対流圏にまで大幅に拡大してきている(筆者は SOC の一員として本 WS の実施に関わったが、やはり、CCMVal としてのある種の閉塞感も根底にあるようだ)。このため、今回の WS では、これまでの CCMVal に加え、化学気候相互作用に関する CMP5/ACCMIP や、大気汚染物質の半球規模輸送に関するタスクフォース(HTAP)、トレーサー輸送を扱う TransCom、エアロゾルについての AeroCom など、主要なモデル間相互比較プロジェクト(MIP)をふんだんに巻き込んだ形で、網羅的な内容であった。一見、既存 MIP の単なる抱き合わせのようでもあるが、日頃別々に活動しているコミュニティが交流する機会はその多くはないので、貴重かつ有意義な場であったと思われる。コミュニティの話として、大気化学モデリングに関しては、成層圏と対流圏の間の垣根(圏界面)は次第になくなりつつあるように感じる。これは、扱うプロセスの類似性や、成層圏化学モデラーが少なからず対流圏に“沈降”してきているという経緯から考えれば自然な流れではある。大気化学(気相)とエアロゾルの全球モデリング・コミュニティについても、ごく最近では、同様の傾向にあると考えてよいであろう(よくわからないが...)。

今回の WS の構造は、9 つのワーキンググループ(WG)を軸として、対流圏オゾン化学変動(セッション 1)、成層圏ハロゲン化学(セッション 2)、大気力学過程(セッション 3)、モデル検証・観測データ(セッション 4)の各主題について議論するというものであった。WS 前半は、セッションごとに各 WG が招待した講演者などからキーとなる講演があり、最近のモデル研究の動向が一通り整理された。後半では、各 WG に分かれて、シミュレーションや検証方法についての方針など、今後のモデル研究の方向性について議論し、提案としてまとめる作業を行った。WG は対流圏化学・観測的検証から、エアロゾル・オゾン放射強制力、UTLS/STE、オゾン層変動、そして気候変動の成層圏力学・対流圏輸送場への影響など多岐に渡って設定されている。今回、興味深かったのは、ほとんどの WG に共通



会場となったダボス・国際会議場(コングレスセンター)。あの(どの?)世界経済フォーラム・年次総会(通称:ダボス会議)の会場でもある。バックにスイス・アルプスの山々を望む。手前に見える工事現場など、ダボスでは新しいホテルやビルの建設が着々と進められていた。

して、メタンや VSLs の寿命に関連する大気酸化能についての研究提案がなされた点である。今後の大気化学モデリングでは、以前にも増して大気酸化能力(OH)がキーワードになりそうである。筆者はメタンと N_2O についての WG のまとめ役(chair)をつとめた。ここでは、同位体トレーサーによるプロセス検証や、詳細なメタン過去再現実験などが提案され、後者については、エミッションや沈着に関し、陸域・海洋の生物圏を扱うモデルとの結合も視野に入れられ、LEAPS などと連携した大気化学研究に発展する可能性もでてきた。

WS の終盤では、SPARC-IGAC-CCMVal として提案する新しいモデル相互比較実験・検証(過去再現+将来予測実験)のプランの詳細が議論された。しかし、CMP5/ACCMIP や GeoMIP など既存の取り組みと重複するような部分もあり、計算機・人的資源(リソース)の問題もあるので、実際にどのグループから、どれだけの参加が期待できるかやや不透明ではある。このようなマルチモデルの研究プロジェクトは、アンサンブルとして、また IPCC 報告書等への貢献としてももちろん重要なのだが、純粋な科学的タスクとしては現象・プロセスの解明が第一に重要なのであり、リソースや個別研究とのバランスを考え、うまく参加していくことが(少なくとも、日本については)求められているのだろう。シーズン・オフでヒンヤリと閑散としたダボスの街からチューリッヒに戻る列車のなかで、そんなことを考えながら、アルプスの天国のような風景が広がる車窓を眺めていた(というよりは寝ていた)。

国際オゾンシンポジウムの参加報告

関谷 高志(名古屋大学 大学院環境学研究科)

2012年8月27日から31日に、カナダ・トロントにおいて行われた国際オゾンシンポジウム(Quadrennial Ozone Symposium; QOS)に参加する機会を得た。ここでは、シンポジウムの概要と初めて参加して感じたことを報告させて頂きたい。シンポジウムの会場はトロントのダウンタウンにあるシェラトンセンターであった。大気オゾン及び関連物質に関する300件以上の発

表が、7つのセッションに分かれて行われた。発表内容は、対流圏・成層圏・中間圏それぞれを対象領域とした観測やモデル計算と多岐に渡っており、並行して組まれたセッションがなかったため、それらを全て聴くことができた。初日のJ. Logan (ハーバード大)による招待講演では、対流圏オゾンの経年変動とトレンドについて議論していた。ヨーロッパでは1990年代

以前のオゾンゾンデ観測と山岳サイト観測の間で乖離が大きいことなどが示されており、自身の研究でも、観測によるモデル計算の検証をどのように行うかということを考えさせられた。また、M. Holloway(リーズ大)が、オゾンが植物に与えるダメージにより、植物へのオゾンの乾性沈着が減少する影響を全球モデルによって評価しており、興味深かった。その他には、数か月もの長期間ゾンデを放球し、南極におけるオゾンの消失率を算出する研究など、国内学会ではこれまで聴いたことがなかった様な発表が印象に残った。

また、ポスターセッションでは、ビールやワインなどが振る舞われ、非常にフランクな雰囲気であった。コアタイムであっても、多くの発表者がポスターとは離れた場所で他の研究者と話し込んでおり、ポスターセッションというよりは研究者同士の交流会という状態になっていた(ただし、質問したいポスターがある場合、その発表者を探し出すのに一苦労であった)。私自身は3日目のポスターセッションで、対流圏オゾンの年々変動に関する発表を行い、多くの研究者と有意義な議論をすることができた。

本シンポジウムが行われた8月下旬のトロントは、日本より日没が遅く、街も夜遅くまで賑わっていた。私自身も気が付けば日付が変わっていた、ということもあった。ともあれ5日間にわたり朝から晩まで、最新の研究に

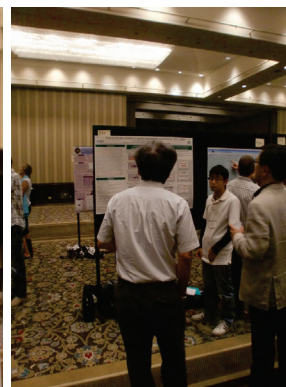
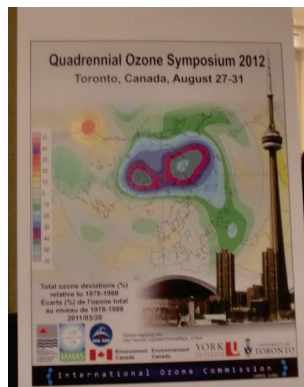


写真 QOS2012 のバナー(左)とポスター会場の様子(右)

触れ、議論するという部分でも、それ以外の部分でもシンポジウムを満喫することができた。4年後のオゾンシンポジウムにまた参加することができるよう、より一層気を引き締めて、今後の研究に取り組んでいきたいと思う。

IGAC 国際会議 2012 参加報告

島田 幸治郎(東京農工大学 大学院農学府)

2012年8月16日から20日にかけて、IGAC 国際会議が北京市内で開催された。会場是北京オリンピック会場近くにあるコンベンションセンターであった。会議には口頭発表が60件、ポスター発表が378件あり、セッションは以下の6つに分かれていた。

- S 1. Atmospheric Chemistry in the Anthropocene
- S 2. Atmospheric Chemistry and Megacities
- S 3. Atmospheric Chemistry and Climate
- S 4. Atmospheric Chemistry and Health
- S 5. Atmospheric Chemistry and Surface-Atmosphere Exchange
- S 6. Atmospheric Chemistry Fundamentals

口頭発表ではヨーロッパで行われている大型プロジェクトの MEGAPOLI に関する発表が観測者やモデラーの注目を集めていた。

私が参加した Session1 ではオゾンや揮発性有機物質の長期トレンド、二次生成有機物の変性・変質に関わる研究があった。また、窒素酸化物に関する研究も多かった。NO_x が光化学酸化反応されどのような物質で沈着しているか、また夜の化学反応を知るため N₂O₅などを航空機観測で

キャビティングダウン法を用いて調べていた研究など筆者は大変興味を持った。

また、筆者は Young Scientist Program(YSP)で本会議に参加した。YSPは32カ国から40人が選ばれた。参加者はPhDの学生やPDそして、少数であるが助教のポジションでインドやフランスから参加者もいた。全体的にモデラーが多いような印象を受けたが、そのモデラーらは観測屋から転向している人が多かった。多くの転向理由として、観測屋の視点から観測だけではハッキリしない現象に対してモデルも活用して解明したいからだと言っていた。また、健康影響などの Impact study に関する Session 4 の参加者が少ないのではと言う意見が多かった。大気汚染研究をどのように社会や政策へ活用するかといったイノベーションの思考が強い印象を受けた。各々の分野が単独で研究するのではなく、観測屋、モデラーそして健康・気候影響がつながりある研究をする事で策定への科学的根拠、大気汚染の天気予報やリスクの被害予想が可能となっていくのであろう。



写真 口頭発表会場(左)とポスター会場(右)の様子

富士山斜面で雲・エアロゾルをつかむ

上田 紗也子(東京理科大学 理学部)

大気エアロゾル粒子のサイズ・濃度・組成は、大気中で多様に変化する。個々のエアロゾル粒子のサイズと組成を変える主な過程としては、低揮発性気体物質の凝縮・吸着、粒子同士の衝突(凝集)、および雲を介した過程(雲過程)が挙げられる。雲過程とは、エアロゾル粒子が雲凝結核として活性化して雲粒(液滴)となり、気体物質の溶けこみや雲粒同士の衝突の後、再び水分が蒸発した際に、その粒子のサイズや組成が雲凝結核化する前と比べて変わる過程である。凝縮・吸着や凝集で成長できる粒子サイズは、一般的な大気環境下では百 nm 程度に留まるが、雲過程であれば、数十 nm の粒子からの数百 nm への飛躍的な粒子成長・質量の増大を説明できる[Meng and Seinfeld, 1994]。数百 nm にピーク値を持つエアロゾル粒子の質量粒径分布は、硫酸塩や黒色炭素のなど主要な化学種でほぼ観測されている[e.g. Xiao, et al, 2009; Huang and Yu, 2008]。このようなエアロゾル粒径分布の特徴の解釈として、雲過程が用いられることが多い。しかし、雲過程そのものを観測した研究報告は少なく、実際の効果がどの程度か、明確とは言い難い。Mertes et al. [2005]は、ドイツ・チューリンゲンヴァルト山脈で、笠雲の風上と雲内、風下の 3 地点で観測を行い、雲過程の前後で、エアロゾル粒径分布の比較を行っている。彼らの結果からは、雲の風下と風上の個数・粒径分布の差は小さく、また風下で粒子の質量濃度が低かったため、雲粒が森林等に沈着したことにより、雲過程による成長影響を相殺した可能性が示された。このような報告は、複雑な過程を含む実際の雲において、雲過程による粒子の変化を捉えることの難しさを示唆している。

筆者はこれまでの研究において、電子顕微鏡を用いて調べた個別粒子の内部混合状態から、粒子の経た変質過程の推定を試みてきた[Ueda et al, 2011]。個々の粒子の構成要素には、水不溶性のススや海塩粒子中 Na 元素など、排出されてから地表面に沈着するまで粒子として存在する物質と、硫酸塩中の S 元素など大気中で粒子化により付加される物質がある。これらの個々の粒子中での混在状態はその粒子の変質の程度を示す指標となるため、雲過程を経験する前後の気塊をそれぞれ捉えた試料であれば、雲過程の評価への適用が可能と考えられる。現在所属している東京理科大学では、2005 年度から富士山麓の太郎坊、2006 年度から富士山山頂において、エアロゾル粒子に関する夏季集中観測を実施してきた[e.g. 三浦, 2008; 長谷川ら, 2012]。2010 年からはエアロゾル粒子の他、ラドンや雲凝結核、小イオン濃度の測定を行い、エアロゾル粒子の生成過程や輸送過程、雲凝結核能に関する研究を精力的に行っている。夏季日中の富士山山頂は、雲よりも上であることが多く、図 1 左の写真のように山道の途中に雲海が広がることが多い。富士山の山頂(標高 3776 m)から麓の太郎坊(標高 1300 m)までは、一般人が歩いて 3 時間程度で下山することができる。簡易的な測器には限るが、安価かつ小規模な人員体制で、徒歩での雲の鉛直観測が可能である。そこで、2011 年度と 2012 年度の富士山山頂での夏季の山頂・麓観測に伴い、山頂からの下山の際に雲過程の解明を目的とした徒歩観測を実施した。



図 1. 富士山山道から見降ろした雲海(左)と霧中での観測(右)

富士山下山道・御殿場ルートにおいて、2011 年度は 4 回、2012 年度は 5 回の徒歩観測を行った。雷の発生時を除き、8 回の雲内外の観測を実施できた。富士山頂から御殿場ルートを通り、麓の御殿場新五合目(標高 1440 m)または太郎坊まで 3~5 時間かけて下った。霧が発生し始める高度(雲上)と、霧の中(雲中)、霧から抜けた高度(雲下)で 20 分程度の粒子数濃度測定と試料採取を行った。図 1 右の写真は、雲中での観測の様子である。ポータブルの光散乱式粒子計数器(OPC KR-12、リオン社製)に拡散ドライヤーを配して、30%RH 以下の乾燥粒子の数濃度を測定した。空気の入入口に、霧粒として 5 μm 以上の粒子をカットするインパクターを配し、2 分毎に付け外しすることで、霧粒を除いた粒子と霧粒を含む粒子の数濃度を交互に測定した。また、電子顕微鏡で観察するため、雲粒などを拡散ドライヤーで乾燥させた後の試料空気中エアロゾル粒子を採取した。以降、2011 年度の観測で得られた結果について記述する。

2011 年の観測では、山頂が降水を伴う濃霧に覆われていた 7/28 を除き、3 回(7/15、8/3、8/11)は、主風向が斜面下からの上昇風で、かつ山道途中に降水を伴わない雲が存在する条件であった。各観測時刻・高度別の後方流跡線解析による気塊の輸送経路は、8/3 は雲上と雲下で異なったが、7/15 と 8/11 は雲上と雲下で殆ど同じであった。雲過程の前後の気塊を比較するため、ほぼ同じ輸送経路の気塊を雲の上と下で観測できた 7/15 と 8/11 について詳細に解析した。7/15 の霧中高度では連続しない薄い霧で、2 分交互の測定では、霧粒有/無での粒子数濃度の明瞭な差は得られなかった。8/11 は乾燥粒径 0.3 μm 以上の数濃度中の霧粒割合は 59%であった。図 2 に採取した試料の電子顕微鏡と EDX での分析・解析例を示す。7/15 と 8/11 は、雲の上・中・下いずれの試料でも、0.5~2 μm の粒子の半数以上が海塩とみられる粒子(Na と Cl または S、O とが存在する丸く平らな粒子)であった。一方、霧粒を取り除いてから採取した 8/11 の試料では鉱物粒子(Si を主体とする角ばった粒子)のみであったため、海塩粒子は雲粒として存在していたことが示唆された。7/15 の海塩粒子については、雲下では Cl および S が含まれる粒子、雲上では Cl を含まない粒子が多く、Cl と Na のモル比(Cl/Na 比)は、雲下の中央値で 0.20、雲上で 0.00 であった。NaCl 粒子の主な変質過程として、Cl 置換による Na_2SO_4 や NaNO_3 の生成が挙げられる。雲上での

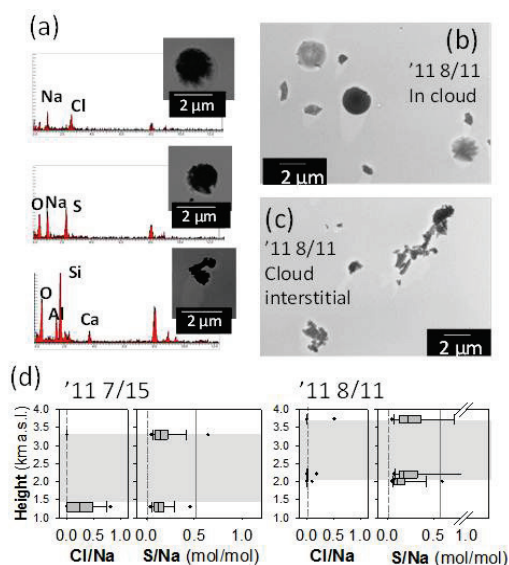


図 2. 雲内外で採取した試料の (a)X 線スペクトル、(b)8/11 の雲中粒子 (c)8/11 の雲粒間粒子、(d)個別海塩粒子の Cl/Na・S/Na 各モル比の試料ごとの箱ひげ図(灰色は霧が観測された高度)。

S/Na 比(0.14)は、 Na_2SO_4 (0.5)より低い、雲下(0.12)とは同程度であったため、雲の中で海塩粒子中の Cl が硝酸などによって置換されたと考えられる。一方、8/11 の Cl/Na 比の中央値は、雲の下上とも 0.00 であったが、S/Na 比は、雲の上、中、下でそれぞれ 0.22、0.18、0.10 と、高度とともに上昇する傾向にあった。雲下の海塩粒子は Cl をほぼ含まなかったため、既に置換された海塩粒子への硫酸塩の付加により、雲上での S/Na 比が高くなったと考えられる。置換後の海塩粒子に H_2SO_4 が付加したと仮定し、雲下の S/Na 比が雲上の S/Na 比になるのに必要な H_2SO_4 を見積もったところ、 $0.5\sim 1\mu\text{m}$ の粒子で、単体粒子質量あたり 11% であり、これによる粒子サイズの変化は雲過程を経る前の 1.04 倍であった。

本研究では、雲過程の直前・直後の粒子を狙った観測から、雲過程による海塩粒子の変化を示した。一方、雲過程でできたと思われるサイズを持つエアロゾル粒子は、雲の上に限らず様々な場所でも見られる。本観測はまさに雲をつかむような思いで取り組んだが、こうした体を張った事例解析に留まらず、山頂や麓、海洋での観測など、連続的・広域的なデータ検討を含め、より多角的にエアロゾル粒子の変化過程を追っていきたい。

[謝辞] 本研究を行うにあたり、三浦和彦准教授(東京理科大学)をはじめ、多くの皆様にご協力頂きました。深い感謝の意を示します。本観測は、NPO 法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われました。本研究の一部は東京理科大学特定研究助成金共同研究、科研費基盤研究 C (22510019)、東京理科大学総合研究機構山岳大気研究部門 2011 年度活動経費・活動補助費の助成により行われました。

参考文献

- Huang, X.-F. and J.Z. Yu (2008), Atmos. Chem. Phys., 8, 5843–5853.
Meng, Z and J. Seinfeld (1994), Aerosol Sci. Technol., 20, 253–265.
Mertes, S. et al. (2005), Atmos. Environ., 39, 4233–4245.
Ueda, S. et al. (2011), J. Geophys. Res., 116, D17207, doi:10.1029/2010JD015565.
Xiao, R., et al. (2009), Atmos. Environ., 43, 3754–3763.
三浦(2008), 大気電気学会誌, 第 2 巻, 6–10.
長谷川ら(2012), エアロゾル研究, 第 27 巻, 189–196.

大気中 CO_2 、 CH_4 、 N_2O のモデル気柱平均濃度

齊藤 龍(海洋研究開発機構 地球環境変動領域)

二酸化炭素(CO_2)、メタン(CH_4)、一酸化二窒素(N_2O)は主な温室効果気体であり、大気中の微量気体であるにもかかわらず気候に大きな影響を及ぼしていると考えられている。その仕組みを理解するためのツールの一つとして、数値モデル(物質循環モデルや化学輸送モデルなど)が研究・開発されている。モデルを用いた微量気体の輸送シミュレーションにより、全球濃度分布を推定することができる。しかし、推定値は主に大気境界層や成層圏のモデル誤差、あるいはモデルパラメータである微量気体の地表面吸収排出量(地表面フラックス)や成層圏の化学反応と生成消滅過程に起因する誤差などが含まれているため、モデル推定値と観測値との差は大気境界層と成層圏で大きくなりやすい[Yang et al., 2007, Saito et al., 2011, Niwa et al., 2011, Keppel-Aleks et al., 2012]。そこで、これらの差を考察するため、本研究では CO_2 、 CH_4 、 N_2O の気柱平均濃度(XCO_2 、 XCH_4 、 XN_2O)のモデル推定値を観測値と比較した[Saito et al., 2012]。気柱平均濃度(XCO_2 、 XCH_4 、 XN_2O)は成層圏の濃度情報を含むため、その濃度変動の考察に役立つ。また CO_2 、 CH_4 、 N_2O の地表面フラックスや化学反応はそれぞれで特徴が異なるため、これらの化学種間で濃度変動の一致点・相違点を見ることはモデル誤差やバイアスの要因を考える上で大切である。

気柱平均濃度は地上設置高分解能フーリエ変換分光計(FTS)で観測した分光データより求めることができる。Wunch et al. [2010, 2011]がその主な観測成果をまとめ、全炭素気柱観測網(TCCON)データとして公開している。本研究ではデータ数の多い 15 地点(図 1)で得られた XCO_2 、

XCH_4 、 XN_2O 濃度の観測値を利用した。一方、大気中 CO_2 、 CH_4 、 N_2O の全球濃度分布は CCSR/NIES/FRGCG AGCM ベースの化学輸送モデル(ACTM)で計算した。モデル解像度は水平 T42、鉛直 67 層(地表から約 80km まで)である——その他の設定(地表面フラックスや化学反応による CH_4 や N_2O の消失など)は Patra et al. [2011]と Saito et al. [2012]を参照された。

ACTM の計算結果において、1 月の XCO_2 濃度は南半球より北半球で約 5 ppm 高く、7 月では、熱帯域(緯度約 45 度以下)の濃度が両半球の中・高緯度帯より約 5 ppm 高くなった。 XCH_4 濃度は 1 年を通して南半球より北半球で約 100 ppb 高くなった。地表付近の CH_4 は、1 月に約 250 ppb、7 月に約 150 ppb 南半球より北半球で高くなり[Patra et al., 2009]、 XCH_4 より大きな季節変化を持つ。7 月頃に CH_4 はシベリアの永久凍土の融解により姿を現す湿地帯から放出されるが、夏半球で豊富になる OH との化学反応で消失しやすい。また CH_4 濃度の鉛直勾配は鉛直輸送が強くなる夏半球で小さくなる。よって、7 月の北半球では、強い CH_4 放出源の存在にもかかわらず、半球の地表平均濃度は 1 月より小さくなる。このように北半球の CH_4 濃度分布は地表面フラックスと OH 反応による吸収とのバランスにも支配され、高度と季節によって変化する。 XN_2O 濃度は熱帯域で約 5 ppb 両半球の高緯度域(60 度以上)より高くなった。特に子午面循環の上昇気流は 1 月の赤道域で強くなり、約 250 ppb 濃度の N_2O を上部成層圏(高度 10 hPa 以上)まで輸送する[Ishijima et al., 2010]。したがって、熱帯域の XN_2O 濃度は 7 月より 1 月で高くなった。他方、南極やグリーンランドで見られる低濃度は対流圏界面高度の勾配に依存した。

これらのモデル計算結果を、2007 年から 2010 年までの TCCON 観測値(15 地点)と比較した。なお、モデルの値は観測値のサンプリングタイムと同期し、TCCON のアレーシングカーネルとア priori を考慮した。

XCO_2 のモデル・観測間の相関係数はどの観測地点も 0.8 以上、バイアスは約 1 ppm 以下、南北勾配のモデル・観測間の年平均差は 1.5 ppm だった。モデル輸送や地表面フラックスがモデル XCO_2 の季節変化やトレンドを概ねシミュレーションできたとと言える。使用した地表面フラックスでは、排出量データベース(2005 年の EDGAR4 を他の年にも利用)と非化石燃料起源の年々変動を考慮していないにもかかわらず、モデル XCO_2 の季節変化の振幅と位相は特に TKB、JPL、LEF、BRE で良く一致した。この結果は、これまでの研究[Basu et al., 2011, Keppel-Aleks et al., 2012]より

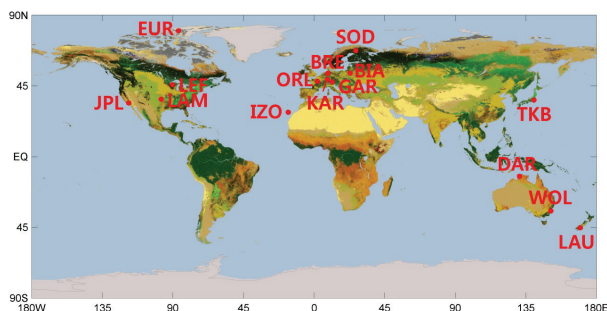


図 1. 本研究で利用した TCCON データの観測サイト。

改善されている。しかし ORL と BIA では、モデルの位相が観測値より 1 か月遅延した。これは逆解法で推定した地表面フラックスから生じた誤差である。逆推定フラックスでは西欧州を 4 領域で分割したため、BIA の XCO_2 濃度は BRE や ORL と同じ領域で推定されたフラックスの影響を受ける。したがってこれら 3 地点の XCO_2 濃度は位相の似た季節変化を持ったと考えられる。北アメリカの LAM と LEF では、2010 年のモデル XCO_2 が観測値より 2 ppm 小さいが、2009 年とはほとんど同じである。これは 2010 年の観測値において、北アメリカの生態系による CO_2 吸収が 2009 年より弱かったためである。この特徴をモデルの地表面フラックスで考慮しなかったため、モデル XCO_2 は夏季に強く吸収され、観測より大きな季節変化の振幅を持ったと考えられる。LEF では季節変化の位相がモデルと観測値との間で良く一致したが、近傍の LAM では一致しなかった。これは LEF の地表面フラックスの季節変化が LAM の XCO_2 濃度に影響を与えたからである。西欧州同様、北アメリカの地表面フラックスも 4 領域に分割した逆解法で推定している。その際、北緯 40 度以上の観測地点 (LAM は含まれていない) のデータを用いて地表面フラックスを逆推定したため、LAM は LEF と似た位相を持ったと考えられる。LAM の XCO_2 観測値は地域フラックスの有意な情報を含んでおり、それを 4 分割された領域フラックスでシミュレーションすることが難しかった。逆解法の時空間解像度を上げることで、異なる地点間の生態系の不均質性が考慮できると期待される。

XCH_4 のモデル・観測間の相関係数はどの観測地点も 0.3 以上だった。多くの地点で、観測値の残差成分 (時系列から季節変化とトレンドを引いた成分) の標準偏差が季節変化の振幅とほぼ同じ大きさだったため、季節変化の振幅・位相の特定が難しく、相関係数が小さくなった。一方、LAM、BIA、BRE の XCH_4 季節変化は 0.7 以上の相関関係を持つ。LAM と BIA では、観測数の多さと密な時系列により季節変化を明確に抽出することができた。DAR、WOL の残差成分の相関係数は他の地点より良く、南半球の CH_4 地表面フラックスやオーストラリア付近の総観規模モデル輸送がうまくいったと言える。バイアスは EUR (19.8 ppb)、SOD (23.6 ppb)、LAM (-15.4 ppb)、JPL (-10.5 ppb)、IZA (-13.6 ppb)、DAR (-23.6 ppb)、WOL (-12.1 ppb) 以外の地点で 10 ppb 以下、南北勾配のモデル・観測間の年平均差は 20 ppb だった。これらの大きな差は、 XCO_2 南北勾配の良いシミュレーション結果を勘案することで、モデルの南北輸送が起因ではないと推測できる [Patra et al., 2009, 2011]。また XCH_4 濃度は季節変化が小さいため、南北輸送のモデル・観測間の有意差を見つけることが難しい。むしろモデルの水平輸送以外の誤差である地表面フラックスの不均質性、 CH_4 消失率、対流圏界面付近の鉛直輸送が誤差に寄っていると考えられる。

XN_2O のモデル・観測間の相関係数はどの観測地点も 0.8 以上だった。TCCON の N_2O のアベレーシングカーネルとアприオリをモデル XN_2O に考慮すると、季節変化の振幅が大きくなり、より観測値に近づいた。 N_2O のアベレーシングカーネルの感度は成層圏で強い [Wunch et al., 2011]。例えば LAM のアベレーシングカーネルは下部対流圏の 0.5 から 100 hPa 気圧高度の 1.5 に増加している。一方 CO_2 や CH_4 のアベレーシングカーネルの増加率は 50% である。よって、TCCON において、 XN_2O の濃度変動は XCO_2 や XCH_4 と比べ地表面フラックスや対流圏の輸送に対して感度が弱く、成層圏の影響を受けやすい。そのため、対流圏界面高度の季節変化が XN_2O の濃度変動を強調する。実際 N_2O の季節変動は地表付近で約 1 ppb だが、成層圏を含めると約 10 ppb になった。よって、高い相関係数は成層圏の N_2O 濃度分布のシミュレーション (N_2O 消失率と対流圏界面高度

の季節変化など) がうまくいったことを示している。バイアスはどの地点も約 2 ppb 以内で、WOL、DAR、JPL で負となった。このバイアスの緯度変化は XCH_4 と傾向が似た。SOD の XCH_4 と XN_2O ではバイアスが春に大きくなった。これは北半球の極渦が春に大きく変動することと関連する。モデルは春の極渦内の N_2O 濃度を観測値 (Limb-viewing Satellites) より高く推定する [Ishijima et al., 2010]。DAR では、 XCH_4 と XN_2O の観測値はモデルより 1 年を通し系統的に高くなった。熱帯域 (緯度約 30 度以内) の対流圏界面高度の勾配を、正確にシミュレーションするのに必要なモデル水平解像度が不十分だったため [Patra et al., 2011]、モデルの対流圏界面高度やモデル XCH_4 と XN_2O の濃度に系統的なバイアスを生じさせた。また、モデルで使用した N_2O の地表面フラックスは熱帯地方で過小評価されており [Kort et al., 2011]、東南アジアや DAR のモデル濃度を小さくしたと考えられる。

今後の課題として、逆解法と衛星データとを用いたグリッドスケールのデータ同化により推定したフラックスをモデルに実装し、評価を行う必要がある。64 領域の逆推定フラックスでは、領域内の不均質性によって生じる地表付近のモデル濃度変動の誤差低減に限界がある。他方、DAR で生じたモデル XCH_4 の過小評価は、熱帯域の地表面フラックスの排出量を増やすか、あるいは対流圏の化学反応消失を減らすことで改善できると期待している。

[謝辞] 本研究を遂行するにあたり、Prabir K. Patra 博士にご指導頂きました。また、モデル N_2O に関する助言を下された石島健太郎研究員と、観測データの提供を快諾下さった Debra B. Wunch ら (TCCON に係った多くの研究者) に、感謝の意を表します。

参考文献

- Basu, S. et al. (2011), J. Geophys. Res., 116, D23306, doi:10.1029/2011JD016124.
 Ishijima, K., et al. (2010), J. Geophys. Res., 115, D20308, doi:10.1029/2009JD013322.
 Keppel-Aleks, G., et al. (2012), Biogeosciences, 9, 875-891, doi:10.5194/bg-9-875-2012.
 Kort, E. A., et al. (2011), Geophys. Res. Lett., 38, L15806, doi:10.1029/2011GL047612.
 Niwa, Y., et al. (2011), Atmos. Chem. Phys., 11, 13359-13375, doi:10.5194/acp-11-13359-2011.
 Patra, P. K., et al. (2009), J. Meteorol. Soc. Jpn., 87, 635-663.
 Patra, P. K., et al. (2011), Atmos. Chem. Phys., 11, 4163-4175, doi:10.5194/acp-11-4163-2011.
 Saito, R., et al. (2011), J. Geophys. Res., 116, D21120, doi:10.1029/2011JD016033.
 Saito, R., et al. (2012), Atmos. Chem. Phys., 12, 7767-7777, doi:10.5194/acp-12-7767-2012.
 Wunch, D., et al. (2010), Atmos. Meas. Tech., 3, 1351-1362, doi:10.5194/amt-3-1351-2010.
 Wunch, D., et al. (2011), Philos. T. Roy. Soc. A, 369, 2087-2112, doi:10.1098/rsta.2010.0240.
 Yang, Z., et al. (2007), Geophys. Res. Lett., 34, L12807, doi:10.1029/2007GL029742.

海外研究通信

ドイツでの民間旅客機観測に携わって

梅澤 拓(ドイツ マックスプランク化学研究所 大気化学部)

2011 年 10 月より、マックスプランク化学研究所 (MPIC) にポスドク研究

員として勤務している。まだわずか一年のドイツ生活だが、ポスドクという

身でのタイムスケールの中では早くも一年が過ぎたと感じずにはいられない。以下、少ない経験からではあるが、現在私の携わる研究プロジェクトやドイツでの生活について紹介したい。

ドイツのフラッグキャリア、ルフトハンザ航空が拠点とするフランクフルト空港から電車でわずか 30 分ほどの町マインツに、私の所属する MPIC はある。この好立地は、私の所属グループの観測プロジェクト CARBIC (Civil Aircraft for the Regular Investigation of the atmosphere Based on an Instrument Container; <http://carbic-atmospheric.com>) に欠かせない。国内外の学会へ飛行機で飛び回る皆さんなら、乗客搭乗前の旅客機の腹部に、荷物を搭載した大型コンテナが次々と吸い込まれてゆく様子は容易に目に浮かぶだろう。そのコンテナひとつにまるまる観測機器を詰め込んだのが CARBIC である。観測コンテナを搭載したルフトハンザ機は、フランクフルト空港を飛び立って目的地まで、旅客機高度(対流圏上部)での大気観測を継続する。観測コンテナは MPIC とフランクフルト空港を毎月往復して、大気観測データの蓄積を刻々と進めている。Brenninkmeijer 室長が率いる MPIC の CARBIC チームは、観測プロジェクトの運用とデータ解析のコアメンバーである。ただし、CARBIC にはドイツ内外の研究チームが各々の観測機器を持ち寄って参加しているため、そのつながりは MPIC の外へ広く開いている。

さて、日本にも民間旅客機を用いた観測プロジェクトがあることが皆さんの頭には浮かんだかもしれない。CONTRAIL (Comprehensive Observation Network for Trace gases by Airliner; <http://www.cger.nies.go.jp/contrail>) と呼ばれる日本の観測プロジェクトは日本航空機に観測機器を搭載している。日本での博士課程およびポスドク期間には、私はこの観測プロジェクトにお世話になった [Umezawa et al., 2012]。このような民間旅客機を用いた大気観測は、日本では特に温室効果気体 (GHG) を中心に 30 年以上前から東北大学大気海洋変動観測研究センター (<http://tgr.geophys.tohoku.ac.jp>) が行っているが、旅客機に観測機器を搭載した大気成分の自動化測定は 90 年代に本格化し、その担い手は日本と欧州の研究チーム IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System; <http://www.iagos.org>) である [IGAC, 2007]。つまり、CONTRAIL と CARBIC はいわばライバルであったが、近年はデータの相互利用や情報交換を通じて新しい成果を生み出そうと動き出しており、私が CARBIC チームの一員となったのもその流れと無縁ではない。

では、対流圏上部での微量気体観測という点で、CONTRAIL と CARBIC が類似の観測プロジェクトかと言うと、必ずしもそうではない。CONTRAIL は GHG 測定に強みを持ち、特に連続計で測定される CO₂ データの質と量では圧倒的である。また、大気サンプラーが航空機の位置情報に基づいて作動するため、搭載機の飛行経路がほぼ同一 (日本-豪州間) に確保されてきたことと合わせて、同一地点での時系列解析に非常に優れた大気成分データを生み出している。一方の CARBIC の強みは、観測成分と観測地域の多様さである。コンテナに満載の観測器は、CO、O₃、H₂O、NO_x、エアロゾル数濃度などをモニターするとともに、GHG や非メタン炭化水素、ハロカーボン類を大気サンプルから測定しており、この多成分の変動が観測データ解釈の大きな助けとなる。また、CARBIC は広範囲でのデータ取得を優先してきており、観測プロジェクトの発足した 2005 年以降、欧州を中心としながらもほぼ全ての大陸上で観測データを取得してきた。比較するに、CONTRAIL は微量気体の準観測基地を対流圏上部に確保し、CARBIC は大陸間航空機観測キャンペーンを定期的に行っている、というイメージを私は持っている。どの大気成分のどのような時間スケールの現象に着目するかで、それぞれが一長一短を持つのは想像がつくことと思う。それぞれの PI/研究機関のバックグラウンドを色濃く反映している



今年 (2012 年) 完成した MPIC の新しい研究棟前にて。MPIC は先日、前身の Kaiser-Wilhelm 研究所がベルリンに生まれた時から数えて 100 周年を迎えました。

ことを想像して頂ければ一層興味深いのではないだろうか。

現在の私の研究生活では、データ解析の比重が最も高い。観測コンテナが帰ってくれば実験室にも入るが、日本の研究室で毎日一時間毎に実験室に呼び出されていたことを思えば、まとまって机(実際は PC だが)に向かえる時間ができたという意味で大きな変化である。データ解析の点で比較すれば、私が日本の研究室在籍時に扱ってきたデータは、観測点固定で時間方向にほぼ均一に取得されていたものが多かった。これに対して、CARBIC データは時空間方向ともに均一でなく、頭を悩ましながらも新鮮な思いを味わっている。さらに、各大気成分について様々な成分との相関関係を見られることは、少しずつ興味を広げる楽しさを与えてくれる。具体的な研究内容についてはもう少し解析の進展を待ち、近いうちに大気化学討論会等でも紹介できたら嬉しく思う。

マインツは快適でとても住みやすいところだと書けば良いのだが [白岩, 2010]、これまでドイツに何の縁もなかった私が生活をスタートするのは楽ではなかった。まずアパート探しが大変である。その便利な立地上、マインツのアパートは売り手市場となっており、ドイツ語を話せない外国人にとってそのハードルはさらに上がる。研究所内では英語で十分と言っても、日常生活で簡単なドイツ語を話せた方が良いのはもちろんである。研究所が提供するドイツ語クラスに通っても、外で買い物や食事程度を比較的にストレスなくできるようになるのに半年以上を要した。ただし、英語を話すことに慣れた人は多いので、英語で助けを求めても何とかなる場面は多い。

マインツの東を流れるライン川に沿って、ドイツワインの産地が広がる。この地域はドイツの中でも気候が穏やかで、真冬の気温が氷点下 10 度以下に下がる以外は快適に過ごせる。大雨も台風もまして地震もないので、インターネットで見る日本のニュースが絶えず自然災害を報じているのを見るとその違いに驚く。もちろん地震対策などなく、オフィスの棚の上に山積された本を見て心が落ち着かないのは、ここでは私だけだろう。気候だけでなく国民性や食文化の違いにもはっとさせられることが多く、研究とともに周囲の人々と会話や観察も引き続き楽しんで行きたい。

参考文献

- IGAC Newsletter (2007) No.37
(<http://www.igacproject.org/Newsletters>).
Umezawa et al. (2012), Atmos. Chem. Phys., 12, 8095 - 8113,
doi:10.5194/acp-12-8095-2012.
白岩 (2010), 大気化学研究会ニュースレター, No.22, 12.

発行: 大気化学研究会ニュースレター編集委員会 (定永靖宗、須藤健悟、斉藤拓也)

連絡先: 〒464-8601 名古屋市千種区不老町 名古屋大学太陽地球環境研究所 松見研究室気付 大気化学研究会事務局

電話: 052-747-6414、ファックス: 052-789-5787、電子メール: taikiken@stelab.nagoya-u.ac.jp

ホームページ: <http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/div1/taikiken/>

■ニュースレターへの記事掲載のご要望がございましたら、お近くの大気化学研究会運営委員または事務局へご連絡ください■