

大気化学研究会ニュースレター – No. 26 –

WINTER 2012

The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC)

大気化学研究会からのお知らせ

日本地球惑星科学連合 2012 年大会のお知らせ
 第 28 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 17 回大気化学討論会開催報告
 大気化学研究会奨励賞: 2011 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
 Acid Rain 2011 国際会議の参加報告
 IUGG-2011 の集会報告
 気候工学(ジオエンジニアリング)の紹介

若手研究ショートレビュー

アジア・オセアニア域における民間貨物商船を用いた大気微量成分の観測

Ultra-violet radiation as a possible driver of methyl halide emissions from plant materials

海外研究通信

米国からの研究便り



第 17 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、服部祥平さん(東工大)、中山桃子さん(北大)、室町篤さん(東北大)、丹羽洋介さん(気象研))。

大気化学研究会からのお知らせ

日本地球惑星科学連合 2012 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

入江 仁士(代表)、斉藤 拓也、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)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。

2012 年の地球惑星科学連合大会においても、「大気化学」「SPARC」セッションともに、大気海洋・環境科学のセッションカテゴリーに属す通常セッションとして採択され、右記の通り開催されることになりました。2012 年大会においては、下記のように、これまでと同様の大気化学全般の発表に加え、エアロゾルに関連する議論が促進されるよう、スコープを若干変更しました。これにより、これまで以上の規模での開催を目指したいと思っております。

【2012 年大気化学セッションのスコープ】

対流圏および成層圏の化学・輸送・物質循環に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、モデリング・観測・人工衛星データ解析・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究全てを対象とする。大気化学研究会を中心として開催するが、共同開催の各学会等における大気化学関連の発表や分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。2012 年大会では、エアロゾルをキーワードとした研究発表、すなわち多圈(陸/水/人間圏等)からみたエアロゾル、エアロゾルと気候、エアロゾルと健康影響、エアロゾルの新しい観測技術などを特に歓迎する。

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 2012 年大会

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

日程:2012年5月20日(日)~25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

2012年1月11日、投稿・事前参加登録受付開始

2012年2月3日、投稿早期締切

2012年2月17日、投稿最終締切

※ 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 28 回大気化学研究会運営委員会報告

日時: 2011 年 10 月 18 日(火)18:00~20:00

場所: 京都大学宇治キャンパス 総合研究実験棟 遠隔会議室 (HW401)

出席者: 今村隆史(議事進行)、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: 中山智喜

議事内容

(1) 会計・会員報告

事務局より経理について報告がなされた。平成 22 年度はニュースレターなどの支出があったが、会費収入とほぼ同額であった。会員については、正会員が 170~180 名程度でこの数年推移していることが報告された。秋元会員からの寄付について感謝するとともに、ご本人に使用の希望を聞くことにした。奨励賞のメダル代金の支出が予定されているが、討論会登録費など収入について今後の議論の課題とすることにした。

(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について報告があった。今回の奨励賞から、決定時期を早めにして討論会前に案内をすることを検討した。7 月末に締め切りで、8 月選考くらいにして、プログラム発表時までに受賞者を公表する日程で良いかどうか会員総会に諮ることになった(10月19日の会員総会で承認された)。奨励賞の対象は、候補者のすべての業績ではなく、奨励賞応募時の推薦対象とされた一連の仕事とし、奨励賞選考の対象となった論文がどれか分かる形で審査を行うなどの意見が出された。

(3) ニュースレターについて

定永委員より、順調に準備を進めている旨の報告があった。

(4) APOLLO 計画(国際宇宙ステーション 地球大気環境監視システム)について

大気化学研究会の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。重要な課題であるので、大気化学研究会としてどういう体制で行っていくか、今後議論をしていくことにした。

(5) 次回の 2012 年秋の大気化学討論会について

大気化学討論会の最中に可能性のあるところをお願いする(福岡大学のグループが引き受けてくださることになった)。

(6) 2012 年春の連合大会大気化学セッションについて

入江委員より報告があった。議論の結果、以下の点に沿って準備を進めていくことにした。2012 年の連合大会は、大気化学セッションの中にエアロゾルをテーマにしたサブセッションの時間を作ることにする。今後は「大気化学セッション」に加えて、「特別セッション」として、周辺分野とのジョイントセッションの開催を検討していくと共に、招待講演を設ける。重要な課題なので今後議論していく。

(7) 大気化学研究会の名称について

「日本」を頭につけるかどうか、今後の検討課題とした。

(8) 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。

(9) 大気化学研究会の規約の改正について

規約および選挙細則を改訂した。下記に改正した規約、選挙細則を示す。

・「幹事」はなくすことに決定した。第 5 条からは副会長も消すことにした。

・事務局長のことを記載するかは、今後議論を行う。

大気化学研究会規約

(趣旨)

第1条 本会は大気化学に関心を持つ研究者相互の連絡及び研究促進を図ることを目的とする。

(事業)

第2条 本会は次の諸事業を行う。

(1) 大気化学に関する研究連絡のためのニュースレターを発行すること。

(2) 大気化学に関する研究集会を企画開催すること。

(3) 大気化学研究の促進に関する研究者の総意をまとめ、関係諸機関に必要な働きかけを行うこと。

(4) その他、大気化学の研究上必要な諸事業を行うこと。

(組織)

第3条 本会はその趣旨に賛同する大気化学研究者を会員とする。

第4条 本会に会長、副会長各1名、及び運営委員若干名を置く。

第5条 会長、及び運営委員は全会員の投票によって選出される。選出は別に定める選出規定によるものとする。ただし、会長は必要に応じて運営委員を 2 名を限度として任命することができる。上記役員の任期は 2 年とする。再任は認めるが、3 期連続選出は認めない。

第6条 会長、副会長、運営委員は運営委員会を構成し、会の目的達成に必要な諸事項を協議、決定、実施する。

(会費)

第7条 会員は会費として年額2000円を納めなければならない。会計年度は 4 月 1 日から 3 月 31 日とする。事務局・会計がこれを管理する。

(改正)

第8条 本規定の改正は運営委員会の決定による。

第9条 本会の存続については 10 年毎に見直すものとする。

選挙細則

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。

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

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。

大気化学研究会会員総会プログラム

日時: 2011 年 10 月 19 日 (水) 16:30 - 18:00

場所: 京都大学宇治キャンパス内京都大学化学研究所大会議室

(1) 植松会長より挨拶

(2) 会員報告、会計報告(事務局)

(3) 大気化学討論会について

(4) 連合大会、大気化学セッションについて

(5) 対流圏大気質観測衛星 APOLLO について

(6) 次回の大気化学討論会の開催地について

(7) 規約の改正について「幹事」などの項目削除の承認

(8) その他

(9) 2011 年度奨励賞 授賞式と記念講演

第 17 回大気化学討論会開催報告

大会実行委員会委員長 高橋 けんし (京都大学 生存圏研究所)

第 17 回目を数える大気化学討論会を、京大宇治キャンパスにて開催致しました。会場係を務めてくださった奈良女子大、大阪府大、京大の大学院生の皆さん、ならびに、事務補助で多大な労力を費やして頂いた名大 STE 研の田中さん、京大 RISH の羽田野さんにお礼申し上げます。

今回は「首都圏」から離れての開催となりましたので、どのくらいの参加者が集まるか不安でした。しかし蓋を開けてみると 160 名の参加があり、招待講演 3 件、一般口頭講演 46 件、ポスター講演 70 件と、個人的な予想を外して例年並みの盛況となりました。講演申し込みの締め切りから開催日までの時間が短かったため、実質的に一週間ほどのプログラム編成となり、プログラム委員の先生方には非常なご負担をお掛け致しましたが、大会後のアンケートを拝見したところ、講演申し込み締め切りからプログラム公開が早くて助かったというご感想を頂戴し、救われる思いが致しました。

口頭会場は快適、かつ、大きすぎず小さすぎず適切な広さであったという感想を頂戴致しましたが、ポスター会場は、想定外の事情が重なり、当初目論見よりもかなり狭くなってしまいご不便をお掛け致しました。あれこれ言い訳をしたいところですが、懇親会の際に私の愚痴を聞いて下さる心温かい方々がいらっしゃいましたので、ここには書かないことに致します(苦笑)。

セッション内容については、従前より大気化学討論会で取り上げられてきたテーマに加えて、生物圏-大気圏相互作用のセッションを初めて設けました。セッション名の掲揚は、一見どうでもよいように思われるかもしれませんが、コミュニティーが関心を持っているテーマを簡潔かつ直感的にアピールする意味で、(特にこの分野をよく知らない方々へ向けての)メッセージ性を含んでいると個人的には考えております。そう考えると、セッション名は毎回の討論会で同じである必然性はなく、スクラップアンドビルドでよいと思っております。また今回は、特別セッション「森林生態系と大気化学」を企画致しました。これはプログラム委員の先生方との議論で挙げてきたご意見をもとに立案したものです。特別セッションは、従来

の討論会で討論されてきた主題から少し「はみ出す」ことを意識し、その分野で先端的な研究をされている先生方をお招きしつつ、ご講演すべてを招待講演とさせて頂きました。限られた時間の中での挑戦的な企画でしたので、必ずしも十分な討論ができたとは言い難かったかもしれませんが、好意的な感想をいくつか耳にしたことは望外の喜びでした。企画運営において齊藤拓也さん(国環研)の貢献が大きかったことを記してご紹介申し上げます。

最後に、要旨ブックについてのトピアのご紹介を。源氏物語のまじでの開催ということで、むらさき色の表紙を選びました。もっと濃い色目を考えていましたが、紙質を変えて白抜き文字にする必要があったため、今回の表紙に落ち着きました。

討論会のさらなる発展を祈念致しつつ、次回当番校へバトンをお渡します。この度は多数のご参加と活発なご討論、誠にありがとうございました。



口頭発表の様子

大気化学研究会奨励賞: 2011 年度結果報告

受賞者: 入江 仁士 (海洋研究開発機構・地球環境変動領域・研究員)

受賞研究課題: 衛星・地上リモートセンシング観測の複合利用による大気汚染物質の時空間分布に関する研究

受賞理由: 大気化学研究において、人工衛星や国際宇宙ステーションなどをプラットフォームとしたリモートセンシング観測は多くの大気化学的情報を提供してくれることは議論を待たない。我が国では過去にILASならび

にILAS-IIによる成層圏化学観測、また最近ではISSからのSMILESによる中層大気観測やGOSATによる温室効果気体の観測で行われ、大気化学の発展に貢献してきた。一方、対流圏化学衛星による観測データの解析、衛星観測の検証や今後の対流圏化学衛星計画につながる計測手法の開発に関する研究は大気化学研究における重要な分野の一つであり、さらなる研究の展開が期待されている。

入江仁士会員は、対流圏化学衛星データの解析にいち早く着手すると共に、対流圏化学衛星観測の検証手法として地上設置型のリモートセンシング観測手法(MAX-DOAS法)の開発にも取り組んできた。

対流圏化学衛星データの解析研究として、GOME センサーの対流圏NO₂データをプレーメン大学等と共同で解析を進め、既存の紫外可視分光計の地上観測データやモデルを独自に組み合わせて、中国における対流圏NO₂カラム濃度の長期的増加傾向を定量的に実証した。更に高解像度衛星センサーOMIのデータの検証・解析研究にも取り組み、東アジア域でのNO₂のトレンド解析を高度化させた。

一方で入江会員は、アジア域での検証データが著しく不足している点を指摘、東アジア地域への国際観測網の構築も視野に入れて、MAX-DOAS法の開発にも取り組んできた。特にMAX-DOAS法で測定された生スペクトルからNO₂等のガスのみならず、エアロゾル消散係数の高度分布を導出する一連のアルゴリズムを独自に開発した。更に一連のアルゴリズム開発研究を推進し、エアロゾル消散係数(357 nmと476 nm)、NO₂、HCHO、CHOCHO、H₂O、SO₂、O₃の合計8成分にわたる多成分同時導出手法へと発展させている。これは、MAX-DOAS 単独で、あるいは衛星観測を複合的に利用することで、これまでないユニークな数値モデルの定量的検証に道を拓くものである。

以上のように、入江仁士会員は衛星・地上観測を複合的に利用した大気汚染物質の時空間分布や、新しい観測手法(MAX-DOAS法)の開発と応用に関する研究において国内外で高く評価されている。よって同会員の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。

受賞者: 宮崎雄三(北海道大学・低温科学研究所・助教)

受賞研究課題: 水溶性有機エアロゾルの起源と生成に関する研究

受賞理由: 大気エアロゾル中の水溶性有機物は雲凝結核として作用するなど微粒子の気候影響を評価する上で重要な因子である。水溶性有機

エアロゾルの化学組成や粒径分布の解析から得られる起源・生成量・生成過程の情報は、エアロゾルの気候影響を正確に理解するために必要不可欠である。

宮崎会員は粒子液化捕集法(PILS)を用い、エアロゾル中の水溶性有機炭素(WSOC)を高い時間分解能(数分オーダー)で測定する自動連続測定装置を開発した。この装置により都市大気中のWSOCを高精度で測定することに成功し、二次的に生成される有機エアロゾルの大部分が水溶性であることを初めて示した。また有機成分ごとの揮発特性の違いに着目し、熱分離による有機物の揮発性とWSOCを対応付ける解析手法を考案した。観測・室内実験を併せることで、空気塊の起源によらずWSOCの大部分が難揮発性で、排出源から放出された後、半日程度の光化学過程によって生成されることを世界で初めて明らかにした。

宮崎会員はデータ空白域であったインド都市域における水溶性有機エアロゾルをガスクロマトグラフィー/質量分析計(GC/MS)により、水溶性であるシュウ酸の濃度とそのWSOCに占める割合が冬季夜間に増加することを明らかにし、霧の発生に伴う液相反応によりシュウ酸が二次的に生成する可能性を示した。

また、外洋大気においてエアロゾル中の有機炭素及びアセザイン酸を含む低分子有機酸の粒径分布を測定することにより、植物プランクトンが海洋有機エアロゾルの生成に大きく寄与すること、シュウ酸など水溶性有機物が従来考えられてきた以上に二次的に生成していることを明らかにした。さらに、安定炭素同位体比の測定からエアロゾル炭素に占める海洋生物起源の割合を定量的に見積ると同時に、エアロゾル窒素においてこれまで見過ごされてきた非水溶性の有機態窒素画分が支配的であることを初めて明らかにした。特に、海洋生態系から有機態窒素の大気への供給経路の発見は、汚染性窒素の大気から海洋への供給という従来の窒素循環像を見直す提案につながった。

以上、宮崎会員の研究成果は様々な手法を駆使して、人為発生源近傍及び海洋生態系における水溶性有機エアロゾルの起源と生成メカニズムの理解を大きく進展させたものであり、有機エアロゾルが雲粒子生成や光吸収・散乱を通して放射収支に与える影響を正確に評価する上で重要な知見を与えるものである。同会員の研究は国際的にも高く評価されている。よって、同会員の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。

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

入江 仁士(海洋研究開発機構 地球環境変動領域)



この度は、大気化学研究会奨励賞を賜り、大変光栄に存じます。大気化学討論会などでお会いする皆様や過去の受賞者のお名前を拝見してみますと、正直なところ、私がこの賞にふさわしいかどうか疑問で恐縮ではございますが、皆様に何か少しでもフィードバックできればという思いを込めて、研究内容や感想について以下に書くことにいたします。

受賞対象となりました研究課題は「衛星・地上リモートセンシング観測の複合利用による大気汚染物質の時空間分布に関する研究」です。この仕事は、私が海洋研究開発機構(JAMSTEC)に入った2004年4月、当時我が国で著しく立ち後れていた対流圏化学衛星データの解析にいち早く着手したことに端を発します。それ以前は、名古屋大学大学院(指導教官: 近藤豊先生、現・東京大学教授)および国立環境研究所に在籍し、極域

成層圏化学の研究を行っていました。本課題は、そういった過去の経験を何とか活かして新たに挑戦した取り組みという見方もできるかと思います。このような状況でありましたが、秋元肇先生(当時・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)には、JAMSTECでこの仕事をする貴重な機会をいただき大変感謝しております。

新しいことに挑戦するにあたり、振り返ってみると、大事であったことは人とのつながりでした。幸運だったのは、2000年に札幌で行われた国際オゾンシンポジウム(QOS)以来、対流圏化学衛星に精通していたT. Wagner博士(マックスプランク化学研究所)と知り合いだったことでした。彼にまずメール等で相談し、A. Richter博士(プレーメン大)などの紹介も受け、GOME衛星センサーの対流圏NO₂データを適切に解釈できるようになりま

した。そして、JAMSTECに異動してからおよそ1年足らずで、データ質検証に基づいたユニークな形で、中国での対流圏NO₂カラム濃度の長期的増加傾向に関する論文[Irie et al, 2005]をまとめ上げることができました。

この研究では同時に、対流圏NO₂の衛星観測の定量的検証に不可欠な地上観測等の独立観測が、特にアジア域において著しく不足していることを指摘しました。そういった問題意識を持ちながら、対流圏化学衛星データの定量的検証を第一の目的として、地上からの紫外可視域の分光観測を利用してNO₂等を測定する新しいリモートセンシング技術(MAX-DOAS法)の開発に取り組みました。開発は金谷有剛氏(JAMSTEC チームリーダー)と二人三脚で進められたのも幸運でした。MAX-DOASはリモートセンシング手法ですので、アルゴリズム開発が鍵となることは間違いないと考えていましたが、放射伝達モデルすら自在に使えない状況だった中、どうしたものかと思ひながら参加した気象学会において、偶然にもポスター会場にて岩淵弘信氏(当時・JAMSTEC研究員、現・東北大学准教授)と出会い、MAX-DOAS法に興味を持っていたいただいたのを覚えています。同じJAMSTECに属していましたが分野が違ったため、この偶然が無ければ一緒に仕事をする機会を逸していたかもしれません。この偶然のおかげで、Wagner氏が先導していたMAX-DOASの観測ジオメトリにおける放射伝達モデル国際相互比較実験[Wagner et al, 2007]にも飛び入りで参加でき、早い段階でアルゴリズムに組み込む放射伝達モデルを国際レベルできちんと検証できたのは大きな強みとなりました。

MAX-DOAS法は対流圏ガス・エアロゾルを同時に同一原理で測定できるだけでなく、それらの高度分布の情報も得られる画期的な手法になると提案されていました。こういったポテンシャルは、2004年頃から欧州のグループによるシミュレーション研究などで示されていたが、実大気への応用には至っていませんでした。私は紫外可視域の生スペクトルから実大気中のガス・エアロゾルの高度分布を導出する一連のインバージョンアルゴリズムを独自で開発・検証するとともに、世界に先駆けて学術論文として公表し、現在は最前線でMAX-DOAS法による観測研究を実施するに至っています[Irie et al, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2011]。2007年には神奈川県横須賀市や沖縄辺戸岬等で長期連続観測を開始しました。そのデータを利用して高空間解像度の衛星センサーOMIの対流圏NO₂カラムデータの定量的な検証も行いました。その検証結果をもとにOMIデータを補正してトレンド解析を実施したところ、2005-2008年のあいだに中国華北平原ではNO₂濃度が毎年5%の速度で増加していたことを定量的に明らかにしました[Irie et al, 2009b]。GOME等から得られた結果と組み合わせると、1996-2008年のあいだ、NO₂濃度が増加し続けたことを明確に示すことができました。同期間、我が国のNO₂濃度は横ばいもしくは減少する傾向を示す一方で、地表オゾン濃度は増加しており、我が国への越境汚染の影響にも示唆を与えました。

こういった実績のため、2009年6-7月にはオランダでMAX-DOASによ

るNO₂観測の国際相互比較キャンペーンCINDI [Peters et al, 2011]に日本唯一のグループとして参加することができました。特筆すべきは、私はこのキャンペーンにおいて、他のグループが未開拓の多成分(エアロゾル消散係数(357 nm, 476 nm), NO₂, HCHO, CHOCHO, H₂O, SO₂, O₃)の同時導出インバージョン法の開発にいち早く着手するなど、新しい観測手法の開拓に挑戦したことであると考えています[Irie et al, 2011]。また、これまでにないユニークな数値モデルの定量的検証に道を拓くことを提唱するに至っています。

近年、上記と同じ無機・有機成分の衛星データが注目されつつあります。しかしながら、定量的な検証は未だ至っていないのが現状です。私はこの新しいMAX-DOAS多成分導出手法により衛星データの多成分検証を実現させ、さらには大気圏環境に関する課題の解決を目指すだけでなく、隣接する水圏・生物圏・人間生活圏の研究分野との連携を念頭に置いて研究を実施していきたいと考えています。

最後になりますが、私がこのように受賞につながる研究を実施できたのは、秋元先生・近藤先生をはじめ周囲の皆様の支えのおかげです。また、例えば大気化学研究会ニュースレター第4号の柴崎先生の記事にも書かれておりますように、Wagner氏との貴重な出会いの場となりましたQOSIは諸先生方のご尽力によって実現したものと伺っています。これまで参加した大気化学討論会・シンポジウムでもたくさんの刺激を受けました。そういった面も含め、大気化学研究会の関係者の皆様には心より深く感謝申し上げます。現在は静止衛星や国際宇宙ステーションといった新しいプラットフォームを利用する次世代観測計画が浮かび上がっておりますが、そういった国内外のプロジェクトへの貢献も視野に入れ、新しいことに挑戦しながら今後の大気化学の発展に少しでもお手伝いができればと考えております。皆様には変わらぬお力添えをお願いいたします。感謝の言葉とさせていただきます。このたびは本当にありがとうございました。

参考文献

- Irie, H., et al (2005), Geophys. Res. Lett., 32(11), L11810, doi:10.1029/2005GL022770.
Wagner, T., et al (2007), Atmos. Chem. Phys., 7, 1809-1833.
Irie, H., et al (2008a), Atmos. Chem. Phys., 8, 341-350.
Irie, H., et al (2008b), Atmos. Chem. Phys., 8, 6577-6586.
Irie, H., et al (2009a), Atmos. Chem. Phys., 9, 2741-2749.
Irie, H., et al (2009b), SOLA, 5, 117-120, doi:10.2151, 2/sola.2009-030.
Irie, H., et al (2011), Atmos. Meas. Tech., 4, 1027-1044.
Peters, A. J. M. et al (2011), Atmos. Meas. Tech. Discuss., 4, 5935-6005, doi:10.5194/amtd-4-5935-2011.

大気化学研究会奨励賞を受賞して

宮崎 雄三(北海道大学 低温科学研究所)



この度は大気化学研究会奨励賞を頂き、有難うございます。受賞対象である「水溶性有機エアロゾルの起源と生成に関する観測研究」は、私の以前の所属先である東大先端研においてより現在に至るまで、研究手段は目的に応じて異なるものの、実大気観測を通し一貫して取り組んでいるテーマです。大気中の有機エアロゾルは、その生成源や生成に至る反応経路などの不確定性が大きく、生成量をモデルで正確に表現し予測することは大気エアロゾル研究における主要なテーマの一つです。揮発性有

機化合物の酸化反応等により生成される二次有機エアロゾルは一般的に極性の官能基をもつことから、有機エアロゾルの「水溶性」という性質と密接に関係しています。逆に云うと、有機エアロゾルがもつ「水への溶けやすさ」という化学的性質は、官能基や分子構造を通して粒子生成の履歴を示していると云えます。また、有機物同様に水も普遍的に存在する大気成分であり、粒子の吸湿性や放射特性とも密接に関係します。したがって有機エアロゾルの「水溶性」特性は、その起源と生成プロセス及び放射

影響などを理解する上で非常に重要な指標です。

私が取り組んできた、エアロゾル中の水溶性有機炭素(Water-Soluble Organic Carbon, WSOC)に焦点を当てた研究の始まりは、東大在籍時の粒子液化捕集法(Particle-into-Liquid Sampler, PLS)を用いた観測研究でした。エアロゾル中のWSOCを自動分画する実時間型の連続測定装置を製作し、東京などでの都市大気観測を通して(1)二次有機エアロゾルとWSOCとの定量的な対応関係、(2)WSOCの大部分を揮発性の低い水溶性有機物が占めること、(3)これら低揮発性の有機物は分子量が比較的大きく、前駆体の放出後に約半日程度で生成されること、などが明らかになりました。この中で、PLSが開発されたジョージア工科大学を短期で何度か訪問する機会がありましたが、海外の研究者と交流や、エアロゾルの観測実験に関する知識や技術の取得も含め、非常に貴重な経験をさせていただきました。

北大に異動してからは、生態系における有機エアロゾルの重要性を強く認識するようになりました。その研究の最初のステップとして、かねてより関心のあった海洋大気有機エアロゾルについて、海洋生物の起源寄与を水溶性の観点から研究する機会をいただきました。海洋大気中の有機エアロゾルは、放射収支や炭素・窒素循環など生物地球化学的な諸過程に重要な役割を果たすと考えられていますが、植物プランクトンなど海洋生物の寄与や生成過程については、これまで十分には理解されていません。海洋生物活動が活発な夏季の亜寒帯北太平洋での大気エアロゾル観測(白鳳丸航海)に参加し、有機レーザーや安定炭素同位体比を用いたWSOCへの生物起源寄与に関する研究に取り組みました。その結果、これまで考えられてきた以上に、微小粒子中で海洋生物起源の二次生成WSOCの寄与が大きいことが明らかになり、さらに生物起源のエアロゾル炭素への寄与を定量化することができました。また、エアロゾル中の有機物にはこれまで見過ごされてきた、タンパク質などを含む海洋生物起源の有機態窒素が質量として大きく寄与していることなども新たにわかりました。大気-海洋系でのエアロゾル炭素・窒素循環については、これまで主に汚染物質の大気から海洋への供給という観点で考えられてきましたが、一連の研究結果を通して海洋生態系から大気への有機エアロゾル供給の重要性についても提案することができたと考えています。有機態窒素のエアロゾル研究については新たな課題も多くあり、今後も生物起源の有機エアロゾル生成についてのより深い理解を目指して、継続していきたいと考えています。

海洋生態系でのWSOC研究に取り組む過程で、必然的に陸上生態系におけるWSOC生成の重要性についても強く認識するようになりました。現在は、有機物の水溶性特性を切り口に、森林生態系におけるWSOC収

支とその支配要因の理解を目指した観測研究に取り組んでいます。特に、炭素以外にも大気中に普遍的に存在する窒素など他の元素を含む成分が、生態系における有機エアロゾル生成のどのように関与するか、森林生態系が水溶性有機エアロゾルの化学的・物理的性質を如何に決定づけるか、大気-生態系において有機エアロゾルが炭素・窒素循環に果たす役割の理解など、新たな研究テーマへの興味は尽きません。より大きな視点では、将来的な平均気温の変化や陸上の植生変化に伴う、生態系での有機エアロゾル収支の変化や気候へのフィードバックの理解につなげていきたいと考えています。

私の所属する北大には大気のサイエンス以外にも、陸上生態、海洋生物などの生態系研究の専門家が身近に多くいるという点においても研究環境に恵まれていると思っています。最近はそのような分野の研究者の方々ともお話しする機会が多く、生態系における有機エアロゾルの新しい研究アイデアに繋げようとしている段階です。今後も既存の研究コミュニティの枠に捉われず、新たな共同研究の可能性も含めて、そのような異分野に携わる研究者の方々とコミュニケーションを大事にしていきたいと考えています。最後になりますが、日頃から有機エアロゾル研究の方向性や地球化学的な分析技術に至るまで幅広い議論をしていただいている河村公隆教授(北大)、私が大学院時代からご指導いただいている近藤豊教授(東大)、様々な形で研究をサポートして頂いた多くの関係者の方々に、この場をお借りしてお礼申し上げます。

参考文献

- Miyazaki, Y., et al. (2011), Atmos. Chem. Phys., 11, 3037-3049.
 Miyazaki, Y. (2011), SOLAS News, 13, 12-13.
 Miyazaki, Y., et al. (2010), J. Geophys. Res., 115, D23210, doi:10.1029/2010JD014439.
 Miyazaki, Y., et al. (2010), Geophys. Res. Lett., 37, L06803, doi:10.1029/2010GL042483.
 Miyazaki, Y., et al. (2009), J. Geophys. Res., 114, D19206, doi:10.1029/2009JD011790.
 Miyazaki, Y., et al. (2009), J. Geophys. Res., 114, D14208, doi:10.1029/2009JD011736.
 Miyazaki, Y., et al. (2007), J. Geophys. Res., 112, D22S30, doi:10.1029/2007JD009116.
 Miyazaki, Y., et al. (2006), J. Geophys. Res., 111, D23206, doi:10.1029/2006JD007125.

Acid Rain 2011 国際会議の参加報告

6/16~6/18に北京で Acid Rain 2011 国際会議が開催された。主催は中国科学アカデミー・大気物理研究所、会場は2008年の北京オリンピック記念公園の広大な敷地の中心に位置するChina National Convention Center(国家会議中心)であった。Acid Rain会議は第1回が1975年に米国で開催され以来5年に1度、第6回2000年のつくば市、第7回2005年のプラハに続いて今回で第8回となる。筆者は第7回に初めて参加し、今回で2回目の参加であった。本大会委員長を務めた Zifa Wang 教授に頂いた招待状には、近年の研究動向を鑑みて演題は酸性雨に限定せず、広く生物地球化学循環や気候変動についても募集するとあった。その結果、セッションは合計で15あり、エミッション、越境輸送モデル、沈着機構、臨界負荷量、森林衰退、EANET活動など従来の酸性雨研究に関わるものをはじめ、大気汚染と気候変動との関係に関するセッションも新たに開かれるなど、実に多岐に渡るものであった。大気物理研の報告によると、中国から180名、日本、イギリス、チェコ、米国、ロシ

梶野 瑞王(気象研究所 環境・応用気象研究部)



セッション会場の様子。アジア大気汚染研究センター秋元肇所長の発表(大気物理研・Ying Li氏提供)

アなどから 170 名と、合計 28 の国と地域から 350 名の研究者が参加した。

大会中は 5 つのセッションが並行で同時進行したため、参加できたセッションは限られたが、その中ではアイオワ大学の G. R. Carmichael 教授の基調講演や、名古屋大学の須藤健悟准教授、ノースカロライナ大学の Y. Zhang 教授らの招待講演などが印象的で、大気汚染物質と気候変動の密接な関係を考えると、グローバルな視点とミクロな視点を両方合わせ持つことが、これから先の大気化学研究にとって肝要であると改めて実感した。筆者は大会の間、セッション T2:「越境大気汚染モデリング」において、領域モデル RAQM2 による大気質、降水質、降雪質予測に関する発表

表を行った。RAQMは大気物理研の Z. Wang 教授、J. An 教授、Z. Han 教授らが日本に滞在中に開発・改良されたモデルで、いずれも当時学生であった筆者がモデルのイロハを教わった大恩ある先生方である。そのような経緯もあり、大会中は大気物理研や清華大学の先生方と旧交を温めたり、その学生と交流したりした。

夏の北京はスモッグに覆われ昼間の視界は白く遮られていた。滞在中は決まって夕立があり、エアロゾルをさっぱり洗い流したかと思いきや翌朝もまた白一面。北京の厚いスモッグにはローカルな対流では敵わず、広域の風雨を伴う前線の通過なくしては北京に青空はないものかと考えた。幸いにも最終日に訪れた八達嶺は青空と新緑に囲まれていた。

IUGG-2011 の集会報告

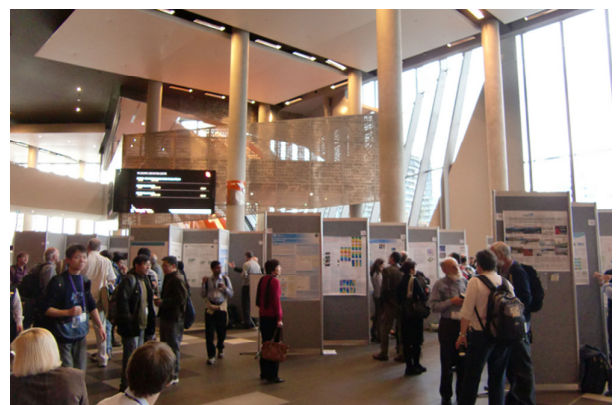
五藤 大輔(東京大学 大気海洋研究所)

International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)は1919年に始まった非政府科学コミュニティで様々な科学組織が含まれた連合であり、我々の分野が所属するInternational Association of Meteorology and Atmospheric Sciences (IAMAS)もその一つである。近年では4年に一度の集会が開かれ、8年前の2003年に北海道／札幌で開催された折には、天皇・皇后両陛下が同総会の歓迎式典にご出席なされた。

今回(第25回目)の場所は、固有種の動物の宝庫であるオーストラリアの、メルボルン。6月27日-7月6日の日程故に、メルボルンの町並みは晩秋から早冬の時候であった。会場は港に近いメルボルンコンベンションセンターで、IUGGで使用した部屋数が30程度、と規模が非常に大きい集会である。

私が発表したセッション(M10, “Tropospheric processes and processing: Pollution and biogeochemical cycling”)の中のS3, “Atmospheric modeling”)では50名程度の聴衆であった。M10の中には、S3以外に、S1 (Air quality - Health and Policy)、S2 (Trends of atmospheric constituents)、S4 (Ozone and its precursors)、S5 (Aerosols, Climate and biogeochemical cycles)、S6 (Aerosols, chemical composition, sources)、S7 (Greenhouse Gases)、S8 (Remote Sensing of Tropospheric Trace Gases and Aerosols)のセッションが組まれており、M10以外には“Chemistry-climate interactions”や“Recent advances in middle atmosphere”などの大気化学に関連したセッションも開催されていた。発表する側としては、サブセッションの種類が多いために、より良い発表機会に巡り会える可能性が高かった。しかし聴講する側になると、サブセッションが多岐に渡っているにもかかわらず、それぞれのサブセッションでの講演者が非常に限られていたため、少し落胆した。

また、私の興味(対流圏大気化学、エアロゾル、雲微物理)に関連した分野でも 10 以上のセッションがあり、連日何かしらのセッションが開催されている状況であった。IUGG の集会の良い点は、上に挙げた私の興味を同時に聴講できることである(但し、今回の集会ではセッション同士の開催時間が重複してしまっ、一方には出席できなかった)。また、オーストラリアらしい研究(紫外線の健康影響やオーストラリアのダスト観測など)も見られた。1 時間半のセッション後にはクッキー付きのコーヒープレイクが 30 分も確保されていて、他の研究者とも比較的ゆつくり話げできた。大きな約束もこのような休憩中に決まることも多いようだ。色々な分野に興味があり、ご自身の専門が多岐に渡るのであれば、IUGG 集会に参加するのは、ぜひお勧め。毎回異なる場所で開催されるのも魅力の一つ。次回は 4 年後の 2015 年。場所はどこだろうか。



学会のロビー兼ポスター会場

気候工学(ジオエンジニアリング)の紹介

藤原 正智(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

はじめに

IPCC 第 4 次評価報告書[IPCC, 2007]には、様々な社会経済(温室効果ガス排出)シナリオにおける、向こう約 100 年間の全球平均地表気温の上昇予測がまとめられている。たとえば、A1FI と呼ばれる高排出シナリオの結果は、“best estimate”が 4℃、“likely range”が 2.4℃～6.4℃である。これを 2.4℃も温暖化しない可能性もあると見ることもできるが、他方、6.4℃以上の温暖化の可能性もゼロではないと見ることもできる。もしも後者の可能性を重大視するとしたら、というのが気候工学なるものの研究の必要性を考えている人々の大きな動機のひとつである。現在、国際社会の温室効果ガス削減に関する協議はあまりうまく進んでいないし、今後対

流圏の大気汚染の軽減が進むとともに急激な温暖化が顕在化した場合には、従来の緩和策や適応策では現代文明の維持が難しくなる可能性がある。そこで、人為的・積極的な気候の制御法について、検討・研究だけでも進めておくべきではないか、というわけである。

気候工学(ジオエンジニアリング)とは

気候工学とは、温暖化の軽減を狙った人為的な自然環境の大規模改変法の総称である。なんと SF や映画の世界の話のようであるが、自然環境の大規模改変自体は灌漑やダム・運河建設の例で分かるように人類史上様々に行われてきているし、ローカルな気象を制御しようという人工降雨研究には半世紀以上の歴史がある。温暖化対策としての植林、砂

漠の緑化などのアイデアは広義の気候工学に含めることができるかもしれない(植林は現在緩和策に分類されている)。しかし、近年活発に議論されるようになってきた狭義の気候工学は、あの Paul Crutzen 氏による「成層圏に硫酸エアロゾルを撒いてアルベドを増加させ温暖化を軽減する、といったような気候工学手法の研究をタブー視せずに進めるべき」と主張した論文[Crutzen, 2006]に始まるとされる。この成層圏アルベド増加の考え方は、1991 年のフィリピン・ピナツボ火山噴火により北半球の地表気温が0.5℃程度低下したとされる事象にヒントを得ているため、俗称として「ピナツボ・オプション」とも呼ばれる。Crutzen 論文のポイントのひとつは、この手法の場合、比較的低コストで温暖化軽減ができると試算されることにある。その試算が本当に正しいかは別として、ある一国やある一資産家の意思ひとつで、効果・副作用が不明なままこういった手法が実施されてしまわないとも限らないわけである。従って、気候工学に関する諸活動には適切な科学技術ガバナンス(ある科学技術を社会的にどう扱うか、社会的判断の仕組みと具体的な制度設計)が必要であり、このことも気候工学をタブー視せずにサイエンスの表舞台にあげようとしてきた人々の動機のひとつとなっている。

現在提案されている気候工学の手法は、太陽放射管理(Solar Radiation Management, SRM)と二酸化炭素除去(Carbon Dioxide Removal, CDR)のふたつのカテゴリーに分けられる。SRM として現在特に注目されているものは、上述の「ピナツボ・オプション」や、海洋上で人為的に凝結核となる物質を撒き上げることで低層雲を増加させアルベドを増加させる方法などである。SRM の問題は、何らかの社会経済政治的事情で継続不能になった場合に急激な温暖化が生じてしまうこと、海洋の酸性化の問題は解決できないこと、降水・蒸発のバランスが崩れ水循環に悪影響が出ること、などである。CDR には、海洋への鉄散布により植物プランクトンを増殖させ炭素固定量を増加させる海洋肥沃化や、大気中二酸化炭素の工学的回収などがある。しかし、前者については炭素固定量の増加は当初見込みよりずいぶん小さいと今のところ認識されており、後者については効率がかかなり悪くコストが非常にかかるのではないかと議論がある。

気候工学の全体像については、杉山[2011]、杉山ら[2011]による最新の詳しい解説があるので、ぜひそちらを参照されたい。また、気候モデルを用いて特に「ピナツボ・オプション」の効果と副作用を比較検証するプロジェクト GeoMIP なるものが計画されており、その第1回ワークショップの様子が、杉山、河宮[2011]により報告されている。

IUGG 2011 における気候工学セッション

2011 年 6 月 27 日～7 月 8 日にオーストラリアのメルボルンにて、国際測地学・地球物理学連合(IUGG)の第 25 回学術総会が開催された。この中で、7 月 1 日の午後と翌 2 日の終日、気候工学に関するシンポジウムが開かれた。あわせて 16 件の口頭発表、4 件のポスター発表があった。出席者数は他のシンポジウムと比べて遜色なく、熱気があったように思う。発表内容は多岐にわたった。まず、気候工学問題全体の概観と、気候モデル比較実験計画の紹介があった。他について以下に内容別に整理して紹介する。

SRM に関わる発表は半数以上を占めた。「ピナツボ・オプション」に関する数値実験の発表では、高度 22～24 km に撒くのが最も有効、副作用と

して降水がシベリア～アジアで減少、オーストラリアで増加との結果が紹介された。また、通年 globally 撒くと様々な副作用が生じうるが、実は夏の極域上空のみに撒くだけで同程度の温暖化軽減効果があると議論する発表もあった。低層雲を増加させる方法は、「ship track」(船舶からの排ガスが作る低層雲)にヒントを得ている面があるため、ship track 研究に関するレビューがあった。また、海洋低層雲増加に関する数値実験の発表では、雲のアルベド変化をもたらす諸要素を勘案すると、最も効率よくアルベドを増加させることができるのは亜熱帯域であると議論されていた。新しい話としては、温室効果を持つ上部対流圏の cirrus に着目した研究発表が 2 件あった。たとえば成層圏に撒いたエアロゾルが上部対流圏に落ちてきて cirrus 増加に働いてしまえば、温暖化軽減効果は正味ゼロとなってしまうかもしれない。むしろ上部対流圏で cirrus の沈降速度を何らかの方法で高めることができれば温暖化軽減につながるし、この手法は短波放射でなく長波放射を制御するので、降水・水循環への副作用は生じないかもしれない。また、日本からも気候モデル MIROC を用いた 2 件のポスター発表があり、温暖化と火山噴火が海水温・海面水位の長期変化に与える影響、および、気候工学手法実施に伴う陸上降水量の変化に関する議論がなされた。

CDR については、海洋鉄散布実験に関するレビューがあった。また、緩和策に分類されている手法に関するレビュー発表も何件あり、陸域の炭素固定管理のレビュー(気候帯別の森林による炭素貯蔵量、バイオエネルギー技術、農業集約化)、藻類から作るバイオ燃料の紹介、ルーマニアにおける二酸化炭素回収・貯留(地中隔離)の取り組みの紹介があった。なお、今後はメタンの重要性がより増すはずであるという立場から、メタンの管理・削減に関する様々な手法を熱く提案する発表もあった。ガバナンスの観点から人工降雨研究の歴史をレビューした発表もあった。

気候工学は、エアロゾルや雲の微物理など、気候の科学の中でも不確定が特に大きい要素に着目している面がある。また、多分野の集合体に成長した温暖化問題の諸要素をもう一度学び直すいい機会とも感じた。いずれにせよ、社会からは気候科学の理解の深度が問われているように思われた。なお、私個人としては、いまだ充分とは言えない気候変動の測定・監視体制の改善[藤原, 2011]に取り組む形で気候工学に絡みたいと考えている。

参考文献

- Crutzen, P. J. (2006), *Climate Change*, 77, 211–219.
- 藤原(2011)、*天気*、第 58 巻、679–695.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*, Cambridge Univ. Press, 996 pp.
- 杉山(2011)、*気候工学入門—新たな温暖化対策ジオエンジニアリング*、日刊工業新聞社、197 pp.
- 杉山、河宮(2011)、*天気*、第 58 巻、539–544.
- 杉山ら(2011)、*天気*、第 58 巻、577–598.
- (注記: 天気の記事は、<http://www.metsoc.jp/tenki/> より取得可能です。)

アジア・オセアニア域における民間貨物商船を用いた大気微量成分の観測

奈良 英樹(国立環境研究所 地球環境研究センター)

近年、アジア域では急激な経済発展に伴い大気汚染物質の放出量が大きく変化していることが報告されている。Akimoto (2003)によると、北米やヨーロッパでは大気汚染物質の放出量が一定あるいは減少傾向を見せているのに対して東アジア域では急増しており、現在では北米やヨーロッパを上回っている。Ohara et al. (2007)はアジア域におけるエネルギー消費量が1980年から2003年の間に倍増した結果、大気汚染物質の放出量が大きく増加したことを報告しており(例えば、ブラックカーボン: 28%、有機炭素: 30%、一酸化炭素: 64%、非メタン揮発性有機化合物: 108%、二酸化硫黄: 119%、窒素酸化物: 176%)、アジア諸国の中でも特に中国からの大気汚染物質放出量の増加が大きいことを指摘している。

最近、Tanimoto et al. (2008)では、東アジア域の地上ステーション8か所における観測結果と領域化学輸送モデルを用いて東アジア域からの一酸化炭素(CO)の放出量を逆推定したところ、2001年から2005年で中国におけるCOの放出量が16%ほど増加したことが示唆された。このように、アジア域は現在そして将来における大気環境に影響を与え得る最も重要な地域の一つであり、大気汚染物質の放出量とその変化傾向を検出できる広域観測網の整備が必要である。しかしながら、東アジア域では陸域リモートサイトでの多くのモニタリングが行われている一方で洋上域での観測はあまり行われておらず、また東南アジア域は今までに系統的な観測が行われていない観測の空白地帯となっている。

国立環境研究所ではこれまで、北米(日本-カナダ、日本-アメリカ)、オセアニア(日本-オーストラリア/ニュージーランド)航路における定期民間貨物商船を用いた大気観測を行ってきたが、2007年9月より東南アジア(日本-東南アジア諸国)における大気観測を開始した(図1)。北米航路とオセアニア航路では船舶が外洋域の清浄大気中を航行するが、東南アジア航路では船舶が沿岸航行をするために、沿岸の東アジア諸国から海洋上へ輸送される汚染空気塊を観測することができるという特徴がある。各船舶では船室の一部を改装することで大気観測室を設け、観測室には大気観測システムが設置されている。船舶の観測システムについてはNara et al. (2011a)に詳細に記載されているので、詳細は論文を参照されたい。簡単に述べると、大気観測システムは微量気体の連続観測システム、フラスコサンプリングシステム、データ管理システムから成る。各装置はネットワークで相互にリンクしており、各装置からの微量気体濃度の連続データ、気温や湿度などの気象データ、船舶位置や船速などの船舶データがデータ管理システムに集約・統合され、10秒値、1分値平均データとしてデータ管理システムのコンピューターに保存される。現在、アジア航路ではCO₂、CO、O₃が船上で分析されており、採取されたフラスコの大気試料からはCO₂、CH₄、N₂O、CO、H₂、SF₆の濃度、CO₂のδ¹³C、δ¹⁸Oが分析されている。フラスコサンプリングシステムはGPSと連動しており、あらかじめ指定した緯度・経度に船舶が到達すると自動で大気採取が行われるようになっている。

民間貨物商船では安全・安定かつコンパクトな装置しか搭載できないという制限がある。著者らは燃焼レーザーであるCOの船上観測を行う



図1. アジア航路を航行するFUJITRANS WORLD号の様子。

ため、これらの条件を満たすCOの連続観測システムを開発し、その観測体制の確立を行った(Nara et al. 2011a)。COは同じ試料大気を測定した場合にも測定法やキャリブレーションのスケールの違いにより各測定装置間で計測結果が異なったり、標準ガス中でその濃度が増加するなど、COの連続観測における問題は少なくない(Novelli et al., 2003, Tanimoto et al., 2007)が、著者らは優れた線形性を持つガス相関方式非分散型赤外吸収型CO分析計(Gas Filter Correlation / non-dispersive infrared absorption CO analyzer: GFC)と、ppmオーダーの高濃度CO標準ガスを用いることで高精度観測を達成した。また、還元ガス検出器付きガスクロマトグラフ(GC/RGD)によるフラスコサンプルの分析結果とGFCによるCOの連続測定結果を比較することでデータの検証を行う体制を確立した。これにより、フラスコ分析とGFC連続測定の結果は測定精度の範囲内(±10 ppbv)で一致するようになった。現在、著者はアジア航路においてキャピタリーングダウン分光分析計を用いたCH₄の連続観測、反射型光散乱検出方式によるブラックカーボンの連続観測の検討も行っており、揺れや高温状態といった悪条件が多い船上でさえ、多くの重要な大気微量成分が連続観測されるようになってきている。

アジア航路における船舶観測プラットフォームの確立を行う一方、オセアニア航路における大気観測結果を解析し、東南アジア域の発生源解明に関する成果が得られてきた(Nara et al., 2011b)。2006年秋季におけるオセアニア航路上の観測の中で、赤道から北緯10度までの緯度帯でCOの高濃度イベントが観測された。著者らは船舶で捕えた汚染ブルーム中の微量気体の観測結果、人工衛星(AIRS)による観測、および粒子拡散モデル(FLEXPART)によるシミュレーションを組み合わせた解析を行い、観測されたCOの高濃度の原因がエルニーニョを原因とする異常干ばつと農業活動を原因としたボルネオ島・スマトラ島における泥炭湿地を主とした大規模バイオマス燃焼であることを明らかにした。また、バイオマス燃焼による大気微量成分の放出量データベースであるGFEDv2.1(Global Fire Emissions Database ver 2.1)における泥炭湿地火災からの

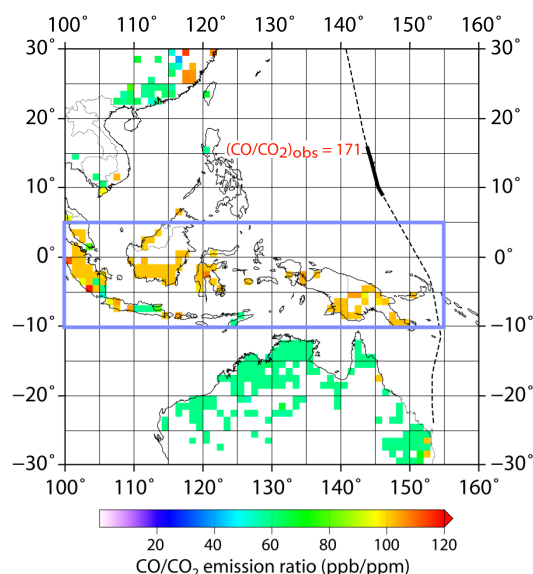


図2. GFEDv2.1によるCO高濃度イベント観測時の8日平均CO/CO₂放出比の分布。図中の黒の波線は船舶の航路、航路上の太線はイベント観測時の船舶位置、(CO/CO₂)_{obs}は観測から推定されたCO/CO₂放出比を示す。東南アジアの泥炭湿地分布域(北緯5度から南緯10度の灰色線で囲まれた地域)では約100程度のCO/CO₂放出比を示していることがわかる。

CO₂の放出量が過小評価されていることを示した(図2)。今後、東南アジアにおけるバイオマス燃焼は土地利用の変化によりその頻度や規模が変化していくと考えられるが、エルニーニョなどの気象条件によってもその規模が影響を受けるなど、バイオマス燃焼を起源とする物質の放出量の推定には未だ大きな不確定性が残されている。このように、東南アジア域におけるバイオマス燃焼起源物質の放出量推定は今後の重要な研究課題の一つと考えている。

今後もアジア・オセアニア航路における大気観測を継続・発展させ、地上ステーションや航空機観測とも連携していくことでアジア域における温室効果気体や大気汚染物質の放出量の推定精度の精緻化に貢献することが期待される。

参考文献

- Akimoto, H. (2003), *Science*, 302, 1716–1719.
 Nara, H., et al. (2011a), *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 4, 4505–4537.
 Nara, H., et al. (2011b), *Environ. Chem.*, 8, 212–223.
 Novelli, P. C., et al. (2003), *J. Geophys. Res.*, 108, 4464, doi:10.1029/2002JD003031.
 Ohara, T., et al. (2007), *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 4419–4444.
 Tanimoto, H., et al. (2007), *Pap. Meteorol. Geophys.*, 58, 85–93.
 Tanimoto, H., et al. (2008), *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 3867–3880.

Ultra-violet radiation as a possible driver of methyl halide emissions from plant materials

Emanuel Blei (National Institute for Environmental Studies)

I conducted my PhD studies on the subject of CH₃Cl and CH₃Br emissions from various terrestrial sources under the supervision of Dr. Mathew R. Heal at the University of Edinburgh. After the successful completion of my studies I joined Dr. Yoko Yokouchi at the National Institute for Environmental Studies in Tsukuba where I continue with my previous work. In this article a short review of the current state of knowledge on the subject of terrestrial methyl halide sources is given. Special emphasis is placed on the possible role of ultra-violet radiation as a driver of methyl halide emission from plant materials.

At 7.3–7.5 ppt and 545–547 ppt CH₃Br and CH₃Cl respectively are the most abundant bromine and chlorine containing compounds in the atmosphere and important vectors of these two elements to the stratosphere (Montzka et al., 2011). Both gases have anthropogenic as well as natural sources with the latter being the major contributors. Due to the success of the Montreal Protocol and the subsequent decline of CFCs (chloro-fluoro-carbons) and halons both compounds are forecasted to become relatively more important in the total atmospheric bromine and chlorine budgets. This is true even though the absolute concentration of CH₃Br in the atmosphere is declining (Montzka et al., 2011).

During the last decade many field-based measurements in various ecosystems, such as tropical rainforests (Blei et al., 2010; Yokouchi et al., 2007), temperate forests (Drewer et al., 2008), salt marshes and mangroves (Blei et al., 2010; Manley et al., 2007; Rhew et al., 2002), grass and shrublands (Cox et al., 2004; Rhew, 2011), tundra (Hardacre et al., 2009), rice paddies (Lee-Taylor and Redeker, 2005) and wet-lands (Dimmer et al., 2001) as well as laboratory based studies on soils (Keppler et al., 2000, 2001; Rhew et al., 2003) and fungi (Redeker et al., 2004) were conducted and greatly contributed towards a better understanding of the scale of CH₃Br and CH₃Cl emissions from terrestrial sources. However, the gap between known sinks and sources which these studies helped to fill still partially remains. Currently known sources for CH₃Br (111.5 Gg yr⁻¹) and CH₃Cl (4,100 Gg yr⁻¹) are still 24% and 7% below their respective sink terms of 147.6 Gg yr⁻¹ and 4,399 Gg yr⁻¹ (Clerbaux et al., 2007; Montzka et al., 2011). Although these gaps in our understanding seem small they potentially understate the budget gap since these are best estimates from fluxes with wide margins of error.

The reasons for this are manifold. Most of the above mentioned

ecosystems are net sources, acting as gross sources and sinks at the same time (Rhew et al., 2003). Furthermore landscapes such as salt marshes or tundras have several modes of production or uptake. This, together with the inherent variability of weather, season, time of day and spatial heterogeneity make one-off spot-measurements subject to large uncertainties. To improve this situation field-based measurement campaigns over long time periods with short sampling intervals and over large enough areas (or ranges of species) to cover spatial variability would be needed. However, this is prohibitively costly and time consuming and therefore this gap in our knowledge of terrestrial source magnitudes is likely to remain.

The above mentioned measurement campaigns mainly provided data on flux magnitudes but also attempted to bring more certainty about the role of possible drivers on variations in these emissions in particular ecosystems. This information is particularly valuable in the light of future anthropogenic climate change. Some of the possible drivers identified are temperature, incident solar radiation, halogen content, soil water content or plant species. However, these findings were often not conclusive. Particularly the question of whether incident solar radiation or ambient temperatures are the main driver of short term flux variations from plants remains unanswered. As secondary metabolites methyl halide production is expected to be independent of incident solar radiation. However, this could not be conclusively proven in field experiments.

Coincidentally work by Keppler, McLeod and others has shown that emissions of CH₄, chemically closely related to methyl halides can be introduced by stresses such as UV-radiation or pathogen attack (see Bloom et al. (2010) and references therein for a comprehensive overview). At least two modes of CH₄-production have been proposed. The first one being abiotic, employing the photochemical breakage of methyl groups from pectin macro-molecules within the leaf structure. The second mechanism involves enzymatic responses of the plant to stresses such as UV-radiation, drought, injury or pathogen attack. It is suggested that these stresses stimulate the production of reactive oxygen species (ROS) that in turn oxidise biological material thereby producing CH₄. Although the global importance of the UV-driven emissions is in dispute the discussed mechanisms are theoretically applicable to both CH₃Br and CH₃Cl as well. Furthermore average atmospheric methane concentrations are approximately 1.8 ppm, i.e.

ten-thousand to five-hundred-thousand times higher than that of the two methyl halides discussed here and so a potentially insignificant production mechanism for CH_4 might well cause considerable variations in CH_3Br and CH_3Cl production in the field. Interestingly these fluxes might not have been observed yet since most chambers used in field campaigns are made of UV-absorbing materials.

Currently we are studying the influence of ultra-violet radiation sources on CH_4 , CH_3Br and CH_3Cl production under controlled temperature conditions in a laboratory setting. Work is carried out on single detached leaves which are subjected to different temperature and



Figure 1: Photo showing sample chamber (center) with Peltier-cooler during irradiation by UV lamp (top). To the left the photo-spectrometer is visible.

radiation regimes for an hour (see Figure 1). We also record dry mass, leaf area and total chlorine and bromine content. Preliminary results suggest that emissions of the two latter gases species are significantly increased under irradiation from a UV-A radiation source. Furthermore efforts are under way to conduct field experiments with UV-transparent temperature controlled chambers.

References

- Blei, E., et al. (2010), *Atmos. Environ.*, 44, 1005-1010.
 Blei, E., et al. (2010), *Biogeosciences*, 7, 3657-3668.
 Bloom, A., et al. (2010), *New Phytol*, 187, 417-425.
 Clerbaux, C., et al. (2007), In *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006*, Ennis, C. A., Ed.; WMO; Chapter "Long-Lived Compounds".
 Cox, M., et al. (2004), *Atmos. Environ.*, 38, 3839-3852.
 Dimmer, C. H., et al. (2001), *Atmos. Environ.*, 35, 321-330.
 Drewer, J., et al. (2008), *Global Change Biol*, 14, 2539-2547.
 Hardacre, C. J., et al. (2009), *Geophys. Res. Lett.*, 36, L12401, doi: 10.1029/2009GL038277.
 Keppler, F., et al. (2000), *Nature*, 403, 298-301.
 Keppler, F., et al. (2001), *Nature*, 409, 382.
 Lee-Taylor, J., and K. R. Redeker (2005), *Geophys. Res. Lett.*, 32, L15801, doi:10.1029/2005GL022918.
 Montzka, S., et al. (2011), In *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2010*; Ennis, C. A., Ed.; WMO; Chapter "Ozone-Depleting Substances (ODSs) and Related Chemicals".
 Redeker, K. R., et al. (2004), *Global Change Biol*, 10, 1009-1016.
 Rhew, R. C., et al. (2002), *Biogeochemistry*, 60, 141-161.
 Rhew, R. C., et al. (2003), *Geophys. Res. Lett.*, 30, 2103, doi: 10.1029/2003GL018160.
 Rhew, R. C., (2011), *J. Geophys. Res.*, 116, G03026, doi: 10.1029/2011JG001704.
 Yokouchi, Y., et al. (2007), *Chemosphere*, 69, 549-553

海外研究通信

米国からの研究便り

齊川 英里(アメリカ マサチューセッツ工科大学 地球大気惑星科学科)

大学卒業後渡米して、いつの間にかもう8年が経ちました。早いものです。大学時代は、「工学(科学)と政策の隔たり」に疑問を持ち、また将来は環境の分野にて学際的な研究を行いたいと考えていました。まず、インディアナ大学ブルーミントン校にて環境政策を勉強し(修士号取得)、その後プリンストン大学にて大気化学と政策に関する研究を行い(博士号取得)、昨年10月から現在までマサチューセッツ工科大学地球惑星科学部(以下 MIT/EAPS)にてポスドクとして研究に従事しています。今回は、共同研究を行っております国立環境研究所の齊藤拓也さんのご紹介により、本ニュースレターに投稿させて頂くことになりました。

現在私が所属しています MIT/EAPS の校舎は、マサチューセッツ州ボストンと隣接するケンブリッジという街にあります。ケンブリッジには、ハーバード大学を初め、多数の大学が点在しており、大学の街という雰囲気があります。MIT/EAPSは、1941年にアメリカで最初に設立された気象学科が、1983年に地球惑星学部と統合されて出来あがった大規模な学部です。この学部がとてもユニークなのは、地球以外の惑星を研究する研究者もいれば、地球内部のマントルの研究者、大気化学者、そして海洋のプランクトンの研究者、等々と様々な分野の科学者が同じ建物内で研究し、そして頻繁にお互いで議論をする環境にあることです。なかなかこのよ



政治学部の教授とプリンストン大学の卒業式にて。

うな学部は珍しいのではないのでしょうか。

MIT/EAPSには、39名の教員、165名の大学院生、そして42名の学部生に加えて、80名以上の研究者、ポスドク等が所属しています。教員には大気化学の分野では著名なRonald Prinn(私のボスです)を始め、最近は何多の新しい研究者が加わり、大変活気に満ちています。その中にはオゾン層破壊のメカニズムで有名なSusan Solomonもいます。若い研究者では雲微物理を研究しているDaniel Cziczo、そして水銀の研究で知られるNoelle Selinがいます。また、ハリケーン研究の第一人者Kerry Emanuel、海洋分野で著名なEd Boyle、そしてCarl Wunschなど錚々たるメンバーが集結しています。学生や研究者たちは様々な分野で最先端を走る教授たちの指導の下、様々な分野にまたがる学際的な研究に従事しています。例えば、数多くの学生はWoods Hole Oceanographic Institutionとの共同研究を行っていますし、我々のグループはCenter for Global Change ScienceおよびMIT Joint Program on the Science and Policy of Global Changeに所属して、経済学者や社会学者とも共同して研究をしています。つまり、学際的な研究環境のなかで、自分の研究を深めることが出来る、とても恵まれた環境と言えます。その他、特に大気、海洋、そして気候に関わる研究者で作られた統合プログラムが存在し、分野間での交流が頻繁に行われています。

また、学部の教員、学生とも、ヨーロッパを始め、アジア、オセアニアなど、世界中から集まって来ており、全体的に国際色豊かと思われます。今年はルワンダからの留学生も入り、海外出身者が全体の半分程度を占めるほどです。アメリカの懐のすごさだと感じます。学術研究がその内容においても、人種的な面においてもグローバル化し、更に分野を超えての研究が行われている状況は、見習うものがあるかもしれません。

さて、視点を変えて、アメリカと日本で「研究するに当たっての違い」について考えてみたいと思います。おそらく次の三つの違いが思い浮かびます。

まず一つ目は、「授業のスタイル」です。日本ではひとつの授業における受講学生数が相当なものになりますので、どうしても教員からの一方的な講義が主体となりますが、アメリカでは受講学生の人数が大変少なく、また授業中での質疑応答が盛んです。そしてまた、ただ問題を解くだけでなく、各々の学生が興味のある分野でのプロジェクトに取り組み、それを口頭で授業中に発表し、ペーパーとして提出することが頻繁にあります。そうした過程で、「研究する」ということの本質や「様々なテーマに興味・関心を持つ」ことの意義が自ずと理解できてくると思われます。また、個性やアイデアを持つことの重要性を否が応でも考えさせられることになります。

結果として、アメリカでは、学生時代から自分でテーマを考え、研究して発表することを身体で覚えることになります。そういうことができる研究者の間で、本人が認められるためには、今度は「自分の研究を如何にアピールするか」という戦術も必要になります(プレゼン力が必要ですが)。日本の研究者も、時に謙虚な心を胸において、「いかにアピールするか」という戦術も勉強する必要があるかもしれません。

二つ目の違いは、「先生と学生の距離の近さ」です。博士課程に在籍する学生は先生を名前と呼び、「先生」呼ばわりをしません。私はこうしたなんでもないと思われるようなことが、実はアメリカの大学における「議論の活性化」を生んでいるのではないかと思います。学生は先生に対して疑問を提出したり、或いは先生の間違いを指摘したりすることを臆さず、先生側もそれを可としています。先生と学生がお互いに学び合おうとする姿勢・環境は、すばらしいです。

以前、アメリカの友人から「博士課程の間に指導教官と口論いがみ合いがなければ、何かが間違っていたとしか考えられない」と言われましたが、果たして日本の大学ではどうなのでしょう。真摯な態度で研究に取組む中で、先生と学生という垣根を越えて、ともに真実を追求するということは有るべき姿であるように思います。

そして三つ目の違いは、アメリカにおける「学生の社会経験の豊富さ」です。アメリカでは、多くの学生がインターンとして企業勤務や海外でのボランティア等を経験します。大学で研究するだけでなく、社会的な活動を経験することが大変重要視されているのです。私が今大気化学を研究しているのも、実は大学院時代の夏期休暇(3ヶ月間)で義務づけられていたインターンを世界銀行で行ったことがきっかけとなっています。世銀でのインターン経験のなかで、初めて大気汚染が健康に与える影響の深刻さを知り、国境を越えた越境汚染のメカニズムやその経済的な処置方法等について研究するようになりました。日本でもこうした経験を学生時代に得ることは、研究者として大きな成果を生み出す源泉にもなるのではないかと思いますと同時にそれを奨励する制度が必要と感じます。

その他として思うことに語学があります。幼い頃に韓国に住んでいたこともあり、韓国語に興味は持っていましたが、プリンストン大学での恩師(社会学者のGilbert Rozman)のすすめで韓国語と中国語を勉強しました。上述のとおり、中国近隣での越境汚染の研究を始めるようになったため、中国語の学習は非常に有意義でした。プリンストン、MITのどちらにおいても感じるのが、世界中から研究者が来ている影響が、常に様々な言語が飛び交い、大学環境が他の言語を学ぶのに適していると言う事です。日本が今後アジアの中で共同研究を増やして行くためにも、科学者が海外で自分の研究をアピールして行く上でも、語学の習得は大事な要素となるのではないかと思います。

アメリカの大学に関してのみ記述してきましたが、日本の大学、研究所にも素晴らしい所がたくさんあります。私も例えば東大工学部の相田卓三教授から「分野で一番になる事ではなく、自分にしか出来ない事を作れ」と教わった事が今でも自分のモットーになっています。また、今私が大気化学を更に研究したいと思ったのは、国立環境研究所の大原利真先生、アジア大気汚染研究センターの黒川純一さん、そしてJAMSTECの滝川雅之さんから、インベントリーからモデリングまで幅広く大気化学の面白さを教えて頂いたからに他なりません。アメリカの大学にもマイナス部分は山とありますが、今回はアメリカ便りでもあり、私の経験の中で感じたアメリカの研究環境の良い面を記述した次第です。限られた経験に基づくものではありませんが、この研究便りが多少でも読者の皆様の参考となり、日本が今後より競争力のある研究環境作りを行うにあたって、役立てるのであれば望外の喜びです。

私個人としましては、学生時代から工学(科学)と政策の接点に関心を持ち、インディアナ大学、プリンストン大学ではより政策に近い研究をしてきましたが、より深く政策作りの根本となる「科学」を勉強するため、MITでのポスドクに至りました。現在はボトムアップのモデリング及び、観測情報を元にしたトップダウンの両観点から、HFC-22およびN₂Oの排出源特定を行っています。全世界の科学者と協力して環境・途上国といったテーマで研究できることは私にとっては有り難い限りです。今後は大気化学をより深く研究し、将来は生物地球科学を始め、健康科学、経済学、政治学とさまざまな分野との連携を考え、科学と政策が手を取り合って持続的な社会を作っていく、そういった社会の基礎作りにも貢献できたらと思っています。

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/stelab-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■