

大気化学研究会ニュースレター - No. 19 -

SUMMER 2008

The Japan Society of Atmospheric Chemistry (JSAC)

大気化学研究会からのお知らせ

第14回大気化学討論会のお知らせ
 第21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議事録
 日本地球惑星科学連合2008年大会の開催報告

会員からのお知らせ・報告

2008年に開催予定の大気化学関連国際会議のお知らせ
 国立環境研究所の辺戸岬観測ステーションの紹介

若手研究ショートレビュー

HO₂ラジカルのエアロゾル粒子との不均一反応実験

海外研究通信

氷+塩+光+風=臭素爆発



2008年連合大会のポスター発表会場の様子

大気化学研究会からのお知らせ

第14回大気化学討論会のお知らせ

金谷 有剛 (海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター)

第14回大気化学討論会を横浜にて開催いたします。対流圏・成層圏における大気化学および関連分野全般が討論主題です。主に都市～地域～全球規模の大気環境変動や気候変動などに関連する大気化学研究、短寿命/長寿命気体・エアロゾルの化学・循環・輸送などの基礎過程研究、装置開発・実験室・観測・計算シミュレーション研究が対象ですが、雲降水・海洋・生態系など大気化学の周辺分野からのご参加も歓迎いたします。今回も発表形式はショート口頭・ロング口頭・ポスター発表とし、5月の地球惑星科学連合大会より、討論を重視した会合とします。

主催：大気化学研究会、名古屋大学太陽地球環境研究所、海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター

日程：2008年10月29日(水)～31日(金)

場所：海洋研究開発機構・横浜研究所 三好記念講堂

アクセス <http://www.jamstec.go.jp/frcg/jp/inquiry/index.html>

発表申し込み・参加登録締切

・2008年9月1日(月)：発表申込締切

・9月16日(火)：発表予稿締切

・同日：討論会・懇親会参加事前登録締切

(当日も参加登録は受付しますが準備のため事前登録にご協力をお願いします)

・9月末：講演プログラム発表予定

※ 申し込み方法等の詳細につきましては、随時ホームページ (http://www.jamstec.go.jp/frcg/14th_dmac)に掲載するとともに、大気化学研究会メーリングリストにてご連絡いたします。

参加費：無料

特別セッション(予定)：「宇宙からの大気環境観測と将来のサイエンス(仮題)」

懇親会：10月30日(木)夜 (横浜研究所内、会費は一般：6000円、学生2000円程度を予定)

宿泊：各自ご予約ください。なおホテル情報はホームページに掲載する予定です。

旅費：名古屋大学太陽地球環境研究所の共同利用研究会の一環として、希望者へ旅費の支給が可能です。希望する方は、発表申し込みの際にその旨ご記入ください。希望に沿えない場合もございますので予めご承知願います。

問合せ先：〒236-0001 横浜市金沢区昭和町3173-25 海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター・大気組成変動予測研究プログラム内 金谷有剛

e-mail: yugo@jamstec.go.jp

電話: 045-778-5720, FAX: 045-778-5496

実行委員会：金谷有剛(委員長)、滝川雅之、バクボン ポチャナート、入江仁士、山地一代、石島健太郎、竹谷文一、宮崎和幸、高島久洋、塩見華子、秋元肇

プログラム委員：齋藤尚子(東大)、谷本浩志(国環研)、町田敏暢(国環研)、持田陸宏(名大)

第 21 回大気化学研究会運営委員会報告

日時: 2008年5月29日(木) 18:30 - 20:30

場所: 地球惑星科学連合大会会場 (千葉・幕張メッセ) 101A号室

出席者: 中澤、河村、金谷、青木、竹川、白井、高橋、持田、齊藤、松見

議事内容:

(1) 会員報告、会計報告 (事務局)

平成20年度会員 (平成20年5月20日現在)

一般 130 人 (新規 9 人 更新 121 人)

学生 39 人 (新規 5 人 更新 34 人)

計 169 人 (新規 14 人 更新 154 人)

(参考)

平成19年度会員

一般 181 人 (新規 12 人 更新 169 人)

学生 47 人 (新規 12 人 更新 35 人)

計 228 人 (新規 24 人 更新 204 人)

平成18年度会員

一般 181 人 (新規 15 人 更新 166 人)

学生 56 人 (新規 14 人 更新 42 人)

計 237 人 (新規 29 人 更新 208 人)

(2) 2008年連合大会での大気化学セッションについて

金谷委員より報告がなされた。セッションのコマ数を維持するためには、oral (oral or poster) セッションの申込み件数の維持・上昇が必要であることが報告された。参加団体が多くなってきたため、セッションのコマ数の確保が難しくなっている(圧縮されるようになってきている)。大気化学セッションを維持し、盛り上げる意味でも、引き続き発表申込を増やす努力を行ってゆくことが必要であることを確認した。

(3) 次回2008年秋の大気化学討論会について

開催準備状況について、金谷委員から説明があった。開催予定地、日時は紹介記事参照。講演時間の取り方や、講演件数等について、議論がなされた。

(4) 連合組織改革への対応、学会としての体制の整備の検討

地球惑星科学連合の公益法人化に関するいくつかの議論についての報告が、中澤会長および竹川委員よりなされた。現状では、連合の公益法人化がもたらす大気化学研究会に及ぼすネガティブな影響はほとんどないと考えられるが、引き続き会員数を増やしていく努力は必要であると思われると報告があった。連合内で公益法人化に関する議論を行う将来構想委員会が立ち上がるので、大気化学研究会からの検討委員として竹川委員を選出した。

また、大気化学研究会の学会化について、学会登録をめぐる状況が白井委員より報告がなされた。学会化に伴って、当面問題となりそうなのは、「① 機関誌」および「② 事務局」の2つの問題がある。「② 事務局」が、日本学術会議からの連絡に対応できることが必要であるという報告がなされた。今後、引き続き運営委員会で議論し、会員へ諮ってゆくことにした。

(5) 次期の会長・運営委員 (任期2009年6月-2011年5月) の選挙について

2009年1月号のニューズレターに、選挙の公示を行う予定。

(6) ニューズレター2008年夏号・2009年冬号について

掲載記事の案について、高橋委員、白井委員、竹川委員から報告があった。2009年冬号のページ数を増やして、「大気化学研究会発足10年に際して」(仮題)の小特集号を掲載する。

(7) 2008年度奨励賞について

要項については昨年から変更なし。2008年8月末締め切りで自薦・他薦の候補受付を行う。10月の大気化学討論会で授与、受賞者に記念講演を行ってもらう。

大気化学研究会会員総会議事録

日時: 2008年5月30日(金)12:20-12:50

場所: 地球惑星科学連合大会会場 (千葉・幕張メッセ) 301A号室

(1) 会長挨拶

(2) 会員報告、会計報告 事務局より

(3) 2008年連合大会での大気化学セッションについて

(4) 次回の大気化学討論会について

(5) 連合組織改革への対応、学会としての体制の整備の検討

(6) 会長・運営委員の選挙について

(7) ニューズレターの発行について

(8) 2008年度奨励賞について

(9) 大気化学観測用静止衛星センサーについて (秋元会員より)

日本地球惑星科学連合 2008 年大会での「大気化学」セッション開催報告

連合大会プログラム委員・大気化学研究会プログラム委員

齋藤 尚子、町田 敏暢、金谷 有剛、谷本 浩志、持田 陸宏

千葉の幕張メッセで開かれた日本地球惑星科学連合2008年大会の中で、2008年5月29-30日の二日間にわたり、「大気化学」レギュラーセッションを開催いたしました。「大気化学」セッションには、口頭・ポスター

発表合わせて49件の講演申し込みをいただきました。今回は二回目の開催ということもあり、昨年度ほど積極的に講演申し込みを促さなかったためか、初回の昨年度(71件)ほどの講演申し込み数を得ることはでき

ませんでした。しかし、昨年度に引き続き「成層圏過程とその気候影響の新展開」スペシャルセッションと合わせて二日間で開催したこともあり、全体としてはこれまでの研究集会とほぼ同じ規模の参加者数で充実したセッションとなりました。口頭発表では、反応性気体およびエアロゾルに関するプロセス研究、各種モデルを駆使した物質循環・輸送に関する研究、アジア域、特に中国における大気汚染に焦点をあてた研究について、最新の研究発表が行われました。また、ポスター発表でも、広い会場で余裕のあるポスター配置ができ、多くの人が各ポスターに集まって活発な意見交換が行われました（表紙ページの写真）。二回の開催で、連合大会における「大気化学」の存在感を強くアピールすることができたように思いますが、「大気化学」セッションで扱う大気汚染等の大気環境に関する研究は社会的にもこれからますます注目される研究分野であるため、今後も継続的に連合大会という開かれた学会で最新の科学的知見を発表し続けることが重要であると思います。

今年は、「大気化学」セッション単独の抽象集を作成して事前

配布するなど、昨年の大会時の反省を活かした改善を図りました。しかし、一方で、口頭会場において質問者用のマイクがない、会場が狭くイス配置が悪いなどの問題は昨年から改善されていません。さらに、今回はポスター発表と口頭発表が違う日になってしまい、参加者にとって不都合な部分があったように思います。これらの問題については、個別のセッション内の対応では限界があるため、連合大会事務局へ改善を申し入れています。

来年度の連合大会（幕張メッセ）の会期は5月16日（土）から5月21日（木）の6日間の予定です。連合大会における「大気化学」レギュラーセッションの存在感をさらに高めていくためにも、「大気化学」レギュラーセッションを昨年、今年と同じような規模（二日間）で開催したいと考えております。連合大会全体の講演申し込み数が増えているため、ますます各セッションの時間割の確保が難しくなっています。次回も、多くの講演の申し込みをいただけますよう、改めてお願い申し上げます。

会員からのお知らせ・報告

2008 年に開催予定の大気化学関連国際会議のお知らせ

First International Symposium on the Arctic Research (ISAR-1)
- Drastic Change under the Global Warming -
(第1回国際北極研究シンポジウム サブテーマ:北極域の急激な温暖化)
日時: 2008年11月4-6日
場所: 日本科学未来館 みらいCAN ホール (東京都江東区青海)
要旨提出締切: 6月30日 参加登録締切: 当日まで可
会費: <http://www.jamstec.go.jp/iorgc/sympo/isar1/>
近年の地球温暖化に伴う気候変動が、自然界のフィードバックを介して

最も顕著に現れると言われているのが、北極圏、およびその周辺の北極域です。このシンポジウムでは、北極域で生起する諸現象を包括的に探求し、先端研究の最新情報を共有することで、北極域科学の総合的議論を深めることを目的としています。これまで別々に行われていたいくつかの会議を統合し、北極域研究に携わる多くの研究者が「北極域の温暖化」を共通テーマとして一堂に会し国際的な視野で最新の情報交換を行うことで、本シンポジウムが今後の北極域研究の発展に貢献することを期待しておりますので、是非参加をお願いします（村田功）。

国立環境研究所の辺戸岬観測ステーションの紹介

高見 昭憲 (国立環境研究所)

はじめに

国立環境研究所では大陸規模の広域大気汚染現象解明のため、アジア大陸から輸送される大気汚染物質の観測を沖縄県国頭町の辺戸岬で行ってきました。昨今の東アジア地域における大気汚染の高進と、UNEP (国連環境計画) 主導によるABC (Atmospheric Brown Clouds) プロジェクトが開始されたことなどにより、全日本の研究者が協力して観測を進めることが重要と考え、国立環境研究所は、沖縄辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションを整備しました。(以下、辺戸ステーション。英語名は Cape Hedo Aerosol and Atmosphere Monitoring Station: CHAAMS)

沖縄ではアジア大陸だけでなく、季節によって日本、韓国、東南アジア、太平洋からの気塊を捕らえることができ、東アジア地域の大気環境をモニターするのに最適な場所です。辺戸ステーションは、図1に示すように沖縄本島最北端に位置します。周囲に民家はなく大規模な発生源はほとんどありません。この場所は、元国環研職員の村野氏、島山氏と元沖縄県衛生環境研究所の金城氏が沖縄をくまなく探し選定しました。

辺戸ステーションの特徴は、国環研で閉じることなく分野間・機関間の垣根を取り払いオープンな運営を目指していることです。その方針が認められたおかげで、ABC プロジェクトのスーパーサイトとして UNEP に認定され、また、文部科学省・地球観測推進部会の「平成 20 年度のわが国における地球観測の在り方」においては分野間・機関間連携の具体的施策のひとつにあげられています。

観測項目と参加機関

辺戸ステーションでは主に大気中に浮遊する微粒子 (エアロゾル) を中心に観測項目を整備しています。オゾンなどは隣接する環境省辺戸岬国設酸性雨測定局で観測しています。常時観測の目的のひとつは東アジア域の大気環境の変動やその要因を研究することなので、長期間連続して自動観測ができ、なおかつ高精度・高感度・長時間分解能な測定器 (エアロダイン社エアロゾル質量分析計: AMS) の導入を進めています。最先端の測定器を導入する一方で、実績のある測定器 (フィルターサンプラーなど) も適宜導入し相互比較や検証を行っています。表1には主な測定器を、表2には主な参加機関を示しています。図2はエアロゾル質量分析計の写真です。

常時観測のほか、国内外の研究機関と共同して集中観測も行っています。平成 20 年春には「大気海洋間の物質循環」に関する集中観測 (科研費特定研究 W-PASS) や、「エアロゾルの雲生成および放射への影響」に関するエアロゾル・雲・黒色炭素の集中観測も行われました。同時期に国立環境研究所では「大気質の立体構造や輸送による変質」を明らかにする目的で航空機観測を行いました。3月28日には国環研でチャーターした航空機が辺戸ステーション上空で鉛直分布の観測を行いました。

成果

これまで主に大陸からの物質のアウトフローに注目して解析を行ってきました。人為起源汚染の輸送パターンや輸送によるエアロゾルの変質、さ

らに、ガス状物質のアウトフローについても理解がすすんできています。(詳細は参考文献を見てください。)これまでに得られた成果は、例えば、「半球規模大気汚染物質輸送 (HTAP) タスクフォース 2007 中間報告書」(第3章)などに引用されています。

観測自体も重要ですが、観測データを広く活用するためデータベースを作成することも重要です。現在、IGAC 小委員会などでの議論を参考にしながら辺戸ステーションで取得されたデータのデータベースを作成する準備しています。

利用について

利用については国立環境研究所内の運営委員会で検討し調整をしています。希望者は高見まで早めにご相談ください。(takamia@nies.go.jp)

最後に

質のよいデータを長期間蓄積していくことはかなり努力を要することです。辺戸ステーションの円滑な運営にご協力いただいている、沖縄県、国頭村、環境省・酸性雨センター、沖縄県衛生環境研究所、現地研究補助の石原さん、武田さんに感謝いたします。日夜精度の良いデータを収集していただいている研究者の皆様のご理解ご協力にも感謝いたします。こ



図 1. 辺戸ステーションの全景



図 2. 常時観測用エアロゾル質量分析計

の分野の発展のため、観測に興味を持つ若い皆さんの参加をお待ちしています。

参考文献

Takiguchi, Y., Takami, A., et al., Transport and transformation of total reactive nitrogen over the East China Sea, *J. Geophys. Res.*, doi10.1029/2007JD009462, in press.
 Suthawaree, J., et al., Observation of ozone and carbon monoxide at Cape Hedo, Japan: Seasonal variation and influence of long-range transport, *Atmos. Environ.*, in press.
 Takami, A., et al., Transport of anthropogenic aerosols from Asia and subsequent chemical transformation, *J. Geophys. Res.*, 112, D22S31 doi:10.1029/2006JD008120, 2007.
 Jaffe, D., et al., Export of atmospheric mercury from Asia, *Atmos. Environ.*, 39, 3029-3038, 2005.

表 1. 辺戸岬に設置している測定器

雲・放射	日射計、雲カメラ、Microwave Radiometer
化学組成	エアロゾル質量分析計(AMS)、粒子状硝酸計、カーボンモニタ、フィルターサンブラ、水銀計、NO _x 計、NH ₃ 計、MAX-DOAS、炭化水素計
粒子物性	TEOM、LIDAR、Nephelometer、Aethalometer、PSAP、黒色炭素計、スカイラジオメータ、SMPS

表 2. 主な参加機関

研究所	国立環境研究所、産業技術総合研究所、海洋研究開発機構、総合地球環境学研究所
大学	東京農工大、大阪府立大、首都大東京、琉球大、名城大、千葉大、北海道大、富山大、名古屋大、東京大、東京理科大
省庁	環境省(委託先いであ)

若手研究ショートレビュー

HO₂ ラジカルのエアロゾル粒子との不均一反応実験

竹谷 文一 (海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター)

大気中の微量成分の濃度変動はそのソースとシンクのバランスにより大きな影響を受ける。これまで、室内実験、観測研究、モデル計算の相互利用により、様々な大気微量成分の濃度変動を予測することが行なわれてきた。これらの濃度変動を正確に予測するためには、それぞれの研究の精度向上が必要不可欠である。室内実験では速度定数、反応生成物収率が詳細に計測され、また、観測研究、モデル研究においても様々な手法を用いて行なわれてきており、多角的に大気成分情報を得ることが可能になってきている。大気微量成分の濃度変動に大きな影響を及ぼしている要因として化学反応がある。対流圏化学反応で重要となっている物質に HO_x (= OH + HO₂) ラジカルがある。HO_x ラジカルがかかわる化学反応は、大気微量成分の大気中での寿命をコントロール、メタンの消滅や対流圏オゾンの生成・消滅過程などを通して、地域汚染などに大きな影響を与えている。このため、大気化学反応でキーとなる HO_x ラジカルに関して、数多くの観測研究が行なわれ、濃度変動の(要因)予測が試みられている。これまで、沿岸域での HO_x ラジカル観測のうち HO₂ ラジカルの観

測値と対流圏における光化学反応過程を組み込んだ計算値の比較において、計算値が観測値に比べて大きな値を取ることが幾度と確認されている。これらの結果は、濃度予測計算過程において、未知の HO₂ 消失過程の存在を示唆しており、ハロゲンとの反応、水錯体 (HO₂-H₂O) の寄与、エアロゾル粒子による不均一反応の寄与などの可能性が示されている (Kanaya *et al.* 2007)。我々はこの中でもエアロゾル粒子との不均一反応に注目し、HO₂ ラジカルの取り込み過程についての研究を行なっている。HO₂ ラジカル/エアロゾル不均一反応に関しては、分子レベルから全球規模での計算も行なわれている。Morita らは、分子動力学(MD)計算を用いて水に対する HO₂ ラジカルの取り込みの適応係数がほぼ 1 になるという結果を導いた (Morita *et al.* 2004)。また、Martin らは全球規模での HO₂ ラジカルのエアロゾルとの反応の HO_x 全体の消失への寄与を見積もっている (図 1)。エアロゾル濃度が非常に高い地域においては、HO_x の消失過程は HO₂/エアロゾル反応が支配的であるということが示唆されている (Martin *et al.* 2002)。しかし、彼らの計算では、HO₂ ラジカルのエアロゾル

への取り込み係数はすべて 0.2 で行なわれており、エアロゾル粒子の状態や、組成の違いに関する変化が考慮されていない。エアロゾル粒子の組成は地域によって異なるため、組成（成分）別の取り込みの情報を得ることは、対流圏の HO₂ ラジカル濃度変動予測に大きな寄与を有する。

我々の研究では、エアロゾルフロー管とレーザ誘起蛍光 (LF) 法を組み合わせた計測装置を製作し、それを用いた室内実験結果から、実際の HO₂ 濃度変動への不均一反応寄与を見積もることを行なっている (Taketani et al, 2008)。流速一定のエアロゾルフロー中に濃度一定の HO₂ ラジカルを様々な位置で注入し、エアロゾルとの反応後の HO₂ ラジカルを検出するシステムとなっている。エアロゾルフロー管を通った HO₂ ラジカルの信号強度は常にモニターしているため、HO₂ ラジカル注入位置を変化させることで、HO₂ ラジカルとエアロゾル粒子との反応時間を制御することになる。様々なエアロゾル濃度条件下における、HO₂ ラジカルの信号強度の注入位置依存を測定し、取り込み係数を計測する。HO₂ ラジカルの検出に観測研究に用いている HO_x ラジカル検出装置 (LF 法) を用いることで、HO₂ ラジカルの濃度を対流圏で観測されている濃度と同程度 (~10⁸ molecule/cc) で測定することを可能とした。HO₂ ラジカルは自己反応を起こすため、10¹⁰ molecule/cc 程度の高濃度の実験条件下では、気相中においても HO₂ ラジカルが有意に消失してしまうため、実際に HO₂ ラジカルのエアロゾル粒子による反応の減衰を見る場合、それらの効果を考慮しなければならない (Thornton et al, 2005)。しかし、本研究の HO₂ ラジカル濃度では、気相中の自己反応は無視できるほど小さいという利点がある。

本研究では対象としたエアロゾル粒子は、単一成分の (NH₄)₂SO₄ と NaCl である。これらの粒子はそれぞれ、都市域、海洋域での代表的な成分であり、これらのエアロゾル粒子に対する取り込み係数を求めた (図 2)。固体状態の粒子と比較すると、液滴状態の粒子はどちらも取り込み係数が大きく、粒子が水を含むことでラジカルの取り込みを促進することを示している。また、NaCl 粒子に対する取り込み係数に関しては、湿度依存が見られないことに対し、(NH₄)₂SO₄ 粒子に対する取り込み係数には湿度依存が

存在することが確認された。湿度依存性のメカニズムについては、(1) 湿度が高くなるとともに、吸湿成長により粒子の水含有率が大きくなるため、この水の量が HO₂ 消失に寄与する、(2) HO₂ ラジカルは水錯体 (HO₂-H₂O) を生成することが報告されており、水錯体とエアロゾルの反応が通常の HO₂ ラジカルの取り込み係数より大きい時、このような結果が生じる可能性が考えられる。さらに、実験結果を用いて、不均一反応を考慮したボックスモデル計算による HO₂ 濃度変動を計算し、都市域、海洋域において不均一反応がないときに比べ、それぞれ最大 25%、5%濃度が減少し、不均一反応の重要性が確認された。上記に述べたようにエアロゾルの状態や濃度が大気中における HO₂ ラジカル不均一消失に大きな寄与を有するため、取り込み係数の基礎データの蓄積、地域における組成などの正確な情報を得ることが重要になってくる。今後は、有機物、多成分、直接大気中で採取したエアロゾル粒子など様々な組成に対する取り込み係数を求めて、取り込みメカニズムの解明、濃度変動予測精度向上につなげたいと考えている。

本研究を行なうにあたり、様々なアドバイスを下さった、秋元肇先生、金谷有剛氏 (海洋研究開発機構) に心よりお礼を申し上げます。

参考文献

Kanaya, Y., Cao, R., Kato, S., Miyakawa, Y., Kajii, Y., Tanimoto, H., Yokouchi, Y., Mochida, M., Kawamura, K., Akimoto, H., *J. Geophys. Res.*, *112(D11)*, D11308 doi:10.1029/2006JD007987, 2007.
 Martin, R. V., Jacob, D. J., Yantosca, R. M., Chin, M., Ginoux, P., *J. Geophys. Res.* *108(D3)*, 4097, 2002.
 Morita, A., Kanaya, Y., Francisco, J. S., *J. Geophys. Res.*, *109*, D09201, doi:10.1029/2003JD004240, 2004.
 Thornton, J., Abbatt, J. P. D., *J. Geophys. Res.*, *110*, D08309, doi:10.1029/2004JD005402., 2005.
 Taketani, F., Kanaya, Y., Akimoto H., *J. Phys. Chem. A*, *112*, 2370, 2008.

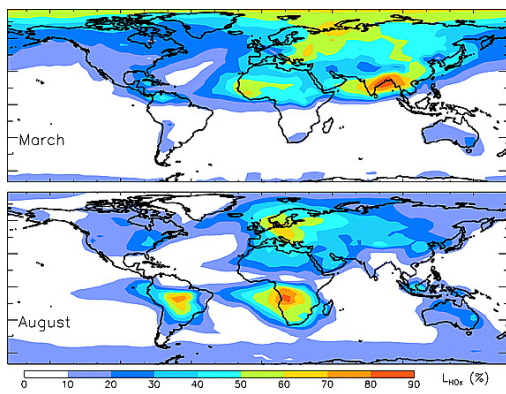


図1. HO₂ ラジカルのエアロゾルとの反応による HO_x 全体の消失への寄与 (高度-600m) (Martin et al, 2002)

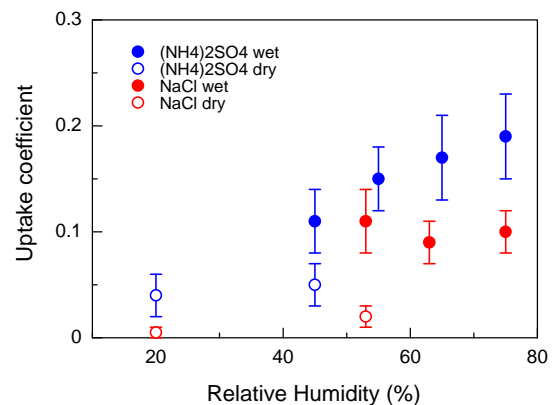


図2. 実験で決定した HO₂ ラジカルの各エアロゾル粒子への取り込み係数の湿度依存

海外研究通信

氷 + 塩 + 光 + 風 = 臭素爆発

冬の北極海はほぼ完全に凍りついて海氷に覆われてしまう。大規模な海氷融解が起こる初夏までは、風応力の空間的不均一性などで間欠的に生成する海氷の割れ目 (open leads) 以外からの水蒸気直接供給がほぼ断たれるため、降水活動による湿性沈着の頻度は低く、粒子状物質

豊田 賢二郎 (カナダ・ヨーク大学地球宇宙理工学科)

の大気滞留時間は下部対流圏でも2週間を超える。総観規模大気循環による南北方向の物質輸送の季節変化も相まって、冬から春にかけて北極対流圏には日本上空のバックグランド汚染なみのイベントが襲来する。北極域での視程不良や雪面の汚れはかなり前から地域の先住民や探険

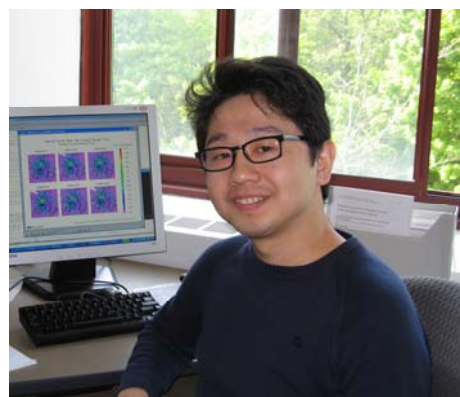
家によって語られていたようだが、今日のように Arctic Haze と呼ばれるようになったのは 1950 年代、人為起源エアロゾルの長距離輸送の影響が科学的な観測によって明らかになったのは 70 年代である。その後 80 年代にかけては、硫酸化合物を中心とする化石燃料燃焼起源物質の長距離輸送が北極対流圏化学の中心的話題であった。また、ブラックカーボンは大気中での太陽放射吸収や沈着後の雪面アルベド低下という形で温暖化を大きく加速するため、重要度の高い問題として研究され続けている。バイオマス燃焼起源エアロゾルの低・中緯度域からの輸送が意外に多いという最近の問題提起や、北方森林火災の煙が一気に成層圏まで立ち昇る pyro-convection も興味深い。

これだけでもメシの種は尽きないが、北極対流圏の面白さは他にもある。アラスカ北端の Barrow やカナダ北端の Alert で春先に地表オゾンが突発的に 1 ppbv 以下になるまで破壊される現象が発見され、さらに臭素光化学の関与が示唆されると、80 年代終盤以来、業界の関心を集めている。気相反応によりオゾン破壊した臭素原子が HOBr に変換され、その HOBr が液相・凝固相の臭素イオンを Br_2 へと変換して気相の全臭素濃度を自己触媒的に増加させるという理論的説明から、bromine explosion (臭素の爆発) と呼ばれる。Haze (主に硫酸) エアロゾル上での臭素不均一反応が一役買っているのは間違いないが、大気への臭素供給プロセスの具体的なところがそもそも十分に理解されていない。塩分濃度の高いプラインが多数のチューブ状にトラップされた「若い」海水とその上の積雪から反応性臭素物質が大気へと放出されるメカニズムの物理的・化学的理解が問題の鍵と見られている。提案あり反駁あり、プロセスの詳細解明に現在この分野の研究者が躍起となっている。北極海のアラスカ・カナダ側では夏になっても融けきらずに次の冬まで持ちこたえる海水が多数を占め、場合によっては 10 年近く北極海上に滞留する。夏場の融解期には海水とその上の積雪から塩分がほとんど洗い流されてしまうので、「古い」海水は翌年の春の臭素の発生源として機能しなくなると考えられるが、地球温暖化の影響で夏の北極海から海水が完全に消えてしまう 50 年後には春の北極海はプラインチューブをたっぷり抱え込んだ「一年氷」で全域が覆われ、今日以上に臭素光化学が活発になるだろうと推測されている。さらに、元素状水銀ガスの急激な濃度減少が春先にオゾン濃度減少とほぼ同時に発生することが発見され、臭素ラジカルとの気相反応によって水銀が酸化されて粒子相への取り込みと地表面への乾性沈着が促進されることも分かってきた。こうして雪氷圏・水圏へと入った水銀が食物連鎖に組み込まれる結果、先住民の子供達に神経学的影響が既に起っている可能性も指摘されている。

御託を並べればキリがないが、本当のところは単に面白いからという理由でハロゲン光化学のモデリングを日本にいた頃と変わらず続けてきた。カナダの科学財団のお墨付きを得た上ではあるけれど、2004 年 5 月、Made in Canada の大気汚染 & 対流圏化学モデルのひとつである GEM-AQ を使って春季北極域のハロゲン化学と地表オゾン破壊の問題に取り組むプロジェクトにポスドクとして雇われ、以来、トロントはヨーク大学の John C. McConnell 教授 (なぜだか Jack と呼ばれている) の研究室にいる。カナダ渡航直前に EGU で会った同業者達に「今度カナダに移って北極対流圏のハロゲン化学を 3 次元モデルで取り組む」と言ったら、皆、奮然だと言いたげな顔をしていた。確かにハッキリとした研究戦略は立っていなかったが、3 年くらいあれば何かできるだろうと気楽に考えていた。GOME や SCIAMACHY (現在はより高い水平解像度を持つ OMI と GOME-2 が稼働中) など人工衛星搭載センサーは観測データを 5 年以上蓄積し、高濃度 BrO プリユームの水平分布が日々変化する様をしっかりと捉えているので、モデル計算結果を評価・検証できる見通しは当初からあった。

GEM-AQ は、カナダの現業天気予報モデル Global Environmental Multiscale model (GEM) をホストにして、気相化学モジュールとエアロゾルモジュールを搭載した 3 次元モデルである。GEM はモデル水平格子を一部だけズームアップすることが可能で、例えば北極域だけを高解像度にズームアップして全球計算できるというのが、自分の研究テーマにとって有利だというのはハッキリしていた。しかし実際にヨーク大学に来てみると、ハロゲン化学導入以前に GEM-AQ モデルそのものが開発途上だということが分かり、気相化学スキームの改良と不均一反応系の導入などに力を貸すことになった。そういう状況だったので、いずれは GEM-AQ に導入するつもりで PHANTAS (Photochemistry ANd Transport between Air and Snowpack) という 1 次元モデルを作ることから始めた。積雪中の間隙空気での気相反応と不均一反応および地表大気との物質交換を計算するモデルである。間隙空気中でオゾンが光化学破壊されつつ積雪中の臭素イオンが Br_2 に酸化される状況を、割合もつもらしくシミュレートできたが、間隙空気中の移流の表現に問題があったのを改良できずに長らくペンディング状態にしてしまう。グループ内の政治的力関係が自分に不利な方向に傾きつつあるように感じて、PHANTAS のまとめが終わらないうちに GEM-AQ に臭素化学を導入する事に手を付けてしまった。2 年以上もの間、試行錯誤を繰り返し、最近ようやく、GOME で見える BrO 水平分布をモデルがしばしば再現するようになった。というわけで PHANTAS の改良作業も再開しつつある。効率的な仕事人へと変貌を遂げるのがこの海外留学の当初の目標だったが、どうやらそれは果たせていない。

妻と 2 人でトロントに来て 4 年。2 年前には長男が誕生して育児協力にも時間を費やすことになったが、それはそれで楽しい。カナダに来た当初は奨学金返済猶予期間の 5 年以内に日本に帰れるだろうと考えていたが、思惑通りにいかなくなってきて頭が痛い。特例的に厳しい審査が免除されるポスドクの就労ビザ延長も年限が近づいているので、日本に帰る意思はまだ捨ててないが、そろそろカナダ永住権を申請せざるを得ない状況である。ともあれ世界各国からの移民文化に彩られたグルメ三昧がこの街の大きな魅力で、離れることになったら懐かしく思い出すだろう。近所のタイ料理店の経営者夫妻は、息子誕生直後の大変な時期にサービスで料理を作ってくれて、わたしたち家族を支えて下さった。海外留学で大変なのは研究生活よりもむしろ私生活。書き始めるとキリがないので、ここでやめて一言だけ。苦楽を共にしてくれている家族、そして親切な隣人の皆さんに感謝！ ひとりじゃ乗り切れなかったな、とつくづく思う。



職場のデスクにて (2007 年 5 月撮影)。初夏から秋にかけて緑がまぶしく気分がいい。冬は一転、暗くて寒々しい。気分が沈まないように適度な息抜きは必須。