

大気化学研究

Archives of Atmospheric Chemistry Research

第 35 号

日本大気化学会

Japan Society of Atmospheric Chemistry

目次

総説

—トピックス: 船や離島で探る海洋大気化学—

洋上の大気粒子状物質を計る, 測る, 量る	植松光夫	3
離島で探る越境大気汚染の化学	高見昭憲, 村野健太郎	8
日本最東端・南鳥島における大気観測	坪井一寛	13
波照間島におけるハロカーボンの高頻度観測と東アジア域における 排出量の解析研究(紹介)	横内陽子	19

会員からのお知らせ

2018年 iCACGP/IGAC 国際会議の日本開催決定	谷本浩志, 永島達也, 竹川暢之, 入江仁士, 宮崎雄三, 笠井康子	27
環太平洋国際化学会議(Pacificchem)2015 参加報告	坂本陽介, 梶井克純	29
ゴールドシュミット会議参加レポート.....	服部祥平	30

学会からのお知らせ

第22回大気化学討論会のお知らせ	長谷部文雄	31
日本地球惑星科学連合2016年大会「大気化学セッション」開催報告	入江仁士, 町田敏暢, 谷本浩志, 岩本洋子	32
日本大気化学会奨励賞の候補者募集について	日本大気化学会事務局	33
日本大気化学会会員集会プログラム	町田敏暢	34
日本大気化学会事務局の移転のお知らせ.....	町田敏暢, 谷本浩志	35
第36回日本大気化学会運営委員会議事録.....	日本大気化学会事務局	36

記事のご投稿について

論文や記事のご投稿をご検討されている方は、事前に本誌編集委員または日本大気化学会運営委員までご相談下さい。

日本大気化学会運営委員：

今村隆史(国立環境研究所), 入江仁士(千葉大学), 岩本洋子(東京理科大), ○江波進一(国立環境研究所), 梶井克純(京都大学), ○澤庸介(気象研究所), ○高橋けんし(京都大学), 竹川暢之(首都大学東京), 谷本浩志(国立環境研究所), 松見豊(名古屋大学), 町田敏暢(国立環境研究所), 村山昌平(産業技術総合研究所), 持田陸宏(名古屋大学)

○印は本誌編集委員

— トピックス: 船や離島で探る海洋大気化学 —

洋上の大気粒子状物質を計る, 測る, 量る

Measure, Weigh and Survey Atmospheric Particulate Matters Over the Ocean

植松光夫^{1*}

地球表面積の約7割を占める海洋において、洋上のエアロゾルの化学成分は、対流圏大気組成の決定や気候変化と大きくかかわっている。しかし、海洋上でのエアロゾルの分布、時間的変動や変質過程については、陸上に比べ、観測の困難さや観測の機会が少なく理解も限定的であった。北太平洋は他の大洋と比べ、自然起源と人為起源エアロゾルが混在し、その変質過程が顕著に現れる特徴のある海域である。太平洋において、船舶観測によって今まで得られてきた地球表層における陸、大気、海洋間を生成、循環、消滅するエアロゾルの物理、化学的特性と生物地球化学的物質循環過程とその変化について無機成分を中心に概説する。

1. はじめに

地球上の約70%は海洋である。北半球の陸地は南半球の陸地の約2倍、北半球においては40%が陸地であり、人口密度も高く人類活動も活発である。このことは陸起源の自然起源物質と人為起源物質が、北半球の海洋大気に大きくかかわっていることを予想させる。海洋大気エアロゾルの主要成分である海塩、硫酸塩、硝酸塩、鉄物、炭素質粒子などは対流圏大気組成の決定や気候変化と大きくかかわっている。しかし、エアロゾルの海洋上での分布、時間的変動や変質過程については、その観測の困難さや測定のための機会が限られているため、陸上観測に比べ、その知見は少なかった [Prospero et al., 1983]。

アジア大陸中央部は沙漠や乾燥地帯であり、東沿岸地域を中心として東アジアでの産業活動は、いままでも以上に活発になることが予測される。中緯度を中心に大陸上を吹き抜け、海洋上を通り抜ける大気の大きな強い流れ(偏西風)は、西から東へ向かう。太

平洋は広大である。しかしアジア大陸の風下であるがゆえに、風によって陸上の物質が北太平洋の広範囲にわたり運ばれ、日本はもとより太平洋上へ沈着する。アジア大陸での大気中物質の放出量が今後どう変化していくかは、地域的規模ではなく、地球規模で起こる大気環境や海洋環境への影響や変化として把握すべきである。

また、海洋大気エアロゾル中の陸起源物質に含まれる成分が、海洋生物活動に大きく関与しているといわれはじめて久しい。そんな中で、陸起源物質の海洋上での輸送をはじめとする海洋大気中のエアロゾル成分組成や濃度の時空間変動や降水量の分布をまず把握する必要がある。本稿は太平洋において地球表層における陸、大気、海洋間を生成、循環、消滅する無機エアロゾルの物理、化学的特性と生物地球化学的物質循環の過程と変化に対する観測や装備を中心として得られた知見を紹介する。



図1 大気観測に用いられる研究船
 (a) 白鳳丸, 3991t, (b) みらい, 8706t, (c) 新青丸, 1629t, (d) かいめい, 5747t

2. 故(ふる)きを温(たず)ねて

1960年代からすでに船舶大気観測が行われ、洋上で風を使ったダスト試料採取なども行われていた [Prospero and Bonatti, 1969]。1990年代になると、エアロゾルの気候への影響が国際的に認められるようになり、多くの観測が行われるようになった。IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme: 地球圏-生物圏国際協同研究計画) のコアプロジェクトの1つである IGAC (International Global Atmospheric Chemistry Project: 地球大気化学国際協同研究計画) は ACE (Aerosol Characterization Experiments) プロジェクトを開始した。ACE-1, TARFOX, ACE-2 が行われ、その成果は *J. Geophys. Res.* の特集号として、それぞれがまとめられている。2001年から2003年に ACE-3 (ACE-Asia) が西部北太平洋域にて我が国も参加する国際共同研究として行われた [Huebert et al., 2003]。また、IGBP のコアプロジェクトである SOLAS (Surface Ocean - Lower Atmosphere Study: 海洋・大気間の物質相互作用研究計画) [Le Quéré and Saltzman, 2009] とも連携して、現海洋研究開発機構が保有する海洋地球研究船「みらい」に限らず、学術研究船「白鳳丸」、「淡青丸」、気象庁「凌風丸」、水産庁「開洋丸」など(図1)の航海の機会を捉えて船

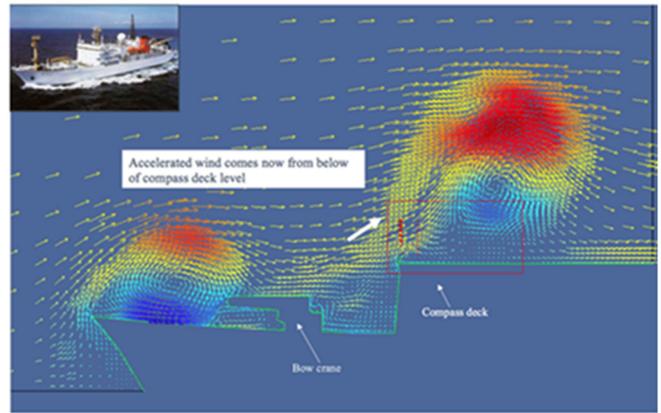


図2 みらいの船首と最上甲板での二次元シミュレーションによる大気の流れ

舶観測が行われている。大気観測は停船による作業時間(シップタイム)を取ることが少なく、どの航海でも乗船定員に余裕がある場合は好意的に乗船を受け入れてもらえる。また、大気観測を主体とする航海も認められるようになってきた。船舶での大気観測は、船本体による空気の乱れや排気の影響を避けることの検討(図2)や、船に対する相対的風向や風速を考慮した試料採取や計測が不可欠である。最上甲板での観測機器類(図3)の設置による電源の確保、振動、荒天時の海水の飛沫への対応など、かなりこれらの課題を克服してきたといえる。野尻幸宏らの VOS (Voluntary Observing Ship: 篤志観測船) による海洋表層 CO₂ 分圧観測プロジェクトなどにおいても定期貨物船航路で時空間変化を見る大気エアロゾル試料採取や観測が行われていた [Martino et al., 2014]。

特に新しく建造された「新青丸」や「かいめい」では、船首マストの上部に観測足場が設けられ、大気試料採取用パイプや電源、LAN 接続ラインが利用可能となっている(図1c, d)。ブリッジ(操舵室)後方部にある研究室からは、最上甲板上へ各種チューブ類やパイプが通せる大気試料採取孔が設けられている。

3. 船舶での大気観測の成果

ACE-Asia の日本が関連する予算として、科学技術振興機構の戦略的基礎研究推進事業である研究領域「地球変動のメカニズム」の研究課題「海洋大気エアロゾル組成の変動と影響予測 (VMAP: Variability of Marine Aerosol Properties)」(研究代表者:植松光夫, 1999年12月~2004年11月)や、文部科学省科学研究費特定領域研究「東アジアにおけるエアロゾルの大気環境インパクト (AIE: Atmospheric Environmental Impacts of Aerosols in East Asia)」(領域代表者:笠原三紀夫)の計画研究「船舶観測による海洋エアロゾル性状の空間分布測定」(研究代表者:三浦和彦, 2002年4月~2006年3月), 同じく特定領域研究「海洋表層・大気下層間の物質循環リンケージ (W-PASS: Western Pacific Air-Sea interaction Study)」(領域代表者:植松光夫, 2006年4月~2011年3月)(図4)などを中心に船舶大気観測が行われた。VMAP [植松, 2004] および ACE-Asia における船舶観測 [三浦, 2004], W-PASS での成果 [Uematsu et al., 2014]は、それぞれ特集号や電子本として纏められ、刊行されている。

ACE-Asia において、日本では VMAP メンバーを中心に船舶を用いた海洋大気観測が海洋地球観測船「みらい」MR01-K02 航海(亜熱帯・亜寒帯循環の

研究)で行われた。東経 146 度を中心に北緯 30-40 度の海域で、洋上大気の化学組成だけではなく、係留気球によるエアロゾルの鉛直分布と試料採取、戦略的基礎研究 APEX (Asian Atmospheric Particle Environmental Change Studies) (研究代表者:中島映至)グループと共同で雲レーダーをはじめ、船舶用ライダー観測など、大気関係の総合観測として取り組んだ。航海中は「化学天気予報システム」(CFORS: Chemical weather FORecasting System)モデルによる 72 時間前の予報をもとに黄砂の飛来が予想される海域へ向かい、観測体制を敷き、予測通り、2001 年 5 月 18 日には黄砂を観測した。

エアロゾルの物理特性は粒径に依存するので、平均寿命も粒径に依存すると思われたが、天然放射性核種をはじめとする半減期の異なる 4 種類のトレーサー, Rn, ThB, CO, C₂Cl₄ 濃度を用い、Rn との組み合わせから輸送時間を求めた。その結果、長距離輸送では渦動拡散に支配されるので粒径に依存せず、自由対流圏を輸送されるという結果が得られた。さらに、海上と係留気球観測により上空で同時に採集した粒子を元素分析した結果、自由対流圏を輸送される黄砂を捉えることができ、CFORS によるダストの鉛直分布の予測結果を裏付けた。また、西部北太平洋の広範囲の海域で、人為起源物質と海塩粒子が反応して粒子上の化学組成が変質していることが個々のエアロゾル粒子の元素分析をすることにより、定量的に記述することができた。

北部北太平洋での海霧の pH が 3 から 4 と低く、海域によって人為起源による場合と自然である場合があること、シベリアの森林火災によって放出された物質が北部北太平洋のエアロゾル組成に大きな影響を与えていること、大気降水物によって海洋生物生産が高くなったり、台風や黄砂で特定のプランクトンが増殖したりするなど、VMAP や W-PASS メンバーによる船舶大気観測の総合的な取り組みによって、洋上の自然現象についての新しい知見が得られてきている [植松, 2005, 2013; Uematsu et al., 2014]。



図 3 みらい MR06-4 次航海での最上甲板に設置した風向風速制御装置、霧水採取器、ハイボリュームエアサンブラ、粒径別霧粒採取器

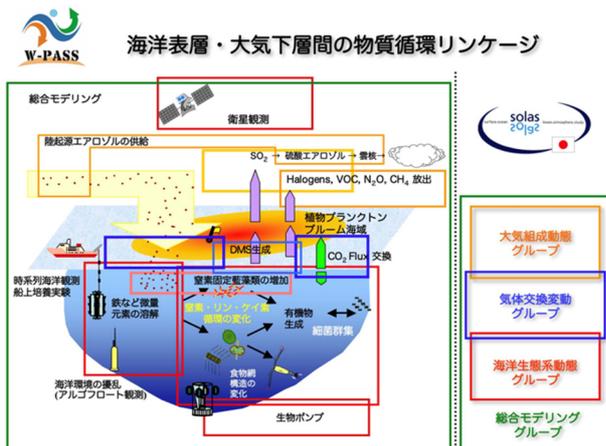


図4 海洋表層・大気下層間の物質循環リンケージ(W-PASS)の概念図

大型精密測定装置，例えば ATOFMS (Aerosol Time-Of-Flight Mass Spectrometer: エアロゾル飛行時間型質量計)[古谷, 2012]などの観測装置一式をコンテナラボに組み込み，「みらい」の前方船艙にすっぽりと搭載し(図 5)，船首マストから海洋大気を直接取り込み，連続測定が可能となった。これらの成果として海洋から夜間に硫黄粒子が大気中へ放出されるという発見 [Gaston *et al.*, 2015] へ大きな貢献をし，*Environmental Science and Technology* の Environmental Science 部門の Top Paper 2015 に選ばれた。

4. 新しいを知る

全球気候モデルのシミュレーションから，過去 80 年間の熱帯西部太平洋の海面水温に見られる数十年規模気候変動は，火山噴火および工業活動による硫酸塩エアロゾルの変化によって生じていたことが示された [Takahashi and Watanabe, 2016]。海面水温の変化によって太平洋赤道域の貿易風が加速されるという結果であり，海洋大気エアロゾルの経年変化が海水準や降水にも大きく関与することになる。衛星による地球規模の観測とともに洋上での船舶，そして航空機による野外現場観測，そして新しい測定装置の開発が重要なことは言うまでもない。

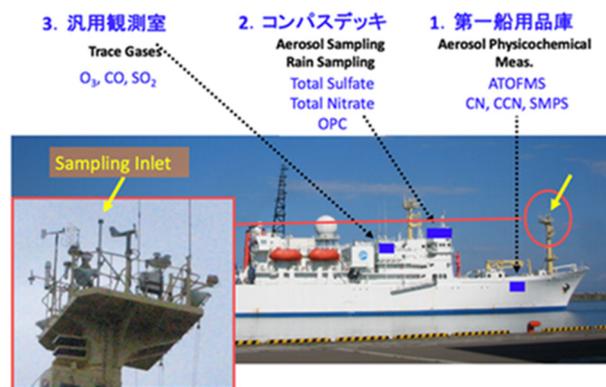


図5 みらいの観測装置の配置図
船首マスト，その直下の船用品庫，コンパスデッキ(最上甲板)，船橋後部の汎用観測室

5. 参考文献

Gaston, C. J. *et al.* (2015), Direct night-time ejection of particle-phase reduced biogenic sulfur compounds from the ocean to the atmosphere, *Environ. Sci. Technol.*, 49 (8), 4861–4867.

古谷浩志 (2012), 単一微粒子質量分析法を用いた最近の応用エアロゾル研究, *エアロゾル研究*, 27, 371-384.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jar/27/4/27_371/_pdf

Huebert, B., *et al.* (2003), An overview of ACE-Asia: strategies for quantifying the relationships between Asian aerosols and their climatic impacts, *J. Geophys. Res.*, 108, doi:10.1029/2003JD003550.

Le Quéré, C. and E. S. Saltzman (Eds.) (2009), Surface Ocean—Lower Atmosphere Processes, *Geophysical Monograph Series*, 187, ISBN 978-0-87590-477-1.

Martino, M. *et al.* (2014), Western Pacific atmospheric nutrient deposition fluxes, their impact on surface ocean productivity, *Global Biogeochem. Cycles*, 28, 10.1002/2013GB004794.

三浦和彦 (2004), 「みらい」航海におけるエアロゾルの物理的特性, *エアロゾル研究*, 19, 108-116.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jar/19/2/19_2_108/_pdf

Prospero, J.M., and E. Bonatti (1969) Continental dust in the atmosphere of the Eastern Equatorial Pacific, *J. Geophys. Res.*, 74, 3362-3371.
<http://www.rsmas.miami.edu/assets/pdfs/mac/fac/Prospero/P>

ublications/Prospero_Bonatti_ContinentalDust_JGR74_1969.pdf

Prospero, J. M. *et al.* (1983), The atmospheric aerosol system: An overview, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 21, 1607-1629.

Takahashi, C. and M. Watanabe (2016), Pacific trade winds accelerated by aerosol forcing over the past two decades, *Nat. Climate Change*, 10.1038/nclimate2996.

Uematsu, M., Y. Yokouchi, Y. W. Watanabe, S. Takeda, and Y. Yamanaka (Eds.) (2014), Western Pacific Air-Sea Interaction Study, *Terrapub*, pp. 269, ISBN 978-4-88704-165-3 (open access). <http://www.terrapub.co.jp/e-library/w-pass/>

植松光夫 (2005), 海洋大気エアロゾルの挙動と組成変動に関する地球化学的研究, *地球化学*, 39, 197-208.
http://www.geochem.jp/journal_j/contents/pdf/39-4-197.pdf

植松光夫 (2013), 大気圏を通して海洋に運ばれる化学物質に関する研究, *海の研究*, 22, 35-45.
<http://kaiyo-gakkai.jp/jos/uminokenkyu/vol22/22-2/22-2-ue-matsu.pdf>

植松光夫 (2004), 海洋大気エアロゾル組成の変動と影響予測, *月刊海洋*, 36, 83-94.

原稿受領日: 2016年5月14日

掲載受理日: 2016年6月20日

著者所属:

1. 東京大学 大気海洋研究所

***責任著者:**

Mitsuo Uematsu <uematsu@aori.u-tokyo.ac.jp>

離島で探る越境大気汚染の化学

Chemistry of Trans-Boundary Air Pollution at Remote Islands

高見昭憲^{1*}, 村野健太郎²

1980年代以降の酸性雨・越境大気汚染への関心と、それに伴う国内離島での観測について長崎五島福江島での観測を中心に概要を記した。また、沖縄辺戸岬での観測がどのように開始されたかを記した。さらに、辺戸ステーションの拡張と研究の展開、および、課題についてまとめた。

1. はじめに

近年中国の経済的発展とともに大気汚染物質の排出量は増加している [Kurokawa *et al.*, 2013]。二酸化硫黄など増加が止まりつつある物質もあるが、いまだ排出量は多く、越境大気汚染の日本への影響は無視できない。越境大気汚染の実態を解明するために、環境省や国立環境研究所(国環研)をはじめ、いろいろな機関で離島での観測が行われた。本稿では、越境大気汚染の実態解明という視点から離島での観測を概観する。離島の位置に関しては図1を参照のこと。

2. 日本国内での離島観測の概要

国内で越境大気汚染の問題が意識され始めたのは1980年代だと思われる。1983年に環境庁(当時)は国立公害研究所(当時)の大喜多敏一大気環境部長を主査に酸性雨対策検討会を組織し「第1次酸性雨対策調査(1983~1987年度)」を開始した。この調査は引き続き行われ、「第2次酸性雨対策調査(1988~1992年度)」終了時点では、利尻、佐渡、隠岐、小笠原、対馬、屋久島での調査結果が報告されているため、この時期までには国内の離島観測網はかなり整備されたものと思われる。長崎県福江島や沖縄本島(国頭)で降水の観測が開始されたのは「第3次酸

性雨対策調査(1993~1997年度)」の2年度目から(1994年度から)であり、両地点とも1995年度にpH=4.9という値が公表されている。1999年3月発表の同調査取りまとめ資料によると「冬季の日本海側地域において、硫酸イオンと硝酸イオンの濃度及び沈着量の高い傾向がみられ、大陸からの影響が示唆された。」と書かれている [環境省発表 <https://www.env.go.jp/press/2077.html>]。1992年、環境庁(当時)は「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)構想」を提唱し、準備期間を経て、1998年~2000年にEANETの試行稼働が行われ、2001年1月からEANETが本格稼働した。2014年の

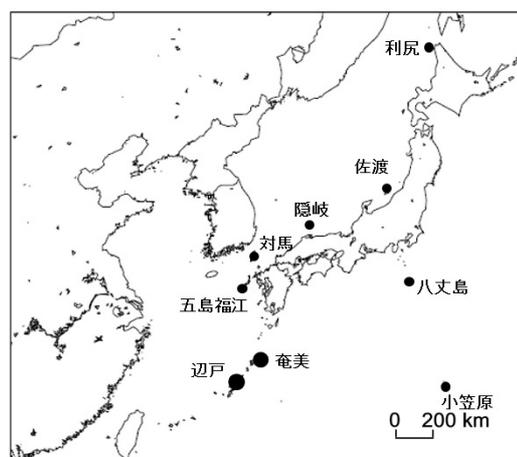


図1 離島の位置

報告書では利尻、佐渡、隠岐、小笠原、沖縄辺戸での観測結果が掲載されており、すでに15年程度データの蓄積がある[*EANET*, 2014]。

国が主導する観測のほか、各研究機関でも離島での観測を推進していた。国立公害研究所(当時)では島根県の隠岐で1983年から約4年半にわたり、ローボリュームサンプラーを用いた粒子捕集を毎月行い、硫酸イオン、金属などの分析を行っていた[Mukai *et al.*, 1990]。背景としては、欧州などでの越境大気汚染が深刻であり、日本でも冬季に大気汚染物質の濃度が高くなることが挙げられていた。鉛と亜鉛の比が冬季に高いことなどを理由に越境大気汚染の影響があることを指摘した。電力中央研究所も1980年代に酸性雨の研究プロジェクトを立ち上げた[藤田, 2012]。国内の15の気候区に属する地点のほかにバックグラウンド地点として5つの島嶼部(八丈島、隠岐、対馬、福江、奄美)を選定した。硝酸イオンや硫酸イオンの濃度が低い場合でも、それを中和するアンモニアの濃度が低い場合にはpHの低い、すなわち、酸性度の高い雨が降ると報告した。1997年1月には国環研と福岡県保健環境研究所が共同で長崎県福江島及び福岡県太宰府においてフィルターパック法を用いた同期観測を行い、越境して輸送されてくる粒子に含まれる硫酸イオンや硝酸イオンの化学形態がアンモニアの濃度に依存して変化することを明らかにした[Shimohara *et al.*, 2001]。また、2002年から2004年の春季に福江島においてフィルターパック法を用いた粒子やガスの化学組成観測が行われ、主にガス状硝酸と、微小粒子や粗大粒子に含まれる粒子中の硝酸の間の分配を明らかにした[Hayami *et al.*, 2005]。これらフィルターパック法による観測で硫酸イオンだけではなく、硝酸イオンやアンモニウムイオンなど窒素化合物濃度の粒径依存性やガス粒子分配などが詳細に議論されるようになった。2000年代には北海道大学と総合地球環境学研究所(地球研)が中心となり、福江島に観測施設が整備され、エアロゾルや雲の長期観測が行われるようになった[千葉大の

ホームページ <http://atmos2.cr.chiba-u.jp/skynet/fukue/fukue.html>, 国環研のホームページ <http://www.nies.go.jp/chiiki/fukuejima/index.html>。我々も福江島でエアロゾル質量分析計を用いて時間分解能の高い観測を行い、有機物や硫酸イオンも含めた粒子の化学組成の変動を明らかにした[Takami *et al.*, 2005]。その後、観測サイトも拡張され、PM_{2.5}などの観測も行われた。文献は上記ホームページ参照のこと。

3. 沖縄辺戸岬観測はどのように始まったか

3.1 沖縄での酸性・酸化性物質のモニタリングの考え

1990年に国立公害研究所が国立環境研究所に改組された時に、地球環境研究グループ(統括研究官、秋元肇)が組織され、その中に酸性雨研究チームが出来た。室長の溝口次夫に加え、大気系研究者として村野健太郎(現在:法政大学)と畠山史郎(現在:東京農工大学)がチームに所属した。また、改組とほぼ同時に環境省の地球環境研究総合推進費(当時)という大型予算がスタートしたため、酸性雨研究チームが主体となり、「酸性・酸化性物質の動態解明に関する研究」を行った。この研究内容は従来の雨を主眼に考える酸性雨研究とは異なり、もっと広範に越境大気汚染までカバーするように研究テーマが考えられた。

酸性雨研究チームの大気系三人と秋元統括研究官との打ち合わせの中で、沖縄での観測が浮かび上がってきた。畠山は航空機観測を新たに始めるためそれに専念し、地上観測を含むその他のことが村野の担当となった。沖縄で酸性・酸化性物質のモニタリングを行うために沖縄県の行政、研究所とコンタクトを取り、沖縄本島の観測に適した場所を探すことになった。恐らく自動化しても二週間に一回誰かに観測地点に行ってもらふ必要のある機器しか準備出来ないと考えたので、選定場所は沖縄本島に限り、沖縄県の研究所が維持管理を引き受けてくれるという前

提で考えた。

3.2 沖縄本島の観測地の選定

まず、最初に沖縄県の行政担当者、研究所のメンバーと一緒に車で沖縄本島的那覇市から西側海岸を北上して観測適地を探した。越境大気汚染を捉えるためには、中国大陸から西風に乗って沖縄本島に大気汚染物質が来るという前提のもとに西海岸を色々見て回って、中央部の名護市まで行ったが胸に響くような場所は無かった。名護市までが結構人口の多い地帯であり、名護市を過ぎて北の方へ行くと、まず島の幅が狭くなり、中央部は小高い山になる。西側海岸線を走っても適地は見つからなかった。延々と行くと最後に辺戸岬に達するが、その少し手前に海岸から標高が数十メートルあり、灯台が設置されている場所があった。周辺はサトウキビ畑や普通の畑が少しあるだけで、あとは荒地という場所で、そこは一つ候補地として残った。理由は名護市より先の北の方は観光客等もあまり行かない場所であり、ローカルな発生源は少ないことと、灯台があるということは電源を容易に引けるということが考えられたからである。また、農地が延々と広がっていると農作業による大気汚染物質などの排出があるが、荒地とかサトウキビ畑であれば農業活動の影響はあまりないだろうという判断をした。結局その灯台の近くに観測ステーションを設置することにした。



図2 辺戸ステーションの写真

3.3 辺戸岬近傍への観測ステーション設置

該当する土地を所有する京急不動産から 10 m × 10 m の土地を借り受けた。地点の選定では、ビデオ録画を見ながら何時何分何秒の場所を中心に 10 m × 10 m を選んで下さいと業者に頼むというような綱渡りであった。業者に委託して整地し、プレハブハウスを購入し、電源を引いてエアコンを付けて局舎が出来あがった。地点の選定のためその辺りの土地を見て歩く時に、私は先頭にたち藪の中をどんどん歩いて行ったのであるが、後で、その辺りはハブのいる所だと知って震え上がってしまった。幸いにして噛まれなかった。その局舎のフェンスにはハブが入るのを防ぐために網目構造のメッシュが地面からある程度の高さまで張られていた。

3.4 観測のスタート

オゾン計は、二週間に一度の管理で十分であるダシビ社製のオゾン計で測定した。酸性雨の捕集は小笠原計器製作所の酸性雨捕集装置を用いて、二週間単位で捕集した。観測、特に機器の管理に関しては全面的に現沖縄県衛生環境研究所に担当して頂いたことに感謝申し上げます。後日、気象要素測定として、風向風速計をポールに設置したが、超巨大台風の来襲ですぐに壊れ、結局はアメダスの気象データを使った。当初、最低限の測定項目で観測を始め、後に一酸化炭素計を坂東博(その後大阪府立大学)が、自動運転の炭化水素計を酒巻史郎(現在:名城大学)

が設置した。

3.5 その後の展開など

環境省の酸性雨測定局舎は、最初辺戸岬より離れた国頭に設置された。何年間か国頭でデータを取ったのであるが、そのうち環境省が辺戸岬の国環研施設の隣に酸性雨の観測施設を移したいということで、隣接して局舎が造られた。酸性雨観測が国から沖縄県への委託業務になったので、国環研が酸性雨の観測をする必要はなくなり中止した。辺戸岬の観測で驚いたことは、停電が、通告もなく半日とか、一日という単位で起きることである。それがひと月に一回などというレベルではないということに、沖縄の特殊性、日本の本土とはまるっきり違うということを「あ〜そうなんだ」と納得した。

4. 2000年代の沖縄などでの観測

2000年代初期に国環研大気系では越境大気汚染の影響を監視するため東アジアの大気モニタリングを行うことが検討され、畠山室長(当時)が所内で整備費用を調達し、「沖縄辺戸岬 大気・エアロゾル観測ステーション(辺戸ステーション)」を設置することになった。前節で述べたプレハブの観測施設を含む約600m²の敷地を京急不動産から借り受け、約1年の期間を費やして辺戸ステーションを2005年に竣工した。図2に全体写真を示す。国環研の研究者はもとより、千葉大、地球研、北大、琉球大、東大、名城大、大阪府大、JAMSTECなどの協力を得て主に大気エアロゾルの観測を行った。観測項目、機器、論文リストなどは辺戸ステーションのホームページを参照されたい[国環研のホームページ<http://www.nies.go.jp/asia/hedomisaki/home-j.html>]。越境大気汚染、特に粒子状物質の挙動を明らかにするため、エアロゾル質量分析計、粒子質量濃度計、粒子状硝酸計、有機物測定器など時間分解能の高い測定器を設置した。粒子状物質の化学組成測定に基づき、微小粒子と粗大粒子における化学組成の

違い、有機物の酸化過程、エアロゾルの吸湿特性、芳香族炭化水素、アンモニアガス、ガス状及び粒子状硝酸、オゾン、CO、水銀の挙動などいろいろな物質の動態を系統的に調査した。現在は、隣接する酸性雨局のデータなども活用し長期的変動の解析を進めている。

5. 課題

全国の研究機関に開放し共同利用するという理念のもと、各研究者が競争的資金などを用いて辺戸ステーションで観測研究を続けてきた。その間、アジア褐色雲の研究及び環境省の水銀モニタリングの拠点になるなど、国内の大気・エアロゾルのモニタリング拠点として数多くの成果をあげてきた。しかし、こうした自主的運用も限界がある。昨年度、施設の安定的運用を目指し、国環研の大型施設への認定を申請したが却下された。一方で長期観測はどこがゴールかという問題もある。中国などからの排出が減り、越境大気汚染の影響が相対的に国内の排出に比べて小さくなれば、辺戸ステーションでのモニタリングの役割も終わると思われる。このような状況のもと、辺戸ステーションをどのような形態でいつまで維持するのが良いか、大気科学・大気化学のコミュニティーで議論が必要であると筆者は考える。

6. 参考文献

- EANET (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia),
Data Report 2014 (2015)
藤田慎一 (2012), 酸性雨から越境大気汚染へ, 成山堂書店, pp90-99
Hayami, H. (2005), Behavior of secondary inorganic species in gaseous and aerosol phases measured in Fukue Island, Japan, in dust season, *Atmos. Environ.*, 39, 2243-2248,
doi:10.1016/j.atmosenv.2004.12.038
Kurokawa, J., et al. (2013), Emissions of air pollutants and greenhouse gases over Asian regions during 2000–2008: Regional Emission Inventory in ASia (REAS) Version 2,

Atmos. Chem. Phys., 13, 11019–11058, doi:
10.5194/acp-13-11019-2013.

Mukai, H., et al. (1990), Long-term variation of chemical composition of atmospheric aerosol on the Oki islands in the Sea of Japan, *Atmos. Environ.*, 24A, 1379-1390.

Shimohara, T., et al. (2001), Characterization of atmospheric air pollutants at two sites in northern Kyushu, Japan—Chemical form, and chemical reaction, *Atmos. Environ.*, 35, 667-681, doi:10.1016/S1352-2310(00)00340-X

Takami, A., T. Miyoshi, A. Shimono, and S. Hatakeyama (2005), Chemical composition of fine aerosol measured by AMS at Fukue Island, Japan during APEX Period, *Atmos. Environ.*, 39, 4913–4924, doi:10.1016/j.atmosenv.2005.04.038.

原稿受領日: 2016 年 5 月 2 日
掲載受理日: 2016 年 5 月 26 日

著者所属:

1. 国立環境研究所
2. 法政大学 生命科学部

***責任著者:**

Akinori Takami <takamia@nies.go.jp>

日本最東端・南鳥島における大気観測

Atmospheric Observations at Minamitorishima, Japan's Easternmost Island

坪井一寛^{1*}

気象庁は、北西太平洋上の孤島である南鳥島において、1990年代から今日に至るまで、温室効果ガス等の長期的な観測を継続してきている。2011年より航空機を利用した上空の観測を開始し、定常的な観測を強化すると同時に、最近の10年程の活動としては、国内研究機関と連携を進め、南鳥島の観測プラットフォームを共有し、新たな研究観測を開始、継続しているところである。

1. はじめに

工業活動による大気汚染の深刻化、越境汚染への関心の高まりを背景とし、1969年世界気象機関(WMO)は、大気バックグラウンド汚染観測網(Background Air Pollution Monitoring Network)を設立した。観測所拡大、観測強化の勧告を受け、気象庁は1976年岩手県大船渡市三陸町綾里に大気環境観測所を設置し、降水、大気混濁度、気象の観測を始め、1987年からは二酸化炭素(CO₂)濃度の定常観測を開始した。その後、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨などの地球環境問題に対する世界的な関心の高まりを背景にして、1989年に「大気バックグラウンド汚染観測網」は、「全球オゾン観測システム」(GO₃OS:Global Ozone Observing System, 1950年代に設立)と統合され、現在の「全球大気監視」(GAW:Global Atmosphere Watch)計画が開始された。GAW計画は、地球規模の環境の長期的な監視及びその結果の提供を通じて、社会に与える環境上のリスク低減、気候・気象・大気環境に関する予測能力の向上及び環境政策の支援に関する科学的アセスメントに寄与することを目的としている。

気象庁は、このような背景や世界的な観測計画に基づき、段階的に大気・海洋の観測を開始し、今日

に至るまで長期的な観測を継続してきている。現在は、3つの地上観測所(南鳥島、与那国島、綾里)、2隻の海洋観測船(凌風丸、啓風丸)および航空機(C130H輸送機)の観測プラットフォームを展開し、北西太平洋域の定常観測を実施している。南鳥島は、GAWの全球観測所(世界に31箇所)の一つに指定され、ここ数年の新たな動きとして、国内研究機関と連携し、これまで定常観測では実施できなかった観測項目についても順次観測を開始し、観測の強化に努めているところである。本稿では、日本人がなかなか行くことのできない日本領土とも言われる最東端の離島・南鳥島を中心とした観測研究について紹介する。



図1 南鳥島

2. 南鳥島気象観測所

南鳥島は、東経 153 度 59 分北緯 24 度 17 分に位置し、東京から約 1860 km の距離にある珊瑚礁でできた小さな島である。外周およそ 6 km のほぼ正三角形に近い形で、標高は最高地点でも約 9 m の平坦な地形である。気候としては、熱帯気候と亜熱帯気候の推移帯にある海洋性気候であり、東京より年平均気温が 10℃ほど高く、降水量も 4 分の 3 程度である。厳しい冬もなく南の島の温暖で穏やかなイメージがあるが、その一方で、平成 18 年 9 月には台風 12 号の影響で全島避難となり高潮により屋外の観測施設等が壊滅的被害を受けた。その復旧に当たったことが個人的には記憶に新しい。台風など、一旦牙を剥くと厳しい自然環境下にあることを思い知らされる。

島に常駐しているのは、気象庁と海上自衛隊南鳥島航空派遣隊及び関東地方整備局東京港湾事務所南鳥島港湾保全管理所の職員で、島への交通や物資輸送は防衛省の輸送機と年 1 回の船舶(危険物や大型資材の運搬)に限られており、不便な生活環境のもと業務が遂行されている。気象庁は十名前後の職員により、地上気象観測、高層気象観測、遠地津波観測を実施し、台風の監視や遠地津波の本土への第一波の観測など防災上重要な役割を担っている。地球環境分野では、地球環境・海洋部環境気象管理官付温室効果ガス観測系の職員 1 名が 3 ヶ月交替で勤務し、温室効果ガス等の微量気体(CO₂、メタン(CH₄)、一酸化炭素(CO)、オゾン(O₃))、降水降下塵、大気混濁度、日射放射及び上空のオゾン量の観測を担当している。「大気バックグラウンド汚染観測」の名残か、島内では今でも BG(担当)と呼ばれている。観測施設は、観測室兼居住区の気象庁庁舎内を中心に、大気採取口が据え付けられた 20m 鉄塔、降水降下塵採取装置が設置された露場、日射放射等の測器類が設置された庁舎屋上などがあり、担当者は目まぐるしく各箇所を移動し、機器の点検等に

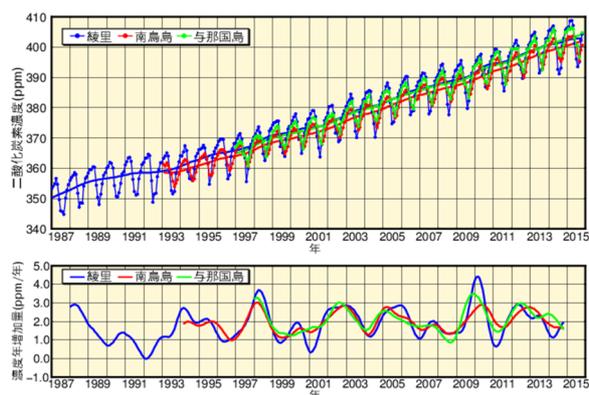


図 2 CO₂ 濃度および年増加量の経年変化。気象庁の観測地点である綾里、南鳥島及び与那国島における大気中の CO₂ 濃度と、その時系列データから季節変動や、それより短い周期成分を取り除いた濃度及び濃度年増加量の経年変化を示す。(気象庁 HP より)



図 3 C130H 機上でのサンプリングの様子

追われる忙しい毎日となる。各観測地点の観測データは、WMO の温室効果ガス世界資料センター⁽¹⁾や気象庁のホームページにある大気・海洋環境観測年報⁽²⁾において公開されており閲覧・利用可能である。

(1)

http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/jp/wdcgg_j.html

(2)

<http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/data/report/data/>

3. 航空機観測

温室効果ガスは水平方向だけでなく鉛直方向にも輸送され広く拡がることから、その排出量や吸収量を正確に見積るためには地表の観測データだけではな

く、上空も含めた立体的な濃度分布の把握が重要であり、そのためには航空機等を利用した観測が有効と考えられている。気象庁は2011年2月より北西太平洋上空の温室効果ガス観測濃度を測定するため、防衛省のC130H輸送機(厚木基地-南鳥島間)を利用し、航路上での大気試料採取を開始した。採取したプラスチック容器を気象庁(大手町)に持ち帰り、CO₂、CH₄、CO、一酸化二窒素(N₂O)の分析を行っている。この観測は、民間旅客機より低い6000m前後の巡航高度(対流圏中部)と南鳥島上空での鉛直方向という観測対象領域が一つの特徴である。往路片道約4時間のフライトで、職員2名により合計24本の採取を行う(約1本/10分のペース)が、手動ポンプを自力で回しての採取となるため結構なハードワークである。到着後の夕食時のビールが大変美味しく飲めるというのが特典である。2016年3月まで約5年間、トラブルなく観測が継続されており、月1回の観測ではあるが濃度増加傾向や季節変動を捉えることが出来ている。夏季上空で高濃度CH₄が観測される事例があり、南鳥島地上では海洋性大気に覆われて低濃度になっているのに対し、大陸で上空に舞上がった高濃度CH₄の気塊が輸送されてくるものを太平洋上空で捉えたと考えられる[Niwa et al., 2014]。南鳥島上空の季節変動も、各高度によって位相や振幅が異なる変動が確認されており、さらなる観測継続とその変動解析により空間的な濃度分布と変動の把握を進めたい。

気象庁・気象研究所は、この観測を開始するにあたり、2010年に採取方法の検討や機上で採取される大気の汚れ具合の確認を行う試験観測を実施し、C130H機コックピットの空調吹出し口から温室効果ガス観測について外気と同等の高品質の大気試料が採取できることを確認した。同時に持ち帰ったプラスチック容器中の試料を精度よく分析するため、近年普及しているレーザー分光分析計(CO₂・CH₄:Picarro社製、CO・N₂O:Los Gatos社製)を用いた分析システムの製作と性能評価試験を行った[Tsuboi et al.,

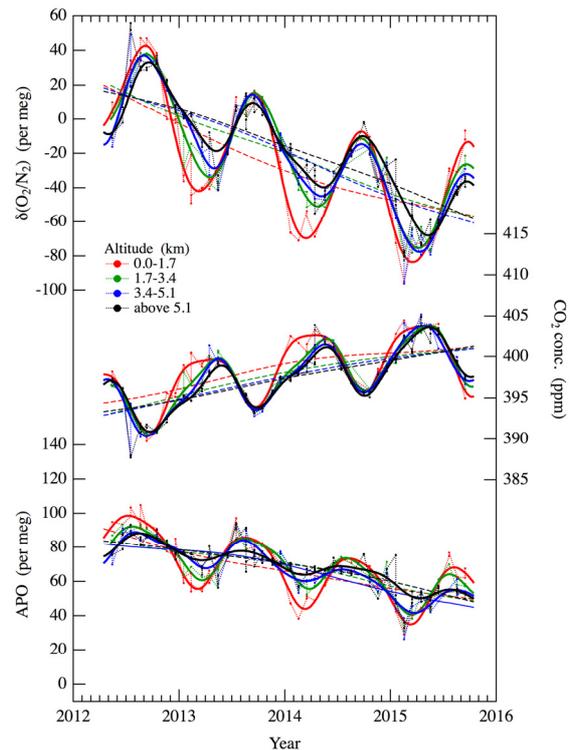


図4 南鳥島上空での酸素等の観測結果。南鳥島上空の各高度で観測された $\delta(O_2/N_2)$ 、CO₂濃度とAPO。実線は、フィッティングカーブ、点線はトレンドを示す。(産総研石戸谷氏提供)

2013]。

また採取した上空の大気試料を有効活用するため、気象庁分析後に産業技術総合研究所(以下、産総研)と国立環境研究所(以下、国環研)に共有し、酸素や放射性炭素同位体の測定を行っている。これまで採取経路等に起因する成分の分別が生じるため、酸素の航空機観測データは、あまり無かったが、同時にアルゴンや同位体を測定し分別の補正を行うことで、酸素濃度を導出することに成功した。またこれまでの数年の観測により、上空での季節変動を捉えることが出来た[Ishidoya et al., 2014]。

4. 研究機関との連携

世界的に広く知られている観測所では、複数の機関や研究者が利用し総合的な観測を実施しているのに対して気象庁の観測所は測定項目が限られており、GAWの全球観測所としても物足ら

ない印象であった。ここ数年、国内研究機関との連携により観測項目を追加し強化を進めてきたところであるが、実施体制も軌道に乗ってきてようやく一步をスタートできたところである。離島の観測所では、装置の輸送や設置、保守に関する制約は多いが、今後も気象庁の定常観測と合わせて、連携による成果・新しい観測を模索していければと考える。ここでは現在実施中の各研究機関の研究観測を紹介する。

4-1 気象研究所

気象研究所は、気象庁と共同で定常観測のデータを利用し微量気体の輸送メカニズム解明等の解析研究を進めてきている。古くは1970年代に、バックグラウンド観測点の候補地として南鳥島について調査をしており技術報告にまとめている。南鳥島の気流の特徴としては、夏季に北太平洋高気圧に覆われ、海洋性熱帯気団の中に入るため、日本や大陸からの影響が少なく、12月から2月にかけては、大陸性高気圧の南東側周辺域に入り、大陸からの影響を受けやすい[斎藤, 1978]。このため夏季を中心にバックグラウンド大気中の観測が実施できるが、特徴的なイベントとしては、南鳥島で夏季に観測される低濃度 CO_2 は、気圧配置等に起因し高緯度側からの気塊流入によってもたらされる例もある[Wada et al., 2007]。

気象庁の観測項目(濃度)だけでは起源の特定などの解析を進めることが難しいことから、大陸起源の空気塊のトレーサーとしてラドン濃度観測を定常観測に追加する形で2007年から開始した。ラドンは、主に土壌から発生するガスで半減期3.8日のため、南鳥島に到着する頃には低濃度となるため、市販のラドン計では検出困難であった。大陸から離れた離島でも観測可能な高感度のラドン計を産総研と共同で開発し、南鳥島では2007年より観測開始した[Wada et al., 2010]。図5に2007年から2015年までに南鳥島で観測された大気中ラドン濃度の1時間平均値の変動

を示す。図中の実線は調和関数で近似した季節変化曲線を表わす。大陸から離れた洋上の観測点であるため年間を通して 2.8 Bq m^{-3} 以下の低濃度で、特に夏季の5月~10月中旬頃にかけては海洋性大気が支配的となり、 0.2 Bq m^{-3} 以下の非常に低い濃度となる。一方、冬から春先には大陸からの季節風の吹き出しが強まり、その影響で全体的に濃度が上昇すると同時に、短い周期の濃度変動も顕著となる。特に、数日間隔で発生する濃度上昇ピークが特徴的に認められる。南鳥島におけるラドンの平均日変動は 0.1 Bq m^{-3} 以下の非常に小さい振幅であることから、冬季から春季の濃度上昇ピークは島内の局地的な影響ではなく、寒冷前線の通過等に伴うアジア大陸からの空気塊の流入によって引き起こされていると考えられた。これらの高精度ラドン計による観測データと気象庁のガス観測データをあわせて利用し、陸域起源で半減期の短いラドンの特性を利用したラドン・トレーサー法を用いることにより、大陸からの CO_2 , CH_4 , CO の排出量の見積・評価を行った[Wada et al., 2014]。これまでの研究において、ラドン・トレーサー

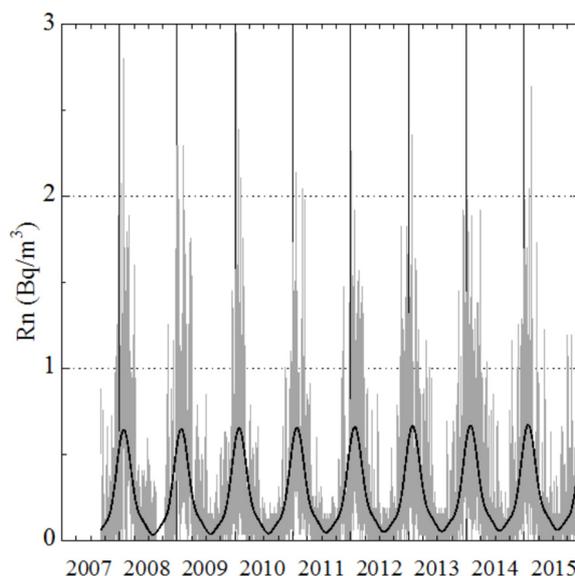


図5 南鳥島でのラドン観測結果。南鳥島で観測された大気中Rn濃度の1時間平均値(2007年9月-2015年12月)。実線は近似曲線による季節変化を示す。

法での排出量見積は経済統計値から推定された排出量推定値と整合しており、有効であることがわかり、長期的には東アジア域の排出量の変化を捉えられることが期待される。

もう一つのトレーサーとして、大気中水素(H_2)濃度の観測を実施している。 H_2 は CH_4 について2番目に多く存在する還元性微量ガスで、それ自身は温室効果ガスではないが、大気中の反応を通じて CH_4 濃度に影響を及ぼす等、全球的な大気化学の中で重要な役割を担っている。また H_2 の主要な発生源は大きく2つ、光化学反応と燃焼(化石燃料やバイオマス)があり、一方、吸収源は土壌による吸収が多くを占める。後者の吸収のため、北半球より南半球の方が高濃度になるという特徴的な濃度分布を示し、人為起源から排出される他の微量気体の濃度分布と異なる。この特徴に着目し、 H_2 をトレーサーとして用い空気塊の選別に利用することを目的として2011年11月から観測を開始している。気象庁は、 CO を測定するために還元性ガス検出器(RGD)を備えたガスクロマトグラフ(GC)を利用しており、このGC/RGD(TRA-1、ラウンドサイエンス製)において H_2 のピークを検出することができる。気象庁の装置を活用し、 H_2 標準ガスを導入することにより、大気中濃度を算出している。

4-2 国立環境研究所・産業技術総合研究所

気象庁が実施している以外の観測項目について、観測技術を有する国内研究機関と連携し、南鳥島の観測施設等のプラットフォームを共有することにより、2011年より研究観測を開始している。具体的には、現地で気象庁職員がフラスコ容器中に大気採取を行い持ち帰った後、国環研にてハロカーボン(横内)、酸素(遠嶋)、放射性炭素同位体(寺尾)、産総研にて CO_2 安定同位体比(村山)の分析を行っている。これらは、環境省の地球環境保全試験研究費(地球一括)により開始され現在も継続している。2015年より大気中の主成分であるアルゴン(産総研、石戸谷)の分析も科学研究補助金により開始している。他機関

においても、目的とする濃度値を算出するため、その他の項目についても分析を行うことがあることから、気象庁が観測する温室効果ガスの観測データについて、異なる装置で測った両者を比較することにより、観測データの品質管理を実施することができるというメリットがある。多くの観測結果を総合的に診ながら、精度の高い観測が維持される体制が整いつつある。

また最近の分析技術の進歩によって、高精度かつコンパクトな分析計が普及しつつあることから、これらを積極的に導入し現地での連続観測の構築を進めているところである。観測所のスペースや保守頻度など、様々な条件に沿うように観測システムを構築・試験し持ち込む必要はあるが、時間分解能の高い連続データを取得することは、変動メカニズムを理解する上で重要と考える。昨年末、石戸谷らが、磁気式酸素計を用いた観測システムを構築した後、南鳥島に設置して観測を開始したところである。現在フラスコ観測が中心の測定項目についても、今後、現地での連続観測化を進めていきたい。

5. おわりに

気象大学の学生時代土器屋先生に師事し、富士山の降水を分析していた私のもとに(当時はその存在すら知らなかった)南鳥島の雨が届いた。気象庁が南鳥島での降水観測を開始するため、試験的に降水試料を分析して欲しいとの依頼であった。縁あって依頼主の部署に配属になってから彼は20年近く、温室効果ガス等の微量気体の観測を中心とした仕事を続けさせてもらい、今も研究観測で機器の保守のため年1回程度は南鳥島に渡島している。常に離島へき地での観測を維持運営する立場に近い位置にいた経験から、観測の長期継続は、担当者の努力だけでは難しく、実に多くの人の協力や支援を元に成り立っているのだなとつくづく思う。得られた観測データは、広く利用してもらうためインターネット回線から容易にダウンロードできるように変わってきている時代だが、機械が勞せず吐出した数字の羅列で

はなく、多くの人の苦労が積み重なって築きあげられてきた産物とも思う。数え上げればきりがないので、観測を通じてこれまで出会った多くの皆さんに感謝して本稿を終わりとしたい。

6. 参考文献

- Niwa, Y. et al. (2014), Seasonal Variations of CO₂, CH₄, N₂O and CO in the Mid-troposphere over the Western North Pacific Observed using a C-130H Cargo Aircraft, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 92(1), 50-70, doi: 10.2151/jmsj.2014-104.
- Tsuboi, K. et al. (2013), Evaluation of a new JMA aircraft flask sampling system and laboratory trace gas analysis system, *Atmos. Meas. Tech.*, 6, 1257-1270, doi:10.5194/amt-6-1257-2013.
- Ishidoya, S. et al. (2014), New Atmospheric O₂/N₂ Ratio Measurements over the Western North Pacific Using a Cargo Aircraft C-130H, *SOLA*, 10, 23-28, doi: 10.2151/sola.2014-006.
- Wada, A. et al. (2007), Influence of continental air mass transport on atmospheric CO₂ in the western North Pacific, *J. Geophys. Res.*, 112, D07311, doi:10.1029/2006JD007552.
- 斉藤博英 (1978), 候補地域(南鳥島と小笠原父島)の環境, *気象研究所技術報告*, 1, 105-116. doi: 10.11483/mritechrepo.01.
- Wada, A. et al. (2010), Development of a compact and sensitive electrostatic Radon-222 measuring system for use in atmospheric observation, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 2010, 88, 123-134. doi: 10.2151/jmsj.2010-202.
- Wada, A. et al. (2014), Quantification of emission estimates of CO₂, CH₄ and CO for East Asia derived from atmospheric radon-222 measurements over the western North Pacific, *Tellus*, Ser. B, 65, 18037, doi: 10.3402/tellusb.v65i0.18037.

原稿受領日: 2016年5月25日

掲載受理日: 2016年6月3日

著者所属:

1. 気象研究所

*責任著者:

Kazuhiro Tsuboi <ktsuboi@mri-jma.go.jp>

波照間島におけるハロカーボンの高頻度観測と東アジア域における排出量の解析研究（紹介）

Studies on the Halocarbons Emission Estimates Based on Their High-Frequency Observation at Hateruma Island (short review)

横内陽子^{1*}

温室効果気体として代替フロンを含むハロカーボン等の排出実態を把握することが求められる中、2004年に波照間島でそれらの高頻度連続観測が立ち上がった。得られた観測データは国内外のモデル研究者との共同研究として、グローバルあるいはアジア域の排出量解析に活用されている。その中から、特に温室効果気体として注目度の高いHFC-23、六フッ化硫黄、HCFC-22、HFC-134aと3種のPFCへの応用例を紹介する。いずれも中国からの排出量あるいはその増加傾向が際立っていることを明らかにしている。

1. はじめに

沖縄県波照間島(24.06°N, 123.81°E)にある国立環境研究所の観測ステーションでは、1993年から様々な温室効果ガスのモニタリングが長期・継続的に実施されている。波照間島は開発の恐れが少なく、密な植生の直接的な影響を受けないサイトで、選定された経緯はこの観測所の立ち上げを主導した井上元博士によって紹介されている⁽¹⁾。波照間島はアジア大陸のアウトフローの影響を受けることも多いため、中国を中心とするアジア域の排出シグナルを捉えることができる点でも優れている。このことは、波照間島のフットプリント(地表面からの排出量に対する濃度変動の感度)の例(図1)からもよく分かる [Fang et al., 2014]。

筆者らは2000年頃から、ハロカーボンと六フッ化硫黄(SF₆)を含む30成分以上の揮発性有機化合物を同時測定できる全自動低温濃縮-GC/MSシステムの開発を進め、2004年春に波照間ステーションに

おける連続観測を開始した[榎本ら, 2005; Yokouchi et al., 2006]。図2に観測例の一部を示す。これにより、詳細な大気濃度変動データが取得でき、トップダウン解析を使った東アジアにおけるハロカーボン等の排

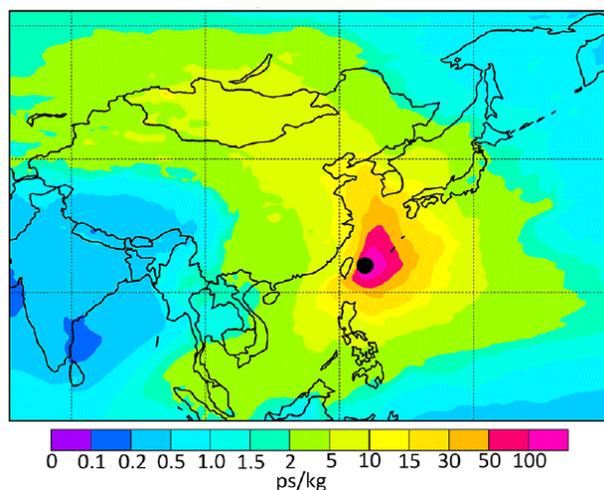


図1 Flexpartの20-day backward simulationsから得られた波照間の footprint emission sensitivity (2006-2012年の平均)[Fang et al., 2014]

出実態を把握することが可能になった。この装置開発と観測の概要については、別誌で詳しく紹介している⁽²⁾。本稿では、観測データの活用例を、特に中国からのハロカーボンと SF₆ の排出量評価に焦点を当てて紹介する。

なお、2006 年に北海道の落石岬⁽³⁾と韓国の済州島 Gosan⁽⁴⁾の2つの観測所でもハロカーボン等の連続観測が始まり、アジア域の排出実態の解明に弾みがついている。

2. HFC-23(CHF₃) ~ 強力な温室効果気体、中国が全世界の1/2以上を排出？

HFC-23は長い大気寿命(222年)と、非常に高い温暖化ポテンシャル(GWP₁₀₀=12,400)を持つ[Myhre et al., 2013]。他の多くの HFC⁽⁵⁾が、オゾン破壊物質である CFC⁽⁶⁾や HCFC⁽⁷⁾の代替品として生産されるのに対して、HFC-23は冷媒用 HCFC-22を製造する際の副産物として生成する。先進国では焼却等の処理によって環境への排出が抑えられているが、途上国ではその対策が十分でない。HFC-23の平均大気中濃度は2012年に25 pptに達し、1 ppt y⁻¹の割合で増加

している [Carpenter and Reimann et al., 2014]。

筆者らは、波照間島におけるハロカーボン連続観測を最初に報告した論文で、この HFC-23を含む4種類のハロカーボンについて中国からの排出量推定を試みた[Yokouchi et al., 2006]。中国起源の汚染ピークを特定し、各成分の濃度増大比を使うトレーサー比法により、2004~2005年の中国によるHFC-23排出量を10 ± 4.6 Gg y⁻¹と算出した。この量は、ベースライン濃度の変化から推定した年間の全球発生量のおよそ2/3に相当した。このトレーサー比法は、基本的には測定対象とする全化合物に応用できるが、(1)輸送中の反応による生成・消失がない、(2)排出分布が類似している、(3)他の排出源の影響がない、などの制約条件がある。

その後の多くの研究では、まず排出源分布を仮定して、次に予想される観測濃度変動を大気輸送モデルによって計算し、それが実測値と最もよく合うように排出分布を最適化していく逆解析の手法が用いられてきた。Stohl et al.[2010]はラグランジュ型の大気輸送モデル(FLEXPART)を使った逆解析法により、波照間島、落石岬とGosanの3ステーションで観測され

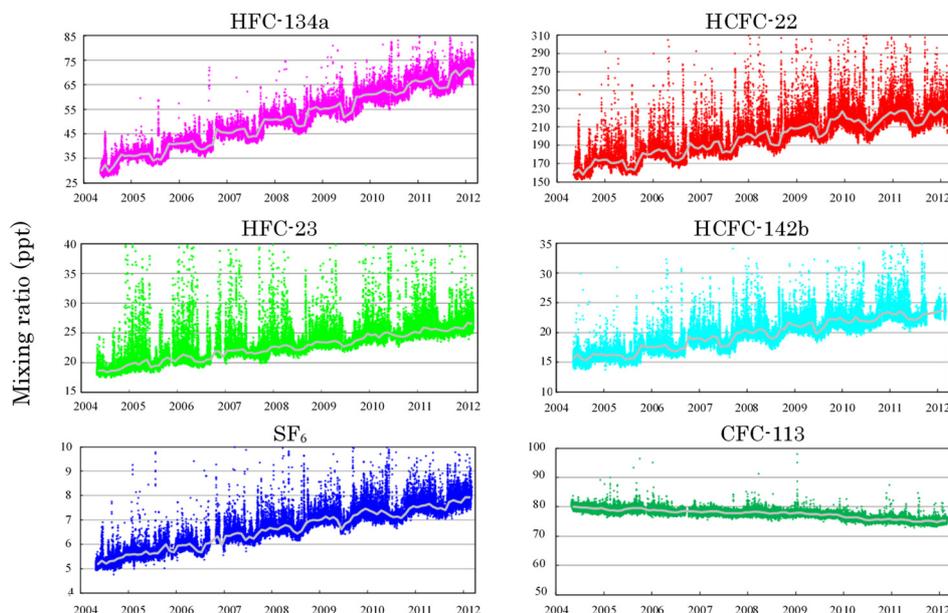


図2 波照間島におけるいくつかのハロカーボンと六フッ化硫黄の観測例(2004年5月~2012年2月)[横内ら, 2012]

たデータを基に、HFC-23 と他 3 種のハロカーボンについて東アジアの国別排出量を推定した。その結果、2008 年時点における中国からの HFC-23 排出量は $6.2 \pm 0.7 \text{ Gg y}^{-1}$ と求められ、全球の推定排出量の半分を占めた。さらに、Fang et al.[2015]は同じ 3 ステーションの 2007~2012 年の観測値を使い、この期間の東アジアにおける HFC-23 排出量の経年変化を計算した。中国からの HFC-23 の年間排出量は 2007~2010 年の期間は約 6.3 Gg y^{-1} 、2011 年と 2012 年はそれぞれ約 7.1 Gg y^{-1} と 8.8 Gg y^{-1} と見積もられ、近年増加傾向にあることが分かった。2012 年の中国の値は全球排出量の約 2/3 に相当し、東アジア全体の HFC-23 排出量の 94 ~ 95 %を占めた。図 3 に、Stohl et al.[2010]による推定排出マップを示す。逆解析後の HFC-23 排出源分布は、その生成源となる中国内の HCFC-22 製造工場の所在地とよく対応している。

3. 六フッ化硫黄 (SF₆) ~ 最強の温室効果気体、中国が全世界の 1/3 を排出！

SF₆ は非常に長い大気寿命(3200 年)を持ち、GWP₁₀₀ 値も 23500 に達する [Myhre et al., 2013]。この化合物は主に電気設備の絶縁体として広く使われ

ている。SF₆ の平均大気中濃度は 2012 年に 7.6 ppt に達し、およそ 0.3 ppt y^{-1} の割合で増加している [Carpenter and Reimann et al., 2014]。

Fang et al. [2014]は、アジアの 3 ステーション(波照間島, 落石岬, Gosan)だけでなく、アイルランドの Mace Head(53.33°N , 9.90°W)とアメリカ合衆国の Trinidad Head(41.05°N , 124.15°W)を加えた 5 ステーションの高頻度観測データを使い、東アジア各国からの SF₆ 排出量の経年変化を逆解析手法で推定した。アジア以外の遠方の 2 ステーションのデータを加えても、東アジアの排出量結果にほとんど影響を与えないことを確認した。一方、波照間島のデータを除いた場合には、どのステーションの組み合わせでも、中国からの SF₆ 排出量が約 10 %低めに計算された。図 4 は、2004~2012 年の国別 SF₆ 排出量の計算結果を過去の研究例と共に示したもので、中国からの排出量の急増ぶりがうかがえる。東アジア全体の SF₆ 推定排出量は 2006 年の 2.4 Gg y^{-1} から 2009 年の 3.8 Gg y^{-1} まで増加した後ほぼ安定した。その内、中国が 60 ~ 72 %, 日本が 5~16 %を占めている。全球の発生量に対しては、東アジア全体でおよそ半分、中国単独でおよそ 1/3 を占めることになる。なお、図 4 の日本を見ると、SF₆ 排出量は年々減少傾向にある中、2011

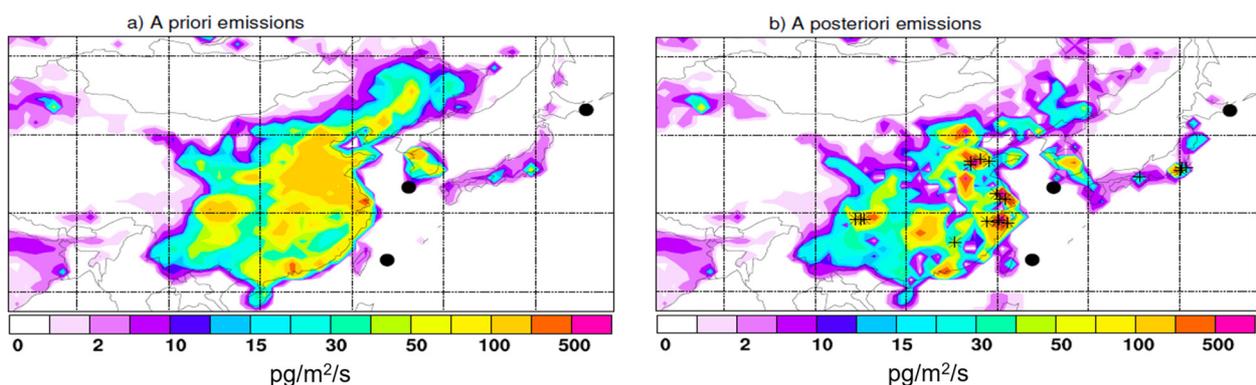


図 3 2008 年における HFC-23 排出量の推定マップ(左: a priori, 右: a posteriori)[Stohl et al., 2010]。黒丸は観測ステーション, * 印は中国と日本国内における HCFC-22 の生産工場の位置を示す。

年のみ前後の年の 2 倍に異常増加している。これは東日本大震災により高圧電気設備に閉じ込められていた SF₆ が漏れ出したことによると見られている。震災時の漏洩による異常な排出は、CFC などについても落石岬と波照間島の観測データの解析により明らかにされている[Saito *et al.*, 2015]。

4. HCFC-22 (CHClF₂) ~ オゾン破壊物質かつ温室効果気体, 先進国からの放出が減る中で, 中国からの排出は増加傾向!

HCFC-22 は CFC に代わりエアコン用冷媒として広く使われているが、それ自身もオゾン破壊物質である。このため、モントリオール議定書により、先進国では 2020 年、途上国では 2030 年の全廃スケジュールが決まっている。また、温室効果気体でもある (GWP₁₀₀=1,760, Myhre *et al.*, 2013)。2012 年の全球の平均濃度は 220 ppt に上り、5.6 ppt y⁻¹ の割合で増加を続けている [Carpenter and Reimann *et al.*, 2014]。

Yokouchi *et al.*[2006]は中国からの HCFC-22 排出量に関して、波照間島における観測を基にしたトレーサー比法により、2004~2005 年の排出量をおよそ 52 Gg y⁻¹ と推定した。Stohl *et al.*[2009]は、AGAGE⁽⁴⁾の 8 ステーションと波照間島の観測値を使い、逆解析法により 3 種類のハロカーボンの世界的な地域別排出量を計算した。その中で中国の 2005 年と 2006 年における HCFC-22 排出量をそれぞれ 59.8 Gg y⁻¹, 70.7 Gg y⁻¹ と推定した。両年とも全球排出量の約 1/4 に相当する。続いて、Stohl *et al.*[2010]のアジアに重点を置いた解析では、2008 年の中国からの HCFC-22 排出量は 65.3 Gg y⁻¹ と算出された。

Shirai *et al.*[2010]は波照間島の 2005~2007 年の冬データを用いて、領域気候モデルとベイズ法による逆解析を使い、アジア域の地域別 HCFC-22 排出量を計算した。中国からの HCFC-22 排出量はおよそ 32 Gg y⁻¹ で、中央地域からの排出が中国全体の半

分に寄与することを示した。一方、Saikawa *et al.*[2012]は、AGAGE⁽⁴⁾の各ステーションと波照間島、落石岬の高頻度観測データと NOAA-ESRL の 20 ステーションにおける定期観測データを基に、3 次元全球化学輸送モデル MOZARTv4 を用いた逆解析を使って 1995-2009 年の HCFC-22 のグローバル/リージョナル排出量を推定した。この論文では、中国の排出量は単独では評価されず、中国、北朝鮮、韓国と他の南アジアの国を含む“Article 5 Asia”⁽⁹⁾として報告されている。この Article 5 Asia からの排出量は 2005 年には 46.0 ± 21.7 Gg/y であったが、2008 年には 213 ± 20.8 Gg y⁻¹ まで急増し、その一方、先進国からの HCFC-22 推定排出量には大きな変化のないことが分かった。なお、2008 年の全球排出量は 367 ± 26.1 Gg y⁻¹ と推定されたので、Article 5 Asia の国々がその 6 割近くに寄与していることになる。

Fortems-Cheiney *et al.*[2013]は波照間島、落石岬と共に NOAA と AGAGE の観測値を使い、全球化学

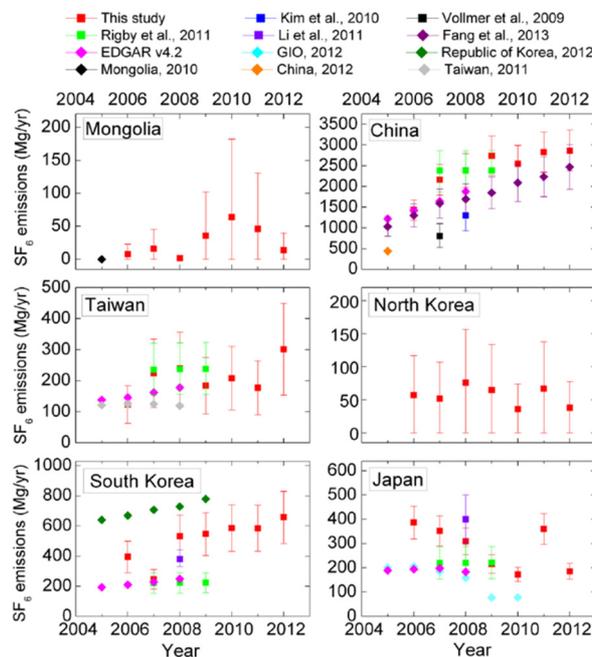


図 4 東アジアの国別 SF₆ 排出量の経年変化 [Fang *et al.*, 2014]

輸送モデルと組み合わせた逆解析によって、1995～2010年のHCFC-22排出量分布の経年変化を推定した。ここでは時間分解能を上げた計算により排出量の季節変化も明らかにされている。中国の排出量について、2009-2010年に $148 \pm 6 \text{ Gg y}^{-1}$ に上ること、また、東アジアでは排出量の季節変化が特に顕著で、夏のHCFC-22排出量は冬の2倍以上であることなどが分かった(図5)。夏には空調機器の利用が増え、メンテナンスに伴う漏洩の機会も増すことが原因として考えられている。このような明瞭な季節変化は波照間島のデータが加わった2004年以降に検出が可能となっている。

5. HFC-134a (C₂H₂F₄) ~ カーエアコンの冷媒、中国からの排出量が急増中!

HFC-134aは大気寿命が13.4年、GWP₁₀₀は1300である[Myhre et al., 2013]。1990年代半ばからCFC-12の代替品としてカーエアコンに広く使われている。大気中に最も多く存在するHFCで、2012年の平均大気濃度はおよそ68 ppt、年増加率は5 ppt y⁻¹と報告されている[Carpenter and Reimann et al., 2014]。

Yokouchi et al.[2006]は、波照間島の観測値を使ったトレーサー比法により、2004/2005年の中国からのHFC-134a排出量を $3.9 \pm 2.4 \text{ Gg y}^{-1}$ と推定した。これ

に対して、Stohl et al.[2009]によるグローバル/リージョナルな解析研究では2005年に 9.8 Gg y^{-1} 、2006年に 11.9 Gg y^{-1} と、より大きな中国の寄与が見積もられた。さらに、Stohl et al.[2010]のアジアを中心とした解析では2008年の中国からの推定排出量は 12.9 Gg y^{-1} に上った。手法に違いがあるが、1, 2年の短い期間に中国からのHFC-134a排出量が大きく増加したことがうかがえる。

Fortems-Cheiney et al.[2015]は、HCFC-22の場合と同様の手法により、1995年～2010年にわたるHFC-134a排出量のグローバル/リージョナル分布と経時変化を詳細に解析した。図6に1995年と2010年のHFC-134a排出量推定分布を示す。ここでは、アジア域の観測サイトとしては波照間島、落石岬の他にGosanのデータも加えて解析している。その結果、全球のHFC-134a排出量が2000年の 78 Gg y^{-1} から2010年の $167 \pm 45 \text{ Gg y}^{-1}$ に倍増する間に、中国からの排出量は $< 1 \text{ Gg y}^{-1}$ から $20 \pm 4 \text{ Gg y}^{-1}$ まで急増したことが分かった。また、HCFC-22の場合と同様に冷媒として漏洩の機会が多くなる夏に排出量が増す季節変化が示された。

6. PFC-116 (C₂F₆), PFC-218 (C₃F₈), PFC-318 (C₄F₈) ~ 最強の温室効果気体、中国が全世界の20～70%を排出?

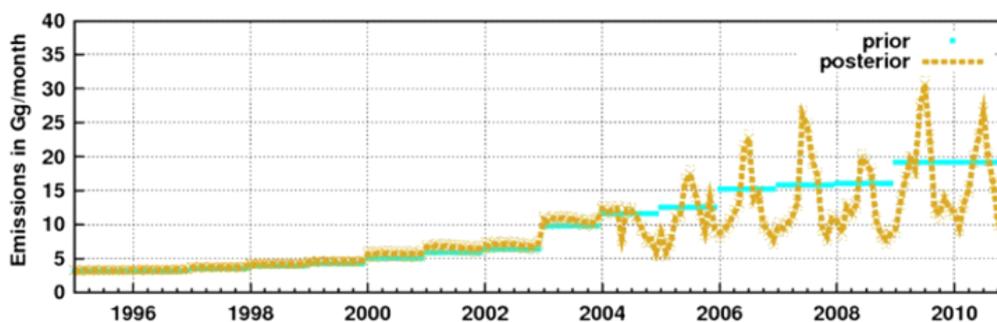


図5 東アジアの月別HCFC-22排出量. Priori(青), posterior(黄) [Fortems-Cheiney et al., 2013]

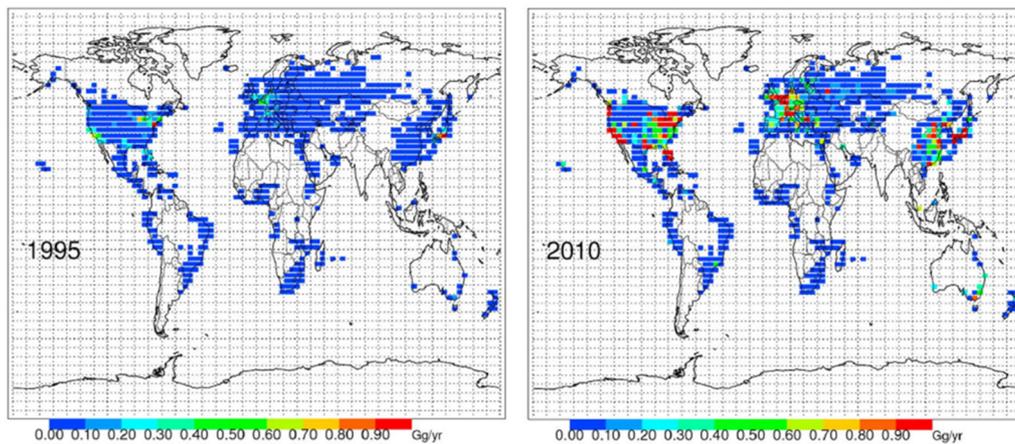


図6 HFC-134aの排出量分布. 左:1995年, 右:2010年 [Fortems-Cheiney et al., 2015]

PFC⁽¹⁰⁾は SF₆ と並んで、極めて長寿命であり (PFC-116:10,000 年, PFC-218:2,000 年, PFC-318:3,200 年), 高い温暖化能を持つ (GWP₁₀₀ は PFC-116 : 11,100 , PFC-218 : 8,900 , PFC-318 : 9,540)[Myhre et al., 2013]。主な発生源はアルミ製造の副産物と半導体産業である。これら 3 種類の PFC は低濃度であるが、いずれも増加傾向にあり、2012 年の平均濃度はそれぞれ 4.2 ppt, 0.57 ppt, 1.24 ppt と報告されている [Carpenter and Reimann et al., 2014]。

Saito et al.[2010]は、波照間島と落石岬における観測データを基に、トレーサー比法と逆解析法の異なる手法で PFC の排出量を推定した。ここで用いた逆解析法は[Stohl et al., 2009]と[Stohl et al., 2010]に準ずる。中国からの排出量は、トレーサー比法と逆解析法でそれぞれ、PFC-116:0.57 Gg y⁻¹, 0.499 Gg y⁻¹, PFC-218 : 0.08 Gg y⁻¹, 0.157 Gg y⁻¹, および PFC-318:0.73 Gg y⁻¹, 0.422 Gg y⁻¹と推定された。後者の推定値を採用すると、ベースライン濃度の経年増加率から求めたグローバルな排出量(PFC-116:2.2 Gg y⁻¹, PFC-218:0.4 Gg y⁻¹, PFC-318:0.6 Gg y⁻¹)に対して、中国の占める割合はそれぞれ 20 %, 40 %, 70 %に上った。

なお、Kim et al.[2010]による Gosan のデータと HCFC-22 排出量(83 Gg)を基準としたトレーサー比法

に基づく解析では、中国から排出される PFC 量はやや小さく推定されている(PFC-116 : 0.49 Gg y⁻¹, PFC218:0.09 Gg y⁻¹)。

7. おわりに

波照間島におけるハロカーボン観測データの活用例から、中国による人為起源ハロカーボン排出に関わる研究を中心に紹介した。PFC や HFC-23 については、中国が最大の排出国であり、他のハロカーボンについても排出量が急増している実態が明らかになっている。今後も、波照間島における観測データがアジア域のハロカーボン排出実態の解明に一層役立つことが期待される。波照間島における VOC 連続観測の対象にはいくつかの自然起源 VOC も含まれており、プロモホルム、ジプロモメタン、ジヨードメタン、ヨウ化メチルなどの動態について新しい知見が得られている[Yokouchi et al., 2011; Yokouchi et al., 2016 他]。

波照間島におけるハロカーボンの観測は、環境省および国立環境研究所地球環境研究センターのプロジェクトの一環として、関係者の多大な協力を得て実施されてきた[横内ら, 2005; 2009, 2012]。なお、2012 年度以降の観測の責任者は、国立環境研究所の斉藤拓也博士に引き継がれている。

8. 参考文献

- Carpenter, L.J. and S. Reimann (Lead Authors), J.B. Burkholder, C. Clerbaux, B.D. Hall, R. Hossaini, J.C. Laube, and S.A. Yvon-Lewis (2014), Ozone-Depleting Substances (ODSs) and Other Gases of Interest to the Montreal Protocol, Chapter 1 in Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 55, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- 榎本孝輝・横内陽子・泉克幸・稲垣敏治(2005) PFC,HFCを含むハロカーボン分析システムの開発と大気観測への応用. 大気環境学会誌, 40, 1-8.
- Fang, X., A. Stohl, Y. Yokouchi, J. Kim, S. Li, T. Saito, S. Park, and J. Hu (2015), Multiannual Top-Down Estimate of HFC-23 Emissions in East Asia, *Environ. Sci. Technol.*, 49(7), 4345-4353, doi:10.1021/es505669j.
- Fang, X., R. L. Thompson, T. Saito, Y. Yokouchi, J. Kim, S. Li, K. R. Kim, S. Park, F. Graziosi, and A. Stohl (2014), Sulfur hexafluoride (SF₆) emissions in East Asia determined by inverse modeling, *Atmos. Chem. Phys.*, 14(9), 4779-4791, doi:10.5194/acp-14-4779-2014.
- Fortems-Cheiney, A., F. Chevallier, M. Saunois, I. Pison, P. Bousquet, C. Cressot, H. J. Wang, Y. Yokouchi, and F. Artuso (2013), HCFC-22 emissions at global and regional scales between 1995 and 2010: Trends and variability, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118(13), 7379-7388, doi:10.1002/jgrd.50544.
- Fortems-Cheiney, A., et al. (2015), Increase in HFC-134a emissions in response to the success of the Montreal Protocol, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120(22), doi:10.1002/2015jd023741.
- Kim, J., et al. (2010), Regional atmospheric emissions determined from measurements at Jeju Island, Korea: Halogenated compounds from China, *Geophys. Res. Lett.*, 37, doi:L12801, 10.1029/2010gl043263.
- Myhre, G., D. et al. (2013), Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Saikawa, E., et al. (2012), Global and regional emission estimates for HCFC-22, *Atmos. Chem. Phys.*, 12(21), 10033-10050, doi:10.5194/acp-12-10033-2012.
- Saito, T., X. Fang, A. Stohl, Y. Yokouchi, J. Zeng, Y. Fukuyama, and H. Mukai (2015), Extraordinary halocarbon emissions initiated by the 2011 Tohoku earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 42(7), 2500-2507, doi:10.1002/2014gl062814.
- Saito, T., Y. Yokouchi, A. Stohl, S. Taguchi, and H. Mukai (2010), Large Emissions of Perfluorocarbons in East Asia Deduced from Continuous Atmospheric Measurements, *Environ. Sci. Technol.*, 44(11), 4089-4095, doi:10.1021/es1001488.
- Shirai, T., Y. Yokouchi, S. Sugata, and S. Maksyutov (2010), HCFC-22 flux estimates over East Asia by inverse modeling from hourly observations at Hateruma monitoring station, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 115, D15303, doi:10.1029/2009jd012858.
- Stohl, A., et al. (2010), Hydrochlorofluorocarbon and hydrofluorocarbon emissions in East Asia determined by inverse modeling, *Atmos. Chem. Phys.*, 10(8), 3545-3560.
- Stohl, A., et al. (2009), An analytical inversion method for determining regional and global emissions of greenhouse gases: Sensitivity studies and application to halocarbons, *Atmos. Chem. Phys.*, 9(5), 1597-1620.
- Yokouchi, Y., S. Taguchi, T. Saito, Y. Tohjima, H. Tanimoto, and H. Mukai (2006), High frequency measurements of HFCs at a remote site in east Asia and their implications for Chinese emissions, *Geophys. Res. Lett.*, 33(21), L21814, doi:10.1029/2006gl026403.
- Yokouchi, Y., T. Saito, A. Ooki, and H. Mukai (2011), Diurnal and seasonal variations of iodocarbons (CH₂ClI, CH₂I₂, CH₃I, and C₂H₅I) in the marine atmosphere, *J. Geophys. Res.*

Atmos., 116, D06301, doi:10.1029/2010jd015252.

Yokouchi, Y., T. Saito, J. Zeng, H. Mukai, and S. Montzka
(2016), Seasonal variation of bromocarbons at Hateruma
Island, Japan: Implications for global sources, *J. Atmos.
Chem.*, doi:10.1007/s10874-016-9333-9.

横内陽子・遠嶋康徳・向井人史・藤沼康実(2005) 東アジ
アにおけるハロカーボン排出実態解明のためのモニタ
リングシステム構築に関する研究. 平成 14~16 年度環
境省地球環境研究総合推進費終了研究成果報告書(横内
陽子代表著, 環境省地球環境局研究調査室), 53pp.

横内陽子・斉藤拓也・向井人史・白井知子・菅田誠治 (2009)
東アジアにおけるハロゲン系温室効果気体の排出に関
する観測研究, 地球環境保全試験研究費(地球一括計上)
平成 20 年度終了研究成果報告集(環境省地球環境局総務
課研究調査室著, 環境省地球環境局総務課研究調査室,
299p.), 245-299.

横内陽子・斉藤拓也・Shamil Maksyutov・古山祐治・向井
人史(2012) 東アジアにおけるハロカーボン排出実態解
明のための高頻度・高精度モニタリング研究, 地球環境
保全試験研究費(地球一括計上)平成 23 年度終了研究成
果報告集(環境省地球環境局総務課研究調査室編, 287p.),
237-282.

(1) CGER の 20 周年号

(<http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201210/263003.html>)

(2) CGER ニュース

(<http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201212/265004.html>)

(3) 国立環境研究所落石ステーション, 43.16°N, 145.50°E

(4) AGAGE (Advanced Global Atmospheric Gases

Experiment)の Gosan ステーション(33.28°N, 126.17°E)

(5) HFC: hydrofluorocarbon

(6) CFC: chlorofluorocarbon

(7) HCFC: hydrochlorofluorocarbon

(8) NOAA-ESRL: National Oceanic & Atmospheric

Administration - Earth System Research Laboratory

(9) モントリオール議定書の第 5 条で開発途上国の特別な事
情が規定されている。ここではそれに該当する国々を指す。

(10) PFC: perfluorocarbon

原稿受領日: 2016 年 5 月 11 日

掲載受理日: 2016 年 6 月 6 日

著者所属:

1. 国立環境研究所

***責任著者:**

Yoko Yokouchi <yokouchi@nies.go.jp>

2018 年 iCACGP/IGAC 国際会議の日本開催決定

谷本浩志^{1*}, 永島達也¹, 竹川暢之², 入江仁士³, 宮崎雄三⁴, 笠井康子⁵

日本のアスリートにとって 2020 年東京オリンピックは待ち遠しいことでしょう。しかし、その前に私たち大気化学者にとってのオリンピックとも言える国際会議の日本開催が決定しました。The joint 2018 14th Quadrennial iCACGP Symposium and 15th IGAC Science Conference 「2018 年 iCACGP/IGAC 国際会議」の日本開催が正式に決まりましたのでご報告します。

正式名称「第 14 回 iCACGP・第 15 回 IGAC 合同国際会議」は 2018 年 9 月最終週に香川県高松市での開催となりますが、1994 年に「第 8 回 iCACGP・第 2 回 IGAC 合同国際会議」が富士吉田市で開催されて以来、実に四半世紀ぶりの日本開催です。また、SPARC2018 国際会議も京都での開催が予定されており、iCACGP/IGAC 会議を高松で行った翌週に SPARC 会議を京都で開催する予定で双方が調整しています。

選考にあたっては 2015 年 11 月 17 日に iCACGP および IGAC から国際公募がなされ、2016 年 3 月 31 日までにギリシャ、イギリス、カナダ、チェコ、韓国、日本の 6 カ国が招致に立候補しました。その後、iCACGP と IGAC 双方の役員会で役員による投票が非公開で行われ、双方で「日本提案」が 1 位となりました。5 月 12 日に内定の連絡があり、6 月 1 日付の IGAC eBulletin において全世界に向けて正式発表されました。

6 カ国もの立候補は過去になく、また提案書も過去にないクオリティの高さで、投票結果は接戦だったようですが、大気化学研究の発展に多大な



図 1 2018 年 iCACGP/IGAC 国際会議のロゴ

貢献をしながらも未開催のイギリス、初開催を目指した韓国を押さえて日本提案が選ばれたことには日本の大気化学研究の発展にとって大きな意義があると思われます。

1994 年会議は「日本の大気化学の父」とも言える先生方(小川利紘, 秋元肇, 河村公隆, 植松光夫他の先生方)が手作りで開催され、約 260 名(外国人 170 名, 日本人 90 名)の参加者を集めて、日本の大気化学研究の促進に大きなモーメントを与えると同時に、日本の大気化学研究が国際的に認知されるきっかけとなりました。その成功は今も世界の研究者の記憶に残る歴史的な一コマとして語り継がれています。

今回は IGAC 発足当時の倍にあたる 500 名が参加する会議を(1994 年会議には参加していない)現役世代がホストとして開催することとなりますが、IGAC の親組織である IGBP が発展的に解消し Future Earth として新しい出発をした現在、新しい世代で新しい挑戦に臨みたいと思います。



図2 瀬戸内海の景色



図3 会場となる「サンポート高松」周辺

今回の招致にあたっては、日本学術会議 IGAC 小委員会で検討を行い、招致準備委員会として谷本浩志、竹川暢之、永島達也、入江仁士、宮崎雄三、笠井康子のメンバーを中心に、高松観光コンベンション・ビューローの協力のもと準備を進めてきました。また、文部科学省(馳大臣)、環境省、関連する大学および研究所(北海道大学、東京大学、東京工業大学、千葉大学、名古屋大学、京都大学、香川大学、国立環境研究所、海洋研究開発機構、情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構)、学術団体(日本大気化学会、日本地球惑星科学連合、日本気象学会、日本地球化学会)、日本学術会議の国内委員会(IWD 分科会、IUGG 分科会、IAMAS 小委員会、SPARC 組織委員会)、香川県、高松市、観光庁といった自治体や政府機関から合計で 26 通ものサポートレターを頂きました。

余談ですが、高松は私、谷本が生まれ 18 年間育った地でもあります。美しい瀬戸内海の魅力を世界の大気化学者に感じて頂ける機会が日本そしてアジアの大気化学者、特に 25 年後を担う若手研究者や学生諸君が成長する機会となることを願って第一報のお知らせといたします。

略語一覧:

iCACGP: International Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution (大気化学と地球汚染に関する委員会)

IGAC: International Global Atmospheric Chemistry Project (地球大気化学国際協同研究計画)

SPARC: Stratospheric Processes and Their Role in Climate (成層圏プロセスとその気候における役割研究)

IGBP: International Geosphere-Biosphere Programme (地球圏－生物圏国際協同研究計画)

Future Earth (フューチャーアース)

著者所属:

1. 国立環境研究所
2. 首都大学東京 都市教養学部
3. 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
4. 北海道大学 低温科学研究所
5. 情報通信研究機構

*責任著者:

Hiroshi Tanimoto <tanimoto@nies.go.jp>

環太平洋国際化学会議(Pacificchem)2015 参加報告

坂本陽介^{1, 2*}, 梶井克純^{1, 2, 3}

1. はじめに

環太平洋国際化学会議(Pacificchem)2015が、2015年12月15-20日の6日間、ハワイのワイキキで開催された。著者らは幹事(梶井)及び招待講演者(坂本)として参加し、"Reactive Intermediates in Combustion and Atmospheric Chemistry"のセッションにおいて発表を行った。ハワイというリゾート地での開催ということもあって、非常に開放的な雰囲気の中で発表は行われた。当セッションにおける参加人数は概ね30人程であったが、議論は活発に行われ多くの最新の話題を聴くことが出来た。

2. セッションの概要

2012年に直接検出が報告されて以来、クリーギー中間体の大気化学における役割の再調査は大きな話題の一つとなっており、著者らが参加したセッションにおいても関連する発表件数が最も多かった。米国サンディア国立研究所のC. Taatjes博士による近年の再調査の発端となった光イオン化質量分析法による直接検出、台湾国立交通大学のY. Lee教授による赤外吸収法を用いた検出及び台湾中央研究院原子分子科学研究所のJ. Lin教授による紫外吸収法を用いた検出及び水ダイマーとの反応速度定数などが報告された。

大気有機エアロゾルの変質過程に関わる化学反応も関連する発表件数が多いテーマの一つであった。米国ローレンス・バークレー国立研究所のK. Wilson博士による有機エアロゾル中でのOHラジカル不均一反応により引き起こされるラジカル連鎖反応や、米国カリフォルニア大学アーバイン校のS. Nizkorodov教授による大気エアロゾル中の有機成分の光分解とそれに続くラジカル反応などが報告された。

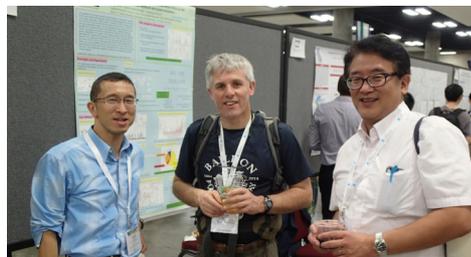


図1 ポスター会場にて著者撮影(右より梶井, D. Heard 教授(英国リーズ大学), 加藤俊吾准教授(首都大学東京))

紙面の都合上割愛したが、例えば英国リーズ大学のD. Heard教授による大気HOxラジカルの直接観測や総OHラジカル反応性測定を用いた大気ラジカル反応化学理解度の評価など、上記以外にも大気反応化学に関する最新の興味深い話題が多く報告された。

3. おわりに

当学会の特徴はリゾート地での開催である。開放的かつなごやかな会場の雰囲気は、特に若手の研究者にとって国際学会の経験を積むには非常に良い機会であると感じられた。2020年開催予定の次回環太平洋国際化学会議を今後5年間の研究の一つの区切りとして参加するのも良いかもしれない。

著者所属:

1. 京都大学 大学院人間・環境学研究科
2. 京都大学 大学院地球環境学学
3. 国立環境研究所

*責任著者:

Yosuke Sakamoto

<sakamoto.yosuke.7a@kyoto-u.ac.jp>

ゴールドシュミット会議参加レポート

服部祥平^{1*}

2016年6月26日から7月1日まで、横浜のパシフィコ横浜でゴールドシュミット国際会議が開催されました。本国際会議は、地球化学の総合的な国際研究集会です。2003年に倉敷で行われて以来の日本開催の大会であったため、日本の地球化学者が総出で約4年間にわたり準備してきた一大イベントでした。第26回目となる本年度は、3,700名程度の参加があったそうです。宇宙、惑星、固体地球、鉱物、大気・水圏、生物、環境など、高温から低温まで様々な地球化学に関する多くのセッションが設けられて、高いレベルの活発な議論が行われて大変盛況でした。毎日夕方に行われたソーシャルイベントでは、鏡開き、クラシックミュージック、合唱、侍ショー、けん玉ショーなどが日替わりで行われ、日本式のおもてなしに大いに会場が賑わっていました。私自身も、初日の'Jog in Yokohama'というイベントにスタッフ兼参加者として参加し、海外の研究者の方と交流しつつ朝のランニングを楽しみました。

会期中の1週間は、たくさんの著名な研究者の、高いレベルの発表たちに圧倒されるばかりだったのですが、私が個人的に最も感銘を受けたのは、今年度のClarke Award賞を受賞したLaurence Yeung博士(Rice University)の"The Diversity of Isotopic Ordering in Small Molecules"という発表でした。彼は、二重置換同位体分子種(クランプトアイソトープ)の分析による地球化学展開を専門としており、特に酸素分子のクランプトアイソトープを用いた大気化学・生物地球化学への応用が評価されての受賞です。彼とは2012年以来交流があったため、近い分野の友人の受賞に嫉妬と羨望を感じた一方、彼のように新しい分析手法を用いて大気化学への新しい展開を仕掛けていきたいと、気持ちを新たにしました。

私は、Approaching 50 Years of Mass-Independent Fractionation: A Signature of Chemical Processes Extending from Solar System Formation to TodayというセッションをJoel Savarino博士(LGGE/CNRS)とJames Farquhar教授(Univ. Maryland)と共同でコピナーを務めました。Keynoteスピーカーとして、オゾン生成の質量非依存分別を発見したMark Thiemens教授(UCSD)にお願いした他、新しい大気化学トレーサー手法の開発や、過去の大気酸化力の復元、初期地球の大気化学組成の解読などの発表がなされました。質量非依存分別という現象に着目した地球化学の広がりを感じる大変活発なセッションになったと思っています。同セッションには、国内からは名大、上智大、東工大の研究グループから講演がありましたが、私が研究を一緒に進めている石野咲子さん(DC1)の国際学会での口頭発表デビューもありました。本人は緊張したと言っていたのですが、南極のエアロゾル試料に見られる質量比依存分別に基づく大気酸化力の復元に関して明快な英語で発表をし、質疑応答にも「Thank you for your question!」と元気に予備スライドを用いて答えていた姿はとでも頼もしかったです。このように、日本で行われる国際会議は、経験の少ない学生さんにとって貴重な機会・チャンスとなると、本会の成功を肌で感じた瞬間でした。来年度の本国際会議はフランスのパリでの開催とのことです。

著者所属:

1. 東京工業大学 物質理工学院

*責任著者:

Shohei Hattori <hattori.s.ab@m.titech.ac.jp>

第 22 回大気化学討論会のお知らせ

長谷部文雄^{1*}

第 22 回大気化学討論会を札幌市の北海道大学にて開催いたします。今年で 22 回を迎え、また『日本大気化学会』が発足して 3 回目の討論会となります。本討論会は下層から上層にかけての大気化学関連分野の研究者が一堂に会し、最新の研究成果の発表と意見交換、今後の研究計画、海外の研究動向に関する情報交換などを目的としております。

発表形式は口頭発表(20 分程度)およびポスター発表とします。口頭発表の講演時間等、詳細は決まり次第、下記の第 22 回大気化学討論会ホームページに随時掲載するとともに、日本大気化学会のメーリングリストにてご連絡します。

主催: 日本大気化学会, 名大宇宙地球環境研究所
 場所: 北大工学部フロンティア応用科学研究棟 2F
 日程: 2016 年 10 月 12 日(水)午後～14 日(金)午前
 懇親会: 2016 年 10 月 13 日(木)

エンレイソウ レストラン「エルム」(北大構内)

宿泊: 各自ご予約下さい(斡旋はいたしません)

発表・参加申込方法: 第 22 回大気化学討論会 HP:

<http://sower.ees.hokudai.ac.jp/touron2016/>

上で発表申込・参加登録・予稿提出をしてください。

発表申込〆切: 2016 年 8 月 19 日

発表予稿提出〆切: 2016 年 8 月 26 日

プログラム公開: 2016 年 9 月 9 日

事前登録・参加費懇親会費前納〆切: 2016 年 9 月 16 日。以降の登録・お支払いは当日扱いとなります。

討論会参加費※

前納: 学生 2,000 円, 一般 3,000 円

当日: 学生 3,000 円, 一般 4,000 円

懇親会費

前納: 学生 2,000 円, 一般 4,000 円

当日: 学生 3,000 円, 一般 5,000 円

※今回、非会員の参加費を上記それぞれの区分に対し 1,000 円加算することが日本大気化学会運営委員会で決定されました。会員の方は参加登録の際に会員番号をご記入ください。会員番号の記載がないと非会員扱いとなりますのでご注意ください。会員資格について不明点がある方は、日本大気化学会事務局 (jpsac-post@bunken.co.jp) にお問い合わせください。第 22 回大気化学討論会事務局にお問い合わせ頂いても対応できませんのでご注意下さい。

また、迅速かつ円滑なプログラム作成のため、発表申込および発表予稿締め切り期日を過ぎた申込みは、一切受け付けませんのでご注意ください。

なお、参加登録は当日も受け付けますが、円滑な討論会準備のため、できる限り、皆様の事前登録へのご協力をお願い申し上げます。登録料などの振込・振替の情報は上記 HP 上、および ML にてご連絡いたします。

問合せ先: 〒060-0810 札幌市北区北 10 西 5

北海道大学地球環境科学研究院

第 22 回大気化学討論会事務局

E-mail: touron2016@gmail.com

大会実行委員: 長谷部文雄(委員長), 宮崎雄三,

廣川淳, 藤原正智, 亀山宗彦(以上, 北大)

プログラム委員: 岩本洋子(東京理科大, 主担当),

谷本浩志(国立環境研), 町田敏暢(国立環境研),

入江仁士(千葉大)

著者所属:

1. 北海道大学 地球環境科学研究院

*責任著者:

Fumio Hasebe <f-hasebe@ees.hokudai.ac.jp>

日本地球惑星科学連合 2016 年大会「大気化学セッション」 開催報告

入江仁士^{1*}, 町田敏暢², 谷本浩志², 岩本洋子³

G7 伊勢志摩サミット 2016 の開催が世界の関心を引く中、日本地球惑星科学連合 2016 年大会において、5 月 25～26 日に「大気化学セッション」を開催いたしました。これは、日本大気化学会が、その前身の大気化学研究会のときを含め、連合大会に参加して以来の記念すべき 10 回目の開催でした。大気化学が連合大会の中で定着してきたことの証であると思います。これまでの会員の皆様のご尽力に感謝申し上げます。

さて、今回は口頭 24 件、ポスター 21 件、合計 45 件の発表がなされました。口頭会場には常に多くの方々にご参加いただき、また、ポスター会場においても大変活発な議論が展開されました(写真)。

今回の連合大会は、参加者が早期に日程確保を行えるように、前年の投稿数をもとにして、コマ数配分とコマ割りが 12 月に仮決定されました。その後、今年の投稿数でコマ数の微調整がなされました。これにより、参加者の皆様からは予定を立てやすかったとの嬉しいお声をいただくことができました。

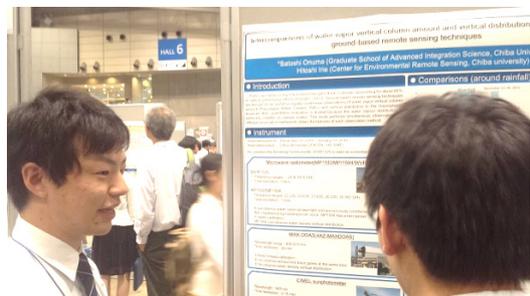
他方、発表数は前回に比べ減少してしまいました。しかしながら、今回はポスター 3 分口頭発表は設定されなかったため、発表の場が失われる支障はなく、適切なコマ数で大気化学セッションが開催されたと理解しています。発表数の減少の背景には、連合大会でのセッションの多様化、会費の値上げなどがあると思われませんが、プログラム委員といたしましては、本セッションをさらに盛り上げるための努力を継続して参りたいと思います。

最後になりますが、本セッションにご参加いただ

いた全ての方々に改めて感謝申し上げます。特に、ご講演していただいた方、議論にご参加いただいた方々に御礼申し上げます。来年もどうぞよろしくお願いいたします。



口頭発表会場にて



ポスター発表会場にて

著者所属:

1. 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
2. 国立環境研究所
3. 東京理科大学 理学部

*責任著者:

Hitoshi Irie <hitoshi.irie@chiba-u.jp>

日本大気化学会奨励賞の候補者募集について

日本大気化学会では下記の通り第12回(2016年度)奨励賞の募集を行います。皆様からの推薦(自薦, 他薦を問いません)をお願い致します。日本大気化学会事務局までメール(jpsac-post@bunken.co.jp)または郵便でお送り願います。

募集要項

1. 選考対象は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)で、2016年4月1日現在で37歳以下の者(※応募回数に制限はありません)。
2. 推薦資料は下記の事務局宛にメールまたは郵便で提出。
〒162-0801 東京都新宿区山吹町 358-5 アカデミーセンター
日本大気化学会事務局宛
e-mail: jpsac-post@bunken.co.jp

3. 推薦資料は次の4項目を含んだもので、A4で1ページ程度。
 - (1) 会員番号(2016年6月24日に会員宛に通知済み)
 - (2) 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)
 - (3) 推薦対象とする研究課題名
 - (4) 推薦理由
4. 推薦資料提出の締め切りは2016年7月31日。
注)
 - ・ 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、その指示に従って下さい。
 - ・ なお提出された資料は返却致しません。
 - ・ 資料は奨励賞の選考以外には使用致しません。受賞者は2016年10月の大気化学討論会での会員集会において表彰する予定です。

日本大気化学会会員集会プログラム

町田敏暢^{1*}

日 時:2016年5月26日(木)12:15-13:00

会 場:JpGU 大気化学セッション会場

幕張メッセ国際会議場 303 号室

- 1) 今村会長より挨拶
- 2) 会員報告, 会計報告
- 3) JpGU 大気化学セッションの開催状況
- 4) 大気化学討論会の準備状況
- 5) 発行誌「大気化学研究」について
- 6) 奨励賞の募集について

7) 事務局の移転に伴う報告

8) iCACGP/IGAC 国際会議の誘致について

著者所属

1. 国立環境研究所

*責任著者

Toshinobu Machida <tmachida@nies.go.jp>

日本大気化学会事務局の移転のお知らせ

町田敏暢^{1*}, 谷本浩志¹

2016年6月1日より、日本大気化学会の事務局機能が名古屋大学宇宙地球環境研究所から以下に移転しましたので、お知らせします。

●連絡先

〒162-0801 東京都新宿区山吹町 358-5

アカデミーセンター

日本大気化学会事務局

TEL:03-5389-6237 FAX:03-3368-2822

Email: jpsac-post@bunken.co.jp

●窓口担当: (株)国際文献社 岸 里絵子さん

・窓口への問合せや依頼に対して、

- 1) 会費納入や会員登録については岸さんが対応・回答します。
- 2) その他は庶務幹事と会員・会計幹事が対応します。

●会員・会計幹事: 谷本浩志 (国立環境研究所)

学会財務管理, 銀行口座管理, 入退会管理などを担当します。

●庶務幹事: 町田敏暢 (国立環境研究所)

年間業務運営, 集会事務支援, 受賞, 選挙, メール配信などを担当します。

●会員専用ページ(マイページ)を開設します。

<https://bunken.org/jpsac/mypage/>

(学会ホームページからもリンクが張られています。)

- ・個別にお送りした会員番号とパスワードを入力してログインしてください。
- ・ログイン後に「パスワードの変更」「登録情報の確認・変更」「会費納入状況の確認」「会員名簿の検索」ができます。
- ・会費納入状況で「未納」を確認された場合は、速やかに納入いただけますようご協力をお願いいたします。振込先は「会費納入状況」ページに記してあります。

最後に、研究会として発足以降、長きにわたって事務局を引き受け、裏方として学会を支えてくださった、松見豊先生、中山智喜先生に感謝申し上げます。

著者所属

1. 国立環境研究所

*責任著者

Toshinobu Machida <tmachida@nies.go.jp>

第 36 回日本大気化学会運営委員会議事録

日 時:2016 年 5 月 25 日(水)18:30-21:00

JpGU 大気化学セッション第 1 日目

場 所:幕張テクノガーデン

西中央棟(CB棟) 3階 303 号室小会議室

出席者:今村隆史, 入江仁士, 岩本洋子,

江波進一, 澤庸介, 谷本浩志, 松見豊,

町田敏暢, 持田陸宏

欠席者:梶井克純, 高橋けんし, 竹川暢之,

村山昌平

事務局出席:(松見豊), 中山智喜

監査委員:横内陽子

大気化学討論会実行委員:廣川淳

1) 会員・会計報告

松見委員より経理について報告があった。2014-2015 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。

2) 監査報告

横内監査委員より 2015 年度の日本大気化学会の会計状況について監査を行い、適正に経理が行われていると報告があった。

3) 大気化学討論会について

2016 年 5 月の大気化学討論会について実行委員の廣川会員より日程・会場および準備状況について報告があった。詳細は本誌記事参照。

4) JpGU の大気化学セッションについて

プログラム担当の入江委員より説明があった。詳細については本誌記事参照。来年度に AGU とのジョイントセッションにするかどうかについてメール等で

議論することにした。

5) 事務局の移転について

ワーキングの谷本委員, 町田委員より報告があった。平成 28 年 6 月より日本大気化学会の事務局の連絡先を名古屋大学から国際文献社にした。詳細については本誌記事参照。

6) 会員会費について

ワーキングの谷本委員, 町田委員より報告があった。平成 29 年度より一般会員の年会費を 4000 円にすることにした。学生会員についても年会費を徴収すること、および学生会員に対する学会としてのサービスを検討することにした。賛助会員の会費とメリットについて引き続き検討する。

7) iCACGP/IGAC 2018 の開催について

谷本委員より報告があった。国際委員会では日本開催が決定され 2018 年 9 月に高松で開催予定。

8) 「大気化学研究」誌について

江波委員より報告があった。Word テンプレートを作成したので今後はそれを使って投稿してもらうことにした。

9) ウェブサイトについて

検討ワーキングに岩本委員(リーダー), 町田委員, 「大気化学研究」誌担当 1 名+学生の体制で、今年度中に立ち上げることにした。

10) 学術会議の協力学術団体への登録について

今村会長より報告があった。引き続き登録を目指して学術誌などを整えることにした。

11) 奨励賞

2016 年度の奨励賞について議論した。詳細については本誌記事参照。

編集後記

多くの皆様のご協力のおかげで、「大気化学研究」誌第 35 号を発行することができました。厚くお礼申し上げます。

なお、本誌 35 頁に紹介されておりますとおり、日本大気化学会の事務局が移転致しました。それにもなつて、本誌に関する問い合わせ先が変更となっております。下記のとおりですので、お間違いのないようご注意ください。お願い申し上げます。(編集幹事一同)

大気化学研究 第35号 (2016年7月12日 発行)

編集兼発行：日本大気化学会

編集委員：高橋けんし(委員長), 澤庸介, 江波進一

連絡先：〒162-0801 東京都新宿区山吹町358-5 アカデミーセンター 日本大気化学会事務局

電話：03-5389-6237

FAX：03-3368-2822

電子メール：jpsac-post@bunken.co.jp

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

《本誌掲載著作物の転載を希望される方へ》

本誌に掲載された著作物を転載される場合は、上記までご連絡ください。無断での二次使用や勝手な加工はお控えください。