

## 東京で観測されたBCの被覆状態と光吸収係数の変化 Coating of black carbon aerosols and increase of their light absorption coefficient observed in Tokyo

青木 春樹<sup>1\*</sup>; 北 和之<sup>2</sup>; 茂木 信宏<sup>3</sup>; 大畑 祥<sup>3</sup>; 足立 光司<sup>4</sup>; 五十嵐 康人<sup>4</sup>; 小池 真<sup>3</sup>; 近藤 豊<sup>3</sup>  
AOKI, Haruki<sup>1\*</sup>; KITA, Kazuyuki<sup>2</sup>; MOTEKI, Nobuhiro<sup>3</sup>; OHATA, Sho<sup>3</sup>; ADACHI, Kouji<sup>4</sup>;  
IGARASHI, Yasuhito<sup>4</sup>; KOIKE, Makoto<sup>3</sup>; KONDO, Yutaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 茨城大学大学院理工学研究科, <sup>2</sup> 茨城大学理学部, <sup>3</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>4</sup> 気象研究所

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, <sup>2</sup> College of Science, Ibaraki University, <sup>3</sup> Graduate School of Science, The University of Tokyo, <sup>4</sup> Meteorological Research Institute

Black Carbon (BC) エアロゾルは直接効果により大気を加熱し、その気候に対する影響は大きく正の放射強制力を持っている。BCの光吸収係数はBCの大きさや形状、混合状態により異なる為、放射強制力推定値には不確定が大きい。BCは有機物や硫酸塩などの物質を被覆することで光吸収係数が増大することが知られ、レンズ効果と呼ばれている。実大気でのBCは形状や被覆物質が様々であり、レンズ効果による光吸収係数の増加量は十分に理解されていない。その為、BCの形状や混合状態の違いによる光吸収係数の増加量を正しく理解することは、BCの気候影響を理解する上で重要となる。本研究では、東京で実施された集中観測において、BC発生源の多い都市域におけるBCの光吸収係数を測定することにより、都市域で観測されるBCの光吸収係数の変化と、放出から短時間で生じた被覆による光吸収係数増加の寄与について定量化を行う。またその変化がどのような条件下で起こるのか調べる。

都市大気中のBCとその被覆物質による吸湿性の変化、降雨によるBCの沈着割合、都市域における光吸収係数の変化を目的として、2014年7月28日から8月15日に東京大学理学部1号館6階(地上20m)でBlack Carbon / Carbonaceous Aerosol Removal Experiment (BC-CARE) 観測が行われた。BC光吸収係数は音響光学法(PASS)により測定した。外気をPM1サイクロンとナフィオンドライヤーで除湿した後PASSに導入されるが、300℃ヒーターを通し被覆物質を揮発させてから導入する加熱測定と、ヒーターを通さず外気を導入する非加熱観測を30分毎に切り替え実施した。この加熱測定と非加熱測定時の光吸収係数の比からBCの被覆による光吸収係数増大率(FA)を得た。BC質量濃度と被覆割合(Dp/Dc)は、同時にSP2装置により測定された。観測からレンズ効果とみられる期間に関して、その期間に採取したエアロゾル試料を透過型電子顕微鏡(TEM)により観察し、BC混合状態を調べた。

7月29日に、レンズ効果による光吸収係数の増大率(FA)が最大で1.8(80%増加)まで増大するイベントが観測され、放出から短時間しか経ていないと考えられる都市域でも大きなレンズ効果が見られるケースが存在することがわかった。このイベントの前半にはFAとDp/Dcがともに約1から1.8まで増加した。しかし、イベント後半では、Dp/Dcは高い値を維持しているにも拘らず、FAは次第に減少していった。イベント前半及び後半に採取された試料をTEMにより電子顕微鏡観察したところ、FAとDp/Dcに相関のあったイベント前半では粒径1μm以上の被覆したBCが多く観察された。一方、FAとDp/Dcに相関が見られなくなったイベント後半の試料では、粒径1μm以上の被覆したBCはほとんど観測されず、0.5μm以下の被覆BCが多く観察された。Dp/Dcを測定しているSP2の測定粒径範囲は1μm以下であるのに対し、PASSはPM1サイクロンにより粒径1μm以上の粒子を制限しているが、1μm程度の粒子は測定している。このことから、イベント前半と後半での違いは、粒径約1μm以上の粒子の変化が影響している可能性が考えられる。しかし、イベント後半に被覆をもつ小さい粒子が存在していたのにFAが減少していた理由についてはまだよくわかっていない。今後、その理由及びどのような状況で被覆が大きくなったのか検討していく。

キーワード: ブラックカーボン, 光吸収係数, レンズ効果, 電子顕微鏡

Keywords: Black carbon, Light absorption coefficient, Lens effect, Electron microscope

## レーザー誘起白熱光-質量分析計 (LII-MS) を用いたブラックカーボン混合状態別のエアロゾル化学組成のオンライン測定 Online Measurement of Aerosol Chemical Composition Classified by Black Carbon Mixing State using a LII-MS

小澤 優哉<sup>1\*</sup>; 武田 直希<sup>2</sup>; 小泉 和裕<sup>2</sup>; 竹川 暢之<sup>3</sup>  
OZAWA, Yuya<sup>1\*</sup>; TAKEDA, Naoki<sup>2</sup>; KOIZUMI, Kazuhiro<sup>2</sup>; TAKEGAWA, Nobuyuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学, <sup>2</sup> 富士電機株式会社, <sup>3</sup> 首都大学東京  
<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>Fuji Electric, Co., Ltd., <sup>3</sup>Tokyo Metropolitan University

エアロゾルは直接・間接効果により地球の放射収支に大きな影響を与えている (IPCC 2013)。これらの効果はエアロゾルの化学組成や混合状態に強く依存する。特に硝酸塩、硫酸塩、有機物とブラックカーボン (BC) の混合状態はエアロゾルの直接・間接効果を推定する上で重要な要素となる。

我々はこれまで、BC の混合状態別に化学組成を定量する新しい手法としてレーザー誘起白熱光分析 (LII) と質量分析 (MS) の手法を組み合わせた分析法 (LII-MS) を開発してきた (Miyakawa et al., AST, 48, 853-863, 2014)。本研究の目的は、室内実験による LII-MS のさらなる性能評価と、東京郊外における実大気観測に基づき BC 混合状態別化学組成の変動を理解することである。

LII-MS は LII と MS をタンデムに接続することで BC 混合状態別にエアロゾルの組成を測定する。LII 部では波長 1064 nm のレーザー共振器内にエアロゾルを導入することで BC を含む粒子を選択的に検出・気化させることができる。MS 部では粒子トラップ-レーザー脱離質量分析計 (Takegawa et al. AST, 46, 428-443, 2012) によりエアロゾルの化学組成を定量する。LII レーザーの ON と OFF を切り替えることで、BC を内部に含む粒子 (内部混合粒子) と含まない粒子 (外部混合粒子) の組成を定量することができる。

Miyakawa et al. (2014) で記述されたものに比べて、ハードウェア構成の変更や追加の評価実験を行った。まず、より安定した動作を実現するために、LII レーザーをスイッチングする制御系を変更した。次に、BC 混合状態の定量をより精密に行うために、LII レーザーの ON/OFF と信号のバックグラウンドを取る zero-air モードのサイクルに変更を加えた。さらに、LII-MS の重要な要素であるタンデムノズルについて、実験室内で粒子の透過効率に関する再評価を行った。LII-MS 全体の評価と東京郊外の大気における BC 混合状態の変動を観測する目的で、首都大学東京 (八王子) 構内で実大気観測を行った。本発表では室内実験と実大気観測に基づく性能評価の詳細について述べる。

キーワード: エアロゾル, BC 混合状態, レーザー誘起白熱光分析, 質量分析  
Keywords: Aerosol, BC mixing state, Laser-induced incandescence, Mass spectrometer

## レーザー誘起白熱法を用いた鉄含有鉱物粒子の検出・定量法の研究 Single-particle measurement of iron-containing dust particles using a laser-induced incandescence technique

吉田 淳<sup>1\*</sup>; 茂木 信宏<sup>1</sup>  
YOSHIDA, Atsushi<sup>1\*</sup>; MOTOKI, Nobuhiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science, The University of Tokyo

### 1. はじめに

雪氷面に光吸収性粒子が沈着するとアルベドが低下することが知られている。光吸収性粒子としてはブラックカーボン(BC)が主として挙げられるが、最近の研究では光吸収性鉱物を含むダストもアルベド低下に大きく寄与しており、特にダストに含まれる鉄の含有量に依存することが分かっている [Moosmueller et al. 2012]。しかし気候モデルによる定量計算に用いるダストの粒径分布といった光学特性は経験的な値を用いているので計算結果に大きな不確実性が生じているのが現状である。不確実性の解消のためには観測を通してダストの放射理論を厳密に確立させる必要がある。

粒子の放射特性を調べるには粒径分布の情報が重要であり、そのためには従来の粒子集団の質量を測定する方法ではなく、粒子一つ一つを成分判別させた上で物理量を測定する必要がある。現在では Single-particle Soot Photometer (SP2) という装置を用いたレーザー誘起白熱法(LII法)によって個々のBCを選択的に定量測定することができている。この方法は粒子をレーザーで加熱させて発生する白熱光を利用した測定方法で、高沸点でかつ白熱性である粒子を選択的に測定することができる。本研究では、室内実験に基づき、自然起源の光吸収性ダストである鉄含有鉱物粒子(火山灰や黄砂)をLII法で定量できることを初めて実証した。

### 2. レーザー誘起白熱法

本研究で用いたSP2という装置は粒子一つ一つをレーザー光にあてて散乱光や、白熱性の粒子であれば加熱された粒子が発する白熱光を検出する装置である。先行研究より2つの異なる波長帯の検出器で測定された白熱光強度のピーク値の比(color ratioとする)は粒子の沸点に依存し、沸点が高いほどcolor ratioの値は大きくなることが知られている。この性質を利用して沸点の異なる白熱性物質を区別することができる。本研究ではcolor ratio、白熱光強度、散乱光強度(散乱断面積)の測定値を用いて議論する。

### 3. Color ratioの測定値

図には高沸点でかつ白熱性である鉄・酸化鉄試薬、チタン試薬、fullerene soot(BCの標準物質)のcolor ratioの測定値の確率分布を示している。これら3種のピークは互いに重なり合っておらず、他の主要な白熱性金属鉱物でこの範囲中のcolor ratio値をとるものは存在しない。したがって、color ratioの値から白熱性物質が鉄・酸化鉄(~1.5)か純粋なチタン(~2.2)かBC(~2.6)かを判別することができる。試薬と同様にアイスランドの雪氷に沈着した有色粒子(P. Dagsson-Waldhauserova氏提供)とタクラマカン砂漠で採取された砂(多田隆治教授提供)を測定するとcolor ratioの値は鉄・酸化鉄とfullerene sootとほとんど等しいピークをとり(図)、BCと鉄含有鉱物を含んでいることがLII法で確かめられた。

### 4. 鉄の定量測定

粒子中の鉄の定量のためには、白熱光強度と質量の関係性を明らかにする必要がある。本研究では純粋な鉄試薬の質量と白熱光強度の関係を求めた。この関係を用いることで、白熱光強度の測定値から粒子中の鉄の質量を定量できることが示された。

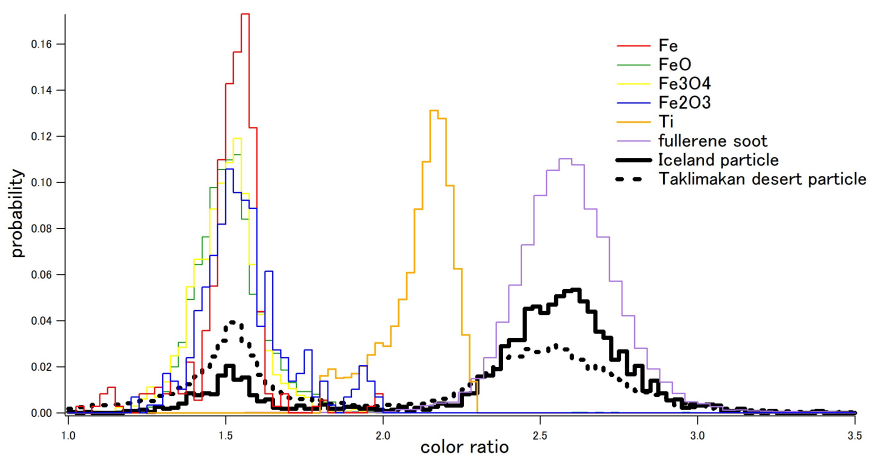
キーワード: エアロゾル, 大気化学

Keywords: aerosol, atmospheric chemistry

AAS21-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30



## ナノ粒子用エアロダイナミックレンズの開発と初期評価 Development and preliminary evaluation of an aerodynamic lens for focusing nanoparticles

大竹 啓記<sup>1\*</sup>; 竹川 暢之<sup>1</sup>  
OTAKE, Hiroki<sup>1\*</sup>; TAKEGAWA, Nobuyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京  
<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan University

エアロゾルのうち粒径が 100 nm 以下のナノ粒子の化学組成は、粒子の生成過程を理解する上で重要な要素の一つである。しかしながら、ナノ粒子の質量濃度は極微量であるため、その捕集・分析には様々な困難が伴う。その解決方法のひとつとしてナノ粒子を細いビーム状に整流し、質量分析計のイオン化部に高効率で導入するエアロダイナミックレンズ (ADL) を利用する方法があげられる。先行研究ではナノ粒子用 ADL の報告例はあるが、実大気観測にそのまま適用することは容易ではない。我々は、従来のエアロゾル質量分析計に用いられてきたサブミクロン用 ADL の利点を生かした改良型ナノ用 ADL の試作を行い、その初期評価を行った

実験室で粒子透過率の評価を行うために、オレイン酸の凝縮による粒子生成システムを製作した。発生させた粒子を分級して単分散とし、従来のサブミクロン用 ADL および改良型ナノ用 ADL に導入した。検出はファラデーカップを用いて行い、ナイフエッジで粒子ビームを遮蔽しながら透過率や広がりを測定した。

サブミクロン用 ADL については、粒径 100 nm 程度以上で透過率がほぼ 100% となるような分布が得られた。一方、ナノ用 ADL では 50 nm 付近で透過率がほぼ 100% となり、それより大きい粒径では減衰するような分布が得られており、ナノ粒子測定により適した性能となっていることが示された。発表では、エアロゾル質量分析への適用可能性についても議論する。

キーワード: エアロゾル, ナノ粒子, エアロダイナミックレンズ, 質量分析  
Keywords: Aerosol, Nano particle, Aerodynamic lens, Mass spectrometry



## 粒子トラップ-レーザー脱離質量分析計を用いた硝酸塩エアロゾルのオンライン測定法の評価 Evaluation of an online analysis method of nitrate aerosols using a particle trap laser desorption mass spectrometer

大泉 智隆<sup>1\*</sup>; 小澤 優哉<sup>2</sup>; 竹川 暢之<sup>1</sup>  
OIZUMI, Tomotaka<sup>1\*</sup>; OZAWA, Yuya<sup>2</sup>; TAKEGAWA, Nobuyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京, <sup>2</sup> 東京大学  
<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan University, <sup>2</sup>The University of Tokyo

エアロゾルはグローバルな大気汚染や気候変動において重要な役割を果たす。都市域では、NO<sub>x</sub>の光化学反応で生成する硝酸アンモニウムがしばしば主要成分となる。硝酸アンモニウム粒子のガス-粒子平衡反応は常温付近で強い温度依存性を持つため、捕集を行う過程で損失する可能性がある。

我々は、エアロゾル化学組成のオンライン測定を目指して、粒子トラップ-エアロゾル質量分析計 (PT-LDMS) の開発を行ってきた (Takegawa et al., AST, 46, 428, 2012)。粒子捕集部の温度等は硝酸アンモニウムの定量に影響を及ぼすと考えられるが、その要因は十分評価されてこなかった。本研究では、室内実験により現状の定量性について評価し、その結果に基づいて測定の本適条件を見出すことを目的とする。

実験室において、アトマイザと電気移動度分級器を用いて単分散の硝酸アンモニウム粒子を発生させ、装置に導入した。粒子トラップ保持部の温度を 280-313 K の範囲で変えて、検出感度の温度依存性を調べた。また、捕集してからレーザーが照射されるまでの時間 (放置時間) を変更して、検出感度の時間依存性も調べた。さらに、実大気粒子を模擬するために硫酸アンモニウムと硝酸アンモニウムの混合粒子を作成し、混合比が異なる場合の検出感度の違いを確かめた。

ある一定温度に対しては、放置時間が長いほど検出感度が減少する傾向が見られた。これは、放置時における硝酸アンモニウム粒子の揮発損失によるものと考えられる。一方、少なくとも実験で用いた温度範囲では、検出感度の減少に明確な温度依存性は見られなかった。

発表では、混合粒子に対する実験結果についても示すとともに、粒子の揮発損失を引き起こす要因に関して詳しく議論する。

キーワード: 硝酸塩エアロゾル, オンライン測定, 質量分析計

Keywords: nitrate aerosols, online analysis method, mass spectrometer

## 太陽電池駆動型大気観測装置 Eco-MAXDOAS 装置の開発 Development of photovoltaic-driven atmospheric observation instrument Eco-MAXDOAS

加藤 知道<sup>1\*</sup>; 入江 仁士<sup>2</sup>

KATO, Tomomichi<sup>1\*</sup>; IRIE, Hitoshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学融合科学研究科, <sup>2</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

<sup>1</sup>Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, <sup>2</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

大気中のエアロゾルは地球の気候を左右する重要な因子である。しかし、その複雑な生成メカニズムや気候への影響は十分に理解されていない。そのような中、千葉大学ではエアロゾルとその前駆気体(例えば、二酸化窒素 NO<sub>2</sub>)の多成分観測が可能な MAX-DOAS 法を開発している。MAX-DOAS 法は複数の仰角で太陽散乱光スペクトルを測定し、インバージョン解析等を行うことにより、エアロゾル等の高度分布や鉛直カラム量等を導出する手法である。MAX-DOAS 法による観測は各仰角で視野が開けている必要がある。しかしながら、特に低仰角での観測は遮蔽物により視野の確保が困難な場合がある。また、電源の確保も必要なため、設置場所が限られてしまう。本研究ではこの制約を解消するために、従来の MAX-DOAS 装置の電源を太陽光発電に変更した、Eco-MAXDOAS 装置の開発に向けて、改良を施し、試験観測を行って精度等を評価した。Eco-MAXDOAS 装置を開発するにあたり、電力消費を抑えるために分光器の温調装置を取り除き、分光器の直前にシャッター装置を取り付けた。これにより、温度に依存する分光器のダークカウント値を一定に保つことができなくなったが、異なる仰角の観測の間(3分間)にシャッターを閉じて測定したダークカウントを使用できるようになった。屋外で実験を行ったところ、3分間の温度変化は±0.3℃以下であった。前後のダークカウントの変化から S/N 比を導出したところ日中は 10000 程度であり、10<sup>-4</sup>(0.01%) までの差分吸収解析可能なことを確認した。本研究ではまた、30W と 60W の太陽光パネルを使用して連続観測を行ったところ、30W では電力不足のため数日間で停止したが、60W では快晴続きではない気象条件だったにもかかわらず 2 週間以上連続稼働したことが確認された。本講演ではさらに、千葉大学において Eco-MAXDOAS 装置と従来型の MAX-DOAS 装置の同時観測を実施して得られたデータを相互比較し、Eco-MAXDOAS 装置の観測性能を詳細に評価する。

キーワード: MAX-DOAS, 太陽光発電, エアロゾル, 二酸化窒素

Keywords: MAX-DOAS, solar power, aerosol, nitrogen dioxide

## 近赤外半導体レーザーを用いた波長変調吸収分光法による大気二酸化炭素安定同位体比計測 Measurement of stable isotope ratios of atmospheric carbon dioxide by wavelength modulation absorption spectroscopy with

金田一 勇介<sup>1\*</sup>; 戸野倉 賢一<sup>1</sup>  
KINDAICHI, Yusuke<sup>1\*</sup>; TONOKURA, Kenichi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科  
<sup>1</sup> Graduate School of Frontier Science, Tokyo University

産業革命以降、温室効果ガスである二酸化炭素の濃度は年々増加しており、地球温暖化の原因となっている。二酸化炭素は様々な排出源から放出され、植物や海に吸収される。二酸化炭素は大気圏、水圏、地圏の間で循環を繰り返している。地球温暖化の抑制に向けてはこれらの間の二酸化炭素の排出量、吸収量を正確に把握する必要がある。そのためには、二酸化炭素の濃度の測定に加え、安定同位体の測定が重要である。二酸化炭素の安定同位体比は排出源によって異なることが知られており、二酸化炭素濃度と同時に、同位体比を計測することで排出源を特定し、炭素循環を解明する重要な手掛かりとすることが出来る。

同位体比の計測手法としては、従来用いられてきた手法として同位体比質量分析法 (IRMS) がある。この手法は計測精度が非常に高い (0.01~0.1 ‰) 一方で、装置が大がかりであることから実験室内でしか計測できない。そこで近年注目されているのがレーザー吸収分光法である。この手法は、装置をコンパクトにできるので可搬性に優れている。また、吸収線をうまく選択することで他の物質の干渉を受けずに計測できるので、サンプルを装置に直接導入することが可能である。したがって、装置を計測したい場所に持っていき、高い時間分解能でのリアルタイム計測が可能である。

本研究では、新規に開発された 2.8  $\mu\text{m}$  の DFB レーザーとヘリオット型の多重反射セルを用いて、波長変調吸収分光法による大気中の二酸化炭素安定同位体高精度計測装置を構築した。本計測では 2.8  $\mu\text{m}$  付近の  $^{12}\text{CO}_2$ 、 $^{13}\text{CO}_2$ 、 $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$  の吸収線が並んでいる波長領域において、水の干渉が小さい波長を選定した。波長変調吸収分光法では、波長を高周波数で変調させたレーザー光を計測セルに入射し、サンプルを透過した光をヘテロダイン検出することで感度を向上させ、ゼロバックグラウンドの計測ができる。

キーワード: 二酸化炭素, 安定同位体, 近赤外吸収分光法  
Keywords: carbon dioxide, stable isotope, near-infrared absorption spectroscopy



## 屋久島におけるPM中鉛同位体比の季節変動 Seasonal variation of Pb stable isotope ratio in PM observed in Yakushima Is.

永淵 修<sup>1\*</sup>; 横田 久里子<sup>2</sup>; 中澤 暦<sup>1</sup>; 手塚 賢至<sup>3</sup>; 手塚 田津子<sup>3</sup>  
NAGAFUCHI, Osamu<sup>1\*</sup>; YOKOTA, Kuriko<sup>2</sup>; NAKAZAWA, Koyomi<sup>1</sup>; TETSUKA, Kenshi<sup>3</sup>; TETSUKA, Tatsuko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 滋賀県立大学, <sup>2</sup> 豊橋技術科学大学, <sup>3</sup> 屋久島学ソサエティ

<sup>1</sup>University of Shiga prefecture, <sup>2</sup>Toyohashi University of Technology, <sup>3</sup>Society of Yakushima

A total of 36 sets of PM10 and PM2.5 aerosol particles collected from Yakushima Island during a period from January to June 2013 were determined for atmospheric Pb concentrations. Among these samples, 36 sets of samples representing two seasons, winter and spring, were selected for measuring Pb isotopic compositions to determine the relative contributions of various pollution sources. Results reveal an evident seasonality of high spring and comparatively low winter Pb concentrations, resembling those observed in Beijing, China as well as many East Asian countries. Together with synoptic atmospheric conditions analysis, the seasonal pattern is attributable to the impact of long-range transport of Pb-rich anthropogenic aerosols from the Chinese pollution outflows in the northeast monsoon. Results of  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  and  $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  isotope ratios show a minimum at February, thereafter increasing progressively to March and reaching a maximum at April. From January to June, Pb isotope ratios are quite comparable with those measured in China, especially Dalian and Tianjin. Again this demonstrates Yakushima Island has already been affected by continental pollution of long-range transport during the northeast monsoon season beginning in winter and ending in late spring.

## 能登半島珠洲における大気汚染物質の包括的解析 Comprehensive analyses of air pollutants at Suzu, Noto peninsula, Japan

定永 靖宗<sup>1\*</sup>; 中尾 裕樹<sup>1</sup>; 石山 絢菜<sup>1</sup>; 高治 諒<sup>1</sup>; 松木 篤<sup>2</sup>; 岩本 洋子<sup>3</sup>; 渡辺 幸一<sup>4</sup>; 佐藤 啓市<sup>5</sup>; 長田 和雄<sup>6</sup>; 坂東 博<sup>1</sup>

SADANAGA, Yasuhiro<sup>1\*</sup>; NAKAO, Yuki<sup>1</sup>; ISHIYAMA, Ayana<sup>1</sup>; TAKAJI, Ryo<sup>1</sup>; MATSUKI, Atsushi<sup>2</sup>; IWAMOTO, Yoko<sup>3</sup>; WATANABE, Koichi<sup>4</sup>; SATO, Keiichi<sup>5</sup>; OSADA, Kazuo<sup>6</sup>; BANDOW, Hiroshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪府立大学, <sup>2</sup>金沢大学, <sup>3</sup>東京理科大学, <sup>4</sup>富山県立大学, <sup>5</sup>アジア大気汚染研究センター, <sup>6</sup>名古屋大学

<sup>1</sup>Osaka Prefecture University, <sup>2</sup>Kanazawa University, <sup>3</sup>Tokyo University of Science, <sup>4</sup>Toyama Prefectural University, <sup>5</sup>Asia Center for Air Pollution Research, <sup>6</sup>Nagoya University

Recent remarkable economic progress in East Asia has increased emissions of air pollutants such as nitrogen oxides, sulfur dioxide, ammonia and volatile organic compounds. Such pollutants are transported over a long distance with photochemical reactions and then arrive at Japan as aged species such as gas phase nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ), particulate nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), sulfate ( $\text{SO}_4$ ), peroxy nitrates (PNs), organic nitrates (ONs), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), organic aerosol (Org) and so on. Many researches on the transboundary pollution in Japan focus on the areas of western Japan near the Asian continent. On the other hand, it is important to investigate the transboundary air pollution in the central Japan area because there are many large cities. In addition, the central Japan is moderately far from the Asian continent, so that more aged air mass from the Asian continent would come at the central Japan. In this research, continuous observations of such air pollutants at Suzu, Noto peninsula, Japan. Suzu is representative remote area and located at the central Japan.

Observations are performed at NOTOGRO (NOTO Ground-based Research Observatory) supersite ( $37.45^\circ\text{N}$ ,  $137.36^\circ\text{E}$ ) in Suzu. Total odd nitrogen species ( $\text{NO}_y$ ) and total nitrate ( $\text{T.NO}_3 = \text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ) were measured by a scrubber difference /  $\text{NO}-\text{O}_3$  chemiluminescence method. PNs and ONs were measured by a thermal dissociation / cavity attenuated phase shift spectroscopy method.  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$  and  $\text{SO}_2$  were observed by non-dispersive IR, UV absorption, and pulsed UV fluorescence methods, respectively. Org,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4$  and fine  $\text{NO}_3^-$  were measured by an aerosol mass spectrometer.  $\text{SO}_4$  was also measured by a thermal reduction / pulsed UV fluorescence method.

Results of  $\text{SO}_4$  and  $\text{T.NO}_3$  were reported in this abstract. The air mass origins were classified into five groups; China and Korea (CK) North China (NC), Japan (JP), Russia (RU), and Sea (S), by backward trajectory analyses. Concentrations of air pollutants from CK air mass origin were generally high. In many cases,  $\text{SO}_4$  concentrations from JP were lower than those from CK, while  $\text{T.NO}_3$  concentrations from JP were similar to those from CK. In addition,  $\text{SO}_4$  concentrations from CK were very high, but  $\text{T.NO}_3$  concentrations from CK were not, in August 2013 and June 2014. Many of  $\text{SO}_4$  in remote area is present as fine particles while  $\text{NO}_3^-$  exists as coarse particles mainly. The deposition velocity of coarse particles (ca.  $0.03\text{-}1.24 \text{ cm s}^{-1}$ ) is larger than that of fine aerosols (ca.  $0.05\text{-}0.6 \text{ cm s}^{-1}$ ). In addition, the deposition velocity of  $\text{HNO}_3$  (ca.  $1\text{-}8 \text{ cm s}^{-1}$ ) is larger than that of  $\text{NO}_3^-$ . The lifetime of  $\text{SO}_4$  is longer than that of  $\text{T.NO}_3$ , so that  $\text{SO}_4$  contributes strongly to the transboundary air pollution at Suzu, in comparison with  $\text{T.NO}_3$ . In this presentation, more detailed results and discussion, including other air pollutants will be described.

キーワード: 長距離輸送, 大気汚染物質, 東アジア

Keywords: Long-range transport, Air pollutants, East Asia

## 能登半島珠洲における雲凝結核特性の長期観測 Long-term observation of CCN characteristics at Suzu, Noto peninsula, Japan

松木 篤<sup>1\*</sup>; 岩本 洋子<sup>2</sup>; 木ノ内 健人<sup>1</sup>  
MATSUKI, Atsushi<sup>1\*</sup>; IWAMOTO, Yoko<sup>2</sup>; KINOUCHI, Kento<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学, <sup>2</sup> 東京理科大学  
<sup>1</sup>Kanazawa University, <sup>2</sup>Tokyo University of Science

Atmospheric aerosols can play a significant role in regulating radiative properties and lifetimes of clouds by acting as cloud condensation nuclei (CCN). The atmospheric concentrations of CCN are perturbed by major anthropogenic emission sources. This is particularly true in East Asia and its downwind regions which can be considered by far as one of the global hotspots of anthropogenic aerosols. Despite the regional relevance, there are still few reports on the variations of CCN properties in relation to the distinct monsoon and seasonal climate in the region.

In this study, we performed long-term monitoring of CCN activity at the remote coastal site along the Sea of Japan, namely at the tip of Noto peninsula. Such a remote geographical setting is considered ideal for characterizing CCN over extended periods with particular emphasis on the effects of typical seasonal atmospheric transport patterns and occasional outflow of atmospheric pollutants.

The measurement was conducted at the NOTOGRO (acronym for NOTO Ground-based Research Observatory) station in Suzu city (37.45 oN, 137.36 oE) at the tip of a peninsula. The PM10 inlet (14.7 m a.g.l.) provided sample air into the building for the aerosol in-situ measurements. The ambient aerosol was dried by silica-gel before entering into a differential mobility analyzer (DMA, Model 3081, TSI) for size selection. The mono-dispersed aerosol was then guided to a condensation particle counter (CPC, Model 3785, TSI) and a continuous flow thermal gradient CCN counter (CCNC, CCN-100, DMT). The CCNC was operated at four different supersaturation conditions ( $SS=0.1\%$ ,  $0.2\%$ ,  $0.5\%$ ,  $0.8\%$ ). We employed SMCA (Scanning mobility CCN analysis) method for obtaining the activation diameter  $d_{act}$  for each  $SS$  (Moore et al., Aerosol Sci. Tech., 2010) from which the hygroscopicity parameter  $\kappa$  can be derived (Peters and Kreidenweis, Atmos. Chem. Phys., 2007). The bulk chemical composition of non-refractory submicrometer-sized aerosols was also measured simultaneously by an aerosol chemical speciation monitor (ACSM, Aerodyne Inc.).

The spring and autumn months were characterized by large variation in mass and composition of CCN relevant particles. This was caused by the subsequent arrival of extra-tropical cyclone and anti-cyclone often accompanying transport of polluted continental air-mass. However, unexpectedly high concentrations of fine particles persisted even in summer period, characterized by relatively large contribution of organics. There was a rather good correlation between the abundance of organics (relative to sulfate) in the aerosol bulk chemical composition and the hygroscopicity  $\kappa$ , such that  $\kappa$  values were particularly low during the summer period.

There was a further evidence that the temporal variation in  $\kappa$  value was not in phase with org/inorg mass ratios alone, but also weakly correlated with the organic composition. Analysis of mass spectra from ACSM revealed that the oxidative state of organics also influenced the  $\kappa_{org}$ . These findings highlight the importance of the temporal variations in particle chemistry as well as their aging states for conducting CCN closure in the region.

キーワード: エアロゾル, 雲凝結核, 有機物, 長距離輸送  
Keywords: aerosol, CCN, Organics, Long-range transport

## 無酸素ストレスによるDMS生成の促進 Enhancement of dimethylsulfide production by anoxic stress in natural seawater

大森 裕子<sup>1\*</sup>; 谷本 浩志<sup>1</sup>; 猪俣 敏<sup>1</sup>; 和田 茂樹<sup>2</sup>; Thume Kathleen<sup>3</sup>; Georg Pohnert<sup>3</sup>  
OMORI, Yuko<sup>1\*</sup>; TANIMOTO, Hiroshi<sup>1</sup>; INOMATA, Satoshi<sup>1</sup>; WADA, Shigeki<sup>2</sup>; THUME, Kathleen<sup>3</sup>; GEORG, Pohnert<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 筑波大学, <sup>3</sup> Friedrich Schiller University Jena

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>2</sup>University of Tsukuba, <sup>3</sup>Friedrich Schiller University Jena

Dimethylsulfide (DMS) is the dominant reduced sulfur species in the ocean and an important source of aerosols particles and clouds in the marine atmosphere. Marine DMS plays a key role in the climate system of the Earth. A better knowledge of the distribution of marine DMS and its controlling factors is required. Previous field studies have reported the formation of DMS peak upper anoxic layer though the governing processes have not been clearly understood yet. Here we show the first direct evidence for the enhancement of DMS production caused by anoxic stress.

Isotope tracer experiments were made using the oxic and anoxic coastal seawater to quantitatively evaluate DMS production rates in three processes; cleavage of dimethylsulfoniopropionate (DMSP), dimethylsulfoxide reduction and phytoplankton release.

Under the anoxic condition, DMS production was considerably enhanced and DMS consumption was inhibited, resulting in an 8-fold higher rate of gross DMS production than that under the oxic condition. While almost all DMS was derived from DMSP cleavage (99%) under the oxic condition, the DMS production under the anoxic condition was mainly due to direct release of DMS from phytoplankton (63%). These results demonstrate that phytoplankton suffered from anoxic stress emits DMS into the seawater, resulting in a rise in DMS levels. Anoxic stress is indicated to be one of important environmental factors in the dynamics of marine DMS, suggesting the possible global importance due to a ubiquity of anoxic conditions in the coastal oceans.

キーワード: 硫化ジメチル, 無酸素ストレス

Keywords: dimethylsulfide, dimethylsulfoniopropionate, dissolved oxygen

## 北西太平洋上の大気中水素濃度観測 Atmospheric hydrogen measurements in the western North Pacific

坪井 一寛<sup>1\*</sup>; 松枝 秀和<sup>1</sup>; 澤 庸介<sup>1</sup>; 丹羽 洋介<sup>1</sup>; 高辻 慎也<sup>2</sup>; 藤原 宏章<sup>2</sup>; 出原 幸志郎<sup>2</sup>;  
奥田 智紀<sup>2</sup>; 森 陽樹<sup>2</sup>

TSUBOI, Kazuhiro<sup>1\*</sup>; MATSUEDA, Hidekazu<sup>1</sup>; SAWA, Yousuke<sup>1</sup>; NIWA, Yosuke<sup>1</sup>; TAKATSUJI, Shinya<sup>2</sup>;  
FUJIWARA, Hiroaki<sup>2</sup>; DEHARA, Kohshiro<sup>2</sup>; OKUDA, Tomoki<sup>2</sup>; MORI, Yoki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所, <sup>2</sup> 気象庁

<sup>1</sup>Meteorological Research Institute, <sup>2</sup>Japan Meteorological Agency

Molecular hydrogen (H<sub>2</sub>) plays a significant role in global atmospheric chemistry due to its role in CH<sub>4</sub>-CO-OH cycling and water vapor source in the stratosphere. The balance of H<sub>2</sub> could change with the implementation of a new H<sub>2</sub> energy carrier. Therefore, it is important to establish its global budget and atmospheric trend (WMO/GAW Report No.197, 2011).

We started atmospheric H<sub>2</sub> measurement at Minamitorishima (MNM) from Nov. 2011. The measurement system using a GC-RGD (gas chromatographs equipped with a reduction gas detector) was installed for simultaneous analyses of H<sub>2</sub> and carbon monoxide at 3 stations of MNM, Yonagunijima (YON), and Ryori (RYO) operated by Japan Meteorological Agency (JMA). In this study, high-precision H<sub>2</sub> standard gases are prepared to determine the atmospheric concentrations from the output signal of the GC/RGD.

The H<sub>2</sub> concentrations at MNM varied seasonally from 490 ppb to 560 ppb with a yearly mean of about 520 ppb. The H<sub>2</sub> variations often show distinct episodic events with enhanced concentrations on a synoptic scale in winter. This result indicates that H<sub>2</sub> increases are caused by the long-range transport of Asian polluted air masses to the station, suggesting that H<sub>2</sub> is a good tracer for identifying continental air masses in winter season. On the other hand, the H<sub>2</sub> concentrations are higher and stable in summer season. This result indicates that the maritime air masses are dominated, and the influence of soil absorption was small.

キーワード: 水素

Keywords: hydrogen



## 2014年夏季紀伊半島森林域におけるエアロゾル光学特性と化学特性の同時観測 Observation of optical and chemical properties of aerosols at a forest site in Kii Peninsula during summer of 2014

久保寺 亮<sup>1\*</sup>; 中山 智喜<sup>2</sup>; 鏡味 沙良<sup>3</sup>; 鄧 彦閣<sup>3</sup>; 小川 修平<sup>3</sup>; 持田 陸宏<sup>3</sup>; 足立 光司<sup>4</sup>; 青木 一真<sup>5</sup>; 松見 豊<sup>2</sup>

KUBODERA, Ryo<sup>1\*</sup>; NAKAYAMA, Tomoki<sup>2</sup>; KAGAMI, Sara<sup>3</sup>; DENG, Yange<sup>3</sup>; OGAWA, Shuhei<sup>3</sup>; MOCHIDA, Michihiro<sup>3</sup>; ADACHI, Kouji<sup>4</sup>; AOKI, Kazuma<sup>5</sup>; MATSUMI, Yutaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>4</sup> 気象庁気象研究所, <sup>5</sup> 富山大学理学部

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Nagoya University, <sup>2</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>3</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, <sup>4</sup>Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, <sup>5</sup>Faculty of Science, University of Toyama

Aerosols scatter and absorb solar radiation and influence to the radiation balance in the atmosphere. Forests are a significant source of both primary biological aerosol particles (PBAPs) and biogenic secondary organic aerosols (BSOAs). In addition, polluted air masses including sulfate and black carbon (BC) particles may also be long range transported to forest areas in Japan. If the BC particles were coated with inorganic and/or organic materials during the long-range transport, the light absorption of BC could be enhanced due to the lensing effect. However, relations of aerosol optical properties including lensing effect with chemical properties of aerosols in Asian forest area have not been well understood. In this work, optical and chemical properties of aerosols were simultaneously measured in a forest site in Japan.

The observations were conducted from 17 July to 3 September 2014 at the Wakayama Forest Research Station, Kyoto University, Japan (34.06N, 135.52E, around 535 m above sea level), which is located in the central part of Kii Peninsula. Ambient particles were sampled from an inlet placed at 6.4 m above ground level. Absorption and scattering coefficients of PM<sub>1</sub> particles were measured using two photoacoustic spectrometers (PASS-3 at  $\lambda = 405, 532, 781$  nm and PAX at  $\lambda = 375$  nm, DMT) after passing aerosols through a heater controlled at 300 °C or a bypass line by switching ball valves every 10 min. By comparing absorption coefficients at 781 nm with and without heating, increase in BC light absorption due to coating can be estimated. Mass concentrations of non-refractory materials were measured using an aerosol mass spectrometer (AMS, Aerodyne Research). Mass concentrations of elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) were also measured by thermo-optical technique using a semi-continuous EC/OC analyzer (Sunset Lab.). Size distributions of particles were measured using a scanning mobility particle sizer (SMPS, TSI) and optical particle counters (OPCs, RION and TSI). Aerosol particles were also collected using an impactor for morphological analysis using a transmission electron microscope (TEM). Optical thickness (AOT) and extinction Angstrom exponent of aerosols were also measured using a Skyradiometer (Prede). In the presentation, relation between the obtained optical properties with chemical and physical properties of aerosols will be discussed.

キーワード: エアロゾル光学特性, 実大気観測, 森林域, 植物起源二次有機エアロゾル, レンズ効果, 光音響分光法

Keywords: Aerosol optical property, Ambient measurement, Forest site, Biogenic SOA, Lensing effect, Photoacoustic spectroscopy

## KROMEによる化学：非平衡と硫黄安定同位体を考慮した動的な光化学ソルバー Chemistry with KROME: Dynamical photochemical solver coupled to chemical disequilibrium and sulfur isotopes

Danielache Sebastian<sup>1\*</sup>  
DANIELACHE, Sebastian<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 上智大学理工学部物質生命理工学科

<sup>1</sup>Sophia University Faculty of Science and Technology Department of Materials and Life Science

The study of chemical networks of Earth's geological past such as the Archean and Exoplanetary atmospheres requires the resolutions of a large number of chemical reactions. This necessity is based on the lack of observational parameters abundant in today's planet Earth or neighbor planets in the solar system. The aim of this work is to construct a planetary atmosphere chemical network solver that relies on a minimal number of observational parameters.

We present here the latest development in our effort to develop such a model. Our previous report presented the efficiency of the chemical solver for a large number of chemical species and reaction networks. In this report we present a photochemical dynamic core capable of solving ultraviolet opacities and photo-dissociation reaction rates at each step of the calculation. Additionally, the model has been equipped with a set of equations to calculate disequilibrium effects on the chemical network. The stability and robustness of the code has been tested for a large network with more than 500 reactions interlinking more than 40 chemical species. The results obtained so far have been contrasted with the most common chemical codes available in the literature for benchmark.

キーワード: 古大気, 硫黄同位体

Keywords: Archean Atmosphere, Sulfur Isotopes

## Urban fog and atmospheric pollution: contrasted effects on pollutants in Lyon (France) Urban fog and atmospheric pollution: contrasted effects on pollutants in Lyon (France)

RENARD, Florent<sup>1\*</sup> ; FUJIKI, Kenji<sup>1</sup>  
RENARD, Florent<sup>1\*</sup> ; FUJIKI, Kenji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University Jean Moulin Lyon 3, UMR 5600

<sup>1</sup>University Jean Moulin Lyon 3, UMR 5600

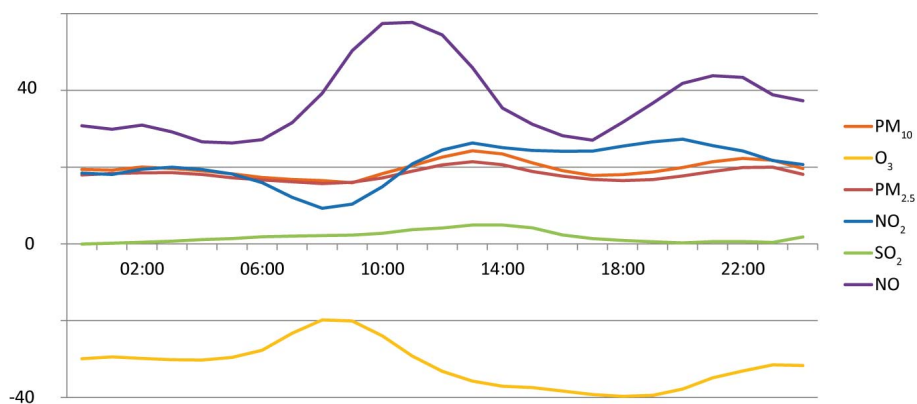
Lyon (500 000 inhabitants), located in the southeastern France, is an industrial city, with a polluted atmosphere and many days of fog. This unfavorable atmospheric situation poses many health problems to people and harms the attractiveness of the city and the development of trade. Greater Lyon has the highest levels of fine particulates and nitrogen dioxide in the Rhone-Alpes region and is prosecuted by the European Union for non-compliance with the Directive of 21 May 2008 concerning the quality of ambient air and cleaner air for Europe. This area is disadvantaged by its geographical situation, with the presence of two major rivers (Rhone and Saone) and many reliefs, influencing the conditions of dispersion of pollutants in the atmosphere and makes the Lyon an atmospherically sensitive city, despite prevailing winds North-South or South-North oriented which tend to favor the dispersion of pollutants. In addition, Lyon concentrates pollution from traffic, industrial, and tertiary sectors. In winter, temperature inversions (temperature higher in altitude than on the ground) promote stagnation of pollutants at low altitude. This phenomenon is amplified considerably during episodes of urban mist. As a first step, the evolution of the number of foggy days is studied, and explanatory factors are proposed. The months of October to January are the most affected, with an average of 7 days of fog in December and January, over the period 1949-2013. It is thus noticed a steady decline in the number of foggy days since 1921 until early 2000s, from more than 90 days to only fifteen, followed by stagnation and a slight increase in recent years. This trend is compared to the annual minimum temperatures of Lyon, following an opposite trend, with an increase until the late 2000s, from 6 degrees C to 9 degrees C, followed by a stagnation and a slight decrease. A strong relationship is obtained between these two parameters, but the average wind speed may also explain the decrease, limiting conditions for fog formation, with a more important mixing of the air. Again, it can be noticed an increase in the average wind speed and in the proportion of winds faster than 1 m / s until the early 2000s, and then a decrease. Finally, better controls of industrial air emissions also explain the decrease in the number of days with fog over the long term. In a second step, the concentrations of air pollutants (PM10, PM2.5, O3, NO2, NO and SO2) are studied with and without fog. A station in the center of the city records these pollutants since 2007 continuously, every hour. In 2013, during foggy days and comparatively to clear days, it is found a strong increase in PM 10 and PM 2.5, respectively from 22.3  $\mu\text{g.m}^{-3}$  and 16.8  $\mu\text{g.m}^{-3}$  to 39.7  $\mu\text{g.m}^{-3}$  and 33  $\mu\text{g.m}^{-3}$ , above recommended thresholds. Concentrations of nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO2) are respectively 9.0  $\mu\text{g.m}^{-3}$  and 27.7  $\mu\text{g.m}^{-3}$  during clear days, passing to 52.8  $\mu\text{g.m}^{-3}$  and 50.5  $\mu\text{g.m}^{-3}$  during foggy days, exceeding the recommended values here too. And inversely, as a result of sunlight blocking by water droplets in suspension, there is a decrease in O3, from 42.4  $\mu\text{g.m}^{-3}$  to 13.9  $\mu\text{g.m}^{-3}$ , while the SO remains stable and very low, at 1.2  $\mu\text{g.m}^{-3}$  (fig. 1). These observations made in 2013 are the same since 2007. Finally, the evolution of the concentration of PM 10 is studied during persisting foggy days, hours after hours. There is a steady and dramatic increase in the concentration with consecutive days of fog, going to an increase of 40  $\mu\text{g.m}^{-3}$  on the fourth day. In conclusion, air pollution in urban areas under clear skies is already a major concern, but the action of the latter on health is particularly worrying during episodes of urban smog.

キーワード: fog, atmospheric pollution, particulate matter, Lyon, France  
Keywords: fog, atmospheric pollution, particulate matter, Lyon, France

AAS21-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30



Average hourly evolution of pollutant concentrations (µg.m<sup>-3</sup>) during foggy days, compared to standard days (Lyon city center, France ; 2007-2013)

## Impacts of weather regimes on PM10 pollution peaks in Rhone-Alpes (France) Impacts of weather regimes on PM10 pollution peaks in Rhone-Alpes (France)

RENARD, Florent<sup>1\*</sup> ; FUJIKI, Kenji<sup>1</sup>  
RENARD, Florent<sup>1\*</sup> ; FUJIKI, Kenji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University Jean Moulin Lyon 3, UMR 5600

<sup>1</sup>University Jean Moulin Lyon 3, UMR 5600

Pollution in particulate matter is a more and more significant problem, especially in urban areas, and widely publicized when regulatory thresholds are exceeded. Health consequences have to be carefully considered, for both short-term and long-term effects. First, this paper describes the spatial and temporal distribution of PM10 concentrations (particulate matter with a diameter inferior to 10  $\mu\text{m}$ ) in urban environments in the Rhone-Alpes administrative area, located in South-east France. Pollution monitoring stations are grouped together by ascending hierarchical classification. The goal is to identify similar patterns on a regional scale. Then, this PM10 distribution is analyzed according to synoptic-scale weather regimes. As the classic analysis between anticyclonic and cyclonic types appears insufficient, particulate matter concentrations are related to weather regimes according to Hess-Brezowsky classification system, which is widely used in Western Europe for numerous climate studies. The latter has been chosen after a review of the existing European classifications, and this analysis is one of the first to be made in France. Results show that strong annual disparities are observed amongst the different urban monitoring stations in Rhone-Alpes on both spatial and temporal scales. More precisely, stations in deep alpine valleys and in the regional capital city Lyon are the most polluted ones. Concerning monthly means, the most polluted months are obviously those in winter, due to the emitting sources considered. Steepest gaps are nonetheless better observed on an hourly basis, with two peaks at the end of the morning and at early evening. When analyzed according to the weather regimes, high pressure area over Central Europe weather regimes are prevailing during information and alert thresholds exceedances. More specifically, six regime types (Groswwetterlagen) are strongly associated with pollution peaks. Two are cyclonic (WZ and NWZ) and their persistence during several consecutive days leads to a decrease in pollution. They are only associated with pollution peaks because they have represented a large part of global circulation during the last few years. By contrast, the most worrying regime types in regard with pollution peaks are anticyclonic : SWA, WA, HM, and BM. Those last two types, when persisting over several days, lead to a steep increase in pollutant concentrations.

キーワード: particulate matter, pollution peaks, weather regimes, Hess-Brezowsky, Lyon, France  
Keywords: particulate matter, pollution peaks, weather regimes, Hess-Brezowsky, Lyon, France



## 暖温帯林内にあるタワーを利用したエアロゾル粒径分布の鉛直プロファイル計測 Height-resolved measurements of the aerosol size distributions in a temperate forest by tower observation system

高橋 けんし<sup>1\*</sup>; 矢吹 正教<sup>1</sup>; 松田 和秀<sup>2</sup>; 津田 敏隆<sup>1</sup>

TAKAHASHI, Kenshi<sup>1\*</sup>; YABUKI, Masanori<sup>1</sup>; MATSUDA, Kazuhide<sup>2</sup>; TSUDA, Toshitaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>2</sup> 東京農工大学

<sup>1</sup>RISH, Kyoto University, <sup>2</sup>Faculty of Agriculture Field Science Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

大気エアロゾルにとって乾性沈着および湿性沈着は、大気中からの除去過程として重要である。また、エアロゾルの沈着は、陸域表層環境の富栄養化や酸性化にも関連していることが知られている。我々は、2013年および2014年の夏季に、暖温帯林をフィールドとして、超微小粒子からサブミクロン粒子までの広い粒径範囲における粒径分布を、鉛直方向に高度分解しながら測定を行うことによって、エアロゾルの時空間変動を抽出する新しい方法の開拓に挑戦した。集中観測は、東京都八王子市にある東京農工大学フィールドミュージアム(FM)多摩丘陵で行った。FM多摩丘陵は、都市圏にある小規模な森林集水域であり、とりわけ人為起源エアロゾルと森林生態系との相互作用を探求するには適したサイトであると考えられる。サイトの尾根部分に地上30m高の観測タワーが立っているため、このタワーをプラットフォームとして活用することにより、森林樹冠内部と樹冠直上におけるエアロゾル粒径分布を、高度分解しながら測定することを試みた。発表では、観測システムの概要、とりわけ、2014年実施の観測における技術的改良や、樹冠内外における超微小粒子およびサブミクロン粒子の個数濃度変動に見出された特徴について考察する。

キーワード: 大気エアロゾル, 粒径分布, タワー観測

Keywords: atmospheric aerosol, size distributions, tower observation

## 2014年夏季の和歌山県森林地域におけるオゾン光化学生成速度直接測定 Direct measurements of photochemical ozone production rate at a forest area in Japan during summer of 2014

川崎 梓央<sup>1\*</sup>; 定永 靖宗<sup>1</sup>; 鶴丸 央<sup>2</sup>; 井田 明<sup>2</sup>; 岸本 伊織<sup>2</sup>; 梶井 克純<sup>2</sup>; 中山 智喜<sup>3</sup>; 坂東 博<sup>1</sup>  
KAWASAKI, Shio<sup>1\*</sup>; SADANAGA, Yasuhiro<sup>1</sup>; TSURUMARU, Hiroshi<sup>2</sup>; IDA, Akira<sup>2</sup>; KISHIMOTO, Iori<sup>2</sup>;  
KAJII, Yoshizumi<sup>2</sup>; NAKAYAMA, Tomoki<sup>3</sup>; BANDOW, Hiroshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大阪府立大学, <sup>2</sup> 京都大学, <sup>3</sup> 名古屋大学

<sup>1</sup>Osaka Prefecture University, <sup>2</sup>Kyoto University, <sup>3</sup>Nagoya University

We developed a direct measurement system of photochemical ozone production rate in order to evaluate ozone concentration variations quantitatively. In fact, this system measures oxidant ( $Ox = O_3 + NO_2$ ) production rate. The use of Ox can ignore the concentration variations of  $O_3$  due to titration of  $O_3$  by NO. The field campaign was performed at Wakayama, a remote site, in Japan during summer of 2014. Measurement parameters were photochemical net Ox production rate ( $P-L(Ox)$ ),  $[O_3]$ ,  $[NO]$ ,  $[NO_2]$ ,  $[RO_2]$ ,  $[VOCs]$ , OH reactivity, photolysis frequencies of various trace species and so on.

The  $P-L(Ox)$  measurement system has “reaction” and “reference” chambers. The reaction and reference chambers (17.1-cm inner diameter and 50-cm length) are made of quartz and Pyrex, respectively. Inner walls of both the chambers are coated with clear Teflon films to avoid wall loss of  $O_3$ . An outer wall of the reference chamber is coated with a UV-cut film (50% cutoff wave length of 405 nm). Both the chambers were put in an outdoor location to be exposed directly to sunlight. Ambient air is introduced into both the chambers. In the reaction chamber, photochemical reactions proceed to generate Ox. On the other hand, Ox is not generated in the reference chamber. The difference of Ox concentrations ( $\Delta Ox$ ) in air from the two chambers is the Ox produced by photochemical reactions in the reaction chamber. The  $P-L(Ox)$  is obtained by dividing  $\Delta Ox$  by a mean residence time of air in the reaction chamber. Ox concentrations were obtained as follows.  $O_3$  in Ox is converted into  $NO_2$  by the reaction of  $O_3$  with large excess of NO, and then the  $NO_2$  concentration is measured by a laser-induced fluorescence technique.

The field campaign was conducted at Field Science Education and Research Center, Kyoto University, Wakayama Forest Research Station, in Wakayama Prefecture, Japan. Observation site is in forest area and anthropogenic sources of air pollutants are very low. Observations were conducted from 28 July to 8 August. Most periods of the campaign,  $O_3$  concentrations were approximately 10 ppbv in the daytime.  $NO_x (= NO + NO_2)$  concentrations were less than about 1 ppbv throughout the campaign. BVOCs (Biogenic Volatile Organic Compounds) concentrations were high. Results of  $P-L(Ox)$  and Ox concentration on 6 August were reported in this abstract. A diurnal variations were observed for  $P-L(Ox)$  and Ox concentration, and the maximum rate and concentration were observed around noon. Ox concentration increased in the early morning, while  $P-L(Ox)$  was still 0 ppbv  $h^{-1}$  and then increased after a few hours. This result shows that  $O_3$  concentration is increased by non-photochemical factors in the early morning. Vertical mixing of air is weak at night and  $O_3$  concentration near the surface of the ground decreases by deposition, reactions with olefin and so on. Surface of the ground is gradually warmed by sunlight in the morning and vertical mixing of air is activated.  $O_3$  concentration would increase because of  $O_3$  influx from above.  $P-L(Ox)$  achieved a peak value around noon and photochemical  $O_3$  production was active in the daytime. Ox concentration did not increase around noon, however. This suggests that  $O_3$  increase by photochemical production competes against  $O_3$  decrease by non-photochemical factors such as deposition, advection, and reactions of  $O_3$  with olefin.

キーワード: 光化学オゾン生成速度, ポテンシャルオゾン, 森林地域

Keywords: photochemical ozone production rate, oxidant, forest area

## MIROC3.2 ナudging化学気候モデルによるフロン減少期とフロン増加期のオゾン 全量の季節別全球トレンドマップ A global trend map of seasonal total column ozone using a MIROC3.2 nudged Chemistry- Climate Model

小濱 里沙<sup>1\*</sup>; 秋吉 英治<sup>1</sup>; 門脇 正尚<sup>1</sup>; 山下 陽介<sup>1</sup>

OBAMA, Risa<sup>1\*</sup>; AKIYOSHI, Hideharu<sup>1</sup>; KADOWAKI, Masanao<sup>1</sup>; YAMASHITA, Yousuke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 日本原子力研究開発機構

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>2</sup>Atmospheric and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>3</sup>Japan Atomic Energy Agency

2014年11月の大気化学討論会における発表では、札幌とつくばにおけるオゾン全量の観測値が示すトレンドのうちどの程度がフロンの影響によるものかを国立環境研究所のMIROC3.2化学気候モデルを使用してChemistry-Climate Model Initiative(CCMi)の推奨実験REF-C1SDの結果を用いた数値実験によって解析した結果を報告した。このモデルはERA-Interimデータをナudgingした数値モデルである。使用した数値実験は、(1)対象期間に観測されたオゾン層破壊物質(ODS)濃度と温室効果ガス濃度などの変化を与えた実験(REF-C1SD実験)と、(2)ODS濃度のみをオゾンホール発生以前の1979年に固定した実験(SEN-fODS1979実験)の2種類の実験である。

本研究では、フロンのオゾン全量への影響を全球規模に拡大して調べるため、上記2種類の化学気候モデル実験のオゾン全量トレンドの季節別全球マップを作成した。その結果、(1)REF-C1SD実験では、1979-1996年のフロンが減少する期間において全球的に減少トレンドが見られ、冬の中緯度や春の極域にはそのトレンドが大きく、それぞれ経度方向に構造が見られた。南半球においても冬と春はそれぞれ中緯度で経度方向に構造を示した。(2)SEN-fODS1979実験では、1979-1996年の期間においてODS濃度を1979年値に固定することによってオゾン全量の減少トレンドの値は小さくなるが、(1)の実験の冬や春でみられた経度方向の構造は残った。南半球の冬や春においては(1)の実験で見られた南極オゾンホールが見られず、場所によっては増加トレンドを示した。オゾン全量が示す経度方向の構造はフロン以外の影響(主に輸送など)によって生じたものと考えられる。また、(1)REF-C1SD実験から(2)SEN-fODS1979実験の差を取ることでODSの増加/減少トレンドによるオゾン全量の減少/増加トレンドが見られた。両極域の春に見られた大きな負のオゾントレンドは、ODSの濃度の増加による影響を顕著に示している。また、この差のトレンドの分布には経度方向の構造がほとんど見えないことがわかった。

発表では、ODSの濃度がゆるやかに減少した1997~2011年の期間のトレンドマップも示す。

キーワード: オゾン全量, ティレンド, 化学気候モデル, 全球マップ, ERA-Interim

Keywords: Total Column Ozone, Trend, Chemistry-Climate Model, Global Map, ERA-Interim

## 衛星観測による東アジアの対流圏 NO<sub>2</sub> カラム濃度のトレンド解析 Trend analysis of satellite observed tropospheric NO<sub>2</sub> vertical column density over East Asia

武藤 拓也<sup>1\*</sup>; 入江 仁士<sup>2</sup>; 板橋 秀一<sup>3</sup>  
MUTO, Takuya<sup>1\*</sup>; IRIE, Hitoshi<sup>2</sup>; ITAHASHI, Syuichi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院融合科学研究科, <sup>2</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>3</sup> 電力中央研究所  
<sup>1</sup>Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, <sup>2</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>3</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry

二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) は、呼吸により人体に取り込まれると呼吸器系に悪影響を及ぼす。また、オゾンやエアロゾルの前駆体や大気酸化能を支配する OH 濃度を左右する重要な因子であるなど、大気環境中で中心的な役割を果たしている。Hilboll et al.(2013)によると、2011年まで中国中東部の対流圏 NO<sub>2</sub> 濃度は増加傾向にあった。中国では、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の総量規制を課した第12次五か年計画が2011年より施行されており、その成果が期待されている。また、日本においては、2011年まで緩やかな減少傾向が報告されているが、2014年までのごく最近の NO<sub>2</sub> の濃度傾向は明らかにされていない。特に、2011年の東日本大震災を受けて、火力発電の割合増加による NO<sub>2</sub> 濃度レベルへの影響も詳細に理解されていない。このように、ごく最近の東アジア主要国の NO<sub>2</sub> 濃度の推移を明らかにすることは大変興味深い。本研究では、対流圏 NO<sub>2</sub> 鉛直カラム濃度 (VCD) を観測する衛星搭載センサーであり、2015年2月現在でも稼働中である OMI, GOME-2 の2つのデータセットを使用した。まずは年平均の時系列データを用いて、日本や中国上空の対流圏 NO<sub>2</sub> VCD トレンドの解析を行った。中国中東部においては、2005年より2011年までに平均して年率7%の NO<sub>2</sub> VCD の増加傾向が見られたが、2011年から2014年にかけて一転して平均して年率11%の減少傾向が見られた。また日本においては、東日本大震災発生年の2011年までは年率4%の減少傾向が見られた。2011年から2014年にかけても、年率4%の減少傾向が見られたので、震災後の火力発電割合増加による影響は小さいことが示唆された。本講演では、さらに、緯度経度 0.5 度グリッド毎にトレンドを算出して見られる地域特性等を基に、NO<sub>2</sub> VCD の変動の要因を議論する。

キーワード: 二酸化窒素, OMI, GOME-2, トレンド解析  
Keywords: Nitrogen dioxide, OMI, GOME-2, trend analysis

北半球中高緯度の中部対流圏から成層圏のCH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, 気温高度分布 – GOSAT  
熱赤外センサ, ACE-FTS, 航空機観測の比較 –  
CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, and temperature from the mid-troposphere to the stratosphere in the  
northern mid- and high-latitudes

杉田 考史<sup>1\*</sup>; 齋藤 尚子<sup>2</sup>; 林田 佐智子<sup>3</sup>; 町田 敏暢<sup>1</sup>  
SUGITA, Takafumi<sup>1\*</sup>; SAITOH, Naoko<sup>2</sup>; HAYASHIDA, Sachiko<sup>3</sup>; MACHIDA, Toshinobu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>環境研, <sup>2</sup>千葉大, <sup>3</sup>奈良女子大  
<sup>1</sup>NIES, <sup>2</sup>Chiba Univ., <sup>3</sup>Nara Women's Univ.

1990年代後半より地球大気からの熱赤外放射を人工衛星搭載センサから天底測定することで大気中メタン(CH<sub>4</sub>)等の高度分布の導出が行われている。2009年以降、GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンド(TIR)からCO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>などの自由対流圏から成層圏にかけての高度分布の導出が実施されている。この研究ではTIRによる中部対流圏から成層圏にかけてのCH<sub>4</sub>およびCH<sub>4</sub>と同時推定されるH<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, 気温の高度分布導出結果を定量的に把握し、西シベリア等でのCH<sub>4</sub>の挙動の理解向上に寄与する。比較のためにリム観測センサACE-FTSからのCH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, 気温の高度分布を解析した。北緯45度以北の掩蔽測定に焦点をあて、時空間一致基準として12時間と300kmを仮定した。2010年から2011年の2年分のTIRデータに対して1,700のACE-FTSプロファイルが抽出された。比較結果からは、(1)1月から4月の400-200hPaレベルでTIRのCH<sub>4</sub>が系統的にACE-FTSよりも高い、特に1月の300hPaレベルではいくつかのTIRが2.0ppmvを超えている、(2)H<sub>2</sub>Oは300-250hPaレベルより上の高度でTIRがACE-FTSよりも全期間を通して高い、ことが分かった。これらの差異については双方のリトリバルに起因する事項や気象状況の観点から慎重に検討する。またCH<sub>4</sub>については西シベリアでの月1回の航空機観測からの高度7km(430hPa)と5.5km(500hPa)のメタンとも比較を行った。時系列変化の観点ではTIRの変動幅の範囲内でお互いに良い一致を示した。

キーワード: メタン, 対流圏, 成層圏, GOSAT, 航空機  
Keywords: methane, troposphere, stratosphere, GOSAT, aircraft



## NICAM-TM CO<sub>2</sub> データと GOSAT/TANSO-FTS TIR CO<sub>2</sub> データの比較解析 Comparisons between NICAM-TM and GOSAT/TANSO-FTS TIR CO<sub>2</sub> data

杉村 亮<sup>1\*</sup>; 齋藤 尚子<sup>1</sup>; 今須 良一<sup>2</sup>; 川上 修司<sup>3</sup>; 塩見 慶<sup>3</sup>; 丹羽 洋介<sup>4</sup>; 町田 敏暢<sup>5</sup>; 澤 庸介<sup>4</sup>;  
松枝 秀和<sup>4</sup>

SUGIMURA, Ryo<sup>1\*</sup>; SAITOH, Naoko<sup>1</sup>; IMASU, Ryoichi<sup>2</sup>; KAWAKAMI, Shuji<sup>3</sup>; SHIOMI, Kei<sup>3</sup>; NIWA, Yosuke<sup>4</sup>;  
MACHIDA, Toshinobu<sup>5</sup>; SAWA, Yousuke<sup>4</sup>; MATSUEDA, Hidekazu<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>4</sup> 気象研究所, <sup>5</sup> 国立環境研究所

<sup>1</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>2</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, <sup>3</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>4</sup>Meteorological Research Institute, <sup>5</sup>National Institute for Environmental Studies

GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) は、2009 年 1 月 23 日に打ち上げられた温室効果ガス観測を主目的とした世界初の日本の人工衛星である。これまでの我々の検証解析から、GOSAT の TANSO/FTS センサーの TIR (熱赤外) バンドのスペクトルから導出された CO<sub>2</sub> 鉛直濃度プロファイルには、対流圏中層に負バイアスが存在することがわかっている。そこで、本研究では、GOSAT の TIR CO<sub>2</sub> データと全球輸送モデル NICAM-TM (Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model-based Transport Model) の CO<sub>2</sub> データ (NICAM-TM CO<sub>2</sub>) [Niwa et al., 2011] を比較し、全球で TIR CO<sub>2</sub> データの負バイアスの大きさの評価を行った。さらに、CONTRAIL (Comprehensive Observation Network for Trace gases by Airliner) の CME (Continuous CO<sub>2</sub> Measuring Equipment) [Machida et al., 2008] による各空港上空の CO<sub>2</sub> 鉛直濃度データとの比較をもとに TIR CO<sub>2</sub> データの対流圏中層におけるバイアス補正係数を緯度別に算出し、TIR CO<sub>2</sub> データの 500 hPa の濃度にその補正係数を適用した。その上で、補正済みの TIR CO<sub>2</sub> データの季節変化を調べ、適用した補正係数の妥当性を検証した。

まず、TIR CO<sub>2</sub> データと NICAM-TM CO<sub>2</sub> データの 500 hPa と 200 hPa の濃度の差分の平均値を比較したところ、TIR CO<sub>2</sub> データでは、対流圏中層の負バイアスの影響で特に赤道付近に差分値 (500 hPa - 200 hPa) が大きく、-8 ppm を越えるようなデータが多く見られた。一方、先験値 (NIES-TM05) や NICAM-TM CO<sub>2</sub> データではこの傾向は見られなかった。次に、各空港上空で算出した補正係数を TIR CO<sub>2</sub> データに適用した上で再び濃度の差分値の比較を行った。バンコク上空のデータに基づいた補正係数を適用した低緯度帯 (25° S-25° N) では、補正係数を適用する前と比較すると、先験値や NICAM-TM CO<sub>2</sub> データの濃度の差分値と概ね近い値を示すデータが多くなった。一方、アムステルダム上空のデータに基づいた補正係数を適用した北半球高緯度帯 (40° N 以北) では、夏季に TIR CO<sub>2</sub> データの濃度の差分値が正の値を示すデータが多く見られ、NICAM-TM CO<sub>2</sub> データや先験値とは異なる傾向を示した。北半球高緯度では夏季に地表面の CO<sub>2</sub> 濃度が上空に比べて低くなるため、本研究で設定した各季節一律の補正係数は北半球の夏季については適当でないと考えられる。本研究の結果から、TIR CO<sub>2</sub> データの対流圏中層の負バイアスは季節や領域によって異なっていることが示唆されたため、季節ごと緯度帯ごとに補正係数を設定する必要があると考えられる。

さらに、気候区や緯度帯に着目して領域を分割し [Niwa et al., 2011]、TIR CO<sub>2</sub> データと NICAM-TM CO<sub>2</sub> データの時系列を比較した。初期的な比較の結果、TIR CO<sub>2</sub> データの季節変化が、先験値よりも NICAM-TM CO<sub>2</sub> データの季節変化に近い特徴を持つ地域が見られた。今後は、比較方法を再検討した上で、CO<sub>2</sub> 濃度の季節変化の特徴を全球で詳細に解析する予定である。

### 謝辞

CONTRAIL 観測は、日本航空、日航財団、JAMCO の多大な協力のもと実施されています。

キーワード: CO<sub>2</sub>, 衛星リモートセンシング, GOSAT

Keywords: CO<sub>2</sub>, satellite remote sensing, GOSAT

## 航空機観測データを用いた GOSAT/TANSO-FTS TIR CO<sub>2</sub> プロファイルの検証解析 Validation of GOSAT/TANSO-FTS TIR CO<sub>2</sub> profiles using aircraft CO<sub>2</sub> data

木本 周平<sup>1\*</sup>; 齋藤 尚子<sup>1</sup>; 今須 良一<sup>2</sup>; 川上 修司<sup>3</sup>; 塩見 慶<sup>3</sup>; 町田 敏暢<sup>4</sup>; 澤 庸介<sup>5</sup>; 松枝 秀和<sup>5</sup>;  
梅澤 拓<sup>4</sup>  
KIMOTO, Shuhei<sup>1\*</sup>; SAITOH, Naoko<sup>1</sup>; IMASU, Ryoichi<sup>2</sup>; KAWAKAMI, Shuji<sup>3</sup>; SHIOMI, Kei<sup>3</sup>;  
MACHIDA, Toshinobu<sup>4</sup>; SAWA, Yousuke<sup>5</sup>; MATSUEDA, Hidekazu<sup>5</sup>; UMEZAWA, Taku<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>4</sup> 国立環境研究所,  
<sup>5</sup> 気象研究所

<sup>1</sup>Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, <sup>2</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of  
Tokyo, <sup>3</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>4</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>5</sup>Meteorological Research Institute

2009年1月に、主要な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>を観測することを主目的とした世界初の人工衛星GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) が打ち上げられた。GOSATなどの人工衛星による観測は、一般にin situ観測データと比べると確度や精度が劣っているため、そのデータ質を詳細に検証する必要がある。そこで本研究ではGOSATのTANSO-FTS (Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation - Fourier Transform Spectrometer) の熱赤外 (TIR) バンドのスペクトルから導出されたCO<sub>2</sub>プロファイルのデータ質を、民間航空機による大気観測プロジェクトCONTRAIL (Comprehensive Observation Network for Trace gases by Airline) 及びCARIBIC (Civil Aircraft for the Regular investigation of the atmosphere Based on an Instrument Container) のCO<sub>2</sub>連続観測データを用いて検証を行った。

まず、CONTRAILの空港離着陸時に得られたデータを「CO<sub>2</sub>プロファイル」とみなし、TIRのアベレーシングカーネルを適用した上で、TIRのCO<sub>2</sub>データと比較を行った。この際の比較対象データ抽出条件は、GOSATの観測点と空港の距離が300 km以内かつ観測時間差が72時間以内とし、モスクワ、アムステルダム、バンクーバー、成田、デリー、ホノルル、バンコク、シンガポール、ジャカルタ、シドニーの10か所の空港でそれぞれ比較を行った。またCONTRAIL及びCARIBICの水平飛行時の観測地点を複数の領域に分割し、各領域について航空機の水平飛行時に取得される上空のデータおよびTIRデータの平均値を計算して比較を行った。

空港上空のCO<sub>2</sub>プロファイル比較では、対流圏中層においてTIRデータに1~1.5%程度の負バイアスが確認できた。バイアスの大きさは季節や緯度帯によって異なっており、春から夏にかけてはバイアスが大きく、低緯度は他の緯度帯よりも相対的にバイアスが大きいことがわかった。また、水平飛行時の上空データを用いた領域内平均比較では、TIRデータが航空機データに対して、アプリアリデータと同等かよりよい一致を示すことがわかった。場所や季節によって多少傾向は異なるものの、TIRデータが航空機データと概ね同じような濃度分布を示していることが確認できた。ポスターでは他の航空機データとの比較結果も併せて詳細を報告する予定である。

謝辞

CONTRAIL観測は、日本航空、日航財団、JAMCOの多大な協力のもと実施されています。またCARIBICデータは、CARIBICプロジェクトより提供頂きました。C. Brenninkmeijer氏をはじめ、CARIBICプロジェクトの皆様方に感謝致します。

キーワード: GOSAT, 検証, CO<sub>2</sub>, 航空機観測

Keywords: GOSAT, validation, CO<sub>2</sub>, aircraft measurement

## CONTRAIL-CME で観測された対流圏 CO<sub>2</sub> の平均的時空間変動 Climatology of spatiotemporal variations of tropospheric CO<sub>2</sub> observed by CONTRAIL-CME

梅澤 拓<sup>1\*</sup>; 町田 敏暢<sup>1</sup>; 澤 庸介<sup>2</sup>; 松枝 秀和<sup>2</sup>; 丹羽 洋介<sup>2</sup>

UMEZAWA, Taku<sup>1\*</sup>; MACHIDA, Toshinobu<sup>1</sup>; SAWA, Yousuke<sup>2</sup>; MATSUEDA, Hidekazu<sup>2</sup>; NIWA, Yosuke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立環境研究所, <sup>2</sup> 気象研究所地球化学研究部

<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies, <sup>2</sup>Meteorological Research Institute

CONTRAIL is the ongoing project that measures atmospheric trace gases during intercontinental flights of Japan Airlines. Atmospheric CO<sub>2</sub> concentration is analyzed using Continuous CO<sub>2</sub> Measuring Equipment (CME) onboard the aircraft. From ~20 thousands of measurement flights since 2005, extensive number of CO<sub>2</sub> data (~2 millions) along level-flight and ascent/descent tracks have been obtained, enabling us to well characterize spatiotemporal distributions of atmospheric CO<sub>2</sub> covering large part of the globe especially the Asia-Pacific regions. In this study, we define  $\Delta\text{CO}_2$  as a deviation from the long-term trend observed at a northern hemispheric baseline station Mauna Loa, Hawaii, to illustrate climatological CO<sub>2</sub> distributions including seasonal and shorter-term variations. For instance, over airports in Japan,  $\Delta\text{CO}_2$  reaches seasonal maximum at the end of April with higher values near the surface. In this season, high  $\Delta\text{CO}_2$  spreads east of the Asian continent in the upper troposphere over the northern Pacific. In contrast, seasonal minimum of  $\Delta\text{CO}_2$  occurs in September with more depletion in the upper troposphere. The summertime low  $\Delta\text{CO}_2$  in the upper troposphere appears to be more pronounced over the Asian continent than over the Pacific. Likewise, we present seasonal variations of vertical profiles of tropospheric  $\Delta\text{CO}_2$  over various airports and of spatial distributions in the upper troposphere in large-scale perspective, and discuss them from viewpoints of seasonally varying continental sources/sinks and atmospheric transport.

Keywords: CONTRAIL, CO<sub>2</sub>, troposphere, seasonal variation, vertical profile