

A-0803 革新的手法によるエアロゾル物理化学特性の解明と気候変動予測の高精度化に関する研究

(2) エアロゾルの化学組成の測定に関する研究

独立行政法人国立環境研究所

アジア自然共生研究グループ アジア広域大気研究室

高見昭憲

平成20～22年度累計予算額 22,295千円（うち、平成22年度予算額 9,100千円）

上記の予算額は、間接経費を含む

[要旨] 2009年春季に沖縄県辺戸岬および長崎福江島観測ステーションにおいて、航空機観測に同期したエアロゾルの化学組成観測を実施した。周期的に微小粒子の濃度の増減があり、沖縄辺戸では高濃度時には硫酸塩が多かった。TEOMの観測では3月22日夜半に $80\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ を超えるピークが観測され、後方流跡線や天気図によれば、中国大陸から東進してきた前線が沖縄本島を通過した直後にもたらされたものであり、中国大陸から飛来した空気塊がもたらしたものであるという結果を得た。このような事例の解析から、今回の観測が、春季に東シナ海域に見られる典型的な総観規模の気象場の下で行われたことを示している。

元素状炭素（EC）は黒色であるため太陽光を吸収し気候変動への影響が指摘されている。BCは光学的測定により求められる光を吸収する物質であり、ECは化学組成分析から得られる元素状炭素である。化学組成分析から微小粒子、粗大粒子中のECの存在割合を推定した。微小粒子中のECはマイナーな成分であり、観測期間中の平均を取ると、 $\text{PM}_{2.5}$ 中には重量濃度基準で約3%程度存在していた。粗大粒子中でもECは比較的マイナーな成分であり、多くて6%程度含まれていることもあるが、平均すると2%程度であった。後方流跡線解析によると大陸方面から気塊が輸送される場合にECが多く含まれる傾向があった。長崎福江での粗大粒子中のECの割合は、多いときで8%、平均で5%程度であり、沖縄辺戸と比較して少し多かった。

2010年春季に長崎福江島観測ステーションにおいてエアロゾル質量分析計での観測と同期して、電子顕微鏡による形態観察用の試料を捕集した。個別粒子の観測によると、微小粒子ではECの周囲に硫酸塩が覆っている形態のものが観察された。土壌粒子や海塩粒子といった粗大粒子の場合には、粗大粒子上にECが付着しているというよりは、ECの凝集態が粗大粒子とともに存在する形態であった。

[キーワード] 化学組成、元素状炭素、形態観察、沖縄辺戸岬、長崎福江島

## 1. はじめに

大気中に浮遊する微粒子（エアロゾル）は光を散乱あるいは吸収し放射収支に影響を与えると考えられている。東アジア域はエアロゾル量が他地域に比べ非常に多く、エアロゾルの化学組成や時空間的分布が複雑である。人為起源エアロゾルの組成としては硫酸塩、硝酸塩、有機エアロゾル、黒色炭素などが主な成分である。

黒色炭素は主に元素状の炭素（Elemental Carbon : EC）が凝集したものと考えられ、ECは自動車排気ガスや石炭燃焼、あるいは、バイオマス燃焼によって生成すると考えられている。大気中

に放出されたECは凝集し、また、硫酸塩、硝酸塩、有機エアロゾルなどと混合する。太陽放射を吸収する黒色炭素は、輸送される間に無機、有機エアロゾルと混合するため、その光学的性質を変化させる。そのため放射強制力の推定を高い精度で行うためには黒色炭素の混合状態や化学組成の解明が必要である。

本研究では、大気中に浮遊するエアロゾルの化学組成を、エアロゾル質量分析計などの高感度かつ高時間分解能を持つ計測を通じて明らかにし、微小粒子、粗大粒子中の黒色炭素の存在割合の定量化をおこなう。さらに、個別粒子の観察から、ECの混合状態の解明を行う。

## 2. 研究目的

平成21年度には沖縄辺戸岬および長崎県福江島において、航空機観測と同期して、地上観測による大気エアロゾルの化学組成の解明を行う。エアロゾル質量分析計を用いると、人為起源汚染の主要成分である硫酸塩や有機物を高い時間分解能（10分）で観測できる。単一散乱アルベド（SSA）への寄与は粗大粒子に含まれる化学成分も無視し得ない。粗大粒子側には、通常、海塩および土壌（黄砂など）粒子が含まれる。粗大粒子側の化学組成はフィルターサンプラーで捕集しイオンクロマトグラフを用いて分析する。

平成22年度には、前年度に得られた測定データを解析し、微小粒子、粗大粒子に含まれる化学組成、特にECの存在割合の定量化をおこなう。長崎福江島において、エアロゾルの化学組成分析と同期して試料を採取し、電子顕微鏡写真による個別粒子の観察から、ECの混合状態を明らかにする。

## 3. 研究方法

エアロゾルの化学組成を高い時間分解能で測定するためエアロゾル質量分析計（Q-AMS エアロダイン社製）を長崎県福江島の国立環境研究所福江観測ステーションと沖縄辺戸岬の辺戸観測ステーションに設置した。Q-AMSで測定される主要成分はアンモニウム、硝酸塩、硫酸塩、塩化物、有機物である。有機物には、有機化合物を構成する元素である炭素、水素、酸素、窒素なども含まれる。測定時間間隔は10分とした。測定原理の詳細は文献を参照のこと<sup>1,2,3,4</sup>。フィルターサンプリングはQ-AMSでは測定できない黄砂由来と考えられるカルシウムイオンなどの金属イオン成分の測定と、Q-AMSの重量濃度チェックのためのサルフェートイオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）、さらに、ECの定量測定を主な目的とした。石英フィルターを3段式のホルダーにセットし、簡易型ではあるが粗大粒子と微小粒子を分けて捕集した。エアロゾルはつくばにおいてイオンクロマトグラフィーを用いて分析される。（フィルターサンプリングは名古屋大学長田博士、産総研兼保博士、国環研長谷川博士との共同研究である。）また我々もRP5400というEC分析器を3時間の時間分解能で稼働させており、微小粒子中のEC測定を行った。また、サブテマ3（高村グループ）がエアサロメータやMAAPを用いた黒色炭素の測定を行った。これらの観測により、大気中のエアロゾルに含まれる化学組成の主成分であるアンモニウムイオン（ $\text{NH}_4^+$ ）、ナイトレートイオン（ $\text{NO}_3^-$ ）、サルフェートイオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）、カルシウムイオン（ $\text{Ca}^{2+}$ ）、マグネシウムイオン（ $\text{Mg}^{2+}$ ）、有機物、元素状炭素（EC）、黒色炭素（Black Carbon, BC）の測定が可能となる。このほか、 $\text{PM}_{2.5}$ の重量濃度分析には、R&P社製のTEOM（RP1400）を使用した。福江島観測ステーションでもQ-AMS、および簡易型エアロゾル質量分析計（ACSM、エアロダイン社製）による観測、フィルターサンプリングを行った。

ACSMの原理は基本的にQ-AMSと同じであるが、飛行時間型粒径分布測定装置は内蔵されておらず、粒子の化学組成分析のみ可能である。

電子顕微鏡用試料は、建物の屋上に設置したシェルター内にサンプリングカートリッジを固定し、大気を半日あるいは一日中連続吸引(10 l/m)し、採取装置内の上段にハニカムディニューダを取り付け、ガスを除去した後に、大気エアロゾル中のPM10とPM2.5とを、事前に金蒸着したヌクレオポアフィルター(PC製、孔径0.8 $\mu$ m)上に採取した。分析には、走査型電子顕微鏡(HITACHI, S-4800)とエネルギー分散型X線分析装置(EDAX, Genesis)を用いて、PC上のエアロゾルの形態とその構成元素について、分析した。試料採取・分析は、東大大気海洋研 鶴田治雄博士、中島映至教授との共同研究である。

福江島観測ステーションの位置は東経128度、北緯33度、沖縄辺戸岬観測ステーションは東経128度、北緯27度である。2009年春季は航空機観測期間と同期し測定を行った。フィルターサンプリングは手動であるため、3月28日から4月16日まで毎日24時間捕集を行った。2010年春季は、3月24日から4月15日まで行い、電子顕微鏡用試料の採取はその期間のうち15回行った。

#### 4. 結果・考察

##### (1) 化学組成分析

2009年春季の観測で得られたデータをもとに、各化学組成について、その重量濃度基準の割合を計算した。

図20から22に2009年3月、沖縄辺戸観測ステーションで測定された結果の一部を示す。図20ではTEOMにより測定されたPM<sub>2.5</sub>相当のエアロゾル重量濃度は周期的に変動しており数回高濃度イベントが観測された。3月22日から3月23日にかけては80 $\mu$ g $\cdot$ m<sup>-3</sup>を超えるピークが観測された。Q-AMSもTEOMと同じような時間変動を示しており、3月22日よるには40 $\mu$ g $\cdot$ m<sup>-3</sup>を超えるピークが観測された。図21にはQ-AMSで測定された化学組成を図22には化学組成の割合を示す。3月から4月上旬にかけてはSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と有機物が主要成分であった。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が主要である時には基本的には中国大陸由来の空気塊をとらえている<sup>3)</sup>。

3月22日夜の高濃度ピークは、天気図によれば、中国大陸から東進してきた前線が沖縄本島を通過した直後にもたらされたものであり、後方流跡線解析によると、中国大陸から飛来した空気塊がもたらしたものであるという結果を得た。過去の研究からも、このような場合には前線通過後に東シナ海域を東進する高気圧の辺縁に沿って大陸から粒子状物質が移動していることがわかっており、今回もそのような典型的な総観規模の気象場の下で観測が行われたことを示している。

図23にはフィルターサンプリングで採取された粒子の分析結果を示す。TEOMやQ-AMSでの測定と同様に、4月2日、4月7日などで高濃度になっている。粗大粒子の主要成分は、Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>であった。Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>が多いのは海岸近くであり海塩の影響を受けたものと考えられる。海塩起源のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はNa<sup>+</sup>の重量濃度の12%程度である。このことを考慮すると、粗大粒子に含まれるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>も人為起源が大半を占めると考えられる。中国大陸で発生した硫酸塩が東シナ海など海上を輸送される間に、海塩と混合したと考えられる。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が粗大粒子側で観測されるが、これも海上での混合による考えられる<sup>4)</sup>。黄砂など土壌由来とされるCa<sup>2+</sup>については、4月2日、4月7日ともにほとんど増加しておらず、黄砂の影響は小さかったと考えられる。

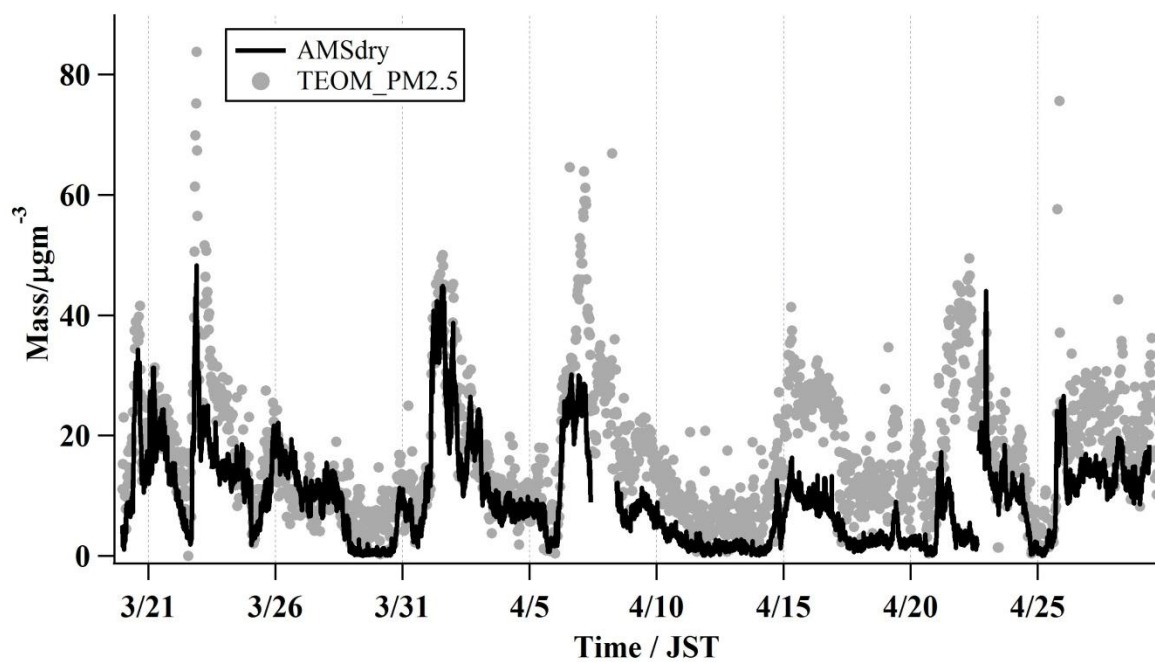


図20 沖縄辺戸観測ステーションで測定されたエアロゾルの濃度

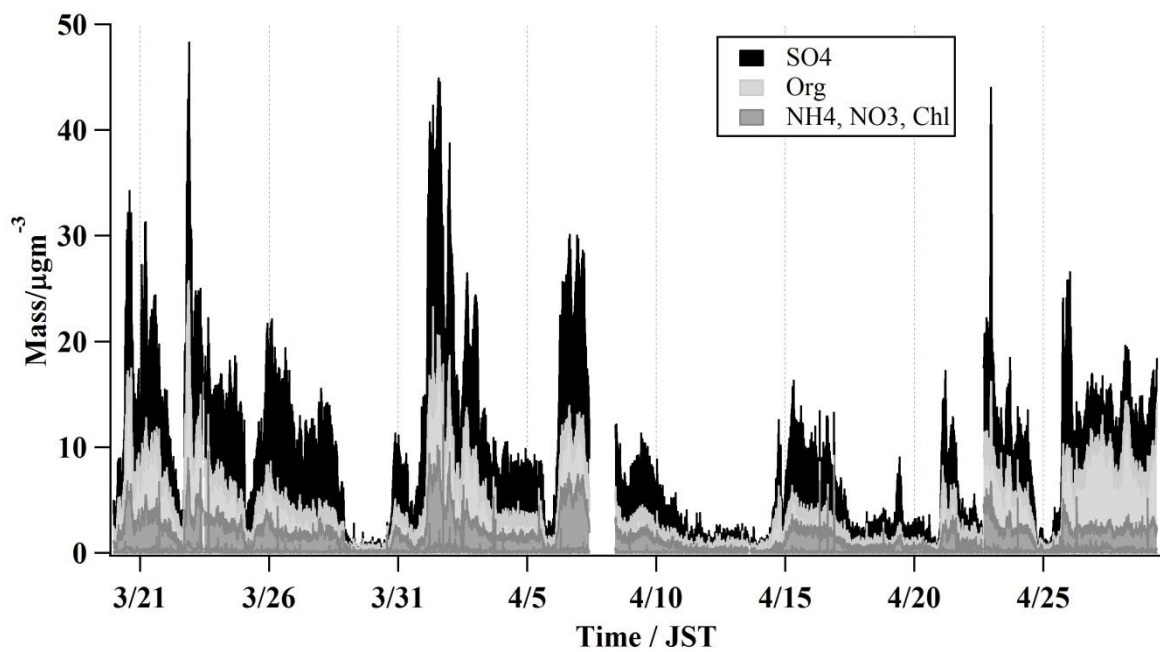


図21 沖縄辺戸でQ-AMSを用いて観測された微小粒子の化学組成

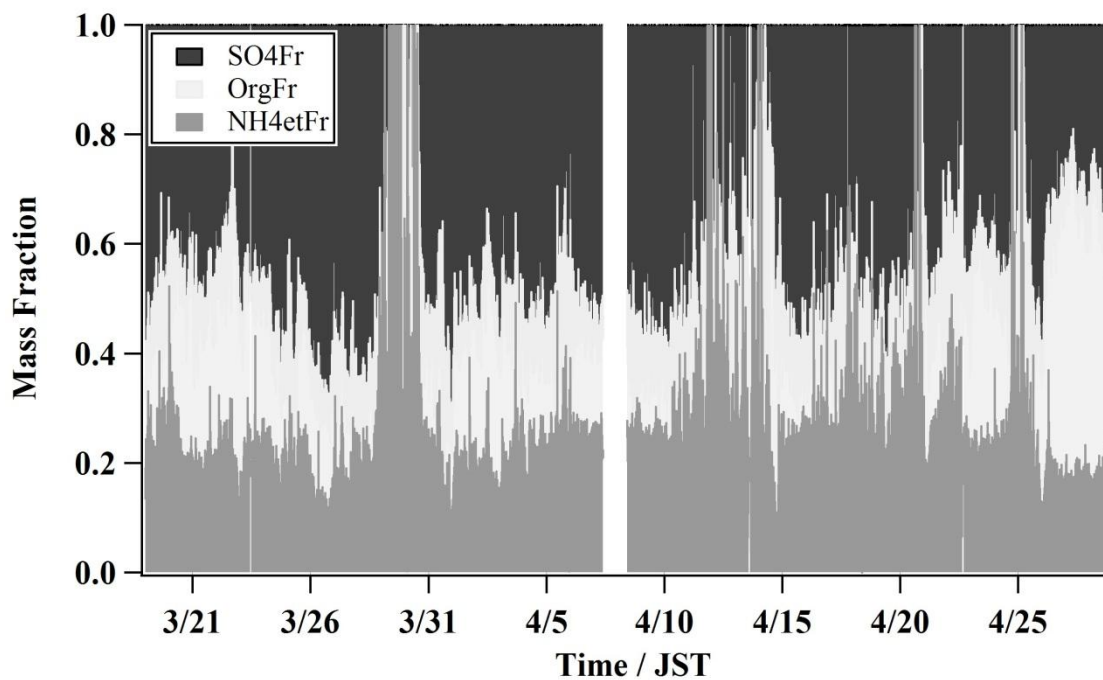


図22 沖縄辺戸で観測された微小粒子の重量濃度割合

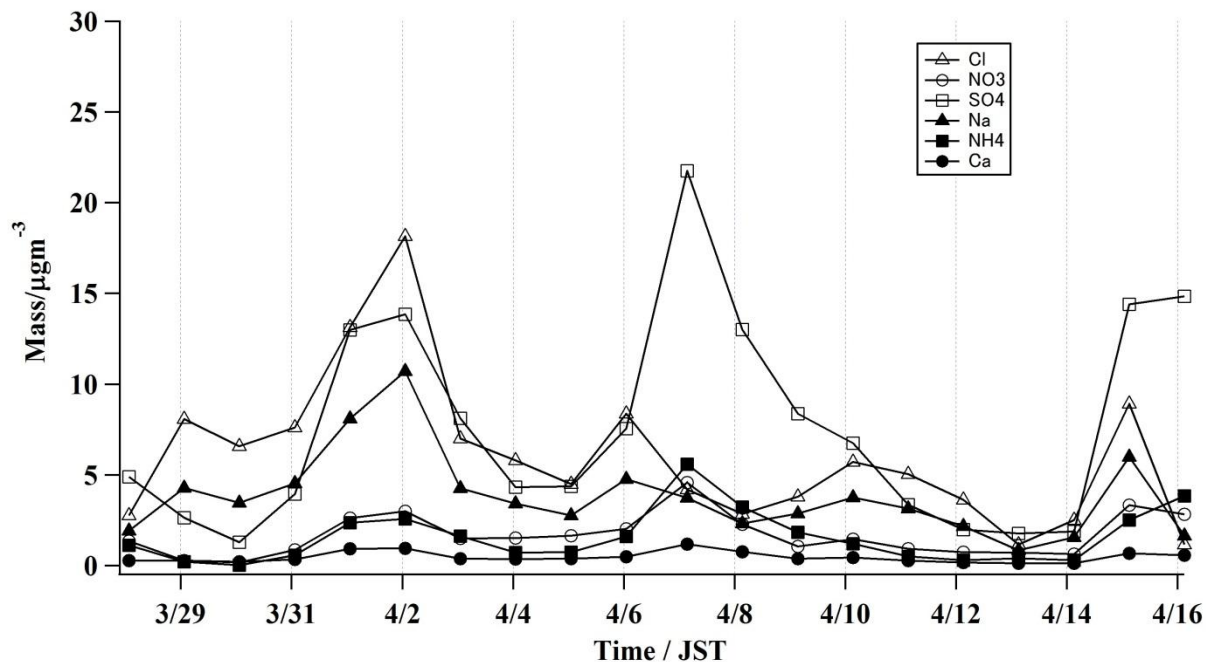


図23 沖縄辺戸で観測された粗大粒子の化学組成

長崎県福江島においても Q-AMS を用いた化学組成分析を行った。長崎福江島でも  $\text{SO}_4^{2-}$  と有機物が主要成分であった。4月8日に  $80\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  に近いピークが観測された。オゾンなどを対象とした別モデル計算の結果からは、4月8日の高濃度エピソードは、中国大陸からもたらされた人為起源の二次粒子であった(図 24)。過去の観測においても、長崎福江島での観測で硫酸塩が相対的に多い場合には中国大陸からの輸送が卓越した場合であることが分かっており、今回の観測も同様のエピソードをとらえている。

福江の場合も前線通過後に東シナ海域を東進する高気圧の辺縁に沿って大陸から粒子状物質が移動しており、今回も典型的な総観規模の気象場の下で観測が行われたことを示している。

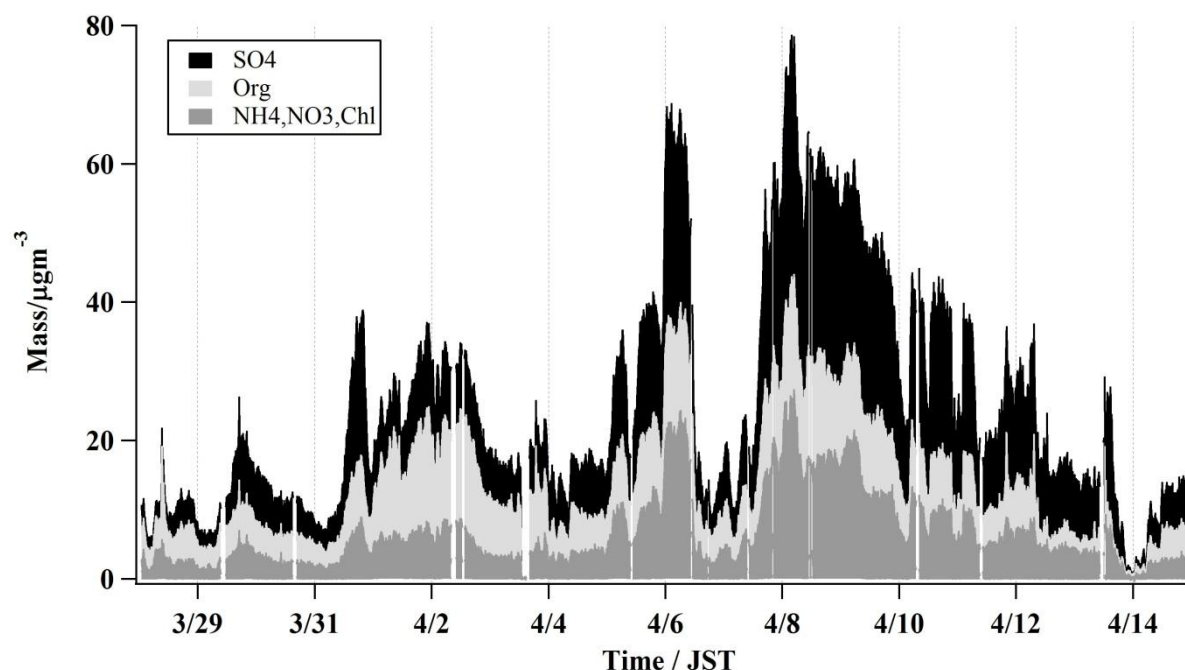


図 24 長崎福江島で Q-AMS を用いて観測された微小粒子の化学組成

## (2) ECの重量濃度存在割合

元素状炭素 (EC) は黒色をしており、太陽からの放射を吸収するため気候変動への影響が指摘されている。化学組成分析から微小粒子、粗大粒子中にどの程度 EC が存在しているかは、放射収支の計算にとって非常に重要である。今回は沖縄辺戸岬で得られたデータを基に EC の存在割合を推定した。

微小粒子側の EC を測定できるカーボンモニター (RP5400) は、時間分解能が 3 時間と高いものの、濃度の絶対値については補正が必要である。今回はフィルターサンプリングで得られた 1 日ごとの試料を DRI 方式の分析装置で分析し、その値を基にカーボンモニターで得られた EC の値を補正した。補正法のフローチャートを図 25 に示す。図 25 に MAAP で測定した BC、DRI 補正後の EC を示した。光学的な方式で測定する MAAP (Thermo) と比較すると、EC はほぼ一致しており、今回の測定範囲では BC の主要成分は EC であることがわかった。

次にECの粒子中での存在割合を計算した。微小粒子中のECはマイナーな成分であり、観測期間中の平均を取ると、PM<sub>2.5</sub>中には重量濃度基準で約3%存在していた（図26）。ECの濃度変動もTEOMやサルフェートと同期しており、基本的には大陸から輸送されてきたものと考えられる。

粗大粒子側のECもマイナーな成分であり、多くて6%程度含まれていることもあるが、平均すると2%程度であった。また、粗大粒子中のECは微小粒子中のECの約2倍程度含まれていることもあった（図27）。

微小粒子に比べ粗大粒子中に多くECが含まれているときの起源を検討するため、粗大粒子側のECが多かった4月6日、4月13日、4月20日について後方流跡線を計算し、空気塊の起源を推定した。4月6日、4月13日、4月20日の空気塊はそれぞれ黄海、台湾、中国沿岸部と大陸方面から飛来しており、大陸方面から気塊が輸送されるとECが多く含まれる傾向があった。このことはBCがもたらす気候変動への影響を評価する上で、EC・BCの輸送に対するより一層精緻な理解が求められることを意味する。

長崎福江でも同様の測定を行った。長崎福江では粗大粒子中のECの割合は、多いときで8%、平均で5%程度あり、沖縄辺戸と比較して多い（図28）。

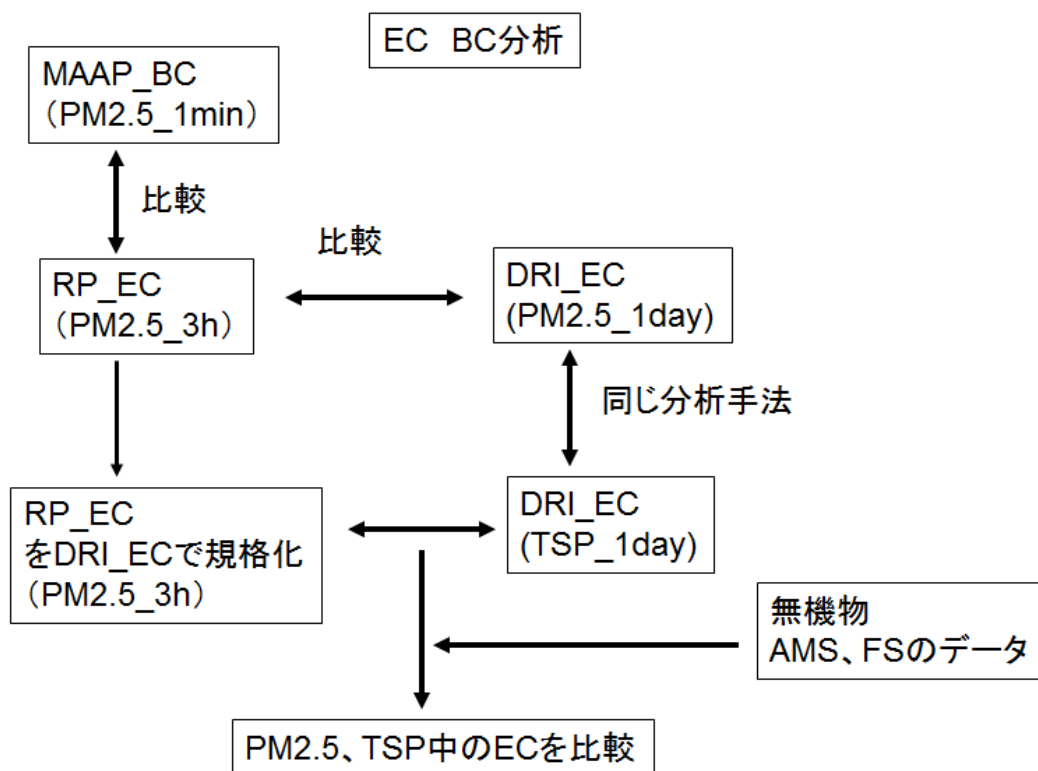


図25 RP5400で測定されたEC測定値補正法のフローチャート

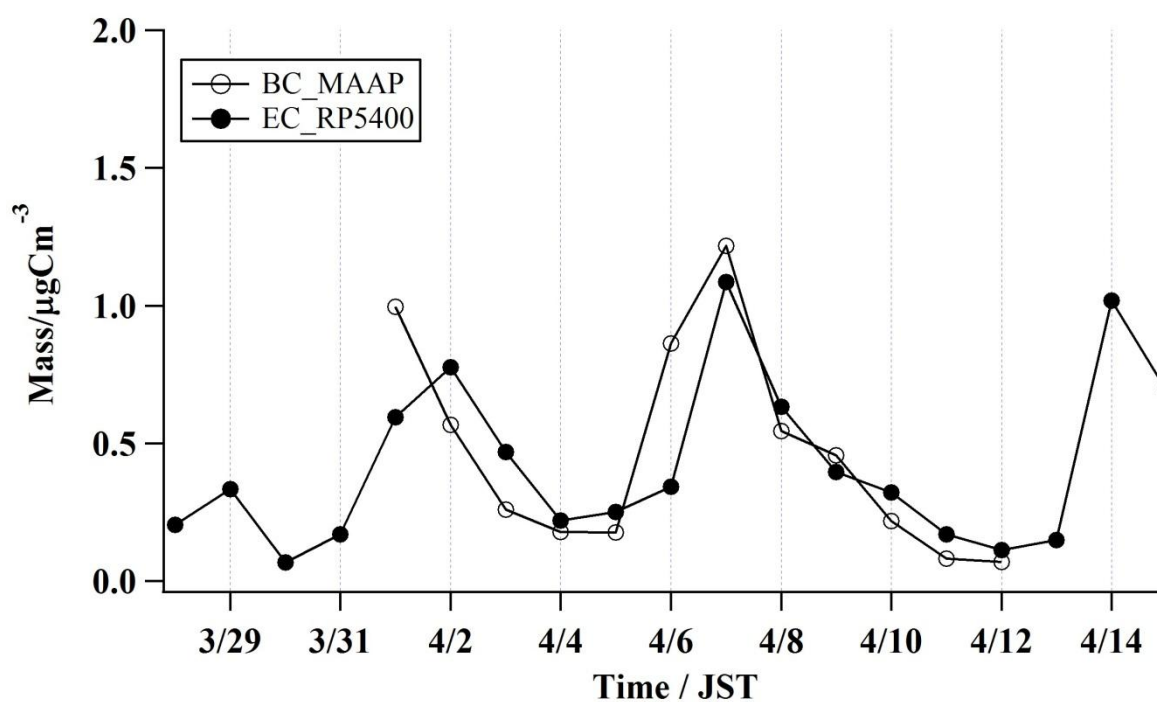


図26 沖縄辺戸で観測された微小粒子中のEC、BC重量濃度比較。RP5400で測定されたEC重量濃度はDRI方式で測定されたEC重量濃度で補正している。

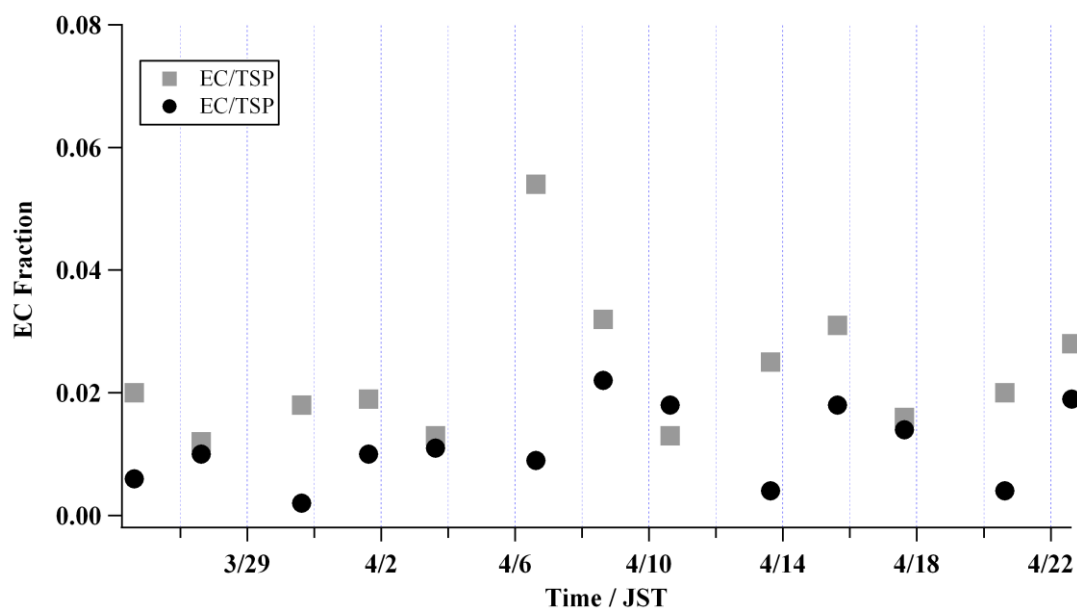


図27 沖縄辺戸で観測された微小粒子（黒丸）および粗大粒子（灰四角）中のECの重量濃度割合



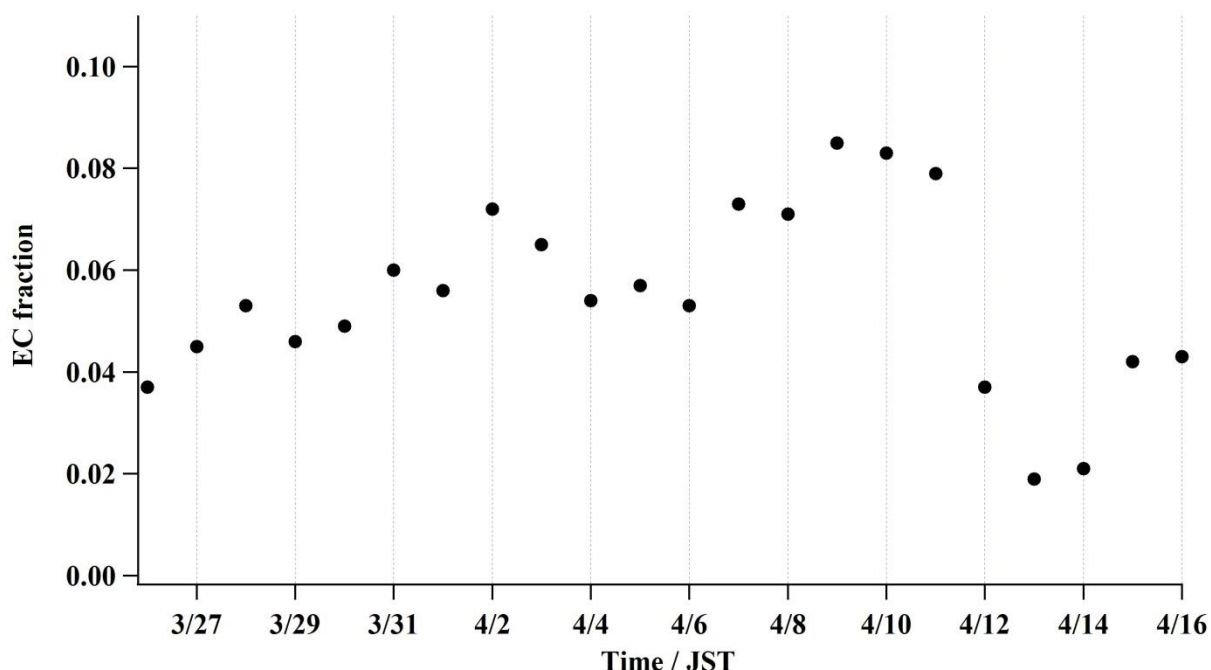


図28 長崎福江島で測定された粗大粒子中のECの重量濃度割合

### (3) ECの形態観察

2009年の観測結果から沖縄辺戸ではECは2から3%程度、長崎福江では5%程度粗大粒子中に含まれていた。ECが粒子表面に均一に分布（付着）しているとして、ECが表面積に占める割合を計算した。ECが直径 $0.1\ \mu\text{m}$ で、その重量濃度割合が粗大粒子（ $10\ \mu\text{m}$ とする）に対し1%であるとして計算すると、ECは粗大粒子表面の40%程度を占めるという結果となった。非常に単純化した計算であり、現実を反映していない可能性は大であるが、ECの表面被覆率は非常に大きく、放射計算に影響を与えると考えられる。ECの粗大粒子上の形態を確認するため、2010年春季に長崎県福江島において、ACSMによる化学組成分析と同期した粒子の電子顕微鏡観察を行った。

図29にACSMで測定された粒子の化学組成を示す。濃度が周期的に変動しており、前線や高低気圧の移動に伴う、大陸からの輸送を反映していると考えられる。4月4日から8日にかけては低気圧や高気圧が交互に大陸から日本付近を通過しており、大陸からの物質輸送が卓越していたと考えられる。例年同様の気象パターンを示しており、2010年春季の電子顕微鏡試料は典型的な試料と考えられる。

写真1から3に長崎福江で観察された粒子状物質の電子顕微鏡写真を示す。写真1は典型的な鎖状のECで、構成する個々の炭素粒子は直径約80nmであった。このようにECは凝集態で存在している。この期間中は、土壌系粒子と炭素系粒子とはそれぞれ独立に存在していた例が多く、土壌系粒子に炭素系粒子が付着していた例は非常に少なかった。写真2は右側の土壌粒子だけでなく、左側の部分でもSi元素が存在しており、土壌系粒子と有機炭素粒子が一部混合していると推測された。しかし、土壌系粒子上にEC粒子が均一に分布しているわけではなく、ECの凝集態と土壌系粒子が混合している形態である。写真3は鉍物粒子（珪酸アルミナ）に炭素系粒子が付着してい

る状態である。これも鉱物粒子上にECが均一に付着しておらず、EC凝集態が鉱物粒子上に載っているような状態である。

この数例の観察からECと粗大粒子の混合状態を一般化することはできないが、ECのみの場合は凝集態で存在しており、また、粗大粒子（土壌、鉱物粒子）との混合でも、ECの凝集態が粗大粒子と凝集している形態であった。粗大粒子上にECが均一に分布しているという状態は考えにくい。

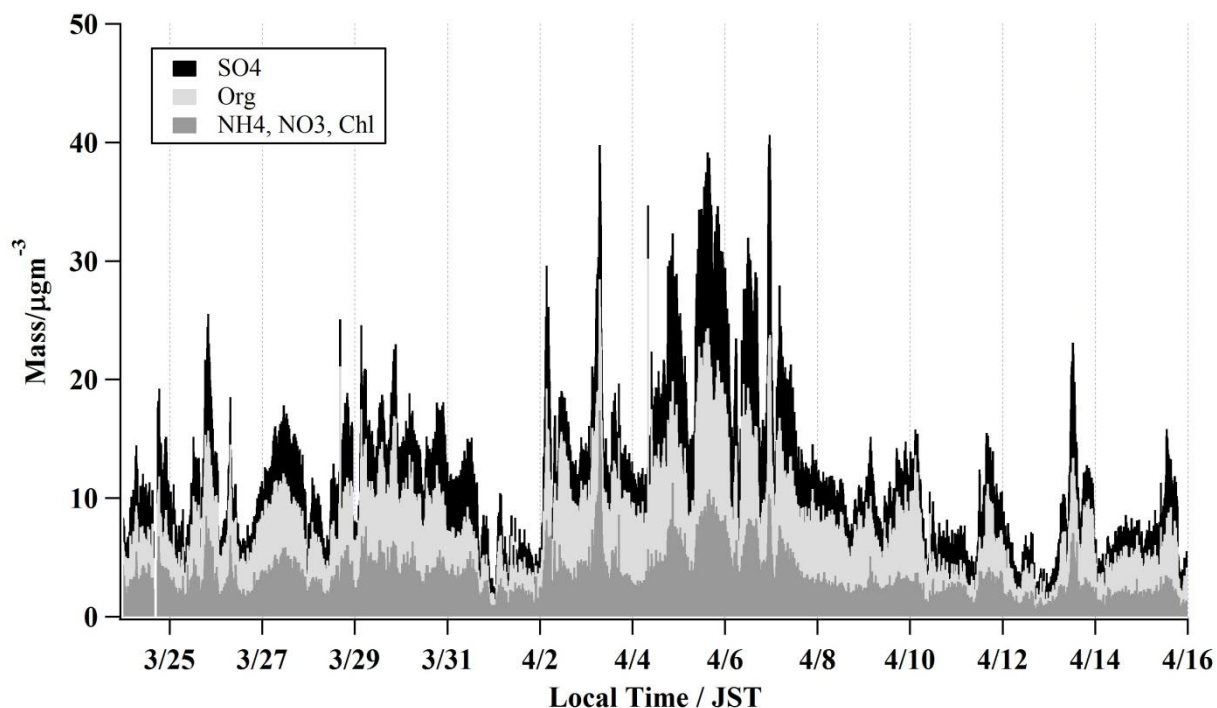


図29 長崎福江島でACSMを用いて測定された化学組成

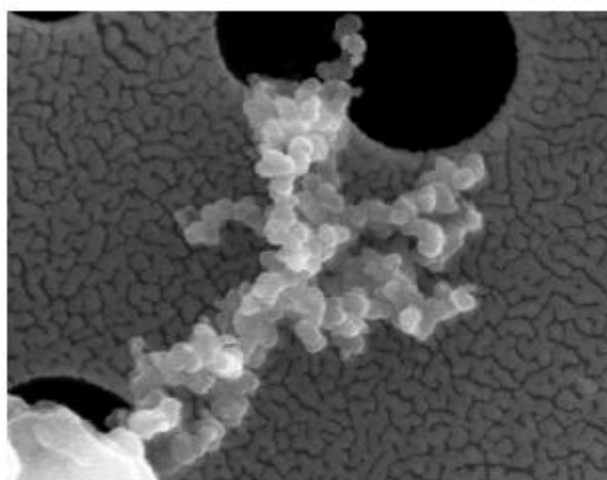


写真1 元素状炭素粒子

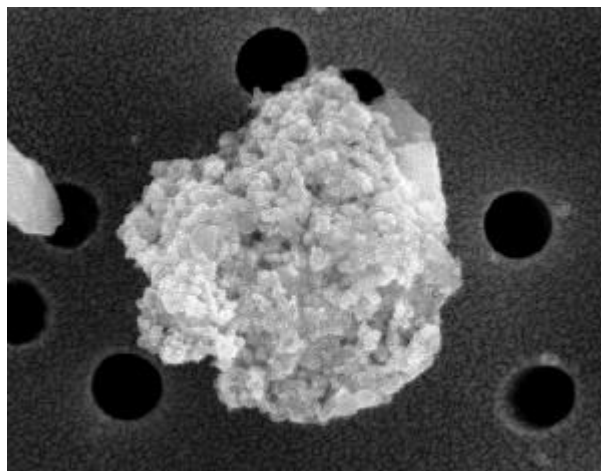


写真2 土壌粒子と混合した有機炭素粒子

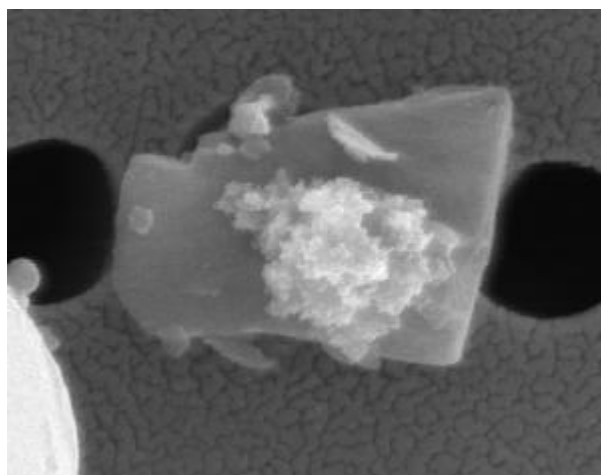


写真3 鋳物粒子に付着した炭素粒子

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

沖縄県辺戸岬観測ステーション、長崎福江島観測ステーションにおける観測の化学組成分析に基づき、微小粒子、粗大粒子中のECの存在割合を推定した。沖縄辺戸における観測では、微小粒子中のECはマイナーな成分であり、重量濃度基準で3%程度存在していた。粗大粒子中でもECはマイナーな成分であり、多くて6%程度含まれていることもあったが、平均すると2%程度であった。長崎福江での粗大粒子中のECの割合は、多いときで8%、平均で5%程度であり、沖縄辺戸と比較して少し多かった。また、ECの粗大粒子との混合形態を電子顕微鏡で観察した。その結果ECは粗大粒子上に均一に分布しているのではなく、EC凝集態が粗大粒子と凝集状態を作っていることが分かった。

この観測は同時期に行われた航空機観測、地上での放射観測と同期しており、化学組成と光学的性質およびそれらの鉛直方向の情報を含んでおり、エアロゾルの物理化学的特性の解明が可能となる。さらにECと粗大粒子の混合状態を推定したことにより、放射モデル計算の推定精度の向上に寄与する。

## (2) 環境政策への貢献

今後、エアロゾルの物理化学的特性の解明を通じエアロゾルのもたらす気候影響を明らかにし、次期IPCC報告書に貢献する。

## 6. 引用文献

- 1) Jayne, J. T., D. C. Leard, X. Zhang, P. Davidovits, K. A. Smith, C. E. Kolb, and D. R. Worsnop (2000), Development of an Aerosol Mass Spectrometer for Size and Composition Analysis of Submicron Particles, *Aerosol Science and Technology*, 33, 49-70.
- 2) Takami, A., Miyoshi, T., Shimono, A., Hatakeyama, S., Chemical composition of fine aerosol measured by AMS at Fukue Island, Japan during APEX period. *Atmospheric Environment* 39 (2005) 4913-4924
- 3) Takami, A., Miyoshi, T., Shimono, A., Kaneyasu, N., Kato, S., Kajii, Y., Hatakeyama, S., : Transport of anthropogenic aerosols from Asia and subsequent chemical transformation, *J. Geophys. Res.* 112 D22S31 doi:10.1029/2006JD008120 (2007)
- 4) Takiguchi, Y., Takami, A., Sadanaga, Y., Lun, X., Shimizu, A., Matsui, I., Sugimoto, N., Wang, W., Bandow, H., Hatakeyama, S., :Transport and transformation of total reactive nitrogen over the East China Sea, *J. Geophys. Res.* , doi10.1029/2007JD009462

## 7. 国際共同研究等の状況

2009年春の観測は韓国との共同観測（詳細はサブテーマ1を参照）。

## 8. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

1. J. L. Jimenez, M. R. Canagaratna, N. M. Donahue, A. S. H. Prevot, Q. Zhang, J. H. Kroll, P. F. DeCarlo, J. D. Allan, H. Coe, N. L. Ng, A. C. Aiken, K. S. Docherty, I. M. Ulbrich, A. P. Grieshop, A. L. Robinson, J. Duplissy, J. D. Smith, K. R. Wilson, V. A. Lanz, C. Hueglin, Y. L. Sun, J. Tian, A. Laaksonen, T. Raatikainen, J. Rautiainen, P. Vaattovaara, M. Ehn, M. Kulmala, J. M. Tomlinson, D. R. Collins, M. J. Cubison, E. J. Dunlea, J. A. Huffman, T. B. Onasch, M. R. Alfarra, P. I. Williams, K. Bower, Y. Kondo, J. Schneider, F. Drewnick, S. Borrmann, S. Weimer, K. Demerjian, D. Salcedo, L. Cottrell, R. Griffin, A. Takami, T. Miyoshi, S. Hatakeyama, A. Shimono, J. Y. Sun, Y. M. Zhang, K. Dzepina, J. R. Kimmel, D. Sueper, J. T. Jayne, S. C. Herndon, A. M. Trimborn, L. R. Williams, E. C. Wood, A. M. Middlebrook, C. E. Kolb, U. Baltensperger, D. R. Worsnop, Evolution of Organic Aerosols in the Atmosphere, *Science* 326, 1525-1529 (2009), DOI:

- 10.1126/science.1180353
2. Xing, J. H., Takahashi, K., Yabushita, A., Kinugawa, T., Nakayama, T., Matsumi, Y., Tonokura, K., Takami, A., Imamura, T., Sato, K., Kawasaki, M., Hikida, T., Shimono, A.: (2011) Characterization of aerosol particles in the Tokyo metropolitan area using two different aerosol mass spectrometers, *Aeros. Sci. Tech.*, in press
  3. 島田幸治郎, 高見昭憲, 加藤俊吾, 梶井克純, 畠山史郎 (2011) 東アジアから輸送される汚染大気中の炭素質エアロゾルの変動と発生源推定. *大気環境学会誌*, 46 (1), 1-9
  4. 高見昭憲, 長田和雄, 定永靖宗, 坂東博, (2011) 沖縄辺戸岬における大気中のアンモニア/アンモニウム濃度の変動と分配、エアロゾル研究・in press

<その他誌上発表 (査読なし) >

1. 酸性雨長期モニタリング報告書 (平成 15-19 年度), P41-43、および、第 3 章モニタリングの結果の取りまとめ 環境省地球環境局 2009 年 4 月
2. 高見昭憲: 2010 大気汚染対策、東アジアにおける越境大気汚染と観測、pp225-228; 中国・日本科学最前線—研究の現場から—2010 年版、独立行政法人 科学技術振興機構 中国総合研究センター、東京、pp464+, 2010 年 3 月 15 日発行、ISBN978-4-88890-300-4
3. 高見昭憲、東アジアにおける大気環境を探る—微粒子の観測、化学工学、74 (2010) 409-411

(2) 口頭発表 (学会)

1. Akinori Takami, Chemical Composition of Aerosol in East Asia and Its Radiative Impact: ICNAA, Prague, Czech, August 2009. Plenary Talk
2. Akinori Takami, Introduction for Cape Hedo Aerosol and Atmosphere Monitoring Station: Project Atmospheric Brown Clouds (ABC) First Meeting of ABC Observatory Group, UNEP RRC.AP, AIT, Bangkok, July 2009.
3. Akinori Takami, Naoki Kaneyasu, Kazuo Osada, Akio Shimono, Shiro Hatakeyama, Long-term measurement of aerosol at Cape-Hedo, Japan, AAAR 28<sup>th</sup> Annual Conference, Minneapolis, October 2009.
4. Akinori Takami, Atmospheric Aerosol Characterization in East Asia, Forth Japan-China-Korea Joint Conference on Meteorology, つくば市、平成 21 年 11 月.
5. Kojiro Shimada, Akinori Takami, Shungo Kato, Yoshizumi Kajii, Shiro Hatakeyama, Variation of Carbonaceous Aerosols in Polluted Air Mass Transported from East Asia, Forth Japan-China-Korea Joint Conference on Meteorology, つくば市、平成 21 年 11 月.
6. Shiro Hatakeyama, Sayuri Hanaoka, Keisuke Ikeda, Shinya Matsuo, Izumi Watanabe, Sotaro Azechi2, Takemitsu Arakaki, Shungo Kato, Yoshizumi Kajii, Yasuhiro Sadanaga, Junki Urata, Hiroshi Bandow, Kazutaka Hara, Daizhou Zhang, Akinori Takami, Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto: 2009 Aerial observation of aerosols transported from East Asia: Japan Geoscience Union Meeting 2010, JpGU International Symposium 2010, AAS005-03, 千葉幕張、平成 22 年 5 月
7. Akinori Takami, Naoki Kaneyasu, Kazuo Osada, Shuichi Hasegawa, Kei Sato, Atsushi Shimizu, Shiro Hatakeyama: Measurement of elemental carbon at CHAAMS in spring 2009, Japan Geoscience Union Meeting 2010, JpGU International Symposium 2010, AAS005-04, 千葉幕張、平成 22 年 5 月
8. Akinori Takami, Naoki Kaneyasu, Kazuo Osada, Toshimasa Ohara, Akio Shimono, Shiro Hatakeyama: Increase of Sulphate in Fine Aerosols in Okinawa, Japan: IAC2010, Helsinki, September 2010.
9. Yoshimi Ogawa, Kei Sato, Naoki Kaneyasu, Akinori Takami, Shiro Hatakeyama: PAHS and n-alkanes in the aerosol transported around the East China Sea: IAC2010, Helsinki, September 2010.

10. Keisuke Ikeda, Sayuri Hanaoka, Shinya Matsuo, Izumi Watanabe, Sotaro Azechi, Takemitsu Arakaki, Junki Urata, Yasuhiro Sadanaga, Shungo Kato, Kazutaka Hara, Daizhou Zhang, Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto, Akinori Takami, Shiro Hatakeyama : Ionic composition of aerosols collected on board during the aerial observation carries out over the East China Sea in October, 2009 : IAC2010, Helsinki, September 2010.
11. 上田沙也子、長田和雄、高見昭憲、辺戸岬で観測されたスス粒子の混合状態と粒径分布、第 26 回エアロゾル科学・技術研究討論会、岡山市、平成 21 年 8 月。
12. 上田沙也子、長田和雄、高見昭憲、辺戸岬で観測されたスス粒子の混合状態と粒径分布、第 50 回大気環境学会、横浜市、平成 21 年 9 月。
13. 長谷川就一、高見昭憲、大原利眞。春季の沖縄辺戸岬における PM10 および PM2.5 の炭素成分の特徴。第 50 回大気環境学会、横浜市、平成 21 年 9 月。
14. 上田紗也子、長田和雄、高見昭憲：辺戸岬で観測されたススを含む粒子の形態：日本気象学会春季年会、東京代々木、平成 22 年 5 月
15. 金谷 有剛、竹谷 文一、入江 仁士、駒崎雄一、高島 久洋、高見 昭憲：2009 年春季福江島において測定されたエアロゾル散乱係数の湿度依存性と化学成分との関係：日本地球惑星科学連合 2010 年大会、AAS001-17、千葉幕張、平成 22 年 5 月
16. 高見 昭憲、大原利眞、清水 厚、定永 靖宗、坂東博、下野彰夫、兼保直樹、米村正一郎、横内陽子：2009 年春季長崎福江島におけるオゾンと二次粒子の変動の差異：日本地球惑星科学連合 2010 年大会、AAS001-18、千葉幕張、平成 22 年 5 月
17. 高見昭憲、伊禮聡、佐藤圭、清水厚、兼保直樹、畠山史郎：沖縄辺戸岬での PM2.5 粒子状物質の重量濃度変動：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
18. 長谷川就一、高見昭憲、大原利眞：春季の沖縄辺戸岬における PM10 および PM2.5 の炭素成分の特徴：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
19. 花岡小百合、池田圭輔、松尾信也、渡邊泉、畠山史郎、畦地総太郎、新垣雄光、清水厚、杉本伸夫、高見昭憲、浦田淳基、定永靖宗、加藤俊吾、原和崇、張代洲：2009 年 10 月の東シナ海における航空機観測でのエアロゾル金属成分：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月、〈ベストポスター賞受賞〉
20. 池田圭輔、花岡小百合、松尾信也、渡邊泉、畠山史郎、新垣雄光、畦地総太郎、定永靖宗、浦田淳基、加藤俊吾、張代洲、原和崇、杉本伸夫、清水厚、高見昭憲：2009 年 10 月の東シナ海上空における航空機観測でのエアロゾルイオン成分：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
21. 島田幸治郎、高見昭憲、加藤俊吾、佐藤圭、畠山史郎：東アジアから輸送される炭素質エアロゾル輸送パターンと汚染プルームの特徴：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
22. 上田紗也子、長田和雄、高見昭憲：辺戸岬で観測されたスス含有粒子の特徴と成因：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
23. 小川佳美。畠山史郎、兼保直樹、佐藤圭、高見昭憲：2009 年春季および秋季に辺戸岬、福江島、福岡で測定した PAHs と n-アルカン：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
24. 兼保直樹、高見昭憲、佐藤圭、畠山史郎、林政彦、原圭一郎、河本和明：九州北部の都市および離島における 2009 年度の PM2.5 濃度変動：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
25. 兼保直樹、高見昭憲、畠山史郎、山本重一：ハイボリューム・エアサンブラ用 PM2.5 インパクト HVI2.5 の開発と性能評価：第 27 回エアロゾル科学・技術研究討論会、名古屋市、平成 22 年 8 月
26. 島田幸治郎、高見昭憲、梶井克純、加藤俊吾、清水厚、杉本伸夫、畠山史郎：冬季の沖縄辺

- 戸岬で観測された炭素質エアロゾルから見た東アジアからの大規模大気汚染の特徴：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
27. 伊禮聡、高見昭憲、下野彰夫、疋田利秀、兼保直樹、畠山史郎：長崎県福江島で観測されたコンパクトエアロゾル質量分析計によるエアロゾルの化学組成分析：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
  28. 高見昭憲、伊禮聡、疋田利秀、下野彰夫、原圭一郎、林政彦、兼保直樹：2010 年春季福岡における二次粒子の観測：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
  29. 兼保直樹、高見昭憲、佐藤圭、山本重一、河本和明：九州北部の離島および 2 都市における PM2.5 濃度の変動：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
  30. 小川佳美、兼保直樹、佐藤圭、高見昭憲、畠山史郎：2009 年－2010 年に辺戸岬、福江島、福岡で測定した PAHS と n アルカン：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
  31. 花岡小百合、池田圭輔、松尾信也、渡邊泉、畠山史郎、畦地総太郎、新垣雄光、清水厚、杉本伸夫、高見昭憲、浦田淳基、定永靖宗、坂東博、加藤俊吾、原和崇、張代洲：2009 年 10 月の東シナ海上空における航空機観測でのエアロゾル金属成分：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月
  32. 池田圭輔、花岡小百合、松尾信也、渡邊泉、畠山史郎、新垣雄光、畦地総太郎、定永靖宗、浦田淳基、加藤俊吾、張代洲、原和崇、杉本伸夫、清水厚、高見昭憲：2009 年 10 月の航空機観測による東シナ海上空に輸送されたエアロゾルイオン成分の解析：第 51 回大気環境学会年会、豊中市、平成 22 年 9 月、〈ベストポスター賞受賞〉
  33. 鶴田治雄、平野耕一郎、白砂裕一郎、高見昭憲、中島映至（2010）春季の福江島における大気エアロゾル中の炭素・土壌系粒子の形態．第 16 回大気化学討論会，八王子市、平成 22 年 11 月
  34. 畠山史郎、花岡小百合、池田圭輔、小川佳美、大井彩子、渡邊泉、高見昭憲、清水厚、佐藤圭、定永靖宗 他（2010）東シナ海を越えて輸送されるエアロゾルの航空機・地上観測-2009 年 10 月 12～19 日．第 16 回大気化学討論会，八王子市、平成 22 年 11 月
  35. 山田尚人、小川佳美、兼保直樹、佐藤圭、高見昭憲、畠山史郎（2010）東シナ海周辺に輸送されるキノン類と多環芳香族化合物．第 16 回大気化学討論会，八王子市、平成 22 年 11 月
  36. 弓場彬江、定永靖宗、高見昭憲、畠山史郎、竹中規訓、坂東博（2010）沖縄辺戸岬における窒素酸化物の濃度変動解析．第 16 回大気化学討論会，八王子市、平成 22 年 11 月 〈優秀ポスター発表賞受賞〉

## (3) 出願特許

なし

## (4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

## (5) マスコミ等への公表・報道等

なし

## (6) その他

なし