

令和 2 年 4 月 21 日現在

機関番号：82109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16188

研究課題名(和文) 気候に影響を与える光吸収性有機エアロゾルの個別粒子解析に関する研究

研究課題名(英文) Single particle analysis of light absorbing organic aerosols

研究代表者

足立 光司 (Adachi, Kouji)

気象庁気象研究所・全球大気海洋研究部・主任研究官

研究者番号：90630814

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、森林火災から発生する有機エアロゾル(ターボール)粒子が600℃でも揮発しない成分を残すことを発見した(Adachi et al., 2018, AST)。また、ターボールの森林火災中の存在量、光学特性をブラックカーボンと比較する手法で解明し、ターボールの質量割合が全体の30-40%、その屈折率が1.56-0.02iと特定した(Sedlacek et al., 2018, ACP)。そして、ターボールの生成メカニズムが、有機物が窒素と酸素との反応によって粘性が高くなり煙の中で時間とともに生成する新たなメカニズムを提唱した(Adachi et al., 2019, PNAS)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、森林火災から多量に放出される有機エアロゾル粒子(ターボール)に関して、その物理化学特性、光学特性、また生成メカニズムを明らかにした。ターボール粒子は顕微鏡分析以外では分析が困難であり、地球温暖化に大いに関わると考えられている森林火災から生じるエアロゾルの多くを占めるとされている。その詳細な特性を明らかにした点において、学術的意義がある。この成果によって、今後森林火災からのエアロゾル解析の精度やその地球温暖化への寄与がより詳細に理解されることが期待され、社会的にも重要な意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we found that a part of organic aerosol particles from biomass burning (tarball) do not volatilize even at 600°C (Adachi et al., 2018, AST). The abundance of tarballs were estimated as 30-40% of the total aerosol mass in a biomass plume and their refractive index is 1.56-0.02i, respectively, by comparing with black carbon particles (Sedlacek et al., 2018, ACP). We proposed a new mechanism for the formation of tarballs, i.e., organic matter becomes more viscous in smoke over time due to the reaction with nitrogen and oxygen (Adachi et al., 2019, PNAS).

研究分野：大気環境科学

キーワード：森林火災 電子顕微鏡 ターボール エアロゾル 気候変動

1. 研究開始当初の背景

自然や人間活動によって発生したガスや微小粒子状物質(エアロゾル)は、地球気候システムに影響を与え、その結果、温暖化や異常気象の増加など様々な影響を及ぼしている。二酸化炭素や黒色炭素エアロゾル(ブラックカーボン: Black Carbon (BC))は地球気候変動に影響を与える要素として世界中で観測が行われており、その理解は進みつつある。しかしながら、モデルを使った気候予測はまだ高い精度での現在気候の再現や、将来気候予測には至っていない。気候予測不確定性の一因として、森林や人為活動に伴って排出される有機成分ガスが大気反応によって粒子化した有機エアロゾルが着目され、その中でも特に太陽光を吸収する光吸収性有機エアロゾル(ブラウンカーボン: Brown Carbon (BrC))の重要性が知られるようになってきた。BrCは短波長の光を有意に吸収する有機エアロゾルの一種で、太陽光エネルギーを熱に変えて上空の大気を温め、また下層の地表に届く日射を減らすことで気候に影響をあたえる。その気候影響(大気放射強制力)はエアロゾルで最大の地球温暖化効果があるBCの20%になると推測されている。しかしながら、従来の光学的手法を用いた分析ではBrCを他の光吸収性エアロゾル(BCや鉱物粒子)から分離することは困難であるため、その光学特性、組成、存在量はほとんど分かっていない。

BrCの解析には個別粒子単位での形態・物理・化学特性を包括的に解析ができる電子顕微鏡による分析が有力な手段である。例えば、BrCの中でも野焼きや森林火災に伴うバイオマス燃焼から生じる「ターボール(Tar Ball)」と呼ばれる特有の球形をした有機エアロゾル(図1)は、電子顕微鏡を使った分析で光吸収性(屈折率)組成や、生成メカニズムについての観測事例が報告されている。しかしながら、その生成メカニズムと物理化学特性の関係、発生源別の光学特性、また大気存在量の詳細はほとんど解明されていない。

申請者は、バイオマス燃焼からのターボールに関して2006年のメキシコで行われた国際大気観測プロジェクト(MILAGRO)や2013年のバイオマス燃焼観測キャンペーン(BBOP、米国)における電子顕微鏡分析を行ってきた。加えて、申請者が代表の科研費若手B研究(2013-2014年度)で主に行ったアマゾン地域や和歌山の森林地域などの観測から、個数濃度で5%程度の割合でターボールに似た球形有機エアロゾルが存在することが明らかになった。これらの球形有機エアロゾルは、森林から発生した有機エアロゾルの一種と考えられ、ターボールの光吸収性を特徴づける窒素を含む化学組成や球形の形態(固体粘性)と同一であることから、一定の光吸収性を有するBrCであると見積もられる。しかしながら、その光吸収性の定量評価は全く行われておらず、その解明がBrCの気候影響を評価するうえで重要である。

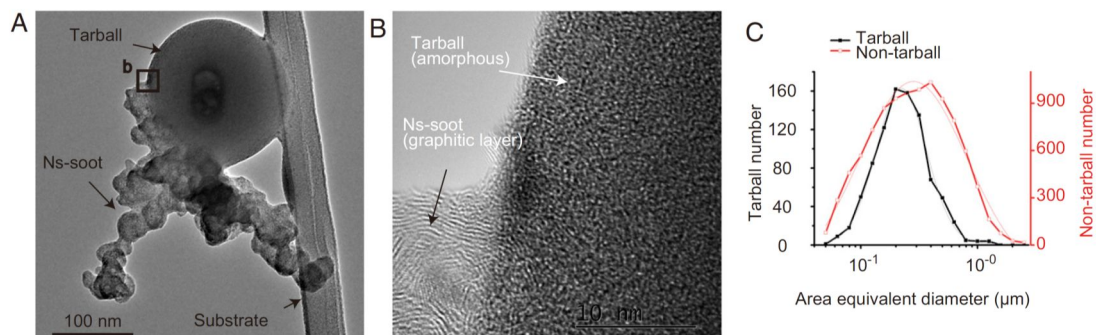


図1 ターボールの形態(a) 構造(b) 粒径分布(c)。Adachi et al. (2019, PNAS)中の図2より引用。

2. 研究の目的

光吸収性有機エアロゾル(ブラウンカーボン : BrC) は、太陽放射を吸収・散乱させ地球気候に影響を与える。しかし、その発生源、存在量、物理・化学的な特徴はほとんど理解されておらず、気候変動予測の不確定要素となっている。そこで本研究では、第一に有機エアロゾルのもつ光吸収特性を見積もり、第二に BrC とみなされているバイオマス燃焼由来のターボール粒子の個別粒子解析を行う。第三にバイオマス燃焼の煙から採取した試料の分析を行って、BrC の存在量、粒径分布、光学特性など気候モデルに必要な値を算出することを目標とする。

3. 研究の方法

本研究では、気象研究所の透過型電子顕微鏡 (TEM, JEM-1400, JEOL) 及び物質材料研究機構の TEM (ARM, JEOL) を用いて、球形固体有機エアロゾル (ターボール) の形態、組成、真空加熱時の揮発性、化学結合状態などの分析を行う。また、オンライン分析 (Single particle soot photometer (SP2)) と電子顕微鏡分析を組み合わせることで、ターボール粒子の存在量や光学特性などを推定する。実験には、2013 年に北米で行った森林火災航空機観測 BBOP キャンペーン及び 2019 年の航空機観測 (FIREX-AQ) で得られた電子顕微鏡試料を用いた。

4. 研究成果

本研究は、森林火災から放出されるターボール粒子の分析方法開発及び、実際の観測で得られたターボールの解析を目標とした。分析方法では、ターボール粒子の揮発分析を開発し、ターボールが 600 °C でも揮発しない成分を残すことを発見した (図 2、Adachi et al., 2018)。また、ターボールの森林火災中の存在量、光学特性をブラックカーボンと比較する手法で解明し、ターボールの質量割合がエイジングとともに変化し、最終的に全体の 30-40% となること (図 3、Sedlacek et al., 2018)、また、その屈折率が $1.56-0.02i$ と特定した。そして、ターボールの生成メカニズムが、有機物が窒素と酸素との反応によって粘性が高くなり煙の中で時間とともに生成する新たなメカニズムを提唱した (図 4、Adachi et al., 2019)。また、この論文では、本研究での目標の一つとした電子線エネルギー損失法 (EELS) 技術の有機エアロゾルへの新たな応用やターボールの平均粒径 (220nm) (図 1) も示している。

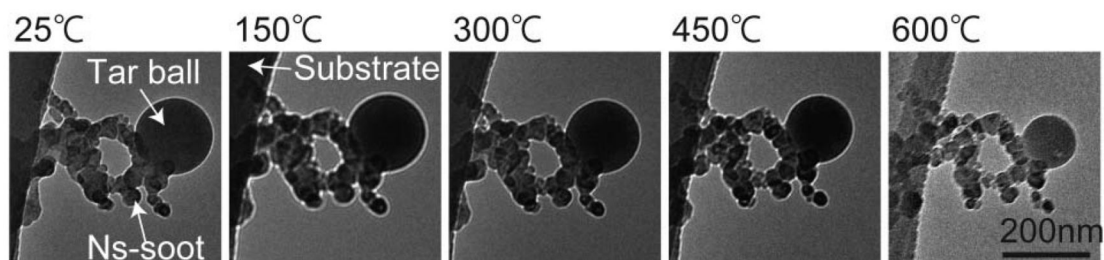


図 2 ターボールの加熱実験。図は Adachi et al., (2018) の図 6 より引用。

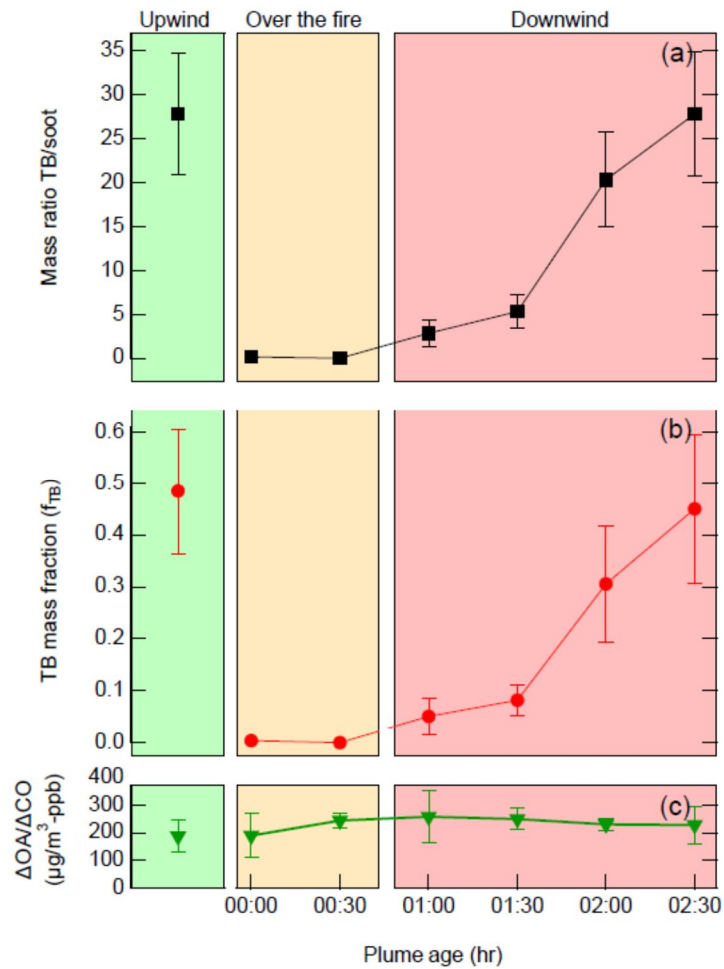


図3 森林火災から発生した煙のエイジングに伴うターボールのすすとの体積比、質量割合、有機エアロゾルの変化を示す。Sedlacek et al. (2018, ACP)中の図7から引用。

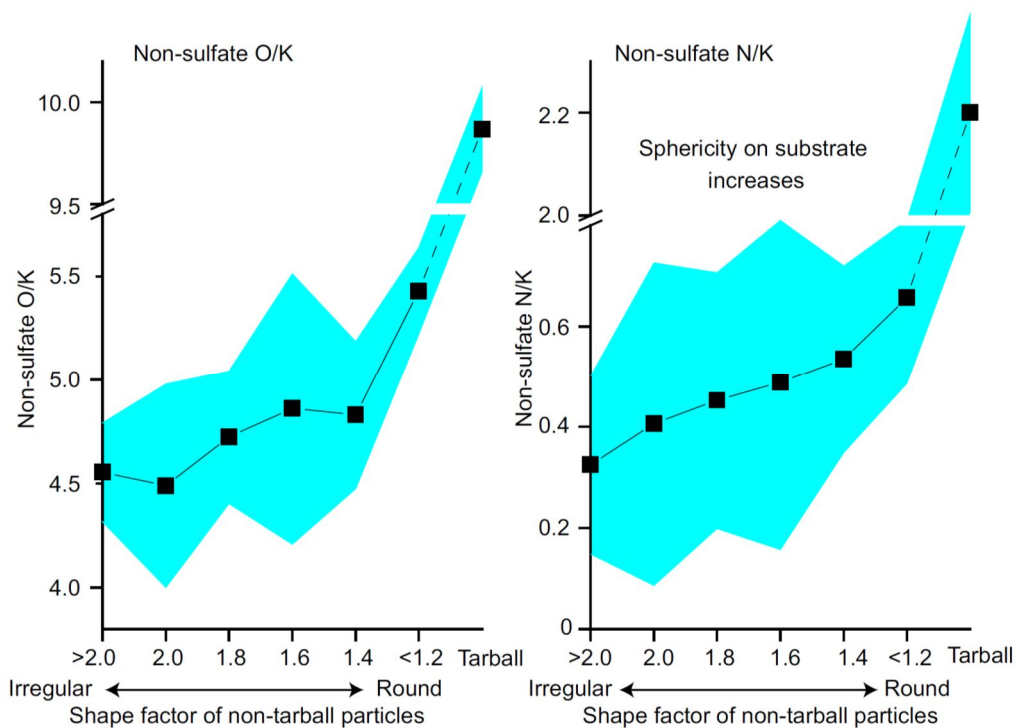


図4 ターボール中の窒素や酸素が増加するに従い粒子の球形度(粘性・表面張力)が増加することを示す。Adachi et al. (2019, PNAS)中の図4より引用。

以上の成果は、これまで多くの謎が残されていたターボールの生成プロセスにまで踏み込むものであり、本科研費の目標は大いに達成した。加えて、これらの成果が世界的にも評価された結果、2019年の夏季に研究費を一年延長して NASA 及び NOAA 主導の森林火災航空機観測 (FIREX-AQ) キャンペーンに参加する機会を得た。最終年度の観測では、それまでに得たデータをさらに多くの森林火災観測例に適応する機会である。これまでの結果、上記で報告したターボールの特性は普遍的なものであることが確認されている。最終的に、本科研費では PNAS, Nature Geoscience, Nature Communication, ACP, JGR, AST などの雑誌に 10 本の論文が謝辞付きで出版され、関連研究を行った共著論文を含めて期間中に 20 本の論文が出版された。この成果は、今後 2019 年度から開始した基盤研究 B に引継がれ、さらなる発展が期待される。

引用文献

1. **Adachi K.**, Sedlacek A.J., Kleinman L., Springston, S.R. Wang J., Chand D., Hubbe J.M., Shilling J.E., Onasch T.B., Kinase T., Sakata K., Takahashi Y., Buseck P.R., Spherical tarball particles form through rapid chemical and physical changes of organic matter in biomass-burning smoke, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (39), 19336-19341, 2019.
2. Sedlacek II, A. J., P. R. Buseck, **K. Adachi**, T. B. Onasch, S. R. Springston, and L. Kleinman, Formation and evolution of tar balls from northwestern US wildfires, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18(15), 11289-11301, 2018.
3. **Adachi, K.**, A. J. Sedlacek, L. Kleinman, D. Chand, J. M. Hubbe, and P. R. Buseck, Volume changes upon heating of aerosol particles from biomass burning using transmission electron microscopy, *Aerosol Science and Technology*, 52(1), 46-56, 2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Tobo Yutaka, Adachi Kouji, DeMott Paul J., Hill Thomas C. J., Hamilton Douglas S., Mahowald Natalie M., Nagatsuka Naoko, Ohata Sho, Uetake Jun, Kondo Yutaka, Koike Makoto	4. 巻 12
2. 論文標題 Glacially sourced dust as a potentially significant source of ice nucleating particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 253 ~ 258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1038/s41561-019-0314-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hiranuma Naruki, Adachi Kouj et al	4. 巻 19
2. 論文標題 A comprehensive characterization of ice nucleation by three different types of cellulose particles immersed in water	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 4823 ~ 4849
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5194/acp-19-4823-2019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Ishimoto Hiroshi, Kudo Rei, Adachi Kouji	4. 巻 12
2. 論文標題 A shape model of internally mixed soot particles derived from artificial surface tension	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Measurement Techniques	6. 最初と最後の頁 107 ~ 118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.5194/amt-12-107-2019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yoshida Atsushi, Ohata Sho, Moteki Nobuhiro, Adachi Kouji, Mori Tatsuhiro, Koike Makoto, Takami Akinori	4. 巻 123
2. 論文標題 Abundance and Emission Flux of the Anthropogenic Iron Oxide Aerosols From the East Asian Continental Outflow	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 11,194 ~ 11,209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1029/2018JD028665	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ohata Sho, Yoshida Atsushi, Moteki Nobuhiro, Adachi Kouji, Takahashi Yoshio, Kurisu Minako, Koike Makoto	4. 巻 123
2. 論文標題 Abundance of Light-Absorbing Anthropogenic Iron Oxide Aerosols in the Urban Atmosphere and Their Emission Sources	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 8115-8134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1029/2018JD028363	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sedlacek III Arthur J., Buseck Peter R., Adachi Kouji, Onasch Timothy B., Springston Stephen R., Kleinman Lawrence	4. 巻 18
2. 論文標題 Formation and evolution of tar balls from northwestern US wildfires	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 11289 ~ 11301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.5194/acp-18-11289-2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Deng Yang, Kagami Sara, Ogawa Shuhei, Kawana Kaori, Nakayama Tomoki, Kubodera Ryo, Adachi Kouji, Hussein Tareq, Miyazaki Yuzo, Mochida Michihiro	4. 巻 123
2. 論文標題 Hygroscopicity of Organic Aerosols and Their Contributions to CCN Concentrations Over a Midlatitude Forest in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 9703 ~ 9723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1029/2017JD027292	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurisu Minako, Adachi Kouji, Sakata Kohei, Takahashi Yoshio	4. 巻 3
2. 論文標題 Stable Isotope Ratios of Combustion Iron Produced by Evaporation in a Steel Plant	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 588 ~ 598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1021/acsearthspacechem.8b00171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Freney Evelyn, Sellegri Karine, Chrit Mounir, Adachi Kouji, Brito Joel et al	4. 巻 18
2. 論文標題 Aerosol composition and the contribution of SOA formation over Mediterranean forests	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 7041 ~ 7056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.5194/acp-18-7041-2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Moteki Nobuhiro, Adachi Kouji, Ohata Sho, Yoshida Atsushi, Harigaya Tomoo, Koike Makoto, Kondo Yutaka	4. 巻 8
2. 論文標題 Anthropogenic iron oxide aerosols enhance atmospheric heating	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 15329 ~ 15329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1038/ncomms15329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Adachi, K., Sedlacek, A. J., Kleinman, L., Chand, D., Hubbe, J. M., Buseck, P. R.	4. 巻 52
2. 論文標題 Volume changes upon heating of aerosol particles from biomass burning using transmission electron microscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Aerosol Science and Technology	6. 最初と最後の頁 46-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1080/02786826.2017.1373181	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Evelyn Freney, Karine Sellegri, Mounir Chrit, Kouji Adachi et al	4. 巻 18
2. 論文標題 Aerosol composition and the contribution of SOA formation over Mediterranean forests	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Atmos. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 7041-7056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.5194/acp-2017-482	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Deng Yange, Kagami Sara, Ogawa Shuhei, Kawana Kaori, Nakayama Tomoki, Kubodera Ryo, Adachi Kouji, Hussein Tareq, Miyazaki Yuzo, Mochida Michihiro	4. 巻 123
2. 論文標題 Hygroscopicity of Organic Aerosols and Their Contributions to CCN Concentrations Over a Midlatitude Forest in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 9703 ~ 9723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1029/2017JD027292	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Adachi, N. Moteki, Y. Kondo, Y. Igarashi	4. 巻 121
2. 論文標題 Mixing states of light-absorbing particles measured using a transmission electron microscope and a single-particle soot photometer in Tokyo, Japan	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res. Atmos.	6. 最初と最後の頁 9153-9164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1002/2016JD025153	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Martin, P. Artaxo, L. Machado, A. Manzi, R. Souza, C. Schumacher, J. Wang, T. Biscaro, J. Brito, A. Calheiros, K. Jardine, A. Medeiros, B. Portela, S. de Sa, K. Adachi, et al	4. 巻 98
2. 論文標題 The Green Ocean Amazon Experiment (GoAmazon2014/5) Observes Pollution Affecting Gases, Aerosols, Clouds, and Rainfall over the Rain Forest	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bulletin of the American Meteorological Society	6. 最初と最後の頁 981-997
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/BAMS-D-15-00221.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 A. P., Bateman, Gong, Z., Harder, T. H., de Sa, S. S., Wang, B., Castillo, P., China, S., Liu, Y., O'Brien, R. E., Palm, B. B., Shiu, H.-W., Cirino, G. G., Thalman, R., Adachi, K. et al	4. 巻 17
2. 論文標題 Anthropogenic influences on the physical state of submicron particulate matter over a tropical forest	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Atmos. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 1759-1773
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.5194/acp-17-1759-2017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 N. Moteki, K. Adachi, S. Ohata, A. Yoshida, T. Harigaya, M. Koike, and Y. Kondo	4. 巻 8
2. 論文標題 Anthropogenic iron oxide aerosols enhance atmospheric heating	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 15329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1038/ncomms15329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Adachi Kouji, Sedlacek Arthur J., Kleinman Lawrence, Springston Stephen R., Wang Jian, Chand Duli, Hubbe John M., Shilling John E., Onasch Timothy B., Kinase Takeshi, Sakata Kohei, Takahashi Yoshio, Buseck Peter R.	4. 巻 116
2. 論文標題 Spherical tarball particles form through rapid chemical and physical changes of organic matter in biomass-burning smoke	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 19336 ~ 19341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1073/pnas.1900129116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ching Joseph, Adachi Kouji, Zaizen Yuji, Igarashi Yasuhito, Kajino Mizuo	4. 巻 2
2. 論文標題 Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 npj Climate and Atmospheric Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1038/s41612-019-0081-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kinase T., Adachi K., Oshima N., Goto Azuma K., Ogawa Tsukagawa Y., Kondo Y., Moteki N., Ohata S., Mori T., Hayashi M., Hara K., Kawashima H., Kita K.	4. 巻 125
2. 論文標題 Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1029/2019JD030737	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Adachi, K., T. Kinase, A. J. Sedlacek III, L. Kleinman, S. R. Springston, T. B. Onasch, and P. R. Buseck
2. 発表標題 Formation and chemical properties of tar balls from biomass burning
3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Adachi, K., A. Sedlacek, L. Kleinman, T. Onasch, S. Springston, and P. Buseck
2. 発表標題 Formation and chemical processing of spherical organic aerosol particles, or “tar balls,” from biomass burning in the northwestern US
3. 学会等名 iCACGP Quadrennial Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 足立光司, 梶野瑞王, 財前祐二, 木名瀬健, 五十嵐康人, 大畑昌輝, チョン千香子, 藤谷雄二, 古山 昭子, 高見昭憲, 吉野彩子, 萩野浩之, 林政彦, 原圭一郎
2. 発表標題 空に浮かぶ小さな金属粒子
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 足立光司, 木名瀬健, 財前祐二, 梶野瑞王, 高見昭憲, 吉野彩子
2. 発表標題 金属粒子の形態と連続大気濃度分析 電子顕微鏡とICP - MS分析を用いた福岡での集中観測
3. 学会等名 第35回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 足立光司
2. 発表標題 Individual particle analyses of biomass burning aerosol particles from wild fire
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Adachi, H. Ishimoto, A. J. Sedlacek III, L. Kleinman, D. Chand, J.M. Hubbe, P.R. Buseck
2. 発表標題 Thermal behavior of aerosol particles from biomass burning during the BBOP campaign using transmission electron microscopy
3. 学会等名 American Geophysical Union 2017 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 足立光司、根本 善弘
2. 発表標題 大気エアロゾルの物理化学特性分析
3. 学会等名 平成29年度 ナノテクノロジープラットフォーム利用成果発表会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 足立光司
2. 発表標題 大気中の酸化鉄凝集粒子
3. 学会等名 第34回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 足立光司
2. 発表標題 バイオマス燃焼から生じたエアロゾル粒子の航空機観測
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 足立光司、茂木 信宏、吉田 淳、大畑 祥
2. 発表標題 主要な金属大気エアロゾルとしてのナノ凝集体酸化鉄粒子
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K Adachi, N Moteki, Y Kondo, Y Igarashi
2. 発表標題 Mixing States of Light-absorbing Particles Measured Using a Transmission Electron Microscope and a Single-particle Soot Photometer in Tokyo, Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union 2016 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Adachi, A. J. Sedlacek III, L. Kleinman, P.R. Buseck
2. 発表標題 Abundance and formation of tar ball particles from biomass burning
3. 学会等名 Goldschmidt2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 足立光司
2. 発表標題 森林火災から発生するエアロゾル粒子
3. 学会等名 第33回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kouji Adachi
2. 発表標題 Tar ball particles from biomass burning smoke
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Adachi K., T. Kinase
2. 発表標題 Single-particle analyses of aerosol particles using transmission electron microscopy and cold stages with an optical and scanning electron microscopes
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考