

令和 2 年 9 月 23 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05624

研究課題名(和文) 観測と化学輸送モデルを用いた北東アジアのガス・微小粒子PAHの越境輸送の評価

研究課題名(英文) Transboundary transport of gas-particulate PAH by using observation and chemical transport model

研究代表者

猪股 弥生 (Inomata, Yayoi)

金沢大学・環日本海域環境研究センター・准教授

研究者番号：90469792

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：2016-2018年冬季と夏季に、中国北京及び日本海沿岸に位置し、アジア大陸起源物質の越境輸送を受ける能登において、ガス・微小粒子状物質を採取し、ガス・粒子態PAHの分析を行った。4環のFluとPyrはガス・粒子態、その他の4-6環PAHは粒子体で存在していた。ガス態は夏季に多く(73-97%)、冬季には粒子態での存在が大きかった。領域化学輸送モデルでガス・粒子PAHの越境輸送の季節変動及び越境輸送量を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多環芳香族炭化水素(PAH)は発がん性や大気中での反応により変異原性を有することから、ヒトへの健康への影響評価が求められている。本研究では、ガス・粒子態PAHに観測を行った。PAHの越境輸送は冬季よりも夏季に多いことが明らかになった。また、夏にはガス態PAHが多く存在することが明らかになった。観測データをもとに検証・精緻化した化学輸送モデルをもとに、東アジアスケールでのPAH濃度分布や越境輸送を評価した。

研究成果の概要(英文)：Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are one of toxic compounds in the atmospheric particles. PAHs are semivolatile organic compounds, and can therefore exist in both particle and gas-phases. Recent year, high concentrations of PM2.5 are focus on the global scale. We investigated gas-particulated phase PAHs (9 species) were observed at China, Beijing, and Japan, Noto. These were investigated by using three dimensional chemical transport model, Regional Air Quality Model for POPs version. The model performance was investigated by the comparison with the observations. As for the gas-particle partitioning, we used Junge-Pankow model (JP) as well as Loman-Lammel model (LL). In this study, we focused on semi volatile 4-rings PAHs. Results with simulation by using JP and LL model, simulated results were consistent within factor 10 against the observed one at Beijing and Noto.

研究分野：大気環境科学

キーワード：大気微小粒子 越境輸送 多環芳香族炭化水素 化学輸送モデル 東アジア

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

産業革命以後、世界のエネルギー消費量は飛躍的に増加した。先進国のエネルギーは石炭から石油へ移行したが、アジアでは石炭への依存が依然として高く、未だに薪を燃料にしたり焼畑を行っている地域も少なくない。その結果、深刻な大気汚染を招き、2013年冬季に中国において微小粒子(PM<sub>2.5</sub>)の高濃度も観測されている。また、日本でも環境基準を超えた高濃度のPM<sub>2.5</sub>が観測されており、微小粒子の発生源対策や越境輸送の評価は世界的にも重要な課題である。化石燃料や薪燃料の燃焼で空気中に放出される代表的な有害化学物質にベンゾ[a]ピレンに代表される発がん性のPAHが存在している。PAHは、燃焼時に空気や燃料中の窒素と反応して、より毒性が強いジニトロピレンなどのNPAHを生成するだけでなく、発生後に大気中で窒素酸化物と反応してNPAHを二次生成する。金沢大学は能登半島において、粒子態PAH濃度を2004年以降連続測定しており、冬季に中国からPAHが越境輸送されていると報告している。日本のPAH汚染レベルは、過去10年間に軽減したが、中国等では悪化傾向を示す都市もあると言われている。近年、微小粒子表面での不均一反応が大気環境や人間への健康に影響を及ぼすために、その重要性がクローズアップされつつある。しかし、粒子態PAHの測定は行われているが、ガス態粒子については殆ど行われていない。燃焼に由来する大気室内空気汚染物質のうち、硫酸化物や窒素酸化物については、国際的な共同体制で研究が行われてきた。さらに、近年は排出インベントリや化学輸送モデルを用いた時空間スケールでの解析が行われている。しかしながら、PAHに関しては、排出インベントリがないこと、PAHの反応プロセスを考慮した化学輸送モデルがないことから、時空間スケールでの解析は殆ど行われていないのが実情である。

### 2. 研究の目的

急速に産業経済が発展する一方で、環境汚染が進行しているアジア(中国)とその風下に位置している日本において、ガス・微小粒子(PM<sub>2.5</sub>)中の多環芳香族炭化水素(PAH)を観測し、PAH濃度の時空間変動を明らかにする。特に、ガス・PM<sub>2.5</sub>のPAHを測定することで、ガス粒子相分配の温度依存性や不均一反応過程に焦点をあてる。さらに、独自に開発した排出インベントリ、3次元化学輸送モデルを用いて、PAHの発生及び濃度分布やその時空間変動、ならびに越境大気汚染を定量的に評価する。また、観測したデータは排出インベントリ、3次元化学輸送モデルの精緻化に供する。PAHの大気汚染に関する地域特性とその要因の違いをこれまでの調査結果を含めて明らかにし、将来予測と対策に供する。

### 3. 研究の方法

#### 3.1. 大気観測

ガス及び大気微小粒子の捕集は、中国・北京(40.0°N, 116.4°E)と日本・石川県輪島市能登(37.5°N, 136.9°E)の2か所で行った。ガス及び粒子のサンプリング期間は北京サイトでは2017年4月10日~21日、8月23日~9月7日、2018年1月5日~19日に、輪島サイトでは2017年8月30日~9月6日、2018年2月10日~17日、2018年8月20日~27日である。また、2017年4月には、春季到北京において観測を行った。

北京では、PM<sub>2.5</sub>インパクター付きミドルボリュームエアサンプラーを用い、ガラス繊維フィルター(GB-100R、直径90 mm、ADVANTEC)に捕集し、ガスはポリウレタンフォームに捕集した。サンプリング流量は78 Lmin<sup>-1</sup>、サンプリング時間は24時間であった。能登サイトでは、ハイボリュームエアサンプラー(HV-RW、SIBATA社製)を使用した。PM<sub>2.5</sub>インパクター(HVI<sub>2.5</sub>)で、粗大粒子とPM<sub>2.5</sub>を分級した。PM<sub>2.5</sub>は石英繊維フィルター(2500QAT-UP、8×10 inch、PALLFLEX社製)に捕集し、ガスはポリウレタンフォーム(直径90 mm、高さ50 mm、SIBATA社製)に捕集した。サンプリング流量は740 Lmin<sup>-1</sup>、サンプリング時間は24時間であった。

#### 3.2. PAH分析

##### 3.2.1. PAH抽出法

ガス態PAHは、高速溶媒抽出装置(Dionex ASE 150、Thermo Fisher社製)を用いて、ジクロロメタンに抽出した。シリカゲルカートリッジ(Sep-Pak Silica Plus Long Cartridge、Waters社製)を使用し、極性のある夾雑物を除去後、ヘキサン/アセトン溶液中にPAHを溶出した。溶出液にジメチルスルホキシドを加え、ロータリーエバポレーターを用いて減圧蒸発させた。濃縮試料にアセトニトリルを添加し、メンブレンフィルター(HLC-DISK3)でろ過後、HPLC分析用の試料とした。

微小粒子PAHは、フィルターから、ベンゼン/エタノール液に抽出した。夾雑物除去のために、5%水酸化ナトリウム水溶液、20%硫酸で洗浄した。有機溶媒層にジメチルスルホキシドを加え、ロータリーエバポレーターを用いて減圧蒸発しベンゼン層を留去した。濃縮液にアセトニトリルを加え、メンブレンフィルター(HLC-DISK3)でろ過してHPLC分析用の試料とした。

抽出した試料は、HPLC-蛍光検出器で分析を行った。

### 3.2. 化学輸送モデル

大気中 PAHs 濃度のシミュレーションは、領域化学輸送モデル (Regional Air Quality Model for POPs version, RAQM-POPs) を使用した。排出量データには、北東アジア地域を対象に含む緯度経度 0.5° グリッド毎の PAHs の排出インベントリ (REAS-POP) を使用した。モデルの気象場の計算には Weather Research and Forecast Model (WRF モデル) を使用し、初期・境界条件には、National Center for Environmental Prediction (NCEP) の全球解析値 (NCEP FNL ds083.2) を用いた。モデル領域は、水平格子間隔を 60 km で 90×60 グリッドとし、鉛直方向には地表面から 10 km までの 12 層を取った。また、時間分解能は 1 時間で、計算期間は 2017 年～2018 年である。

PAH のガス・粒子分配に関しては、Junge-Pankow モデルと Loman-Lammel モデルを使用し、検討した。

## 4. 研究成果

### 4.1. 粒子態 PAH 濃度の季節変動

図 1 に、北京における PM<sub>2.5</sub> の PAHs 濃度の時系列変化を示す。4～6 環の粒子態 PAHs の濃度は冬季 (平均 83.1±70.8 ng m<sup>-3</sup>)、春季 (平均 23.1±16.9 ng m<sup>-3</sup>)、夏季 (平均 4.40±1.80 ng m<sup>-3</sup>) の順に高い傾向が見られた。冬季に PAHs が高濃度で観測されたのは、冬季は地表の温度が低く、対流混合が起こりにくいため PAHs が拡散しにくいことや化石燃料を使用する家庭暖房設備 (中国では石炭ストーブ) が多量の PAHs を排出したことが考えられる。春季は非暖房期間であるため、9 成分 PAHs 濃度は冬季より低くなったと考えられる。また、夏季に PAHs 濃度が最も低かったのは、地表の温度が高く上昇気流が発生しやすく、排出された PAHs が拡散しやすいことや非暖房期間であるため排出量が少ないことが要因として考えられる。

能登も北京と同様に PM<sub>2.5</sub> から PAHs 9 成分が夏季、冬季ともに検出された (図 2)。PM<sub>10</sub> 中の PAH 濃度は検出限界以下であったため、PAH は主に PM<sub>2.5</sub> に存在していることが明らかになった。PAHs 濃度は冬季に高く (平均 1.02±0.41 ng m<sup>-3</sup>)、夏季に低い (2017 年 8 - 9 月 平均 0.093±0.024 ng m<sup>-3</sup>, 2018 年 8 月 平均 0.136±0.065 ng m<sup>-3</sup>) 傾向が見られた。冬季に高濃度が観測されたのは、季節風により中国から PAHs の越境輸送の影響で、濃度が増加した可能性がある。夏季に低濃度が観測された理由としては、日本のローカルな影響が少ないことや、太平洋高気圧が発達し汚染の少ない空気が流れてきていることが考えられる。また、北京と能登で濃度を比較すると、北京は能登に比べて PAHs の濃度が高く、2018 冬季に観測された濃度は 100 倍程度の差があり、2017 年夏季には 10 倍程度の差があることが分かった。北京と同様に Pyr+Flu の割合が季節によって大きく変化しており、冬季では 50% 程度であるのに対して夏季では 30% 程度であった。

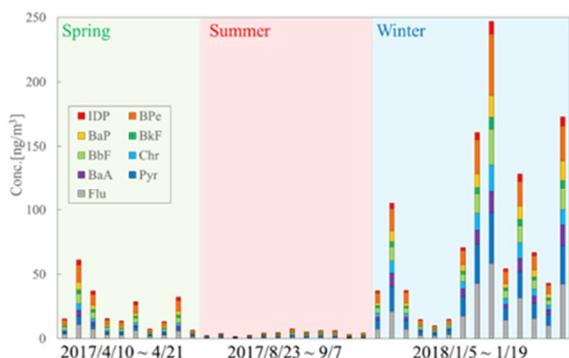


図 1. 北京における粒子態 PAH 濃度 .

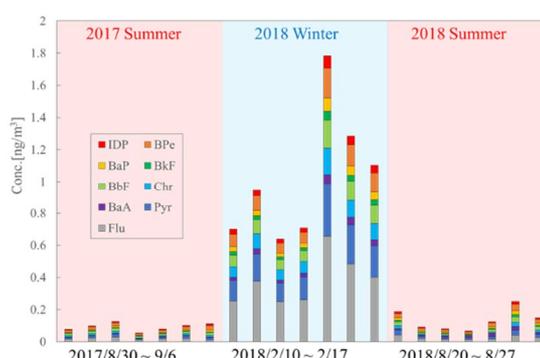


図 2. 能登における粒子態 PAH 濃度 .

### 4.2. ガス・粒子態 PAH 濃度の季節変動

ガス態 PAH は、4 環の Pyr と Flu のみ定量できた。Flu と Pyr は両観測地点において、夏季にガス態の割合が高く (Flu 平均 ; 63.5±9.0% (北京)、77.8±9.8% (2017 年 8～9 月能登)、84.4±8.9% (2018 年 8 月能登) Pyr 平均 ; 55.3±9.1% (北京)、90.3±3.4% (2017 年 8～9 月能登)、92.4±4.3% (2018 年 8 月能登) ) 冬季に低い (Flu の平均 ; 26.7±10.9% (北京)、27.7±8.9% (能登) Pyr の平均 ; 14.7±4.8% (北京)、16.6±6.5% (能登) ) 傾向が見られた。また、冬季には能登において 2 成分の濃度の和を比較すると Flu が Pyr の 2 倍近くの濃度が観測されていることが分かった。北京と能登で比較すると、2017 年夏季のガス態の割合は両成分ともに能登の方が大きいことが分かった (Flu 平均 ; 63.5±9.0% (北京)、77.8±9.8% (能登) : Pyr 平均 ; 55.3±9.1% (北京)、90.3±3.4% (能登) )。粒子吸着モデルに基づいて考えると、大気中に浮遊する粒子量の多い北京ほど、PAHs が吸着できるサイトが多くなるため、能登に比べてガスの割合が小さくなったと考えられる。

### 4.3. 化学輸送モデルによる解析

観測値とモデル値を比較し、観測値とモデル値のずれがオーダー10以内（ファクター10内）になるように感度計算を行い、モデルの精緻化を行った。いくつかのガス・粒子分配スキームについて検討し、観測値に近いモデル計算結果について考察を行った。

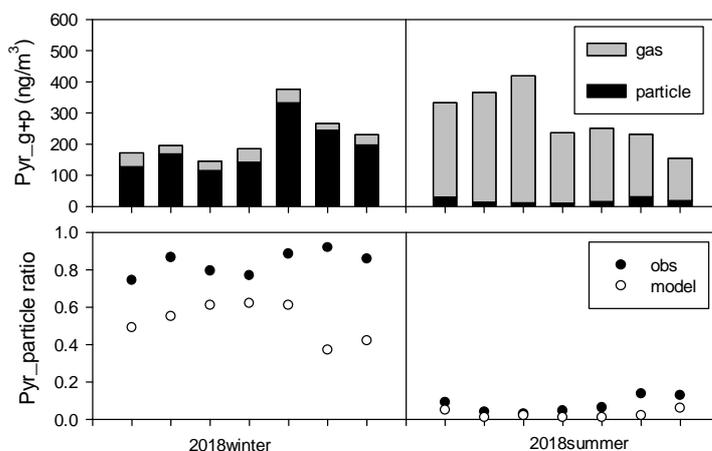


図2. ガス・粒子態 Pyr の観測濃度及び観測・モデルによる粒子分配比（能登）.

図2に、ガス・粒子態 Pyr の濃度（観測値）及び観測とモデルによる粒子分配比を示す。全 Pyr に対する粒子態 Pyr の割合は、冬季に高く、夏季に低い、季節変動をしていた。観測とモデルの割合は、冬季にはそれぞれ0.61 - 0.83と0.4-0.6、夏季にはそれぞれ0.03-0.13、0.01-0.15であった。北京についても、全 Pyr に対する粒子態 Pyr の割合は、冬季に高く（観測 0.74-0.92；モデル 0.30-0.92）、夏季に低い（観測値 0.33 - 0.54；モデル 0.09-0.5）の傾向が認められた。

観測結果をもとに、感度計算を行い、ガス態・粒子態 Pyr の水平分布を調べた。

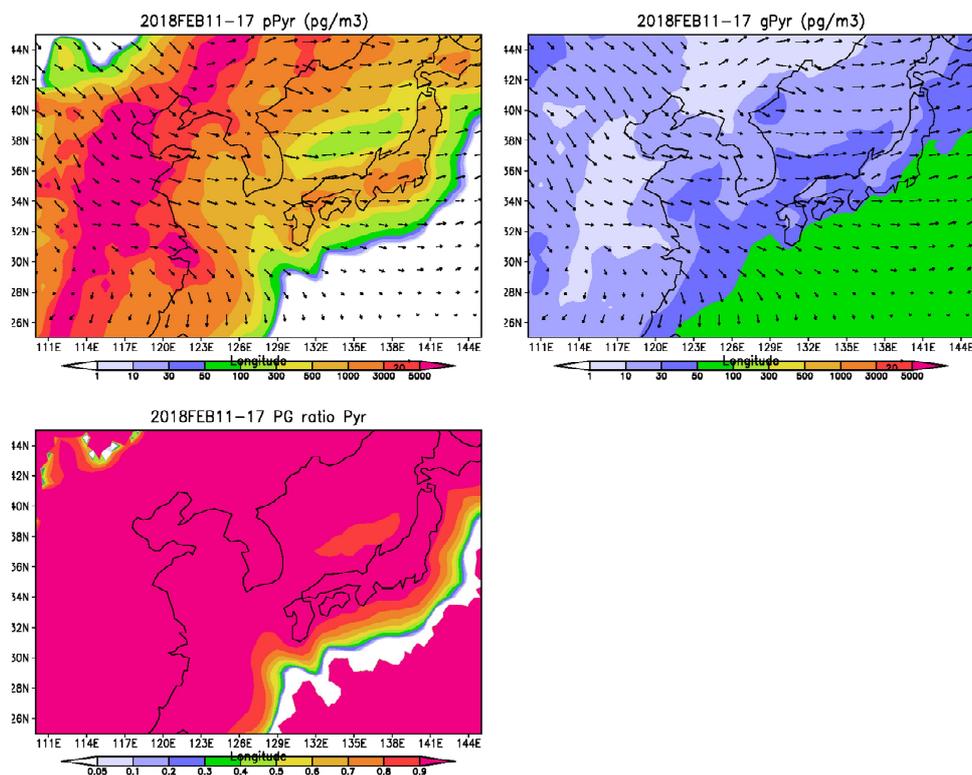


図3. 2018年冬季(2月)におけるガス・粒子態 Pyr の水平分布及び全 Pyr に対する粒子態 Pyr の割合.

図3に、2018年冬季(2月)における粒子・ガス態Pyrの水平分布及び全Pyrに対する粒子態Pyrの割合を示す。冬季には粒子態Pyrがアジア大陸上で高濃度で日本へ越境輸送されている様子が認められた。ガス態Pyrは、アジア大陸と比較して日本海・日本でやや高い濃度であった。これは、アジア大陸の方が低い温度であったことに関連しているものと考察した。一方、図4に示すように、2018年夏季(8月)における粒子態Pyr濃度は、アジア大陸からの越境輸送の影響が少ないために、冬季の粒子態Pyr濃度と比較してかなり低かった。また、気象場からみると、粒子態Pyrはアジア大陸からの越境輸送というよりは、日本国内発生源からの放出の寄与が大きいことが示唆された。ガス態Pyr濃度は、発生源の少ない海洋上ではガス態Pyr濃度が粒子態Pyr濃度よりも高いことが明らかになった。今後、ガス-粒子反応の素過程などについての解析を行う予定である。

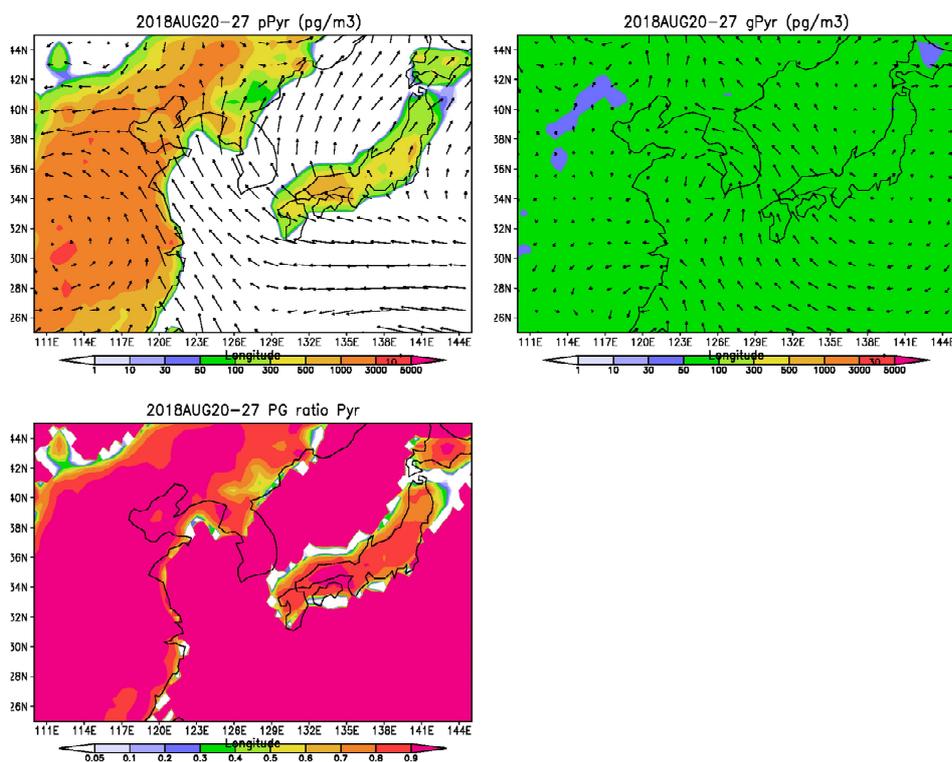


図4. 2018年夏季(8月)におけるガス・粒子態Pyrの水平分布及び全Pyrに対する粒子態Pyrの割合。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Inomata, Y, Aoyama M, Hamajima Y, Yamada M.	4. 巻 14
2. 論文標題 Transport of FNPP1-derived radiocaesium from subtropical mode water in the western North Pacific Ocean to the Sea of Japan.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ocean Science	6. 最初と最後の頁 813-826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.5194/os-14-813-2018">https://doi.org/10.5194/os-14-813-2018</a>	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 Inomata, Y, Aoyama, M, Tsubono, T, Tsumune, D, Kumamoto, Y, Nagai, T, Yamagata, H, Kajino, M, Tanaka, T, Sekiyama, T, Oka, E, Yamada, M	4. 巻 318
2. 論文標題 Estimate of Fukushima-derived radiocaesium in the North Pacific Ocean in summer 2012.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Radioanal. Nucl. Chem.	6. 最初と最後の頁 1587-1596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1007/s10967-018-6249-7">https://doi.org/10.1007/s10967-018-6249-7</a>	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 Indra C., T. Seto, Y. Otani1, Y. Inomata, N. Hama, A. Yoshino, A. Takami, N. Takegawa.	4. 巻 70
2. 論文標題 Current situation of atmospheric nanoparticles in Fukue Island, Japan.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tellus B	6. 最初と最後の頁 1445379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1080/16000889.2018.1498688">https://doi.org/10.1080/16000889.2018.1498688</a>	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 Aoyama, M., Hamajima, Y., Inomata, Y., Kumamoto, Y., Oka, E., Tsunono, T., Tsumune, D.	4. 巻 189
2. 論文標題 Radiocaesium derived from the TEPCO Fukushima accident in the North Pacific Ocean: surface transport processes until 2017.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 93-102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.03.014">https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.03.014</a>	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 Aoyama, M., Inomata, Y., Tsumune, D., Tateda, Y.	4. 巻 6
2. 論文標題 Fukushima radionuclides in the marine environment from coastal region of Japan to the Pacific Ocean through the end of 2016.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Nuclear Science and Technology.	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.15669/pnst.6.1	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 -

1. 著者名 Lee, K., Chandra, I., Seto, T., Inomata, Y., Hayashi, M., Takami, A., Yoshino, A. Otani, Y.	4. 巻 19
2. 論文標題 Aerial observation of atmospheric nanoparticles in Fukue Island, Japan.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asia Air Quality Research	6. 最初と最後の頁 981-994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.4209/aaqr.2018.03.0077	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 4. Inomata, Y., Kajino, M., Sato, K., Kurokawa, J., Ohara, T., Tang, N., Hayakawa, K., Ueda, H.	4. 巻 51
2. 論文標題 A source-relationship analysis of the atmospheric deposition of PAH subject to long-range transport in northeast Asia	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 7972-7981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.7b00776	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 Kajino, M., Ueda, H., Han, Z., Kudo, R., Inomata, Y., Kaku, H	4. 巻 171
2. 論文標題 Synergy between air pollution and urban meteorological changes through aerosol-radiation-diffusion feedback A case study of Beijing in January 2013	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 98-110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2017.10.018	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 Li, P, K. Sato, H. Hasegawa, M. Huo, H. Minoura, Y. Inomata, N. Take, A. Yuba, M.	4. 巻 18
2. 論文標題 Chemical Characteristics and Source Apportionment of PM2.5 and Long-Range Transport from Northeast Asia Continent to Niigata in Eastern Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Aerosol and Air Quality Research	6. 最初と最後の頁 938-956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4209/aaqr.2017.05.0181	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

[学会発表] 計20件(うち招待講演 0件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Yayoi Inomata, Michio Aoyama, Yasunori Hamajima, and Masatosi Yamada
2. 発表標題 Rapid transportation of FNPP1 derived radiocaesium suggesting new pathway of subtropical mode water from the western North Pacific in the Sea of Japan
3. 学会等名 EGU General Assembly 2018. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michio Aoyama, Yasunori Hamajima, Yayoi Inomata, Hideki Kaeriyama, Yuichiro Kumamoto, Toshiya Nakano, Eitarou Oka, Takaki Tsubono and Daisuke Tsumune
2. 発表標題 Vertical structure of radiocaesium derived from the FNPP1 accident and global fallout in subtropical gyre in the North Pacific through 2017
3. 学会等名 EGU General Assembly 2018. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪股 弥生、青山 道夫、濱島 靖典、山田 正俊
2. 発表標題 日本沿岸域における福島第一原発事故由来放射性セシウムの再循環
3. 学会等名 JpGU2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山 道夫, 猪股 弥生, 山田 正俊, 浜島 靖典
2. 発表標題 青山 道夫, 猪股 弥生, 山田 正俊, 浜島 靖典福島第一原発起源放射性セシウムの太平洋から日本海を経由した太平洋へ戻る輸送量の推定
3. 学会等名 アイソトープ放射線研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪股弥生, I. Chandra, K. Lee, 瀬戸章文, 大谷吉生, 高見昭憲, 吉野彩子, 林 政彦
2. 発表標題 福江島におけるUAV及び地上観測による大気汚染物質の越境輸送に伴う新粒子生成イベント解析
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 Y. INOMATA,
2. 発表標題 TRANSBOUNDARY TRANSPORT OF ANTHROPOGENIC SULFUR IN PM2.5 AT A COASTAL SITE IN THE SEA OF JAPAN.
3. 学会等名 10th International Aerosol Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪股弥生, 梶野瑞王, 植田洋匡
2. 発表標題 日本における有害大気汚染物質のトレンド解析
3. 学会等名 大気環境学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐瀬裕之、諸橋将雪、高橋雅昭、齋藤辰義、山下尚之、猪股弥生、大泉毅、申基澈、藪崎志穂、陀安一郎
2. 発表標題 他元素同位体分析を活用した我が国の森林集水域における越境大気汚染の流入評価
3. 学会等名 大気環境学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yayoi Inomata, Indra Chandra, Kwangyul Lee, Takafumi Seto, Masahiko Hayashi, Akinori Takami, Ayako Yoshino and Yoshio Otani.
2. 発表標題 Effect of transboundary transport of air pollution from the Asian continent for the new particle formation by aerial observation in Fukue Island, Japan.
3. 学会等名 2018 joint 14th iCACGP Quadrennial Symposium/15th IGAC Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪股弥生、佐瀬裕之、諸橋将雪、高橋雅昭、大泉毅、高橋克行、藪崎志穂
2. 発表標題 日降水中の水安定同位体比変動解析
3. 学会等名 地球研シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐瀬 裕之、大泉 毅、中野 孝教、陀安 一郎、諸橋 将雪、高橋 雅昭、山下 尚之、猪股 弥生、齋藤 辰善、申 基澈、藪崎 志穂
2. 発表標題 越境大気汚染・酸性雨モニタリング試料への多元素同位体分析の活用
3. 学会等名 地球研シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yayoi Inomata, Michio Aoyama, Yasunori Hamajima, and Masatoshi Yamada.
2. 発表標題 Rapid transportation of FNPP1 derived radiocaesium suggesting new pathway of subtropical mode water from the western North Pacific to the Sea of Japan.
3. 学会等名 2018年度「放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点」共同研究シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michio Aoyama, Yasunori Hamajima, Yayoi Inomata, Yuichiro Kumamoto, Takaki Tsubono, Daisuke Tsumune.
2. 発表標題 FNPP1 derived radiocaesium and tritium distribution in Fukushima coast
3. 学会等名 2018年度「放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点」共同研究シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 猪股弥生, 青山道夫, 浜島靖典, 山田正俊
2. 発表標題 日本海における東電福島第一原発事故起源放射性セシウム濃度増加事象の変動解析
3. 学会等名 福島大学環境放射能研究所 第5回成果報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青山道夫, 浜島靖典, 猪股弥生, 熊本雄一郎, 坪野考樹, 津旨大輔
2. 発表標題 福島沿岸域における東電福島第一原発事故起源放射性セシウムとトリチウムの2018年末までの長期挙動の研究
3. 学会等名 福島大学環境放射能研究所 第5回成果報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐瀬裕之, 諸橋将雪, 高橋雅昭, 猪股弥生, 山下尚之, 齋藤辰善, 藪崎志穂, 大泉毅, 中田誠, 陀安一郎
2. 発表標題 我が国の森林集水域における越境輸送される物質流入の役割
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yayoi Inomata, Mizuo Kajino, Takayuki Kameda, Keiichi Sato, Ning Tang, Kazuichi Hayakawa, Hiromasa Ueda
2. 発表標題 Secondary production of toxic 1-nitropyrene during the mineral dust event in Northeast Asia approached by a chemical transport model
3. 学会等名 連携の成果 越境汚染研究の最前線 - Research Frontiers of Transboundary Pollution、金沢大学環日本海域環境研究センターシンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 猪股弥生, 梶野瑞王, 亀田貴之, 佐藤啓市, 早川和一, 植田匡洋
2. 発表標題 モデルシミュレーションによる1-ニトロピレンの二次生成量の評価
3. 学会等名 大気環境学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 猪股弥生, 梶野瑞王, 亀田貴之, 佐藤啓市, 植田匡洋
2. 発表標題 1-ニトロピレンの二次生成量の評価
3. 学会等名 九州大学モデリングワークショップ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 猪股弥生, 梶野瑞王, 亀田貴之, 佐藤啓市, 早川和一, 植田匡洋
2. 発表標題 北東アジアにおける1-ニトロピレン二次生成量評価
3. 学会等名 大気化学討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Inomata, Y.	4. 発行年 2018年
2. 出版社 NOVA	5. 総ページ数 297
3. 書名 MODEL SIMULATION OF PAHS IN NORTH EAST ASIA. Hayakawa, K., Nagao, S., Inomata, Y., Inoue, M., Matsuki, A. ed., Transboundary Pollution in North-East Asia	

1. 著者名 Y. Inomata	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 274
3. 書名 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Environmental Behavior and Toxicity in East Asia	

〔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
研究分担者	佐藤 啓市  (KEIICHI SATO)  (00391110)	一般財団法人日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター・情報管理部・上席研究員   (83102)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	早川 和一  (KAZUICHI HAYAKAWA)  (40115267)	金沢大学・環日本海域環境研究センター・特任教授    (13301)	
研究 分 担 者	鳥羽 陽  (YOU TORIBA)  (50313680)	金沢大学・薬学系・准教授    (13301)	