

令和元年6月26日現在

機関番号：27101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02964

研究課題名(和文) 下水処理場における生活由来化学物質の発生源単位の把握とその低減化技術に関する研究

研究課題名(英文) Research on emission load unit of chemical substances via sewage treatment plants and its reduction technology

研究代表者

門上 希和夫 (Kadokami, Kiwao)

北九州市立大学・環境技術研究所・教授

研究者番号：60433398

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,650,000円

研究成果の概要(和文)：GC-MSとLC-QTOF-MSを用いて1325物質を分析する2種の網羅分析法を開発し、全国8下水処理場の流入水と放流水を季節毎4回調査した。その結果、流入水から292物質が検出され、1日1000人当たりの量は581gであった。一方、302物質が計30.6g/1000人/日環境へ排出されることが分かった。流入量の6割は排泄物や天然由来のステロール類で、4割が人工化学物質であった。特に、PPCPsが全体の1/4を占め、除去率もあまり高くなく、水生生態系への影響が懸念される。検出物質や濃度に処理場間で大きな差はなく、流入物質に地域差は無かった。また、農薬以外は大きな季節変動は見られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、(1) LC-QTOF-MSを用いた水試料中の484物質の網羅分析法開発、(2) LC-QTOF-MSを用いた自動同定・定量データベースシステム(AIQS-LC)の開発、および(3) 現在の日本における1325種類の化学物質の発生原単位と排出原単位の把握である。

化学物質の種類と量が急速に増加し、ヒト健康や生態系への影響が懸念されているため、測定物質に制限がないAIQS-LCは環境(環境水、廃水、飲料水、PM2.5等)や食品など各種試料に適用でき、また、緊急時の安全性確認や事件の原因物質の究明など様々な用途に使用できる。原単位は、化学物質の発生量の経時変化を推計する基本データとなる。

研究成果の概要(英文)：We have developed two comprehensive analytical methods using GC-MS and LC-QTOF-MS for analyzing 1325 substances in wastewater, and applied the methods to influents and effluents of eight sewage treatment plants across Japan. As a result, 292 and 302 substances were detected in the influents and the effluents, respectively, and inflow and outflow loads were 581 and 30.6 g/1000 capita/d, respectively. Sterols from human feces and food residues comprised 60% of measured substances in inflow and man-made chemicals comprised 40%; in particular, PPCPs comprised 25%. Since removable ratios of man-made chemicals were lower than those of natural substances, there is concern about the impact on the aquatic environment. There were no significant differences in the substances and concentrations detected in the influents among the treatment plants. In addition, except for pesticides, no major seasonal variation was observed.

研究分野：環境化学，環境分析化学

キーワード：GC-MS LC-QTOF-MS AIQS PPCPs PFAAs 発生原単位 除去率

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

米国化学会の Chemical Abstracts Service が公表する合成化学物質の数は、この 10 年で 5 倍増加し、2015 年 6 月には 1 億を超えた。また、市販の化学物質数は 10 万種に登り、その生産量は 50 年で 50 倍に増加している、この様に化学物質は現在社会の基礎資材となり、人類の繁栄を支えている。しかし、種類・生産量・使用量の増加に伴い、一部の化学物質によるヒトや生態系への影響が報告され、健康被害を引き起こした残留性有機汚染物質(POPs)や揮発性化学物質などは、環境汚染対策として製造・使用規制や排出基準の設定がなされている。一方、近年の豊かで快適な生活や健康志向に伴い、医薬品やパーソナルケア製品(PPCPs)、難燃剤、酸化防止剤などの新興化学物質(Emerging Chemicals, ECs)の種類と使用量が増加し、その環境汚染、特に水生生態系への影響に懸念が高まっている。EU での調査では、ECs の影響が河川生態系に現れていると報告されている。また、研究代表者らの日本やアジア諸国の河川調査でも、ECs を含む生活由来の化学物質汚染が顕著であった。しかし、ECs を含む生活由来化学物質は、種類も多く様々な場所で広範囲に使用されているため、その排出実態はよく分かっていない。

2. 研究の目的

環境汚染対策の最初に行うべきことは、汚染発生源と発生量の把握であり、ダイオキシン類でもまず発生源インベントリーが作成された。我が国では工業活動で使用された化学物質は、PRTR 制度で環境への排出量が把握できる。また農薬も農薬便覧などで使用実態(即ち、環境排出量)が公表されている。それらの統計を見ると、工業系及び農業活動で使用される物質の排出量は減少し、環境中濃度も着実に低下している。一方、ECs などの生活由来の化学物質は、便利で快適な生活の希求に伴い、多種多様な製品に使用されているため、工業や農業の様に生産量や使用量から排出量を推計することが困難である。しかし、それらの大半は家庭やビジネス活動で使用されており、最終的に下水処理場(STP)に流入すると考えられる。このことから、STP 流入水中の化学物質濃度を定量し、流入水量に乗ずれば生活由来の化学物質発生量を推計することができ、また、STP 放流水中の濃度と排水量から環境中への排出量も推計できる。さらに、それらを処理人口で除せば、1 人当たりの発生原単位と排出原単位を得る事ができる。これらを実施することが、本研究の最大の目的である。

3. 研究の方法

ECs などの生活由来化学物質の種類は、数千種類に上ると考えられるが、それらを個別に分析することは、費用や労力的にも困難である。この様な状況に対応するため、研究代表者らは GC-MS と LC-TOF-MS を用いた 2 種の自動同定・定量データベースシステム(AIQS-GC と AIQS-LC) 及び両 AIQS を活用した 2 種の水試料向け網羅分析法をこれまでに開発している。GC-MS 網羅分析では約 1000 種の半揮発性化学物質を、また LC-TOF-MS 網羅分析法では約 300 種の極性化学物質を一斉に分析できる。さらに、AIQS には何時でも新規物質を登録でき、登録後に測定データを再解析することで過去に遡って濃度を得ることができる(レトロスペクティブ分析)。本研究では、LC-TOF-MS に代えてより高感度・高選択性の LC-QTOF-MS を採用し、約 500 物質を登録した新 AIQS-LC を構築する。次に、それを用いた新網羅分析法を開発し、GC-MS の網羅分析法と併せて下水処理場の流入水と放流水中の約 1400 物質の生活由来化学物質を分析する。

4. 研究成果

本研究で得られた主要な成果は、(1) LC-QTOF-MS を用いた新 AIQS-LC の構築、(2) 新 AIQS-LC を活用した水試料中の 484 種の化学物質の網羅分析法開発、(3) 開発済みの AIQS-GC による半揮発性物質の網羅分析法、本研究で開発した LC-QTOF-MS 網羅分析法、及び既存のパーフルオロアルキル酸化合物(PFAAs, 15 種)の一斉分析法の 3 分析を用いた全国 8 下水処理場調査に基づく調査物質の流入と放流濃度の把握、それらの地域差と季節差の有無と程度、検出物質の活性汚泥法での除去率、及び発生原単位と排出原単位の算出、の 3 つである。以下にそれらの成果の概要を記述する。

(1) 新 AIQS-LC 開発: GC-MS では測定が難しい極性化学物質用の AIQS を LC-QTOF-MS を用いて開発した(新 AIQS-LC)。新 AIQS-LC の性能は、SWATH[®]測定法によりプレカーサーイオンとプロダクトイオンを同時に測定することで確実な同定が可能(高選択性)、装置検出限界は 1 pg 以下(高感度)、室内及び室間再現精度からスクリーニングとしては十分な再現性である。この性能は環境や食品分析など様々な用途に活用できるため、本研究だけでなく国内外の研究機関と新 AIQS-LC を大気中粒子状物質、地下水、環境水などに適用した共同研究を実施している。

(2) 484 物質の網羅分析法開発: 新 AIQS-LC とタンデム固相抽出を組み合わせることで水中の極性物質 484 種の網羅分析法(ターゲットスクリーニング法)を開発した。本法は、マトリックスの少ない試料から下水流入水のような多量のマトリックスを含む試料まで適用可能で、精密質量のプレカーサーとプロダクトイオンを用いて確実な同定ができる。GC-MS と LC-QTOF-MS の 2 種のターゲットスクリーニング法を活用すれば、現時点で約 1400 物質を分析でき、化学物質汚染の全体像の把握や高リスク物質の検出を短時間に実施できる。なお、本成果は Analytical Chemistry に投稿してアクセプトされている。

- (3) 下水処理場調査結果： 全国8下水処理場を対象に2017年夏から季節毎に計4回24時間コンボジット試料を採水し、前述の3分析法を用いて計1400物質を分析した。流入水と放流水濃度から活性汚泥法の除去率を計算し、検出濃度×1日水量÷処理人口から発生原単位と排出原単位(g/1000人/日)を求めた。流入物質に関しては、6割が排泄物や天然由来のステロール類であったがそれらの除去率は98.8%と高かった。残りの4割が人工化学物質であり、特に、PPCPsが全体の1/4を占めていた。農薬や医薬品などの除去率はあまり高くなく、水生生物へのリスクが懸念されるため今後の影響調査が求められる。地域や季節間の差を検討した結果、PFAAsを除き処理場間で検出物質やその濃度に大きな差はなく、流入物質に地域差があまりない事が確認された。PFAAsの地域差は発生源である工場の集積度の違いが原因と考えられた。季節変動に関しては、農薬とPFAAsを除き大きな差は見られなかった。PFAAsは冬季に流入量と放流量が共に他の季節と比べて低かった。これは、処理時の低水温が前駆体の分解を抑制しているためと考えられた。全調査物質の発生原単位と排出原単位は、それぞれ581±77.0 g/1000人/日と30.6±1.6 g/1000人/日であった。PPCPsに加えて可塑剤や有機リン系難燃剤などの原単位が大きかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

1. Comprehensive Target Analysis for 484 Organic Micropollutants in Environmental Waters by the Combination of Tandem Solid-Phase Extraction and Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry with Sequential Window Acquisition of All Theoretical Fragment-Ion Spectra Acquisition, Kiwao Kadokami, Daisuke Ueno, Anal. Chem., 91, pp7749-7755, 2019. (査読有)
2. Hanh Thi Duong, Kiwao Kadokami, Ha Thu Trinh, Thang Quang Phan, Giang Truong Le, Dung Trung Nguyen, Thao Thanh Nguyen, Dien Tran Nguyen, Target screening analysis of 970 semi-volatile organic compounds adsorbed on atmospheric particulate matter in Hanoi, Vietnam, Chemosphere, 219, pp784-795, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.096> (査読有)
3. Yuki Matsuo, Takashi Miyawaki, Kiwao Kadokami, Kunihiko Nakai, Nozomi Tatsuta, Haruhiko Nakata, Toru Matsumura, Hiromitsu Nagasaka, Masafumi Nakamura, Katsuhisa Sato, Ken-ichi Tobo, Risa Kakimoto, Takashi Someya, Daisuke Ueno, Development of a novel scheme for rapid screening for environmental micropollutants in emergency situations (REPE) and its application for comprehensive analysis of tsunami sediments deposited by the great east Japan earthquake, Chemosphere, 224, pp39-47, 2019. (査読有)
4. Biljana D. Škrbić, Kiwao Kadokami, Igor Antić, Survey on the micro-pollutants presence in surface water system of northern Serbia and environmental and health risk assessment, Environmental Research, 166, pp130-140, 2018. (査読有)
5. M.Allinson, K.Kadokami, F.Shiraishi, D.Nakajima, J.Zhang, A.Knight, S.R.Gray, P.J.Scales, G.Allinson, Wastewater recycling in Antarctica: Performance assessment of an advanced water treatment plant in removing trace organic chemicals, Journal of Environmental Management, 224, 15, pp.122-129, 2018. (査読有)
6. Jianhua Zhang, Mikel Duke, Kathy Northcott, Michael Packer, Mayumi, Allinson, Graeme Allinson, Kiwao Kadokami, Jace Tan, Sebastian Allard, Jean-Philippe Croue, Adrian Knight, Peter Scales, Stephen Gray, Small scale direct potable reuse (DPR) project for a remote area, Water, 9,94, 2017. (査読有)
7. Dao M. Hai, Xuchun Qiu, Hai Xu, Masato Honda, Mitsuyasu Yabe, Kiwao Kadokami, Yohei Shimasaki, Yuji Oshima, Contaminants in liquid organic fertilizers used for agriculture in Japan, *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 99, pp.131-137, 2017. (査読有)
8. Hong Thi Cam Chau, Kiwao Kadokami, Tomomi Ifuku, Yusuke Yoshida, Development of a comprehensive screening method for more than 300 organic chemicals in water samples using a combination of solid-phase extraction and liquid chromatography-time-of-flight-mass spectrometry, *Environ Sci Pollut Res*, 24(34), 2017. 26396-26409. DOI 10.1007/s11356-017-9929-x. (査読有)
9. Biljana D. Škrbić, Kiwao Kadokami, Igor Antić and Grigorije Jovanović, Micro-pollutants in sediment samples in the middle Danube region, Serbia: occurrence and risk assessment, *Environ Sci Pollut Res*, 25(1), 260-273, 2017. DOI 10.1007/s11356-017-0406-3 (査読有)
10. Takashi Miyawaki, Kazuhiro Tobiishi, Shigeyuki Takenaka, Kiwao Kadokami, A Rapid Method, Combining Microwave-Assisted Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry with a Database, for Determining Organochlorine Pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soils and Sediments, *Soil and Sediment Contamination*, 27, pp 31-45, 2017, : An International Journal, DOI: 10.1080/15320383.2017.1360245 (査読有)
11. Xuehua Li, Xiaochen Shang, Tianlie Luo, Xu Du, Ya Wang, Qing Xie, Naoki Matsuura, Jingwen Chen, Kiwao Kadokami, Screening and health risk of organic micropollutants in rural groundwater of Liaodong Peninsula, China, *Environmental Pollution*, 218, pp739-748, 2016. (査読有)
12. Lingxiao Kong, Kiwao Kadokami, Hanh Thi Duong, Hong Thi Cam Chau, Screening of 1300

organic micro-pollutants in groundwater from Beijing and Tianjin, North China, *Chemosphere*, 165, pp. 221-230, 2016 (査読有)

13. 門上希和夫, 網羅分析用 GC/MS 自動同定・定量データベースシステム, *水環境学会誌*, 39, pp376-379, 2016.

[学会発表] (計 30 件)

1. 門上希和夫, 宮脇崇, 高木総吉, 安達史恵, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小杉有希, 鈴木俊也, 岩淵 勝己, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 公共下水処理場を用いた 1400 種の化学物質の排出原単位調査, 第 53 回日本水環境学会年会 (2019)
2. Kadokami, K., Miyawaki, T., Takagi, S., Adachi, F., Iida, H., Watanabe, K., Kosugi, Y., Suzuki, T., Iwabuchi, K., Nagahora, S., Tahara, R., Orihara, T., Study on emission amounts of 1400 chemicals using municipal wastewater treatment plants in Japan, 21st DKMT Euroregional Conference on Environment and Health (2019)
3. 岩淵勝己, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 鈴木俊也, 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 高木総吉, 安達史恵, 宮脇崇, 門上希和夫, 下水処理施設を經由して環境中に排出される有機フッ素化合物量の推計とその季節変動, 第 28 回環境化学討論会 (2019)
4. 飯田春香, 小杉有希, 渡邊喜美代, 小西浩之, 鈴木俊也, 高木総吉, 安達史恵, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 岩淵勝己, 宮脇崇, 門上希和夫, 国内の下水処理場を対象とした生活由来医薬品の実態調査, 第 28 回環境化学討論会 (2019)
5. Kadokami, K., Miyawaki, T., Takagi, S., Adachi, F., Iida, H., Watanabe, K., Kosugi, Y., Suzuki, T., Iwabuchi, K., Nagahora, S., Tahara, R., Orihara, T., EMISSIONS OF 1325 CHEMICALS FROM MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN JAPAN, 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (2019)
6. 小杉有希, 鈴木俊也, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 岩淵勝己, 高木総吉, 安達史恵, 宮脇崇, 門上希和夫, ターゲットスクリーニング法を用いた生活由来化学物質調査 (極性および難揮発性物質), 第 52 回日本水環境学会年会 (2018)
7. 岩淵勝己, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 鈴木俊也, 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 高木総吉, 安達史恵, 宮脇崇, 門上希和夫, 有機フッ素化合物の発生・排出原単位等の下水処理施設間比較, 第 52 回日本水環境学会年会 (2018)
8. 宮脇崇, 高木総吉, 安達史恵, 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 鈴木俊也, 岩淵勝己, 田原るり子, 永洞真一郎, 折原智明, 門上希和夫, GC/MS データベース法を用いた下水中生活由来化学物質の国内一斉調査, 第 52 回日本水環境学会年会 (2018)
9. 門上希和夫, 宮脇崇, 小杉有希, 鈴木俊也, LC-QTOF/MS を用いた水質中の化学物質 500 種のターゲットスクリーニング法開発, 第 52 回日本水環境学会年会 (2018)
10. 門上希和夫, 1400 種の化学物質のターゲットスクリーニング法開発と環境調査, 第 52 回日本水環境学会年会併設研究集会 (2018)
11. 小杉有希, 鈴木俊也, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 岩淵勝己, 高木総吉, 安達史恵, 宮脇崇, 門上希和夫, LC-QTOF/MS を用いたターゲットスクリーニング法による生活由来化学物質の調査, 日本薬学会第 138 年会 (2018)
12. Kiwao Kadokami, Development of Target Screening Method for 489 Polar Pollutants by LC/QTOF-MS, Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
13. H. Iida, T. Suzuki, Y. Kosugi, K. Watanabe, H. Konishi, S. Nagahora, R. Tahara, T. Orihara, K. Iwabuchi, F. Adachi, S. Takagi, T. Miyawaki, K. Kadokami, Survey on Chemical Substances used in Daily Life by Target Screening using SPE-LC-Q/TOFMS at Sewage Treatment Plants in Japan, Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
14. S. Nagahora, R. Tahara, K. Iwabuchi, T. Orihara, H. Iida, T. Suzuki, Y. Kosugi, K. Watanabe, H. Konishi, S. Takagi, F. Adachi, T. Miyawaki, K. Kadokami, Personal daily discharge unit (DDU) evaluation of various chemicals, Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
15. R. Tahara, S. Nagahora, T. Orihara, K. Iwabuchi, H. Iida, T. Suzuki, Y. Kosugi, K. Watanabe, H. Konishi, S. Takagi, F. Adachi, T. Miyawaki, K. Kadokami, Estimation of emission amounts of 970 chemicals from human activities in Japan, Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
16. K. Iwabuchi, S. Nagahora, R. Tahara, T. Orihara, H. Iida, T. Suzuki, Y. Kosugi, K. Watanabe, H. Konishi, S. Takagi, F. Adachi, T. Miyawaki, K. Kadokami, Discharge scenario of perfluoroalkyl acids into the environment via sewage treatment plants, Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
17. M. Allinson, S. Sharp, V.J. Pettigrove, M. Cassidy, C. Besley, K. Kadokami, In situ calibration of passive sampling methods combined with multiresidue GC and LC target screen systems, Society

- of Environmental Toxicology and Chemistry North America 39th Annual Meeting (2018)
18. Kiwao Kadokami, DEVELOPMENT OF AUTOMATED IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION DATABASE SYSTEMS FOR MICRO-POLLUTANTS BY GC/MS AND LC/QTOF-MS, International Scientific Conference on "CHEMISTRY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENTS", 40 the Anniversary of The Institute Chemistry (2018)
 19. 岩淵勝己, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 鈴木俊也, 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 高木総吉, 安達史恵, 宮脇崇, 門上希和夫, 下水処理施設を經由して水環境中へ排出される有機フッ素化合物の実態把握, 第 27 回環境化学討論会 (2018)
 20. 門上 希和夫, 宮脇 崇, 柿本 理沙, 上野 大介, 小杉 有希, 鈴木俊也, 極性化学物質用の LC/QTOF-MS 自動同定・定量データベースの開発, 第 27 回環境化学討論会(2018)
 21. 門上 希和夫, LC/QTOF-MS を用いた水中の極性化学物質 500 種のターゲットスクリーニング法開発, 第 27 回環境化学討論会 (2018)
 22. 門上 希和夫, Development of Automated Identification and Quantification Database Systems for Micro-pollutants by GC/MS and LC/QTOF-MS, 日本質量分析学会・日本プロテオーム学会 2018 年合同大会 (2018)
 23. 門上 希和夫, 1400 種の化学物質のターゲットスクリーニング法開発と環境調査, 日本環境測定分析協会九州支部技術発表会 (2018)
 24. 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 小西浩之, 鈴木俊也, 高木総吉, 安達史恵, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 岩淵勝己, 宮脇崇, 門上希和夫, 下水処理場における SPE-LC-QTOF/MS 法を用いた ターゲットスクリーニング法による生活由来化学物質調査, 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018)
 25. 高木総吉, 安達史恵, 小杉有希, 飯田春香, 渡邊喜美代, 鈴木俊也, 永洞真一郎, 田原るり子, 折原智明, 岩淵勝己, 宮脇崇, 門上希和夫, 下水処理場における溶媒抽出-GC/MS 法を用いたターゲットスクリーニング法による生活由来化学物質調査, 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018)
 26. 門上希和夫, GC/MS と LC/QTOF-MS の自動同定・定量データベースシステム, 第 4 回ミリマス勉強会 (2018)
 27. 柿本理沙, 門上希和夫, 上野大介, LC-QTOF-MS を用いた自動同定・定量データベースシステムの検討, 第 26 回環境化学討論会 (2017)
 28. Kiwao Kadokami, Development of Automated Identification and Quantification System (AIQS) for Target Screening and Its Application to Environmental Samples, Korea Society for Environmental Analysis (2017)
 29. Kiwao Kadokami, Development of Automated Identification and Quantification System (AIQS) for Target Screening and Its Application to Environmental Samples, The 17th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2017) (2017)
 30. Mayumi Allinson, Graeme Allinson, Kiwao Kadokami, Fujio Shiraishi, Daisuke Nakajima, Adrian Knight, Jianhua Zhang, Michael Packer, Kathy Northcott Peter Scales and Stephen Gray, Challenges for Wastewater Recycling in Antarctica - Microcontaminant Assessment by Chemical and Bioanalytical Methods, 5th International Conference on Emerging Contaminants and Micropollutants in the Environment. (2016)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：永洞 真一郎
ローマ字氏名：Shinichiro Nagahora
所属研究機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構
部局名：環境・地質研究本部環境科学研究センター
職名：主査
研究者番号(8桁)：00442624

研究分担者氏名：田原 るり子
ローマ字氏名：Ruriko Tahara
所属研究機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構
部局名：環境・地質研究本部環境科学研究センター
職名：主査
研究者番号(8桁)：30442627

研究分担者氏名：宮脇 崇
ローマ字氏名：Takashi Miyawaki
所属研究機関名：福岡県保健環境研究所
部局名：その他部局等
職名：研究員
研究者番号(8桁)：70346691

研究分担者氏名：高木 総吉
ローマ字氏名：Sokichi Takagi
所属研究機関名：地方独立行政法人 大阪健康安全基盤研究所
部局名：衛生化学部
職名：主任研究員
研究者番号(8桁)：80332451

(2)研究協力者

研究協力者氏名：折原 智明
ローマ字氏名：Tomoaki Orihara

研究協力者氏名：岩淵 勝己
ローマ字氏名：Katsumi Iwabuchi

研究協力者氏名：鈴木 俊也
ローマ字氏名：Toshinari Suzuki

研究協力者氏名：小杉 有希
ローマ字氏名：Yuki Kosugi

研究協力者氏名：渡邊 喜美代
ローマ字氏名：Kimiyo Watanabe

研究協力者氏名：飯田 春香
ローマ字氏名：Haruka Iida

研究協力者氏名：安達 史恵
ローマ字氏名：Fumie Adachi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。