

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04718

研究課題名(和文)環境中不均一固相における熱化学的な有機ハロゲン化合物生成の共通機構

研究課題名(英文)Common Mechanisms: Thermochemical Formation of Organohalogen Compounds in Environmental Heterogeneous Solid Phase

研究代表者

藤森 崇 (Fujimori, Takashi)

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号：20583248

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、環境中の不均一固相を対象として、そこでの有機ハロゲン化合物の熱化学的生成の「共通機構」提示を目的とした。(i) 金属による生成促進の共通機構、および(ii) 炭素のハロゲン化：塩素と臭素の共通性、が本研究の仮説である。金属銅に着目したモデル研究の結果、塩素と臭素のハロゲン間で共通した炭素のハロゲン化機構を明らかにした。モデル系の知見と比較するために、都市ごみ野焼きサイト(ザンビア)やe-waste野焼きサイト(ガーナ)で実試料を系統的に収集した。実試料より得られたデータを用い仮説検証に取り組んだ。発展的な内容として、有機ハロゲン総量の定量評価系の開発およびその応用が挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、様々な熱プロセスを分断して考えるのではなく、互いに共通して潜んでいる支配機構(共通機構)を通じた現象理解を試みた。その結果、特定の条件が揃った場合に、塩素・臭素のハロゲン種に依らない有機ハロゲン化合物生成に関わる共通機構が明らかになった。熱プロセスは「都市ごみ焼却」、汚染質は「塩素化ダイオキシン類」という典型的な研究図式を超え、より一般的な条件に基づいた「熱プロセスからの有機ハロゲン化合物の生成機構」に関する本質的な反応理解に基づいた適切な汚染質制御・管理に繋がることが予想される。

研究成果の概要(英文)：In the present study, objective is to propose the “common mechanisms” of thermochemical formation of the organohalogen compounds (OCs) in environmental heterogeneous solid phase. Hypotheses of this study were (i) common mechanisms to promote OCs by metals and (ii) halogenation of carbon: Commonality between chlorine and bromine. Systematical model studies focusing on metallic copper revealed common halogenation mechanisms of carbon in between chlorine and bromine. To compare with results derived from model studies, real samples were collected from an open burning site of municipal solid waste (Zambia) and an electronic-waste open burning site (Ghana). Then we tested hypotheses by using dataset measured by real samples. Quantitative assessment of total amount of organic halogen was developed as advanced theme.

研究分野：環境化学、廃棄物工学、分析化学

キーワード：有機塩素化合物 有機臭素化合物 共通機構 焼却 野焼き 化学形態 その場観察

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

芳香環を有し、かつ、ハロゲン(塩素または臭素)と結合している芳香族化合物(以下、有機ハロゲン化合物)は、共通してダイオキシン類様の毒性を発現することが明らかになってきた。ごみ処理を焼却処理に依存する日本では、ダイオキシン類対策特措法の施行により、大気環境基準以下に低減されている。しかし、生成がゼロになったのではなく、現実にはフィルター等で捕集された焼却飛灰中に移行・濃縮している。

加えて、近年では先進国から途上国に移動した廃電気・電子製品(e-waste)の不適切なりサイクルによる環境汚染問題が生じている。特に、e-waste 野焼き土壌では有機ハロゲン化合物が生成・濃縮している。申請者らは、フィリピン・ベトナム・ガーナの野焼き土壌を対象とし、塩素化・臭素化したダイオキシン類、フラン類、ピフェニル類、ベンゼン類、多環芳香族炭化水素類等の有機ハロゲン化合物による重篤な汚染状況を把握した(Nishimura *et al.*, 2017; Fujimori *et al.*, 2016)。

焼却飛灰や e-waste 野焼き土壌等は、無数の元素が混然一体となった不均一固相といえる。これまでの申請者らによる研究や他の先行研究を通じて、こうした不均一固相における有機ハロゲン化合物の熱化学的生成には、「共通した支配機構(共通機構)」の存在が示唆されている。ひとつの例として「銅」について触れる。焼却飛灰中には普遍的に銅が微量に含まれており、塩素化ダイオキシン類の生成を触媒することが知られている(Fujimori *et al.*, 2009; Fujimori and Takaoka, 2009)。他方、野焼き土壌においても e-waste 由来の銅が含まれており、申請者らの近年の研究により塩素化・臭素化ダイオキシン類、フラン類との統計的に有意な相関関係が示されている(Fujimori *et al.*, 2016)。

また、塩素化物と臭素化物の生成にも共通性が見られる。従来から、塩素化ダイオキシン類が 300°C 前後の低温領域で未燃炭素から再合成する機構(*de novo* 合成)が知られてきた。近年に入り、臭素化ダイオキシン類の *de novo* 合成を示唆する結果が一部で報告され始めている(Ortuno *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2016)。

このように、試料媒体、元素組成、燃焼条件、ハロゲン等が異なっているにもかかわらず、共通機構を示唆する結果が断片的に得られつつある。しかしながら、これらはそれぞれを単独の系で捉えた要素研究であり、「共通機構」の視点から統合的に研究されたものではない。有機ハロゲン化合物の熱化学的生成に関する共通性を見出すことは、生成条件の根本原則を明らかにするだけでなく、新たな燃焼発生源における予見にも役立つと考えられる。

不均一固相での機構研究を進めるツールとして、複数元素が混合した系から単一元素を選択的に分析し、化学状態を解析できる X 線吸収微細構造(XAFS: X-ray Absorption Fine Structure)法がある。同法に温度・反応ガスを制御できるセルを導入することで、状態変化を「その場観察」することも可能である。そのため、熱化学的な反応を精密に解析できる(Fujimori and Takaoka, 2009)。

以上より、フィールド調査で蓄積した不均一固相試料群(焼却飛灰、野焼き土壌等)に対して、従来法である有機ハロゲン化合物や重金属類の定量実験だけでなく、その場観察 XAFS による単一元素レベルの反応解析が組み合わせることで、共通機構研究が着手可能になると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、環境中の不均一固相を対象として、熱化学的な有機ハロゲン化合物生成に関して、これまで断片的に示唆されてきた共通機構を明らかにすることを目的とした。共通機構の仮説に関して、具体的に以下の2つを掲げた。

#### 【仮説1】金属による生成促進の共通機構

銅は都市ごみ焼却飛灰および e-waste 野焼き土壌に共通して、有機ハロゲン化合物生成を促進する働きが示唆されている。銅以外にも鉄、鉛、亜鉛等の金属についても同様の傾向がみられている。そこで、温度、反応ガス、試料組成が大きく異なる環境下で金属が有機ハロゲン化合物を生成する共通機構を明らかにする。

#### 【仮説2】炭素のハロゲン化：塩素と臭素の共通性

有機ハロゲン化合物の構造骨格の根本となるハロゲンと炭素の結合反応について、塩素と臭素の2元素に共通した反応機構を明らかにする。未燃炭素等の炭素源、ハロゲン源、母材等を組み合わせたモデル系を使用したその場観察 XAFS で炭素のハロゲン化に関する共通機構を理解することを目指す。

2つの仮説は互いに関連している。2つの仮説を統合的に研究し実証すれば、これまで「都市ごみ焼却飛灰の有機塩素化合物生成」に関してのみ議論されてきた内容を、共通機構の観点から「広く一般の熱的プロセスにおける有機ハロゲン化合物生成」に支配機構を拡張できる可能性がある。

### 3. 研究の方法

#### (1) 試料

実験試料は、実際のフィールドから採取した実試料および組成を模擬したモデル試料に大別される。実試料は、都市ごみ焼却飛灰、e-waste 野焼き土壌等の熱プロセスから発生する残渣で構成される。これら実試料は、国内外のフィールドで採取・保管してきたアーカイブがある

(Nishimura *et al.*, 2017; Fujimori *et al.*, 2016)。海外共同研究者や国内機関の協力により、追加的なサンプリング（ザンビアの都市ごみ野焼き場）を実施した。モデル試料は、組成を単純化するため、試薬を混合した試料であり、電気管状炉を用いた反応場再現実験(Fujimori *et al.*, 2009; Fujimori *et al.*, 2014)で加熱した残渣や発生ガスを分析対象とする。

## (2) 分析方法

基礎データとして実試料中に含まれる金属濃度を把握するために、試料を酸分解し ICP-AES あるいは ICP-MS で定量した。また、有機ハロゲン化合物は塩素化・臭素化ダイオキシン類、フラン類、ピフェニル類、ベンゼン類、多環芳香族炭化水素類等を対象物質として、物質に合わせた抽出・濃縮等の前処理をした後 GC-MS で定量した。また、有機ハロゲン化合物の総量を評価するために、有機塩素および有機臭素の総濃度を把握するため、燃焼イオンクロマトグラフィーあるいは中性子放射化分析による定量系確立を検討した。

銅化合物を添加したモデル試料を作成し、その場観察 XAFS を実施した。銅および臭素の K 端 XAFS 測定は SPring-8（兵庫県佐用郡）で、塩素の K 端 XAFS は Photon Factory（茨城県つくば市）で実施した。また、塩素の K 端 XAFS のその場観察は、これまで大気圧下での *in situ* 測定が困難であったが、反応ガスやセルの工夫により実現できる目途が立ったため初測定を試みた(Zhang *et al.*, 2020)。

実試料で得られた基礎データを利用して相関分析、主成分分析、および階層的クラスター分析等の統計解析を実施し、有意な関連性が見られる金属を抽出した。

## 4. 研究成果

### (1) モデル系

#### 銅

E-waste 野焼きや廃棄物焼却等の熱プロセスにおいて発生する有機ハロゲン化合物の生成に関して、最も象徴的かつ関与している可能性の高い「銅」に関して共通機構研究を実施した。熱プロセスに導入される銅の形態のひとつとして代表的な金属銅 ( $\text{Cu}^0$ ) の高純度粉末を銅源として使用した。ハロゲン源として、塩素の場合は被覆材や一般的なプラスチック材料として広く使用されているポリ塩化ビニル (PVC) を、臭素の場合は難燃剤として使用されるテトラプロモビスフェノール A (TBBPA) を選択した。炭素源として活性炭 (AC) を使用し、塩素系モデル試料 ( $\text{Cu}^0 + \text{PVC} + \text{AC}$ ) および臭素系モデル試料 ( $\text{Cu}^0 + \text{TBBPA} + \text{AC}$ ) を混合作成し、各試験に供した。銅の熱的な化学形態変化をその場観察 XAFS により分析した結果、図 1 に示すように酸化的环境下において塩素・臭素で共通の温度変化プロファイルを示すことが明らかとなった(Fujimori and Kojima, 2018)。温度上昇に伴い  $\text{Cu}^0$  の割合が減少し、300°C 付近で I 価のハロゲン化銅 ( $\text{CuCl}$  および  $\text{CuBr}$ ) の割合が極大値を示し、350°C を超えた温度領域では酸化銅 ( $\text{CuO}$ ) として安定化した。同一の試料に対して塩素化ダイオキシン・フラン類 (PCDD/Fs) および臭素化ダイオキシン・フラン類 (PBDD/Fs) を定量した結果、300°C で最大の生成量を示した。塩素および臭素の XAFS 測定も同様に行った結果、300°C 付近で炭素に結合した塩素および臭素の割合が極大値を示した。以上より、

- (i) 金属銅と汎用されている有機ハロゲン化合物 (PVC や TBBPA 等) が混合し、酸化的环境下で熱が加わると銅の還元・酸化反応が進み、ハロゲン化ダイオキシン類 (PCDD/Fs あるいは PBDD/Fs) 等を含む有機ハロゲン化合物の非意図的生成が起こる
- (ii) ハロゲン化ダイオキシン類は 300°C 前後で極大量を示し、I 価のハロゲン化銅 ( $\text{CuCl}$  および  $\text{CuBr}$ ) が生成への寄与因子である可能性が高い

といった金属銅による炭素のハロゲン化に関する「共通機構」を実証的に解明することができた(Fujimori and Kojima, 2018; Zhang *et al.*, 2019)。

#### クロム

銅以外の金属としてクロムを対象とした応用的研究を実施した。クロムは広く一般に使用されている金属であり、製造・廃棄・リサイクル等多くの熱プロセスに入り込む可能性がある。そこで、都市ごみ焼却における塩化クロム ( $\text{CrCl}_3$ ) による PCDD/Fs の生成影響および元素の熱化学的挙動を調査した(Zhang *et al.*, 2020)。AC および主要塩素源として塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ )、母材の二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) と共に塩化クロム六水和物 ( $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) を混合した模擬試料に対して加熱試験を行った結果、350°C、酸素濃度 10% において PCDD/Fs の生成量が極値を示し、クロムによる影響が示された。他方、クロムおよび塩素の XAFS 測定結果を解析

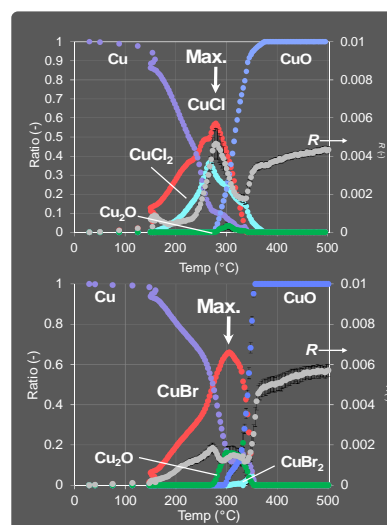


図1. *In situ* Cu K端XANESの解析結果 (Fujimori and Kojima, 2018)



したところ、温度に依存したクロムの価数変化および有機炭素への塩素化が進行していることが明らかとなった。炭素を塩素化する機構として、 $\text{CrCl}_3$  から酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) あるいは六価クロム  $\text{Cr(VI)}$  への酸化反応による脱塩素化による影響が示唆された。また、 $\text{Cr(VI)}$  から  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  への還元反応が進行する際に炭素網の酸化が生じることが見出された(図2)。一部が大きな酸化数をもった六価に酸化された後に、再び三価に還元される経路 ( $\text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr(VI)} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) はクロム特有の熱化学的挙動と考えられた。銅で示された共通性とは対照的な「固有性」についても、有機ハロゲン化合物生成においては思慮すべき点といえる。

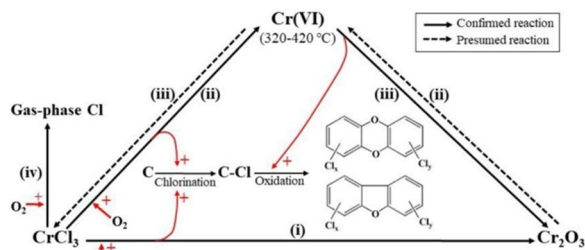


図2. クロムによるPCDD/Fsなどの生成機構 (Zhang *et al.*, 2020)

また、本研究では大気圧下での塩素の *in situ* XAFS 測定の適用に成功した事例でもあり、分光学的な応用研究としても重要な進展を示す成果と考えられる。

## (2) 実試料を用いた系

### E-waste 野焼き

実試料として、途上国における e-waste 野焼きサイトから採取した表層土壌や野焼き後の灰と土壌が混在した試料 (e-waste 野焼き土壌と略す) に対して、そこに含まれる有機ハロゲン化合物および重金属等の元素分析を実施した。ベトナムの北部地域 (ハノイ近郊) の e-waste リサイクルを生業とする村の e-waste 野焼き土壌中から高濃度のクロロベンゼン類 (CBzs)、ポリ塩化ビフェニル類 (PCBs) による汚染が明らかになった (Nishimura *et al.*, 2018)。E-waste 野焼きサイトの近傍、野焼きをしていないエリアの順に汚染度は低減し、e-waste 野焼きが CBzs および PCBs の発生源であることが示唆された。同サイトの野焼きはケーブル類を主に対象として金属銅を回収しているため、モデル系で得た知見と類似した機構で有機塩素化合物が生成している可能性が示唆された。

銅と有機ハロゲン化合物の有意な相関関係を報告した先行研究 (Fujimori *et al.*, 2016) で試料した e-waste 野焼き土壌 (ガーナ、Agbogbloshie 市場) を用いて、含有される重金属に対して体液への溶出を加味した bioaccessibility 法を適用したリスク評価を実施した (Cao *et al.*, 2020)。その結果、鉛、銅、アンチモンの胃・小腸液への溶出による体内吸収のリスクが懸念されることが明らかとなった。E-waste 野焼きにより化学形態を変化させたことによって、体液への溶出特性が変化しリスク因子となっている可能性がある。重金属等の熱化学的な化学形態変化は、有機ハロゲン化合物の非意図的生成だけでなく、それ自身によるリスクも変化するため多角的な視点が必要である。

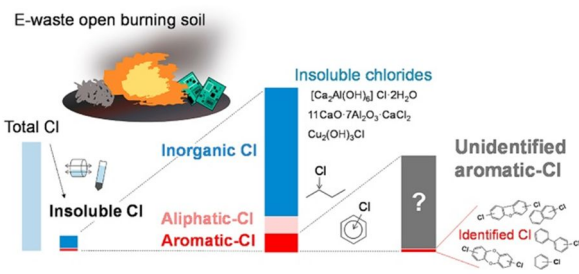


図3. E-waste野焼きによる有機塩素総量評価 (Mukai *et al.*, 2019)

個別ではなく有機ハロゲンの総量について評価した研究事例は萌芽的な課題であり、不明な領域が多く残っている。そこで発展的な課題として、有機塩素の総量の評価系を構築し、E-waste 野焼き土壌に適用した (Mukai *et al.*, 2019a; Mukai *et al.*, 2019b)。有機物が含まれる難水溶性画分を、前処理操作による水溶性画分の除去によって作成し、そこに含まれる塩素量を定量するとともに、塩素の XAFS 法のデータ解析より無機、脂肪族塩素、芳香族塩素への化学種別の存在割合を求め、有機塩素量を定量化した。その結果、芳香族塩素の 99% 超が未同定の化合物として存在している可能性が示された (図3)。また、難水溶性画分における芳香族塩素の総量でみた場合でも、個別の化合物と同様にケーブル類の野焼きが盛んな e-waste 野焼きサイト (この場合ベトナムの試料) で最大値を示した。このことは、銅を介在した芳香族炭素の塩素化が生じていると考えられる。

都市ごみ野焼き

本課題期間中である 2018 年 8 月中旬にザンビアの廃棄物投棄場における野焼きサイトへ訪れ、サンプリングを実施した。統計的な解析を想定し、都市ごみ野焼き土壌および対照土壌をそれぞれ 10 地点から採取した。2019 年 2 月上旬に植物防疫の手続きおよび輸送を完了させた。重金属等の元素分析の結果、対照土壌に比べて都市ごみ野焼き土壌での銅、鉛、亜鉛、アンチモン、カドミウムによる汚染が確認された。また、塩素および臭素の含有量、難水溶性画分における量を定量し、塩素の XAFS 解析を組み合わせた有機塩素量についてもデータを得ることができた。以上は、本課題終盤の 2020 年 3 月下旬時点で得られた未公開データであり、今後、汚

染によるリスク評価、重金属等と有機ハロゲンとの関係性について解析を進め、モデル系で得られた知見をフィードバックしていく予定である。

### (3) 総括

本研究課題を推進することにより、有機ハロゲン化合物の熱化学的生成に関する共通機構を実証し、「広く一般の熱的プロセスにおける有機ハロゲン化合物生成」に支配機構を拡張することができた。特に、金属銅を出発として1価のハロゲン化銅への変化が、有機ハロゲン化合物の生成と関連することを示すデータは、仮説1および仮説2の両方を満たす結果であり本研究のハイライトといえる。銅以外にクロムに関する機構解明研究、実試料から得られた有機ハロゲン化合物の個別生成、ハロゲン総量、重金属等の影響に関する知見と、広範囲に渡って研究を展開することができた。また、非意図的生成やその制御のための利用可能な最良の技術(BAT)および環境のための最良の慣行(BEP)について概念整理を行い、今後の課題を詳細に論じた(藤森と川本, 2019)。

有機ハロゲン化合物の共通機構研究を深めていく中で、特に銅で得られた知見を整理した(藤森ら, 2019)。ここで、集合として{Cu, C, Cl}を考えたとき、部分集合である{Cu, Cl}と{C}を抜き出すと上記の塩化第二銅(CuCl<sub>2</sub>)と活性炭の組み合わせになる(Fujimori and Takaoka, 2009)。別の部分集合である{Cu}と{C, Cl}を抜き出すと金属銅とPVCの組み合わせになる(Zhang *et al.*, 2019)。どちらの組み合わせも、酸化雰囲気下で熱を加えると有機塩素化合物が生成する。{Cu, Cl}の候補には塩化第一銅(CuCl)、{C}の候補にはプラスチック類などのポリマーなども考えられる。この発想に基づいて、塩素の項を臭素とした{Cu, C, Br}の場合でも、部分集合である{Cu, Br}と{C}を抜き出した臭化第二銅(CuBr<sub>2</sub>)と活性炭の系で、有機臭素化合物の生成を確認した例(Ortuno *et al.*, 2014)があり、本研究でもCuBr<sub>2</sub>による臭素化機構に関する知見を得ている。また、{Cu}と{C, Br}を抜き出した系として金属銅とTBBPAの反応系を例にPBDD/Fsの生成や炭素の臭素化を確認した(Fujimori and Kojima, 2018)。以上の着想を概念図として図4に示す。集合として{Cu, C, X} (X = Cl or Br)を考えたとき、酸化雰囲気下で熱化学的に有機ハロゲン化合物(R-X)が生成する様子をイメージしたものである。銅を介在して、塩素および臭素の共通機構が存在し、有機ハロゲン化合物の熱化学的生成に関与していることが示唆される。



図4. 銅による有機ハロゲン化合物(R-X)生成の共通機構(藤森ら, 2019)

銅に関しては焼却状態(都市ごみ焼却、e-waste 野焼き等)に依存しない法則性を見出すことができ、仮説1の部分的な実証となった。しかし、銅以外の金属(鉄、鉛、亜鉛、クロム等)の共通機構や、それらの研究を通じた最終的な目標である金属間の共通性を解明するには、中長期的な研究計画が求められる。

今後、本課題を通じて得られた包括的な上記仮説に基づいて、プラスチックの焼却処理に伴う有機ハロゲン化合物の非意図的生成や生成機構に関する研究を発展的課題として取り組む計画である。(2020-2023、科学研究費補助金・基盤研究 B、廃プラスチックの焼却が有機ハロゲン化合物の非意図的生成に与える影響、20H04353)

### <引用文献>

注：末尾に「本課題の成果」と記した文献は、本研究課題の実施によって得られた成果物という意味であり、全成果の詳細情報は5章(主な発表論文等)に記載されている。

- Cao *et al.* (2020) *Chemosphere* 240, 124909. (本課題の成果)
- Fujimori and Kojima (2018) *ISPTS2018* Basel, Switzerland. (本課題の成果)
- Fujimori and Takaoka (2009) *Environ. Sci. Technol.* 43 (7), 2241.
- Fujimori *et al.* (2009) *Environ. Sci. Technol.* 43 (21), 8053.
- Fujimori *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.* 48 (1), 85.
- Fujimori *et al.* (2016) *Environ. Pollut.* 209, 155.
- Mukai *et al.* (2019a) *ACS Omega* 4, 6126. (本課題の成果)
- Mukai *et al.* (2019b) *Chemosphere* 233, 493. (本課題の成果)
- Nishimura *et al.* (2017) *Environ. Pollut.* 225, 252.
- Nishimura *et al.* (2018) *Int. J. Environ. Pollut.* 63 (4), 283. (本課題の成果)
- Ortuno *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.* 48 (14), 7959.
- Wang *et al.* (2016) *Environ. Sci. Technol.* 50 (14), 7470.
- Zhang *et al.* (2019) *Organohalogen Compds.* 81, 314.
- Zhang *et al.* (2020) *J. Hazard. Mater.* 388, 12264. (本課題の成果)
- 藤森と川本 (2019) *廃棄物資源循環学会誌* 30, 201. (本課題の成果)
- 藤森ら (2019) *PF News* 37, 14. (本課題の成果)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Zhang, M.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Buekens, A.; Mukai, K.; Niwa, Y.; Li, X.; Takaoka, M.	4. 巻 388
2. 論文標題 Thermochemical Formation of Dioxins Promoted by Chromium Chloride: In situ Cr- and Cl-XAFS Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 122064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2020.122064	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 Cao, P.; Fujimori, T.; Juhasz, A.; Takaoka, M.; Oshita, K.	4. 巻 240
2. 論文標題 Bioaccessibility and Human Health Risk Assessment of Metal(loid)s in E-Waste Open Burning Soil from Agbogbloshie in Accra, Ghana	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 124909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.124909	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 Fujimori, T.; Toda, A.; Mukai, K.; Takaoka, M.	4. 巻 382
2. 論文標題 Incineration of Carbon Nanomaterials with Sodium Chloride as a Potential Source of PCDD/Fs and PCBs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 121030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2019.121030	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 藤森崇, 川本克也.	4. 巻 30
2. 論文標題 POPsの非意図的生成と制御: 利用可能な最良の技術 (BAT) および環境のための最良の慣行 (BEP)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 廃棄物資源循環学会誌	6. 最初と最後の頁 201-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3985/mcwmr.30.201	査読の有無 無
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 藤森崇, 塩田憲司, Zhang, M., 板井啓明, 高岡昌輝.	4. 巻 37
2. 論文標題 熱プロセスにおける有機ハロゲン化合物と重金属の関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Photon Factory News	6. 最初と最後の頁 14-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.	4. 巻 233
2. 論文標題 Quantitative Speciation of Insoluble Chlorine in E-waste Open Burning Soil: Implications of the Presence of Unidentified Aromatic-Cl and Insoluble Chlorides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 493-502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.05.283	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 Cao, P.; Fujimori, T.; Juhasz, A.; Takaoka, M.	4. 巻 265
2. 論文標題 Bioaccessibility of Arsenic and Lead in Polluted Soils Using Three In-vitro Gastrointestinal Simulation Models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 12012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/265/1/012012	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.; Funakawa, S.; Takeda, A.; Takahashi, S.	4. 巻 4
2. 論文標題 Quantitative Speciation of Insoluble Chlorine in Environmental Solid Samples	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 6126-6137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.9b00049	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Tonioka, K.; Takahashi, S.	4. 巻 81
2. 論文標題 Speciation of Chlorine and Bromine in Solid Environmental Samples: Focus on the Insoluble and Extractable Fractions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 93-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Kunisue, T.; Nomiyama, K.; Takahashi, S.	4. 巻 81
2. 論文標題 Species-Specific Differences in Extractable Organochlorine and Organobromine in High-Trophic-Level Mammals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 211-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Zhang, M.; Fujimori, T.; Li, X.; Shiota, K.; Takaoka, M.	4. 巻 81
2. 論文標題 Formation of Dioxins from Open Burning of Cable: Effect of Copper and Investigation of the Mechanisms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 314-317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Takami, Y.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Mukai, K.; Nishida, T.; Takaoka, M.	4. 巻 81
2. 論文標題 Establishment of an Analytical Method for Detecting Decabromodiphenyl Ether and Evaluation of its Thermal Decomposition Products	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 399-402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 高岡昌輝, 藤森崇.	4. 巻 29
2. 論文標題 POPs廃棄物の適正処理 - 技術と展望 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 廃棄物資源循環学会誌	6. 最初と最後の頁 461-469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3985/mcwmr.29.461	査読の有無 無
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 Nishimura, C.; Suzuki, G.; Matsukami, H.; Agusa, T.; Takaoka, M.; Takahashi, S.; Tue, N. M.; Viet, P. H.; Tanabe, S.; Takigami, H.; Fujimori, T.	4. 巻 63
2. 論文標題 Soil Pollution by Chlorobenzenes and Polychlorinated Biphenyls from an Electronic Waste Recycling Area in Northern Vietnam	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Environment and Pollution	6. 最初と最後の頁 283-283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJEP.2018.097863	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Nishimura, C.; Ito, N.; Takaoka, M.	4. 巻 80
2. 論文標題 Quantitative Speciation of Chlorine in Electronic Waste Open Burning Soils: Focus on Water-insoluble Fractions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 121-124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Oshita, K.; Takaoka, M.; Takahashi, S.	4. 巻 80
2. 論文標題 Speciation of Extractable Organohalogenes According to Molecular Size in Various Environmental Matrices	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 205-208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Zhang, M.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Mukai, K.; Buekens, A.; Li, X.; Niwa, Y.; Takaoka, M.	4. 巻 80
2. 論文標題 XAFS Investigation of Chromium Chloride Catalysed Formation of Dioxins	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 49-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.; Funakawa, S.; Takeda, A.; Takahashi, S.	4. 巻 79
2. 論文標題 Quantification of Total Organohalogen (TOX) in Environmental Solid Samples by Using Combustion-ion Chromatography	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Organohalogen Compounds	6. 最初と最後の頁 114-117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

[学会発表] 計45件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Zhang, M.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.
2. 発表標題 Thermochemical Formation of PCDD/F from Open Burning of Cable
3. 学会等名 3rd Chemical Hazard Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujimori, T.; Mukai, K.
2. 発表標題 A Trial to Understand Distribution of Halogens in Environment
3. 学会等名 3rd Chemical Hazard Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Fujimori, T.
2 . 発表標題 Summary Session: Formation, Sources and Control
3 . 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Goto, A.; Ieda, T.; Mukai, K.; Shiota, K.; Fujimori, T.; Kunisue, T.; Hashimoto, S.
2 . 発表標題 Screening for Unidentified Organohalogen Compounds in House Dust (NIST SRM2585) Using GC×GC-HRToFMS
3 . 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Tomioka, K.; Takahashi, S.
2 . 発表標題 Speciation of Chlorine and Bromine in Solid Environmental Samples: Focus on the Insoluble and Extractable Fractions
3 . 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Kunisue, T.; Nomiyama, K.; Takahashi, S.
2 . 発表標題 Species-Specific Differences in Extractable Organochlorine and Organobromine in High-Trophic-Level Mammals
3 . 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Zhang, M.; Fujimori, T.; Li, X.; Shiota, K.; Takaoka, M.
2. 発表標題 Formation of Dioxins from Open Burning of Cable: Effect of Copper and Investigation of the Mechanisms
3. 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takami, Y.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Mukai, K.; Nishida, T.; Takaoka, M.
2. 発表標題 Establishment of an Analytical Method for Detecting Decabromodiphenyl Ether and Evaluation of its Thermal Decomposition Products
3. 学会等名 Dioxin 2019 - 39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高見侑佑, 藤森崇, 向井康太, 西田崇矩, 三宅祐一, 王齊, 高岡昌輝.
2. 発表標題 デカブロモジフェニルエーテルの熱分解試料および分解副生成物の評価
3. 学会等名 第30回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森崇, 西田崇矩, 高見侑佑, 高岡昌輝.
2. 発表標題 新規POPsの焼却による熱分解生成物のPyGC-MSを用いた定性分析
3. 学会等名 第30回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, 舟川晋也.
2. 発表標題 森林土壌における塩素・臭素の化学形態別鉛直分布: 土壌分類間の比較
3. 学会等名 日本地球化学会第66回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森崇.
2. 発表標題 ハイライトセッション: POPs・難燃剤などに関する研究動向、注目研究の抜粋、そして私的見解
3. 学会等名 第28回環境化学討論会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, Hoang Quoc Anh, 福谷哲, 富岡恵大, 高橋真.
2. 発表標題 環境固体試料における塩素・臭素のマスバランス: 難水溶性および抽出可能性への着目
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, Hoang Quoc Anh, 福谷哲, 国末達也, 野見山桂, 高橋真.
2. 発表標題 高次哺乳類における抽出可能性有機塩素・臭素の種間差
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 高見侑佑, 藤森崇, 塩田憲司, 向井康太, 西田崇矩, 高岡昌輝.
2. 発表標題 デカブロモジフェニルエーテルの分析方法の確立および熱分解試料への適用
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森崇, 向井康太, 塩田憲司, 後藤哲智, 家田曜世, 国末達也, 橋本俊次.
2. 発表標題 認証値付ハウスダスト (NIST SRM 2585) のキャラクタリゼーションおよびハロゲンの存在状態
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田晃, 向井康太, 藤森崇, 山崎慎一, 土屋範芳, 矢内純太.
2. 発表標題 XANESおよび抽出法による土壤中塩素の存在形態の評価手法の検討
3. 学会等名 第20回環境放射能研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤森崇.
2. 発表標題 討議: 化学物質の分解と分離から考える ダイオキシン・POPs対策 - 環境のための最良の慣行を探る -
3. 学会等名 廃棄物資源循環学会関西支部・環境化学会連携セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, Hoang Quoc Anh, 福谷哲, 国末達也, 野見山桂, 高橋真.
2. 発表標題 環境多媒体中の抽出可能性塩素・臭素の中性子放射化分析
3. 学会等名 放射化分析及び中性子を用いた地球化学研究-2-
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, HQ.; Fukutani, S.; Oshita, K.; Takaoka, M.; Takahashi, S.
2. 発表標題 Contributions of Known Persistent Organic Pollutants (POPs) to Extractable Organochlorine or Organobromine (EOX) in Various Environmental Matrices: with Consideration of Molecular Size
3. 学会等名 2nd International KAMPAI Symposium & JST Mid-term Evaluation Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujimori, T.; Kojima, Y.; Takaoka, M.; Shiota, K.; Ina, T.; Niwa, Y.
2. 発表標題 Formation of Chlorinated Dioxins by Open Burning of Cables: Reaction between Copper and PVC
3. 学会等名 Dioxin 2018 - 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, HQ.; Fukutani, S.; Oshita, K.; Takaoka, M.; Takahashi, S.
2. 発表標題 Speciation of Extractable Organohalogenes According to Molecular Size in Various Environmental Matrices
3. 学会等名 Dioxin 2018 - 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Nishimura, C.; Ito, N.; Takaoka, M.
2 . 発表標題 Quantitative Speciation of Chlorine in Electronic Waste Open Burning Soils: Focus on Water-insoluble Fractions
3 . 学会等名 Dioxin 2018 - 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Zhang, M.; Fujimori, T.; Li, X.; Shiota, K.; Buekens, A.; Mukai, K.; Niwa, Y.; Takaoka, M.
2 . 発表標題 Chromium Chloride Catalysed Formation of Dioxins and Mechanism Investigation
3 . 学会等名 Dioxin 2018 - 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Fujimori, T.; Kojima, Y.
2 . 発表標題 Metallic Copper As a Potential Contributor to Generate Halogenated Aromatic Compounds in E-Waste Open Burning
3 . 学会等名 ISPTS 2018 - The 15th International Symposium on Persistent Toxic Substances (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Anh, H. Q.; Fukutani, S.; Kunisue, T.; Nomiyama, K.; Takahashi, S.
2 . 発表標題 Characterization of Extractable Organohalogens (EOX) in Biological Samples
3 . 学会等名 2nd Chemical Hazard Symposium (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 藤森崇, 小島雄祐, 高岡昌輝, 塩田憲司, 丹羽尉博.
2. 発表標題 ケーブル類の野焼きによる塩素化ダイオキシン類の生成: 銅と塩ビの反応
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, 塩田憲司, 西村智椰, 伊藤延也, 高岡昌輝.
2. 発表標題 難水溶性画分に着目したE-waste野焼き土壌における塩素の種別定量
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, Hoang Quoc Anh, 福谷哲, 高橋真.
2. 発表標題 分子量で分画した様々な媒体における抽出可能性有機塩素・臭素
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田崇矩, 藤森崇, 高岡昌輝, 塩田憲司.
2. 発表標題 都市ごみ焼却飛灰中ハロゲン化多環芳香族炭化水素類のバイオアクセシビリティ
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, 塩田憲司, 高岡昌輝, 渡邊哲弘, 舟川晋也.
2. 発表標題 褐色森林土壌における塩素・臭素の化学形態別鉛直分布
3. 学会等名 日本地球化学会第65回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujimori, T.
2. 発表標題 Heavy Metals and Organohalogen Compounds from Primitive E-Waste Recycling: Pollution, Distribution, Interplay, and Mechanism Implication
3. 学会等名 Chemical Hazard Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kojima, Y.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Ina, T.; Oshita, K.; Takaoka, M.
2. 発表標題 The Thermochemical Formation of Brominated Aromatic Compounds from Tetrabromobisphenol A at E-waste Open Burning Sites
3. 学会等名 Chemical Hazard Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.; Funakawa, S.; Takeda, A.; Takahashi, S.
2. 発表標題 Total Concentrations and Chemical Forms of Chlorine in Insoluble Fractions of Environmental Solid Samples
3. 学会等名 Chemical Hazard Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年



1 . 発表者名 Fujimori, T.; Toda, A.; Takaoka, M.
2 . 発表標題 Formation of Chlorinated Aromatic Compounds via Primary Combustion of Carbon Nanomaterials with Salt
3 . 学会等名 Dioxin 2017 - 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Nishimura, C.; Enomoto, T.; Okuno, M.; Akiyama, Y.; Fujii, S.; Fujimori, T.
2 . 発表標題 Investigation of Unidentified Organochlorine Compounds in Soil after Open Burning of E-waste Using TD/py-GC/MS
3 . 学会等名 Dioxin 2017 - 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kojima, Y.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Ina, T.; Oshita, K.; Takaoka, M.
2 . 発表標題 The Thermochemical Formation of Brominated Aromatic Compounds from Tetrabromobisphenol A at E-waste Open Burning Sites
3 . 学会等名 Dioxin 2017 - 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Mukai, K.; Fujimori, T.; Shiota, K.; Takaoka, M.; Funakawa, S.; Takeda, A.; Takahashi, S.
2 . 発表標題 Quantification of Total Organohalogens (TOX) in Environmental Solid Samples by Using Combustion-ion Chromatography
3 . 学会等名 Dioxin 2017 - 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Fujimori, T.
2. 発表標題 Halogenation of Carbon by Metals during Thermochemical Formation of Persistent Organic Pollutants
3. 学会等名 ISPTS 2017 - The 14th International Symposium on Persistent Toxic Substances (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤森崇, 戸田朝子, 高岡昌輝.
2. 発表標題 炭素ナノ材料の一次燃焼による芳香族塩素化合物の生成
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, 塩田憲司, 舟川晋也, 高岡昌輝.
2. 発表標題 燃焼イオンクロマトグラフィーを用いた環境固体試料中の総有機ハロゲン濃度(TOX)測定: 前処理方法の検討
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 向井康太, 藤森崇, 塩田憲司, 高岡昌輝, 舟川晋也, 武田晃, 高橋真.
2. 発表標題 燃焼イオンクロマトグラフィーを用いた環境固体試料中の総有機ハロゲン濃度(TOX)測定: 種々の環境固体試料への適用
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小島雄祐, 藤森崇, 塩田憲司, 伊奈稔哲, 大下和徹, 高岡昌輝.
2. 発表標題 テトラブロモビスフェノールA由来の芳香族臭素化合物の熱化学的生成機構に関する研究
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤延也, 藤森崇, 板井啓明, 高岡昌輝.
2. 発表標題 カーナにおける廃電気・電子製品の野焼き土壌のクロロベンゼン類およびポリ塩化ビフェニル類の同族体分布の類型化
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Cao, P.; Fujimori, T.; Matsui, D.; Takaoka, M.; Oshita, K.
2. 発表標題 The Bioaccessibility of Heavy Metals in Soils from an E-waste Open-burning Site, Ghana
3. 学会等名 第39回京都大学環境衛生工学研究会シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究代表者のWebサイト <a href="https://sites.google.com/site/fjmogomjf/">https://sites.google.com/site/fjmogomjf/</a>
---

## 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
研究協力者	チャン モンメイ  (Zhang Mengmei)		
研究協力者	向井 康太  (Mukai Kota)		
研究協力者	曹 培青  (Cao Peiqing)		
研究協力者	西村 智椰  (Nishimura Chiya)		
研究協力者	小島 雄祐  (Kojima Yusuke)		