

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03498

研究課題名（和文）プラズマクリーンテクノロジーによるPM2.5フリーマリンディーゼルエンジンの開発

研究課題名（英文）Development of PM2.5 Emission-Free Marine Diesel Engines Using Plasma Clean Technology

研究代表者

大久保 雅章（Okubo, Masaaki）

大阪府立大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：40223763

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）：クリーン船舶ディーゼルエンジンシステムの開発の基礎となる大気圧低温非平衡プラズマ複合排ガス浄化プロセスの新規開拓、解明を行った。船舶ディーゼルにおいては、燃料に硫黄を含む重油が使用されるため、排ガス中SOxによる触媒劣化が生じ、一部材料を除き排ガス浄化に触媒を使用することが困難である。本研究では、SOxの影響の無い優位性の高いプラズマ複合プロセスの炭酸ガス還元特性・NOx・PM浄化特性を実験と数値シミュレーションにより解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

化石燃料燃焼装置からの排ガス浄化のために、白金、金、銀、パラジウムなどの貴金属やレアメタルが広く用いられているが、価格高騰など早晩の不足が予想されている。また、本研究が対象とする船舶ディーゼルにおいては、燃料に硫黄を含む重油が使用されるため、排ガス中SOxによる触媒劣化が生じ、排ガス浄化に触媒を使用することが困難である。本研究では大気圧プラズマ複合排ガス処理プロセスを船舶ディーゼルエンジンに適用した。プラズマは高電圧高速立ち上がり超短幅ナノ秒パルス放電等により形成され、省エネルギーに形成できる。プラズマを排ガス中で発生させPM2.5フリーマリンディーゼルエンジンを試行した新規な研究である。

研究成果の概要（英文）： We have newly developed and clarified the atmospheric-pressure low-temperature nonequilibrium plasma combined exhaust gas cleaning process, which is the basis of the development of clean marine diesel engine systems. Since heavy oil containing sulfur is used as fuel in marine diesel, SOx in exhaust gas causes catalyst deterioration, and it is difficult to use the catalyst for exhaust gas cleaning except for a few materials. In this study, the carbon dioxide, NOx, and PM reduction characteristics of the plasma combined process, which is highly insensitive to SOx, was clarified by experiments and numerical simulations.

研究分野：プラズマ産業応用

キーワード：船用機関・燃料 環境技術 PM2.5 排ガス発生制御 プラズマ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究の学術的背景

化石燃料燃焼装置からの排ガス浄化のために、白金、金、銀、パラジウムなどの貴金属やレアメタルが広く用いられているが、近年の価格高騰など、早晩の不足が予想されている。また、本研究が対象とする船舶ディーゼルにおいては、燃料に硫黄を含む重油が使用されるため、排ガス中 SO_x による触媒劣化が生じ、排ガス浄化に触媒を使用することが困難である。本研究では大気圧プラズマ複合排ガス処理プロセスを船舶ディーゼルエンジンに適用する。プラズマは高電圧高速立ち上がり超短幅ナノ秒パルス放電等により形成され、電子温度が極端に高く ($\sim 100,000K$) 活性をもち、省エネルギーに形成できる。プラズマを排ガス中で発生させ、吸着剤、DPF (Diesel Particulate Filter)、排ガス再循環、炭酸ガス還元複合技術による触媒代替浄化を図る。

プラズマ排ガス装置の開発を進めている大学は、豊橋技科大ほか国内外で10大学以上、企業は、トヨタ自動車、日本ガイシ、プジョーほか数十社にのぼるが、自動車や燃焼器の排ガスを対象とする。船舶プラズマ排ガス装置の開発は、我々が知る限り三井造船で行われているのみである。多数のデータを学術論文で公表しているのは我々以外では少なく、大阪府立大学は世界トップの学術的社会貢献をしている。本研究のアイデアは、これまでのボイラや自動車排ガス処理が対象の産学官連携研究[1]や、日本ガイシ、トヨタなどの先端企業と我々のグループの共同研究から生まれた全くユニークなものである[2], [3]。

(2) 技術的背景と理論的研究

ディーゼルエンジンから排出される微粒子状物質(PM)は、大気汚染物質の中で最も深刻である。欧米はもとより国内でも規制が急激に厳しくなっており、除去のためのセラミックDPFの開発が盛んになってきている。その内部にPMが大量に堆積すると、排気系に背圧がかかり、エンジン性能を低下させる。そのため、PMを除去してDPFを再生する技術開発が進められている。高圧空気噴射による捕集PM払い落とし技術が報告されているが、PM(可燃物)の船上保管やDPFの外力破損が懸念される。本研究ではDPF再生をプラズマ技術で行うことを特色とする。PMは燃焼除去され、その船上保管は不要である。

本研究では、環境改善プラズマの特性を数値シミュレーションにより開拓、解明し、実験的な検証を行う。そもそも、プラズマの数値シミュレーションは流体などの数値シミュレーションと比較して格段に困難である。電子系の挙動の緩和時間がナノ秒以下の超高速現象であるからである。特に環境改善プラズマに関しては歴史も短く、類似の研究はほとんどなかった。本研究では腰を据えて取り組み、学術的のみならず実用上、産業界でも有用なツールを確立する。

(3) 研究の位置づけと創意

以上は、世界的に見ても全く例のない独創的な研究である。船舶環境保全に対する新しい領域を切り開く研究として本提案を行う。従来技術であるSCR(選択触媒還元方式)に比較し、尿素や触媒を使用しない点で優位性をもち、日本のアカデミアが人類の未来を賭けて重点的に取り組むべき課題であると確信する。成果を統合し新しい船舶環境技術として早期に実用化したい。

2. 研究の目的

クリーン船舶ディーゼルエンジンシステムの開発の基礎となる大気圧低温非平衡プラズマ複合排ガス浄化プロセスの新規開拓、解明を行う。船舶ディーゼルにおいては、燃料に硫黄を含む重油が使用されるため、排ガス中 SO_x による触媒劣化が生じ、一部の材料を除き排ガス浄化に触媒を使用することが困難である。本研究では、 SO_x の影響の無い優位性の高いプラズマ複合プロセスの炭酸ガス還元特性・ NO_x 浄化特性を実験と数値シミュレーションにより解明する。プラズマは高電圧超短幅ナノ秒パルス放電等により形成され、電子温度が極端に高く、省エネルギーに形成できる。船舶エンジン環境浄化に関するプラズマ複合プロセスの様々な新規知見を蓄積し統合して、PM、 NO_x 、 CO_2 排出の少ない低炭素・クリーン船舶ディーゼルを実証し地球環境保全に資する。

3. 研究の方法

(1) 非熱プラズマDPF再生

セラミックディーゼル微粒子フィルタ(Diesel Particulate Filter, DPF)に捕集された微粒子の非熱大気圧プラズマによる新規な燃焼再生方式を船用重油燃料駆動ディーゼルエンジンに対して実証、最適化する。この方法では、低温プラズマで励起された NO_2 、オゾンや負イオンラジカルクラスターをDPFに注入し、ディーゼル微粒子(Diesel Emission Particle, DEP)を、低温で燃焼除去するものである。船舶ディーゼル排ガスのPMはDry Soot, SOF(可溶性有機物), HCs(炭化水素状粒子)が含まれ、プラズマ反応は未解明であるが、再生可能なことは予備試験で判明している。本研究では未だ行われていない船舶DPF完全再生に挑戦する。進め方は以下の通りである。

リアクタの最適化

DPF ハニカム内部で非熱プラズマを形成するのに適した電極構造をもつ DPF プラズマリアクタを何種類か試作し、ハニカム内の放電状態の観測（写真、ビデオ撮影）を行う。一様な放電が得られることを期待する。いくつかのアイデアは有している。

プラズマパラメータ計測

プラズマの電子温度 T_e 、電子数密度 n_e の計測を以下の手順で行う。1) 分光からボルツマンプロットもしくは線強度比法で電子温度を求める。2) 二本ラングミュア探針による計測を行う。3) リアクタ形状、電極形状、放電方式（DC またはパルス）、バリア種類、厚さの影響、ハニカム存在有無、ガス種（水分、酸素、 CO_2 等の影響）を検討する。

直接再生実験

の結果を基礎として、現有のパルスコロナ高電圧装置（40 kV, 1 kHz）により非熱プラズマを DPF 内部に発生させ、コンパクトな装置により DPF を完全再生する技術の確証実験と DPF 再生時間の短縮（1/20）を目指す。現状 50 kJ/Nm³ 程度であるエネルギー効率を 10 kJ/Nm³ 以下に低減することを期待する。

大気圧非熱プラズマの数値シミュレーション

T_e , n_e , 電離状態の解析を ESI Group 社の CFD-ACE+ を使用し、シミュレーションを行う。完成した数値モデルにより、新規有用プロセスの開拓と実験的検証を行う。開拓プロセスの対象は申請者が興味をもつ以下とする。1) CO_2 濃縮と資源化プロセス[4], 2) ガラス溶解炉排ガスのプラズマケミカルプロセスによる NO_x 除去[5], 3) 悪臭分解[6], 4) ディーゼルエンジン PM の低温無触媒燃焼除去[7]

(2) 非熱プラズマ脱着 $\text{NO}_x \cdot \text{CO}_2$ 還元

実験概要

ディーゼルエンジンの排気ガス中には、通常 2~10% 程度の体積濃度の酸素が含まれている。このようなガスをプラズマリアクタに流し、プラズマを印加するだけでは、燃焼ガス中に含まれる NO が NO_2 へ酸化されるだけで、 NO_x 自体はほとんど減少せず、公害の処理にはならない。そこでエンジンの運転モード（燃料噴射モード）を切り替え、酸素リッチな状態では NO_x を含む排ガスを一度吸着させ、その後、酸素量が少なく HC , CO の多い状態へエンジン運転モードを切り替え、プラズマを印加して NO_x を脱着・還元させ、同時に HC , CO を酸化無害化する。この方法により、低濃度で酸素を多量に含む排気ガス処理を簡単な装置で触媒や、付加的な処理を行わず乾式で高効率に行うことができる。

実験の進め方

1) プラズマ脱着実験

疎水性ゼオライトにより、吸着剤ハニカムを試作し、ハニカム内部で非熱プラズマを形成するのに適した電極構造を検討する。並行して、ディーゼルエンジン模擬排ガスおよび実排ガスを用いてプラズマ脱着実験を行う。700 ppm 程度の高濃度 NO_x に対して、吸着およびプラズマ脱着を繰り返し、連続的に進めることを期待する。

2) プラズマ脱着還元連続実験

プラズマ脱着により発生した NO_x をさらにプラズマにより還元除去する実験を行う。ガスとしては上記と同様に模擬排ガスまたはディーゼルエンジン実排ガスを用いる。脱着した NO_x を 95% 以上の効率で除去できるようにシステムの最適化を行う。

4. 研究成果

(1) 非熱プラズマ DPF 完全再生：セラミックディーゼル微粒子フィルタ (Diesel Particulate Filter, DPF) に捕集された微粒子の非熱大気圧プラズマによる新規な燃焼再生方式を船用重油燃料駆動ディーゼルエンジンに対して実証、最適化する。この方法では、低温プラズマで励起された NO_2 , オゾンや負イオンラジカルクラスターを DPF に注入し、ディーゼル微粒子 (Diesel Emission Particle, DEP) を、低温で燃焼除去するものである。本研究では未だ行われていない PM2.5 フリー船舶ディーゼルのための DPF 完全再生に挑戦し、以下の研究項目に取り組んだ。

リアクタの最適化

プラズマパラメータ計測

直接再生実験

大気圧非熱プラズマの数値シミュレーション

である。

最終的には、A 重油燃料を使用した実験の成功[8]と気中再生実験（DPF を使用しない微粒子の除去）の実験に成功した[8]。実機船舶ディーゼルエンジン連続再生のためのプラズマ条件（入力電力、注入量など）に関する基礎データを取得した。

(2) 大気圧非熱プラズマの数値シミュレーション：電離状態の解析をプラズマ解析ソフトCFD-ACE+を使用し実施した。完成した数値モデルで、新規有用プロセスの探索を新たに行うことができた。成果は学術論文として投稿する予定である。

(3) 非熱プラズマ脱着 NO_x・CO₂還元

ディーゼルエンジンの排気ガス中には、通常 2～10%程度の体積濃度の酸素が含まれている。このようなガスをプラズマリアクタに流し、プラズマを印加するだけでは、燃焼ガス中に含まれる NO が NO₂ へ酸化されるだけで、NO_x 自体はほとんど減少せず、公害の処理にはならない。そこでエンジンの運転モード（燃料噴射モード）を切り替え、酸素リッチな状態では NO_x を含む排ガスを一度吸着させ、その後、酸素量が少なく HC, CO の多い状態へエンジン運転モードを切り替え、プラズマを印加して NO_x を脱着・還元させ、同時に HC, CO を酸化無害化する。具体的な研究項目は以下の通りである。

プラズマ脱着実験

プラズマ脱着還元連続実験

である。A 重油燃料実機船舶ディーゼルエンジン排ガスを対象とした試験装置による研究を行った[9]。実験の結果、NO_x 処理エネルギー効率 114 g(NO₂)/kWh という実用上十分な NO_x 除去エネルギー効率を実証することができた。また PM および NO_x の連続処理に成功した。

(4) 成果の公表：以上および得られた成果は、国内外の主要な学会や学術雑誌に発表した。その質、量、インパクトとも当該分野では世界中の他機関の追随を許さず、世界最高水準の拠点として本研究室が認められつつある。本成果を基礎として、2020 年度以後も規制強化が急がれている船舶ディーゼルエンジンの排気完全無害化の研究に邁進していく。

引用文献

- [1] 大久保雅章他著, 「共創・協奏 - 産学連携成功のキーワード - 」, 丸善出版, 203-215 (2011).
- [2] T. Kuroki, M. Okubo et al., Carbon, Elsevier, 48, 1, pp. 184-190 (2010).
- [3] 大久保雅章, プラズマ・核融合学会誌, 84, 2, pp. 121-134 (2008).
- [4] K. Yoshida, M. Okubo et al., Applied Physics Letters, 90, 131501 (2007).
- [5] 黒木智之, 大久保雅章他 4 名, 静電気学会誌, 38, 1, pp. 52-58 (2014).
- [6] T. Kuwahara, M. Okubo, T. Kuroki et al., Sensors, 11, 6, pp. 5529-5542 (2011).
- [7] T. Kuwahara, S. Nishii, T. Kuroki, and M. Okubo, Applied Energy, 111, pp. 652-656 (2013).
- [8] T. Kuwahara, K. Yoshida, T. Kuroki, K. Hanamoto, K. Sato, and M. Okubo, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 56, No. 2, pp. 1804-1814 (2020).
- [9] T. Kuwahara, K. Yoshida, T. Kuroki, K. Hanamoto, K. Sato, and M. Okubo, Energies, Vol. 12, 3800, total 13 pages (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 H. Yamasaki, Y. Koizumi, T. Kuroki, M. Okubo	4. 巻 12
2. 論文標題 Plasma-Chemical Hybrid NOx Removal in Flue Gas from Semiconductor Manufacturing Industries Using a Blade-Dielectric Barrier-Type Plasma Reactor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 2717-2730
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/en12142717	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 T. Kuwahara, K. Yoshida, T. Kuroki, K. Hanamoto, K. Sato, and M. Okubo	4. 巻 12
2. 論文標題 High Reduction Efficiencies of Adsorbed NOx in Pilot-Scale Aftertreatment Using Nonthermal Plasma in Marine Diesel-Engine Exhaust Gas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 3800-3812
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/en12193800	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 T. Kuwahara, K. Yoshida, T. Kuroki, K. Hanamoto, K. Sato, and M. Okubo	4. 巻 56
2. 論文標題 Pilot-Scale Combined Reduction of Accumulated Particulate Matter and NOx Using Nonthermal Plasma for Marine Diesel Engine	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industry Applications	6. 最初と最後の頁 1804-1814
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TIA.2019.2958276	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 T. Kuroki, K. Yoshida, K. Hanamoto, K. Sato, T. Kuwahara, T. Yamamoto, and M. Okubo	4. 巻 1
2. 論文標題 Marine Diesel Particulate Filter Regeneration Using Nonthermal Plasma-Induced Radicals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The 8th International Workshop of Energy Conversion (IWEC2019)	6. 最初と最後の頁 1-2
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 K. Takehana, T. Kuroki, and M. Okubo	4. 巻 51 (20)
2. 論文標題 Evaluation on Nitrogen Oxides and Nanoparticle Removal and Nitrogen Monoxide Generation Using a Wet-Type Nonthermal Plasma Reactor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 204002.11p.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/aab9dc	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 M. Okubo	4. 巻 1
2. 論文標題 Fluid Dynamic Analysis of Electrostatic Precipitators and Ionized Flows	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2018 Electrostatics Joint Conference	6. 最初と最後の頁 1-11
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 T. Kuwahara, K. Yoshida, T. Kuroki, K. Hanamoto, K. Sato, and M. Okubo	4. 巻 1
2. 論文標題 Pilot-Scale Combined Reduction of Accumulated Particulate Matter and NOx Using Nonthermal Plasma for Marine Diesel Engine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2018 Electrostatics Joint Conference	6. 最初と最後の頁 1-13
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 M. Okubo and H. Fujishima	4. 巻 1
2. 論文標題 Fluid Dynamic Analysis of Two-Phase Ionic Flows in Electrostatic Precipitators	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. XV International Conference on Electrostatic Precipitation (ICESP)	6. 最初と最後の頁 1-6
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 T. Kuroki, S. Nishii, and M. Okubo	4. 巻 1
2. 論文標題 Evaluation of Nanoparticle Removal and Exhaust Gas Cleaning Using a Wet-type Nonthermal Plasma Reactor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of The 15th International Conference on Flow Dynamics (ICFD2018)	6. 最初と最後の頁 1-2
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 M. Okubo, K. Takehana, and T. Kuroki	4. 巻 1
2. 論文標題 Nanoparticle and Nitrogen Oxides Control Using a Wet-type Nonthermal Plasma Reactor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. the 6th Asia Joint Symposium on Plasma and Electrostatics Technologies for Environmental Applications	6. 最初と最後の頁 1-2
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 T. Kuroki, H. Yamamoto, H. Fujishima, M. Okubo	4. 巻 1
2. 論文標題 Pilot-Scale Investigation of a Plasma-Chemical DeNOx Process for Glass Melting Furnace Flue Gas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Abstract of the 2nd Joint Symposium on Advanced Mechanical Science & Technology	6. 最初と最後の頁 1-1
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 大久保雅章	4. 巻 28(4)
2. 論文標題 プラズマ複合処理による環境技術の革新 (大阪府立大学工学研究科機械系専攻環境保全学研究室)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 クリーンテクノロジー, 日本工業出版(株)	6. 最初と最後の頁 71-74
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 大久保雅章	4. 巻 42(4)
2. 論文標題 環境プラズマ研究と20年の歩み(巻頭言)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 静電気学会誌	6. 最初と最後の頁 149-149
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 T. Kuroki, M. Tanaka, and M. Okubo	4. 巻 11
2. 論文標題 Decomposition of Toluene Adsorbed on Hydrophobic Zeolite by Nonthermal Plasma Flow with Water Spray	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Plasma Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 92-97
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 T. Kuroki, S. Nishii, T. Kuwahara, and M. Okubo	4. 巻 89
2. 論文標題 Nanoparticle Removal and Exhaust Gas Cleaning Using Gas-liquid Interfacial Nonthermal Plasma	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Electrostatics	6. 最初と最後の頁 86-92
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.elstat.2017.04.007	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 M. Okubo, H. Yamada, K. Yoshida, and T. Kuroki	4. 巻 53
2. 論文標題 Simultaneous Reduction of Diesel Particulate and NOx Using a Catalysis-Combined Nonthermal Plasma Reactor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industry Applications	6. 最初と最後の頁 5875-5882
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIA.2017.2748925	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 大久保雅章	4. 巻 27
2. 論文標題 電気集塵装置の二相流解析の基礎と応用 - PM2.5の浄化に向けて -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 クリーンテクノロジー	6. 最初と最後の頁 41-46
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 大久保雅章	4. 巻 32
2. 論文標題 『プラズマ複合処理による環境技術の革新』大阪府立大学大学院工学研究科機械系専攻 環境保全学研究室	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 130-130
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 大久保雅章	4. 巻 120
2. 論文標題 プラズマを用いた大気中汚染物質分解技術～空気をきれいにする未来の車について～	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会誌	6. 最初と最後の頁 17-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmemag.120.1184_17	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 大久保雅章	4. 巻 33
2. 論文標題 電気集塵装置内の二相流と二次流れの解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11203/jar.33.20	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13件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 大久保雅章
2. 発表標題 プラズマ複合処理による省エネルギー燃焼・排ガス浄化（産業用ボイラとガラス溶解炉の排ガス処理）
3. 学会等名 日本機械学会No.19-46講習会 エネルギー・環境分野の最新技術（2019年5月31日，東京）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水口雄太，藤島英勝，黒木智之，大久保雅章，山崎晴彦，山本柱
2. 発表標題 オゾン注入-半乾式反応器を用いた脱硝・脱硫に及ぼす局所冷却域内の滞留時間の影響
3. 学会等名 日本オゾン協会第28回年次研究講演会（2019年6月20日 - 21日，東京）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小泉有希，山崎晴彦，黒木智之，大久保雅章
2. 発表標題 非平衡プラズマ-湿式リアクタ複合処理による 半導体製造産業排ガス中のNOx除去
3. 学会等名 日本機械学会第29回環境工学総合シンポジウム2019（2019年7月11日 - 12日，名護）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒木智之，山本 柱，藤島英勝，山崎晴彦，大久保雅章
2. 発表標題 プラズマ複合技術を利用したガラス溶解炉排ガス脱硝・脱硫同時処理について（続報）
3. 学会等名 第37回オゾン技術に関する講習会・見学会（2019年11月26日 - 27日，宇治）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野壮太, 清水裕也, 黒木智之, 大久保雅章
2. 発表標題 NOx再循環法によるディーゼルエンジン排ガス処理技術
3. 学会等名 第30回内燃機関シンポジウム (2019年12月10日 - 12月12日, 広島)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Okubo, S. Nomura, H. Yamasaki, and T. Kuroki
2. 発表標題 Performance Evaluation of a Wet-type Nonthermal Plasma Reactor for Simultaneous Treatment of NOx, SOx, and Wastewater
3. 学会等名 EAPETEA-7, November 2019, Naha, Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大久保雅章
2. 発表標題 電気集塵装置の二次流れとイオン風の解析について
3. 学会等名 日本機械学会第28回環境工学総合シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒木智之, 大久保雅章, 武埴浩太郎
2. 発表標題 湿式プラズマリアクタを用いた窒素酸化物とナノ粒子の除去と一酸化窒素の生成
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 大久保雅章, 黒木智之, 藤島英勝, 山本柱
2. 発表標題 プラズマ複合処理による省エネルギー燃焼排ガス浄化 (産業用ボイラとガラス溶解炉の排ガス処理)
3. 学会等名 第34回九州・山口プラズマ研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大久保雅章
2. 発表標題 大気圧プラズマの必須基礎知識と産業応用技術
3. 学会等名 (株)サイエンス&テクノロジーセミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大久保雅章
2. 発表標題 CFD-ACE+を利用したプラズマ・人体近傍ナノ粒子挙動の環境シミュレーション
3. 学会等名 第二回 CFD-ACE+マルチフィジックスシミュレーションセミナー～ものづくりへの応用 (電気科学・構造・プラズマなど) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大久保雅章, 廣安祐二, 黒木智之
2. 発表標題 空気清浄に向けた非熱プラズマによるクラスターイオン形成の数値シミュレーション
3. 学会等名 第41回静電気学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大久保雅章
2. 発表標題 大気圧プラズマの環境浄化および表面処理への応用
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジーセミナー・大気圧プラズマの基礎と産業応用（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 M. Okubo and T. Kuwahara	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Butterworth-Heinemann, imprint of Elsevier	5. 総ページ数 296
3. 書名 New Technologies for Emission Control in Marine Diesel Engines	

1. 著者名 M. Okubo ed.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Multidisciplinary Digital Publishing Institute	5. 総ページ数 106
3. 書名 Special Issue on Plasma Processes for Renewable Energy Technologies	

1. 著者名 大久保雅章, 黒木智之 他	4. 発行年 2017年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 321
3. 書名 プラズマ産業応用技術（表面処理から環境, 医療, バイオ, 農業用途まで）	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 車両用大気浄化装置及びハイブリッド自動車	発明者 大久保雅章	権利者 公立大学法人大阪
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-114564	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

大阪府立大学 環境保全学研究グループ
<http://www.me.osakafu-u.ac.jp/plasma/>

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	黒木 智之 (Kuroki Tomoyuki) (00326274)	大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (24403)	
研究 協力者	山崎 晴彦 (Yamasaki Haruhiko)		
研究 協力者	Kim Hak-Joon (Kim Hak-Joon)		