



白金ナノスポンジ電極の作製と オゾン生成装置への応用

神奈川県立産業技術総合研究所
川崎技術支援部 材料解析グループ
主任研究員 落合 剛

2022年1月17日



オゾンとその応用

- ・脱臭
- ・漂白
- ・水浄化
- ・殺菌消毒

...

※近年は**新型コロナウイルスへの効果**が話題に
(2020年5月奈良県立医科大学ほか発表)

従来技術とその問題点①

従来のオゾン発生器は、放電や紫外線のエネルギーで、酸素からオゾンを生成するものが多い。

しかし、

- ▲窒素酸化物などの副生成物が発生
- ▲エネルギー消費量や環境負荷が大きい

等の問題がある。



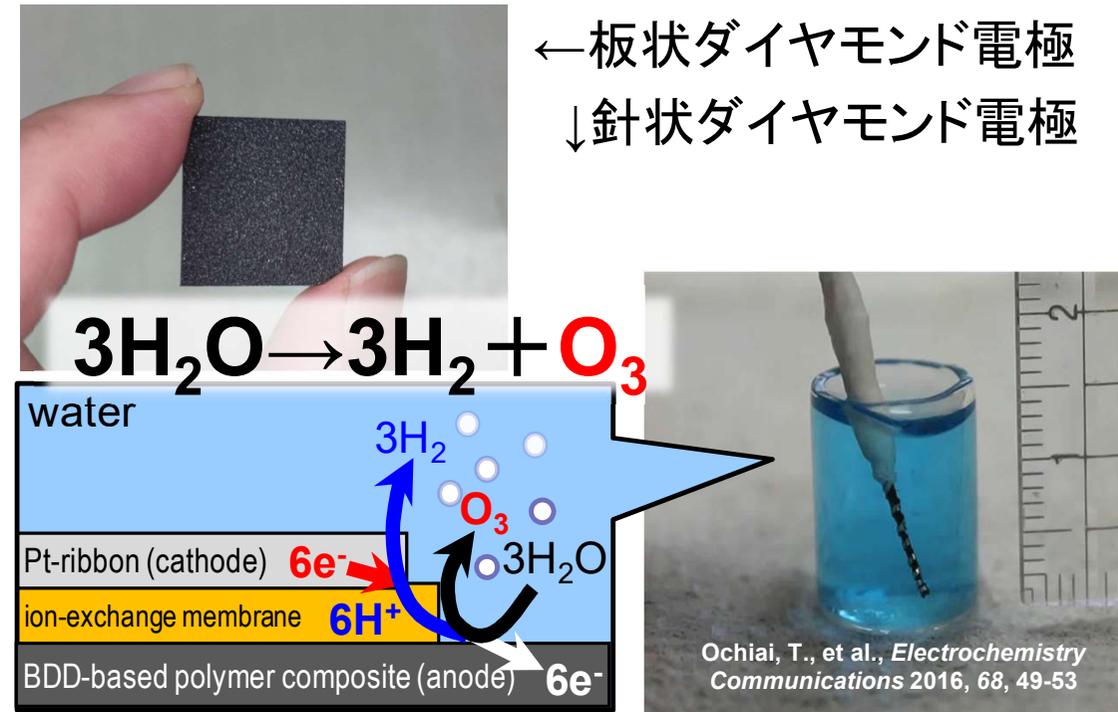
従来技術とその問題点②

近年では、導電性ダイヤモンド電極などを用い、水を電気分解してオゾンを生産するものも。

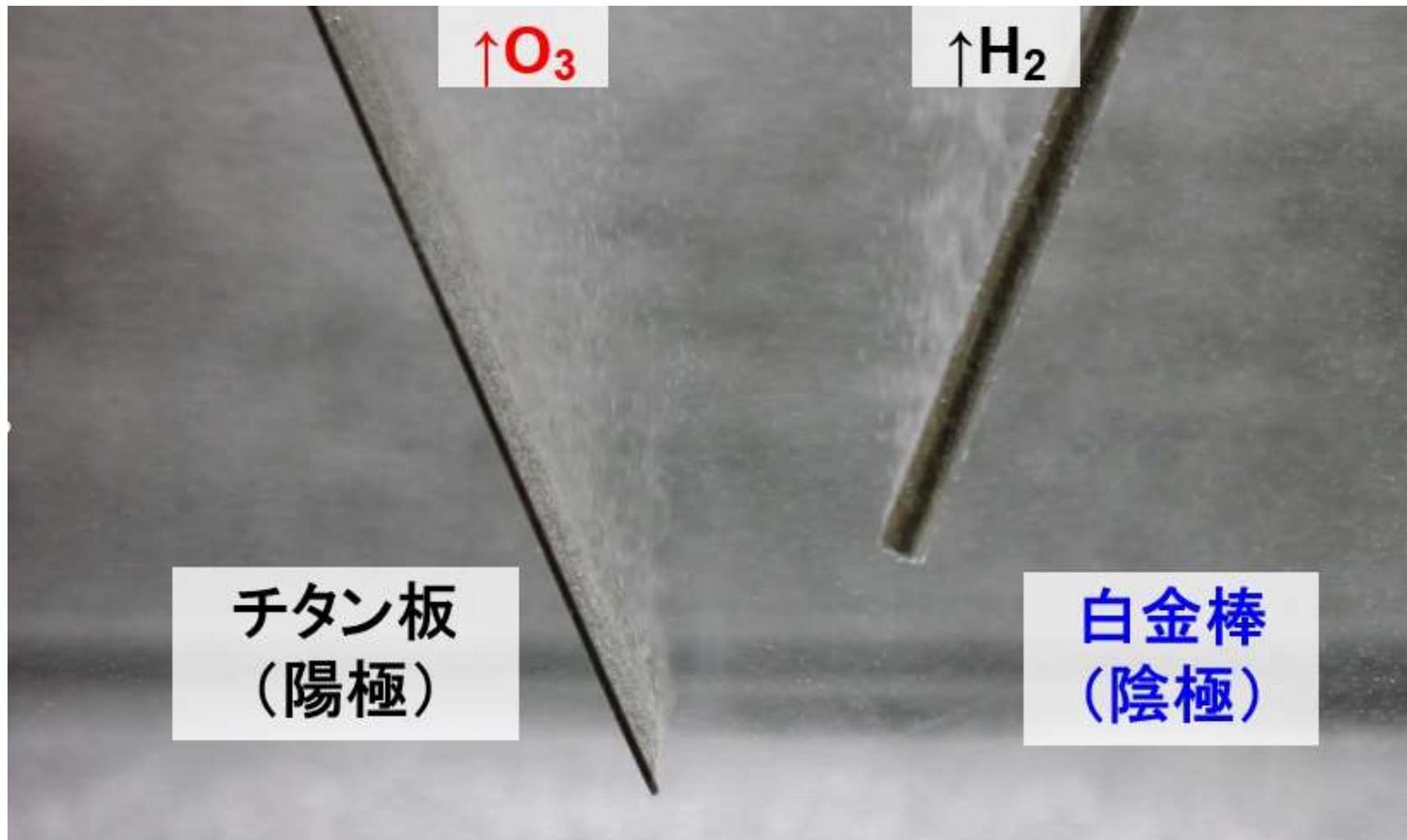
しかし、こちらも

▲高価な電極材料や電解質膜などが必要

等の問題がある。



今回の新技術・新しいオゾン発生用電極



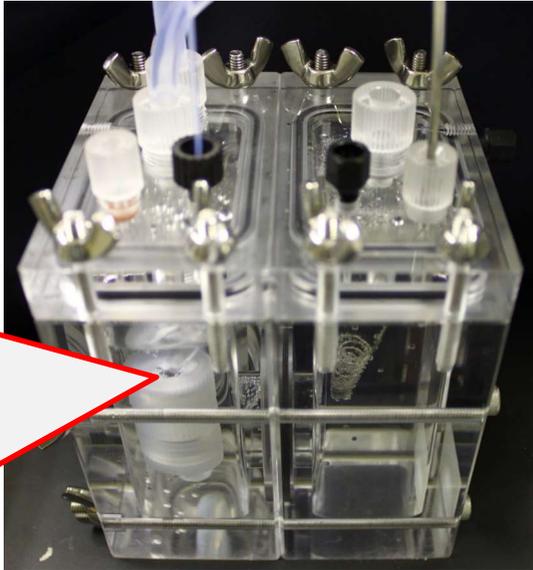
溶液中で直流電圧をかけ、電極をショートさせると、その部分からオゾンが発生
この作製方法を「電撃連打法」と命名

この電極と、従来の電極との性能比較



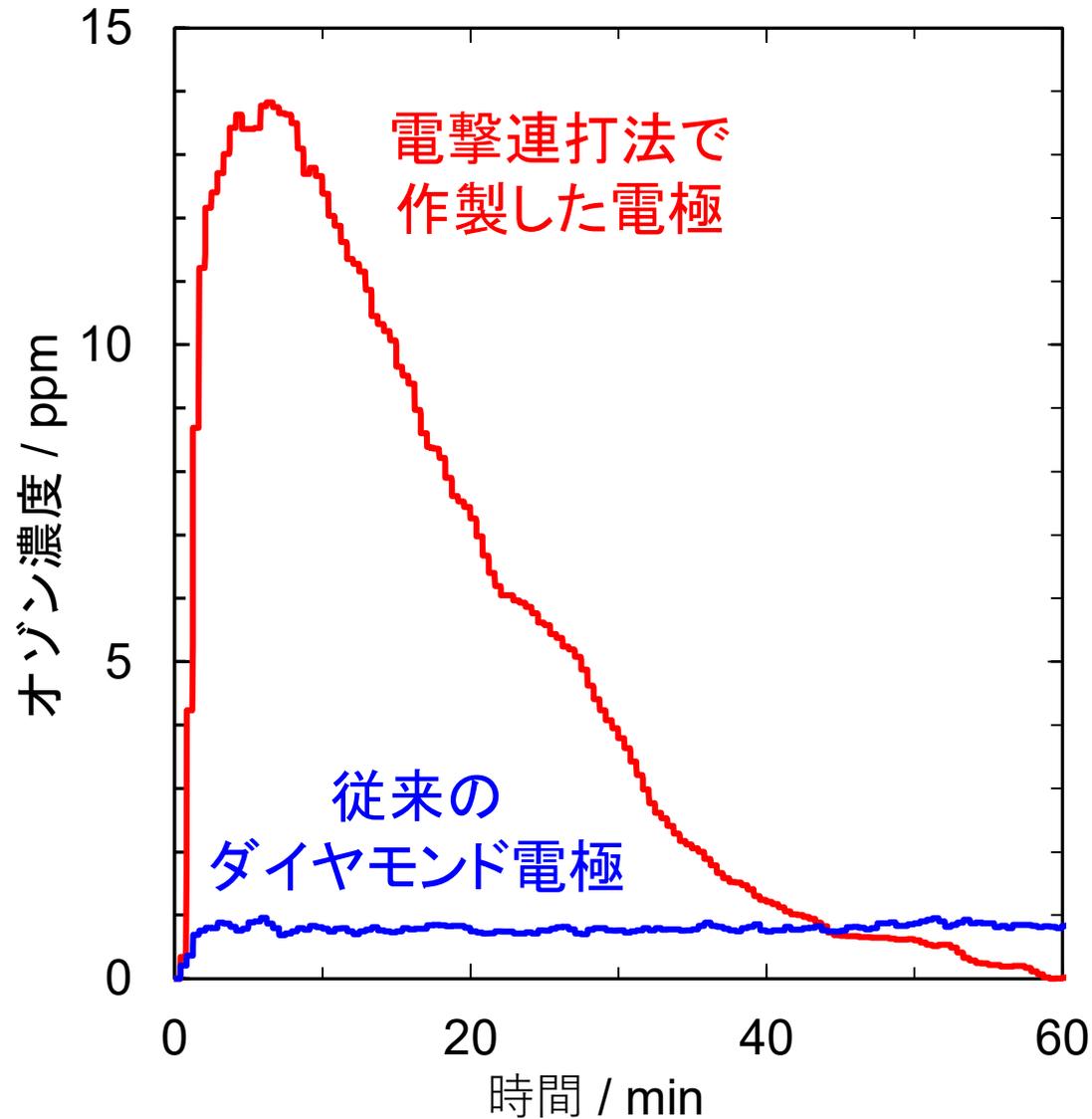
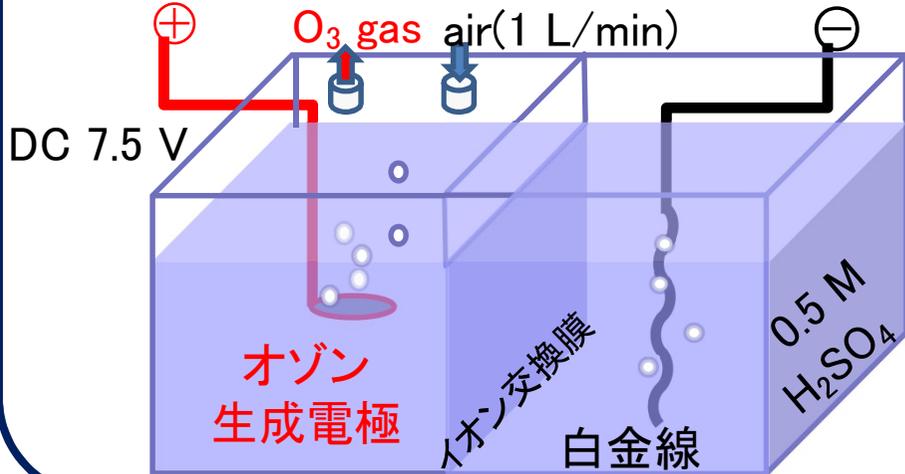
オゾン生成電極

(電撃連打法で作製した電極、または従来のダイヤモンド電極をいずれも 0.28 cm^2 に規定して使用)



小型電解セルでの電解オゾン生成実験

オゾン濃度をモニタリング

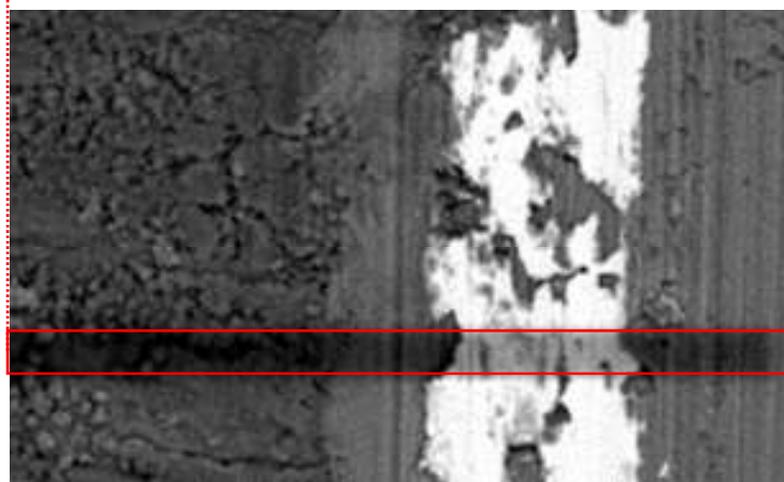
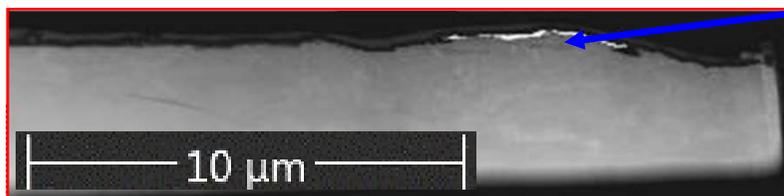


従来の電極よりも高効率にオゾンを生成できるが、耐久性がない？



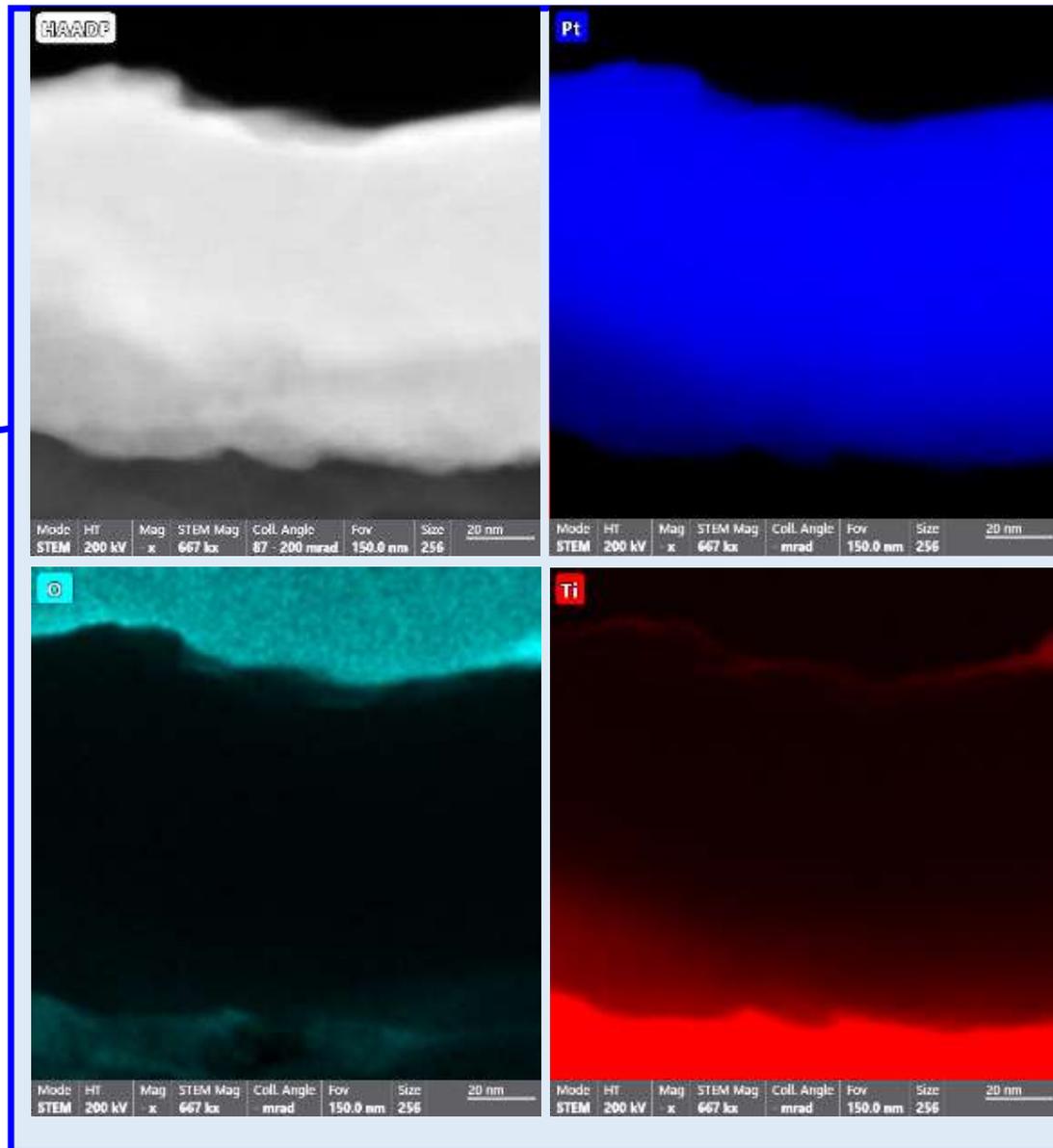
電極表面で何が 起きている？

①電極作製直後



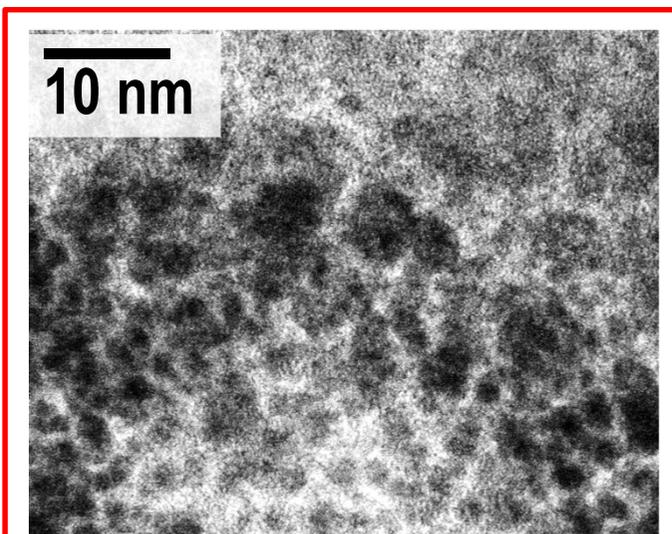
TiO₂

Pt

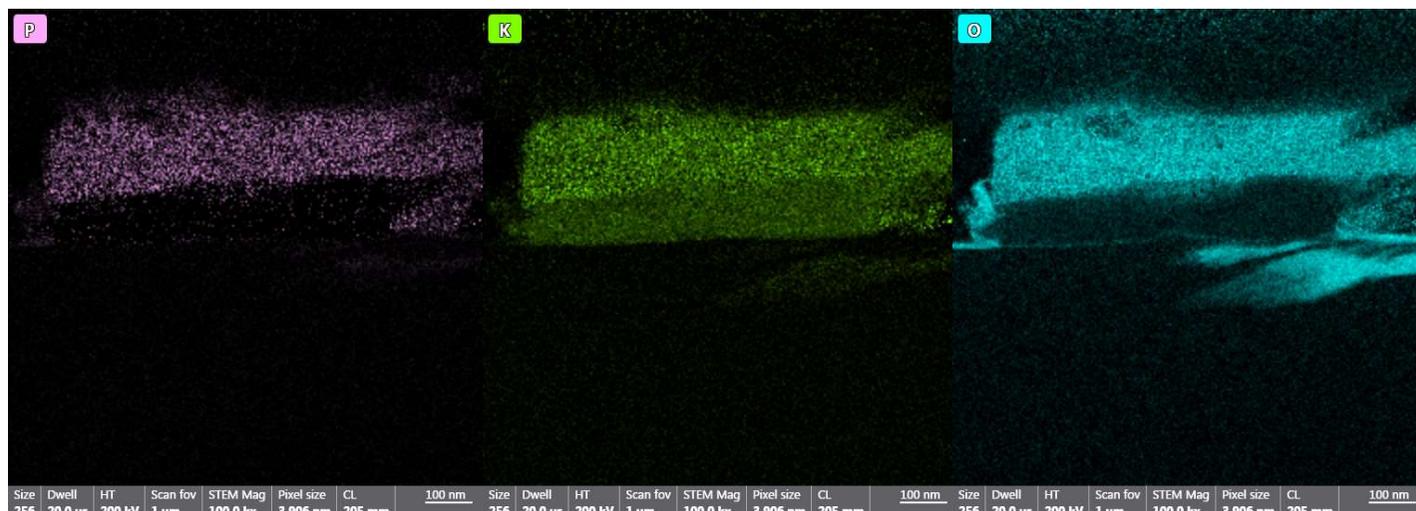
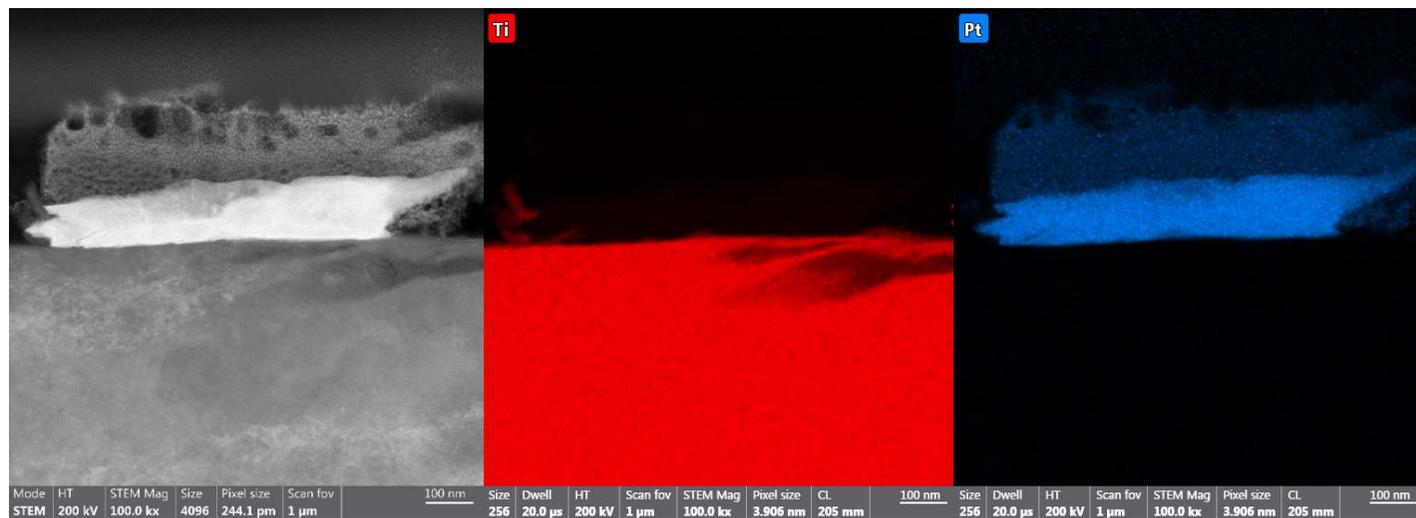
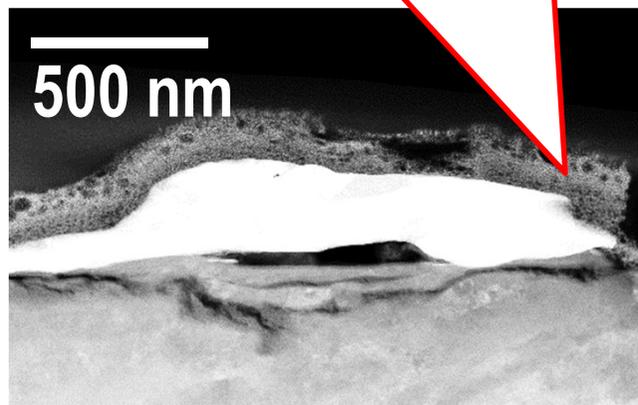


白金とチタンが合金になっている

電極表面で何が起きている？②オゾン生成中

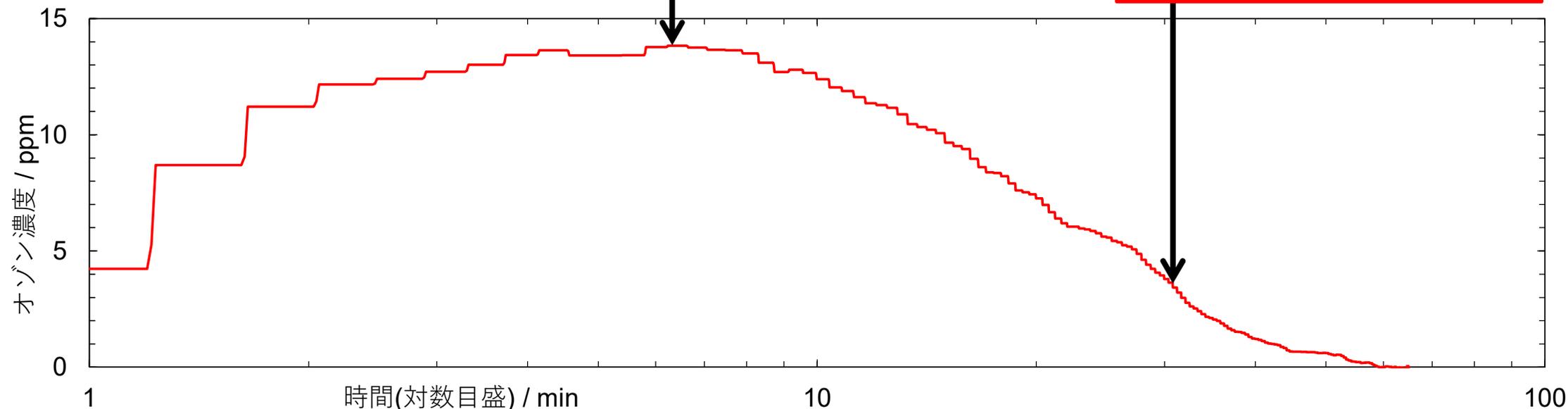
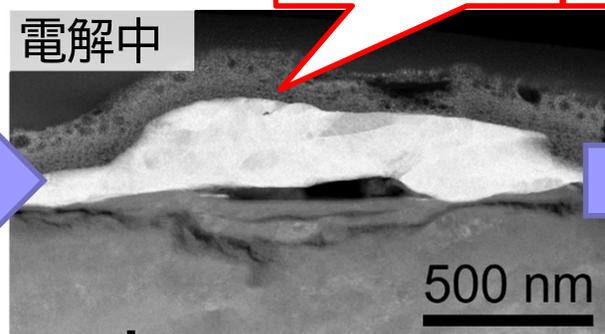
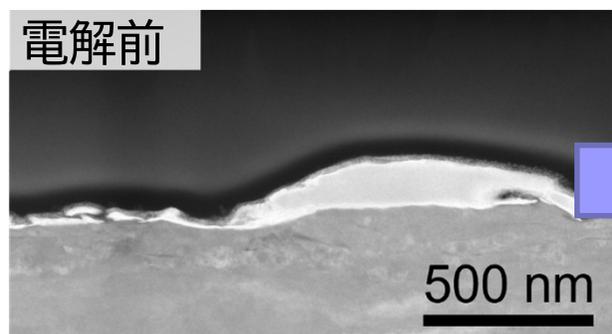
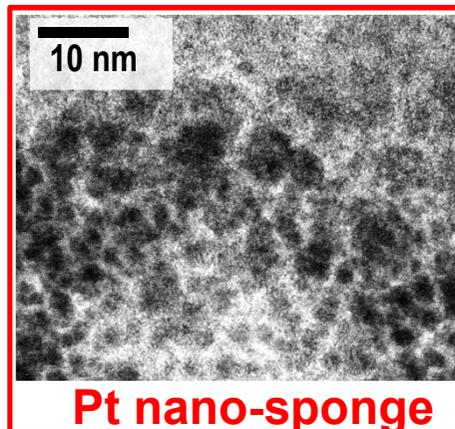


白金ナノスポンジ構造



表面が白金ナノスポンジ構造に変化し、内部まで電解液の成分が浸入している。
次第にスポンジ構造は崩れ、表面から剥がれ落ちていく。

電極表面で何が 起きている？ ③まとめ



電圧をかけることで白金ナノスポンジ構造が成長し、やがて剥離する。

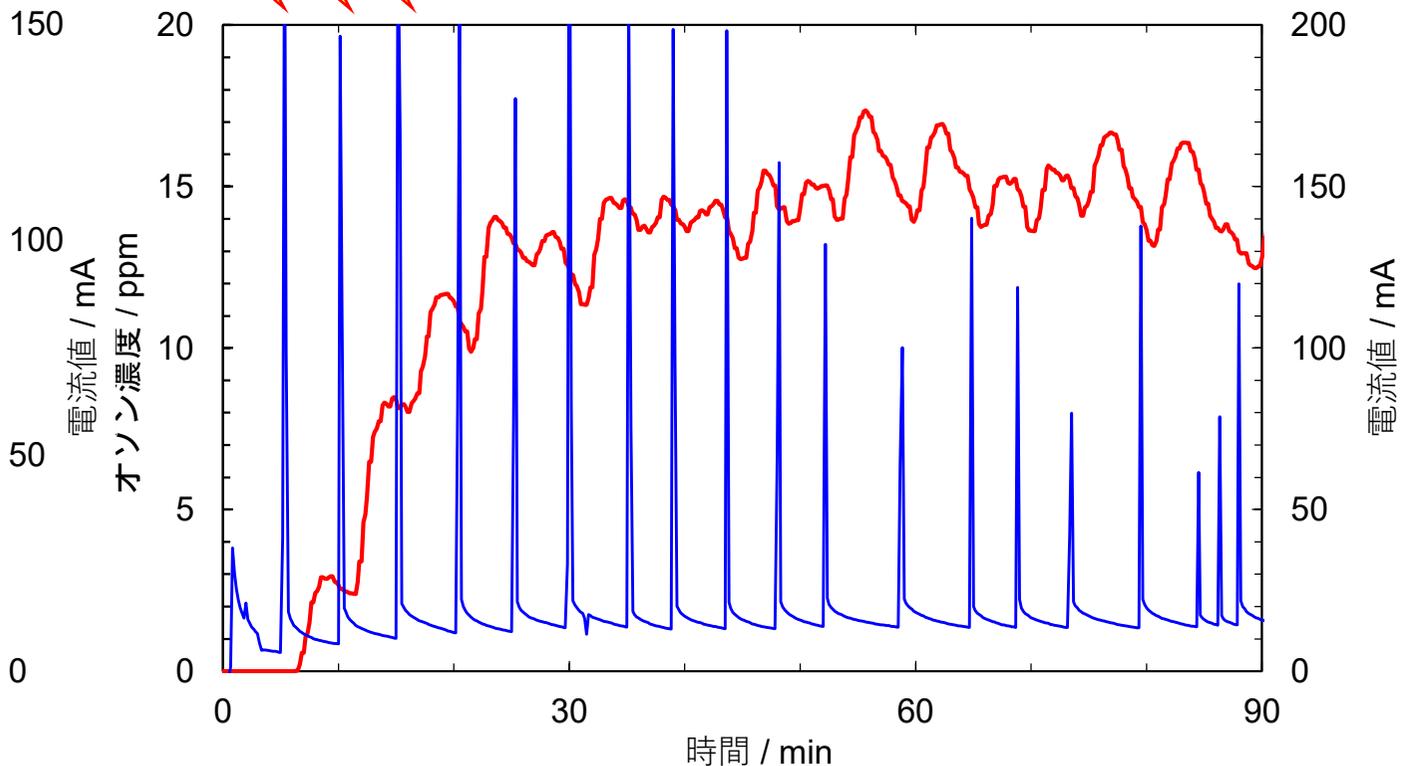
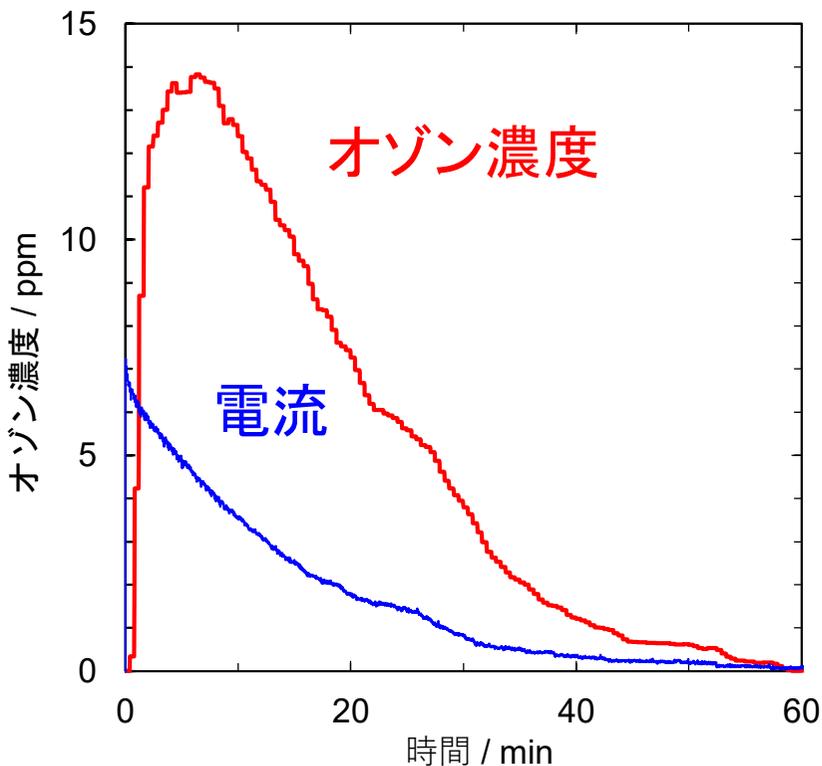
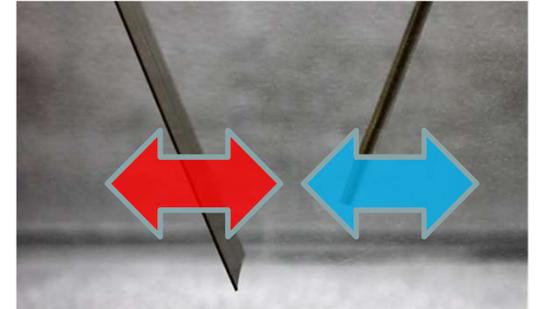
電極の耐久性をどう上げるか...

発想の転換、つねに新しく作り直せばいい。

最初に作製した状態のまま、
電解実験を継続

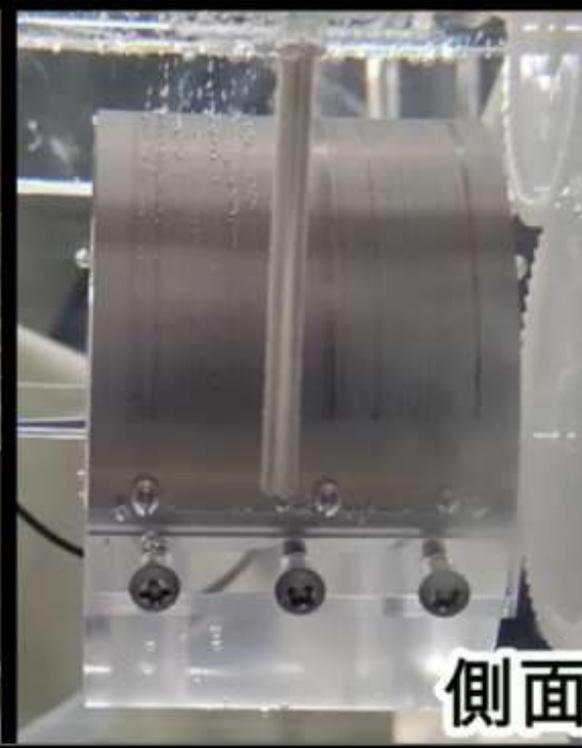
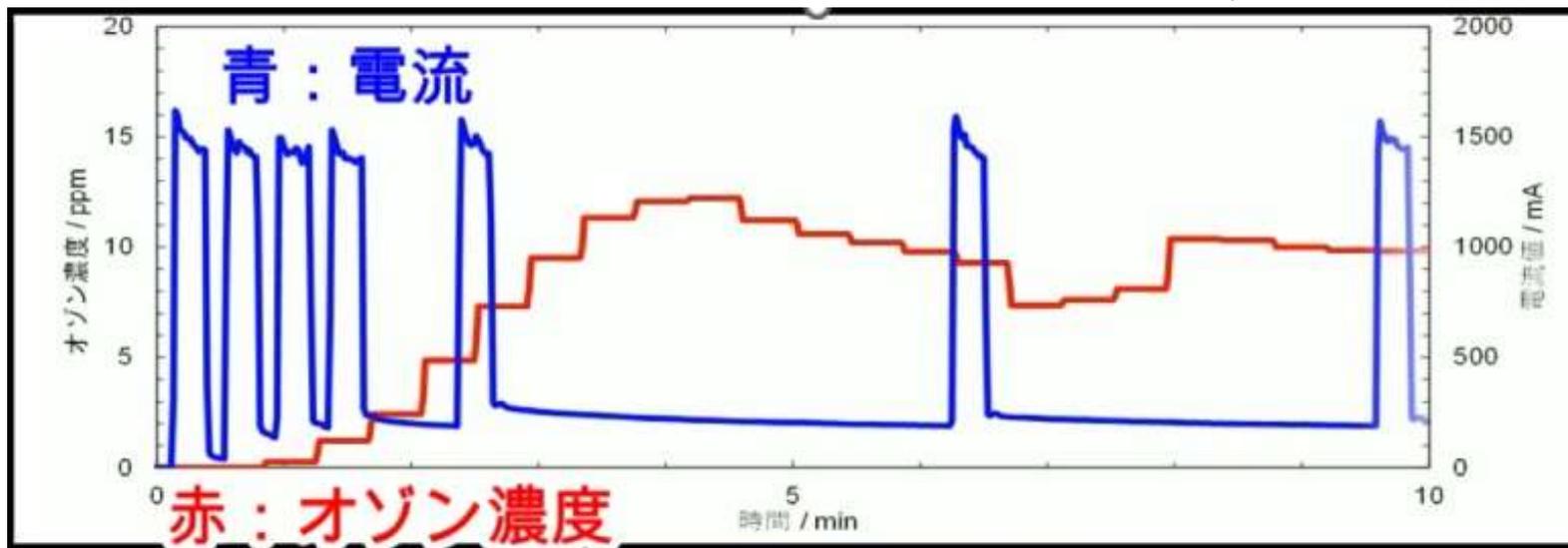
→電極がはがれ、オゾン生成能低下

電解実験中、定期的に
同じ場所をショートさせる
→オゾン生成能が回復





試作・全自動オゾン生成装置





新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術よりも**10倍以上高効率かつ低コスト**なオゾン生成用電極の作製に成功した。
- 従来技術では電極の大面積化が非常に困難（10 cm角程度まで）だったが、本技術では、原理上、**面積に制限はない**。
- 従来の放電法などは数百W～kWオーダーのエネルギーを必要とするが、本技術は**数W～数十W程度と省エネルギー**。



想定される用途

- 継続的に高濃度のオゾンが必要とする**水処理工程**や**漂白工程**に適用することで、本技術の特長が活かされると考えられる。
- 短時間で高濃度のオゾンを生成できるので、**速やかな殺菌消毒が必要な医療現場**や、**新型コロナウイルス感染対策**への応用が期待される。
- 省エネルギーで高効率であり、電極形状にも制限がない点に着目すると、**携帯型空気清浄機**や**感染対策機器**への展開も可能と思われる。



実用化に向けた課題

- 電極の微細構造の変化とオゾン生成能の関係について、ある程度解明が進んだ。しかし、なぜその構造でオゾン生成効率が高いのかが未解明であり、**現在の構造が最適か不明**。
- 今後、白金とチタン以外の金属について実験データを取得し、**条件探索**を行っていく。
- オゾン生成装置の試作結果をふまえ、**設計の最適化や小型化**を行い、実用性を向上させる。



企業への期待

- 構造と性能に関する理論的な考察については、燃料電池触媒の知見が参考になると考える。その分野に詳しい企業との共同研究を希望。
- 電極同士をこすりあわせる動作や、電解装置全体の設計などについてノウハウをもつ企業と製品化をめざしたい。
- オゾンの活用を検討中の企業や、環境浄化・殺菌消毒分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 電極、電極の製造方法、
オゾン発生装置
- 出願番号 : 特願2021-098520
- 出願人 : 地方独立行政法人
神奈川県立産業技術総合研究所
- 発明者 : 落合 剛、佐々木 萌、
矢矧 東穂、濱田 健吾



産学公連携の経歴

- 2008年-現在 旧KAST在籍中から、企業や大学等、のべ数十者と共同研究実施(2015年、共同研究先が「光触媒を用いた紫外線空気清浄機」で発明大賞東京都知事賞受賞)
- 2011年-2012年 JST-CREST元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出「革新的環境改善材料としての導電性ダイヤモンド」(分担研究者)
- 2011年-2014年 JST-戦略的国際科学技術協力推進事業(日本-スペイン研究交流課題)「ナノ材料を用いた水中汚染物質の超高感度センシングと水処理」(分担研究者)



お問い合わせ先

神奈川県立産業技術総合研究所
研究開発部 研究支援課

TEL : 044-819-2035

FAX : 044-819-2026

Email : chizai@kistec.jp