

PRESS RELEASE (2023/02/20)

水素と酸素から過酸化水素を安全に合成する触媒を開発 ～次世代のエネルギーである水素を利用した合成反応の開拓～

ポイント

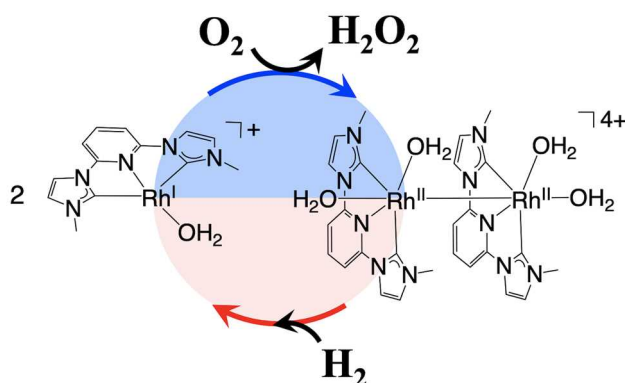
- ① 次世代のエネルギーである「水素」の新しい利用が求められている。
- ② 水素と酸素を爆発の危険性がほとんどない安全な混合比率で、一つのフラスコで効率よく過酸化水素を合成する触媒の開発に成功した。
- ③ 今回の成果をもとに、今後、次世代のエネルギーである「水素」を電子源とする新たな反応開発と、このような方法で合成した「過酸化水素」のさらなる利用に期待。

概要

九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER) / 大学院工学研究院の小江誠司 (おごうせいじ) 主幹教授らの研究グループは、三菱ガス化学株式会社との共同研究により、水素の合成や分解を担う天然ヒドロゲナーゼ酵素の機能をヒントに新しい触媒を開発しました。今回開発した触媒を用いることで、爆発の危険性がほとんどない水素と酸素の混合比率で、一つの容器で効率的に過酸化水素を合成することができます。この触媒の性能は、これまで報告された均一系触媒で世界最高値を示します。本研究は、ヒドロゲナーゼ酵素の機能を模倣することで新たな分子触媒を開発できたという学術的な価値だけでなく、次世代のエネルギーである水素を利用した新たな合成反応の基盤となる成果となります。

本研究成果は、アメリカ学術雑誌『Journal of the American Chemical Society』オンライン版で令和5年2月17日(金)(日本時間)に公開されました。

小江主幹教授からひとこと：
 天然のヒドロゲナーゼ酵素の機能をヒントに新しい触媒を開発しました。開発した触媒に水素と酸素を入れるだけで、過酸化水素を作り出すことができます。



(参考図) 水素と酸素から過酸化水素を作る新しい反応サイクル

【研究の背景と経緯】

次世代のエネルギーである「水素」の新しい利用が求められています。「過酸化水素」は、工業用酸化剤、漂白剤、半導体の洗浄など、我々の身の回りで幅広く使用されています。化学工業では、過酸化水素はアントラキノン法(※1)によりプラントで大規模に合成されています。一方、ラボスケールでは、下記の3点を同時に満たす過酸化水素の合成触媒はこれまでありませんでした。

- (1) 爆発の危険性がほとんどない水素と酸素の混合比率で過酸化水素を合成
- (2) 一つのフラスコで複雑な設備を必要とせず過酸化水素を合成
- (3) 水素と酸素から過酸化水素を直接効率よく合成

我々はこれまで、「水素」の合成や分解を担う天然ヒドロゲナーゼ酵素の機能をヒントに新しい触媒を開発してきました。

【研究の内容と成果】

水素と酸素を爆発の危険性がほとんどない安全な混合比率（水素:酸素=95:5）で、一つのフラスコで複雑な設備を必要とせず、過酸化水素を水中で効率よく合成する触媒の開発に成功しました。その触媒の性能（触媒回転数=910、※2）は、これまでに報告された均一系触媒(※3)で世界最高値を示します。

【今後の展開】

今回の成果をもとに、今後、次世代のエネルギーである「水素」を電子源とする新たな反応開発と、このような方法で合成した「過酸化水素」でしかできないさらなる利用を目指して研究を展開していきます。

【用語解説】

(※1) アントラキノン法

パラジウム触媒存在下、アントラキノン類を水素でヒドロキノン誘導体に還元し、還元体と酸素を反応させて過酸化水素を合成する手法。

(※2) 触媒回転数

1つの触媒分子が不活性化する前に、生成した目的物質（今回は過酸化水素）の分子数。

(※3) 均一系触媒

反応物と同じ相（例えば液体）で作用するものが均一系触媒。一方、反応物と異なる相（例えば液体と固体）で作用するものが不均一系触媒。

【謝辞】

本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業 CREST「電子貯蔵触媒技術による新プロセスの構築」（課題番号：JPMJCR18R2）の研究の一環として、九州大学の小江誠司主幹教授の研究グループが、カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所（I²CNER）（所長 ペトロス・ソフロニス）、大学院工学研究院、小分子エネルギーセンター（センター長 小江誠司）で行ったものです。

【論文情報】

掲載誌：Journal of the American Chemical Society

タイトル：Safe, One-Pot, Homogeneous Direct Synthesis of H₂O₂

著者名：Seiji Ogo,* Takeshi Yatabe, Tamon Tome, Riko Takenaka, Yoshihito Shiota, Kenji Kato

DOI：10.1021/jacs.2c13149

【お問い合わせ先】

<研究に関すること>

九州大学大学院工学研究院 主幹教授 小江 誠司（おごう せいじ）

Mail : ogo.seiji.872[at]m.kyushu-u.ac.jp

<JST の事業に関すること>

科学技術振興機構戦略研究推進部グリーンイノベーショングループ 嶋林 ゆう子（しまばやし ゆうこ）

TEL : 03-3512-3531 FAX : 03-3222-2066

Mail : crest[at]jst.go.jp

<報道に関すること>

九州大学広報室

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho[at]jimukyushu-u.ac.jp

科学技術振興機構広報課

TEL : 03-5214-8404 FAX : 03-5214-8432

Mail : jstkoho[at]jst.go.jp