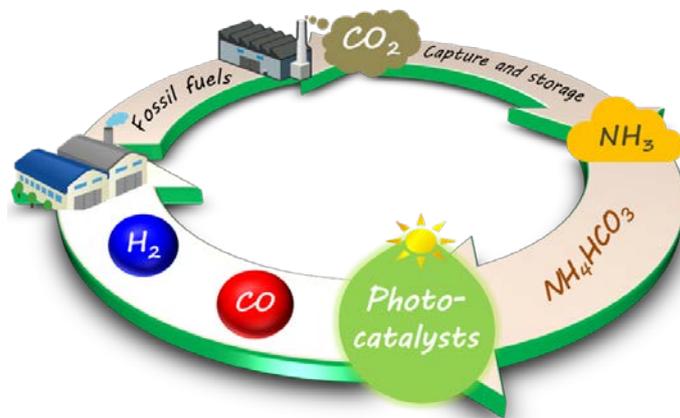


# 人工光合成技術による二酸化炭素とアンモニアからの合成ガスの創生

## 概要

寺村謙太郎 工学研究科准教授、田中庸裕 工学研究科教授らの研究グループは、アンモニアを電子源として二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )を光還元し一酸化炭素( $\text{CO}$ )を取り出す反応に高い活性を示す光触媒群を発見しました。 $\text{CO}_2$ を光還元する場合には同時に水も光還元されますが、今回発見した触媒を用いると水の光還元はほぼ進行しないため、 $\text{CO}_2$ から一酸化炭素のみを得ることに成功しました。アンモニアからは無害な窒素のみが生成するため、常温・常圧条件下で水素と一酸化炭素の合成ガスを容易に得る方法として期待が持てる手法です。論文は6月19日、*Chemical Science* オンライン速報版に掲載されました。



## 1. 背景

エネルギー・環境問題が顕在化している現在、植物の光合成を模倣した人工光合成技術の確立は全世界的に注目を浴びています。温室効果ガスとしてよく知られている  $\text{CO}_2$  はいずれ枯渇する化石燃料を燃焼した際に排出されます。 $\text{CO}_2$  は各種の温室効果ガスの中で最も排出量が多く、地球温暖化に最も影響を及ぼす気体であるため、その削減および利用が求められています。しかしながら、 $\text{CO}_2$  は非常に安定な直線型の分子であるため、別の物質と反応させることが非常に難しいことが知られています。本研究では不均一系光触媒（固体光触媒）を用いて、アンモニアを電子源として  $\text{CO}_2$  の光活性化を行い、 $\text{CO}_2$  から合成ガスの原料となる  $\text{CO}$  を高い濃度（約 7500ppm）で得ることに成功しました。

## 2. 研究手法・成果

植物は水を電子源としてエネルギーを獲得し、 $\text{CO}_2$  を糖へと変換しています。この反応が光合成です。本研究グループでは、これまで水を電子源とした  $\text{CO}_2$  の光還元活性を示す光触媒群を発見してきました。本研究ではアンモニアを電子源とすることにより、さらに容易に  $\text{CO}_2$  を光還元することに成功しました。光還元の結果高濃度の  $\text{CO}$  (7500ppm) が生成されますが、これは今までに報告されている中で最も高い濃度です。さらにアンモニアを電子源としたことで、水の場合に生成される酸素とは異なり窒素が生成するため、 $\text{CO}$  と酸素を分離する必要がないことも利点です。

アンモニアは現在ハーバー・ボッシュ法で製造されていますが、製造に必要な水素が水から安価に作られる

よくなれば、アンモニアの価格も下がることが予想されます。また、牛舎や豚舎などからの排水にもアンモニアは含まれており、今回の成果を応用すれば CO<sub>2</sub> を吹き込むことによって排出・使用現場で人類に有用な化学品に変換できる可能性があります。生成される CO は一酸化炭素中毒に代表されるように有害な物質ですが、同時に生活に必要な燃料・繊維・プラスチックなどの原料であり、化学産業に必要不可欠な化学品の一つと言えます。

### 3. 波及効果、今後の予定

現在、大気中の二酸化炭素を削減する技術は二酸化炭素貯留 (CO<sub>2</sub> Capture and Storage、CCS) が一般的です。今回の成果は新たに CO<sub>2</sub> を化学品の基礎原料とするケミストリーを発展させる鍵となる技術だと考えています。

これまで CO<sub>2</sub> の光還元における電子源は H<sub>2</sub>O か有機物でした。H<sub>2</sub>O を電子源とするには現在のところ高いハードルがあります。一方で有機物を用いると炭素源が複数となるため、本当に CO<sub>2</sub> から光還元されたものなのか疑義が出る可能性がありました。本研究は無機物である NH<sub>3</sub> を電子源として利用できることを見出したことにも意義があります。

残念ながら、この反応に活性を示す光触媒では太陽光に含まれる可視光を利用することが出来ません。今後は可視光でも駆動する光触媒の探索が課題でしょう。

### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は JSPS 科学研究補助金・新学術領域「人工光合成」(課題番号：2406)、科学技術振興機構 さきがけ「光エネルギーと物質変換」、文部科学省 元素戦略プロジェクト拠点形成型 京都大学 実験と理論計算科学のインタープレイによる触媒・電池の元素戦略研究拠点の支援を受けました。

#### <論文タイトルと著者>

タイトル：Efficient photocatalytic carbon monoxide production from ammonia and carbon dioxide by the aid of artificial photosynthesis

著者：Zeai Huang, Kentaro Teramura, Hiroyuki Asakura, Saburo Hosokawa, Tsunehiro Tanaka

掲載誌：Chemical Science