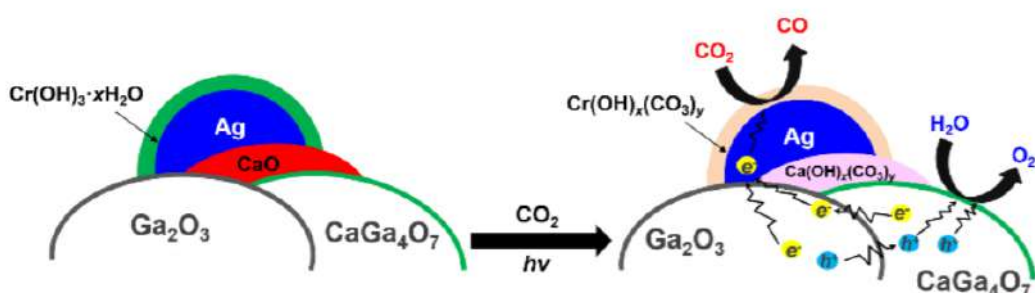


京都大学、高効率で二酸化炭素を再資源化する光触媒の合成に成功、CO₂を「ひかり」と「みず」でリサイクル

京都大学大学院工学研究科 瑞博士課程学生（研究当時、現 産業総合研究所博士研究員）、寺村謙太郎 同准教授、田中庸裕 同教授の研究グループは、水と光を使って二酸化炭素を有効な資源にリサイクルする光触媒の合成に成功しました。

水（H₂O）を電子源とする二酸化炭素（CO₂）の光還元は、植物が行う光合成を模倣した CO₂再資源化システムであり、いわゆる人工光合成の一つとしてよく知られています。このシステムの問題点は、①生成する生成物が微量であること、②H₂O が電子源として機能しないこと、③CO₂ ではなく H₂O が光還元されてしまうことでした。つまり、CO₂はかなり安定な分子であるため、H₂O を使って CO₂を還元しようとしても、CO₂は傍観者となり、H₂Oのみが還元されてしまいます。

本研究グループは植物の光合成に倣い、太陽光をエネルギー源として、水（H₂O）を電子源として利用する人工光合成に着目し、CO₂を“ひかり”と“みず”でリサイクルできる材料（光触媒）を研究開発してきました。開発した光触媒を使うと、H₂O が電子源として機能し、CO₂を選択的に還元して一酸化炭素へと還元できることを見出しました。CO₂が還元される効率（転化率）は 1.2%に達し、H₂O ではなく CO₂が還元される効率（選択率）は 95%でした。これは他の報告例に比べて非常に高い効率です。



本光触媒を用いた水を電子源とする二酸化炭素の光還元反応のメカニズム

研究手法・成果

これまでに、酸化ガリウムという白色の粉末に銀のナノ粒子を修飾した光触媒が、H₂O を電子源とする CO₂の光還元活性を示すことが報告されていまし

た。しかしながら、この光触媒を用いると CO_2 ではなく H_2O が還元されやすいことが問題でした。本研究グループは、この光触媒に水酸化クロムを添加すると選択的に CO_2 が還元できるようになることを報告していました。但し、 CO_2 を変換する効率は依然低いままでした。

今回、この光触媒にカルシウムを添加すると飛躍的に CO_2 が還元される効率（転化率）が向上することを見出しました。この反応では、 CO_2 から合成ガスの原料となる一酸化炭素が生成物として得られます。この光触媒を用いたときの出口ガスの一酸化炭素の濃度は 1.2% に達します。この濃度は実際に使用されている合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）の濃度に近い値です。反応開始すぐに高濃度の一酸化炭素が生成され、この時の H_2O ではなく CO_2 が還元される効率（選択率）は 95% でした。

活性向上のポイントは 2 段階のカルシウム種の添加です。硝酸ガリウム水溶液に少量の塩化カルシウムを加えて、アンモニア水を滴下することで得られる水酸化物前駆体を高温で焼成すると、ガリウムとカルシウムの複合酸化物である CaGa_4O_7 が酸化ガリウム表面上に形成されます。この光触媒に酸化カルシウムを物理混合して、銀と水酸化クロムを修飾すると高い光触媒活性を示すようになります。

論文情報

タイトル: Enhanced CO Evolution for Photocatalytic Conversion of CO_2 by H_2O over Ca Modified Ga_2O_3

雑誌: Communications Chemistry

DOI: 1038/s42004-020-00381-2

研究成果発表資料

https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2020/201009_2.html

編訳 JST 客観日本編集部