

CanApple = -2 (299)

カーボン・エネルギーコントロール社会協議会 (CanApple)

事務局:民秋均 発行責任者:石谷治 編集責任者:八木政行

魅力的な層状複合アニオン 化合物光触媒

京都大学 石井 佑典

京都大学の石井と申します。このような 貴重な機会を頂き、誠にありがとうござい ます。私は学部 4 回生の時に京都大学の阿 部竜研究室に配属されました。私はそこで 水分解光触媒の研究が、次世代エネルギー として注目される「水素」を製造するため に重要な研究であることを知り、その研究 に注力するようになりました。

特に私はこれまでに層状複合アニオン化 合物を水分解光触媒として利用することに 注力してきました。層状複合アニオン化合 物とは、2種類以上のアニオン (例 O, N, S) と金属カチオンから構成された層状構造を 有する化合物のことです。この化合物は、 従来の層状酸化物光触媒と異なり、バンド ギャップが狭いため、太陽光スペクトルの 大部分を占める可視光領域を利用すること が可能です。また、層状構造を構成する各 層には、層間相互作用が働く層や特異的な 性質を有する層が存在します。例えば、層 間が弱い van der Waals(vdW)力で構成され る層 (vdW 層) や層間に水分子が挿入可能 な層(水和層)、層間の金属カチオンが別 のカチオンにイオン交換可能な層 (交換層) があります(図 1a, b^[1])。私はそのような 魅力的な層を有する層状複合アニオン化合 物に注目して、現在までそれらの開発およ び水分解光触媒への応用に向けた合成方法

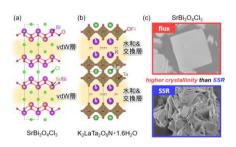


図 1. (a, b) 層状複合アニオン化合物、(c) SrBi₃O₄Cl₃のフラックス合成

の開発を行っています[2,3]。

学部 4 回生から修士課程までは、層状複 合アニオン化合物の1種であるSrBi₃O₄Cl₃の フラックス合成の開発に着手しました。ご く最近、当研究室の先輩が、SrBi₃O₄Cl₃が可 視光下でZ-スキーム型水分解のO2生成用光 触媒として機能することを発見しました[2]。 さらに、この材料は vdW 層という特徴的な 層を有しており、これを利用できれば、層 の剥離やヘテロ構造の形成、層間へのイン ターカレーション等による物性制御が可能 となります。しかし、それまでの合成方法 は固相法(SSR)に限定されており、この 手法で得られる粒子は結晶性が低い凝集体 であり、その後の応用展開や性能最適化に 適した粒子ではありませんでした。そこで、 私は近年酸ハロゲン化物の有効な合成方法 として知られるフラックス法 (flux) を用 いて SrBi₃O₄Cl₃を合成しました。これによ り、結晶性が向上したプレート状の粒子が 得られ、その粒子は固相法よりも高い光触 媒活性を示しました(図 1c) [3]。

博士課程に進学後は、水和層や交換層を 有する新規層状酸硫化物の開発に着手しま した。これまで、水和層や交換層を有する 層状酸化物は水分解光触媒として盛んに研 究されており、それらの層を反応場として 利用することで高効率な水分解が達成され てきました。しかし、それらはいずれも可 視光を利用できないという欠点を有してい ました。一方で、層状複合アニオン化合物 は可視光吸収能を有していても、ほとんど がそれらの層を有していませんでした。そ こで、私は水和層や交換層を有する層状酸 化物を前駆体に用いて硫化することで可視 光吸収・層間水和・イオン交換能を有する 新規層状酸硫化物の合成に成功しました。 今後は、これを用いて、層間を反応場とし て利用することで高効率な水分解の実現を 目指していきます。

[1] Oshima, T.; Maeda, K. et al. Angew. Chem. Int. Ed. 2020, 59, 9736

[2] Suzuki, H.; Ozaki, D.; Ishii, Y.; Abe, R. et al. J. Mater. Chem. A 2023, 11, 15159.

[3] Ishii, Y.; Abe, R. et al. Sustain Energy Fuels 2022, 6, 3263.