



## 粗水素を直裁使う分子技術

工学研究科 附属フューチャーイノベーションセンター

准教授 (若手卓越教員) 星本 陽一

Researchmap <https://researchmap.jp/YHoshimoto/>

## 研究の概要

我々は、粗水素中のH<sub>2</sub>を予め分離することなく、直接的に有機化合物の触媒の水素化に利用する技術を世界で初めて実現しました。本研究結果により、既存のH<sub>2</sub>精製プロセス（エネルギー消費および副次的なCO<sub>2</sub>発生、H<sub>2</sub>損失が多い）に依存しない革新的な有機ハイドライドシステムの構築が原理的に可能となり、将来的には安価で競争力の高いH<sub>2</sub>の生産・供給を可能にすると期待できます。また、「粗水素」という、これまで直接的に利用されてこなかったフィードストックの積極的な活用を促すことも期待できます。さらに、複数のガス成分が混在する「夾雑ガス系における分子変換化学」という新たな研究分野を開拓する点は波及効果が大きいと考えています。貴金属に依存した従来の触媒設計指針から脱し、典型元素化学種の特異な反応性を最大限に活用する分子材料設計は、元素戦略の観点からも、資源が乏しい我が国にとって極めて重要です。

## 研究の背景と結果

水素（H<sub>2</sub>）は現代社会を支える重要な分子です。ガソリンの3.1倍にもなる高い重量当たりのエネルギー密度や、また燃焼時における環境負荷の低さ（副生成物はH<sub>2</sub>Oのみ）から、H<sub>2</sub>は未来の社会活動を支えるクリーンかつグリーンなエネルギー源としても期待されています。H<sub>2</sub>を効果的に活用する水素社会を迎えるにあたり、H<sub>2</sub>の国内需要は数千万トン/年以上におよぶと見込まれており、その大部分が炭化水素資源から製造されると考えられています。このような資源としては、褐炭や天然ガスに加え、バイオマスや都市ガス、家畜の糞尿なども活用できることが実証されつつあります。また昨今では、工場から排出されるオフガスも未来のH<sub>2</sub>源として注目されています。

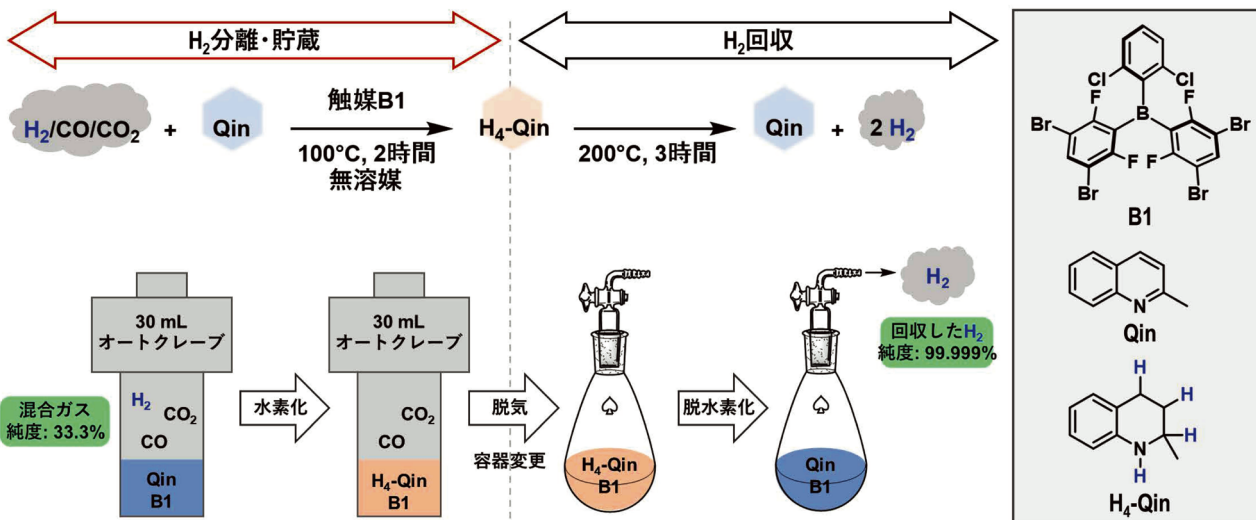
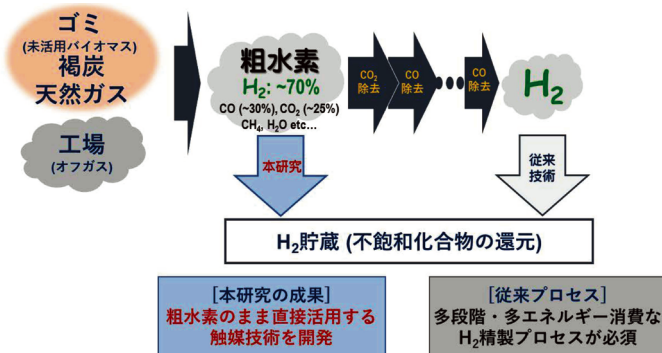
炭化水素資源から高純度H<sub>2</sub>を製造するプロセスにおいては、粗水素（H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>などの混合ガス）が先立って製造され、続いてCOやCO<sub>2</sub>などの不純物が徹底的に除去されます。これらのH<sub>2</sub>精製プロセスは高純度H<sub>2</sub>を製造する上で重要な役割を担ってきたものの、解

決すべき課題（エネルギー消費量の多さ、副次的に発生する温室効果ガス、H<sub>2</sub>損失など）が多いことも指摘されています。ゆえに、H<sub>2</sub>精製プロセスをより環境低負荷かつ経済的なプロセスへと改善するための取り組みが世界規模で進められています。

一方で、既存のH<sub>2</sub>精製プロセスが抱える課題に対する抜本的な解決策が待ち望まれています。粗水素からH<sub>2</sub>のみを選択的に利用することができれば、既存のH<sub>2</sub>精製プロセスに依存しない、新たなH<sub>2</sub>の利用法が開発できると期待できます。我々は独自に開発したホウ素を含む分子触媒を活用して、粗水素を直接利用した有機化合物の水素化と続く脱水素化を鍵とする革新的なH<sub>2</sub>精製プロセスを提案し、このプロトタイプを実証しました。特筆すべき成果として、今回開発された技術においては、過剰量のCOおよびCO<sub>2</sub>を含む粗水素ですらも直接利用できることが確認されました。

## 研究の意義と将来展望

本研究結果により、既存のH<sub>2</sub>精製プロセスに依存しない革新的な有機ハイドライドシステムの構築が原理的に可能となり、将来的には安価で競争力の高いH<sub>2</sub>の生産・供給を可能にすると期待できます。



特許 特許第7079696号、特願2023-95773、特願2023-185532

論文 Hoshimoto, Yoichi et al. Main group catalysis for H<sub>2</sub> purification based on liquid organic hydrogen carriers. Sci. Adv. 2022, 8, eade0189. doi: 10.1126/sciadv.ade0189

参考URL <http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~ogoshi-lab/hoshimoto/wp/>  
[https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2022/202211027\\_1](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2022/202211027_1)  
[https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02122/00123/?n\\_cid=nbpxnt\\_twbn](https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02122/00123/?n_cid=nbpxnt_twbn)

キーワード 水素、粗水素、水素貯蔵、水素精製、触媒