

Press Release

2026 年 8 月 25 日

国立大学法人東北大学
国立大学法人北海道大学
国立大学法人九州大学

**アルコール・鉄・パン酵母でグリーン水素を製造・貯蔵
—資源制約のない水素製造・貯蔵システムの開発に期待—**

【発表のポイント】

- バイオマスから製造でき水素（H₂）を高密度に貯蔵できる多価アルコール^{（注1）}を、液体有機水素キャリア（LOHC）^{（注2）}として実証しました。
- 貴金属に比べ安価で資源豊富な鉄イオンとパン酵母を活用した、持続可能な資源からのグリーン H₂^{（注3）}製造・貯蔵サイクルを実証しました。
- 本サイクルは、H₂供給コストの大幅な削減と地域分散型の H₂製造・貯蔵を可能にすることが期待でき、脱炭素社会の実現に貢献できます。

【概要】

H₂は、脱炭素社会の実現に向けたエネルギー源であり、LOHCは、既存の石油化学インフラを活用したH₂の貯蔵・輸送を可能にする技術として注目されています。中でもアルコールは、バイオマスから製造でき、200℃以下の温和な条件でH₂を放出できます。しかし、従来提案されてきたイソプロピルアルコール（IPA）などの1価アルコールは、H₂貯蔵容量に限界がありました。

東北大学 多元物質科学研究所の岡 弘樹 准教授と笠井 均 教授、同大学院工学研究科 バイオ工学専攻の市村 拓弥 大学院生、北海道大学 大学院理学院 化学部門 堤 拓朗 助教（研究当時）と佐田 和己 特任教授、九州大学 大学院工学研究科 応用化学部門 松本 崇弘 准教授らの共同研究チームは、多価アルコールに着目し、高密度かつ温和な条件で H₂ を貯蔵・放出できる LOHC として実証しました。また、従来触媒に比べ圧倒的に安価で資源豊富な鉄イオンとパン酵母を活用した、多価アルコールへの H₂ 貯蔵・放出法を見出し、持続可能な H₂ 製造・貯蔵サイクルを実証しました。本サイクルは、H₂ 供給コストの大幅な削減と地域分散型の H₂ 製造・貯蔵を可能にすることが期待でき、脱炭素社会の実現に貢献できます。

本研究成果は、2026 年 8 月 24 日付けで、材料科学の専門誌 Journal of Materials Chemistry A に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

H₂ は、脱炭素社会の実現に向けたクリーンエネルギー源の有力候補です。一方で、製造される H₂ の 96% は化石資源に由来し、CO₂ 排出を伴います。また、現行の高圧 H₂ または液体水素による H₂ 貯蔵・輸送には、高圧または極低温条件が必要であり、危険も伴います。そのため、水など持続可能な資源からのグリーン H₂ の製造法と H₂ の安全な貯蔵・輸送法の確立が課題となっています。

LOHC は、常温・常圧下で共有結合を介して H₂ を安全に貯蔵できる有機化合物であり、LOHC 自体は既存の石油化学インフラを利用して輸送できるため、有望な H₂ 貯蔵・輸送法です。中でもアルコールは、我が国において資源豊富なバイオマスから製造でき、従来提案されてきた LOHC（例えば、メチルシクロヘキサン/トルエン）に比べ温和な条件（200℃以下）で H₂ を放出できるため、環境適合な LOHC として注目されています。しかし、従来提案されてきた 1 価アルコール（H₂ 貯蔵体）/1 価ケトン（H₂ 受容体）は、H₂ 貯蔵容量に限界（例えば、イソプロピルアルコール/アセトン: 3.3 wt%）がありました。

今回の取り組み

本研究では、図 1 左に示すように、1 価アルコール/1 価ケトンの温和な条件で H₂ を放出できる性質を維持しつつ、より高密度に H₂ を貯蔵できる LOHC として、多価アルコール/多価ケトンを実証しました。さらに、図 1 右に示すように、鉄イオン（光触媒^(注4)）とパン酵母（生体触媒^(注5)）を活用した H₂ 貯蔵・放出法を見出したことで、多価アルコール/多価ケトン LOHC とした持続可能なグリーン H₂ 製造・貯蔵サイクルを概念実証しました。

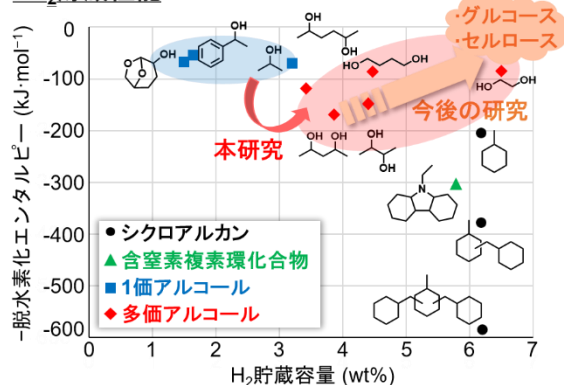
図 2 に示すように、多価ケトンは、常温・常圧下、水中においてパン酵母とともに攪拌することで、多価アルコールへ水素化（アルコール発酵^(注6)）され、持続可能な資源（水、NADH^(注7)）から H₂ を直接貯蔵できました。このことから、本手法が、従来の LOHC への多段階の H₂ 製造・貯蔵プロセスを簡素化し、さらには貴金属触媒を利用することなく H₂ を貯蔵できることを実証しました。

さらに、図 3 に示すように、従来触媒に比べ圧倒的に安価で資源豊富な鉄イオンを、アルコール酸化/H₂ 発生光触媒として発見し、多価アルコールから H₂ を放出すると同時に、もとの多価ケトンを再生できることを実証しました。

今後の展開

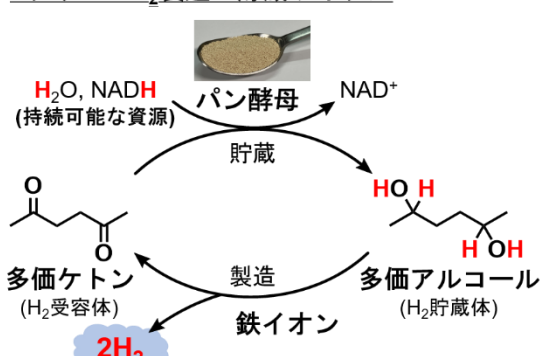
本研究では、資源制約のないバイオマス由来の多価アルコール/多価ケトンを LOHC として実証し、安価な鉄イオンとパン酵母を活用した、持続可能なグリーン H₂ 製造・貯蔵サイクルを概念実証しました。化石資源や貴金属など特殊な資源が不要となりうる本サイクルは、H₂ 供給コストの削減および地域分散型の H₂（エネルギー）製造・貯蔵、脱炭素社会の実現への貢献が期待できます。

・H₂貯蔵性能



✓ 多価アルコール/多価ケトンを高密度かつ温和な条件でH₂を貯蔵・放出できるLOHCとして実証

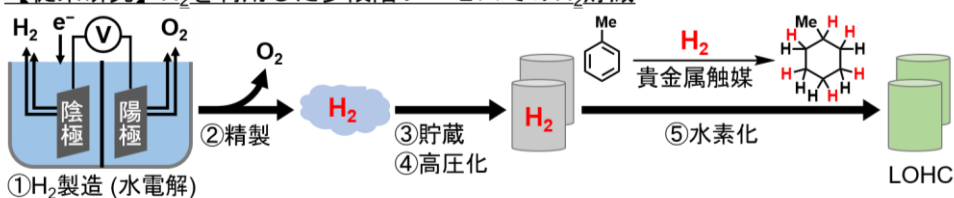
・グリーンH₂製造・貯蔵サイクル



✓ 資源制約のないLOHCと触媒によるグリーンH₂製造・貯蔵サイクルを概念実証

図 1. 多価アルコール (LOHC) の H₂ 貯蔵性能とグリーン H₂ 製造・貯蔵サイクル

【従来研究】H₂を利用した多段階プロセスでのH₂貯蔵

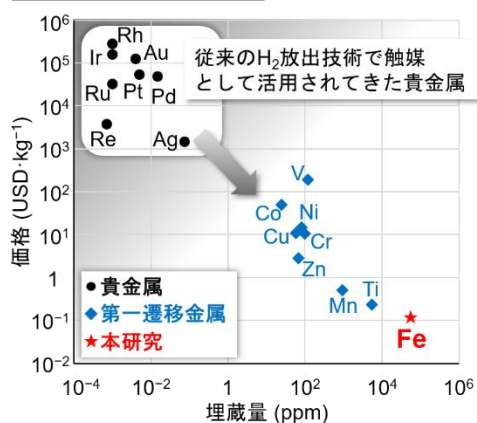


【本研究】アルコール発酵法を利用したH₂貯蔵



図 2. 本研究のアルコール発酵法を利用した H₂ 貯蔵法と従来研究との違い

・金属の価格と埋蔵量



・鉄イオンを光触媒としたH₂放出法

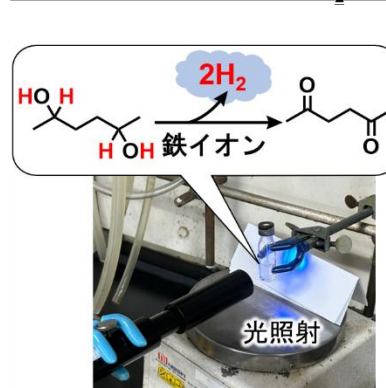


図 3. 安価かつ資源豊富な鉄イオンを光触媒とした H₂ 放出法

【謝辞】

本研究は、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費「環境適
合な有機ハイドライドの創出とグリーン水素の製造・貯蔵法の構築」
（JPMEERF20241RA4）、JSPS 科研費・特別研究員奨励費「生体触媒と脱水
素化触媒との協奏による水素製造・貯蔵サイクルの構築」（JP25KJ0623）の支
援を受けて実施されました。また、掲載論文は「東北大学 2026 年度オープン
アクセス推進のための APC 支援事業」により Open Access となっています。

【用語説明】

- 注1. 多価アルコール：水素貯蔵部位（ヒドロキシ基）を2つ以上もつ有機化
合物のことです。
- 注2. 液体有機水素キャリア（LOHC）：Liquid Organic Hydrogen Carrier。触
媒反応によって H_2 を貯蔵・放出できる液体の有機化合物のことです。
- 注3. グリーン H_2 ：持続可能な資源を原料として、 CO_2 を排出することなく
製造された H_2 のことです。 CO_2 の削減に貢献できるため、脱炭素社会の
実現に向けた鍵として注目されています。
- 注4. 光触媒：光エネルギーを利用して、特定の化学反応の反応速度を速め
る物質で、自身は反応の前後で変化しないものです。
- 注5. 生体触媒：生物によって作り出される物質です。特定の化学反応の反
応速度を速め、自身は反応の前後で変化しないものです。
- 注6. アルコール発酵：パンやアルコール飲料の製造など食糧製造に利用さ
れる技術のことです。酵母が砂糖を原料として NADH を製造し、NADH と
水を H_2 源としてケトンを水素化することで、アルコールを製造します。
- 注7. NADH：ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド。生体内エネルギー
（電子）の運搬と触媒反応（特に水素化反応）に利用される化合物のこと
です。アルコール発酵においては、 H_2 源として利用されます。

【論文情報】

タイトル：Hydrogen Gas Production and Storage Cycle of Polyhydric
Alcohols/Polyketones

著者：市村 拓弥、堤 拓朗、佐田 和己、笠井 均、松本 崇弘、岡 弘樹*

*責任著者：東北大学 多元物質科学研究所 准教授 岡 弘樹

掲載誌：Journal of Materials Chemistry A

DOI：10.1039/d6ta03349k

URL：https://doi.org/10.1039/d6ta03349k

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学 多元物質科学研究所

准教授 岡 弘樹（おか こうき）

TEL: 022-217-5585

Email: oka@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学 多元物質科学研究所 広報情報室

TEL: 022-217-5198

Email: press.tagen@grp.tohoku.ac.jp

北海道大学 社会共創部広報課

TEL: 011-706-2610

Email: jp-press@general.hokudai.ac.jp

九州大学 広報課

TEL: 092-802-2130

Email: koho@jimu.kyushu-u.ac.jp