

化学選択性と安全性を両立した新規パラジウム触媒を開発

安全性の高い水素化反応の実現へ

ポイント

- ① Pd/C を用いた水素化反応で、触媒の自然発火による事故が報告されている。
- ② ポリフェニレンサルファイド（PPS）ポリマー（※1）を担体に用いた、化学選択性と安全性を両立する新しいパラジウム触媒の開発に成功した。
- ③ より安全な水素化反応の実現と、医薬品や化成品などの製造プロセスへの応用に期待。

概要

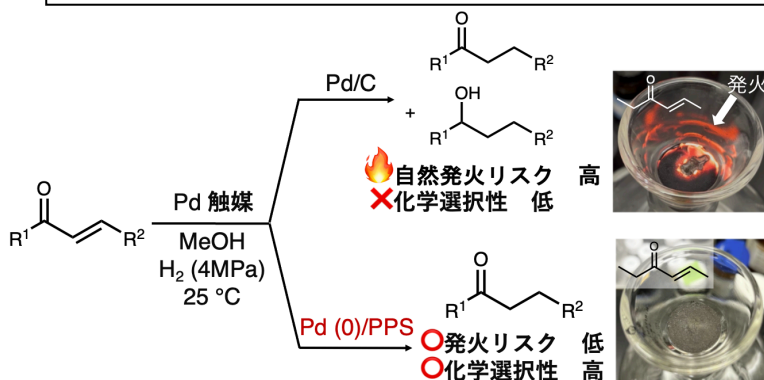
Pd/C は、炭素担体上にパラジウム（Pd）を担持した触媒であり、医薬品、農薬、化成品などの製造プロセスにおける接触水素化に広く利用されています。一方、Pd/C は乾燥状態や水素化反応後に空気中で発熱・発火する危険性があり、使用済み触媒の取り扱いや保管には注意が必要です。そのため、触媒性能だけでなく、使用後の安全性にも配慮した新たな触媒開発が求められています。

九州大学大学院理学研究院の徳永信教授、吉澤明菜助教、大学院理学府修士課程2年の大隅佳起氏、博士課程修了（2026年9月）の鄭雨馨氏、DIC株式会社の茨木拓氏、池田まい氏らの研究グループはPd/Cに用いられている炭素担体に代えて、難燃性、自己消火性、耐薬品性に優れる多孔質ポリフェニレンサルファイド（PPS）ポリマーを担体として用いたパラジウム触媒（Pd/PPS）を開発しました。

開発したPd/PPSは、 α, β -不飽和カルボニル化合物のC=C結合を選択的に水素化するとともに、発火温度が510℃と、従来のPd/C（200℃未満）より大幅に高いことが分かりました。さらに、実際の水素化反応後にPd/Cで発火が生じる条件で評価したところ、Pd/PPSでは発火が観察されませんでした。この結果は、Pd/PPSが水素化反応における触媒性能だけでなく、使用後の安全性も向上させ、より安全な水素化反応の実現につながる可能性を示しています。

本研究成果は、パラジウム触媒の高い反応性を維持しながら、使用後の触媒の安全性にも配慮した触媒設計の新たな選択肢を示すものです。今後、Pd/PPS触媒の適用範囲をさらに広げることで、医薬品や化成品などの製造プロセスにおける、より安全な接触水素化反応の実現につながることを期待されます。

本研究成果は2026年10月28日（水）（現地時間）に英国王立化学会(RSC)の国際学術紙「Catalysis Science & Technology」にオンライン掲載されました。



Pd/PPS を用いた化学選択的水素化（※2）反応と触媒使用後の発火試験による安全性評価

… Pd/PPS 触媒を用いた α, β -不飽和ケトンの化学選択的水素化による飽和ケトンの合成（左）と、水素化反応後に回収した触媒の発火試験（右）。Pd/C では発火が観察された一方、Pd/PPS では発火は観察されなかった。

研究者からひとこと：

Pd/C を用いた水素化反応後の発火事故は、度々報告されています。難燃性・自己消火性を有するPPSを触媒担体として用いることで、こうした事故を減らせるのではないかと考えたことが、本研究の始まりでした。大学や企業での事故を防ぐことも研究者の大切な使命です。今回の成果が、より安全な水素化反応の利用につながれば嬉しく思います。（吉澤明菜）

【研究の背景と経緯】

1 ページ目概要のとおり

【研究の内容と成果】

従来の Pd/C を用いた水素化反応では、Pd の高い反応性により、目的とする二重結合だけでなく、カルボニル基まで水素化されることがあります。この問題を解決するため、これまでも触媒の活性を調整する方法が開発されてきましたが、反応系に窒素や硫黄を含む化合物を添加する方法では、反応後にこれらの添加剤を除去する工程が必要となります。そこで本研究では、ポリマー内に硫黄原子を有する、難燃性・自己消火性を有する PPS そのものを触媒担体として利用することで、触媒の反応性を制御しながら、使用後の安全性も高められるのではないかと考えました。

本研究では、多孔質 PPS に Pd を担持することで、平均粒径 2.88 ± 0.76 nm の Pd ナノ粒子が PPS 上に均一に分散した Pd/PPS を調製しました。開発した触媒を用いて α, β -不飽和ケトンの水素化を行ったところ、C=C 結合を選択的に水素化し、対応する飽和ケトンを高収率で得ることができました。特に、触媒使用量を 0.1 mol% まで低減した条件でも高い選択性が維持され、最大 TON（触媒 1 分子当たりが反応を進めた回数）960 を達成しました。また、大気圧の水素条件でも反応が進行し、96% の収率で目的物が得られました。

さらに、 α, β -不飽和ケトンだけでなく、シンナムアルデヒドや桂皮酸、そのエステル、アミドなどにも適用できることを確認しました（図 1）。一方、触媒は 3 回まで繰り返し使用しても大きな性能低下は見られず、触媒中の Pd の溶出も検出されませんでした。

安全性については、Pd/C と Pd/PPS を特定の条件下で水素化反応に使用した後、触媒をろ過して回収する操作を行いました。その結果、同一条件で試験を繰り返したところ、Pd/C では触媒の回収時に発火が繰り返し観察されたのに対し、Pd/PPS では試験したすべてのケースで発火は観察されませんでした。これらの結果から、PPS を担体として用いることで、化学選択性と使用後の安全性を両立できることを実証しました。

なお、本研究に先立ち、私たち研究グループは 2026 年に Pd/PPS のさらなる基質適用範囲の拡大や、ニトロスチレンの化学選択的水素化、アルキンからアルケンへの半水素化について検討した成果を発表しており、その内容はエルゼビア（Elsevier）の学術誌「Journal of Organometallic Chemistry」に掲載されています。（DOI: [10.1016/j.jorganchem.2026.124286](https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2026.124286)）

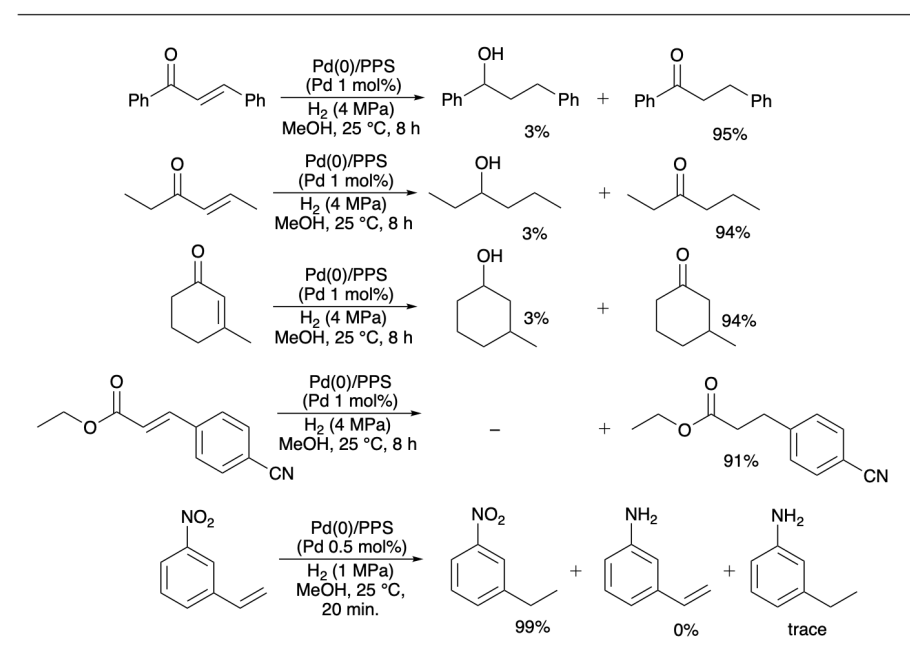


図 1 Pd/PPS を用いた化学選択的水素化反応の一例

【今後の展開】

今後は、Pd/PPS 触媒の実用化に向けて、パラジウムの担持量や担体の構造を最適化するとともに、工業的な製造に適した触媒調製プロセスの確立を目指します。また、より大規模な反応条件における触媒性能や繰り返し使用時の耐久性、安全性を評価し、実際の製造プロセスへの適用可能性を検討します。これらの検討を通じて、Pd/PPS 触媒の実用化への足掛かりを築くことを目指します。

【用語解説】

(※1) ポリフェニレンサルファイド (PPS) ポリマー

・・・自動車部品や電気・電子部品などに利用されている汎用性の高いエンジニアリングプラスチック。

(※2) 化学選択的水素化

・・・分子内に複数の反応する部位がある場合に、その中から特定の部位だけを選んで水素化する反応。

【謝辞】

本研究は、DIC 株式会社との共同研究により実施されました。

【論文情報】

掲載誌：Catalysis Science & Technology

タイトル：A Safer Hydrogenation Strategy Using Poly(p-phenylene sulfide)-Supported Pd Catalysts for the Chemoselective Reduction of α,β -Unsaturated Carbonyl Compounds

著者名：吉澤明菜・大隅佳起・鄭雨馨・沈思テイ・村山美乃・中山晶皓・山本英治・茨木拓・池田まい・古澤高志・岩楯展行・徳永信

D O I : 10.1039/d6cy00847j

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院理学研究院 化学部門 教授 徳永 信（トクナガ マコト）

TEL：092-802-4141

Mail：mtok@chem.kyushu-univ.jp

九州大学 大学院理学研究院 化学部門 助教 吉澤 明菜（ヨシザワ アキナ）

TEL：092-802-4140

Mail：yoshizawa@chem.kyushu-univ.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp