

週刊 エネルギー通信

発行所 エンジニアリングニュース社
 〒167-0051 東京都杉並区荻窪2-33-4
 TEL 080-5581-3119
 編集発行人 塚田 剛
 発行日 隔週金曜日発行
 購読料 年間 70,000円
 半年 37,000円

目次

(原子力)

☆超伝導ミラー装置
 筑波大, 今秋始動 2

☆ガンマ10PDX
 今年度実験開始へ 6

☆LHDホウ素実験
 不純物と乱流抑制 8

☆ウクライナ原発
 IAEA速報(Ⅲ) 10

☆核熱用いる水素製造
 HTTRで実証開始 11

☆乾式キャスクを受注
 三菱, 伊方原発向け 12

☆放射性廃棄物削減
 切削分離工法開発 14

(地熱)

☆葛根田1号機廃止
 東北電, 出力低下 15

(電源・設備)

☆上越火力1号機
 発電運転を開始 17

☆最大2485万kW
 中部電, 今年度電力 18

(国際情勢)

☆ロシアの次目標?
 女子化ニホン列島 20

(イベント)

☆モーターフェスタ
 ファン2万人来場 25

(スポット)

☆スーパー触媒開発
 高速で水素取り出し 27

(スポット)

スーパー触媒開発

高速で水素取出し

東京大学の小林 修教授らは、従来法に比べ最大30倍の反応速度で水素化反応・脱水素化反応が可能な“スーパー触媒”を開発した。芳香環類の水素化反応は、水素の輸送・貯蔵に適用可能な反応であるが、高活性の触媒開発が難しかった。本研究では、不均一系金属ナノ粒子とLewis酸の協調触媒系を用いることで、大幅な反応速度の向上や新しい反応性の発現を発見した。従来法では高温高压といった苛酷な条件を必要とする、複雑で嵩高い置換基を有する芳香化合物の水素化反応にも高い活性・選択性を示した。

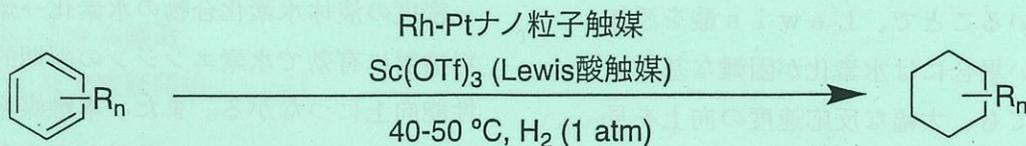
本触媒のもたらすインパクトは、例えば、水素を燃料とする移動体に画期的な飛躍をもたらす可能性がある。多数の高圧水素タンクを搭載し、それでも航続距離に難のあった「水素エンジ

ン車」が1つのボトルに水素化合物(有機ヒドライド)を搭載するだけでガソリン車以上の燃費を示すことも夢ではなく、今後の展開が注目される。

◇背景

ベンゼンなどの芳香環類の水素化反応は、水素貯蔵・輸送に適用可能で、医薬品および生理活性物質などの機能性分子の合成にとっても重要な反応である。しかし、嵩高い置換基を複数有する芳香族化合物や嵩高く電子豊富な芳香族化合物の水素化は困難で、高温高压といった反応条件を必要とし、その効率的な合成法の開拓が課題であった。しかし、嵩高いアニリン誘導体、例えばN,N-ジメチルアニリンの水素化反応は従来法では、20気圧水素、80℃以上といった苛酷な条件を必要とし、温和な条件で機能する、より効率的な触媒系が求められていた。

一方、複数の触媒で別々の基質をそれぞれ活性化する協調触媒系は、相乗的に遷移状態の活性化エネルギーを低



1.25 mol%のLewis酸触媒の添加により、Lewis酸触媒を用いないときに比べ最大30倍の反応速度加速効果が得られた。

図1 Rh-Ptナノ粒子触媒とLewis酸触媒からなる協調触媒系を用いる芳香族化合物の水素化反応

減化できることから、温和な反応条件下、少ない触媒量をもって、高難易度の反応を進行させることが可能で注目を集めている。しかし、このような協調触媒系は主に均一触媒で開発が盛んに行われており、回収、再使用が可能で、一層の省資源、省物質を必要とする不均一系触媒における協調触媒系の開発は未だ発展途上であった。

◇研究成果

本研究では、まずN,N'-ジメチルアニリンやオルトキシレンといった、嵩高い置換基を複数有する芳香族化合物の水素化反応に有効な、協調系触媒の開発を行った。これまで独自に開発してきた、入手容易な有機-無機ハイブリッド担体に担持したロジウム-白金二元ナノ粒子触媒は、トルエンの水素化反応において、常温常圧といった温和な条件下において高い触媒活性を示していたが、嵩高い置換基を複数有する芳香族化合物の水素化反応には高温高圧条件を必要としていた。

そこで、本研究では、不均一系金属ナノ粒子とLewis酸の協調触媒系を用いることで、Lewis酸を添加しない場合には水素化が困難な基質に対しても、大幅な反応速度の向上を見出し、いずれの場合も温度40~50℃、大気圧水素という温和な条件下、高い収率で芳香族化合物の水素化反応が進行することを見出した(図1)。また、オルトキシレンの水素化反応に

おける反応速度論解析の結果、1.25mol%のスカンジウムトリフラートを添加することで、30倍以上の反応加速が観測され、顕著なLewis酸による反応加速効果が確認された。



水素エンジンで参戦(トヨタ)

《今後の展開》

芳香環類またはヘテロ原子を含む芳香環類の水素化反応は、医薬品・化学品などのファインケミカル合成だけでなく、有機ハイドライド法を用いた水素貯蔵・輸送を指向した応用へも活用可能であるため、水素社会への移行を実現する上で重要な反応である。劇的な反応速度の向上は特に、高エネルギー密度の液体水素化合物の水素化→燃料噴射に有効で水素エンジンの画期的性能向上につながる。また、本触媒系を用いることでこれまで苛酷な反応条件を必要とした高難度な基質においても温和な条件下で、高速な水素化反応を実現できたことにより、様々なプロセスへの応用が期待される。