

ギ酸による水素の貯蔵と再生 ～CO₂ 水素化とギ酸脱水素反応～

(筑波大院理¹・産総研²) ○大野 聖海^{1,2}・兼賀 量一²・川波 肇^{1,2}

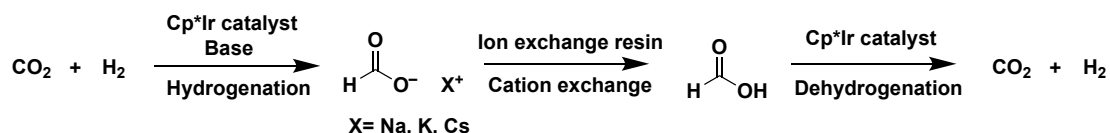
Hydrogen Storage and Regeneration via Formic Acid ~CO₂ hydrogenation and Formic Acid Dehydrogenation~ (¹*Graduate School of Science and Technology, University of Tsukuba*, ²*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*) ○Seo Ono,^{1,2} Ryoichi Kanega,² Hajime Kawanami^{1,2}

Formic acid can store up to 590 L of hydrogen (H₂) per liter, making it a promising hydrogen carrier. However, its use is accompanied by the simultaneous emission of carbon dioxide (CO₂) with H₂, necessitating the utilization of CO₂. The conversion of CO₂ to formic acid has been widely studied under basic conditions, with homogeneous catalysts based on precious metals such as Ir and Ru exhibiting high activity in converting CO₂ to “formate salts”.¹ However, to recover H₂, the formate salts must be further converted into formic acid.

In this study, a developed a straightforward process for extracting formic acid from formate derived from CO₂. Under high-pressure and basic conditions, CO₂ hydrogenation catalyzed by Ir complex generated up to 0.8 M formate. Formic acid was subsequently extracted from the formate using ion-exchange resins, and the regeneration of H₂ from the extracted formic acid was demonstrated using the Ir complex. The overall reaction efficiency exceeded 90.0%, successfully validating the concept of H₂ storage and regeneration via formic acid as a hydrogen carrier.

Keywords : Hydrogen; Formic acid; Carbon dioxide; Iridium complex

ギ酸は1 Lで水素 (H₂)を 590 L 貯蔵可能であるため、水素キャリアとして有用である。しかし、H₂と同時に二酸化炭素 (CO₂)も排出されるため、CO₂の利用が求められる。CO₂のギ酸への変換は、塩基条件下での水素化が多く研究されており、Ir や Ru などの貴金属系均一錯体が高い活性で CO₂ から “ギ酸塩” へと変換する。¹しかし、H₂を得るためには “ギ酸塩” をギ酸に変換する必要がある。そこで、本研究では、ギ酸を CO₂ から得られたギ酸塩を簡便な方法で抽出するプロセスを開発した。高圧・塩基条件下で、Ir 錯体を触媒とした CO₂ 水素化により、最大 0.8 M の高い濃度のギ酸塩を生成し、H₂を貯蔵した。得られたギ酸塩からイオン交換樹脂でギ酸へと変換し、Ir 錯体触媒によりギ酸から H₂を再生する検討を行った。結果、総反応効率は 90.0 % を超え、水素キャリアであるギ酸を介した H₂ の貯蔵と再生の概念実証に成功した。



Scheme 1 CO₂ とギ酸を介した水素の貯蔵と再生プロセス

1) S. Chatterjee *et al.*, *Energy Environ. Sci.*, 2021, **14**, 1194-1246.