

【基盤研究(S)】

大区分D



研究課題名 分子—固体表面の直接相互作用による新しい固体触媒 活性点の設計・構築

とみしげ けいいち
富重 圭一
東北大学・大学院工学研究科・教授

研究課題番号：18H05247 研究者番号：50262051

キーワード：触媒機能、バイオマス、二酸化炭素

【研究の背景・目的】

現在、多くの化学製品が石油から製造されているが、二酸化炭素の排出削減や石油資源の制約を踏まえると、持続可能な社会構築のためにはバイオマスや未利用な二酸化炭素などを活用する技術の開発が求められている。一方で、バイオマスや二酸化炭素の変換により有用な化学品を製造する場合、化学変換の方法が石油化学製品を製造する場合と大きく異なるため、従来技術を適用することが難しく、新たな技術の開発が必要となる。一方で、生成物と触媒の分離や触媒の再使用の観点で、固体触媒プロセスが有望である。また、現在多ステップを必要とするプロセスを1段で進行させる固体触媒プロセスを開発できれば、二酸化炭素の排出削減への寄与が期待できる。そのため、本研究では、バイオマスや二酸化炭素の効率的な変換のための固体触媒の開発を目的とし、触媒開発のキーとなる触媒活性点の設計法の確立を目指す。

【研究の方法】

本研究では、固体表面と分子・クラスターという2つの成分を直接結合させ、それらのシナジーで、それぞれが持つ性能よりも飛躍的に高い性能を持った触媒活性点を作り出すことを目指す。固体触媒の調製方法の一般的な例の一つは、分子触媒をリンカーで固体表面につなぐというものである(図1(a))。この場合、分離は容易になるが、性能は分子触媒と同等以下のままである。これに対して本研究では、固体表面に直接相互させることにより、分子触媒と比較して飛躍的に高い性能を示す表面種へと構造変化させることを狙う(図1(b))。

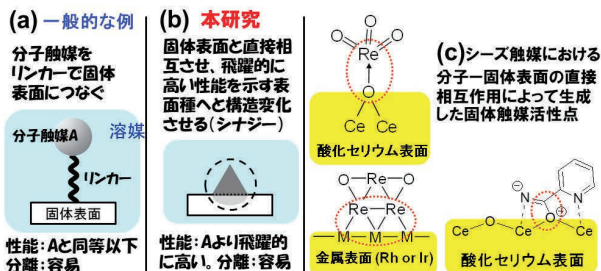


図1. 固体触媒の調製方法(a), (b)および分子—固体表面の直接相互作用を活用したシーズ触媒(c)

シナジーを発現する成分の組み合わせは特異的で、それを見いだすためには絨毯爆撃的探索が必要と考

えられている。これに対して、本研究では、研究代表者らが見いだしてきたシーズとなる触媒を詳細解析し、それらの知見に基づき、実用的(安価、元素戦略)な触媒の開発へ活用する。触媒構造や反応機構の詳細解析には、触媒反応条件下での解析が重要であるため、他の手法と合わせて、シンクロトロン放射光準大気圧X線光電子分光法および計算化学を用いて、相互作用した表面種の挙動を解析する。

【期待される成果と意義】

シーズ触媒としては、脱酸素脱水反応に有効な酸化セリウム上の単核酸化レニウム種、炭素—酸素結合水素化分解に有効なロジウムまたはイリジウム金属表面上酸化レニウムクラスター、二酸化炭素とアルコールからの有機カーボネート合成に有効な酸化セリウム+2-シアノピリジン触媒系などが挙げられる(図1(c))。これらの触媒系はバイオマスや二酸化炭素からの有用化学品合成に対して非常に高い性能を示すが、レニウム、ロジウム、イリジウムなどの貴金属や2-シアノピリジンなど複雑な分子が用いられており、より安価で豊富に存在する元素や単純な分子を用いた触媒が求められる。一方で、活性点を構成する元素が変更されると、それに伴って組み合わせる成分についても検討が必要になるが、シーズ触媒の詳細解析の結果を踏まえ、その探索を効率化させる。安価な触媒が開発できれば、バイオマスや二酸化炭素から化学品を合成するプロセスの実用化につながるものと期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Transformation of Sugars to Chiral Polyols over a Heterogeneous Catalyst, M. Tamura, K. Tomishige, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 57, 8058-8062 (2018)
- Self-Assembled Hybrid Metal Oxide Base Catalysts Prepared by Simply Mixing with Organic Modifiers, M. Tamura, K. Tomishige, et al., *Nature Commun.*, 6, 8580 (2015)

【研究期間と研究経費】

平成30年度—34年度
146,900千円

【ホームページ等】

<http://www.che.tohoku.ac.jp/~erec/tomi@erec.che.tohoku.ac.jp>