

## バイオマス資源の多様化に向けた担持合金触媒の研究

東京都立大学大学院 都市環境科学研究科  
環境応用化学域 博士後期課程3年  
野本賢俊

### 1. はじめに

私は東京都立大学の宍戸哲也教授の下で、2019年4月の学部4年生から現在の博士後期課程3年まで、担持金属触媒ならびに担持合金触媒を用いた触媒化学について研究しています。加えて、2020年4月から現在まで、文部科学省卓越大学院プログラム「早稲田大学パワー・エネルギー・プロフェッショナル育成プログラム」に在籍し、自身の専門分野に加えて電力工学系や人文社会学系について学んでいます。この度は本稿を執筆する機会をいただきましたので、これまでの研究活動について記載させていただきます。

### 2. これまでの研究活動

私は、バイオマス資源の多様化に向けたメタノール改質反応の新規高機能触媒について研究しています。カーボンニュートラルの観点から、非可食性を含めた全てのバイオマス資源から製造できるメタノール(バイオメタノール)の利用が望まれています<sup>(1)</sup>。しかし、バイオメタノールには不純物が含まれており、これを取り除くためにはエネルギー多消費かつ多段階の精製処理が必要です。メタノールと分離が特に困難な低級アルコールを含むメタノールを直接利用する手法を確立できれば、省エネルギー化できるため、バイオマス利用資源の多様化に貢献できると考えました。

メタノール改質反応は、工業的な化成品や燃料の製造ならびに燃料電池への水素供給に利用される重要な反応です。しかし、反応系における低級アルコールの存在がメタノール改質に与える影響に関しては、これまでに検討例がほとんどなく、その詳細は不明でした。かかる状況下、私は博士前期課程において汎用的な改質触媒であるCZA(Cu/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)触媒によるメタノールの改質反応を検討していたところ、メタノールに微量に含まれる低級アルコールが触媒の活性および耐久性を低下させることを見出しました。そして、この触媒

の耐久性が低下するメカニズムについてさらに詳細に調べた結果、低級アルコール由来の炭素種の触媒表面への蓄積が原因であることを明らかにしました。

そこで、不純物存在下でも機能する新規触媒の開発を目指し研究を行いました。高いC-C結合解離能を有するとされる金属種をCZA触媒に対して添加することで、炭素種の析出を抑制できると着想しました。検討の結果、CZAにRuやRhを添加することで炭素種の析出が抑制され、触媒性能の耐久性が改善されることを見出しました。一方で、PdやPtを添加した場合は、炭素種が析出し、耐久性は改善されませんでした。このように、C-C結合解離能を有するとされる金属種であっても、CZAとの組み合わせによっては耐久性の向上に寄与し得ないものがあることを明らかにしました。

添加金属の効果を調べるために、放射光施設SPring-8でのX線吸収分光分析などを通じ、種々の構造解析を行いました。その結果、優れた耐久性を示した触媒においては、添加金属が触媒表面に局在し、且つCuと合金構造を形成していることが分かりました。ところで、Cu-PdとCu-Ptはランダム固溶合金を形成する一方で、Cu-RuとCu-Rhは形成しにくいと報告されています<sup>(2)</sup>。したがって、Cuと固溶しない金属種がCuナノ粒子表面に存在し、それが迅速に低級アルコールを分解した結果、炭素種の析出が抑制されたと考えられます。これらの研究成果は、カーボンニュートラル社会実現に向けてバイオメタノールの高度利用に必要な触媒の機能の劣化抑制に寄与し得るものと考えています。

### 3. おわりに

これまで私は、構造解析が比較的難しい“合金ナノ粒子”に着目して研究してきました。その過程で外部施設での実験や国際会議(図1)等での発表・議論を含めた数多くの貴重な

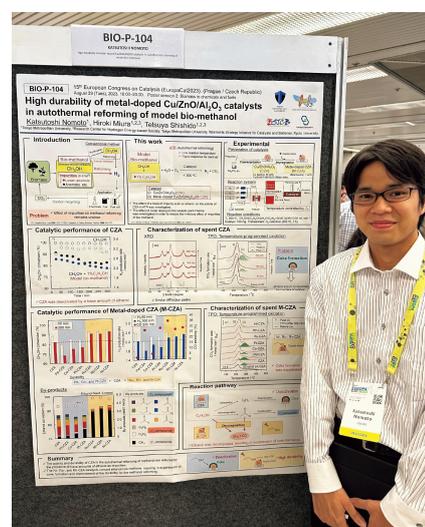


図1 国際会議(15th European Congress on Catalysis (EuropaCat2023), チェコ)に参加した筆者。(オンラインカラー)

経験を積み重ねたことで上述の研究成果を上げるに至りました。これらの経験を活かして、脱炭素社会の実現に貢献できるような研究者となれるように今後も精進していく所存です。

最後になりますが、東京都立大学の宍戸哲也教授ならびに三浦大樹准教授には終始ご指導いただき、数々の有益な御助言を賜りました。早稲田大学パワー・エネルギー・プロフェッショナルでは、早稲田大学の関根泰教授をはじめとした多くの先生方に、実用化に必要な俯瞰的かつ貴重な知見を御教授いただきました。また、東京科学大学の石川理史准教授に加え、日本金属学会の編集委員の方々には本稿の執筆という

貴重な機会をいただきました。これまでお世話になった多くの方々に、この場をお借りして心より御礼申し上げます。

## 文 献

- (1) P. Gautam, Neha, S. N. Upadhyay and S. K. Dubey: *Fuel*, **273** (2020), 117783–117794.
- (2) R. Fukuda, N. Takagi, S. Sakaki and M. Ehara: *J. Phys. Chem. C*, **121** (2017), 300–307.  
(2024年10月23日受理) [doi:10.2320/materia.63.858]  
(連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

