

“組み合わせ”で切り開く イオン液体の可能性

PROFILE

2007年、山梨大学大学院医学工学総合教育部機能材料システム工学専攻で博士（工学）を取得。その後、横浜国立大学で産学連携研究員、特任教員（研究教員）を経て2015年より現職。専門はイオン液体、イオン伝導性高分子、及び、電気化学。

非常にユニークな特性を示すイオン液体は、過去、四半世紀にわたり、多くの基礎研究や応用研究が行われてきました。これまで様々な研究テーマに携わってきた経験を武器に、イオン液体を用いた新しい触媒反応プロセス開発に取り組んでいます。



イオン液体

食塩（塩化ナトリウム）と同じ“塩”の一種なのに室温付近に融点を持ち、液体状態を示す不思議な液体。それがイオン液体です。塩ですから、陽イオン（カチオン）と陰イオン（アニオン）からなり、強いクーロン相互作用のためにほとんど蒸気圧を示しません。また、塩と言えば電解質ですが、イオン液体は自己解離性を示すので他に溶媒を加えなくてもイオン伝導性を示します。イオン液体は水、有機溶媒に続く第3の液体と呼ばれ、これまでに様々な分野への応用が検討されてきました。

2007年、横浜国大の渡邊正義教授の研究室でポストドクをしていた私は、スルホン化ポリイミドと呼ばれる、エンジニアリングプラスチックにイオン液体類似構造を導入した高分子をマトリックスポリマーとして用いることにより、イオン液体を含む強靱な薄膜が作製できることを世界で初めて発見しました。このイオン液体薄膜はこれまで知られてきたものよりも10倍薄く、10倍強靱で、且つ、高いイオン伝導性も備えており、無加湿型燃料電池や電場駆動型ソフトアクチュエーター、CO₂分離膜といった様々な研究に繋がりました。

触媒研究への挑戦

このNRPコースで挑戦しているのは、触媒分野へのイオン液体の応用です。触媒というのは反応の活性エネルギーを下げる働きをし、現代の化学工業プロセスには欠かせないものです。触媒には大きく分けて均一系触媒と不均一系触媒が

あり、均一系触媒は溶媒に溶解して働き、反応性が高く、目的に合わせた分子設計がしやすいという特長があります。一方、不均一系触媒は固体状態で使用する触媒であり、反応後の目的物との分離が容易で、フローシステムへの組み込みが可能であるなど、化学工業プラントに向く触媒という事が言えます。

揮発をしない液体であるイオン液体は、シリカ微粒子などの固体表面に薄く安定な液体層を形成することができます。そこに均一系触媒を溶解することにより、マクロな視点では固体粉末だけでも、ミクロの視点では液層に触媒分子が溶解しているという触媒（SILP触媒：Supported Ionic Liquid Phase Catalyst）が出来上がります。すなわち、均一系触媒と不均一系触媒の特長を両立した触媒が得られるのです。現在はCO₂を出発原料とする新しい化学工業プロセスにこの技術を応用しようとしています。

つないで新しいものを作り出す。

私は学生時代から数えて6つの異なる研究室に所属をし、さまざまな研究テーマに携わってきました。イオン液体の研究を始める以前にも、燃料電池用高分子電解質膜、遷移金属錯体の磁性評価、オレフィンメタセシス反応、有機トランジスタ等いろいろな研究をしてきました。一見全く異なる研究テーマに携わるなか、自身の中では“いろいろなものを組み合わせる新しいものを作る”という研究コンセプトが確立しつつあります。例えば前出のイオン液体複合膜に用いたスルホン化ポリイミドは、それ以前に研究をしていた燃料電池用高分子電解質に着想を得たものです。現在取り組んでいる触媒研究においても、高分子やイオン液体の特殊性と組み合わせる新しいプロセスを考案中です。



図 SILP触媒の外観(左)。一見粉末のようだが、ミクロの世界では均一系触媒がイオン液体層に溶解している(右)