

ディビジョン番号	6
ディビジョン名	有機化学

大項目	11. 新合成手法
中項目	11-2. 反応場
小項目	11-2-3. イオン液体

概要（200字以内）

イオン液体はイオン対で構成される「塩のみからなる液体」であり、塩であるために、不揮発性、不燃性、高極性を示す。また構成するイオンの組み合わせで、無機物や有機物に対してユニークな溶解特性を示す。このため、有機合成反応、無機化学反応、さらには生体触媒反応の新しい反応場や分離抽出用溶媒となる機能性溶媒として注目を集めている。また、新しい機能性材料としても幅広い用途が期待されている。



イオン液体の四つの特徴

現状と最前線

室温で液体になる塩の存在そのものは古くから知られていたが、1992年にWilkesらが室温・空気中で安定、しかも水と反応しない安定なイミダゾリウム塩を発明し、2000年頃から一挙に注目を浴びるようになった。現在では、毎日3報以上の論文が世界のどこかの科学誌に掲載されるほど盛んに研究が行われている。

イオン液体はカチオン部とアニオン部の組み合わせにより無数に存在し、組み合わせ次第で性質が大きく変化するためデザイナー流体と言われる。また、特定の金属塩をよく溶解するが、シクロヘキサンやエーテルなどの有機溶媒には溶解せず、また水にも溶けない場合がある。この性質を利用すれば触媒を反応媒体に溶かしたまま「固定化」して再使用が可能となる。抽出段階でたとえ有機溶媒を使用しても、基本反応がイオン液体中で実現できれば、有機溶媒の使用量は限定されるし、発熱反応であっても安全な反応系を組むことができる。図1はイオン液体の反応媒体としての有用性を一挙に知らしめたSeddonらのHeck反応システムである。

さらに面白いのは、イオン液体溶媒中で酵素反応も進行することである。酵素反応は水媒体、高濃度の塩中で失活するというのが生物学の常識であったが、「塩そのもの」であるイオン液体中で酵素反応が進行し、図1と同様の酵素リサイクル使用反応が実現する。

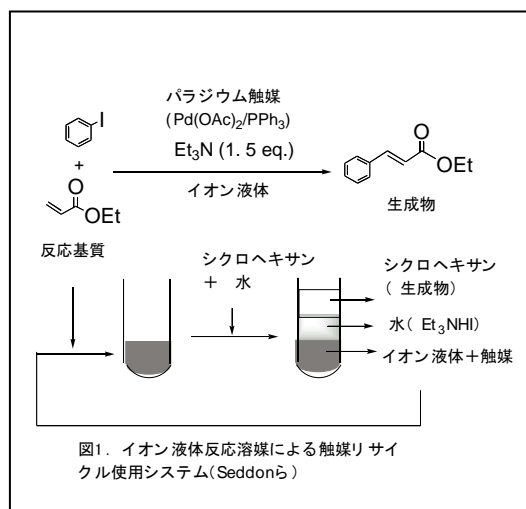


図1. イオン液体反応溶媒による触媒リサイクル使用システム(Seddonら)

組み合わせるイオン対を適切に選択すると、室温で放置しても、酵素はイオン液体中で数ヶ月以上安定に活性を保持することもわかっており、これも大きな利点の一つである。

化学反応の反応場として気相も可能であるが、精密に分子を変換していこうとすると、やはり溶液反応が有利であり、反応の成否が溶媒の選択にかかることは合成化学者であれば誰もが体験していることであろう。イオン液体と分子性溶媒、超臨界流体を組み合わせることも可能であり、合成反応の要となる反応場の設計に新しい発想が提供されたことになる。次に、イオン液体の特徴を列記する。未解決な課題は【 】に示した。

- ①蒸気圧がほとんどない（大氣中に拡散して汚染する心配がない【蒸留精製ができないため精製困難】
- ②液体として存在する温度範囲が広く熱的に安定【安定範囲の確定】
- ③無数の溶媒をデザインできる【デザイン指針が未解明】
- ④各種の有機・無機物を選択的に溶解する【溶解特性の起源が未解明】。
- ⑤特に重大な急性毒性が認められていない【残留毒性やイオン種による生理活性の把握】

イオン液体は化学工学的な観点から大きな期待が寄せられ研究が先行したが、その技術を確認するためには、基礎的なサイエンスの立場からの研究が不可欠な分野である。

さらに、図2に示したようにイオン液体は極めて幅広い分野で活用が期待され、各分野のブレークスルーにつながる成果が期待できることも特筆できる。実用化までに克服すべき課題はあるものの、イオン液体新しいサイエンスが生まれる可能性は大きいと思われる。

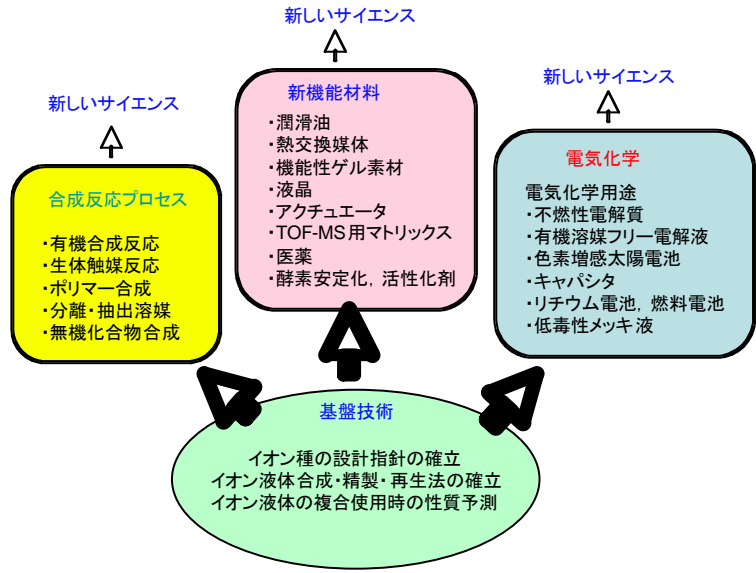


図2.イオン液体が活躍可能な分野

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題  
イオン液体の精製方法とイオン液体の再生方法の確立
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
イオン液体のデザイン指針の確立、イオン液体の複合使用を可能とする基盤技術の確立

キーワード

イオン・デザイナー流体・再生利用・特異な溶解特性・不揮発性溶媒

(執筆者：伊藤 敏幸)