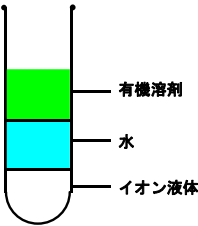
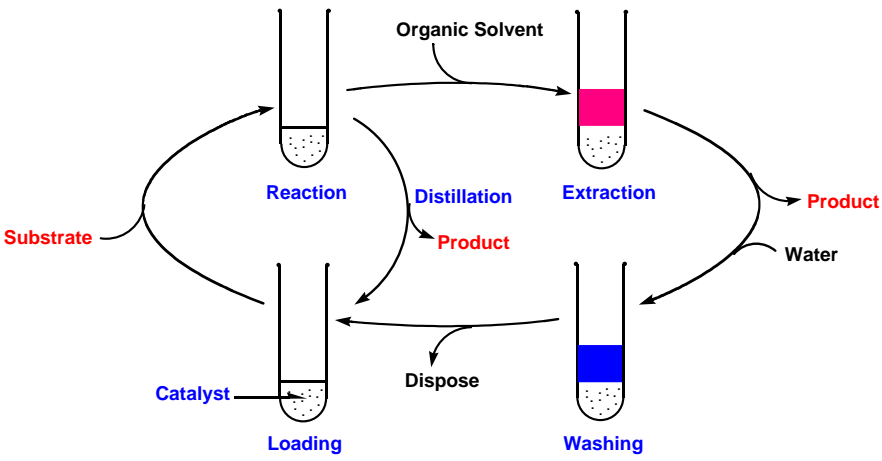


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	2. グリーンケミストリー
中項目	2-2. 反応媒体
小項目	2-2-4. イオン性液体

概要	
<p>非対称構造を持つ4級アンモニウムカチオンからなるイオン性液体は、不揮発性、不燃性、非脂溶性、非水溶性、広い温度適用性、高極性などの特徴的な性質を持つ。そのため環境に漏洩しない反応媒体として循環再使用する事が出来る。すでに生物化学的な方法を含め、非常に多くの有機合成反応に利用されている。また触媒の液相担体としても注目を集めている。素反応への適用が一段落した現在、プロセス合成への展開が今後の課題となろう。</p>	
現状と最前線	
<p>イオン性液体は、非対称構造と非局在化した電子構造をもつアンモニウムカチオンと、主として疎水性でソフトなカウンターアニオンから成る4級アンモニウム塩である。イオン性物質であるため熱的に安定で蒸気圧は小さく高極性で非脂溶性である。一方、イオン性物質であるにもかかわらず有機物質であるため非水溶性である。このように独特な性質のため、化学反応の反応場として、また新しい電解質として、各方面から大きな注目を浴びている。適切に管理された条件下では、環境に漏洩させる事無くイオン性液体の循環再使用が可能である。そのため反応場としての使い方に焦点が当てられ、イオン性液体の科学をこれまでリードしてきた。物質生産に関わる有機溶剤の使用量が全世界で500万トンを超えるとされる現在、これらをイオン性液体で置き換える事が出来ればVOCなど有機溶剤に関する諸問題の解決につながる。</p>	
<p>再使用によるコスト的な削減効果も大きい。イオン性液体を反応装置として考えると、初期投資のみで済むからである。</p> <p>このような期待感から、安定なイミダゾール系カチオンを主体とするイオン性液体の出現に伴い、極めて多くの有機素反応がイオン性液体中で実践されてきた。</p>	

当初はイオン性液体のリサイクル性に注目した研究例が多く見られた。イオン性液体中での反応後、その不揮発性を利用して反応容器から生成物のみを蒸留により直接単離する。また、その非脂溶性を利用して有機溶剤で生成物を抽出する。副成した無機塩などはイオン性液体の非水溶性を利用し水洗いにより除き、イオン性液体をリサイクル使用出来る。

イオン性液体はデザイナー型液体であり、それ自身に機能を持たせた機能性イオン性液体の開発も盛んである。また、イオン性液体中で原料と反応試薬とを当量用いる量論的な反応はもちろんの事、近年では触媒反応にも利用例が多い。イオン性液体の独特な性質からイオン性液体のリサイクル使用とあわせて触媒のリサイクル使用も考案されている。さらに、反応媒体としてのみならず触媒の液相担体としても用いられている。反応後に触媒の混じったイオン性液体から生成物を単離しその後触媒およびイオン性液体をリサイクル使用するに当たり、蒸留に対し熱的に安定な触媒、あるいは有機溶剤で抽出されない触媒が目的に適っている。現在、触媒がイオン性液体に溶解する均一系触媒反応の報告例が非常に多いが、固体触媒との併用も行われるようになりつつある。イオン性液体中での酵素機能の発現も調べられ、通常溶媒に比べ酵素の活性および安定性増強効果が認められている。

その他の新しい使い方としては、不揮発性を利用して石油などの抽出溶剤あるいは真空中での潤滑剤、熱安定性を利用して廃棄ポリマーのマテリアルリサイクル、抗菌作用など生理活性物質への展開、イオン性を利用した電解反応、機能性高分子合成、など多様な使われ方をしていく。使用する側の想像力の問題により、さらに多くの可能性を引き出す事の出来る溶媒と言える。なお、電解質としての研究には膨大な蓄積があるが、これは本稿の範囲ではない。

現在のところ、イオン性液体は実験室スケールで用いられている例が多い。イオン性液体を実際のパイロットスケールで運用しているのは BASF 社など数例に限られている。その熱的な安全性は大量使用を行う際保安上有利となる。その意味で、産業的にはこれからの反応媒体であると言える。

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

イオン性液体合成には無限に近い組み合わせが考えられる。より環境に対応しより特徴的な機能と性質を持つイオン性液体の開発が望まれる。また、イオン性液体は依然として高価である。プロセススケールから大量合成用の反応媒体として一般的になるためには、需要の拡大と製造コストの低減が望まれる。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

イオン性液体は非常に多くの可能性を秘めており、産業戦略上重要な物質となろう。諸外国では国家プロジェクトとして取り組みを開始しつつあると聞く。我が国でもそのようなプロジェクトの早急な発足が望ましい。

キーワード

イオン性液体・循環型反応媒体・液相触媒担体・環境対応型反応媒体・反応場

(執筆者：萩原 久大)