


ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	4. 電気化学計測／電気化学反応
中項目	4-2. 電気化学反応
小項目	4-2-5. 溶融塩

<p>概要（200字以内）</p> <p>1990年代よりイオン液体とよばれる一連の低融点溶融塩が登場し、現在の溶融塩研究の大きな分野を占めるに至っている。イオン導電性、不揮発性、不燃性などの性質を有し、大型リチウム電池用の安全性の高い電解質、色素増感型太陽電池の不揮発性電解質、中温作動形燃料電池用電解質など、新しい電気化学デバイス用電解質としての応用の他、LIGA プロセスなど、低温の電析が必要とされる電解プロセスへの応用などが期待されている。</p>	 <p>期待される応用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>リチウム電池</li> <li>色素増感太陽電池</li> <li>電気二重層キャパシタ</li> <li>燃料電池</li> </ul>
<p>現状と最前線</p>	
<p>1990年代よりイオン液体とよばれる一連の低融点溶融塩が登場し、現在の溶融塩研究の中で大きな分野を占めるに至っている。それまでも低融点のイオン液体は存在したが、1992年の空气中で安定なイオン液体1-エチルー3-メチルイミダゾリウムテトラフルオロボレートの発明に端を発し、1-エチルー3-メチルイミダゾリウムビストリフルオロメチルスルフォニルアミドなどの疎水性イオン液体の登場などを機に、爆発的に研究人口が増えて、今日に至っている。イオン液体は、イオンのみからなる液体状態にあるイオン性物質であり、もともと温度に関する定義はなかったが、今日は特に融点が100℃以下のものをさす場合が多い。融点が低いと有機塩であるものがその大半であるが、中にはプロトンのカチオンとするなど、「塩」以外のイオン液体も登場してきている。カチオンとしてはイミダゾリウム、ピロリジニウム、フォスフォニウム、スルフォニウムなどのオニウムイオンが多く使われ、アニオンはテトラフルオロボレート、ヘキサフルオロフォスフェートなどの無機アニオンやビストリフルオロメチルスルフォニルアミドをはじめとするいわゆるイミドアニオンなど、多くの有機アニオンが用いられる。カチオンとアニオンの組み合わせ、カチオン上のアルキル側鎖の長さを変えたり官能基を導入することにより、きわめて数多くのイオン液体が今日まで合成されている。イオン導電性を有し、不揮発性、不燃性などの性質を有することから、有機合成の分野では発がん性などのあるこれまでの揮発性有機溶剤にかわって、繰り返し使用可能な環境負荷の低い反応溶媒としての利用の可能性が数多く検討されている。</p>	

電気化学の分野では、大型リチウム電池や電気二重層キャパシタ用の安全性の高い電解質、色素増感型太陽電池の不揮発性電解質、中温作動形燃料電池用電解質など、新しい電気化学デバイス用電解質としての応用の他、LIGA プロセスなど、低温の電析が必要とされる電解プロセスへの応用などが期待されている。最近は特に新たな用途開発の研究も盛んで、触媒、帯電防止剤、潤滑剤、電子顕微鏡用増感剤、爆薬、イオンエンジン用プロペラントなど枚挙に暇がない。重合性をもたせる、カチオンとアニオンを結合させたツビッター型にする、自己組織化能をもたせるなど、特定の応用を目的とした機能を付与したイオン液体の開発も進められている。

イオン液体は他の有機物質と同程度の温度で熱分解するため、無機溶融塩のような昇温による低粘性化には限界がある。低融点であるため低温で使用できるのが利点であるが、一方融点よりあまり高くない温度領域で使用せざるを得ないという面もあり、液体温度領域の広い範囲で粘性率や導電率の温度依存性がアーレニウス関係を示さない場合が多い。現在は有機溶媒を用いた電解質に比べるとかなり粘性の高い液体電解質としての使用を余技なくされている。現在より1桁低い粘性率、1桁高い導電率を有するイオン液体の開発が強く望まれる。特にリチウム電池用としてリチウムカチオンを導入するとカチオン-アニオン間の強い相互作用のため、粘性率が増して導電率が低下することが知られており、出力向上のためには解決されなければならない課題である。

イオン液体の合成は目的とするカチオンを含む塩とアニオンを含む塩とのイオン交換反応によることが多く、この反応自体は比較的簡単な場合が多いが、生成するイオン液体が不揮発性で蒸留できないため、生成物中に含まれる副生塩の完全な除去が難しい。こうした合成の際の副生成物、また水分の混入はイオン液体の物性を大きく変化させる。従って水洗後加熱脱水などが可能な疎水性イオン液体以外では液体の高純度化の手法も大きな課題である。

#### 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

現在より1桁低い粘性率、1桁高い導電性のイオン液体の開発が望まれる。またリチウム電池用電解質としての応用のためには還元側に電気化学窓がもっと広いイオン液体の開発が不可欠である。

##### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

現在のイオン液体に使用されるイミダゾリウム、ピロリジニウムなどのカチオン、あるいはイミドアニオンなどは製造コストが高く、イオン液体の価格はまだまだ高いのが現状である。イオン液体を利用したデバイスやプロセスが実用化され、用途が拡大することが望まれ、これによりイオン液体の価格が大幅に低減されることが、さらに新しい用途を生み出すことにつながると思われる。

#### キーワード

イオン液体、室温イオン液体、溶融塩、室温溶融塩、電解質

(執筆者： 萩原理加 )