

## 二次電池用電解液 イオン液体 エレクトセル® ILシリーズ



低融点で最高レベルの低粘度・高イオン伝導性を示すビス(フルオロスルホニル)イミド(FSI)をアニオンに有する新規イオン液体。

—イオン液体を開発することになったきっかけを教えてください。

北尾 リチウムイオン二次電池(LiB)は一般的に電解質として六フッ化リン酸リチウム(LiPF<sub>6</sub>)が用いられ、また電解液としてカーボネート系などの有機溶媒が使用されています。しかし、有機溶媒には発火のリスクがあることから、その安全対策が求められてきました。これまでにメーカー各社が電池構造を燃え広がらない設計にする、あるいは難燃剤を添加するなどさまざまな対策を講じてきました。このような中、90年代に全固体電池の開発で協同したこともある海外の研究機関からFSIをアニオンに有するイオン液体(FSIイオン液体)の製造販売ライセンスを取得していた当社は、イオン液体の特長を生かせる電池の電解液で安全性向上にアプローチすることにしました。

—FSIアニオンのイオン液体にはどのような特長がありますか。

村上 イオン液体とは、一般的に100℃以下でも液体

状態を示すイオン対化合物です。つまり、イオン液体は、液体のまま、固体の塩がもつ全ての特長、たとえば高イオン伝導性、高分解電圧、不揮発性、蒸気圧がほぼゼロ、比熱容量が大きい、難燃性などを有しています。しかも、当社がライセンスを保有しているFSIイオン液体はイオン液体の中でも最高レベルの低粘度と高イオン伝導性を示します。その上、当社は界面活性剤メーカーとして、四級オニウム塩カチオンの原料や製造技術を保有していることから、カチオン種を変更することによりさまざまな構造設計や機能制御が可能となります。

こうしたことを踏まえ、2002年頃から、カチオン種の構造スクリーニングに着手し、FSIイオン液体の開発を進めていました。FSIアニオンはLiBの電解液として有機溶媒から置き換えた際、電池として作動するための良い構造であることが関西大学の石川先生らとの共同研究により明らかになりました。一般的なビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド(TFSI)アニオンのイオン液体では添加剤なしでは電池特性が安定せず、使用できる条件も限定的です。しかし、FSIイオン

液体では添加剤なしで電池が作動し、有機溶媒系と同等の特性を発現することが確認できました。とくにFSIイオン液体の中でも、二次電池用電解液として性能の高いエレクトセルILシリーズを開発しました。

—エレクトセルILシリーズの開発状況をお話してください。

北尾 実は、エレクトセルILシリーズの開発を進める中、イオン液体の用途展開の1つとして、すでに市場が確立している液晶ディスプレイなどに用いられる帯電防止材料としてエレクトセルASシリーズを市場導入し製品化しています。一方、今のところ、エレクトセルILシリーズは、イオン液体電池の市場の形成に向けて開発中です。

2015年にエレクトセルILシリーズを使用したイオン液体電池が実験的に人工衛星「ほどよし3号」に搭載され、宇宙の超高真空下において長時間の充放電試験で良好な成績を示しました。これをきっかけにイオン液体電池に注目が集まり、市場の目ができました。LiBの電解液を代替するというだけではなく、LiBが使いたくても使えない、使っても十分に発揮できない、あるいはイオン液体電池でなければ使えない特殊でニッチな用途に向けて検討してきました。例えば自動車や人工衛星、潜水艦など、高温、高真空、高電圧な環境での使用、消防法上の非危険物仕様での対応などへの提案を行いながら新規市場を作り上げ、そこへの導入を目指しています。

—イオン液体電池の新規市場開拓や導入を目指中で工夫されていることはありますか。

村上 FSIイオン液体は、アカデミックにはすこぶ興味深い点を理解していただいています。しかし実際に使用するお客様へは、物性の話をするなど材料目線での紹介に始終してきたため、イオン液体を使うメリット(利点)をうまく伝えることができていませんでした。お客様にしてみれば、発火対策も電池構造そのものの設計変更などで対応できるLiBがあるわけですから、イオン液体電池に替える理由がないといったところなのでしょう。そこで、お客様と同じ立ち位置、同じ目線になり、イオン液体の特長が発揮できる高温、高真空、高電圧など特殊な条件下での電池の性能や安全性についてのデータを1つずつ積み上げていき、お客様に必要なデータをすぐに示せるように心がけています。

—これからの姿勢と意気込みをお聞かせください。

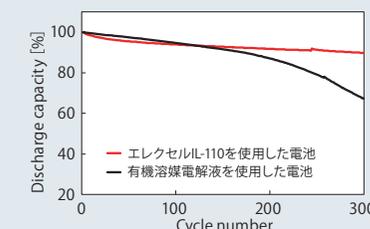
村上 イオン液体電池の市場を作り上げるために、これからもエレクトセルILシリーズを用いたイオン液体電池の特長をアピールできるようなデータの取得を継続

していくとともに、製造工程を見直すなどして、コストの低減にも注力していきます。

北尾 FSIイオン液体の開発の歴史は、二次電池用電解液としての用途を目指したことから始まっているので、イオン液体電池の市場を作り上げて、エレクトセルILシリーズを世の中で使われることが一義的な目標です。それとともに、常にアンテナを張り巡らせて、どこかに新たなマーケットがないかを探し続け、FSIイオン液体を含め、当社のイオン液体を新用途、例えば、新規溶媒、潤滑油など、としても展開していきたいです。

### エレクトセル® ILシリーズ

■電池性能例(IL-110/LNCM正極-黒鉛系負極)



Charge: 1C CC-CV 4.5V 2.5h cut off / Discharge: 1C CC 2.7V cut off

■各イオン液体の物理特性

カチオン構造	EMIm: 1-エチル-3-メチルイミダゾリウム			MPPy: 1-メチル-1-プロピルピロジニウム	
	FSI (IL-110)	TFSI	BF <sub>4</sub>	FSI (IL-120)	TFSI
アニオン構造					
粘度* [mPa·s]	17.0	30.2	43.2	39.3	55.4
イオン伝導度* [mS/cm]	16.5	8.4	14.5	8.3	3.8

\*25℃での測定値



北尾 真大 きたお まさひろ

樹脂材料営業部  
電子情報材料グループ長  
03-3275-0563  
m-kitao@dks-web.co.jp



村上 賢志 むらかみ さとし

樹脂材料開発研究部  
電子情報材料グループ 専門課長