

特許から見た電池分野の研究開発と将来展望

先進科学・イノベーション研究センター 教授 安部 浩司



1. はじめに

今年4月、宇部興産(株)から現職となりました。本稿では企業時代の研究立ち上げの一端の特許も交えながらお話ししたいと思います。

1996年たった5人のプロジェクトに用意されたのは、実験台も分析装置もトイレもない、コンクリむき出しの床に流しがあるだけの粗末な離れの小屋でした。企業の研究開発のほとんどは既存事業のためにあって、新規案件に対しては「これはいける！」となるまで、なかなか「人・モノ・金」を投入しないので、新規案件を立ち上げることは容易なことではありません。

2. 高純度化

リチウムイオン二次電池(LIB)用の電解液は、エチレンカーボネート(EC)、プロピレンカーボネート(PC)等の環状カーボネートと、ジメチルカーボネート(DMC)、ジエチルカーボネート(DEC)等の鎖状カーボネートの非水混合溶媒に、六フッ化リン酸リチウム(LiPF₆)等を1モル/リットル程度溶かしたのですが、当時の電解液が紅茶色のものしかないと疑問を持ちました。翌1997年、着色メカニズムを突き止め、無色透明の高純度電解液の出願をしました。

1年後、ある大手企業から「Challenge in manufacturing electrolyte solutions for lithium and lithium ion batteries quality control and minimizing contamination level」

という「全く同じ内容」が論文発表された時は驚きましたが、若い私にとっては自信になりました。その後、その企業の特許は我々より後だったため、事業化を断念したと知りました。このように企業は、特許の独占権という障壁を作って事業を行ったり、発明者には貢献に応じて褒賞金のインセンティブがあるので、論文よりも特許に重きが置かれます。極端に言えば、10対0で特許を大事にするので、大学とは正反対です。

3. 高性能化

ある時、病院で見た点滴液に病状に合わせて少量の薬を入れているのが目に留まりました。「こういうやり方をLIBの電解液でも出来ないか?」。

1996年頃の学会は、正極・負極が花形で、電解液の発表は最終日の最後に少しだけありました。当時、電極界面の固体電解質層(SEI: Solid Electrolyte Interphase)は「やむを得ずできる被膜」とされていることに疑問を持ちました。何故なら、それまで3年間、DMC固体触媒プロジェクトで表面改質をやっていたので、「電解液中の添加剤を負極界面で“故意”に分解させれば、人工的なSEI被膜が作れるはず」と思ったからです。30歳そこそこの私は電気化学の素人であることも恐れず、研究に没頭しました。

その結果、黒鉛負極を用いたLIBでは作動しないはずのPC溶媒の電解液でも作動させられる人工的なSEI被膜ができる“添加剤”を翌1997年に見出し、出願しました。この頃、いくつかの企業からこの周辺の出願が

ありましたが、まだ核心部分に気づいていなかったようでした。その後、添加剤中の特定の不純物を取り除ければ、本来の還元分解電位が現れ、電池性能がより顕著になることを見出し、今ではこれが当たり前に使われるようになりました。

4. 高安全性

この時期、次は安全性に目をつけ、少人数の我々は先を急ぎました。LIBは過充電状態になると、正極から過剰なリチウムが抜け、結晶中の酸素が放出され、結晶構造が不安定になり、負極はリチウムの過剰な挿入により、リチウム金属が析出します。このように、正極・負極が熱的に不安定になると、電解液の分解が始まり、電池の異常発熱に至るので、これを阻止しようと考えました。手っ取り早く、「難燃化」も考えましたが、今度は「添加剤を故意に電気化学的に分解させて、正極界面に被膜を作らせることができれば、正極から過剰なリチウムが抜けるのを抑えて安全性が確保できる」と考えました。

1998年、4.1V用の添加剤が製品化した矢先、次は4.2V用の添加剤開発を始めることになりました。0.1Vアップにより研究難度は上がるのですが、翌1999年に出願した時は、正直言って「そう簡単には追いつけまい」と楽観していました。しかし、出願から1年半後、別の大手企業の公開特許を見た時は衝撃を受けました。なんと「同じ添加剤」が「同一出願日」で存在したのです。しかしながら、その後も電圧アップを先取りした研究・出願を続けたことで、機先を制することができました。

以上のように、本プロジェクトはわずか1年半で立ち上がり、3年後には新規事業の正式な開発組織となりました。1999年、無色透明の高純度電解液の中に、少量の添加剤で電極界面を制御することによって電池性能を向

上させる「機能性電解液」という概念を提唱して以来、添加剤の研究熱は急激に高まり、2004年電気化学会技術賞（棚橋賞）、2006年日本化学工業協会技術賞（総合賞）の頃には、「電解液の研究＝添加剤の研究」と言っても過言ではないほど、電解液設計における基本的な考え方として広く認知されるようになりました。

5. 今後の展望

水筒が飲み物を自由に持ち運べるように、電気を自由に持ち運ぶことができる電池は、原材料の多様化が起り始めています。

また、車の電動化が進むにつれて、資源不足に伴う原料価格の高騰が起り、電池の資源リサイクルも必要になってくることが予想されます。また、車の航続距離やコストダウンの競争が限界に近づく頃には、無線充電の普及が進み、今までは想像もできなかったような新しい用途も登場することでしょう。

更には、生命や財産に多大な損害を与える異常気象や豪雨災害が頻発するようになると、世界的なカーボンプライシングの流れが本格化し、二酸化炭素排出への視線は厳しくなってくることを予想されます。

人々の暮らしの深刻な問題の中にこそ、「必要は発明の母」とも言うべき、次の「研究の種」は埋もれています。情熱にあふれた「異分野人材の融合」によって生まれる疑問や発想が、これまでの常識の壁を突き破ると信じ、あの頃を思い出しながら、研究室を立ち上げているところです。