

未来の電池電極創製技術

Future Production Technology for Battery Electrode

金 村 聖 志*

Kiyoshi KANAMURA

Abstract

As an example for developing an original design for the battery electrode, which may be essential to produce a unique battery to be needed in the future, a new idea has been introduced. In this idea, polystyrene beads arranged methodically (opal structure) are filled with sol which becomes lithium-ion conductive material ($\text{Li}_{0.35}\text{La}_{0.55}\text{TiO}_3$) by heat treatment, and then the sol is gelatinized to form a polystyrene/ceramics gel composite. When the composite is heat-treated, a lithium-ion conductive porous material is formed. When this material is filled with sol which becomes LiMn_2O_4 by heat treatment, and then the sol is gelatinized, a composite made of the lithium-ion conductive material and the battery active material is formed. The positive electrode and the negative electrode made in this way can then be combined with solid electrolyte to form a solid battery.

電池は、現代社会にとってなくてはならないものになっている。未来社会でもそれは同様であろう。多くの人が描く未来の生活空間に排気ガスをガンガン出しながら走行する車はないであろうし、腕時計のようなものに何でもかんでも動かすことができるスイッチがついている携帯機器を持ち歩いている人がいたりするであろう。このような未来の生活空間を実現するには超小型の電源が必要である。これぞまさしく電池である。電池の技術は半導体などの技術に比較すると進歩が遅いと言われる。しかし、年々そのエネルギーが増加している。半導体と同じレベルで考えていることが間違いである。たとえば、CPUがいくら早くなっても、それを扱うのが人間である以上、CPUが10倍くらい早くなっても、我々の生活にそれほど大きな影響があるわけではない。電池は違う。電池の容量が50%増加すれば、今まで使用できなかった(あるいは携帯できなかった)機器が直ぐに使用できるようになる。CPUの10倍の高速化と数十%程度の電池のエネルギーの改善は同程度の社会に対するインパクトを有していると言っても決して言いすぎではない。

電池は、我々の生活に密着して、いろいろ文句を言われながら、半世紀以上もの間、社会生活に貢献してきた。言い換えれば、常に必要とされるものであり、ニーズが先行し技術が追いかけるような分野である。このような分野での技術の発展は、なかなか難しい。すなわち、大きな技術展開をしたくても、目前の問題を

解決することに時間を取らなければならないからである。しかし、電池の技術に関係する研究者にとっては、「こんな電池ができたから、新しいデバイス機器を考えてみれば」と言えるようになることが夢である。ニーズより電池技術が先行するにはどうすればいいのであろうか。このためには、未来の社会がどのようになり、どのような生活スタイルを求めるのかを考えることが重要である。最近の電池の動向について眺めてみると、意外なところで電池の使用が増加しているように思われる。例えば、最近流行りの電動アシスト自転車が一例として挙げられる。現状では少し高価であるので、購入にはそこそこの決断が必要であるが、坂の多い地域に暮らす人々にとっては、かなりありがたい自転車である。この電動アシスト自転車の電池は、ある意味で新規の市場である。このような市場を積極的に開拓することが必要であり、また開拓できるだけの電池技術の蓄積が必要である。そのためには、新しいことにどんどんチャレンジしていく研究体制が必要である。本当に実用化できるのかなと思って研究をすることが許される研究環境の構築が電池の世界には求められている。また、環境問題に関連した自然エネルギーの利用や燃料電池車の普及のためには、より安価で適切な性能を有する電池が新規に求められる可能性がある。さらには、ナノテクノロジーの分野の発展により、これまでの概念では考え

*東京都立大学 教授

られない電池が必要となることも想定される。このような未来社会の要望に対応できる電池技術の蓄積が求められる。その一つの例として、少し奇妙な電池作製技術の開発について簡単に紹介したい。「この電池を何に使うの」と言う前の、こんな技術で電池を作製すると何ができるのかを考えて頂ければ幸いである。

粒子の大きさがそろった単分散球状粒子というものがある。これを規則的に配列させて、図1に示すようなオパール構造を有する三次元規則配列構造体を利用した全固体電解質型リチウム電池の作製について紹介する。この構造体は25%程度の空隙と75%のポリスチレンからなる。この25%の隙間に熱処理によりリチウムイオン

伝導体($\text{Li}_{0.35}\text{La}_{0.55}\text{TiO}_3$)となるゾルを充填し、さらにゲル化させることにより、ポリスチレンとセラミックス用ゲルのコンポジットを作製することができる。このコンポジットを焼成すると図2に示すような多孔体が得られる。この多孔体はもちろん Li^+ イオン伝導性の多孔体である。この多孔体の孔はそれぞれ小さな貫通孔でつながれている。この連通路に熱処理により LiMn_2O_4 となるようなゾルを注入し、ゲル化させると、 Li^+ イオン伝導体と電池活物質のコンポジット体が出来上がる。このような新規電極系を用いることで、全固体型電池用電極ができる。負極と正極を作製し、間に固体電解質を挟めば全固体電池ができる。もちろん、いろいろな技術が必要であり、そう簡単にこのような電池ができるわけではない。しかし、これまでの電池の開発とは異なるベクトルの研究である。これは極端な例であるが、これまで行ってきた方法を踏襲しているばかりでは、なかなか新しい時代を切り開くような電池はできない。より挑戦的な、言い方を変えれば理論と基礎の原点に戻った研究が必要であろう。鉛蓄電池はペースト式、ニッケル・カドミウム電池は焼結式、リチウム電池は塗布式とお決まりの電池の電極作製方法があるが、このような既存の概念を超越した新しい電極構造を開発することが電池メーカーに求められる。もちろん、物質そのものの研究も必要であり、今は与えられた物質で電池技術と称する経験的手法を用いて電池を作製しているが、それほど遠くない時期に、電極設計を行い物質の形状、大きさ、形、集合体の構造まで規定した電池の開発が求められるものと思われる。

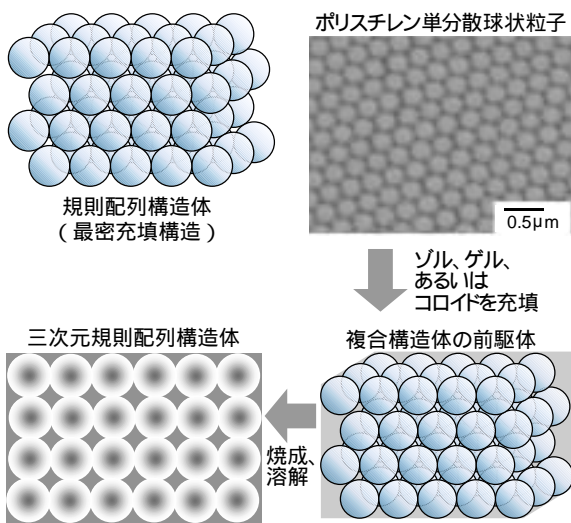


図1 規則配列させたポリスチレンビーズ(オパール構造)の電子顕微鏡写真と、三次元規則配列多孔性 Li^+ イオン伝導体作製プロセスの模式図

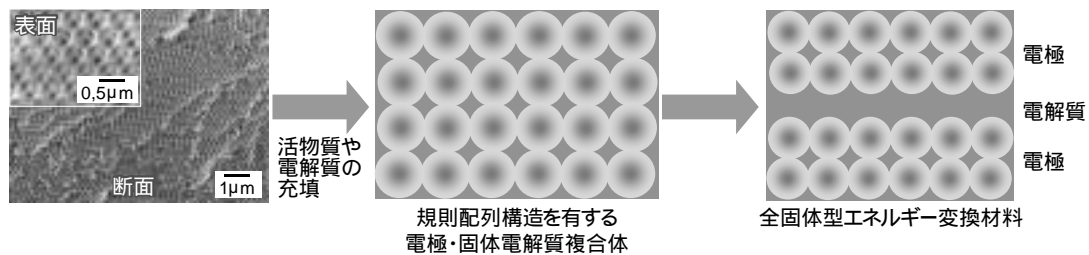


図2 オパール構造を鋳型として作製された三次元規則配列 Li^+ イオン伝導性多孔体($\text{Li}_{0.35}\text{La}_{0.55}\text{TiO}_3$)の電子顕微鏡写真と、複合化プロセスの概要を示す模式図