

No.8

次世代リチウム電池の研究開発動向

「鉄道トレンドウォッチング」第8回では、従来の液系リチウムイオン電池（以下、液系LiB）が持つ課題の克服を目指した次世代LiB開発の中で、将来の実用化が有望視されている全固体リチウムイオン電池（以下、全固体電池）の開発動向と課題について報告します。

■ 液系LiBの課題

交通分野のエネルギー問題では、原油価格の高騰や温暖化抑止にともなうCO₂排出規制などを踏まえ、将来に向けた抜本的な対策が求められています。海外でも液系LiBをはじめとする二次電池（充放電可能な電池）の高性能化に向けた研究・開発と交通分野での活用が進んでいます。国内の鉄道におい

ても、近年、架線・バッテリーハイブリッド車両など、液系LiBを車上に搭載した車両の開発と実用化が進んでいます。

従来の液系LiBは携帯電話やパソコン、さらには電気自動車などさまざまなものに使われており、商業ベースでは普及が進んでいます。しかし、有機電解液が可燃性であるため、使用環境面や管理面での不備や設計上・製造上の厳しい制約も重なって、発火などの事故例が後を絶ちません。電池の性能向上に加えて、難燃・不燃化による安全性の向上が課題となっています。

そのような課題に対応するために、研究機関やメーカーなどにおいて液系LiBの改良に向けた研究開発がおこな

われています。たとえば、国内メーカーでは、負極にチタン酸リチウムを採用し、破裂・発火を起こしにくい安全性を確保した新型リチウム電池を開発し、近年では新型自動車に搭載されるなど、鉄道車両でも実用化が図られています。また、難燃性に優れた高濃度電解液の開発など、部材ごとの研究も進められています。

■ 全固体電池とは

液系LiBの持つ課題解決のために電極と電解質のすべてを固体化した全固体電池が日本や欧米、中国などで30年以上の長期にわたり研究されています。

この電池の概念を図1に示しますが、最大の課題は固体電解質内でのイオンの伝導率を有機電解液と同等またはそれ以上にすることです。なお全固体電池は、無機系（セラミックス系）と、有機系（ドライポリマー系）があり、さらに前者は、図2の硫化物系（LGPS（注参照）グループなど）と、酸化物系があります。これら3つのうち、LGPSグループがとくに有力であり、イオン伝導率、エネルギー密度、出力密度で液系LiB

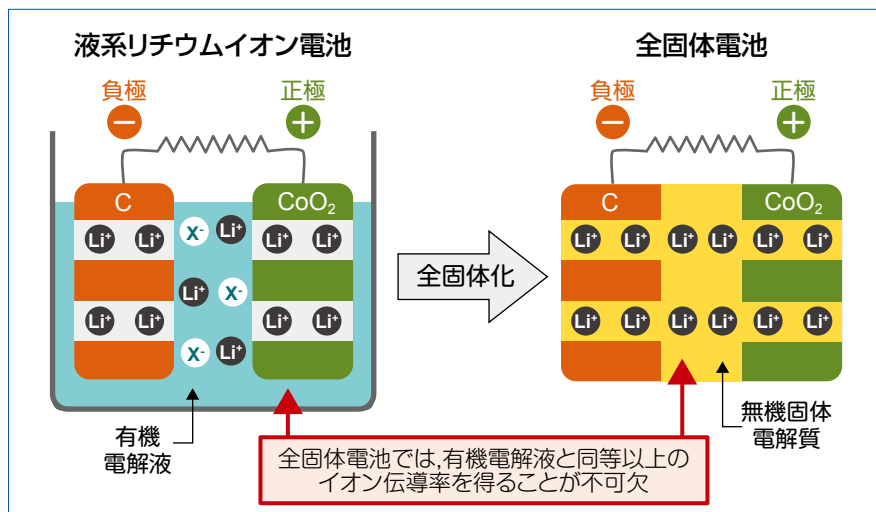


図1 液系リチウムイオン電池の全固体電池化

注 LGPS

Li₁₀GeP₂S₁₂（リチウム・ゲルマニウム・リン・硫黄系）の略。

を上回る研究成果も得られています。

また、2017年には安価な元素で構成できるLGPSグループの電池が開発され²⁾、全固体電池の低コスト化につながることを期待されます。

■ 全固体電池の実用化への課題

全固体電池の実用化は5～10年後(自動車用などは15年後程度)というのが、現在の見方です。ただし、実用化に至るまでには、成形プロセス技術の開発やプラント方式の開発、樹枝状の金属結晶である dendrite が電極から発生することを抑制する技術の開発などの課題があります。鉄道車両へ適用するためには、これらの課題の克服に加えて、鉄道特有の環境に適用するための研究も必要であり、全固体電池を搭載した鉄道車両の実用化には自動車同様に時間がかかるものと考えられます。

■ 全固体電池の適用実験(自動車)の例

フランスのブルーソリューション社が、シェア用小型乗用車(AUTOLIB)により全固体電池の実証実験をパリで実施しています³⁾(図3)。フランスは伝統的に有機系(ドライポリマー系)電池の研究開発を継続しており、搭載されているのはゲル状の有機系電解質を全固体化した電池です。イオン伝導度を得るためにプレヒートを要することが課題です(作動温度域は60-80℃)。

■ おわりに

次世代の二次電池として、安全性に優れ、電池としての性能向上も見込まれる全固体電池が有望です。しかしながら、現時点では研究室レベルでの材料探索の段階であり、鉄道車両への搭載には自動車同様に時間がかかると考えられます。一方で、液系LiBも低コ

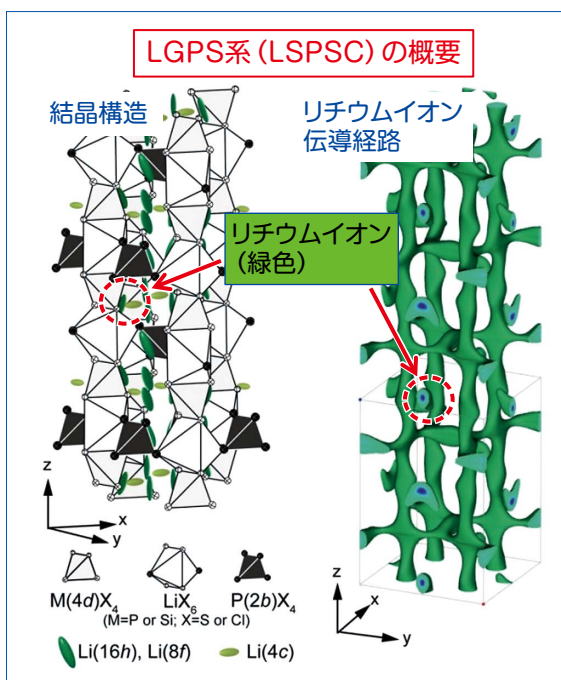


図2 超イオン伝導体と結晶構造(硫化物系)
出典：東工大ニュース¹⁾



図3 全固体電池搭載のシェア用自動車(AUTOLIB)

スト化に加え、性能向上に向けた研究開発が進んでいます。全固体電池の実用化までをつなぐ電池として、引き続

き研究・開発動向を注視していく必要があります。

(笹倉実/前企画室 戦略調査
柴田宗典/企画室 戦略調査)

文献

- 1) 東京工業大学：超イオン伝導体を発見し全固体セラミックス電池を開発—高出力・大容量で次世代蓄電デバイスの最有力候補に一，東工大ニュース，<https://www.titech.ac.jp/news/2016/033800.html>
- 2) 東京工業大学：超イオン導電性を示す安価かつ汎用的な固体電解質材料を発見—全固体リチウムイオン電池の実用化を加速—，東工大ニュース，<https://www.titech.ac.jp/news/2017/038822.html>
- 3) Blue Solutions：AUTOLIB，<https://www.blue-solutions.com/en/applications/mobilite/autopartage/autolib/>