

# 液系リチウムイオン二次電池の現状と 今後の電池開発の展望

辰巳 国昭・小林 弘典

## 1. はじめに

近年、世界各国で二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の排出量削減を達成すべく電動車両の導入が進んでいる。図1に国内の各部門におけるCO<sub>2</sub>排出量を示す。運輸部門がCO<sub>2</sub>総排出量の18.6%を占めており、運輸部門の86.1%を自動車で占めている。そのため、CO<sub>2</sub>排出量の削減のためにはガソリン自動車から走行中にCO<sub>2</sub>を排出しない電動車両への移行が不可避となる。現在、欧州では相次いで電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド車（PHEV）を市場に投入してきており、急速にEVシフトを進めようとしている。2021年には全世界でのEVとPHEVの年間販売台数を合計すると約650万台が販売されてきており、世界での自動車販売台数の10%に迫りつつある。これら電動車両にはLiイオン二次電池（LIB）が必要不可欠であるが、民生用途と比較して車載向けは生産量が大きく、LIB市場の主流となってきた。本稿では、EV用LIBについてスコープを絞り、LIBの現状と今後の電池開発の展望について解説する。

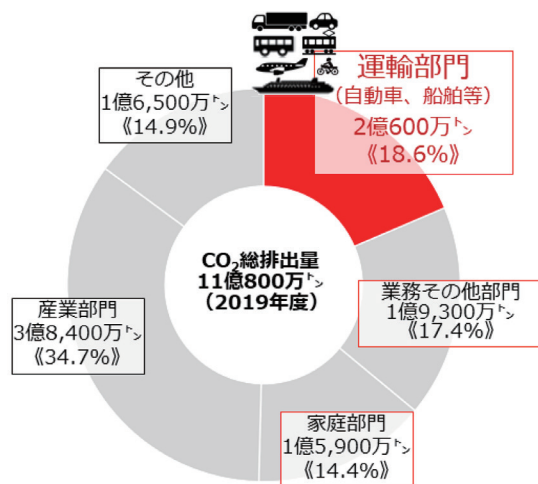


図1 国内の各部門におけるCO<sub>2</sub>排出量<sup>1)</sup>

当たりの走行距離を伸ばすため駆動用電源である蓄電池を数多く搭載する必要があるが、車内での蓄電池の搭載スペースは限られているため、高エネルギー密度のLIBが採用されている。

## 2.2 EV用LIBのセル設計の特徴

EVではエンジンを搭載していないため、駆動電源であるLIBの一回充電当たりの走行距離を伸ばすことが重要となる。そこでは、安全性のマージンを確保した上で、LIBの設計容量を最大限利用することが望まれる。電極設計としては、電極を厚くして蓄電とは無関係な部分（集電体やセパレータ）の比率を減らすことでエネルギー密度を向上させることができる。電池セルとしての安全性を確保した上で、如何にエネルギー密度と出力密度のバランスをとりつつ、10年以上の長寿命を実現するかが重要となる。現在、

## 2. EV用LIBへの要求特性とセル設計

### 2.1 EV用LIBへ求められる特性

EV用蓄電池に求められる特性としては、高安全性・高信頼性を示すことが全てにおいて優先するのは当然であるが、高エネルギー密度が重要視される。また、車両と同等程度の10年以上の寿命が期待されている。EVでは一充電



Current Status of Liquid-Type Lithium-Ion Secondary Batteries and Future Prospects for Battery Development  
Kuniaki TATSUMI  
1988年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了  
現在 (国研) 産業技術総合研究所 関西センター 所長  
連絡先: 〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31  
E-mail: tatsumi-kuniaki@aist.go.jp

2022年6月1日受理



Hironori KOBAYASHI  
1996年 神戸大学大学院自然科学研究科博士課程修了  
現在 (国研) 産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 電池技術研究部門 総括研究主幹  
連絡先: 〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31  
E-mail: hironori-kobayashi@aist.go.jp

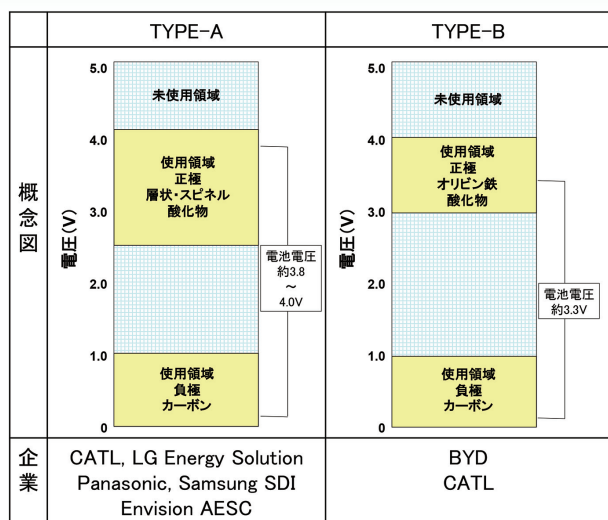


図2 電池設計のTYPE別の概念図と採用企業

市場に流通しているEV用LIBは主に2パターンの正極材料と負極材料の組み合わせで整理をすることができる。図2に電池設計のTYPE-AとBの概念図と採用企業を示す。現在、EV用途では高エネルギー密度の設計ができるTYPE-Aの電池が主流である。一方、TYPE-Bの電池は長寿命で安全性の高い設計ができることに加えて低コストであるため、中国国内を中心に上汽通用五菱汽車のMini EVやテスラのModel 3等のEVに採用されるなど利用対象が急拡大しつつある。

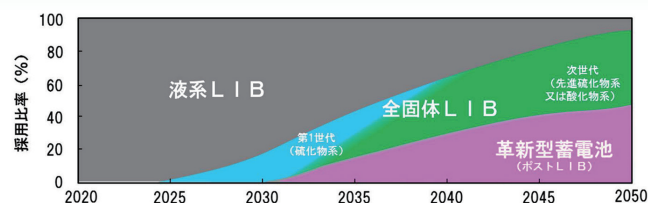
### 3. EV用LIBの今後の展望

#### 3.1 新規材料並びに製造プロセス開発によるアプローチ

EV用LIBの更なる高エネルギー密度化を実現するために、高容量な正極・負極材料の開発も進展してきている。例えば、TYPE-Aの電池では、次世代正極材料として層状酸化物系のニッケルの比率を増やすことで高容量が期待できるハイニッケル系が活発に検討されている。ニッケル含有量を80～90%に高めた材料を実用化することで、現在、主流のニッケル含有量が50～60%の材料と比較して、少なくとも10～25%の高エネルギー密度化が可能となる。また、材料の置き換えではなく製造プロセスを変更することで、更なる高エネルギー密度化を目指す取り組みもなされている。電解液を練り込んだ粘土状物質で電極を構成することで、電極の厚さを従来の3～5倍にすることができ高エネルギー密度を実現できるとの報告がなされている。一方、LIB市場の急速な拡大に伴う電池の構成部材の資源不足も懸念されていることから、コバルトやニッケル比率を低減させた正極材料開発の取り組みも活発になされている。

#### 3.2 新型蓄電池開発によるアプローチ

LIBでは理論的にエネルギー密度の限界があるため、

図3 全固体LIBと革新型蓄電池の普及時期に関するNEDOのロードマップ<sup>2)</sup>

LIBとは異なるメカニズムで反応する新型電池開発についての研究開発も活発におこなわれている。図3に示したNEDOのロードマップでは、2025年度頃から全固体電池が、2030年頃に革新型蓄電池が採用され始め、現状のLIB(液系LIB)を置き換えていくとの予測が示された。革新型蓄電池としては、リチウム硫黄電池、金属-空気電池、金属負極電池、フッ化物電池等を挙げることができる。いずれも、LIBの性能限界を超える500～700 Wh/kgを実現する可能性を秘めている電池系である。全固体LIBでは硫化物系の早期実用化が期待されている。また、リチウム硫黄電池やリチウム-空気電池では負極にリチウム金属を用いるため、デンドライト(樹枝状結晶)成長による内部短絡発生や充放電効率が低い等の改善すべき課題があり、車載用で求められる長寿命を実現するのは容易ではないと考えられる。

上記のロードマップに示されていないが、最近、ナトリウムイオン二次電池(SIB)が注目を集めている。LIBと比較して、SIBはエネルギー密度が劣る点や濫用時の安全性に不安が大きいことから車載用として実用化されていなかったが、寧徳時代新能源科技股份有限公司(CATL)は急速充電性能や低温特性に優れており、実用化を目指すと発表している。特に、NaはLiと比べて資源が豊富に存在する点や低コストである点で優位性がある。

### 4. おわりに

現在、EV用LIBには最先端の材料が投入されてきており、第3世代のEV用LIBでは、LIBの性能限界に近いエネルギー密度が実現されていると考えられる。EV用LIBのゲームチェンジの技術としては硫化物系全固体LIBの早期実用化が期待されているが、新型蓄電池の開発競争は激化している。最後に、本稿が今後のLIBの研究開発の参考資料として些少なりともお役に立つことができるのであれば望外の喜びである。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省: [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html)
- 2) NEDO: <https://www.nedo.go.jp/content/100927228.pdf>