

2022.03.30

InterRisk Thai Report <2021 No.14>

EV の普及と全固体電池の開発

【要旨】

- 中国、欧州を中心に、EV が急速に普及しています。
- 現在、主に使用されている車載用電池は、リチウムイオン電池です。
- リチウムイオン電池の改良と同時に、次世代電池の開発も進められています。
- 次世代電池の大本命と言われる「全固体電池」は、一部で製品化、試験生産が始まっています。

1. EV の普及

昨今、SDG'sの世界的な広まりや脱炭素化の流れを受け、EV（Electric Vehicle：電気自動車）の普及が加速しています。

（参考：EVの種類）

電気を動力として走行する車には主に4つの種類があります。完成車メーカーによって呼び名（略称）は異なりますが、本稿では下表の略称で表記します。

	略称	特長
電気自動車	BEV (Battery Electric Vehicle)	外部電源から充電した電気のみを動力としてモーターで走行する自動車。
ハイブリッド自動車	HV (Hybrid Vehicle)	エンジンとモーターの双方を搭載する自動車。エンジンが発電のみに使われるタイプもある。
プラグインハイブリッド自動車	PHV (Plug-in Hybrid Vehicle)	外部電源からも充電できるハイブリッド自動車。
燃料電池自動車	FCV (Fuel Cell Vehicle)	水素と酸素の化学反応で発電し、モーターで走行する自動車。

欧州、中国、米国、日本などの主要国では、下表に示す通り2030年～2040年までにガソリン車の販売を規制またはEVの普及を強力に進める方針が打ち出されています。

表1：ガソリン車の販売規制・EV普及目標（公表資料を基にインターリスク・タイランドにて作成）

国連	販売される全ての新車を主要市場で2035年までに、世界全体では2040年までにBEVなどのゼロエミッション車*とすることを目指す。 ※2021年11月、28か国と11の自動車メーカーが署名（COP26）
欧州	2035年までにガソリン車、ディーゼル車、HVの販売を実質的に禁止。フランス、スペインは2040年、その他の国は2030年までにガソリン／ディーゼル車の新車販売を禁止。
中国	2035年までに新車販売の50%をNEV (New Energy Vehicle: BEV, PHV, FCV)、残りの50%をHVとする方針。
米国	✓ 2030年までに新車販売の50%以上をBEV, PHV, FCVとする。（2021年8月大統領令） ✓ 2035年までに乗用車と車両総重量6t未満の商用車について全新車をゼロエミッション車*とすることに12の州が賛同。
日本	2035年までに乗用車の全ての新車販売をBEV, HV, PHV, FCVとすることを目指す。

*ゼロエミッション車：走行時に大気汚染物質や温室効果ガスを含む排気ガスを排出しない車両。

下表は、2019年～2021年のBEV、PHVの販売台数です。2021年に全世界で販売されたBEV、PHVは6.7百万台、うち中国（3.4百万台）、欧州（2.3百万台）、米国（0.7百万台）が95%を占めます。特に中国の販売台数は2020年の約3倍に達しており、2020年に全世界で販売された台数を上回りました。

表2：BEV、PHVの販売台数*

国・地域	2019	2020	2021
中国	1.1 百万台	1.2 百万台	3.4 百万台
欧州	0.6 百万台	1.4 百万台	2.3 百万台
米国	0.3 百万台	0.3 百万台	0.7 百万台
その他	0.2 百万台	0.2 百万台	0.3 百万台
全世界	2.2 百万台	3.1 百万台	6.7 百万台

*国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）の公表データ¹を基にインターリスク・タイランドにて作成

2021年の主要国新車販売に占めるBEV、PHVの比率は、中国13.4%、欧州11.2%、米国3%、日本1%、ASEANでは比較的普及が進んでいるタイ、インドネシアで0.5%程度です。中国は、月次ベースの市場全体に占めるBEV、PHVのシェアが、2021年1月の7.2%から12月には約20%に急増しており、今後も普及が進むことは確実視されています。また、米国もバイデン政権が掲げる脱炭素政策で、今後BEV、PHVの販売が急伸すると見られており、積極的な脱炭素政策を進める欧州を含め、これらの国、地域が引き続きEVの普及を牽引するものと考えられます。

（参考：BEV、PHVのメーカー別販売台数²）

2021年にBEVを最も多く販売したメーカーは米国・テスラ（約93.6万台）で、全世界の販売台数に占める割合は14%、2位、3位が中国のBYD（約59.4万台）、SGMW（約45.6万台）、4位から6位にドイツのVolkswagen（約32.0万台）、BMW（約27.6万台）、Mercedes（約22.8万台）が続きます。国別では、2021年のBEV、PHV販売台数トップ10に、ドイツが4社、中国が3社、米国、スウェーデン、韓国がそれぞれ1社ずつランクインしています。

2. EVで使用されている電池

現在、EVで主に使用されている電池はリチウムイオン二次電池（二次電池：充電して繰り返し使える電池）です。リチウムイオン電池は、主に「正極」、「負極」、「セパレーター」、「電解液」で構成されています

（右図参照）。正極、負極でそれぞれリチウムイオンを蓄えられるようになっており、リチウムイオンが電解液を通して正極と負極の間を行き来することで、電気を使ったり蓄えたりすることができます。リチウムイオン二次電池は、他の二次電池より高い作動電圧、出力密度、エネルギー密度を持っており、EV以外にもパソコン、携帯電話など、幅広い用途で利用されています。

一方、リチウムイオン電池の電解液には危険物（引火性液体）が使用されており、製造不良、外部からの強い衝撃、過充電などによって発火するリスクがあります。EVでも、過去に衝突事故でバッテリーケースが破損、出火したケースや、充電中にバッテリーの異常により出火したケースが多数報告されています。

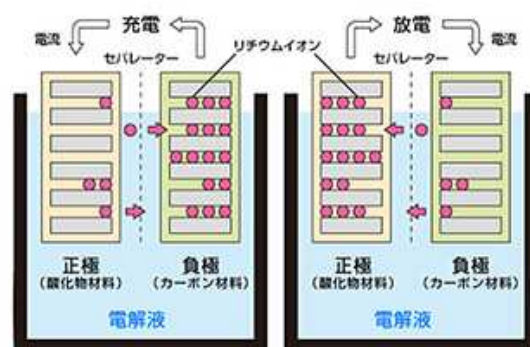


図1：リチウムイオン電池の仕組み³

3. 全固体電池の開発

リチウムイオン電池は現在も改良が進められており、作動電圧、出力密度、エネルギー密度といった性能が今後も向上すると考えられています。しかしながら、リチウムイオン電池の性能アップには限界があり、また、前述した通り火災リスクが潜在することから、次世代電池と呼ばれる、従来のリチウムイオン電池とは異なる電池が開発されています。

この次世代電池の大本命と言われているのが「全固体電池」です。全固体電池も従来のリチウムイオン電池と同様、リチウムイオンを利用した電池ですが、電解液を固体の電解質に置き換えた、構成するすべての部材が「固体」である電池です。電池は、正極と負極の間を「イオン」が移動することで電気が流れます。従来の電池は、イオンが移動できるように正極と負極が液体＝電解液で満たされていますが、「イオンが移動できる固体」が発見されたことから、近年、各社が全固体電池の開発に向けて競い合っています。電解液を固体に置き換えた全固体電池には、理論上、下表に示すメリットがあります。

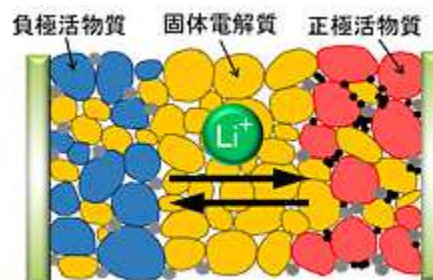


図2：全固体電池の仕組み⁴⁾

表3：全固体電池の理論上のメリット（公表資料を基にインターリスク・タイランドにて作成）

メリット	理由
1 形状の自由度が高く、薄型、小型、変型な電池ができる	電解液の液漏れを防ぐために必要だった丈夫なケースが不要になるため。
2 エネルギー密度の高い電池ができる	正極・電解質・負極を層状に重ね合わせることで電気を貯蔵しない部分の体積を減らせるため。
3 安全性の高い（火災リスクが低い）電池ができる	引火性液体の電解液が固体電解質に置き換わるため。
4 作動温度の幅が広い	電解液は高温で劣化、低温で粘度が増加して出力が低下するが、固体電解質は温度による変化が小さいため。
5 劣化ににくく寿命が長い	電解液は化学反応（分解などの副反応）によって劣化しやすいが、固体電解質は副反応が起こりにくい。
6 超急速充電が可能になる	イオンの移動方向を単純化でき、かつイオンの通り道が大きくなることから、充電時の内部抵抗を大幅に低減できるため。
7 電極材料の自由度が高く、電池を高性能化できる可能性がある	電解液の場合、電極材料が溶け出す場合があるが、固体電解質では起きにくい。

4. 全固体電池の種類

全固体電池には「薄膜型」と「バルク型」の二種類があります。「薄膜型」は主にIoT機器などに用いる小型電池として、「バルク型」は主にEV用の電池として開発が進められています。

表4：全固体電池の種類（公表資料を基にインターリスク・タイランドにて作成）

	薄膜型	バルク型
製法	正極、負極、電解質の薄膜を形成し、積層することによって電池を製造	正極、負極、電解質がいずれも粉体で、プレス、焼結によって電池を製造
長所	耐熱性が高く、基盤に実装可能	電極を厚くしやすく、高容量化が可能
課題	電極が薄いため、電池容量が小さい	電解質の更なる開発、改良が必要
開発フェーズ	市販化されている製品もある	開発中

電解質が酸化物系*の薄膜型全固体電池は、多層セラミックスコンデンサの生産技術が応用され、既にいくつかの企業で製品化されています。このタイプの全固体電池は耐熱性が高く、はんだ工程に耐えられることから基盤に直接実装でき、電子部品の設計自由度が大幅に高まると期待されています。また、大気安定性に優れ、燃えにくいという長所もあります。一方、電極が薄いことから大容量化が困難という課題もあります。

(*参考：全固体電池に用いられる電解質の種類)

全固体電池の電解質は、酸化物系、硫化物系、ポリマー系の3種類に分類され、酸化物系は主に薄膜型全固体電池、硫化物系は主にバルク型全固体電池への適用が進められています。

	酸化物系	硫化物系
成分	非金属・無機材料の焼結体	結晶性超イオン導電体など
製造環境	材料を大気中で合成し、高温で焼結	材料を不活性雰囲気下・真空封止状態で合成し、室温で加圧成型、コーティング
特長（長所）	大気安定性に優れ、燃えにくい。	リチウムイオン伝導率が現行電解液より高く、理論上は大容量化、高出力化が可能。
特長（短所）	リチウムイオン伝導率が現行電解液と同等で、大容量化、高出力化が（硫化物系電解質より）困難	電解質に含まれる硫黄は可燃性であり、電池内部の短絡等で発火する可能性がある。また、大気中の水分との反応により硫化水素が発生するおそれがある。

EV用のバルク型全固体電池は、試験生産、試用が開始されており、各社は2020年代前半から2030年頃の実用化、量産化を目指しています。現時点の開発上の主な課題は下表の通りです。

表5：バルク型全固体電池の開発上の主な課題（公表資料を基にインターリスク・タイランドにて作成）

課題	理由
1 電極との密着性とイオン伝導率が高い 固体電解質の開発	電極との密着性が低いと充放電時の抵抗が大きくなり電池の寿命が短くなる。イオン伝導率が低いと電池の出力を上げにくい。
2 大きな電力を蓄える 電極の開発	現行のリチウムイオン電池と同じ電極材料の場合、大幅な性能の向上は困難だが、正極・負極に新材料を適用することで性能の飛躍的な向上が期待できる。
3 量産技術の開発による低コスト化	硫化物系固体電解質の場合、製造工程でも硫化水素が発生するおそれがあるため厳密な管理が必要となり、製造コストがかさむ可能性もある。

4. まとめ

今後、中国、欧州、米国を中心にEVが急速に普及するのはほぼ確実であり、EVの普及に伴い、車載用電池の需要が大幅に増加します。大手完成車メーカーは、自社の電池製造工場の建設、または韓国、中国、日本を中心とした大手電池メーカーとの提携により、将来の電池供給を確保する計画を次々と打ち出しており、リチウムイオン電池の改良、大量生産も今後しばらくの間は継続されます。

一方、次世代電池の開発も進められており、上記の課題を払拭する固体電解質や電極が発見されると、全固体電池の開発が一気に進む可能性もあります。新たな技術の発展により、持続可能な社会が実現されることが期待されます。

(インターリスク・タイランド 佐藤 公紀)

参照

- 1) <https://www.iea.org/commentaries/electric-cars-fend-off-supply-challenges-to-more-than-double-global-sales>
- 2) <https://cleantechnica.com/tag/ev-sales/>
- 3) <https://www.nedo.go.jp/hyoukabu/articles/200905hitachi/index.html>
- 4) https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100968.html

インターリスクアジアタイランドは、タイに設立された MS&AD インシュアランスグループに属するリスクマネジメント会社であり、お客様の工場・倉庫等における火災リスク調査や洪水リスク評価、ならびに交通リスク、サイバーリスク等に関する各種リスクコンサルティングサービスを提供しております。お問い合わせ・お申し込み等は、下記の弊社お問い合わせ先までお気軽にお寄せ下さい。

お問い合わせ先

InterRisk Asia(Thailand) Co., Ltd.

175 Sathorn City Tower, South Sathorn Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand

TEL: +66-(0)-2679-5276

FAX: +66-(0)-2679-5278

<https://www.interriskthai.co.th/>

本誌は、マスコミ報道など公開されている情報に基づいて作成しております。
また、本誌は、読者の方々に対して企業の CSR 活動等に役立てていただくことを目的としたものであり、事案そのものに対する批評その他を意図しているものではありません。

不許複製／Copyright MS&AD インターリスク総研株式会社 2022