



執筆:

アレック・ルーカス
リサーチアナリスト

日付: 2023年2月9日

トピック: テーマ型

GLOBAL X ETFs リサーチ

リチウムは、現在のみならず、次世代の電池技術でも中心的存在であり続ける

家電製品、エネルギー貯蔵、そして特に電気自動車(EV)の需要が急増する中、電池技術が注目されています。EV向け電池の化学組成には大きな違いがあり、電池メーカーは性能の最適化を目指して様々な組み合わせを試しています。しかし、商業的に実現可能なEV向け電池の設計にはリチウムという共通項が存在しています。リチウムは、現在の用途にとどまらず、次世代技術においても、電池のサプライチェーンにおいて突出した重要性を持つものと思われます。特にモビリティの分野では、こうした技術の発展がリチウムや電池技術に携わる企業にとって、魅力的な機会を生み出し続けると考えられます。

本稿は、当社の代表的リサーチ資料「[Charting Disruption](#)」の今年度版を掘り下げたシリーズ物の一部を成すものです。

重要なポイント

- リチウムは、現在のリチウムイオン電池の正極に必ずと言っていいほど使用されています。
- 電池技術の次の大きなイノベーションと目される固体電池においては、正極、負極ともにリチウムが使用されると見られています。
- リチウムイオンに代わる市場は存在しますが、そうした技術がリチウム需要を大きく毀損させることはないと思われます。

現在の電池においてリチウム需要を牽引するのは正極材

現在市場に出回っている純粋な電気自動車やプラグインハイブリッドは、ほぼすべてがいずれかの種類のリチウムイオン電池を必要としています。リチウムイオン電池は、ニッケル水素電池や鉛酸蓄電池などの再充電可能電池と比べてエネルギー密度が高く、自己放電が少なく、寿命が長いという特長を持っています¹。また、リチウムは適切な条件下で容易に電子を放出することから、化学的に理想的な金属と言えます。この性質は電池内の電荷を管理するインターカレーション反応に必要なものです。端的に言えば、リチウムイオン電池は、軽量の容器内に相当量のエネルギーを蓄えることができる一方、商業的に実現可能なEV向け再充電特性を有しています。

リチウムイオン電池は、正極、負極、電解液、そしてセパレーターが主な構成要素となっています。現在の設計では、ほとんどの場合、正極は電池がアイドル状態にあれば、リチウムを蓄えます。正極は航続距離を決定し、電池全体のコストの大半を占めることから、EV用電池は一般的に正極材料で分類されています²。現在、主な正極として、ニッケル系とリン酸鉄リチウム(LFP)の2種類があります。ニッケル系正極はエネルギー密度が高いため、高速走行や航続距離を延ばすことが可能です。

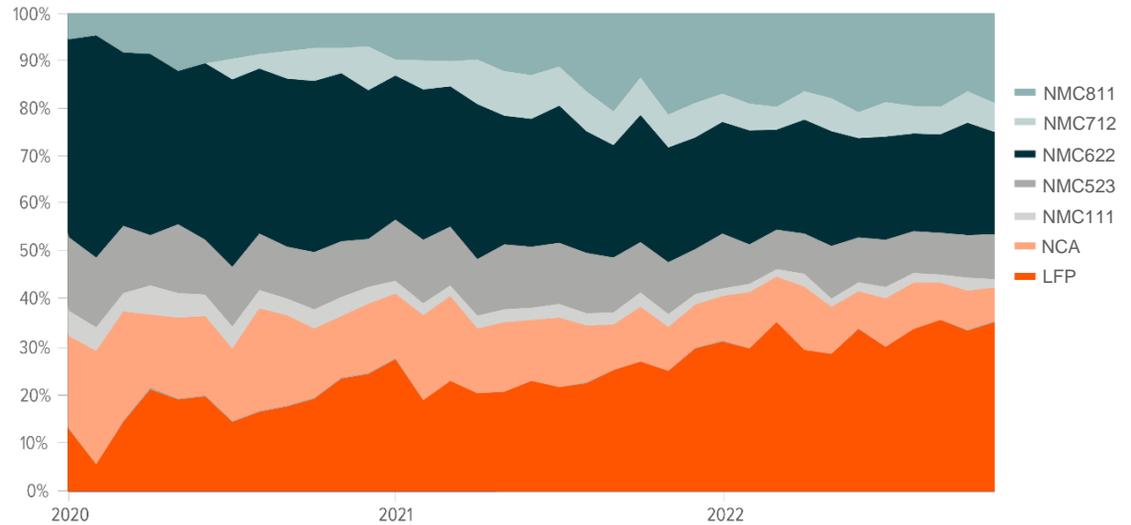
事実、近年、EVの人気を高めた航続距離の向上は、ニッケル系電池の技術革新に負うところが大きいと言えます。しかし、充電インフラの普及を受けて、従来型LFP技術もシェアを取り戻しつつあります。LFPの航続距離は短いものの、充電を簡便に行えるようになったことで、低コストや長寿命といった特徴により優位に立つことも可能になりました。



現在、EV用電池に用いられる化学物質としては、LFP、NMC811、NMC622の3種類が最も一般的です³。これら3種類合算で、世界のEV全車種に搭載されている正極の約75%を占めています⁴。本節と下表で取り上げている正極すべての化学組成は、いずれもリチウムを必要としているという点で重要です。

EV電池正極の一般的な化学組成(全車種、%)

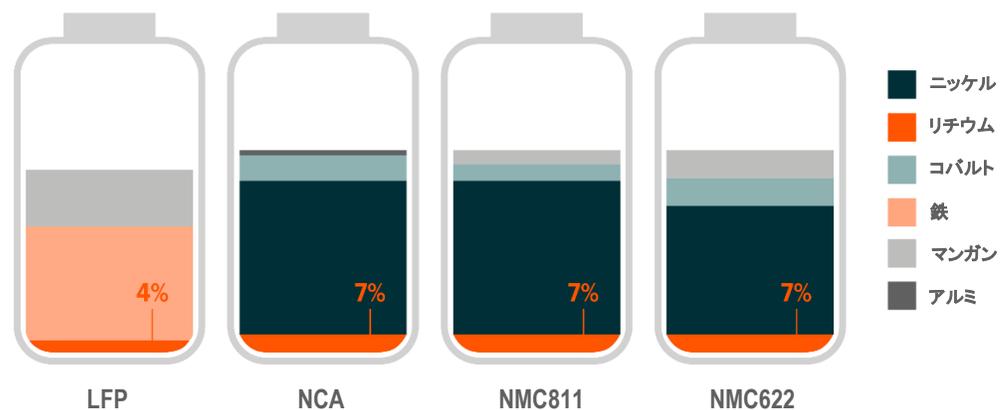
出所: Rho Motion (2022年12月)、月刊EV電池ケミストリーアセスメント



注: * 2022年11月までのデータ

電池の化学組成別金属含有量(重量ベース%、酸素を除く*)

出所: Kresse, C., Bastian, D., Bookhagen, B., Frenzel, M. (2022年7月18日)。コモディティ・トップ・ニュース:ドイツおよび欧州におけるリチウムイオン電池のリサイクル。Deutsche Rohstoffagentur



注: * 正極活物質にもよるが、残る33~41%が酸素

固体電池技術においても、リチウム需要は維持される見通し

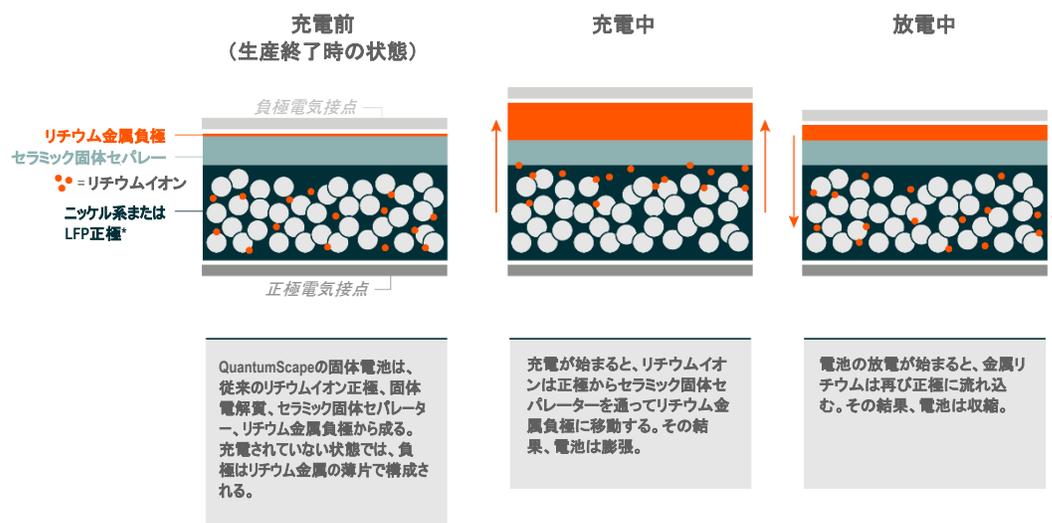
自動車メーカーやスタートアップ企業数社が、次世代EV用電池技術の先駆けとして注目される固体電池の技術開発にしのぎを削っています。固体電池では、現在のリチウムイオン電池で使用されている液体電解質とポリマーゲルセパレーターに代わって固体セパレーターを使用します。固体電池が全面的に実用化された暁には、急速充電、航続距離の拡大、長寿命化、安全性向上などのメリットが期待されます⁵。固体電池の設計においては、多くの場合、セル全体で大量のリチウムが使用されます。

固体電池では、一般的に従来のリチウムイオン正極が利用されますが、QuantumScapeやSolid Powerなどの固体電池大手企業の設計では、負極材料が根本的に変更される可能性があります。こうした企業が開発中の固体電池の設計においては、従来の負極は細長いシート状のリチウム金属に置き換えられます。現在、負極にリチウムを使用しているリチウムイオン電池は1%にも満たません⁶。負極の大半は現在、天然または合成グラファイトを使用しています。負極にリチウム金属を利用することで、エネルギー密度を高めることが可能であり、容器のサイズとコストも削減することができます。自動車メーカーはすでに固体電池のテストを実施しており、早ければ2025年にもEV市場に投入される可能性があります⁷。



QuantumScapeの固体電池設計案

出所：BNN Bloomberg（2022年4月27日）、「QuantumScape、電池のサプライチェーン逼迫の緩和に向けて鉄に賭ける」。Miller, C.（2021年1月7日）。次世代固体電池。QuantumScape



注：* ニッケル系正極、LFP正極とも設計は共通しているが、経営陣からの最近のガイダンスによると、QuantumScapeはLFPでの開発に注力の模様。

リチウム代替品にはそれなりの役割があるが、リチウム需要を後退させることはない

直接的なリチウム代替品の中には、電力網やモビリティ分野の電化で補完的な役割を果たすことができるものもあります。ナトリウムイオンは、リチウムを用いない同等の電池技術の一例です。中国の電池技術企業であるHiNa Batteryは、唯一の商業規模のナトリウムイオン工場を2022年11月に稼働させました⁸。HiNaが生産する電池のエネルギー密度は145Wh/kgですが、現在EVIに搭載されている大半のニッケル系電池の200～275Wh/kgを大幅に下回っています^{9,10}。さらに開発を進めたとしても、ナトリウムイオンの重量エネルギー密度は、将来の正極や固体電池は言うまでもなく、現在の最先端リチウムイオン電池をも下回ると考えられます¹¹。したがって、ナトリウムイオン電池は、EVではなく、エネルギー貯蔵や小型電子機器に使用される方が実際的と考えられます。



水素燃料電池も脱炭素化では重要な役割を果たしています。水素燃料電池は、水素と酸素を混合して化学反応させ、電気を発生させます。この場合、副産物は熱と水蒸気のみです。水素はすでに一部の軽量燃料電池電気自動車(FCEV)の動力源となっています。しかし、燃料電池が活躍する場合は、ほとんどの場合、大型輸送機関や定置型電源であると予想されます。応用の範囲が拡大すればするほど、水素のような軽量燃料を使用することの比較優位性も高まると思われます。電池は、その効率性、業界の勢いのほか、既存インフラや計画中のインフラから見て、これからも軽量車の電化に適した技術であると考えられます。参考までに、国際エネルギー機関の推計によると、EVの2030年までの販売台数は累計で約3億5,000万台に達すると見られていますが、FCEVは累計600万台にとどまる見通しです^{12,13}。

結論:リチウムは今後も電池技術の標準であり続けると予想される

現在のLFP正極やニッケル系正極の存在ゆえか、次世代の固体技術ゆえかはともかく、リチウムに代わるものがすぐにでも出現することはないと思われれます。ナトリウムイオンや水素といった代替技術は脱炭素化を進める上で役立つかも知れませんが、特に電気自動車の分野では、こうした技術がリチウムイオンに大きく取って代わることはないと考えられます。

脚注

1. Alternative Fuels Data Center. Batteries for Electric Vehicles (電気自動車用電池). Accessed February 1, 2023
2. InsideEVs. (2021, March 17). Volkswagen Explains Roles of Cathodes and Anodes in EV Adoption (フォルクスワーゲン、電気自動車用電池における正極と陰極の役割を解説).
3. Rho Motion. (2022, December). Monthly EV Battery Chemistry Assessment December 2022 (月刊EV電池ケミストリーアセスメント2022年12月号).
4. 同上。
5. QuantumScape. Delivering on the Promise of Solid-State Technology – Solid-State FAQs (固体電池技術の夢を実現する – 固体電池FAQ). Accessed February 1, 2023
6. Rho Motion. (2022, December). Monthly EV Battery Chemistry Assessment December 2022 (月刊EV電池ケミストリーアセスメント2022年12月号).
7. Electrek. (2022, June 6). Solid Power Begins Solid-State Battery Pilot Before Testing with Ford and BMW in Late 2022 (Solid Power社、2022年後半のフォードとBMWとのテストに先立ち、固体電池のパイロット生産を開始)。
8. Rho Motion. (2022, December). Monthly EV Battery Chemistry Assessment December 2022 (月刊EV電池ケミストリーアセスメント2022年12月号).
9. 同上。
10. Rho Motion. (2022, December). EV & Battery Quarterly Outlook – Q4 2022 (EV & 電池クォーターリー・アウトLOOK – 2022年第4四半期)。
11. Rho Motion. (2023, January). Rho Motion Roundtable – January 2023 (Rho Motionラウンドテーブル – 2023年1月)。
12. IEA. (2021, October). Global Hydrogen Review 2021 (グローバル・水素レビュー 2021)。
13. IEA. (2022, September). By 2030 EVs Represent More Than 60% of Vehicles Sold Globally and Require an Adequate Surge in Chargers Installed in Buildings (2030年までにEVの世界販売台数は自動車販売台数全体の60%以上を占めることから、充電器の適切な建物内増設が必要)。
14. SinoVoltaics. Energy Density and Specific Energy of Battery (電池のエネルギー密度と比エネルギー)。Accessed February 1, 2023
15. Battery University. (2021, November 2). BU-802b: What Does Elevated Self-Discharge Do (BU-802b: 昇圧型自己放電の作用)。
16. National Science Review. (2016, December 11). Energy Storage Through Intercalation Reactions: Electrodes for Rechargeable Batteries (インターカレーション反応によるエネルギー貯蔵: 二次電池の電極)。
17. Research Interfaces. (2018, February 27). What do We Know about Next-Generation NMC811 Cathode? (次世代NMC811正極について私たちは何を知っているか?)

用語集

エネルギー密度: 電池の重量や大きさに対して電池がどれだけのエネルギーを有しているかを示すもの。電池の重量エネルギー密度とは、電池の重量に対してどれだけのエネルギーを有しているかを示すもので、通常ワットアワー毎キログラム(Wh/kg)で表示されます。体積エネルギー密度または電池のエネルギー密度は、電池がその体積に比べてどれだけのエネルギーを有しているかを示すものであり、通常ワットアワー毎リットル(Wh/l)で表示されます¹⁴。



自己放電: 電池内で化学反応が起こり、電力需要とは関係なく電池の充電量が減少する現象。自己放電は電池技術特有のものであり、実際に電池を使用する際の利用可能エネルギー量を減少させます¹⁵。

インターカレーション: 可動イオンまたは分子が、格子構造内の空間に可逆的に入り込むプロセス。このメカニズムにより、分子が入り込んだり、出たりする際(リチウムイオン電池の場合はリチウムイオンの充電・放電時)の体積変化や機械的な歪みを最小限に抑えることができます。その結果、インターカレーションにより、リチウムイオン電池の充電が可能になります¹⁶。

NMC811、NMC622: リチウムイオン正極の組成におけるニッケル、マンガン、コバルトの含有量を簡略表記したもの。NCM811、NCM622とも表記されます。数字は正極に含まれるこれら金属の比率を表しています。NMC811は、ニッケル80%、マンガン10%、コバルト10%。同様に、NMC622はニッケル60%、マンガン20%、コバルト20%です。この表記方法は、すべてのニッケル系正極で統一して使用されているわけではありません。例えば、もう一つの一般的な電池の化学組成であるNMC111は、ニッケル1/3、マンガン1/3、コバルト1/3であることを示しています(ニッケル10%、マンガン10%、コバルト10%ではありません)。さらに、正極にはリチウムも使用されていますが、その含有量はNMCでは表記されません¹⁷。

投資には元本が毀損する可能性などのリスクが伴います。国際投資には通貨価値の不利な変動、一般に公正妥当と認められる会計原則の相違または他国の経済的もしくは政治的不安定性を原因とする元本毀損リスクが伴う場合があります。新興国市場については上記と同一の要因に加え、高い変動性および低い流動性に起因する他市場より高いリスクが伴います。

対象範囲が狭く設定された投資は、ボラティリティが高まる可能性があります。リチウムおよびリチウム採掘業界への投資には、その他にも追加的なリスクが存在します。LITは分散投資を行っていません。

ETFの証券は市場価格(NAVではありません)で売買され、当ファンドが個別に償還することはありません。投資リターンは、仲介手数料により減少します。

ファンドの投資目的、リスク、手数料、費用について慎重にご検討ください。この情報およびその他の情報はファンドの完全な目論見書または要約目論見書に掲載されています。目論見書はglobalxetfs.comから入手いただけます。投資を行う前に、十分注意して目論見書をお読みください。

Global X Management Company LLCはGlobal Xファンドのアドバイザーです。当ファンドは、SEI Investments Distribution Co. (SIDCO) が販売しています。SIDCOはGlobal X Management Company LLCあるいはMirae Asset Global Investmentsの関連会社ではありません。Global Xファンドは、Solactive AGが後援、推奨、発行、販売、または販売促進するものではなく、Solactive AGはGlobal Xファンドへの投資の是非についていかなる表明も行いません。SIDCO、Global X、およびMirae Asset Global Investmentsはいずれも、Solactive AGの関連会社ではありません。