

2022年6月6日
No.2022-012

＜産業分析シリーズ No.2＞

世界のEVシフトを左右するリチウム生産の課題 ～サプライチェーンの多様化と環境負荷の低減が必要～

調査部 主任研究員 熊谷 章太郎

《要点》

- ◆ 世界的なEV（電気自動車）シフトに伴いリチウムイオン電池の需要が急増している。その主原料であるリチウムの生産には以下の2つの課題があり、その解消が進むか否かは今後のEVシフトの行方を左右する。
- ◆ 第1に、リチウムはサプライチェーンの寸断リスクを抱えている。リチウム生産は豪州、チリ、中国、アルゼンチンの4カ国に集中しており、国際情勢や国内政治の変化などをきっかけに供給が不安定化する可能性がある。供給の安定性を高めるには、リチウム原料の生産と精製を行う国・地域を多様化する必要がある。
- ◆ 第2に、現在のリチウムの生産方式は、水不足や水質・土壌汚染などの環境問題を招く。そのため、環境負荷の少ない新たなリチウム生産技術の開発やリサイクル率の引き上げなどを通じて環境負荷を低減する必要がある。
- ◆ 環境負荷の少ない方式で生産されるリチウムを安定的に調達できる体制を構築するには相応の時間が必要である。そのため、リチウム調達の不安定化やリチウム生産の環境負荷を問題視する国では、EVの普及計画が見直される可能性がある。

本件に関するご照会は、調査部 熊谷章太郎 宛にお願いいたします。

Tel: 080-4293-6132

Mail: kumagai.shotaro@jri.co.jp

日本総研・調査部の「経済・政策情報メールマガジン」はこちらから登録できます。

<https://www.jri.co.jp/company/business/research/mailmagazine/form/>

本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。本資料は、作成日時時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがあります。本資料の情報に基づき起因してご閲覧者様及び第三者に損害が発生したとしても執筆者、執筆にあたっての取材先及び弊社は一切責任を負わないものとします。

1. EV普及に向けたリチウムの重要性

GHG（温室効果ガス）排出量の削減に向けて、各国はEV（電気自動車）の普及を推進している。こうしたなか、今後の普及動向を左右する車載用バッテリーに対する関心が俄かに高まっている。車載用バッテリーには様々なタイプがあるが（図表1）、EVについては、少なくとも今後10年以上、リチウムイオン電池が中心的な役割を担うと見込まれている¹。

リチウムイオン電池にはコバルト系、マンガン系、ニッケル系など様々な種類があり、用途によって使い分けられている。生産コストの引き下げ、現材料の安定調達、重量／体積エネルギー密度の引き上げに向けて、様々な素材を用いたバッテリーの開発が進められており、今後、どのような構造が主流となるかについては見解が定まっていない。しかし、正極・負極・電解質にどのような素材が用いられるかに関わらず、主原料として使用されるリチウムの需要は中長期的に増加し続けると見込まれる。チリ銅委員会によると、2030年の世界のリチウム需要は2019年の6倍に達すると予想されている（図表2）。

図表1 車載用バッテリーの種類

種類	鉛電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池
エネルギー密度 (Wh/kg)	35	60	200
小型化の容易さ	×	△	◎
コスト (円/kwh)	5万円	10万円	20万円
安全性	○	○	△
寿命 (サイクル数)	17年 3,150回	5~7年 2,000回	6~10年 3,500回

用途に応じて、正極・負極・電解質に様々な素材を利用

- ・コバルト系
- ・ニッケル系
- ・マンガン系
- ・三元系
- ・チタン酸系

（資料）経済産業省[2012]（蓄電池戦略）p.10「各蓄電池の比較」を抜粋・加筆して日本総合研究所作成

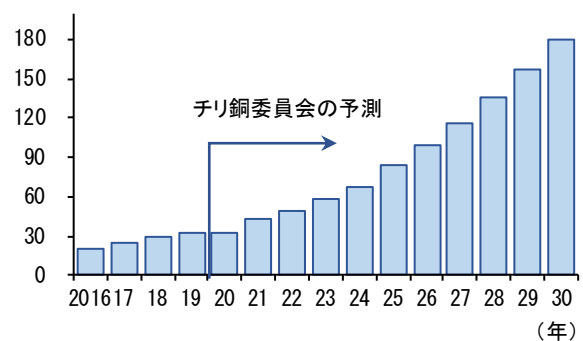
（注）技術進歩や資源価格の変動を背景に、現在のエネルギー密度、製造コスト、寿命の平均値は参照資料のデータと異なる可能性がある。

一方、リチウムは供給が不安定化しやすいほか、生産の過程で環境負荷をもたらすといった課題を抱えている。これらの課題が解消されないままにガソリン車からEVへのシフトが進む場合、経済成長と環境保全を両立したいという各国の思惑に反し、経済の不安定化と環境の悪化を招来する可能性がある。

以下では、今後のEVシフトのカギを握るリチウムについて、現在抱えている課題を整理し、その解消が進むかどうか展望する。

図表2 世界のリチウム需要

（炭酸リチウム換算量、万トン）



（資料）石油天然ガス・金属鉱物資源機構[2021]（COCHILCO[2020]の日本語訳）を基に日本総合研究所作成

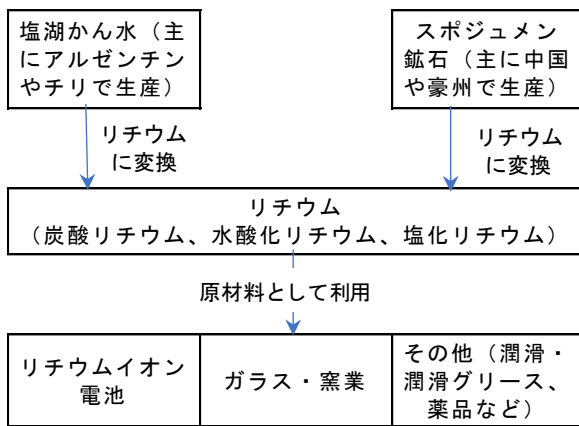
¹ 筆者による次世代蓄電池開発の専門家へのヒアリングに基づく。次世代蓄電池の導入に必要な基礎研究が今後数年間で急速に進んだとしても、商用化に必要な研究や生産体制の整備などを含めると10年程度の時間が必要になると考えられる。

2. リチウムの生産は豪州、チリ、中国、アルゼンチンの4カ国に集中

まず、リチウムの生産方式とサプライチェーンの現状を整理する。リチウムの生産方法は、「塩湖かん水」を濃縮する方式と、「スポジュメン鉱石（リシア輝石）」を精製する方式の2つに大別される²（図表3）。塩湖かん水からの生産は主にチリとアルゼンチンで、スポジュメン鉱石からの生産は主に豪州と中国で行われており、これら4カ国のリチウム原料生産量は世界の約9割を占める³（図表4）。塩湖かん水やスポジュメン鉱石から生産されたリチウムは、パソコン、携帯電話、家電などに用いられるリチウムイオン電池の材料として用いられるとともに、ガラスや陶器などの製造における添加剤として使用される。

リチウムのサプライチェーンは特定の国に偏っている。供給面では、チリと中国が重要な供給者であり、両国のリチウム輸出は全体の約8割を占めている（図表5）。需要面では、中国のCATL、韓国のLG、日本のパナソニックが主たる車載用リチウムイオン電池の生産メーカーであり、日中韓が世界のリチウム輸入の約8割を占めている⁴。

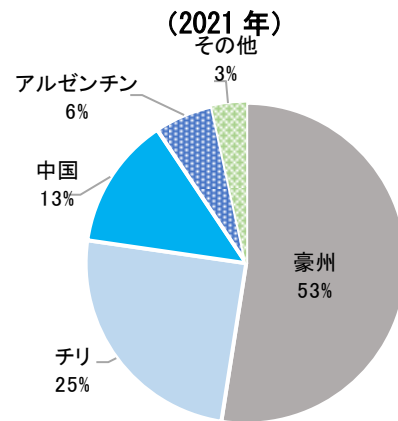
図表3 リチウムの生産・利用の流れ



（資料）石油天然ガス・金属鉱物資源機構[2019]、各種資料を基に日本総合研究所作成

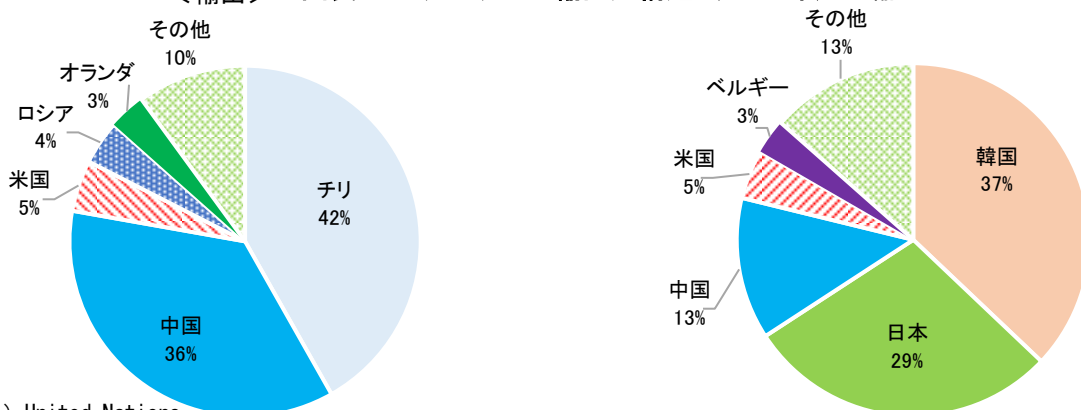
（注）リチウムの生産・利用プロセスを大まかに把握するために、単純化している。

図表4 リチウム原料生産量の国別シェア



（資料）United States Geological Surveyを基に日本総合研究所作成

図表5 リチウムの輸出入構造（2020年）



（資料）United Nations

（注）HS 282520類（酸化リチウムと水酸化リチウム）とHS 283691類（リチウムの炭酸塩）の合計。

² リチウムの生産技術については、石油天然ガス・金属鉱物資源機構[2019]、吉塚[2018]などを参照。

³ 企業別にみると、Albemarle（米国）、ガンフォシリチウム（中国）、天齊リチウム（中国）、SQM（チリ）の4社が世界生産の約7割を占めている（Pedro Palandrani[2020]を参照）。

⁴ 豪州はスポジュメン鉱石の最大の生産国であるが、同国で採掘された鉱石の大半は中国に輸送されリチウムへの精製が行われているため、世界のリチウム輸出に占める豪州のシェアは低い。

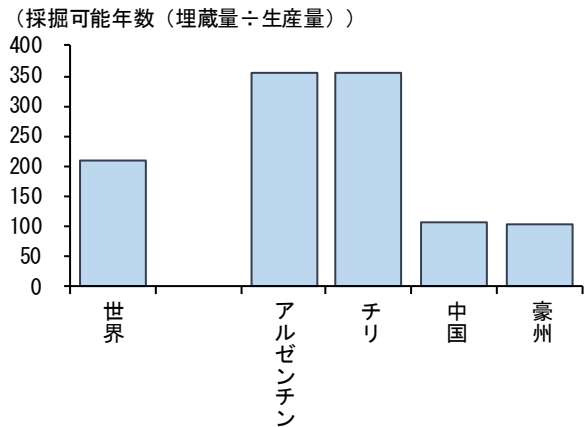
3. リチウム生産が抱える課題①：供給の不安定化

リチウム生産が抱える第1の課題として、供給が不安定化しやすい点が挙げられる。今後の世界的なEVシフトに伴うリチウム需要の増加に供給が対応できるかどうか不透明な面が大きい。

現在のリチウムの採掘可能年数（埋蔵量÷生産量）は世界全体で約200年であり（図表6）、早期に資源の枯渇に直面する可能性は低い⁵。ただし、以下の要因が供給不足を招くリスクには注意が必要である（図表7）。

まず、国際情勢や国内政治の変化をきっかけに供給が不安定化する可能性がある。例えば、近年、深刻化する豪中の政治対立は二国間の貿易・投資関係にも悪影響を及ぼしている。今後、その余波を受けて中国企業による豪州内のリチウム開発プロジェクトに遅延が生じたり、豪州から中国へのスポジューメン鉱石の輸送に支障が生じたりすることで、供給不足が発生する可能性がある⁶。また、EV市場が急拡大する中国が、国内供給を優先してリチウム輸出を制限する場合、日本や韓国でのEV生産が停滞するほか、バッテリー価格が急騰すると考えられ、EV普及が遅れるといったリスクも考えられる⁷。

図表6 リチウムの採掘可能年数



(資料) United States Geological Surveyを基に
日本総合研究所作成

図表7 リチウムの供給不安定化リスク

供給国	国内の政治対立や国際関係の悪化などに関係するもの	環境問題に関係するもの
豪州	豪中対立の深刻化をきっかけとする、中国企業による豪州内のスポジューメン鉱石開発プロジェクトの遅延、豪州から中国への鉱石の輸送の遅延	環境保護に向けたリチウム原料の生産やリチウム精製に対する規制強化
中国		
アルゼンチン	左派勢力の台頭に伴う保護主義の強まりを背景とする外資による資源開発・輸出に対する規制の強化	地域住民からの反対運動などを受けた資源開発プロジェクトの遅延
チリ		

(資料) 日本総合研究所作成

チリやアルゼンチンについては、主要取引国との間に目立った政治対立は見られないが、両国では近年、左派勢力が台頭しており⁸、外資による資源開発や輸出への規制が強化される可能性がある

⁵ COCHILCO[2020]が予測するように、2030年にかけてリチウム生産量が現在の5～6倍に増加する場合、採掘可能年数は30～50年程度に低下することになる。ただし、採掘関連技術の進化や資源探査を行う範囲の拡大などを受けて確認埋蔵量も増加すると見込まれるため、化石燃料などと同様、採掘可能年数の大幅な低下は回避される可能性がある。

⁶ 中国以外の企業が開発を引き継ぐ場合も、権益の売却に向けた交渉などは一定の時間を必要とする。

⁷ 2020年に制定された輸出管理法は、中国国内で供給不足もしくは枯渇の恐れのある資源について輸出規制を行うことを規定している（日本貿易振興機構[2022]を参照）。リチウムイオン電池は軍事機器にも利用されているため、安全保障上の問題を理由に政治的に対立する国への輸出が制限される可能性もある。

⁸ アルゼンチンでは2019年の大統領選で当時の政権の経済自由化路線を批判していた野党が勝利した。また、チリでは2022年3月に格差是正や環境保全を重視する左派政権が誕生した。

る⁹。また、両国におけるリチウムは塩湖かん水の天日干しにより生産されているため、スポジューメン鉱石による生産と比べて短期的に供給量を増加させることが困難である。そのため、豪中のルートで生じうるリチウム供給不足をチリ・アルゼンチンが補う余力は限定的と判断される。

この他、後述するように、リチウムは生産過程で環境負荷をもたらすため、先行き原料生産や精製に対する規制が導入され、それが供給能力の増強を困難にする可能性がある。仮に、政府が経済成長とEV普及を優先し、規制の導入を見送ったとしても、地域住民が資源開発に対する反対運動を起こし、資源開発が遅延するといった展開も考えられる¹⁰。

世界的なEVシフトに伴う需要増加に対応しつつ供給の安定性を高めるには、現在の主要生産国以外でリチウム原料の生産を拡大するとともに、精製を行う国・地域を多様化する必要がある。近年、アフリカやカナダでリチウム原料を含む鉱山を開発する動きが見られるものの（図表8）、それらの大半は中国企業によるものである。そのため、中国自身の供給の安定性は高まる一方、中国による寡占化が進むことで中国以外の国では供給不安定化リスクがむしろ高まっている。

図表8 近年の主要国以外におけるリチウム生産の拡大に向けた動き

投資企業	投資先国	概要
中鋳資源集団 (中国)	ジンバブエ	2022年2月、中鋳資源集団（非鉄金属大手の中国有色鋳業集団の傘下企業）、ジンバブエのリチウム鉱山の権益を買収すると発表
ガンフォンリチウム (中国)	マリ	2021年6月、中国の大手リチウム生産企業贛鋒鋳業（ガンフォンリチウム）、マリのスポジューメン鉱石の鉱山の開発プロジェクトへの出資を発表
紫金鋳業集団 (中国)	カナダ	2021年10月、中国の資源大手紫金鋳業集団、アルゼンチンでリチウム生産を行うカナダのリチウム資源開発会社ネオ・リチウムを買収すると発表
CATL (中国)	カナダ	2021年9月、中国の車載電池最大手CATL、アルゼンチンでリチウム生産を行うカナダのリチウム資源開発会社ミレニアル・リチウムを買収すると発表
ピードモント・リチウム (米国)	米国	米国のリチウム生産企業ピードモント・リチウム、米国内のリチウム資源を含む鉱山の開発を計画
リオ・ティント (英国)	セルビア	2021年7月、英豪資源大手のリオ・ティント、セルビアのリチウム事業に投資する意向を表明。2022年1月、セルビア政府、環境への悪影響を理由に開発許可を取り消し
Atomredmetzoloto (ロシア)	ロシア	ロシアの国営原子力企業ロスアトム傘下の企業Atomredmetzoloto、2030年までに国内でリチウム化合物の生産を開始することを計画（2021年7月、地場メディアの報道）

（資料）各種報道を基に日本総合研究所作成

4. リチウム生産が抱える課題②：環境への悪影響

リチウム生産が抱える第2の課題は、環境への悪影響である。リチウムは生産過程で様々な環境負荷をもたらすため（図表9）、それにも配慮しながらEVシフトを進める必要がある。

リチウムは生産過程で大量の水を消費するため、生産が拡大すると農業用水や生活用水が不足することが懸念されている。また、精製の過程で硫酸ナトリウムなどの副産物が発生することから、排水の際

図表9 リチウム生産に関わる環境問題

	内容
水不足	リチウム生産の過程で大量の水資源が利用されるため、農業用水・生活用水の不足が経済・社会活動を制約する
水質汚染	リチウムを精製する過程で硫酸ナトリウムなどの残留物が発生するため、それらの処理が適切に行われない場合、水質・土壌汚染を招く
土壌汚染	
CO2の排出	採掘時の重機の利用、鉱物の輸送などの過程でCO2が発生（電動重機・貨物車を利用する場合は電力生産の過程でCO2を排出）

（資料）各種報道を基に日本総合研究所作成

⁹ この他、鉱山の権益をめぐる訴訟や労働争議などを理由に開発が停滞する可能性もある。

¹⁰ チリでは地域住民からの反対を受けて裁判所がリチウム原料を含む鉱山の開発権の入札を中止するなどの動きが出ている。

に水質・土壌が汚染されるという問題がある。さらに、化石資源を燃料とする重機によるスポジューメン鉱石の採掘、貨物車・貨物船による鉱石の輸送の際にGHGや大気汚染物資が排出される。

これまでの経済成長の結果、中国は既に様々な環境問題に直面しているが、国内外のEVシフトに伴うリチウム生産の増加により水質・土壌汚染問題が一段と深刻化する可能性がある。豪州、チリ、アルゼンチンは相対的に良好な環境を維持しているものの（図表10）、これらの国でも今後のリチウム生産拡大に伴う環境悪化への懸念は強い。

環境負荷を軽減するには、新たなリチウム精製技術を開発するとともに、資源開発に用いる重機・貨物車・貨物船の電動化を進める必要がある（図表11）。さらに、リチウムのリサイクル率を引き上げることも環境保全と供給安定化にとって重要である¹¹。

図表10 リチウム主要生産国の項目別環境ランキング

	豪州	チリ	アルゼンチン	中国
総合	13	44	54	120
環境保健 (Environmental Health)	11	35	40	96
大気	2	42	39	137
衛生・飲み水	25	38	46	54
重金属関連の汚染	28	5	35	129
廃棄物処理	40	53	73	66
管理固形廃棄物	40	53	73	66
生態系活力 (Ecosystem Vitality)	21	69	80	156
生物多様性	25	75	120	172
生態系の保護につながる活動	120	124	112	90
漁業環境	134	40	135	31
気候変動への影響	20	79	54	103
大気汚染物質の排出状況	35	153	88	91
農業環境	56	78	2	55
水資源	11	24	77	67
排水処理	11	24	77	67

（資料）Yale Center for Environmental Law & Policy “Environmental Performance Index 2020”を基に日本総合研究所作成

（注）180カ国・地域中のランキング。赤字・太字は100位以下を示す。

図表11 リチウム生産に伴う環境負荷低減に向けた取り組み

環境負荷の軽減に必要な取り組み	開発・導入に向けた動き
新たなリチウム精製技術の導入	米国のリチウム生産大手アルベマール、環境負荷の少ないリチウム精製技術「DLE (Direct Lithium Extraction、直接リチウム採取)」を研究中 サウジアラビアのアブドラ国王科学技術大学院大学、海水に含まれるリチウムを濃縮・抽出する技術を開発中
使用済みリチウムイオン電池からのリチウムの回収・再利用	JX金属、2022年度中に廃電池からのリチウム回収事業を開始、2023年度以降の設備の大型化を検討 住友金属、関東電化工業と連携して2022年中に廃電池からのリチウム抽出実証実験を稼働する予定 三菱マテリアル、廃電池からのリチウム抽出設備の稼働を検討 EU、2030年に4%、2035年に10%のリサイクル率を求める電池規制案を2020年に公表
リチウムイオンに代わる次世代電池の開発	中国CATL、2023年までのナトリウムイオン電池の量産化に向けて技術開発を進める方針を発表
リチウムを含む資源の開発に用いる重機・貨物車・貨物船の電動化	小型重機については商用化が進む一方、大型重機の導入に必要な技術開発は途上 中国で大型EVトラックの販売が足元で増加 2022年4月、旭タンカー、世界初のEVタンカーを就航
再生可能エネルギーによる電力供給	太陽光・風力由来の発電が各国で徐々に拡大

（資料）各種報道を基に日本総合研究所作成

¹¹ Department of Energy (United States) [2019]は、米国のリチウムのサイクル率は約5%であると述べており、各国のリサイクル率も一桁台にとどまると考えられる。

様々な分野で環境負荷の少ない生産に向けた技術開発が進められているものの、これらの取り組みの大半が基礎研究の段階にある。商用化に必要な実証実験を経て大規模な生産体制が構築されるまでには相応の時間が必要になるだろう。

以上を踏まえると、リチウム調達の不安定化やリチウム生産の環境負荷を問題視する国では、EVの普及計画を再考する可能性があるだろう¹²。

以上

<参考文献>

- 経済産業省[2012]「蓄電池戦略」
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy04/pdf/20120705/sanko_shiryo1.pdf
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）[2019]「リチウム生産技術概略」
<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20190329/112230/>
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）[2021]「2030年にかけてのリチウムの需要と供給（チリ銅委員会）」（*COCHILCO[2020]“Oferta y demanda de litio hacia el 2030”の日本語訳）
<https://mric.jogmec.go.jp/reports/mr/20210803/157593/>
- 日本貿易振興機構（JETRO）[2022]「中国 貿易管理制度 輸出品目規制（2022年1月21日更新）」
https://www.ietro.go.jp/ext_images/jfile/country/cn/trade_02/pdfs/cn2F010_exp_item.pdf
- 吉塚和治[2018]「イオン交換法を駆使した様々な資源からのリチウム回収に関する研究」日本イオン交換学会誌 29巻(2018)2号
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaie/29/2/29_17/_pdf-char/ja
- Department of Energy (United States) [2019] “Research Plan to Reduce, Recycle, and Recover Critical Materials in Lithium-Ion Batteries”
<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/07/f64/112306-battery-recycling-brochure-June-2019%202-web150.pdf>
- Pedro Palandrani[2020] “Four Companies Leading the Rise of Lithium & Battery Technology” Global X Research & Insights (2020年12月9日)
<https://globalxetfs.co.jp/en/research/four-companies-leading-the-rise-of-lithium-battery-technology/>

¹² EV普及の先頭を走る中国は、①豪中関係を踏まえたリチウムの供給の安定性、②蒙州以外からのリチウム調達環境、③リチウム生産に伴う国内の環境負荷などを踏まえながら、EVの一段の普及に向けて政策を拡充させるか否かを決定すると見込まれる。

