

EV の挑戦と死角~Part II~
 ~資源リスクをもたらすサプライチェーンへの影響~

1. はじめに

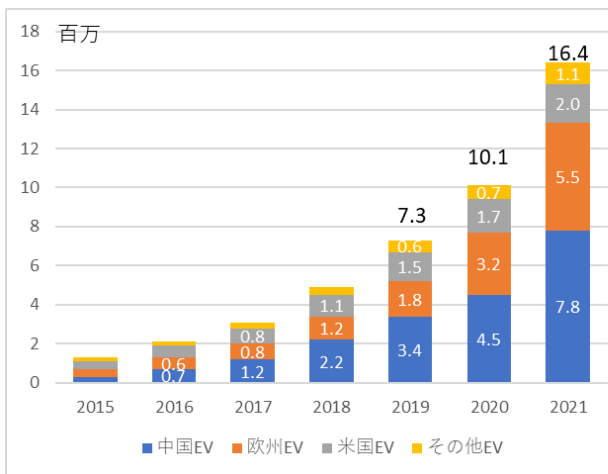
昨年 12 月、筆者は研究レポート（『EV の挑戦と死角~脱炭素をもたらす EV 時代は本当に来るのか~』）の中で、EV 普及の鍵は 3 つの“電池問題”の解決の可否に委ねられる、と結論付けた（図表 1、参照）。つまり、足元での世界の EV 販売は好調で今後も順調に推移していく様に見えるが、高コストの電池が普及の障害になること（問題 1）、電池やその材料の製造時を中心に CO2 を排出するため EV が本当に CO2 削減に効果があるか不明なこと（問題 2）、電池材料の供給リスクが高いこと（問題 3）を 3 つの電池問題とし、EV 普及促進のブレーキになると指摘したところである。

図表 1 克服すべき『3つの電池問題』

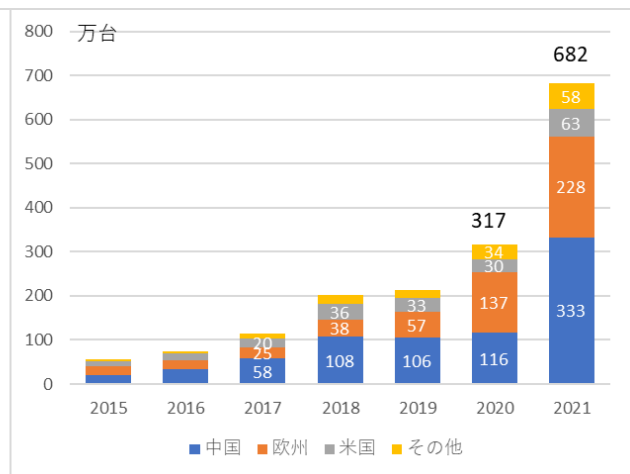
問 題	課 題
1. 高コストの電池	EV製造総コストの約半分を占める電池コストを如何に削減するか
2. 大量のCO2を排出する電池	LCAの視点でのCO2削減を如何に実現するか
3. 供給リスクが高い電池	資源獲得争奪戦による電池材料の供給リスクを如何に低減するか

さて、22 年 5 月に発表された IEA（国際エネルギー機関）の『Global EV Outlook 2022』を見ると、上述の 3 つの電池問題は残したまま、EV 市場は急速に拡大している。まず、図表 2 の世界の EV 累計登録台数（PHV を含む乗用車）の推移を見ると、21 年は約 1,640 万台と前年比 62%増となり、20 年の 38% の増加率を大きく上回った。また、図表 3 の通り、21 年の新車登録台数は約 682 万台となり、前年の約 317 万台に比べほぼ 2 倍を超える結果となった。（その他、特記として 2 点。1 点目は地域別に見ると、中国が約 333 万台、欧州が約 228 万台となり、この 2 つの地域で世界全体の約 8 割を占めること。2 点目は、新車 682 万台のうち EV（490 万台）と PHV（193 万台）の比率は約 7:3 になること）

図表 2 世界の EV 累計登録台数の推移



図表 3 世界の年度別 EV 新車登録台数の推移



(出所) IEA 『Global EV Outlook 2022』より筆者作成

新型コロナウイルスによるパンデミックや半導体不足の混乱が招いた自動車販売の世界的な低迷にもかかわらず、21年のEV販売台数は過去最高を更新し、今や世界の自動車販売市場の9%のシェアを占めている。さらに世界的環境規制の強化^{脚注1}の後押しもあり、もはやEVの普及拡大の勢いを疑う余地は無さそうである。

こうした中、22年2月、突然のロシアによるウクライナ侵攻を契機として世界全体に資源の安定供給への懸念が一気に高まり、ニッケル、リチウム等の電池材料価格の上昇が始まり、未だ収束は見通せない状況である。そもそもEV普及のネックとして潜在的に内在する電池材料の“資源囲い込み”リスクに加え、新型コロナウイルス感染長期化によるサプライチェーンの混乱と、ウクライナ危機による資源供給不安が電池材料の価格高騰を一層エスカレートさせている。

冒頭で申し上げた通り、筆者はEV普及拡大の成功には、3つの電池問題の解決が必要な条件だと考えている。そこで、本稿では、ウクライナ危機から世界のエネルギー情勢が一段と激化する中、材料価格高騰に伴い上昇するEV電池コストを削減することができるのか、また、資源争奪戦がもたらす安定供給へのリスクを低減することができるのか、再度、問題1（高コストの電池）と問題3（材料の供給リスクが高い電池）について、最近の最新情報を織り込みながら現状と課題を明らかにしていきたい。データを見る限り、今後も順調にEVの進展が予想される中、普及の足かせになりかねない電池問題を深掘りし、克服すべき課題がさらに整理できれば幸甚である。

2. 電池問題（高コスト、材料の供給リスク）の現状について

(1)電池材料コストの上昇

（EV 価格値上げの動き）

22年6月、米テスラのイーロン・マスク CEO は「重大なインフレ圧力に直面している」とし、EV全車種を対象に今年3回目となる最大6,000ドルの値上げを発表した^{脚注2}。値上げの波は米国内だけに留まらず中国において最も顕著に押し寄せている。ジェトロの地域・分析レポート^{脚注3}によると、図表4の通り、22年3月以降、何と20社以上の中国地場EVメーカー（表では9社を抜粋）が原材料価格の高騰を理由に一斉に値上げを発表している。

脚注¹ 22年6月、欧州議会は、ガソリン車販売を2035年までに禁止する法案を可決 <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR08EO80Y2A600C2000000/>（日経22.6.9）。また、EU加盟国に適用される自動車排ガス規制については、25年以降、燃費基準強化と規制対象物質の追加と更なる規制が強化される（ユーロ7）動き等が挙げられる。

脚注² (Bloomberg 22.6.16) <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-06-16/RDK8GVT0G1L201>

脚注³ JETRO 地域・分析レポート（22.5.30） <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2022/796f22bef5751d43.html>

図表4 22年3月以降の中国地場EVメーカーの値上げ一覧（抜粋）

EVメーカー	値上げ実施日	値上げ幅（元）	円換算（元÷20円）
广汽埃安	不明	4,000～10,000	120,000～300,000
比亞迪（BYD）	3/16	3,000～6,000	90,000～180,000
小鵬汽車（Xpeng）	3/21	10,100～20,000	303,000～600,000
長城欧拉（Ora）	3/23	6,000～7,000	180,000～210,000
威馬汽車	3/28	7,000～26,000	210,000～780,000
理想汽車	4/1	11,800	354,000
長安新能源	4/1	4,000	120,000
上海蔚来汽車（NIO）	5/10	10,000	300,000
魏牌	4/15	5,000～12,000	150,000～360,000

（出所）JETRO レポートより筆者作成

独メルセデス・ベンツグループも22年4月、日本で初めてEV価格を引き上げた。日本メーカーも価格戦略を見直さざるをえなくなっている様である。トヨタのチーフ・サイエンティスト、ギル・プラット氏は、最近のインタビュー^{脚注4}で『主要電池材料の供給逼迫やウクライナ戦争に起因するサプライチェーンの混乱による価格高騰はすぐに解消することはない』と厳しい状況が短中期的に継続する可能性を苦慮している。消費者にとって数十万円単位の価格上昇は単純に受容できる水準ではなく、EV普及のために各国政府が実施している各種インセンティブの恩恵を打ち消している。そして、状況が長期化すれば消費者の購買意欲を慢性的に削ぐ結果となり、折角広がりつつあるEV需要にブレーキが掛かる可能性は濃厚である。折しも、中国の格安EV市場が縮小に向かうとの報道があった（22.6.30日経新聞）。ここでは、50万円台の格安販売で急速にEV市場への参入を遂げた企業『上汽通用五菱』等複数の企業が、原材料高騰により利幅の維持ができなくなり値上げを余儀なくされ、格安EVのうま味は薄れ市場は中価格帯へシフトしていると報じられている。

（高騰するEV電池材料価格）

図表5は、22年6月ベースでのEV電池材料の価格を前年同月の価格水準と比較した表である。現在EV電池の主流にあるリチウムイオン電池の正極材に使うニッケルは約1.3倍、コバルト約2倍、リチウム約5倍とレアメタル^{脚注5}（希少金属）の価格は軒並み上昇したことが分かる。また、EVのモーター磁石の原料になるネオジウム（レアアースの一種）も前年比約2倍と価格は跳ね上がっている。また、電気系統に使用される銅価格^{脚注6}を見ても、一昨年と同月比約2倍に上昇している。概ねEV製造コストの約3分の1を電池コストが占める（図表6参照）と言われており、電池材料の価格高がそのままEV車両価格に直結することは明らかである。

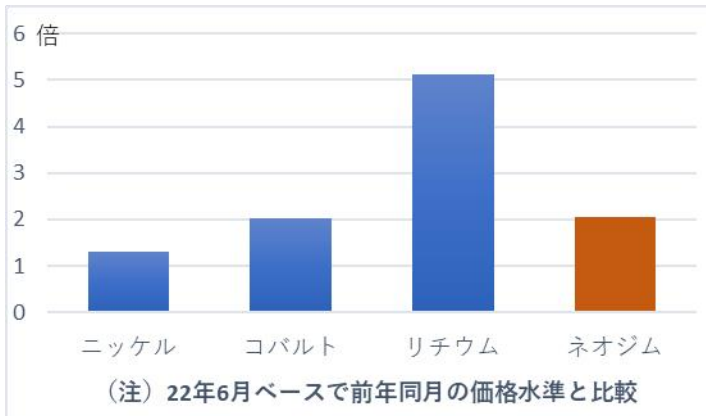
脚注4（Bloomberg 22.6.2） <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-06-01/RCOOFZT0AFB501>

脚注5 【ここで整理】*レアメタルとは、リチウム、コバルト等地殻中の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属の内安定供給の確保が政策的に重要な非鉄金属のことで31種類ある。

*レアアースとは、レアメタルの一種類とカウントされ、スカンジウム、ネオジウム等17元素をいう。中国は世界生産量の約6割で世界1位のシェアを有する。少量で素材の性能を高め「産業のビタミン」と言われる。

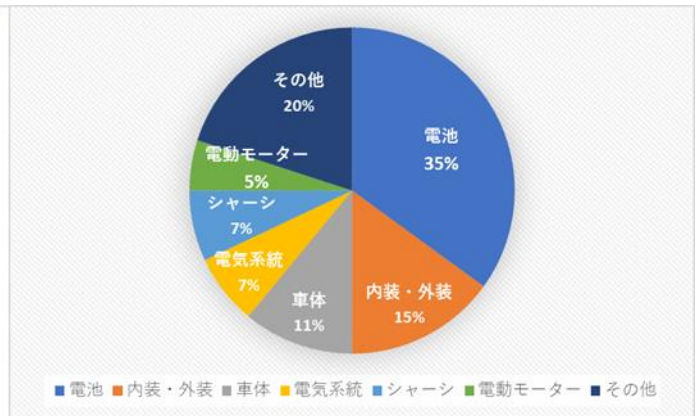
脚注6 JX金属HP 銅建値推移 <https://www.nmm.jx-group.co.jp/cuprice/>

図表5 EV 電池材料価格の急騰



(出所) trading economics 等 Web 情報から筆者作成

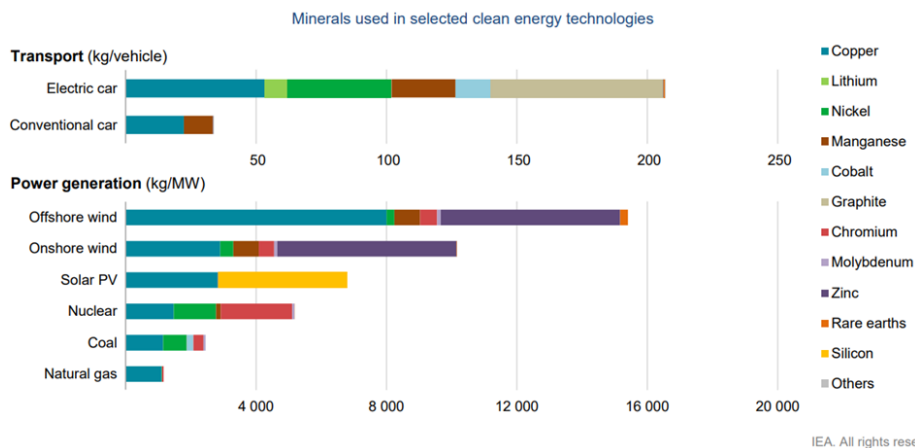
図表6 EV 製造コストの分解



(出所) 米モルガン・スタンレー (日経 22.3.27) もとに筆者作成

また、図表7はIEAが、エネルギー転換に伴いEVおよび再エネ由来の発電所が使用する鉱物資源量を示したものである。これによるとEVが必要とする鉱物資源量は従来型自動車に比べおよそ6倍になる。英調査会社ウッドマッケンジーによると、リチウムの需要は40年に20年の12.5倍に、コバルトも5.7倍に増えると予測^{脚注7}している。この様に、今後鉱物資源の爆発的な需要が予想される中で、有限である鉱物資源の安定的確保は各国あるいは各企業にとって最優先課題となる。EVの普及ペースと相関して鉱物資源の必要量も比例的に増大することから、鉱物資源の価格変動がEV普及の鍵を握ることに疑う余地はない。

図表7 EV および再エネ由来発電所に使用する鉱物資源量



(出所) IEA (『The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions』)

また、電池コストの上昇は、車載電池メーカーの収益へ圧力を掛け競争力(=稼ぐ力)を低下させるリスクがある。既に再生可能エネルギー設備メーカーにおいて、鉄鉱石、製鉄用石炭(原料炭)、銅等原材料価格の高騰が経営を圧迫しており、風力発電のタービンを製造するスペインのシーメンスや同業のデ

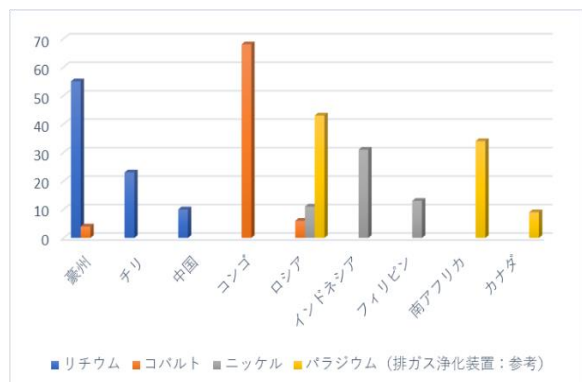
脚注7 (日経 21.10.31)「チャートは語る」から

ンマークのベスタスの両社は、22年1～3月期の最終損益の赤字を公表。韓国LG電子は、22年2月、原材料コスト上昇による事業環境の悪化を理由に太陽光パネル製造事業からの撤退を表明^{脚注8}した。同様な状況が車載電池メーカーにも波及し始めており、先日公表^{脚注9}された韓国電池大手の22年4～6月期の連結決算を見ると、LG エネルギーソリューション（EV 電池生産世界2位）およびSK イノベーションの電池部門は、いずれも投資費用に加え原材料価格の高騰が収益を圧迫する結果となった。このような状況がグローバルに広がれば、原材料高と収益悪化による投資控えによりEV価格は高止まり、中長期的にEV市場の需要が冷え込んでいく可能性は否定できない。

(2) 顕在化する鉱物資源（以下、レアメタル）の地政学リスク

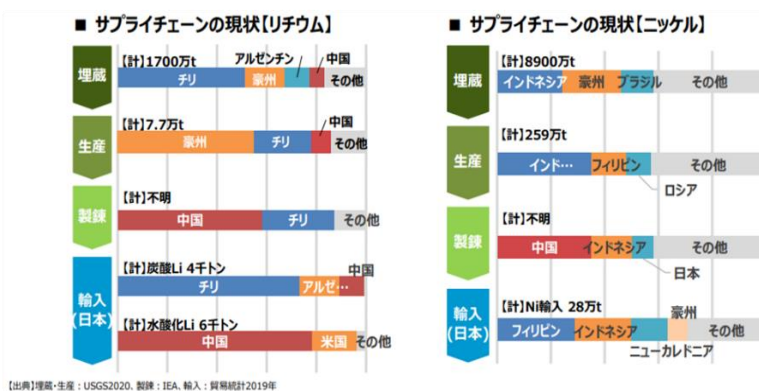
図表8^{脚注10}は、EV電池に使用する主要なレアメタルの上位3か国の生産シェアを示した。リチウムは豪州（55%）、チリ（23%）、中国（10%）の上位3か国で生産シェアが88%、コバルトはコンゴが68%で、ロシア、豪州と続き3か国で78%を占める。ニッケルもインドネシアを中心に3か国で6割弱に及ぶ。これから分かる通り、いずれの主要な電池用レアメタルも産地が偏在し、かつ少数の特定国が圧倒的あるいは寡占的に生産量をシェアしているため潜在的な供給リスクは極めて高い。ひとたび利害関係者による過度なレアメタルの争奪戦が始まり、地政学的リスクが顕在化すれば、EV価格は急騰し普及の足かせとなることは明白である。既にウクライナ危機後、ロシア鉱山会社は、同国での欧米サプライヤーの撤退により、鉱山開発用の設備や技術、部品不足に直面し、計画されたプロジェクトが大幅に遅延する可能性が報道^{脚注11}されている。

図表8 資源別の産出上位3か国のシェア 単位(%)



(出所) JOGMEC『鉱物資源マテリアルフロー2020』等から筆者作成

図表9 リチウム、ニッケルのサプライチェーン (参考)



(出所) 第33回 エネ庁 資源・燃料部会資料

レアメタル争奪に関する最近の事例を紹介する。圧倒的なコバルトの生産シェアを誇るコンゴは、同国内での中国企業との権益争い^{脚注12}が後を絶たない。また、中国企業によるコンゴ鉱山採掘労働者への人権

脚注⁸ LG電子 太陽光パネル製造事業の撤退 (日経 22.2.24) <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM230ZO0T20C22A200000/>

脚注⁹ LGエネ=営業利益前年同期比73%減の1960億ウォン、SKイノベ電池部門=営業損益3,266億ウォンの赤字

脚注¹⁰ パラジウムは自動車排ガス浄化装置に使用する触媒作用を持つ希金属。ロシアがシェア1位のため参考まで記載

脚注¹¹ JOGMEC ニュースフラッシュ https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/?mc=%E3%83%8B%E3%83%83%E3%82%B1%E3%83%AB

脚注¹² 22年6月コンゴのコバルト鉱山会社TFMの経営権を巡り国営企業と中国企業が紛争 (ロイター 22.6.10)

問題に対する米国の警戒感の高まり^{脚注13}は米中資源紛争の新たな火種となる可能性がある。リチウムにおいては、生産量世界一でシェア 55%を超える豪州のロシアへの制裁により露採掘会社の豪州でのリチウム採掘調査を困難な状況に追い込んでいるとの報道^{脚注14}がある。また、ニッケル生産世界一のインドネシアにおいては、20 年 1 月、ニッケル鉱石の全面輸出禁止令が発動され、21 年 3 月にニッケル生産から電池リサイクル事業までのバリューチェーンの構築を目指す国営持株会社 Indonesia Battery Corporation (IBC) の設立が発表^{脚注15}された。資源の流出を防ぎ巨額の海外投資を呼び込み、国内産業の保護を強化する資源エネルギー政策の転換が同国内での資源ナショナリズムの様相を高めている。世界一のレアアース生産量を誇る中国も、21 年 2 月「レアアース管理条例」を制定し、レアアースの管理を強めている。

上述の事例の他にも、図表 10 の通り、EV メーカー最大手の米テスラがレアメタル鉱床の権益を取得、また、電池メーカー中国 CATL がニッケル資源が豊富なインドネシア現地の EV 開発 PJ に参画する等、企業や政府レベルでのレアメタル争奪戦は、国境や業界を超えて世界中で激しく繰り広げられている。

図表 10 世界中で起きているレアメタルの争奪戦（最近の事例抜粋）

企業名(あるいは政府)	報道	内容
米 テスラ社	21.9	(EVメーカーによる)ネバダ州のリチウム鉱床の権益取得
米 テスラ社	21.10	豪州資源会社Vale社がニューカレドニアの企業からニッケルをテスラに供給
英豪リオティント社	21.7	(資源メジャーによる)セルビアのリチウム事業に24億ドル投資
メキシコ政府	22.4	リチウム資源採掘を国有化する鉱業法を成立(民間企業、海外参入排除へ)
中国ガンフェン社	21.7	(探鉱会社による)アルゼンチンサルタ州でのリチウム(世界4位)開発PJに6億ドル投資
中国BYD	22.1	(EVメーカーによる)チリでのリチウム権益を取得
中国CATL	22.4	(電池メーカーによる)インドネシア国営IBCと60億ドルのPJを計画
中国(工業情報部)	21.2	レアアース管理条例を制定
日本 豊田通商	18.2	豪州資源オロコブレ社に開発事業(アルゼンチン塩湖から炭酸リチウム生産)で15%出資
日本 PPES	22.8	トヨタ&パナソニック合弁(PPES)が豪イオニアから米ネバダ鉱山でのリチウム調達契約

(出所) 各種報道より筆者が作成

3. 電池問題の解決に向けた取り組み状況 (=3つのアプローチ)

上記 2 では、電池問題として EV 普及の障害となっている「高コストの電池材料」および「レアメタルの地政学リスク」の現状を整理した。ここでは、その現状を踏まえ各国の企業や政府がどのような対策を講じようとしているか、「安価な材料による電池開発」、「安定供給体制の強化」、「リサイクル強化」という 3 つの視点からその取り組み状況にアプローチする。

アプローチ 1：安価な材料利用による電池開発

21 年頃から、急速に安価な車載電池を開発する企業の取り組みが活発化している。価格が高騰するリ

他にもコバルト開発契約の見直しについてコンゴ政府と中国企業モリブデンとの間で紛争(ロイター 21.8.30)

脚注¹³ (22.1.6 日経新聞) コバルト大手の中国モリブデンに人権問題の疑義 <https://jp.reuters.com/article/congo-mining-cmcc-idJPKBN2NR0L5>

脚注¹⁴ JOGMEC フラッシュニュース https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/

脚注¹⁵ JOGMEC フラッシュニュース https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20210406/154812/

チウム、ニッケル等のレアメタルを正極材に使うリチウムイオン電池^{脚注16}から代替品への開発ニーズが高まっているからである。コストダウンに繋がるリチウム精製技術開発に期待する面もあるが、企業が収束の見通しが立たず価格高騰が続く電池材料の使用を避け、できるだけ豊富で手頃な資源の利用を目指した電池開発の方向を探る流れが、この1~2年の間にはっきりと現れ始めている。この開発の動向を、図表11の通り2つに大分類し、さらに電池の種類により3つに小分類にして整理した。

まず、大きな開発の流れのひとつとして“脱リチウム (=レアメタルを使わない)”による『ナトリウムイオン電池』(小分類Ⅰ)の開発がある。ナトリウムは海水をはじめ世界中に潤沢に存在する低コストの資源であり、また高い急速充電性能が長所である。一方、容量 (=充電能力) はリチウムイオン電池の6~7割に留まり、寿命 (充放電回数) についての安定性に欠点がある。近年、当該電池の開発は活発化しており、詳細な性能を明らかにしていないが、米国ナトロンとクラリオスの両社による23年での商業生産が実現すれば、世界最大規模のナトリウムイオン電池工場^{脚注17}が誕生する。また、インドをEVと電池技術のハブにすると意気込む石化大手のリライアンスは、蓄電容量能力を高める技術を持つ英国スタートアップ企業ファラディオンを買収し、ナトリウムイオン電池事業への参入を目指す^{脚注18}。その他、世界最大の中国電池メーカーCATLもナトリウムイオン電池の急速充電性能や低温性能の長所を重視し、リチウム電池の製造を行う一方、脱リチウムを目指す新規電池開発に乗り出している。

図表11 安価な材料の使用による最近の各国企業の電池開発状況一覧

大分類	企業名	公表	開発内容	長所・短所
脱リチウムによる開発	小分類Ⅰ ナトリウムイオン電池 (=正極がナトリウム酸化物でナトリウムイオンの移動で充放電する)の開発			
	(米) ナトロン、(米)クラリオス	22.5	✓23年に大量生産による商業生産の開始で戦略的合意	◎潤沢◎価格
	(中) CATL	21.7	✓電池容量160Wh/kgの開発に成功、今後容量増大を目指す	○急速充電
	(英)ファラディオン 日本電気硝子	21.12 22.3	✓印リライアンスが同社を買収。23年量産計画。(20.6印へ参入) ✓全固体ナトリウムイオン電池を24年以降出荷予定	×容量?寿命
上記以外による開発	小分類Ⅱ リチウム硫黄電池 (=正極に硫黄を使い、負極にリチウム金属またはシリコンやスズを使用)の開発			
	GSユアサコーポレーション (独)テイオン	21.11 22.4	✓従来比2倍の電池容量400Wh/kgの実証に成功、23年2.5倍目標 ✓EV航続距離を3倍に延伸かつ正極材の調達コストを低減	◎価格○容量 ×寿命
	小分類Ⅲ リン酸鉄リチウムイオン電池 (=正極にリンや鉄を使用)の開発			
(中)小鵬汽車、蔚来汽車 (韓)LGエナジーソリューション	20以降 21.11	✓主力車種へのリン酸鉄系電池の搭載の採用が進む ✓リン酸鉄系の中価格帯市場への参入を発表	◎価格×容量 ○寿命	

(出所) 各種報道や資料より筆者が作成

一方、大分類のもうひとつの括りとして、リチウムを使用する中で電極を安価な材料で製造する開発の流れがある。正極に硫黄を使う『リチウム硫黄電池』(小分類Ⅱ) および正極にリンや鉄を使う『リン酸鉄リチウム電池』(小分類Ⅲ)の開発である。前者において、硫黄は、石油精製の副産物で安価に入手でき、理論容量はリチウムイオン電池の約6倍あると言われている。しかし電気伝導性が低く劣化による

脚注16 EV向け電池世界市場を圧倒的シェアで牽引する車載電池。矢野経済研究所の推計(21.6)では25年に約500億ドルと20年の約2.1倍になる。21年シェア(1~3位):CATL(30%)、LGエナジー(22%)、サムスンSDI(13%)

脚注17 22.5.4 ナトロン、クラリオス合意報道 <https://www.businesswire.com/news/home/20220504005344/en/Natron-Collaborates-with-Clarios-on-Worlds-E2%80%99-First-Mass-Manufacturing-of-Sodium-ion-Batteries>

脚注18 22.4.15 日経新聞 財閥リライアンスが欧州企業買収 <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM1501E0V10C22A400000/>

寿命に課題がある。GSユアサコーポレーション、独テイオン社の開発実績はいずれも実証試験段階であり商用ベースでの早期生産が期待される。

また、後者のリン酸鉄リチウムイオン電池は、容量がリチウムイオンの6割程度であるが、材料価格が3割安価という長所がある。電池の特性を活かし、既にバスやトラック等の重量EVに搭載されているが、容量（エネルギー密度）改善の技術革新が進み、20年以降は中国の小鵬汽車等のEV新興メーカーの主力車両や米国テスラの高級乗用車への採用が始まっている。この状況を見て、21年11月、韓国のLGエナジーソリューションは同電池の開発事業への参入を決定。中国と韓国の間で開発競争が始まっている。

この様に、電池材料コストの急激な上昇リスクを回避するため、各企業はグローバルな規模でEV電池コスト低減に向け凌ぎを削る開発競争を繰り広げている。新型電池の開発には技術力とコスト面で未だハードルは高いが、EV関連企業にとってEV電池のコスト低減は事業の生き残りをかけた優先課題である。今、豊富で安価な材料を使った低コストかつ高性能なEV電池の開発力が企業に問われ、EV普及の鍵を握っている。

アプローチ2：レアメタルの安定供給体制の強化

前記の「顕在化するレアメタルの地政学リスク」で述べた通り、電池材料の主原料となるレアメタルの需要が急速に高まる中、肝心のレアメタルは世界の特定国（地域）に集中的に偏在しているため、EV電池製造にかかわるステークホルダーの間で熾烈な奪い合いが始まり、レアメタルの地政学リスクは日に日に高まっている状況にある。折しも、長引く米中貿易戦争、ロシアによるウクライナ侵攻によるエネルギー価格高騰の広がり、レアメタルの価格上昇と争奪戦を一段とエスカレートさせる要因となっている。この様な状況下では、レアメタルを安定かつ継続的に調達することはもはや一企業のマネジメント範囲を超え、政府（国家）レベルでの資源エネルギー戦略として解決すべき課題と捉えるべきである。図表12に示す通り、まさにこうした考えを反映した形で、欧米や日本において政府レベルでレアメタルの安定供給体制の強化を目指す動きが顕著になっている。

図表12 レアメタルの安定供給体制強化への日本や欧米の取り組み

国名	主体	時期	概要
日本	JOGMEC	22.5	20.3経産省は新国際資源戦略を策定。22.5、金属鉱物の選鉱・製錬等事業への出資・債務保証事業を新たに開始する等機能強化する法改正。
米国	米政府	21.6	21.2大統領令を受け、米バイデン政権は重要製品に関するサプライチェーン強化策を発表。資金援助を通じ、同盟国と協力し重要鉱物のサプライチェーンを多様化する。
	米国防省	22.6	豪産レアアースを供給する豪ライナス社に対して米国防省がテキサス州でのレアアース精錬工場の建設を全額援助(約1.2億ドル)で誘致。21.1の工場建設の資金援助(3,040万ドル)から2度目。
欧州	欧州委員会	20.9	欧州委は、重要な原材料の戦略的な確保を目指す官民協働モデルである欧州原材料アライアンス(ERMA)を発足。25年までに実施可能な投資計画をまとめる予定

(出所) 各種情報源から筆者が作成

(欧米の動向)

21年6月、米バイデン政権が公表した重要製品に関するサプライチェーン強化策^{脚注19}によると、米国内のEV用電池を含む大容量電池、レアアースを含む重要鉱物等の分野に関するサプライチェーンの脆弱性に対して、『国内のリチウム電池サプライチェーンの早期構築』および『レアメタルの国内外での持続可能な生産・加工への投資』を政策課題として明確化した。米国政府においては、世界で生産されたレアアースのうち約6割が中国産で中国に過度に依存する自国の脆弱なサプライチェーン体制に強く危機感を抱いている。また、中国の人権侵害問題がサプライチェーンリスクを高めている状況も見逃せない。22年6月、米国防省による2度にわたる豪ライナス社への米国内でのレアアース精錬工場建設誘致と資金援助(建設費用の米側全額支援)の決定は、エネルギー安全保障の観点からレアアース調達における脱中国を進める最たる事例と言える。さらに同年8月12日、米下院による歳出・歳入法案^{脚注20}の可決はEV関連事業への脱中国の方針を決定づけた。

欧州では、20年9月、欧州委員会がERMA(European Raw Materials Alliance)を発足^{脚注21}させた。大企業、スタートアップ等を含む産業界のパートナー企業や、地方自治体、欧州投資銀行(EIB)、投資家、環境NGO等を巻き込み、本会で重要な原材料の戦略的かつ長期的な確保における課題を洗い出し、25年までに実施可能な投資計画をまとめることになっている。特に本会が重視しているのは、現在中国に依存するレアアースに関し、加盟国内にもレアアースは埋蔵されていることから、産業界と共に採掘計画を進め民間からの投資を呼び込むことで、欧州域内でのレアアースの開発を加速させたい考えである。

(日本政府の動き)

経済産業省は、20年3月に策定した新国際資源戦略^{脚注22}において、レアメタルの重要性の高まりや中国による寡占化等の情勢を踏まえ、地政学リスクが高いレアメタルへの備蓄目標日数の上方設定(60日から180日)、さらに鉱山開発や製錬、製品製造等、サプライチェーン各段階での資源国との国際協力強化の必要性を提案した。これを受け、JOGMEC(独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構)は「レアメタル等の金属鉱物のセキュリティ強化」を目指し具体的な取組みを開始。更に、22年5月20日の法改正^{脚注23}に伴い、国内におけるレアメタル等の金属鉱物の選鉱・製錬等事業への出資・債務保証事業を新たに開始するなど同機構の機能強化が行われ、政府はレアメタルの安定供給体制の強化を明確に打ち出した。これらの方針は、クリーンエネルギー戦略の中間整理においても確認(図表13参照)され、具体的には、本年度中に国内レアメタルの需要見通しと供給可能量等を考慮した長期需給予測調査^{脚注24}を取

脚注¹⁹ JETRO ビジネス短信 21.6.10 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/06/9d72b2ec702630ae.html>

脚注²⁰ EV、PHV普及促進策として補助金支給(最大7,500ドル税額控除)条件あり。①車載電池の部品の一定割合は北米生産であること ②部品に含まれる「重要鉱物」の一定割合は米国が自由貿易協定を締結する国から調達されること

脚注²¹ JETRO ビジネス短信 20.10.1 <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/10/5d3ed838a29ee0a5.html>

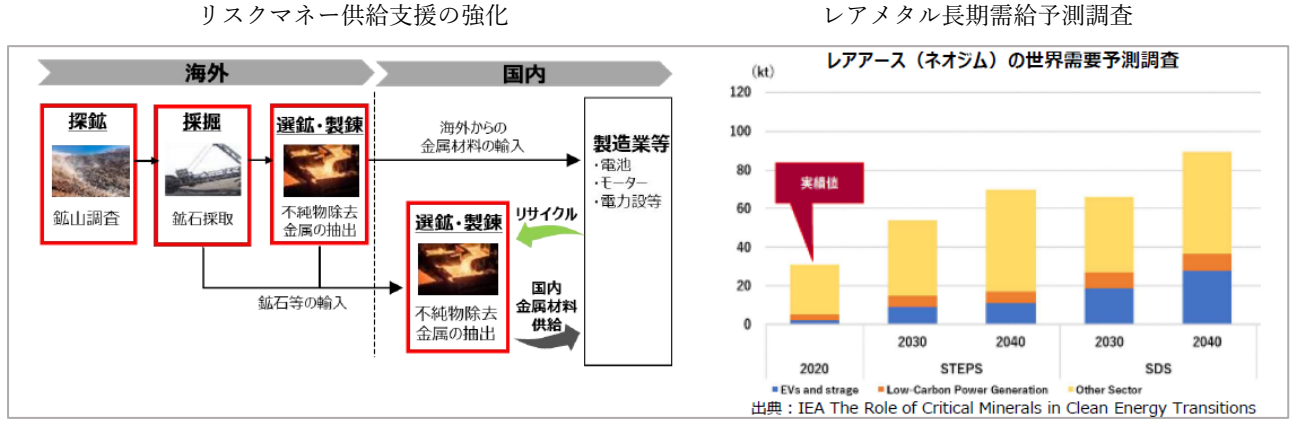
脚注²² 20.3.30 経産省HP「新国際資源戦略」で中国依存への懸念を具体的に言及 <https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200330009/20200330009.html>

脚注²³ 22.5.20 JOGMEC HP 法改正によるJOGMECの機能強化と名称変更 https://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_00022.html

脚注²⁴ 再生可能エネルギー、電動車、蓄電池等の技術の将来導入量や、資源国供給可能量、リサイクル原料の利用拡大等を考慮し、世界規模での需給予測とは異なる、わが国の状況を的確に反映した独自の調査を実施する。

り纏め、その結果を踏まえて、JOGMEC による国内のレアメタル権益獲得事業に対するリスクマネー支援強化とレアメタル調達先の多様化が促進される計画である。

図表 13 レアメタルの安定供給体制の強化（イメージ図）



（出所）クリーンエネルギー戦略中間整理（22.5.19）産業技術環境局・資源エネルギー庁

今やレアメタルの安定供給体制の強化は国の資源エネルギー戦略の根幹をなす重要な課題のひとつである。各企業は、複雑に絡む国際政治やグローバルな産業構造変化を注視するとともに、これまで以上に積極的かつ適切な官民協働あるいは国際連携が求められている。

アプローチ 3：レアメタルのリサイクル強化

電池材料となるレアメタルは賦存量が偏在し安定確保が容易でなく、また価格変動リスクの影響を受けやすいため、益々希少価値を増す資源となっている。そこで、近年国内外の EV 関係事業者は、使用済み車載電池からレアメタル（リチウム、コバルト、ニッケル等の鉱物）を回収・抽出して生産サプライチェーンに再投入するリサイクル（=再資源化）への取り組みを強化させている。レアメタルのリサイクルは、自給生産率を高め EV 電池の持続的サプライチェーンを確保する上で重要な役割を担うとの認識が高まっている。因みに、産業技術環境局・資源エネルギー庁がまとめた『クリーンエネルギー戦略中間整理（22.5.19）』の中でも、レアメタルのリサイクル促進への国の支援の必要性がしっかりと記載されている。

（規模感）

米大手市場調査会社 BCC Research によると、EV 電池再利用およびリサイクルの世界市場規模は 21 年で 14 億ドル、26 年には 84 億ドルに達すると推計し、市場の平均年成長率は約 43%で推移すると見込んでいる。また、米 Report Ocean の調査結果によれば、27 年までに 53 億 9,180 万ドルに達し、20 年から 27 年にかけて毎年約 54%の成長を予測している。調査機関により数字の差異はあるものの、調査結果は、世界のリサイクル市場がここ 4~5 年で飛躍的な成長を迎える可能性の高いことを示している。

また、日経新聞（21.7.14）の記事^{脚注25}を読むと、電池廃棄物のボリュームからリサイクル処理に関する規模感を捉えることができる。それによると『IEA の推定で、現在世界で年間 18 万トンの使用済み電池

脚注²⁵ 21.7.14 日経新聞 『EV の時代、バッテリーのリサイクルが鍵に』 <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFE179FD0X10C21A600000/>

のリサイクルが可能。19年に使用されたすべてのEVから、最終的に50万トンの電池廃棄物が発生する。そして、40年までには、リサイクルが必要な電池廃棄物は800万トン弱（テスラEV電池換算）になる』との記載がある。さらに、『アースワークスからの委託で最近出された報告書によれば、仮に回収されたEV用電池がリサイクルされ、金属、特にリチウムの回収率が100%であれば、40年までのEV産業におけるリチウム需要の25%、コバルトとニッケル需要の35%をリサイクルにより満たせる』と言うことである。つまり、いずれの試算ケースにおいても、言い換えれば、“今後、グローバルに電池廃棄物の急激な増加が予想され、その確実な回収とレアメタルの抽出によるリサイクル（=再資源化）事業への投資予見性は大いに高まっていく”ということである。

（急拡大を始めるEV電池リサイクル産業）

期待が高まるリサイクル産業拡大の兆候はここ数年顕著に表れてきた。図表14は、世界のリチウムイオン（以下、LIB）電池リサイクル産業の最新動向（抜粋）である。EV販売状況に呼応する様に、欧州、北米、中国の各地域で車載電池のリサイクル工場の建設が一斉に始まる様相である。LIBリサイクル企業が自動車、電池、化学メーカーとの提携を模索するケースや自動車メーカーや電池メーカー自らLIBリサイクル事業を始めるケース等、様々な形で車載電池リサイクル産業の規模が拡大している様子が伺える。また、欧州地域での企業動向は、新たに導入されるEUバッテリー規制^{脚注26}への対応を見込んだものと推測できる。

図表14 世界のリチウムイオン電池リサイクル産業の最新動向

地域	企業（√EVor電池メーカー）	特記	公表	内容	*LIBとはリチウムイオン電池
EU・英	Veolia（仏）	廃棄物管理大手。化学Solvay、自動車Renaultと提携	22.1	英国で車載LIBのリサイクル工場(24年処理能力年間1,000トン)を設立	
	Umicore（ベルギー）	次世代最新リサイクル技術開発企業	22.2	Umicoreが開発した次世代リサイクル技術を仏ACC*工場で使用する契約を締結。 *Total子会社。電池技術開発Saft、新興モビリティStellantis、自動車Opelによる3社JV	
	Stena Recycling（スウェーデン）	廃棄物管理、リサイクル企業	22.2	同国ハルムスタッド市にLIBリサイクル工場(処理能力年間10,000トン)を設立。また欧州各地域に収集のためのバッテリーセンターを設立予定	
	√Daimler（独）	トラック大手。	21.11	仏国境沿いクッペンハイム市に23年稼働予定でLIBリサイクル工場を建設。子会社ベンツと折半出資による専門会社を新設する予定	
	√Volkswagen Group（独）	大手自動車メーカー	21.2	国内ザルツギッターにEVバッテリーリサイクル工場を始めて開設。稼働当初、年間で約1,500トン进行处理。	
	√Britishvolt	新興LIBメーカー	22.2	23年半ば稼働予定で英ノースフリート(金属採掘のBritannia Refined Metalsの施設内)にLIBリサイクル工場(処理年間1万トン)を設立。ギガファクトリーは別に建設中	
北米	Ascend Elements（米）	米新興企業。主要株主Jaguar Land Rover(印Tataが親会社)	22.1	北米(ジョージア州)で最大規模のLIBのリサイクル工場を設立。投資額約45億円、22年8月操業予定。追加投資約105億円で23年に工場拡張予定。Hondaへ材料提供	
	Redwood Materials（米）	米新興企業。	22.2	欧州に少なくとも2工場を設立する計画、カリフォルニア州でFordとVolvoと協業を発表。Teslaの米でのギガファクトリー隣接でリサイクル工場設立計画が進行中	
	American Manganese（加）	LIB特化のリサイクル会社。伊セルメーカーItavolt SpAと提携	—	伊スカルマーニョに建設予定のギガファクトリーに商業リサイクル工場を併設計画	
	Li-Cycle（加）	加最大のLIBリサイクル会社	22.1	ノルウェーでの工場設立や米国オハイオ州のUltium Cells（米GMと韓LG化学の合弁）のLIB製造工場に併設するリサイクル工場の設立を計画	
中国	√国軒高科（中）	車載電池大手メーカー	21.3	安徽省に約2,245億円を投じてリサイクル等の生産拠点の建設を表明	
	√寧徳時代新能源科技(CATL)（中）	車載電池最大手メーカー	21.10	湖北省に約5,987億円を投じて使用済み電池リサイクル工場の新設を発表	

（出所）報道等各種情報から筆者が作成

脚注²⁶ 20年12月欧州委員会が発表したEUバッテリー規則案。発効（22年末？）すればEVバッテリー製造者はバッテリーの回収、リサイクル使用量の開示および最低使用割合の導入等が義務化される。<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/12/47bc18d866bce008.html>

日本企業においても EV 電池の大量廃棄時代を見据えリサイクル工場建設の検討や技術開発が活発化している（図表 15）。特に、EU バッテリー規制案（脚注 26 参照）が採択されリサイクル材料の使用量や、ライフサイクル全体にわたる二酸化炭素排出量を開示する「カーボンフットプリント」の申告が義務化されると、EU 域内でのサプライチェーンへの影響が懸念され、日本もその対策が求められる。

図表 15 日本のリチウムイオン電池リサイクル産業の最新動向

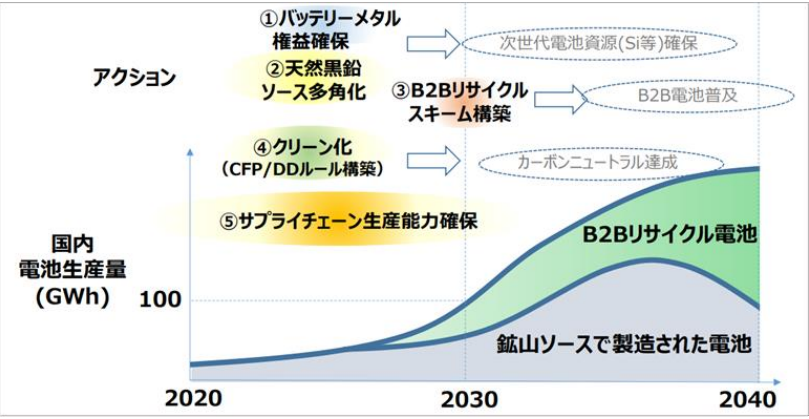
企業	公表	内容
日産	21.12	25年までに欧米に車載電池リサイクル工場を一カ所ずつ建設すると発表
ホンダ	20.4	仏SNAMと欧州22か国でのEVバッテリーのリサイクルに関する協力関係を拡大
トヨタ	22.6	米国内での使用済み電池の再利用で米Redwood Materialsと提携
JX金属	22.6	30年事業化に向けW社と独自の車載用LIB電池のリサイクルの実証実験を開始
住友金属鉱山	22.1	関東電化工業との共同開発で使用済みLIB電池から世界初の水平リサイクル技術を確立
パナソニック	22.3	中国の広東光華科技、新興オウルトンの2社とリサイクル技術開発、充電制御等で協業

（出所）報道等各種情報から筆者が作成

（国内外の組織立ち上げ等の動き）

電池材料のリサイクル強化を支援する新たな組織が国内外で立ち上がり始めている。日本においては、21年4月、『電池材料、部品およびそれらの原料のサプライチェーン関連産業の健全な発展を図ること』を目的に、非鉄、商社、電池、素材、自動車と川上から川下の業種55社から成る、（社）電池サプライチェーン協議会（Battery Association for Supply Chain：以下BASC）が設立^{脚注27}された。本協議会で、電池材料資源の安定調達の促進やインセンティブを含む電池材料のリサイクルの仕組みづくり等について政府へ提言を行い官民共同で国内電池サプライチェーンの強化を図る。

図表 16 電池サプライチェーンの目指す姿（イメージ図）



（出所）BASC 資料(21.11.18)より

一方、欧州では、既に 17 年 10 月、欧州委員会が欧州バッテリー同盟（European Battery Alliance：以

脚注²⁷ BASC 10 の提言から (21.11.18) https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/battery_strategy/0001/04.pdf

下、EBA) を設立し LIB 電池の安定供給の実現を目指して、原料、材料から部品・完成品、更にリサイクル、リユースに至るまで全てのプロセスでの持続可能なサプライチェーンを構築するため、国家支援という形で取り組みが始まっている。また、米国においても、22年2月、バイデン政権が発表したサプライチェーン強化策^{脚注28}の中で、EV 電池の再利用及び材料資源のリサイクルを促進するため連邦政府に政策の策定が要請されている。

また、日米欧の120を超える車メーカー、IT 大手や団体等が加盟する国際組織 MOBI ^{脚注29} (モビリティ・オープン・ブロックチェーン・イニシアチブ) が車載電池の生産履歴や生産過程での二酸化炭素の排出量等を管理・共有できる国際共通規格を策定したとの報道(日経新聞 22.7.20)があった。今後、この仕組みの中で電池部材に使用されるレアメタルの詳細情報の共有が可能になれば、リサイクルに関する国際ルール作りにも影響を及ぼすことが予想される。リサイクルは EV 普及戦略の策定に不可欠の要件になりそうである。

4. おわりに

英エネルギーデータ大手ブルームバーグ NEF は 21 年 10 月のレポートで発表した『21 年リチウムイオン電池サプライチェーンランキング』で、「原料」(原料入手、掘削能力、精製能力)、「電池&部品」(電池の製造能力) および「需要」(リチウムイオン電池需要) の各カテゴリーで圧倒的優位を誇る中国を 2 年連続で 1 位に、国内の電池サプライチェーンを支援するバイデン政権の政策により EV 投資が高まる米国を 2 位にランキングした。また、米国の躍進を『米国は電池の価値連鎖を発展させる要素を備え、バイデン政権下の政策支援があるため、サプライチェーンの全ての企業は協調して国内にさらに多くの価値をつなぎ留めようとしている』と評価した。

図表 17 21 年リチウムイオン電池サプライチェーンランキング

国名	総合順位 (前年)	原料	電池& 部品	環境	RII	需要
中国	1(1)	1	1	21	12	1
米国	2(6)	11	4	10	10	2
ドイツ	3(4)		6	6	4	2
スウェーデン	4(10)		8	2	1	8
カナダ	5(4)	5	11	7	13	10
フィンランド	6(8)	9		5	3	12
ノルウェー	7(?)	19		2	2	6
日本	8(2)	13	3	15	7	9
フランス	9(8)			1	6	4
韓国	10(3)	18	2	19	5	6

※順位付け根拠 (カテゴリー別の評価基準) 原料は原料入手、掘削能力、精製能力。電池と部品は電解質塩と電解質溶液、負極、正極、セパレーター、電池の製造能力。環境は、電力系統の炭素排出、再エネ政策、環境と生態系の健全性。RIIはインフラ、政策、研究開発投資、STEM教育。需要は交通と定置型蓄電によるリチウムイオン電池需要

(出所) ブルームバーグ NEF(21.10)資料より筆者作成

脚注²⁸ バッテリー分野における DOE(米エネルギー省)の提言 https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-06/FCAB%20National%20Blueprint%20Lithium%20Batteries%200621_0.pdf

脚注²⁹ モビリティ全体で、ブロックチェーン技術を活用したサプライチェーン等の標準規格化を目指す国際 NGO で 18 年設立。欧州委、IEEE、SEMI 等の他自動車関連メーカーでは GM、フォード、ホンダ、デンソー等が加盟

また、欧州各国ではEVの販売が着実に伸び、ランキングを上げている。また、日本と韓国は、電池製造能力の優位性はあるが、原料サプライチェーンにおける支配力で劣勢にあることを浮き彫りにしている。いずれにせよ、本データは、EV電池サプライチェーンの評価をグローバルに俯瞰することで、その充実（＝ランキングアップへの取り組み）こそがEV市場での勝者の条件であることを改めて我々に示してくれている。

本稿では、前回のレポートに引き続き、電池問題として指摘した「高コスト」と「材料の供給リスク」について、その現状をアップデートし、その解決にあたり「安価な材料利用による電池開発」、「レアメタルの安定供給体制の強化」、「レアメタルのリサイクル強化」を3つのアプローチとして展開した。また、EV電池問題は、各国の資源エネルギー政策に深く関係することから、今や一企業だけの努力で解決することは中々難しく、むしろ政府による積極的な支援やサプライチェーン内にある関連企業あるいは団体組織との連携による解決が一段と求められる状況にあると言えよう。

冒頭で示したIEAの報告をベースに、少なくとも21年までのEV販売台数の伸び率の延長線上で考える限り、今後も短期的にはEV市場の順調な進展が見込まれるだろう。一方、ウクライナ危機は世界の資源ナショナリズムに緊張を与え、EV電池サプライチェーンへのリスクを高めた（今も継続している）ことも明らかである。これからも、EVサプライチェーン（電池含む）中で、EV普及を阻む死角（＝克服すべき課題）について情報収集を続けていきたい。

ENEOS 総研（株） エネルギー経済調査部 木許正弘