

電動車の将来と日本企業の勝ち筋

KPMGコンサルティング株式会社 自動車セクター
 アソシエイトパートナー 轟木 光 (写真左)
 スペシャリスト 伊藤 登史政 (写真右)

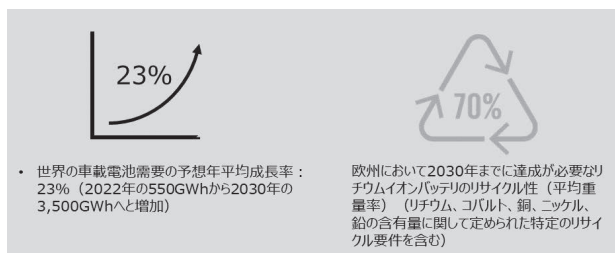


1. 成長する電動車市場と電池規則

国内においても電動車（ここでは電気自動車（BEV）、プラグインハイブリッド車（PHEV））の販売台数が徐々に増え、市中で見かけることも珍しくない。国際エネルギー機関（IEA）によれば、2022年には世界で2600万台以上の電動車が市中に存在し、2018年比で5倍に増加した。IEAでは、この電動車の普及の鍵となる電動車用電池の将来需要について、2つの社会動向シナリオに基づいた予測値を公表している。電池需要の多いシナリオにおいて電池需要量は2030年に3500GWhとなり、2022年の電池需要量550GWhからCAGR（年平均成長率）23%の成長となる^{注1}。自動車のエネルギー源の転換、すなわちエンジン車中心から電動車中心への転換が急速に起こり得るといふシナリオも考えておくべきことであろう。

2023年8月、欧州連合（EU）は循環型経済行動計画の重要施策である「電池規則」を施行した^{注2}。この電池規則は2006年に発効された電池指令が改正されたものであり、自動車用、産業用、携帯型など、EU域内で販売されるすべての電池が対象となる。電池規則では、カーボンフットプリント（製造に関わるCO₂排出量）の申告と規制値の導入、リサイクル済み原材料の使用割合の規制値の導入、廃棄された電池の回収率や、原材料別再資源化率の目標値の導入などがあり、デジタルパスポートを通してサプライチェーンの見え

図1 BEV電池とリサイクル



出典：IEA、Stena Recycling

る化・強靱化を行い、EU域内の重要原材料の確保などを目指す規則である。EU域内で拡大する電動車の電池を都市鉱山とみなし、希少資源である電池の原材料の囲い込み戦略が垣間みえる。

2. 各国・地域の電池に関する産業政策

EU電池規則制定の主な目的は、EU域内の車載電池市場の弱点である重要原材料（クリティカルマテリアル）をEU域外から調達していることや、域内の電池生産能力が不十分であることなどを補うことだけでなく、2050年に温室効果ガス排出が実質ゼロとなる「気候中立」を達成するという目標に向けて欧州委員会がまとめた行動計画「欧州グリーンディール」で掲げた環境への負荷を軽減するという点でもある。

一方、米国においてはバイデン政権下で成立した「インフレ抑制法」において、BEVに対する購入時の政府補助金の支給条件が2つ設けられた^{注3}。車載電池に使用する重要原材料および部品の生産国に関する制約で、2025年以降はロシアや中国産原材料の使用が禁止となるほか、2029年以降は100%北米での電池製造が求められている。

中国においては「CCC認証」と呼ばれる中国強制製品認証制度の対象が拡大され、モバイル機器用のリチウムイオン電池に認証取得が求められることが新たに発表された^{注4}。2024年8月1日以降はCCC認証を取得していないリチウムイオン電池製品の中国国内で輸入、製造、販売およびその他事業活動での使用が禁止される。車載電池については本稿執筆時点でCCC認証の対象になっていないが、今後の動向を注視していく必要がある。

3. 紛争の車載電池市場への影響

世界各地で起こっている紛争は電動車に対する需

要を脅かす高インフレを招いただけでなく、ニッケルをはじめとする車載電池に用いられる金属の価格高騰の原因やサプライチェーンの不安定化の原因になっている。

車載電池では、ギガファクトリーと呼ばれる巨大電池工場の建設が各地で進められているのは周知のとおりであるが、電池の原料となる資源の供給の量や安定性が十分でなければ、車載電池の生産に影響が出ることになり、ギガファクトリーのスケールメリットが発揮されない可能性がある。このため、電池製造メーカーや自動車会社は、車載電池向けの材料サプライチェーンを再構築し、ニッケルとコバルトを主成分とする電池からの移行をひとつの手段として進めている。一例が「リン酸鉄リチウム（LFP）電池」である。すでに中国で普及が進んでおり、低コスト化のメリットがある一方で、ニッケルとコバルトを主成分とする電池よりもエネルギー密度が低い。結果BEVの航続可能距離に影響があるため、車載電池のすべてがLFP電池に移行することは考えづらく、原材料のサプライチェーンは引き続き重要な因子であると考えられる。

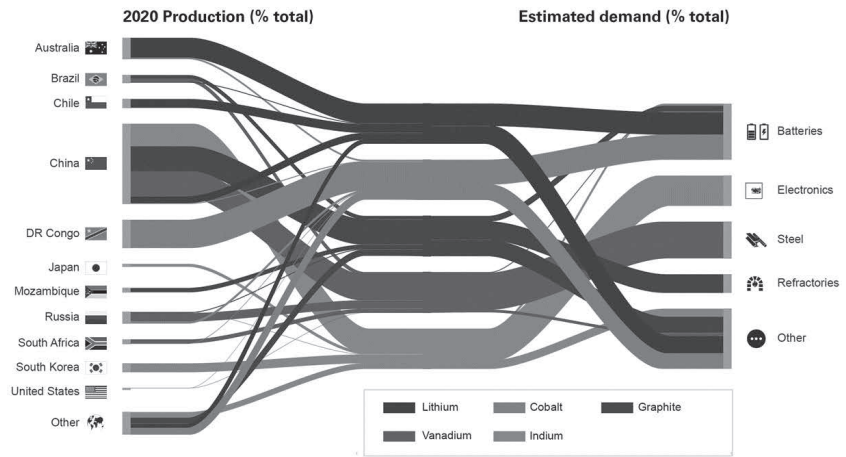
4. 蓄電池材料のサプライチェーンに関するリスク

効率と性能を兼ね備えた車載電池の生産には重要原材料が必要だが、供給量には限りがある。重要原材料の中でも、リチウム、ニッケル、コバルト、ネオジウムなどは、今後10年間に予測される世界の電動車の需要を満たすためには生産規模を現状の3倍に拡大する必要があることが想定されている。

重要原材料のバリューチェーンは長くて複雑である。KPMGでは、将来のエネルギーに関わるサプライチェーンの中で重要となる5つの鉱物（リチウム、コバルト、グラファイト、バナジウム、インジウム）に焦点を当て、マテリアルフロー分析を使い、材料の原産地からどの分野の最終製品に使用されるかという物質収支の定量化を行った（図2参照）。特定鉱物においては産出国が偏っているなど興味深い結果が可視化された。これは特定の国での供給不安定化がサプライチェーン全体に著しい影響を及ぼすということである。

最終製品側からみると、原材料の代替手段が存在しないことが起こるリスクを潜在的に抱えていることを示し、サプライチェーン全体でのリスク対策を事前に検討しておく必要があることを示している。

図2 電池のマテリアルフロー分析



Demand breakdowns are estimates only based on publicly available information and may not be representative of 2020 figures. Sources: KPMG; USGS; NREL; GEMC; Roskill; CSA Global; DERA.

重要原材料は各国・地域の安全保障政策のもと地政学的影響力を行使する手段としても用いられる。たとえば、2010年には中国政府によるレアアースの輸出規制が行われた。また石油はOPEC加盟国の戦略資源として用いられ、エネルギーショックなどの問題を世界で引き起こした。カーボンニュートラルが実現された世界を前提とした場合、エネルギーが重要原材料に依存する社会となることを考えると、重要原材料の産出国による組織が設立され、政治的影響力をもつ可能性を指摘する専門家もいる。

5. 次世代電池「全固体電池」への期待

EUのようにカーボンニュートラル化のために、拡大する電動車の電池を規制を用いてリサイクルにより原材料の囲い込みを図り、EU域内での電動車市場の活性化を図るといった手段は有効である。一方で、一般的に自動車の新車で販売されてから廃車に至るまで16年以上かかる^{注5}ことを考慮すると、電池リサイクルが電池製造に寄与するまでの当面の間、電動車市場を拡大するためには、新品電池を市場に投入する必要がある。また、カーボンニュートラル化のために、電動車がより温室効果ガス（GHG）削減に貢献するためには電池自体の性能の向上が重要となる。そこで注目されるのが、日本においても自動車会社各社が研究・開発を進める次世代電池の本命とされる「全固体電池」である。

表1は現在の電動車用電池の主流であるリチウムイオン電池と全固体電池の性能を比較したものである。全固体電池はリチウムイオン電池に比べ、エネルギー密度が3倍程度高く、温度変化に強いため発火リスクが少なく、電解質の劣化が少ないために寿命が長く、形状への自由度が高いため小型化や薄型化しやすいといったメリットをもつ。

表1 リチウムイオン電池と全固体電池比較

項目	リチウムイオン電池	全固体電池
エネルギー密度	(基点)	3倍程度
安全性	温度変化に弱い(発火リスク)	温度変化に強い
温度変化への対応	高温・低温で性能低下	高温・低温でも性能維持
寿命	電解質の劣化による影響あり	電解質の劣化の影響が少ない
形状の自由度	構造上の制約あり	小型化・薄型化しやすい
コスト	(基点)	今後の研究開発により、低コスト化が期待されている

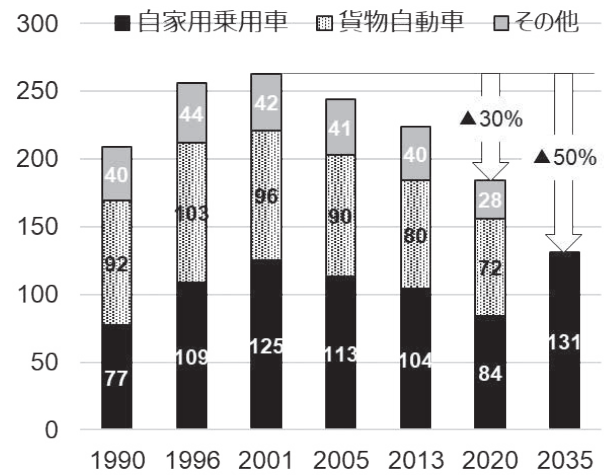
出典：KPMGにて作成

6. 日本の自動車産業の勝ち筋

2023年5月の第49回先進国首脳会議（G7広島サミット）に先駆けて行われたG7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合では、2035年までに保有車両のCO₂排出量を50%削減する目標（2000年比）と水素・合成燃料（e-Fuel）・バイオ燃料等の将来性の議論が行われた。国土交通省が公表した自動車や鉄道、船舶、航空機などの日本の運輸部門におけるCO₂排出量の推移をみると、2001年は263百万トンであったが、2021年では185百万トンである^{注6}。20年間でCO₂排出量は約30%削減されていて、2035年までの残り14年間で約20%のCO₂排出量を削減する目標となる。保有車両が燃費のよいハイブリット車（HEV）等の自動車に置き換わっている現状を考慮すると、これまでの燃費向上の流れによりこの目標値を達成できる可能性が高いとの認識をもつ専門家も多い（図3参照）。

ここで簡易なシミュレーションを試みる（図4参照）。日本における乗用車の保有台数を6200万台、1年間の新車販売台数を450万台と仮定する。新

図3 運輸部門における二酸化炭素排出量（日本）

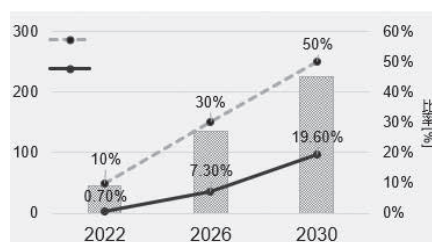


出典：国土交通省「運輸部門における二酸化炭素排出量」 https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.htmlよりKPMGにて作成

車販売台数のうちのBEVのシェアを2022年に10%と仮置き、毎年5%ずつ増加させる（2030年には新車販売台数に対するBEVのシェアは50%となる）。保有台数は2022～2030年で変化せず、新車が売れた分だけ保有台数中の車が入れ替わるとする。この状況下で2030年のBEVの保有台数に対するシェアはどのくらいになるのか。結果は約20%であった。残りの約80%はエンジン車となる計算だ。2022年度における実際のBEVの新車販売シェアは2.1%^{注7}であるため、上記簡易シミュレーションの2022年BEVの新車販売シェア10%は約5倍の数字となる。したがって2030年のBEVの新車販売シェアはこの仮定よりも小さくなる可能性が高い。

日本はHEVを中心とした低炭素のパワーユニットが十分拡大しているため、G7札幌気候・エネルギー・環境大臣会合で合意した2035年のCO₂排出量削減目標は、BEVなしでも達成できる可能性が大きい。すなわち、現在電動車の主流であるリチウムイオン電池への投資を拡大させるよりも、HEV等の拡大を図りつつ全

図4 日本市場におけるBEV台数比率シミュレーション（KPMGによる簡易シミュレーション）



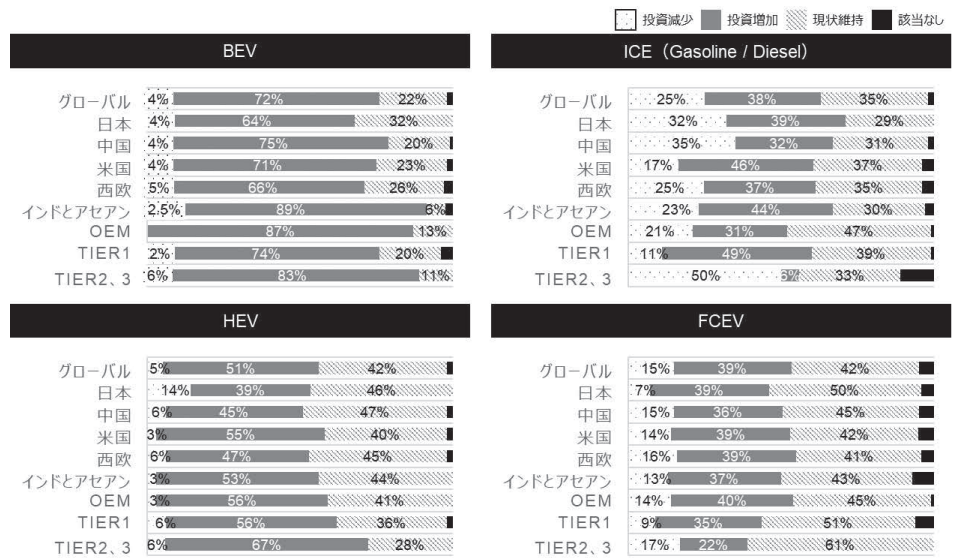
出典：KPMGにて作成

保有台数に対する比率（2030年）	
	BEV 19.6%
	BEV以外（ICE） 80.4%

 2030年においても、80%以上の乗用車が液体燃料を活用した内燃機関（ICE）で走行

固体電池をはじめとした次世代電池の研究・開発を進め、2035年以降のカーボンニュートラル化に向けて投資を拡大させるといったシナリオが日本の自動車産業の勝ち筋にも映る。

図5 パワートレイン将来投資



出典：GAES 2022、KPMGインターナショナル

7. 電動車の将来

KPMGが30カ国900人以上の自動車業界の経営者に対して行った「KPMGグローバル自動車業界調査2022」において、自動車のパワーユニットへの将来投資の意向を尋ねた。BEVへの積極的な将来投資意向とともに注目したのが、HEVへの将来投資意向だ。BEV同様にHEVにも高い将来投資意向が読みとれる(図5参照)。

自動車業界の経営者の多くは、BEVと同様に、カーボンニュートラルに向けた解決策としてHEVも重要な技術であると考えているのではないだろうか。

HEVはエンジンとモーターを組み合わせたパワーユニットである。そのため、化石燃料であるガソリンや軽油を燃焼させ、結果としてCO₂を排出する。前述した簡易シミュレーションの結果で示したように、2030年代の乗用車のパワーユニットの主流はHEVを含めてエンジン車である。このエンジン車の低炭素化は、パワーユニットの低燃費化とともに燃料自体の低炭素化にも注目が集まっている。燃料の低炭素化として有力視されているものがe-Fuelである。

BEVが拡大する以前において、パワーユニットの競争軸は主として出力と燃費であった。BEVの増加により、もうひとつの競争軸がみえている。それは航続可能距離だ。ユーザーはより長い航続可能距離を求めて、バッテリー容量の大きいものを選ぶ。そのために高いコストを払うことも厭わない。

図6 今後の競争軸による比較

競争軸		価値基準	BEV	PHEV	HEV	ICE only
既存の競争軸	パワーユニット出力	顧客はより高い出力に価値を見出す傾向	適合容易	適合容易	燃費とのバランス	燃費が犠牲
	燃費/電費	顧客はより高い効率性とTCOを比較して価値を見出す傾向	適合容易	適合容易	適合容易	出力が犠牲
新規の競争軸	航続可能距離	航続可能距離の長さで価値を見出す傾向	大容量バッテリー	高速は距離増加	すべての領域で対応	高速は距離増加
	ゼロエミッション走行	ゼロエミッション(加えて静かさ)に価値を見出す傾向	全領域対応	100km程度	バッテリーによる	不可能
1日の走行距離100km以上は全体の10%未満			余分なバッテリー	適切なバッテリー	ゼロエミッション不可	ゼロエミッション不可
100km以上の走行における低炭素走行の可能性			ゼロエミッション走行可	e-Fuel低炭素走行	e-Fuel低炭素走行	e-Fuel低炭素走行

出典：KPMGにて作成

国土技術政策総合研究所による論文「電気自動車の案内誘導における充電施設位置情報の標準化による社会的効果」によると、一日の走行距離100km以上のBEVユーザーは10%未満という^{注8}。この結果から航続可能距離100km以上をBEVに求めるユーザーは、多くの場合、普段使用しない重い重量物であるバッテリーを積んで走行していることになる。

そこであらためてPHEVに注目したい。PHEVは100km程度ではあるがBEV同様にゼロエミッション走行が可能で、HEVでもあるので必要ならば長距離連続走行も可能だ。さらに、前述のe-Fuelを活用すれば、エンジンを使った走行でも低炭素化できる。BEVの普及拡大とともにバッテリーコストが減少しており、容量の大きいバッテリーを搭載しているPHEVにおいて

も、バッテリーコスト低減の恩恵を受けられる。

カーボンニュートラル時代の新しい競争軸として、e-Fuelを組み合わせたPHEVがあらためて見直されるのではないだろうか（図6参照）。

注1：IEA Global EV Outlook 2023

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/global-ev-outlook-2023>

注2：REGULATION (EU) 2023/1542 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC

<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>

注3：U.S. DEPARTMENT OF THE TREASURY Treasury Releases Proposed Guidance on New Clean Vehicle Credit to Lower Costs for Consumers, Build U.S. Industrial Base, Strengthen Supply Chains

<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy1379>

注4：https://www.samr.gov.cn/zw/zfxxgk/fdzdggkn/rzjgs/art/2023/art_ad15150414fe40d3807857910bf7118.html

注5：公益財団法人自動車リサイクル促進センター 自動車リサイクルデータBook

<https://www.jarc.or.jp/data/databookcomplete/>

注6：国土交通省「運輸部門における二酸化炭素排出量」

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html

注7：一般社団法人日本自動車販売協会連合会 燃料別販売台数（乗用車）

<http://www.jada.or.jp/data/month/m-fuel-hanbai/>

注8：国土交通省 国土技術政策総合研究所 「電気自動車の案内誘導における充電施設位置情報の標準化による社会的効果」

http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/ronbun/H24_dobokukeikaku02.pdf

発などを経験。また、学術団体の部門委員会の幹事を15年以上務める。

Tier1欧州地域子会社においては材料地域統括部署のユニット運営、製品LCA（CFP）対応や実務運営。欧州での先端技術の調査・スカウト活動、欧州ファンド獲得に向けた技術コンソーシアムのコアメンバーとして活動。

博士（工学）

日本材料学会X線材料強度部門委員会 委員

所属学会：日本材料学会、日本LCA学会

（筆者略歴）

轟木 光 (HIKARI TODOROKI)

日系自動車会社のR&Dにて内装設計開発、ディーゼルエンジン開発、技術戦略策定などに従事。その後、日系総合コンサルティングファーム、監査法人系コンサルティングファームを経て2022年にKPMGに入社

自動車関連産業を中心に、商品戦略、技術戦略、新市場参入戦略および業務改革に関するプロジェクトに従事

著書・寄稿 「クルマ社会の新しい壁」(2023年、日刊自動車新聞社連載)、「モビリティ再構築、新たな選択肢」(2023年、日経XTECH連載)、「MATERIAL STAGE」(2023年、技術情報協会)、「月刊車載テクノロジー」(2022年、技術情報協会)、「望ましい未来をつくる技術戦略」(2020年、日経BP)、「MaaSの真実」(2019年、日経XTECH連載)、「EV・自動運転を超えて”日本流で勝つ-2030年の新たな競争軸とは-」(2018年、日経BP) 他

公益社団法人自動車技術会 エネルギー部門委員会 委員

伊藤 登史政 (TOSHIMASA ITO)

自動車業界においてTier1およびTier1欧州地域子会社出向を経て2023年KPMGコンサルティングに入社。

Tier1においてはサーキュラーエコノミー（CE）に関する戦略策定および新事業/新技術の企画および推進。新規材料の研究・開発、機械要素部品の設計標準統括、強度設計手法の開