

EV普及に求められる サーキュラーエコノミー構築の 課題と対策

株式会社日本総合研究所
創発戦略センター
Social DX統括ディレクター
木通 秀樹



1. はじめに

EVは、2035年に向けて世界的な普及が期待されているが、その持続的な発展にはさまざまな課題があることも指摘されている。特に、わが国はEV普及が遅れており、課題の解決が急務となっている。一方、EVは従来のガソリン車とは異なるエコシステム、利用方法、社会的な位置付けとなる製品であり、従来と同様の方法では普及が進みにくい。本稿では、EV普及の課題を解決するためには、EVおよび車載電池のサーキュラーエコノミー（Circular Economy : CE）の形成が必要となることを示し、ブレークスルーに求められる方法を提案する。

2. EV普及の課題

今後のEV普及の阻害要因として、主に下記の4つがあげられる。このほかにも価格が高い、車種が少ないなどがあるが、これらは今後の市場拡大に伴って改善するため取り上げていない。以下にそれぞれの概要を示す。

- ・充電インフラの不足
- ・電池への不安
- ・中古下取り価格の低さ
- ・資源確保の見通しの悪さ

(1) 充電インフラの不足

現在、国内の充電設備は3万基程度、そのうち急速充電器は9千基程度となる。国内のガソリンスタンド数は約3万カ所、1カ所あたりの平均給油機数が4基であることから、ガソリンスタンドの給油機は12万基となり、単純計算で充電器数は4分の1程度しか整備されていないといえる。ガソリンスタンドと同様の使い方となる経路充電では急速充電器が必要になるが、その数は13分の1程度にとどまる。

2010年代に入り、国内でEVの販売が進むと充電設備も急速に拡大したが、16年以降はEVの販売台数が増加せず、充電設備の増設も止まった。政府は、こうした事態を打開するために、21年グリーン成長戦略で公共用急速充電器3万基を含む15万基の整備目標を掲げた。さらに、23年8月には30万口に拡大するとし、現在の5～10倍規模の充電器設置をすることで、2030年までにEV普及率20～30%を目指す姿勢を明確化している。

(2) 電池への不安

電池への不安は、主に走行距離の制約や劣化・安全性に対するものである。EVの電池性能は初期に比べて大きく向上し、積載量も増加したことで、中型車であれば一回の充電での航続距離が500km程度となってきており、ガソリン車に近いレベルに達してきた。一方、日本国内で主流となる軽や小型EVでの電池の積載量は小さく、夏のエアコン使用が多いときにどこまで走行できるかには不安がある。また、乗用車であれば急速充電することもできるが、商用車は輸送中の充電は搬送遅れの要因となる。電池の劣化がどの程度進むかを見通せるほどには運用実績がないことから、電池がどの程度使えるかわからないという不安もある。特に、今後の購入者がイノベーターからアーリーアダプターに移行していくことを考慮すると、電池の不安の影響は大きい。

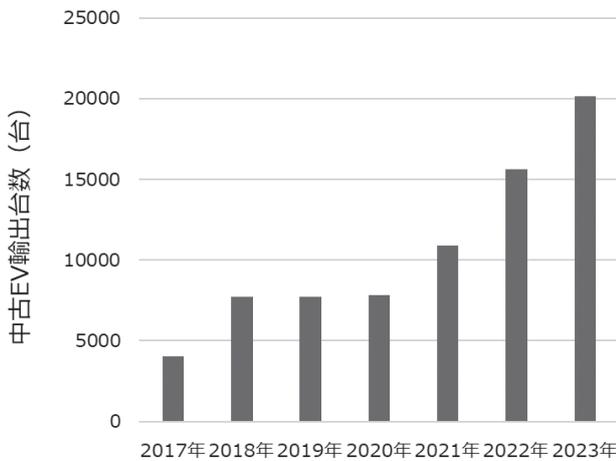
(3) 中古下取り価格の低さ

国内でEVが販売されて10年以上経つが、その販売台数は年間2万台程度となっていた。これに対し、国内での中古EVの流通量は数千台程度であり、中古取引の比率はとても低い。財務省の貿易統計によれば、中古EVの海外輸出量は年々増加し、2023年には数年前の新車販売台数に近い約2万台に達した（図表1）。

この背景には、中古EVが国内で売れないことから、国内バイヤーが売買の段階で中古EVを敬遠するという実態がある。結果として値がつかず、低価格で海外へ販売される。この結果、国内でも中古EVは新車の半額程度と割安な価格で売買されている。

国内中古市場で適切な価格がつかなければ、下取り価格が低くなる不安から、新車販売にも影響を与えることになる。こちらでもアーリーアダプターに移行する際には影響が大きいといえる。

図表1 わが国の中古EVの輸出台数の推移



出所：財務省貿易統計を基に株式会社日本総合研究所作成

(4) 資源確保の見通しの悪さ

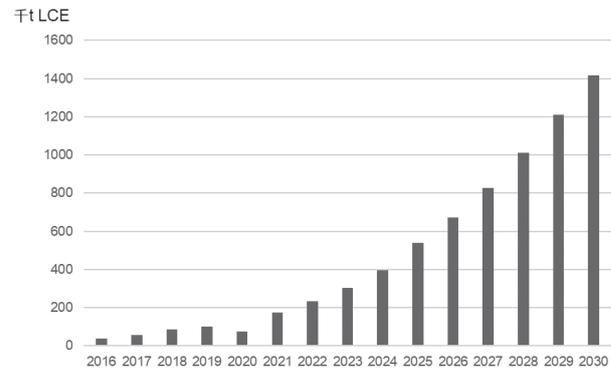
EVを生産する側からみると、今後急速に拡大する電池需要に対して資源が確保できるかという課題も大きい。資源制約によるEVの供給力や価格の変動は、市場形成に大きく影響する。

2023年の世界のEV生産台数は1380万台で、2030年には3700万台を超えることが予想されている。これに伴い、電池におけるリチウム需要量は、JOGMECによれば、23年度は30万トンLCE（炭酸リチウム換算）だったものが、2030年には140万トンLCEに増加することが推定されている（図表2）。今後は、生産量を4倍以上に増加するために急速な鉱山開発が進む。こうなれば、供給が埋蔵量の多い地域に依存することや、環境問題や人権問題によって開発が制約されることなどが懸念される。

こうした背景から、23年6月には、米国がインフレ

抑制法でEV補助に対し、資源確保を促進する施策を打ち出した。これによりわが国でも、EVや電池を輸出する際には電池材料の調達元が制約される。EVでは、従来のガソリン価格における変動リスクの心配がなくなる一方で、電池資源の確保などの課題解決が求められるようになる。

図表2 世界のEV向けリチウム需要量の推定



出所：JOGMEC資料より株式会社日本総合研究所作成

3. 課題解決のアプローチ

上記の課題を解決してEVを普及するには、従来のガソリン車との違いを考慮したうえで、車両の利用方法やその循環市場の活性化方法も含めた課題の解決が求められる。というのは、上記の課題の多くが、EVおよび電池のCEを構築することによって解決できるからである。以下に、上記課題を解決するCEのアプローチを示す。

(1) 利用体験を提供する仕組みの構築

従来は、ガソリンスタンドなどの既存インフラを含むエコシステムを前提としてガソリン車を販売してきたが、EVにはエコシステムがないため、同様の「車売り」アプローチができない。EVに求められる新しいエコシステムでは、充電ステーションだけでなく、長時間必要な充電の待ち時間を低減する運用管理アプリケーションやバッテリー交換ステーションなども含まれる。「車」というパーツだけでなく新しい利用体験がEVの提供価値になる。幸いなことに、こうした仕組み構築には、政府の強い後押しも得られており、推進体制は整いつつある。

このように従来の「モノの提供」という商品体系を、「利用体験の提供」という新しい商品体系に変革することは、新たな経済体系であるCEのもつ本質的な意義のひとつとなる。単純な「車」のシェアリングではなく、充電の利便性や各種機能のサービスなどを一体的に提供するサービスを構築することが課題解決に求められる。

(2) 不安を解消する仕組みの構築

電池の不安を解消するには、1回の充電で走行可能な距離の把握や、電池の性能や安全性の把握が求められる。そのためには、エアコンの使用状況や渋滞などを考慮した適切な走行計画の立案、また、電池の状態をモニタリングして安全、安心して利用できるアプリケーションや管理の仕組みなどを整備することが有効である。たとえば、近くに急速充電設備がない場合でも、充電残量が減って不安になる前に、ナビゲーションと充電施設の予約が連動してスムーズに充電できるように誘導する運行管理などがある。

また、電池では内部の化学反応の変化がとらえにくいことから、電池の部分的な電気抵抗などの情報から劣化状況を計測する技術を導入し、利用者がプロの整備士にサポートされているのと同様な体験を得られるようにすることも有効である。こうして、安全、安心を確認できる仕組みが構築できれば、見えないものに対する不安が緩和して、利用が促進されることになる。

(3) 循環利用の仕組みの構築

中古EVの市場価値を上げるためには、中古EVの信頼を確保して利用者を拡大することが求められる。ただし、中古品は一品一様であり、新品のように品質や性能が一定ではない。従来の市場では、中古品を活用する際には、利用者が中古品の価値を見極める必要があり、中古EVのような製品ではリスクが大きく、利用が進まなかった。このため、**中古EVの利用を促進するには、利用者の負担を軽減するために、客観的な車両品質評価を行い、利用者が車両価格や利用価格への経済的価値を見極め、積極的な利用が考えられるようになる仕組みが求められる。**

一方、中古EVの経済的価値を最大化するには、中古EVの下取り価格を上げることも有効である。廃車

にする際には、処理費がかかる場所であるが、電池に残存能力があれば他用途へのリユース利用ができるため、有償取引が可能になる。**EV電池の性能向上は近年目覚ましく、10万km走行しても残存容量80%以上の性能を維持するものが多く、リユース利用可能な品質を十分確保できるようになっている。**こうした背景から、適正で客観的な品質確認など、使用済み電池の他用途利用の環境を整えば、中古EV利用の経済的価値を高めることができる。

(4) 資源確保の仕組みの構築

急速に需要が拡大する資源市場では、鉱山開発の遅れ、環境や人権問題の発生、資源生産と流通の国際的な動向の影響などによって需給のアンバランスが発生しやすい。このため、国内でEVの生産を行うには、安定的に調達可能な一定規模の資源を確保しなければならない。こうした状況への対応策として有効なのが、国内で都市鉱山を確保し、有効利用を可能とする設備や工場を国内に整備することである。

現在のように、一時的に国内に中古車の需要が見出せない、また、一時的に廃棄物処理のコストが合わないなどの理由により、資源を国内で利用・貯留せずに中古車やブラックマスとして低価格で国外に流出させれば、将来の資源確保に大きな影響を及ぼす。**中古車の輸出は短期的には経済性が得られるが、長期的には資源リスクを高めることになる。**

こうした課題を解決するためには、中古車やリユース電池を国内で利用する仕組みを構築することが求められる。車や電池として長期に利用された状態で、都市鉱山として貯留することができれば、資源確保の仕組みとして効率的な運用が可能となる。

4. 利用者起点のCEによる課題解決

上述したように、EV普及の課題解決にはCEの仕組みを構築することが有効である。しかし、従来は3R時代の延長となる、循環利用しやすい製品開発やリサイクル技術の開発などの取り組みが多く、CEが目指す「資源の効率的・循環的な利用を図って利用価値を最大化する」取り組みは十分には進んでいない。ここでは、CEを推進するための利用者起点の取り組み方法について示す。

(1) CE構築の課題と解決の方針

現在、CEの実現に向けてシェアリングの導入が積極的に進められているが、多様化する利用者ニーズに対して、シェアリングが対応できる範囲は限られる。車両のシェアリングであれば、1台の車両が多くの人に利用されるので、採用される車両形態は平均的なニーズに応える傾向となる。また、電池交換式EVのように電池をシェアリングする場合には、電池のサイズや形状が決まってしまうため、車両形態に多様な利用者ニーズを反映しにくい。EVの利用価値を最大化するCEを実現するには、シェアリングは有効な方法であるが、多様な利用者ニーズには対応しにくい手法となる。

こうした背景から、CEの構築にはシェアリングを積極的に導入するだけでなく、個人の多様なニーズに対応した製品が所有・使用された後でも、中古品やリユース品などの利用価値を最大化する仕組みが求められる。一方、従来、中古品などの利用のリスクは、利用者が負担することが多く、利用者が自ら目利きを行う必要があった。しかし、すでに述べたように、中古品は一品一様であるため自ら目利きを行うことにリスクを感じる人は多い。この不安を払拭するためには、利用者が安心して目利きできる、もしくは、目利きを代替して安心を確保する仕組みが求められる。

従来、こうした使用済み製品や部品の利用は3Rに位置付けられてきた。しかし、3Rの取り組みでは品質確保などが供給側に依存し、その負担も大きいもの

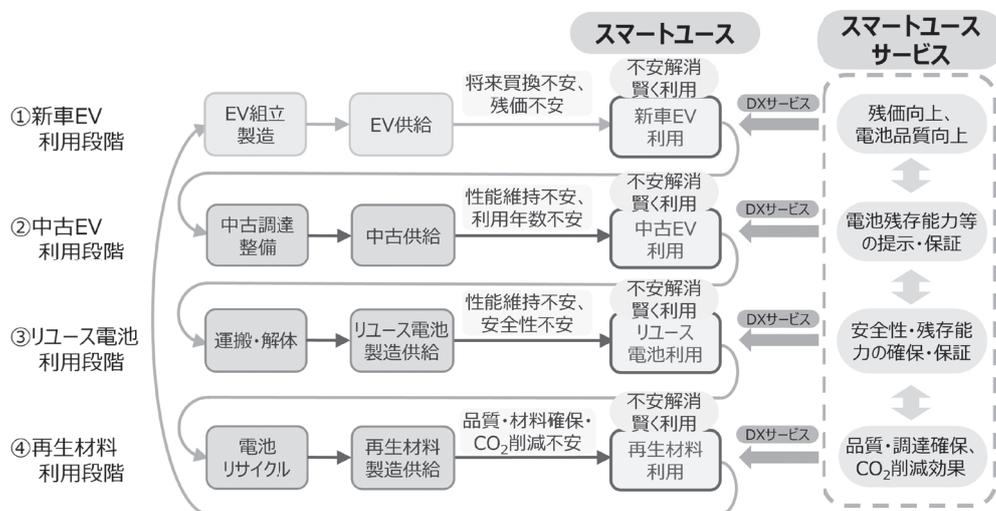
となっていたため、リユース品などの利用は制約され、積極的な循環利用は進みにくかった。つまり、循環利用を推進するには、供給側の負担が大きく、利用側のリスクも大きいものとなっていた。今後、安心して目利きができる仕組みができ、利用者が積極的に循環利用するようになれば、供給側、利用側の双方の負担が軽減し、利用できる中古品やリユース品などの範囲も拡大することで、CEの新市場が拡大することが期待される。現在、EVや電池の安全評価や利用管理がDXなどの技術革新により、実行可能なレベルになってきたことで、目利きの仕組みを創出する基盤が整いつつある。

(2) 利用者起点で構築するCE：『スマートユース』

こうした背景から、今後期待されるのが、利用時のニーズを起点として、品質や安全性などを計測評価・情報共有などのDX技術を活用し、EV電池の潜在的な未利用価値を積極的に賢く利用（『スマートユース』）することである。一方で、利用者が積極的に利用しようとしても、利用者にEVや電池に対する知識がないので、今後は、利用を支援するための各種の機能（『スマートユースサービス』）の構築が求められる。こうしたスマートユースの仕組みを図表3に示す。

まず、新車EV利用段階では、中古が売れないなどの将来の買い換え不安や、リースを利用する場合の残価の不安を低減するために、中古販売時の価格向上、リースアップ時の残価向上、その根拠となる電池品質

図表3 EVのスマートユースの4つの段階



出所：株式会社日本総合研究所にて作成

の向上を支援する機能を実現する。

次に、中古EV利用段階では、性能維持や利用年数に対する不安を低減する電池品質管理や保証を行う機能、リユース電池利用段階での性能維持・安全性管理などによって不安を低減する機能、再生材料利用段階での品質・調達確保とCO₂削減効果の確保機能などの実現が期待される。

スマートユースが実践されれば、不安を解消するだけでなく、コスト最適化の効果も生まれる。たとえば、リユース電池利用段階では、供給側で不安を解消して高い安全性を確保しようとするコストが大きくなる傾向があるが、利用段階で安全性をモニタリングして運用管理を行えばリユース電池製造時のコストが低減できる。つまり、**安全性向上を製造時だけに依存するのではなく、利用段階での適切な運用管理を行えば、安全性とコストの最適バランスが実現できるようになる。**

このように、EVのスマートユースは、中古利用だけでなく、新車利用、リユース電池利用、再生資源利用など、利用者による一連の流れが実現し、利用価値最大化とコスト最小化を行い、CE市場を拡大するための取組みとなる。

5. 利用者起点のCEの実現に向けて

(1) スマートユースの社会実装に求められるもの

スマートユースを実現するには、以下の4つの要件が求められる。

①スマートユースを実現するDXなどの技術の整備

技術開発の面では、電池の内部状態をモニタリング・分析して、電池の残存容量、安全性などを評価する技術、電池の安全な利用管理技術、充電を考慮した走行・運行分析と最適計画技術、充電設備の管理技術、EVやリユース電池の充放電計画管理技術、さらには、各利用段階でのCO₂削減効果のモニタリング技術などが必要になる。

②スマートユースを支援するサービス者の出現

これらの技術にはすでに開発が進み実用化が始まっているものも複数あり、データ蓄積を進めて信頼性を

向上している。こうした技術はこの1～2年でさまざまな活用が期待される。一方、こうした技術を用いて各種の機能を提供するサービス者はほとんど存在しない。今後、技術と同じように1～2年で事業者が登場することが期待される。ほかにも、バッテリーパスポートとして、電池のトレーサビリティを行うウラノス・エコシステムなどの開発が進められているが、循環利用への早期の展開が期待されている。

③スマートユースを支援する制度や規格の整備

また、こうした技術やサービスが社会的に認可され、活用可能となる仕組みの構築が必要となる。現在、さまざまな規格や標準化などの検討が進められているが、多くが供給側視点の規格となっている。今後は、スマートユースに資する利用者視点の規格の標準化が期待される。こうした取り組みはCE市場創出を促進する活動であり、官民が連携して推進していくことが求められる。

④利用者が積極的に取り組むことができる仕組みの整備

最後に、利用者が積極的に取り組む際に背中を押す社会的な仕組みが求められる。これには、企業のCEやスマートユースの取り組みで、脱炭素などの環境貢献ができることが示され、企業価値を高める仕組みが必要となる。不安を解消してコストを改善し、脱炭素やCEの環境貢献も含めて企業のインセンティブを明確化していくことで、社会的な仕組みと企業のCEへの取り組み意欲を同時に高めていくことが求められる。

このように、スマートユースを社会実装するには、さまざまな取り組みが求められるが、上述したように、現在これらの技術開発が進み、企業の取り組み意欲が高まってきており、社会実装に向けた準備が整ってきたといえる。

(2) スマートユースの具体的な促進策

こうした社会状況を受け、著者らはスマートユースを促進するための仕組みとして「スマートユース協議会」の立ち上げを進めている。本協議会では、**利用企業や各種技術企業、サービス提供企業などが集まり、スマートユースの早期の社会実装を目指す活動を行う。**

具体的には、上記の4つの要件を実現するために、①スマートユースに資する技術の開発の情報共有・連携促進、②スマートユースを支援する各種サービスを実際に活用する実証の場の創出や実用の支援、③スマートユースを支援する利用者視点での規格化・標準化などの検討、④利用者の取り組みを社会的に評価できる循環貢献指標、CO₂削減効果の尺度の具体化や証明の実施を、省庁や各種事業者、団体と連携して推進する。

ここでは、「利用企業」として、EVの営業車利用、物流、運輸などでEVを利用する企業、また、電力などのエネルギー、通信、データセンター、地域防災に取り組む不動産、建設、自治体、再生材料利用を行う非鉄金属材料企業や電池メーカーなどを想定する。さらに、「サービス企業」として、商社、保険、自動車リース、金融、アプリ開発、情報通信、計測分析・診断を行う企業など、また、「市場関連企業」として、リユース電池製造、電機、機械などの企業で推進体制を構築する。

本協議会は、24年度上期の立ち上げを目指して準備を進めている。こうした推進の場ができれば、EV電池の循環市場をこれまでの3R的な「使用済み製品や資源の再利用」という位置付けから、「利用者起点で製品の潜在的な価値を掘り起こす新市場の創出」というCE的な位置付けにアップグレードすることが期待できる。

6. おわりに

本稿では、EV普及の課題解決には、利用者起点のCE形成が有効であることと、その方法について示した。EVは社会的な機能と価値が従来のガソリン車と異なり、新たなエコシステムが必要な製品である。このため、大量の充電器導入や電池交換方式の導入、新たな運用システムによる顧客の利用体験の一体提供などの取り組みが進んでいる。

一方で、EVの普及にはCE形成の促進を並行して進める必要があり、CE形成の面ではまだ課題が多く、特に利用者起点で不安を解消する仕組みの構築が求められることを示した。今後は、こうした仕組みの構築を官民連携で取り組むことが求められ、実現されれば、EV普及に伴う国際的な資源問題や環境問題の改善にも貢献することが期待される。

(筆者略歴)

木通 秀樹 (きどおし ひでき)

慶応義塾大学理工学研究科博士課程修了 (工学博士)

1988年 石川島播磨重工業株式会社 (現IHI) 入社。

主に、AI・システム制御技術の研究開発、各種廃棄物発電、発酵プロセスなどのプラント、クレーン、深海探査ロボットの機械などの課題解決・新技術開発に従事。

2000年、株式会社日本総合研究所創発戦略センター移籍。

主に、環境、エネルギー、モビリティ、農業、高齢者などの社会システムイノベーション (Social DX) の事業構想、エコシステム形成、新事業立ち上げなどに従事。自動車部品リユース市場開発、バイオマス資源化、廃棄物発電などを推進。近年、BACEコンソーシアムを主催し、EV電池の循環市場創出を検討。このほか、水素、再エネなどのサービス市場創出に取り組む。

現在、東京大学先端科学技術研究センターシニアプログラムアドバイザー、NEDO技術推進委員会委員 (環境、エネルギー分野)、水素サービス会社取締役などを兼務。

