

蓄電池・バッテリーの現状および今後

MS&ADインターリスク総研株式会社
基礎研究部 基礎研究グループ
マネジャー上席研究員 遠藤 真



要旨

- 蓄電池・バッテリーは電化社会のエネルギー貯蔵手段であり、2050年カーボンニュートラル実現のカギとなる技術のひとつである。電池も多種多様であるが、蓄電池のなかで、最も利用されているのが、高電圧が得られることやメモリー効果や自己放電が少ないという利点があるリチウムイオン電池である。
- 現在、主流となっている液系リチウムイオン電池には様々な課題があり、いずれも一朝一夕には解決できない課題ではあるものの、①次世代電池、②バリューチェーン改革、③充電体制、④劣化診断、⑤モータシステムといった対応策が講じられつつある。
- そうしたなか、異彩を放っているのが、「単なるEVメーカーではない。エネルギーとモビリティのサービスを総合的に提供する企業だ」と日ごろ強調しているイーロン・マスク氏が率いるテスラである。同社は蓄電池産業にも乗り出しており、「メガパック」や「パワーウォール」を世に出している。
- テスラは内製化を通じ、蓄電池領域についても、多大な影響力を持つことも考えられる。わが国企業も、手を拱こまぬいていく訳にはいかない。

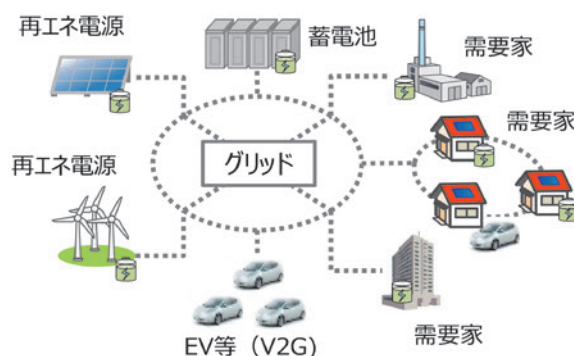
1 蓄電池・バッテリーの意義

(1)カーボンニュートラル実現のカギ

蓄電池は電化社会のエネルギー貯蔵手段であり、2050年カーボンニュートラル(CN; Carbon Neutral)実現のカギとなる技術のひとつといえる。

自動車利用段階のCO₂排出量はグローバル、国内ともに、CO₂排出量全体の16%を占める。そうしたなか、自動車をはじめとしたモビリティの電動化において、バッテリーは最重要技術である。また、再生可能エネルギーの主力電源化のため、電力の需給調整に活用する蓄電池の配備が不可欠であり、EVも動く蓄電池として系統に接続(V2G, Vehicle to Grid)、調整力や非常用電源としても活用できる。さらに、5G通信基地局やデータセンターなどの重要施設におけるバックアップ電源、

各種IT機器にも用いられ、デジタル社会の基盤を支える重要なインフラ要素のひとつとなっている(図1)。

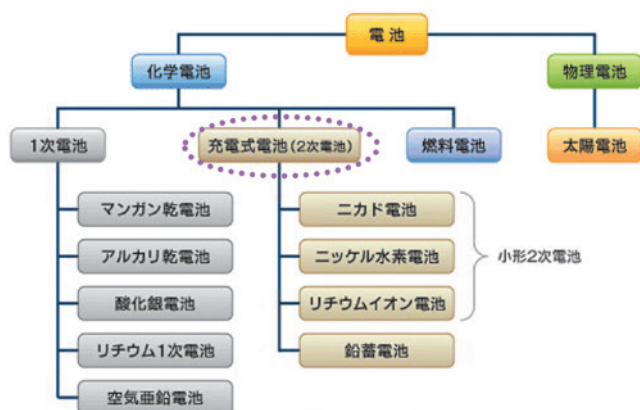


【図1】蓄電池利用の将来像
(出典: 経済産業省「『次世代蓄電池・次世代モータの開発』プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性」)

(2)電池の種類

一口に電池といっても多種多様であり、多岐にわたる(図2)。このなかで、充電式電池(2次電池)は電池内部の電気を使い果たしても充電すれば繰り返し使える電池をいい、化学反応が終わって放電ができなくなった後、充電池に対して放電時とは逆の電気を流すことで内部が放電とは逆の化学反応を起こし、放電前の状態に戻せるようになっている(これが「蓄電池」である)。

蓄電池のなかで、最も利用されているのがリチウムイオン電池(LiB)で、高電圧が得られることやメモリー効果や自己放電が少ないという利点がある。



【図2】電池の種類

(出典: EDN JAPAN「知っておきたい 電池の仕組み」から筆者編集)

(3)LiBの課題

蓄電池は、現在、LiBの一種である液系LiB^{※1)}が主流であるが、以下のような課題がある。

①安全対策

容量以上に充電する「過充電」や、容量以上に電気を発する「過放電」によって、高発熱や発火、さらには爆発といった危険性があり、近年も火災事故が続いている。

②価格

電池コストは低下傾向であるものの、液系LiBを搭載するEV販売価格はガソリン車の1.5倍程度であるが、それに占めるバッテリーのコストは約1/3となるなど、現時点では高価であり、定置用の普及といった観点でも一層の低減が求められる。

③充電時間

EV用バッテリーの場合、急速充電器でも、0%から100%に充電するまでに30～60分程度を要している。

④エネルギー密度不足

液系LiBを搭載するEVがガソリン車並みの走行距離を達成するには、エネルギー密度を一層向上する必要がある。

⑤経年劣化(容量・出力低下)

使用条件によっても異なるが、500回ほどの充放電を繰り返すと劣化がかなり進むことから、社会インフラとして活用するには長寿命化も必要である。

⑥バッテリーメタルのサプライチェーン

別の視点からは、LiBの原材料であるリチウム、コバルト、ニッケルなどのバッテリーメタルは資源の埋蔵・生産・精錬いずれも特定国への偏在傾向がある。CN社会のエネルギー基盤を特定国にのみ依存することなく、イノベーション・雇用の種として生産基盤を維持することも必要となる。

2 課題への対応策

現在において主流となっている液系LiBには様々な課題があるところ、いずれも一朝一夕には解決できないものの、表1のとおり、対応策が講じられつつある。

【表1】LiBの課題と解決策との関係性

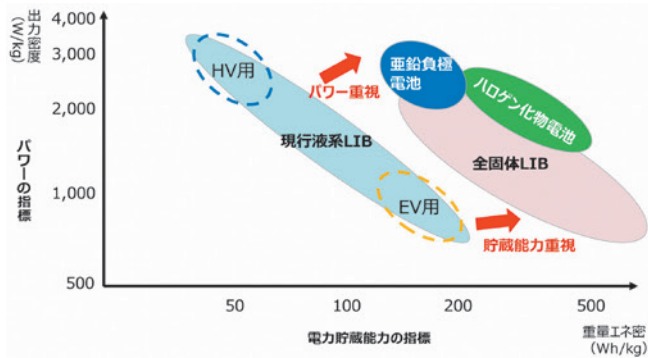
凡例:◎きわめて有効 ○有効 △有効となり得る

解決の方向性		液系LiBの課題					
		安全対策	価格	充電時間	エネルギー密度	経年劣化	バッテリーメタルのサプライチェーン
(1)	次世代蓄電池	◎	○	○	○	○	○
(2)	バリューチェーン改革		△				◎
(3)	充電体制			○	△	△	
(4)	劣化診断	○		○		◎	
(5)	モータシステム			○	○		

(MS&ADインターリスク総研作成)

(1)次世代電池

現在は主流となっている液系LiBは前章のような課題があることから、今後、「全固体電池^{注2)}」などの次世代蓄電池へと進化するとされる(図3)。



【図3】蓄電池の進化
(出典: 経済産業省「『次世代蓄電池・次世代モータの開発』プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性」)

いまのところ、蓄電池技術はわが国が優位であるものの、ビジネス面でも優位に立つ中国に技術でも猛追されている。高性能蓄電池の実現に向けては、材料、組み合わせ、生産技術などの革新が課題である^{注3)}。

(2)バリューチェーン改革

EV市場で世界の過半、車載電池の製造で世界の7割を握る、EV大国となった中国は充電インフラの整備と革新、使用済み電池の循環社会の構築による独自のエコシステムで世界のデファクト・スタンダードを作り始めている。一足早くEV社会に到達した中国では、2025年にはわが国の40倍以上も使用済み電池が発生する。残容量8割超の使用に耐えうるEV電池が、EV700万台分を超えるとの試算もある。これに目を付け、わが国でも、2019年、EV路線バスなどの電池を回収するベンチャー企業に出資、回収した電池を使い太陽光発電の蓄電装置に活用する実証実験を始めている。

(3)充電体制

米国には2021年2月時点で約10万基の充電器、4ヶ所の充電ステーションが設置されている。一方、わが国の急速充電規格「CHAdeMO(チャデモ)」は同5月時点で国内に約8,000基、米国の10万基にもCHAdeMO規格の7,000基が含まれるが彼我の差は大きい。中国はさらに進んでおり、2020年時点で急速充電器が約21.5万基、普通充電器も含めると2021年11月時点で約238万基に達する(中国電気自動車基礎充電連盟の発表)。

日本国内の自動車会社は、2025年までに国内の販売店の

うち500店舗に急速充電器を整備すると発表した。Teslaはすでに世界に3万基ある充電器を向こう2年で3倍にする。この整備には、米国政府の75億ドルの「EVインフラの資金提供プログラム」が活用される。

欧州でも、民間投資の動きが活発である。フォルクスワーゲン、BMW、ダイムラー、フォード・モーターらが2017年に設立した急速充電サービスである「IONITY(アイオニティ)」は米資産運用大手社とともに7億ユーロを投じて2025年までに欧州で5,500基の急速充電器を整備する。

わが国のCHAdeMO規格は電力会社主導で作られたため、クルマから家への給電(VtoH、V2H)ができる。災害にも強いこの特徴と高い安全性を武器に、中国の業界団体と共同で900kwの出力に耐えられる高出力充電規格「ChaoJi(チャオジ)」の開発を進めている。操業以来事故のない安全性や災害などに備え、VtoXないしV2X(EVから電力を戻す)技術を市販しているのはCHAdeMOだけ、といった点が中国側に評価されたようである。以下、国内での充電施設関連事業を二つ紹介したい。

①横浜市のスタートアップ企業

EVを販売したい、または、購入したいのに、購入希望者のマンションに充電施設がない。こうした悩みに対し、充電器の導入から料金徴収まで一貫したサービスを提供する会社が登場している。この会社の創業は2018年3月であるが、これまでに「首都圏を中心にマンションなど150棟で導入実績があり、市場シェアは8割」という。

導入の手順は以下のとおり、①マンションの充電施設希望者から連絡があると、同社は現地を視察して、設置プランや費用見積りを出す。その後、②同社はマンションの管理会社を通じて管理組合の理事会に充電器の導入を提案する。③理事会で承認されれば、設置工事に入る。駐車場の構造にもよるが、④通常、工事は数日で完了する。平置き、機械式の両方の駐車スペースに対応している。

導入費用は充電器1台で約150万円だが、国から100万円の補助金が出るため、実質的には50万円程度の負担で済む。補助金の申請も同社が代行する。2台目以降は1個3,500円の充電器を増設するだけで済む。

EVの利用者はスマートフォンに同社のアプリをダウンロードし、充電器を予約する。指定の時間にEVに充電プラグを差込むと、充電が始まる。充電が完了すると、スマホに通知が来る。利用者はクレジットカードで料金を決済、利用料金は同社の手数料を差引いたのち、管理会社に振り込まれるという仕組みである。

②大阪市の企業

この会社は、全国の道の駅、商業施設、自治体などの急速充電施設向けに利用者の認証・課金システムを提供しているところ、2022年4月からマンション向けの充電器ビジネスに

参入している。同社の認証・課金システムは、スマホでアプリをダウンロードすると全国数千の急速充電器を使用できるが、これをマンション向けに転用する。

自動車メーカーが提供する充電カードは月額3,000～5,000円程度のコストがかかる場合が多いのに対し、同社のサービスは会員登録料、月会費が無料であることが特徴である。年に数回しか遠出をしないドライバーは普段、自宅で充電し、遠出の際は同社の認証システムを使えば、EVのランニングコストを抑えることができる。同社では、マンションへの充電器の導入費用は上記①の企業と同程度を予定している。

(4)劣化診断

一般的な蓄電池点検では、①外観点検、②浮動電圧測定、③比重測定、④内部抵抗測定が行われるが、こうした点検では現状の蓄電池の実力に相当する「実容量」については把握できない。そのため、容量が100Ahの蓄電池でも、停電時に10Aで10時間持たない事例が多数発生している。この主な原因として、浮動電圧測定は、充電器側の電圧をセル^{注4)}毎に分けて測定しているにすぎず、また、内部抵抗測定では、交流高周波電源による測定のため、放電時の実抵抗値を正確に測定できていないなどが考えられる(表2)。

以上のことから一般的な蓄電池点検では、実容量が低下したセルを特定することができないため、ほとんどの蓄電池が

十分に使える状態であるにもかかわらず、定期的に全セル交換を実施しているのが実状である。

一方、「実容量」を評価する手法としては、10時間率実容量試験があるが、個別にセルを取り外し10時間の放電試験をするため、設備停止が必要となり、セルの運搬・長時間施工・抜取試験(全セル試験は莫大な費用と時間がかかるため)による信頼性低下など、実施するには課題がある。

こうした課題を解決すべく、大手印刷会社と神戸大学発のスタートアップ企業、大手損保グループと早稲田大学発のベンチャー企業、大手自動車会社・大手電機会社連合と東京大学など、産学連携による実証事業が進んでいる。

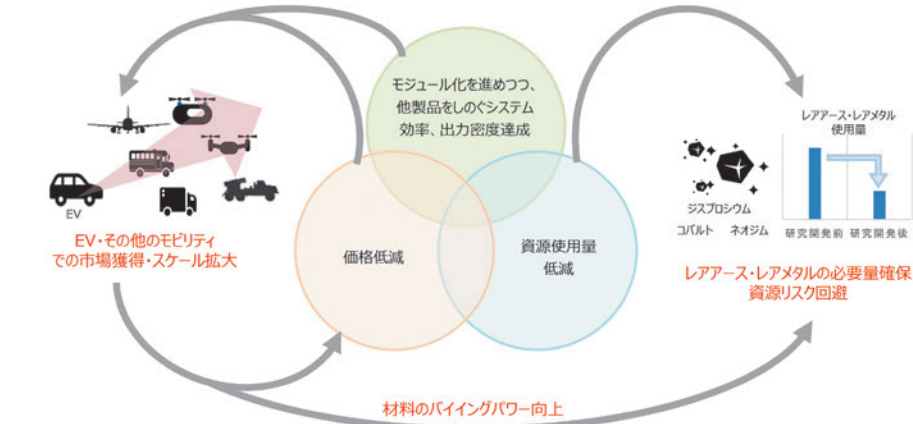
(5)モータシステム

モビリティは、必ずしも自動車によるものとはかぎらない。航空機分野ではSAF (Sustainable aviation fuel、持続可能な航空燃料)に活路を見出す動きがある一方で、蓄電池を動力源とする方向での可能性も探っている。しかしながら、蓄電池は重量がかさむという問題があるため、その軽量化を進めるとともに、モータシステムの性能向上によって消費電力を低減させる必要がある。事業者としては、価格低減を達成することによってEVを中心としたモビリティ分野における市場を獲得し、資源リスク回避を実現することで高品質なモータシステムの安定供給を目指すことが求められる(図4)。

【表2】一般的な蓄電池点検の課題

項番	手法	内容	課題
①	外観点検	変形・変色・亀裂・液漏れなどでの外観確認	極板、セパレーター、接続部などの内部状態は不明
②	浮動電圧測定	充電器出力電圧の各セル分担電圧測定	蓄電池各セルの起電力は不明
③	比重測定	希硫酸の上澄みの比重を測定 ※上下で比重(電解液濃度)が異なる	下部の電解液濃度不明、起電力も不明 ^{注5)}
④	内部抵抗測定	交流高周波電源(0.15A)による抵抗測定	放電時ないし負荷電流発生時の実抵抗は不明

(MS&ADインターリスク総研作成)



【図4】モータ産業発展の好循環のイメージ
(出典: 経済産業省「『次世代蓄電池・次世代モータの開発』プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性」)

3 テスラの深謀遠慮

(1)総合サービス企業

テスラの株価は、2020年7月に時価総額でトヨタ自動車を超えた後も上昇を続け、2021年10月には時価総額で1兆ドルを超えた。イーロン・マスクCEOは保有するテスラの株価上昇で自己資産額が約3,000億ドルに膨らみ、一時はAmazon創業者のジェフ・ベゾスを抜いて世界一の富豪となった。

テスラの勢いを理解するカギは、マスク氏が日ごろ強調している「テスラは単なるEVメーカーではない。エネルギーとモビリティのサービスを総合的に提供する企業だ」という言葉だろう。

(2)内製主義

脱炭素の時代には、CO₂削減努力が企業価値に直接反映してくる。また、携帯電話がスマートフォンに変わったように、EV時代は自動車が様々なモビリティサービスを提供する「端末」となる。まさに、テスラは脱炭素・DX時代の「アイコン（象徴）」といえる。マスク氏が現在所有する企業は「テスラ」、宇宙開発企業「スペースX」のほか、脳科学分野の「ニューラリンク」、人工知能(AI)分野の「オープンAI」、トンネル掘削分野の「ボーリング」といったスタートアップ企業がある。テスラは2016年に米国再生可能エネルギー大手「ソーラーシティ」を買収、現在、太陽光パネルやソーラーループ事業も手掛けている。2017年にはペイパルから「X.com」の権利を買い戻している。つまり、再生可能エネルギーによる発電、それを使った家庭内の蓄電システム、EV、AI、ロケット工学から得られた素材工学、さらには、トンネルシステムなど独自の技術を用いた未来の都市構想まで、すべて自社で行っている。テスラは、2019年からスーパーコンピュータ「Dojo」の開発を始め、現在、「富岳」の8割程度の演算能力を有するとされる。これをテスラは自動運転のためのトレーニングに利用しているが、将来はヒト型ロボットの開発も目論んでいる。

テスラが他の自動車メーカーと比較して利益率が高いといわれる理由は、広告宣伝費を一切使わず、ディーラー網を持たず、消費者へ直販するという点で経費を大幅に削減している点が挙げられる。サービス、メンテナンスは一部を除いて外注しているものの、不具合が起きたときは自宅まで点検に来てくれるなど、今のところユーザーの満足度は高い。また、EVの特性を生かして多くのサービスをサブスクリプションで行っており、自動運転ソフトウェアも月額99ドルまたは199ドルで利用できる。

テスラでは、自動車のハードウェアだけでなくOSをはじめソフトも自社製である。他の自動車大手は社内エンターテインメン

トやコミュニケーションシステムにグーグル、アップル、マイクロソフトなどのOSを搭載するのが普通で、すべて自社で賄っている企業は数少ない。しかし、テスラでは、自動車組み立てのための製造機も多くが自社製である。それによって、テスラが「ギガプレス」と呼ぶ、従来の自動車業界にはなかったボディの一体成形を「モデルY」で実現している。工程が少ない分、コストも軽減される。そこには、スペースXで得られた宇宙船のための素材や成形技術が生かされている。こうした技術を組み合わせて製造されるテスラ車は、業界では「価格と比較して高性能」との評価が多い。たとえば、同社のラインアップのなかで最廉価版であるモデル3でも、0～100km加速は3.3秒と高級スポーツカー並みである。バッテリーの内製化も宣言、バッテリーリサイクルシステムを公開し、使用済みバッテリーも独自で利用する計画であり、2016年からの研究による技術を基に廃バッテリーから素材の92%を回収するという。

テスラ・モデルYは、米国最大の新車マーケット、カリフォルニア州で売り上げを大きく伸ばしている。カリフォルニア州新車ディーラー協会が2022年5月に発表した同年第1四半期における州全体の販売台数は42万5,216台で、前年同期比13.8%のダウンだった。そんな逆風ものともせず、テスラは前年同期比で83.7%の販売増を達成している。車名別販売台数でナンバーワンは、テスラ・モデルYであり、2万182台を販売し、2位のテスラ・モデル3(2万1,506台)とは約300台差、つまり、市場を牽引する龍虎のようなリーダーを抱えている。

(3)蓄電池事業

①メガパック

2021年8月19日、テスラモーターズジャパンは北海道千歳市に建設予定の蓄電池発電所「北海道・千歳バッテリーパーク」に「メガパック」(次頁図5)を導入することを発表した。システム規模は出力1523.8kW、蓄電容量6095.2kWh(約6MWh)、早期の運用開始を目指している。

「メガパック」は、筐体(きょうたい)内に蓄電池、パワーコンディショナー、温度管理システム、制御機構などをオールインワンで搭載しているため、現地での施工が比較的簡単になり、コストを下げるができる。また、ハードウェアだけでなく、システム設計や試運転、カスタマーサービス、ソフトウェアまで、すべてをセットで提供するため、スムーズに導入ができるとしている。

テスラモーターズジャパンは今後、再生可能エネルギー拡大のための電力卸市場、需給調整市場がわが国で広がる見通しであることから、「メガパック」を使った蓄電池発電所の展開を加速していく方針である。



【図5】メガパック (出典:テスラジャパン合同会社ホームページ)

②パワーウォール

「パワーウォール」(図6)は、家庭用蓄電池およびエネルギーコントロールシステムである。わが国では2020年ごろより設置が始まっているが、テスラ車と同じ電池を採用しており、13.5kWhの大容量、かつ、全負荷型で停電時も強力にバックアップするほか、節約を最大化するモードを搭載している。すなわち、①「Time Based Controlモード」において、時間帯別の買電単価を入力することで、自動で節約を最大化する。時間帯別契約のメニューが多くの電力会社で用意されているところ、その時間帯と電気単価を「高・中・低」個々で入力、パワーウォール側で安い電気単価での運用を自動で行う。また、②「自家発電(セルフパワー)モード」では、太陽光発電での余剰電力をパワーウォールへ充電して、そのクリーン電力をできるかぎり自家消費する。さらに、③「バックアップモード」で、災害に備えて常に満充電状態で待機する。加えて、台風や大雨などで停電リスクが高まったときに、パワーウォール側で100%まで充電する機能「ストームウォッチモード」もある。なお、パワーウォールはインターネット環境が必須であり、無料でのアップデートを行う。

一方で、施工店が少ないうえ、JET(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories)認証^{注6)}未取得、SII補助金対象外など、需要にわが国のインフラや制度が追いついていないとの指摘もある。



【図6】パワーウォール (出典:テスラジャパン合同会社ホームページ)

(4)EVトラックへの進出

2023年以降の注目ポイントは、EVのトラック、すなわち、「サイバートラック」(図7)の販売が始まることだろう。米国で1年間に売れる車の過半数がピックアップトラックや大型SUV(スポーツタイプ多目的車)を含むライトトラックと呼ばれる車種である。2020年に人気だったピックアップをみると、フォード・モーター「Fシリーズ」が78万台、シボレー「シルバラード」が58万台も売れた。他方、乗用車でトップのトヨタ「カムリ」は29万台にとどまった。

このような中、テスラがサイバートラックの発売を発表して以来、現在までの予約台数は125万台に到達、これがすべて売れた場合、売り上げは80億ドルとも試算される。もちろん、予約数と実際の販売台数は同じにならないが、2023年以降、とくに米国ではサイバートラックがテスラの新たな「ドル箱」となる可能性が高い。サイバートラックの荷台に組立てられるキャンピングカーキットを作るスタートアップ企業がクラウドファンディングで4億円以上を集めるなど、発売前からかなりの注目を集めており、サイバートラックがヒット商品になることはほぼ間違いないだろう。

コンパクトカーからピックアップまでラインアップを拡充したテスラは、2021年の販売台数が目標である75万台をはるかに上回る93万6,000台、サイバートラックが加わると生産台数は200万台に届く可能性もある。



【図7】テスラの「サイバートラック」 (出典:参考文献⁶⁾)

4 テスラから見えてくるもの

テスラは、電池技術について、これまでエネルギー密度が低く使えないとされてきたLFP電池^{注7)}をCATL^{注8)}と共同で開発し、LiBと遜色ない性能にした、という貢献をしてきた。EVは内燃機関を搭載する従来型の自動車と比して構造が簡易であることなどからスケールメリットが大きいと、将来は数社のメーカーが年間に2,000万～2,500万台のEVを製造する時代が到来、その1社がテスラとなる可能性は高い。

テスラにも課題がある。受注に生産体制が追いついていないため納車が遅れ、その間にライバルが売上げを伸ばす可能性がある。また、マスク氏のワンマン体制に対し、どのようなコーポレートガバナンスを効かせるかどうか不透明である。一方で、世界は脱炭素社会に向けて動いており、EVだけでなく、ソーラー発電、バッテリーパーク、パワーウォールの売上げも同時に延びる可能性がある。

マイクロソフトもアップルもOSなどのソフトウェア技術をコア・コンピタンスとして、インテルやPCメーカーなどと提携して成長してきた。これに対して、テスラは内製化を原則として自社内にノウハウを蓄積、業容を拡張してきている。いずれの戦略が正解と決めつけることはできない。しかし、テスラは内製化を通じ、電化社会のエネルギー貯蔵手段であり、2050年CN実現のカギとなる技術のひとつとなる蓄電池領域についても、多大な影響力を持つようになることも考えられる。

わが国企業も、手を拱こまぬいでいる訳ではないだろう。とりわけ、国内最大手の自動車会社は2021年12月、全世界で販売するEVを2030年に350万台と、これまでの目標からほぼ倍増させる計画を公表しており、テスラに伍するべく、蓄電池ないし電力ビジネスに参入する可能性は大いにあるだろう。

以上

参考文献・資料等 (本文掲載以外)

- 1) 経済産業省製造産業局 (2021年) 「次世代蓄電池・次世代モータの開発」プロジェクトに関する研究開発・社会実装の方向性
<https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/industrial_restructuring/pdf/003_02_00.pdf> (最終アクセス2022年11月25日)
- 2) 経済産業省蓄電池産業戦略検討官民協議会 (2021年) 「蓄電池産業の現状と課題について」
<https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/battery_strategy/0001/03.pdf> (最終アクセス2022年11月25日)
- 3) 週刊エコノミスト(2022年1月18日号) 「EV&電池 異次元の加速」
- 4) 週刊エコノミスト (2022年8月2日号) 「巨大な蓄電容量実現した米国」
- 5) 東京電設サービスHP「蓄電池の劣化診断技術」
<<https://www.tdsnet.co.jp/technical/storage-battery-deterioration-diagnosis-technology/>> (最終アクセス2022年11月25日)
- 6) 日経産業新聞(2021年12月18日) 「テスラ、新型EV『量産23年に』ファンつなぎ留め腐心」
- 7) EDN JAPAN (2012年) 「知っておきたい 電池の仕組み」
<<https://edn.itmedia.co.jp/edn/articles/1205/17/news031.html>> (最終アクセス2022年11月25日)
- 8) EVsmartブログ (2022年) 「テスラが北海道に日本初の『蓄電池発電所』開設を発表～再エネ導入拡大を加速」
<<https://blog.evsmart.net/tesla/tesla-megapack-first-installation-in-japan/>> (最終アクセス2022年11月25日)
- 9) テスラの大型蓄電池「Megapack」を採用、ミツウロコが北海道に「蓄電所」を建設
<<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/2202/16/news092.html>> (最終アクセス2022年11月25日)

注)

- 1) 内部に電解液が用いられたLiB、将来的に有望視されている「全固体電池」などと対を成す
- 2) 液系LiBと異なって電解液がなく、固体電解質が正極と負極の間のセパレーターの役割を果たす電池をいう
- 3) このほか、蓄電容量を念頭に置くと、バッテリーよりもはるかに大きい規模の貯蔵が可能になる水素も注目される。バッテリーの蓄電容量が最大10MWhであるのに対して、水素では容量が1TWhと圧倒的であるうえに寿命も長い。さらに、利用者は、合成メタン、液体、燃料電池など、様々な形で還元できる。従来、水素はエネルギー効率が悪いうえにコストも高いという点で否定的な見解があった。しかし、技術の発達もあって、数年前には48%程度であったエネルギー効率は、現在、65%まで上昇している。また、水素コストもここ数年、年間12%ずつ下落しており、2030年には水素エネルギーと電力価格はほぼ同等になるとの見方もある。しかし、水素普及のためには、政府によるインセンティブが必要であろう
- 4) バッテリーを構成する個々の電池の事を指し、単電池とも呼ばれる
- 5) 電極が正常であれば比重と起電力は比例するが、異常ならば比例しない
- 6) 電気製品の安全性などを検査し、認証を行っている機関であり、正式名称は「一般財団法人 電気安全環境研究所」で、様々な製品の安全検査と認証を行っているところ、この一部として太陽電池モジュールの認証(JET PVm認証)を行っている
- 7) リン酸鉄リチウムイオン電池、正極側にリチウム(Li)・鉄(Fe)・リン(P)を材料として利用したリチウムイオン二次電池の一種
- 8) 中国にある、世界最大手の電気自動車用の電池メーカー