

急激に進む米国運輸部門のEV化(前編)

「ジワジワから一気に」

「キャズム乗り越えに伴うパラダイムシフト」



Clean Energy Research Lab.
代表
阪口 幸雄
(シリコンバレー在住38年)

1. 米国におけるEVは「ジワジワから一気に」

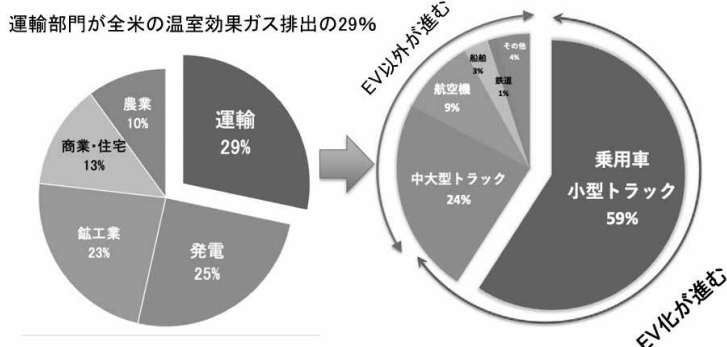
図1に示すように、米国では、運輸部門が温暖化ガス排出の29%占め、最大の排出源となっている(2021年)。

運輸部門の内訳をみると、図の右の円グラフにあるように、小型車両が59%、中大型車両が24%、航空機が9%、船舶が3%、などである。中大型車両・航空機・船舶は、バッテリーでの長距離運行が難しく、クリーンな液体燃料^{注1}や水素の活用が進むと考えられるが、小型車両はおそらくほぼ100%電動化(EV化)されるであろう。

カリフォルニア州では、新車販売台数に占めるEV比率が、キャズム(普及率16%)を大きく超え25%に達したが、ほかの州でも、ガソリン代高騰やEV車種の増加の影響もあり、伸び続けている。

2023年11月時点においては、バイデン政権による不安定な政権運用、大きく変わろうとする車両製造技術、鍵を握るバッテリー製造、対中摩擦、2024年の大統領選挙に向かった政党対立などを孕みながらも、「ジワジワから一気に」のターニングポイントを肌で感じる。

図1 米国の運輸部門の温室効果ガス排出状況2021年



出典：EIAのデータ^{注2}をもとにクリーンエネルギー研究所が作成

風雲児テスラは、相変わらず自分で立てた無茶苦茶な目標を、時間軸的には遅れながらも、ほぼすべて実現してきているが、競合や環境の大きな変化の中で、「自分で時流を作るリーディングポジション」を維持できるであろうか。

これらをシリコンバレー在住38年の筆者が分析する。(なお、特に断らない限り、EVにはバッテリーEV(BEV)とプラグインハイブリッド車(PHEV)と水素電気自動車(FCEV)を含む。)

2. 早期のEV普及と国内生産体制の構築の相剋^{注3}

米国のジョー・バイデン大統領は、2021年のインフラ投資雇用法(IIJA)や2022年のインフレ削減法(IRA)などを通じて、2050年のパリ協定達成に向かって、政策を多角的に打ち出している。

バイデン政権はEV普及を進めるとともに、EV化に伴う自動車産業の空洞化を回避し、国内でEVのサプライチェーンを早急に構築したい意向である。

過去20年間のクリーンテクノロジー普及の歴史を振り返ると、ソーラーパネルやバッテリーの価格が一気に下がり、米国での普及が急激に進んだのは、ひとえにアジア(特に中国)での生産が爆発的に進んだせいである。米国は陰でその恩恵を受けており、アジア・中国なくしてはクリーンテクノロジーの普及はありえなかった。

しかし、EV(およびバッテリー)に関しては、中国依存は許されない状況である。

先鋭化する対中摩擦の中で、早期の「EV普及と国内生産体制の構築を両立」できるか、その動向が注目されている。

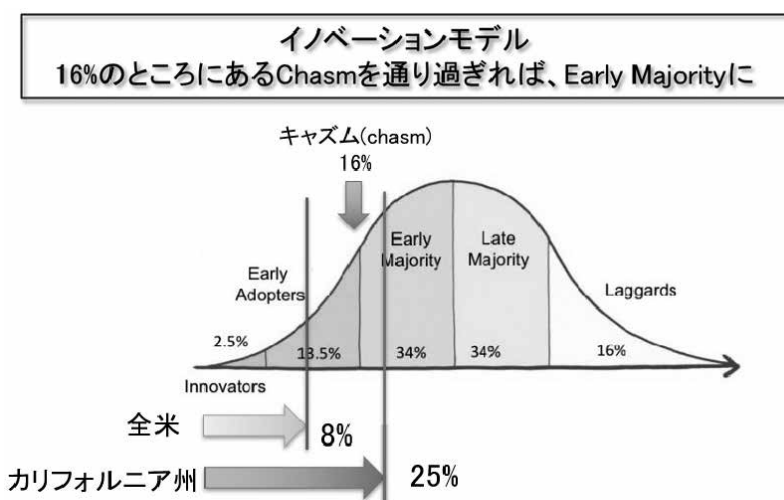
(1) 加速する北米のEV化、全米でキャズムを越えるのは4年後の2028年か

北米のEV市場は、大方の予想を上回る勢いで拡大している。

イノベーションモデルでは、16%のところにあるキャズム (Chasm)、テクノロジーの普及過程でいう「インフレクションポイント」を通り過ぎれば、Early Majorityに達し、一気に加速するといわれている。

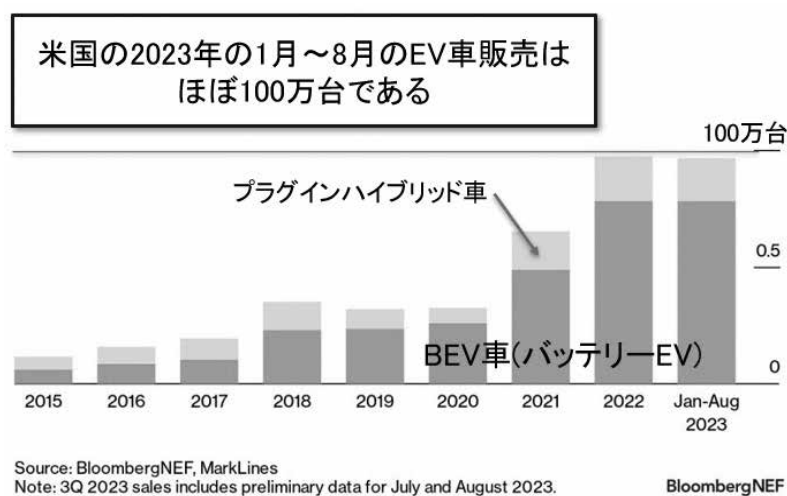
図2に示すように、2022年の新車販売台数に占めるEVの割合は、全米で8%、カリフォルニア州では25%である。カリフォルニア州はすでにキャズムを越えたが、全米はまだである。

図2 イノベーションモデルとEVの新車販売台数に占める割合（全米とカリフォルニア州）



出典：各種資料を参考にクリーンエネルギー研究所が作成

図3 米国のEVの売上の推移（2015年～2023年8月）



50州の寄り合い所帯である米国では、全米云々はあまり意味がなく、個々の州の動向が重要であるが、17の州がカリフォルニア州の運輸部門での電動化施策を支持し、ガソリン車販売禁止を進めようとしている（ただし、州法化している州はカリフォルニア州のみ）。

いくつかの調査機関によると、4年後である2028年にEV販売が全米の新車売上の20%に到達すると予測されており、州ごとのマダラ模様は大きいですが、全米でもキャズムを越えそうな勢いである。

バイデン大統領は、2030年で新車売上の50%を目指すとしているが、さすがにこれは無理かと思われるが、30%程度にはなるのではないかと感じている。

そのためには、まずは全米でのEarly Majorityへの移行が大きな課題である。5万ドル以上の新車を買う余裕のある富裕層ではなく、中所得者層が購入する日々の生活の足となる3万ドル以下に対象のEVを広げなければいけない。3万ドル、さらには2万ドルで利益の出るビジネスモデルや車種の開発が、2030年のEarly Majorityへの移行、2035年のLate Majorityへの移行には必須である。

米国のEVビジネスは、連邦政府や州政府の政策や、各社の戦術を含めて、新しいフェーズに入っている。

(2) 連邦政府の普及策と対象車両の拡大

バイデン大統領は2021年8月、温室効果ガス (GHG) を削減する取り組みの一環として、2030年までに新車販売の50%以上をEVとFCVにするという目標を掲げている。

目標設定後の3年後の2026年モデル車について、GHG排出量を1マイル (約1.6キロ) 当たり161グラム、燃費基準を1ガロン (約3.8リットル) 当たり49.1マイルとする厳しい基準を定めた。また、連邦政府が購入する車両は2035年までにすべてEVにするとも発表している。

2021年11月に成立したインフラ投資雇用法のもとでは、EVスクールバスの購入に5年間で50億ドルの助成金が支出される。そのほか、州政府向け

の「EV充電プログラム」の運用が始まった。その狙いは充電施設を増設するところにあり、5年間で予算総額50億ドルにのぼる。「代替燃料回廊」を中心として州間高速道路に、50マイルごとに少なくとも4基（充電ポート各4口）急速充電器を設置する。

各州政府による申請は、2022年9月に承認済みであり、連邦政府はこうしたイニシアチブを通じてさらなる民間投資を誘引し、2030年までに充電器を50万基設置しようとしている。

2022年8月に成立したインフレ削減法（IRA）には、EV普及と米国を中心としたサプライチェーン確立の双方を目的とする歳出項目が盛り込まれた。EV普及に関しては、「2009年米国再生・再投資法」で定めた税額控除額を据え置いた。

そのほか、メーカーごとの累計販売台数の上限（20万台）が撤廃された。これにより、ゼネラルモーターズ（GM）やテスラの車両も、再び税額控除の対象になった。

①FCVを対象車両に追加する、②中古車の控除額を最大4000ドルにする、③商用車を最大4万ドルに設定する、など対象車両も拡大した。

また、生産者向けの税額控除も講じられた。①バッテリーセルを製造した場合、1キロワット時（kWh）当たり35ドルが、②バッテリーモジュール製造の場合は、1kWh当たり10ドル、③電極活性物と重要鉱物を製造する場合については生産者負担額の10%、と設定した。

これにより、生産と消費の両面でEVの普及を促進する仕組みが整備されつつある。

3. すべてはバッテリー次第

(1)「リチウムイオンバッテリーに関する国家計画」

エネルギー省（DOE）は2021年6月、EV価格の約3割を占めるバッテリーを対象に「リチウムイオンバッテリーに関する国家計画」を策定した。この計画に基づき、中国を中心とするサプライチェーンからの脱却を目指しているが道は険しい。

この国家計画は、短期的には、パートナー国との協力の強化を、中長期的には、原材料の見直しや代替品の開発による新たなサプライチェーンを構築するための青写真である。

この計画によると、2020年時点で世界のEV用リチウムイオンバッテリーセルの生産能力は747GWhだった。そのうち中国が76%を占め、米国は約8%の

59GWhにとどまっている（うち30GWh程度がパナソニックとテスラがネバダで稼働している「ギガファクトリー」である）。

仮に7年後の2030年の米国でのEV需要が500万台^{注4}で、平均70kWhのバッテリーを搭載すると仮定すると5000000台×70kWh=350000000kWh=350GWhが必要となる。

これは、30GWh程度の製造能力を持つバッテリー工場を12カ所程度、米国を含む北米に建設すればいいわけで、実現可能な範囲かと思われる。

問題は、原材料である重要鉱物の多くが、米国外からの調達に依存せざるを得ない点である。特に精製品については、中国が圧倒的なシェアを占めている。リチウムに関しては世界の8割以上に当たる年間81000トンが、オーストラリアとチリで採掘されているが、精製の58%が中国で行われている。後述のようにテスラが米国内でリチウム精製工場を独力で立ち上げようとしているのは、この「精製の壁」を乗り越えるためである。

リチウムの採掘に関しても、米国内で、アルバマール（内資の化学品製造会社）がネバダ州シルバークワッドで灌漑（濃い塩水）からリチウムを採取する事業を展開しているほか、2027年をめどにノースカロライナ州キングス・マウンテン鉱山の再開を予定している。

リチウム・アメリカズ（カナダ系の資源会社）も、ネバダ州タッカーパス鉱山で採掘事業の計画を進めている。さらに、アルバマールは精製事業のため米国内に年間10万トン規模の生産能力を有する拠点の設立を計画している。

EV自動車会社であるテスラも、自社でリチウム精製工場をテキサスに建設中である（詳細は次号で）。

そのほか、ピードモント・リチウム（内資の資源開発会社）がテネシー州とノースカロライナ州で年間100万台分の供給を行うため、2025年以降に拠点を立ち上げる予定である。

リチウムは、地球上には普遍的に存在する元素なので、採掘する気になれば、米国とFTA国でほぼ調達可能かと思われる。

(2) バッテリーコンポーネントの要件と「懸念される外国の事業体」と「FTA」

上記のように、重要鉱物は2025年、部品は2024年以降、「懸念される外国の事業体（Foreign Entity of Concern）」が関与した場合に、7500ドルの税額控除が対象外となる。

インフレ削減法が示す税額控除の要件は、中長期的

に米国の自動車産業の空洞化を回避し、雇用を確保するのが狙いであるが、諸刃の剣ともなりうる。

なお、「同盟国」として、「懸念される外国」から外される対象になるFTA国は、オーストラリア、バーレーン、カナダ、チリ、コロンビア、コスタリカ、ドミニカ共和国、エルサルバドル、グアテマラ、ホンジュラス、イスラエル、ヨルダン、韓国、メキシコ、モロッコ、ニカラグア、オマーン、パナマ、ペルー、シンガポール、USMCA（米国・メキシコ・カナダ協定）であるが、日本もFTAに準ずることになっている。

インフレ抑制法（IRA）では、バッテリーの重要鉱物については、調達価格の所定割合以上が米国ならびに米国のFTA締結国で抽出・処理されているか北米でリサイクルされたものである必要がある。この要件を満たすことで3750ドルまたは満額の7500ドルの控除を得る。所定割合は2023年時点では40%だが、2027年までに80%まで段階的に引き上げられる。

バッテリーの部品についても調達価格の所定割合以上が北米で製造、組み立てされたものである必要がある。所定割合は2023年時点では50%だが、2029年までに100%に引き上げられる。

電池セルについては1 kWhあたり35ドルまで、モジュールの場合は同10ドルまでの控除を受けることができる。

たとえば75kWhのバッテリーパックの場合、セルのメーカーは最大2625ドル、モジュールのメーカーは最大750ドルの控除を受けることができる。

調達価格の所定割合は、表1のように、2024年以降10%ずつ段階的に増加し、2027年には80%になる。バッテリー部品に関しても、2023年から50%が北米で製造または組み立てられる必要がある。この割合は、段階的に引き上げた後、2029年以降は100%となる。

（3）材料によるパラダイムシフト

リチウム以外の正極材のニッケル、コバルト、マンガンや負極材のグラファイトなどの米国内での採掘・精製生産もきわめて限定的であり、事業体要件を満たすためには、2025年以降、中国からの調達を避けなければならない。結果、バッテリーメーカーなどは、生産体制の確立に向け複雑な調整を行う必要が生じる。ここでも2030年に向けた大きなパラダイムシフトが

起こる。

コバルトやニッケルを用いないリン酸鉄（LFP）は、資源という面では有利であるが、エネルギー密度は低くEVには使えないといわれていたが、近年、テスラをはじめとして低価格車への採用が始まっている。しかし、LFPでの量産ノウハウをもつ中国との関係できな臭くなっている。

たとえば、米国大手自動車メーカーのフォードは2023年9月25日、ミシガン州マーシャルの電気自動車（EV）用バッテリー工場の建設を一時停止したと報じられた。

このバッテリー工場は、同社が中国のバッテリー製造大手の寧徳時代新能源科技（CATL、本社：福建省寧徳）が提供するリン酸鉄リチウムイオン（LFP）電池の技術を利用し、電池セルを製造するために建設を予定しており、投資額は35億ドル、2026年に生産を開始する見通しだった。

9月27日には、米国連邦議会下院歳入委員長のジェイソン・スミス議員（共和党、ミズーリ州）、エネルギー・商業委員長のキャシー・マクモリス・ロジャーズ議員（共和党、ワシントン州）、中国特別委員長のマイク・ギャラガー議員（共和党、ウィスコンシン州）がフォードに対して、CATLとの提携に関連する文書の提出を要求し、ジム・ファーレイ最高経営責任

表1 IRA（インフレ削減法案）で税額控除を得るために必要なバッテリーの条件

バッテリー用重要鉱物		バッテリー用部品	
米国が有効な自由貿易協定を結んでいる国で抽出または処理された、あるいは北米でリサイクルされたものの価格における割合		北米で製造または組み立てられたものの価格における割合	
販売時期	割合	販売時期	割合
2023年中	40%	2023年中	50%
2024年中	50%	2024～2025年中	60%
2025年中	60%	2026年中	70%
2026年中	70%	2027年中	80%
2027年1月1日以降	80%	2028年中	90%
—	—	2029年1月1日以降	100%

出典：各種資料を参考にクリーンエネルギー研究所が作成

者（CEO）が議会で証言するよう求めていると報じられた。

スミス議員とギャラガー議員は2023年7月にも、同プロジェクトについて、CATLと中国共産党（CCP）の関連があるとする安全保障上の懸念と、新疆ウイグ

ル自治区での強制労働の懸念があるとして、フォードに対して経営の透明性を求める書簡を送っていた。

素材と技術と政治と外交が複雑に絡み合う展開となっている。

表2 2023年前半に発表された在学控除を受けられる車種とメーカー

メーカー名	ブランド	モデル名	モデル年	車両タイプ	控除額 (ドル)	希望小売価格の上限
GM	キャデラック	リリック	2023-2024	EV	7,500	80,000
	シボレー	ブレイザー	2024	EV	7,500	80,000
		ボルト	2022-2023	EV	7,500	55,000
		ボルトEUV	2022-2023	EV	7,500	55,000
		エクイノックス	2024	EV	7,500	80,000
		シルバラード	2024	EV	7,500	80,000
フォード	フォード	E-トランジット	2022-2023	EV	3,750	80,000
		エスケープPHEV	2022-2023	PHEV	3,750	80,000
		F150 ライトニング (長距離用バッテリー)	2022-2023	EV	7,500	80,000
		F150 ライトニング (スタンダードバッテリー)	2022-2023	EV	7,500	80,000
		マスタング マックE (長距離用バッテリー)	2022-2023	EV	3,750	80,000
		マスタング マックE (スタンダードバッテリー)	2022-2023	EV	3,750	80,000
	リンカーン	アビエーターグランドツーリング	2022-2023	PHEV	7,500	80,000
		コルセアグランドツーリング	2022-2023	PHEV	3,750	80,000
ステランティス	ジープ	グランドチェロキー PHEV 4xe	2022-2023	PHEV	3,750	80,000
		ラングラー PHEV 4xe	2022-2023	PHEV	3,750	80,000
	クライスラー	パシフィカPHEV	2022-2023	PHEV	7,500	80,000
テスラ	モデル3	(パフォーマンス)	2022-2023	EV	7,500	55,000
		(スタンダードレンジ、後輪駆動)	2022-2023	EV	3,750 →7,500	55,000
	モデルY	(全輪駆動)	2022-2023	EV	7,500	80,000
		(長距離、全輪駆動)	2022-2023	EV	7,500	80,000
		(パフォーマンス)	2022-2023	EV	7,500	80,000

出典：各種資料を参考にクリーンエネルギー研究所が作成

(4) 米EV税額控除、対象車両は米系メーカーの22モデルのみ

また、バッテリーに含まれる重要鉱物のうち2023年は40%（調達価格ベース）が、米国か自由貿易協定（FTA）締結国で抽出もしくは処理され、または北米でリサイクルされる必要があるなどの規定により、2023年に発表された対象車両は、米系メーカーの22モデルのみとなったが、これは今後どんどん変わると思われる。米国での製造回帰への大きなモチベーションとなる。

(5) 全米におけるEVの販売の加速要因

ここまで、米国におけるEV普及のための政策をみてきたが、なぜ2022年に「ジワジワから一気に」販売台数が増えたかを見てみたい。

① ガソリン価格の高騰

レギュラーガソリンの小売価格は、新型コロナウイルス禍の2020年4月時点で、月平均1ガロン（約3.8リットル）当たり1.8ドルだった。

しかしその後、図4に示すように上昇傾向に転じ、2022年6月には月平均4.9ドルに達した。

人件費の高騰、ガソリンを運搬するタンクローリーの運転手不足、ハリケーン「アイダ」の上陸に伴う製油所の閉鎖（2021年8月）などがガソリン価格の上昇を引き起こした。その後2022年2月にウクライナ問題が発生し、ガソリン価格は高止まりしている。

その結果として、新たに購入する車として、ZEV（ゼロエミッション車）を選択する人が増加したと推測される。

筆者の住むシリコンバレーでは5～6ドル／ガロン程度であり、これは185円～200円／Lに相当する。比較的大型で燃費の悪い車の場合、満タンにすると、120ドル程度の負担となり、長距離の車通勤をする比較的富裕層の住民にとってはEVへの乗り換えの契機となった。

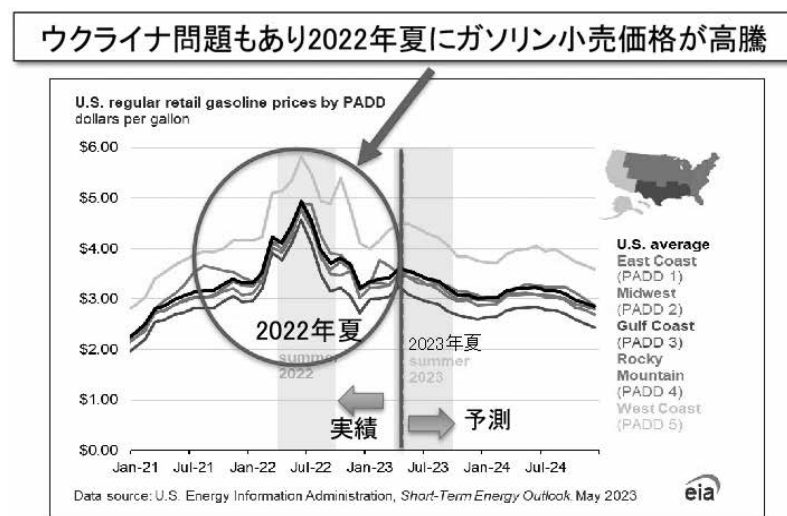
② 車種数の急増

同様に、EV車の種類も、図5に示すように2021年から2022年にかけて一気に増え、購買の選択肢が増えたことも、EV販売数の増加に繋がっていると考えられる。

(6) カリフォルニア州におけるEV販売シェアの推移

テスラのお膝元であるカリフォルニア州におけるEV販売シェアの推移を図6にしめすが、カリフォルニア州でも、2022年に一気に増えて、16%のキャズムをこえ、2023年Q2には新車販売台数の25%に達した。カ

図4 2021年～2022年のガソリン価格の急騰がEV化を後押し



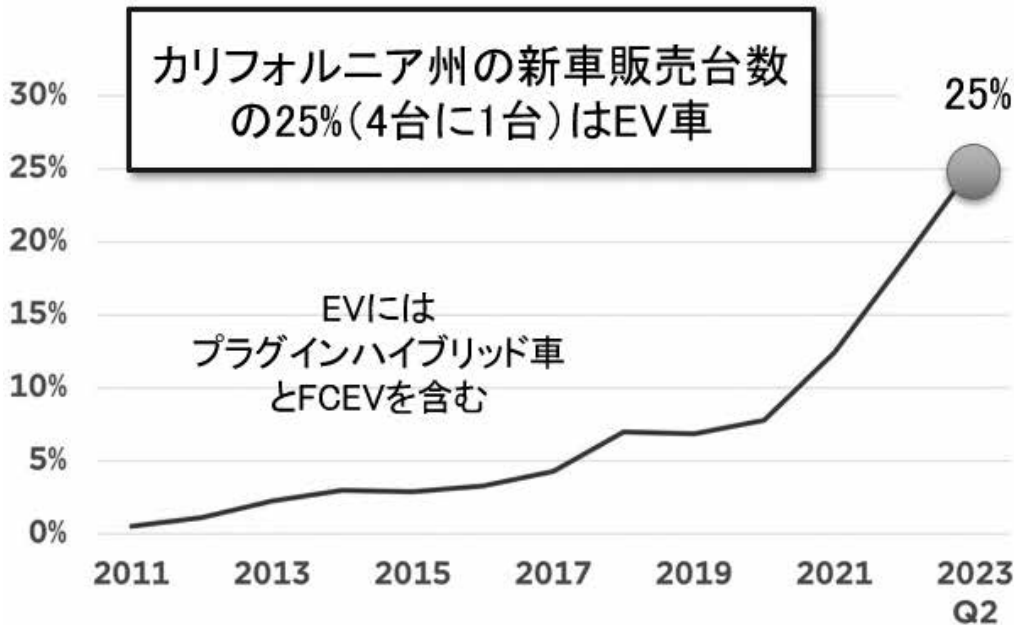
出典：US Energy Information Administrationの図にクリーンエネルギー研究所が説明を追加

図5 EV車種数の急増



出典：マークラインズをもとにジェトロが作成した資料にクリーンエネルギー研究所が加筆

図6 カリフォルニア州におけるZEV（BEV+Plug In Hybrid+FCEV）の推移



出典：Electric Vehicle Market Share in Californiaの図にクリーンエネルギー研究所が説明を追加
<https://insideevs.com/news/680900/california-plugin-car-sales-2023q2-share/>

リフォルニア州では、2035年以降のガソリン・ディーゼル車の販売を禁止する州法が通っているが、おそらく2030年には50%となり、一気にLate Majorityに突入するであろう。

めて、数十年に一度というチャンスを活かしてもらいたいと感じる。

次号では、EVのパラダイムシフトの先頭を走る異端児テスラの動向を詳しくみていく予定である。

4. まとめ

本レポートでは、乗用車や小型トラックのEV化が、色々な要因で「ジワジワから一気に」加速してきた現状と、それに伴う「パラダイムシフト」をみてきた。

米国の運輸部門の脱炭素化は、パリ協定遵守の重要な要となるが、連邦政府の政治情勢もあり、欧州のように「2035年ガソリン車販売禁止」とかの「鞭」がとれず、補助金・税額控除などの「飴」頼りが続く。

その中で、カリフォルニア州のEV販売比率が2023年のQ2に25%になったのはうれしい驚きである。

2023年にIRAの税額控除の要件が固まったこともあり、バッテリーの素材の国内産出・精製を含めた調達方法の変更、バッテリーモジュールの組み立ての米国内での実施など、2024年以降に大きなうねりがやってくると考える。

これらの中で日本の自動車会社および関連会社も、パラダイムシフトに合わせて大きく舵を切らなければいけない状況はわかっているが、なかなか腰が上がらないようにもみえる。

EVの売上の数十倍に達する関連周辺ビジネスも含

注1：e-fuel, SAF (Sustainable Aviation Fuel)、バイオ燃料等、価格や食料との競合はあるものの、2050年に向かって採用が進むと考えられる。

注2：<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#overview>

注3：JETROの記事参照。
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2022/1001/ea6a402d4159b9ec.html>

注4：米国で年間に販売されている新車台数は1700万台程度なので、500万台というのは約30%に相当する。

※本稿は全2編からなっており、後編は2024年1月号に掲載予定となっております。