

迫るEV化 日本企業のハイブリッド戦略

経済新人会 金融研究部 E班



中尾泰貴
伊豆俊祐
黒川耕作
池戸崇彦

2021年11月21日

《要旨》

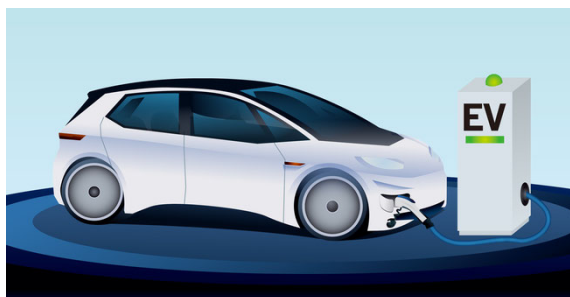
現在、世界では「脱炭素」の潮流を受け、ガソリン車から電気自動車へのEV化が急速に進んでいる。異業種からの参入も相次ぐ中、日本の自動車メーカーも続々と2035年を目処としたEVシフトを計画している。しかし日本での100%EV化は一筋縄ではいかず、如何に再生可能エネルギーを普及させ、CO₂排出量を減らすかという問題が生じる。そこで本稿では日本企業のEV化対応策として、HV技術の併用と海外輸出、そして企業の浮体式洋上風力発電への投資を政策として提案する。

《目次》

<u>I 導入</u>	<u>P.2~3</u>
【1】EVとは?	P.2
【2】100年に1度のEV革命	P.3
<u>II 現状分析</u>	<u>P.4~9</u>
【1】近年の急激なEVシフトの背景	P.4~5
【2】世界のEV化の現状	P.6
【3】日本の自動車産業について	P.7~9
<u>III 問題提起</u>	<u>P.10</u>
<u>IV 問題意識</u>	<u>P.10~17</u>
【1】EVは本当にエコなのか?	P.11~12
【2】EVは現在の日本に適しているのか?	P.13~15
【3】再生可能エネルギーへの転換は進んでいるのか?	P.16~17
<u>V 政策提言</u>	<u>P.18~23</u>
【1】HV技術の併用と海外輸出	P.19~21
【2】国内企業の再生可能エネルギーへの投資の活発化	P.22~23
<u>VI 参考文献</u>	<u>P.24~29</u>

I 導入

【1】EVとは



(図1) EVのイメージ

EVとはElectric Vehicleの略であり、電気自動車を表す。充電装置でバッテリーに電気をため、その電気でモーターを動かし車輪を駆動する自動車である(図1)。EVの他にも、動力源が異なる自動車の種類は多岐に渡る。以下の表1は、現在市場に出回っている自動車の種類の特徴をまとめたものである。



名称	燃料	特徴
エンジン車	ガソリン	車内でガソリンを燃焼させ、そのエネルギーでエンジンを動かし、走行する。
HV ハイブリッド車	ガソリン 電気	ガソリンエンジンに加え、小型の電池とモーターを搭載。モーターで部分的に走行をアシストして燃費を高める。
PHV プラグインハイブリッド車	ガソリン 電気	車外から充電できる電池を搭載。走り始めは電気で動き、充電が切れたら動力源をガソリンに切り替える。
EV 電気自動車	電気	大容量の電池を搭載し、そのエネルギーのみで走行する。
FCV 燃料電池車	水素	水素と大気中の酸素を化学反応させて電気を作り、その力で走行する。

(表1) 自動車種類別の動力源とその特徴

EVの分類にはPHVも含まれるなどの多様な解釈が存在する。しかし本稿では、上記の分類に準じて、動力源が電気100%の自動車であると仮定する。また脱炭素における環境保全の観点からHVとEVの関係を述べるが、FCV(燃料電池車)については、以下の論述において触れないものとする。

【2】100年に1度のEV革命

従来のエンジン式自動車からEVへの転換を図る世界的な動きは、100年に1度の「産業革命」と呼ばれている。ここでは具体的にどのような変化が生じるのかを検証していく。以下の表2はエンジン車とEVの違いを項目別にまとめたものである。

	エンジン車	EV
	 <p>(図2) ガソリン車の内部構造</p>	 <p>(図3) EV車の内部構造</p>
燃料	ガソリン	電気
動力源	エンジン	モーター
部品点数	約3万点	約2万点
機能・性能	ハード > ソフト	ハード < ソフト
生産方式	垂直統合（系列）による囲い込み	水平分業による生産受託式
競争力の源泉	燃費の良さ・安全性	ブランド・ソフトウェアの開発力
参入障壁	高い	低い

(表2) エンジン車とEVの違いまとめ

[変化①] 動力源→部品点数→参入障壁

動力源のエンジンがEVではモーターに置き換えられることで、部品点数が約3万点から約2万点に減少する。そのためエンジン車に比べて電気自動車は製造技術の難易度が下がり、新規参戦の企業でもEV事業に踏み込むことが可能になる。これにより産業障壁が下がるとされている。2021年初期からアップルのEV参入が本格化、その他にもグーグル・アマゾン・ホンハイを始めとするビックテック企業が続々と自動車ビジネスへの参入を開始している。

[変化②] 生産方式→競争力の源泉

自動車の生産は垂直統合の巨大なピラミッド構造から、水平分業による生産受託式に変化する。自動車の製造が生産受託ビジネスになることで、性能での差別化が難しくなり、ブランド価値がより大きな意味を持つようになる。そのため、エンジン車は燃費の良さや安全性が競争力の源泉であったが、EVではブランドが売れ行きを左右する。

[変化①] & [変化②] ▶▶▶▶▶ 100年に1度の「産業革命」

II 現状分析

【1】近年の急速な EV シフトの背景

EV はこれまでのガソリン車や HV とは違い、走行時に二酸化炭素を排出しないという最大の特徴を持つ。そのため、地球環境に優しい世代の自動車として注目されている。世界中が「脱炭素」を掲げ、EV シフトを急速に進める主な要因は以下の 2 つである。

(1) 脱炭素社会の潮流

温室効果ガス（二酸化炭素）は人口の増加と産業発展に伴い、1969 年から 2019 年にかけて約 3 倍に増加している。空気中の二酸化炭素増加による弊害は数多く確認されており、このまま排出の増加を許せば、数十年後その被害は莫大なものとなることが予想される。二酸化炭素排出を抑制に動く世界的な「脱炭素」の潮流は、1970 年代から開始され、現在急速に広がっている。表 3 は近年の「脱炭素社会」に至る条約・出来事である。

年次	出来事	概要
1972 年	国連人間環境会議	環境問題に関する初の国際会議
1992 年	リオサミット	「リオ宣言」と「気候変動枠組条約」の採択
1997 年	京都議定書の制定	初めて温室効果ガスの削減行動を義務化
2015 年	SDGs の採択	2030 年までに持続可能な世界を目指す世界目標
2015 年	パリ協定の採択	21 世紀後半に温室効果ガス排出量をゼロに

(表 3) 「脱炭素」の歴史

〈パリ協定〉

国・地域	達成時期	目標
日本	~2050 年	CO ₂ ゼロ
米国	~2050 年	CO ₂ ゼロ
EU	~2050 年	CO ₂ ゼロ
英国	~2050 年	CO ₂ ゼロ
中国	~2060 年	CO ₂ ゼロ
韓国	~2050 年	CO ₂ ゼロ

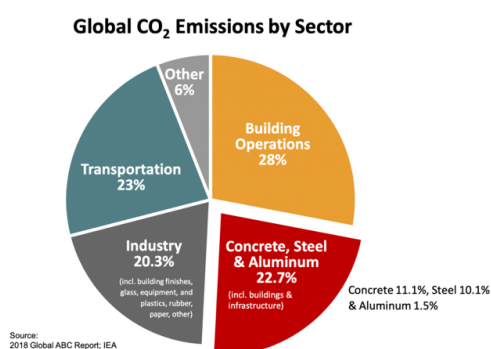
(表 4) 各国の脱炭素政策方針

2015 年に採択された気候変動対策に関する協定（パリ協定）がきっかけとなり、世界が再び「脱炭素」に動き出した。197 の国と地域が参加したこの協定は、「21 世紀後半に温室効果ガス排出量をゼロに」を長期目標として掲げた。日本・米国・EU・英国・中国等の先進国が中心となり、世界が「脱炭素社会」の形成を目指す。日本は 2050 年までに、二酸化炭素の実質的な排出量をゼロにすることを表明した(表 4)。

[補足]

アメリカ合衆国はドナルド・トランプ政権時、2019 年 11 月にパリ協定から正式に脱退決定した。しかし次期大統領のジョー・バイデン氏が就任直後、2021 年 4 月に復帰する。表 4 の米国の達成時期・目標は、バイデン大統領の選挙時の公約を示している。

(2) 各国のEV化政策



(図4) 世界のCO₂排出量の内訳—2018

(建設工事：28%、交通・運輸：23%、コンクリート・アルミ・鉄：22.7%、産業：20.3%)

2018年現在、世界の二酸化炭素排出量のうち、2割以上が運輸を占めている(図4)。そのため、各国は自動車への規制の強化を開始する。世界が続々とエンジン車の販売を禁止とする政策を表明しており、一層それらの代わりとなる電気自動車の需要が拡大している。以下の表5は日本・中国・英国・米カリフォルニア州の「EV化」政策における到達目標を整理したものである。

国・地域	政策方針
日本	2030年代半ばにエンジン車の新車販売禁止 HVやPHVは販売可能
中国	2035年にエンジン車の新車販売禁止 HVやPHVは販売可能
イギリス	2030年代半ばにエンジン車の新車販売禁止 HVやPHVも販売禁止
米カリフォルニア州	2035年にエンジン車の新車販売禁止 HVやPHVも販売禁止

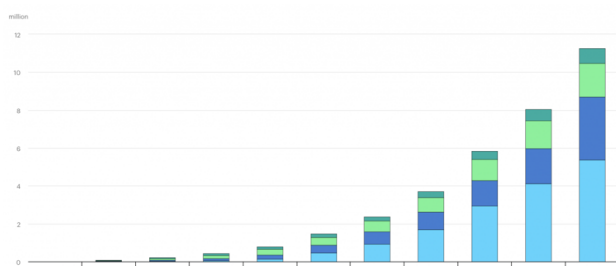
(表5) 各国の「EV化」政策

上記の表から、日本を含めた先進国は「EV化」に前向きな姿勢を示している。政策の決定状況や時間軸に多少の差はあるものの、「将来的にガソリン・ディーゼル車販売を禁止(ないし終了)する」という点において共通していることが分かる。

【2】世界のEV化の現状

(1) 世界のEV市場

2021年の第1四半期における世界のEV販売台数は、2020年の同時期と比べて140%増加(図5)。中国で50万台、ヨーロッパで45万台のEVが販売され、アメリカでは2020年の第1四半期と比べて販売台数が2倍に増加した。今後もEVの販売台数は各地域で増加が見込まれる。2020年度のEV新車販売台数からは、現在のEVの市場は中国とアメリカが中心であることが分かる(表6)。



(図5) 第1四半期における世界のEV販売台数

国・地域	EV新車販売台数
中国	2,531万台
欧州	1,196万台
米国	1,446万台
日本	459万台

(表6) 2020年度の新車販売台数

(2) 自動車メーカーのEVシェア

世界トップ20社の自動車メーカーは、世界の2020年度新車販売の90%を占める。これら20社のうち18社はEV車種を増やし、EV乗用車の生産を拡大することを発表。バスやトラックなどの大型車のメーカーも、今後完全自動化を目指す。以下の図6は、2020年のEV(PHV含む)世界生産トップ20社を示す表である。

順位	メーカー名	国籍	2020年生産台数	2019年順位	前年との順位差
1	テスラ	米国	499,535	1	±0
2	フォルクスワーゲン	ドイツ	220,220	6	+4
3	比亞迪 (BYD)	中国	179,211	2	-1
4	上汽通用五菱汽車 (SGMW)	中国	170,625	-	-
5	BMW	ドイツ	163,521	5	0
6	メルセデス・ベンツ	ドイツ	145,865	25	+19
7	ルノー	フランス	124,451	13	+6
8	ボルボ	スウェーデン	112,993	16	+8
9	アウディ	ドイツ	108,367	21	+12
10	上海汽車集団 (SAIC)	中国	101,385	4	-6
11	現代自動車	韓国	96,456	9	-2
12	起亜自動車	韓国	88,325	11	-1
13	プジョー	フランス	67,705	-	-
14	日産自動車	日本	62,029	7	-7
15	広州汽車集団 (GAC)	中国	61,830	15	±0
16	長城汽車 (Great Wall)	中国	57,452	17	+1
17	トヨタ自動車	日本	55,624	10	-7
18	奇瑞汽車 (Chery)	中国	45,599	14	-4
19	ボルシェ	ドイツ	44,313	30	+11
20	上海蔚来汽車 (NIO)	中国	43,728	28	+8

(図6) 2020年EV(PHV含)世界生産トップ20

EVの生産台数のトップを独走するのは、「EVの巨人」テスラ。カリフォルニア州のEV優遇制度などを追い風に、2020年は約50万台のEVを販売。他社へのクレジット販売もあり、通期の黒字も達成した。

日産は2019年の7位から14位へ、トヨタ自動車も同じく10位から17位へ後退。これにより日本勢は、世界販売ベスト10から姿を消す。日本だけでなくアジア全体が軒並みランクを落とした。その一方で、欧州勢のランクアップは著しく「西高東低」の状況となった。

【3】日本の自動車産業について

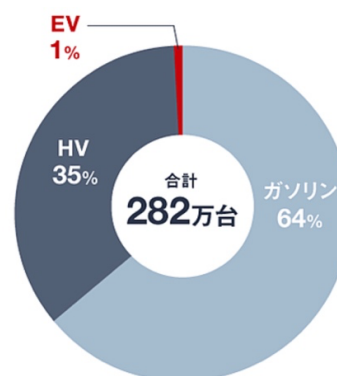
(1) 日本のEV化の現状

新車販売台数	: 459万台 (2020年)
脱炭素目標	: 2050年までにCO ₂ ゼロ
エンジン車規制	: 2030年半ばまでにエンジン車の新車販売を禁止 HVは引き続き販売可能

日本は世界有数の「電動車大国」であり、各国の新車販売台数に占める電動車の割合は、ノルウェーに次ぐ世界第2位である(表7)。しかしこれら電動車の大半はHVであり、EVはおよそ1%に満たない(図7)。背景にあるのは、HV技術の圧倒的な高さである。1997年にトヨタが世界初の量産HV「プリウス」を発売した後、日本の他メーカーもHV技術を進化させ、海外メーカーを寄せ付けない競争力を誇る。現在「プリウス」の燃費は40.2km/Lと驚異的な記録を残しており、更なる改良が加えられている。

順位	国	電動車比率 (%)	電動車台数 (万)
1	ノルウェー	68	10
2	日本	35	150
3	アイスランド	28	0.3
20	ドイツ	7	26
24	フランス	7	16
29	中国	6	130
35	米国	5	79

(表7) 各国の新車販売台数に占める電動車の割合



(図7) 2019年の国内販売台数の内訳

(2) 国内自動車メーカーのEV化方針

表8は、国内大手4社を含む主要メーカーが取り組むEV政策をまとめたものである。選択した4つの国内自動車メーカーは、2020年の国内販売台数トップ4に準じる。これらの比較対象として、フォルクスワーゲン(独)とゼネラル・モーターズ(米)のEV政策を示す。国内メーカーと欧米メーカーの政策方針の違いを検証する。

メーカー名	EV政策
トヨタ	<ul style="list-style-type: none">・2030年にEVとFCVの販売台数を200万台に・2035年時点における製造時のCO₂排出量を実質ゼロ・2040年には全ての新車をEVとFCVとする方針
ホンダ	<ul style="list-style-type: none">・2040年に新車販売をEVとFCVに全面転換・寄居工場を電動車生産の主要拠点に
日産	<ul style="list-style-type: none">・2030年代早期に全新型車を電動化・2050年時点における製造時のCO₂排出量を実質ゼロ
マツダ	<ul style="list-style-type: none">・EVやガソリン車など多品種少量生産の実現へ国内工場を刷新
VW(独)	<ul style="list-style-type: none">・30年にEV販売比率を5割に・独ツヴィッカウ工場をEV専用拠点に
GM(米)	<ul style="list-style-type: none">・35年までにEV専業に・米デトロイトの工場をEV専用の「ファクトリーゼロ」へ改修

(表8) 主要メーカーのEV政策 (2021年10月15日現在)

多くの欧米自動車メーカーがEV専業への転身を打ち出すなか、日本勢はホンダ・日産を除き全面的なEVシフトにはなお慎重である。日本勢が打ち出す混流生産は、あらゆる選択肢をあえて残すことで市場の変化に柔軟に対応できる余地を生む。車載電池の技術革新、再生可能エネルギーの利用拡大、充電インフラの普及など、今後のEV市場の成長性を左右する要素は多岐に渡る。

(3) トヨタ自動車について

11月4日、トヨタ自動車は2022年3月期上半期の決算を発表した。半期としては営業利益が過去最高となった。SUV(多目的スポーツ車)の売り上げが増加し、利益率向上に寄与した。足元では原材料の高騰や半導体の不足に苦しみつつも、市場最高益を確保する。

(i) トヨタのEV化目標

トヨタは2021年5月、2030年を目標とした電動化計画を公表した。HVを含む電動車の販売は800万台と従来計画の550万台(25年の目標)から引き上げる。走行時にCO₂を排出しないEV・FCVを200万台と倍に増やした。現在は少ないが、22年3月期の世界販売目標(1055万台)の2割に相当する水準にまで積み上げる。

	HV含む電動車率	うちEVとFCV
日本	95%	10%
北米	70%	15%
欧州	100%	40%
中国	100%	50%
世界(台数)	800万台	200万台

(表9) 2030年のトヨタの電動車目標

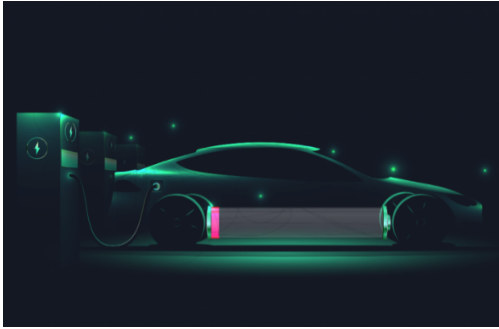
地域別の電動車販売比率の目標も初めて公表した。HVを含めた電動車販売全体に占める比率を30年に日本では95%、北米70%、欧州では100%、35年に中国では100%とした(表9)。ガソリン車を含む販売全体に占めるEVとFCVの比率は30年に日本で10%、北米では15%、欧州では40%、35年に中国では50%とした。電動車全体に占める比率を現時点の1%未満から25%に大幅に引き上げることを発表した。

(ii) トヨタの基本戦略

トヨタはHV・PHV・EV・FCVの特定の種類に偏らず、満遍なく取り揃える「電動車フルラインナップ」を目指している。HVは世界最高水準の技術力を有しており、これまでに1,700万台以上を販売した実績を持っている。一方のEVは、これまで本格的な量産車種はなく、米テスラがシェアを拡大している。

トヨタは2021年10月に、新型EV(bZ4X)を発表した。2022年年央に世界の主要市場に投入を予定している。航続距離は500km前後と従来のEVよりも飛躍的に向上させている。このbZ4Xを足がかりに、EVでも車種拡大を計画する。

III 問題提起



(図8) EV イメージ

先進国では、EV 推進に前向きな中国・欧州・米国と、慎重な日本という構図である。グローバルを俯瞰すると、中長期的に EV シフトのレールは敷かれたと言える。しかし日本など火力発電の比率が高い国では燃費が良い HV などがさらに有利になり、必ずしも EV シフトが環境に良いとは言い切れない。日本の自動車の未来は、本当に「EV」なのか？

以降この論文では、急速に迫る EV 化に対応するための生存戦略を国内自動車メーカーに向けて提案する。日本が EV 化を進める上で生じる課題や弊害に触れつつ、HV を活かした日本独自の戦略を模索していく。

IV 問題意識

上記の《問題提起》から、日本が今後急速に EV 化を進めるに当たっての問題点を以下に挙げる。3つの問題点の現状を具体的な数値を用いて検証していく。

問題点①：今の EV は本当にエコなのか？

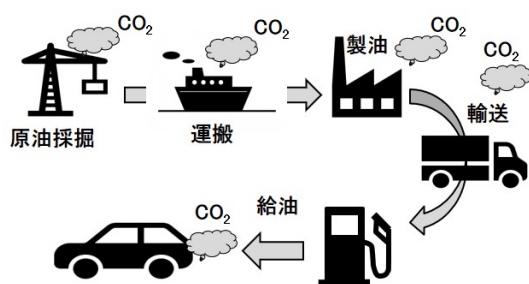
問題点②：EV は日本に適しているのか？

問題点③：EV が真価を発揮する再生可能エネルギーへの転換は進んでいるのか？

【1】EV は本当にエコなのか？

(1) Well to Wheel の CO₂ 排出量

EV は、走行時の CO₂ 排出量はゼロと環境保全の面で評価が高い。しかし EV は生産するにあたり、電池材料や生産工場の稼働時に大量の CO₂ を排出することが分かっている。また、EV の動力源となる電力の由来が再生エネルギー以外であれば、CO₂ が排出される。HV の燃費は年々向上しているため、“Well to Wheel”等の CO₂ 排出量のカウント条件等によっては、EV の方が CO₂ を多く排出することも考えられる。



(図 9) Well to Wheel の構成

『Well to Wheel』とは…

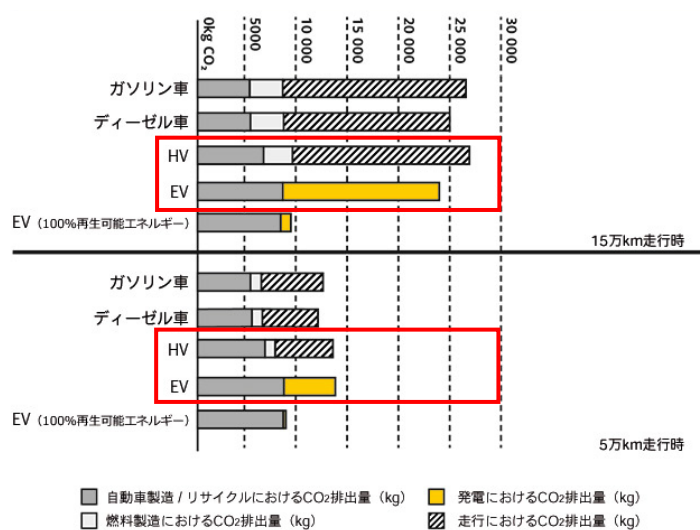
走行中の CO₂ 排出量だけをカウントする“Tank to Wheel”(タンクからタイヤまで)に対し、エネルギー源から走行中まで、全ての過程での CO₂ 排出量をチェックする手法。走行中に CO₂ を出さない EV であっても、発電時の排出量が計上される。

(2) EV と HV の CO₂ 排出量の比較

実際に“Well to Wheel”のカウント方法を用いて、EV と HV の CO₂ 排出量を比較する。両者を比較するにあたり、以下 2 つの調査結果を用いるものとする。

(i) ADAC(ドイツ自動車連盟)の調査結果

以下の図 10 は、ADAC(ドイツ自動車連盟)がデータ解析を行い、小型車の CO₂ 排出量を比較したグラフである。



(図 10) 小型車の CO₂ 排出量比較

[計算の仮定]

- CO₂ の排出場面
 - ・自動車製造/リサイクル
 - ・発電所での発電
 - ・燃料製造 (ガソリン)
 - ・走行時
- 走行距離
 - ・5万 km 走行時
 - ・15万 km 走行時
- EV の電力源
 - ・再生可能エネルギー以外

上記のグラフで注目すべき点は、(赤枠)HV の CO₂ 排出量と、再生可能エネルギーを用いない EV の CO₂ 排出量である。現在の日本では火力・原子力発電が主流であり、EV を 100% 再生可能エネルギーで走行させることはないという結論から、これらの選択に至る。また、図 10 から以下の 3 つのことが主に分かる。

- ・ EV の自動車製造にかかる CO₂ 排出量は、HV に比べて多い。(約 2,000kg 差)
- ・ 5 万 km 走行時：HV の CO₂ 排出量 < EV の CO₂ 排出量 (約 500kg 差)
- ・ 15 万 km 走行時：HV の CO₂ 排出量 > EV の CO₂ 排出量 (約 3,000kg 差)

EV の電力を蓄えるリチウムイオン電池は、生産時に劣化した電池を燃やして希少金属を取り出すサイクルを踏むため、自動車製造時に大量の CO₂ を排出してしまう。これにより 5 万 km 走行時では、HV の実質的な CO₂ 排出量を上回っているのである。

(ii) トロント大学の調査結果

以下の表 10 は、トロント大学と米ウォール・ストリート・ジャーナルの調査を踏まえ、アメリカの EV と HV 車の CO₂ 排出量を比較したものである。EV は現在テスラの主力量産車となっている「モデル 3」、HV はトヨタが米国で販売中の HV 「RAV4」を比較対象として挙げている。EV は納車時点で、電池製造などで HV の倍近い CO₂ を排出している。これにより、両者が 3 万 3,000km 走行時点ではようやく HV の CO₂ 排出量が逆転する。

	納車時点	3.3 万 km 走行時点
EV 「モデル 3」	12.2t	14.7t
HV 「RAV4」	7.4t	14.7t

(表 10) アメリカの EV・HV の CO₂ 排出量の差

〈問題点① 総括〉

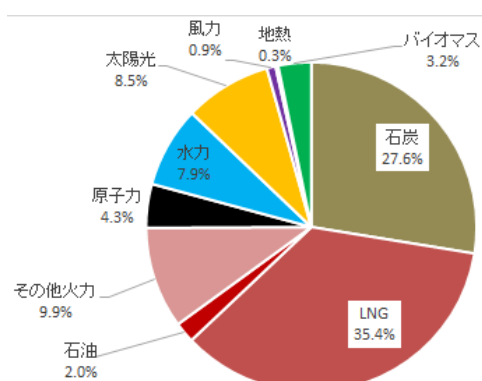
ドイツ・アメリカの調査結果に基づく比較ではあるものの、以上のことから EV は電池生産を含む自動車生産時に大量の CO₂ を発生させることが分かる。EV が走行する際の発電方法や環境に左右されるが、総合的に見て現時点の EV は、一概にエコであるとは言い切れない状況である。

【2】EVは現在の日本に適しているのか？

前章ではEVは本当に環境に優しいのかという問いに対して、EVのバッテリー製造時に排出されるCO₂量に注目して結論を導いた。EVは走行時にCO₂を排出しないため、「ゼロ・エミッション車」と呼ばれている。しかし、EVのモーターを駆動させるためにバッテリーに蓄える電力は、元を辿れば、日本では70%以上が火力発電によって作られたものである。ここでは日本の電力構成と自動車走行時のCO₂排出量に注目し、EVが現在の日本の環境・消費者ニーズに適しているのかについて検証していく。

(1) 日本の火力発電中心の電力構成

以下のグラフはそれぞれ、2020年度の電力構成(図11)を表している。また、図11の電力構成を、【火力】【原子力】【再生可能エネルギー】の3つのグループに分類した(表11)。



(図11) 2020年度の電力構成

図11・表11から分かるように、日本は化石燃料による火力発電に強く依存している。近年では比較的エネルギー効率が良いとされるLNGの割合が増加しているものの、CO₂排出は避けられない状況である。火力の代替として有力な原子力は4.3%と落ち込み、水力・太陽光等を含む再生可能エネルギーも全体の2割と存在感を示さない。今後日本には「脱炭素」を迎える際の、エネルギー変革が必要となる。

発電方法	概要	発電量
【火力】	石炭・LNG・石油・その他の火力	74.9%
【原子力】	原子力	4.3%
【再生可能エネルギー】	水力・太陽光・風力・地熱・バイオマス	20.8%

(表11) 3つに分類した電力構成(2020年)

(2) 火力発電中心の日本にはHVが本命

EVに使用される電力の70%以上が火力発電で賄われている場合、EVが走行する際にCO₂が排出されていなくても、実質的なCO₂排出量はカウントされている。太陽光発電や風力発電といった再生可能エネルギーを使用するケースを除くと、現時点の日本でEVはゼロ・エミッション車とは言い切れない。実際に広島市が、2020年現在におけるEVとHVの走行距離あたりのCO₂排出量を比較したレポートを発表している(表12)。

項目	単位走行距離当たりの CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /km)
HV 車	0.071
EV 車	0.088

(表 12) 広島市「次世代自動車の CO₂ 排出量」

電気自動車の走行距離あたりの CO₂ 排出量を、バッテリー充電時に消費するバッテリー容量と走行距離から算出すると、HV の CO₂ 排出量を上回っている。また、PHV や FCV を含めても、最も CO₂ 排出量が少ないのは HV であると結論づけられている。

(3) ADAC の調査結果に基づく試算

前章の (2) (i) では、ADAC の調査結果を元に、EV・HV が 5 万 km と 15 万 km を走行した際に生じる CO₂ 排出量の比較を行なった。しかしこれらは自動車 1 台の寿命を走行 15 万 km と想定した、ドイツを基準とした数値である。そのため日本に应用するためには、国内の平均走行距離と自動車の平均寿命を加味して計算しなければならない。

[手順①]

日本における自動車の最終走行距離

日本における 1 年間の近走行距離は約 6,000km(図 12)であり、自動車の平均使用年数は 13.4 年である。以上から両者を掛け合わせると、自動車の最終走行距離は約 8 万 km となる。



(図 12) 年間の自動車平均走行距離

[手順②]

走行距離を基準とした CO₂ 量の比較

右の表は、[手順①]で算出した日本の最終走行距離を、(2)の走行距離と CO₂ 排出量の相関を示したものである(表 13)。

	CO ₂ 排出量	HV - EV
自動車製造時	HV < EV	-約 2,000kg
5 万 km 走行時	HV < EV	-約 500kg
8 万 km 走行時	HV > EV	+約 550kg
15 万 km 走行時	HV > EV	+約 3,000kg

(表 13) 走行距離と CO₂ 排出量の相関

最終走行距離が 8 万 km の場合、CO₂ 排出量は HV の方が多く、約 550kg の差が生じる。以上より、日本人の平均走行距離と自動車の平均使用年数を加味した場合、EV と HV の CO₂ 総排出量の差はほとんど生じないことが分かる。

(4) EV と HV のコスト比較

自動車にかかるコストは、消費者のニーズを測る上での 1 つの指標となる。ここでは、EV と HV のコストの比較をするにあたり、燃費・実機価格の 2 つの側面を用いる。EV と HV の種類は多種多様のため、比較対象は現在実燃費最高クラスのアクアとリーフとする。

(i) 燃費面

燃費面は 1km 当たりの消費ガソリン・電力から費用を算出し、日本における乗用車の平均総合走行距離約 80,000km を掛け合わせ比較する。レギュラーガソリン 1L を 140 円、1kWh を 27 円と仮定する。(全国家庭電気製品公正取引協議会より) 下の表は、それぞれの動力コストから EV・HV の燃料費を求めたものである(表 14)。これより、EV(リーフ)の方が 44,584 円 HV(アクア)より燃料費が安いことが分かる。

(ii) 実機価格面

アクアの最低価格はトヨタ公式サイトより 198 万円、リーフの最低価格は日産公式サイトより 332.6 万円となっている。しかし車両単体を購入する場合、リーフは約 42 万円の補助金を国から給付することが可能である。以上の条件を含んだ上で、EV と HV の価格面の比較を行う(表 15)。

HV(アクア)	車種	EV(リーフ)
30.52km/L	実燃費	6.7km/kWh
140 円	1L/1kWh	27 円
4.587 円	1km あたり	4.030 円
366,972 円	燃料費	322,388 円

(表 14) アクア・リーフの燃料費比較

HV(アクア)	車種	EV(リーフ)
約 37 万円	燃料費	約 32 万円
約 198 万円	車両価格	約 333 万円
—	補助金	—約 42 万円
約 235 万円	合計	約 323 万円

(表 15) アクア・リーフの総合価格比較

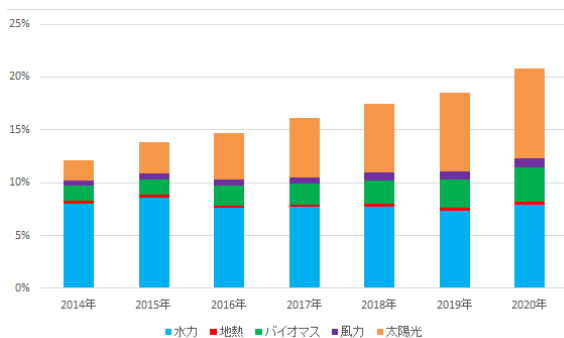
HV(アクア)と EV(リーフ)を比べた場合、燃費は EV の方が優れていた。しかし価格面では補助金や燃費差を考慮しても、HV(アクア)が約 90 万円安価であると分かった。燃費と実機のみを簡素な価格計算ではあるものの、現時点での EV の割高感是否めない。消費者のニーズはより安価な HV にあると考えることができる。

〈問題点② 総括〉

火力発電の割合が 70%を超える日本では、EV は HV よりも実質的な CO₂ 排出することが分かった。また、価格面においても HV は EV よりも低価格の稼働が可能であるため、消費者ニーズを掴んでいる。「脱炭素」を目的として行う EV 化が、日本では CO₂ 排出量を増加させる本末転倒な政策となることが分かる。HV こそが、現在の日本の環境に適していると言える。

【3】再生可能エネルギーへの転換は進んでいるのか？

(1) 再生可能エネルギーの現状



(図13) 再生可能エネルギーの割合の推移

EVが実質的なCO₂をゼロとして、ゼロ・エミッション車として市場に普及するためには日本の再生可能エネルギーの普及が必要不可欠となる。しかし表11にもある通り、現在は電力構成の全体20.8%に留まる。左の図13は、日本の全発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合の推移を示すものである。

2014年には約12%だった再生可能エネルギーの割合が、毎年1ポイント程度ずつの増加で2020年現在の20%以上に到達した。太陽光発電の発電電力量は、前年(2019年)の7.4%から8.5%へと順調に増加している。その他の発電方法も僅かながらに増加している。しかし欧州では、既に再生可能エネルギーの年間発電電力量の割合が40%を超える国が多くあり、日本の普及の遅さが近年顕著に表れている。

(2) 政府の2030年度目標

日本は脱炭素社会の実現に向けて、2050年の実質的なCO₂排出量をゼロにすると世界に宣言をした。しかし、現時点の火力発電中心の電力構成では、CO₂排出ゼロの実現は不可能である。そのため日本は、再生可能エネルギーの急速な普及を目指す必要がある。

経済産業省は2021年7月に、2030年度の電力構成を含むエネルギー基本計画の素案を発表した。以下の表は、2030年度の発電電力量・電力構成の内訳である(表16)。また、再生可能エネルギーの項目別の内訳を以下の表17にまとめる。

	発電電力量 [億 kWh]	電力構成
石油等	約 200	約 2%
石炭	約 1,800	約 19%
LNG	約 1,900	約 20%
原子力	約 1,900~2,000	約 20~22%
再エネ	約 3,300~3,500	約 36~38%
水素・アンモニア	約 90	約 1%

(表16) 2030年度の発電電力量・電力構成

太陽光	約 15%
風力	約 6%
地熱	約 1%
水力	約 10%
バイオマス	約 5%
再エネ	約 36~38%

(表17) 再エネの内訳

総発電量に占める再生可能エネルギーの比率を約36~38%、原子力を20~22%とすることで、脱炭素電源で6割近くを賄い、温暖化ガス排出量の削減に繋げる方針である。

(3) 再生可能エネルギー普及の課題

政府の 2030 年度の電力構成によると、再生可能エネルギーが 36~38%になることを目標としている。現在 2020 年からの 10 年間で、およそ 18 ポイントの増加を予定している。また現在 4.3%程度の原子力も、20~22%もの高水準での発電を見通している。

この電力供給状況であれば、EV はゼロ・エミッション車として適応することが可能であると考えられる。しかしこれらの数値は全て 2050 年のカーボン・ニュートラルを見越した暫定値であり、今後変動する可能性は十分にある。実際に原子力・再生可能エネルギー普及に関する課題は山積みであり、それらを解決しない限り目標実現のハードルは高くなる一方である。以下の表 18 は、「脱炭素電源」と呼ばれる原子力・再生可能エネルギーの現在生じている課題をまとめたものである。

発電方法	課題
原子力	<ul style="list-style-type: none"> ・目標実現には電力会社が稼働を申請した 27 基全ての稼働が前提 ・2021 年 3 月時点で稼働中の原子力発電所は 9 基のみ ・規制基準の厳格化をすることで、原発を新たに建てるコストが上昇
太陽光	<ul style="list-style-type: none"> ・山地が多く、平地が少ない地形のため大規模に設置できる場所があまり残されていない
風力	<ul style="list-style-type: none"> ・風の強弱などで出力が左右される
地熱	<ul style="list-style-type: none"> ・地下の調査・開発に莫大なコストがかかる (適地の多くは国立公園や温泉地で、開発が難しい)
水力	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模発電のためにはダムを開発する必要があり、環境破壊に繋がる ・初期投資が莫大
バイオマス	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料となるゴミや糞尿の運搬、管理にコストが高止まり

(表 18) 原子力・再生可能エネルギーに関する課題

再生可能エネルギーのうち、太陽光と風力は日本の環境・地理的特徴によって伸び悩み、地熱・水力・バイオマスはコスト面がネックとなっている。依然として現時点の主力である火力発電の代替となる有力な発電方法は模索されていない。このままの状態では例年通り、毎年 1 ポイントずつの増加を余儀なくされ、目標の半分程にしか及ばないことが予想される。また原子力に至っては、福島原発事故以降の危険性への危惧から、原発ゼロを主張する声や厳しい規制が強まり、2030 年度の原子力発電所 27 基のフル稼働は不可能に近いと考えられる。

〈問題点③ 総括〉

政府が発表した 2030 年度の電力構成は、現在の課題が多く実現は難しいと予想される。また、火力発電から再生可能エネルギーへの転換は、進んでいないと言える。

V 政策提言

前章の問題意識から、日本が急速にEV化を進める上での問題点が、以下の3点挙げられた。本章では、これらの問題を解決するための政策提言を国内企業へ向けて主に2つ提案する。

〈問題点〉

- ① EVは自動車製造時に大量のCO₂を排出、一概にエコとは言い切れない
- ② 火力発電中心の日本にはEVは不向きであり、HVが現環境に適応する
- ③ 日本の再生可能エネルギーの普及が進んでおらず、EVは再びCO₂を排出する

〈政策提言〉

- ① HV技術の併用と海外輸出
- ② 国内企業の再生可能エネルギーへの投資の活発化

【1】HV 技術の併用と海外輸出

(1) HV を併用した段階的な EV 化

メーカー	車名	燃費
トヨタ	プリウス	40.2km/L
トヨタ	ヤリスクロス	30.8km/L
ホンダ	フィット	29.4km/L
日産	ノート	29.5km/L
ベンツ	セダン	19.2km/L
フォード	クーガ	15.1km/L

(表 19) 日本車と欧米車における HV の燃費比較

先述の通り、日本の HV 技術は世界最高水準であり、海外メーカーを寄せ付けない競争力を誇る。左記の表は日本車と欧米車における HV の燃費比較である(表 19)。アメリカのフォード、ドイツのベンツの倍近い燃費の良さを実現している。

トヨタは、40 年を目処として EV 化率 100% を目標としている。しかし世界トップレベルの HV 技術を削除し、40 年に完全に EV にシフトするという方針は、脱炭素化という世界の潮流の中でもやや早計であると言える。先述の通り、現時点の日本は火力発電が中心であり、10 年後にも再生可能エネルギーの革新的な普及は見込むことは難しい。再生可能エネルギーの増加が、日本における EV 普及の地盤となる。以上のことから、トヨタには早急な EV 化を中止し、HV 販売を併用する企業戦略を提案する。

(2) HV 技術の海外への外販

HV 技術を日本に残し続けると主張しても、実際に政府の規制等によって EV 化が促進され、必然的に HV 市場の先細りが懸念される。現在日本企業が先進国で販売している HV も、EV 化の風当たりから、売り上げが低下することが予想されている。そこで我々は HV 技術を今後も残していく方法として海外での事業の拡大という戦略を提案する。

(i) HV 外販の実例

これまでの HV 技術の外販の実例としては、2020 年 10 月にトヨタ自動車から HV の基幹システムを中国自動車大手の広州汽車団に供給。海外企業への HV 技術の外販は、今回の事例が初めてである。中国は 2021 年から HV を省エネ車として優遇する政策を発表。ガソリンエンジンの使用も認める諸外国の環境車政策を、ビジネスに生かす動きが活発化する。

(ii) 新たな HV 市場はアフリカ・中南米

日本の自動車会社は活動拠点を国外に所有していることも多い。ホンダやトヨタ、マツダ、日産などはアジア、欧州、北米など世界各地に拠点を持っている。以下の表 20 は、日本の大手自動車メーカーが所有する世界の拠点数を示したものである。

地域	トヨタ	ホンダ	マツダ	日産
北米	13	17	4	16
欧州	7	38	27	13
アフリカ	4	11	1	4
アジア	26	72	18	50
中南米	3	17	3	10

(表 20) 各企業の世界の拠点数

表 20 から、アジアや北米、欧州は拠点を所有する企業が多いということが分かる。実際、現状の日本の HV の輸出先として大きいのは北米や西欧、アジアである。中東や南米、アフリカなどはそもそもの輸出量が多くないため、主な輸出先とは言えないが、拠点が少ないということが大きな理由であると言える。以上のことから、新たに進出すべきはアフリカ・中南米であると考えることができる。しかし、アフリカは現状新車の需要が低いという問題がある。ガーナの自動車市場で輸入される車の 70% は中古車であり、このことから新車の販売を即座に拡大させるというのはいささか現実的でないといえる。

(iii) 新興国ブラジルへの外販 [政策提言①]

そこで我々が事業拡大先として提案するのは中南米、ブラジルである。その理由は、市場規模の大きさと、将来的な持続性である。ブラジルの自動車市場規模は日本と比べると小さいものである。しかし表 21 のように、フランスやイギリスなど EV 先進国と同じ規模の市場であることが分かる。

日本	約 520 万台
ブラジル	約 280 万台
フランス	約 270 万台
イギリス	約 270 万台

(表 21) 各国の新車販売台数 (2019 年)

日本	615
ブラジル	212
フランス	614
イギリス	607
世界平均	188

(表 22) 各国の自動車保有率(2018 年)

ブラジルとフランス・イギリスは同じ市場規模であっても、1,000 人あたりの自動車所持台数に違いが見られる。表 22 のようにブラジルでは自動車の保有率は高くない。ブラジルの一人当たり GNI が日本円にして 102 万円、最もシェアの高い GM のオニキスは 130 万～180 万円である。つまり、ブラジルでは所得の高い富裕層が自動車を購入しているのである。そのため、ブラジルで需要のある車はコストの高い EV 車ではなく、中・低所得者の手が届く低いコストの HV であると言える。

また、将来的な持続性の根拠はフォード・ブラジルの活動終了と、EV普及率の低さにある。フォード・ブラジルとは、米自動車大手のフォード・モーターのブラジル拠点である。フォード・ブラジルは2021年1月にブラジル内の3つの工場を年内に閉鎖すると発表。100年以上ブラジルを拠点に活動していたが、ビジネス展開の苦戦やコロナウイルスによる売り上げの低迷により撤退を余儀なくされた。また、メルセデス・ベンツも2020年12月に公式サイトで、サンパウロ州の工場での高級車の生産停止を発表している。それを受けてブラジル内では自動車にかかる高額な税負担の軽減が必要であるとされている。また、EVの普及率の低さにも焦点を当てたがブラジルではEV・HEVの新車登録数は全体の約1%に過ぎない(表23)。

燃料	ガソリン	エタノール	フレックス燃料	電気	ディーゼル	合計
台数	58,930	21	1,664,978	19,745	314,763	2,058,437
シェア	2.86%	0.001%	80.89%	0.96%	15.29%	100%

(表23) ブラジルのエネルギー別の新車登録台数 (単位: 台)

日本	30,394
ブラジル	913
オランダ	50,153

(表24) 各国の充電スタンド設置数

ブラジルでEVの需要が拡大していない大きな理由はEVの充電スタンドの設置数の少なさである。日本の3万394ヶ所であるのに比べて、ブラジルは913ヶ所と桁が2つも違う。その理由は設置にかかる費用が高額であるからだ(表24)。

また、ブラジルはEV先進国のように国の方針として、「〇〇年までに電気自動車のみにする」といった目標は打ち出していない。しかし2,000cc以下のエンジンを搭載し、再生可能燃料・可逆的燃焼システム・ハイブリッド・電気を動力源とする自動車に工業製品税の免除をすすとしている。ブラジルの工業製品税は最大30%とかなり高い。この免除は、一般の市民も申請すれば受けることができる。つまり、ブラジルは日本と同じようにEVだけでなくHVも活用していく方針であることが分かる。

懸念点として挙げられるのは、ブラジルはバイオ燃料の関心が高いという点である。バイオ燃料とは植物由来のエタノールであり、ガソリンとは大きく違ってくる。バイオ燃料大国であるブラジルでHVを普及させるには現在トヨタが進めているバイオ燃料で走行するHVの更なる改良と販売をするべきである。

【2】国内企業の再生可能エネルギーへの投資の活発化

先述の通り、日本はEVがゼロ・エミッション車として市場に普及するための地盤となる、再生可能エネルギーの普及が課題となる。2030年度の電力構成等の決定は政府の方針であるが、実際に再生可能エネルギーの割合の増加は日本企業が担うものである。自動車メーカーは、実質的なCO₂排出量ゼロに向けて、積極的な再生可能エネルギーの活用が必要となる。企業は自社の製造ラインで必要とされる電力を再生可能エネルギーで賄うため、現時点から再生エネルギーへの投資の活発化が重要となる。

(1) 企業が行っている再生可能エネルギーへの投資の実例

企業が行っている再生可能エネルギーに対するアクションは、大きく分けて以下の2つである。(i)「再生可能エネルギー事業の運営」(ii)「再生可能エネルギーの購入」

(i) 再生可能エネルギー事業の運営

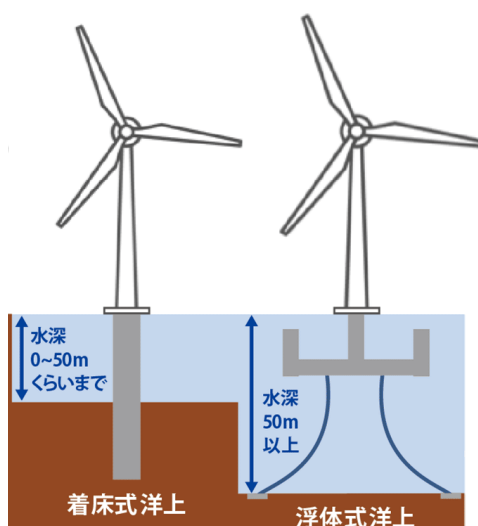
同じ自動車メーカーであれば、米テスラがこれに該当する。EVの大量生産を行う一方で、太陽光発電・蓄電システム事業への積極的な投資を行い、再生可能エネルギーの獲得を目標としている。2021年4月時点には、同事業の売上高が総コストを上回る等の好調を見せている。日本ではトヨタがトヨタグリーンエナジー有限責任事業組合を設立。国内の再生可能エネルギー電源の取得・運営を行い、将来的にはトヨタグループへの供給を目指す。

(ii) 再生可能エネルギーの購入

海外ではVW・フォード・BMW、日本ではホンダが主に実施している。これは自社工場の消費電力を再生可能エネルギーによって賄うというものであり、事業者ごとに割合は異なる。BMWが100%であるのに対しVWは95%、フォードは50万mWhの電力を調達している。

(2) 浮体式洋上風力発電への投資 [政策提言②]

我々は日本企業の再生可能エネルギーの普及に向けて、浮体式洋上風力発電への投資を提案する。環境省の見解によると、日本に最も適した発電方法は風力発電であるという調査結果がある。中でも洋上風力発電は、地理的・技術的に課題が多いものの、島国である日本にとって火力発電の代替エネルギー源として注目されている。



(図 14) 2 種類の洋上風力発電

洋上風力は大きく 2 つに分類される。基礎を海底に固定する着床式と、設備を浮かべる浮体式である。水深の浅い海底が広がる欧州では着床式の導入が進んでいる。一方、日本近海では欧州に比べて遠浅の場所が少ないため、着床式を設置する適地が少ない。水深の深い海域が多い日本では、浮体式の導入ポテンシャルが高いとされる。中国と欧州で洋上風力導入量は年々増加しており、日本も再生エネルギー拡大に向けて本命視している。以下の表 25 は、浮体式洋上風力発電の仕組み・メリット・デメリットをまとめたものである。

仕組み	<ul style="list-style-type: none"> ・海に風車を浮かべて設置 ・風の力でブレード(羽)を回して発電し、送電網で陸地へ送る
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・高さ 100m 超えの巨大風車を回すため、大規模発電が可能 ・雨の日や曇天でも風さえ吹けば発電できるため、安定的
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンスのコスト ・陸から遠いことによる送電のロス

(表 25) 浮体式洋上風力発電の仕組み・メリット・デメリット

浮体式洋上風力発電はその課題の多さと、技術不足から世界でもまだ商用化は実現していない。しかし、新エネルギー・産業技術開発機構の見解によれば 2030 年までに日本での商用化の見込みが立っている。そして、浮体式洋上風力発電は、島国であるという日本の特徴を生かすことのできる、強力なポテンシャルを秘めた発電方法でもある。日本における洋上風力発電の導入目標は、2018 年度の 2 万 kW から 2040 年度には 4,500 万 kW としている。この原子力発電所 45 基分の電力を生み出す浮体式洋上風力発電は、今後の積極的な投資と技術開発によって日本の再生可能エネルギーの普及に大きく貢献すると考えられる。以上のことから、再生可能エネルギーの普及を必要とする日本の自動車メーカーにとって、浮体式洋上風力発電への投資は有意義なものであると考えられる。

VI 参考文献

【導入】

(図 1) : エコノミスト “特集：特集 EV 革命 2017 年 9 月 12 日号“

<https://www.weekly-economist.com/20170912feature/>

(図 2) : CarMe “HV、EV、FCV、PHV の違いとは？次世代自動車技術をまとめて紹介！”

<https://car-me.jp/articles/1205>

(図 3) : webCG “EV 時代は後輪駆動がメインになる？”

<https://www.webcg.net/articles/-/43141>

(表 1) : ROHM “EV (電気自動車) とは？”

<https://www.rohm.co.jp/blog/-/blog/id/7172223>

(表 2) : IT media エンタープライズ “コレ 1 枚で分かる「ガソリン自動車と電気自動車」”

<https://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1612/05/news042.html>

・ グーネットマガジン “EV 車とは？EV 車に乗るメリットやデメリットも徹底解説”

<https://www.goo-net.com/magazine/knowhow/drive/45347/>

・ News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか？”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

【現状分析】

(図 4) : PNGITEM “Carbon Emissions By Sector Global, HD Png Download”

https://www.pngitem.com/middle/hTxxoii_carbon-emissions-by-sector-global-hd-png-download/

(図 5) : Your Stand “EV グローバルアウトック 2021 年”

<https://yourstand-ev.com/ev-global-outlook-2021/>

(図 6) : M&A Online “日産、トヨタがベスト 10「脱落」EV メーカー世界ランキング”

https://maonline.jp/articles/japanese_makers_finally_falls_from_the_top10_in_ev_phv_world_sales210208

(図 7) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか？”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 3) : PLAN “なるほど！脱炭素の歴史がキーワードと年表でよくわかる”

<https://www.ecology-plan.co.jp/information/15569/>

(表 4) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか？”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 5) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか？”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 6) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか?”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 7) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか?”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 8) : 日本経済新聞 “混流生産磨くマツダと日産 自動車大手、EV シフト本格化”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC1352N0T11C21A000000/>

(表 9) : 日本経済新聞 “トヨタ、30 年に EV・FCV200 万台 世界販売の 2 割規模に”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFD124NI0S1A510C200000/>

・日経 XTECH “日産の電動化戦略、30 年に EV と HEV 「均衡」 FCV や PHEV は脇役”

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01574/022400007/>

・NHK “トヨタ 2030 年に向け EV や FCV など全方位で電動化推進へ”

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210513/k10013027271000.html>

・日本経済新聞 “日産、2050 年に製造時 CO2 排出量ゼロ 再エネ活用”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC081U30Y1A001C200000/>

・日本経済新聞 “トヨタ、35 年に自社工場の CO2 実質排出量ゼロ 目標前倒し”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFD11825011062021000000/>

・日本自動車会議所 “20 年の乗用車販売、電動車比率 36%、軽も初めて 3 割超える”

<https://www.aba-j.or.jp/info/industry/14322/>

・JETRO “コロナ禍で加速する新エネルギー車市場（中国）”

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/158dd9b2f489b2d2.html>

・Your Stand “EV グローバルアウトLOOK 2021 年”

<https://yourstand-ev.com/ev-global-outlook-2021/>

・CAR DRIVER “国内乗用車の電動化率は何%か?”

https://www.car-and-driver.jp/business_technology/2021/05/04/post-160/

・日本経済新聞 “混流生産磨くマツダと日産 自動車大手、EV シフト本格化”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC1352N0T11C21A000000/>

日本経済新聞 “トヨタ、30 年に EV・FCV200 万台 世界販売の 2 割規模に”

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOFD124NI0S1A510C200000/>

【問題提起】

(図 8) : @DIME “世界規模でガソリン車から電気自動車へのシフトが加速”

<https://dime.jp/genre/1077016/>

【問題意識】

(図 9) : livedoor NEWS “急速に進化する EV のメリットとデメリットとは?”

<https://news.livedoor.com/article/detail/16330977/>

(図 10) : くるから “EV は本当に環境に優しい? 独 ADAC が総 CO2 量を試算”

https://kurukura.jp/news/180412-7_2.html

(図 11) : isep “2020 年の自然エネルギー電力の割合(暦年速報)”

<https://www.isep.or.jp/archives/library/13188>

(図 12) : FNN プライムオンライン “2019 年 全国カーライフ実態調査(第 1 弾)”

<https://www.fnn.jp/articles/-/16832>

(図 13) : 電気事業連合会 “発電設備と発電電力量”

<https://www.fepc.or.jp/smp/nuclear/state/setsubi/index.html>

(表 12) : 広島市 “次世代自動車の CO2 排出量”

<https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/45726.pdf>

(表 16) : 環境ビジネスオンライン “2030 年度の電源構成”

<https://www.kankyo-business.jp/news/028931.php>

(表 18) : News Picks “【超図解】今更聞けない「電気」のキホン”

<https://newspicks.com/news/5911846/body/>

・ News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか?”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

・ くるから “EV は本当に環境に優しい? 独 ADAC が総 CO2 量を試算”

<https://kurukura.jp/news/180412-7.html>

・ 一般財団法人自動車検査登録情報協会 HP

[https://www.airia.or.jp/publish/file/r5c6pv000000ogyc-att/\(3\).pdf](https://www.airia.or.jp/publish/file/r5c6pv000000ogyc-att/(3).pdf)

・ 日経 XTEC “EV の CO2 実質ゼロ 電池はリサイクルしないが近道”

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01516/00002/>

・ Nikkei→Tsunagu “電気自動車の今後の動向・将来予測 EV 車は日本国内で普及しない?”

<https://www.nikken-totalsourcing.jp/business/tsunagu/column/229/>

・ 環境ビジネスオンライン “2030 年度の電源構成”

<https://www.kankyo-business.jp/news/028931.php>

・ nippon.com “日本の原子力発電所マップ 2021 年版”

<https://www.nippon.com/ja/japan-data/h00967/>

- ・ e 燃費 “ハイブリッド燃費ランキング一覧”

https://e-nenpi.com/enenpi/?defact=carname_hybrid_best

- ・ おいくら？ “1kWh あたりの電気代は何円？計算での求め方も徹底解説！”

<https://oikura.jp/magazine/denki012/>

- ・ トヨタ公式サイト “アクア 価格 グレード”

<https://toyota.jp/aqua/grade/>

- ・ 日産公式サイト “リーフ 価格 グレード”

<https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/leaf/specifications.html>

【政策提言】

(図 14) : Smart Grid “再エネの主力電源化が進む風力発電の最新市場動向”

<https://sgforum.impress.co.jp/article/4813?page=0%2C1>

(表 19) : News Picks “【完全解説】アップルカーは本当に「自動車」を変えるのか?”

<https://newspicks.com/news/5738620/body/>

(表 21) : JAMA “クルマと世界”

<https://www.jama.or.jp/world/world/index.html>

(表 22) : JAMA “クルマと世界”

<https://www.jama.or.jp/world/world/index.html>

(表 23) : 自動車産業ポータル “自動車販売台数速報 ブラジル 2020”

https://www.marklines.com/ja/statistics/flash_sales/automotive-sales-in-brazil-by-month-2020

(表 24) : IEA “Global EV Outlook2020”

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>

(表 25) : 東洋経済 ONLINE “企業が次々参画、「浮体式」風力発電に熱視線”

<https://toyokeizai.net/articles/-/244158?page=2>

・ 日本貿易振興機構 “新型コロナ下の自動車産業”

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/401ad31d13656d25.html>

・ トヨタ “企業情報”

https://global.toyota.jp/company/?padid=ag478_from_header

・ ホンダ “企業情報”

https://www.honda.co.jp/corporate/?from=navi_header

・ マツダ “会社案内”

<https://www.mazda.com/ja/about/profile/>

・ 日産 “会社情報”

https://www.nissanglobal.com/JP/COMPANY/PROFILE/EN_ESTABLISHMENT/NORTH_AMERICA/

・ Sankei Biz “西アフリカは「最後のフロンティア」”

<https://www.sankeibiz.jp/macro/news/200226/mcb2002260710002-n1.htm>

・ JETRO “新型コロナ下の自動車産業(ブラジル)”

<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/401ad31d13656d25.html>

・ ov.br “Obter isenção de impostos para comprar carro (SISEN)”

<https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-isencao-de-impostos-para-comprar-carro>

・ 日本経済新聞 “トヨタ、ブラジルでエタノール走行のカローラ HV 投入”

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO43876720Y9A410C1000000/>

・ noticias automotivas “Onix 2022: preço, consumo, motor, versões, equipamento, detalhes”

<https://www.noticiasautomotivas.com.br/onix/>

・ 外務省 “ブラジル連邦共和国”

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/brazil/data.html#section4>

・ 環境省 “浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業”

<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/fowt/after.html>

・ 環境省 “環境省地球温暖化対策課調査”

<https://www.renewable-energy->

potential.env.go.jp/RenewableEnergy/dat/report/r01/r01_end-mat02.pdf

・ FBC “独フォルクスワーゲン 洋上風力発電事業に参入”

<https://fbc.de/auto/ai9581/>

・ 日本経済新聞 “トヨタ、中国に HV 技術供給 まず広州汽車に”

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO65033470V11C20A0MM8000/>

・ 東洋経済 ONLINE “企業が次々参画、「浮体式」風力発電に熱視線”

<https://toyokeizai.net/articles/-/244158?page=2>