

社会コストから見た自動車パワートレインの あるべき姿（後編）

諸外国におけるBEVへのトランジションと日本としての向き合い方



濱野友輝



山田昌輝



石川祐樹



和田義規

CONTENTS

- I 諸外国における日系自動車メーカーの販売動向と電動化目標
- II 諸外国における自動車パワートレイン変化に関する社会コストから見たシミュレーション手法と前提条件
- III 諸外国のシミュレーション結果
- IV 日本自動車産業としての戦略・政策対話の方向性

要約

- 1 前編に引き続き、CNを目指すうえでの社会コスト（政府、企業、ユーザーの三者が負担するコストの総計）^{※1}の観点から、どの動力源が最適と考えられるのか、日本に加え、日本の自動車産業にとって重要市場である米国、中国、タイと、日本に並ぶ自動車産業を持つドイツの5カ国を対象として試算した。
- 2 試算では再エネやe-fuelなどを用いた5動力源（BEV、PHEV、HEVなど）を比較し、エネルギー製造・インフラ整備・車両製造などが社会コストに与える影響を分析した。分析の結果、日本では主に年間平均走行距離が短いため、e-fuelを用いたPHEVの経済合理性が最も高かったが、走行距離の長い他4カ国では、条件によりPHEVに加え、BEV・FCVの経済合理性も高くなった。ただし、その判断には公共急速充電器の設置効率が重要な要素となることが明らかとなった。
- 3 上記の試算結果に加えてCNを想定した世界では、社会コストの内訳・総量が大きく変化することも確認された。日系自動車関連産業が今後も発展を目指すうえでは、①各地域特性・ユーザーニーズに合わせた車両開発の推進、②産業構造の転換を見据えた事業の立ち上げ・強化、③各国渉外における各国社会コストを踏まえた視点活用、が重要となると考えられる。

I 諸外国における 日系自動車メーカーの 販売動向と電動化目標

1 日本国内における社会コストから 見た自動車パワートレインの あるべき姿（前編）

本誌1月号「社会コストから見た自動車パワートレインのあるべき姿（前編）——日本におけるBEV時代を見据えた最適なトランジションのあり方」（以下、前編）では、日本国内においてカーボンニュートラル（CN）を目指すうえで、社会コストの観点を加えた場合、乗用車にはどのようなパワートレインが合理的と考えられるのかについて、影響の算出を試みた。

試算では、再生可能エネルギー（再エネ）や合成燃料（e-fuel）などを用いた5つの動力源（HEV：ハイブリッド自動車、PHEV：プラグインハイブリッド自動車、BEV：電気自動車、FCV：燃料電池車、水素HEV：水素を燃料としたハイブリッド自動車）を比較した。試算の結果、社会コストの観点では、日本においてe-fuelを用いたPHEV（家庭などで充電が行われ、年間走行距離のうち約86%を電動走行する現実的な運用を想定）が、最も合理性が高いという結果を得た。

しかしながら前編でも述べたとおり、日本自動車産業は輸出産業である点やエネルギーや資源の多くを輸入に依存している点を考慮すると、海外各国の情勢を分析することが不可欠である。さらに、シミュレーションは、保有車種／台数・走行距離・燃料／電気代・充電インフラの設置状況など、国によって市場環境やユーザーニーズが異なっていること

を考慮すべきであろう。

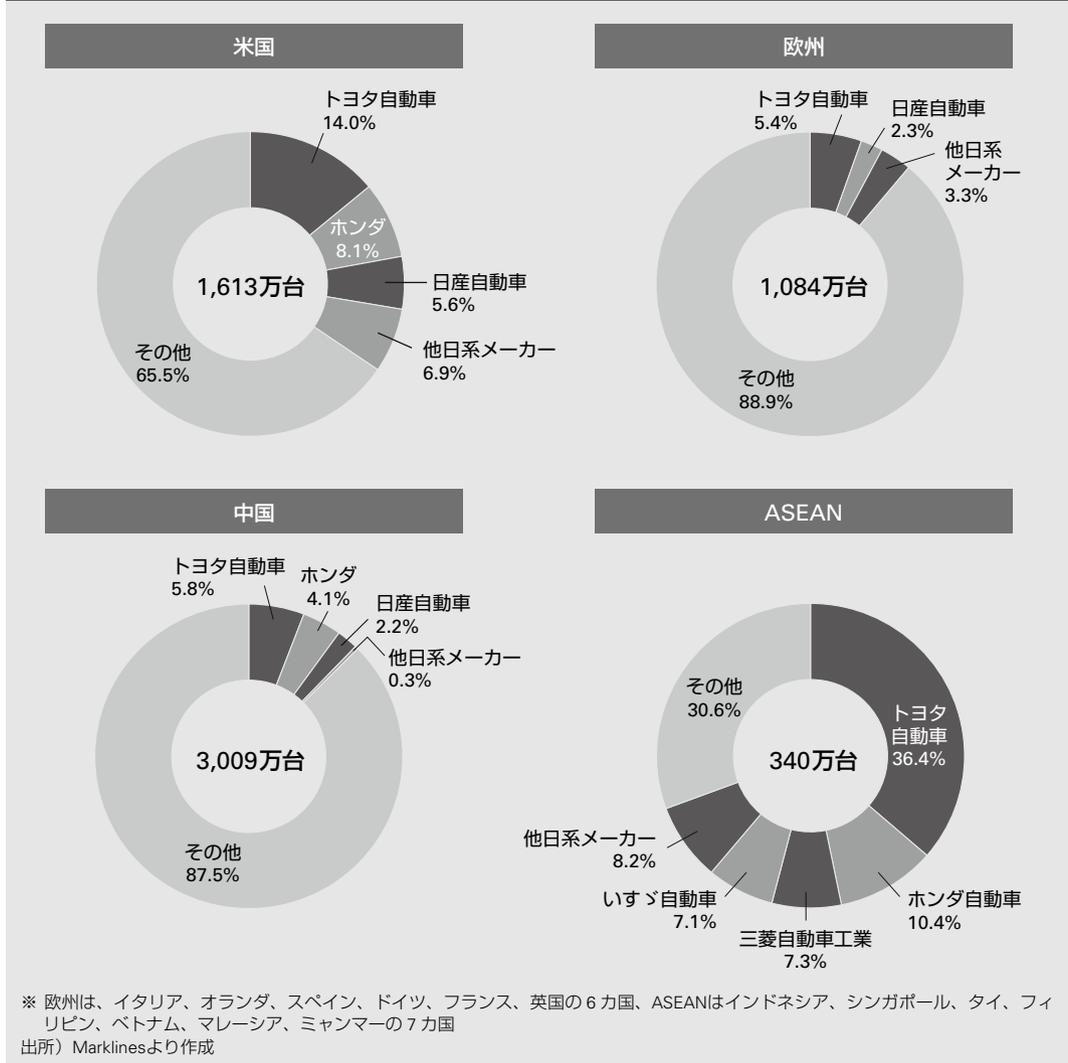
以上のような問題意識の下で、本稿では昨今の日系自動車メーカーにおける国別の販売動向と各国のxEV（BEV、PHEV、HEV。ここではFCVを含まない）の普及動向、政策を整理しつつ、CNを目指すうえで社会コストの観点を加えた場合の最も合理的なパワートレインについて、各国の事情を反映したシミュレーションを実施した。

2 日系自動車メーカーの 諸外国における販売動向

日系自動車メーカーは長年にわたり海外市場での販売を拡大し、グローバルなプレゼンスを確立してきた。たとえばトヨタ自動車は1957年から北米市場に進出し、1980年代には大型車の「カムリ」や「RAV4」が人気を博し、北米での地位を確立。1990年代には欧州市場での環境規制に対応するHEV技術を強化した。2000年以降はアジア市場での現地生産と販売網の拡充を進め、2023年にはASEANの主要国タイ・インドネシアにおいてシェア1位を誇っている。ホンダ、日産自動車、スズキをはじめとするその他の日系自動車メーカーも、米国、欧州、アジアなど、世界各地の市場で競争を繰り広げている。

図1に米国、中国、ASEAN諸国、欧州における自動車販売台数（商用車含む）と主要日系自動車メーカー（トヨタ自動車、ホンダ、日産自動車、スズキ、マツダ、スバル、三菱自動車工業、いすゞ自動車の8社）のマーケットシェアを示す。米国やASEANでは、トヨタ自動車とホンダを中心に日系自動車メーカーの販売台数・シェアが高く、米国では販売557万台、シェア約35%、ASEAN

図1 地域別自動車販売台数（商用車含む）および主要日系自動車メーカーの地域別マーケットシェア（CY2023）



諸国では販売236万台、シェア約69%を誇る。欧州や中国ではシェアこそ高くないものの規模が大きく、日系自動車メーカーとしては無視できない市場である。欧州で販売120万台、中国においては販売377万台と米国に迫る規模感となっている。

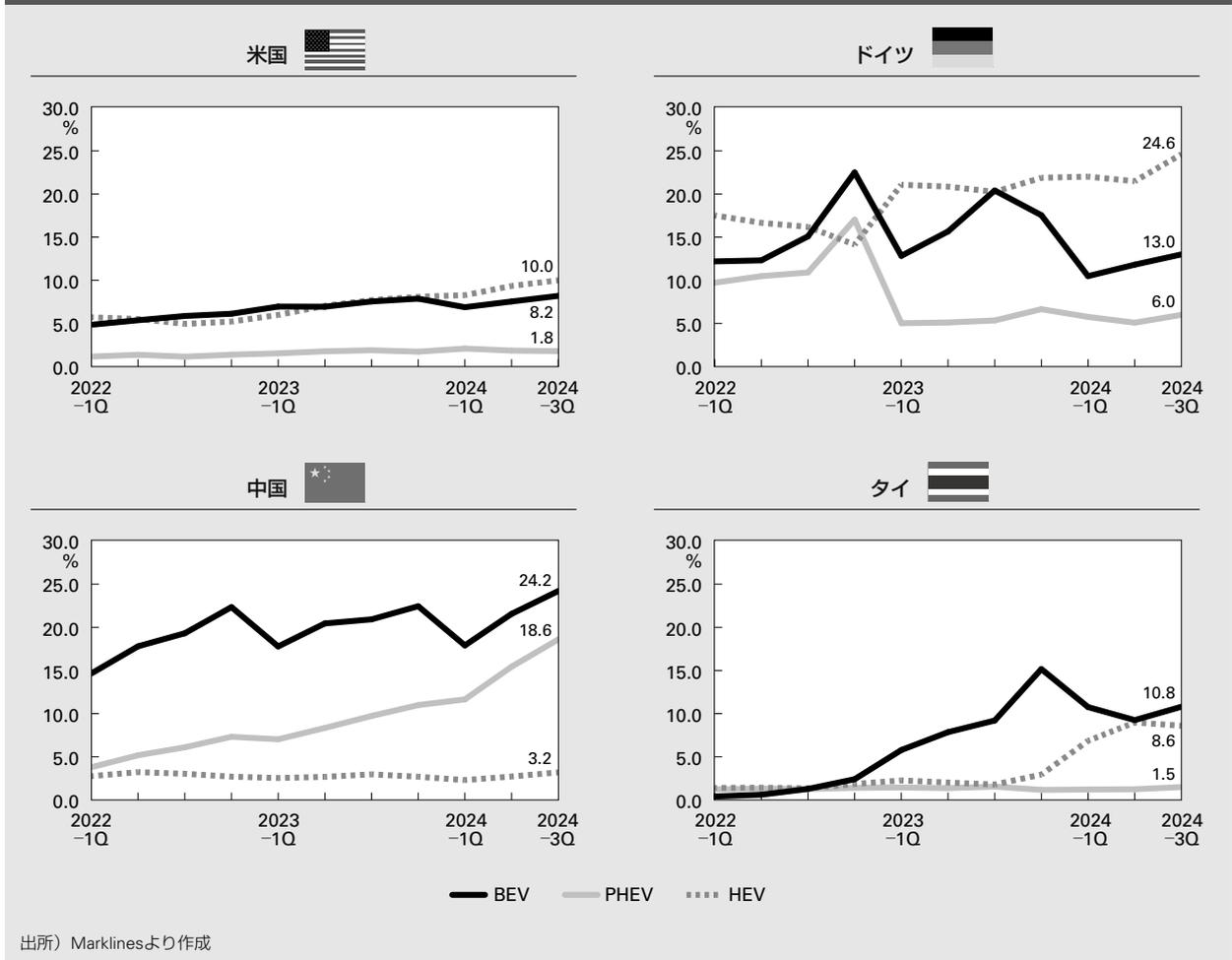
以上のように、日系自動車メーカーは国内のみならず海外市場でも販売規模を保持している点、また地域によってもその販売規模やシェアは大きく異なる点から、日本だけでな

く海外市場における検討、さらには各国別の市場特徴を踏まえた検討が必要である。

3 各国の環境対応車普及動向と政策

日系自動車メーカーの活躍が際立っている自動車業界であるが、近年CN達成に向けた取り組みが加速しており、環境対応車両への移行が求められている。図2に米国、ドイツ、中国、タイのxEV販売割合を示している。各国とも全体としてxEV販売割合は上昇

図2 各国のxEV販売割合の推移



傾向にあるが、パワートレイン別の販売傾向には違いが見られる。たとえば米国では、フリーウェイでの高速走行が多いことから、高速・長距離走行を苦手とするBEVは大きくは伸びていない。ここ数年は環境規制に対応でき、高速でも比較的燃費のよいHEVの人気が高まり、2024年3Qで販売割合が10.0%に達している。

一方で中国では、NEV (New Energy Vehicle) のこと。中国ではBEV、PHEV、FCVを指す) に対する購入補助金はおおむね終了したものの、取得税の減免などBEV、PHEV

への優遇措置は一定継続していることからBEV、PHEVの人気が高く、2024年3Qの販売割合は、BEVとPHEVで計4割に達している。欧州のドイツ、ASEANのタイに関しても、環境規制・市場環境に応じて、パワートレイン別の販売割合、シェアが国別・時系列で大きく変動し、必ずしも安定して成長しているわけではなく、またシェアの水準も国別に異なることが分かる。

また、環境対応車の普及目標も各国で異なる。表1に自動車先進国およびその周辺国におけるICEV廃止/ZEV導入目標を整理し

た。中国政府は、2025年にNEVの新車販売比率を20%、2030年に同40%と段階的に引き上げる方針であった。しかし2024年1月には「2027年までに同47%を目指す」と目標を前倒しした。

一方ドイツでは、「2030年までにICEVの販売禁止」という目標を、「2035年までにe-fuel車を除き、PHEVを含むICEVの新規登録を禁止」という目標に転換した。ドイツの目標見直しに関しては、2023年12月をもってBEV/FCEV購入補助金を廃止したことによる、BEV普及スローダウンの影響が大きい。これは、最適なパワートレインの検討は、各

種補助金を含めて、政府、企業、ユーザーの三者の負担するコストである社会コストの観点を踏まえたうえで検討する必要があることを裏づけている。

II 諸外国における自動車パワートレイン変化に関する社会コストから見たシミュレーション手法と前提条件

1 検討の背景

第I章で述べたとおり、世界各国で自動車

表1 各国のICEV廃止/ZEV導入目標

国・地域	年	各国のICEV廃止/ZEV導入目標	
日本	2021年	2035年までに新車のすべてを電動車（HEVを含む）とする	
EU	ドイツ	2023年	2035年以降ICEVを全く認めない方針を転換 2035年以降は域内の新車販売のすべてをZEVにする 2035年以降もe-fuelを利用する車両販売に限り容認、バイオ燃料は除外の方針
		2016年	2030年までにICEV販売禁止（HEVは認める）
	フランス	2023年	2035年までにe-fuel車を除き、PHEVを含むICEVの新規登録を禁止
		2017年	2040年までにICEV販売禁止（HEVは認める）
英国	2023年	EUの方針に同意	
	2020年	2030年までにICEV販売禁止、2035年にはHEVの販売も禁止	
中国	2023年	2035年に延期、2030年は80%を目標とすることに変更	
	2016年	2025年に新車販売をすべてBEVとFCVとする。ICEV、HEVは販売禁止	
米国	2020年	2035年に新車販売HEV50%、NEV（PHEV、BEV、FCV）50%を目指す。2025年に20%、2030年に40%まで段階的に引き上げる方針	
	2024年	2027年までに新車販売NEV（BEV、PHEV、FCV）47%を目指す（目標前倒し）	
	2021年	2030年までに新車販売の50%以上をBEV、PHEV、FCVとする	
タイ	2023年	2032年までに新車販売の67%がBEV、PHEV、FCVとなると見込む	
	2024年	2032年までに新車販売の35%がBEV、PHEV、FCVとなると見込む	
タイ	2023年	2030年までに新車生産の30%をBEVとする	

出所）各種公開情報より作成

の電動化が進みつつある。その中で世界有数の自動車産業国である日本としては、国内のみならず海外主要国の電動化戦略を検討する必要に迫られている。

特に日本自動車産業が販売市場として重要視すべきなのは、自動車の二大市場である米国、中国と、日系自動車メーカーが強みを持つ東南アジアのうち最大の自動車市場を誇るタイであろう。また、日系自動車メーカーの大きな販売市場ではないものの、国際市場における最大の競合相手である自動車産業が立地し、欧州をはじめとした各国への影響力が大きいドイツも、検討上、無視することはできないであろう。

そこで本稿では、前編で対象とした日本に加え、米国、中国、タイ、ドイツの4カ国も対象として、各国の自動車パワートレイン変化が社会コストに与える影響の調査・分析を行うこととした。

2 シミュレーションの前提と 社会コストの観点で重要となる ファクターの整理

本稿では社会コストの観点から各国のCNパワートレインについて分析を行った。シミュレーション・分析に当たっては、前編で述べた前提を踏襲している。そのため、社会コストの分析に際しての基本的な前提条件については前編を参照されたいが、簡単に整理すると次の3点が挙げられる。

(1) CN車両の保有割合

各CNパワートレインを用いた乗用車の保有割合が100%となっており、CNを実現している世界を想定する。パワートレインミック

スは想定せず、いずれかのパワートレインが単一で100%を占める、たとえば再エネを利用するBEVが100%普及している社会や、e-fuelを利用するHEVが100%普及している社会を想定した。

(2) CN車両（パワートレイン）の種類

CN車両として、BEV、FCV、e-fuel・HEV、e-fuel・PHEV、水素HEVの5つの環境対応車を対象とした。PHEVについては、野村総合研究所（NRI）が2023年に実施した「世界4極でのEV購入意向に関する消費者動向調査」および「Assessment of comprehensive energy systems for achieving carbon neutrality in road transport (K. Akimoto et al. 2022)」を参考に、運用上の違いとして、家庭での充電があまり行われず年間走行距離に占める電動走行の割合が約37%と小さなケースと、家庭での充電が十分に行われ電動走行の割合が約86%と大きなケースの2つの場合を想定した。前者の37%の設定については、上記の論文を参考に、電動走行距離が最小となるケースとして引用している。また後者については、業界専門家との議論を通じ、設定している。議論の内容を参考として下記する。

NRIで実施した調査によれば、乗用車の年間平均走行距離は最も長い米国でも1万7000kmであり、週5日、年間250日走行した場合、1日当たりの平均走行距離は68kmとなる。代表車種例として、「プリウスPHEV」の満充電からの電動走行距離が87km程度、「アウトランダーPHEV」の電動走行距離が100km以上であることを踏まえると、平均的には1日の走行のすべてを電動で賄うことができる

と考えられる。

また、休日の外出などの遠出を考慮した場合でも、米国における100km以上の遠出の年間走行距離は、年間20.2回の遠出で総走行距離4200kmである。毎回最初の87kmを電動走行すると仮定すると、燃料走行は年間2400kmであり、これは米国の年間平均走行距離1万7000kmの約14%である。その結果を用い、PHEVが完全に普及した、電動走行が重視される社会においては電動走行の割合が86%という値を採用した。

(3) 社会コストの推計対象

社会コストの推計対象として、自動車のバリューチェーンをエネルギー（燃料または電力）製造、インフラ整備・維持、車両製造、車両整備、リサイクルの5つのプロセスに分解したうえで推計を行った。

これらの前提を踏まえたうえで、前編で日本に適用したシミュレーション方法を米国、中国、タイ、ドイツの4カ国に適用し、推計を行った。具体的なパラメーター（環境変数）としては、①乗用車年間平均走行距離、②乗用車保有台数、③乗用車販売台数、④ガソリンスタンド数、⑤乗用車保有世帯数、の5つについて国別に値を設定した。

一方で、1項で想定する状況では、ガソリンスタンドや充電器、水素ステーションの設置・維持・運営コスト、燃料の輸送コスト、車両製造コスト、車両整備コスト、リサイクルコストなどについては、長期的に各国においてほぼ同一の水準で整備、製造などが行われるだろうと想定した。結果的に、各国間のコスト差が僅少となると考えられるため、今回は前編で設定した日本と共通の値を設定す

ることとした。

国別に設定した①～⑤のパラメーターについて、NRI分析、有識者との意見交換、文献調査などを基に表2のように数値を設定した。5カ国ごとの特徴はおおむね以下のように整理できる。なお今回は、①～⑤のパラメーターについてシミュレーション上は現在の値を設定することとした。これは結果の各国間比較を行うことに主眼を置いており、各国の特性を表す①～⑤のパラメーターの差異は将来にわたっても一定程度維持されると考えたためである。

○日本

国土が約38万km²と比較的狭いことに加え、鉄道旅客輸送量が平均2300（輸送人キロ／人口）であることから分かります。電車などの旅客鉄道網が相対的に発達していることが特徴である。このことに起因し、諸外国に比べて乗用車年間平均走行距離が6800kmと短くなっている。一方で、一人当たりGDPが4万6000ドルと経済水準が高く、人口当たり乗用車保有台数は0.52台／人と、他国に比べて自動車が普及している状況である。

○米国

980万km²という広大な国土と、鉄道旅客輸送量（輸送人キロ／人口）が74と自動車での移動が中心である都市構造に起因し、乗用車年間平均走行距離が1万7000kmと日本の2.5倍に及ぶ。また、ガソリンスタンド軒数に関しては、同等の乗用車年間平均走行距離を誇る中国の1.4倍程度となる15万軒と多い。一方で、人口当たりの保有台数は0.77台／人と日本の1.5倍である。

表2 各国別に設定した条件

パラメータ	日本	米国	ドイツ	中国	タイ
①乗用車年間平均走行距離 (km)	6,800	17,000	12,000	17,000	15,000
②乗用車保有台数 (万台)	6,200	27,000	4,800	27,000	2,000
③乗用車販売台数 (万台)	340	1,500	290	2,300	74
④ガソリンスタンド数 (軒)	28,000	150,000	14,000	110,000	7,200
⑤乗用車保有世帯数 (万軒)	4,700	12,000	3,200	21,000	1,600
〔参考〕国土面積 (万km ²)	38	980	36	960	51
〔参考〕人口 (百万人)	120	350	85	1,400	72
〔参考〕一人当たりGDP GDP per capita, PPP (constant 2021 international \$)	46,000	75,000	64,000	22,000	21,000
〔参考〕人口当たり乗用車保有台数 (台/人)	0.52	0.77	0.56	0.19	0.28
〔参考〕鉄道旅客輸送量 (輸送人キロ: 百万人キロ)	280,000	26,000	100,000	950,000	2,000
〔参考〕鉄道旅客輸送量 (輸送人キロ/人口)	2,300	74	1,200	680	28

※ 乗用車販売台数、乗用車保有世帯数は、乗用車保有台数などより推計
出所) 各種公開情報、世界銀行、NRI推計を基に作成

○ドイツ

移動には自動車が比較的活用されているものの、36万km²という国土の狭さから、年間平均走行距離は日本と米中の中間程度の1万2000kmとなっている。また、人口当たり保有台数は0.56台/人と、今回取り上げた国の中で最大であるが、人口規模が8500万人と日本より少ないことから、乗用車保有台数も4800万台と日本の6200万台よりも少ない。

○中国

米国同様に960万km²と広大な国土に起因し、乗用車年間平均走行距離は1万7000kmと長い。一人当たりGDPが2万2000ドルであり、先進国と比べて2倍以上低い。実際、人口当たり保有台数は0.19台/人と低い水準となっている。しかしながら、現段階です

に乗用車保有台数や乗用車保有世帯数は5カ国の中で最も高い水準であることは注目に値する。

○タイ

国土面積は51万km²と日本の1.3倍である。乗用車年間平均走行距離は米中に次いで長く約1万5000kmとなっている。一方で、各国より低い経済水準（一人当たりGDPは2万1000ドル）に起因し、人口当たり保有台数が中国に次いで低い0.28台/人、国全体では2000万台にとどまっている。

3 シミュレーションの フレームワークと算出ロジック

社会コストの算出ロジックについては前編を踏襲しているため、詳細は前編を見てほし

い。前述のとおり、自動車のバリューチェーンを5つに分解したうえで、前編に記載した算出ロジックを基に社会コストを推計した。

本稿では、これらの算出ロジックに前述の国別に設定した①～⑤のパラメーターの値を適用することで国別の社会コストを推計した。また、前編では社会コストに対して車両製造コストや車両整備コストが特に大きな影響を持つことが判明した。もっとも、製造コストと整備コストは、長期的には同一水準の製造・整備コストに収敛していくと考えられ、各国間の差は小さくなると考えられる。一方で、同様に影響の大きなエネルギー製造コストやインフラ整備コストについては、各国の立地条件やインフラ設置主体である行政や産業界にとっては政策変数と考えられる。

このため、社会コストの試算のケースとして、「再エネコスト」と、前編においてBEVの社会コストへの影響度合いの大きかった公共急速充電器の設置コストに影響する「公共急速充電器の設置効率」を軸に、異なる2つの典型的なケースを想定することとした。なお、ここでは「公共急速充電器の設置効率」を1基の公共急速充電器が保有台数ベースで何台の乗用車に対応可能か、という指標として定義した。消費者目線では充電器が多いほど利便性が高まるが、本稿では社会コストの観点から、いかにコスト効率的に充電器を配置するか、充電器当たりで対応可能な台数を最大化するかという観点を重視しているためである。

ケースA（基本ケース）は、前編同様に「再エネコスト」「公共急速充電器の設置効率」の数値は各国とも変わらないとする。つまり同等の条件を設定する場合である。同じ

条件を設定することで、各国の基本的な特徴の差である、乗用車の保有台数や販売台数、年間平均走行距離などが、経済合理性が最も高くなる動力源にどのような影響を与えるのか、その基本を理解できるはずである。

ケースB（感度分析ケース）は、「再エネコスト」「公共急速充電器の設置効率」の値を変化させ、その影響を見る。つまり、2つのパラメーターの感度分析を行う。「再エネコスト」「公共急速充電器の設置効率」を変化させることにより、エネルギー製造コストとインフラ整備コストに関して、各国においてどの条件のときにどのパワートレインの社会コストが最少となるのか、逆にいえばそのパワートレインの経済合理性を高めるためにはどのような条件が必要なのかを検討することができる。「再エネコスト」の値を変化させることで、ベースロード電源だけでなく、売電価格の不安定性の影響を検討できるほか、再エネ発電設備の設置状況、技術発展による中長期的な価格低下を織り込むことができる。「公共急速充電器の設置効率」については、産業界・行政主体による充電インフラの設置状況や今後の見通し、公的計画などを反映させることができる。

III 諸外国のシミュレーション結果

1 シミュレーションの条件設定

本稿では、前編で実施した社会コストの基本ケース（A）に加えて、再エネコストと公共急速充電器の設置効率をパラメーターとした感度分析ケース（B）の2つのシミュレーションを実施した。

(A) 基本ケース：対象国における社会コストのシミュレーション（再エネ価格10円/kWh、e-fuel価格225円/kWhの場合）

ケース A では、前述の5カ国における乗用車の保有台数や販売台数、年間平均走行距離といった基本的な特徴の差異が各動力源の社会コストに及ぼす影響を比較することを目的として、社会コストのシミュレーションを実施した。自動車のCNを実現するに当たり、社会コストの観点で特に影響を持つと想定されるのがエネルギー製造コストである。前編では、再エネコストが安い場合（2円/kWh）、中程度の場合（10円/kWh）、高い場合（20円/kWh）の3つのパターンを設定した。加えて、e-fuelに関して、再エネから国内で製造することを想定したパターン（再エネ連動）と再エネコストが低い国から輸入することを想定したパターン（225円/L）のシミュレーションを実施した。

実際には各国での再エネコストは大きく変動するため、ケース A では再エネコストを中程度と仮定し、10円/kWhとした。再エネコストが10円/kWhの場合、e-fuelコストは442円/Lとなり、5カ国ともe-fuelは輸入する方が経済合理性は高くなる。そのため、各国ともe-fuelを安く製造する国から輸入する場合を想定し、e-fuel価格は225円と仮定した。

また、充電インフラについては公共急速充電器の設置割合を、保有台数ベースで乗用車100台に対し充電器が1基という想定とした。この値は、現在十分に整備が進んでいるとされている米国カリフォルニア州において、107台/基であることを参考にした。

(B) 感度分析ケース：再エネコストと公共急速充電器の設置効率を変数とした場合の最適な動力源のシミュレーション

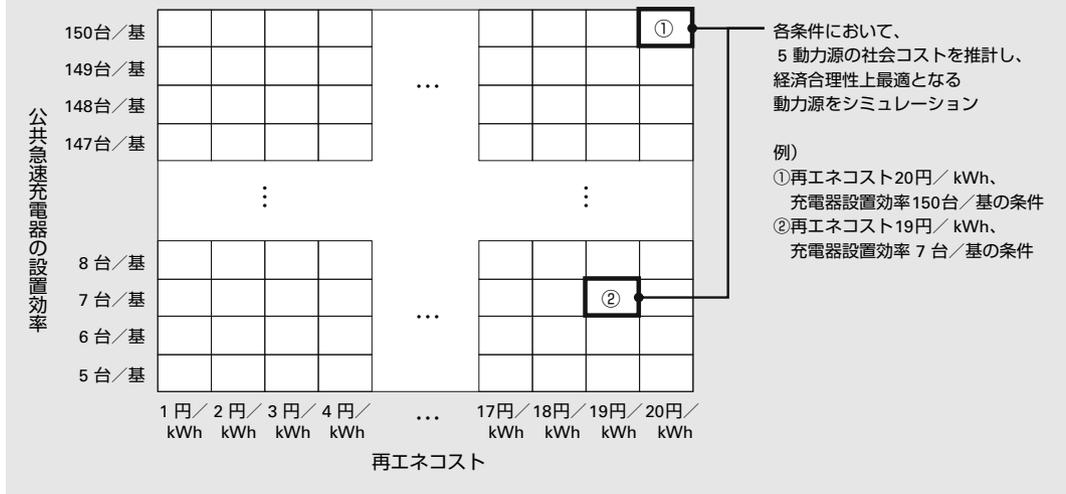
前編において、エネルギー製造コストとインフラ整備コストが社会コストに影響を与える大きな要因となると述べた。さらに、それぞれの構成要素である各燃料の製造単価やインフラの設置数は景気の影響を受けることはもちろん、行政や産業による操作性がある政策変数である。

そこで、「再エネコストの低減と公共急速充電器の整備状況により、経済合理性上最適なパワートレインは何か」を明らかにすることを目的とし、再エネコストと公共急速充電器の設置効率を変数とし、それぞれの値で社会コストが最小となるパワートレインについて感度分析ケースのシミュレーションを実施した。

具体的には、図3に示すように「再エネコスト」については、1円/kWhから20円/kWhまで、1円/kWh刻みで変化させた。「公共急速充電器の設置効率」については、公共急速充電器1基当たりの保有台数が5台となる低効率の設置状況から、1基当たりの保有台数が150台となる高効率の設置状況まで1台/基刻みで変化させた。「再エネコスト」「公共急速充電器の設置効率」を組み合わせることで、合計で $20 \times 146 = 2920$ 通りのパターンが想定できる。それぞれの場合において各CN動力源の社会コストがどのように変化するかをシミュレーションした。

このときe-fuelコストは、自国内で製造する場合と他国から輸入する場合で、どちらが経済合理的であるかが異なるため、e-fuel価格は自国内で製造する「ケースB-a」と他国

図3 シミュレーションのイメージ



から輸入する「ケースB-b」の2つを想定した。それぞれのパターンにおけるe-fuelの価格は以下のとおりである。

ケースB-a：e-fuelを他国から輸入する場合（e-fuelコストは225円/L）

ケースB-b：e-fuelを自国内で製造する場合（e-fuelコストは再エネコストに連動し190～720円/Lで変動）

2 ケース A：対象国における社会コストのシミュレーション（再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/L）の結果と考察

ケース A でのシミュレーション結果を図4～8に示す。

日本において年間社会コストが最も低い動力源は、e-fuelを用いたPHEV（電動走行距離が長いケース。以降もすべて同様）であり、年間社会コストは約13.6兆円という結果が得られた。次いでe-fuelを用いたHEVの社会コストが低く約14.2兆円、BEVで約14.6兆

円となった（図4）。

米国において年間社会コストが最も低いパワートレインはBEVであり、年間社会コストは約79.0兆円という結果が得られた。米国では第II章で述べたとおり、日本と比較して国内の乗用車保有台数や乗用車販売台数の増加、また、年間平均走行距離の増加に伴う燃料消費量の増加、ガソリンスタンド数の増加に伴う水素ステーション数の増加、乗用車保有世帯数の増加に伴う普通充電器インフラ数の増加が見込まれる。これらにより、年間社会コストの総額は日本と比較して大きい。米国においては、BEVに次いで年間社会コストが低いのはe-fuelを用いたPHEVであり、約84.3兆円となった（図5）。

ドイツにおいて年間社会コストが最も低いパワートレインはBEVであり、年間社会コストは約13.4兆円となった。次いで社会コストの低いパワートレインは、e-fuelを用いたPHEVであり、約13.4兆円となった。本ケースではBEVとPHEVでは数百億円程度の差しか生じない結果となった。ドイツは日本と比

較して年間平均走行距離は長いものの、乗用車保有台数や乗用車保有世帯数は少ないという特徴がある。そのため、燃料消費量が増加

した分e-fuelを用いたPHEVやHEVのエネルギー製造コストが増加する一方で、乗用車保有世帯で整備される充電インフラの数は少な

図4 日本における各動力源の年間社会コスト（億円：再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/Lの場合）

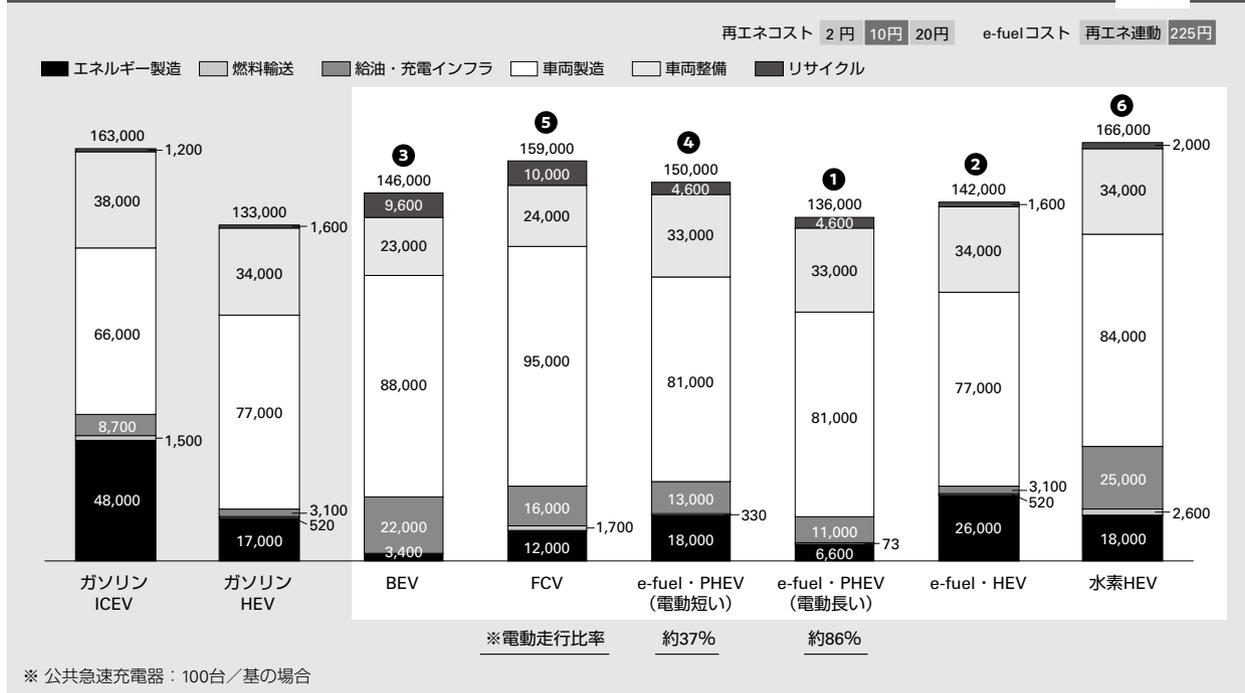
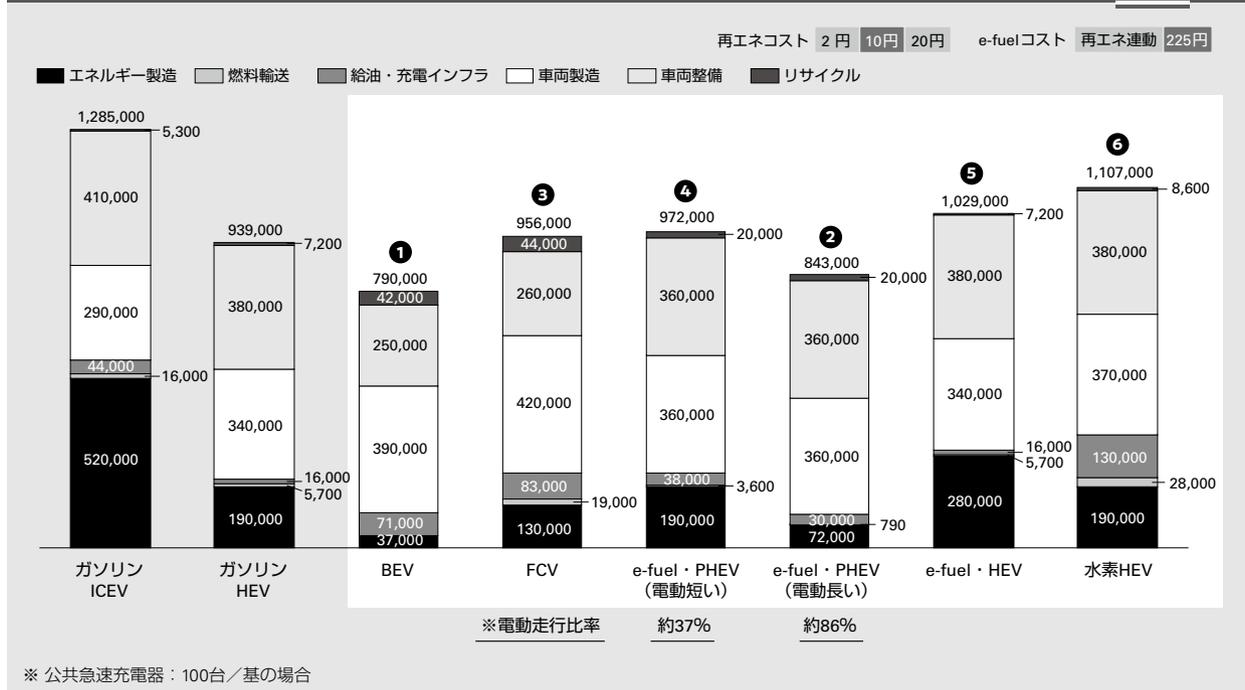


図5 米国における各動力源の年間社会コスト（億円：再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/Lの場合）



く済み、BEVにかかる年間社会コストが抑えられている(図6)。

中国において年間社会コストが最も低いパ

ワートレインはBEVであり、年間社会コストは約101.7兆円となった。次いでe-fuelを用いたPHEVが約102.9兆円となった。米国と似

図6 ドイツにおける各動力源の年間社会コスト(億円:再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/Lの場合)

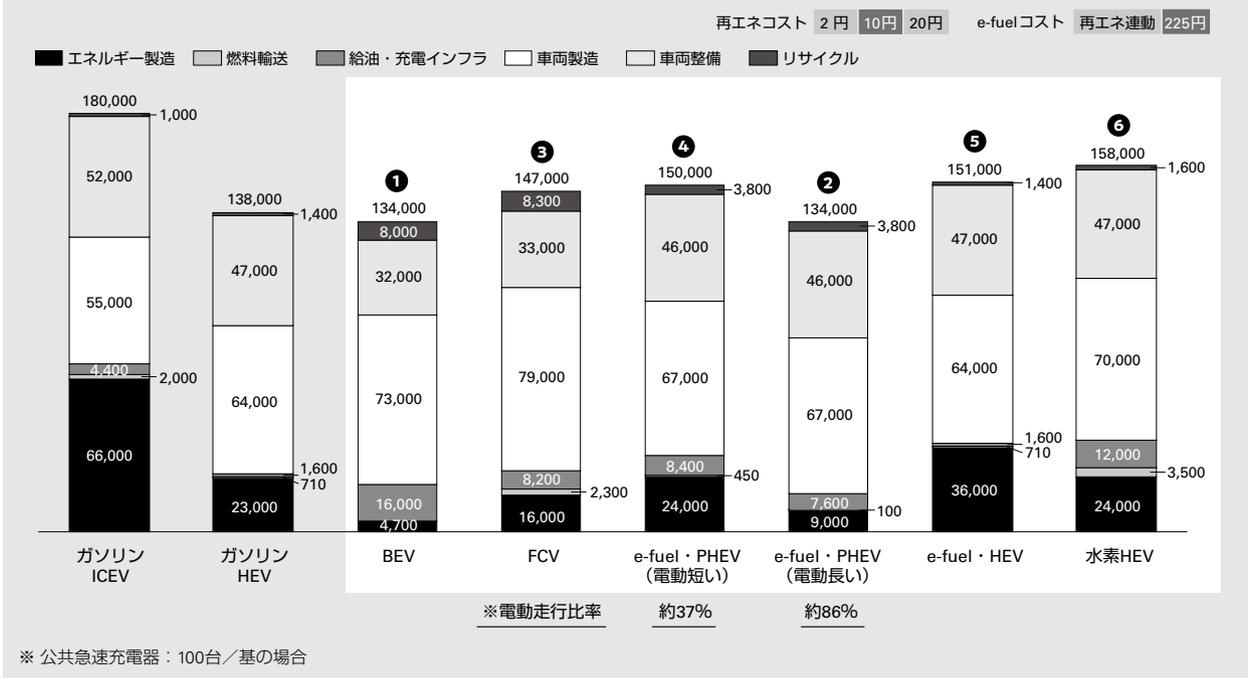
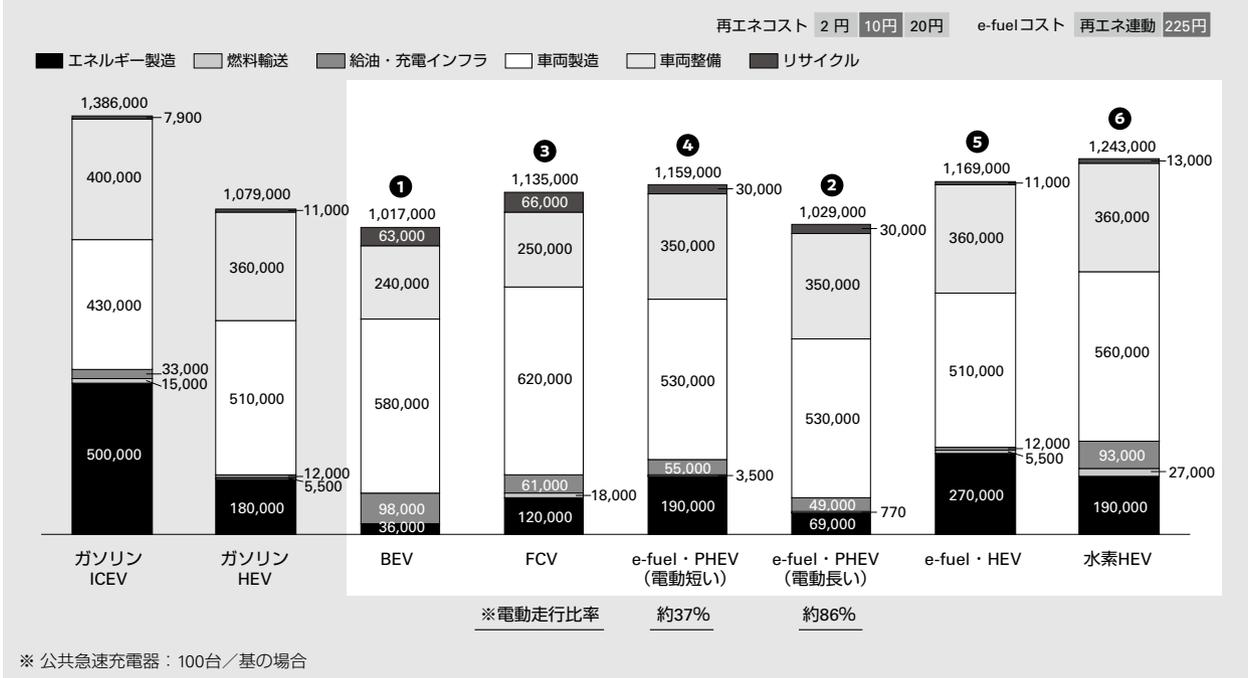


図7 中国における各動力源の年間社会コスト(億円:再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/Lの場合)



た環境条件にあるが、中国ではBEV、e-fuelを用いたPHEVに続いて、FCVの年間社会コストが3番手となっている。中国の乗用車保有台数は米国と同程度であるものの、ガソリンスタンド数は米国より少なくなっている。本稿のシミュレーションでは、FCV100%の場合、既存のガソリンスタンドがすべて給水素インフラに置き換わると仮定しているため、ガソリンスタンド数の少ない中国は水素ステーションの整備にかかる費用が抑えられ、米国と比較するとBEVとFCVの年間社会コストとの乖離が小さくなっている（図7）。

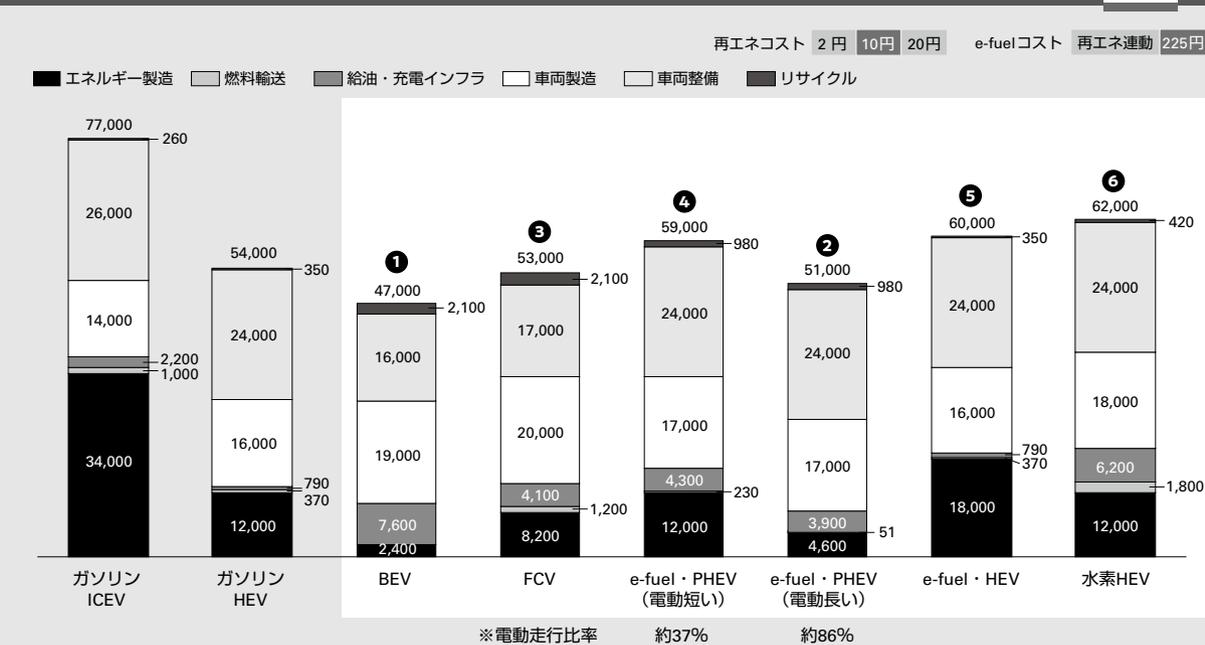
タイにおいて年間社会コストが最も低いパワートレインはBEVであり、年間社会コストは約4.1兆円となった。次いでe-fuelを用いたPHEVで約5.1兆円となった。タイは日本と比較して年間平均走行距離が長い。そのため、PHEV、HEVの燃料消費量が増加し、BEVで最も年間社会コストが低くなっている（図8）。

本シミュレーションの結果から、各国における自動車CN化の合理性について考察する。日本では、e-fuelを用いたPHEVに次いでe-fuelを用いたHEV、そしてBEVが経済合理性の高いパワートレインとなるという特徴的な結果が得られた。米国、ドイツ、中国、タイでは共通して、BEVに次いでPHEVが最も経済合理性が高いパワートレインであることが分かった。さらに、各国ともガソリンICEVよりBEV、FCV、HEV、PHEVの社会コストが低くなる結果となった。これらを踏まえると、各国の環境対応車への転換は年間社会コストを低減することが明らかとなり、各国における自動車CN化の動向が経済的にも合理性があることが裏づけられた。

次に、今後のトランジションに向けて経済合理性上、最適なパワートレインを決定する要因について考察する。

図4より、日本では、e-fuelを用いたPHEV、次いでe-fuelを用いたHEVが経済合理的なパ

図8 タイにおける各動力源の年間社会コスト（億円：再エネコスト10円/kWh、e-fuelコスト225円/Lの場合）



※ 公共急速充電器：100台/基の場合

ワートレインとなった。これはケース A が e-fuel を低コストで生産できる国から輸入する場合を想定していることに加えて、日本は他国と比較して年間走行距離の短さと国内の保有車両台数の少なさから、エネルギー製造コストが抑えられていることが大きく影響している。シミュレーションの結果、エネルギー製造コストは e-fuel を用いた PHEV では約 6600 億円、e-fuel を用いた HEV では約 2 兆 6000 億円となった。たとえば図 7 より、中国のエネルギー製造コストは、e-fuel を用いた PHEV で約 6 兆 9000 億円、e-fuel を用いた HEV では約 27 兆円と、日本の約 10 倍のエネルギー製造コストがかかることが分かる。

さらに BEV の場合、日本の乗用車保有世帯の多さを背景に、家庭用充電器の整備、それを維持・更新するためのコストがかかる。加えて、既存の給油インフラを給電インフラに転換し、それを維持・更新するためのコストも勘案した場合、合計で年間 2.2 兆円のインフラコストがかかる。日本では、このインフラコストが PHEV 優位となる差異の背景となっている。そのため、日本のように年間走行距離が短く、乗用車保有世帯数が多いかつ給油インフラがすでに整備されている国では、ほかのワートレインと比較して e-fuel を用いたワートレインの優位性が高くなるといえる。PHEV では、HEV と比べてさらにエネルギー製造コストも低く抑えられるため、日本では e-fuel を用いた PHEV が最も経済合理性の高いワートレインとなった。

一方で、米国、ドイツ、中国、タイでは、BEV が経済合理性上最適なワートレインであり、ついで e-fuel を用いた PHEV が経済合理的であることが明らかになった。その理

由は、乗用車保有世帯数や乗用車保有台数が BEV のインフラコストに与える影響よりも、乗用車年間平均走行距離の増加に伴い、エネルギー製造コストが増加したことが大きく影響しているためである。つまり、インフラコストとエネルギー製造コストの変化が、各国の経済合理性が最も高いワートレインの結果に大きな影響をもたらしている。

では、各国でインフラ整備の条件や燃料製造にかかるコストの条件がどのような場合に、経済合理性上最適なワートレインの変化が表れるのかについての示唆を得るために、ケース B では再エネコストと公共急速充電器の設置効率を変数とした場合の、最適な動力源の感度分析シミュレーションを行った。

3 ケース B を変数とした場合の 最適なワートレインの 感度分析シミュレーションの 結果と考察

(ケース B-a) e-fuel を他国から輸入する場合 (e-fuel コストは 225 円/L)

日本では、再エネコスト、公共急速充電器の設置効率の条件によらず PHEV で年間社会コストが最小となる結果が得られた。米国、ドイツ、中国、タイでは、再エネコストと公共急速充電器の設置効率の条件によって、BEV と PHEV のいずれかの年間社会コストが最小となった。

たとえば米国では、再エネコストが 1 円/kWh の場合、公共急速充電器の設置効率が 35 台/基以下のときは PHEV が、上回る場合は BEV が最も年間社会コストが低いワートレインであるといえる。ケース B-a では、

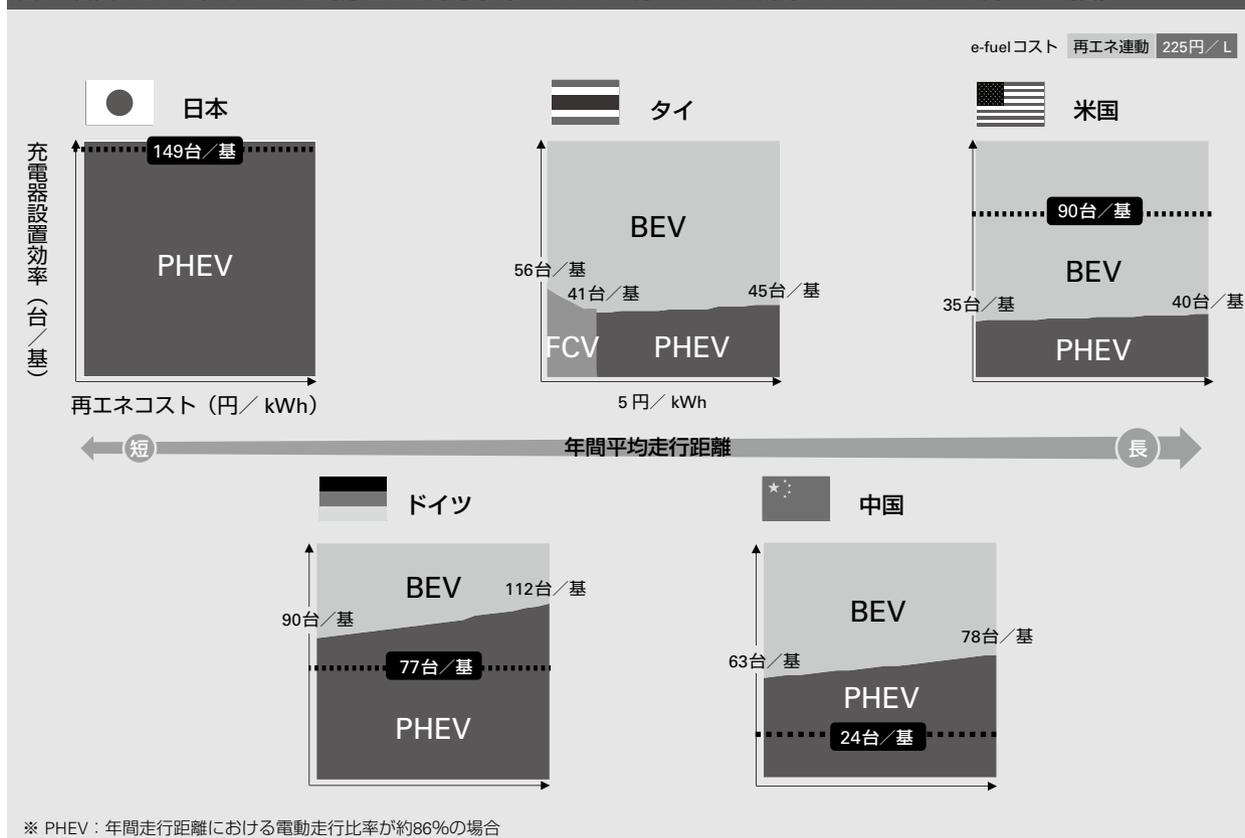
e-fuel価格は225円/Lで固定されているため、再エネコストが上昇するにつれてBEVにかかる電力コストが上昇する。そのため、BEVとPHEVの境界面は右肩上がりの形となり、PHEVが優位な領域が大きくなっている。

BEVとPHEVの経済合理性を分ける境界面について、ドイツでは「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率90台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率112台/基」、中国では「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率63台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率78台/基」、米国では「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率35台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率40台/基」にかけて生じることが

分かった(図9)。

また、タイでは条件によってBEVとPHEV、FCVの3つのパワートレインが最も経済合理的なパワートレインとなり得ることが分かった。FCVが最も経済合理的となる理由は、タイでは他国と比較するとガソリンスタンド数が少なく、給水素インフラコストが安く抑えられることに加えて、ほかのパワートレインと比較して車両製造コストの高いFCVが、タイでは年間販売台数が少なく、車両製造コストが大きく積み上がらないためである。経済合理性を分ける境界面は、「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率56台/基」から「再エネコスト5円/kWh、公共急速充電器の設置効率41台/基」「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率45台/基」にかけて生じることが分かった。

図9 各国において社会コストが最小となる動力源(ケースB-a:再エネコスト変動、e-fuelコスト225円/Lの場合)



(ケースB-b) e-fuelを自国内で製造する場合
(e-fuelコストは再エネ価格に連動)

次に、ケースB-bについてシミュレーションした結果が図10である。いずれの国であってもPHEV、BEVのいずれかの年間社会コストが最小となる結果が得られた。

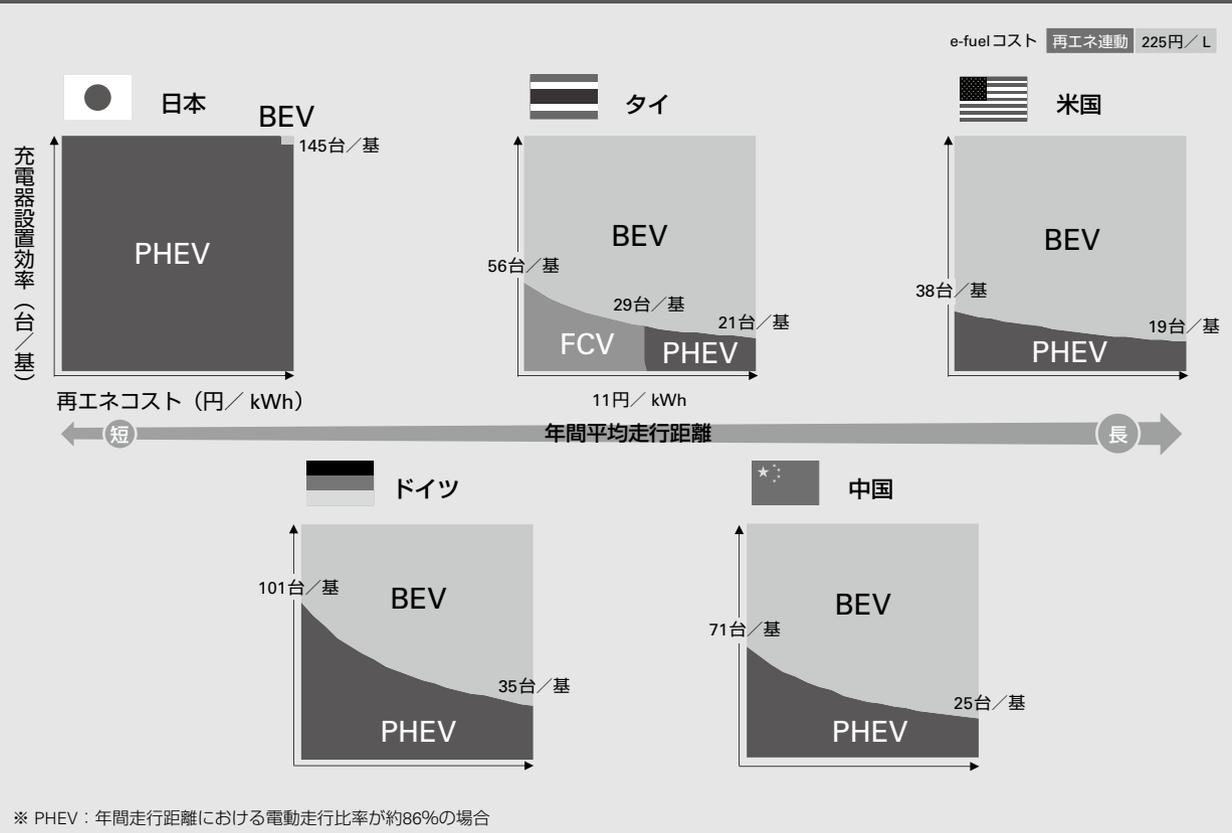
たとえば日本では、再エネコストが20円/kWhで、公共急速充電器1基当たり145台より下回るEV保有台数の場合はPHEVが、上回る場合はBEVが最も年間社会コストの低いパートレインとなった。ケースB-bではe-fuelコストが再エネコストに連動するため、電力価格よりもe-fuelの製造価格の方がより大きな影響を受けることになる。そのため、再エネコストが上昇することでe-fuelを用いたPHEVの燃料コストが上昇する。これを受けてBEVとPHEVの境界面は右肩下がり

の形となり、PHEVが優位な領域が小さくなっていく。

BEVとPHEVの経済合理性を分ける境界面は、日本では「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率145台/基」、ドイツでは「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率101台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率35台/基」、中国では「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率71台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率25台/基」にかけて生じることが分かった。

また、タイでは条件によってBEVとPHEV、

図10 各国において社会コストが最小となる動力源 (ケースB-b: 再エネコスト変動、e-fuelコストが再エネコストに連動する場合)



FCVの3つのパワートレインが最も経済合理的なパワートレインとなり得ることが分かった。経済合理性を分ける境界面は、「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率56台/基」から「再エネコスト11円/kWh、公共急速充電器の設置効率29台/基」「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率21台/基」にかけて生じることが分かった。

経済合理性の観点から見ると、再エネコストが安い国で生産されたe-fuelを輸入する「ケースB-a」では、日本においては再エネコストと公共急速充電器の設置効率がどの値の場合でも最も経済合理的なパワートレインがPHEVであったのに対し、ほかの対象国においてはBEVが優位となる条件が存在することが分かった。また、e-fuelを自国内で生産する「ケースB-b」では、日本を含まない対象国でもPHEVとBEVのどちらかが最適なパワートレインとなることが明らかになったが、日本ではBEVがPHEVよりも経済合理性上優位となる場合はわずかであった。

このシミュレーションの結果を踏まえて、各国の再エネコスト、公共急速充電器の設置効率を踏まえた経済合理性上最適なパワートレインについて考察する。

まず、各国が目指すBEVの普及目標、および公共急速充電器の設置目標（政府目標もしくは国際エネルギー機関〈IEA〉予測数値）が、本シミュレーションでどのような条件に位置づけられるかの把握を試みた。2030年の各国の公共急速充電器の設置効率の目安を図9に記載して比較した。各国の2030年における公共急速充電器の設置効率は、日本で

は149台/基、米国では90台/基、ドイツで77台/基、中国で24台/基であると推定される。

この数値と比較すると、ドイツでは「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率90台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率112台/基」の境界面よりも2030年における充電器の設置効率が下回っており、2030年の目標の条件では、PHEVが最も経済合理性が高いパワートレインであるといえる。

同様に中国の2030年における公共急速充電器の設置効率は24台/基であり、これは「再エネコスト1円/kWh、公共急速充電器の設置効率63台/基」から「再エネコスト20円/kWh、公共急速充電器の設置効率78台/基」の境界面を下回るため、2030年の目標の条件では、PHEVが最も経済合理性が高いパワートレインであるといえる。

一方で、米国の2030年における公共急速充電器に対するBEV台数の割合（目標値）は90台/基であり、米国の「再エネコストが1円/kWh、公共急速充電器の設置効率が35台/基」から「再エネコストが20円/kWh、公共急速充電器の設置効率が40台/基」の境界面を上回るため、2030年の目標の条件において、BEVが最も経済合理性が高いパワートレインであるといえる。

このように、2030年における公共急速充電器の設置効率を踏まえると、日本、ドイツ、中国ではe-fuelを用いたPHEVが、米国ではBEVが最も経済合理性の高いパワートレインであることが分かった。

ただし注意が必要な点として、現実的には各国内に地域差があり、たとえば都市部と郊外では年間平均走行距離も異なると考えられ

る。さらに、公共急速充電器の設置効率も都市部と郊外で異なることが想定されるため、よりミクロな視点で考えると、公共急速充電器の設置効率を高めることが可能な地域ではBEVを推進し、公共急速充電器の設置効率が低い地域ではPHEVを推進することで、社会コストを最小化できる可能性があるといえるだろう。

たとえば、米国アラバマ州、ルイジアナ州などの南部やノースダコタ州、アイオワ州などの中西部では現在の公共急速充電器の設置効率が約38台／基を下回っている。少し乱暴な論ではあるが、今後も下回るのであれば、これらの地域ではPHEVへのパワートレインの転換の方がBEVよりも経済合理性が高いという議論につながっていく可能性もある。

なお、e-fuelを自国内で製造するケースB-bの場合のシミュレーションの結果（図10）から、再エネコストが高くなるにつれてPHEVが優位となる領域が小さくなることが分かる。自国内で再エネコストの低減が見込みにくい国では、PHEVの経済合理性を追い求めるのが難しくなるため、安価に製造されたe-fuelの調達が必要となる。e-fuelの調達に際しては既存の輸送手段を展開することが可能と想定され、e-fuelの調達価格抑制が重要となる。たとえば日本では、すでに進んでいる水素サプライチェーンの構築に向けた活動と同様に、将来的なe-fuel輸出国との関係強化は引き続き重要になると考えられる。

IV 日本自動車産業としての戦略・政策対話の方向性

以上、前編・後編の2回にわたり、社会コ

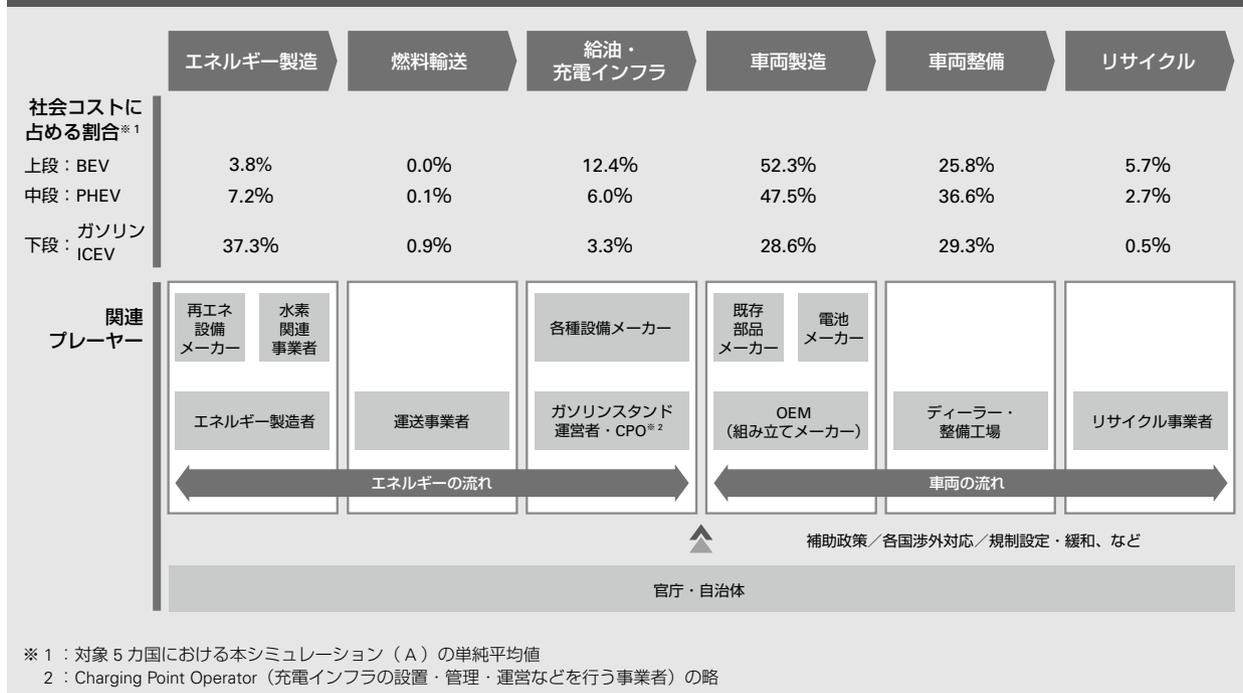
ストから見た自動車パワートレインのあるべき姿の検討に向けたシミュレーションを進めてきた。なお、シミュレーションのフレーム・設定については、シミュレーションのハンドリング・結果を解釈・議論する際の容易さを優先し、実事業との間に一定の乖離が発生する可能性があることについては理解されたい。こうした前提のうえで、本シミュレーションで見えてきた自動車産業としての戦略の方向性について論じる。

1 各国間比較から見えてきた自動車産業への示唆

今回、複数のパワートレインの比較を行ったが、結論として、各国の地域性に依存する形でBEVあるいはPHEVのいずれかが社会コストの観点で優位となった。たとえばケースA（基本ケース）ではいずれ収斂するとし、国別に変わらない条件で社会コストを試算した場合、日本ではPHEVが、米国ではBEVが、それぞれ最も合理性が高いという違いが出た。これは、再エネが普及してすべての自動車BEV化することが、必ずしもすべての国にとって経済合理的だとはいえない、という点が示唆されている。各社の電動化・地域戦略を検討するうえで、地域の環境条件を理解し、地域社会全体として最適なパワートレインは何かをそれぞれ探る視点が重要だといえる。

また、各地域でのCNの推進と自動車産業の発展を両立させるには、消費者の利便性を維持したうえで、基盤整備を含む社会全体でのコスト・合理性を意識して関連プレイヤーがビジョンを共有し、バクトルを合わせて連携していくことが求められる。

図11 バリューチェーンごとの社会コストに占める平均コスト割合・プレーヤーカテゴリー



本検討におけるバリューチェーンごとの主要な社会コストに占める平均コスト割合・関連プレーヤーカテゴリーを図11に示している。シミュレーション（A）を例に取ると、BEVとPHEVは、いずれの国においても車両製造コストが社会コスト全体の5割近くを占めており、単純平均でBEVが52.3%、PHEVが47.5%と試算された。一方、ガソリンICEVの社会コスト全体に占める車両製造コストの単純平均割合は28.6%と試算された。

本試算では、CNを実現している世界（各CN動力源を用いた乗用車の保有割合が100%の状態という想定）でも、ガソリンICEVと比較して消費者の初期投資（車両購入）に大きく負担がかかるといえる。前掲の図4～8を参考にすると、BEV/PHEVの社会コストは、ガソリンICEVと比較して、絶対額の大きかったエネルギー製造コスト、車両整備コ

ストの低下が進むと見込める一方、車両製造コストは増加し、購入時の負担感が増す、と解釈できる。

第I章で述べたとおり、現在、CN実現に動き出した各国で環境対応車両への購入補助は重要なポイントとなっているが、CNを達成・維持するうえでも、引き続き論点として存在すると想定できる。将来的に社会コスト全体の低減を目指すに当たっては、いずれの国においても5割近くを占める車両製造コスト低減が進むことのインパクトが最も大きく、購入補助のみならず製造原価の低減（材料・部品や組み立て工程の革新）を進め、強化していくことが産業に求められる。

加えて、影響の大きい公共急速充電器の設置、各エネルギーの安定かつ低コストでの確保、リサイクル環境の整備など、各国の公的部門の投資・活動はCN推進に大きく影響を

与えることになる。ケースB（感度分析ケース）を変数とした感度分析では、各国において再エネコストと公共急速充電器の設置効率の条件により特徴のあるBEV/PHEVの境界面が明らかになった。各国のインフラ整備や再エネ導入は今後も進むと見られる。短中期的な目線であっても、インフラや再エネの現在地・将来的な普及進捗度合いに応じて、各国でBEVかPHEVのいずれが社会コストの観点で合理的となっていくのか、将来トレンドを議論するうえで参考になると考えられる。

自動車関連産業のプレーヤーと議論する中で、2024年は特に各国の電動化進捗に関するシナリオやそれらを検討する際の地域別に異なる環境条件などの要因や見通しについて、アジェンダに挙がるが多かった。各国の電動化に関するシナリオ・見通しを検討するうえでは、全体観をどのように形成しながら各種の想定シナリオを作成し、リスクとリターンについて検討しながら迅速に意思決定を行うことが求められている。具体的には、行政を含めて社会コスト全体から見た経済性評価、特に地域別に異なる環境条件、空間条件、経済水準、基盤整備の現状や見通し、また各種政策変数の見通しやインパクトの大きさ・影響度などの相違は、各種のパワートレインの評価に有意な差として影響する。

このように考えると、今後の産業政策や企業戦略を定める各種要因は、実に多岐にわたることが理解できると思う。次世代の自動車産業・モビリティ産業のエコシステムのビジョンと計画を官民で描き、関連主体が共通のビジョンに基づいて投資を具体化していくことで、投資リスクを低減させ、公的投資と民間投資とのベクトルを合わせて相乗効果を創

出することが重要と考えられる。今回の検討がこうした議論の一助となれば幸いである。

2 本検討から見えてくる企業戦略、および産業政策の方向について

日系自動車関連産業として各地域でのプレゼンスの維持・向上を目指す場合、企業戦略や産業政策のあり方をどのように考えればよいだろうか。本シミュレーションの結果と示唆を踏まえて大きく3つの論点を提示したい。

1つ目は、各地域特性およびユーザーニーズに合わせた車両開発の推進が挙げられる。前述のとおり、環境対応車の普及に際して、ガソリンICEVと比較し、BEV、PHEVともに車両製造コストは増加し、社会コストに占める割合も増加、ひいては消費者の購入負担の割合が大きくなることが、試算によってあらためて確認された。この点について、筆者らは継続的な車両製造コストの低減活動を続けることはもちろんであるが、価格だけではない魅力を提案できる取り組みが重要となると考えている。

近年、BEV、PHEVの販売台数を急速に拡大しているBYD社に着目すると、①垂直統合によるタイムtoマーケットの短縮、②電池を軸とした自動車づくり、がその特徴として挙げられる。

(1) 「垂直統合によるタイムtoマーケットの短縮」について

BYD社は、民生を含めた圧倒的な電池製造量を背景に、最新かつ最適な電池を車両に投入できる強みを持つ。また、同社における部品内製率は7～8割を超えといわれ、コスト低減のみならず自動車の開発期間の大幅

な短縮を進めている。一般的な新車のモデルチェンジに要する期間が5年程度といわれる業界において、同社は2年以内というスピードを実現できている。最新モデルの早期投入を通じ、市場トレンドを踏まえた新たな価値の実装あるいは提供と同時に、車両価格の維持あるいは向上を消費者に届けられる仕組みとなっている。

(2) 「電池を軸とした自動車づくり」 について

BYD社は「DM-i」「DM-p」と呼ぶ独自のプラグインハイブリッド機構の開発、実装を進めている。特に、日常での使いやすさを重視した「DM-i」の機構の特徴として、電動走行をメインに据え、エンジンは主に発電機としている点がある。結果としてシステム全体のコストを押し下げ、車両製造コスト低減へつなげている。またこの機構は、エンジンが得意とする高速走行や遠出時の燃料利用には一部非効率が発生し得るものの、普段利用で電動走行がメインのユーザーにとっては、イニシャル・ランニング両面でコストメリットを得る蓋然性が高い。

電動化車両についても、電池を中心にコスト重視のシステム（DM-i）と、走り・パフォーマンス重視のシステム（DM-p）をつくり分け、ユーザーに選択肢を与えている点が、自動車産業における新たな戦い方の一つとして注目すべきと考える。

2つ目は、産業構造の転換を見据えた事業の立ち上げ・強化が挙げられる。図11のとおり、CNを想定した世界では、社会コストの絶対額とその内訳が大きく変化し、産業構造

の転換が進むことが想定できる。新たな産業構造の中で企業が収益を確保するには、既存の事業に拘泥せず、新しい産業構造に適した事業内容へと進化することが求められているのである。図11に、①エネルギーの流れ、②車両の流れ、を記載しているが、それぞれにおける産業構造の転換を考えてみたい。

①についていえば、当然のことであるが、電動化車両の定着は車両のエネルギー源が化石燃料からe-fuel、電気、水素などに抜本的に転換することを意味する。すでに実証試験も進み始めているが、エネルギーインフラの分散・地域連携は確実に実装に向かうと考えられる。具体的には、ガソリンスタンド運営者・CPO（充電ポイントオペレーター）での再エネ電源設置と余剰エネルギーを活用した事業多様化（余剰電力の売電、蓄電や水素化での電力貯蔵など）がより重要性を増すと考えられる。BEVを想定した場合、車両への給電のみでの事業性は当面厳しい状況が続くと見られ、事業機会を新たに創出することが重要となる。

また、②であるが、動脈・静脈を含む資源循環を見据えた事業の強化が重要となる。さまざまな企業が、すでに欧州電池規則対応を中心にリサイクルまで含めた事業環境の構築を目指しているが、各国保護主義の台頭、国内資源セキュリティの観点も含めて、一層、その重要性が増すと考えられる。特に日本に着目すると、電池について、その種類を問わず一定のレアアースや部品など、国外からの輸入に多くを依存している。経済産業省が進める蓄電池産業戦略の中で、蓄電池の国内製造基盤構築、いわゆる150GWh/年に向けた産業支援^{注2}により、民間企業各社の投資は

着実に進むと考えられる。一方、電池製造後の利用・回収・再利用を含むクローズドループの構築は、業界全体で調達面でのリスク低下とともに、関税・為替といった外乱の影響を下げ、事業の安定性を高めることにつながる。

3点目は、社会コストの観点を踏まえた各国産業政策議論・涉外活動強化が挙げられる。すでに、電動化車両の販売・活用促進に向けたバリューチェーン全般での補助支援検討については、国内のみならず各国でそれぞれ進められている。日本では自動車産業が主たる輸出産業であることを考えると、各国におけるCN政策の推進には今後も注視しつつ、適切な提言をしていくことが重要であろう。その際、自国産業競争力強化に向けた立場はもちろんであるが、相手国の現状・将来を中立的に分析することが重要となる。いずれの国も車両電動化に向けた政策補助を永久に続けることは難しく、経済合理性を伴った議論の重要性は今後も高まると見る。本検討がそういった議論の幅を広げることへの一助となれば幸いである。

3 本検討の展開の方向性

本検討では、「社会コスト」という切り口で、どのようなパワートレインが合理的と考えられるのか、各国での地域特性を踏まえるとどのような違いが見られるかについて算出を試み、いくつかの重要な示唆を得ることができた。しかしながら、冒頭で述べたとおり、シミュレーションのフレームやパラメーターの設定については、今後の推移によって見直しの余地を残している。

具体的には、まず、各CN動力源を用いた

乗用車の保有割合が100%となっており、CNを実現している世界を想定したシミュレーションとなっていることである。実際の産業においては、いずれかのCN動力源が100%になることは少なくとも当面の市場では想定が難しいものであり、実際にはそこに至るトランジションや複数のパワートレインがミックスされた形を想定すべきであろう。

また、検討対象を普通乗用車に限定している点も留意が必要である。ピックアップトラックなどの大型乗用車、乗用・商用兼用車や、小型・大型トラックなどの商用車を考慮した場合、走行距離や車両稼働率向上の重要性から、給油・充電時間も重要になる点など、パラメーターや考慮すべき項目の追加検討を進める必要がある。加えて、本検討では社会コスト、すなわち政府、企業、ユーザーの三者の負担コストのみを対象としていた。実際には検討すべき項目、たとえば、資源循環のさらなる進展や外部不経済の影響などは考慮できていない点も留意されたい。上記については、いずれも本検討の今後の展開を考えると重要な論点として考慮いただければ幸いである。

注

- 1 「社会的コスト」は経済学上では「社会的費用 (Social Cost)」として企業による私的な経済活動の結果生じる公害や環境問題などにより、第三者または社会全体が負担する費用として定義されるが、本稿では「社会コスト」とし、「政府 (行政)・民間企業・消費者の三者が負担するトータルコスト」と定義した
- 2 日本政府は2030年までに蓄電池・材料の国内製造基盤150GWh/年の確立を目標とする。目標達成に向けて、大規模な生産拡大投資を計画す

る、または現に国内で生産が限定的な部素材や固有の技術を有する蓄電池・蓄電池部素材の製造事業者に対し、設備投資・生産技術開発の支援を行い、製造能力の強化、サプライチェーンの維持・拡大が目指されている。経済産業省「蓄電池産業戦略」(2022年8月31日)など

参考文献

- 1 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構. 次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電技術推進事業/CO₂からの液体燃料製造技術に関する開発シーズ発掘のための調査. 2020
- 2 Argonne National Laboratory. Comprehensive Total Cost of Ownership Quantification for Vehicles with Different Size Classes and Powertrains. 2021
- 3 Keigo Akimoto, Fuminori Sano, Yuko Nakano. Assessment of comprehensive energy systems for achieving carbon neutrality in road transport, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 112, 2022, 103487

著者

濱野友輝 (はまのともき)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部自動車グループマネージャー
専門は自動車業界を中心とした経営・事業戦略、M&Aアドバイザー、DX・業務改革の策定・実行支援など

山田昌輝 (やまだまさき)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部自動車グループコンサルタント
専門は自動車業界・総合化学業界などを中心とした経営・事業戦略、経営改革・ROIC経営、新規事業開発など

石川祐樹 (いしかわゆうき)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部自動車グループコンサルタント
専門は自動車業界を中心とした経営・事業戦略、イノベーションマネジメント、業務改革など

和田義規 (わだともき)

野村総合研究所 (NRI) グローバル製造業コンサルティング部自動車グループコンサルタント
専門は自動車業界を中心とした事業戦略、新規事業開発、実行支援など