

「トランジション・ファイナンス」に関する 自動車分野における技術ロードマップ（案）

2023年2月

経済産業省

目次

章	節	概要
1. 前提		<ul style="list-style-type: none">自動車分野におけるロードマップの必要性ロードマップの目的・位置づけ
2. 自動車産業について		<ul style="list-style-type: none">日本国内における自動車産業の位置づけ、重要性自動車産業におけるカーボンニュートラル化の方向性
3. カーボンニュートラルへの技術の道筋	①CNに向けた低炭素・脱炭素技術	<ul style="list-style-type: none">カーボンニュートラル実現に向けた短中長期の技術オプションの内容
	②技術ロードマップ	<ul style="list-style-type: none">カーボンニュートラル実現に向けて国内で必要となる技術と想定される技術開発を2050年までの時間軸にマッピング
	③科学的根拠／パリ協定との整合	<ul style="list-style-type: none">本ロードマップで想定する技術およびCO2排出についてパリ協定との整合を確認
4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて		<ul style="list-style-type: none">他分野との連携本ロードマップの今後の展開

目次

1. 前提

2. 自動車産業について

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて

1. 前提 | 自動車分野の技術ロードマップの必要性

- トランジションファイナンスに関する技術ロードマップ（以下技術ロードマップ）は、CO2多排出産業であり、かつ排出ゼロのための代替手段が技術的・経済的に現状利用可能ではなく、トランジションの重要性が高いことなどを理由に分野を選定している。
- 自動車産業は、雇用の約1割、輸出の約2割を占める基幹産業であり、日本経済の牽引役。そのため、世界的な脱炭素化という大きな環境変化の中でも、引き続き、その国際競争力を維持・強化し、世界をリードしていくことが重要。
- 他方、自動車分野は我が国全体のCO2排出の16%を占める多排出な産業分野であり、自動車分野のネットゼロに向けた移行は不可欠。移行には低炭素化に向けた省エネ設備の更新・導入等とともに、自動車及び関連部材の製造工程における脱炭素化のみならず、脱炭素化に向けた蓄電池・モーター等の部材開発、クリーンな水素やバイオ燃料・合成燃料をはじめとする脱炭素燃料の安定供給など、多様な選択肢を追求しつつ技術開発・実装を進める上で多額の資金調達が必要となるため、国内外の技術を整理し、2050年までの道筋を描いた。
- また、脱炭素に向けた技術革新や事業構造の変革は企業の強みとなる。2020年時点で3,500兆円（35兆ドル：世界持続的投資連合調べ）規模にまで拡大した世界のESG資金を呼び込むために、投資家の視点も理解しながら、多排出産業もその戦略を開示することが求められている。
- こうした日本のエネルギー事情や自動車産業の特性等も踏まえ、技術、金融の有識者および自動車分野の事業者の代表等を含めて議論を行い、本技術ロードマップを策定した。

1. 前提 | 技術ロードマップの目的・位置づけ①

- 本技術ロードマップは、「クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本方針」（2021年5月金融庁・経済産業省・環境省）を踏まえ、我が国自動車産業における企業にとっては、トランジション・ファイナンス（注）を活用した気候変動対策を検討するにあたり参照することができるもの、また、銀行、証券会社、投資家等にとっては、当該企業が行う資金調達において、脱炭素に向けた移行の戦略・取組がトランジション・ファイナンスとして適格かどうかを判断する際の一助とするものとして、策定するもの。
- 本技術ロードマップは、2050年のカーボンニュートラル実現を最終的な目標とし、現時点で入手可能な情報に基づき、2050年までに実用化が想定される低炭素・脱炭素技術や、それらの実用化のタイミングについて、イメージを示すものである。
- 本技術ロードマップは、パリ協定に基づき定められた国の排出削減目標（NDC）※¹やグリーン成長戦略※²、グリーンイノベーション基金における研究開発・社会実装計画※³と統合的なものとなっている。
- 現時点において、自動車分野におけるカーボンニュートラルを実現する技術は確立されていない。まずは、「2035年に乗用車新車販売で電動車100%」の目標達成に向け取組を着実に進めるとともに、2050年に向け、CN燃料の安定的な供給をはじめ、未だ確立されていない技術の研究開発を推進する。その際、官民の投資により、中長期の脱炭素という課題を我が国の成長エンジンへと転換していく。
- 2030年や2040年を見据えたトランジション期間においては、研究開発のみならず、引き続き省エネやエネルギー転換などの「移行」を着実に進めていくことが重要。

※1 : <https://www.env.go.jp/content/900442544.pdf>

※2 : <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf>

※3 : <https://www.meti.go.jp/press/2021/11/20211111004/20211110004-2.pdf>
<https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220314003/20220314003-2.pdf>
<https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220314003/20220314003-4.pdf>

(注) 「トランジション・ファイナンス」とは、基本指針において、『気候変動への対策を検討している企業が、脱炭素社会の実現に向けて、長期的な戦略に則った温室効果ガス削減の取組を行っている場合にその取組を支援することを目的とした金融手法をいう』とされている。

1. 前提 | 技術ロードマップの目的・位置づけ②

- トランジション・ファイナンスの対象には、自社の低・脱炭素化のみならず、自社の製品・サービスを通じて他社、他分野のトランジションに貢献する取組・活動も含まれる。こうした観点からは、技術的な範疇のみならず、経済的な不利益を被る立場にある者への支援を含む「公正な移行」への取組や、CNを見据えた前向きな業態転換等についても、広くトランジションにかかわる部分と言える。
- 他方、これらの取組・活動は、脱炭素化に向けた社会経済全体に寄与する重要な要素であるものの、極めて広範囲にわたることから、本技術ロードマップについては、主に足もとにおける自動車分野からの排出の大部分を占める製造段階から使用段階、及び関連技術分野の脱炭素化における今後有望な技術の道筋について取り扱う。
- なお、本技術ロードマップの中に織り込んでいる「自動車」とは主として乗用車及びバス・トラック等の商用車である。
- 大前提として、2050年カーボンニュートラル達成という大目標は多くの国で共通しているものの、そのトランジションの道筋は個々の国の事情によって変わりうるものであり、我が国における移行の取組についてはエネルギー基本計画をはじめとするエネルギー政策と一体的に進めていくべきものであることに留意が必要。本技術ロードマップに示す内容についても、我が国のエネルギー政策と整合的なものとなっている。

目次

1. 前提

2. 自動車産業について

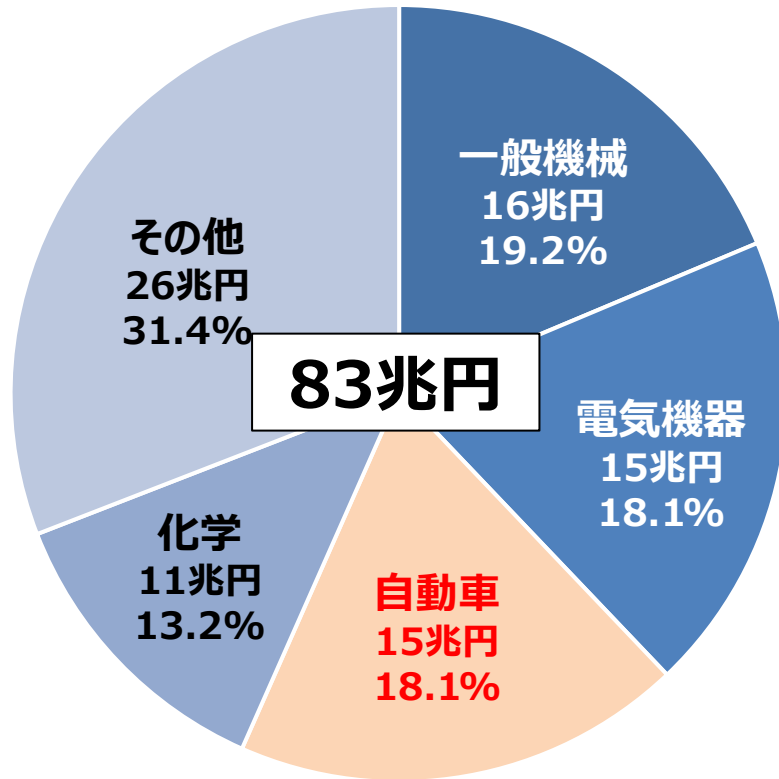
3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて

2. 自動車産業について | 日本経済を支える自動車産業

- 自動車産業は、日本の経済・雇用を支えてきた「屋台骨」。

日本の主要商品別輸出額（2021年）



自動車関連産業の規模

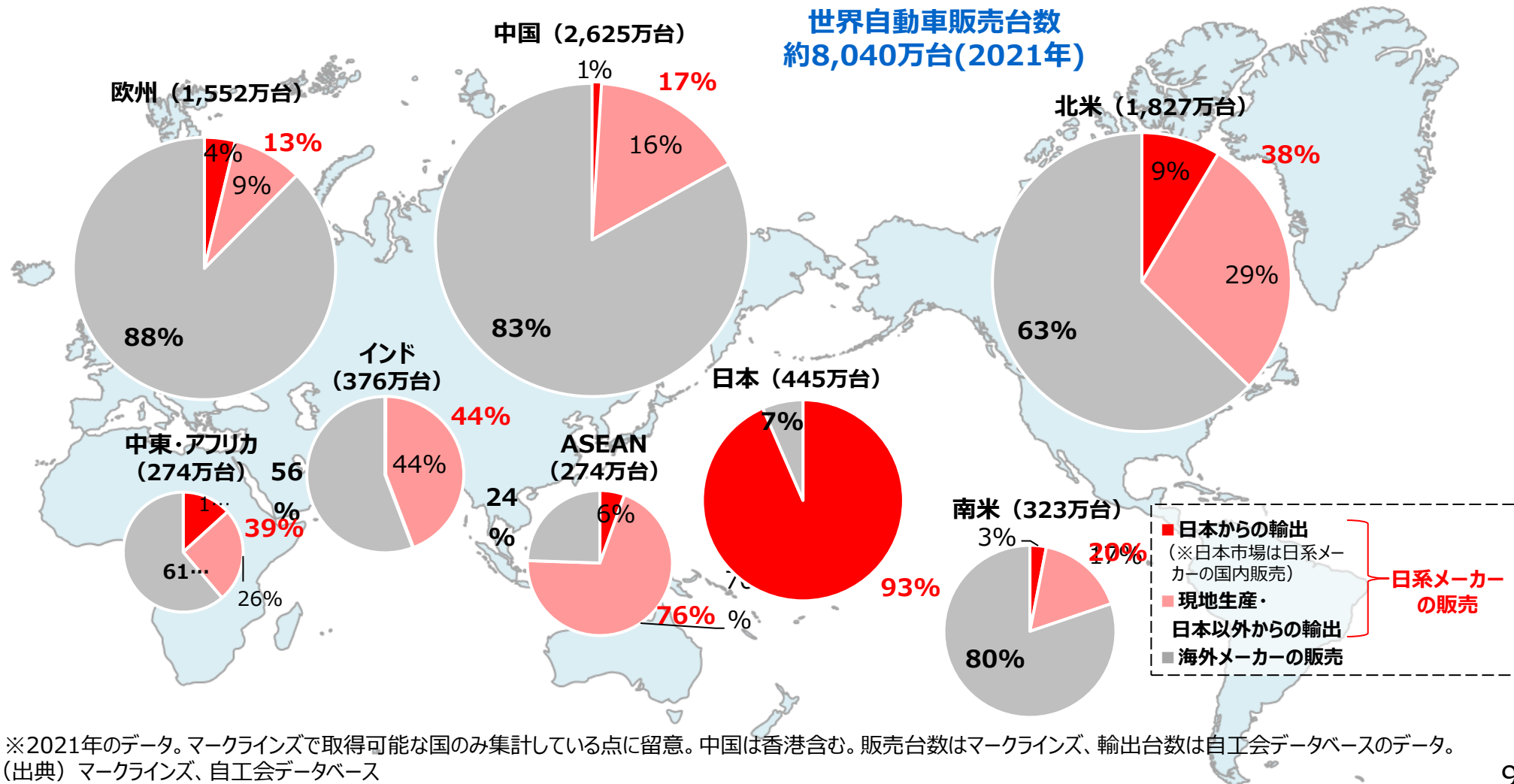
	総計	割合
出荷	約60兆円	製造業の約 2割
雇用	約550万人	全産業の約 1割
設備投資	約1.2兆円	製造業の約 2割
研究開発	約3.7兆円	製造業の約 3割

注) 出荷は2019年、雇用は2021年、その他は2020年度のデータ

2. 自動車産業について | 世界の主要市場における自動車販売台数

データ更新

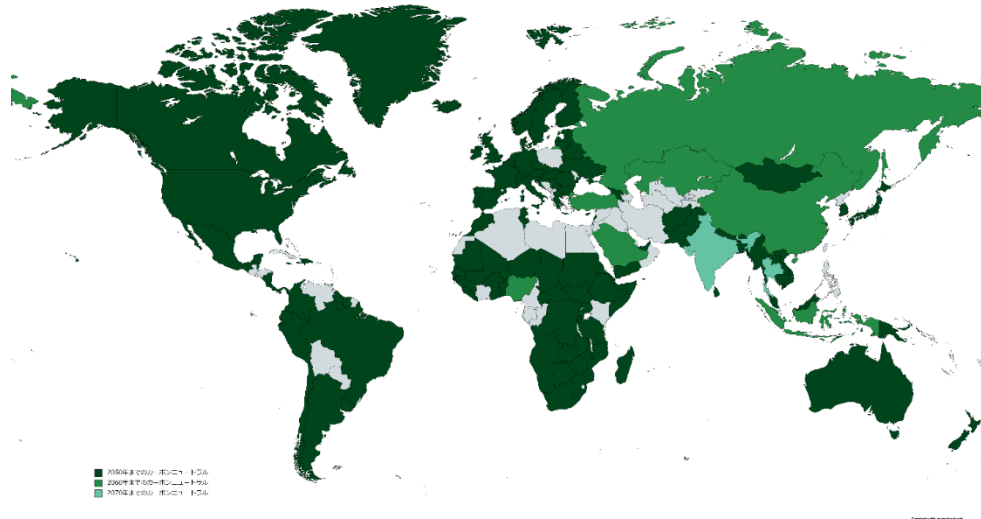
- 世界の主要市場の自動車販売台数をみると、市場規模が大きいのは、中国（約2,600万台）、北米（約1,800万台）、欧州（約1,500万台）。
- 我が国市場は、約450万台。ASEAN・インドを合わせたアジア市場は約1,100万台。



2. 自動車産業について | 2050年カーボンニュートラルと自動車

- 我が国を含めた各国・各地域は、2050年までのカーボンニュートラルを目指すことを表明。
- 我が国における二酸化炭素排出量のうち17.7%を運輸部門、とりわけ、15.5%を自動車分野が占めており、脱炭素化に向けた早急な対応が必要。

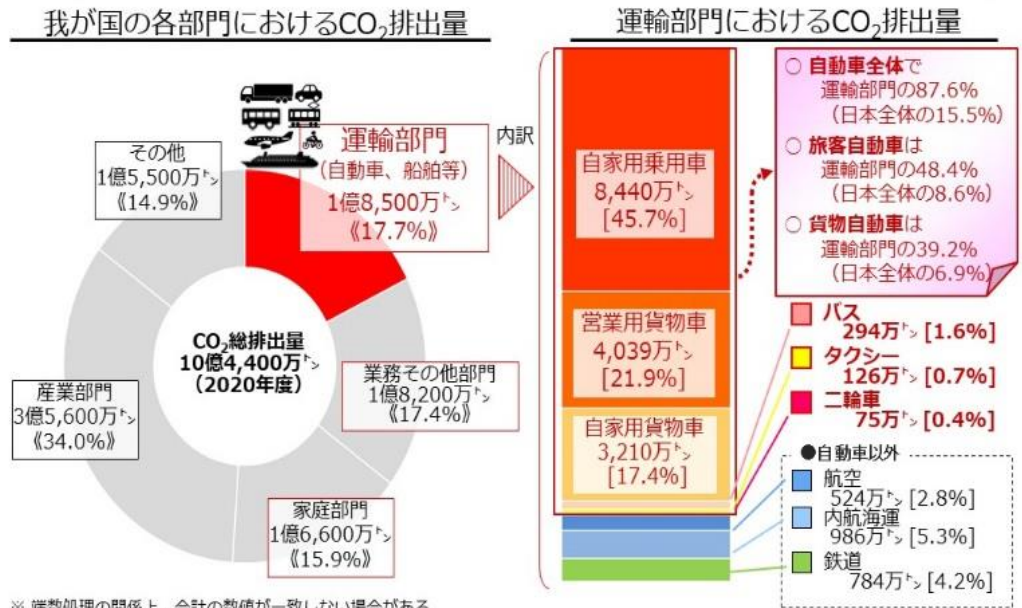
カーボンニュートラルを表明した国・地域



1) ①Climate Ambition Allianceへの参加国、②国連への長期戦略の提出による2050年CN表明国、2021年4月の気候サミット・COP26等における2050年CN表明国等をカウントし、経済産業省作成（2021年11月9日時点）

- ① <https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=95>
- ② <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

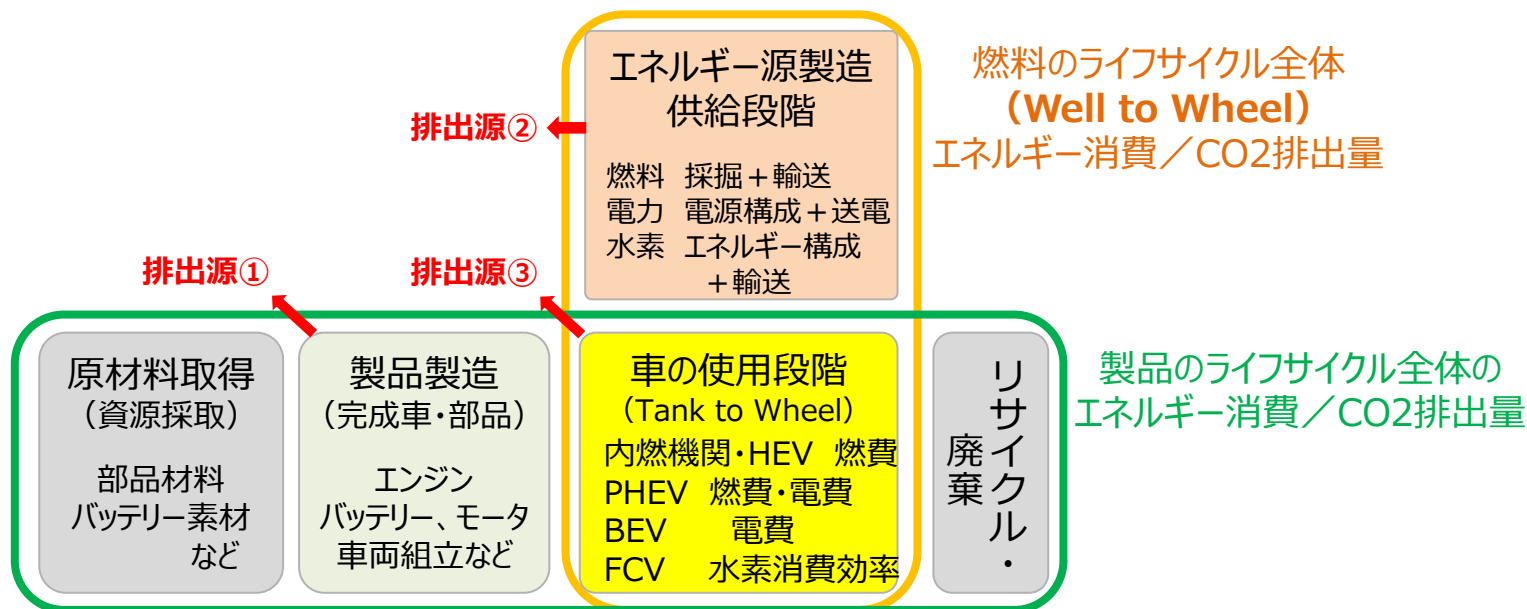
運輸部門における二酸化炭素排出量



国内でのCO₂排出量：10億4,400万ト
自動車分野：15.5%

- ・ <国内> 国交省HP「運輸部門における二酸化炭素排出量」
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html

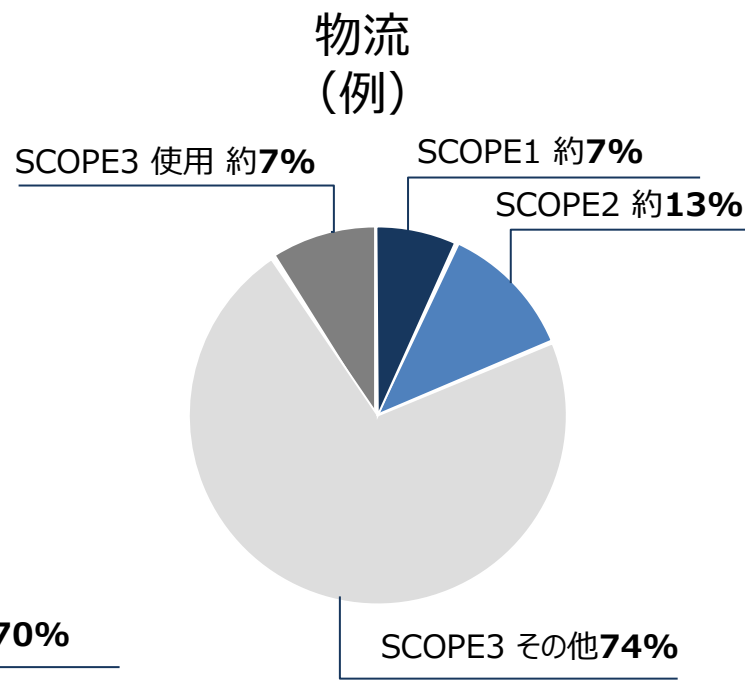
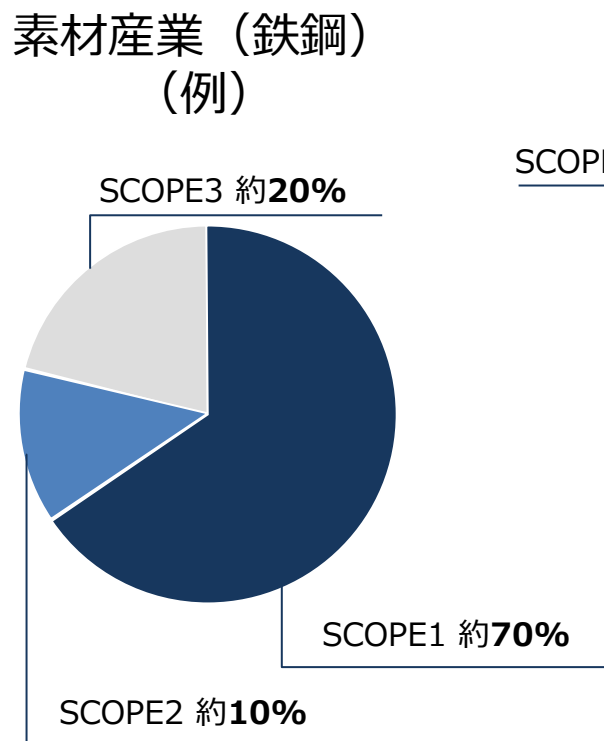
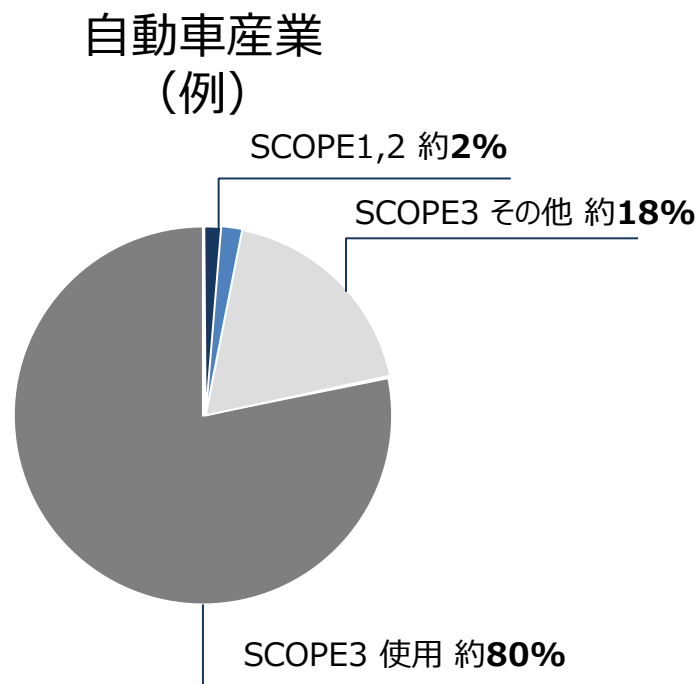
2. 自動車産業について | 自動車分野のCNに向けた方向性



主な排出源	概要	低炭素・脱炭素に向けた方向性
①製品製造	自動車の脱炭素化に不可欠な部材製造における排出	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池やモータ等の高性能化 電池の二次活用及びリサイクル など
	製造時の工場内における電力利用等による排出	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ対策の強化 燃料転換の推進 (ガス転・脱炭素燃料) グリーン電力の活用 など
②エネルギー源製造・供給	自動車走行に必要なエネルギーの生産等による排出	<ul style="list-style-type: none"> グリーンな電力や水素の供給体制の整備 カーボンニュートラル燃料への転換 (バイオ、合成燃料) など
③使用	自動車走行に際してのテールパイプからの排出	<ul style="list-style-type: none"> 燃費規制の導入 電動車の普及・促進 車載コンピューティング技術の省エネ化 交通流の最適化/輸配送の効率化 など
原材料取得、リサイクル・廃棄		<ul style="list-style-type: none"> 本ロードマップの対象外

2. 自動車産業について | 産業別 バリューチェーンにおけるCO2排出量

- 自動車産業の特徴として、事業活動に伴う直接・間接排出（Scope 1、2）よりも、事業活動に関係する他社の排出（Scope 3）、具体的にはユーザーの車両の利用による排出の割合が突出して多い（約8割）。
- 従って、供給側となるOEMに対する対策（省エネ設備導入や電化、研究開発への支援、等）はもちろん、自動車ユーザーの需要に変化をもたらす対策が重要となる。



2. 自動車産業について | 電動化促進に向けた蓄電池・モーター関係の取組の全体像

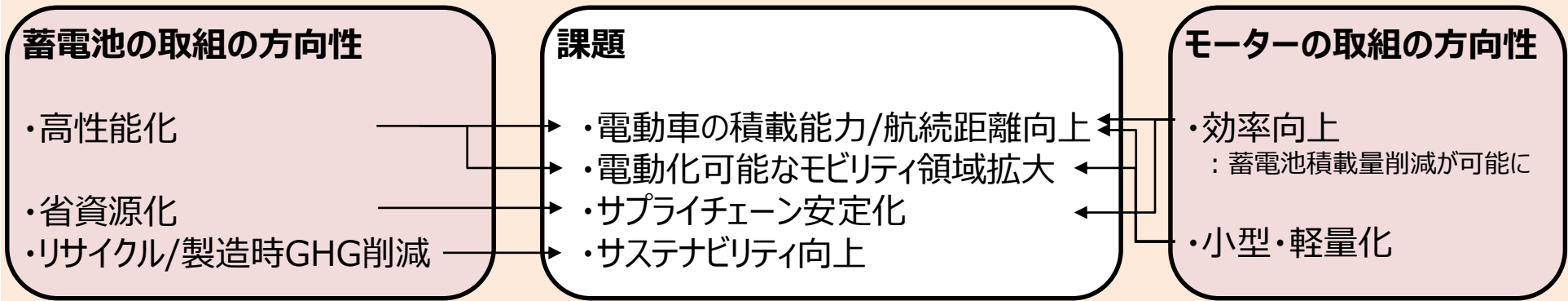
第5回産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会
産業構造転換分野ワーキンググループ資料より抜粋

- 電動化の課題は、①電動パワートレインの容量/重量から、車両の積載能力低下、航続距離制約が生じ、②結果として、軽や大型車など、電動化が難しいモビリティ領域が存在すること。③希少資源を多く用いるほか、④リサイクルシステムが未確立、製造時GHG排出が多いなど、サステナビリティの観点からの課題もある。
- 本プロジェクトでは、蓄電池・モーターについて、高性能化、省資源化、リサイクル/製造時GHG排出削減のための研究開発を行い、こうした課題の解決を目指すとともに、我が国の関連産業の競争力強化を図る。

自動車分野のカーボンニュートラル化に向けた主な取組

【供給サイド】

・電動パワートレイン技術の強化：本プロジェクトの取組領域



- ・車載コンピューティング技術の強化をはじめ、カーボンニュートラルに向けたパワトレ以外の技術強化※
- ・サプライチェーン/バリューチェーン転換
- ・大規模投資支援

・ルール形成/標準化

【需要サイド】

- ・電動車の普及（規制、推進策）
- ・車の使い方の変革（スマートモビリティ社会の構築）

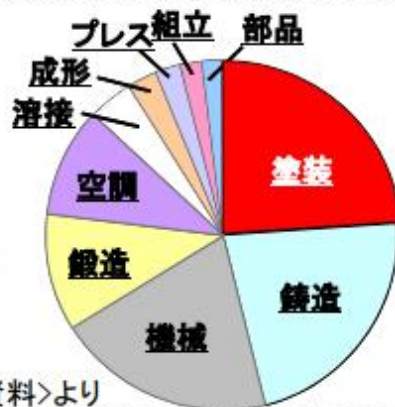
2. 自動車産業について | 自動車の生産工程における脱炭素化の必要性

- 自動車の製造工程では、**塗装工程**を中心に各フェーズで多量のCO2を排出。
- **工場内における省エネ対策の強化**や、**工場内で使用する電力のグリーン化**などを通じ、製造工程の脱炭素化を図っていくことが不可欠。

1) 車両工場の工程概要



【工程別CO₂排出量割合】



各社により内製化率・自動化率等が異なり、CO₂排出状況は各社により異なる

<トヨタ自動車資料>より

2. 自動車産業について | グリーン成長戦略（自動車・蓄電池産業）概要（2021年6月改定）

- ◆ 2050年の自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化を目指すとともに、新たなエネルギー基盤としての蓄電池産業の競争力強化を図る。

<基本的考え方>

- ①自動車産業のみならず、エネルギー供給、様々な産業、生活や仕事、モビリティや物流、地域やまちづくりに関わり、幅広い政策を積極的に総動員する。
- ②国際競争力にもつながるよう、特定の技術に限定することなく、パワートレイン・エネルギー/燃料等を最適に組み合わせ、多様な道筋を目指す。
- ③日本の自動車産業は、世界各国に自動車を提供する、世界に冠たる総合的な技術力をもつ基幹産業であり、諸外国の施策や市場の状況に注目して、包括的な措置を講じる。
- ④関連産業には中小零細企業が多くを占める分野も多いことから、電動化への対応の他、新たな領域への挑戦、業態転換や多角化、企業同士の連携や合併等を通じて、カーボンニュートラル実現に向けて、前向きに取り組めるような産業構造を目指す。

電動化の目標 ※電動車 = EV（電気自動車）、FCV（燃料電池自動車）、PHEV（プラグインハイブリッド）、HV（ハイブリッド）

- ✓ 2035年までに、乗用車新車販売で電動車 100%を実現
- ✓ 商用車については、
 - ・8t以下の小型車について、2030年までに、新車販売で電動車20～30%、2040年までに新車販売で、電動車と合成燃料等の脱炭素燃料の利用に適した車両で合わせて100%を目指す
 - ・8t超の大型車については、2020年代に5,000台の先行導入を目指すとともに、2030年までに、2040年の電動車の普及目標を設定する

インフラ整備の目標

- ✓ 公共用の急速充電器 3 万基、普通充電器12万基設置（遅くとも2030年までにガソリン車並みの利便性を実現）
- ✓ 2030年までに1,000基程度の水素ステーションの整備（商用車向けには事業所の充電・充てん設備の整備を推進）

燃料のカーボンニュートラル化

- ✓ 合成燃料については、2030年代に導入拡大・コスト低減を行い、2040年までの自立商用化を目指す

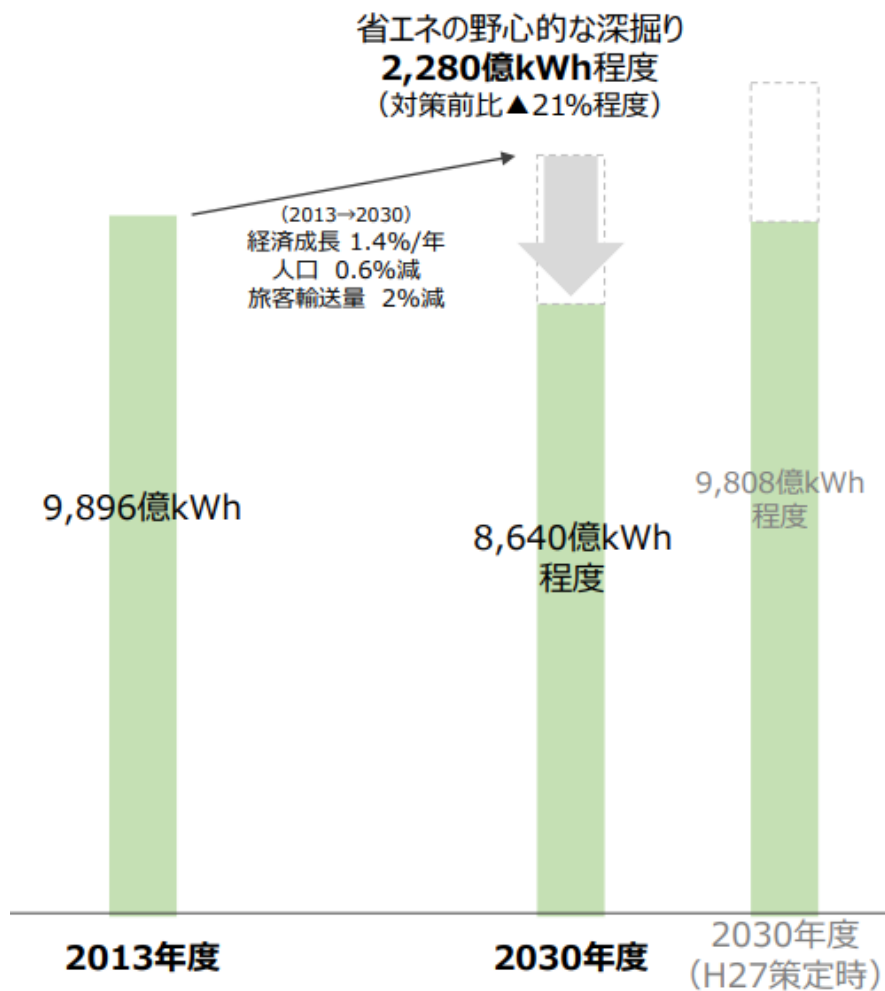
蓄電池の目標

- ✓ 2030年までのできるだけ早期に、国内の車載用蓄電池の製造能力を100GWhまで高めるとともに、電気自動車とガソリン車の経済性が同等となる車載用の電池パック価格1万円/kWh以下を目指す。

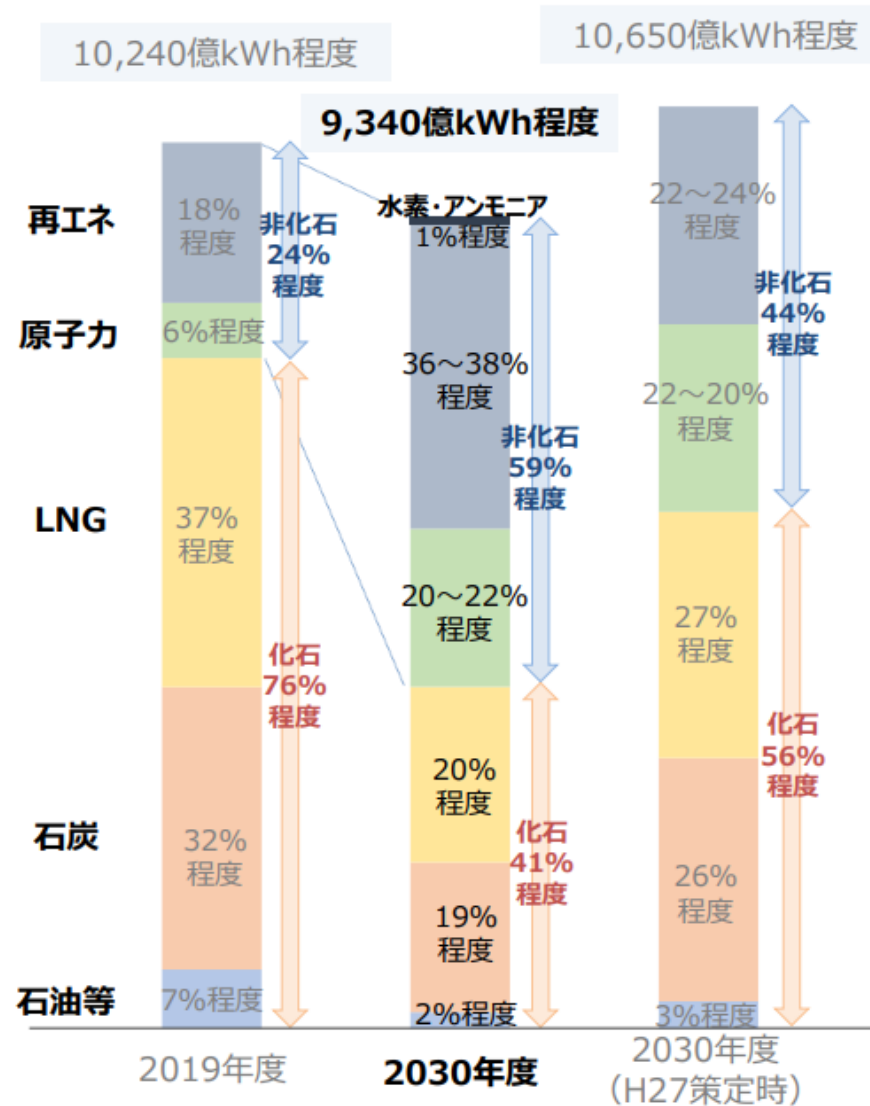
2. 自動車産業について | 2030年度における電力需要・電源構成の見通し

2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）
（令和3年10月）より抜粋

電力需要



電源構成

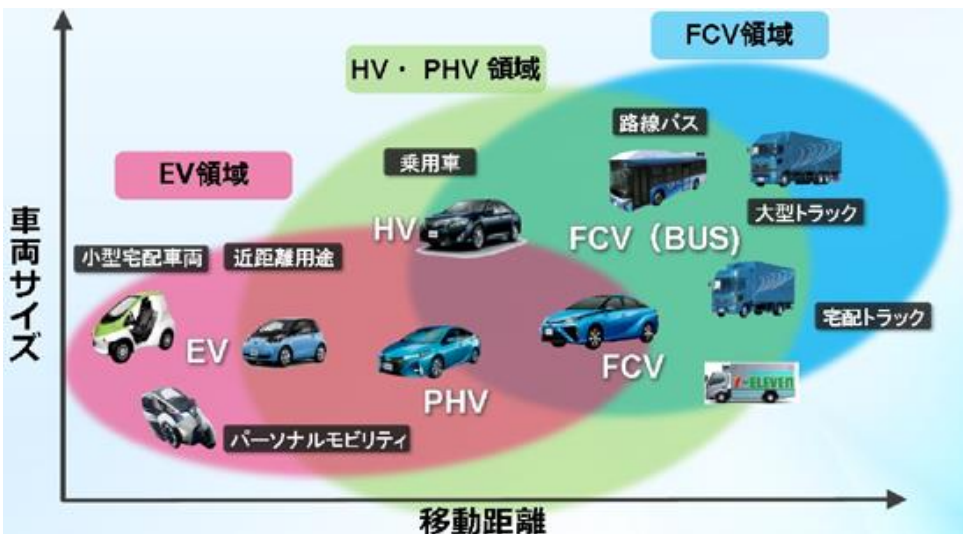


2. 自動車産業について | 電動車のタイプと有望なユースケース

- 電動車にはそれぞれの強みと課題あり。特定の技術に限定することなく、多様な選択肢を追求していくことで、日本の強みや産業基盤を活かし、また、技術間のイノベーション競争を促進。

- ✓ 電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）
- ✓ 燃料電池自動車（FCV） = 商用車を中心に
- ✓ 燃料のカーボンニュートラル化（合成燃料（e-fuel）の活用）

次世代自動車のマッピング










商用車における電動化のタイプと有望なユースケース

車両区分		区分内分布			
		ラストワンマイル (100km以下)	地場輸送 (101-260km)	幹線輸送 (261km)	
トラック	軽トラック	BEV 夜間普通充電で一日に必要な走行距離をカバーすることが可能			
	小型トラック	B2C: BEV B2B: FCV	BEV FCV	FCV	
	普通トラック	中型S	コンビニ配送など稼働率が高いユースケースは、EVでは走行距離が満たせず、かつ充電時間の確保も難しい	BEV FCV	FCV
		中型L		BEV FCV	FCV
	大型	FCV ユースケースが固定されているケースは稀であり、短距離～長距離走行に耐えられる必要があるEVでは積載量が十分確保できず、充電場所/時間の確保も難しい			
バス	小型バス	BEV			
	大型バス	BEV FCV		FCV	

(出典) 環境省「令和2年度EV/FCバス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証委託業務評価レポート」から一部加工

2. 自動車産業について | 各国の電動化目標

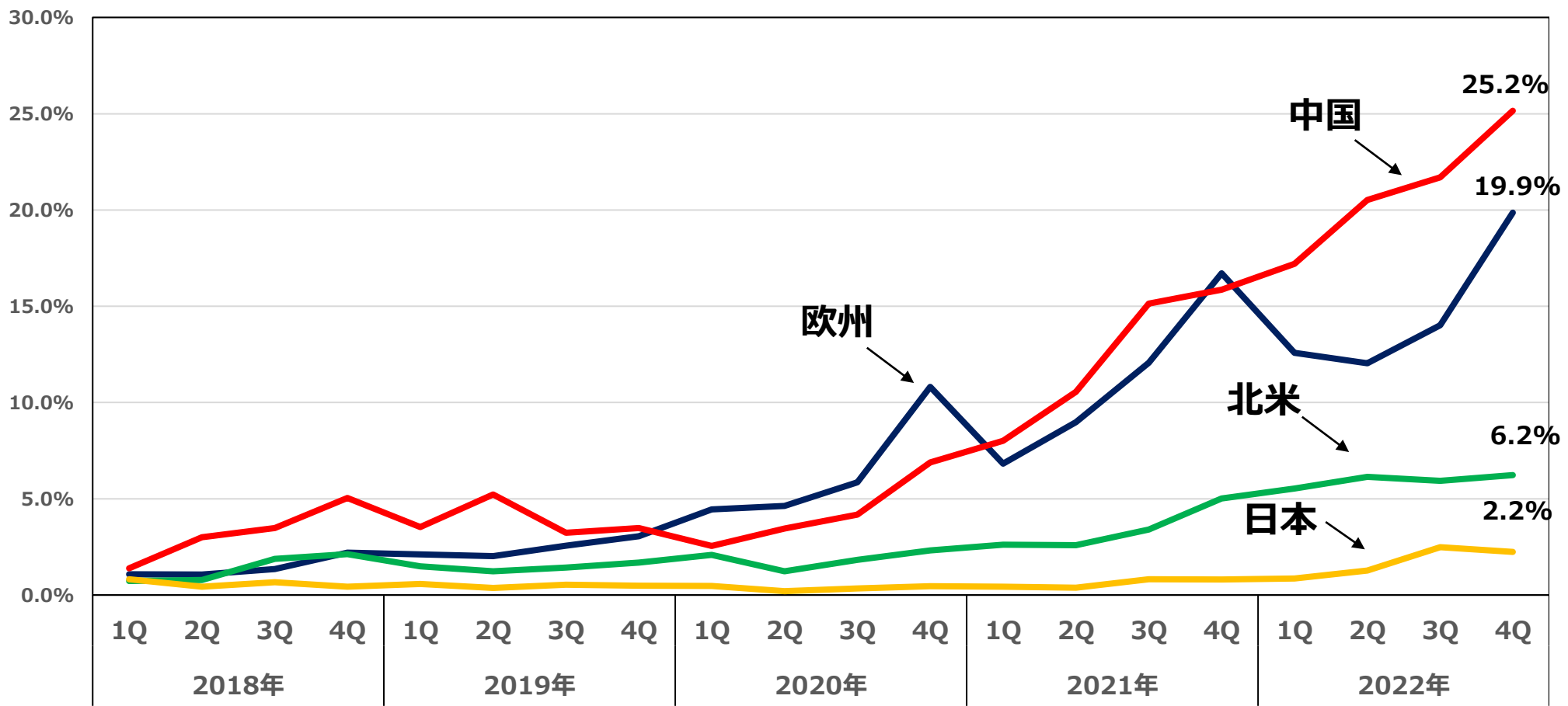
図表差替

	目標年度	目標	FCV	EV	PHEV	HEV	ICE
日本 	2030	HV : 30~40% EV・PHV : 20~30% FCV : ~3%	~3%	20-30%		30~40%	30~50%
	2035	電動車(EV/PHV/FCV/HV) 100%	100%				
EU 	2035	EV・FCV : 100% (注) ただし、中間レビュー等の規定あり	100%		対象外		
米国 	2030	EV・PHV・FCV : 50%	50%			50%	
カリフォルニア州	2035	EV・PHV・FCV : 100%	100%				
中国 	2025	EV・PHV・FCV : 20%	20%				
	2035	HEV50% EV・PHV・FCV : 50% (注) 自動車エンジニア学会発表	50%			50%	対象外
英国 	2030	ガソリン車 : 販売禁止 EV:50~70%		50-70%			対象外
	2035	EV・FCV : 100%	100%		対象外		
フランス 	2040	内燃機関車 : 販売禁止	100%		対象外		
ドイツ 	2030	EV : ストック1500万台		ストック 1500万			

2. 自動車産業について | 主要国・地域におけるBEV比率の推移

● 2022年のBEVの世界の販売台数は約770万台。特に、中国、欧州で増加。

主要国・地域における電気自動車の販売比率の推移



(注) 北米は米国、カナダ、欧州はEU14カ国（ベルギー、ドイツ、フランス、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、デンマーク、アイルランド、ギリシャ、スペイン、ポルトガル、オーストリア、フィンランド、スウェーデン）、ノルウェー、スイス、英国の計17カ国、米国はSUVを小型トラックで算出しているため、乗用車+小型トラックの数値。

(出典) マークラインズ、自工会データ

2. 自動車産業について | イノベーションを通じた多様な選択肢の追求

- それぞれの選択肢の可能性を高めるべく、グリーンイノベーション基金を活用して、世界最先端のイノベーションを推進。

①次世代電池・モーター
上限 1,510億円

- ①航続距離を現在の2倍に
- ②コバルト回収率95%
といった高性能電池・リサイクル技術等の開発を支援。

コスト低減・利便性向上・資源リスク軽減。



全固体電池



リサイクル工程

②水素サプライチェーン構築
上限 3,700億円

海外輸送を含めた大規模サプライチェーンの構築、水電解装置による水素製造の技術開発等を支援。

需要創出と供給コストの低減を一体で支援し、水素社会の実現を目指す。

海上輸送
(液化水素運搬船)



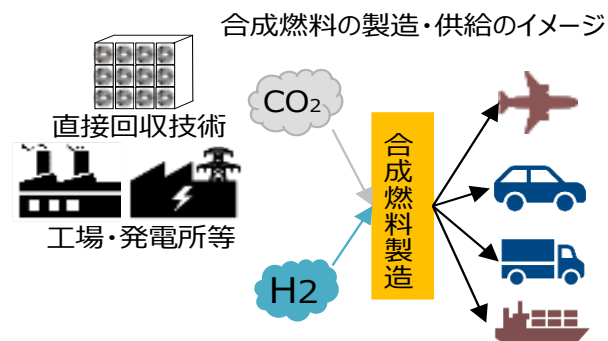
水素製造
(水電解装置)



③合成燃料
上限 576億円

CO2と水素を高効率・大規模に合成燃料に転換するプロセスの開発を支援。

合成燃料の製造収率、利用技術向上を目指す。



※合成燃料:CO2と水素を合成して製造される燃料。

2. 自動車産業について | 電動化社会の構築に向けた取り組み

① 電動車の導入加速

2035年電動車100%に向け
購入支援を拡大
(最大85万円)



*電動車：電気自動車、燃料電池自動車、
プラグインハイブリッド車及びハイブリッド車
(出典) 日産自動車 HP

② 充電・充てんインフラ整備

2030年までに充電インフラ
を5倍に(3万→15万台)
機器の導入を大規模に支援



(出典) 次世代自動車振興センター HP

③ 蓄電池産業の育成

蓄電池戦略を通じて世界のリーダー
の地位を確保(技術開発、製造基
盤確保、人材育成等)



(出典) PPES HP

④ サプライヤー等の構造転換支援

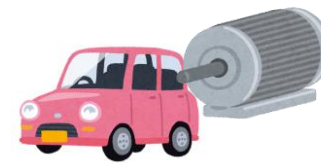
部品サプライヤ、自動車販売店・整備事業者、ガソリンスタンドなど、円滑に電動化に対応できるよう業態転換を支援



(出典) ENEOS HP



エンジン部品

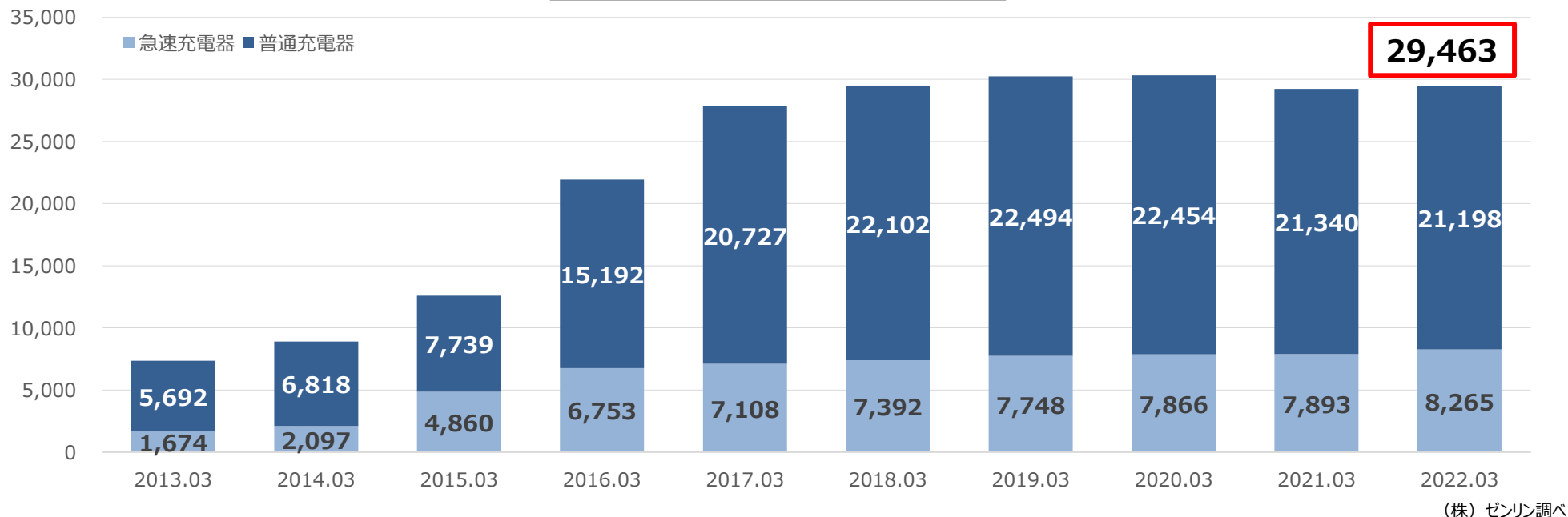


EV・モーター 部品

2. 自動車産業について | 充電インフラの現状

- 公共用の充電設備については、これまで全国で約3万基を整備。
- 車両の普及と充電インフラの整備は車の両輪としてバランスよく進めていくことが必要。

日本における充電器設置基数の推移



各国におけるEV/PHVの累計販売台数と公共用充電器数（2021年実績）

	日本	中国	米国	ドイツ	イギリス	フランス	オランダ	スウェーデン	ルウエー
EV・PHVの累計販売台数	33.4万台	784.3万台	206.4万台	131.5万台	74.6万台	72.5万台	38.5万台	30.0万台	63.7万台
公共充電器数	2.9万基	114.7万基	11.4万基	5.1万基	3.7万基	5.4万基	8.5万基	1.4万基	1.9万基
EV・PHV1台あたりの公共用充電器基数	0.09	0.15	0.06	0.04	0.05	0.07	0.22	0.05	0.03

2. 自動車産業について | 資源価格と蓄電池価格

● リチウムをはじめとした資源価格の変動を受け、2010年以降毎年下落していた蓄電池価格が2022年に初めて上昇。

○ 過去3年間のバッテリーメタルの価格動向

○ 蓄電池の加重平均価格推移

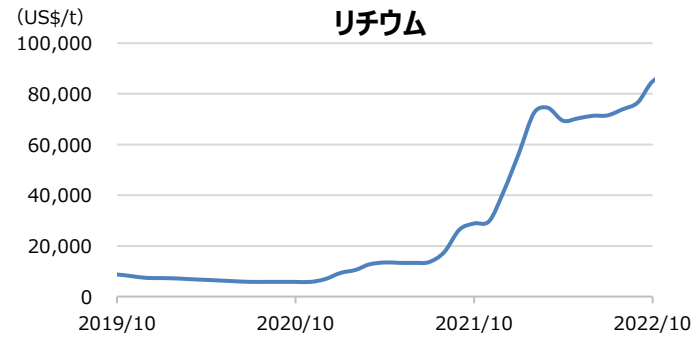
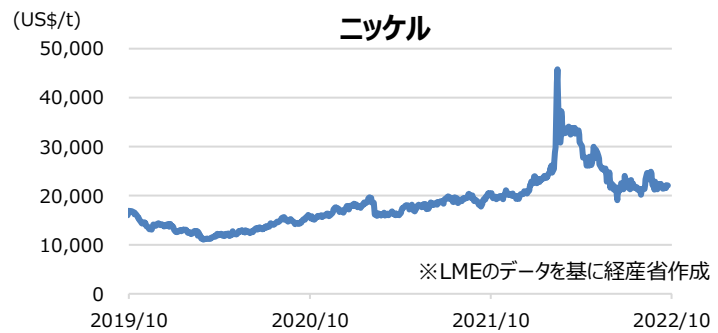
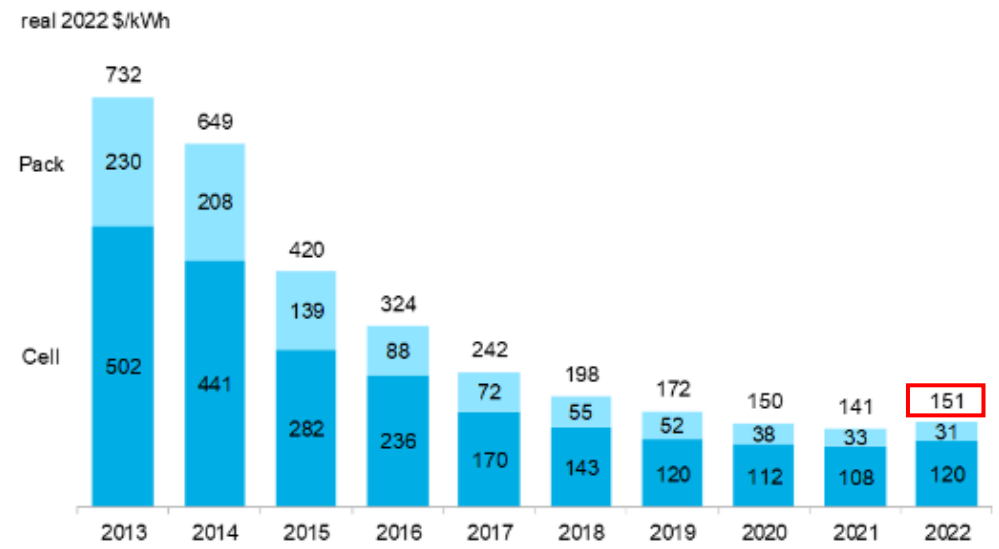


Figure 1: Volume-weighted average lithium-ion battery pack and cell price split, 2013-2022



Source: BloombergNEF. All values in real 2022 dollars. Weighted average survey value includes 178 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles and stationary storage.

出典：BloombergNEF
<https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-rise-for-first-time-to-an-average-of-151-kwh/>

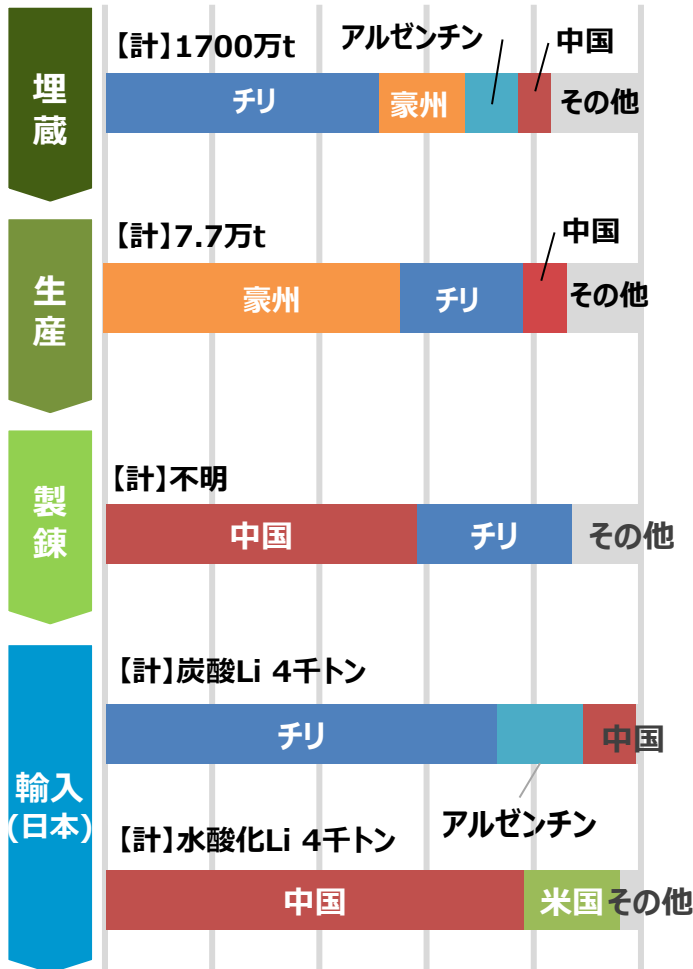
※炭酸リチウムの中国市場価格TRADING ECONOMICSデータを基に経産省作成

2. 自動車産業について | バッテリーメタルのサプライチェーン

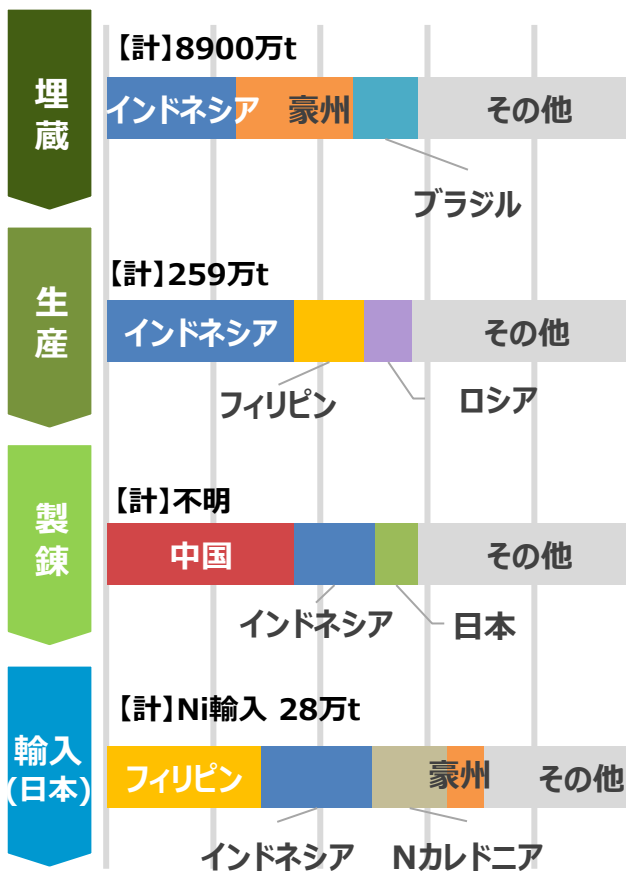
追加

- 蓄電池原材料の多くは、埋蔵量、生産量ともに特定国（豪州・南米・コンゴ民・尼等）に偏在。また、中流の精錬工程は、製造コストの低い中国に集中する傾向。
- 上流権益を押さえることに加えて、中流工程についても手当てしていくことが重要。

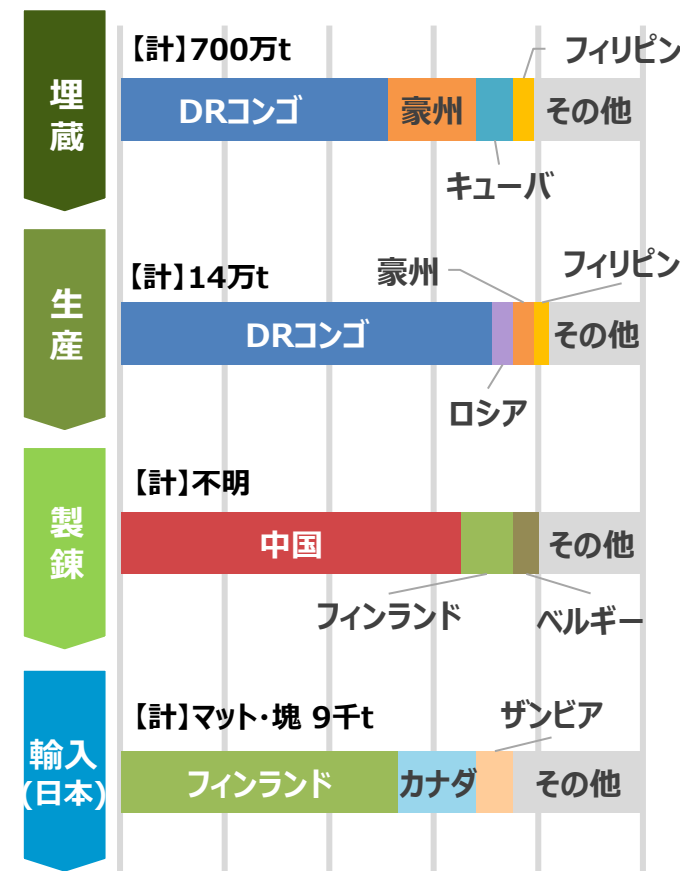
リチウム



ニッケル



コバルト



2. 自動車産業について | 輸送部門における水素利用

- 乗用車に加えて、燃料電池トラックもGI基金も活用しながら2022年度から走行開始。FC商用車の普及を見据え、水素ステーションも人流・物流を考慮した最適配置、大型化を進める。
- 水素STから、パイプライン等を通じて車両以外の近隣の水素需要に供給する取組を一部企業が開始。今後、水素ステーションは近傍の水素需要への供給拠点としてマルチ化していく可能性。
- 将来、船舶や飛行機などで、水素やアンモニア（燃料電池、エンジン）の活用も期待されている。

FCV・水素ST整備



7,418台普及



**178箇所
(整備中含む)**

FC商用車の普及・水素STのマルチ化

FC商用車の普及（グリーン成長戦略）

- ✓ 8トン以下の小型の商用車
 - ◆ 2030年までに、新車販売で電動車 20～30%
 - ◆ 2040年までに、新車販売で、電動車と合成燃料等と合わせて100%
- ✓ 8トン超の大型の商用車
 - ◆ 2020年代に5,000台の先行導入
 - ◆ 2030年までに、2040年の電動車の普及目標



FC小型トラック（イメージ）



FC大型トラック（イメージ）

船舶など



小型・近距離
→ **燃料電池船**



大型・遠距離
→ **水素ガス燃料船**

水素STのマルチ化

- ✓ Woven City近接の水素STの例（右図）
 - ◆ 水素STから、乗用車や商用車などに水素を供給するとともに、パイプラインでWoven Cityに供給
 - ◆ 水素ステーション内に停電時用のFC発電機を設置

水素を「つくる」



ENEOS
水素ステーション

水素を「つかう」



TOYOTA
FCEV

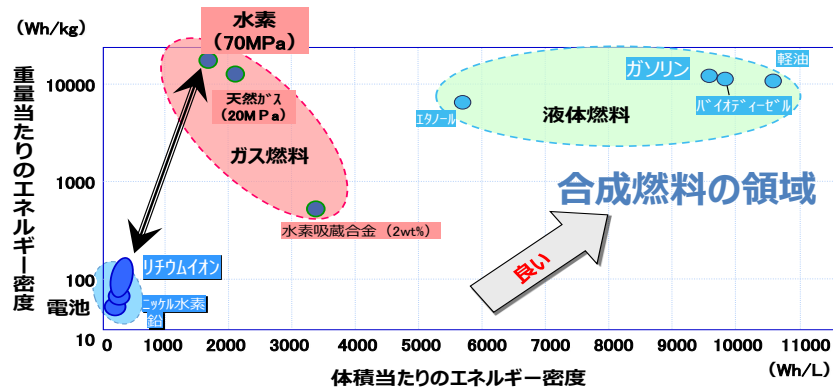
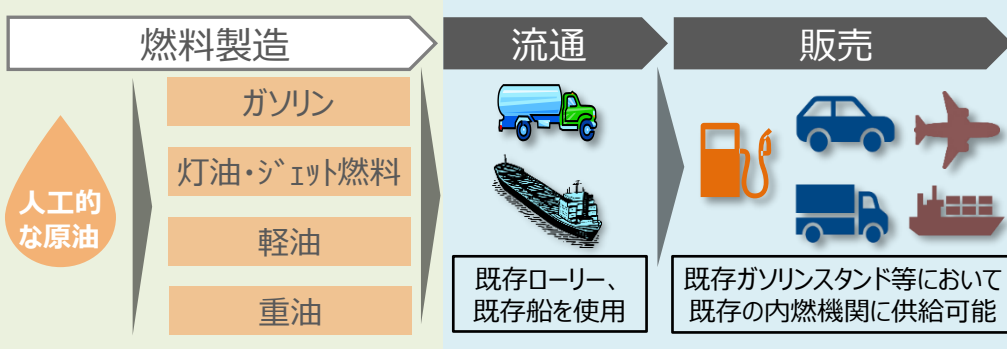


WOVEN CITY

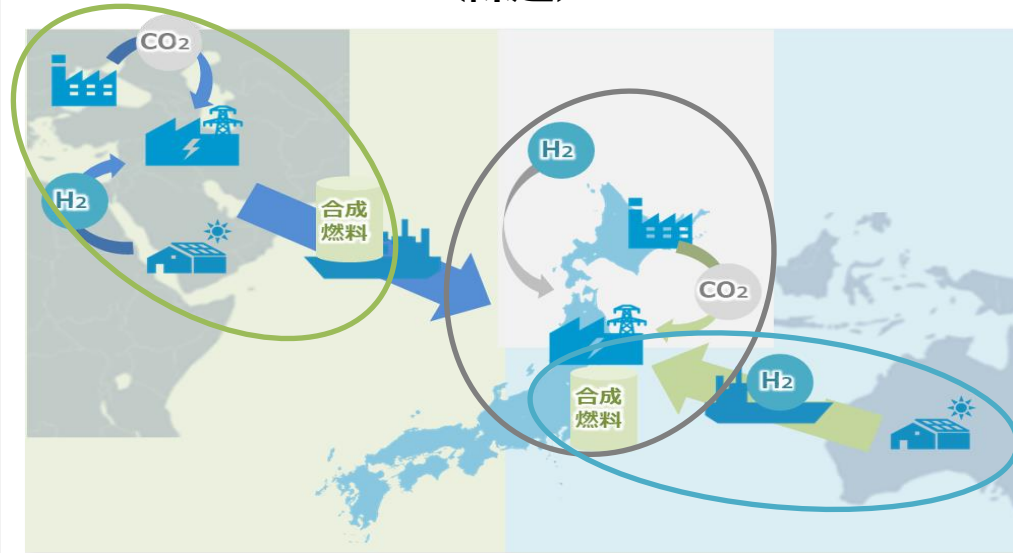
2. 自動車産業について | 合成燃料について

- 合成燃料とは、CO₂と水素を合成して製造される人工的な原油である。
- メリットとしては、①既存の燃料インフラやモビリティ等に適用可能であること、②化石燃料と同等の高いエネルギー密度を有すること等が挙げられる。
- さらに、FT合成により製造を行うことで、国内製油所の精製能力も活かすことができる。
- 他方、課題は、製造コスト。水素価格に大きく依存するが、現時点の試算では約300円～700円/ℓと高額。
- 足もとでは、製造プロセスの高効率かつ大規模化を図ることにより製造コストを低減し、商用規模に導入を拡大させていくことが急がれる状況。

<メリット>



<課題>



海外ですべて製造し
輸入する場合

製造コスト
: 約300円/ℓ

原料調達から製造まで
すべて国内で行う場合

製造コスト
: 約700円/ℓ

水素を輸入し、
国内で製造する場合

製造コスト
: 約350円/ℓ

2. 自動車産業について | 合成燃料の早期実用化・商用化に向けた取組

- GI基金などにより、大規模かつ高効率な製造プロセスの開発を支援。2030年までの大規模製造プロセスの実証を目指している。

第1回 合成燃料 (e-fuel) の導入促進に向けた官民協議会資料より抜粋

<GI基金プロジェクトにおける研究開発内容>



<合成燃料の推進目標>

合成燃料 (e-fuel)	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
GI基金事業 (予算額：約576億円) (受託先：ENEOS)	既存製造技術の高効率化開発			大規模製造プロセスの実証			
	ベンチプラントによる運転検証				パイロットプラントによる運転検証	導入拡大 コスト低減	
			2025年：1BPD製造	2028年：300BPD (1.7万kl/年) 製造			
NEDO事業	革新的製造技術の開発					自立商用化	
						ガソリン価格以下の コスト実現	

目次

1. 前提

2. 自動車産業について

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ①低炭素・脱炭素技術「製品製造」

製品の脱炭素化

製品製造
製造工程の脱炭素化

技術名	概要	排出係数※1	実装年※2	主な参照先※3
蓄電池・モータ等の開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高性能蓄電池の開発 ✓ 高性能かつ省資源な材料開発 ✓ 小型で高効率なモータシステムの開発 	最大100%削減	一部導入	<ul style="list-style-type: none"> • <u>グリーン成長戦略</u> • <u>GI基金-社会実装計画</u>※4
電池の二次活用及びリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 蓄電池のリユース・リサイクルの推進 	最大100%削減	2030年代	<ul style="list-style-type: none"> • <u>GI基金-社会実装計画</u>
省エネ対策強化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 熱の有効利用、高度制御・高効率機器の導入、動力系の効率改善、塗装工程の脱炭素化、プロセスの大規模な改良・高度化等 	—	既に導入	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • CN行動計画
燃料転換の推進	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 石油系燃料から天然ガス等への転換等 	—	既に導入	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画
脱炭素燃料への転換	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 化石燃料からCO2フリー水素等の脱炭素燃料への転換 	最大100%削減	2030年代	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • <u>GI基金-社会実装計画</u>
再エネ・ゼロエミ電源の活用、開発促進	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造工程等における電力のグリーン化 	最大100%削減	既に導入	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • <u>グリーン成長戦略</u>
CCS・CCU・DAC	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 工場内で発生したCO2の回収 ✓ 回収したCO2から燃料・素材（炭酸塩）等を生産 ✓ CCS導入 	最大100%削減	2030年代	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • <u>グリーン成長戦略</u> • <u>GI基金-社会実装計画</u>

※1：既存技術の排出係数をもとに、対象技術による削減幅より算出。削減幅は、当該工程における削減幅として記載。

※2：社会実装計画については導入拡大・コスト低減フェーズの開始年を参照。

※3：実装年の参照先には下線を付加。

※4：グリーンイノベーション基金における研究開発・社会実装計画。

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ①低炭素・脱炭素技術「エネルギー源製造・供給」

エネルギー源製造・供給
 充電・充填インフラ整備
 カーボンニュートラル燃料の製造・供給

技術名	概要	排出係数※1	実装年※2	主な参照先※3
充電インフラの整備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電気自動車等向けに必要な充電インフラ網を整備 	—	既に導入 (2030年に 公共充電15万基)	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • グリーン成長戦略
水素ステーションの整備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃料電池自動車等向けに必要な水素充填インフラ網を整備 	—	既に導入 (2030年に1000基)	<ul style="list-style-type: none"> • エネルギー基本計画 • グリーン成長戦略
水素	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造・輸送技術の高効率化 ✓ 製油所設備を活用した脱水素・貯蔵 ✓ 国内供給・自社利用（発電用・自動車燃料用・原料用等） 	最大100%削減	一部導入済み	<ul style="list-style-type: none"> • <u>GI基金-社会実装計画</u>※4 • グリーン成長戦略 • エネルギー基本計画
バイオ燃料 (バイオエタノール、 バイオディーゼル等)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 植物や廃棄物等から液体燃料等を製造 	最大100%削減	一部導入済み	<ul style="list-style-type: none"> • <u>GI基金-社会実装計画</u>※4 • グリーン成長戦略 • 低炭素社会実行計画 • エネルギー基本計画 • IEA-ETP2020
合成燃料	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水素とCO2から液体燃料を製造 	最大100%削減	2040年代	<ul style="list-style-type: none"> • <u>GI基金-社会実装計画</u> • グリーン成長戦略 • エネルギー基本計画 • IEA-ETP2020

※1：既存技術の排出係数をもとに、対象技術による削減幅より算出。削減幅は、当該工程における削減幅として記載。

※2：社会実装計画については導入拡大・コスト低減フェーズの開始年を参照。

※3：実装年の参照先には下線を付加。

※4：グリーンイノベーション基金における研究開発・社会実装計画。

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ①低炭素・脱炭素技術「使用」

使用

技術名	概要	排出係数※1	実装年※2	主な参照先※3
燃費・電費規制 ※BEV及びPHEVについても、 2030年度基準より新たに対象に。	<ul style="list-style-type: none"> 燃費基準の遵守に向けた執行強化 技術中立的な燃費規制 	-	既に導入	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略 エネルギー基本計画 CN行動計画
電動車の普及促進	【乗用車】 <ul style="list-style-type: none"> 2035年までに新車販売で電動車 100% 【商用車】 <ul style="list-style-type: none"> 8t以下の小型車について、2030年までに新車販売で電動車20~30%、2040年までに新車販売で、電動車+脱炭素燃料利用車両で合わせて100% 8t超の大型車について、2020年代に5,000台の先行導入、2030年までに2040年の電動車の普及目標を設定 	-	一部導入済み (タイムラインは左記)	<ul style="list-style-type: none"> 次世代自動車戦略2010 グリーン成長戦略 エネルギー基本計画
車載コンピューティング技術の省エネ化	<ul style="list-style-type: none"> 車載コンピューティング（自動運転ソフトウェア、センシング技術等）やデジタル開発基盤等の性能向上及び省エネ化 	-	一部導入済み	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略 GI基金-社会実装計画※4
交通流の最適化	<ul style="list-style-type: none"> AD/ADASや狭域通信機能等の社会実装を通じた、自動車単体・交通流全体の最適化 	-	一部導入済み	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略
輸配送の効率化	<ul style="list-style-type: none"> 荷主企業と物流事業者等の関係者が連携して行うモーダルシフトやトラック輸送の効率化等 高速道におけるレベル4自動運転トラックの実現 トラックデータ連携による積載率の向上や、運行管理とエネルギーマネジメントの最適化 	-	一部導入済み	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略 GI基金-社会実装計画※4

※1：既存技術の排出係数をもとに、対象技術による削減幅より算出。削減幅は、当該工程における削減幅として記載。

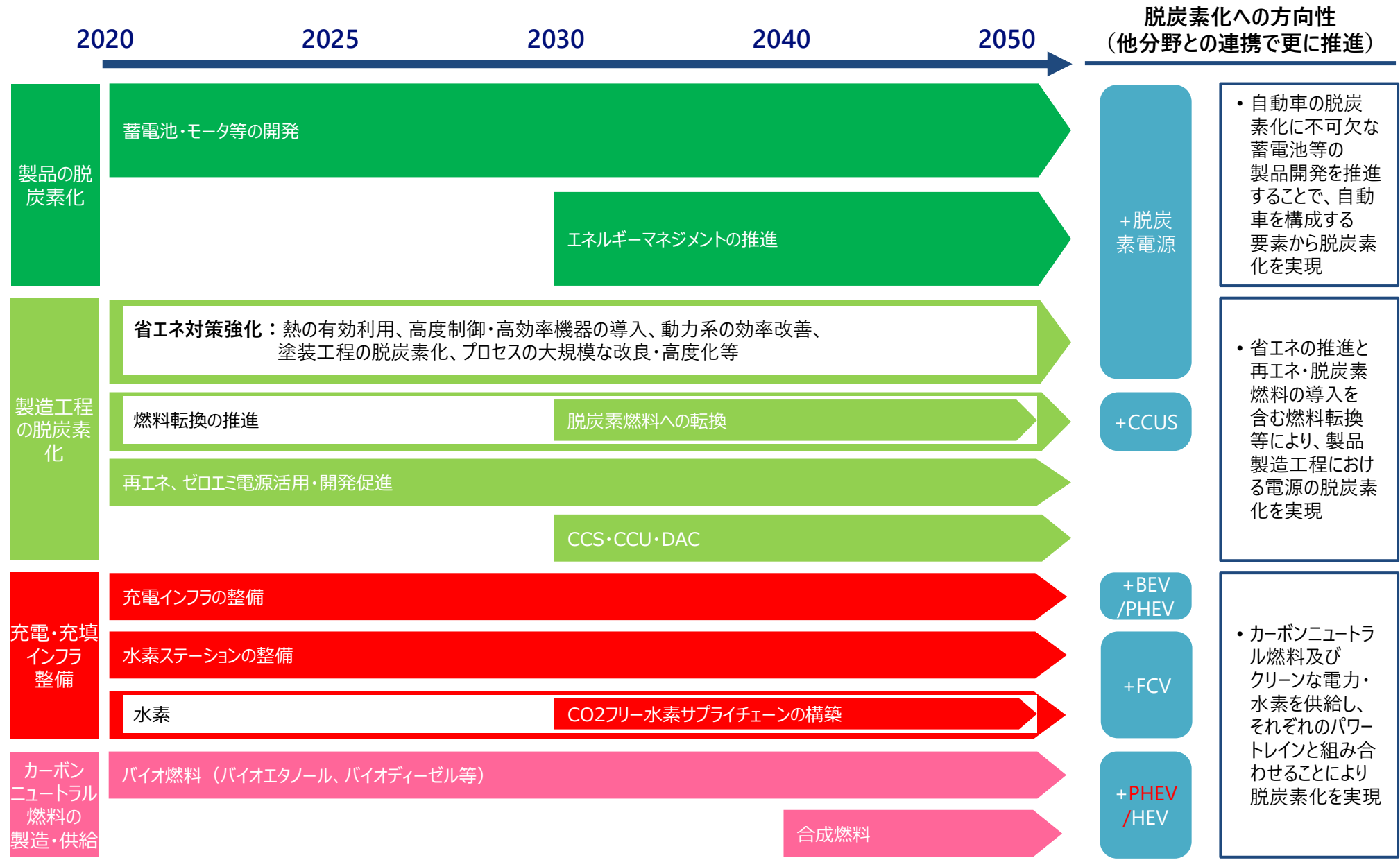
※2：社会実装計画については導入拡大・コスト低減フェーズの開始年を参照。

※3：実装年の参照先には下線を付加。

※4：グリーンイノベーション基金における研究開発・社会実装計画。

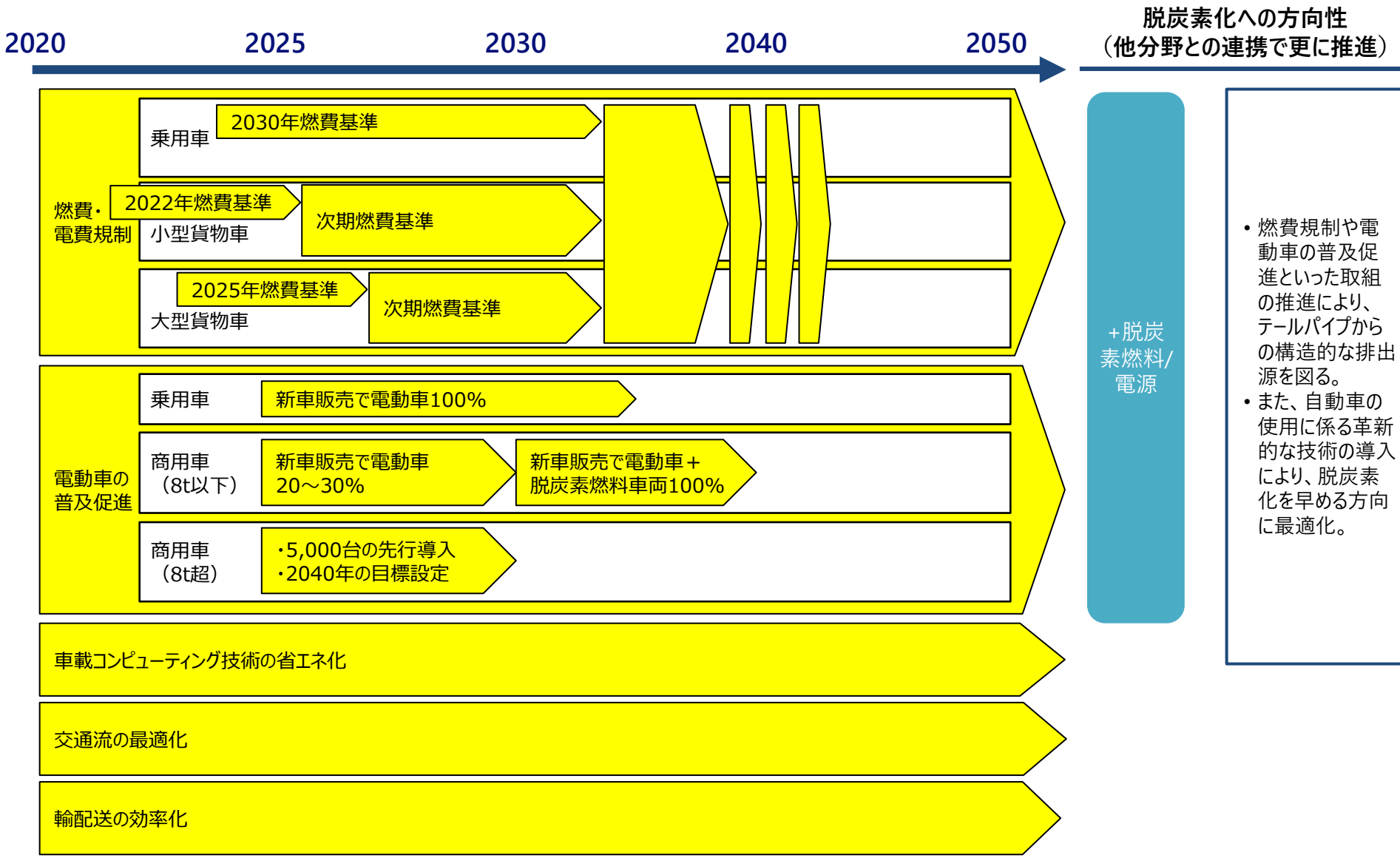
3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 |

②技術ロードマップ「製品製造」「エネルギー製造・供給」

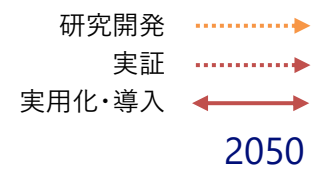


3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 |

②技術ロードマップ「使用」



3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ②技術ロードマップ【参考】



2020

2025

2030

2040

2050

製品の脱炭素化

蓄電池・モーター等の開発

蓄電池・モーター等の電動車関連技術開発・実証

電池の二次活用
及びリサイクル

蓄電池のリユース・リサイクルの促進

製造工程の脱炭素化

省エネ対策強化

熱の有効利用、高度制御・高効率機器の導入、動力系の効率改善、塗装工程の脱炭素化、プロセスの大規模な改良・高度化等

燃料転換の推進

石油系燃料から天然ガス等への転換

脱炭素燃料への転換

CO2フリー水素の活用：実証

商用化

再エネ・ゼロエミ電源の活用、
開発促進

製造工程等における電力のグリーン化

CCS・CCU

CO2分離回収：
研究開発（性能向上、プロセス開発）

CO2分離回収：実証

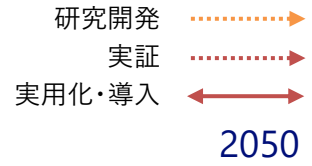
商用化

炭酸塩化：
研究開発（原料・燃料化プロセスの開発）





炭酸塩化：実証

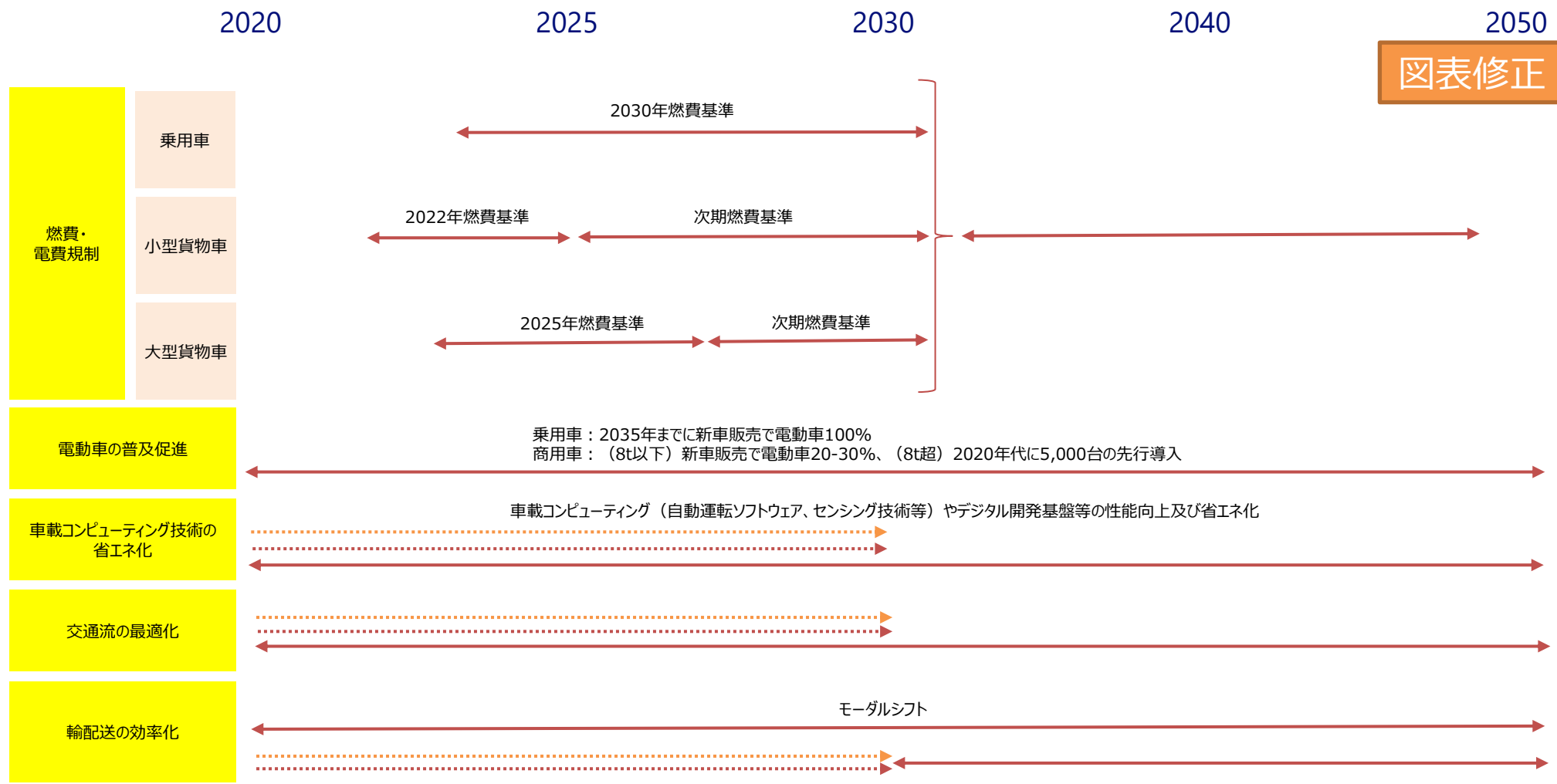
商用化

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ②技術ロードマップ【参考】



3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ②技術ロードマップ【参考】

研究開発  →
 実証  →
 実用化・導入  →
 ← 



図表修正

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋 | ③科学的根拠/パリ協定との整合

- 本技術ロードマップは、2050年カーボンニュートラルの実現を目的とした我が国の各政策や国際的なシナリオ等を参照したもので、パリ協定と整合する。
- 製造時の各種省エネ・効率化や燃料転換に加え、電動車の導入と脱炭素燃料の導入を拡大により、2050年カーボンニュートラルを実現していく。

主な参照先・作成根拠

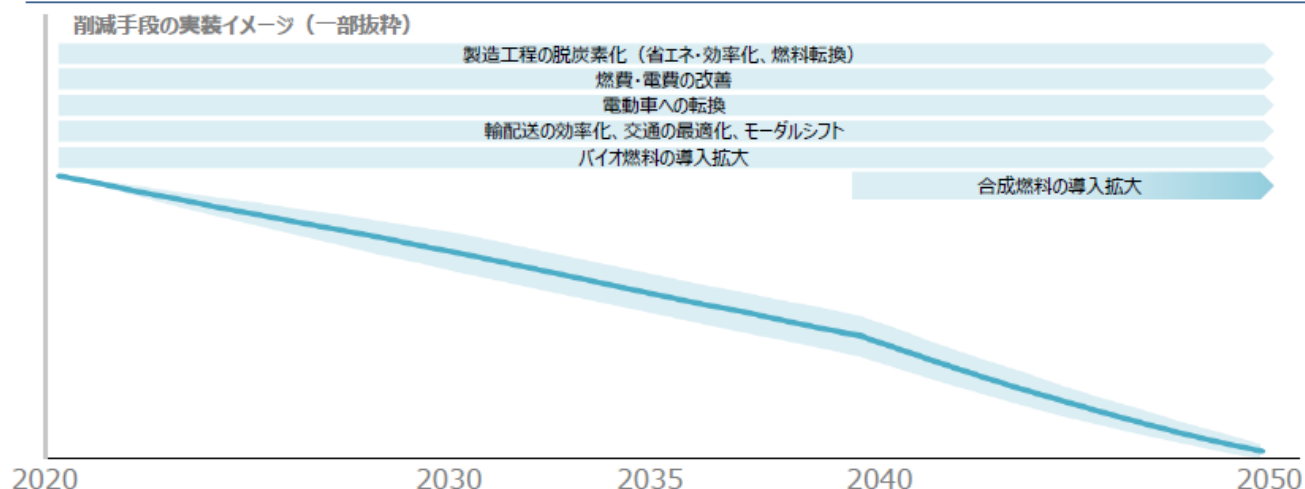
各種政府施策

- ✓ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（自動車・蓄電池産業）
- ✓ エネルギー基本計画
- ✓ 温暖化対策計画
- ✓ 「電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発」および「スマートモビリティ社会の構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画

パリ協定と整合する海外のシナリオ・ロードマップ等

- ✓ IPCC AR6 WGIII
- ✓ Clean Energy Technology Guide (IEA)
- ✓ Energy Technology Perspective 2020 (IEA)
- ✓ Net Zero by 2050 (IEA)
- ✓ Science Based Target initiative
- ✓ 日本自動車工業会 2050年カーボンニュートラルシナリオ

CO2排出の削減イメージ※1、2、3



主要な削減手段

（1）燃費・電費の改善

- 燃費・電費の継続的な改善や、HEV・PHEVなどのよりエネルギー効率が高い自動車を導入することで、全体としての燃料・電力等消費量を削減する。

（2）電動化・脱炭素燃料の導入

- BEV・FCVの導入を進める他、HEV・PHEV等への合成燃料利用を拡大し、走行時の排出量を削減する。

（3）製造工程の脱炭素化

- 再エネ利用の拡大や低・脱炭素燃料への転換等により、自動車製造時の排出を削減する。

概要

※1 我が国における自動車産業のうち本ロードマップの対象分野としての削減イメージであり、実際には各社は各々の長期的な戦略の下でカーボンニュートラルの実現を目指していくことになるため、各社に上記経路イメージとの一致を求めるものではない。

※2 上記経路には水素・合成燃料の製造・輸送などにかかる排出量は含まれていない。

※3 省エネ技術の進展や水素・アンモニアなどの新燃料の安定・安価な供給、他産業との連携によるDAC等を含めたCCUSやその関連のインフラ、サーキュラーエコミーなど新たな社会システムの構築などが整備されていることが前提。

目次

1. 前提

2. 自動車産業について

3. カーボンニュートラルへの技術の道筋

4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて

4. 脱炭素化及びパリ協定の実現に向けて

- 本技術ロードマップは、現時点で想定されている低炭素・脱炭素技術を選択肢として示すとともに、これら技術の実用化のタイミングについて、イメージを示すものである。
- 自動車分野における技術開発は長期にわたることが想定されており、経済性など不確実性も存在する。そのため、本技術ロードマップに記載されている以外の低炭素・脱炭素技術が開発・導入される可能性もある。
- また、自動車分野における低炭素・脱炭素技術の実用化は、脱炭素電源、CCUSなど他分野との連携を含む社会システムの整備状況にも左右されるため、他分野と連携しつつカーボンニュートラルの実現に向けた取組を進めていくこととなる。
- 今後、本分野における技術開発や各社・政策の動向、その他技術の進展や、投資家等との意見交換を踏まえ、技術ロードマップの妥当性を維持し、活用できるよう、定期的・継続的に見直しを行うこととする。
- 自動車業界各社においては、長期的な戦略の下で、各社の経営判断に基づき、本技術ロードマップに掲げた各技術を最適に組み合わせ、カーボンニュートラルの実現を目指していくこととなる。
- また、各事業主体の排出削減の努力は本ロードマップの「技術」にとどまらず、カーボンクレジットの活用やカーボンオフセット商品の購入等も考えられる。

経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会

自動車分野 委員名簿

【座長】

秋元 圭吾 公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）
システム研究グループリーダー・主席研究員

【委員】

押田 俊輔 マニユライフ・インベストメント・マネジメント株式会社クレジット調査部長
梶原 敦子 株式会社日本格付研究所 常務執行役員 サステナブル・ファイナンス評価本部長
関根 泰 早稲田大学 理工学術院 教授
高村 ゆかり 東京大学 未来ビジョン研究センター 教授
竹ヶ原 啓介 株式会社日本政策投資銀行 設備投資研究所エグゼクティブフェロー／
副所長 兼 金融経済研究センター長
松橋 隆治 東京大学 大学院工学系研究科電気系工学専攻 教授

【専門委員】

大津 啓司 一般社団法人日本自動車工業会 環境技術・政策委員会 委員長
末広 茂 一般財団法人日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット
計量・統計分析グループマネージャー 研究主幹
竹内 純子 NPO法人国際環境経済研究所 理事
東北大学 特任教授
U3innovations合同会社 共同代表