

# 将来の国内水素需要量 に関するモデル分析

2025年8月



# 本検討では、脱炭素化の進展度合いに伴う水素エネルギーの需要量の変化を、モデル分析により定量的に評価した

## Why?

- カーボンニュートラル(CN)の達成に向けて、水素は、発電用の燃料としての活用に加えて、電化が困難な重工業や陸運、海運、航空といった分野での活用が期待されている。
- 一方で、国内ではモデルを使用した将来の電源ミックス試算結果などが多く公表されているが、水素に関しては関連技術や規制の実現／遅れが与える具体的な影響を評価した例が少なく、各業界の意思決定に困難が生じている。

## What?

- 本検討では、脱炭素化の進展度合いに伴う水素(アンモニアも含む)需要量の変化を、定量的に評価した。
- 具体的には、国内における水素を中心とした新エネルギーの需給シナリオ例を複数示し、その分析結果と共に、各業界のプレイヤーの意思決定に関わる概要情報として提供する。

## How?

- シナリオごとに一次エネルギー及び関連技術の価格／コスト、技術導入時期、産業活動量(需要)、規制内容(炭素税／炭素価格)を設定したうえで、PwCが開発したエネルギー需給モデルによるコスト最小化計算を足元から2050年時点まで実施。
- 算出された各セクターにおけるCO<sub>2</sub>排出量や技術選択時期・量などを基に、2050年のカーボンニュートラルを達成するための課題や障壁を、水素関連技術・コストを軸に考察した。



# Table of Contents

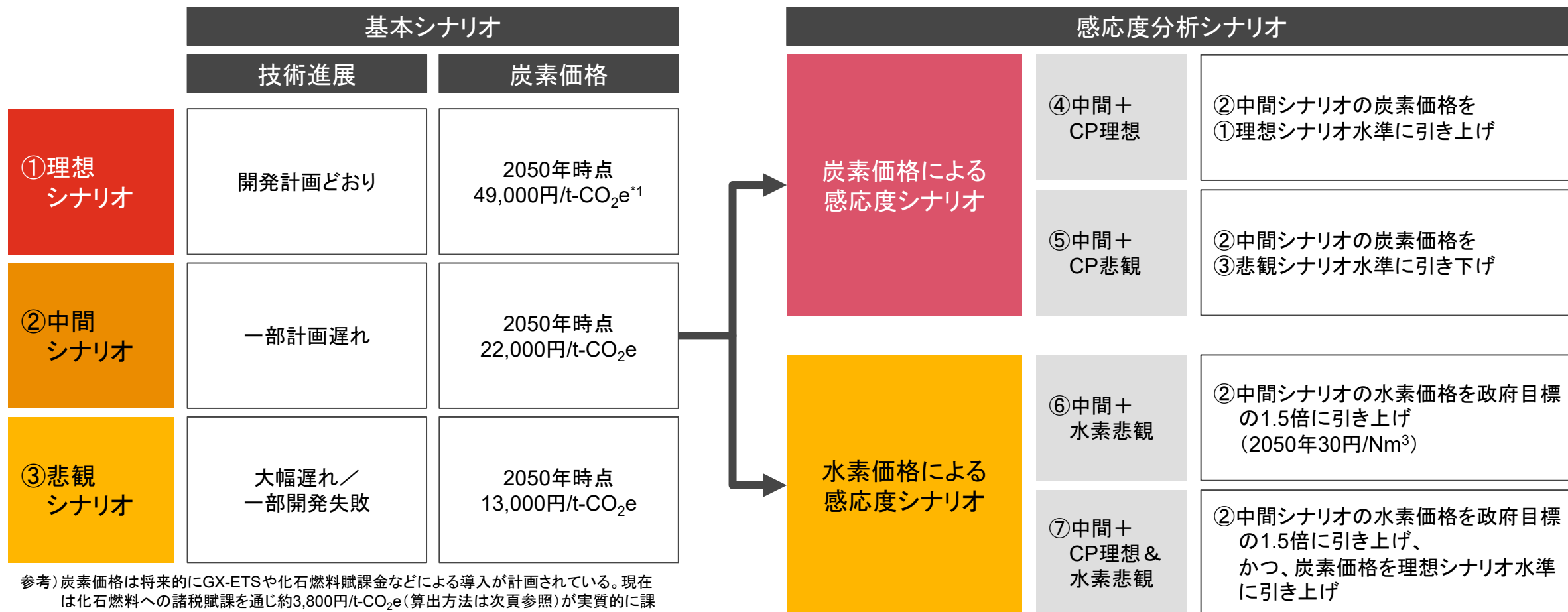
1. 検討の前提	....P. 4
2. Executive summary	....P.13
3. モデル分析結果	....P.22
3.1 発電セクター	....P.29
3.2 鉄鋼セクター	....P.35
3.3 化学セクター	....P.41
3.4 自動車セクター	....P.47



# 1

検討の前提

本検討では、技術進展と炭素価格で3シナリオを設定した。加えて、中間シナリオを軸に炭素・水素価格による4つの感応度分析を実施



\*1 CO<sub>2</sub>e: 二酸化炭素換算

# (参考)炭素価格に相当する仕組みは、現状化石燃料への諸税賦課が主であり、補助金を除くと平均約3,800円/t-CO<sub>2</sub>eに相当

## ■ 2023年度の化石燃料関連諸税収入額から導かれる炭素価格\*1

諸税名称	金額	
①化石燃料関連諸税収入	3兆8,662億円	➡ 約3,800円/t-CO <sub>2</sub> e*3
石油石炭税（地球温暖化対策のための税を含む）	5,965億円	
揮発油税・地方揮発油税	2兆2,865億円	
石油ガス税（譲与税分含む）	89億円	
航空燃料税（譲与税分含む）	466億円	
軽油引取税*2	9,275億円	
②化石燃料補助金（燃料油価格激変緩和対策事業）	1兆8,223億円	
③実質賦課額（①－②）	2兆439億円	➡ 約2,000円/t-CO <sub>2</sub> e*3

\*1 経済産業省 第2回 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 事務局資料「成長に資するカーボンプライシングについて①～これまでの取組の振り返り～」を基に、財務省「租税及び印紙収入決算額調」、総務省「地方団体の歳入歳出総額の見込額、内閣官房 行政事業レビュー見える化サイト」よりPwC作成

\*2 軽油引取税のみ見込額を使用

\*3 金額を2023年度CO<sub>2</sub>排出量10億1,700万トンで除し算出。CO<sub>2</sub>排出量は環境省報道発表資料「2023年度の我が国の温室効果ガス排出量及び吸収量について」を参照

# (参考) 本検討で設定した7つのシナリオにおける主要な キーファクターの設定値は以下のとおり

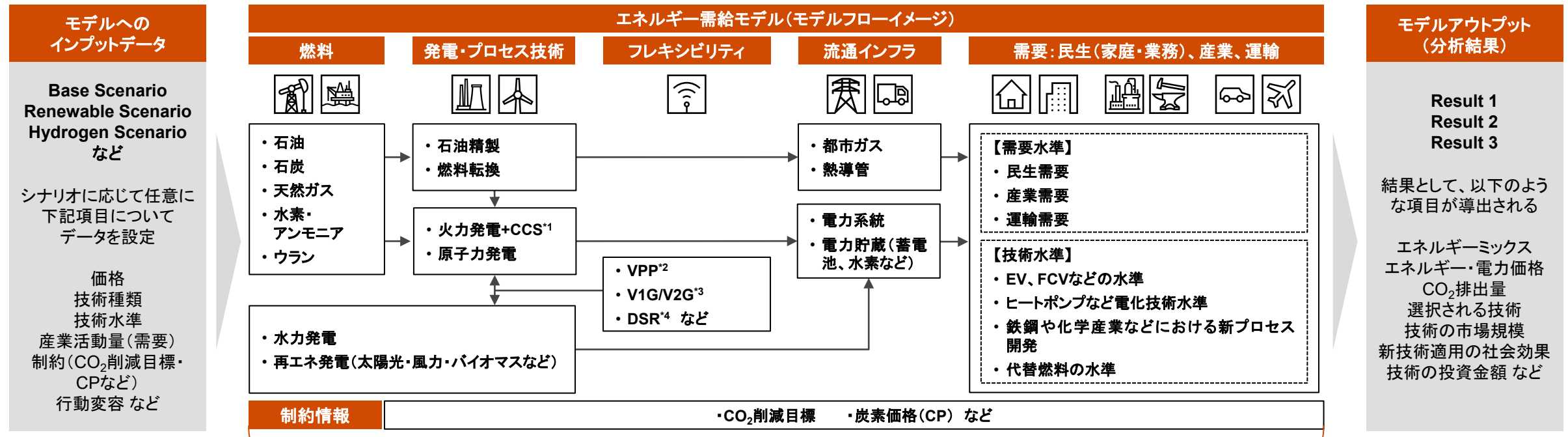
		技術進展	炭素価格	水素価格
感 応 度 分 析	①理想シナリオ	開発計画どおり	2050年 49,000円/t-CO <sub>2</sub> e RITE <sup>*1</sup> が算出する日本のCO <sub>2</sub> 限界削減費用 <sup>*2</sup> (1.5C-CO <sub>2</sub> CNシナリオ <sup>*1</sup> 適用時)を使用	政府目標どおり 2050年 20円/Nm <sup>3</sup> <sup>*3</sup>
	②中間シナリオ	一部計画遅れ	2050年 22,000円/t-CO <sub>2</sub> e RITEが算出する日本のCO <sub>2</sub> 限界削減費用 (Orderly2.0°Cシナリオ <sup>*1</sup> 適用時)を使用	
	③悲観シナリオ	大幅遅れ／一部開発失敗	2050年 13,000円/t-CO <sub>2</sub> e GX経済移行債の20兆円を、炭素価格を通じて 回収するとし設定	
	CP 感 応 度	一部計画遅れ	2050年 49,000円/t-CO <sub>2</sub> e	政府目標どおり 2050年 20円/Nm <sup>3</sup>
			2050年 13,000円/t-CO <sub>2</sub> e	
	水素価格 感 応 度	一部計画遅れ	2050年 22,000円/t-CO <sub>2</sub> e	政府目標 × 1.5 2050年 30円/Nm <sup>3</sup>
			2050年 49,000円/t-CO <sub>2</sub> e	

\*1: 「カーボンニュートラルに向けたトランジションロードマップの策定(2023年度版)」FY2023sectorroadmap\_rev.pdf (rite.or.jp) \*2: 温暖化ガスを追加的に1単位削減するのに必要な費用

\*3: 2050年目標 アンモニア14円/Nm<sup>3</sup>, 水素20円/Nm<sup>3</sup> 出所: 「水素基本戦略」[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/pdf/20230606\\_2.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_2.pdf)

# 本検討では、IEAが提供するTIMESをベースに、PwCが開発したエネルギー需給モデルを活用して分析を実施

## ■ エネルギー需給モデルの概要



制約条件を加味した上で対象エリア全体のコスト最適化計算を実施

エネルギー需給モデルとは

エネルギーに関するさまざまな情報やCO<sub>2</sub>排出量制約など<sup>\*5</sup>をインプットし、コスト最適を目的関数として、現在および将来のエネルギー需給の分析を行うモデル。IEA<sup>\*6</sup>が提供するTIMES<sup>\*7</sup>をベースにPwCが開発した。将来の不確実性に対応するさまざまなシナリオ<sup>\*8</sup>を想定することで、シナリオの違いによる将来社会のエネルギーミックスやエネルギー価格、採用される技術の違いなどを分析できる。

本検討における活用方法

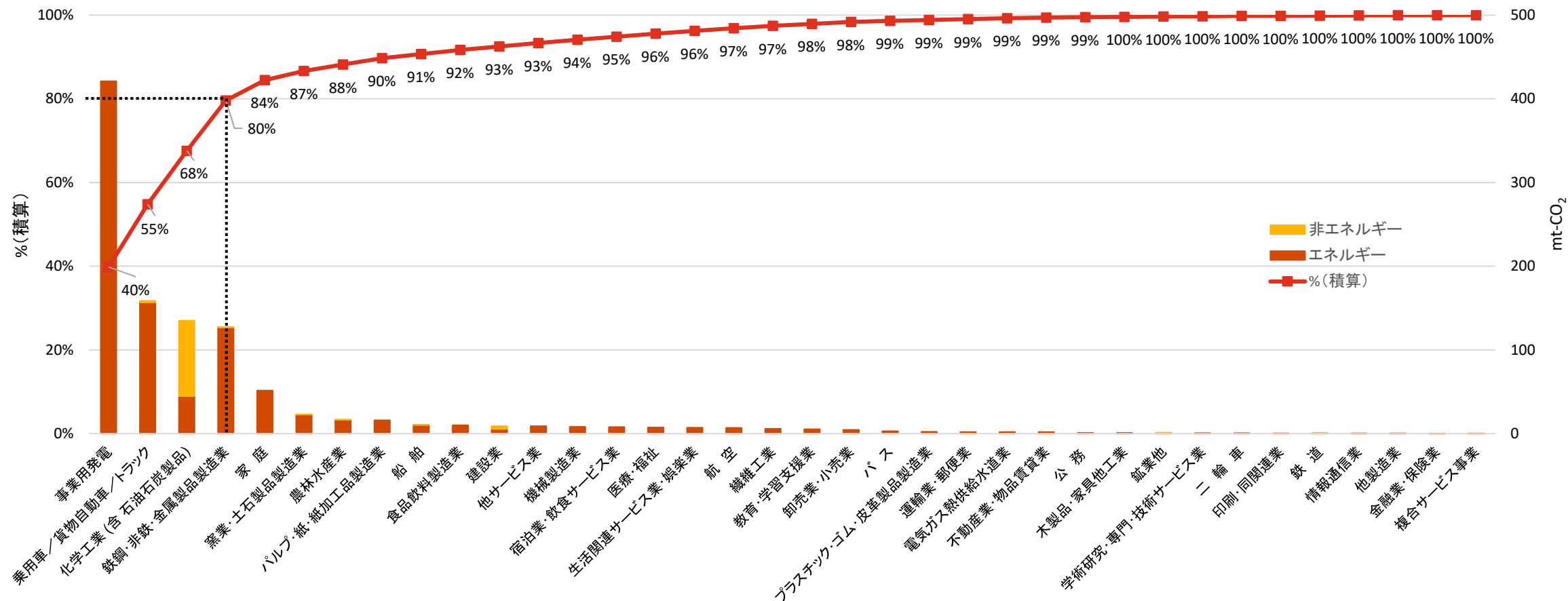
CO<sub>2</sub>排出量が多い発電、一部産業(鉄鋼、化学)、運輸(自動車)の技術・プロセスに関する情報を詳細にインプットし、その技術進展や炭素価格、水素価格を変化させて7シナリオのアウトプットを実施した。

\*1 二酸化炭素回収・貯留 \*2 Virtual Power Plant \*3 EVのリソースを電力システムと統合して活用することを指す \*4 需要家側エネルギーリソース \*5 政府目標などを制約としてインプットできるものであり、設定せずにエネルギー需給を計算することも可能 \*6 国際エネルギー機関  
\*7 エネルギー分野の将来需給分析の世界的ツール \*8 ベースシナリオ、再エネシナリオ、水素シナリオ、電化促進シナリオなど



# 技術シナリオの設定は、国内のCO<sub>2</sub>排出量の8割を占めている発電、鉄鋼、化学、自動車の4セクターを詳細分析の対象とした

■ 業界別の国内CO<sub>2</sub>排出量(2021年度)



出所: 経済産業省 資源エネルギー庁(2021)  
[https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/results.html](https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html)

【補足】

- ・エネルギー(化石燃料、都市ガス)と非エネルギー(原材料利用や消費側在庫)の消費量について合計値を示している。
- ・事業用発電については最終エネルギー消費各セクターへの分配前の値を使用。
- ・電力・熱損失については水素エネルギーへの転換状況に依らず一定量発生するとし合計値から除外。

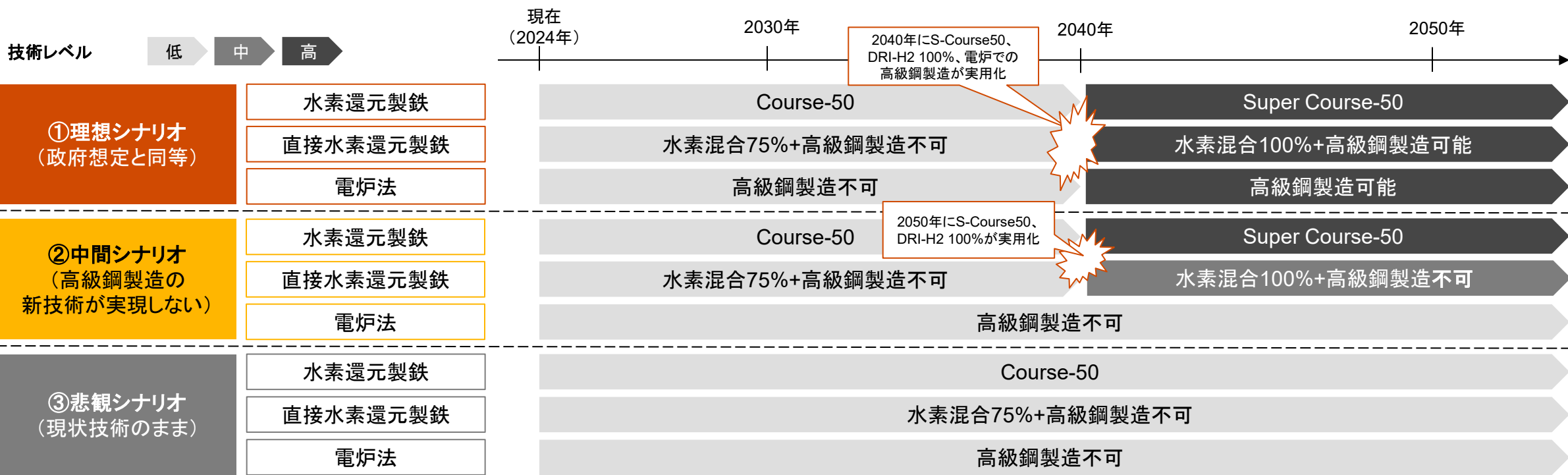
# 発電セクターでは、水素、アンモニアの発電燃料としての活用に関する技術（専焼・混焼）の進展度合いについて3シナリオを設定

## ■ 発電セクターの想定シナリオ

実現方法	発電方式	コンバインドサイクル方式		汽力方式	
	燃料	水素		アンモニア	
	専焼／混焼(30%)	混焼 40%～専焼	混焼 10～30%	混焼 30%～専焼	混焼 10～20%
①理想シナリオ		政府想定と同様 ➤ ～2030年：実証フェーズ ➤ 2030年～2050年：発電効率65%で実用化し2050年には69%に達する	政府想定と同様 ➤ 現在：実証完了 ➤ ～2025年：実用化準備 ➤ 2025年～2030年：発電効率61%で実用化（現状ガス火力発電と同等） ➤ 2030年～2050年：2030年に発電効率65%まで向上し2050年に69%に達する	政府想定と同様 ➤ ～2030年：実証フェーズ ➤ 2030年～2050年：発電効率65%で実用化し2050年に69%に達する	政府想定と同様 ➤ ～2030年：実証フェーズ ➤ 2030年～2050年：発電効率48%で実用化し2050年に50%に達する
②中間シナリオ		実用化が10年遅れる ➤ 現在～2040年：実証フェーズ ➤ 2040年～2050年：2040年に発電効率65%で実用化し、その後1%(/5年)ずつ向上する	理想シナリオと同様	実用化が10年遅れる ➤ 現在～2040年：実証フェーズ ➤ 2040年～2050年：発電効率65%で実用化し、その後1%(/5年)ずつ向上する	理想シナリオと同様
③悲観シナリオ		現状の技術のまま ➤ 2050年までに実証が完了しない。	実用化が10年遅れる ➤ 現在：実証完了 ➤ ～2035年：実用化準備 ➤ 2035年～2050年：2035年に発電効率65%で実用化し、その後1%(/5年)ずつ向上する	現状の技術のまま ➤ 2050年までに実証が完了しない。	実証実験完了が5年遅れる ➤ ～2035年：実証フェーズ ➤ 2035年～2050年：2035年に発電効率48%で実用化し、2050年に49.5%に達する

# 鉄鋼セクターでは、水素混合割合の向上と高級鋼の製造可否を技術課題としてシナリオを設定した

## ■ 鉄鋼セクターのシナリオごとに想定される技術進展



補足: Course-50では水素混合比率20% (従来高炉からCO<sub>2</sub>を30%削減)、Super Course-50では水素混合比率40% (従来高炉からCO<sub>2</sub>を50%削減)を想定している

# 化学セクターでは、原料用CO<sub>2</sub>の価格・上限量、バイオナフサ／バイオエタノールの価格・流通量上限について3シナリオを設定した

		原料用CO <sub>2</sub> 供給	バイオナフサ	バイオエタノール
①理想シナリオ	価格	CO <sub>2</sub> 回収コスト(②中間シナリオ)のみ	-	-
	上限量	上限量なし	上限量なし	上限量なし
②中間シナリオ	価格	CO <sub>2</sub> 回収コストに加えて炭素価格の0.25倍程度のプレミアムが乗る想定	理想シナリオのバイオナフサ価格 × 1.0	理想シナリオのバイオエタノール価格に対して2050年にかけてCAGR1.3%で上昇
	上限量	発電・鉄鋼・化学セクターからの合計CO <sub>2</sub> 排出量 × 0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本のSAF需要量の40重量%※1</li> <li>SAF需要量は政府目標の中位シナリオ</li> </ul>	世界のバイオエタノール需要(製造量)の12%※3
③悲観シナリオ	価格	CO <sub>2</sub> 回収コストに加えて炭素価格の0.5倍程度のプレミアムが乗る想定	理想シナリオのバイオナフサ価格 × 1.2	理想シナリオのバイオエタノール価格に対して2050年にかけてCAGR3%で上昇
	上限量	発電・鉄鋼・化学セクターからの合計CO <sub>2</sub> 排出量 × 0.25	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本のSAF需要量の20重量%※2</li> <li>需要量は政府目標の低位シナリオ</li> </ul>	世界のバイオエタノール需要(製造量)の4.3%※4

※1 SAF製造時に20%程ナフサが副生し、その倍程度の量を輸入などで確保できると想定

※2 SAF製造時に20%程ナフサが副生する想定(輸入等による確保はなしの想定)

※3 世界で日本のGDPが占める割合の3倍(日本の購買力が強いと想定)

※4 世界で日本のGDPが占める割合



# 自動車セクターでは、各車格セグメントにおけるPHEV、BEV、FCVの車体価格および燃費について3シナリオを設定した

	PHEV		BEV		FCV	
	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX
①理想シナリオ	2030年でICE比1.1倍、2050年でICE1.05倍程度まで価格が下落	ICEと同様のベースで燃費が改善 貨物: 1%/年 乗用: 4%/年	車体価格の低減および補助金政策などにより、 <b>2030年時点でICE比1.04倍（乗用）程度、2050年時点ICEと同等程度まで下落</b>	効率化がかなり進み、かつ車体の軽量化などにより電費が改善 <b>乗用車で年1.3%</b>	2035年に足元の欧州の対ICE比水準まで価格が低下し、2050年時点でICE比1.21倍程度まで下落（BEVの1.1倍を想定）	効率化がかなり進み燃費が改善 <b>乗用車で年1.7%</b>
②中間シナリオ			2050年まで車体価格の低減がゆるやかに進み、 <b>2050年時点で理想と最悪のICE比の中間値程度まで下落</b>	効率化がかなり進み電費が改善 <b>乗用車で年1.2%</b>		効率化が多少進み燃費が改善 <b>乗用車で年1.1%</b>
③悲観シナリオ			EVの需要の高まりによりバッテリー価格が下げ止まるなどの要因から、 <b>欧州のICE比程度で下げ止まり</b>	効率化が多少進み電費が改善 <b>乗用車で年0.9%</b>		FCVの燃費は改善せず、現状の横引き

# 2

Executive summary

2050年の水素需要量は  
460～3,500万t/年と見込まれ、  
日本政府の水素戦略目標  
である2,000万t/年の達成は発  
電業界における利用に大きく依  
存する



### 炭素価格と水素需要の関係は複雑であり、炭素価格の上昇が水素需要を抑制する可能性がある

- 2050年の水素需要が最小の460万t/年となるシナリオは、炭素価格が13,000円/t-CO<sub>2</sub>eで、技術開発が想定どおり進まないと仮定。
- 一方で、最大需要の3,500万t/年が発生するシナリオは、炭素価格22,000円/t-CO<sub>2</sub>eと中程度であり、NH<sub>3</sub>およびH<sub>2</sub>関連技術の実用化が開発計画よりも10年遅れると想定。
- 炭素価格が最も高いシナリオ群では、再エネ大量導入が早期に進み、水素導入の余地が小さくなる。



### 技術面では、アンモニア専焼発電の実現が水素需要の多寡に最も大きな影響を与える

- セクター別の技術開発状況も、水素需要に大きく影響する。特にアンモニア専焼発電が実現しない場合、発電セクターの需要は下限に近づく。
- FCVについても、大型貨物車のイニシャルコストが十分に低減しない場合は、自動車セクターの水素需要は伸びない。



### 最も悲観的なシナリオでも鉄鋼と化学セクター合計で330万t/年程度の水素需要が見込まれる

- 最も悲観的なシナリオでも、鉄鋼で230万t/年、化学で100万t/年の需要が発生。
- 鉄鋼・化学セクター以外はシナリオにより幅があるが、特に発電セクターの振れ幅が大きい。
  - 自動車業界: 0～160万t/年
  - 発電業界: 90～2,480万t/年
  - その他業界: 0～590万t/年





## 2050年のCN達成はCCSの導入が必須となり、 1.5～1.7億t-CO<sub>2</sub>eの貯留が必要となる

- 炭素価格22,000円/t-CO<sub>2</sub>e以上のシナリオでは、2050年のCO<sub>2</sub>排出量は足元の国内総排出量の7分の1程度となり、その全量をCCSにより相殺・ネットゼロ化することでCNが達成される。
- 炭素価格13,000円/t-CO<sub>2</sub>eのシナリオではCCSの導入が実現しないためCNは達成されない。排出量が最大となるのは、技術開発が想定どおり進まないシナリオであり約3.8億t-CO<sub>2</sub>e/年を排出する。



## CCSの貯留可能量に余裕はなく、社会実装の実現に向けたCCS分野への投資促進が必要

- CO<sub>2</sub>排出量が最小となるシナリオであっても、1.5億t-CO<sub>2</sub>e/年程度はCCSとしての対応が必要であるのに対し、政府のCCSロードマップが目指す2050年貯留量は1.2～2.4億t-CO<sub>2</sub>e/年と、余裕がない。
- CCSは社会受容性が不透明であり、貯留可能量など地下情報の不確実性も高く、またサプライチェーンに関わるステークホルダーが多くその構築が困難であるなど社会実装に向けた課題が大きいため、炭素貯留の実現に向けたCCS分野への投資促進が重要となる。



## 適切な炭素価格設定により脱炭素技術導入を進めることで、CCS必要量を低減していくことが重要

- 貯留可能量に上限があるため、CCSに頼らず各セクターが排出量をゼロに近づける努力は継続する必要がある。
- 炭素価格が導入されると、炭素価格以下の限界削減費用で実現可能な排出削減技術が経済合理的な選択肢となり、導入が促進される。炭素価格の導入は、CCSの実用化にも必要となるため、適切なタイミングで炭素価格を導入していくことがCN達成には最も重要となる。

2050年のCN達成には、  
CCS導入が必須となるが、  
不確実性が高く貯留可能量にも  
余裕はない  
CN達成のためには、  
炭素価格により脱炭素技術を  
着実に導入し、CCS必要量を  
低減することが重要



# 水素・アンモニア需要は技術進展と水素価格に大きく影響されるが、鉄鋼・化学セクターでは安定的に需要が見込まれる



## 水素・アンモニア需要全体

日本全体の水素・アンモニア需要の多寡に大きく影響するのは技術進展の度合いである。特に発電セクターのアンモニア専焼発電の実現が重要となる

また、水素価格も大きく影響する。水素価格が政府目標の1.5倍となると、需要量は4分の3程度となる可能性がある。炭素価格と水素需要の関係は複雑であり、炭素価格が高くなると再エネ導入が促進され水素需要が低減する可能性がある



## 発電

発電セクターの脱炭素化はアンモニア専焼発電により達成され、再エネに対するコスト競争力およびアンモニア専焼発電に比した再エネの普及の早さに応じアンモニア消費量が上下する



## 鉄鋼

高炉による鉄鋼生産は炭素強度が非常に高いことから、鉄鋼セクターは炭素価格への感応度が高く、炭素価格が低くても水素活用が合理的な選択肢となる



## 化学

水素による化学セクターCO<sub>2</sub>削減への貢献は熱需要に留まり、CO<sub>2</sub>排出量の大半を占める化石原料由来排出の削減にはバイオエタノールの安価な調達が必要となる



## 自動車

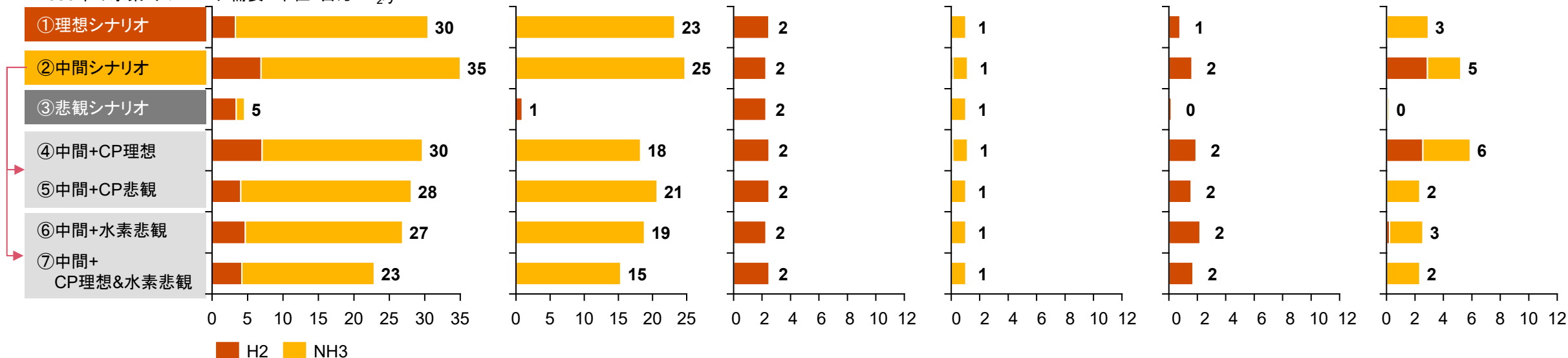
自動車セクターではFCVのコスト競争力が低く、水素活用は限定的となる。また、バイオ燃料も供給量制約があるため、BEV普及がCO<sub>2</sub>削減において重要な要素となり、特にBEVのイニシャルコスト低減が普及に大きく寄与する。



## その他

その他セクターにおける水素・アンモニアの需要は、主に電化が困難な高温熱製造における燃料代替となる。炭素価格の上昇と技術進展がある程度進めば、一定の需要が見込まれる

2050年の水素・アンモニア需要 単位:百万t-H<sub>2</sub>/y\*1



\*1 アンモニア需要量は低位発熱量等価の水素に換算し表記

# 炭素価格や技術進展は不確実性が大きいいため、各ステークホルダーがCN達成に向け果たすべき役割を把握することが重要

## ■ CN達成に必要な技術導入／転換に向けた課題と各ステークホルダーの役割(サマリー)

	技術	CN達成に向けた課題	主要なステークホルダーの役割(サマリー)			
			発電／鉄鋼／化学／自動車企業	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
セクター共通	-	水素・アンモニアの安定調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>調達先の確保</li> <li>関連企業への投資</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造技術の開発</li> <li>海外への展開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造技術の開発</li> <li>運輸体制の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術開発／海外への技術展開支援</li> </ul>
	-	炭素価格の引き上げ	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府への働きかけ</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府への働きかけ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>制度設計、運用</li> </ul>
	CCS	CCSの大規模実装	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯留者との連携</li> <li>CO<sub>2</sub>回収実証実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>回収～貯留技術開発・大型化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内鉱区開発</li> <li>海外事業者連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>制度設計</li> <li>金融支援</li> </ul>
発電	アンモニア専焼	アンモニア専焼発電の大規模実装	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証実験の推進</li> <li>防災体制の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別技術開発</li> <li>安全設計検討／検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全技術の確立、NH<sub>3</sub>供給能力拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証支援</li> <li>環境基準策定</li> </ul>
鉄鋼	直接水素還元製鉄	直接水素還元製鉄技術の実用化	<ul style="list-style-type: none"> <li>低品位鉄鉱石対応</li> <li>グリーン価値訴求</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素100%利用型の実用化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ／水素供給能力拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証支援</li> <li>需要喚起策の実施</li> </ul>
化学	原料転換	バイオエタノールの安定調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期／共同調達実施</li> <li>Energy crop栽培</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次世代エタノール製造技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エタノール製造大手／PJへの出資・参画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>金融支援</li> <li>賦存国との連携</li> </ul>
自動車	BEV	BEVのコストメリット向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>高密度電池の開発</li> <li>充電規格共通化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周辺部品開発</li> <li>充電設備コスト低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>充電設備拡充</li> <li>送配電網の強靱化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>購入補助</li> <li>OEM間連携促進</li> </ul>
	FCV	BEV化の補完としてFCVのコストメリット向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術コスト低減</li> <li>水素ST拡充推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素SC関連コスト低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素需要創出による水素ST役割拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>購入補助</li> <li>インフラ拡大の支援</li> </ul>

発電セクターでは、アンモニア発電の混焼率・効率向上のための実証推進と、アンモニア供給体制構築のためのスペース確保が重要

■ 発電セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割				
			発電事業者	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府	
発電セクター	アンモニア専焼発電の大規模実装	発電	混焼率・発電効率の向上	・実証実験の推進(資金調達、設備確保)	・バーナー／燃焼器構造の改良	-	・実証実験への支援 ・ベンチマーク発電効率の設定
			NOx排出やNH <sub>3</sub> 残留による安全リスクの排除	・実証実験の推進(資金調達、設備確保)	・燃焼条件の改良 ・排ガス処理技術の高度化	-	・実証実験への支援 ・適切な排出基準値の検討・設定
		供給	従来のLNG設備などを上回る設備・スペースの確保	・自社設備統廃合によるスペース確保 ・新規立地の開発 ・送配電網整備(TSO)	・タンクの省スペース化	・内航船用中継基地の整備	・港湾の拡張 ・毒劇法・高圧ガス保安法における基準の詳細化検討
			アンモニア漏えい対策などの安全設計指針の確立	・ステークホルダーの合意形成 ・防災体制の確立	・安全設計の検討・検証	・安全な荷役・輸送技術の開発	・環境アセス基準の設定

鉄鋼セクターでは、生産設備の実証実験の推進に加え、原料の安定調達やグリーン鉄鋼の需要喚起を官民連携で進める必要がある

■ 鉄鋼セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割				
			製鉄会社	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府	
鉄鋼セクター	直接水素還元製鉄技術の実用化	原料調達	グリーン電力／水素の製造／供給体制の構築	・グリーン電力調達先確保 ・水素関連企業への投資	・荷役・貯蔵設備の大型化	・再エネ／水素の供給力拡大 ・内航船輸送体制の確立	・再エネPPA／水素輸送・貯蔵設備開発への補助金
		生産設備	生産設備の大型化（100%還元）	・大型化の実証実験の推進	・大型設備の開発／改良	・水素の長期連続供給体制の構築（バックアップ体制含む）	・実証および商用設備投資への資金支援 ・労安法などの更新 ・国外実証・案件開拓時の政府間交渉
		生産設備	低品位鉄鉱石からの高級鋼製造の実現	・低品位鉄鉱石による製造／高品位への変換プロセスの実証実験	・生産設備の開発／改良	-	・資金支援 ・低品位鉄鉱石利用に対する優遇策の導入
		完成品需要	グリーン鉄鋼の高付加価値化による需要の引き起こし	・グリーン価値の効果的な訴求／広報活動 ・政府へ働きかけ	-	-	・規制／需要喚起策の実施 ・Scope3削減インセンティブの設計



# 化学セクターでは、バイオエタノールの安定調達のため、出資や協業による調達体制構築と、新世代エタノールの製造技術開発が重要

■ 化学セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割			
			化学メーカー	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
化学セクター	バイオエタノールの安定調達	調達価格を維持しつつ量の確保	<ul style="list-style-type: none"><li>新規エタノール製造PJへの出資・オフテイク保証による生産規模拡大への貢献</li><li>他社との共同調達スキーム構築</li><li>安定したクリーン製品需要の創出と製造能力の確保</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>エタノール製造大手・製造PJへの出資・参画による生産規模拡大への貢献</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>海外投資における債務保証</li><li>バイオマス賦存国との協力関係構築</li><li>市場価格上下リスクに対する緩和支援</li><li>規制／需要喚起策の実施</li></ul>
		供給賦存量の増大	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術開発・実証推進</li><li>廃棄バイオマス収集SC構築</li><li>Energy crop(エネルギー作物)栽培事業の拡大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術の開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術開発・実証推進</li><li>廃棄バイオマス収集SC構築</li><li>エネルギー作物栽培事業の拡大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国産廃棄物系バイオマス利用促進支援</li><li>技術開発支援</li><li>第二・第三世代エタノール利用に対する優遇策の設定</li></ul>

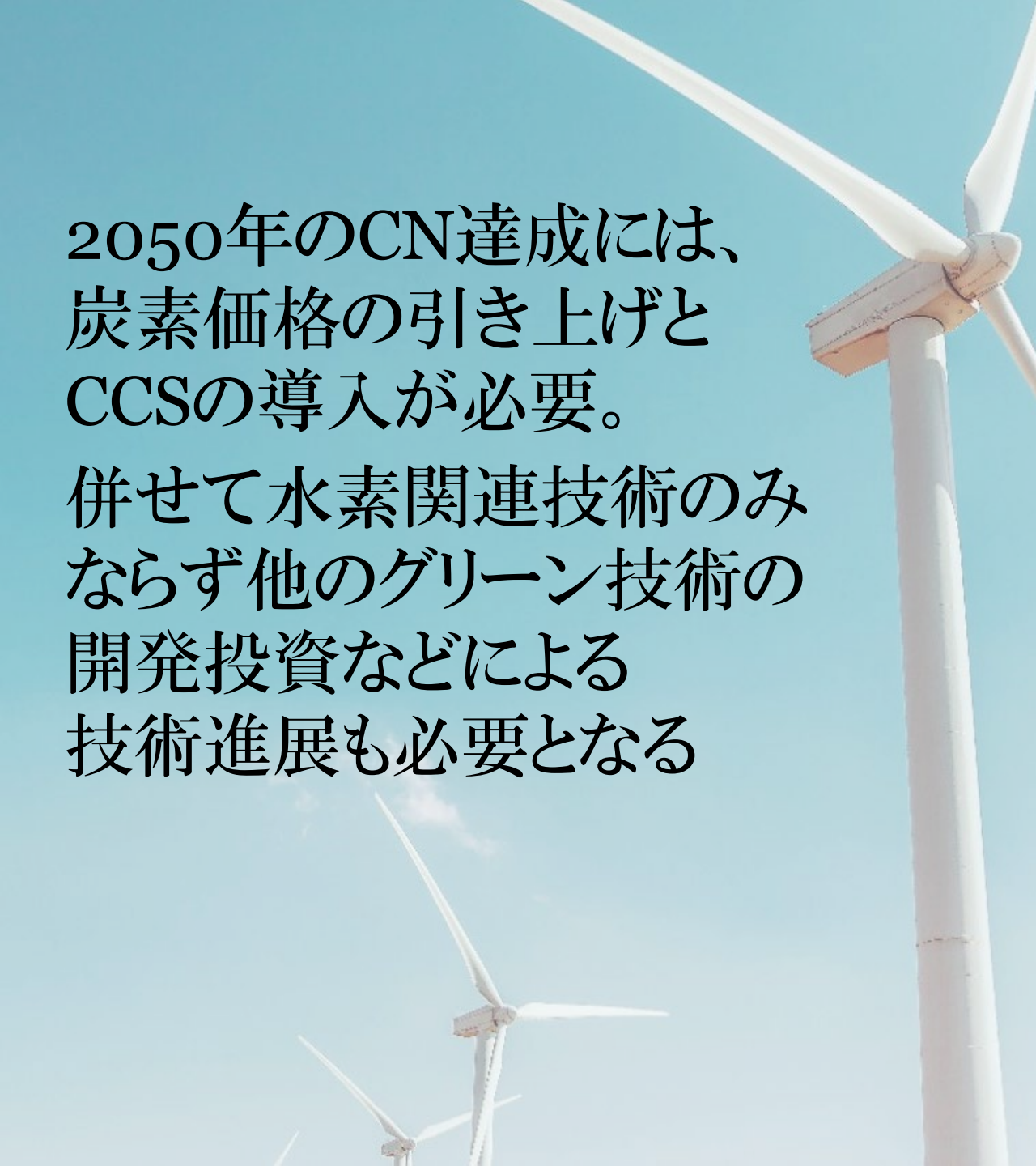
# 自動車セクターでは、BEV・FCVの車体価格の低減と、ユースケースを広くカバーするための電池性能の向上・充電環境の拡充が課題

## ■ 自動車セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割			
			自動車メーカー	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
自動車セクター	BEVのコストメリット向上	車体価格(バッテリー価格)の低減	<ul style="list-style-type: none"> <li>バッテリーSCの確立</li> <li>ユースケースに合わせた商品開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカーの方針に沿う部品の開発</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEV購入補助金拠出</li> <li>バッテリーの国際標準化の支援</li> </ul>
	BEVの幅広いユースケースへの対応	バッテリー性能の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>高密度なバッテリーの設計・開発の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規格のバッテリーに合わせた部品の開発・供給</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカーの研究開発への資金援助</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>急速充電による劣化を抑える蓄電池技術の設計・開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規格のバッテリーに合わせた部品の開発・供給</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカーの研究開発への資金援助</li> </ul>
		急速充電での劣化軽減				
		充電環境の拡充	<ul style="list-style-type: none"> <li>充電共通規格の推進・活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価な充電機器の開発・供給</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商業施設などへの充電設備の営業活動</li> <li>送配電網の強じん化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車メーカー同士の協力体制の推進</li> <li>充電STへの補助金</li> </ul>
	BEV化の補完としてFCVのコストメリット向上	水素充填環境の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素サプライヤーとの連携によるステーション拡充の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価な水素ステーション関連部品生産ラインの開発・供給</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他産業水素需要創出</li> <li>資金調達</li> <li>水素STの拡充</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定の事業性を見通すための補助金や政策による援助</li> </ul>
		車体価格の低減	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価な燃料電池、水素タンクの開発推進</li> <li>他産業への用途拡充</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価なFCV部品生産ラインの開発・供給</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助金による自動車メーカー開発援助</li> <li>FCV購入への補助金</li> </ul>

# 3

モデル分析結果



2050年のCN達成には、  
炭素価格の引き上げと  
CCSの導入が必要。

併せて水素関連技術のみ  
ならず他のグリーン技術の  
開発投資などによる  
技術進展も必要となる



日本のCNの達成には、CCSの導入が不可欠であり、そのためには炭素価格の大幅な引き上げが必要となる

各シナリオの結果を見ると、①理想シナリオで2040年、④中間+CP理想シナリオで2045年、②中間シナリオで2050年にCNが達成された。一方、すべてのケースでCO<sub>2</sub>の排出量は0にはならず、CCSがCNを達成するために必須であった。CCSの導入は炭素価格の上昇をキードライバーとして進み、①理想シナリオでは、約42,000円/t-CO<sub>2</sub>eで導入が開始され、約44,000円/t-CO<sub>2</sub>eを超えた段階でCNに必要な導入量に達する。



政府目標水準の水素需要量達成には技術進展が重要であるが、炭素価格が早期上昇する場合は再エネがシェアを奪う

日本政府が掲げる水素基本戦略(2023年6月改訂)では2050年の水素とアンモニアの供給量の目標値を2,000万t(水素換算)としているが、③悲観シナリオを除いたすべてのシナリオにおいてその需要量に達するという結果となった。3つのドライバーを比較すると、技術進展が水素需要量に最も大きく影響(中間水準以上の技術進展が水素普及の前提となる)し、水素価格もその高低に応じ需要を3割程度上下させた。ただし、炭素価格は、①理想シナリオや④中間+CP理想シナリオよりも②中間シナリオの方が水素需要量が大きいうに、炭素価格が早期に上昇すると、早期に再エネ導入が進むことで水素需要が相対的に伸びない結果につながる。



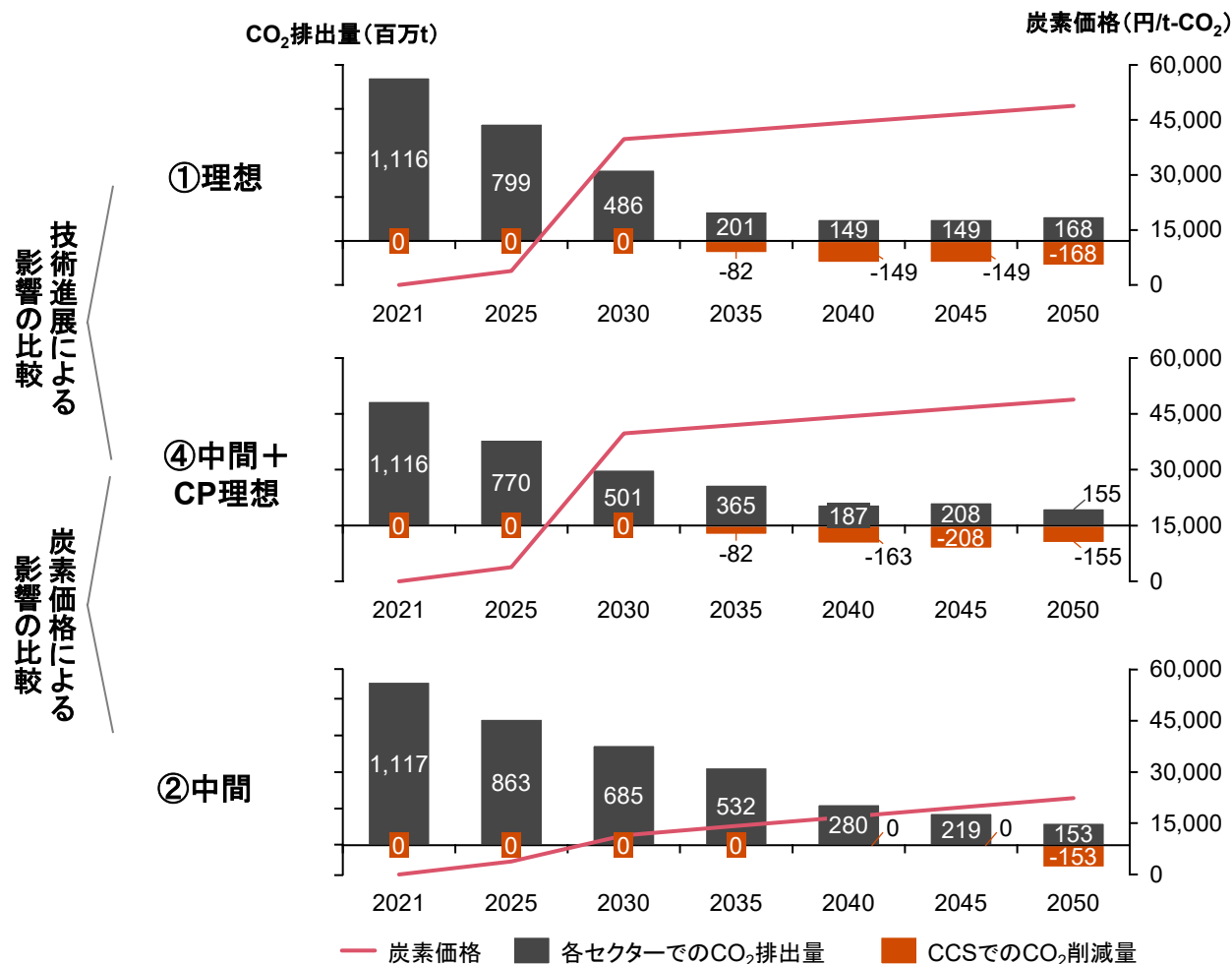
最大ケースでも水素は日本全体の一次エネルギーの半分弱にとどまり、CN達成には他の技術の発展も必要となる

日本の一次エネルギーに占める水素とアンモニアの割合は、これらが最も消費される②中間シナリオにおいて2050年時点で半分弱程度に至る。水素やアンモニアを活用する技術は、化石燃料を使った既存技術の排出量を燃料転換によって削減することにおいて重要であると言える一方で、いずれのシナリオにおいてもエネルギーの半分以上は水素以外の活用が必要となる。各セクターの他のグリーン技術も併せて導入を進められるよう、技術開発への投資や制約の解消を進めていく必要がある。



# CNが達成されるケースにおいては、技術進展に加えてCCSが必須となり、炭素価格がDACCSコストを上回るとCCSの導入が始まる

■ 3シナリオ(①理想、④中間+CP理想、②中間)のCO<sub>2</sub>排出量と炭素価格推移



## ①理想シナリオでは、各セクターのCO<sub>2</sub>削減とCCSの導入によって2040年にCNが達成される

CCSの導入がトリガーとなり、①理想シナリオにおいては2040年、④中間+CP理想シナリオにおいては2045年、②中間シナリオにおいても2050年にCNが達成できる見込みとなった。全シナリオ共に各セクターの技術進展と炭素価格の上昇による導入インセンティブの増大によってグリーン技術の導入が進みCO<sub>2</sub>排出量が削減されるものの、排出量ゼロにまでは至らない。このため、CNの達成にはCCSの導入が必須となる。

## CCSの導入量は炭素価格の上昇がキードライバーとなり、炭素価格がDAC<sup>\*1</sup>コスト+CCSコストを上回ると導入が始まる

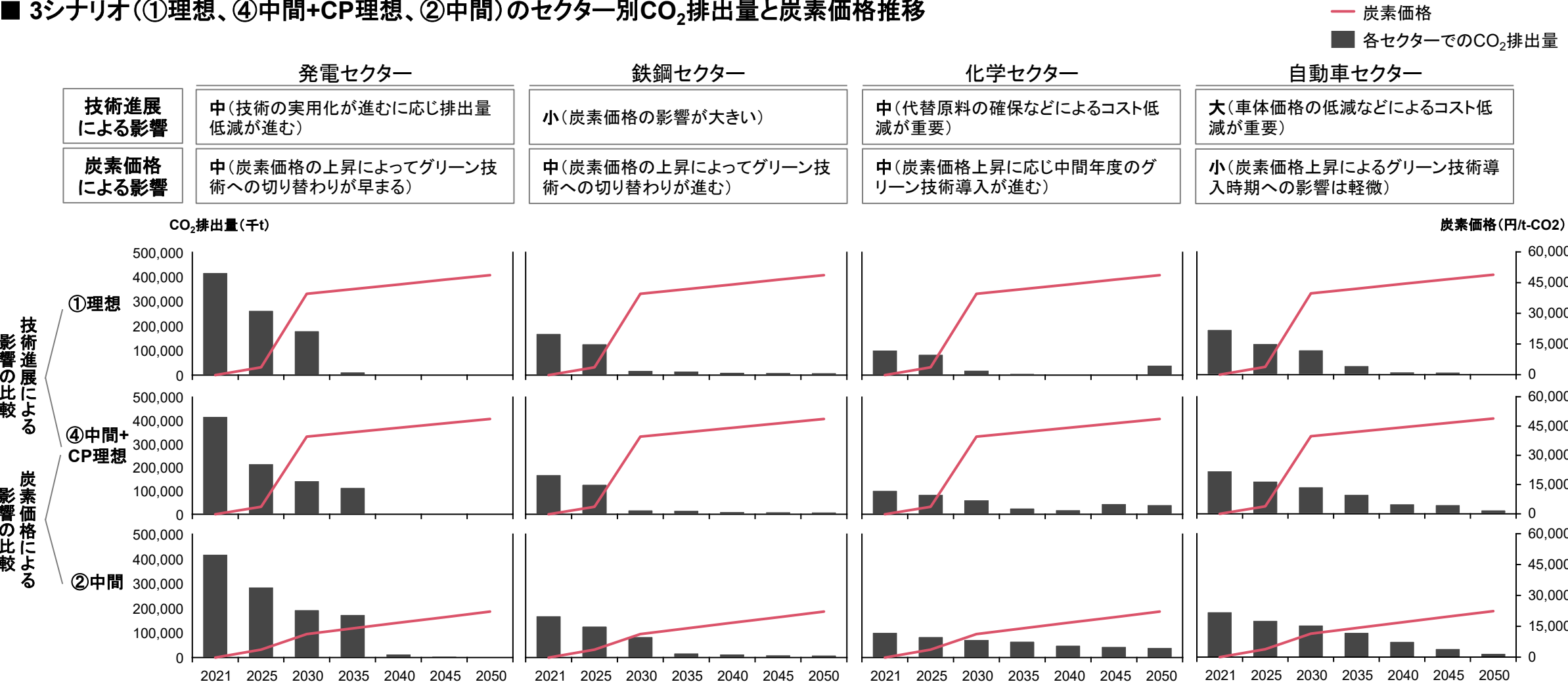
CCSの導入にあたっては、炭素価格の上昇により導入メリットが生まれることが必要となるが、本検討においては、炭素価格がDACCS<sup>\*2</sup>コスト(シナリオによってその水準が異なる)を上回り始めるとCCSの導入が進み始める結果となっている。なお、導入メリットが生まれる前提としてCCSの導入コストも将来に向けて下落していくこと、貯留スペースの確保や技術の実用化などに向けた各制約が解消されていることが前提となることには留意が必要である。

一方で、DAC以外の化石燃料由来CO<sub>2</sub>排出源からのCCSについては、例えば発電や化学などであればアンモニアへの燃料代替の方がコスト優位であり採用されず、またその他の領域ではCO<sub>2</sub>回収コストが高い、もしくは回収が困難となりDACCSによるCO<sub>2</sub>排出相殺に頼る形となった。

\*1: Direct Air Capture、空気からの直接CO<sub>2</sub>回収 \*2: DACとCO<sub>2</sub>地下貯留を組み合わせたもの

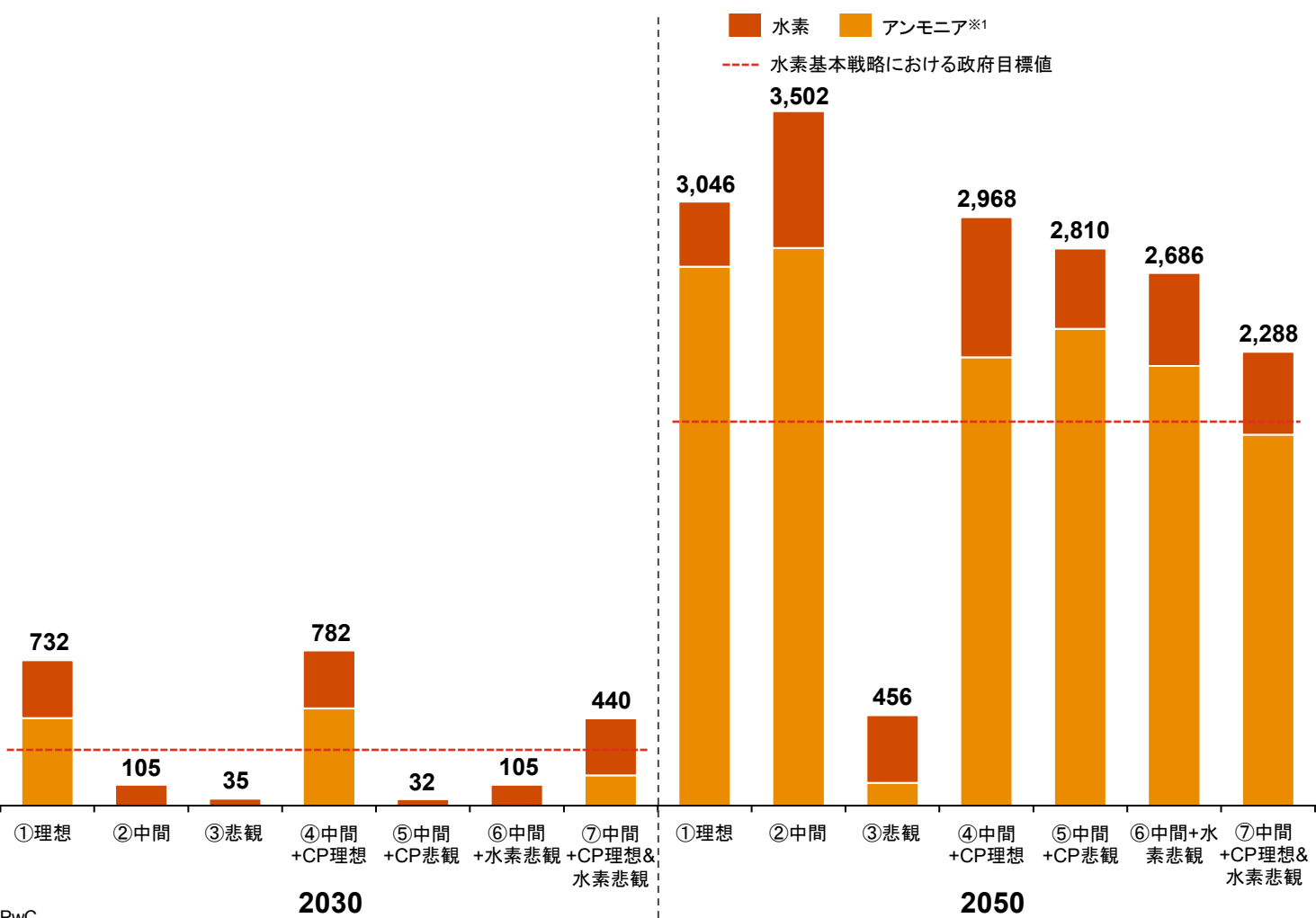
# 鉄鋼セクターは炭素価格の上昇に対する感度が高く、一方で自動車(運輸)セクターは炭素価格の上昇への感度が低い

■ 3シナリオ(①理想、④中間+CP理想、②中間)のセクター別CO<sub>2</sub>排出量と炭素価格推移



# 政府目標の水素需要には達するためには、アンモニア専焼発電技術の導入量拡大が重要

■ 各シナリオの水素需要量(万t-H<sub>2</sub>/y) (2030年、2050年)



水素基本戦略で掲げられている政府目標の水素供給量の実現には技術進展が重要であるものの、炭素価格が早期に高くなる場合においては再エネがそのシェアを奪う

水素基本戦略(2023年6月改訂)で掲げられている水素(アンモニア含む)供給量は2050年で2,000万t(水素換算)であり、本検討では③悲観シナリオを除いたすべてのシナリオにおいてその水素需要に達する、という結果となった。このうち6割以上は③悲観シナリオでは実用化されないアンモニア専焼発電によるアンモニア需要が占め、同発電技術の実用化が水素需要量を大きく左右する。

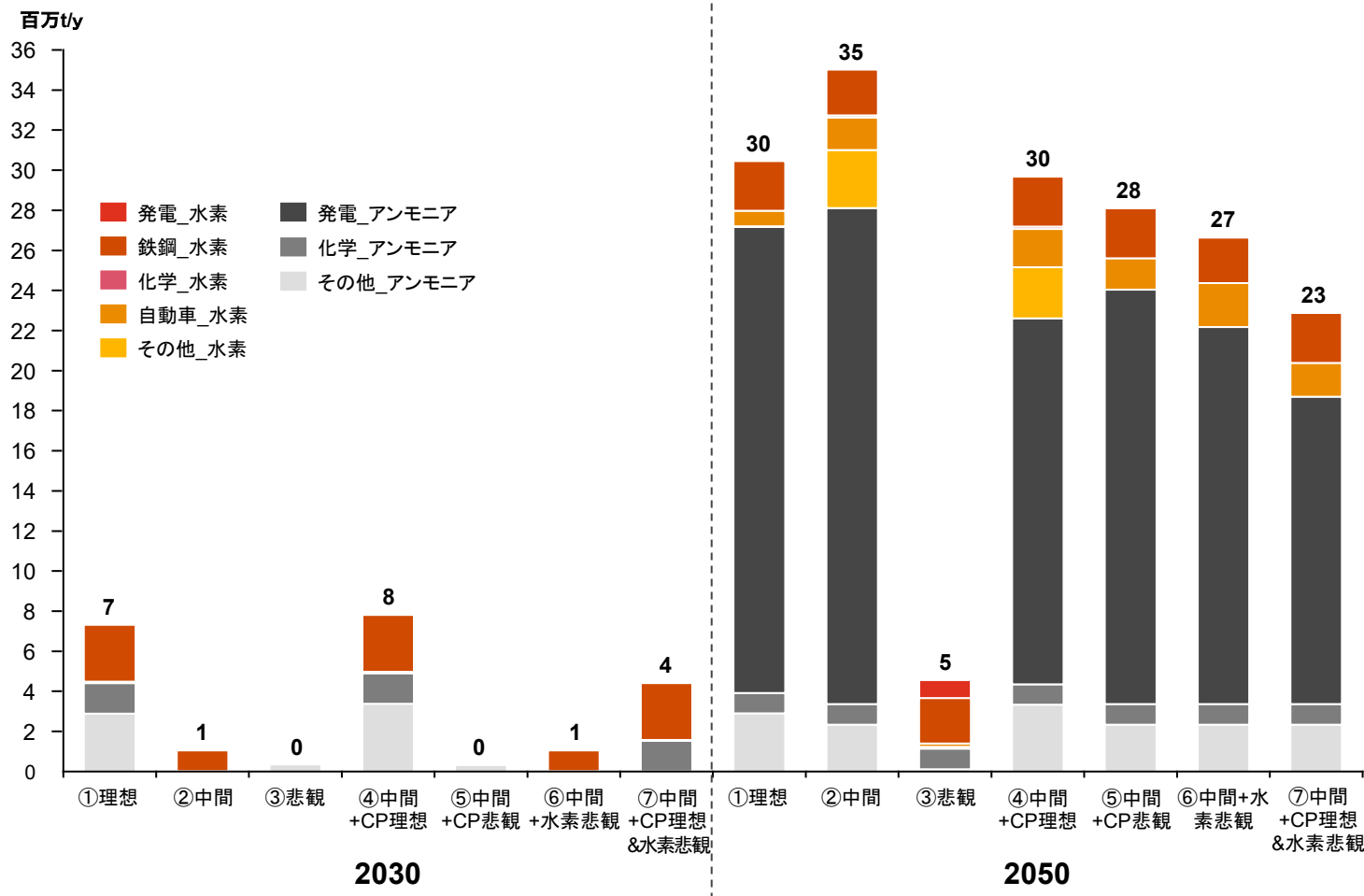
①理想および④中間+CP理想シナリオにおいては、再エネ導入やBEVの導入が②中間シナリオに比べ早く進むことにより、②中間シナリオに比べアンモニア専焼導入量やFCV導入量が少なく、炭素価格が高いにも関わらず水素需要が②中間シナリオほど伸びないという結果となった。

早期の水素需要創出には、炭素価格も合わせて早期に高く設定される必要がある

2030年に関しては炭素価格が4万円/t-CO<sub>2</sub>eまで上がるシナリオのみ300万t(水素換算)の目標に達し、他のシナリオでは目標の3分の1程度以下にとどまる結果となる。特にアンモニアに関しては4万円/t-CO<sub>2</sub>eまで上がるシナリオでのみ利用が進んでおり、目標達成には早い段階で高い炭素価格を設定し後押しする必要がある。

# 水素需要は、鉄鋼業界での利用をベースとして、技術進展及び炭素価格の上昇の度合いによって他業界での需要量が上乗せされる

■ 各シナリオのセクター別の水素需要量(t-H<sub>2</sub>換算:2030年、2050年)



**鉄鋼・化学業界向け需要はすべてのシナリオにおいて安定している**

いずれのシナリオにおいても、鉄鋼業界向けの水素需要と、化学業界向けのアンモニア需要が安定し存在する。鉄鋼業界ではCO<sub>2</sub>排出原単位が大きいことにより低い炭素価格でも石炭から水素へのシフトが進み、化学業界では熱量単価が比較的安価なアンモニアが炭素税導入と相まって熱源として主要な地位を占めるようになる。

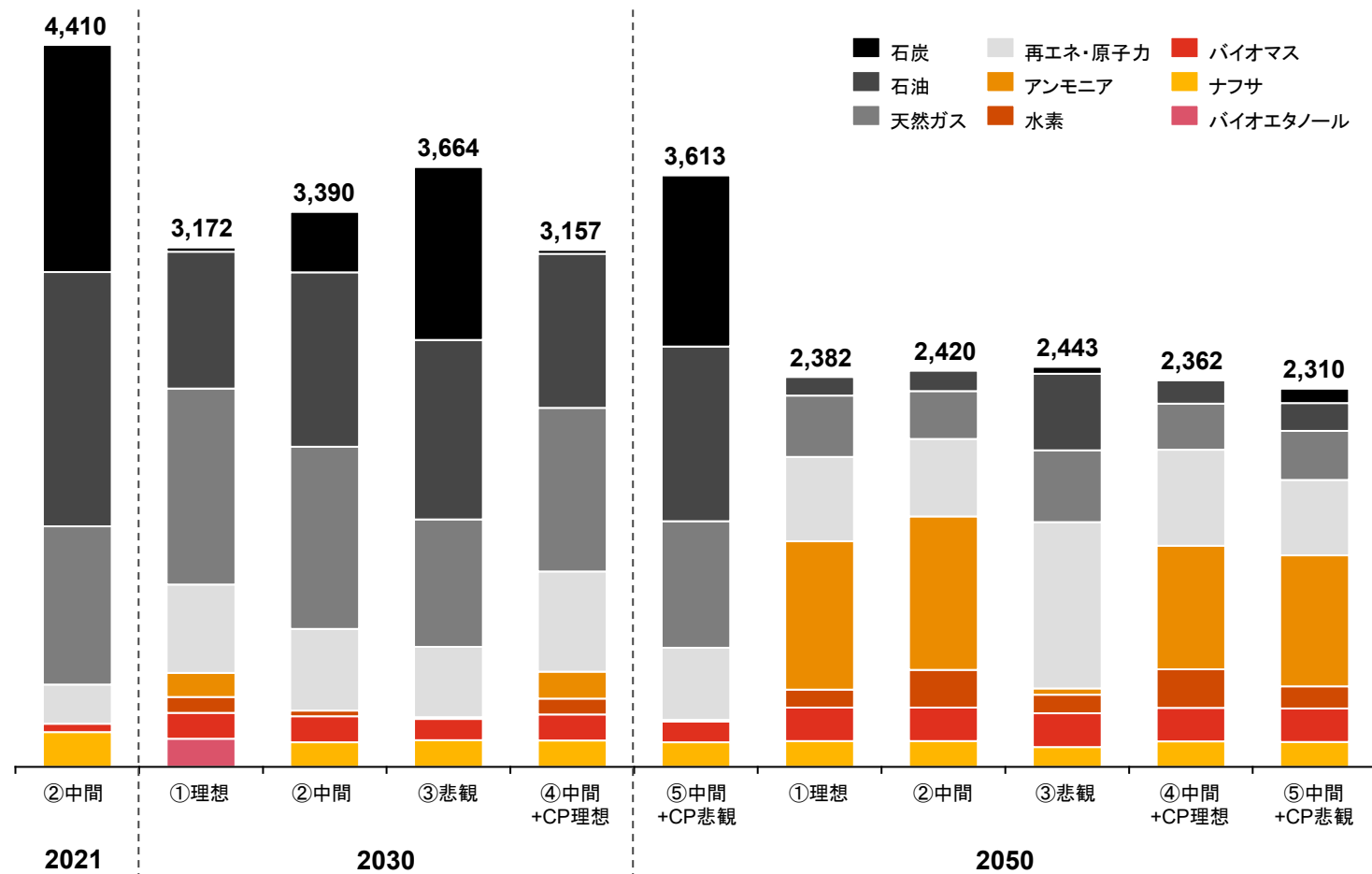
自動車セクターにおける水素(FCV)も①理想および③悲観を除くシナリオにおいて安定的な需要が存在する。①理想シナリオについては、価格の安さによりBEVの導入が進むことから、自動車セクターにおける水素需要が相対的に伸びない結果となった。

**水素価格は発電用アンモニア需要量に影響するほか、CCSとのコスト競争力の変化により、その他水素需要を大きく左右する**

2050年時点での②中間及び⑥中間+水素悲観、④中間+CP理想及び⑦中間+CP理想&水素悲観シナリオの水素需要を比較すると、水素価格の上昇に応じ発電用アンモニア需要が15-25%減少しているほか、熱源などに用いられるその他水素需要が失われている。その他水素需要は主に熱源であるが、水素価格が高いシナリオにおいては水素ではなく化石燃料により熱を供給し、CCSIにより化石燃料使用時のCO<sub>2</sub>排出を相殺する方式がよりコスト競争力が高くなる。

# 一次エネルギーでみると、水素・アンモニアは最大で約5割弱を占め、CN達成において果たす役割が大きい要素となる

■ 日本全体の一次エネルギー使用量内訳(TWh:2021年、2030年、2050年)



最も水素需要が大きい②中間シナリオでは、水素、アンモニアが一次エネルギーに占める割合は5割弱に達し、CN達成の上で重要な要素であるといえる

日本の一次エネルギー消費量に占める水素とアンモニアの消費量の割合は、最も水素とアンモニアが消費される②中間シナリオにおいて、2050年時点で約48%となっている。水素やアンモニアを活用する技術は、化石燃料を使った既存技術の排出量を燃料転換によって削減することにおいて重要であると言える。

一方で、いずれのシナリオにおいてもエネルギーの半分以上は水素以外の活用が必要となる。各セクターの他のグリーン技術も併せて導入を進められるよう、技術開発への投資や制約の解消を進めていく必要がある。



# 発電セクターでは 既存火力から再エネ、 アンモニア専焼への 切り替えが進み、 日本の水素需要の 大半を占める



**発電セクターのCNには、従来火力からの脱却がポイントとなり、代替となる電源は再エネとアンモニア専焼が中心**

発電セクターは、技術進展および炭素価格の上昇が理想水準で進展する①理想シナリオでCO<sub>2</sub>排出量が大きく減少し、2050年には現在の1%以下にまで下がる。発電セクターのCO<sub>2</sub>排出量のほとんどは従来火力が占めており、これらの別電源への切り替えがCO<sub>2</sub>排出量削減のポイントとなる。炭素価格が理想水準まで上昇すると、2030年時点で石炭・石油火力のほとんどが炭素コスト増によって再エネや原子力に代替され、2050年になるとアンモニア専焼の導入が進む。なお、アンモニア専焼の導入が開始する2040年頃より前に炭素価格が大きく上昇するCP理想シナリオにおいては、再エネ導入が2030年から比較的大きく進み、2050年も高い割合を維持することで、アンモニア専焼導入量は相対的に低くなる。



**発電セクターにおける水素・アンモニア需要はアンモニア専焼向けの需要が中心となり、最大ケースで約25百万tの需要が見込まれる**

アンモニア専焼発電が、その実用化されるすべてのシナリオにおいて2050年までに導入される一方で、水素発電については水素混焼が③悲観シナリオにおいて導入されるものの、水素専焼はいずれのシナリオでも導入されない。水素専焼においてはアンモニアの熱量単価が水素に比べ安く競争力が劣ること、水素混焼においては燃料費増と水素供給設備によるCAPEX増が炭素価格によるメリットを下回らないことが要因となる。

2050年に②中間シナリオにおいて約825TWh(2,500万t-H<sub>2</sub>換算)のアンモニア需要が見込まれる。

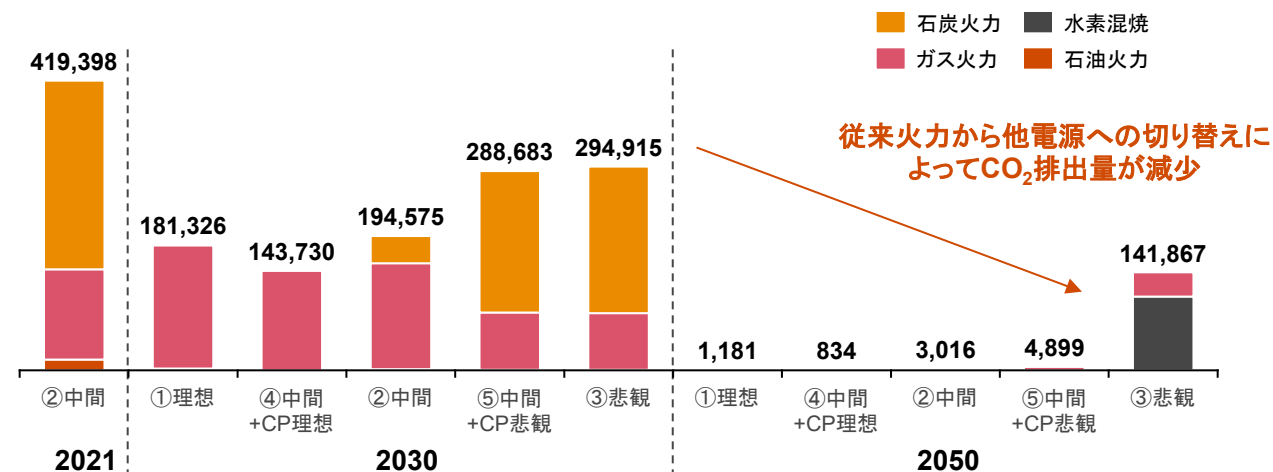


**マーケット規模でみると、アンモニア専焼関連マーケットが最も大きく、5兆円/年以上の規模となる**

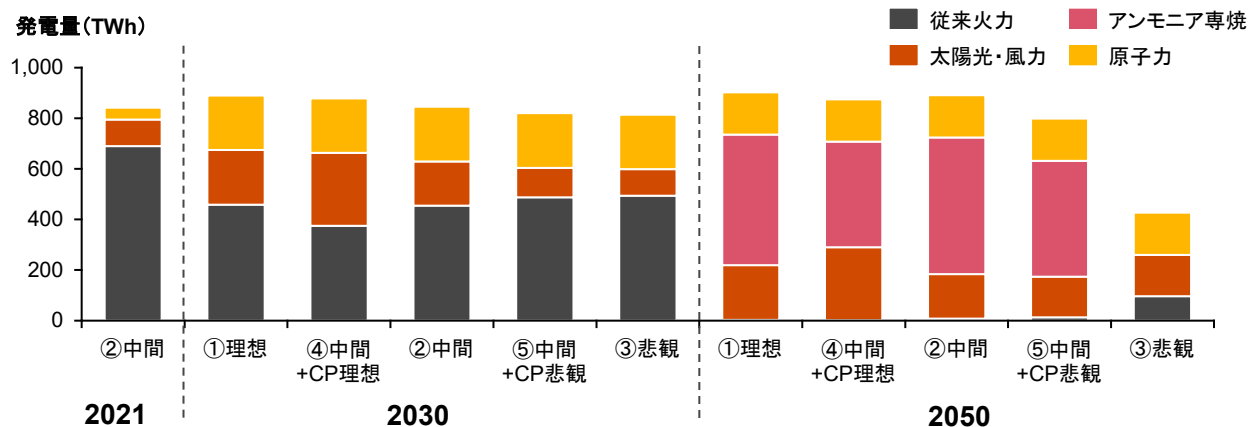
③悲観を除くいずれのシナリオでも導入が大きく進むアンモニア専焼発電は、2050年の新規投資額が2.5兆円/年程度、燃料費が3兆円/年程度となり、合計市場規模が全発電技術の中で最大の額となる。また、実用化が早い①理想シナリオでは2030年時点から3.6兆円/年の新規投資が行われる。

# 発電セクターのCNにはアンモニア専焼の技術実用化、太陽光と風力のコスト低減が重要となる

■ 発電セクターの各シナリオのCO<sub>2</sub>排出量(千t/y) (2021年、2030年、2050年)



■ 既存火力、太陽光・風力、アンモニア専焼のシナリオ別発電量(2021年、2030年、2050年)



発電セクターのCN達成のためには、従来型火力からの切り替わりが不可欠となり、重要となる電源は太陽光、風力、アンモニア専焼、原子力となる

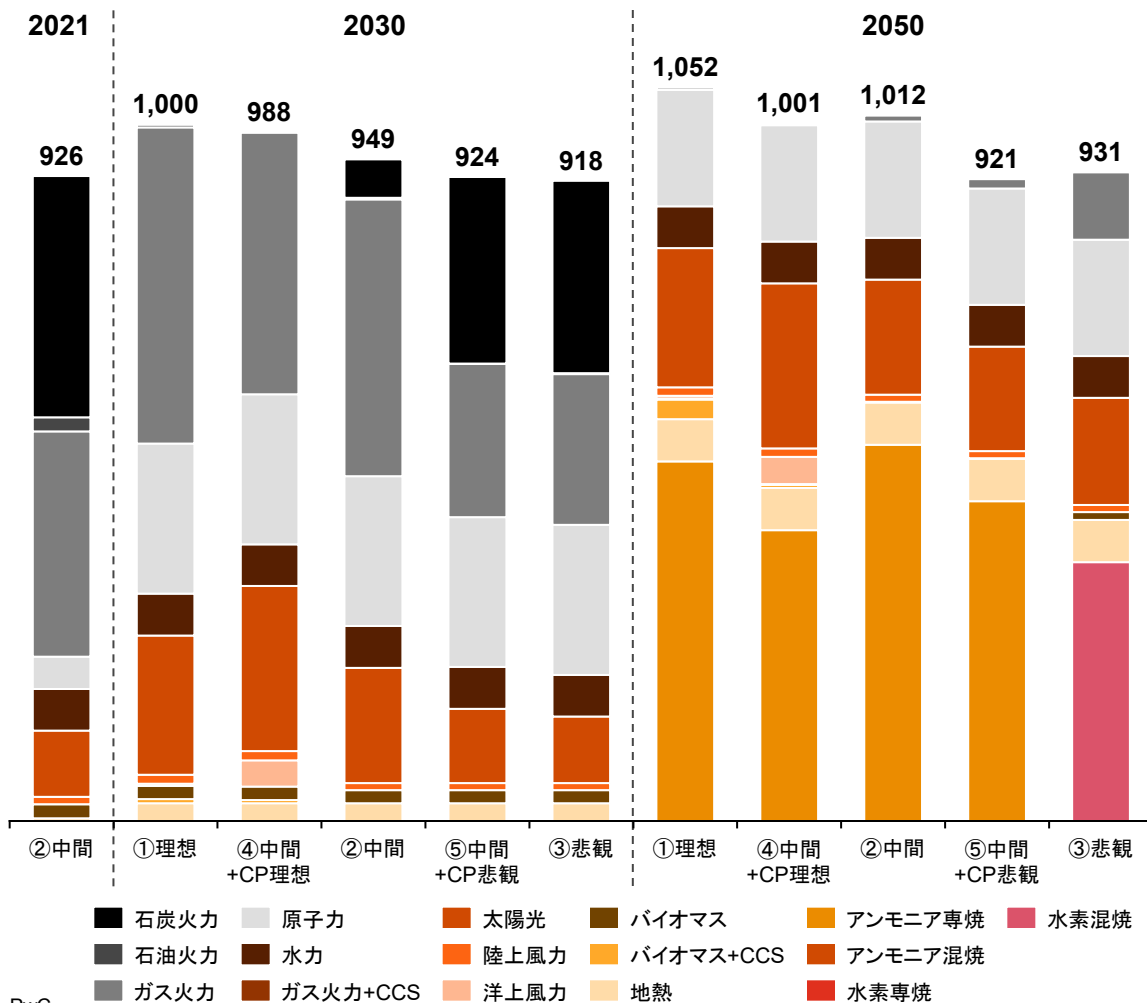
発電セクターは、技術の進歩と炭素価格の上昇が理想水準で進展する①理想シナリオでCO<sub>2</sub>排出量が大きく減少するも、需要ピーク時の予備電源用途としてガス火力が残ることにより、完全なCN達成には至らない。発電セクターのCO<sub>2</sub>排出量のほとんどを従来火力(石油火力、石炭火力、ガス火力)が占めており、これらの電源からの切り替わりがセクターのCO<sub>2</sub>排出量削減のポイントとなる。従来火力からの切り替わりは炭素価格がキードライバーとなり、炭素価格が理想水準まで上昇すると、2030年時点で石炭火力と石油火力のほとんどが再エネや原子力に代替される。2050年になるとアンモニア専焼の導入が進んでいく。

太陽光と風力は、アンモニア専焼実用化と炭素価格上昇時期に応じその量が変わる

アンモニア専焼の導入が進む2040年頃より前に炭素価格が上がるCP理想シナリオにおいては、再エネの導入が2030年時点から比較的大きく進み、2050年も高い割合を維持する。特に理想に比べアンモニア専焼の競争力が少々劣る④中間+CP理想シナリオにおいてはその傾向が強くみられる。一方でアンモニア専焼技術に対する優位性は高くなく、2030以降の導入量の伸びは小さい。

# アンモニア専焼は電源の主力となり、その実用化に比べいかに早く炭素価格が上昇するかが再エネの導入が進む条件となる

■ 各発電技術のシナリオ別発電量(2021年、2030年、2050年)



## 従来火力からの切り替わりは炭素価格の上昇とアンモニア専焼発電の実用化が重要となる

2021年時点の電源構成で大きな割合を占める従来火力の内、CO<sub>2</sub>排出量の大きい石油火力と石炭火力は、炭素価格の上昇によるコスト増によって、他電源へと切り替わっていく。太陽光、風力、原子力への切り替わりが進んだ後、ガスを含む従来火力から完全に切り替わるうえで重要となるのはアンモニア専焼となる。アンモニア専焼技術が進展し、実用化が実現されている条件下であれば炭素価格が上昇せずとも導入が進んでいく。

## 一方、水素の専焼及び混焼は炭素価格や技術進展があってもコスト競争力がアンモニアに比べ低く、アンモニア専焼が実用化されない場合のみ導入される

水素専焼と混焼も、技術進展によって2050年には実用化されており、うち水素混焼は③悲観シナリオで導入されるものの、水素専焼はいずれのシナリオでも導入されない。水素専焼においてはアンモニアの熱量単価が水素に比べ安く競争力が劣ること、水素混焼においては燃料費増と水素供給設備によるCAPEX増が炭素価格によるメリットを下回らないことが要因となる。

## 再エネについては、炭素価格に応じ太陽光・風力の導入量が上下するものの、2050年断面で最大4割程度に留まる

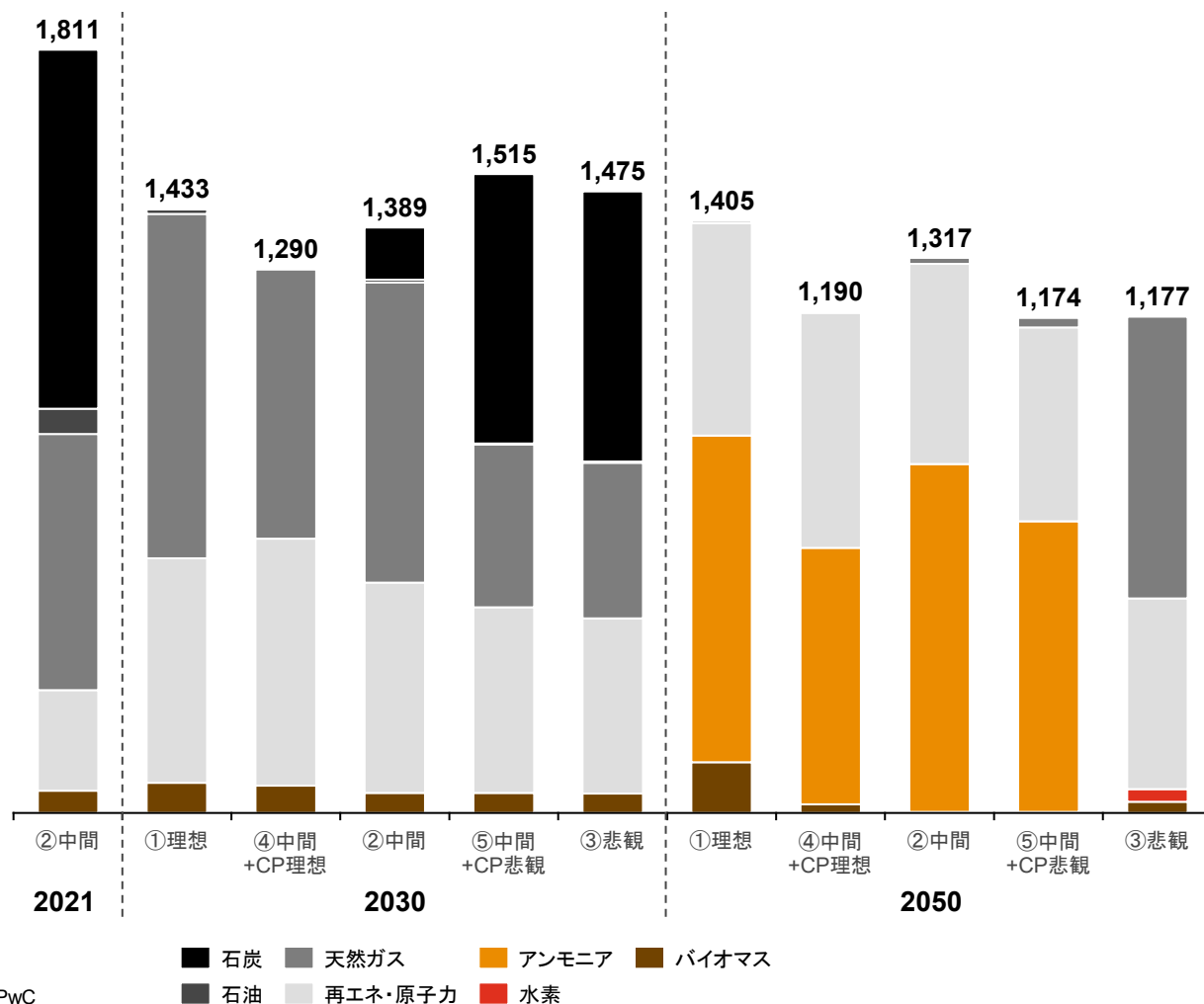
水力と地熱は、炭素価格が低くとも他電源に対しコスト競争力があることから、2050年時点ではいずれのシナリオでも一定量が稼働し、太陽光と風力は、統合コスト<sup>\*1</sup>の負担が重く、炭素価格に応じガス火力やアンモニア専焼との競争力が変化し導入量が上下する。

①理想・④中間+CP理想及び②中間シナリオにおいては、2030年の太陽光・風力発電導入量がそのまま2050年まで維持されており、炭素価格が高かつアンモニア専焼技術の実用化が遅い④中間+CP理想シナリオにおいて導入量が最大となる。アンモニア専焼実用化に比べいかに早く炭素価格が上昇するかが太陽光・風力導入拡大において重要となる。

<sup>\*1</sup> 変動再エネ(VRE)電源を電力システムに受け入れるにあたりかかるコスト。地域偏在性による送電網整備、調整力(火力、蓄電池など)供与、VRE自身の出力調整などのコストが含まれる。

# 発電セクターにおける水素・アンモニア需要はアンモニア専焼向け需要が中心となり、中間シナリオで約25百万tの需要が見込まれる

■ 発電セクターの一次エネルギー使用量内訳(TWh/y) (2021年、2030年、2050年)



アンモニア専焼発電が実用化するシナリオでは、いずれにおいても2050年にアンモニア使用量が約600 TWh(1,800万t-H<sub>2</sub>換算)以上、②中間シナリオでは825 TWh(2,500万t-H<sub>2</sub>換算)となる

発電セクターの一次エネルギー使用量においても、これまで見てきたとおり、炭素価格が早期に上昇し、再エネの導入が2030年時点から大きく進む①理想シナリオと④中間+CP理想シナリオよりも、②中間シナリオ及び⑤中間+CP悲観シナリオにおいて、2050年時点のアンモニア使用量が大きくなっている。特に②中間シナリオでは825 TWh(2,500万t-H<sub>2</sub>換算)と、水素基本計画における2050年目標値以上の使用量となる。アンモニア専焼が実用化しない③悲観シナリオ以外の結果を見ると、アンモニア専焼が技術実用化すれば、炭素価格が上昇せずとも約600TWh(1,800万t-H<sub>2</sub>換算)のアンモニア需要が見込まれると想定される。

また、アンモニア専焼が実用化しない③悲観シナリオでは、2050年に水素混焼のための水素需要が発生しているものの、2030年以上に天然ガスに依存している。



また、再エネ関連のOPEX市場規模をみると、最も大きいのは太陽光のメンテナンスであり、2050年において0.5～0.8兆円/年の規模となる。



# 発電セクターでは、アンモニア発電の混焼率・効率向上のための実証推進と、アンモニア供給体制構築のためのスペース確保が重要

■ 発電セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割				
			発電事業者	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府	
発電セクター	アンモニア専焼発電の大規模実装	発電	混焼率・発電効率の向上	・実証実験の推進(資金調達、設備確保)	・バーナー／燃焼器構造の改良	-	・実証実験への支援 ・ベンチマーク発電効率の設定
			NOx排出やNH <sub>3</sub> 残留による安全リスクの排除	・実証実験の推進(資金調達、設備確保)	・燃焼条件の改良 ・排ガス処理技術の高度化	-	・実証実験への支援 ・適切な排出基準値の検討・設定
		供給	従来のLNG設備などを上回る設備・スペースの確保	・自社設備統廃合によるスペース確保 ・新規立地の開発 ・送配電網整備(TSO)	・タンクの省スペース化	・内航船用中継基地の整備	・港湾の拡張 ・毒劇法・高圧ガス保安法における基準の詳細化検討
			アンモニア漏えい対策などの安全設計指針の確立	・ステークホルダーの合意形成 ・防災体制の確立	・安全設計の検討・検証	・安全な荷役・輸送技術の開発	・環境アセス基準の設定

# 鉄鋼セクターは 炭素価格をドライバーに 従来高炉からの切り替わりを 進め、水素需要が日本国内で 最も大きくなる



**鉄鋼セクターのCO<sub>2</sub>排出量削減には、従来の高炉からの切り替わりが最も重要となり、切り替わる技術は主に直接水素還元製鉄となる**

高炉から直接水素還元製鉄への切り替えにあたっては、高炉のCO<sub>2</sub>排出量が大いことから炭素価格の影響を大きく受けるが、前提として技術の実用化(技術進展)が必要であることから、技術進展も併せて進んでいる必要がある。一方で、①理想シナリオや②中間シナリオにおいてはDACCSコストが水素コストを下回り、直接水素還元製鉄(100%)の導入には至らない。セクターとしてCNを目指していくのであれば、さらなる水素価格の低下が求められる。



**鉄鋼セクターの水素需要は2050年で約250万t/年と、日本全体の水素需要の7割以上を占める**

鉄鋼セクターの水素需要は直接水素還元製鉄によるものである。

技術進展が早い①理想シナリオでは、2035年に高炉が全て直接水素還元製鉄に置き換わる。一方で技術進展が遅い③悲観シナリオでは、2050年も高級鋼製造のために高炉が残る。

①理想シナリオにおいて、2050年の鉄鋼セクターの水素需要は約250万tに達し、日本全体の水素需要(アンモニア除く)の約7割を占める。

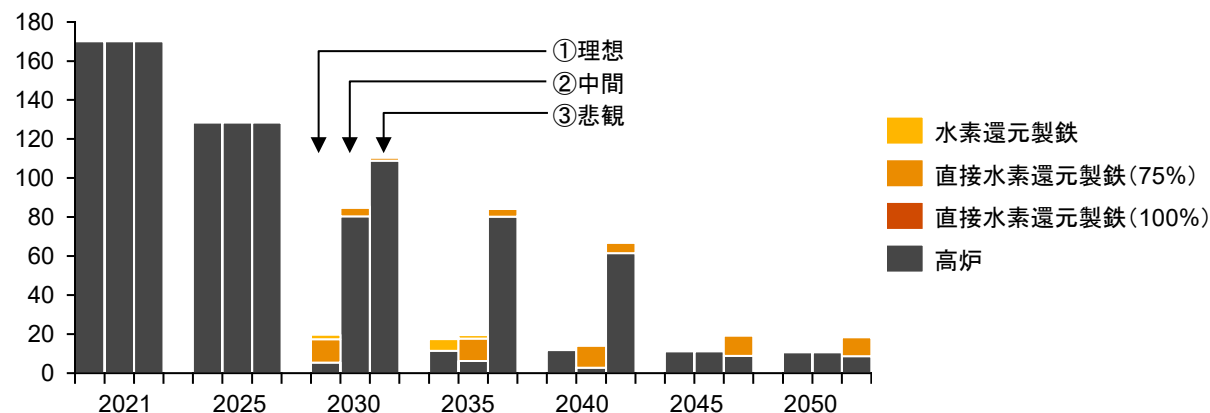


**鉄鋼セクターのコストプールを見ると、2050年時点ではどのシナリオでも直接水素還元製鉄に関するコストが多くを占めることとなる**

2050年においては、どのシナリオでも直接水素還元製鉄に関する市場規模が最大となる。特に、①理想シナリオでは約3.2兆円となり、その内訳は新規投資額0.5兆円、OPEX2.8兆円と、OPEXヘビーとなっている。OPEXのうち半分以上を電力・水素・天然ガスのコストが占める。

# 鉄鋼セクターのCO<sub>2</sub>削減の主軸は直接水素還元製鉄であり、技術進展による早期実用化と炭素価格の上昇により導入が見込まれる

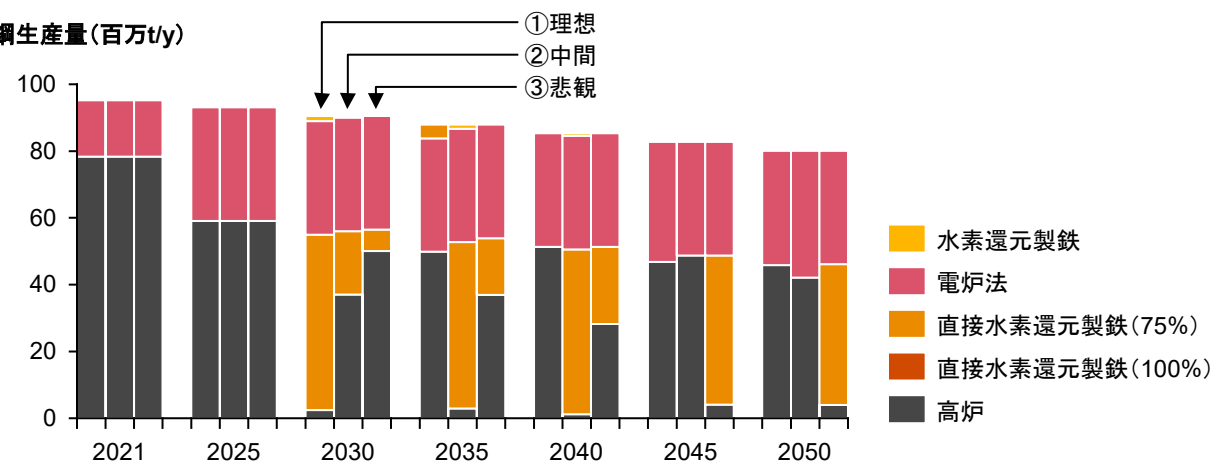
## ■ 鉄鋼セクターのシナリオ別CO<sub>2</sub>排出量

CO<sub>2</sub>排出量(百万t/y)

鉄鋼セクターのCO<sub>2</sub>排出量は高炉から直接水素還元製鉄への切り替えによって大幅に削減が見込める

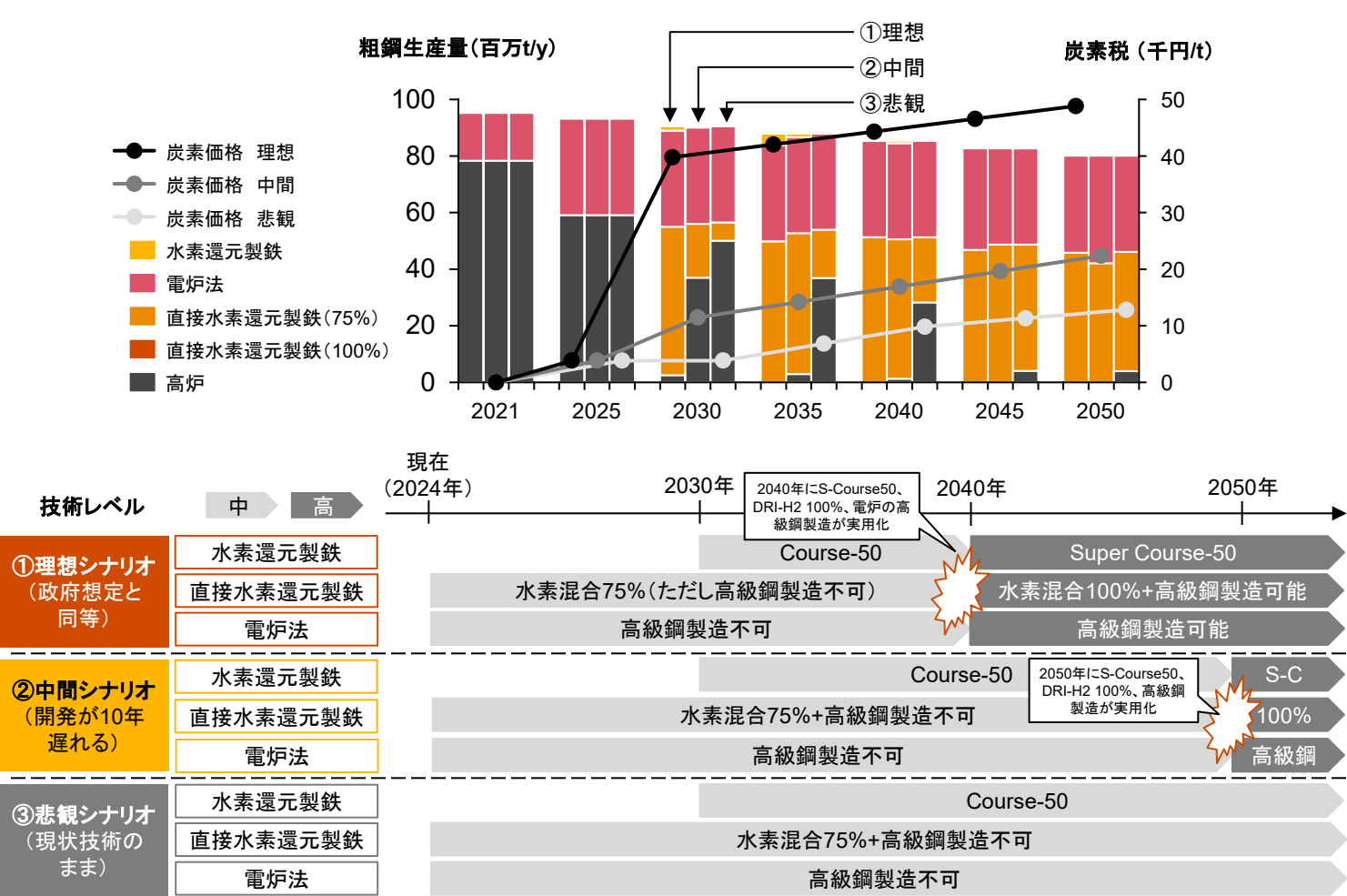
鉄鋼セクターでは高炉からの転換が炭素価格によって加速することから炭素価格の影響が大きい。一方で、①理想や②中間シナリオにおいてはDACCSコストが水素コストを下回り、直接水素還元製鉄(100%)の導入には至らない。セクターとしてCNを目指していくのであれば、さらなる水素価格の低下が求められる。

粗鋼生産量(百万t/y)



# 鉄鋼セクターでは、技術進展による実用化を前提として、炭素価格をドライバーとした技術の切り替わりが進んでいく

■ 鉄鋼セクターのシナリオ別採用技術とシナリオごとに想定される技術進展



高炉からの技術の切り替わりは、③悲観シナリオであっても炭素価格の上昇を見据え早期から進む

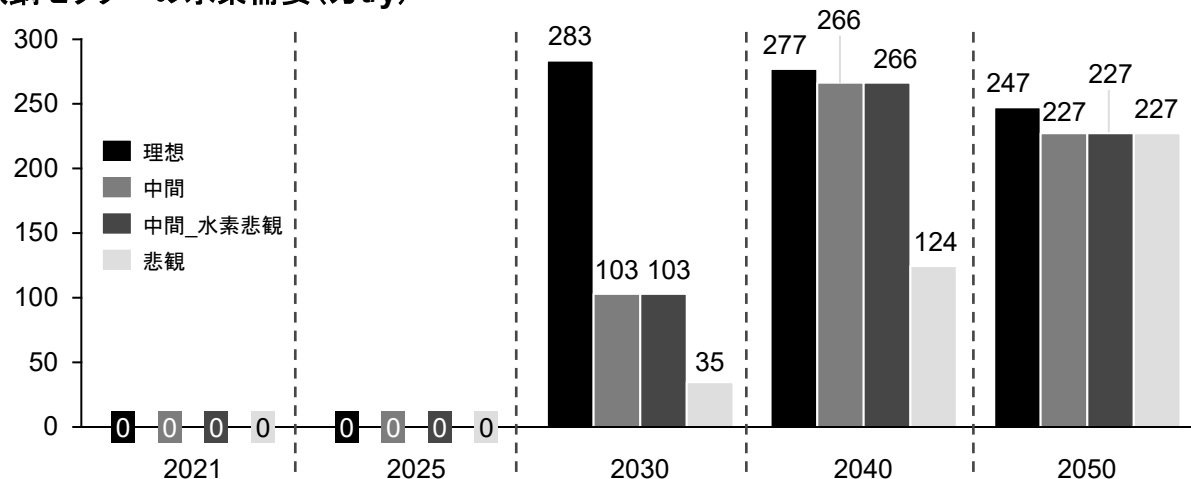
直接水素還元製鉄(75%)は③悲観シナリオ初期の約4,000円/t-CO<sub>2</sub>eという炭素価格条件下においても、将来の炭素価格上昇を見据えた導入が進展する。約10,000円/t-CO<sub>2</sub>e強の炭素税設定があれば、直接水素還元製鉄が普通鋼向けの主流技術となる。

鉄スクラップを原料とする電炉法は高い競争力を持ち、スクラップ供給量に応じシェアを拡大・維持する

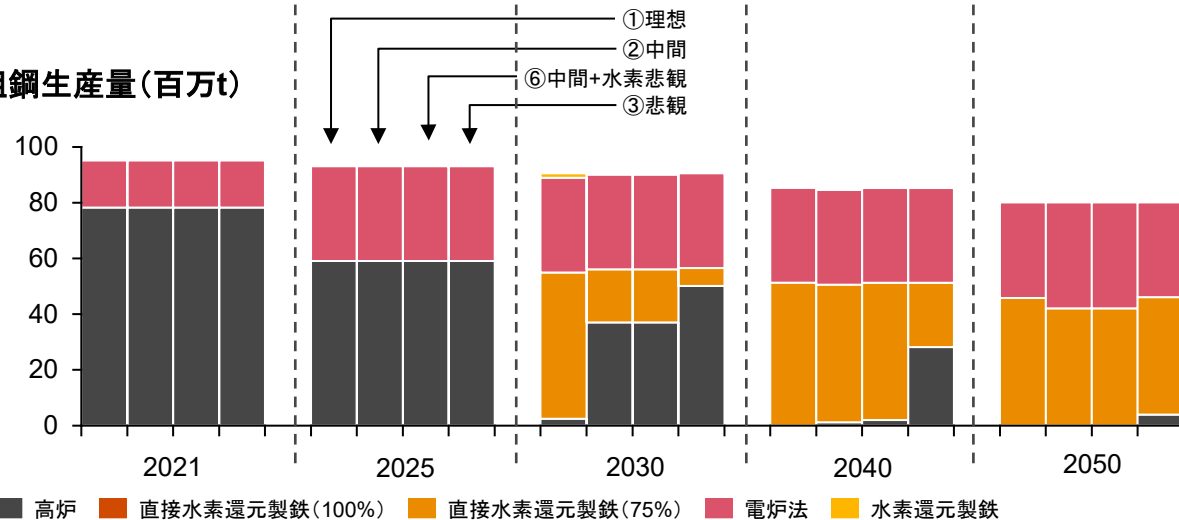
電炉法は純粋なコストと炭素価格の両面で他技術に対し優位性があり、炭素価格が低い③悲観シナリオにおいてもスクラップ供給量の全量近くを処理するように技術導入が進む。

# 鉄鋼セクターの水素需要は直接水素還元製鉄によるものであり、炭素価格が低い／水素価格が高いシナリオにおいても導入が進む。

鉄鋼セクターの水素需要(万t/y)



粗鋼生産量(百万t)



製鉄セクターの最も大きな一次エネルギー消費である石炭から水素への切り替わりは、高炉から直接水素還元製鉄技術の導入によって起こり、炭素価格に応じ実用化時期が早期化する

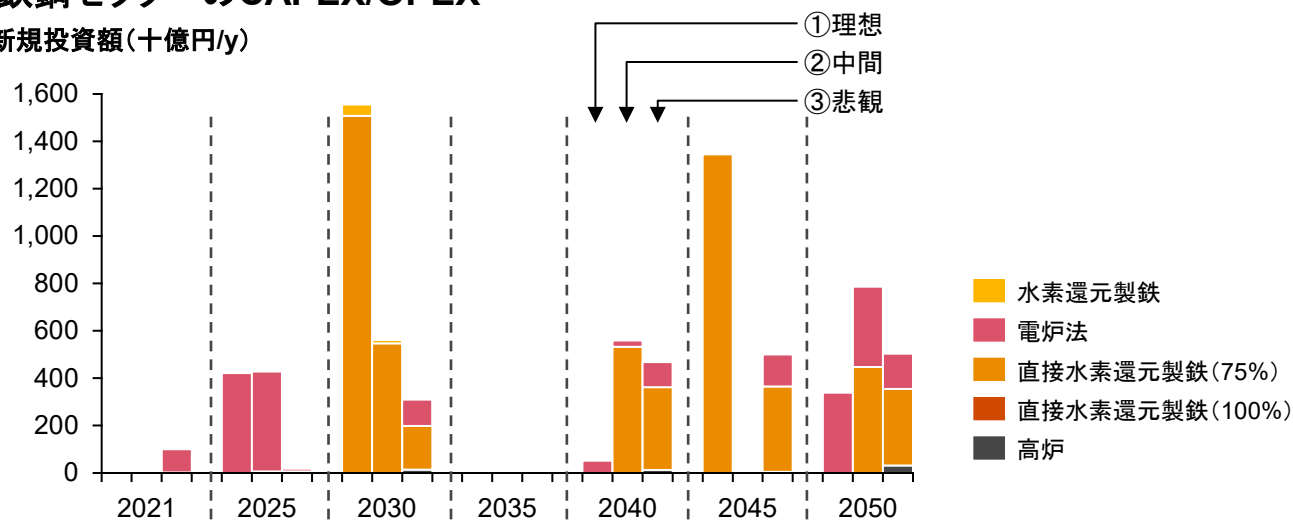
粗鋼生産量における技術選択で、電炉の拡大は全シナリオでスクラップ供給量を上限に同程度進む。技術進展が早い①理想シナリオでは、2040年に高炉がすべて直接水素還元製鉄に置き換わる。一方で技術進展が遅い③悲観シナリオでは、2050年も高級鋼製造のために高炉が残る。



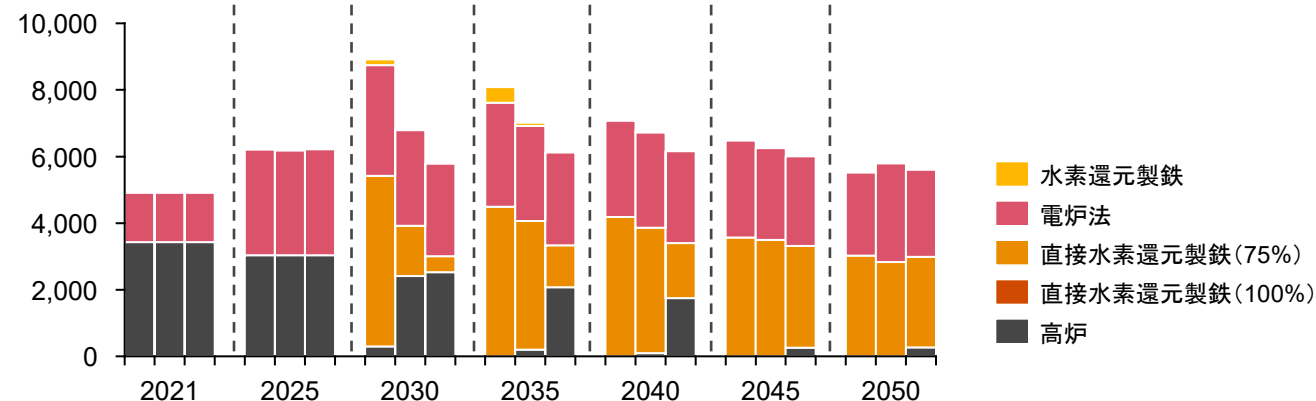
# 2050年のコストプールを見ると、直接水素還元製鉄に関する市場の規模が最も大きく、①理想ケースで約3.2兆円になる

## ■ 鉄鋼セクターのCAPEX/OPEX

新規投資額(十億円/y)



OPEX(十億円/y)



鉄鋼セクターの2050年におけるコストプールにおいては全シナリオで直接水素還元製鉄に関する支出が多くを占める結果となった

2050年における直接水素還元製鉄に関する市場規模は、①理想／②中間／③悲観いずれのシナリオにおいても約3兆円強となる。一方で直接水素還元製鉄は電力・水素・天然ガスといったエネルギーコストが多くなるためかなりOPEXヘビーとなっており、②中間シナリオにおいては直接水素還元製鉄に関する新規投資額が約0.4兆円であるのに対し、OPEXは約2.8兆円を占める。

鉄鋼セクターでは、生産設備の実証実験の推進に加え、原料の安定調達やグリーン鉄鋼の需要喚起を官民連携で進める必要がある

■ 鉄鋼セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割			
			製鉄会社	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
鉄鋼セクター	直接水素還元製鉄技術の実用化	原料調達	グリーン電力調達先確保 水素関連企業への投資	荷役・貯蔵設備の大型化	再エネ／水素の供給力拡大 内航船輸送体制の確立	再エネPPA／水素輸送・貯蔵設備開発への補助金
		生産設備	大型化の実証実験の推進	大型設備の開発／改良	水素の長期連続供給体制の構築（バックアップ体制含む）	実証および商用設備投資への資金支援 労安法などの更新 国外実証・案件開拓時の政府間交渉
		生産設備	低品位鉄鉱石による製造／高品位への変換プロセスの実証実験	生産設備の開発／改良	-	資金支援 低品位鉄鉱石利用に対する優遇策の導入
		完成品需要	グリーン鉄鋼の高付加価値化による需要の引き起こし	-	-	規制／需要喚起策の実施 Scope3削減インセンティブの設計

# 化学セクターでは 技術進展とバイオエタノールの 調達価格維持が CO<sub>2</sub>排出量削減に最も 影響する



化学セクターのCO<sub>2</sub>排出量削減には、原油ナフサからバイオエタノール等への原料転換が重要となる

原料転換には、ある程度高い炭素価格が必要であり、炭素価格が約40,000円/t-CO<sub>2</sub>eを超えると原油ナフサからバイオエタノールへの原料転換が進む。ただし2050年にはDACCSがより優位となり既存原料に戻る。また、バイオエタノール採用量は、炭素価格だけでなくエタノール価格にも大きく依存する。現在のエタノール価格が今後も維持されるようであれば、エタノールによる原料代替は2045年頃の大規模CO<sub>2</sub>排出量削減に貢献できるが、例えばエタノール価格が1.3倍程度上がるだけでエタノール導入量は0となり、貢献度が大きく低下する。



化学セクターでは水素・アンモニアのプレゼンスは比較的低いが、①理想シナリオにおいては原料転換が水素需要のドライバーとなる

化学セクターは製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>の割合がエネルギー消費由来のCO<sub>2</sub>排出に比べ大きく、セクターとしてのCO<sub>2</sub>削減も製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>が重要となる。製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>の削減は主要原料である原油ナフサをバイオエタノール由来原料やケミカルリサイクルにより置き換えることで実現する。ケミカルリサイクルはその原料調達量が限られるため、バイオエタノールに大きく依存することとなり、その安定調達がCO<sub>2</sub>削減の鍵となる。他方で、エネルギー消費由来のCO<sub>2</sub>削減は燃料の水素／アンモニア転換により実現し、うち水素需要は代替原料製造の熱源として生じるため、炭素価格の上昇による原料転換が水素需要のドライバーとなる。アンモニアによる蒸気製造は、技術進展によるコストダウンを待つことで、炭素価格によらない需要が2050年に生じる。



化学セクターでは2030～2040年にかけて原料代替市場が大きくなるが、その後はDACCSへの移行により縮小する

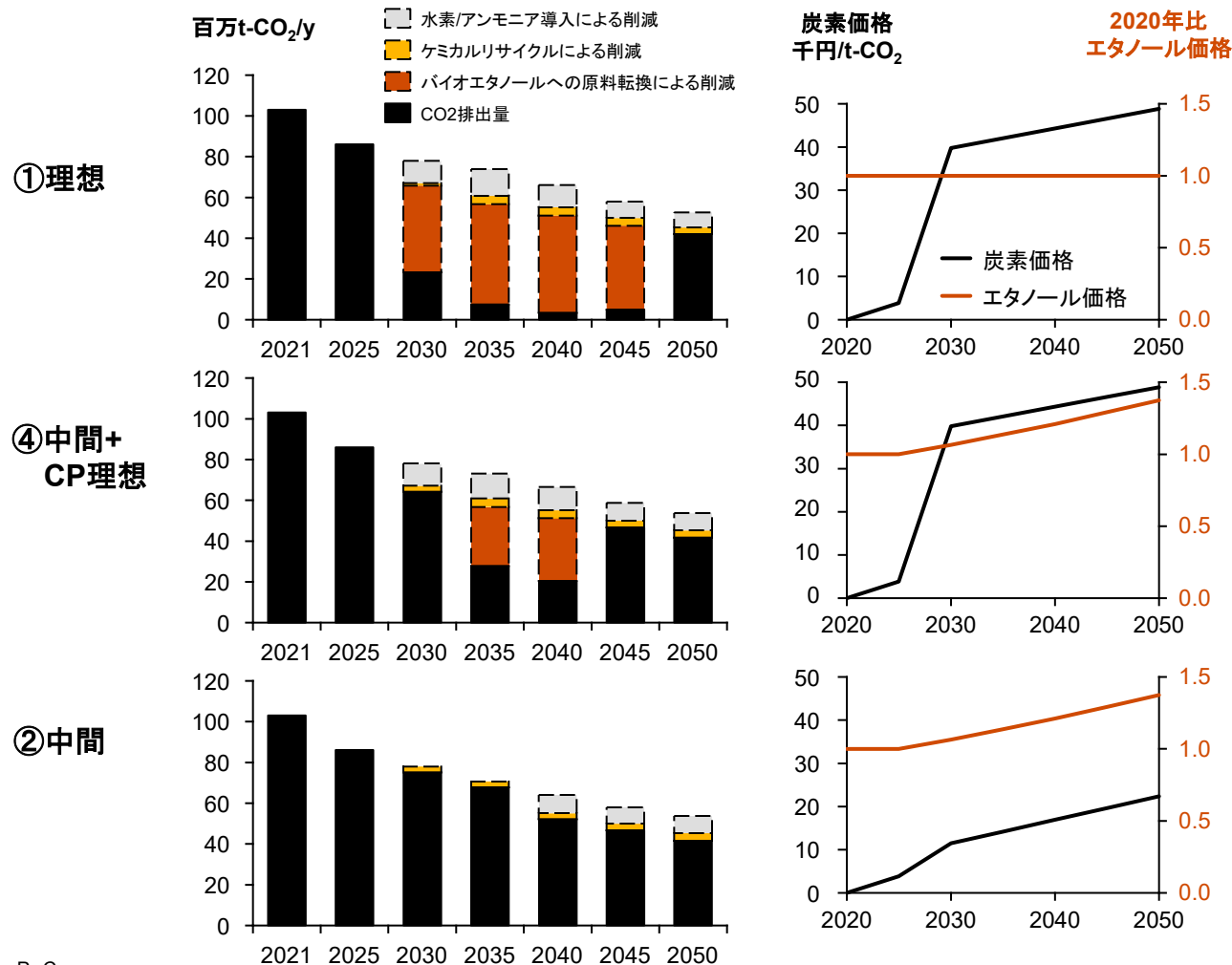
化学セクターでは炭素価格が最も上昇する①理想シナリオで2030年からバイオマスオレフィン化技術の導入が進み、OPEXの中で最大となる。②中間・③悲観シナリオではバイオマスオレフィン化技術は導入されず、廃プラスチックオレフィン化が新規投資額で主となる。

市場規模としては、最終的にバイオマスオレフィン化といった原料代替技術よりもDACCSがコスト優位となるため、2040年頃から2050年に向けて縮小していく。他方で、セクター単独でのカーボンニュートラルを目指すのであれば、2050年においても原料代替技術の市場規模は残ると考えられる。



# 化学セクターでのCO<sub>2</sub>削減には、原油ナフサからバイオエタノールへの原料転換が重要となる

## ■ 各シナリオにおける化学セクターのCO<sub>2</sub>排出量と削減手法



原油ナフサからバイオエタノール、廃プラなどへの原料転換及びエチレン蒸留の熱源転換が化学セクターのCO<sub>2</sub>排出量削減には重要となるが、原料転換の導入についてはある程度高い炭素価格が必要であり、かつ最終的にはDACCSがより優位となり既存原料に戻る

炭素価格上昇: ①理想シナリオ、④中間+CP理想シナリオでは、炭素価格が約40,000円/t-CO<sub>2</sub>eを超えるため、原油ナフサからバイオエタノールへの原料転換が進む。CO<sub>2</sub>排出量は削減されるとともに、エチレン蒸留のプロセスにおいてもガスではなくアンモニアが熱源として選択されるようになる。

バイオエタノールの価格維持: 2050年にDACCS依存となるまでの途中段階におけるバイオエタノール採用量は、炭素価格だけでなくエタノール価格にも大きく依存する。現在のエタノール価格が今後も維持されるようであればエタノールによる原料代替は2030年から2045年にかけてCO<sub>2</sub>排出量削減に大きく貢献できるが、例えば、①理想シナリオと④中間+CP理想シナリオの2045年で比較すると、エタノール価格が1.3倍程度に上がるだけでもエタノール導入量は0となり、貢献度が大きく低下する。

# 原油ナフサからの原料転換がCO<sub>2</sub>排出量削減の中心となり、水素とアンモニアのプレゼンスは比較的低い

## ■ ①理想シナリオにおける化学セクターのCO<sub>2</sub>排出量

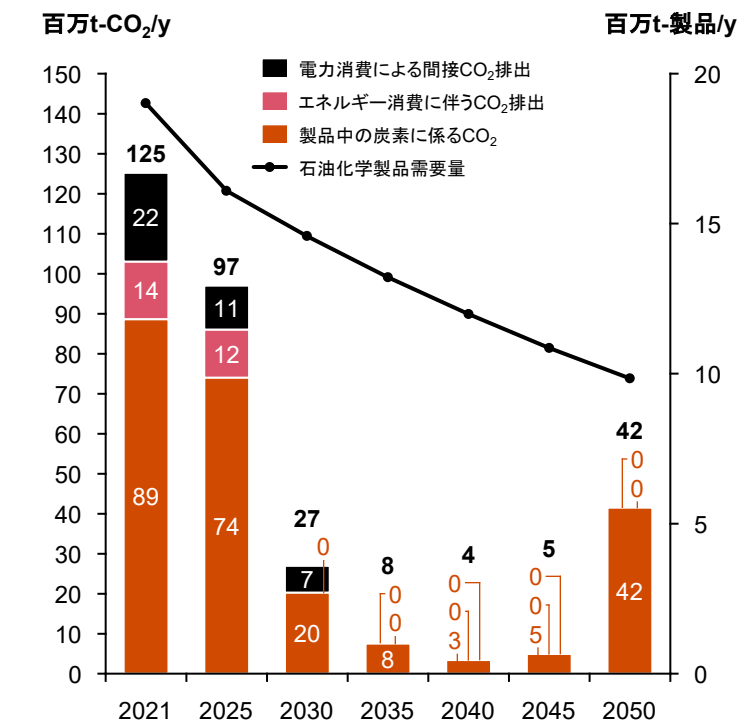
・化学セクターは製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>の割合がエネルギー消費由来のCO<sub>2</sub>排出に比べ大きく、セクターとしてのCO<sub>2</sub>削減も製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>が重要となる。

・製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>の削減は主要原料である原油ナフサをバイオエタノール由来原料やケミカルリサイクルにより置き換えることで実現する。

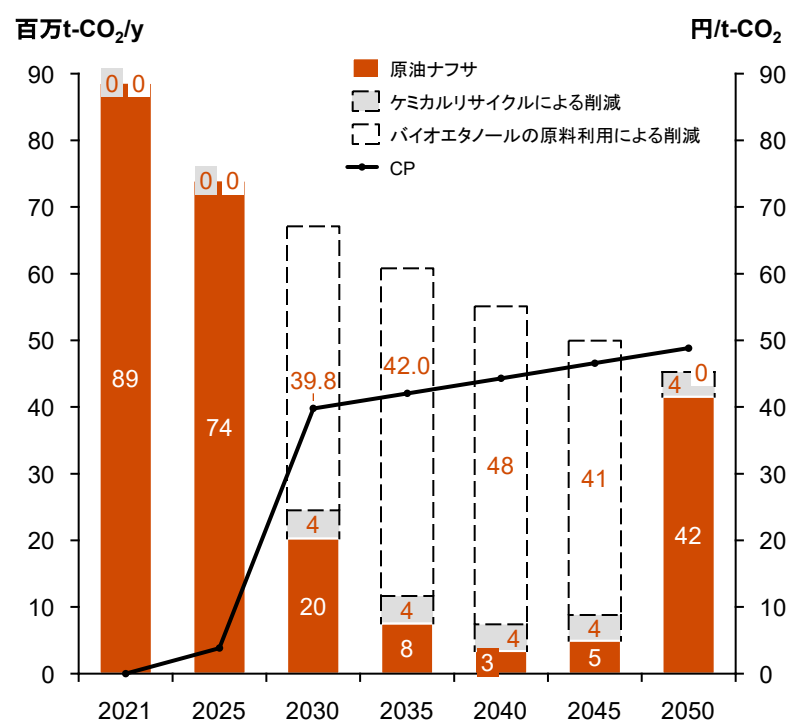
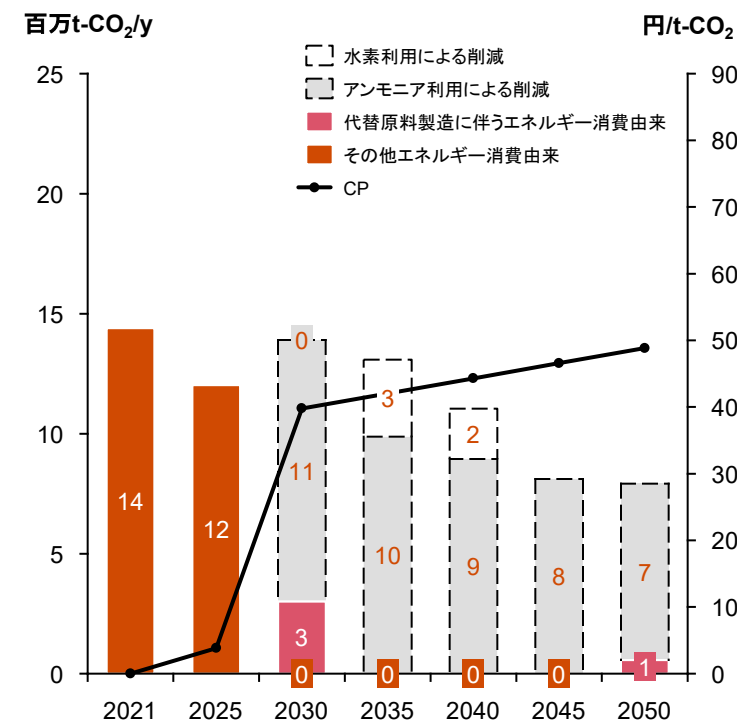
・ケミカルリサイクルは原料調達量が限られるため、バイオエタノールに大きく依存することとなり、その安定調達がCO<sub>2</sub>削減のカギとなる。

・エネルギー消費由来のCO<sub>2</sub>削減は燃料の水素／アンモニア転換により実現し、水素換算（熱量等価）で約1.7百万t/yの水素／アンモニア需要が生じる。

・水素需要は代替原料製造の熱源として生じ、アンモニア需要は蒸留などに用いる水蒸気製造をアンモニア対応のボイラーに置き換えることで生じる。

化学セクター CO<sub>2</sub>排出量

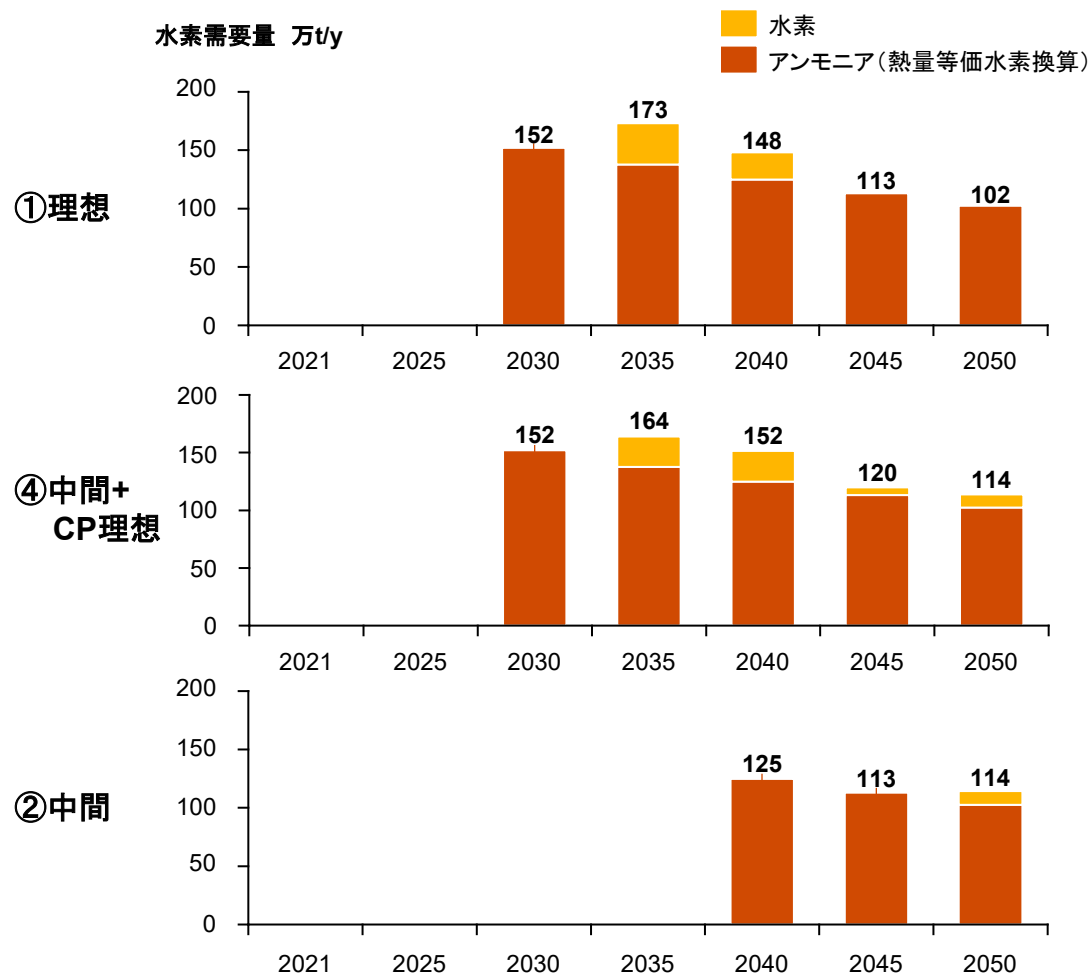
PwC

製品中の炭素に係るCO<sub>2</sub>量エネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量



# 化学セクターでは、①理想ケースの水素需要量が2035年に170万t程度とピークを迎え、蒸気製造用アンモニアがその多くを占める

■ 化学セクターにおける各シナリオの水素需要量



化学セクターにおいて、水素は廃プラスチックからのオレフィン製造など代替原料製造用の熱源に用いられ、アンモニアは蒸留用の蒸気製造に使用される

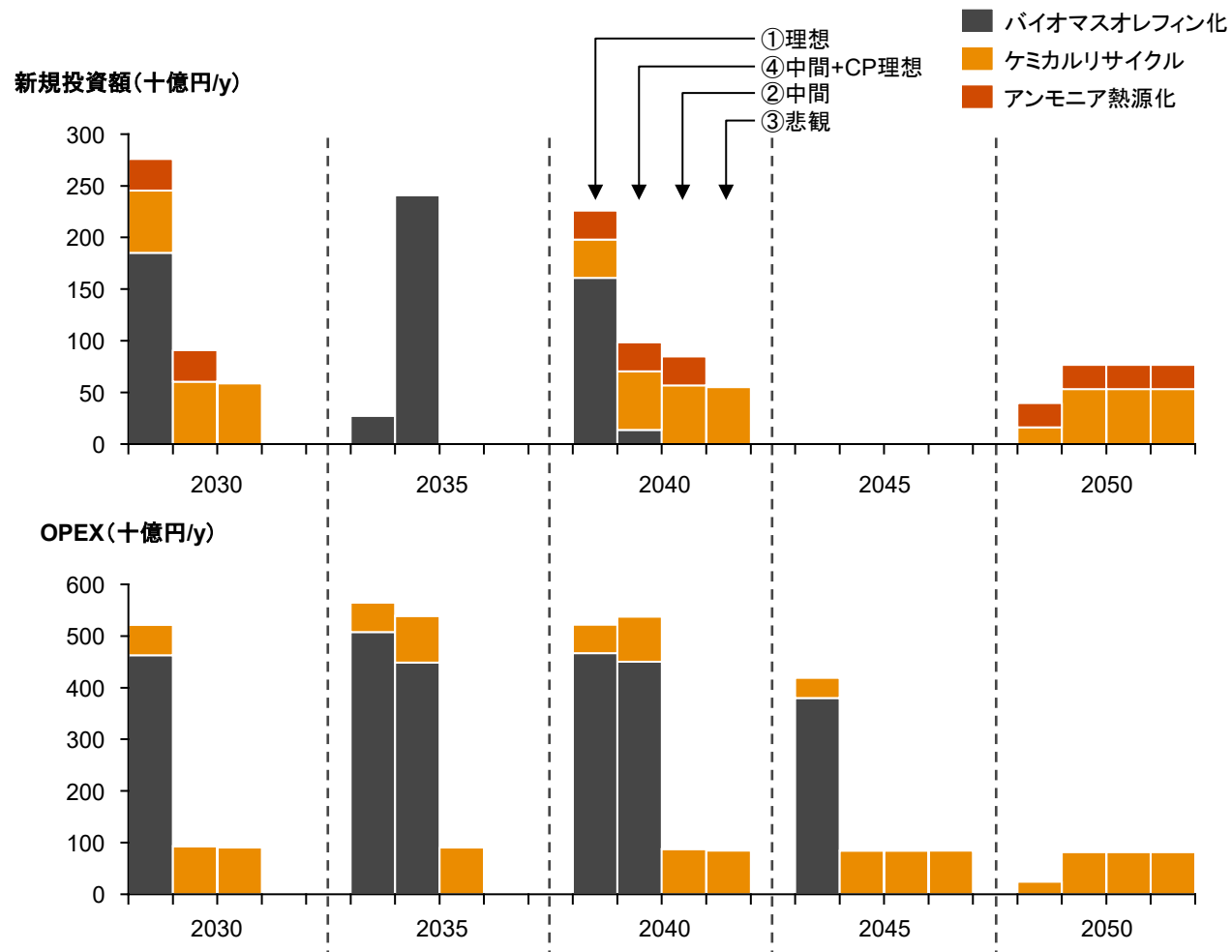
アンモニアは水素に比べ安価である一方、高温域において火炎温度が安定しないことから、高温が要求される代替原料製造のような反応プロセスには水素の使用が優先される。一方、蒸留時の加熱に使用する蒸気製造においてはコスト上優位なアンモニアが使用される。

①理想シナリオでは蒸気製造を中心に水素換算170万t程度の需要が見込まれる

水素の使用量は、代替原料製造量の熱源需要が炭素価格に応じ変化するため、炭素価格の影響を大きく受ける。一方でアンモニアの使用量については、蒸留用熱需要が炭素価格の影響をあまり受けないため、技術進展によるコストダウンを待つことで炭素価格によらない需要が2050年に生じる。

# 化学セクターでは代替原料製造がコストの大部分を占めるが、代替となる原料のコスト差に応じ導入開始時期が異なる

## ■ 化学セクターのシナリオ別採用技術と代替技術に係る新規投資額・OPEX(燃料費除く)



化学セクターではいずれのシナリオにおいても安定してケミカルリサイクルに関する市場が1,000億円/年程度生じる他、炭素価格が高いシナリオにおいては①理想シナリオで2030年、④中間+CP理想シナリオで2035年から代替原料製造投資が進む

いずれのシナリオにおいても、遅くとも2040年までにケミカルリサイクル技術に関する投資が始まり、投資額とOPEXを合わせて1,000億円/年前後の市場規模となる。また、バイオマスオレフィン化に関する投資及びオペレーションが①理想シナリオでは2030年から、エタノール価格が理想に比べ高い④中間+CP理想シナリオでは2035年から始まり、投資額とOPEXを合わせて5,000億円/年程度の大きな市場を形成する。炭素価格が中間以下のシナリオにおいては、代替原料が導入されない。

**原料代替技術よりもDACCSがコスト優位となるため、市場規模は2040年以降、急激に縮小していく**

代替原料が導入されるシナリオにおいて、同技術に係る市場規模は2035年から2040年にかけて5,000億円/年以上で安定するものの、2040年から先は2050年に向けて規模が縮小していく。これは、DACCSがバイオマスオレフィン化といった原料代替技術に取って代わるためである。他方で、セクター単独でのカーボンニュートラルを目指していくのであれば、2050年においてもバイオマスオレフィン化などの原料代替技術の市場規模は残るものと考えられる。

# 化学セクターでは、バイオエタノールの安定調達のため、出資や協業による調達体制構築と、新世代エタノールの製造技術開発が重要

■ 化学セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題			主要なステークホルダーの役割			
			化学メーカー	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
化学セクター	バイオエタノールの安定調達	調達価格を維持しつつ量の確保	<ul style="list-style-type: none"><li>新規エタノール製造PJへの出資・オフテイク保証による生産規模拡大への貢献</li><li>他社との共同調達スキーム構築</li><li>安定したクリーン製品需要の創出と製造能力の確保</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>エタノール製造大手・製造PJへの出資・参画による生産規模拡大への貢献</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>海外投資における債務保証</li><li>バイオマス賦存国との協力関係構築</li><li>市場価格上下リスクに対する緩和支援</li><li>規制／需要喚起策の実施</li></ul>
		供給賦存量の増大	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術開発・実証推進</li><li>廃棄バイオマス収集SC構築</li><li>Energy crop(エネルギー作物)栽培事業の拡大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術の開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>第二・第三世代エタノール製造技術開発・実証推進</li><li>廃棄バイオマス収集SC構築</li><li>エネルギー作物栽培事業の拡大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国産廃棄物系バイオマス利用促進支援</li><li>技術開発支援</li><li>第二・第三世代エタノール利用に対する優遇策の設定</li></ul>



# 自動車セクターでは、 BEV化とバイオ燃料の導入が 排出量削減の中心となり、 水素関連技術である FCVのプレゼンスは低い



**自動車セクターのCO<sub>2</sub>排出量削減には、車体価格の低減と炭素価格の上昇に加えて、バイオ燃料の導入も重要となる**

車体価格の低減と炭素価格上昇の両方が達成される①理想シナリオでは、BEV化が進み、2050年時点では、大型トラックを除く車種においてCNが達成される。また、①理想シナリオを除く他シナリオにおいては、2050年時点でみると、HVといった内燃機関車種とバイオ燃料（バイオガソリン、バイオ軽油）の組み合わせも選択されることとなる。したがって、内燃機関が残存しているシナリオにおいても、バイオ燃料の導入によって自動車セクターでのCO<sub>2</sub>排出量減少が進み、炭素価格が中間水準以上であれば内燃機関燃料の3～5割程度がバイオ燃料に置き換わる。



**BEVよりもFCVのコストメリットが上回る②中間シナリオにおいて、水素・アンモニア需要が増加する**

①理想シナリオでは、BEVの車体価格低減による導入が進むため、水素・アンモニア需要は限定的となる一方、BEVの車体価格低減が緩やかでFCVの車体価格が低減する②中間シナリオにおいては、水素価格の低下によりFCVのコストメリットが上回るため、水素・アンモニア需要は増加する。

車種別で見ると、2050年時点では小型貨物・小型トラック・大型トラックにおいて、ランニングコスト減のメリットがイニシャルコストを上回ることから、FCVの導入が一定数進む見込みとなる。他方、乗用車では、貨物車と比較して走行距離が短いことからイニシャルコストの比率が高く、その分をランニングコスト減で回収することが困難であるため、FCVの導入は進まない。

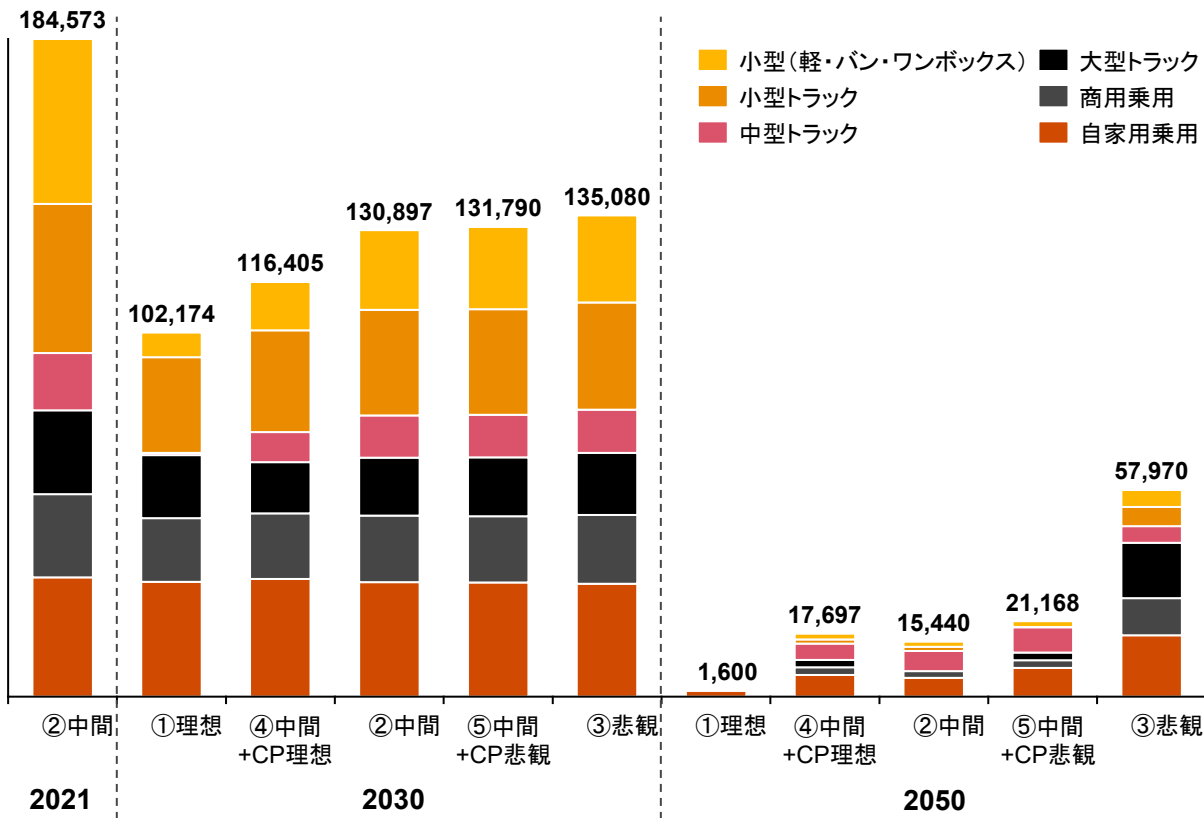


**自動車セクターの水素関連（FCV）の市場規模は最大でも2.6兆円程度にとどまり、大きなシェアを持つことはない**

BEVについては、①理想シナリオにおいて2050年時点で24兆円程度の市場規模のポテンシャルがある一方で、FCVについては、乗用車では一切導入が進まないこともあり、最大でも④中間+CP理想シナリオの2.6兆円程度にとどまる。④中間+CP理想シナリオ内で比較を行っても、BEVの市場規模が4.5兆円程度あるため、電動車という観点においてもFCVが主役となることはない。

# 自動車セクターでは、BEVの車体価格低減及び電費向上がCO<sub>2</sub>排出量の大幅削減のために重要

■ 自動車セクターの各シナリオの車種セグメント別CO<sub>2</sub>排出量(千t/y) (2021年、2030年、2050年)



## 電動車のコスト低減が大幅なCO<sub>2</sub>削減につながる

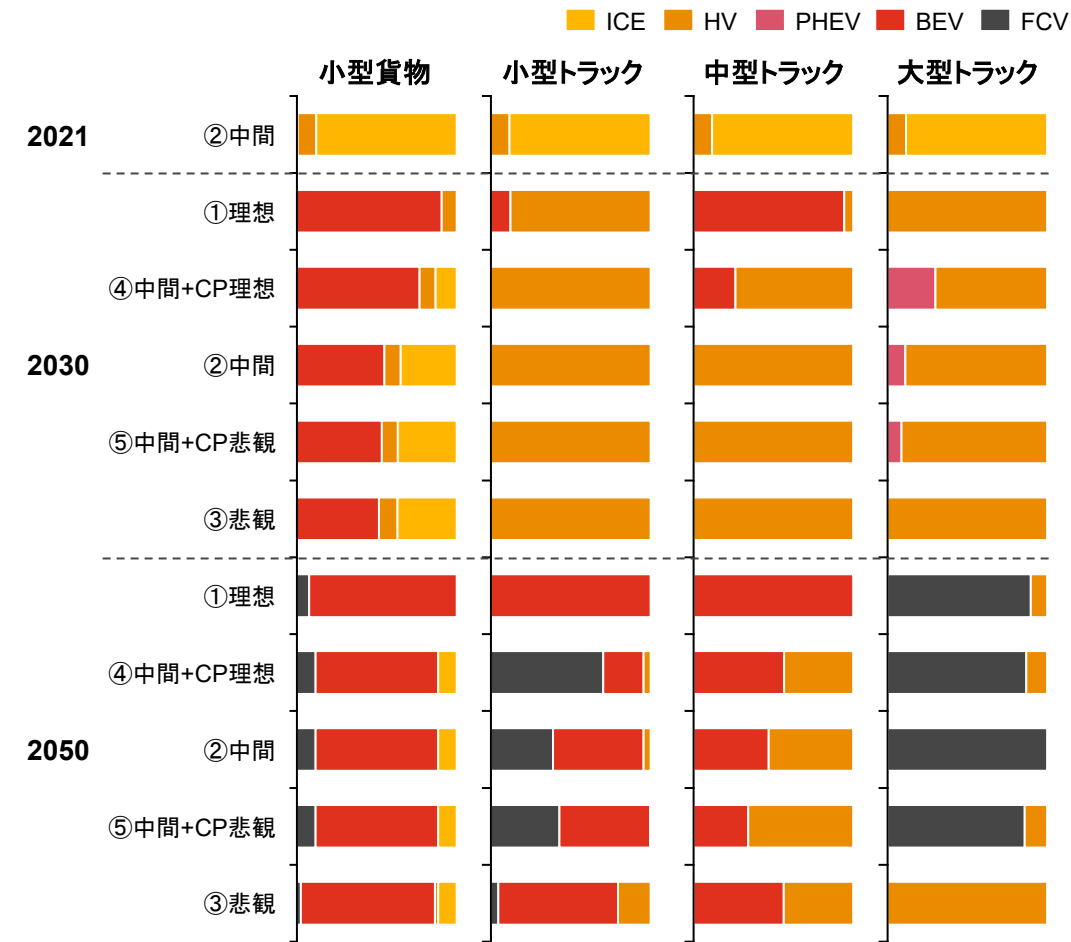
BEVの車体価格低減と電費向上が最も進む①理想シナリオでは、大部分の車格においてBEV化が進み、2050年時点では、大型トラックを除く車種においてCNが達成される。

2050年の②中間シナリオと④中間+CP理想シナリオ、⑤中間+CP悲観シナリオを比較すると、CO<sub>2</sub>排出量に大きな差がないことから、車体価格低減や電費向上といった技術進展が炭素価格よりもCO<sub>2</sub>排出量の削減により寄与することが読み取れる。



# 貨物車は、イニシャルコストとランニングコストのバランスを車格が規定するため、車格ごとに、電動化に向けたパス・終着点が異なる

■ 自動車セクターの各シナリオの貨物車車種セグメント別駆動方式の割合(2021年、2030年、2050年)



貨物車は、小型セグメントはシナリオ共通でBEV化が進むものの、中型セグメントにおいては、車体価格の低減と炭素価格の上昇が起これないとHV車が中心となる

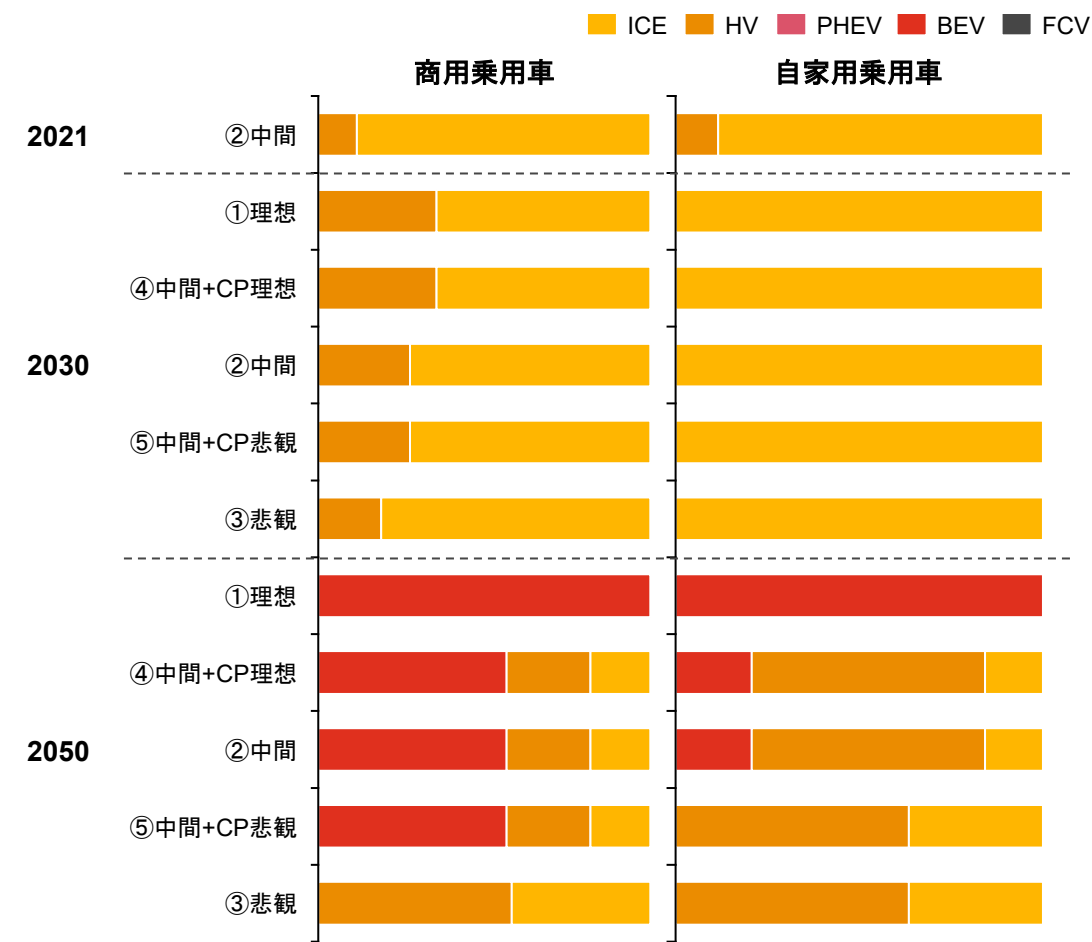
車体のイニシャルコストが相対的に低い小型セグメントの貨物車は、ランニングコスト面でのメリットで追加コストを回収できることが見込まれることから、シナリオ共通でBEV化が進展する。一方で、中型セグメントでは、車体のイニシャルコストが高くなるため、リプレイス先がHV車にとどまる傾向にあり、BEVの車体価格の低減と炭素価格の上昇がBEVへのトランジションのキーファクターとなることが見て取れる。

FCVについては、2030年では導入が進まず、2050年断面で、小型貨物・小型トラック・大型トラックにおいて導入が進む

FCVについては、上記のBEVと構造は同じく、イニシャルコストとランニングコストのバランスで、導入の可否が決定される。今回のシナリオにおいては、各シナリオにおいて、2030年断時点では導入が進まないが、2050年断面では、小型貨物・小型トラック・大型トラックにおいて、ランニングコスト減のメリットがイニシャルコストを上回る転換点を迎えることから、一定数導入が進む見込みとなる。

# 乗用車は、イニシャルコストが総コストに占める比率が高く、 ①理想シナリオにおいてもFCVの導入には至らない

■ 自動車セクターの各シナリオの乗用車車種セグメント別駆動方式の割合(2021年、2030年、2050年)



**商用乗用車は炭素価格の上昇によって電動化がある程度進むが、完全な電動化のためには技術進展によるコスト低減が必要となる**

走行距離が相対的に長い商用乗用車は、炭素価格の上昇に伴うランニングコスト増加を抑制することのメリットが強くなるため、2050年時点ではBEVの導入がある程度進展しているが、完全な電動化に至っているのは①理想シナリオだけとなる。それ以外のシナリオでの電動化を進めるためには、炭素価格の上昇だけでは不十分であり、加えて技術進展によるコスト低減など、メリット面が強化される必要がある。また、いずれのシナリオにおいてもFCVの導入は進まない。

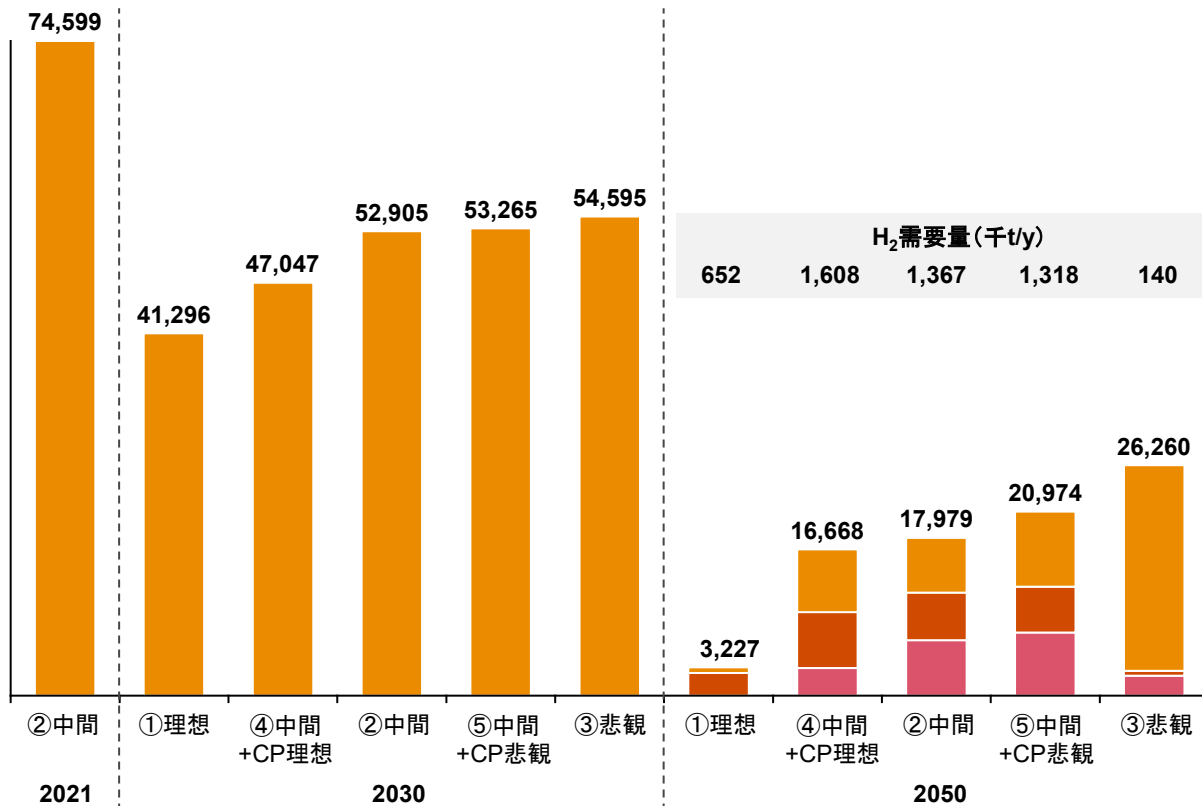
**自家用乗用車はイニシャルコストの比率が総コストに占める割合が高く、BEVの導入も限定的**

自家用車は、走行距離が短いことからイニシャルコストの比率が高く、ICEやHVに比べて高いイニシャルコストをランニングコスト減で回収することが困難であるため、車体価格が大きく低減し、且つ炭素価格も大きく上昇する①理想シナリオ以外のシナリオにおいては、BEVの導入も限定的となる。また、同様の理由から、いずれのシナリオにおいてもFCVの導入は進まない。

# BEVの価格低減が進まずFCVが選択されるシナリオが、自動車セクターでの水素需要が発生するケースとなる

## ■ 自動車セクターにおける各シナリオの燃料需要量(2021年、2030年、2050年)

原油換算-千KL/年

■ 石油 ■ 水素 ■ バイオ燃料


### BEVよりもFCVのコストメリットが上回る②中間シナリオにおいて、水素・アンモニア需要が増加する

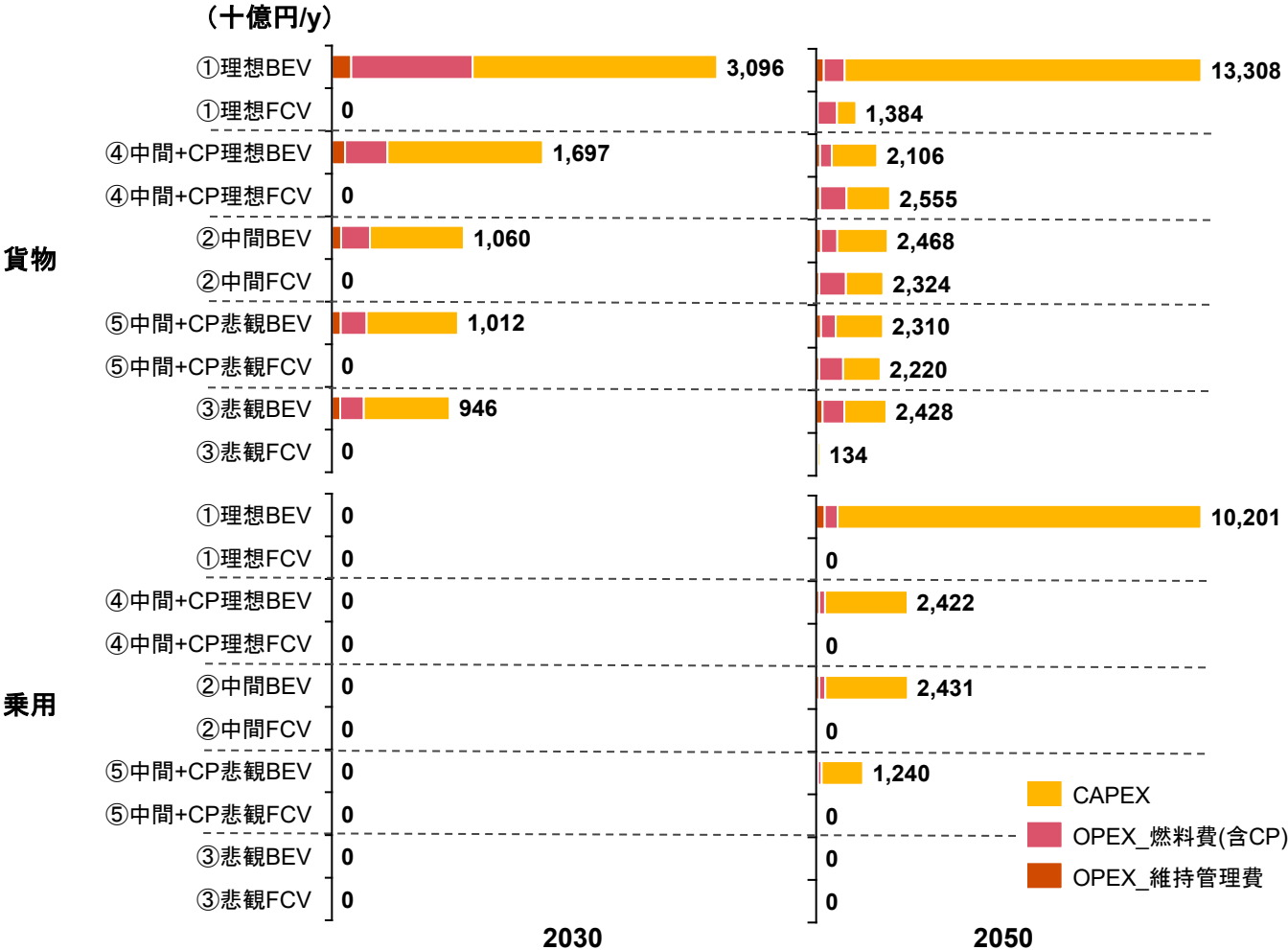
①理想シナリオではBEVの導入が進むため、水素・アンモニア需要は限定的となる一方、BEVの車体価格低減が①理想シナリオほど大きくないシナリオにおいては、水素価格の低下によりFCVのコストメリットが上回るため、水素・アンモニア需要は増加する。技術進展が中間となるシナリオそれぞれにおいて2050年時点で約130～160万tの水素需要が見込まれる。

### 2050年のCO<sub>2</sub>排出量削減には、バイオ燃料の導入も影響する

車体価格の低減と炭素価格の上昇が進む①理想シナリオを除く他シナリオにおいては、2050年時点で見ると、HVといった内燃機関車種とバイオ燃料(バイオガソリン、バイオ軽油)の組み合わせも選択されることとなる。したがって、内燃機関が残存しているシナリオにおいても、バイオ燃料の導入によって運輸(自動車)セクターでのCO<sub>2</sub>排出量減少が進み、技術進展が中間水準以上であれば内燃機関燃料の3～5割程度がバイオ燃料に置き換わる。なお、①理想シナリオではバイオ燃料が導入されず、②中間シナリオでも半分程度にとどまっているのは、前提条件として全セクターでのバイオマスの供給量上限が設定されており、他のバイオマス関連技術(バイオマス発電など)が優位に選択されていることが考えられる。

# 自動車セクターの水素関連(FCV)の市場規模は最大で2.6兆円程度が見込まれるが、BEVの最大市場規模の1割程度にとどまる

■ 自動車セクターの各シナリオのBEV・FCVの市場規模(2030年、2050年)



FCVの市場規模は最大でも2.6兆円程度で、大きなシェアを持つことはない

BEVについては、①理想シナリオにおいて2050年断面で24兆円程度の市場規模のポテンシャルがある一方で、FCVについては、乗用車では一切導入が進まないこともあり、最大でも④中間+CP理想シナリオの2.6兆円程度にとどまる。その④中間+CP理想シナリオ内で比較すると、BEVの市場規模が4.5兆円程度あるため、電動車という観点においてもFCVが主役となることはない。

# 自動車セクターでは、BEV・FCVの車体価格の低減と、ユースケースを広くカバーするための電池性能の向上・充電環境の拡充が課題

## ■ 自動車セクターのCN達成に向けた課題と各ステークホルダーの役割

CN達成に向けた課題				主要なステークホルダーの役割			
				自動車メーカー	周辺機器・エンジニアリング事業者	エネルギープロバイダー	政府
自動車セクター	BEVのコストメリット向上	車体価格(バッテリー価格)の低減		<ul style="list-style-type: none"><li>・バッテリーSCの確立</li><li>・ユースケースに合わせた商品開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車メーカーの方針に沿う部品の開発</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>・BEV購入補助金拠出</li><li>・バッテリーの国際標準化の支援</li></ul>
	BEVの幅広いユースケースへの対応	バッテリー性能の向上	航続可能距離の向上	<ul style="list-style-type: none"><li>・高密度なバッテリーの設計・開発の推進</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・新規格のバッテリーに合わせた部品の開発・供給</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車メーカーの研究開発への資金援助</li></ul>
			急速充電での劣化軽減	<ul style="list-style-type: none"><li>・急速充電による劣化を抑える蓄電池技術の設計・開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・新規格のバッテリーに合わせた部品の開発・供給</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車メーカーの研究開発への資金援助</li></ul>
		充電環境の拡充	<ul style="list-style-type: none"><li>・充電共通規格の推進・活用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・安価な充電機器の開発・供給</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・商業施設などへの充電設備の営業活動</li><li>・送配電網の強じん化</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車メーカー同士の協力体制の推進</li><li>・充電STへの補助金</li></ul>	
	BEV化の補完としてFCVのコストメリット向上	水素充填環境の整備	<ul style="list-style-type: none"><li>・水素サプライヤーとの連携によるステーション拡充の推進</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・安価な水素ステーション関連部品生産ラインの開発・供給</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・他産業水素需要創出</li><li>・資金調達</li><li>・水素STの拡充</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・一定の事業性を見通すための補助金や政策による援助</li></ul>	
		車体価格の低減	<ul style="list-style-type: none"><li>・安価な燃料電池、水素タンクの開発推進</li><li>・他産業への用途拡充</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・安価なFCV部品生産ラインの開発・供給</li></ul>	-	<ul style="list-style-type: none"><li>・補助金による自動車メーカー開発援助</li><li>・FCV購入への補助金</li></ul>	



[www.pwc.com/jp](http://www.pwc.com/jp)

## お問い合わせ先

PwC Japanグループ

<https://www.pwc.com/jp/ja/contact.html>



PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。

複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびブローダーアシュアランスサービス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約12,700人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズにより的確に対応したサービスの提供に努めています。

PwCは、クライアントが複雑性を競争優位性へと転換できるよう、信頼の構築と変革を支援します。私たちは、テクノロジーを駆使し、人材を重視したネットワークとして、世界149カ国に370,000人以上のスタッフを擁しています。監査・保証、税務・法務、アドバイザリーサービスなど、多岐にわたる分野で、クライアントが変革の推進力を生み出し、加速し、維持できるよう支援します。

発刊年月: 2025年8月 管理番号: I202504-07

© 2025 PwC Consulting LLC . All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network.

Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.