

# エネルギー戦略とオープンイノベーション

2021年12月11日（土）

日下部 聡

（三菱電機株式会社）

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

## 2. ここ2年のエネルギー選択

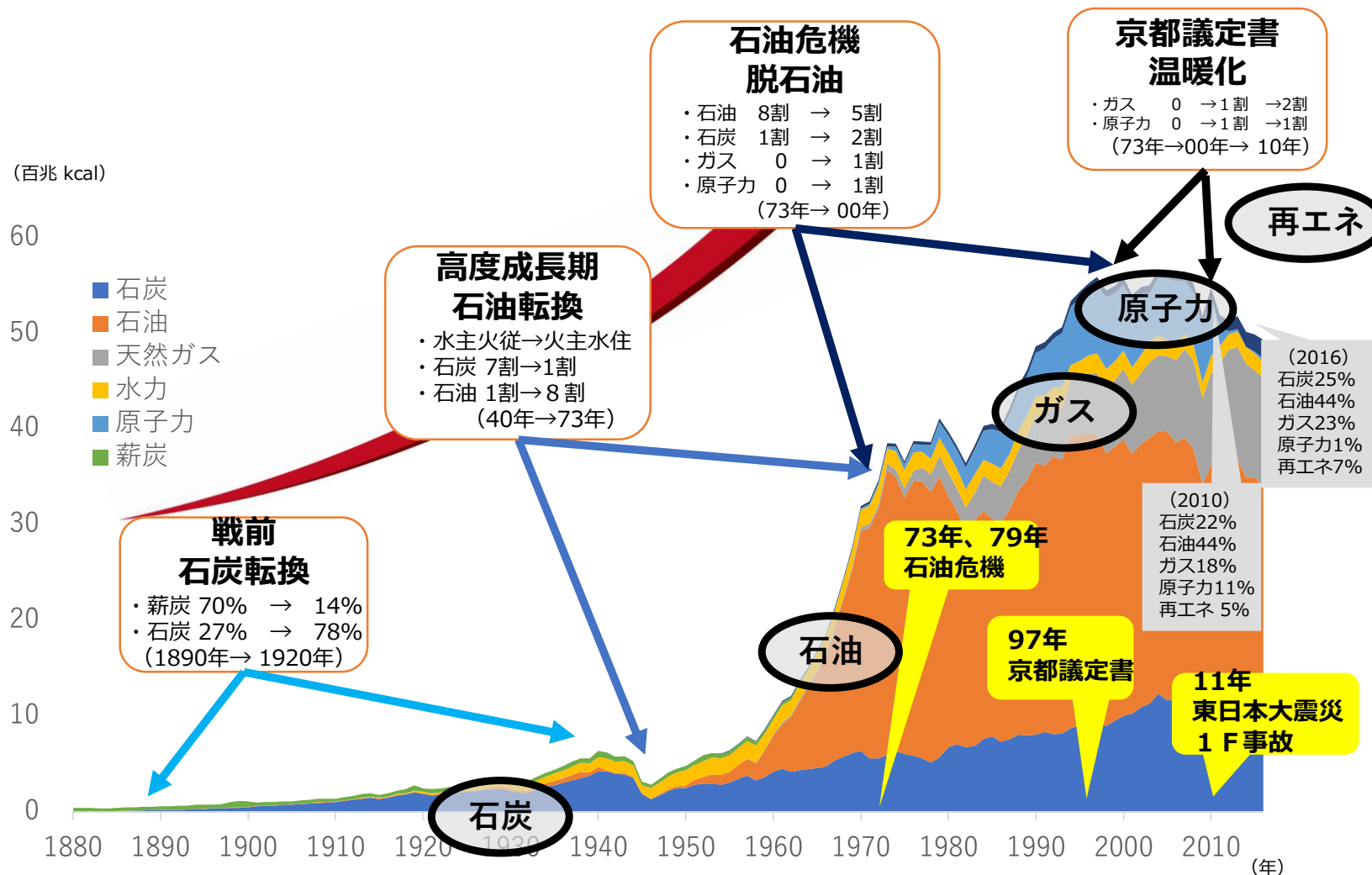
- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

## 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

## 4. 企業の目で見ると

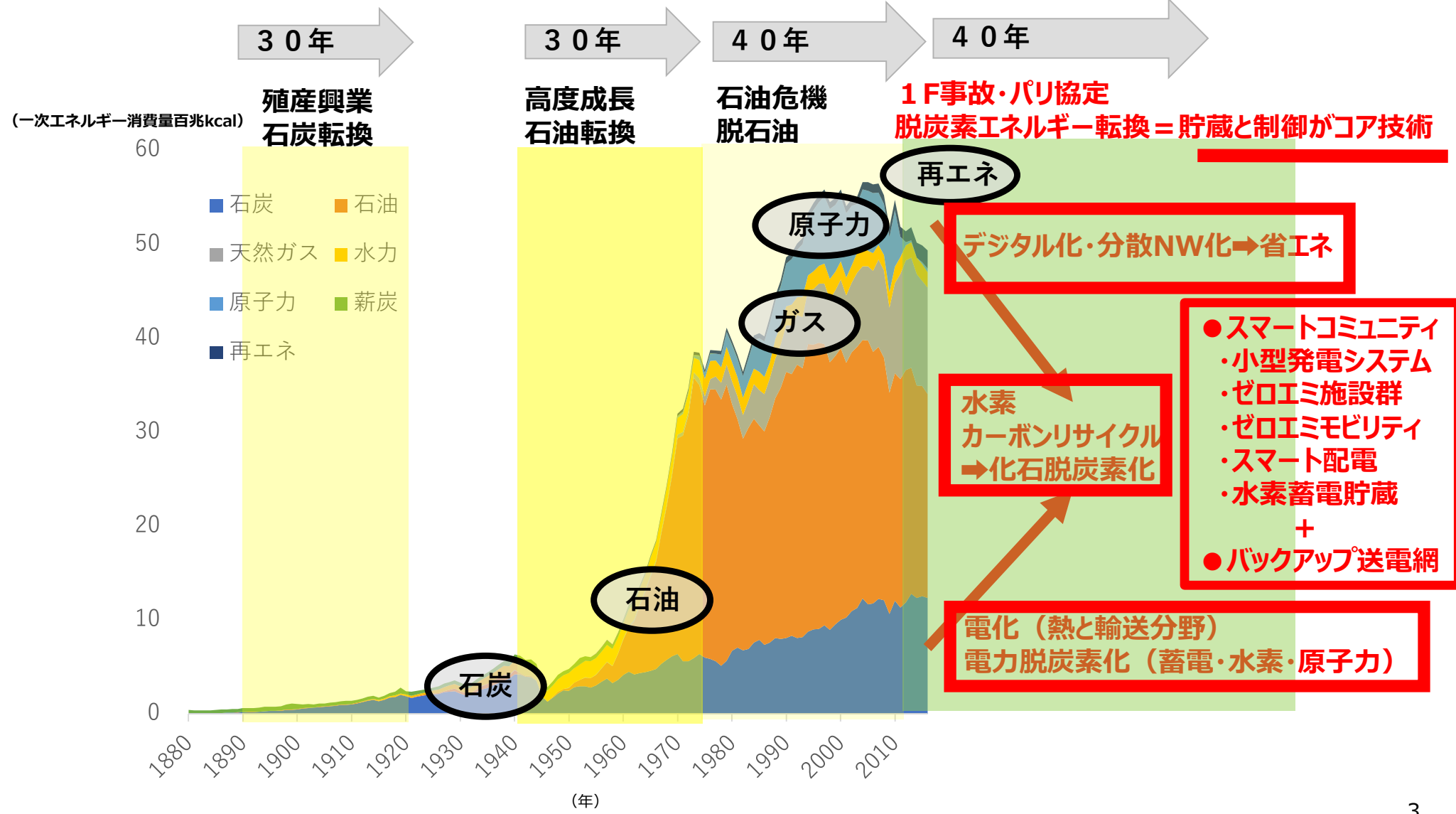
# (1) 日本のエネルギー選択の歴史を1次エネルギーの構成比で見る



出典:日本エネルギー経済研究所資料より資源エネルギー庁作成

# エネルギー小国という危機感が実現した3度のエネルギー大転換

→4度目のエネルギー転換は脱炭素化。資源国・新興国をも巻き込んだ開発協力を



# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

# 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

# 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

# 4. 企業の目で見ると

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

## 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

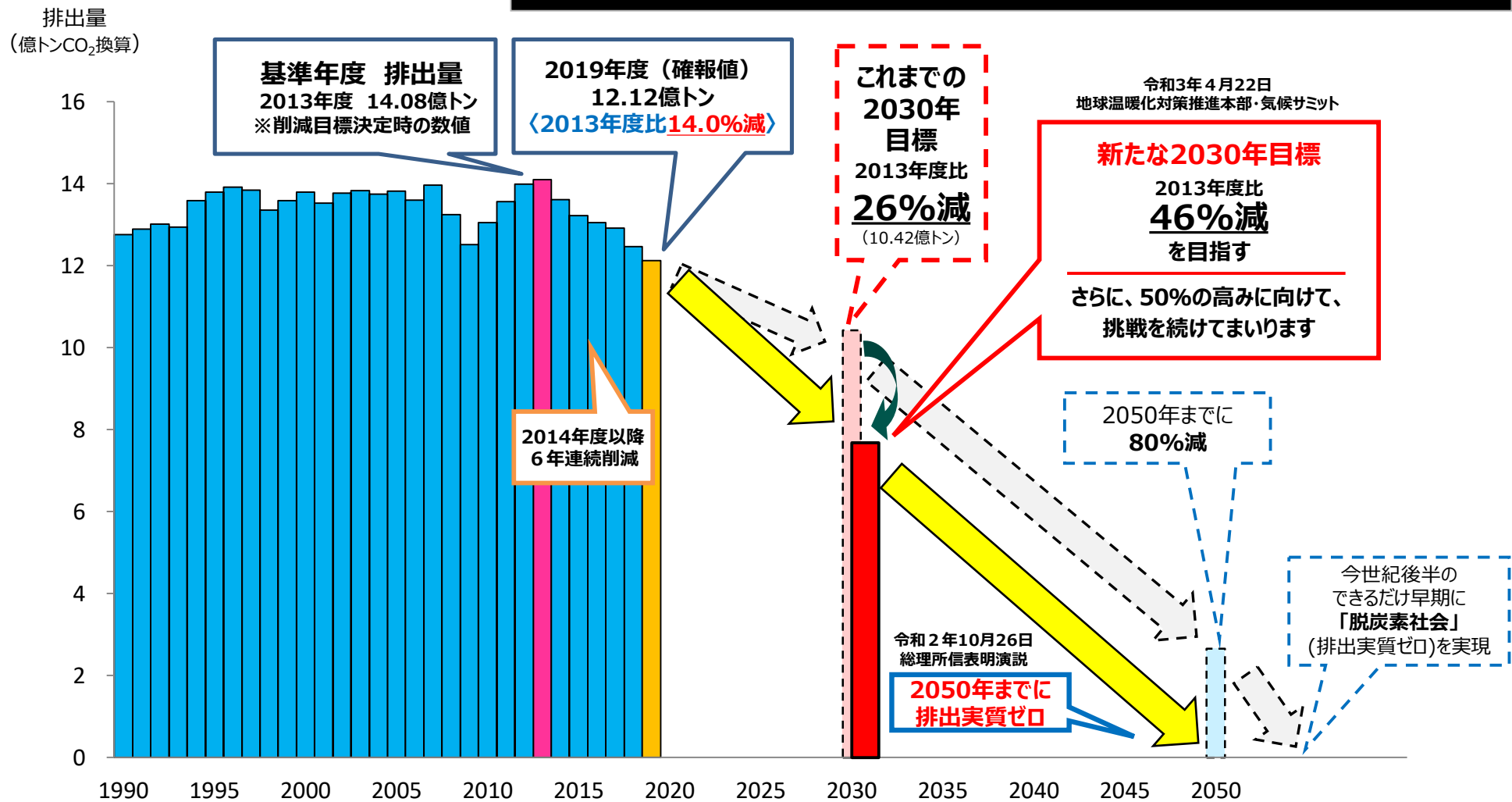
## 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

## 4. 企業の目で見ると

# (参考) 我が国の温室効果ガス削減の中期目標と長期目標

19年：12億トン 30年：10億→7億 50年：3億→ゼロ



(出典) 「2019年度の温室効果ガス排出量 (確報値)」  
及び「地球温暖化対策計画」から作成

中期目標

長期目標

# 経済と環境の好循環の実現に向けた各国の動き：各国の削減目標と気候変動政策

## 2030目標

## カーボンニュートラル 目標

## 各国の気候変動政策への取り組み

日本

▲46%

2013年比

<気候変動サミット等での表明  
(2021年4月)>

2050年

カーボンニュートラル

<総理所信演説(2020年10月)>

成長戦略の柱に**経済と環境の好循環**を掲げ、**グリーン社会の実現**に最大限注力（中略）もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、**産業構造や経済社会の変革**をもたらし、**大きな成長につながる**という発想の転換が必要です。

<第203回総理所信演説(2020年10月)>

米国

▲50-52%

2005年比

<NDC再提出(2021年4月)>

2050年

カーボンニュートラル

<2020年7月バイデン氏の公約>

高収入の雇用と公平な**クリーンエネルギー**の未来を創造し、**近代的で持続可能なインフラ**を構築し、連邦政府全体で科学的完全性と証拠に基づく政策立案を回復しながら、**国内外の気候変動対策**に取り組む。気候への配慮を**外交政策と国家安全保障の不可欠な要素**に位置付け。

<気候危機対処・雇用創出・科学的十全性の回復のための行政行動に関するファクトシート(2021年1月)>

EU

▲55%

1990年比

<NDC再提出(2020年12月)>

2050年

カーボンニュートラル

<長期戦略提出(2020年3月)>

**欧州グリーンディール**は、公正で繁栄した社会に変えることを目的とした新たな**成長戦略**であり、2050年に温室効果ガスの**ネット排出が無く**、経済成長が資源の使用から切り離された、近代的で資源効率の高い**競争力のある経済**。

<The European Green Deal(2019年12月)>

英国

▲68%

1990年比

<NDC再提出(2020年12月)>

2050年

カーボンニュートラル

<気候変動法改定(2019年6月)>

2世紀前、英国は世界初の産業革命を主導した。（中略）英国は、**クリーンテクノロジー**（風力、炭素回収、水素など）に投資することで世界を新しい**グリーン産業革命**に導く。

<The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution(2020年12月)>

中国

2030年ピークアウト  
GDPあたりGHG排出  
▲65%（2005年比）

<国連総会一般討論(2020年9月)>  
<気候野心サミット(2020年12月)>

2060年

カーボンニュートラル

<国連総会一般討論(2020年9月)>

**エネルギー革命**を推進し**デジタル化**の発展を加速。経済社会全体の全面的**グリーンモデルチェンジ**、**グリーン低炭素の発展**の推進を加速。

<第14次五か年計画 原案(2020年11月)>

韓国

▲24.4%

2017年比

<NDC再提出(2020年12月)>

2050年

カーボンニュートラル

<長期戦略提出(2020年12月)>

カーボンニュートラル戦略を**将来の成長の推進力**として利用。将来世代の生存と持続可能な未来のために、GHG排出量を削減するという課題は守らなければならない国際的な課題であり、この課題は**将来の成長の機会**と見なされるべき。

<韓国の長期低排出発展戦略(2020年12月)>



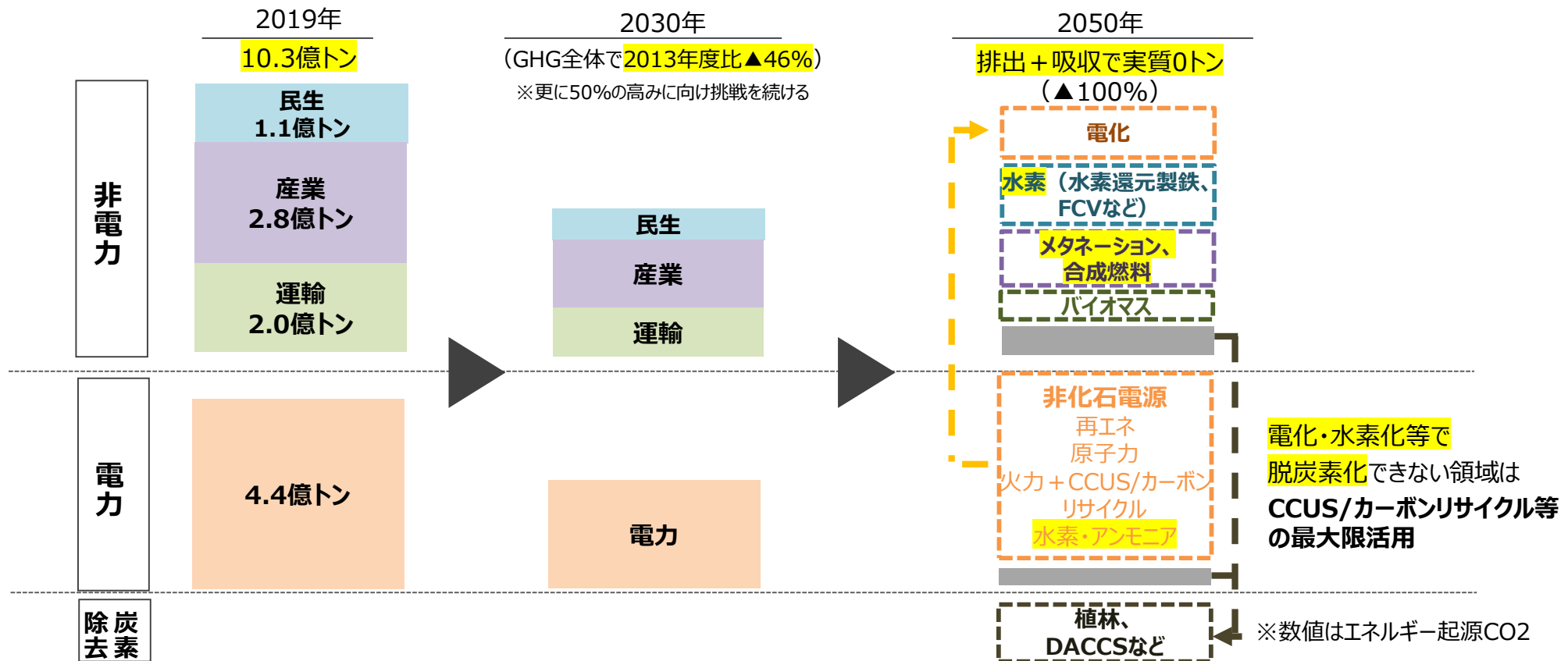
# 2030年エネルギー需給見通しのポイント（ミックス）

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		(2019年 ⇒ 現行目標)	2030年ミックス (野心的な見通し)		
<b>省エネ</b>		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	<b>6,200万kl</b>		
最終エネルギー消費（省エネ前）		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl		
<b>電源構成</b>  発電電力量： 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	<b>再エネ</b>	(18% ⇒ 22~24%)	<b>36~38%*</b>	※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。  （再エネの内訳）	
	<b>水素・アンモニア</b>	( 0% ⇒ 0%)	<b>1%</b>		
	<b>原子力</b>	( 6% ⇒ 20~22%)	<b>20~22%</b>		太陽光 14~16%
	<b>LNG</b>	(37% ⇒ 27%)	<b>20%</b>		風力 5%
	<b>石炭</b>	(32% ⇒ 26%)	<b>19%</b>		地熱 1%
	<b>石油等</b>	( 7% ⇒ 3%)	<b>2%</b>		水力 11%
					バイオマス 5%
<b>（ + 非エネルギー起源ガス・吸収源 ）</b>					
<b>温室効果ガス削減割合</b>		( 14% ⇒ 26%)	<b>46%</b> 更に50%の高みを目指す		

# 50年へのカーボンニュートラルへの道筋（政策の方向性）

- **全部門を通じて、省エネの徹底。**
- **次に電力の脱炭素化。**そのため、①再エネは、最大限導入、②原子力は可能な限り依存度を低減しつつ安全最優先の再稼働、③**水素、アンモニア、CCUS/カーボンリサイクル**など新たな選択肢を追求。
- **産業・民生・運輸（非電力）部門では、電化推進。熱需要には、水素化やCO2回収で脱炭素化を目指す。**最終的に脱炭素化が困難な領域では、**DACCSやBECCS**など炭素除去技術による対応も求められる。
- **カーボンニュートラルへの道筋**は、技術革新・社会変化など不確実性の道。**目指すべき「ビジョン」**と捉える。



# まとめ（暫定）

- ◆ 今回のシナリオ分析における、技術の導入量やコストの前提条件には、日本における自然的・社会的制約を精緻に織り込めておらず、また、コストは国際機関による価格見通しなどを踏まえて想定したものである点に留意が必要。今後、より詳細なこれらの制約などを考慮した分析により、より実態に即した将来像を描くことが可能となる。
- ◆ このため、以下に整理された数値だけをもって、将来に向けた政策対応を判断するべきではなく、数字には表れない様々な制約などを常に考慮することが重要である。
- ◆ また、電力限界費用＝電力コスト(送電端における電力コストであり、小売りの電気料金には、これに10円/kWh程度の託送料金が上乗せされる。以下、「電力コスト」と表記。)は、足元2020年の試算値(13円/kWh程度)に比べ、参考値のケースであっても2倍程度に増加する。2050年カーボンニュートラルに向けては、こうしたコストの低減が産業競争力の観点からも必須となる。
- ◆ 参考値のケースでは、参考値の絵姿を描くために、電力部門以外における水素・アンモニアやCCUS必要量について、適地の確保やインフラ整備などのハードルを乗り越える前提で、相当量の水素・アンモニアの供給量やCO2貯留を国内外で実現することを機械的に設定している。
- ◆ また、参考値のケースを含め、全てのケースで、非電力部門における水素還元製鉄やDACCSなどの炭素除去技術の利用を想定している(今回の分析におけるCCUSのCO2貯留量は、非電力部門への対応量も含まれている。)

	総発電 電力量	電源構成				結果からの示唆、 結果を実現するための課題
		再エネ	原子力	水素 アンモニア	CCUS 火力	
<b>参考値のケース</b>  ※審議会で示された2050年CNIに向けた参考値の絵姿を描くために、前提条件を設定したケース	1.35 兆kWh	54% (7300)	10% (1400)	13% (1800)	23% (3100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ いずれの電源も導入に向けて、技術的、自然的・社会的、経済的な課題を全て乗り越える必要。様々な課題を乗り越えられることを想定して設定するシナリオ。いずれの電源においても、この水準を達成することは容易ではない水準。</li> <li>➢ インプットとしての発電コストは、太陽光は10～17円、風力は11～20円、原子力は13円、水素・アンモニアは16～27円、CCUS火力は13～16円/kWhの水準を想定し、この場合の電力コスト(電力限界費用)は、24.9円/kWh(自然的・社会的制約を精緻に織り込めていない。)。また、CO2の国内貯留は0.9億トン、海外輸送は2.3億トンを想定。</li> </ul>

<b>再エネ100%ケース</b> ①	1.05 兆kWh	約100%	0%	0%	0%	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 外生的に再エネを約100%で設定した場合のシナリオ。インプットとしての電力コストは参考値のケースと同様の想定。</li> <li>➢ 電力コストは、<b>システム統合費用が増加し</b>、53.4円/kWh。他の安価な電力の選択肢が使えない結果、電力の使用量も減少する。</li> <li>➢ 更に、再エネ導入量は相当程度の自然的・社会的制約などの課題を乗り越える必要があり、<b>現実的ではない</b>のではないかと懸念される。</li> </ul>
------------------------	--------------	-------	----	----	----	---

# まとめ（暫定）

2021年5月13日総合資源エネルギー調査会  
基本政策分科会資料  
(公財)地球環境産業技術研究機構 配布資料



技術イノベーションなどにより、参考値のケースの前提条件を変更するケース ↓	電源構成					結果からの示唆、 結果を実現するための課題
	総発電電力量	再エネ	原子力	水素 アンモニア	CCUS 火力	
再エネの価格が飛躍的に低減するケース②	1.5 兆kWh	63% (9500)	10% (1500)	2% (300)	25% (3800)	<ul style="list-style-type: none"> <li>参考値のケースの想定から、新型太陽光や発電効率が大幅に向上した風力発電などの開発・商用化などのイノベーションが実現し、太陽光6～10円、風力8～15円と大幅に低減することを想定。</li> <li>参考値のケースに加えて、自然的・社会的を超えて導入が必要。</li> <li>再エネのコストが水素を下回るため、水素よりも優先して導入されるシナリオであり、この場合の電力コストは、22.4円/kWh。</li> </ul>
原子力の活用が進むケース③	1.35 兆kWh	53% (7200)	20% (2700)	4% (500)	23% (3100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>参考値のケースの想定から、原子力に対する国民理解などが進み、原子力発電所のリプレース・新增設が行われることを前提に、原子力が2割を上限に電源構成を賄うことを想定したシナリオ。</li> <li>この場合の電力コストは、24.1円/kWhとなる。</li> <li>仮に原子力の上限を5割に設定した場合の電力コストは、19.5円/kWhとなる。</li> </ul>
水素・アンモニアの価格が飛躍的に低減するケース④	1.35 兆kWh	47% (6300)	10% (1400)	23% (3100)	20% (2700)	<ul style="list-style-type: none"> <li>参考値のケースの想定から、更に水素製造（水電解、水素液化設備費）における技術イノベーションや民間投資の拡大などによる市場拡大により、水素コストの大幅な低減が実現し、水素の発電コスト13～21円/kWhとなることを想定。この場合の電力コストは、23.5円/kWhとなる。</li> <li>水素供給インフラも参考値のケースで想定したものと同規模のインフラ整備が追加的に必要となる。</li> </ul>
CCUSにおけるCO2貯留量が飛躍的に増大するケース⑤	1.35 兆kWh	44% (5900)	10% (1400)	10% (1400)	35% (4700)	<ul style="list-style-type: none"> <li>参考値のケースの想定から、更に技術イノベーションなどにより、CO2の貯留量が大幅に拡大することを想定（国内2.7億トン、海外2.8億トン）。この場合の電力コストは、22.7円/kWhとなる。</li> <li>参考値のケースで想定したものの3倍程度の国内貯留量を確保することが必要となる。</li> </ul>
カーシェアリングにより需要が低減するケース⑥	1.35 兆kWh	51% (6900)	10% (1400)	15% (2000)	24% (3200)	<ul style="list-style-type: none"> <li>完全自動運転が実現・普及し、カーシェア・ライドシェアが大幅に進展することを想定。</li> <li>その他についてはベースシナリオと同様の想定であり、この場合の電力コストは、24.6円/kWhとなる。</li> </ul>

※%は電源構成に占める割合、カッコ内は発電電力量（億kWh）

※需要サイドの変化については、カーシェアリング以外の要素も踏まえた更なるシナリオ分析を継続する。

◆ 今回のシナリオ分析からは、以下の示唆が得られる。

- 非電力部門については、水素還元製鉄やDACCSなどの炭素除去技術やカーボンリサイクル技術は必要不可欠な技術であり、こうした技術を実装できない限りは、カーボンニュートラル社会は達成することは極めて困難。
- 非電力部門における技術的な困難さを踏まえれば、2050年カーボンニュートラルに向けては確立した脱炭素技術のある電力部門の脱炭素化は大前提となる。その上で、電源ごとに様々な課題・制約がある中で、参考値を実現するためにこれらの課題・制約を乗り越える前提条件を設定し参考値のケースを設定。課題・制約の克服には相当の困難が伴う上に、電力コストも現状の2倍以上に上昇する見込みであり、これらの課題を克服していく必要がある。
- また、導入するにつれて発電コストやシステム統合コストが上昇するような再エネ電源について、モデル分析上の想定として外生的に、更に導入量を増加させることは可能であるが、実際には、自然条件や社会制約の結果、極端にそのような電源への依存度を高めることは困難であり、また、仮に、再エネ100%とした場合には、大幅にコストが上昇する(ケース①)ことが明らかとなり、再エネ100%のシナリオは現実的とは言えないのではないか。
- 技術イノベーションなどが進展する4つのケース(ケース②、③、④、⑤)を比較すると、それぞれの脱炭素電源毎に、技術イノベーション、コスト低減、国民理解の促進、導入制約の緩和などにより課題が克服され、更に導入が拡大すれば、2050年カーボンニュートラルに向けた筋道が複数描け、カーボンニュートラルの実現可能性が高まることが明らかになったが、こうした課題の克服には不確実性が大きい。

⇒以上を踏まえれば、将来にわたってカーボンニュートラルを確かなものにするためには、様々な技術イノベーションの実現が不可欠であり、イノベーションの不確実性を踏まえれば、特に、電源部門のように確実な脱炭素化が求められる分野においては、再エネ、原子力などの確立した脱炭素技術を確実に利用していくことが重要である。更に、これらの脱炭素技術を継続的に利用可能とするよう、政策の選択肢を狭めることなく、幅広く政策対応を行うことが求められる。

⇒また、どの分野のイノベーションが実現するか現時点で見通すことは困難であることを踏まえれば、特定の分野に偏ることなく、水素・アンモニア、CCUSなどあらゆる分野のイノベーションの実用化に向けた政策対応を行うことが求められる。



# 2021年度上半期に開始を想定しているプロジェクト一覧

2兆円の約3割をプロジェクトの追加・拡充用に留保

## ①洋上風力発電の低コスト化：

浮体式洋上風力発電の低コスト化等に向けた要素技術（風車部品、浮体、ケーブル等）を開発し、一体設計・運用を実証。

## ②次世代型太陽電池の開発：

ペロブスカイトをはじめとした、壁面等に設置可能な次世代型太陽電池の低コスト化等に向けた開発・実証。

## ③大規模水素サプライチェーンの構築：

水素の供給能力拡大・低コスト化に向けた製造・輸送・貯蔵・発電等に関わる技術を開発・実証。

## ④再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造：

水素を製造する水電解装置の低コスト化等に向けた開発・実証。

## ⑤製鉄プロセスにおける水素活用：

石炭ではなく水素によって鉄を製造する技術（水素還元製鉄技術）の開発・実証。

## ⑥燃料アンモニアサプライチェーンの構築：

アンモニアの供給能力拡大・低コスト化に向けた製造・輸送・貯蔵・発電等に関わる技術を開発・実証。

## ⑦CO<sub>2</sub>等を用いたプラスチック原料製造技術開発：

CO<sub>2</sub>や廃プラスチック、廃ゴム等からプラスチック原料を製造する技術を開発。

## ⑧CO<sub>2</sub>等を用いた燃料製造技術開発：

自動車燃料・ジェット燃料・家庭・工業用ガス等向けの燃料をCO<sub>2</sub>等を用いて製造する技術を開発。

## ⑨CO<sub>2</sub>を用いたコンクリート等製造技術開発：

CO<sub>2</sub>を吸収して製造されるコンクリートの低コスト化・耐久性向上等に向けた開発。

## ⑩CO<sub>2</sub>の分離・回収等技術開発：

CO<sub>2</sub>の排出規模・濃度に合わせ、CO<sub>2</sub>を分離・回収する様々な技術方式を比較検討しつつ開発。

## ⑪廃棄物処理のCO<sub>2</sub>削減技術開発：

焼却施設からCO<sub>2</sub>を回収しやすくするための燃焼制御技術等の開発。

## ⑫次世代蓄電池・次世代モータの開発：

電気自動車やドローン、農業機械等に必要な蓄電池やモーターの部素材・生産プロセス・リサイクル技術等を開発。

## ⑬自動車電動化に伴うサプライチェーン変革技術の開発・実証：

軽自動車・商用車の電動化、サプライヤの事業転換等に向けた開発・実証。

## ⑭スマートモビリティ社会の構築：

旅客・物流における電動車の利用促進に向けた自動走行・デジタル技術等の開発・実証。

## ⑮次世代デジタルインフラの構築：

データセンタやパワー半導体の省エネ化等に向けた技術を開発。

## ⑯次世代航空機の開発：

水素航空機・航空機電動化に必要なエンジン・燃料タンク・燃料供給システム等の要素技術を開発。

## ⑰次世代船舶の開発：

水素燃料船・アンモニア燃料船等に必要なエンジン・燃料タンク・燃料供給システム等の要素技術を開発。

## ⑱食料・農林水産業のCO<sub>2</sub>削減・吸収技術の開発：

農林水産部門において市場性が見込まれるCO<sub>2</sub>削減・吸収技術を開発。

WG1  
グリーン電力の  
普及促進分野

WG2  
エネルギー  
構造転換分野

WG3  
産業  
構造転換分野

# 5 (1) . 成長が期待される14分野

足下から2030年、  
そして2050年にかけて成長分野は拡大

## エネルギー関連産業

① 洋上風力・  
太陽光・地熱産業  
(次世代再生可能エネルギー)

② 水素  
・燃料アンモニア産業

③ 次世代  
熱エネルギー産業

④ 原子力産業

## 輸送・製造関連産業

⑤ 自動車・  
蓄電池産業

⑦ 船舶産業

⑨ 食料・農林水産業

⑪ カーボンリサイクル  
・マテリアル産業

⑥ 半導体・  
情報通信産業

⑧ 物流・人流・  
土木インフラ産業

⑩ 航空機産業

## 家庭・オフィス関連産業

⑫ 住宅・建築物産業  
・次世代電力  
マネジメント産業

⑬ 資源循環関連産業

⑭ ライフスタイル  
関連産業

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

## 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

## 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

## 4. 企業の目で見ると



# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

# 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
- ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで

**(参考) 水素政策の体系**

# 3. 政策支援の重点

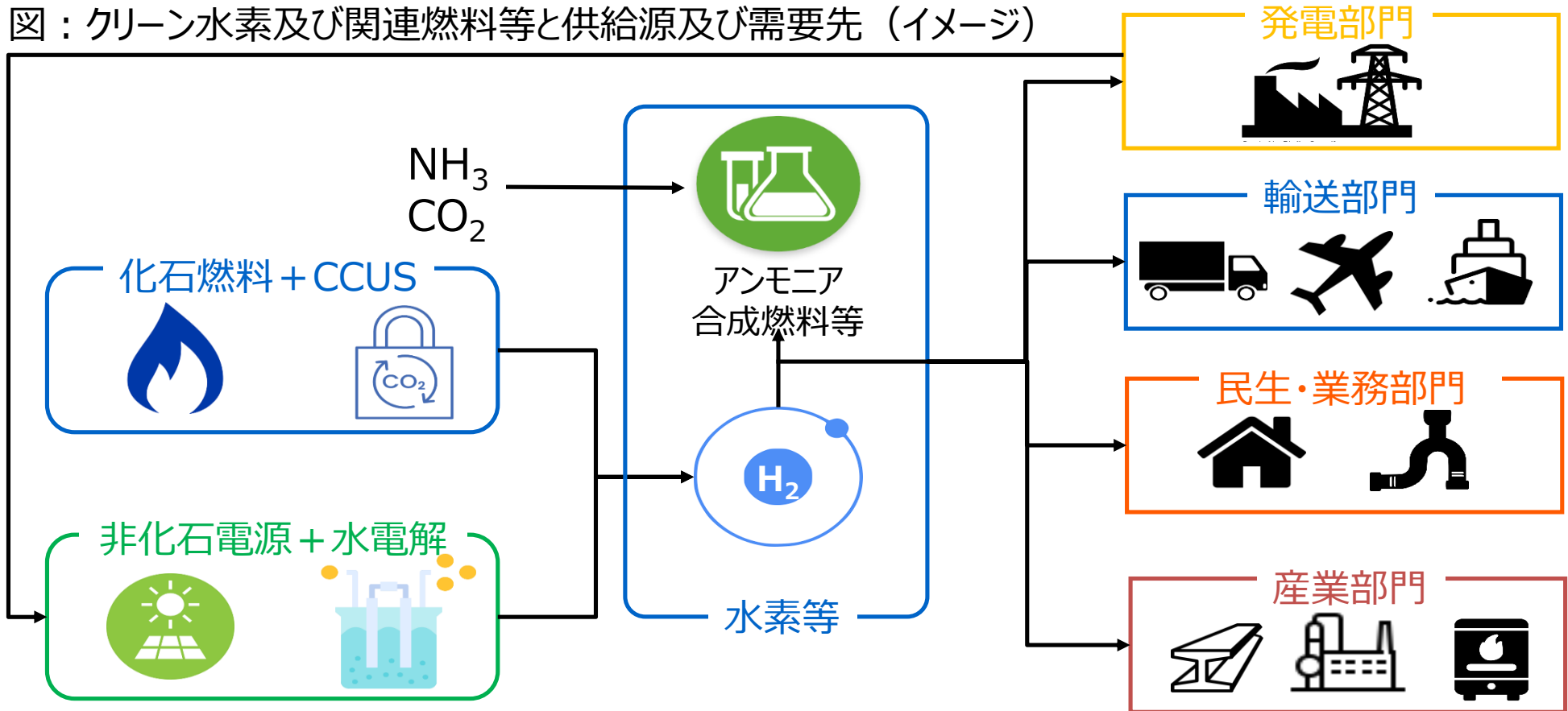
- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

# 4. 企業の目で見ると

# カーボンニュートラル時代の水素の役割

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな形で有効活用することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

図：グリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



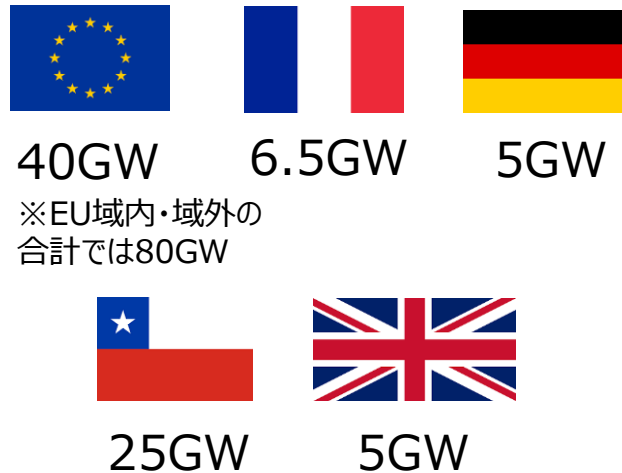
# 戦略分野① 水電解装置の開発加速

- 日本は世界最大級の水電解装置（FH2R;福島県浪江町）を有するものの、開発は欧州勢が先行。市場も再エネが安い欧州等が先に立ち上がる。
- 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤の確立や、今後立ち上がる海外市場獲得を目指すべく、水電解装置の大型化やモジュール化、優れた要素技術の実装といった技術開発を強力に後押しし、装置コストの一層の削減や耐久性向上等を目指す。

## 福島水素研究フィールド (FH2R)における実証



## 各国の導入目標(2030年時点)



**IEA SDS\*シナリオにおける2070年時点での導入容量は約3,300GWの見込み**

\*Sustainable Development Scenario

## 海外展開に向けた動向

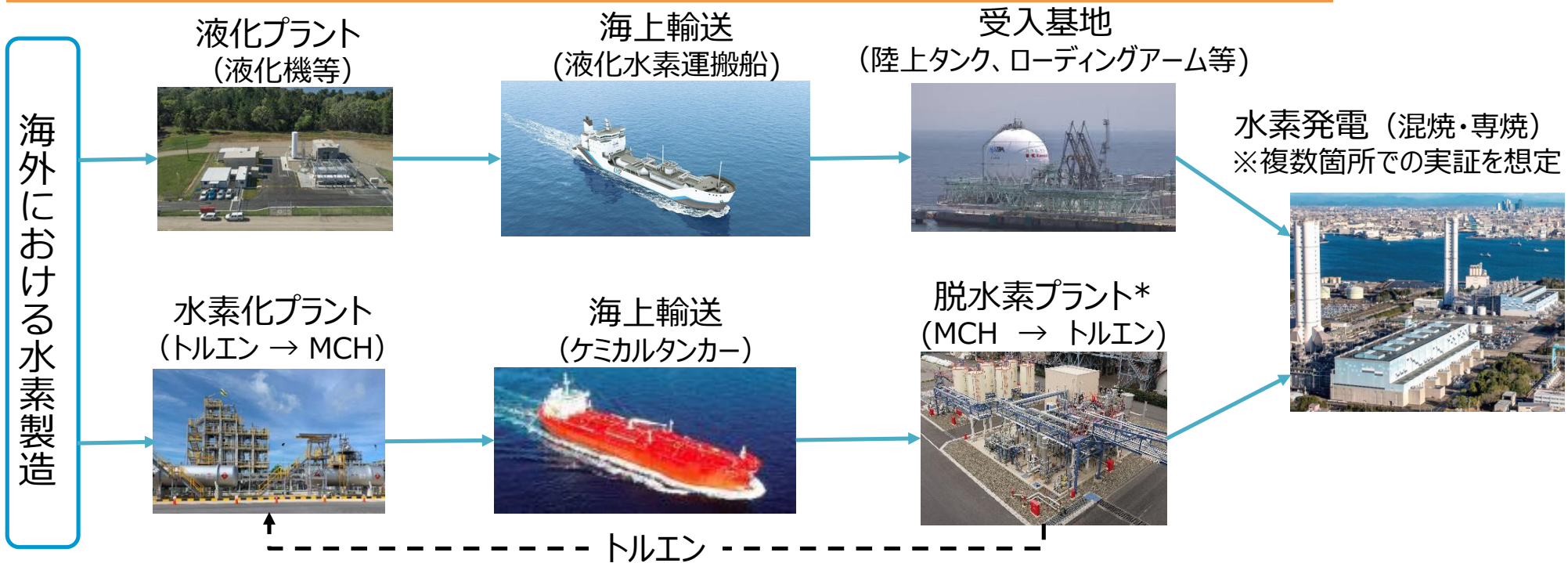
旭化成	ドイツで化学原料へのグリーン水素供給プロジェクトに参加
三菱重工	ノルウェーの水電解装置メーカー、ハイドロジェンプロ社に出資
日立造船	ドイツで、水電解装置システムの開発・販売を行う事業者Etogasを買収

- 商用化に向けた水素製造効率の向上
- 低コスト化に向けた研究開発
- 電力、水素の需給に対応する運用システムの確立

## 戦略分野② 国際的な水素サプライチェーンの構築

- 水素社会の実現に向け、**大規模水素サプライチェーン構築と需要創出**を一体的に進めることが必要。
- 将来的な**国際水素市場の立ち上がり**が期待される中、日本は世界に先駆けて液化水素運搬船を建造するなど、**技術で世界をリード**。大規模需要の見込める**水素発電技術についても我が国が先行**。
- そのため、複数の水素キャリア（液化水素、MCH）で**①輸送設備の大型化等の技術開発・大規模水素輸送実証を支援**することに加え、**②水素発電における実機での水素の燃焼安定性に関する実証**を一体で進める。

### 液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）の大規模水素サプライチェーン(イメージ)



\*製油所等、既存設備を最大限活用することを想定  
出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

# 戦略分野③ 輸送分野における水素活用

- FCVは現状約6500台導入。水素STは整備中含め162箇所整備。引き続き**FCVの導入に向けて、規制改革、技術開発、ステーションの戦略的整備**を三位一体で推進。
- **トラックをはじめとする商用車や船舶**なども、長い走行・航続距離を達成する等の観点から、**水素やアンモニア（燃料電池、エンジン）の活用が期待**されている。
- モビリティではスペースが限られていることから、**小型・高出力な燃料電池、燃焼効率の高いエンジンやスペース効率の高い燃料タンク等の開発や実証等を今後支援**するとともに、**大規模充填能力を有するインフラ整備**も行っていく。

## FCV・水素ステーション整備

## FCトラックの走行実証、大型ステーション整備

## 船舶分野

### <FCV>

乗用車：6511台（9月末）

バス：106台（10月末）

### <水素ステーション>

155基（10月末時点）

※年度内に169基稼働予定

- ✓トヨタ自動車の日野は、開発したFCトラックを活用し、2022年度より羽田クロノゲートと群馬間などで宅配便荷物等の拠点間輸送を実施



### 【水素利用量(大トラ)】

- 乗用車(MIRAI)の約80倍

### 【普及に向けた課題】

- 安価な水素供給（ディーゼル代替）
- 大型ステーション整備



小型・近距離  
→ 燃料電池船



大型・遠距離  
→ 水素ガス燃料船

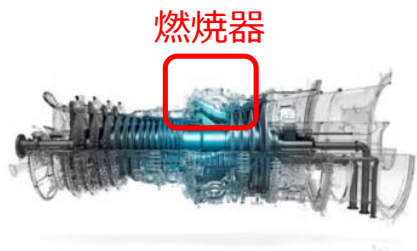
(※) 出典：アサヒホールディングス（株）、西濃運輸（株）、NEXT Logistics Japan（株）、ヤマト運輸（株）、トヨタ自動車（株）、日野自動車（株）



## 戦略分野④ 発電分野における水素利用

- 日本企業は水素発電の分野で技術的に先行。既に、大型タービンで天然ガスより燃えやすい水素を**混焼する燃烧器を開発**し、現在、高効率な**水素専焼を行う燃烧器の開発を実施中**。
- この技術的優位性を維持するためにも、**実機での実証**、及び**水素のカーボンフリーの価値を適切に評価**することで、**水素発電の商用化を達成**し、国内の**大規模需要を喚起**する。
- また、既に日本企業が米国やオランダなどで、大型水素発電の具体的なプロジェクトを受注しており、**更なる海外案件への参画**を目指す。


### 大型水素発電の開発動向




- 【燃烧器の開発動向】
- 混焼用は開発完了
  - 専焼用は開発中  
(2025年完了見込み)

- 【今後の方針】
- 実機での燃烧性実証
  - 水素のカーボンフリーの価値を評価する市場整備

### 海外での案件参画動向

-  **蘭マグナム**  
出力：44万kW  
運転開始：2025年  
備考：当初から専焼発電を志向

-  **米ユタ州**  
出力：84万kW  
運転開始：2025年  
備考：当初は混焼で開始、2045年頃に専焼化することを目指す

**燃烧速度が速い水素は天然ガス、遅いアンモニアは石炭との混焼が想定されている**

# 戦略分野⑤ 産業分野における水素活用

- 鉄鋼分野の脱炭素化のために、水素を還元剤として利用する水素還元製鉄が検討。
- また、産業プロセスで必要となる高温の熱源としても水素は期待されている。
- 製造プロセスの変更や、水素の燃焼特性に合わせた中長期の技術開発等を行う必要。

## 原料としての水素（例：鉄鋼分野）

### 【還元剤毎の反応式】

#### ① 既存技術：炭素(コークス)の利用(発熱反応)



#### ② 革新技术：水素の利用(吸熱反応)



### 【普及のための課題】

- 熱の補填の仕組み等に関する技術開発
- 大量かつ安価な水素供給の必要性  
(700万トン/年、8円/Nm<sup>3</sup>)

## 熱源としての水素

### 【電化が困難な高温熱の例】

- ガラス、アルミ、亜鉛溶解炉
- ガス溶接バーナー
- ナフサクラッカー



### 【普及のための課題】

- 燃焼速度が速い
  - NO<sub>x</sub> 排出量の増加
  - 火炎輻射が弱い
- 機器側の技術開発による対応  
or メタネーション等の燃料合成による対応

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

# 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

# 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

# 4. 企業の目で見ると



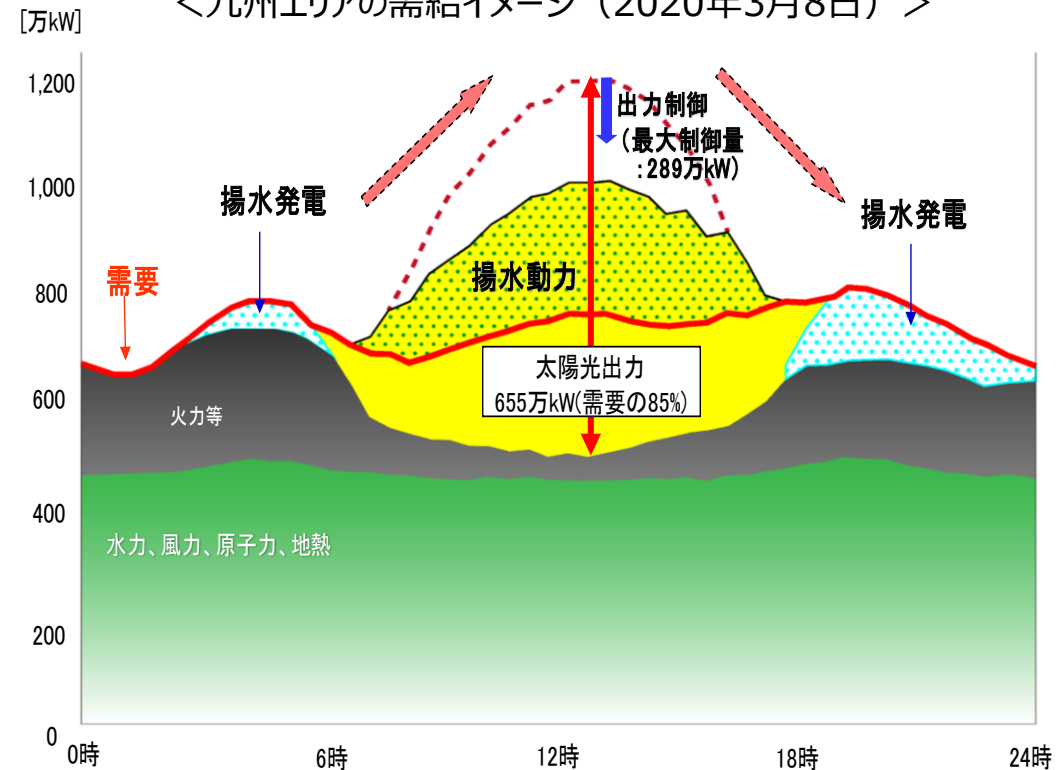
# 調整力が不足する場合は再エネも出力制御（九州エリアの事例）

- 優先給電ルールに基づき、火力電源の出力減や連系線・揚水の活用等の対応を図りつつも、なお、**需要を上回る供給があった場合、再エネ電源の出力制御が必要**となる。
- 既に、**九州エリア**では実施。2019年度の九州エリアの出力制御実績は、**出力制御実施日74日（1発電所あたり15～24日）、再エネの総発電量に占める制御量の割合は4.1%**。
- 今後、再エネの導入増により出力制御率は増加する傾向。

## <優先給電ルールに基づく対応>

- ① 火力(石油、ガス、石炭)の出力制御、揚水の活用
- ② 他地域への送電(連系線の活用)
- ③ バイオマスの出力制御
- ④ 太陽光、風力の出力制御
- ⑤ 長期固定電源※(水力、原子力、地熱)の出力制御  
※出力制御が技術的に困難

## <九州エリアの需給イメージ（2020年3月8日）>



## 出力制御の見込み（試算）（地域間連系線の制約を考慮したケース）

- 地域間連系線の容量制約によって、地域間で融通可能な電力量が制限されており、**出力制御の見込みは地域によって異なる。**
- **各地域における現時点での接続量・契約申込量が全て導入された場合**、地域間連系線の容量を最大限活用できることを前提としても、**地域によっては出力制御量が大量に発生する可能性がある。**
- 例えば、九州において、現在の契約申込量（約1,500万kW）が全て導入された場合、新たに接続した事業者は**約30～34%の出力制御**を受けることになる。再エネポテンシャルの大きい北海道や東北なども同様の問題を抱える。

契約申込量が全て導入された場合の各地域における出力制御見込み（太陽光事業者の場合）

単位：万kW	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	合計
①接続量実績	188	576	1472	897	103	572	493	275	944	35.2	約5,600
②接続量実績 +契約申込量	233	1145	2536	1186	132	771	762	343	1481	44.8	約8,600
②が全て接続 した場合の 出力制御率※	18.4% ～	13.6% ～	-	-	1.4%~ 1.7%	-	9.3%~ 13.1%	1.7%~ 3.6%	30%~ 34%	-	-

※30日等の出力制御上限を設定されていない事業者の出力制御率

- EUでは、サステナブル・ファイナンスとして、グリーンを定義して民間資金を誘導する政策措置がとられ始めている。第一のアクションとして掲げられているのが「タクソミー」の策定。
- タクソミーとは、EUとして環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義したものであるであり、言わば“経済活動のグリーン・リスト”。
- このリストに基づいて、事業会社は売上におけるグリーン比率の開示や、金融機関は自らの貸出債権等の金融資産のグリーン比率の開示等を義務づけられることになる。



## タクソミー適格（例）



再生エネルギー発電



電気自動車



風力タービンの製造



ICT活用による気象データ分析



## タクソミー不適格（例）



石炭火力発電



ハイブリッド自動車／内燃自動車



原子力発電



CCSなしガス火力発電

※ゼロエミッション電源であるものの廃棄物処分等の観点から、現段階では適格とはいえない、と整理されている。

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

# 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

# 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

# 4. 企業の目で見ると

# 1. エネルギーの選択の歴史から今の情勢を見る

- ・2010年 京都 原発5割/再エネ2割の攻防
- ・2015年 京都 減原発/再エネ25%
- ・2018年 パリ 50年ターゲット/複線シナリオ
- ・2021年 パリ EVと洋上風力の実用/水素に焦点

## 2. ここ2年のエネルギー選択

- ・30年低炭素 主役は再エネ 蓄電はEVで
  - ・50年脱炭素 主役に水素も 蓄電は脱炭素NWで
- (参考) 水素政策の体系

## 3. 政策支援の重点

- ・再エネ4割を実現 = 太陽光と洋上風力に注力
- ・RE100の要請 = 再エネ証書×/PV投資必須⇒PV構築へ補助予算で支援
- ・再エネ4割の新世界 = 九州電力の系統安定実現⇒水素転換へ補正予算で支援
- ・脱炭素イノベーション⇒2兆円基金

## 4. 企業の本目で見ると

- 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2020年12月公表）の14分野の各国の特許競争力を分析（過去10年の各分野の特許数のほか、特許の注目度、排他性等を定量評価）。
- 日本の知財競争力は、水素、自動車・蓄電池、半導体・情報通信、食料・農林水産の4分野で首位、他の6分野でも世界第2位又は第3位。 社会実装段階で負けないよう、支援する必要がある。
- CO<sub>2</sub>を資源として活用する「カーボンリサイクル」は、日本のものづくりの力を活かしやすい分野の一つ。

## 特許競争力の国別比較

	エネルギー関連産業				輸送・製造関連産業							家庭・オフィス関連産業			
	洋上風力	燃料 アンモニア	水素	原子力	自動車 ・蓄電池	半導体・ 情報通信	船舶	物流・ 人流・ 土木インフラ	食料・ 農林水産	航空機	カーボン リサイクル	住宅・建築物 次世代太陽光	資源循環	ライフ スタイル	
第1位	中国	米国	日本	米国	日本	日本	韓国	中国	日本	米国	中国	中国	中国	中国	
第2位	日本	中国	中国	中国	中国	米国	中国	米国	米国	フランス	米国	日本	米国	米国	
第3位	米国	日本	米国	イギリス	米国	中国	日本	韓国	韓国	中国	日本	米国	韓国	日本	
第4位	ドイツ	ドイツ	韓国	日本	韓国	韓国	米国	日本	中国	日本	韓国	韓国	日本	フランス	
第5位	韓国	イギリス	ドイツ	韓国	ドイツ	台湾	ドイツ	ドイツ	フランス	イギリス	フランス	ドイツ	フランス	ドイツ	

※2010～2019年のトータルパテントアセットの総和を各分野・各国で比較。  
トータルパテントアセットは、特許の引用数・閲覧数・排他力（無効審判請求数等）、特許残存年数などから算出した指標。

出典：アスタミューゼ（株）「令和2年度エネルギーに関する年次報告書に係る脱炭素関連技術の日本の競争力に関する分析作業等」の分析

## カーボンリサイクル分野の特許競争力（企業別）

順位	企業名	国名	特許競争力
1	エクソンモービル	米国	268,278
2	三菱重工業	日本	240,381
3	中国科学院	中国	151,949
4	エア・リキード	フランス	141,046
5	東芝	日本	124,863

現在はバイオ燃料やCCSの知財が多い。例えば、人工光合成について集計すると日本企業が上位を独占

順位	企業名	特許競争力
1	人工光合成化学プロセス技術研究組合※	9,563
2	富士フィルム	9,311
3	東京大学	7,529
4	信越化学	6,663
5	東京理科大学	5,099

人工光合成をはじめとした素材分野やものづくり分野に今後拡大



※三菱ケミカル、富士フィルム、INPEX、ファインセラミクスセンター、三井化学、TOTOによる技術研究組合

## 知的財産戦略

### 戦略1 Open Technology Bank

知財6万件の技術資産データベースの公開

☑ 検索サービススタート=10月社内/来春社外

社内の技術連携+社外とのオープンイノベーション

OTB<sup>\*1</sup>で提示する三菱電機の技術マップ

☑ 21年12月に、社外へ公開



OTB活用でこの3つのテクノロジーを結合  
 →あらゆる社会空間でのデータ活用型の課題解決  
 →サステナビリティ貢献（脱炭素/新常態/経済安保）

連動して推進

### 戦略2 質的な知的財産活動目標

量的優位性に加え、AI・ソリューションに  
対応した質的な知財力増強

世界有数の知財創出力を活かし

特許 資産規模*2	国内特許 登録件数*3	国際出願 ランキング*4	国内意匠 登録件数*3
国内 <b>1</b> 位	国内 <b>2</b> 位	世界 <b>3</b> 位	国内 <b>1</b> 位

事業DXの基礎となる知財の質的向上も図る

	現状	25年度目標
ソリューション比率	10%	→ 30%
AI比率	3%	→ 10%

知財力強化活動と連動した  
IoT領域での知財・標準戦略の立案・遂行

FA、電力、鉄道などにおけるIoT活用に加え、5G/Beyond5G/6Gなどの将来の通信インフラ分野における標準化活動を推進し、社会課題の解決や、事業の拡大に貢献

\*1 OTBは、Open Technology Bankの略称

\*2 (株)パテント・リザルト発表(2019/4~20/3集計)

\*3 日本特許庁発表(2020/1~12集計)

\*4 世界知的所有権機関(WIPO)発表(2020/1~12集計)

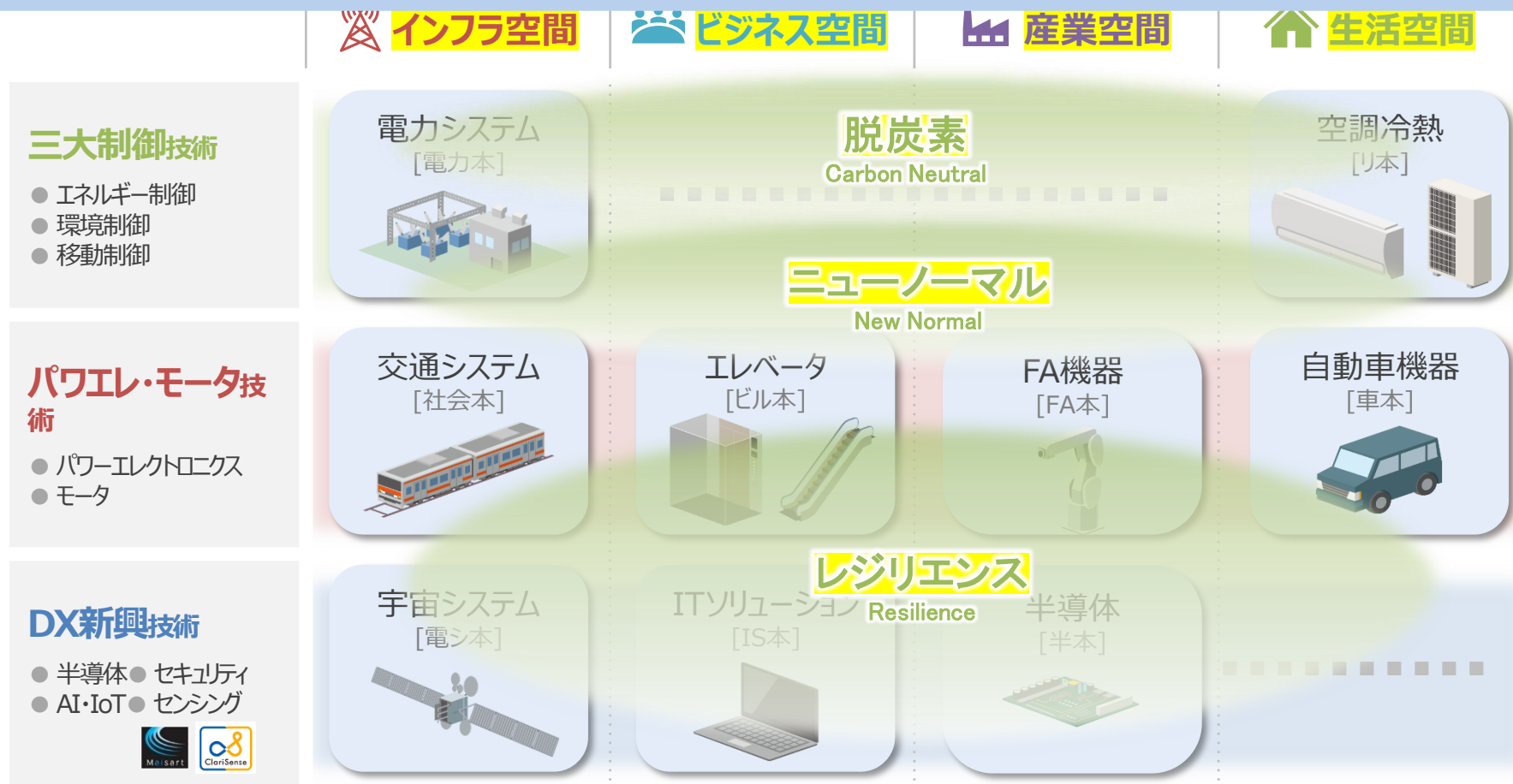


(続き) 三菱電機の技術資産はあらゆる社会空間、社会課題に貢献できる

(2) 技術の応用可能性で見た総合電機としての強み・他社との差別化

→ 全社会領域での技術結合提案 (エネルギー/環境/移動をセキュアに) が可能

→ エネルギー制御 = 脱炭素/環境・移動制御 = 新常態/パワエレ・新興技術 = レジリエンス



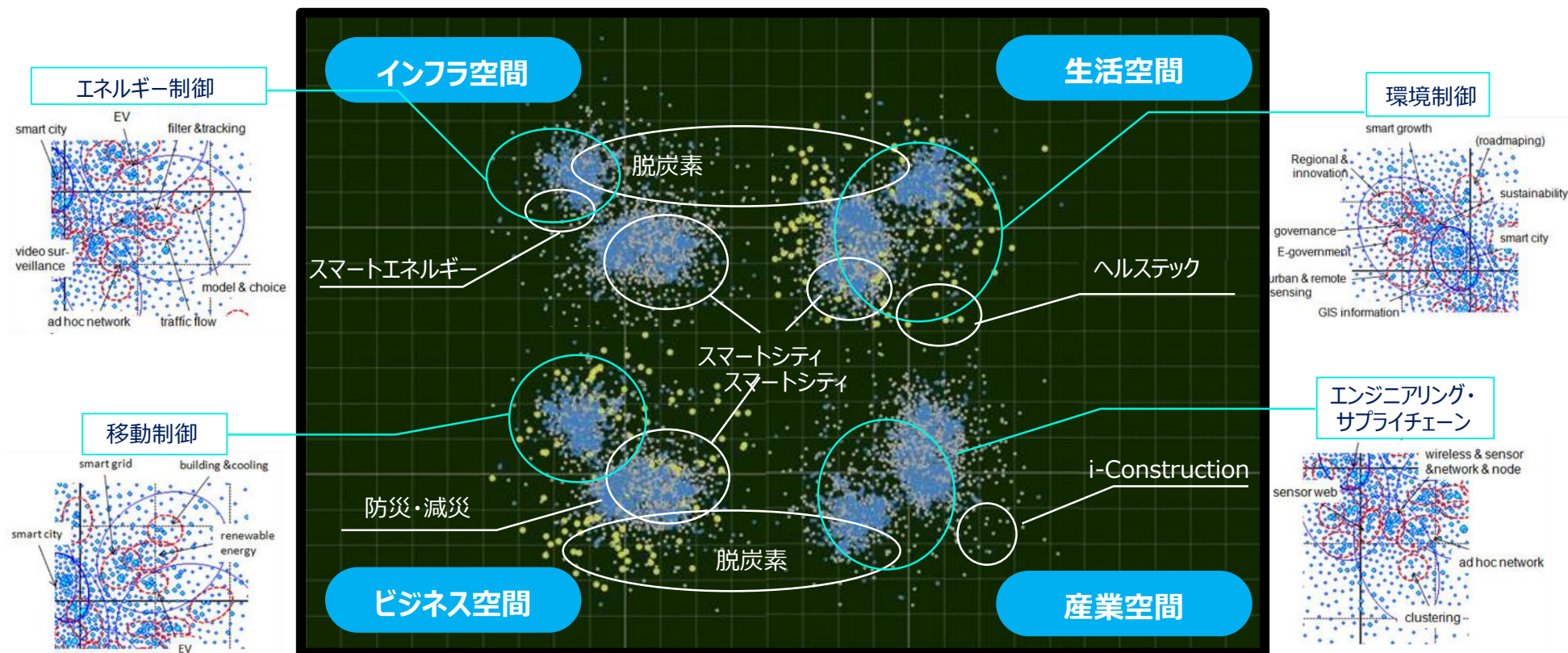


### 3 (1) 活用可能性を探る仕組み | 技術ランドスケープで見る

三菱電機が保有する6万件の知財と37万件※の技術情報を、最新のAI技術で可視化

➔ Valuenex社の可視化技術をDBに適応【三菱電機デジタル版技術カタログ】

➔ 三菱電機の技術力をビジュアルに提示し、内外の技術提携のきっかけとして活用



# おわりに

**30年計画 = 今から10年後**

**→今から10年前 = 2010年**



**50年シナリオ = 今から30年後 →今から30年前 = 1990年**

**「技術→産業→制度」の連鎖の加速→技術の選択が経営戦略**

## Betamax対VHS

長距離トラック輸送の脱炭素化に向けた水素燃料電池とバッテリーの間で競争。ダイムラー、トヨタ、ボルボなどが水素に賭ける一方、VW商用車部門のトレイトンなどはバッテリーが優勢となるシナリオに期待。米WSJ紙は、かつてのビデオデッキ市場での「Betamax対VHS」に似た争いになるかもしれないと指摘。その心は？

ベータの方が技術的に優れていると考えられていたものの、安価で使いやすいVHSが勝利を収めた。同様に、水素は、技術的には優れているとしても、開発に時間がかかる可能性。このため、早期に利用可能となる、完璧ではないが十分な技術としてのバッテリーがこの市場を制するとの予測が関係者の間で広がっているという内容。