

# クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討

令和3年12月16日

資源エネルギー庁・産業技術環境局

**1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座**

2. エネルギーを起点とした産業のGX

3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

4. GX時代に必要な社会システム、インフラ

# 1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

(2) 各国の政策動向

(3) COP26について

(4) 日本のエネルギー政策の現状

(5) CESにおける議論の視座

# カーボンニュートラル (CN) を巡る動向

- 近年、期限付きカーボンニュートラル目標を表明する国地域が急増し、そのGDP総計は世界全体の約90%を占める（前回COP終了時には約26%）。
- こうした中、金融市場の動きも相まって、あらゆる産業が、脱炭素社会に向けた大競争時代に突入。環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結することに。

## カーボンニュートラルの波

### <期限付きCNを表明する国地域の急増>

COP25  
終了時  
(2019)

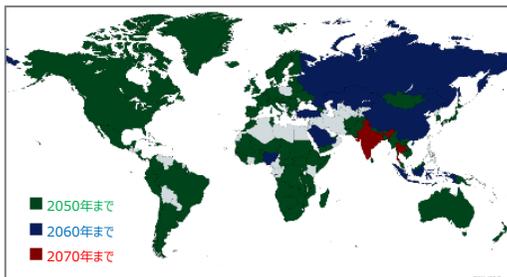
- 期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約26%を占める

COP26  
終了時  
(2021)

- 期限付きCNを表明する国地域は154、世界GDPの約90%を占める

(出所) World Bank, World Development Indicators, GDP (constant 2015 US\$)

### (参考) COP26終了時点のCN表明国地域



## 金融機関の動き

### <世界的なESG投資額の急増>

- 全世界のESG投資の合計額は、2020年に35.3兆ドルまで増加



(出所) GSIA「Global Sustainable Investment Review」

### <企業情報開示・評価の変化>

- 企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」に対し、世界で2,616の金融機関等が賛同
- また、「TCFD」は、情報開示だけでなく、インターナショナル・カーボンプライシングの設定も推奨

## 産業界の対応

### <サプライチェーン全体の脱炭素化>

- 国内外で、サプライチェーンの脱炭素化とそれに伴う経営全体の変容 (GX) が加速

海外

Microsoft	2030年まで
Apple	2030年まで

国内

リコー	2050年まで
キリン	2050年まで

カーボンニュートラル表明

### <GX時代における新産業の萌芽>

- 商品価格・機能に加えてカーボンフットプリントが購買判断の基準になるような、消費行動の変容を促す新産業が発展
- また、脱炭素関連技術の開発・社会実装について、大企業のみならず、スタートアップが主導するケースも増加

環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代 (GX時代) に突入

## (参考) ファイナンスを巡る動き

- 2015年に、企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み「TCFD」が発足。世界2,616機関が賛同し、賛同金融機関の資産額合計は194兆ドル（2021年10月）。
- さらに近年、国際会計基準（IFRS）による非財務情報開示基準策定の取組や各国内の規則見直しにより、TCFD義務化の動きが加速。
- また、年金・生保、アセット・マネージャー、銀行、損保等の金融機関がネットゼロ加速のアライアンスを形成。賛同機関は、資金供給先の排出削減をコミットし、削減計画と進捗、実績を公表。

## 気候関連財務情報開示義務化の動き

### 国際会計基準 (IFRS)

- TCFDの枠組みに従い、既存のサステナビリティ関連開示基準を統合し、IFRSに盛り込む方向で検討が進展。

### 英国

- 2022年4月を目途に、会社法において大手非上場企業も含めてTCFDに基づく開示を義務化する見込み

### 日本

- 2021年6月に改訂されたコーポレートガバナンス・コードにおいて、2022年4月開始の東証プライム市場に上場する企業に対しTCFD又はその同等の開示を義務化

## GFANZ

(Glasgow Finance Alliance for Net Zero)

- ✓ 2021年4月設立の金融イニシアチブ。年金・生保、アセット・マネージャー、銀行、損保のアライアンスを束ね、2050年ネットゼロ実現の加速を目指す動き。元イングランド銀行総裁マーク・カーニー、マイケル・ブルムバーグが共同議長。
- ✓ 11月3日、GFANZの参加金融機関は450以上、その金融資産合計は130兆ドル越え。これら主要な金融機関こそが今後30年で必要とされる100兆ドルを提供できると発言。賛同機関は、ネットゼロ、2030年までの半減にコミット。賛同金融機関は5年間の詳細な削減計画を毎年公表することになる。
- ✓ 主な賛同機関：バンクオブアメリカ\*、Citi\*、HSBC\*、ブラックロック\*、第一生命\*、ロックフェラー基金\*、三菱UFJG、SMBC、みずほFG、アセットマネジメントOne、野村HD、DBS銀行（星）、ハナ銀行（韓）

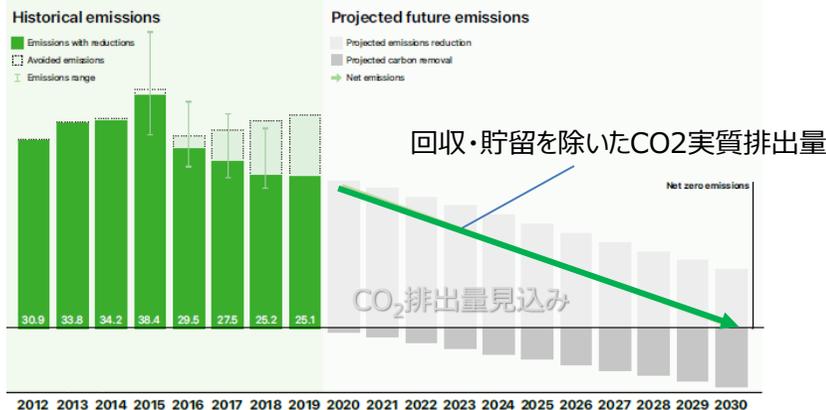
\* GFANZ主導グループのメンバー

- 製造業においても、サプライチェーン全体でのカーボンニュートラルを目指して取り組むグローバル大企業が現れ始めている。
- デジタルを活用し、サプライチェーン上のCO2排出量を可視化するサービスも活発に。

## 米・Apple : 2030年までにサプライチェーン脱炭素化

- 2020年7月、2030年までにサプライチェーンも含めたカーボンニュートラルを目指すと発表し、サプライヤーがApple製品の製造時に使用する電力についても2030年までに再生可能エネルギー100%を目指す、との目標を掲げた。
- この要求に応じると宣言したサプライヤーは2020年7月時点で計71社。このうち国内企業は、半導体関連製品を供給するイビデン（株）や、液晶画面のシートを製造する恵和（株）など、計8社。

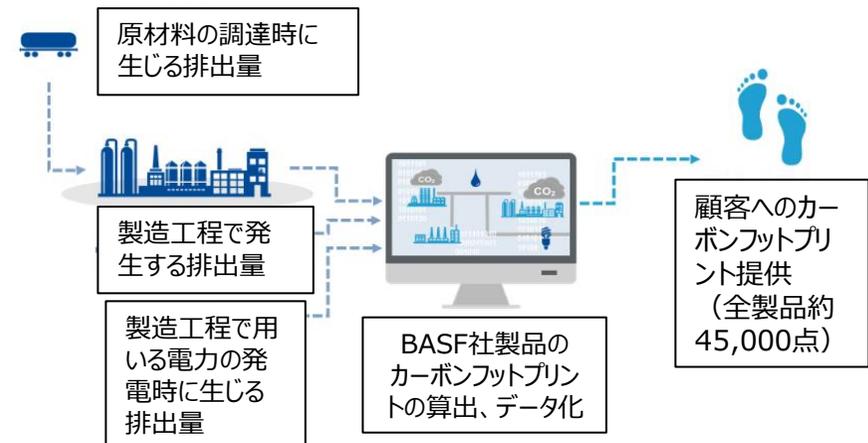
【Apple製品の製造から廃棄・リサイクルに至るライフサイクル全体でのCO2排出量】



(出所) Apple 「Environmental Progress Report 2019」を基に経済産業省作成

## 独・BASF : 全製品のカーボンフットプリントを提供

- 2020年7月、製品の原材料調達から出荷までの温室効果ガス排出量 (カーボンフットプリント) を算出し、顧客への提供を開始すると発表。
- 2021年末までには、全製品について、カーボンフットプリントのデータを提供できるようにする予定。
- BASF社の製品を用いて最終製品を製造するメーカーにとっては、これらのデータを用いることで、自社製品のカーボンフットプリントを算出することが容易となる。



(出所) BASF 「Product Carbon Footprint」を基に経済産業省作成

## (参考) GX時代における新産業の萌芽 (グリーン×デジタル・スタートアップ)

- 脱炭素関連技術の開発・社会実装については、従前のように大企業のみではなく、スタートアップの参画も拡大。中には、デジタルの活用により消費行動の低炭素化を促す新たなビジネスモデルも誕生。

デジタルを  
活用した  
消費の  
低炭素化

### Ant Financial (中国)

- ・カーシェアやレンタサイクルなど低炭素化に資する消費に対してポイントを付与し、貯めたポイントは砂漠地帯の植林と交換できるサービスを運営 (アリババ傘下)

水素製造・  
CO2固定

### C-Zero (米国)、Monolith Materials (米国)

- ・三菱重工等と連携し、メタンから水素と固体炭素を取り出す技術を開発

水素還元  
製鉄

### H2 Green Steel (スウェーデン)

- ・メルセデスベンツ等と提携し、水素還元製鉄の開発に取り組む

アンモニア  
製造

### つばめBHB (日本)

- ・三菱ケミカル等と連携し、アンモニアについて、ハーバーボッシュ法に代わる、フレキシブル・低コストな新規製造方法の開発に取り組む

DACCS

### Climeworks (スイス)

- ・大気中から直接CO2を回収するDAC技術を開発し、マイクロソフト等から160億円超資金調達
- ・CO2の鉱物化に取り組むスタートアップ「44.01」社 (オマーン) と提携し、CO2貯留にも取り組む

## Ant Financialの例



# 1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

**(2) 各国の政策動向**

(3) COP26について

(4) 日本のエネルギー政策の現状

(5) CESにおける議論の視座

# EUにおける気候変動政策

- 2019年12月、欧州委員会はフォン・デア・ライエン欧州委員長のトッププライオリティである、「欧州グリーンディール」を発表。
- 2020年3月に、「2050年カーボンニュートラル」目標を含む長期低排出発展戦略をUNFCCCに提出。
- コロナ対策として2020年7月21日、「コロナからの復興計画を盛り込んだ総額1.8兆ユーロ規模の次期EU7か年予算（多年度財政枠組み：MFF）及び復興基金」に合意。経済復興と合わせて、デジタルや気候変動対策の促進、レジリエンスの向上を強調。※復興基金（7500億€）の37%を気候変動に充当することを表明。（約35兆円）
- 2020年12月に2030年目標として少なくとも55%の排出削減（1990年比）との目標を示したNDCを国連に提出。
- 2021年7月に、欧州委員会は、炭素国境調整措置（CBAM）等の新規提案、EU-ETSの対象拡大や省エネ指令・再エネ指令、自動車CO2排出規制の関連法制の見直し等を含む政策パッケージ「Fit for 55」を提案。今後欧州議会や欧州理事会で審議予定。
- 環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義する「EUタクソノミー」を策定中。また、リサイクル政策と絡めたバッテリー産業政策として「バッテリー規則案」を公表。（※詳細後述）

## 削減目標

- 2020年3月に、「2050年カーボンニュートラル」目標を含む長期戦略を国連に提出。
- 2020年12月に、欧州委員会は2030年に少なくとも55%の排出削減（1990年比）を目指すとの目標を示したNDCをUNFCCC事務局に提出。
- 2021年7月29日に、上記目標を法的拘束力のある目標とする「欧州気候法案」を欧州理事会が採択。

## <欧州ポストコロナ復興計画予算>

- 2020年12月に欧州理事会（首脳級）で合意。2021年から運用開始。
- EU予算：7年間で約70兆円を「グリーンリカバリー」に充当。（予算総額約230兆円（1.8兆€）の30%相当）
- 予算総額約230兆円（1.8兆€）のうち復興基金約90兆円（7,500億€）の37%、約35兆円を3年間でグリーン分野に集中投入。

### <復興基金の内訳>

- 復興・強靱化資金（約77兆円）
- 研究開発支援（約0.6兆円）
- グリーン移行ファンド増額（約1.2兆円）
- その他、労働者・中小企業・観光文化支援約6兆円
- 地域振興約0.9兆
- 医療用品備蓄約0.2兆円など

## <気候変動政策パッケージ「Fit for 55」>

- EU排出権取引制度（EU-ETS）指令：対象分野拡大（建築、海上・陸上輸送）
- 努力分担規則（ESR）：EU全体の削減目標を30%→40%に引き上げ
- 再生可能エネルギー指令（RED）：2030年時点32%→40%に引き上げ（最終エネルギー）
- エネルギー効率化指令（EED）：2030年時点32.5% → 36%（最終エネルギー）
- 自動車CO2排出規則：乗用車：2030年時点：-37.5% → -55%に引き上げ。  
2035年時点：-100%（内燃機関車販売中止）
- エネルギー税指令：「非効率的で大気汚染を起こす」燃料に対してより高い課税を導入
- 炭素国境調整措置（CBAM）：「鉄鋼、セメント、肥料、アルミニウム、電力」を対象に、EU-ETSの炭素価格と連動した形で、炭素国境調整措置を導入を検討。

### <その他の政策>

- 代替燃料インフラ指令（AFID）
- 土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）に関する規制
- 気候変動社会ファシリティ（EU-ETSからの収益を財源とするファンド）
- 新EU森林戦略
- ReFuelEU Aviation（持続可能な航空燃料の普及）
- FuelEU Maritime（海上輸送における再生可能・低炭素燃料の導入）

# ドイツにおける気候変動政策

- NDCはEUとして2030年に1990年比55%減で提出しているものの、独として気候保護法で排出削減規定。1990年比で、2030年：65%削減、2040年：88%削減、2045年：カーボンニュートラル、2050年以降カーボンネガティブを掲げ、2030年までのセクター別の目標も引き上げ。（2021年改定）
- 2021年11月24日、社会民主党（SPD）、緑の党、自由民主党（FDP）の3党は信号連立政権樹立に合意し、連立協定書を発表。12月8日ショルツ新内閣が発足。
- 3党連立協定では、石炭火力の段階的廃止の2030年までの前倒し、2030年までの再生可能エネルギー比率80%など、気候変動・エネルギー関連に積極的に取り組む内容が盛り込まれる。
- 原子力法改正（2011）で2022年末までの脱原発を掲げており、再生可能エネルギーを主軸に脱炭素化が進む見込み。

## 気候変動保護法

### ①「気候保護法」の概要（2019年）

2050年ゼロを達成すべく、（1）各セクター（エネルギー、産業、建造物、交通、農業、廃棄物管理）の年間排出量の上限や罰則規定（2）目標達成ができない場合、各セクターを所管する官庁に提示義務がある即時対応プログラム（3）透明性の確保を目的に、提出される各排出データを審査する専門家委員会の設置（4）航空税の引き上げや長距離鉄道チケットの付加価値税引き下げといった関連法案について規定される。

### ②「気候保護法」の改正（2021年）の概要

#### ・気候保護目標の更新

2030年 △55% → △65%      2040年 なし      → △88%  
2045年 なし → ネット排出ゼロ      2050年 ネット排出ゼロ→カーボンネガティブ

#### ・セクター別の目標：2030年までの目標を更新

エネルギー：2020年比△61.4%      産業      ：2020年比△36.6%  
建造物      ：2020年比△43.2%      交通      ：2020年比43.3%  
農業      ：2020年比△20.0%

・LULUCF目標を新たに設定（2030年2500万トン）、CO2価格の報告規定等  
※原子力発電については、原子力法改正（2011）において、2022年末までに脱原発を達成を目指す。

## 3党連立協定（2021年11月24日発表）

2021年11月24日、社会民主党（SPD）、緑の党、自由民主党（FDP）の3党は信号連立政権樹立に合意し、連立協定書を発表。気候変動関連は以下の通り。

- |          |  |
|----------|--|
| 気候・エネルギー | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年までに気候保護プログラムの作成。</li> <li>・ 炭素価格：ETSの排出権価格が60€/t-CO2を下回らないよう国内措置実施。将来的に国内の運輸・建物燃料消費の排出権制度をEUETSへの移行検討。</li> <li>・ <u>石炭火力段階的廃止を2030年までに前倒し：2038年→2030年。2022年末までに脱石炭法の見直し作業実施</u></li> <li>・ 過渡期において天然ガスは欠かせないものであり、「近代的なガス火力発電所」の建設が必要。投資は既設（石炭）火力のサイトでリプレースの形で実施。</li> <li>・ <u>2030年に電力供給の80%を再生可能エネルギーとする。</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 太陽光：新築の商業施設への太陽光パネル設置義務化</li> <li>- 陸上風力：国土の2%を陸上風力発電に充当（法律でエリア指定）</li> <li>- 洋上風力：2030年30GW、2035年40GW、2045年70GWを目指す</li> </ul> </li> <li>・ 水素：2030年に10GW程度の電解容量を実現。</li> </ul> |
| 運輸       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2030年までに1,500万台のEV車導入。</li> <li>・ 欧州委員会による2035年までの内燃機関廃止案に対応し、実証的にe-fuelに限定した新規登録を検討。</li> <li>・ 欧州委員会のEURO 7の排ガス規制提案を支持。</li> </ul>  |

# フランスにおける気候変動政策

- エネルギー・気候法（2019年11月）では、2050年に温室効果ガスのネットゼロ排出を掲げ、2022年までの石炭火力発電の廃止等に取り組む。
- 電源構成の約70%が原子力発電であり、エネルギー転換法（2015年8月）では、原子力発電の比率を2025年までに50%に引き下げる計画であったが、複数年エネルギー計画（2020年4月）において、当該目標期限を10年先送り。
- 2021年2月に、国家低排出発展戦略をUNFCCCに提出し、2050年CNに向けて、エネルギー分野では2050年ネットゼロ排出を目指し、グリーン電力の拡大を目指す。
- 2021年11月、マクロン大統領はテレビ演説で、「フランスのエネルギー自給率を高め、電力供給を確保し、2050年のカーボンニュートラル等の目標を達成するために、わが国は数十年ぶりに国内での原子炉（軽水炉）建設を再開する。」と発言。

## エネルギー・気候法/複数年エネルギー計画

### ①「エネルギー転換法」（2015年8月）

- 1990年比で30年に40%、50年に75%のGHG排出削減に向けて、各種施策を提示。

### ②「エネルギー・気候法」への改正（2019年11月）

- 19年11月に「エネルギー・気候法」へと改正。50年にGHG排出量ネットゼロ、12年比で30年に化石燃料消費量を40%削減に目標引き上げ。
- 22年までの石炭火力廃止、土地面積1,000m<sup>2</sup>以上のビルへの太陽光パネル設置義務化、水素生産の低炭素化（30年に産業用消費量の20～40%）、建物の熱効率改善に向けた規制とインセンティブの導入、政策諮問委員会としての「高等気候審議会」（Haut Conseil pour le climat）の設置、国家予算の環境影響評価実施等の施策を提示。

### ③「複数年エネルギー計画」（2020年4月）

- エネルギー転換法（2015年7月）では、原子力発電の比率を2025年までに50%に引き下げ、かつ設備容量63.2GW（2014年実績）を上限と定めていたが、「複数年エネルギー計画」（2020年4月）では、原子力発電比率を50%に低減する目標を10年間後ろ倒し（2025年⇒2035年）。
- 2035年までに、運転開始から50年を迎える原子炉（全て90万kW級）を14基閉鎖。2028年までに、フェッセンハイムを含む4～6基の原子炉を閉鎖。
- 2022年までに、全ての石炭火力発電を停止。

## 国家低排出発展戦略（2021年）

18年11月より、EUの長期ビジョン発表を受けて国家低炭素戦略の改定作業を開始し、20年3月に改定版を策定、21年2月にUNFCCCへ提出。

33年までの5年毎の炭素予算を設定（19～23年と24～28年の炭素予算は再設定）するとともに、50年の「炭素中立」実現に向けて、GHG排出量を少なくとも1990年比で1/6に削減するため、6部門別に排出削減目標を設定。

- 運輸部門（航空分野を除く）：50年に排出ゼロ（40年にガソリン及びディーゼル車の新車販売ゼロ、モーダルシフト等）
- 建築：50年に排出ゼロ（建物の改修、熱効率改善等）
- 農業：50年に15年比46%削減（施肥量削減、バイオ経済等）
- 産業：50年に15年比81%削減（R&D強化、循環経済等）
- エネルギー：50年に排出ゼロ（再エネ拡大、22年以降の脱石炭等）  
※シナリオ分析による、50年のエネルギーミックス想定は、再生可能・回収熱（90～100TWh）、バイオマス（400～450TWh）、およびカーボンフリー電力（600～650TWh）で構成。その一部は他のエネルギー変換（水素、ガスなど）に使用。再生可能ガスの生産量は195～295TWhで、住宅および第三次産業で使用されるガスのシェアは急激に減少。  
※CCSにより約6MtCO<sub>2</sub>/年の排出削減、BECCSにより約10MtCO<sub>2</sub>/年のネガティブエミッションを達成。
- 廃棄物部門：50年に15年比66%（エコデザイン、エネルギー回収等）

# 英国における気候変動政策

- 2019年6月、気候変動法を改正する形で、**2050年カーボンニュートラル（ネットゼロ）**をG7で初めて法制化。2020年12月、**2030年に1990年比少なくとも▲68%**とするNDCを提出。
- 2020年11月18日、英国ジョンソン首相は、「グリーン産業革命にむけた10項目」を発表。2050年カーボンニュートラルに向け、10の重点分野を定め、英国政府は120億ポンド（約1兆6,560億円）を投資。
- 2021年10月に、2050年ネットゼロに向けた**長期戦略を策定**し、2035年までの電力分野の脱炭素化などを目指す。
- 原子力については、2021年10月、BEISは国内の大型原発新設支援のための資金調達枠組みとして「RABモデル」の導入を目指した「原子力資金調達法案」を立案。資金調達における海外依存度やコストの軽減、リスク分散が可能とされる。

## 削減目標

- 2019年6月に「気候変動法」を改正する形で、**2050年ネットゼロ**をG7で初めて法制化。
- 長期目標達成の道筋としてカーボンバジェットを設定。第5期（2028～2032年）：1990年比で57%削減（2016年発表）。第6期（2033～2037年）：1990年比で78%削減（2021年4月発表）。NDCにおける**2030年目標は、1990年比で68%削減**（2020年12月）
- 2021年10月、2050年ネットゼロに向けた、長期戦略（Net Zero Strategy: Build Back Greener）を発表し、UNFCCCに提出。

## <グリーン産業革命にむけた10項目>（2020年11月）

2050年カーボンニュートラルに向け、**英国政府は120億ポンド**を投資し、**民間投資も380億ポンド以上を見込む。2030年までにグリーン関連雇用を25万人生み出す計画。**

①洋上風力	2030年までに4,000万KWの洋上風力発電導入。6万人の雇用創出。
②水素	2030年までに500万KWの低炭素水素製造能力を開発。
③原子力	大型原子力・SMR・革新炉の開発。約3.85億ポンドの先進原子力技術開発ファンドを設立。1万人の雇用創出。
④ZEV	2030年にガソリン車・ディーゼル車・2035年にハイブリッド車の新規販売禁止。インフラ・ZEV購入・バッテリー支援に28.82億ポンドを支出。4万人の雇用創出。
⑤公共交通	鉄道、バスへの投資拡大、自転車専用レーンの拡大。
⑥航空・海運	サステイナブル航空燃料の混合義務化を検討、グリーン海上交通実証事業実施。
⑦建築物	毎年60万基のヒートポンプを2028年まで導入し、5万人の雇用創出。
⑧CCUS	合計10億ポンドのファンド。1,000万トンのCO2回収。5万人の雇用創出。
⑨自然保護	3万ヘクタールの森林を毎年造成。2万人の雇用創出。
⑩ファイナンス	イノベーション支援/ロンドンをグリーンファイナンスのセンターに。

## <英国の長期戦略>（2021年10月）

2050年ネットゼロに向けて、グリーンエネルギーとグリーン技術の移行に対する支援包括的かつ経済全体に及ぶ戦略。**持続可能なグリーンエネルギーの投資を促進し、エネルギー安全保障の強化、最新の低炭素技術で競争力を獲得し、2030年までに44万人の雇用創出、900億ポンドの民間によるグリーン投資**を目標とし、世界の脱炭素化をリード。

<分野ごとの対策・政策>

- **電力**：2035年までに電力分野での脱炭素化（供給の保障があればという条件付き）。2037年までに政府・民間企業合わせて1500億～2700億ポンドを電力分野に投資。
- **燃料供給・水素**：2030年までに**5GWを水素発電**により賄う一方でガスや原油によるGHG排出量を半減。2037年までに200～300億ポンドの官民投資。
- **産業**：2030年までに**年間2000万～3000万tをCCUSの技術により回収**、うち600万tは産業分野からのCO2を回収。
- **暖房・建築物**：2035年までに新規でのガスボイラーの販売停止。家庭の脱ガスボイラー促進のため、4.5億ポンド投資。
- **運輸**：**2030年までにガソリン・ディーゼルの乗用車（新車）販売終了・2035年までに全乗用車のゼロエミッションを達成**。ZEVの補助、EVインフラ向けに6.2億ポンドの予算を追加。自動車のサプライチェーン構築のためにAutomotive Transformation Fundにさらに3.5億ポンド追加投資。
- **自然資源、廃棄物、フッ素化ガス**：Nature for Climate Fund を1.24億ポンド増額し2050年までに英国で約28万ヘクタールの泥炭地を回復することを目指す。英国全体で少なくとも3万ヘクタールの森林地を創出し、森林造成を3倍にすることを目指す。
- **GGR（Greenhouse Gas Removals）**：2030年までにBECCSやDACCS等の先端イノベーションによりGHGを年間500万t回収。2037年までに官民併せて2000億ポンドの追加投資を目指す。

# 米国における気候変動政策

- バイデン大統領は、気候変動対策をコロナ対策、経済回復、人種平等と並ぶ**最重要課題の一つとして重視**。
- バイデン大統領就任後、**パリ協定に復帰**。**2050年カーボンニュートラル**を表明し、**2030年の温室効果ガス排出削減目標：50～52%削減（2005年比）**を設定。2035年までのグリーン電力100%を目指す。
- 気候変動対策を含む**超党派インフラ投資計画**や、**財政調整法案**（Build Back Better Act）に基づき、**気候変動関連の研究開発を進めるとともに、インフラ投資を進める予定**。
- 産業部門の脱炭素化とその市場創出に向けたイニシアティブを提案。（**FMC、IDA** ※詳細後述）

## 削減目標

- **2050年までに温室効果ガスの排出量を正味ゼロ**を掲げ、2035年までのグリーン電力100%を目指す。
- 2030年までに、温室効果ガスの排出量を2005年比で50～52%に削減（2021年4月 NDC提出）
- 「気候変動への対応、グリーンエネルギーの活用、雇用増」を同時達成する「ウィン・ウィン・ウィン」の実現を目指し、**雇用政策の観点からも重視**。

## 具体化に向けた措置（インフラ投資等）

### ①超党派インフラ投資計画

11月15日、米上下院を通過した超党派インフラ法案が、大統領署名により成立。総額1兆2,000億ドル規模のうち、過去に財源手当された支出を除いた新規支出は**今後5年間で5,500億ドル**。

（気候変動関連のインフラ投資）

- **EVインフラ（75億ドル）**：高速道路沿いや生活圏内にEV充電器設置。
- **電気バス等（75億ドル）**：ゼロエミッションのスクールバス・フェリーに投資、購入支援。
- **電力インフラ（650億ドル）**：送電線の建設・研究開発に投資。既設炉へのクレジット付与や革新炉実証、炭素回収、クリーン水素等の次世代技術の実証プロジェクトや研究拠点への投資。等

### ②Build Back Better Framework

10月28日、米国史上最大規模となる**グリーンエネルギー・気候変動分野への5,500億ドルの投資を含む1.75兆ドル「Build Back Better Framework」を公表**。これに基づく財政調整法案（Build Back Better Act）は11月19日に下院を通過。

※上院での審議日程は未定。

（グリーンエネルギー※への投資と気候変動への対策）※原子力、再エネ、蓄電等を含む。

- グリーンエネルギー税額控除（3,200億ドル）
- レジリエンス投資（1,050億ドル）
- グリーンエネルギー技術・製造・サプライチェーン投資とインセンティブ（1,100億ドル）
- グリーンエネルギー調達（200億ドル）

## <米国の長期戦略>（2021年10月）

米国は、長期戦略（THE LONG-TERM STRATEGY OF THE UNITED STATES Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050）をUNFCCCに提出。**2050年までに温室効果ガスの排出量を正味ゼロ**を目指す。

### <ネットゼロ移行に向けた5つの重要な変革>

- ①**電力の脱炭素化：2035年までにグリーン電力100%**
- ②**電化及びクリーン燃料への転換**：自動車や建物、工業プロセスを安価で効率的に電化。航空、船舶、一部の工業プロセスなど、電化に技術的な課題がある分野では、カーボンフリー水素や持続可能なバイオ燃料などのクリーンな燃料を優先的に使用。
- ③**エネルギーの無駄を省略**：家電製品や、新築・既設の建物への効率化の組み込み、持続可能な製造プロセスなどの省エネ。
- ④**メタンや非CO2のGHGの減少**：石油・ガスシステムのメタン漏れ検知・修理の実施や、冷却装置の冷媒をHFCから気候変動に配慮したものに変更などを実施。「グローバル・メタン・プレッジ」を通じて、米国とパートナーは、2030年までに世界のメタン排出量を少なくとも30%削減することを目指す。
- ⑤**CO2除去のスケールアップ**：吸収源対策や、大気中から二酸化炭素を除去する技術の拡大。

# 中国における気候変動政策

- 中国は世界最大のCO2排出国（世界の約3割）であり、2000年代以降の世界全体の排出量増加は中国が大きな要因。
- 2020年9月の国連総会や同年12月の気候野心サミットにおいて、習近平国家主席が、①2060年までのカーボンニュートラル、②2030年までの二酸化炭素排出量ピークアウト（カーボンピークアウト）等の目標を表明。これらの目標を達成すべく、中国政府は2021年10月に実現に向けた具体策を明記した「1+N」文書を相次いで発表。経済発展と調和した形でのカーボンピークアウト・カーボンニュートラル実現を目指す。

## 削減目標

- 2030年までのカーボンピークアウト、2060年までのカーボンニュートラル実現を目指す。（2020年9月 国連総会での表明）
- 上記目標に加えて、2030年までに、「GDP単位当たりのCO2排出量を2005年比で65%以上削減」、「非化石エネルギー消費の割合が25%まで増加」、「風力・太陽光を1200GW導入」、「森林蓄積量を2005年比で60億m<sup>3</sup>増加」を目指す。（2021年10月 NDC提出）

## 具体化に向けた動き（「1+N」文書の発表）

- ①「新発展理念を完全・正確・全面的に徹底し、カーボンピークアウトとカーボンニュートラル目標実現を着実に実行することに関する意見」（「1+N」の「1」に相当：2021/10/24発表）  
2030年ピークアウト・2060年CN目標達成に向けた今後の取り組みを列挙するとともに、2025年、2030年、2060年までに達成すべき具体的な数値目標を設定。  
<概要・ポイント>
- 2025年に非化石エネルギー消費20%、2030年に非化石エネルギー消費25%、風力・太陽光発電設備容量1200GW、2060年に非化石エネルギー消費80%以上の数値目標を明示。
  - GDP当たりエネルギー消費とエネルギー消費総量のダブル抑制を引き続き強化
  - 政策メカニズムの充実化の観点から、炭素排出削減に関する税收政策の研究、全国炭素排出権取引市場の構築・充実化等を記載。

- ②「2030年までのカーボンピークアウトにおける行動方案」（「1+N」の「N」に相当：2021/10/26発表）

2030年ピークアウトを実現するため、分野別の「ピークアウト十大行動」を規定。

（数値目標は10/24発表の「意見」の値と同一）

※十大行動…①エネルギーのグリーン低炭素への転換、②省エネルギー、③工業分野、④都市と農村、⑤交通輸送、⑥循環経済、⑦グリーン低炭素イノベーション、⑧カーボンシンク能力向上、⑨全民行動、⑩各地区における順次・秩序ある行動

## <中国の長期戦略>（2021年10月）

- 2021年10月28日に、2060年までにカーボンニュートラルを実現を目指す、「中国の中期・長期低炭素発展戦略をUNFCCCに提出」。
  - グリーン・低炭素エネルギーの開発に力を入れ、省資源で環境に優しい産業構造、生産方式、生活様式、空間パターンの形成を加速し、エコロジー優先、グリーン・低炭素の高品質な開発経路を揺るぎなく追求。
- <戦略的ビジョン・技術的な道筋>
- エネルギー：2060年までにクリーンで低炭素、安全で効率的なエネルギーシステムを完全に確立し、エネルギー効率を国際的な先進レベルに到達させ、エネルギー消費に占める非化石燃料の割合を80%以上にまで向上させる。
  - 産業：産業部門におけるグリーンおよび低炭素の変革を加速。鉄鋼、建材、非鉄金属、石油化学、化学工業など、二酸化炭素の排出量ができるだけ早くピークに達する産業を加速させるための努力を実施。
  - 運輸：低炭素交通システムの開発を加速し、電力、水素エネルギー、天然ガス、液体バイオ燃料の輸送への適用を積極的に拡大。
  - 都市・農村：環境に配慮した低炭素型の発展を包括的に推進。エネルギー効率の高い低炭素建築物の利用を強力に推進。
  - 自然：自然を基盤とした解決策の推進を加速。天然資源の持続可能な利用を気候変動対策の政策・行動枠組みに組み込み、林業、農業、海洋、水資源、生態系などの分野で自然による緩和効果を最大限に発揮。
  - 制度的システム：市場メカニズムの役割を強化することで、グリーンで低炭素な変革を推進する原動力を形成。

# 1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

(2) 各国の政策動向

**(3) COP26について**

(4) 日本のエネルギー政策の現状

(5) CESにおける議論の視座

# 国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）の全体概要

## 概要

- 日程：2021年10月31日（日）～11月13日（土） ※当初の予定より1日延期
- 場所：英国・グラスゴー（議長：アロック・シャルマCOP議長）
- 参加者：約130ヶ国以上の首脳、COP史上最大の約4万人。

## 結果

- **COP全体決定**：最新の科学的知見に依拠しつつ、パリ協定の1.5℃努力目標達成に向け、今世紀半ばのカーボン・ニュートラル及びその経過点である2030年に向けて野心的な気候変動対策を締約国に求める内容となっている。決定文書には、全ての国に対して、**排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の遡減及び非効率な化石燃料補助金からのフェーズ・アウトを含む努力を加速**すること、先進国に対して、2025年までに**途上国の適応支援のための資金を2019年比で最低2倍**にすることを求める内容が盛り込まれた。
- **市場メカニズム**：パリ協定第6条に基づく市場メカニズムの実施指針が合意され、**当該合意により、パリルールブックが完成**した。実施指針のうち、二重計上の防止については、我が国が打開策の一つとして提案していた内容がルールに盛り込まれ、今回の合意に大きく貢献した。
- **透明性枠組み**：各国の温室効果ガス排出量の報告及びNDC達成に向けた取組の報告様式を全締約国共通の表形式に統一することが合意された。
- **共通の時間枠**：温室効果ガス削減目標を2025年に2035年目標、2030年に2040年目標を通報（以降、5年毎に同様）することを奨励。
- **気候資金**：2025年以降の新たな途上国支援の数値目標の議論を開始。新たな協議体を立ち上げ、2024年まで議論することとなった。

（交渉外イベント）議長スケジュールに沿った分野ごとの有志国連合の例

- **世界の石炭からクリーンパワーへの移行声明**：大規模経済国は2030年代、世界的には2040年代に（またはそれ以降可能な限り早く）排出削減対策が講じられていない石炭火力発電からの移行を達成など。46か国賛同（米、中、日、豪は不参加）。
- **クリーンエネルギーへの移行に対する国際社会の支持に関する声明**：2022年末までに、1.5℃の温暖化制限とパリ協定の目標に合致する、限定的かつ明確に定義された状況を除き、化石燃料への新たな公的 direct 支援を終了など。合計31国・組織賛同（中、韓、日、豪は不参加）。
- **100%ゼロ・エミッションの自動車およびバンへの移行を加速するための宣言**：世界全体で2040年までに、成熟市場で2035年までに、新車販売の100%をZEV（電気自動車及び燃料電池自動車）。23か国、途上国10か国が賛同（米、中、独、韓、日、豪は不参加）。

# 1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

(2) 各国の政策動向

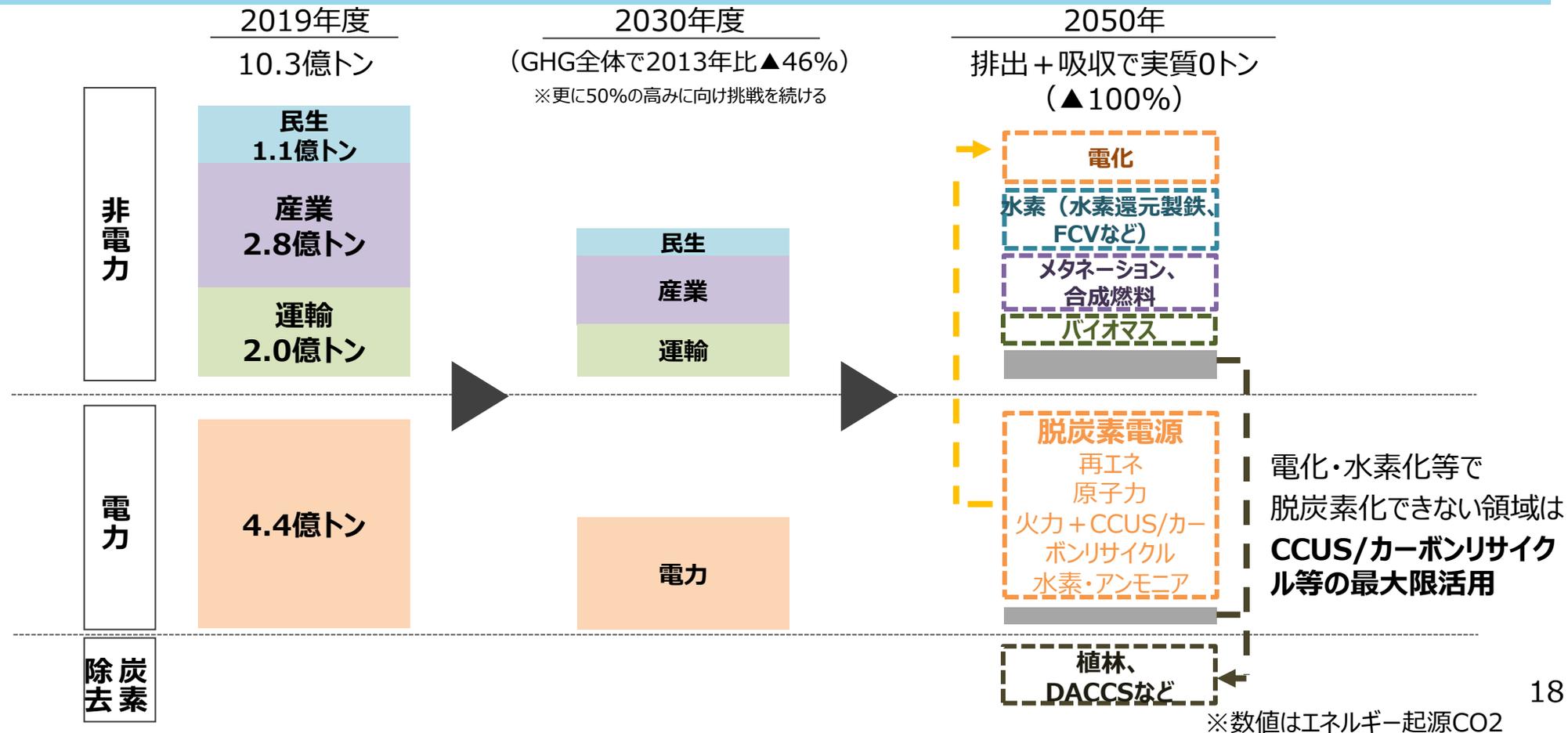
(3) COP26について

**(4) 日本のエネルギー政策の現状**

(5) CESにおける議論の視座

# 2050年CNに向けたエネルギー構造の変化

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、**電力部門では脱炭素電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等**を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、**国民負担を抑制**するため**既存設備を最大限活用**するとともに、**需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高める**など、**段階的な取組**が必要。



# 2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

- 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。
- 今回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年度 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (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>	<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。		
	発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度				
	<b>水素・アンモニア</b>	( 0% ⇒ 0%)		<b>1%</b>	(再エネの内訳)
	<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		

# 2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント②

## ● 野心的な見通しが実現した場合の3E

### ➤ エネルギーの安定供給(Energy Security)

エネルギー自給率(\*1) ⇒ 30%程度 (旧ミックス: おおむね25%程度)

### ➤ 環境への適合(Environment)

温室効果ガス削減目標のうちエネルギー起源CO2の削減割合 ⇒ 45%程度 (旧ミックス: 25%)

### ➤ 経済効率性(Economic Efficiency)

①コストが低下した再エネの導入拡大や②IEAの見通し通りに化石燃料の価格低下(\*2)が実現した場合の電力コスト

⇒ 電力コスト全体 8.6~8.8兆円程度 (旧ミックス: 9.2~9.5兆円) (\*3)

kWh当たり 9.9~10.2円/kWh程度 (旧ミックス: 9.4~9.7円/kWh) (\*4)

\*1 資源自給率に加え、サプライチェーンの中でコア技術を自国で確保し、その革新を世界の中でリードする「技術自給率」(国内のエネルギー消費に対して、自国技術で賄えているエネルギー供給の程度)を向上させることも重要である。

\*2 世界銀行やEIA(米国エネルギー情報局)は、直近の見通しにおいて、化石燃料の価格が上昇すると見込んでいる。

\*3 発電コスト検証WGを踏まえ(IEA「World Energy Outlook 2020」の公表済政策シナリオ(STEPS)の値を採用)、FIT買取費用、燃料費、系統安定化費用についてそれぞれ約5.8~6.0兆円、約2.5兆円、約0.3兆円と試算(系統安定化費用には変動再エネの導入に伴う火力発電の熱効率低下による損失額及び起動停止コストのみ算入。実際の系統の条件によって増加する可能性がある。)

\*4 「電力コスト」÷「発電電力量から送電によるロス等を除いた電力需要量」により機械的に算出。電気料金とは異なる。実際の電気料金は、託送料金なども含まれ、また、電源の稼働状況、燃料価格、電力需要によって大きく左右されるため正確な予測は困難。

# 第6次エネルギー基本計画を踏まえた制度整備

- 第6次エネルギー基本計画（令和3年10月22日閣議決定）は、以下2つの重要課題を前に進めるべく、**あらゆる政策を総動員**して取り組むとしている。
  - ① 「**2050年カーボンニュートラル**」や、**2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減**することを旨とし、さらに50%の高みに向けて挑戦を続ける方針を実現
  - ② 完璧なエネルギー源が存在しない中で、安全の確保を前提としつつ、安定的で安価なエネルギー供給の確保と、気候変動問題への対応を進めるという、エネルギー政策の大前提である「**S+3E**」の大原則をこれまで以上に追求し、**日本のエネルギー需給構造が抱える課題を克服**
- 上記を踏まえ、①**カーボンニュートラルに向けた需給構造の転換**を後押しするとともに、②その中でも**安定的なエネルギー供給を確保**するための制度整備が必要。

## 第6次エネルギー基本計画を踏まえた制度整備

### 供給構造の転換

- 水素・アンモニア等の脱炭素燃料の製造・利用の促進
- CCS等のCO2排出を削減する取組の促進
- 洋上風力等の再エネ導入促進
- レアメタル等の再エネ発電設備等の製造に必要な鉱物資源の安定供給の促進

### 需要構造の転換

- 非化石エネルギーを含むエネルギー全体の使用の合理化
- 非化石エネルギーへの転換の促進
- 供給サイドの変動に合わせたディマンドリスポンス等の需要の最適化

### 安定的なエネルギー供給の確保

- 再エネの導入拡大に伴い化石電源の稼働率が低下する中における中長期的な供給力確保
- 自然変動電源の拡大を踏まえた調整力の確保等による電力システムの柔軟性向上

# 1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座

(1) 脱炭素社会に向けた大競争時代

(2) 各国の政策動向

(3) COP26について

(4) 日本のエネルギー政策の現状

**(5) CESにおける議論の視座**

# グリーンエネルギー戦略の検討の視座

## グリーン成長戦略

- 2050年CNに向け、将来のエネルギー・環境の革新技术（14分野）について社会実装を見据えた技術戦略 + 産業戦略
- 令和2年12月25日関係省庁とりまとめにより策定、令和3年6月18日改定

## エネルギー基本計画

- 2030年46%削減に向けたエネルギー政策の具体的政策と2050年CNに向けたエネルギー政策の大きな方向性（供給サイドに力点）
- 令和3年10月22日閣議決定

## 【グリーンエネルギー戦略の検討の視座】

- ① 二つの戦略、計画によって、2030年46%削減、2050年CNに向けて目指すべき到達点、方向性を明確化。
- ② これから生じるグリーンエネルギーを中心とした社会システム全体の大きな構造転換に向け、産業界が新たな投資に踏み切り、それを日本経済の新たな成長のエンジンとするには、どのような現実的かつ段階的な移行・転換の筋道が考えられるか。
- ③ 社会システム全体の構造転換に際しては、以下の点はこれまで以上に重要となるのではないか。
  - ✓ 経済安全保障の観点
  - ✓ デジタル・トランスフォーメーション（DX）との融合による新たな価値の創出
  - ✓ 安定的で安価なエネルギーの確保

# クリーンエネルギー戦略において議論すべき論点

- クリーンエネルギー戦略においては、以下の論点を中心に議論を深めていく。

## 【クリーンエネルギー戦略における論点】

### (1) エネルギーを起点とした産業のGX（グリーントランスフォーメーション）

- DXが進む中、GXにより産業構造の転換は加速
- こうした中、再エネ（洋上風力等）、水素、アンモニア、原子力、蓄電池、CCUS/カーボンリサイクルなどの分野ごとに、投資を後押しするためのビジネス環境整備の方策（※）を議論  
※規制改革、早期の市場創出、産業力強化対策等

### (2) GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

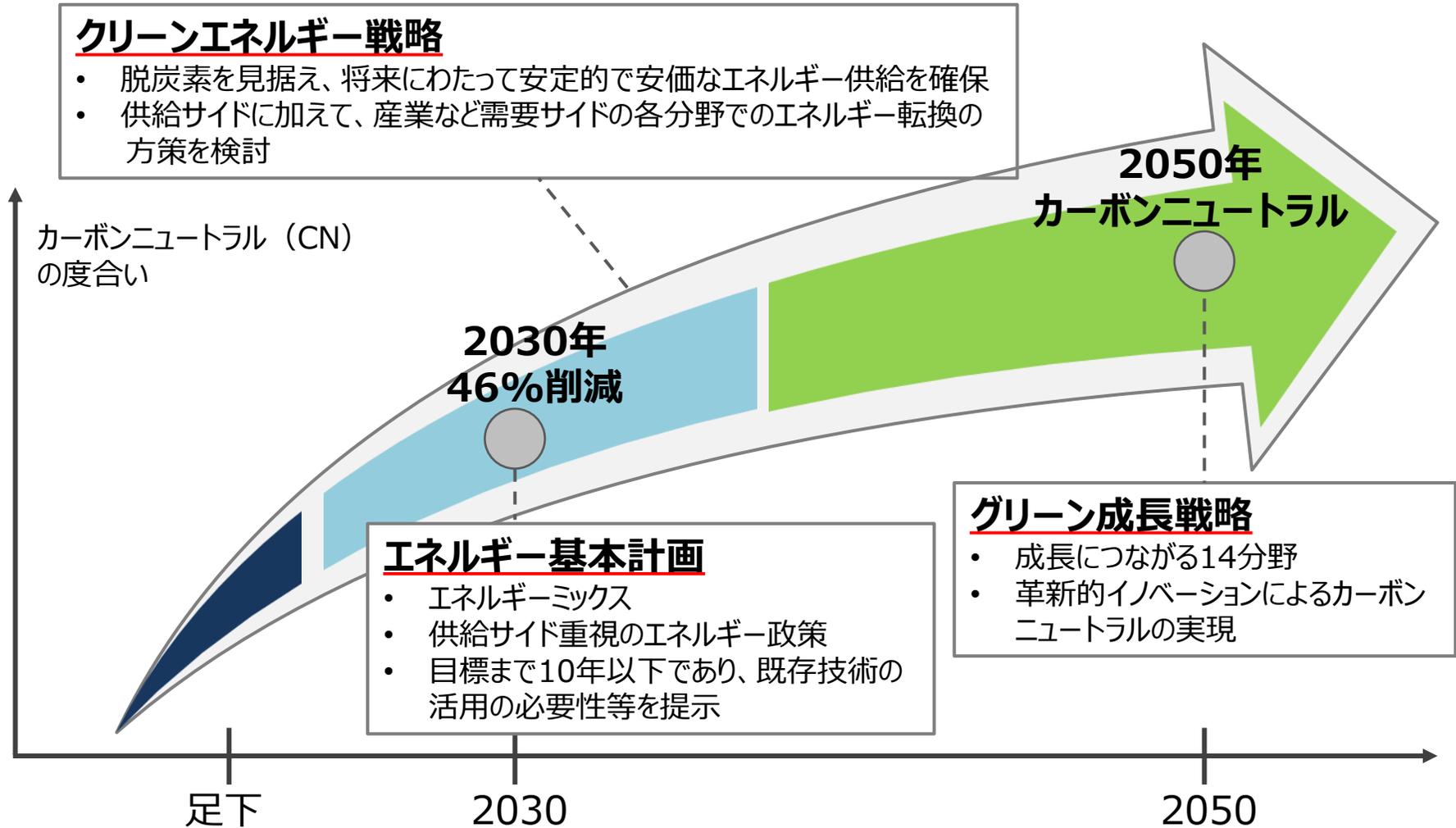
- 製造プロセスで化石燃料・原料を用いる産業部門や民生及び運輸部門について、海外事例なども踏まえ具体的なエネルギー転換の処方箋を議論

### (3) GX時代に必要となる社会システム、インフラ導入

- (1)、(2)の議論を踏まえ、化石から非化石へのエネルギー転換などに必要となる新たな社会システム、インフラの導入への対応策を議論

# クリーンエネルギー戦略の位置づけ

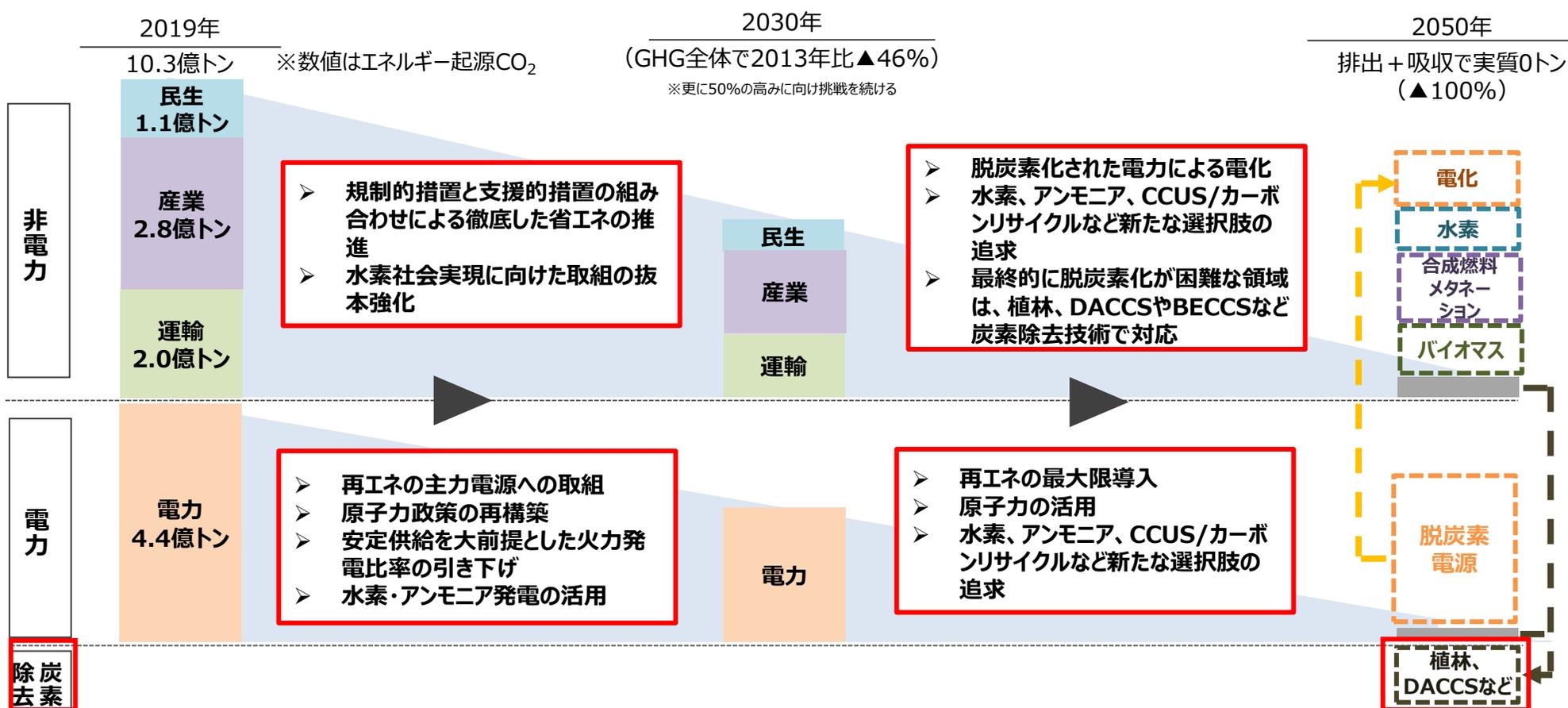
- 2050年カーボンニュートラルや2030年46%削減の実現を目指す中で、将来にわたって安定的で安価なエネルギー供給を確保し、更なる経済成長につなげるため、「点」ではなく「線」で実現可能なパスを描く。



1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座
- 2. エネルギーを起点とした産業のGX**
3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換
4. GX時代に必要な社会システム、インフラ

# 2050年CNに向けたエネルギー構造の変化

- 電力部門については、脱炭素化が大前提。非電力分野については電化を進める。  
こうした観点から、再生可能エネルギーが重要。
- 電化が進まない部分については、水素・アンモニア・CCUS/カーボンリサイクル等が重要な役割を果たす。
- どうしても避けられないGHG排出については、ネガティブエミッション技術による炭素除去が不可欠。



## 御議論いただきたいこと

- デジタル化に伴い、産業界を取り巻く競争環境は大きく変化。CNにむけたグリーントランスフォーメーション（GX）の要請も国際的に高まっている。  
こうした中、新たな付加価値を生み出し、日本経済を次なる成長につなげる産業をどのように創出し、GXに向けて産業構造を転換していくか。
- 特に、再エネ（洋上風力等）、水素、アンモニア、原子力、蓄電池、CCUS/カーボンリサイクル等の成長分野において、企業の大胆な投資を後押しするためのビジネス環境整備はどうあるべきか。  
※規制改革・日米連携等による早期の市場創出や、技術の市場投入の加速化など。
- 国際情勢も踏まえ、どのように日本が世界のGX時代を主導しえるか。
- 未来の産業につなげる観点から、ネガティブエミッション技術など将来期待される新技術について、どのように技術を磨き、ビジネスとして育成していくか。

## 2. エネルギーを起点とした産業のGX

### (1) 各産業のGX検討の視点

### (2) 各産業のGX検討の例（アンモニア、水素、洋上風力）

### (3) CN実現に不可欠なネガティブエミッション技術（産業の萌芽）

## 新たな産業を創出し、産業構造を転換していくための視点

GX時代に成長が期待される分野において、ビジネス環境の分析が重要。

下記のような視点で、GX時代のビジネス環境を分析し、議論を進めることが必要ではないか。

### ● 現状のビジネス環境

(例) 現在のビジネスモデル、我が国の国際的な立ち位置、各分野の競争力の源泉、サプライチェーンにおける高付加価値をもたらす分野、デジタル化など構造的変化の現状、新規プレイヤーの存在 等

### ● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

(例) 商品・サービス面での変化（新商品、新規需要など）  
製造プロセスにおける変化、サプライチェーンにおける要請  
これらが競争力や企業戦略にどのような影響を与えるのか 等

### ● 海外プレイヤーの動向

(例) 海外における既存プレイヤーや新規プレイヤーの状況  
－ 各プレイヤーの立ち位置や戦略  
－ グローバルなビジネス環境を踏まえた、各プレイヤーの動向 等

# グリーン市場獲得に向けた国内外の動向・情勢例

## 各国の脱炭素技術への研究開発：

EU：Horizon Europe  
 日：グリーンイノベーション基金  
 英国：10point plan

## 欧州バッテリー規則案：

製造・廃棄時の温室効果ガス排出量による規制、責任ある材料調達（デュー・デイルジェンス）、リサイクルに関する規制案。

## イノベーションファイナンス：

米Breakthrough Energy Catalystは、「商用化」を念頭に、初期需要創出のためのオフテイク確保にも力点。

## EUタクソノミー：

環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義。

## 米国政府のイニシアティブ：

Industrial・Decarbonization・Agenda：産業の脱炭素化にむけて、「市場の規制」「標準の策定」「投資/公共調達の戦略」「共同研究」等において協力。

## First Movers Coalition：

ネットゼロ技術の早期市場創出に向け、主要企業が購入をコミットするためプラットフォーム。

技術

マーケット

ビジネス

## 炭素国境調整措置：

輸入品に対し炭素排出量に応じて水際で負担を求める

## TCFD：

企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み。

海外の関連動向

念頭におくべき課題

## 技術×ビジネス：

我が国は、太陽電池のコストを1/250に下げるイノベーションを実現。他方で、太陽電池の日本のシェアは徐々に低下。また、半導体も水平分業化が急速に進展した結果、競争力が低迷。

## デジタル×グリーン：

CNに伴いCO<sub>2</sub>排出量の見える化のニーズが高まる中、デジタル技術を用いたCFPデータの共有等に関する取組が活発化。

## サプライチェーン：

CNに伴い必要性の高まるレアメタル等の一部は、特定国に埋蔵・生産が偏在することによる供給リスクあり。

## (参考) 海外の動向例①：米国政府のイニシアチブ（FMC/IDA）

2. エネルギーを起点とした産業のGX  
(1) 各産業のGX分析

- 本年、米国は、産業部門の脱炭素化及びその市場創出に向けたイニシアチブを提案。いずれも、脱炭素技術や製品の「調達」に焦点をあてていることが特色。
- 今後、製品の炭素含有量の計測手法や、「脱炭素製品」の基準に関するルール形成に焦点が当たる可能性。

### ファースト・ムーバーズ・コーリション（FMC）

- COP26において、ケリー特使とWEFが、2050年までにネット・ゼロを達成するために必要な重要技術の早期市場創出に向け、世界の主要グローバル企業が購入をコミットするためプラットフォームとして立ち上げ。アップル、アマゾンなど34社が初期メンバー。
- 鉄鋼、セメント、アルミニウム、化学品、海運、航空、トラック輸送、ダイレクトエアキャプチャーが対象。
- ビル・ゲイツが創始者となり、ジェフ・ベゾスやマイケル・ブルームバーグなどが出資するブレイクスルー・エナジーが、削減が困難な分野におけるインパクトのあるプロジェクトに資金を提供。



WEF Twitter画像

立ち上げには、バイデン大統領、フォンデアライエン欧州委員長、ビルゲイツなどが参加

### インダストリアル・ディカーボナイズーション・アジェンダ（IDA）

- 米国主導の下、G7において立ち上げられたイニシアチブ。排出削減対策が困難な分野において協調された取組を進めることを目指す。
- 協調された革新的な政策及びグリーンな市場の構築を通じて、特に、セメント・鉄・化学に注目し、「市場の規制」「脱炭素化に関する標準の策定」「投資/公共調達の戦略」「共同研究」等において協力するもの。

<参考> G7気候・環境大臣会合コミュニケ（仮訳抜粋）  
パラ4 2：（前略）産業の脱炭素化を加速するため、我々は、既存の主要なイニシアティブの活動を補完・支援し、野心を増幅させるとともに、状況に重大なギャップがある場合にはそれを埋めるため、G7 産業脱炭素化アジェンダを立ち上げることをコミットする。産業界の脱炭素化のペースを加速させるため、その状況における重大なギャップを、それがどこに存在しても、埋めながら、我々は既存の重要なイニシアティブや野心を増大させる活動を履行しサポートする G7 産業脱炭素化アジェンダの立ち上げにコミットする。

## (参考) 海外の動向例② : 米国発のイノベーションファイナンス

- イノベーションファイナンスの一環として、革新的クリーンエネルギー技術の「商用化」を念頭においた取組が進展。
- 例えば、米Breakthrough Energy Catalyst (BEC) は、「商用化」を念頭に、「技術開発側への資金提供に止まらず、初期需要創出のためのオフテイク確保にも力点」をおいている。
- BECは、初期需要創出に関し、COP26で設立されたFirst Movers Coalition(FMC)とも連携。

### 【米Breakthrough Energy Catalyst】



- ビルゲイツが出資している米Breakthrough Energy (BE) は、本年、革新的クリーンエネルギー技術の「商用化」を実現するためのファンドを立ち上げ。名称は、Breakthrough Energy Catalyst (BEC) 。
- BECは、伝統的なエクイティ、デットといった金融手法も使う一方、初期需要創出のためのオフテイク確保といった新しい手法も活用。
- 「初期需要の創出」に向けて、COP26で設立されたFirst Movers Coalitionとも連携。
- 当面は、4分野が支援対象。①グリーン水素、②蓄電池、③持続可能航空燃料 (SAF)、④ダイレクト・エア・キャプチャー (DAC)
- 現在、趣旨に賛同する民間企業からのファンディングを求めている。  
※パートナー企業：アメリカン航空、アルセロール・ミタル、バンクオブアメリカ、ブラックロック、ボストンコンサルティング、CITI、GM、IKEA、マイクロソフト等
- 同様に、公的セクターとのパートナーシップも進めている。(米DOE、EU、英国等)



EUとのMOU締結の様様

FMC立ち上げにはビルゲイツ氏も参加



# (参考) 海外の動向例③ : EUタクソミー

- EUタクソミーでは、環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義したものであり、言わば“経済活動のグリーンリスト”。EUタクソミーに対しては、その二元論的な手法に対して反対意見も示されたが、2022年より施行予定。
- 2021年7月、全ての経済活動をグリーン、レッド、イエロー、それ以外に分類する拡張案が示された。この中でレッド、イエローからグリーンへの移行がトランジションと定義された。

## 現行タクソミー



### タクソミー適格 (例)



再生エネルギー



電気自動車



### 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

## 現行タクソミーに対する懸念

### OEU域内における反対意見

- ・現在のタクソミーはバイナリ（二進法）であり、タクソミーでカバーされていない技術の助けにはならない

### OEU域内における懸念（中央・東欧）

- ・タクソミーから除外されることにより、ファイナンスへのアクセスが限定されてしまうのではないか

## 拡張案

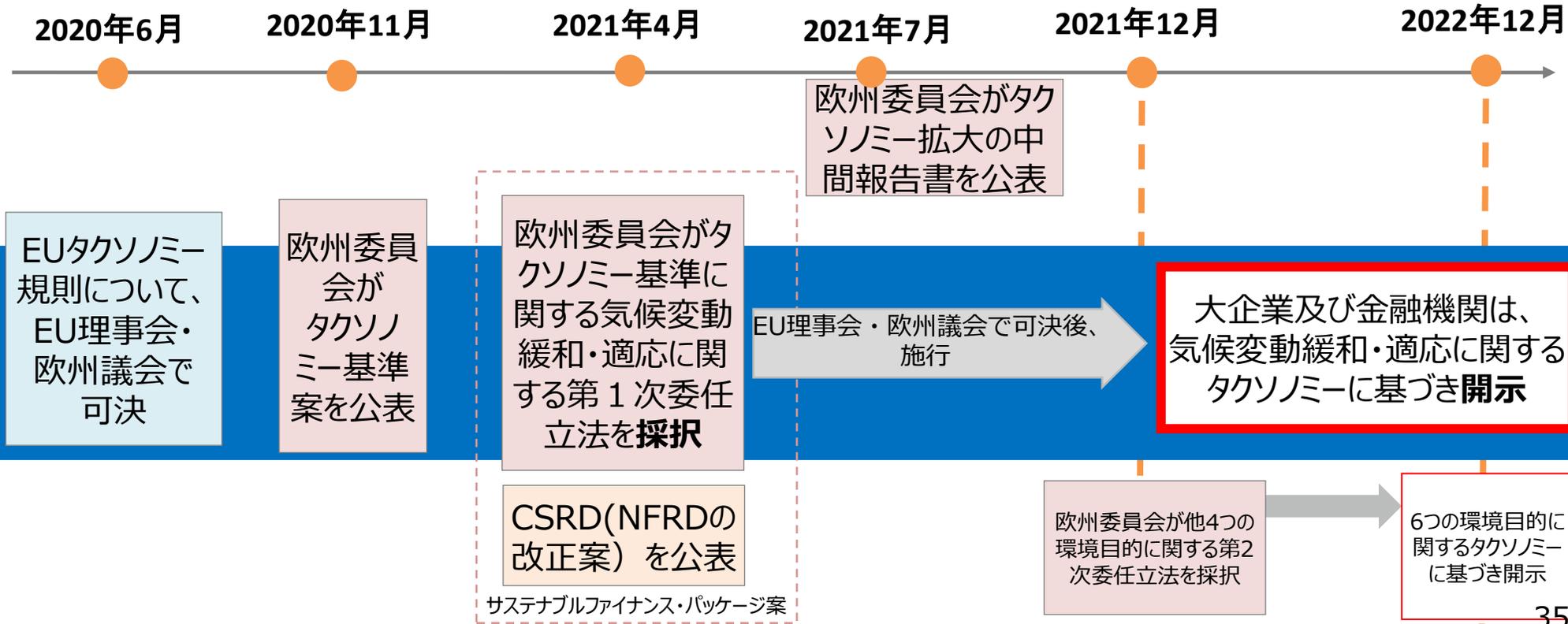
- ・移行活動を再定義する拡張案を検討
- ・すべての経済活動を対象とし、4つの区分を設定する案が示されている

	環境目的に十分に貢献		GreenとRedの間
	多大なる悪影響を及ぼす		多大な影響を及ぼさない

※原子力、天然ガスの取扱は依然として未解決

# (参考) 海外の動向例③ : EUタクソミー現状と今後のスケジュール

- 欧州委員会は、気候変動緩和・適応に関する第1次委任立法を2021年4月21日に採択<sup>\*</sup>し、**EU理事会・欧州議会の可決を経て、2022年1月1日から開示義務を実施予定。**  
\*その他4つの環境目的(水、サーキュラーエコミー、汚染抑制・管理、生物多様性)は2022年月中旬までに採択、2022年末までに適用予定
- 同年4月21日には**タクソミー開示の対象を拡大する企業サステナブル報告指令 (CSRD : 非財務情報開示指令 (NFRD)の改訂版) を公表。すべての大企業\*\*、上場企業に開示対象が拡大予定 (2023年目途)** \*\*大企業とは、純資産2000万ユーロ、純売上高4000万ユーロ、従業員250人以上の3つの条件のうち2つ以上を満たす企業
- **同年7月に環境の持続可能性に著しく有害な影響を与える活動の特定\*\*\*等のために中間報告書を公表し、パブリックコンサルテーションを実施。**  
\*\*\*欧州委員会はこれまでブラウンタクソミーと呼んでいたものについて、今中間報告で赤黄青の信号形式による区分に表現を修正



# (参考) 海外の動向例④ : 炭素国境調整措置 (CBAM)

- **2023年1月から運用開始**。ただし、2026年1月までの3年間は移行期間として、輸入者に**金銭負担は求めない代わりに、製品単位あたり排出量等の情報を報告する義務を課す**。

※報告内容は、製品単位当たり排出量（直接、間接の両方）、輸出国で支払われた炭素価格等。本格運用時において、スコープを間接排出や他の物品・サービスに拡大させるための検討や、排出量算定方法を発展させるために活用される。

## 1. 対象国 / 産業

- **全ての国**。EU-ETSに完全リンクされた国（アイスランド、リヒテンシュタイン、ノルウェー、スイス）の他、一部地域は除外。
- **鉄鋼、アルミ、セメント、肥料、電力**。  
⇒ **3年間の移行期間で収集した情報をもとに、セクターの範囲を拡大させる可能性を規定**。

## 2. 課金について (2026年～)

※詳細は実施法令（下位置法令）で決定

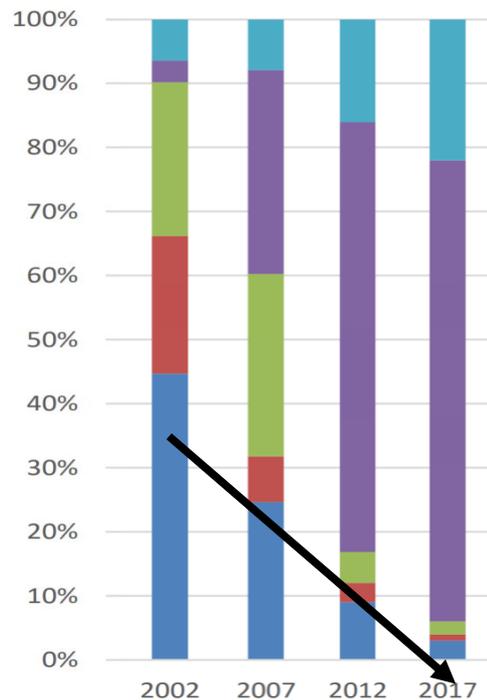
- **EUへの輸入品**につき、**製品単位あたりの炭素排出量**に基づき、**CBAM証書の購入 (= 輸入課金)** が必要  
※収益は、制度の運用費用に充当。残余分はEU予算に組み込み。

$$\text{輸入課金} = \text{CBAM証書価格 (P/CO}_2\text{-ton)} \times \text{製品単位あたり排出量 (CO}_2\text{-ton/Q)} \times \text{製品輸入量 (Q)}$$

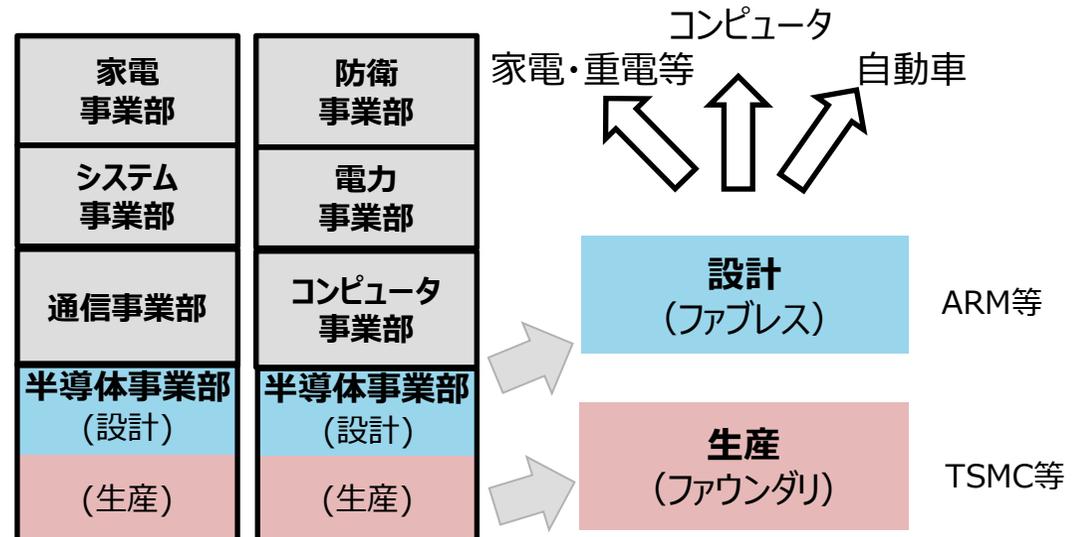
CBAM証書価格 :	①前週におけるEU ETSの全入札の平均終値 ②EU域外で支払われた炭素価格 (tax or emission allowances) をCBAM証書価格から控除可能 ※カーボンプライシングへの考慮を含む第三国との協力や協定、既定値の設定に当たってはエネルギーミックスを含めた諸要素を考慮して調整する旨を規定。
製品単位あたり排出量:	①排出範囲: <b>直接排出</b> のみが対象 (ただし、間接排出を含めることを将来的に検討する規定あり。) ②排出量: 実際の製品排出量 ※デフォルト値の利用: 実際の数値が取得できない場合はデフォルト値を各輸出国の平均排出原単位を活用し、製品ごとに設定可能 (ただし電力除く)。各国毎に輸出国の信用できるデータがない場合、デフォルト値はEUの下から10%の平均排出原単位に基づく。

# (参考) 課題例①：技術×ビジネス：「技術で勝ってビジネスでも勝つ」 (1) 各産業のGX分析

- 優れた技術を持っていても、必ずしもビジネスで勝つとは限らないことから、技術で勝って、ビジネスでも勝つことが重要。
- 太陽電池を例にとると、イノベーションにより1/250以下のコストを実現したが、世界市場における日本の存在感は徐々に低下。
- 半導体についても、水平分業化が急速に進展したことにより、競争力が低迷。



太陽電池モジュール生産量地域別シェアの推移  
(NEDO 太陽光発電開発戦略2020より)



東芝・NEC・富士通・三菱等  
～1990年代：  
家電・重電の一部品  
**日本企業のシェア50%超**

2000年代以降  
水平分業化：  
設計専門、生産専門が市場を席卷  
**日本企業のシェア10%程度**

## (参考) 課題例②：デジタル×グリーン（CO2可視化等）

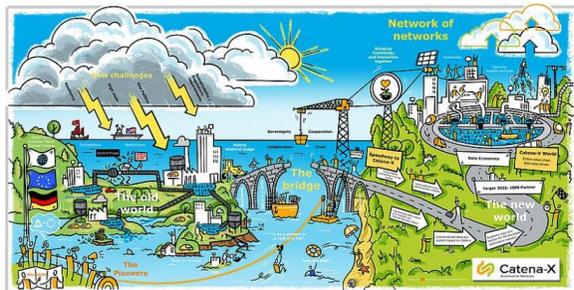
## 2. エネルギーを起点とした産業のGX (1) 各産業のGX分析

- あらゆる企業・産業・消費者がCNの波に対応し、成長につなげていくためには、CO2の可視化等が重要。このため、デジタル技術を活用した新たな取組が世界各地で活発化し始めている。

### 企業・産業の行動変容

#### <CATENA-X : ドイツ>

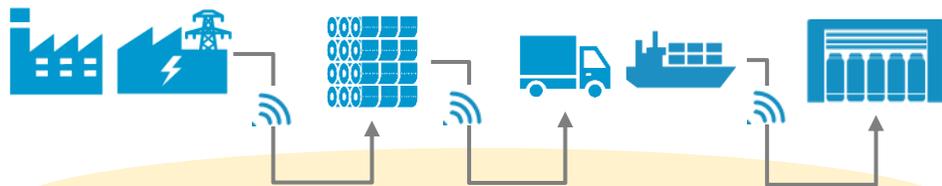
- 自動車産業のサプライチェーン間で品質やサステナビリティ関連データを交換・共有するプラットフォームを設立。共有データの規格設定、直接の取引先のデータのみ取得できる仕様、など普及に向けた工夫がなされている。



#### <CO2NNEX : 日本>

- 三菱重工等がブロックチェーンを活用したデジタルプラットフォームを開発し、炭素の流通網の可視化・整流化を実現。関連投資・コストを精緻に検証・予測することが可能に。また、排出者と需要家のマッチング機能も担う。

排出源 → 分離・回収 → 輸送 → 利用・貯留



CO2可視化・マッチングプラットフォーム

### 消費者の行動変容

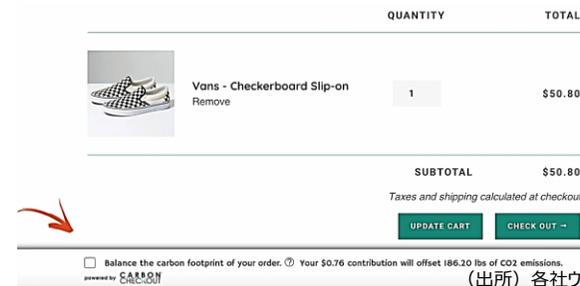
#### <Doconomy : スウェーデン>

- 最終製品の購入に至るまでのCFPを表示するほか、消費者のCFPが上限に達するとクレジットカード利用が制限されるアプリを提供。また、環境負荷の低い製品の購入時にポイントが貯まり、ポイントとCO2削減事業への投資が可能。



#### <Cooler : 米国>

- ECサイトにおいて、商品購入画面にカーボンフットプリントを表示し、各消費行動単位でのカーボンオフセットが可能な選択肢を提供するAPIを開発。米国大手ECサイトShopifyにて実装されている。



- 2050年のカーボンニュートラルの実現に向けては、電力部門の脱炭素化のほか、産業や運輸部門など需要サイドにおいて徹底した省エネを進めるとともに、使用するエネルギーの脱炭素化を進めることが重要。
- 例えば、運輸部門のカーボンニュートラルを進める上では、運輸部門におけるCO2排出量の約85%を占める自動車分野の取組を進めることが重要。
- 脱炭素化には、電化に伴う蓄電池やモーターが不可欠であるが、その製造に不可欠なレアメタル等の鉱物資源の必要性はますます高まる見通し。

### 電力部門の脱炭素化

- 再生可能エネルギーについて、例えば風力発電機器には強力な永久磁石が使用されており、高効率化を実現している。他方で、この永久磁石の製造にはレアメタルが不可欠。

### 運輸部門の脱炭素化

- 脱炭素化の実現に向けて、今後はEV、FCV等がより普及していく見込み。他方で、電動車の製造には、従来型の自動車よりも大量のレアメタル等の鉱物資源が使用されている。

### 電動車メーカー〈テスラ〉による垂直的な資源権益確保への動き

#### 【ニッケル】

- 2020年7月、マスクCEOは、鉱業各社にニッケルの生産拡大を求め、電池コストが同社成長のハードルになっていると強調。同社は、ニッケル供給についてBHPと協議を進めているとの報道。

#### 【リチウム】

- 2020年9月、米テスラ社は、北米でのリチウムイオン電池正極材工場建設計画及び米ネバダ州のリチウム鉱床の権益確保を発表。また、米探鉱ジュニアと最大10年間のリチウム鉱石調達契約を締結。米ノースカロライナ州の鉱床から年産160千tの約1/3のリシア鉱石精鉱供給を受ける計画。

# 今後必要とされる政策要素の検討の視点

ビジネス環境の分析や海外の政策動向も踏まえ、例えば、以下のような視点で、どのような政策を行っていくか検討していくべきではないか。

- 各分野における「勝ち」の定義が必要（技術開発、社会実装スピード、市場ルールメイキングなど）
- 技術レイヤー、ビジネスレイヤー、マーケットレイヤーそれぞれについて、課題や政策要素を整理。

<p><b>技術レイヤー</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 付加価値の高い分野への支援徹底</li> <li>• 海外技術の囲い込み/連携 等</li> </ul>
<p><b>ビジネスレイヤー</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 先行需要創出、国際サプライチェーンへの参画、海外勢との連携</li> <li>• オープン&amp;クローズ戦略、ライセンス活用、</li> <li>• 炭素価値、経済的メカニズム</li> <li>• 新技術・ビジネスへのリスクマネー供給 等</li> </ul>
<p><b>マーケットレイヤー</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 国際市場                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国際ルール整備（条約、国際標準・規格）</li> <li>➢ アジア各国への働きかけ</li> <li>➢ 技術移転リスクへの対処</li> <li>➢ トランジションファイナンスのアジア等への普及・海外展開における資金需要と官民協調のファイナンス 等</li> </ul> </li> <li>• 国内市場                         <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国内市場の規律（重要インフラや戦略物資確保の観点）</li> <li>➢ 技術・データの流出防止 等</li> </ul> </li> </ul>

## 2. エネルギーを起点とした産業のGX

(1) 各産業のGX検討の視点

(2) 各産業のGX検討の例 (アンモニア、水素、洋上風力)

(3) CN実現に不可欠なネガティブエミッション技術 (産業の萌芽)

# GX分析例（先行事例①：アンモニア）

## ● 現状のビジネス環境

- 現状、原料用アンモニアの年間製造量は2億トン、貿易量は2000万トン。
- 既存製造設備の余剰生産能力は少ない（設備メンテもあり、現在市場価格は800ドル/トンに高騰）。また、現在は製造過程におけるCO2を処理していないグレーアンモニアのみ。
- 国内は工業及び肥料用に約108万トン。国内生産約8割、輸入約2割。
- なお、現時点では燃料アンモニア市場は存在しない。

## ● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 今後、石炭火力への混焼（20%）の場合、1基（100万kW）で年間50万トンの燃料アンモニアが必要。
- 国内では、アンモニア混焼・専焼技術や、ハーバーボッシュ法に代わる低温低圧での新合成技術といったCO2を抑制した製造技術の開発途上。
- 発電用の燃料アンモニアの国内需要は、2030年で年間300万トン、2050年で年間3000万トンを想定。また、2050年の世界のサプライチェーン全体としては7.6億トン規模と推計。他方で、発電での利用に向けては、2030年に10円台後半/H<sub>2</sub>-m<sup>3</sup>（310ドル程度/トン）の供給価格が目標。したがって、低廉かつ十分な量の燃料アンモニアサプライチェーン市場を構築していく必要。

## ● 海外プレイヤーの動向

- 既存製造技術のハーバーボッシュ法は海外ライセンサーによる寡占状態。
- 日本以外では発電における燃料アンモニアの利用は具体化していない（韓国にて具体化の動きがあるものの、混焼・専焼技術はなし）。
- アンモニア製造についても、アンモニア需要の用途が現段階では確立していない状況であり、大規模な生産量拡大は困難な状況。他方で、将来的には船舶燃料としてのアンモニア利用への関心は高まっており、各国が生産拡大に乗り出してくる可能性大。

# 課題と打ち手の例（先行事例①：アンモニア）

## 【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- サプライチェーンの中で新たに付加価値を見いだせるのは新たなアンモニア製造手法のライセンス。既存手法は欧米ライセンサーが寡占している状況も踏まえ、今後、革新的なアンモニア製造技術の開発・ライセンスビジネス化に向けてどのような対策が必要か。

→グリーンイノベーション基金を活用し、ハーバーボッシュ法に代わるアンモニア新合成技術や再エネから一気通貫でアンモニアを合成するグリーンアンモニア電解合成の技術開発を支援。我が国大企業とベンチャー企業との社会実装に向けた有機的な連携を進める。

- JERAが海外からの調達、輸送、国内外での実装に向けた投資意欲を表明。今後、将来需要に対応した低廉で安定的なサプライチェーンの実現に向け、実際に企業が投資を実行するためには、どのような対策が必要か。

→政府が積極的に産ガス国や再生エネルギー適地国と製造・供給に向けた国際連携を進めるとともに、ファイナンス支援や非化石価値の顕在化（アンモニア利用拡大の観点から、当面はその由来（非化石由来や化石燃料由来）を問わず活用することが重要。高度化法においても非化石価値を評価する仕組みを検討。）など上流から下流（利用）に至るまで政策的に支援することで供給価格の見通しを引き下げ、企業の予見可能性を高める。

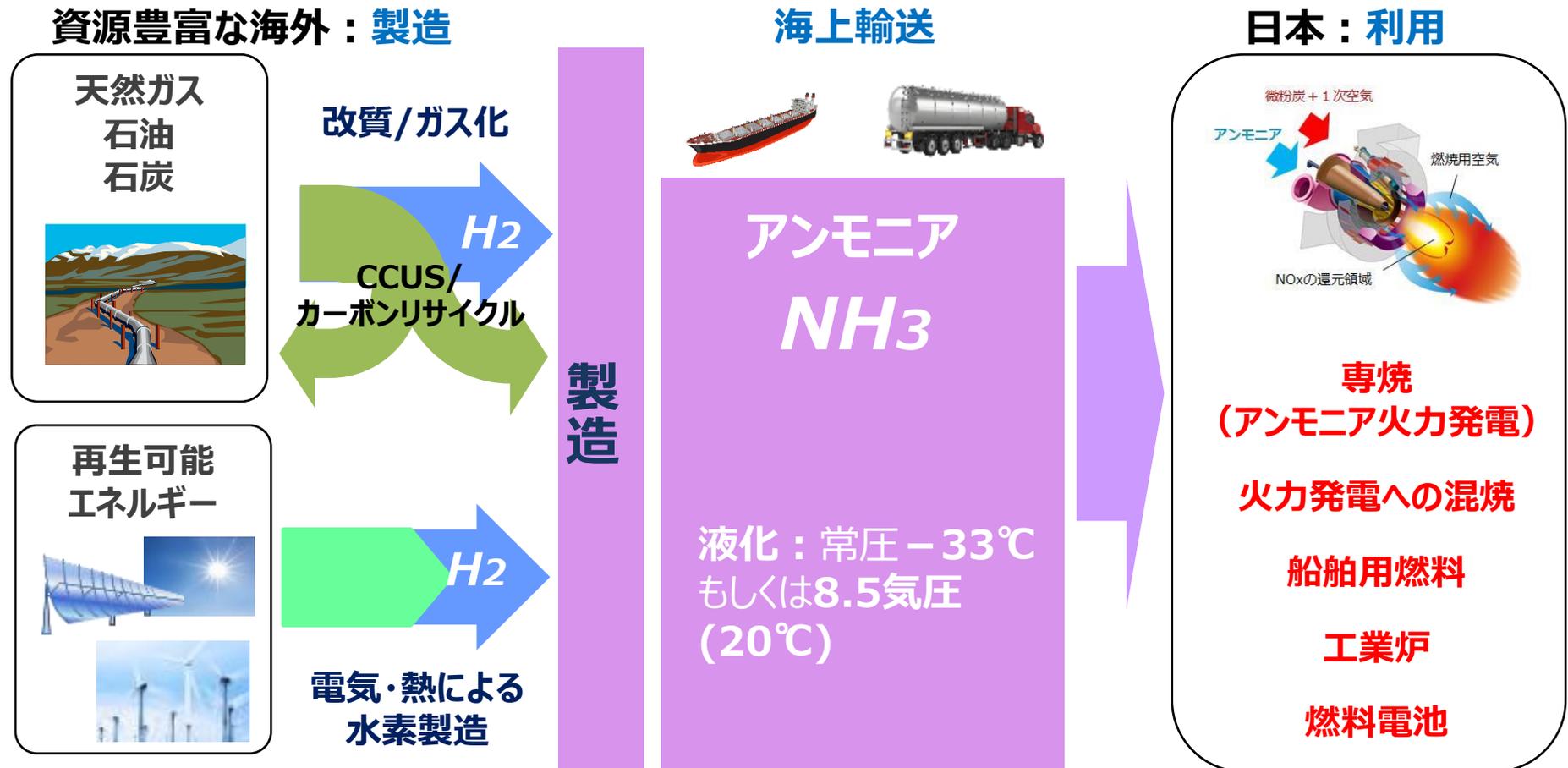
## 【マーケットレイヤー】

- 大きな需要が見込まれるアジアへの展開を念頭に、技術的に先行している企業の優位性を確保するためにはどのような対策が必要か。

→政府が積極的に燃料アンモニアの国際的な理解向上を図り、アジアを中心とした石炭火力利用国とアンモニア利用による脱炭素の連携を進める。また、アンモニア利用に係る国際的な標準・基準の策定を我が国主導で進めていく。

# (参考) 燃料アンモニアの位置づけ

- アンモニアは、CO<sub>2</sub>を排出せずに天然ガスや再生可能エネルギー等から製造することが可能であり、燃焼してもCO<sub>2</sub>を排出しないため、気候変動対策の有効な燃料の一つ。また、アンモニアは、水素キャリアとしても活用でき、水素と比べ、既存インフラを活用することで、安価に製造・利用できることが特長。
- 昨年12月（本年6月に改訂）のグリーン成長戦略に重要分野の1つとして位置づけられ、10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画※にも明記。 ※水素・アンモニアで2030年度の発電電力量の1%に。

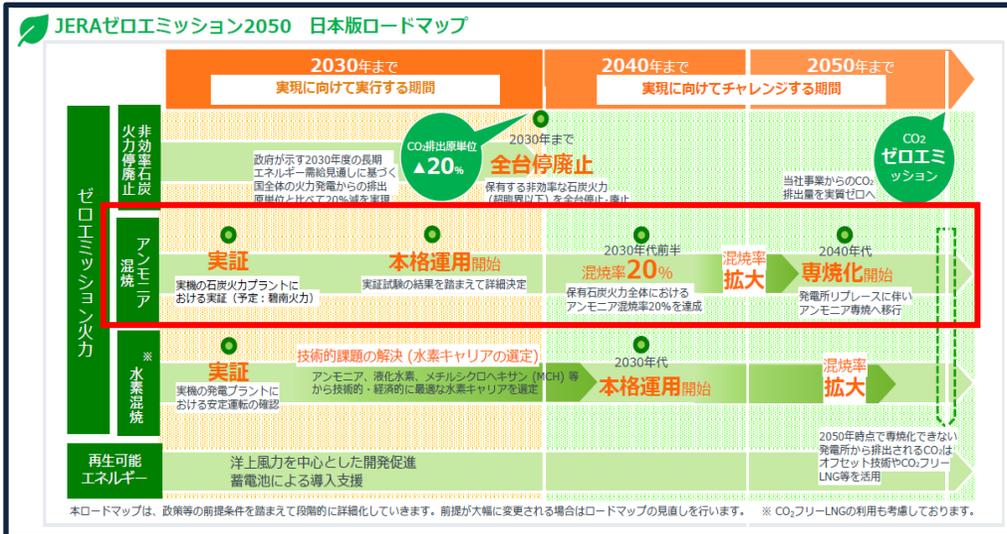


# (参考) 大手電力のアンモニア燃料の活用方針

- 大手電力各社は2050年に向け、カーボンニュートラルの取組方針を公表している。
- 電力会社によってはロードマップを示す等、カーボンニュートラルに向けた具体的な行動指針を表明。2030~2040年代にかけて、アンモニア混焼・専焼を拡大していく方針が示されている。

## <取り組み事例>

・JERA：2020年10月13日公表



・電源開発：2021年2月26日公表



その他以下の事業者が2050年方針を公表

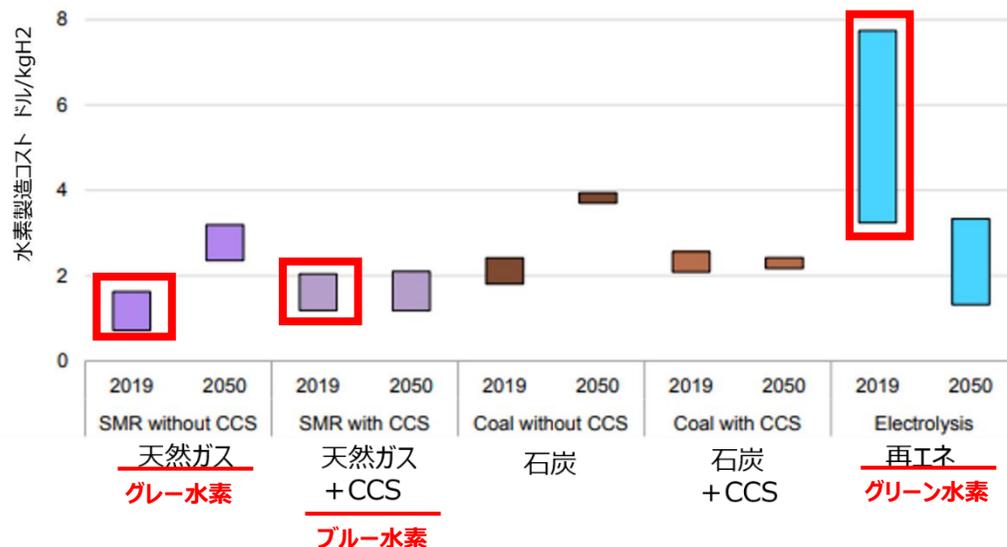
会社	公表日	会社	公表日	会社	公表日
沖縄電力	2020年12月8日	北海道電力	2020年3月19日	四国電力	2021年3月31日
関西電力	2021年2月26日	中部電力	2021年3月23日	九州電力	2021年4月28日
中国電力	2021年2月26日	東北電力	2021年3月24日	北陸電力	2021年4月28日 <sup>45</sup>

# (参考) 水素・アンモニアの原料としての天然ガスの重要性

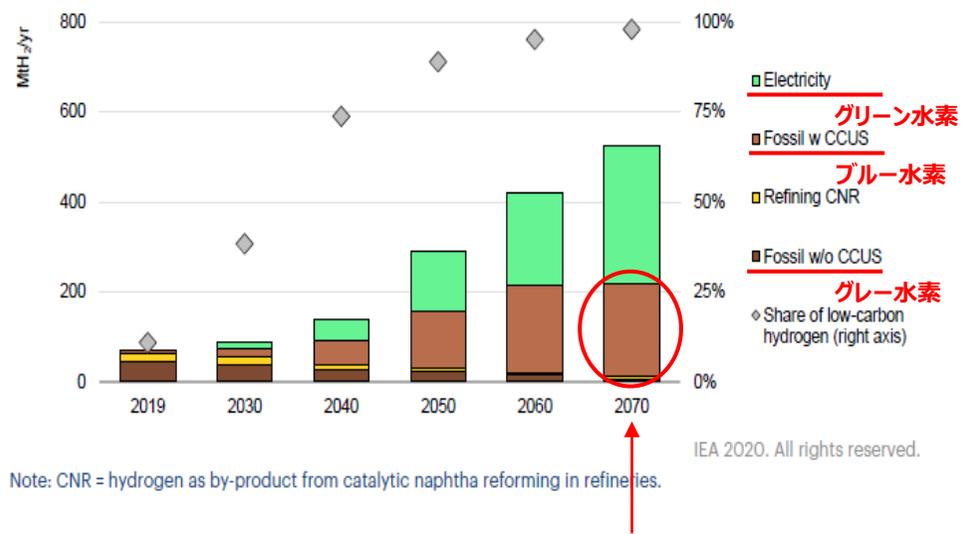
2020年12月8日 総合資源エネルギー調査会  
資源・燃料分科会 石油・天然ガス小委員会  
(第12回) 資料

- 天然ガスは、燃焼してもCO2を排出しない水素やアンモニアの主要な原料※としても期待される。
- ※ 「天然ガスは、水素製造の主要な資源であり、世界の70万トンほどの水素製造のうち3 / 4を占める」 IEAレポート“The Future of Hydrogen” (抜粋)
- 移行期においては、天然ガス由来の水素やアンモニアは、再エネ由来の水素やアンモニアと比較してコスト競争力を有すると見込まれる。(現在、天然ガス由来の水素の製造コストはグリーン水素と比較して最大値で約1/4。)
- また、IEAによれば、水素はグレー、ブルー、グリーンと段階的な普及し、2070年時点においても、世界の水素製造量の約4割は天然ガスを中心とする化石燃料由来と予想されている。

＜世界の水素製造コストに関するIEA予測＞



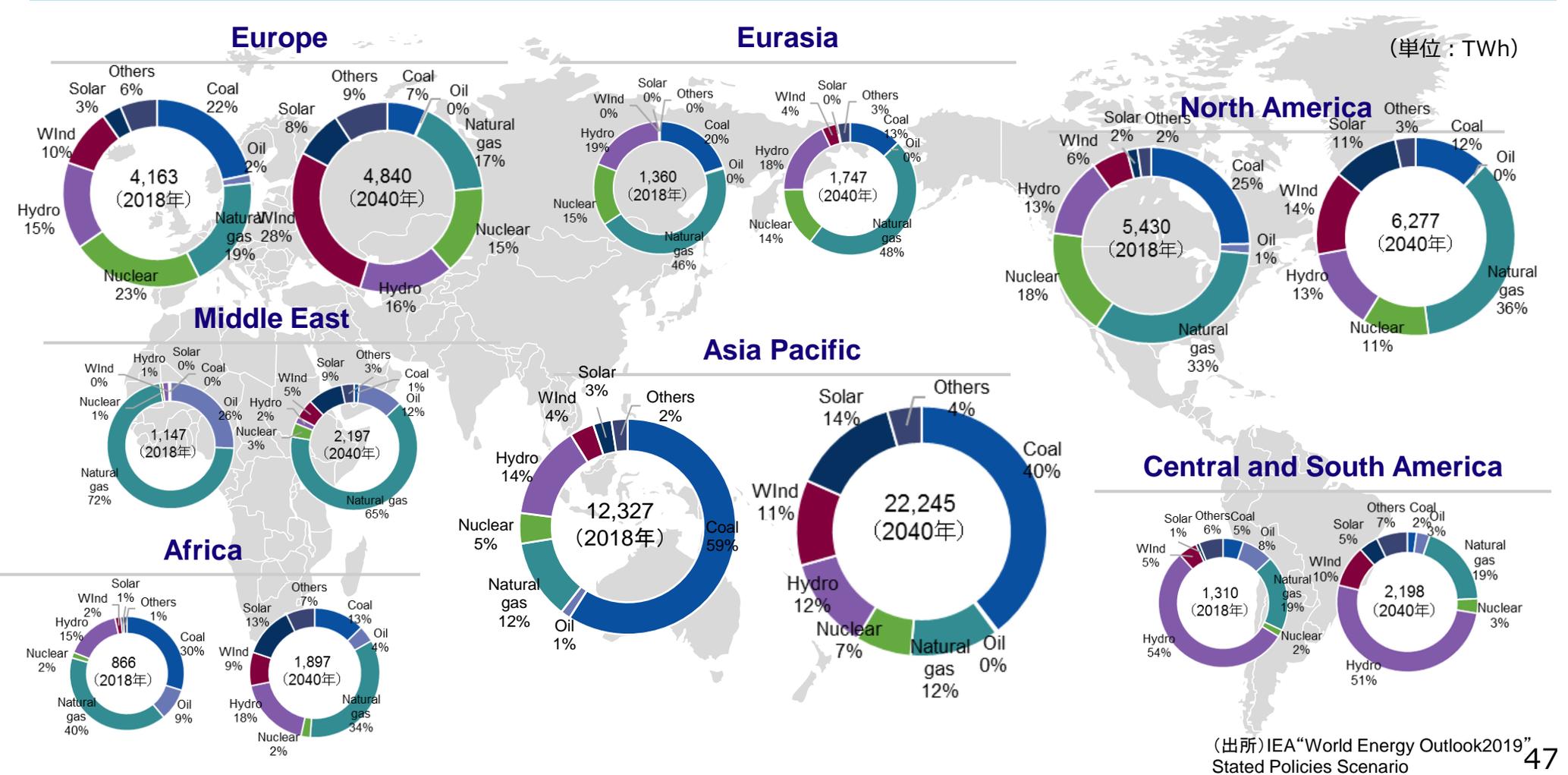
＜製造源別の水素製造量の推移 (IEAのSDSシナリオ) ＞



2070年時点でも4割は化石燃料由来の水素

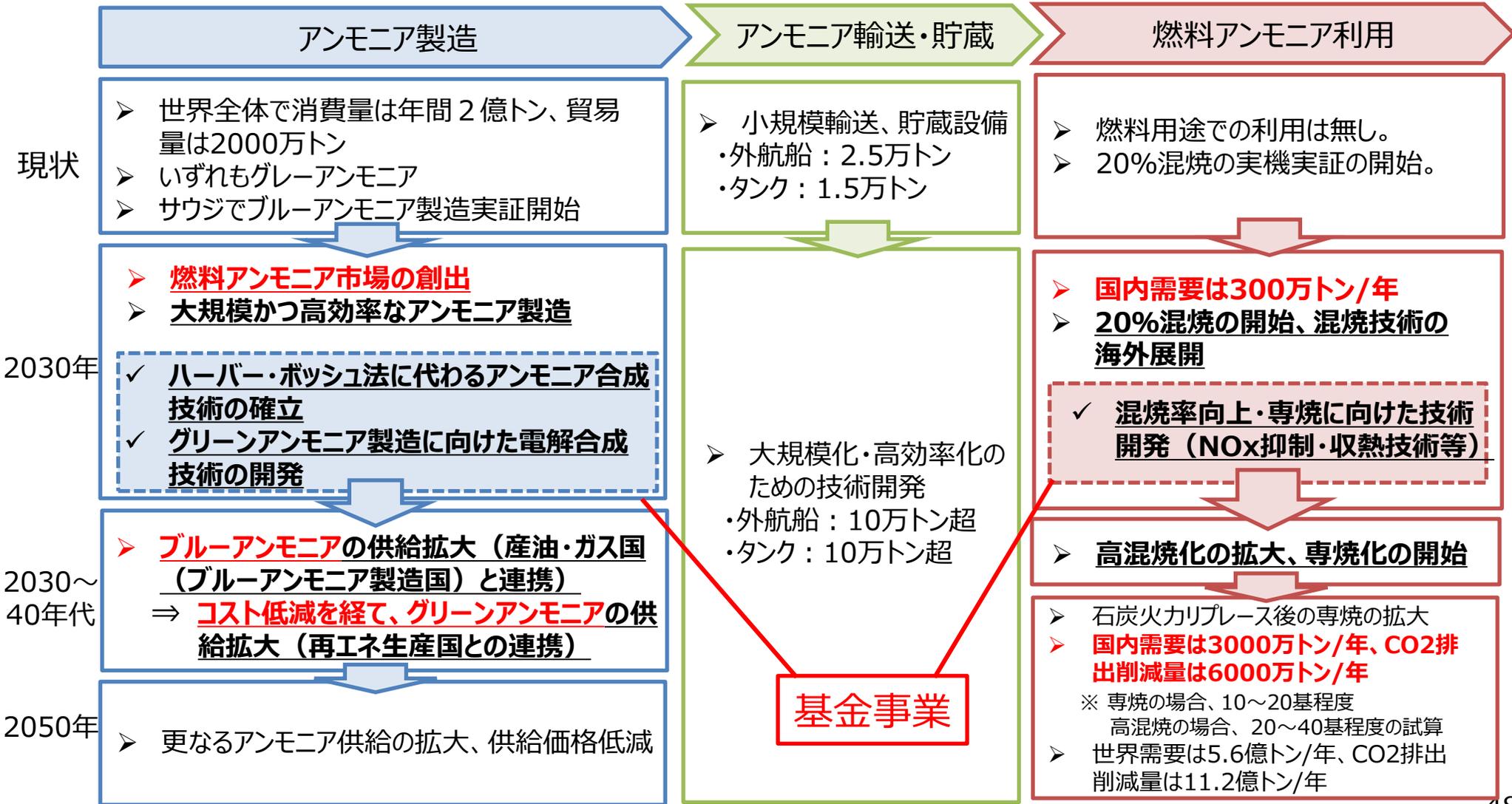
# (参考) 世界の石炭火力におけるアンモニア混焼・専焼の将来

- 世界のエネルギー需要増の7割はアジア太平洋地域で発生。同地域では、2040年でも石炭火力が電源構成の4割を占める。石炭火力設備容量は1820GW (日本のUSC容量の約100倍)。(※WEO 2020のSDSでは968GW)  
→ 仮にこの1割にアンモニア高混焼が導入された場合、2.5億トン/年の需要が創出。



# (参考) アンモニア利用の拡大に向けた道筋

- 燃料アンモニアの着実な導入・拡大においては、発電・船舶等における利用面で拡大と、低廉で安定的なサプライチェーン構築・強化という双方の取組が必要。多面的な政策的支援を実施。



(参考) グリーンイノベーション基金：(国費負担額：上限688億円)  
「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクト

2. GX時代のエネルギー産業論  
(2) 各産業のGX検討の例

- 火力発電の脱炭素化に向け、既存設備を活用しつつ移行を実現するため、燃料アンモニアの活用が重要。
- 現状では、アンモニア供給は肥料等の原料用途に限定されている。燃料アンモニア市場の構築に向けては、利用面・供給面一体での大規模サプライチェーンの構築が必要。
- 既に我が国では世界に先駆け、アンモニア混焼に向けた技術開発を開始。国内のみならず、早期にアジアを中心とする海外市場にも展開する観点からも、製造面では大規模化・コスト削減・CO2排出量低減に資する製造方法の開発・実証を行い、利用面では、高混焼・専焼化に向けた技術開発を行う。

アンモニア合成技術

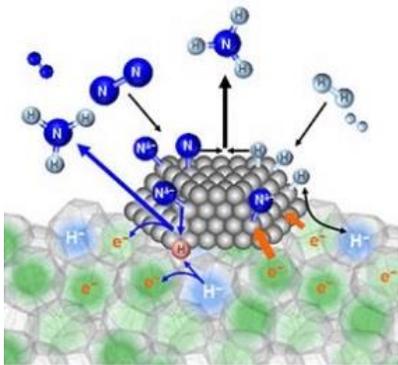
グリーンアンモニア合成

混焼・専焼バーナー製造

- ブルーアンモニア合成コストの低減を目指し、ハーバーボッシュ法よりも低温・低圧で合成可能な技術を開発。
- 触媒の開発や活性・安定性の向上が必要。

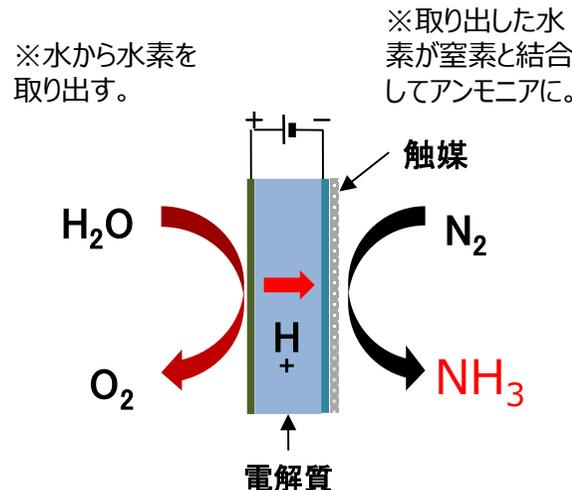
- グリーンアンモニアのコスト削減を目指し、水素を経由しない製造方法を開発。
- 合成に用いる電極の触媒開発や電解質の開発が必要。

- ボイラやタービンでの高混焼・専焼化を目指し、そのために必要となる高混焼・専焼バーナーを開発。
- アンモニア混焼率の増加に伴うNOx増大、収熱悪化、着火の不安定性の技術課題に対応したバーナーを新たに製造する必要。加えて、開発したバーナーを活用し、流量や流速、吹き込み位置等についても実証を通じて検討する必要。



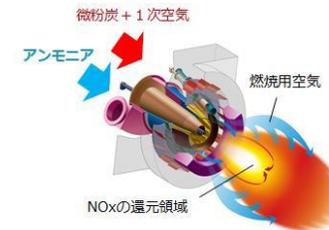
(出典) NEDO公表資料

※触媒を通じて、窒素分子、水素分子が原子レベルに分離。それらがアンモニアとして結合する。



※水から水素を取り出す。

※取り出した水素が窒素と結合してアンモニアに。



(出典) IHIプレスリリース

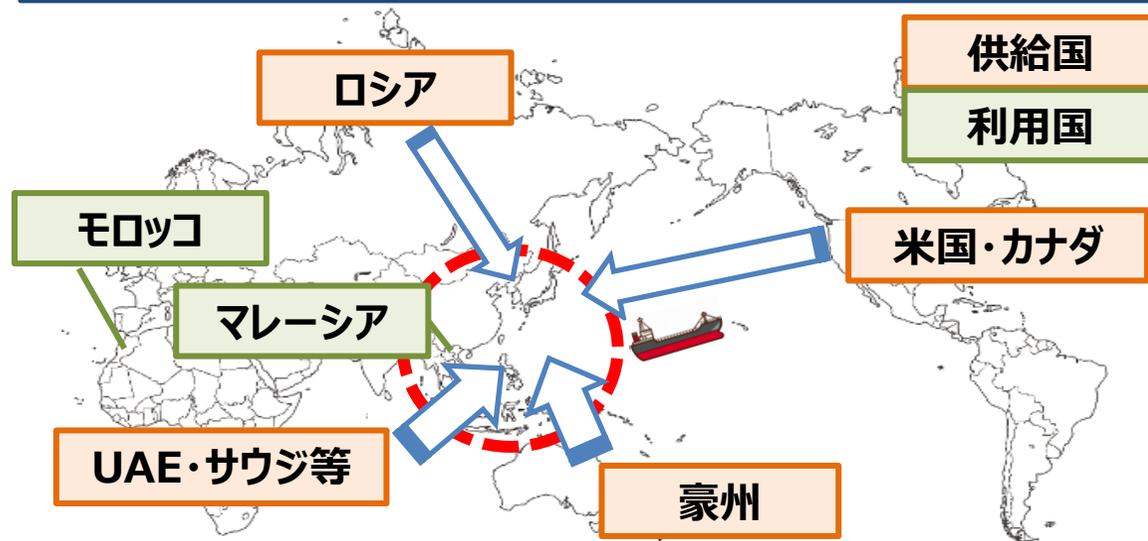
# (参考) 燃料アンモニアサプライチェーン構築に向けた取組

- 燃料アンモニアの需給拡大に向けては、以下の4つの視点で総合的な国際連携を推進。
  1. 燃料アンモニアの国際的認知向上のため、国際エネルギー機関 (IEA) から分析レポート発行で連携
  2. 燃料アンモニアの新たな供給確保のために、産ガス国や再生エネルギー適地国 (北米・中東・豪州・ロシア等) とサプライチェーン構築に向けた連携
  3. 燃料アンモニアの海外での需要拡大のために、石炭火力利用国 (マレーシアやモロッコ) とアンモニア発電可能性調査で連携
  4. 燃料アンモニア国際会議を主催することで日本主導で国際連携のプラットフォームを設立し、燃料アンモニアサプライチェーンの構築を主導

## ① IEAによる分析レポート

- 「The Role of Low-Carbon Fuels in Clean Energy Transitions of the Power Sector」(10月6日発表)
- 主なメッセージ：
  - 再エネが拡大する中で電力セキュリティの確保が重要であり、アンモニアは有効な手段。
  - 先進国が技術開発やサプライチェーン構築を進めることで、アジアなどの途上国も安価でアンモニアを活用できる。

## ②③ 燃料アンモニアの潜在的需給国との連携



## ④ 第1回燃料アンモニア国際会議 (10月6日) の主催

# GX分析例（先行事例②：水素）

## ● 現状のビジネス環境

- 輸送・発電・産業分野等、幅広い分野での活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。
- 現状、水素の供給量は世界で約9,000万トン／年。大宗が石炭の脱硫用途で自家消費され、ほぼ全量がケミカルプラントや都市ガスで作られたグレー水素。
- 水素の製造、輸送・貯蔵など様々なレイヤーで異なる技術が要求されるため裾野が広く、国内外の様々なプレイヤーがレガシーアセットをバックに参画。（例：オイルメジャー、LNG関連インフラメーカー、塩電解メーカー等）
- 各国でも水素の国家戦略が策定されるなど取組が本格化。

## ● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 世界全体で2050年に5億トン／年の利用量が見込まれる。（IEAのNZSシナリオ）
- ライフサイクルでのCO2排出量の削減が求められ、化石燃料+CCUS、再エネ等、ゼロエミ電源由来の水素が両立。再エネコストの低減により、2030年頃からは、一部地域で再エネ由来水素が価格競争力を有する見込み。（IEA）
- 多様な用途・地点で活用すべく、様々な水素サプライチェーンが構築。国際市場形成が見込まれる。
- 自国での十分な量のグリーン水素の製造が難しい国々は、水素を海外から輸入し、利用することを想定。
- 燃料としての水素は、電化等、他の脱炭素技術との競合が見込まれ、サプライチェーンの大型化や大量生産によるコスト削減が求められる。

## ● 海外プレイヤーの動向

- 海上輸送技術や水素発電の分野については、日本企業の技術が先行。
- 製造技術については、安価な再エネポテンシャルを最大限活用すべく、欧州等は水電解装置の技術開発・実証に注力している。

# 課題と打ち手の例（先行事例②：水素の事例）

## 【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 再エネコストが安価な欧州等から水電解装置の社会実装が進むことを想定した上で、水電解装置コストの低減等を進めるために、どのような対策が必要か。

→ グリーンイノベーション基金を活用し、水電解装置の大型化・モジュール化を進めるだけでなく、膜や触媒等の日本の優れた要素技術の装置への実装等を支援し、コストの削減や耐久性向上を通じた国際競争力の強化を目指す。また、海外市場への進出も見越した水電解装置の統一的な評価基盤の整備により、日本企業の開発力の底上げ及び新規参入の促進を目指す。

- 我が国企業が優位性を有する海上輸送技術と水素発電技術について、グリーンイノベーション基金でも一体的に大規模な実証を進め、技術開発を行っているところ。こうした技術を活用し、将来需要に対応した低廉で安定的なサプライチェーンの実現に向け、実際に企業が投資を実行するためには、どのような対策が必要か。

→ 政府が積極的に産ガス国や再生エネルギー適地国と製造・供給に向けた国際連携を進めるとともに、ファイナンス支援や非化石価値の顕在化（水素利用拡大の観点から、当面はその由来（非化石由来や化石燃料由来）を問わず活用することが重要。高度化法においても非化石価値を評価する仕組みを検討。）など上流から下流（利用）に至るまで政策的に支援することで供給価格の見通しを引き下げ、企業の予見可能性を高める。

## 課題と打ち手の例（先行事例②：水素の事例）

### 【マーケットレイヤー】

- 調整力等の不足や出力抑制といった再エネ大量導入に際しての課題が顕在化しつつある北海道や九州などの一部地域において、余剰再エネ電力を吸収する手段として水電解装置を導入を促すために、どのような支援が必要か。

→ 水電解装置の導入を補助金等で支援するだけでなく、上げ DR（ディマンド・レスポンス）を適切に評価し、安価な電力の積極的な活用促進策も併せて検討することで、水素製造コストを引き下げることを目指す。

- 将来拡大が見込まれる海外需要地（アジア等）への水素供給に向けて、どのような取組が必要か。

→ IEAとも連携している水素閣僚会議などのマルチの枠組を最大限活用しつつ、世界に先だって国際水素サプライチェーンの構築を行うことで、安定・柔軟・透明な国際水素市場の確立を主導する。

## (参考) 水素分野における戦略等の策定状況について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。近年は、水素を脱炭素化に必要な不可欠なエネルギー源と位置づけ、多くの国・地域が水素関連の取組を強化。日本がこの分野を今後もリードするためには、より一層取組を強化する必要。
- 昨年10月の菅総理のCN宣言を受け、昨年末策定したグリーン成長戦略でも重点分野の一つに位置付け。需給一体での取組により、導入量の拡大と供給コストの低減を目指す。

### 国内外の情勢変化等について

2017年12月  
水素基本戦略策定

2019～2020年  
各国水素戦略策定  
及び、経済対策で  
水素に注力

2020年10月  
菅総理(当時)による  
2050年CN宣言

2020年12月  
グリーン成長戦略策定  
(水素の位置付け)

2021年～  
第6次エネ基の策定、  
水素基本戦略見直し等  
を見据えた検討(継続中)

### グリーン成長戦略における量及びコストの目標

□ 年間導入量：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在(約200万t) → 2030年(最大300万t) → 2050年(2000万t程度)

□ コスト：長期的には化石燃料と同等程度の実現

現在(100円/Nm<sup>3</sup>) → 2030年(30円/Nm<sup>3</sup>) → 2050年(20円/Nm<sup>3</sup>以下)

# (参考) 水素に係る海外動向

- EUやドイツやオランダ、豪州など多くの国で水素の国家戦略が策定されるなど、世界中で取組が本格化。
- 脱炭素化が困難な商用車や産業分野での水素利用や、水素発電の導入、水素輸入に向けたサプライチェーンの検討等の動きが進展。

## ドイツ

- 2020年6月に国家水素戦略を策定。
- 国内再エネ水素製造能力の目標を設定（2030年5GW、2040年10GW）。水電解による水素製造設備に対して、再エネ賦課金を免除。
- 中・長期的な大規模水素輸入に向けたサプライチェーン実証プロジェクトを実施予定。
- 連立与党が2020年6月3日に採択した経済対策において、国内の水素技術の市場創出に70億ユーロ、国際パートナーシップ構築に20億ユーロの助成を予定。
- 大型FCトラック向けの水素充填インフラ構築を支援。

## 米国

- 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、カリフォルニア中心にFCVの導入が進展（8000台超）。2024年からは商用車もZEV規制適用開始。
- ユタ州のIPPが大型水素発電プロジェクトを計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。（MHPSがガスタービン設備を受注）
- ロサンゼルス港のゼロエミッション化に向けた構想の一環で、大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。
- DOEは大型FCトラックの開発を支援。

## EU

- 2020年7月に水素戦略を発表。
- 2030年までに電解水素の製造能力を40GWを目指す。
- 暫定的に、低炭素水素（化石+CCUS）も活用。水素の製造、輸送・貯蔵、利用に向けて取り組む。
- 官民連携によるグリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- 輸送分野では、商用車での水素利用を重視。

## フランス

- 2020年9月に水素戦略を改訂。
- 2030年までに電解装置6.5GWの設置、年間60万トンのグリーン水素生産を目標として設定。
- グリーン水素の生産に使用する電力としては、再生可能エネルギーおよび原子力発電由来の電力を想定。
- 産業の脱炭素化に加え、大型FCトラックの開発が優先項目に。

## 中国

- 2016年省エネ・新エネ車の技術ロードマップにおいてFCVの普及目標を策定。現在は商用車中心に普及が進む。
- 2020年4月にFCV産業のサプライチェーン構築への助成を発表。水素関連技術の競争力確立を目的とし、モデル都市を選定し、FCVや水素ステーションの技術開発・普及に奨励金を与える。

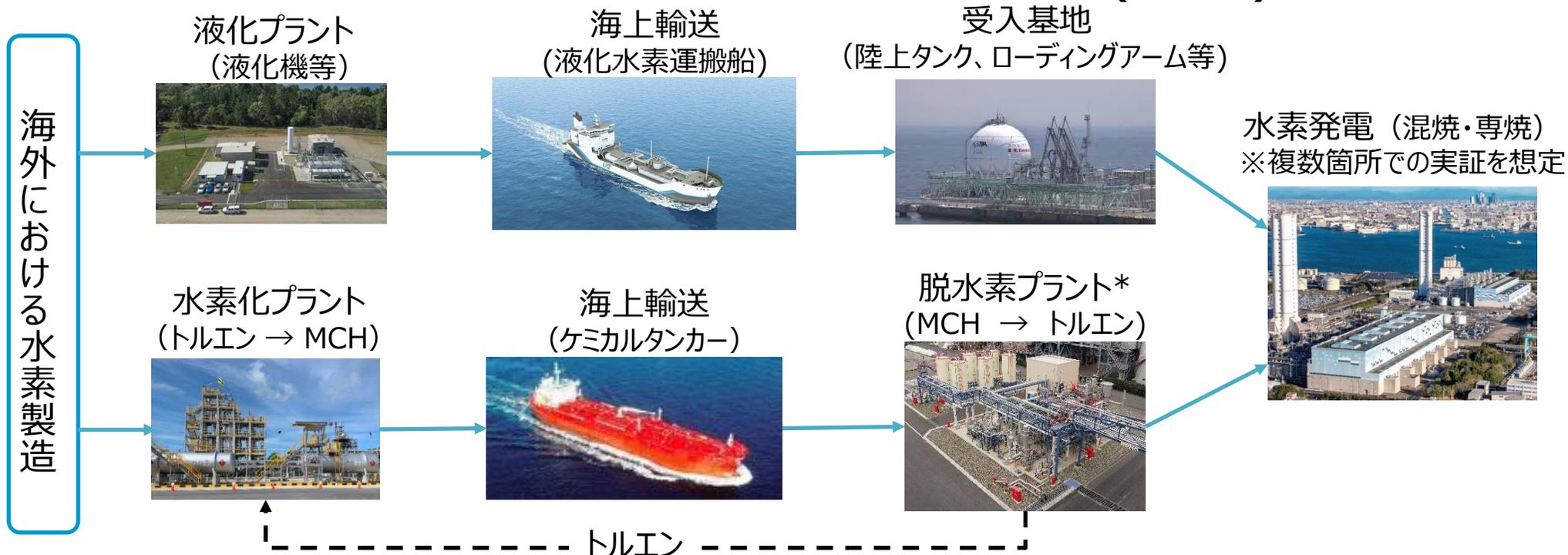
# (参考) カーボンニュートラル時代の水素輸入国

- 日本は再エネ含む資源賦存量が国内需要に比べ小さく、長期的にも海外水素を輸入することになる見込み。そのため、エネルギー安全保障上の観点から、資源外交が引き続き不可欠。



- 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などし、水素の大規模需要の創出と供給コスト低減の好循環の構築を推進し、供給コストを2030年に30円/Nm<sup>3</sup>、2050年に20円/Nm<sup>3</sup>以下（化石燃料と同等程度）とすることを旨とする。

## 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

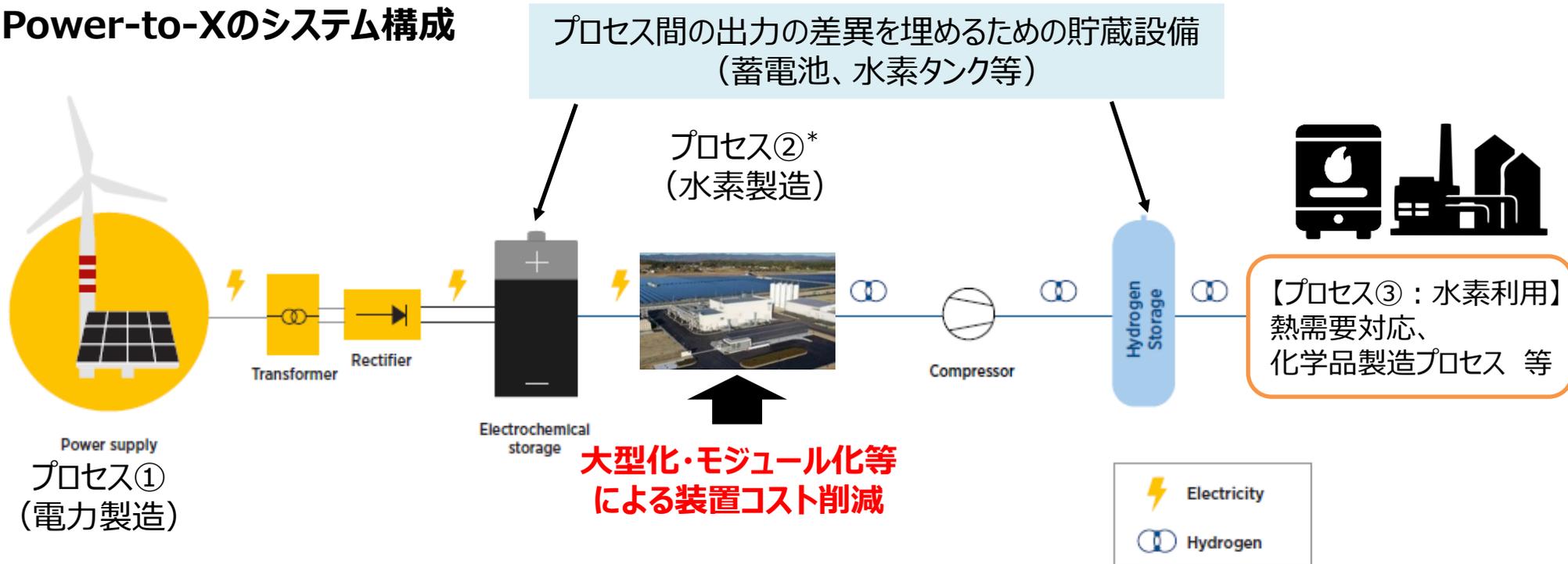
出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

# (参考) 再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造

(国費負担額：上限700億円)

- 日本は世界最大級の水電解装置を福島に有するものの、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、先行する海外の水電解市場獲得を目指すべく、複数のタイプの水電解装置（アルカリ型、PEM型）の大型化やモジュール化、膜等の優れた要素技術の実装、水素利用と一体でのPower-to-Xのシステム実証等を強力に後押しし、装置コストの一層の削減(現在の最大1/6程度)を目指す。

## Power-to-Xのシステム構成



水電解装置の開発と合わせて、ボイラー等の熱関連機器や基礎化学品の製造プロセスとを組み合わせ、再エネ電源等を活用した非電力部門の脱炭素化に関するシステム全体を最適化する実証を行う予定

\*写真は福島水素エネルギー研究フィールド (イメージ)

# (参考) 水素閣僚会議

- 世界各国で加速する各国の水素関連の取組について共有するとともに、今後グローバルでの水素利活用を一層推進するべく、各種課題や国際連携を含む政策の方向性を確認。
- 各国・地域が経済対策などで水素分野の支援を強化する中、日本が大規模需要の創出や国際サプライチェーンの構築を主導する姿勢を明確にした。また、IEAが政策決定者に最新の世界動向及びアドバイスを提供する「Global Hydrogen Review 2021」を発表した。

## 2018

21の国(5閣僚)・地域・機関等  
参加者300名  
東京宣言のポイント

- 水素関連技術分野でのコラボレーション、標準化及びハーモナイゼーション
- 国際共同調査、安全性及びサプライチェーン関連インフラ技術開発の推進
- 水素のポテンシャル、経済効果およびCO2削減効果の調査・評価
- 教育及びアウトリーチ

## 2019

35の国(8閣僚)・地域・機関等  
参加者600名

グローバル・アクション・アジェンダ

## 2020

(オンライン)  
23の国(14閣僚)・地域・機関等  
参加登録2800名

グローバル・アクション・アジェンダ・プログレスレポート

## 2021

(オンライン)  
29の国(18閣僚)・地域・機関等  
参加登録3200名



## GX分析（先行事例③：洋上風力）

### ● 現状のビジネス環境

- 大量導入、コスト低減、経済波及効果が期待される再エネの主力電源化にむけた切り札。
- 欧州で先行して導入が進んだが、近年は中国市場が急成長し、2020年度は世界の導入量の半分以上を占めた。
- 国内でも、2019年に再エネ海域利用法を施行して海域の長期占用ルールや利害調整の枠組みを整備し、2020年から事業者の公募が始まるなど事業環境が整いつつある。
- 洋上風力産業は、①発電事業、②風車・基礎等の設計・製造、③建設、④メンテナンスに大別。②の風車については、欧米風車メーカーがトップシェアだが、潜在力を有する国内の部素材メーカーも存在。

### ● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 洋上風力市場は、2040年には全世界で562GWとなり、120兆円超の投資が見込まれる（IEA）。
- 今後、アジア市場の急拡大が見込まれ、2030年には世界シェアのうち41%がアジアとなるとの予測もある（GWEC）。
- 遠浅な海の少ないアジアにおいては、浮体式洋上風力の成長が見込まれるが、国際的にも風車と浮体の一体設計や量産化等の課題が残り、商用化に至っていない。

### ● 海外プレイヤーの動向

- 欧州では、自然条件・社会条件が整っており、着床式洋上風力産業の育成が先行している。
- 風車製造では、シーメンスガメサ、ヴェスタス、GEが欧州域内中心にサプライチェーンを構築。風車大型化による発電効率の向上や建設工事の効率化により、発電コスト低減が加速している。
- アジア市場の拡大が見込まれる中、欧州企業はアジア拠点設置を進めている。アジア各国はアジア市場のサプライチェーンのハブとなるべく誘致競争が激化している。

## 課題と打ち手の例（先行事例③：洋上風力）

### 【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 日本が強みを持つ部材系メーカーが、欧州メーカーのサプライヤーとして採用されるためには、どのような対策が必要か。

→官民協議会において「洋上風力産業ビジョン」を策定し、市場の予見可能性を向上。魅力的な国内市場の創出で国内外の投資を呼び込み、設備投資や欧州メーカーとのマッチングを支援。

- 世界的に技術が開発途上である浮体式洋上風力において優位性を持つためには、どのような対策が必要か。

→グリーンイノベーション基金を活用し、浮体式等の技術開発を支援。

### 【マーケットレイヤー】

- 今後の需要増加が見込まれるアジアにおいて、我が国が、魅力的な生産拠点となり、国内外の投資を呼び込むためには、どのような対策が必要か。

→国内洋上風力発電プロジェクトの案件形成を加速化し、安定的な需要を生み出す。

- 風車設計の中心が欧州である中、今後大きな需要が見込まれるアジア市場への日本企業参入のためには、どのような対策が必要か。

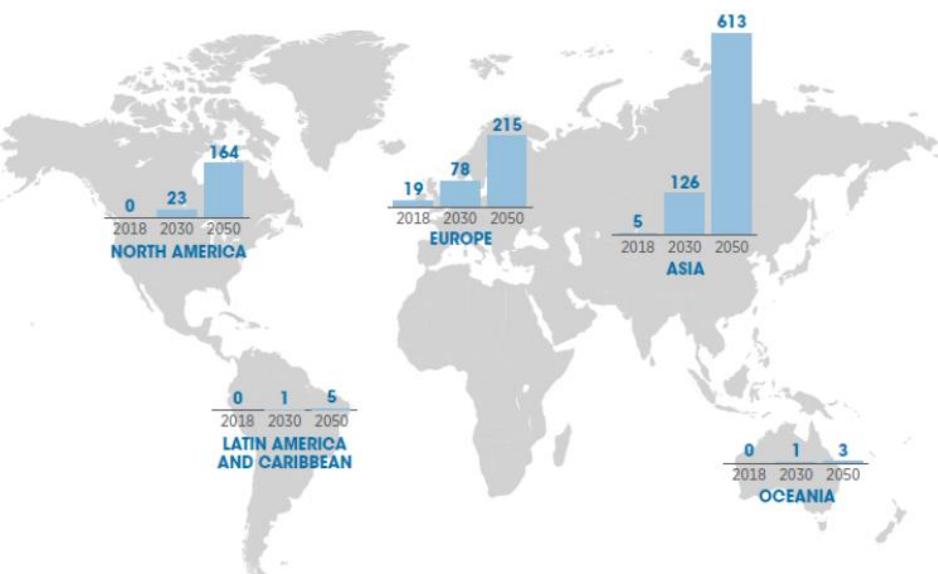
→日本と共通のアジアの自然条件（台風・低風速等）を念頭に、造船業を含む新たなプレーヤーの参入余地も期待される浮体と風車の一体設計等をグリーンイノベーション基金を活用して支援。

# (参考) 今後急拡大が見込まれるアジア市場

- 欧州を中心に洋上風力が拡大してきたが、2050年にかけてはアジア市場の急成長が見込まれる。
- ①海の形状（急に深くなる）、②気象条件（低風速・台風・落雷等）、③海象条件等が欧州とアジアでは異なることから、こうした違いを踏まえた最適化が今後の競争力の鍵となる。

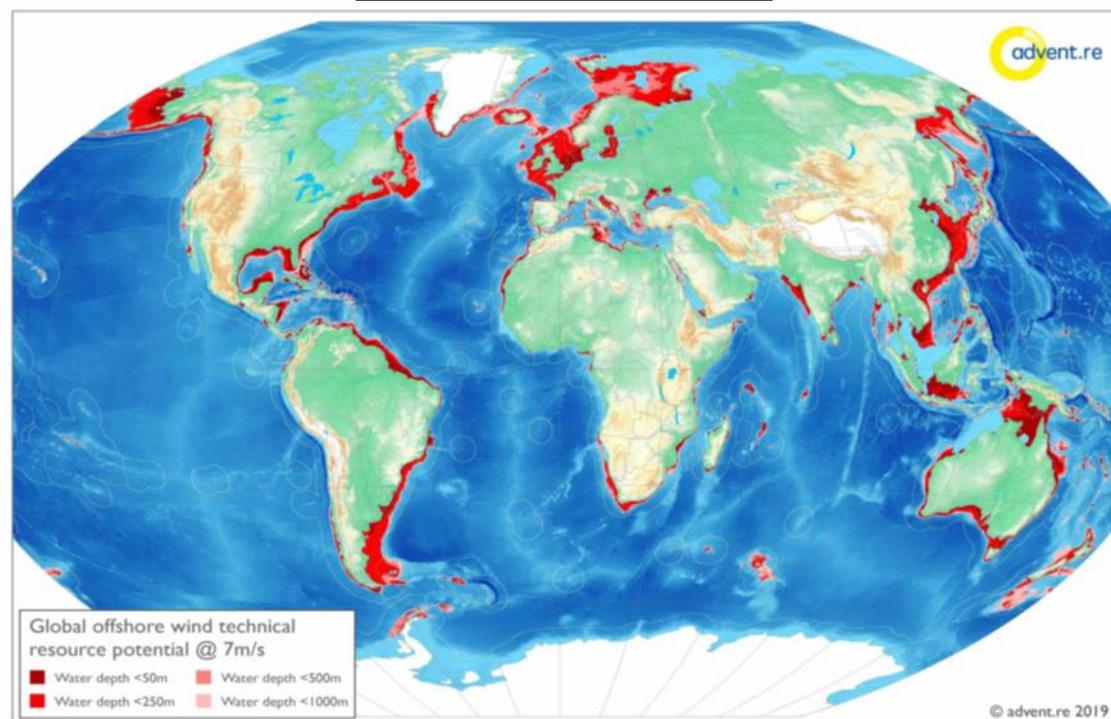
## IRENAの市場予測

(単位:GW)



出典：IRENA “Future of Wind” (2019年10月)

## 洋上風力の適地の分布

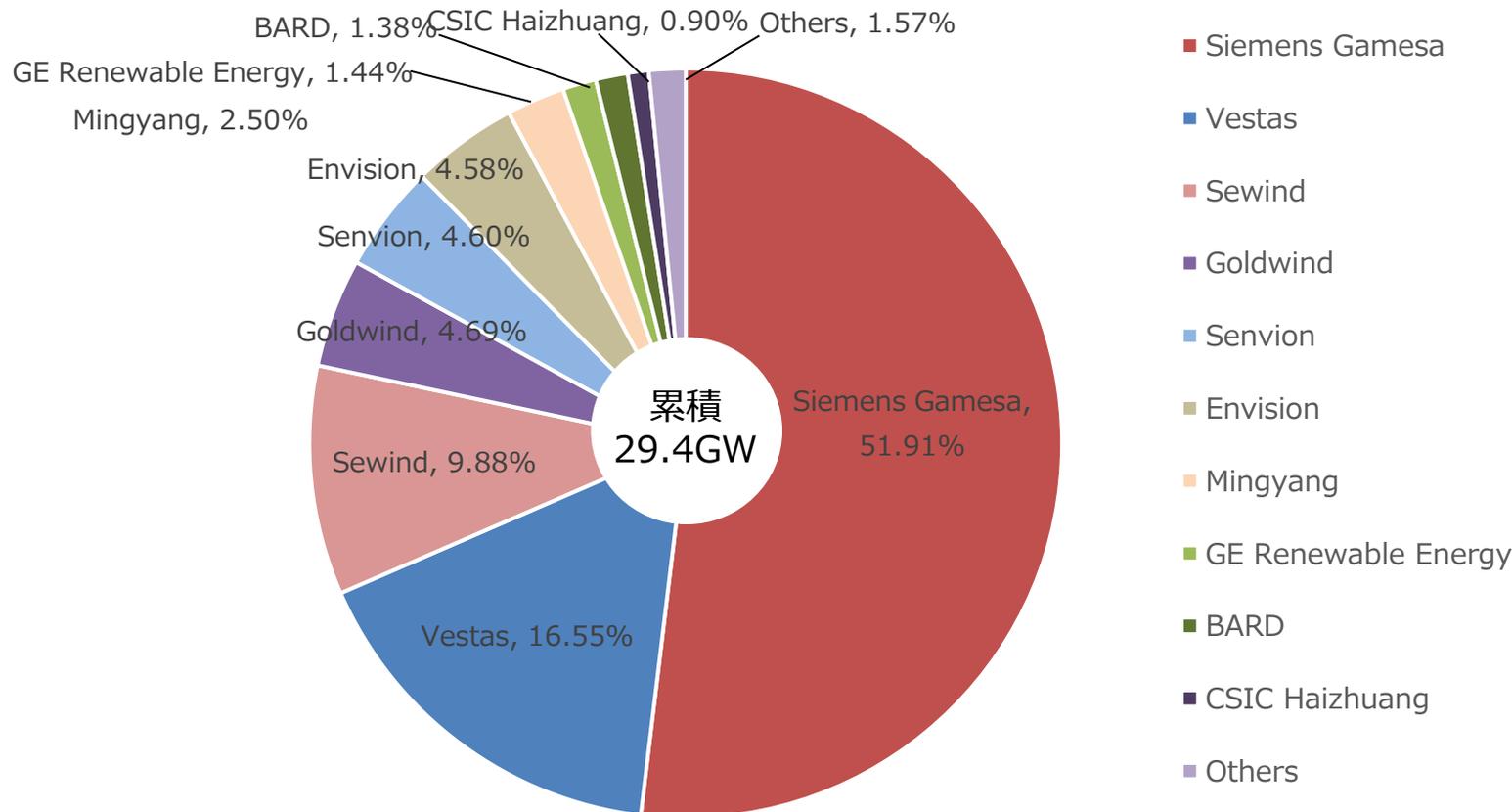


出典：GWEC “Taking offshore wind global” (2020年3月)

## (参考) 風車産業の現状

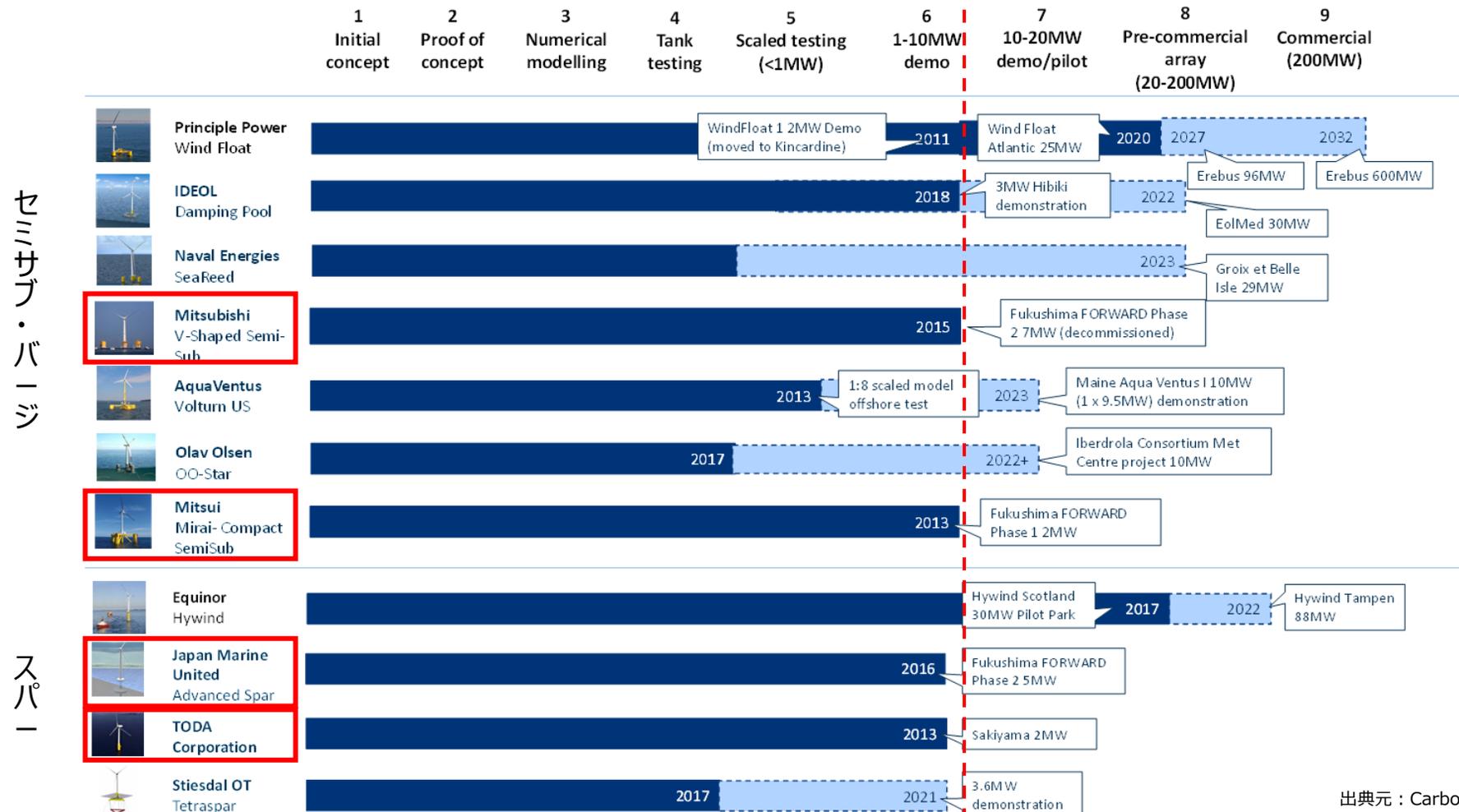
- タービンメーカーは、欧州のシーメンスガメサやベスタスが大きなシェアを占める。日本国内には製造拠点は不在。
- 一方で、我が国においても、発電機、増速機、ベアリング、ブレード用炭素繊維素材、永久磁石等では、技術力を有する部品メーカーの潜在力や国内ものづくり基盤がある。

### 洋上風力発電タービンメーカーシェア



# (参考) 浮体式技術の開発競争

- 足下では水深の浅い海域で、欧州で技術が確立した着床式の導入が進むが、浮体式は、欧州においてもまだ開発途上。造船業を含む新たなプレーヤーの参入余地も期待される。
- 欧州では、複数のプロジェクトが同時並行して進展。1基での実証の後、複数機による実証でプロジェクトを洗練させ、商用に至る計画が一般的。



出典元：Carbon Trust分析

※赤枠は日本企業

※日本企業の浮体で大型風車を複数機用いた実績はない。

洋上風力発電の意義と課題

- 洋上風力発電は、①大量導入、②コスト低減、③経済波及効果が期待され、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札。
- 欧州を中心に全世界で導入が拡大。近年では、中国・台湾・韓国を中心にアジア市場の急成長が見込まれる。(全世界の導入量は、2018年23GW→2040年562GW(24倍)となる見込み)
- 現状、洋上風力産業の多くは国外に立地しているが、日本にも潜在力のあるサプライヤーは存在。

洋上風力の産業競争力強化に向けた基本戦略

1. 魅力的な国内市場の創出

2. 投資促進・サプライチェーン形成

3. アジア展開も見据えた次世代技術開発、国際連携

官民の目標設定

(1) 政府による導入目標の明示

- ・2030年までに1,000万kW、2040年までに3,000万kW~4,500万kWの案件を形成する。

(1) 産業界による目標設定

- ・国内調達比率を2040年までに60%にする。
- ・着床式発電コストを2030~2035年までに、8~9円/kWhにする。

(1) 浮体式等の次世代技術開発

- ・「技術開発ロードマップ」の策定
- ・基金も活用した技術開発支援

(2) 案件形成の加速化

- ・政府主導のプッシュ型案件形成スキーム(日本版セントラル方式)の導入

(2) サプライヤーの競争力強化

- ・公募で安定供給等に資する取組を評価
- ・補助金、税制等による設備投資支援
- ・国内外企業のマッチング促進(JETRO等)等

(2) 国際標準化・政府間対話等

- ・国際標準化
- ・将来市場を念頭に置いた二国間対話等
- ・公的金融支援

(3) インフラの計画的整備

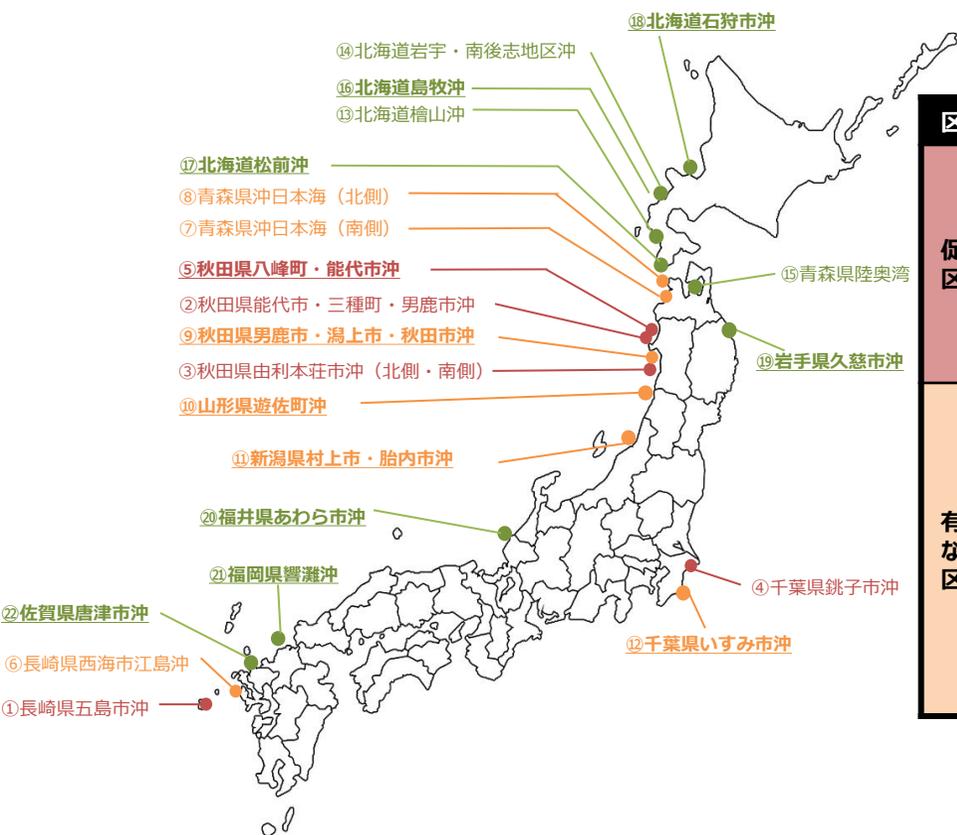
- ・系統マスタープラン一次案の具体化
- ・直流送電の具体的検討
- ・港湾の計画的整備

(3) 事業環境整備(規制・規格の総点検)

(4) 洋上風力人材育成プログラム

# (参考) 再エネ海域利用法の施行等の状況

- **2019年4月に、海域の長期占用（30年間）と利害関係者との調整ルールを定めた再エネ海域利用法が施行された。**
- **2019年7月、以下の①～④の4区域を「有望な区域」として整理。**その後、「**促進区域**」に指定。①は2020年12月に公募を終了し、公募占用計画の審査を経て、2021年6月に事業者を選定。②～④は、提出された公募占用計画を審査中。
- **2020年7月、以下の⑤～⑧の4区域を「有望な区域」として整理。**その後、各区域における協議会の進捗、促進区域指定基準への適合状況や都道府県からの情報提供を踏まえ、2021年9月13日、**⑤を「促進区域」に指定**するとともに、⑨～⑫の4区域を新たに「**有望な区域**」として追加・整理。⑤については12月10日に公募を開始。



<促進区域、有望な区域等の指定・整理状況（2021年9月13日）>

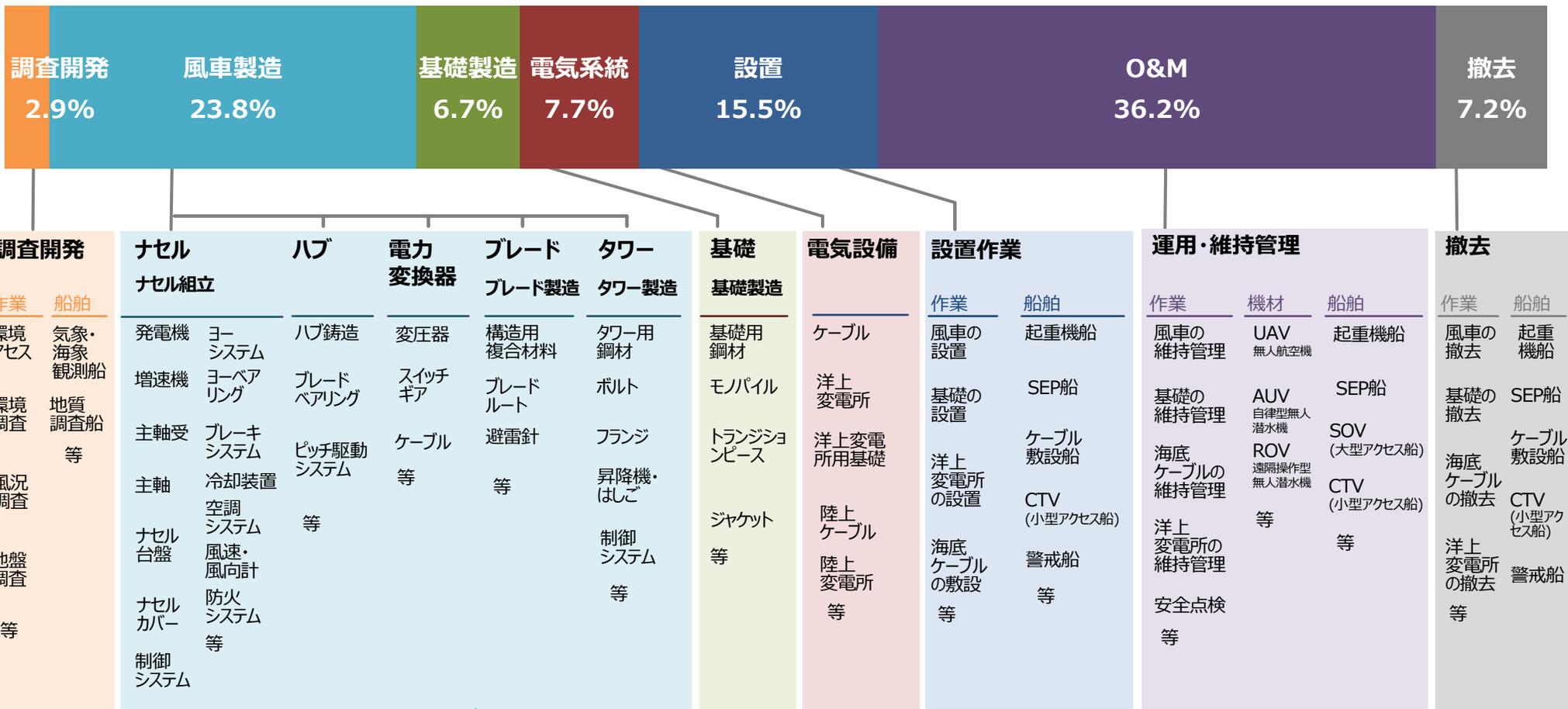
区域名	万kW	
促進区域	①長崎県五島市沖（浮体）	1.7
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	41.5
	③秋田県由利本荘市沖（北側・南側）	73
	④千葉県銚子市沖	19,37
有望な区域	⑤秋田県八峰町・能代市沖	36
	⑥長崎県西海市江島沖	30
	⑦青森県沖日本海（南側）	60
	⑧青森県沖日本海（北側）	30
	⑨秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	21
	⑩山形県遊佐町沖	45
	⑪新潟県村上市・胎内市沖	35,70
	⑫千葉県いすみ市沖	41
	⑬北海道檜山沖	
	⑭北海道岩宇・南後志地区沖	
⑮青森県陸奥湾		
⑯岩手県久慈市沖		
⑰北海道松前沖		
⑱北海道石狩市沖		
⑲岩手県久慈市沖（浮体）		
⑳福井県あわら市沖		
㉑福岡県響灘沖		
㉒佐賀県唐津市沖		

【凡例】  
 ● 促進区域  
 ● 有望な区域  
 ● 一定の準備段階に進んでいる区域  
 ※下線は2021年度新たに追加した区域

# (参考) サプライチェーン形成に向けた設備投資支援

- 洋上風力発電設備は、構成機器・部品点数が多く(数万点)、サプライチェーンの裾野が広い。
- サプライチェーン形成への投資を促進するため、政府としても補助金・税制等による設備投資支援を措置。

## 洋上風力サプライチェーンの全体像（着床式の例）



※数字 (%) は「Guide to an offshore wind farm」(BVG associates, 2019) より三菱総研が算出したLCOEに占める割合。

# (参考) 洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ (2021年4月策定)

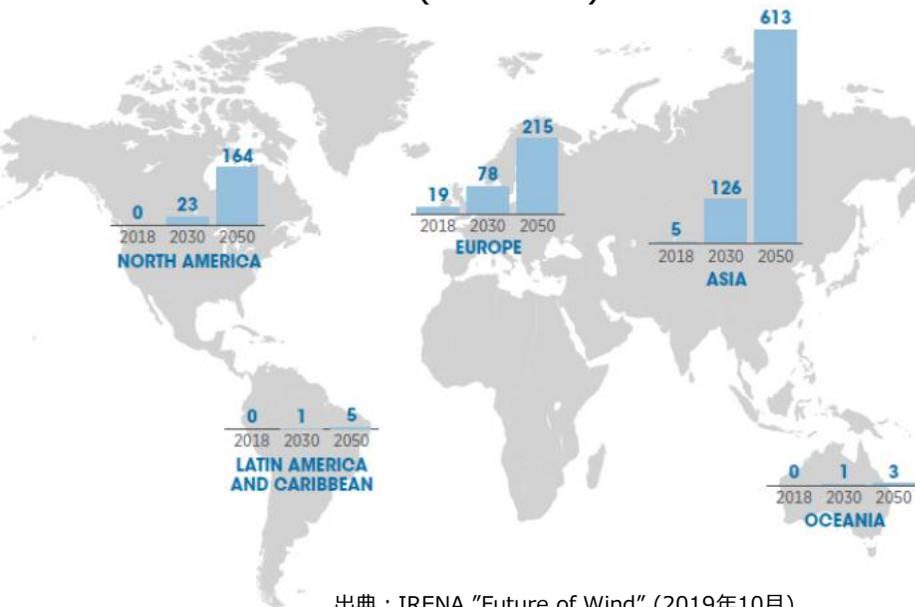
- 技術成熟度が比較的高い調査開発・着床式基礎製造・設置の技術開発は短期集中的に実施し、早期の低コスト化を目指す。
- 技術成熟度が比較的低いが、サプライチェーン構築に不可欠な風車や、中・長期的に拡大の見込まれる浮体式等についての要素技術開発を加速化。風車・浮体・ケーブル等の一体設計を行った実海域での実証を2025年前後に行うことにより、商用化に繋げる。

区分	分野	短期 (2025年前後を目標)	中・長期 (2030年前後を目標)
共通	①調査開発 (風況観測・配置最適化等)	日本の気象・海象に対応した風況観測手法やウェイク及び発電量予測モデルの高度化等で発電量予測を高度化する。	
	②風車 (風車設計・ブレード・ナセル部品・タワー等)	グローバルメーカーと協働しつつ、日本・アジア市場向けの洋上風車要素技術（風車仕様の最適化、浮体搭載風車の最適設計、次世代風車要素技術開発、低風速域向けブレード等）を開発し、設備利用率の向上及び風車の高品質大量生産技術の確立によりコストを低減する。	
着床	③着床式基礎製造 (モナパイル・ジャケット等)	欧州で確立した基礎構造を、日本・アジアの地質・気候・施工環境等に最適化し、信頼性と低コスト化を実現する。（複雑な地質・厳しい気象海象条件に対応した基礎構造、タワー・基礎接合技術の高度化、基礎構造用鋼材の高強度化、低コスト施工技術の開発、洗掘防止工の高度化等）	
	④着床式設置 (輸送・施工等)		
浮体	⑤浮体式基礎製造 (浮体・係留索・アンカー等)	浮体基礎の最適化、係留システムの最適化、浮体の量産化、ハイブリッド係留システム等の要素技術開発を進め、風車・ケーブル等との一体設計を行う。設置についても低コスト施工技術の開発等により低コスト化を図る。	
	⑥浮体式設置 (輸送・施工等)		
共通	⑦電気システム (海底ケーブル、洋上変電所等)	日本の技術の強みを活かした高電圧送電ケーブルや、浮体式で必要となる高電圧ダイナミックケーブル、浮体式洋上変電所、次世代洋上直流送電技術等の開発によりコストを低減する。	
	⑧運転保守 (O&M)	コストの35%程度を占めるメンテナンスを運転保守及び修理技術の開発、デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化、監視及び点検技術の高度化、落雷故障自動判別システムの開発等によりコストを低減する。	

# (参考) グリーンイノベーション基金：洋上風力発電の低コスト化 (国費負担額：上限1,195億円)

- 洋上風力は欧州を中心に拡大してきたが、アジア市場の急成長が見込まれる。足下では、浅い海域で着床式の導入が進むが、浮体式の技術開発は世界横一線。
- この競争に勝ち抜くため、基金では、中・長期的に拡大の見込まれる浮体式等について
  - ① アジアの気象や海象にあわせた風車や浮体等の技術開発を行い、
  - ② ユーザー（発電事業者）も巻き込み、世界で戦えるコスト水準を念頭に、風車・浮体・ケーブル等を一体設計して実証することにより、社会実装に繋げていく。

洋上風力市場の予測  
(単位:GW)



出典：IRENA “Future of Wind” (2019年10月)

浮体式  
洋上風力



Image: NREL

## フェーズ1：要素技術開発

課題例：

- ・鋼製の素材を代替し低コスト化（コンクリート製浮体、合成繊維の係留）
- ・日本・アジアの自然条件（台風、地震、落雷、低風速等）に対応した風車
- ・浮体動揺に連動するケーブルの耐久性向上
- ・AI・ビッグデータを活用した故障予知

## フェーズ2：実証

課題例：

- ・風車・浮体・ケーブルを統合したシステム全体での一体設計・低コスト化の検証

研究開発目標：2030年までに一定条件下（風況等）で、着床式洋上風力発電の発電コスト8～9円/kWhを見通せる水準等

## 2. エネルギーを起点とした産業のGX

(1) 各産業のGX検討の視点

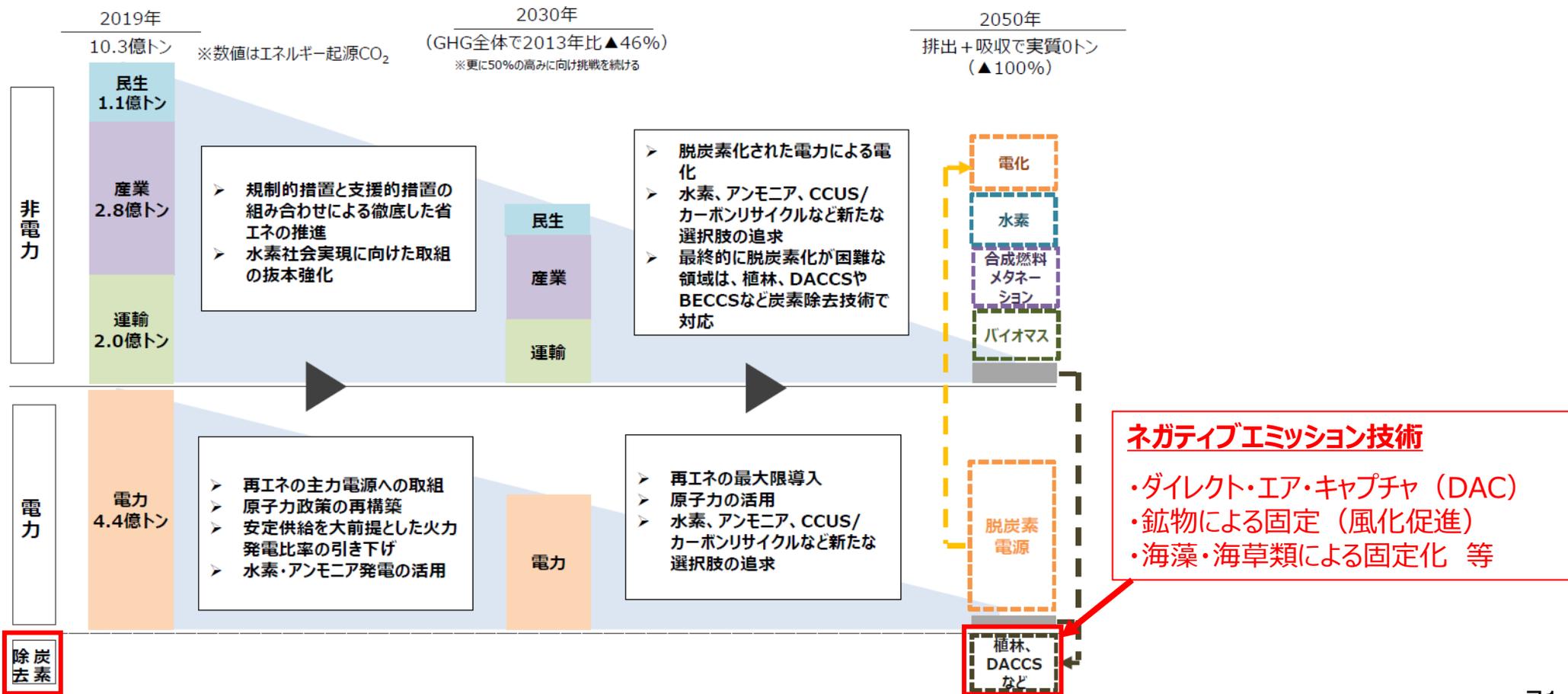
(2) 各産業のGX検討の例 (アンモニア、水素、洋上風力)

(3) CN実現に不可欠なネガティブエミッション技術 (産業の萌芽)

# ネガティブエミッション技術（NETs）の位置づけ

2. エネルギーを起点とした産業のGX  
 (3) CN実現に不可欠なネガティブエミッション技術  
 (産業の萌芽)

- 2050年カーボンニュートラルを実現するためには、どうしても避けられないGHG排出を吸収するネガティブエミッション技術が不可欠。（下記の炭素除去部分）
- 将来の成長産業の萌芽として、どのように技術を磨き、ビジネスとして育成していくか検討が必要。

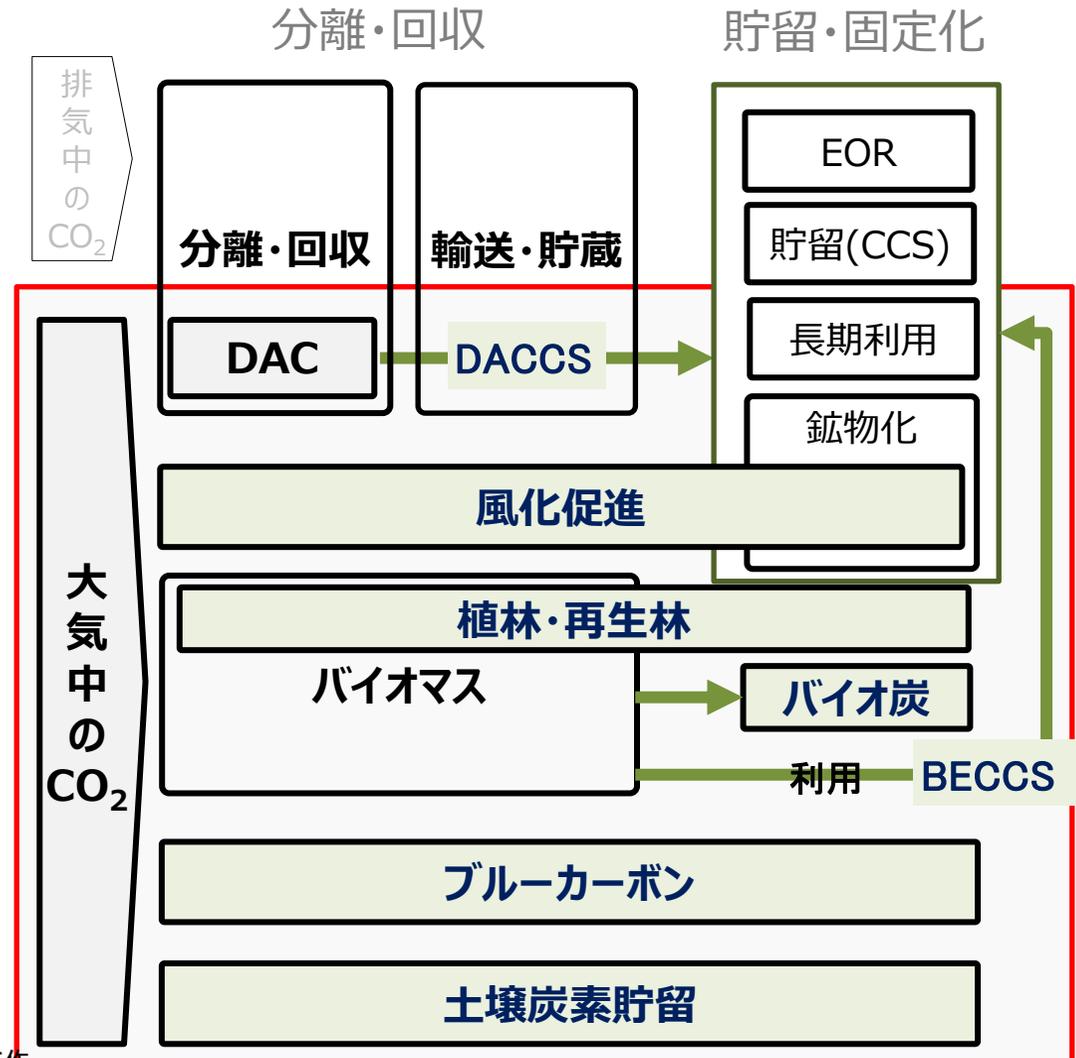


# (参考) ネガティブエミッション技術(NETs)の概観

2. エネルギーを起点とした産業のGX  
 (3) CN実現に不可欠なネガティブエミッション技術  
 (産業の萌芽)

- ネガティブエミッション技術とは、DACや生物機能利用と、貯留または固定化等を組み合わせることにより、正味としてマイナスのCO<sub>2</sub>排出量を達成する技術。

ネガティブエミッション技術 (例)	
BECCS	バイオマスエネルギーの燃焼により発生したCO <sub>2</sub> を捕集・貯留する技術
DAC	大気中のCO <sub>2</sub> を直接捕集する技術。CCSとの組み合わせ(DACCS)でネット・ネガティブとなる
土壌炭素貯留	有機物を土壌に貯蔵・管理する技術。CO <sub>2</sub> 貯留量が、自然分解による土壌からのCO <sub>2</sub> 放出量より多い場合に土壌炭素貯留となる
バイオ炭	有機物を熱分解により炭化し、土壌に埋設することにより炭素を固定する技術。土壌炭素隔離技術の一つ
風化促進	ケイ酸塩鉱物などの岩石を粉砕し表面積を大きくするなどして、風化を人工的に促進する技術。風化の過程でCO <sub>2</sub> を吸収
海洋肥沃 (ブルーカーボン)	海洋に養分を散布することにより生物学的生産を促す技術。最終的に大気中からのCO <sub>2</sub> の吸収量の増加を見込む
植林・再生林	樹木によるCO <sub>2</sub> 吸収を促進する技術



1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座
2. エネルギーを起点とした産業のGX
- 3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換**
4. GX時代に必要な社会システム、インフラ

# 御議論いただきたいこと

- GXを進め、新たな付加価値を産み出す産業を創出する一方、鉄・化学・セメント・紙などの基礎産業（製造業）は、足下で雇用・付加価値・技術力の維持・創出、あらゆる製品の部素材としての必要性といった面で日本経済の根幹を支えている。
- これらの産業は、多くの場合、製造プロセスで化石燃料・原料を用いており、現実的かつ段階的にエネルギー転換をどのように進めていくべきか。その際、製造プロセスの転換に伴うコスト増やそれが産業競争力や国民生活に与える影響をどのように考えるか。
- GX時代において、こうしたエネルギー構造転換のハードルが高い産業も含めて、どのような産業構造のあり方が考えられるか。
- 海外の事例や災害時のレジリエンスなども踏まえつつ、家庭、業務、運輸部門における現実的かつ段階的なエネルギー転換をどのように進めるべきか。

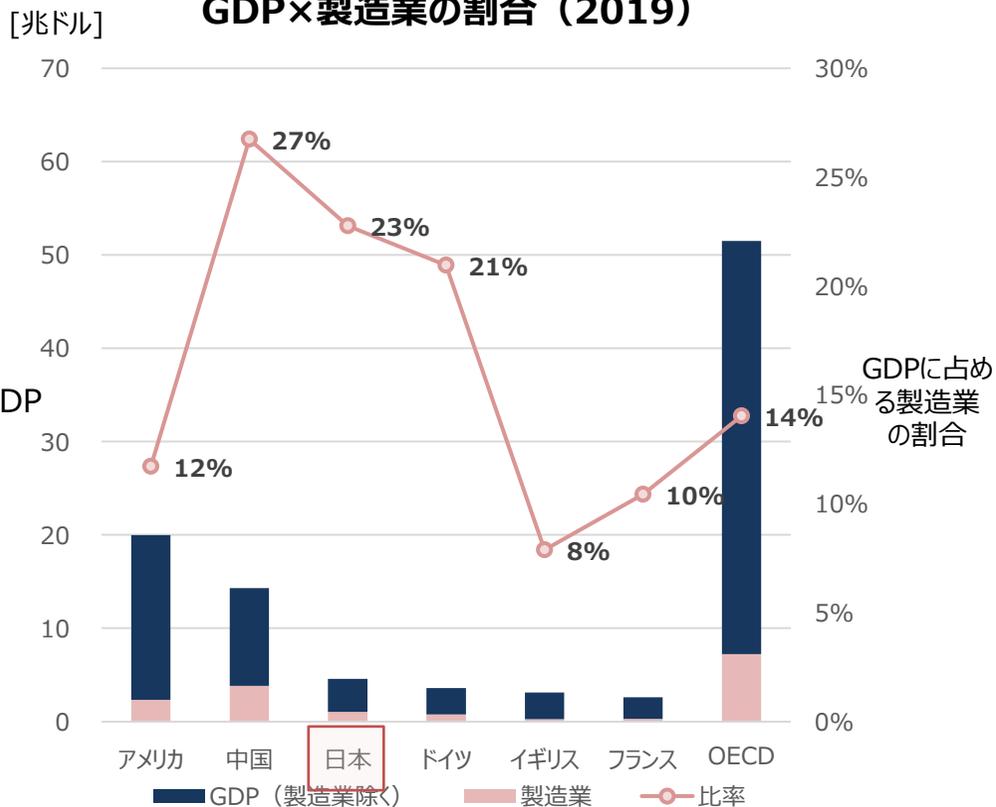
## **3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換**

### **(1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態**

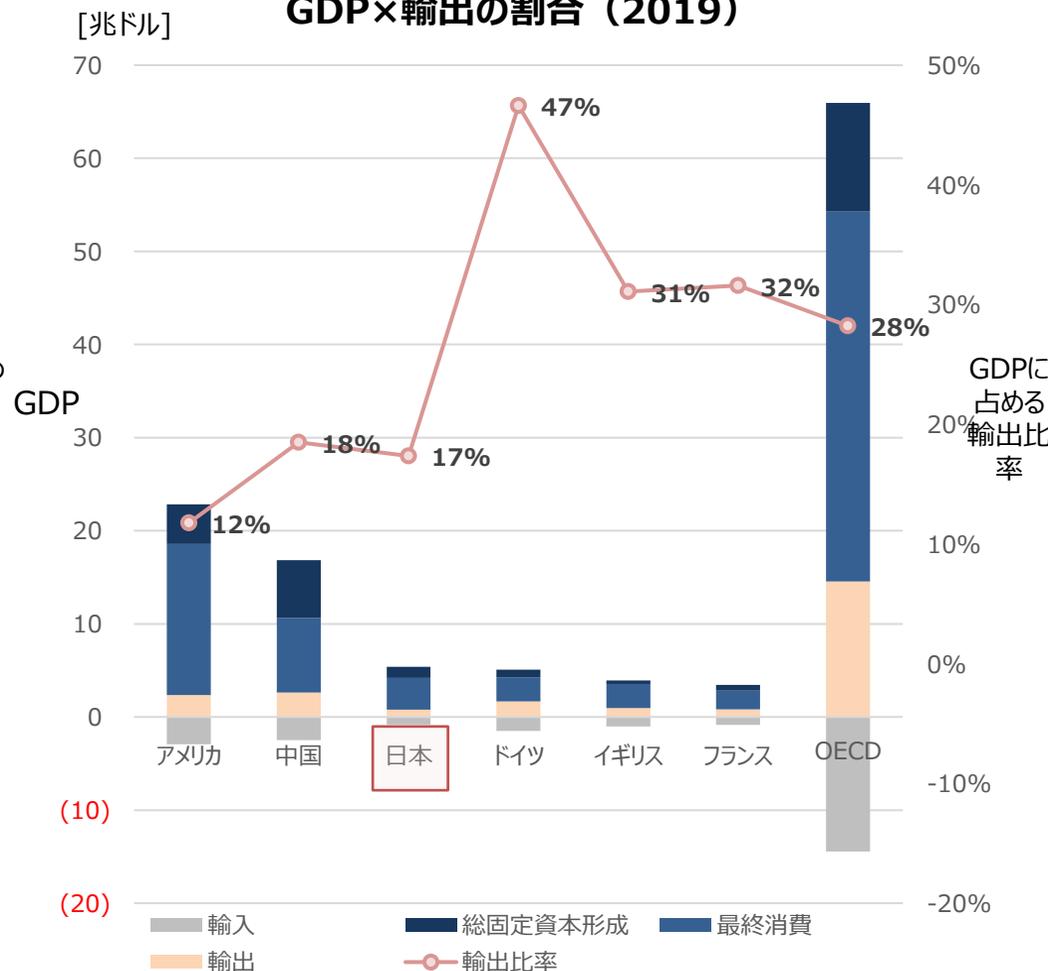
# 我が国の産業構造

- 我が国のGDPに占める製造業の割合は23%と、先進国の中でも高い水準。
- 一方で、GDPに占める輸出額の割合は17%であり、欧州諸国と比べて低い水準。（欧州諸国の輸出には、EU域内の輸出も含まれている点に留意が必要。）

GDP×製造業の割合 (2019)



GDP×輸出の割合 (2019)

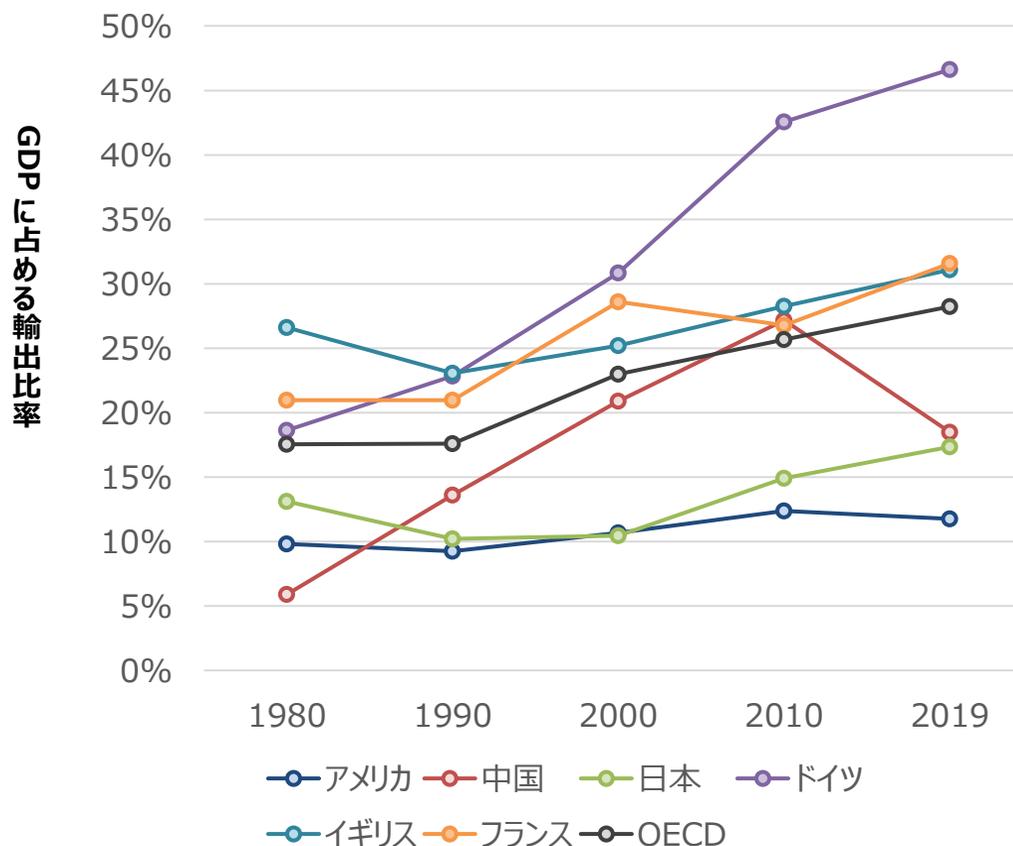


(出典) World Bank「World Development Indicators」より資源エネルギー庁作成

# (参考) 我が国の産業構造 (輸出の推移)

- 日本の輸出比率は2000年以降上昇傾向。他方、過去40年間、欧州諸国に比してGDPに占める輸出比率は低い水準。(欧州諸国の輸出には、EU域内の輸出も含まれている点に留意が必要。)

### GDP×輸出の割合 推移



# 我が国の主要産業の市場環境

## 3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

### (1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態

- 製造業は日本の雇用の約2割を担い、そのうち約2割は以下の産業が担っている。

	鉄鋼業	非鉄金属業	化学工業	紙・パルプ業	セメント業	自動車製造業
売上額	13.7兆円	9.8兆円	48.3兆円	5.6兆円	1.4兆円	64.7兆円
輸出額	2.1兆円	1.8兆円	10.1兆円	0.2兆円	0.03兆円	21.0兆円
付加価値額	2.3兆円	1.5兆円	19.4兆円	1.2兆円	0.3兆円	10.9兆円
従業者数	19万人	13万人	75万人	11万人	3万人	90万人
海外動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>脱炭素化に向けて、各国政府の積極的な支援の下で研究開発や設備投資が進められている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>輸送機器の軽量化ニーズ等の高まりにより、アルミの需要が堅調</li> <li>中国で電力需要の伸びに伴い、銅地金の生産能力が急増</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎化学品から機能性化学品まで多岐にわたる。</li> <li>世界シェアの高い材料も多数存在（半導体・蓄電池材料等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貿易量は少なく、地産地消の傾向</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貿易量は少なく、地産地消の傾向</li> <li>中国が世界セメント需要の5割以上を占める</li> <li>欧州企業は生産拠点をアジア、アフリカなどに展開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米企業は基本的にEV戦略</li> <li>中国のEVメーカーも台頭著しい</li> </ul>
今後の市場展望	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要は国際的に引き続き伸びる見通し</li> <li>日系企業は高付加価値製品へ転換の戦略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要は国際的に引き続き伸びる見通し</li> <li>日系企業は高付加価値製品へ転換の戦略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーコスト等の観点から基礎化学品は中国等に強み</li> <li>日系企業は機能性化学品への転換の戦略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口減少とデジタル化の進展に伴う需要減が見込まれる</li> <li>日系企業は収益構造の多様化を模索中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後は国内建設需要の減少に伴い、縮小の見込み</li> <li>日系企業は廃棄物処分などで収益構造の多様化を図る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場ごとに販売できる品種が制限、EV化が主流</li> <li>他方、内燃機関車の需要も東南アジアなど中心に引き続き見込まれる</li> </ul>

\* 付加価値額 = 営業利益 + 給与総額 + 減価償却費 + 福利厚生費 + 動産・不動産賃借料 + 租税公課

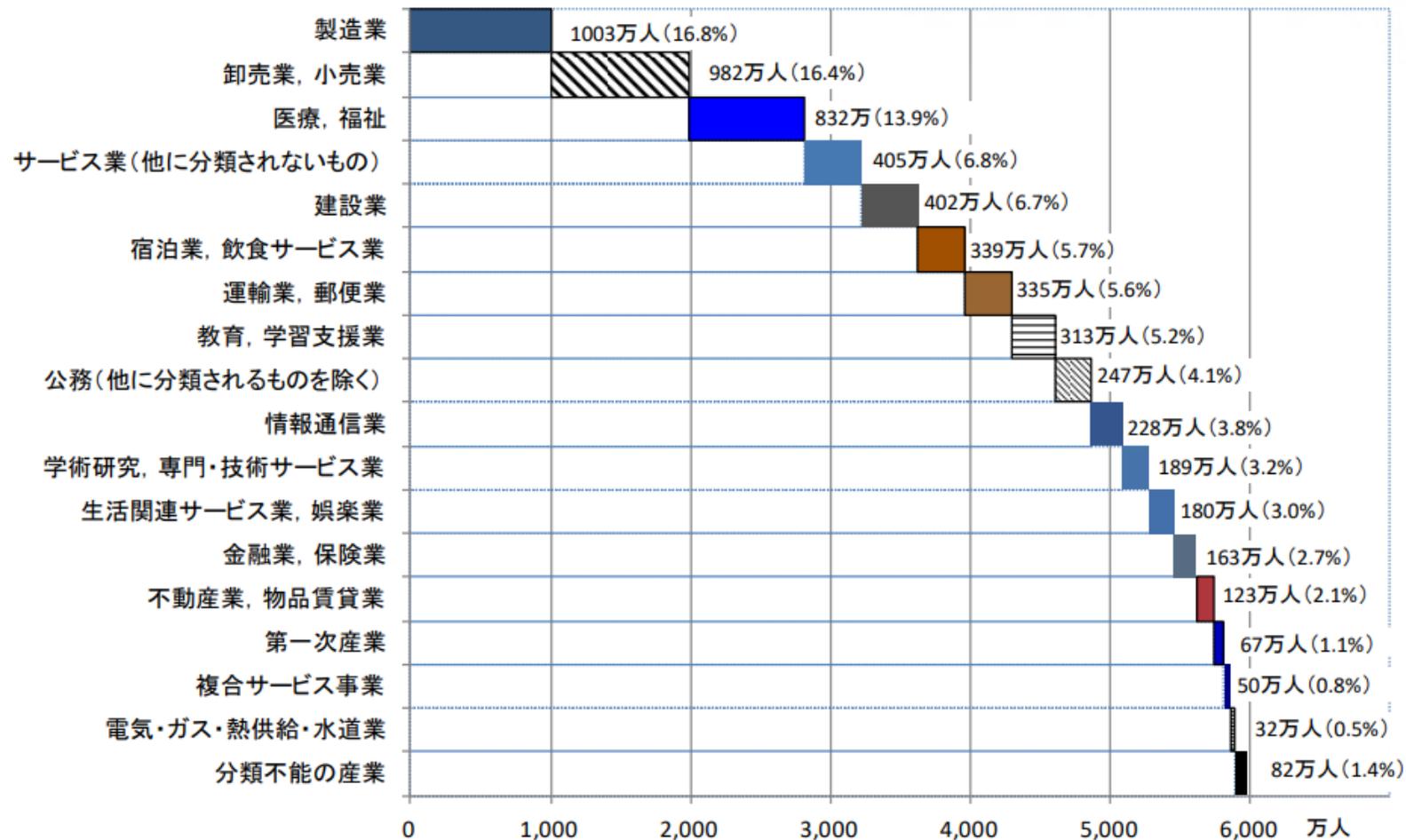
\*\* 化学工業は化学工業、石油製品・石炭製品製造業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業の合計

出典：経済産業省・企業活動基本調査より作成、いずれも2019年度の実績、従業員数50人以上かつ資本金または出資金3千万円以上の企業が調査対象

# (参考) 我が国の雇用の現状

- 日本全体の雇用は約6,000万人に対して、製造業は約1,000万人（約17%）。

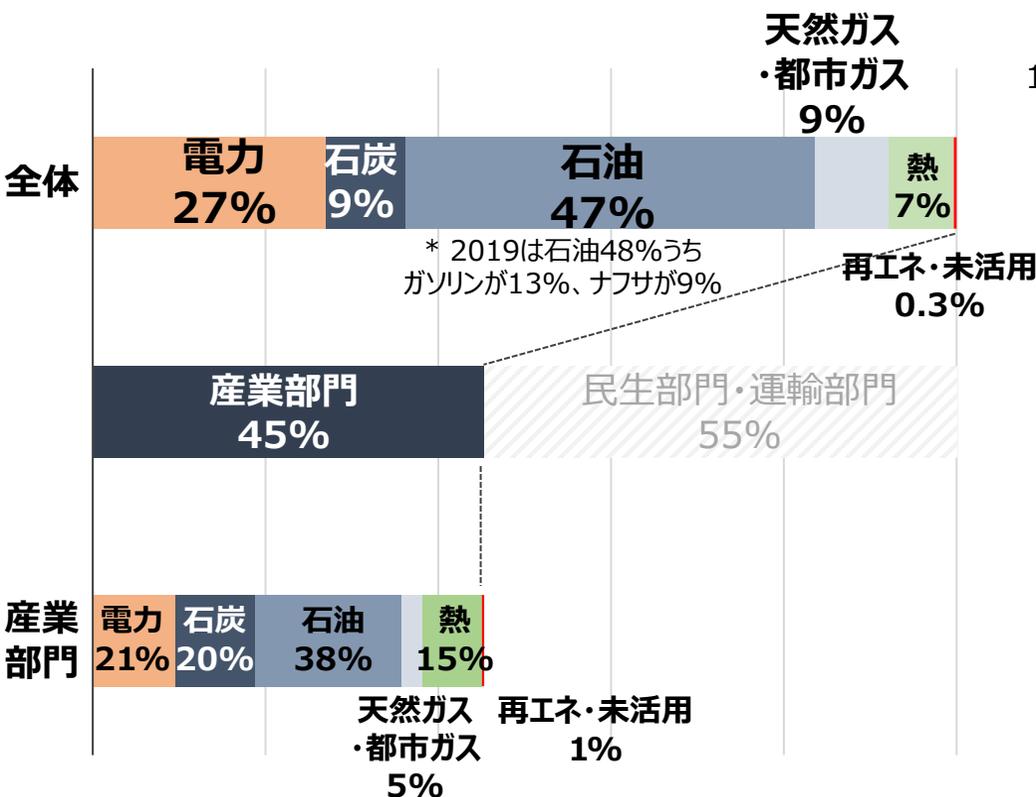
産業別雇用者数（男女計、雇用者数計=5,973万人、2020年平均）



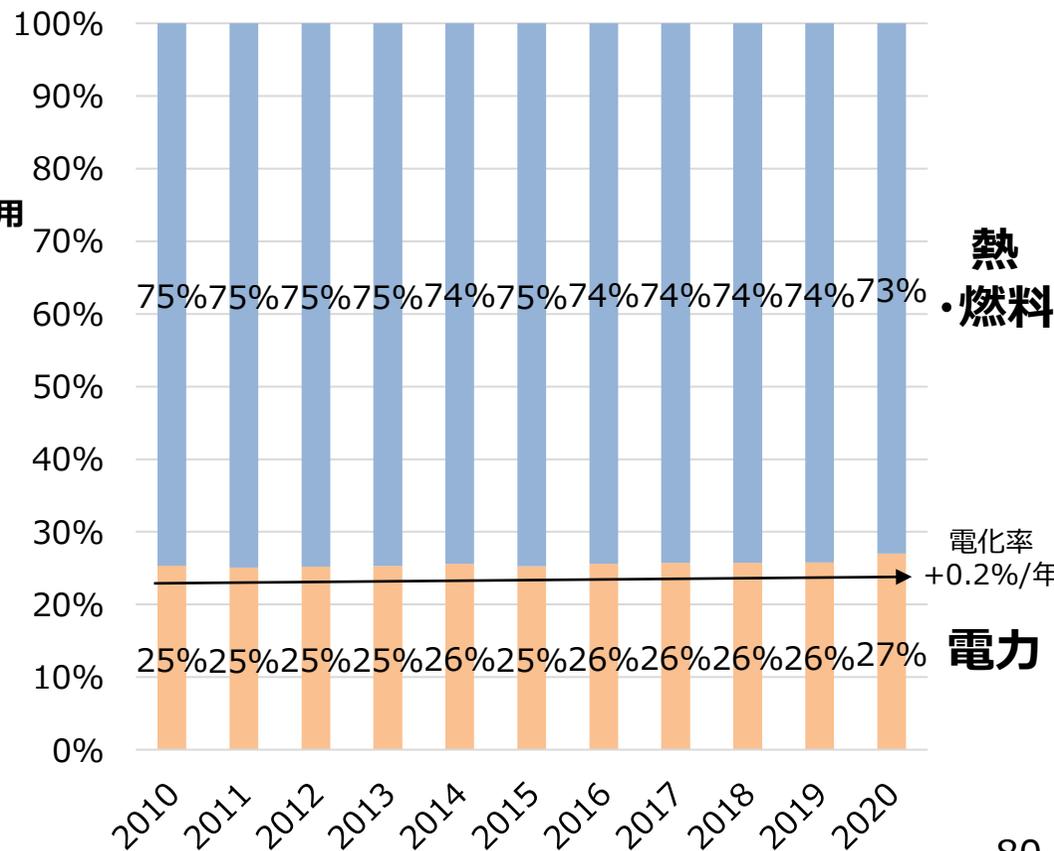
# 我が国のエネルギー消費

- 日本におけるエネルギーの使い方（最終エネルギー消費）は電気が約1/4。残りは化石燃料を主体とする熱・燃料（原料含む）となっている。過去10年、この比率は大きな変化はない。
- エネルギー全体の約45%を使う産業部門に限れば、熱・燃料（原料含む）の割合は高くなる。

## 日本の最終エネルギー消費 (2020速報)



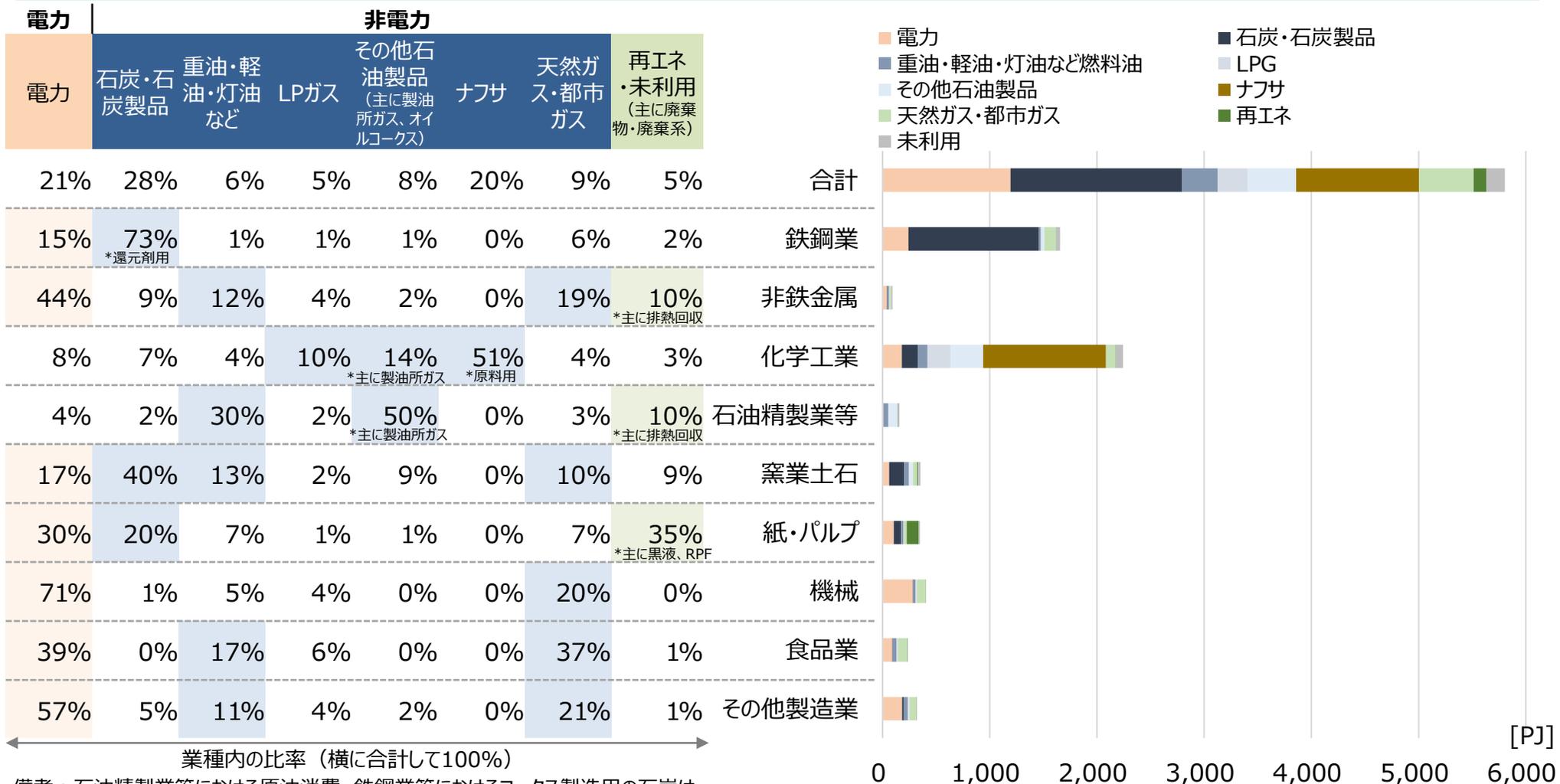
## 日本の最終エネルギー消費 推移



# 製造業の熱・燃料（原料含む）需要のエネルギー消費（2019）

3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換  
(1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態

- 製造業では、非電力由来の熱・燃料（原料含む）需要が大宗を占め、業種によりエネルギー源の使われ方は様々。例えば、都市部での立地も多い機械、食品業はガス利用が多いといった地理的な要素もエネルギー選択に影響している可能性。



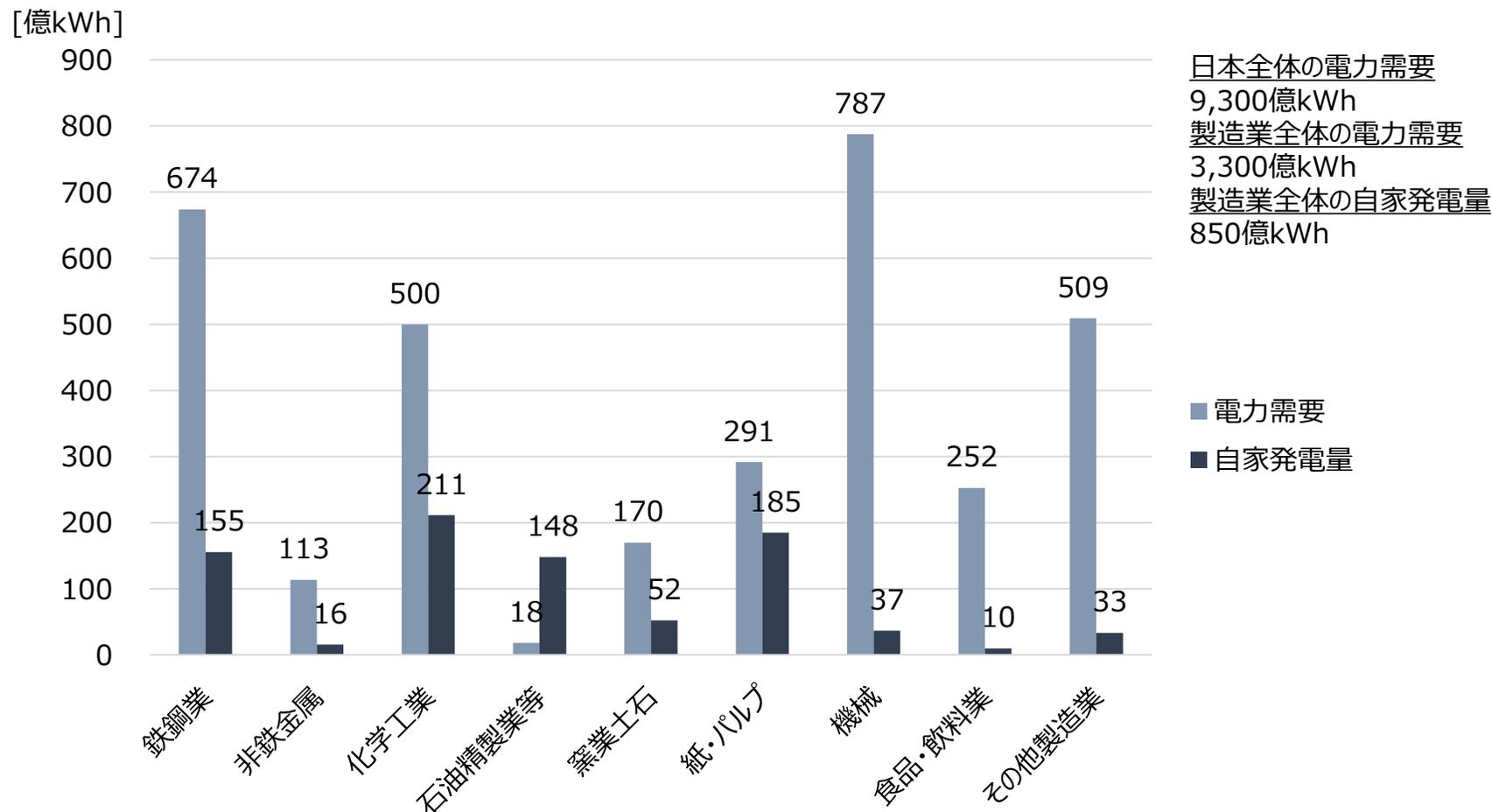
備考：石油精製業等における原油消費、鉄鋼業等におけるコークス製造用の石炭はエネルギー転換部門に計上されるため、上記には含めていない点に留意

出典：総合エネルギー統計より作成、総合エネルギー統計における最終消費（熱は除く）及び自家用蒸気のエネルギー消費の合計値

# 製造業の電力の調達方法

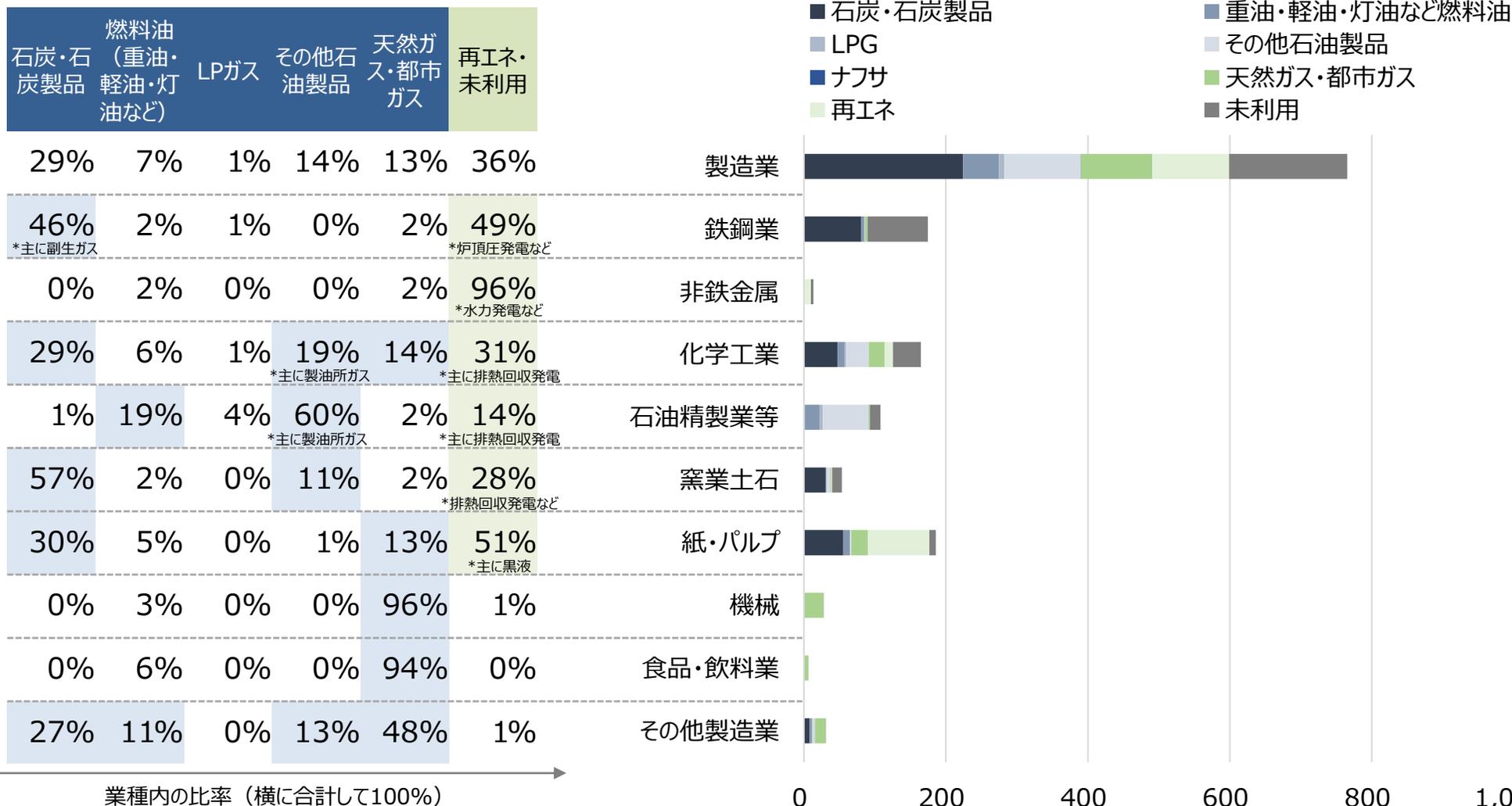
- 製造業全体で日本の電力需要の約3割を占める。そのうち素材系産業（鉄鋼、化学、セメント、紙等）は自家発を多く所有している傾向。

## 製造業の電力需要、自家発電量（2019）



# 製造業の自家発電のエネルギー消費（2019）

- 製造業の自家発電では、製造工程で生じるエネルギー（製油所におけるオフガスなど）を利用した発電以外では、石炭による発電量が大きい。



# (参考) 製造業におけるカーボンニュートラルのハードル

(1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態

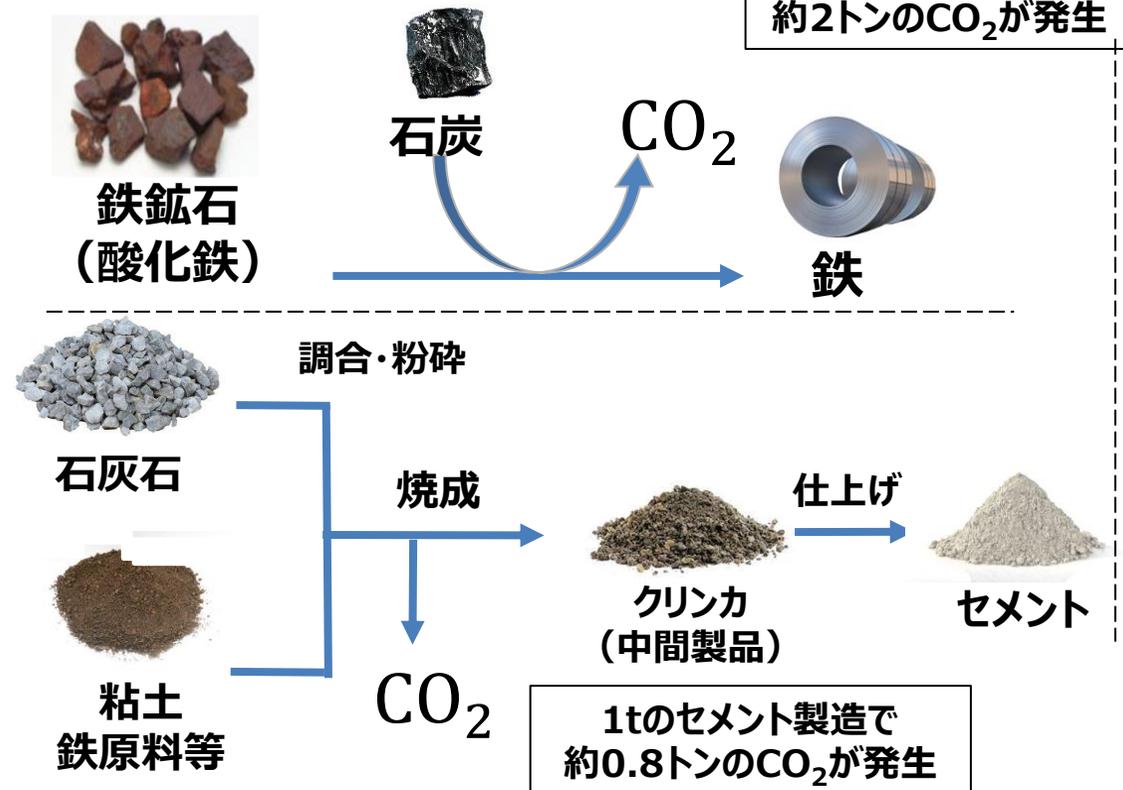
- 鉄鋼やセメントは、その製造工程で必ずCO2排出を伴う。
- 産業部門の排出のうち、鉄鋼と化学は7割を占める大きなCO2排出源。

⇒G I 基金を活用し、脱炭素に向けた革新的技術開発を推進中。

## 鉄鋼・セメントの製造工程

エネルギー起源：158百万t-CO<sub>2</sub>/年

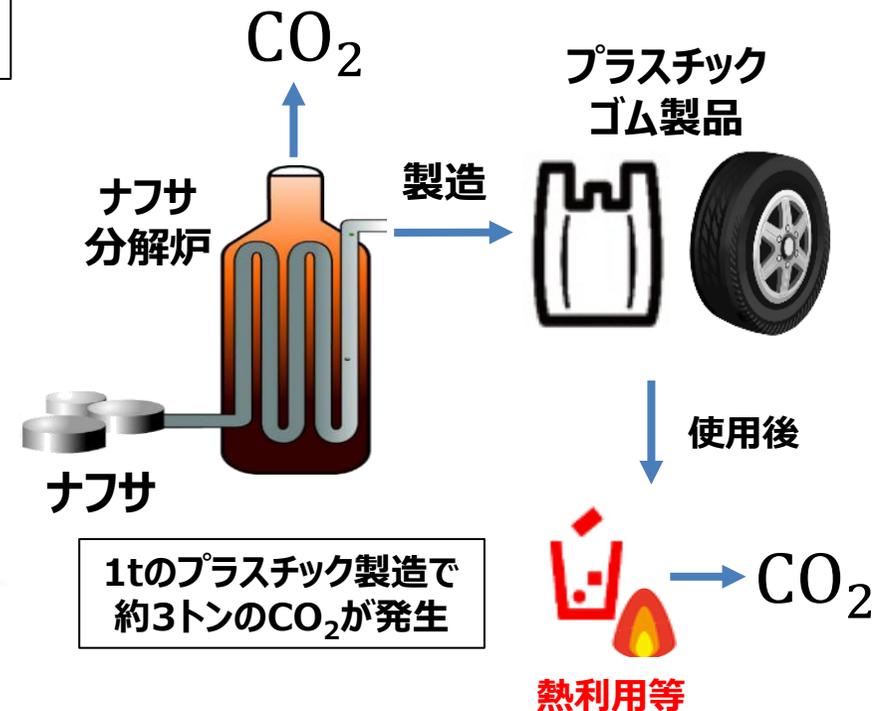
(産業部門の約40%、粗鋼生産量は約1億トン)



エネルギー起源：16百万t-CO<sub>2</sub>/年、非エネルギー起源：25百万t-CO<sub>2</sub>/年

(エネ起は産業部門の約4%、セメント生産量は約5,800万トン)

## 化学工業の製造・利用工程

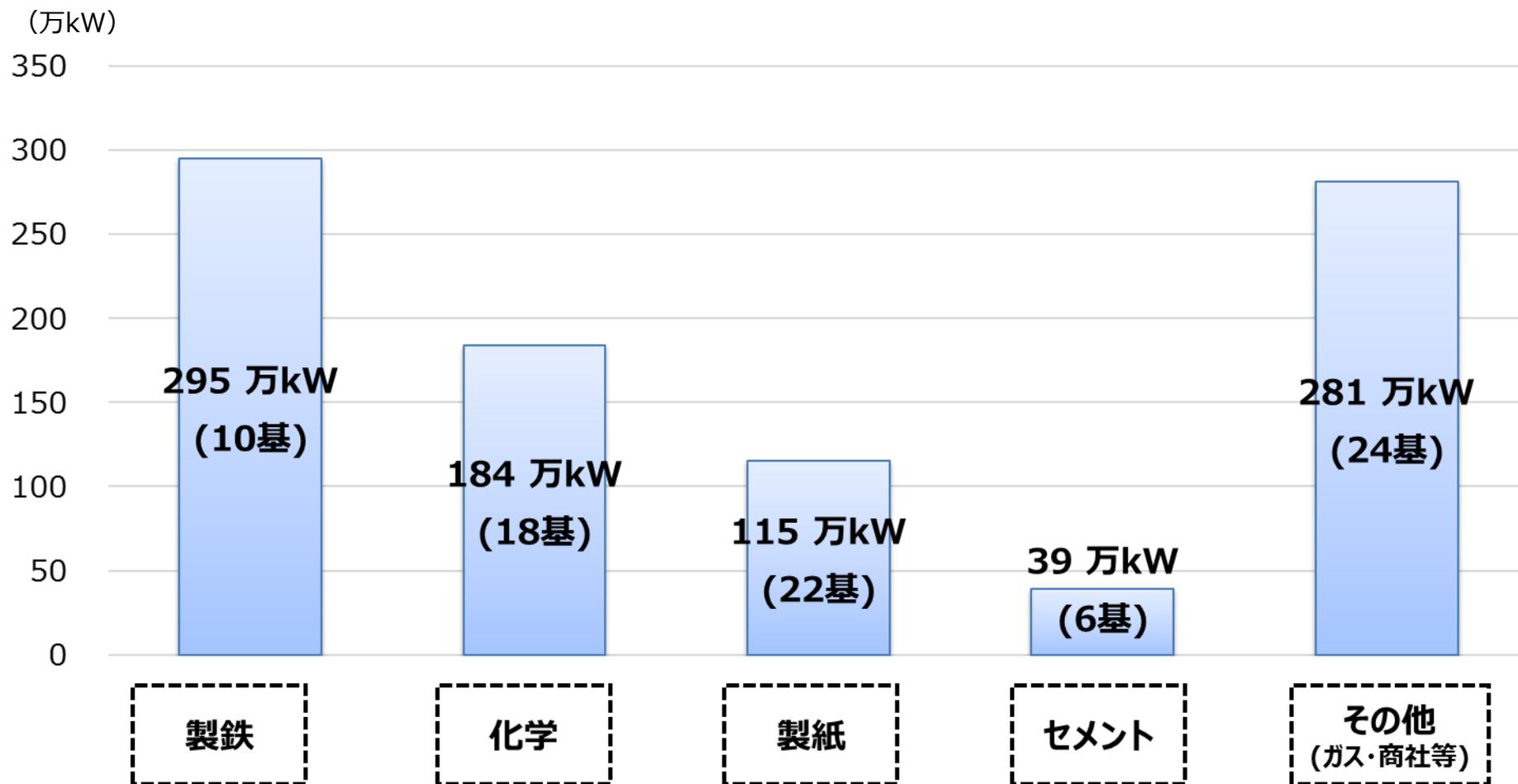


エネルギー起源：31百万t-CO<sub>2</sub>/年

(産業部門の約19%、プラスチック生産量は約1,000万トン)

## (参考) 業種別の石炭火力保有状況

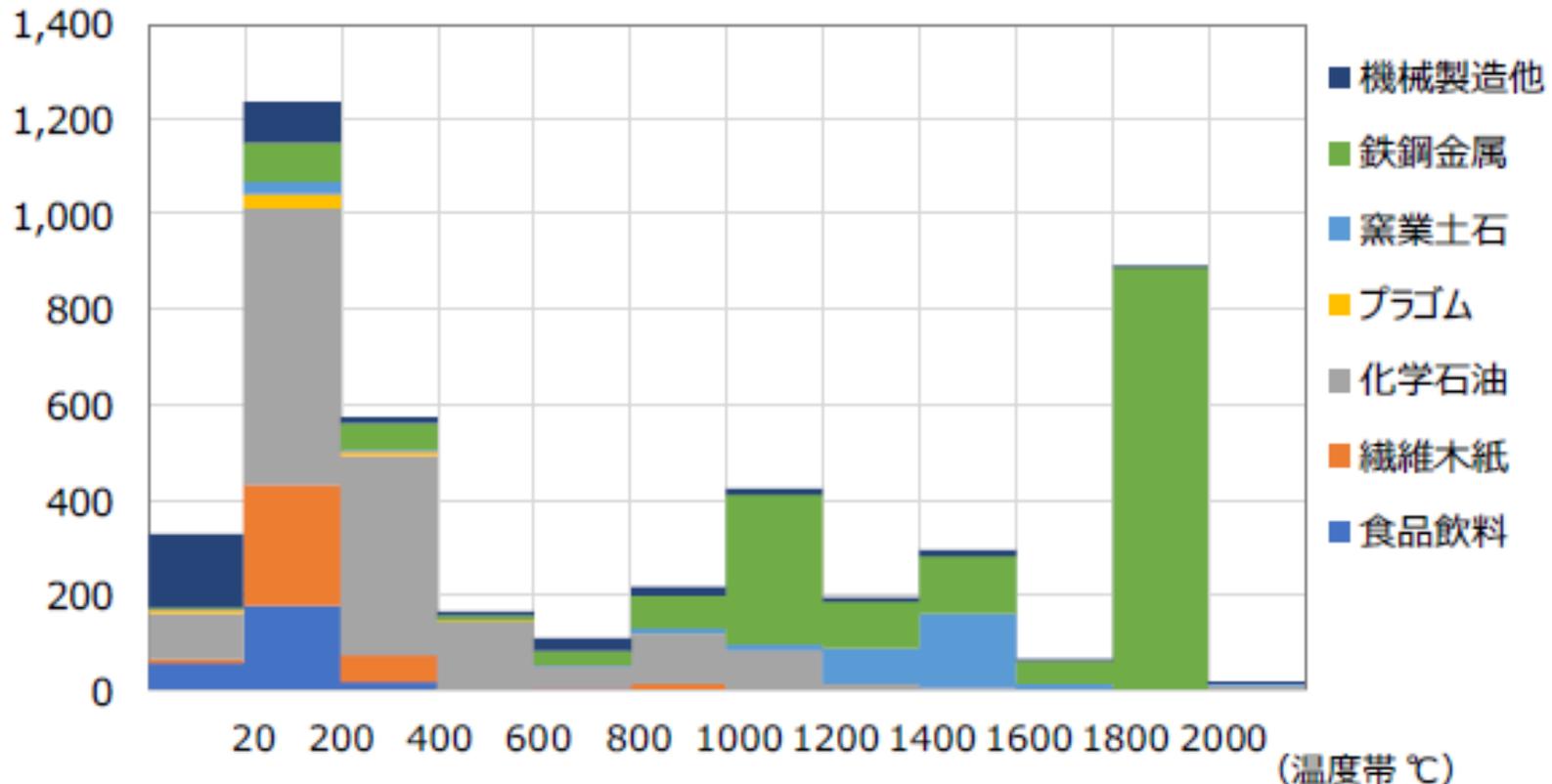
- 製造業界では、「製鉄」「化学」「製紙」「セメント」の4業種が石炭火力を多く保有。



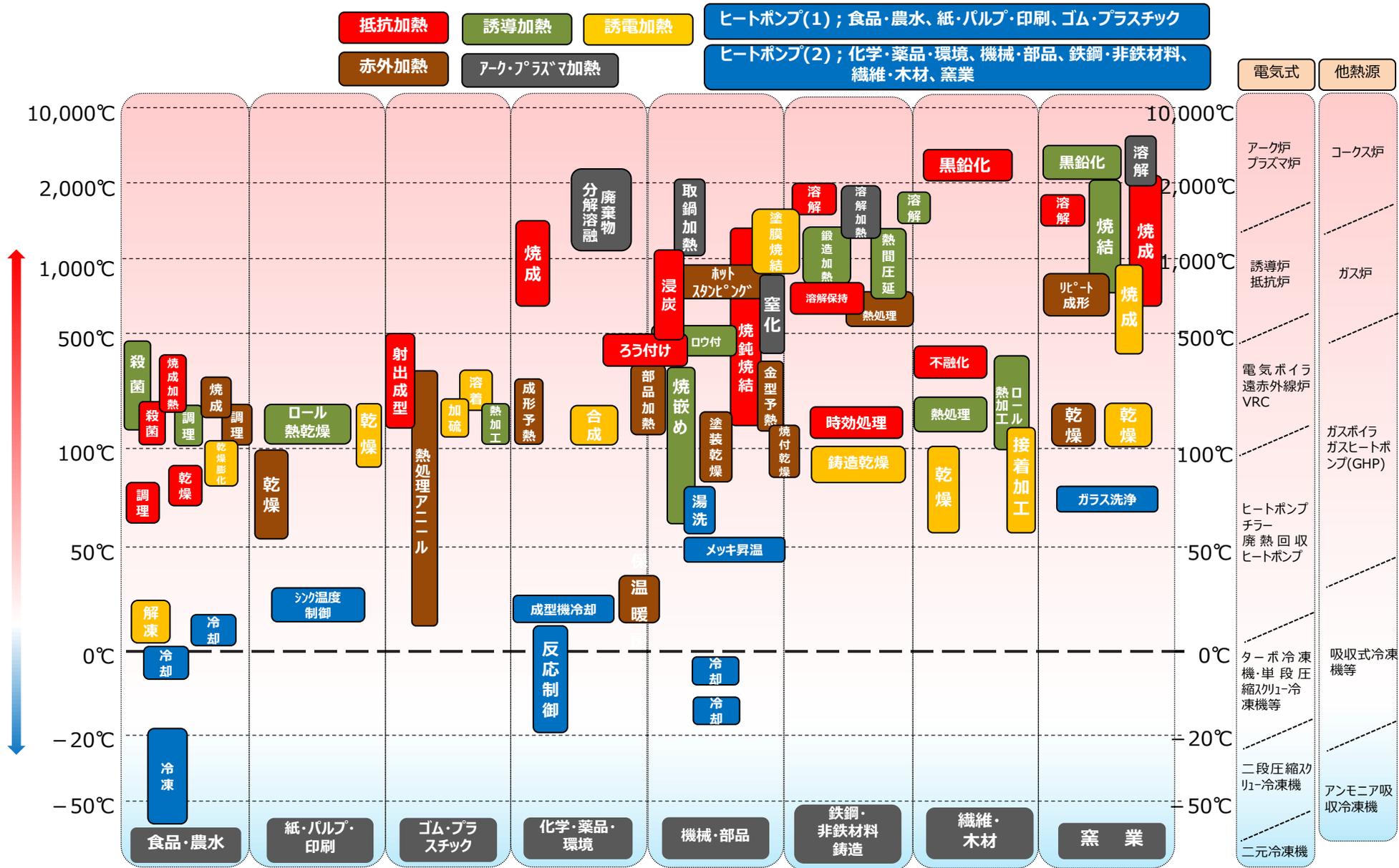
# (参考) 産業部門の熱需要の温度域

- 金属の溶融などのプロセスでは、高温帯（1000℃超）かつ大量の熱を利用する一方で、化学の反応プロセスでは、比較的低温帯かつ大量の熱を利用するなど、産業ごとに熱需要の実態は多岐にわたる。

(熱需要 PJ) 産業部門の業種別・温度帯別の熱需要 イメージ



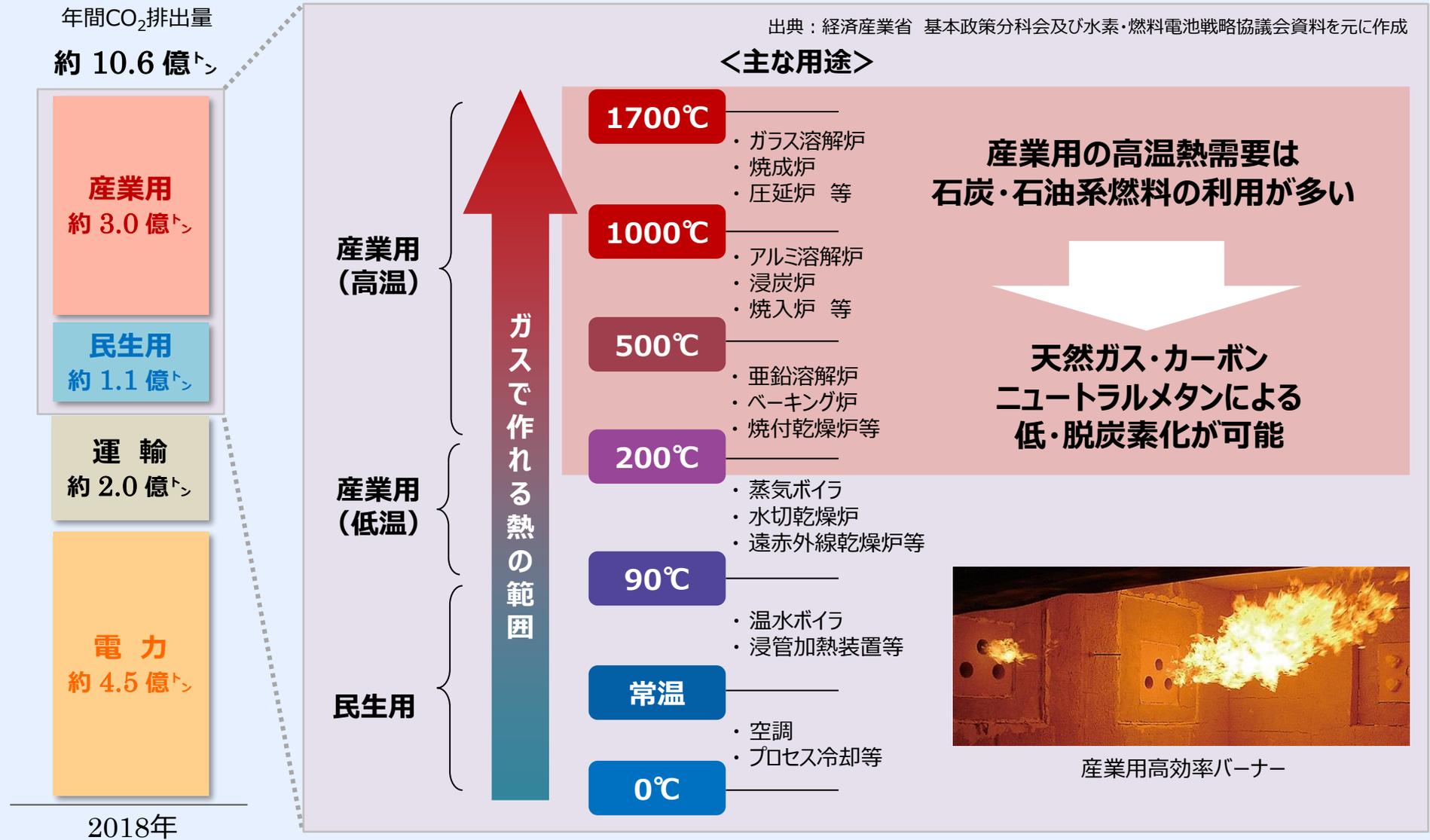
# (参考) 産業の熱需要における電化の可能性



出典：(一社) 日本エレクトロヒートセンター

# (参考) 産業の熱需要における天然ガス転換の可能性

出典：経済産業省 基本政策分科会及び水素・燃料電池戦略協議会資料を元に作成



## (参考) 産業部門における省エネ・脱炭素の共通的な課題

3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換  
(1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態

- 産業界におけるエネルギー転換には、初期投資の大きさ、それによる製品価格への影響、設備更新のタイミング、周辺インフラの設備投資など、様々な課題が存在。

令和3年1月27日  
第36回総合エネルギー調査会基本政策分科会資料より抜粋

### 初期投資の大きさ

- 産業用設備は設備コストが非常に高額であり、企業規模によっては経済性が課題

### 製品価格の上昇

- 省エネ・脱炭素技術は既存技術と比べて高額
- 価格低減が進まない場合は、転換により製品価格が上昇

### 設備のロックイン

- 産業用の設備は寿命が長く（20～40年程度）、設備切替の機会が限定的
- 燃料転換においては、設備に加え、周辺の配管等インフラの転換も必要

### 製品・サービスの品質低下リスク

- 製造プロセス・燃料を転換により、従来と同水準の製品・サービス品質を維持することが課題

## **3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換**

### **(2) 企業の周辺環境の変化を踏まえた脱炭素戦略 の在り方**

# 業種のエネルギー需給構造を踏まえたトランジション戦略

- 産業部門における脱炭素化の取り組みは不可避な一方で、エネルギーの供給・需要の仕方は業種によって大きく異なり、企業のおかれた様々な状況も踏まえたトランジション戦略を描く必要があるのではないか。 そのトランジション戦略はどのようなものが考えられるか。

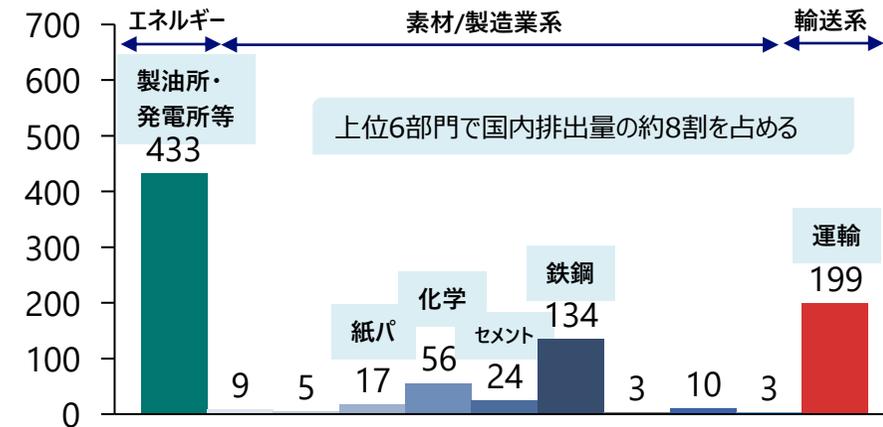
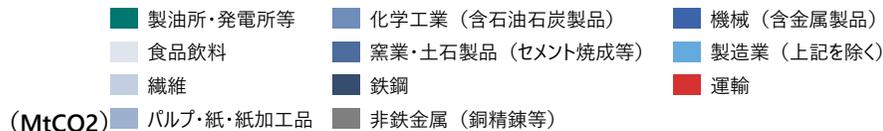
## 製造業におけるトランジションのイメージ (案)

\* 非化石証書やクレジットなどを活用した取組も考えられる



- トランジション・ファイナンスの普及・推進に向けて、本年5月に環境省・金融庁とともに「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指針」を策定。また、トランジション・ファイナンスを検討する際のトランジション戦略の策定や適格性を判断するために参照し得る分野別のロードマップ策定に着手。
- 今年度は、産業部門においてCO<sub>2</sub>の排出量上位となる鉄鋼（10/27公表）、化学（12/10公表）、セメント、紙パルプ、電力、ガス、石油の7分野でロードマップを順次、年度内に策定予定。
- ロードマップが策定済みであった海運分野では、本年7月に、本邦初となるトランジション・ボンドが発行された。経産省ではこうしたモデル性を有する事例を来年1月まで募集しており、これまでに認証費用等を支援するモデル事例3件を選定。

国内部門別CO<sub>2</sub>排出量（配分前）（2019年度速報値）



出所) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスのデータをもとに作成  
 (国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス 日本の温室効果ガス排出量データ (1990~2019年度) )  
 ※第三次産業、家庭、非エネルギー起源排出は含めていない

トランジション・ファイナンスモデルの初事例

## 日本郵船株式会社（NYK）トランジション・ボンド

### ■ ボンド概要

発行体	日本郵船株式会社
アレンジャー	三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社
評価機関	DNV ビジネス・アシュアランス・ジャパン株式会社
発行額	200億円(期限:5年、10年)
発行時期	2021年7月

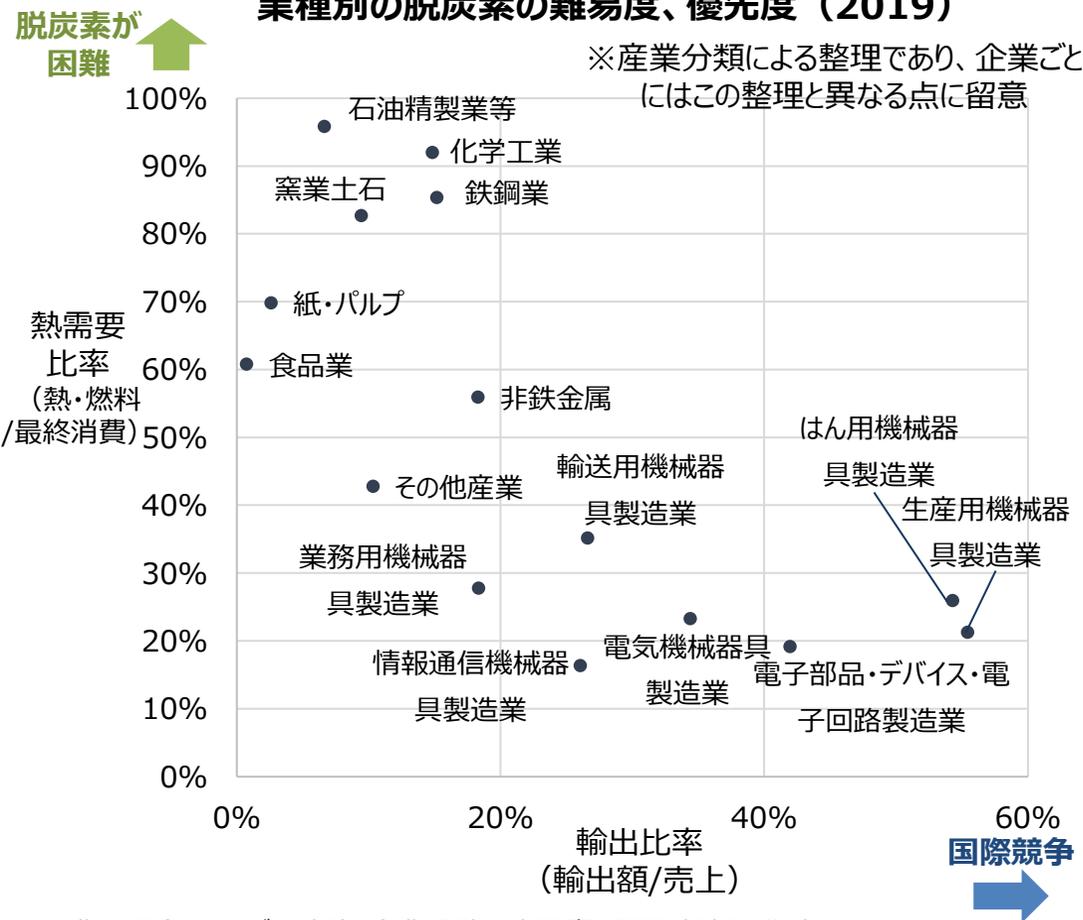
### 資金使途

- LNG燃料船
- LNG燃料供給船
- LPG燃料船
- 運航の高効率化&最適化に資する技術開発
- 洋上風力発電
- グリーンターミナル
- アンモニア燃料船
- 水素燃料船

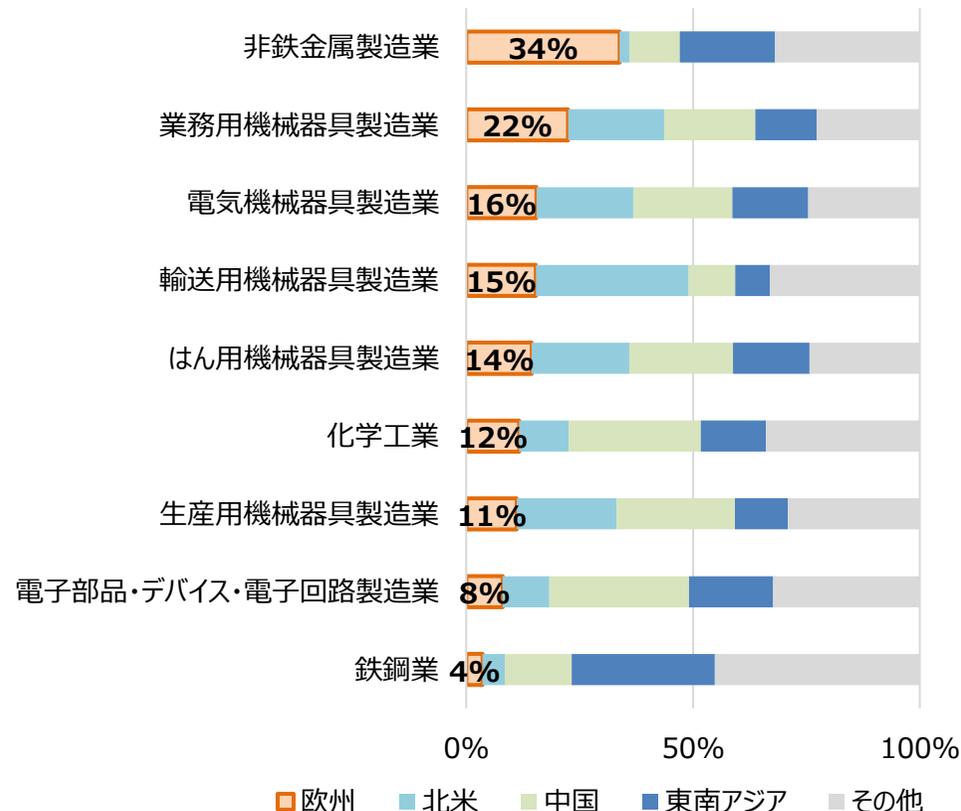
# 国際サプライチェーンへの取り込まれ具合

- 業種ごとに輸出割合の多寡、エネルギー利用の形態が異なり、脱炭素への取り組み方も変わる可能性。例えば、機械産業、非鉄金属業は輸出比率が高く、特に欧州向けの割合が高いため、諸外国の脱炭素に向けたモーメントの影響が大きくなる可能性。
- こうした産業構造の違いも踏まえた、脱炭素に向けたトランジション戦略を描くべきではないか。

### 業種別の脱炭素の難易度、優先度 (2019)



### 業種別の輸出額の輸出先国 内訳 (2019)



# 素材産業におけるサプライチェーン上のリスクの視点

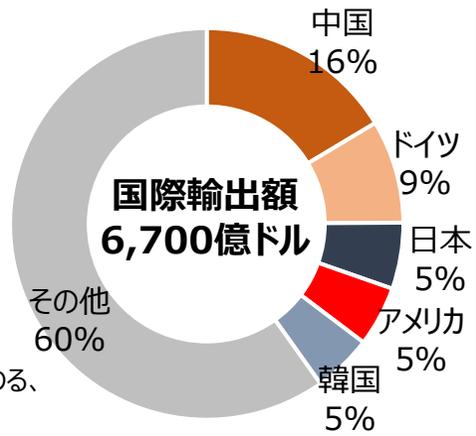
- 鉄、化学、セメント、紙といった分野はエネルギー利用に占める熱・燃料（原料含む）需要が大きい一方で、製品の輸入依存度は低い。仮に、これらの製品を海外依存することとなった場合のサプライチェーン上の懸念も、考慮に入れる必要があるのではないか。

## 鉄鋼業

2019

鉄鋼業（国内）のエネルギー最終消費の熱・燃料比率 **: 85%**

日本の粗鋼消費に占める輸入の割合 **: 12%**



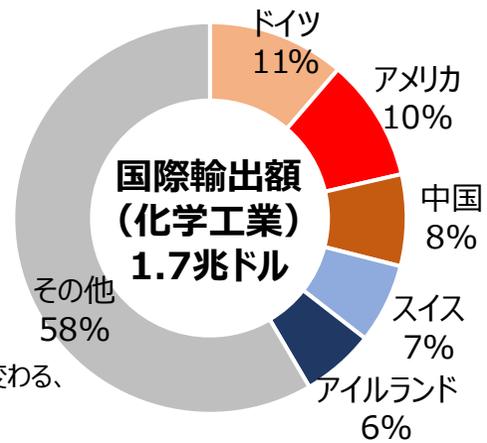
\* 鉄鋼材の種類により輸出額の比率は変わる、こうした点を踏まえるべきである点に留意

## 化学工業

2019

化学工業（国内）のエネルギー最終消費の熱・燃料（原料含む）比率 **: 92%**

日本のエチレン消費に占める輸入の割合 **: 1%**



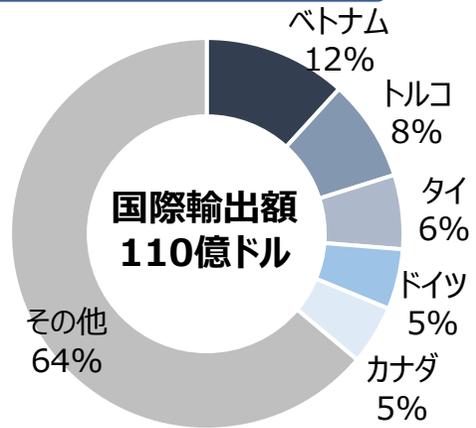
\* 化学品の種類により輸出額の比率は変わる、こうした点を踏まえるべきである点に留意

## セメント業

2019

セメント業（国内）のエネルギー最終消費の熱・燃料比率 **: 83%**

日本のセメント消費に占める輸入の割合 **: 0.1%**



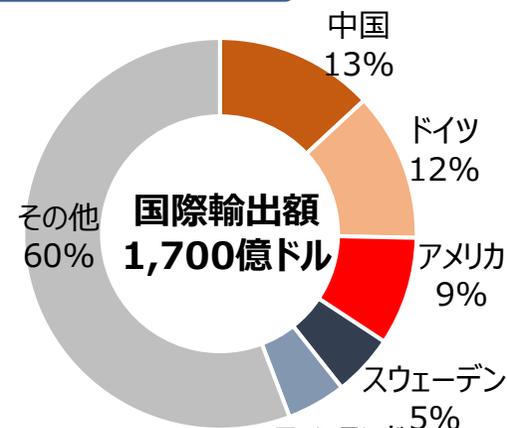
\* 国際輸出額はUN Comtradeにおける国・地域の輸出額であり、世界全体ではない点に留意

## 紙・パルプ業

2019

紙・パルプ業（国内）のエネルギー最終消費の熱・燃料比率 **: 70%**

日本の紙・板紙消費に占める輸入の割合 **: 5%**



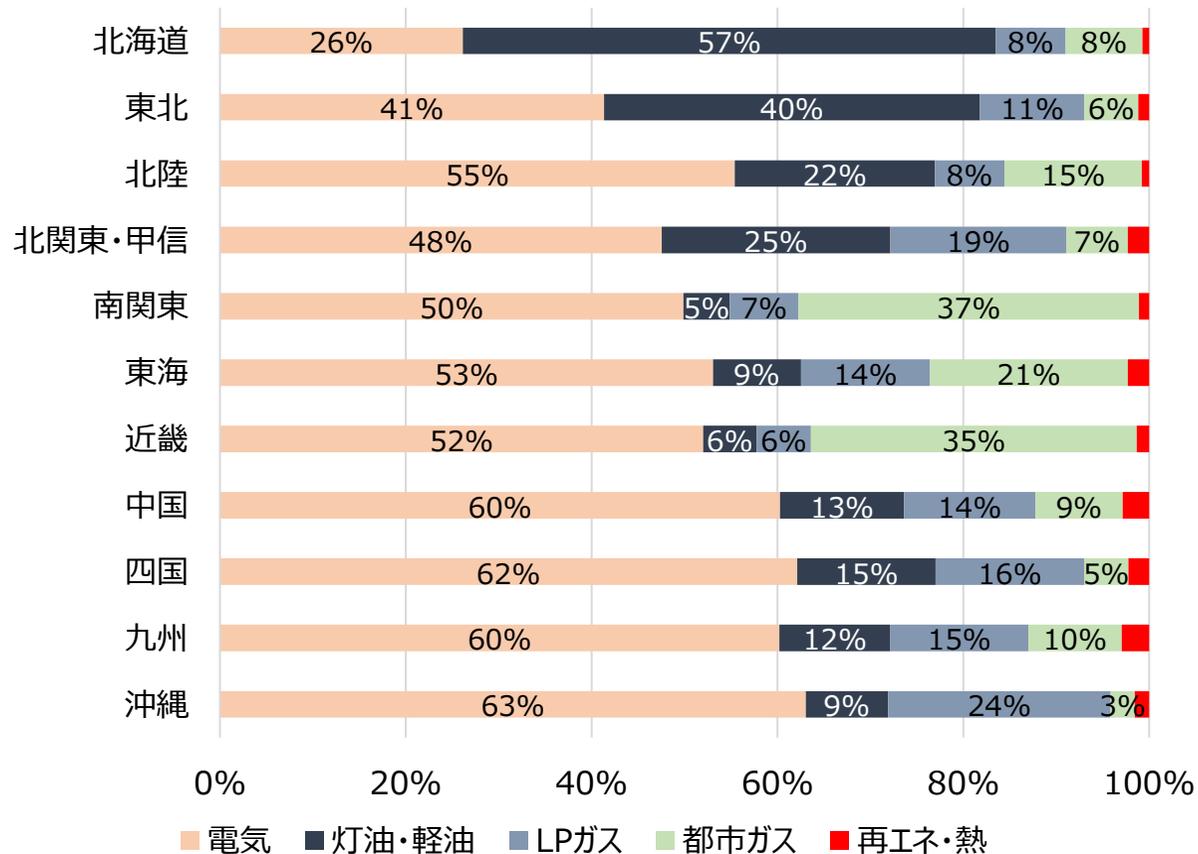
出典：熱・燃料需要比率は総合エネルギー統計、輸入比率は各種統計や業界団体ホームページ、国際輸出額はUN Comtradeより作成

## 3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

### (3) 民生・運輸部門における移行戦略

- 家庭部門のエネルギー消費量に占める電気の割合は高く、電化の技術的ハードルは他部門に比べると低い。一方で、経済的ハードル、災害の多い我が国におけるレジリエンスの観点や地域・用途・建物ごとの特性などを踏まえたトランジション戦略が必要ではないか。

### 地域別の家庭部門のエネルギー消費



\* 地域区分は総務省統計における区分を参考に設定  
出典：都道府県別エネルギー消費統計より作成

## (参考) イギリスの事例

- 2019年に英国の諮問機関が2025年から新設建物でのガス管接続規制を提案。2020年のエネルギー白書ではそれを明文化し、代替策としてヒートポンプ導入促進について明記。
- また、英国政府が2021年10月18日に発表した「熱・建物戦略」では、2035年からガスボイラーの新規設置を段階的に廃止することを目指すことが示された。併せてヒートポンプのイノベーションへの投資や、ヒートポンプへの切り替えを行う世帯に対する助成※を実施。

※2022年4月から3年間で4億5,000万ポンドを拠出し、住宅にヒートポンプ等の低炭素な暖房を導入する世帯を支援（空気熱源HPは5,000ポンド助成）

表 「熱・建物戦略」の主要コミットメント

### 1. ネットゼロ暖房の実現に向けた市場と消費者の選択肢拡大

- ・ 2035年からガスボイラーの新規設置を段階的に廃止することを目指す。
- ・ 2025年までにヒートポンプの導入コストを少なくとも25～50%削減し、2030年までにヒートポンプの購入・運用コストがガスボイラーよりも高くないようにするという明確な目標を、産業界に対して設定する。
- ・ 研究とイノベーションへの投資を継続することで、ヒートポンプの利便性を向上させる。
- ・ 導入コストに見合った補助金を提供することで、安価な価格を確保する。
- ・ ヒートポンプの購入・運用コストがガスボイラーよりも高くないように、エネルギー価格を再調整する。
- ・ 2028年までにヒートポンプのサプライチェーンを大幅に拡大する。
- ・ 2025年以降、イングランドのすべての新築ビルがネットゼロに対応できるようにする。
- ・ ガス導管網に接続されていない住宅への化石燃料による暖房システムの設置を段階的に廃止する（イングランドでは2026年以降を検討中）。
- ・ 2020年代終わりまでに、国内で製造・販売されるヒートポンプの数を30倍にするために、英国での製造技術と能力を向上する。
- ・ 電力システムが電力需要の増加に対応できるようにし、ヒートポンプを迅速に、かつ手頃な価格でネットワークに接続できるようにする。

# (参考) アメリカの事例：建築物の電化促進策

- アメリカ各州においては、建築部門の省エネ・脱炭素化に向けて、強力な電化推進策が展開。

州・自治体	取組概要	州・自治体	取組概要
カリフォルニア州 (人口：4,000万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築低層住宅<b>PV設置義務</b></li> <li>ガス会社に対する<b>熱源低炭素化</b>に向けた取組の指示</li> </ul>	ニューヨーク市、NY (人口：840万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>既築含む大規模建築 (2,300m<sup>2</sup>~) について、CO2原単位排出上限設定</b> ※2030年以降は熱源改修も求める</li> </ul>
サクラメント市、CA (人口：51万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭電気機器 (HP空調、給湯、IH調理器) 導入補助</li> <li>電化・EV充電対応の<b>配線工事補助優遇</b></li> <li><b>全電化住宅の建設業者、集合住宅オーナー向けの補助</b></li> </ul>	ワシントンDC (人口：70万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー/水消費量ベンチマークの報告・公表対象拡大 (2024年~約900m<sup>2</sup>以上の建物)</li> <li>既築省エネ基準制定</li> <li>新築へのCO<sub>2</sub>基準 (ゼロエネコード) 制定 (2026年までに制度化予定)</li> </ul>
バークレー市、CA (人口：12万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>新築建物ガスインフラ接続禁止 (低層⇒中高層住宅へ拡大予定)</b></li> </ul>	バーモント州 (人口：63万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>電力会社へ需要端での電力削減義務化 (HP、EV導入支援を想定)</b></li> </ul>
サンフランシスコ市、CA (人口：88万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>事業所の電力カーボンフリー義務 (2023年時点：約5万m<sup>2</sup>~)</b></li> <li>新築<b>自治体建物ガスインフラ接続禁止</b></li> <li>新築民間建物で<b>ガス併用</b>の場合は<b>一定の省エネ性能を要求</b></li> </ul>	マサチューセッツ州 (人口：690万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>戦略的電化を省エネプログラムに位置付け (<b>石油・ガス暖房からHPへの置換え (既築住宅への補助)</b>)</li> <li>代替エネ調達義務の認定対象に再エネ熱を追加</li> <li><b>クリーン熱源機器の集団購入を地域単位で支援</b></li> </ul>
メンロパーク市、CA (人口：3万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>新築の低層住宅では暖房・給湯の電化 / 非住宅・中高層住宅では全電化を義務付け</b></li> <li>ガス併用時には<b>電化レディ要求</b></li> </ul>	メイン州 (人口：134万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>空気熱源HPの新規設置目標の設定・補助増額</b></li> </ul>
サンノゼ市、CA (人口：103万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築戸建 / 低層集合住宅の<b>ガスインフラ接続禁止</b></li> <li>その他住宅は<b>省エネ性能・電化レディ要求</b></li> <li><b>新築建物</b>は高い<b>EVインフラ整備率要求</b></li> </ul>	ボルダー市、CO (人口：11万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家による1体1の省エネ支援サービスを無償提供</li> <li><b>HP導入時の一定額補助 / 燃料転換時に更に優遇</b></li> </ul>
サンルイスオビスポ市、CA (人口：5万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築建物で<b>ガス併用</b>する場合は、①<b>既築改修又は免除料納付</b>、②<b>電気配線の電化レディを要求</b> ※業務用厨房・製造業プロセス・非常用は除く</li> </ul>	シアトル市、WA (人口：74万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>暖房用石油の販売者に追加課税 (約7円/L)</b></li> <li><b>低所得世帯のHP設置全額補助</b></li> </ul>
カールスバッド市、CA (人口：12万人)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築低層住宅の<b>非ガス給湯器の設置義務化</b> (給湯以外のガス利用は許可)</li> </ul>		

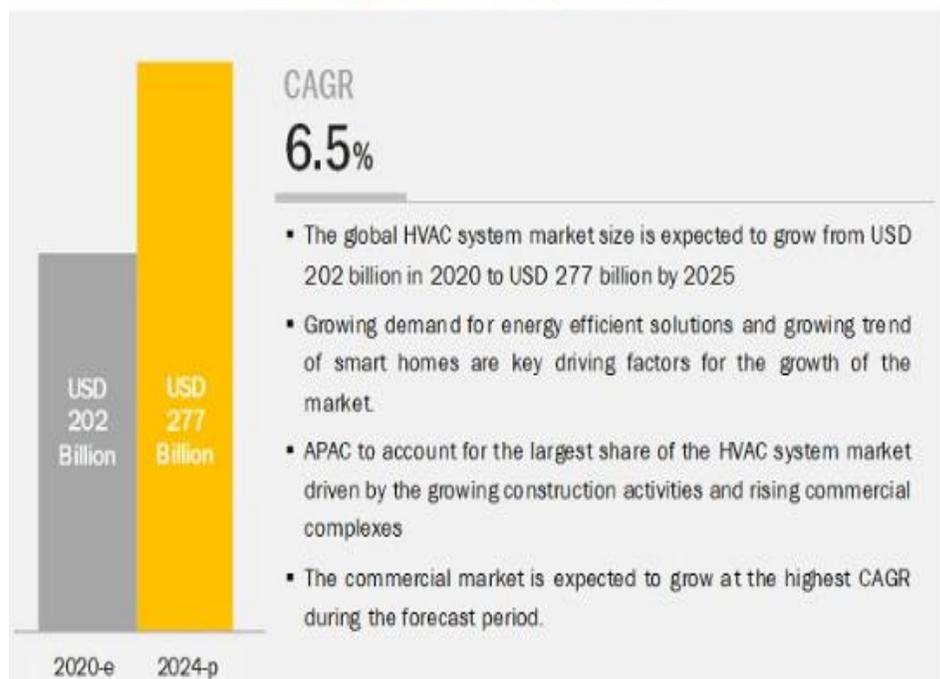
# (参考) 民生部門向け電化設備の市場動向

- 世界の空調及びエアコン業界の2020年の市場規模は2,020億ドル、2025年までに2,770億ドルに成長（年平均成長率6.5%）すると予想されている。

※太陽光の国際市場は2020年:766億ドル。2025年までに1,131億ドル

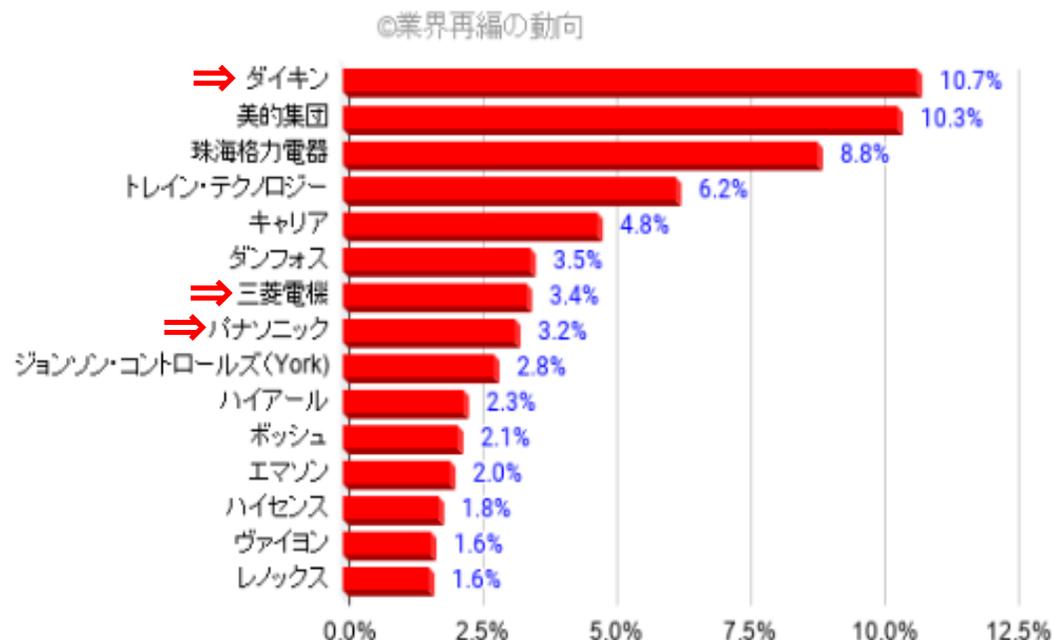
- 近年中国メーカーの躍進が著しいものの、ダイキン工業をはじめ日本メーカーも一定のシェアを獲得している。

Attractive Opportunities in HVAC System Market



出所：MARKETS AND MARKETS レポートより

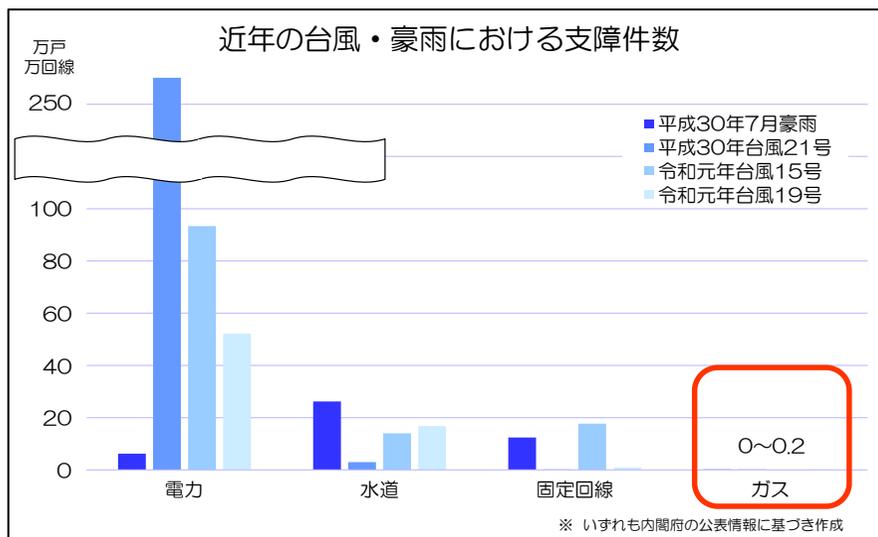
空調・エアコン業界の世界シェア(2020年)



出所：「業界再編の動向」ホームページより

# (参考) 都市ガスのレジリエンス

- ガス導管は、大部分が埋設されていることから風雨の影響を受けにくいという特徴がある。また、大部分は耐震性も備えており、継続的な耐震性向上の取組も行われている。
- エネルギー源の多様化を確保し、レジリエンス強化を図りつつ、メタネーション技術が確立すれば、既存インフラ等を活用可能な合成メタンが都市ガスを代替することにより脱炭素化を図ることができる。



出典：第21回ガス安全小委員会（令和2年3月11～18日 書面審議）

## 近年の地震における支障件数

	東日本大震災	熊本地震	大阪北部地震	北海道胆振東部地震
発生日	2011.3.11	2016.4.16	2018.6.18	2018.9.6
地震規模	震度7、M9.0	震度7、M7.3	震度6弱、M6.1	震度6強、M6.7
供給停止戸数	約46万戸	約10万戸	約11万戸	供給停止なし
復旧期間	54日	15日	7日	-

## ガス導管の強靱性

- 高圧・中圧ガス導管は高い耐震性が確認されている。
  - 阪神・淡路大震災時、橋に添架された中圧ガス導管が、橋が落ちて変形。ガス漏れは発生せず。
  - 東日本大震災時、高圧ガス導管は被害なし。
- 低圧ガス導管は耐震性向上の取組を継続中(耐震化率:約90%)



(出典：東京ガスHP)

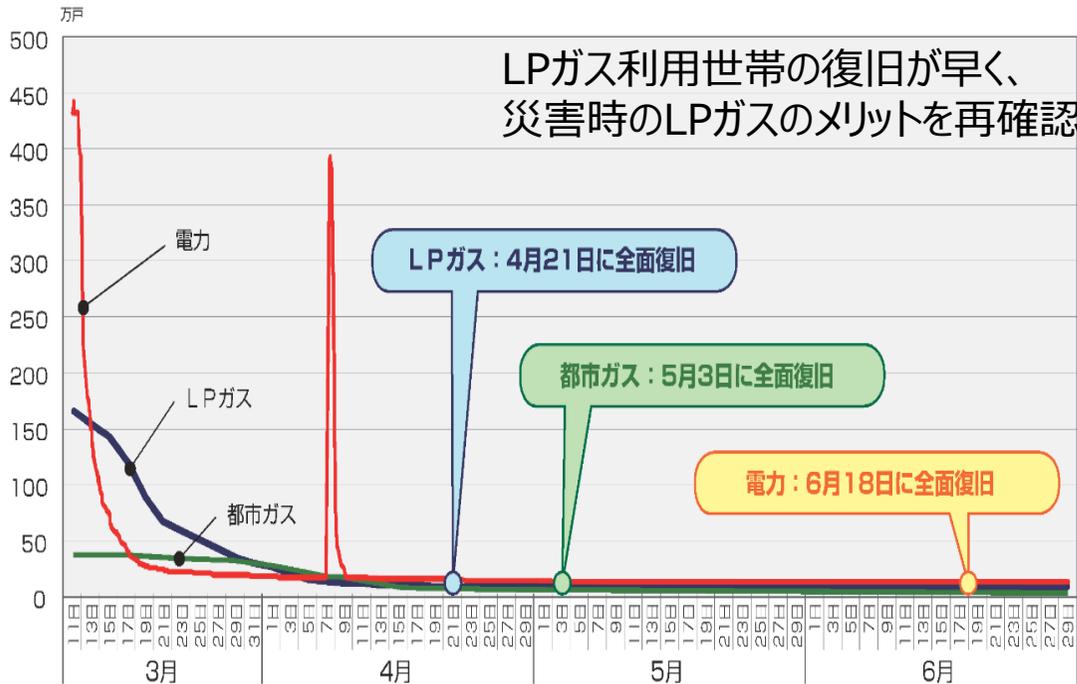
## 更なる地震対策の強化

- **設備対策**
  - 低圧ガス導管の耐震性向上の継続 (耐震化率:約90%)
- **緊急対策**
  - 新たな緊急停止判断基準の適用 (一律設定→ブロック毎設定)
  - 供給停止ブロックの細分化
- **復旧対策**
  - 応援受入に関する事業者間連携の強化 (マニュアル整備・演習実施)
  - 情報発信の強化 (復旧進捗の見える化、SNS等の活用) 等

# (参考) LPガスのレジリエンス

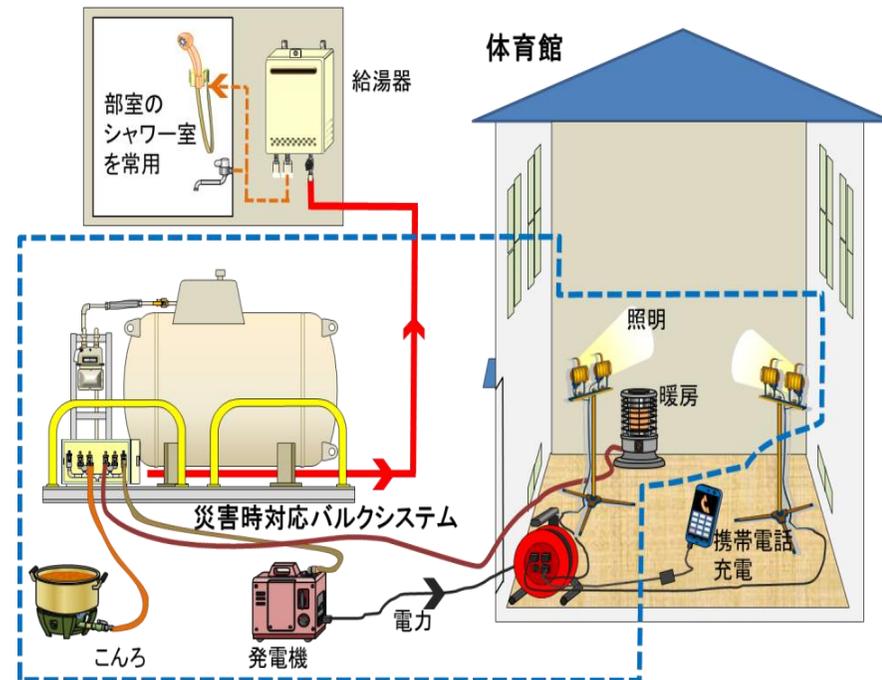
- 災害時に電力・都市ガスの導管供給が分断された場合にも、**LPガスは導管に依存せず、ボンベで供給される分散型エネルギー**であることから、個々の設備が被災していなければ有効に利用が可能。
- LPガスの災害対応強化のため、避難所や医療福祉施設における**LPガス備蓄などの取組を推進**。
- 災害時での有効利用のほか、オール電化への対応が困難な住宅などで引き続き一定の需要があることから、**化石燃料に寄らないグリーンなLPガス**の生成を進め、脱炭素化を図る。

## 東日本大震災後の被災3県における各インフラの供給不能戸数の推移



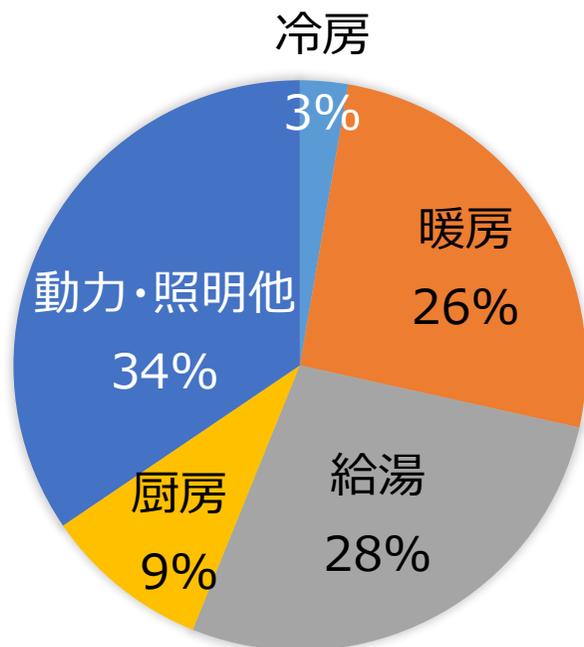
(出典: 経済産業省「東日本大震災を踏まえた今後のLPガス安定供給の在り方に関する調査」平成24年2月)

## LPガス備蓄をつかった災害時の避難所での活用

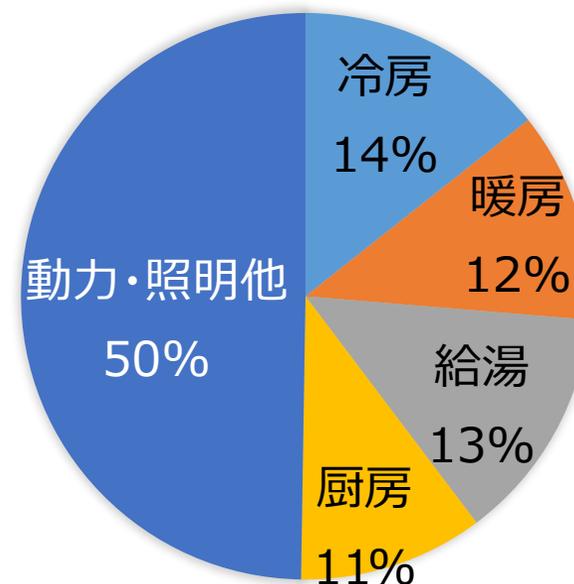


- 民生部門（業務・家庭）においては、空調（冷暖房）、給湯、照明等の省エネが課題。
- 住宅・建築物の断熱強化や、高効率機器の導入等により省エネを進めることが重要。

## ■ 家庭部門のエネルギー消費内訳



## ■ 業務部門のエネルギー消費内訳



### 政策的対応

- 省エネ法による事業場（オフィスビル等）規制
- 省エネ法に基づく機器・建材の省エネ基準
- 建築物省エネ法に基づく住宅・建築物の省エネ規制強化（断熱と空調、給湯、照明など）
- 省エネ住宅・建築物の普及支援 等

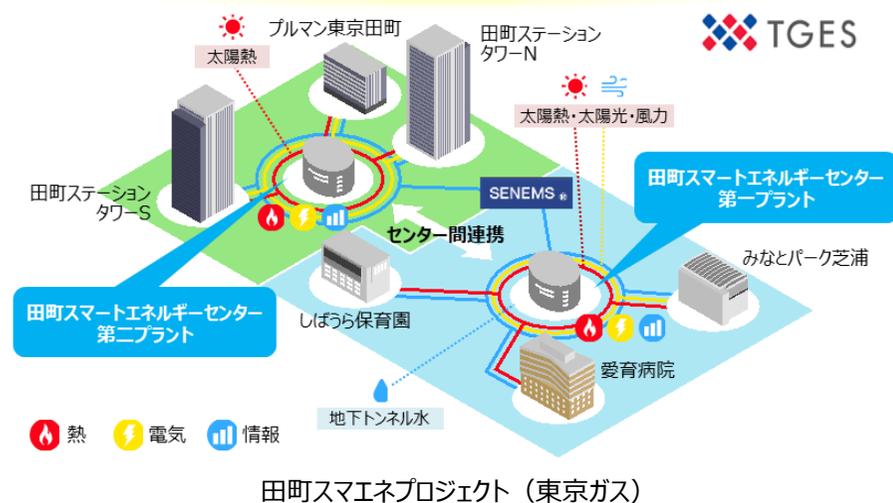
出典：エネルギー・経済統計要覧2021より作成

- 2030年目標の実現に向け、熱や電気のエネルギーの面的利用によりエネルギー利用の効率化とレジリエンス強化を図ることは重要。
- この一環として、再生可能エネルギーとガスコージェネレーションを組み合わせ、デジタル技術により最適に制御し、電気と熱を面的に利用して省エネルギーとCO2削減を実現する取組が進展。

## 都心におけるスマートエネルギーネットワークの取り組み

- デジタル技術を活用し、電気に加えて需要側の熱負荷の収集・分析を行い、最適化を検討（熱のデジタル化）
- 2つのエネルギーセンターの電力・熱・人流データ等の情報を連携し、地域全体でコージェネや冷温水機を柔軟に運転し、再エネも取り込みながら、省エネ・省CO<sub>2</sub>を実現することで、街づくりに貢献。

コージェネを核とした2つのエネルギーセンターを連携し、電力と熱を最適化



出典：第2回 2050年に向けたガス事業の在り方研究会 東京ガス説明資料を加工

## 地方ガス事業者によるスマートエネルギーネットワークの取り組み

- 地方ガス事業者においても、地方自治体、関係企業と連携し、環境に優しく、安心・安全で快適な生活を享受できるモデル街区の整備等が進む。
- 今後は地域密着型の事業者の強みを活かし、人口減少等の課題解決も見据え、コンパクトシティ政策等と連動しながら、普及拡大を図る。

エネルギー利用の最適化を図り、低炭素なまちづくりに貢献



出典：富山市ホームページ

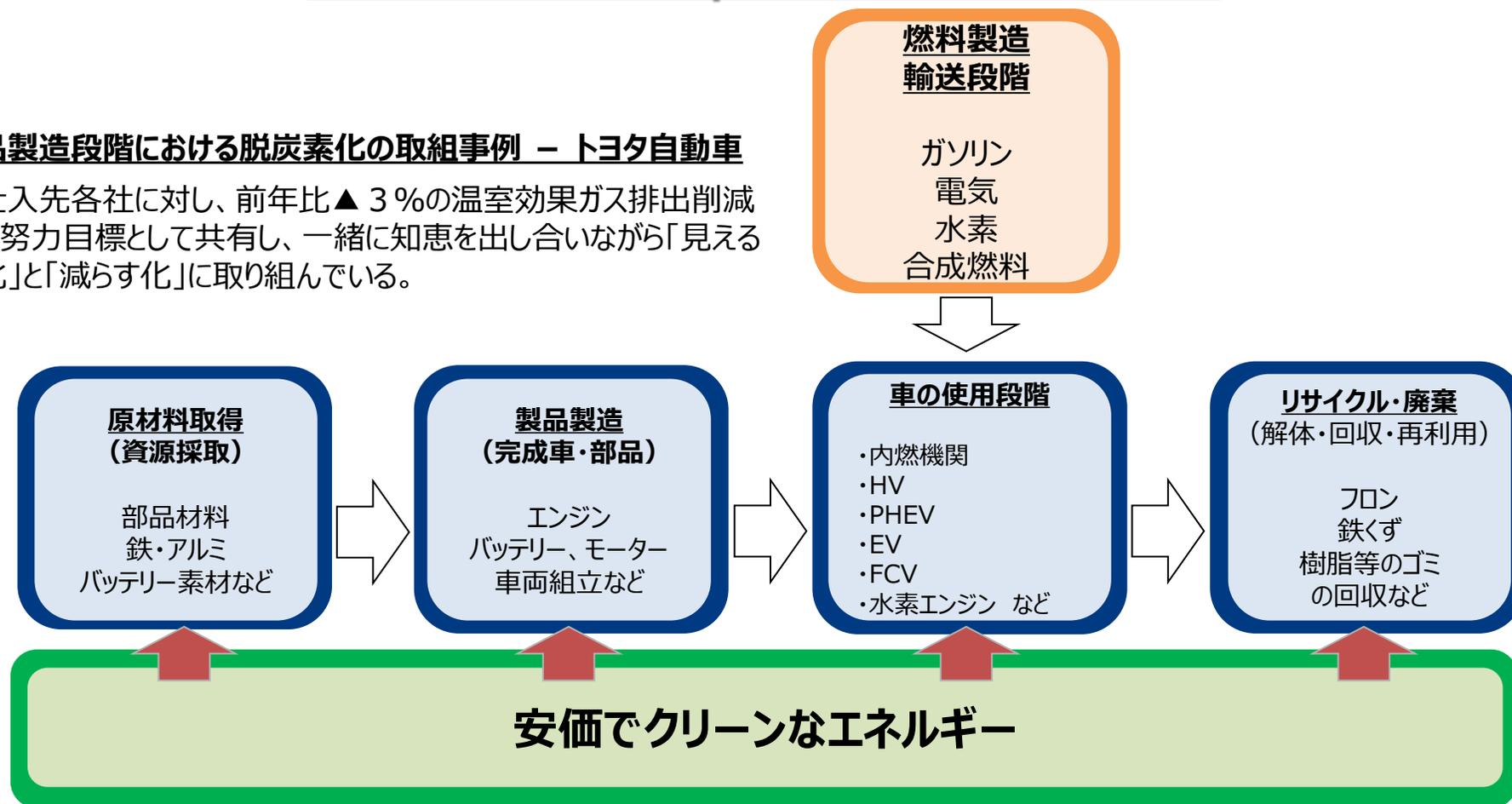
出典：令和3年4月5日 2050年に向けたガス事業の在り方研究会中間とりまとめ

- 欧州ではサプライチェーン全体でのCO2規制（バッテリー規則等）の動きが加速。日本においても、川上から川下まで、素材産業を含め自動車サプライチェーン全体での脱炭素化を進めることが必要。
- こうした事業者の取組をどのように後押ししていくか。また、安価でクリーンなエネルギーをどのように確保していくか。

## 自動車のLCA（Life Cycle Assessment）の概念

### 製品製造段階における脱炭素化の取組事例 - トヨタ自動車

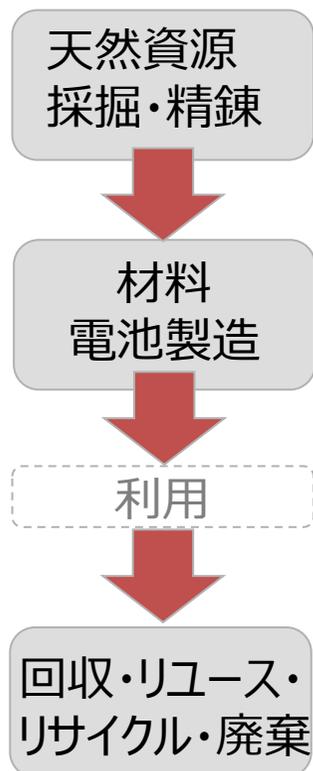
- 仕入先各社に対し、前年比▲3%の温室効果ガス排出削減を努力目標として共有し、一緒に知恵を出し合いながら「見える化」と「減らす化」に取り組んでいる。



## (参考) 欧州のリサイクル政策と絡めたバッテリー産業政策

- 欧州は、2020年12月にバッテリー規則案を公表。加盟国に強制適用される「規則」とするとともに、製造・廃棄時の温室効果ガス排出量による規制（カーボンフットプリント規制）、責任ある材料調達（デュー・ディリジェンス）、リサイクルに関する規制等を提案。電池の欧州域内生産・域内循環を誘導。
- 現在、欧州議会/理事会プロセス中だが、当初の欧州委員会意向（2021年内）よりも法案制定が遅れる見込み。施行日についても不透明ながら、日系企業は対応検討を開始。

### 【主な規制案】



- Ni, Co, Li, 天然黒鉛について、環境・人権等に配慮した調達を促すため、調達方針策定・公表や調査、対策等を義務づけ（2023～）
- 製造・廃棄時の温室効果ガス排出量（カーボンフットプリント）の表示義務（2024～）、排出量が一定以上の電池の市場アクセス制限（2027～）
- トレーサビリティ確保、消費者等への情報提供のため、電池組成や劣化等に関する情報を、欧州の情報交換システム経由で入手できるようにする（バッテリーパスポート）（2026～）
- 事業者に対する電池回収義務（2023～）
- リサイクル事業者に対する一定水準以上のマテリアル回収率要求（2025～）
- 電池製造時に一定以上のリサイクルマテリアルの使用義務（2030～）

# (参考) 国内新車販売台数・保有台数の推移

- 国内で約6,000万台の保有台数の転換をどのように進めていくかがカギ。電動車への買い換え促進に加え、燃費の向上やe-fuel・水素の活用等総合的な取組が必要となる。

## 新車販売台数ベース

421万台



2015年

381万台



2020年

### 2030年目標

HV : 30%~40%  
 EV・PHEV : 20%~30%  
 FCV : ~3%

## 保有台数ベース

6,099万台



2015年

6,219万台

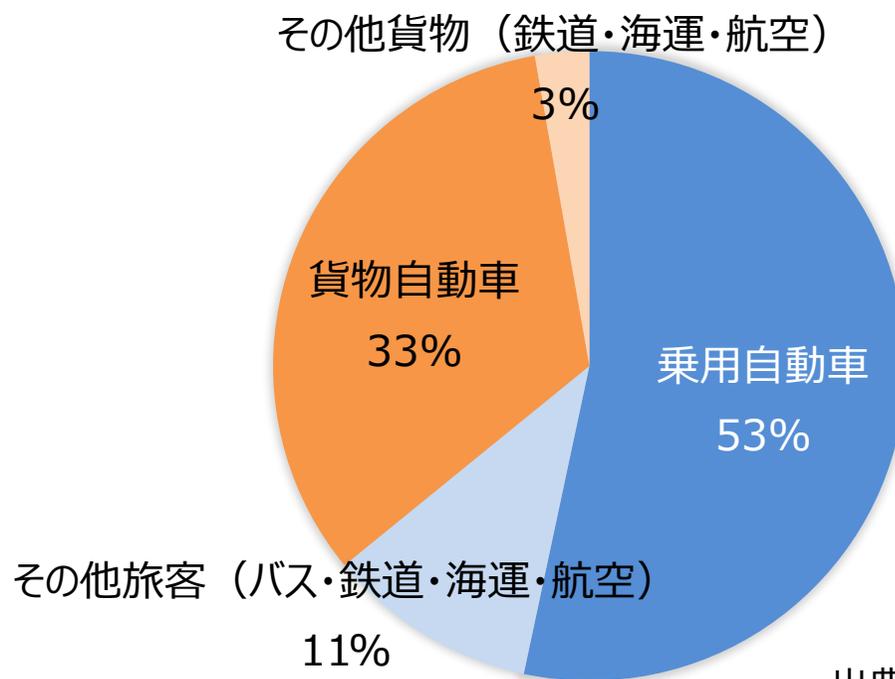


2020年

# (参考) 運輸部門におけるエネルギー消費の実態

- 運輸部門では、自動車によるエネルギー消費が9割近くを占める。
- 自動車の燃費向上、モーダルシフト（自動車から鉄道・船舶等へのシフト）、交通流対策等の省エネ対策が重要。

## ■ 運輸部門のエネルギー消費内訳



出典：エネルギー・経済統計要覧2021より作成

### 政策的対応

- 省エネ法による自動車燃費規制
- 省エネ法による輸送事業者・荷主規制
- 輸送の高効率化実証支援 等

# (参考) 多様な技術のイノベーションの促進

- 自動車のカーボンニュートラルは大きなチャレンジ。特定の技術に限定することなく多様な選択肢を追求し、選択肢を狭めないことが重要。
- 我が国は、イノベーションで世界を牽引。グリーンイノベーション基金（2兆円）を活用し、次世代電池・モーターの開発に1,500億円、水素インフラ整備に3,700億円の投資。また、合成燃料の研究開発も進める。

## ①次世代電池・モーター 約1,500億円

- ①航続距離を現在の2倍にする
- 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整備 約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、グリーン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)

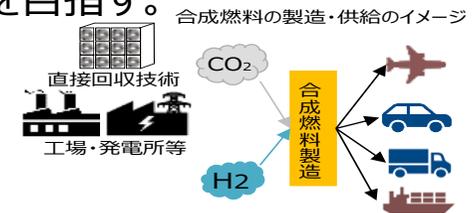


水素製造  
(水電解装置)

## ③合成燃料 金額未定

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。脱炭素燃料とみなすことができる。

イノベーションの成果をアジアを中心に、途上国等にどのように普及させるか

# (参考) 各国の電動化目標

	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) 欧州委員会提案	100%		対象外		
米国 	2030	EV・PHV・FCV : 50%	50%			50%	
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			

1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座
2. エネルギーを起点とした産業のGX
3. GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換
4. **GX時代に必要な社会システム、インフラ**

# 御議論いただきたいこと

- 水素、アンモニアなど新たな価値を生み出すエネルギーの市場投入、再エネの最大限導入など脱炭素に向けたエネルギー転換など、GX時代の社会システム、インフラの導入に必要な追加的コストを最大限抑制し、経済主体の行動変容を促しつつ、社会全体で受け止めるための方策は何か。

## 燃料転換に伴う設備投資 イメージ

燃料	具体例
天然ガス・都市ガス 転換	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ ガスタービンやガスボイラーなどの<b>ガス利用機器</b></li> <li>□ 都市ガスの場合、<b>パイプライン敷設</b> ※既に整備済みの場合は不要</li> <li>□ 陸送or港付けの場合、<b>LNG受入設備</b></li> </ul>
電化	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>電化設備</b>（HPや電気炉など）</li> <li>□ 大規模需要の場合、<b>大型な受変電設備</b></li> <li>□ 特高、高圧等の<b>系統整備</b></li> </ul>
水素・アンモニア 転換	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 水素・アンモニアタービンや水素・アンモニアボイラーなどの<b>利用設備</b></li> <li>□ 水素・アンモニアの<b>受入設備</b>（タンカーなど）</li> </ul>

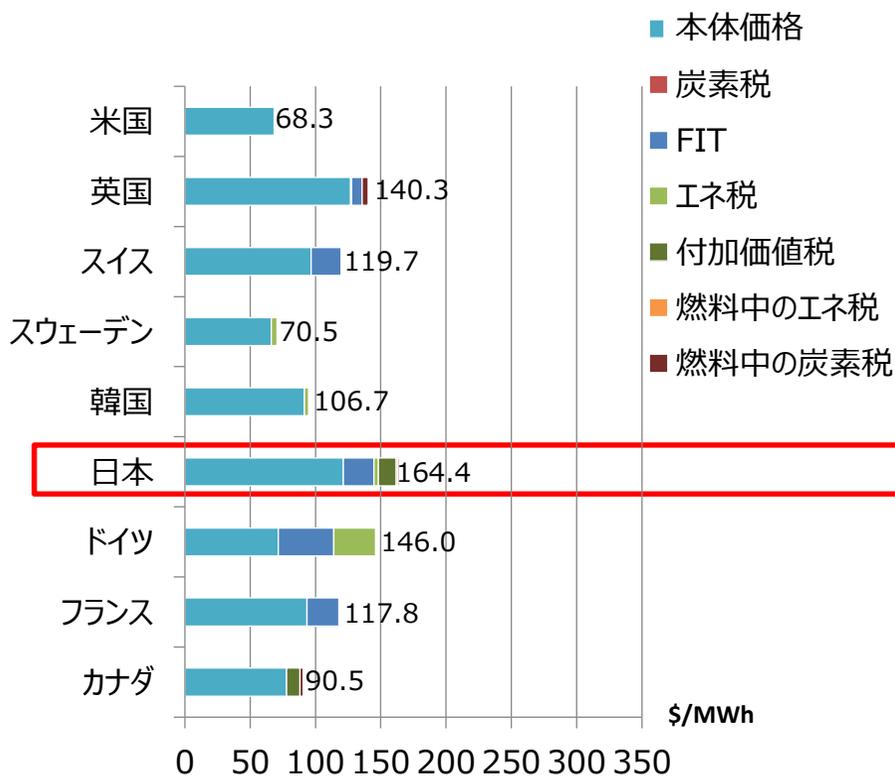
※上記に加えて、燃料費を含むランニングコストも上昇する可能性が高く、考慮する必要がある

# (参考) 我が国の現在のエネルギーコスト (電気料金)

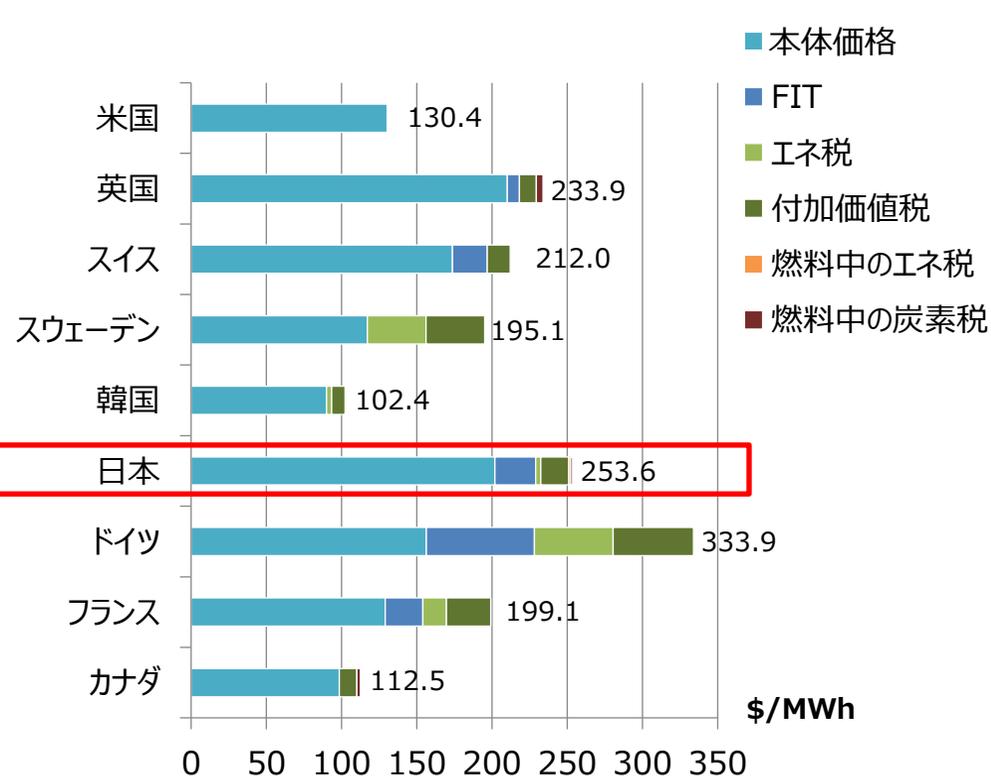
- 日本は、産業界や消費者等の行動を左右する全体のエネルギー価格 (本体価格 + 炭素税 + エネルギー税等 + FIT賦課金等)が国際的に見ても高い水準。

## <日本のエネルギー価格 (電気料金) の水準 (2019年) >

### 【産業用電力 (エネルギー当たり)】



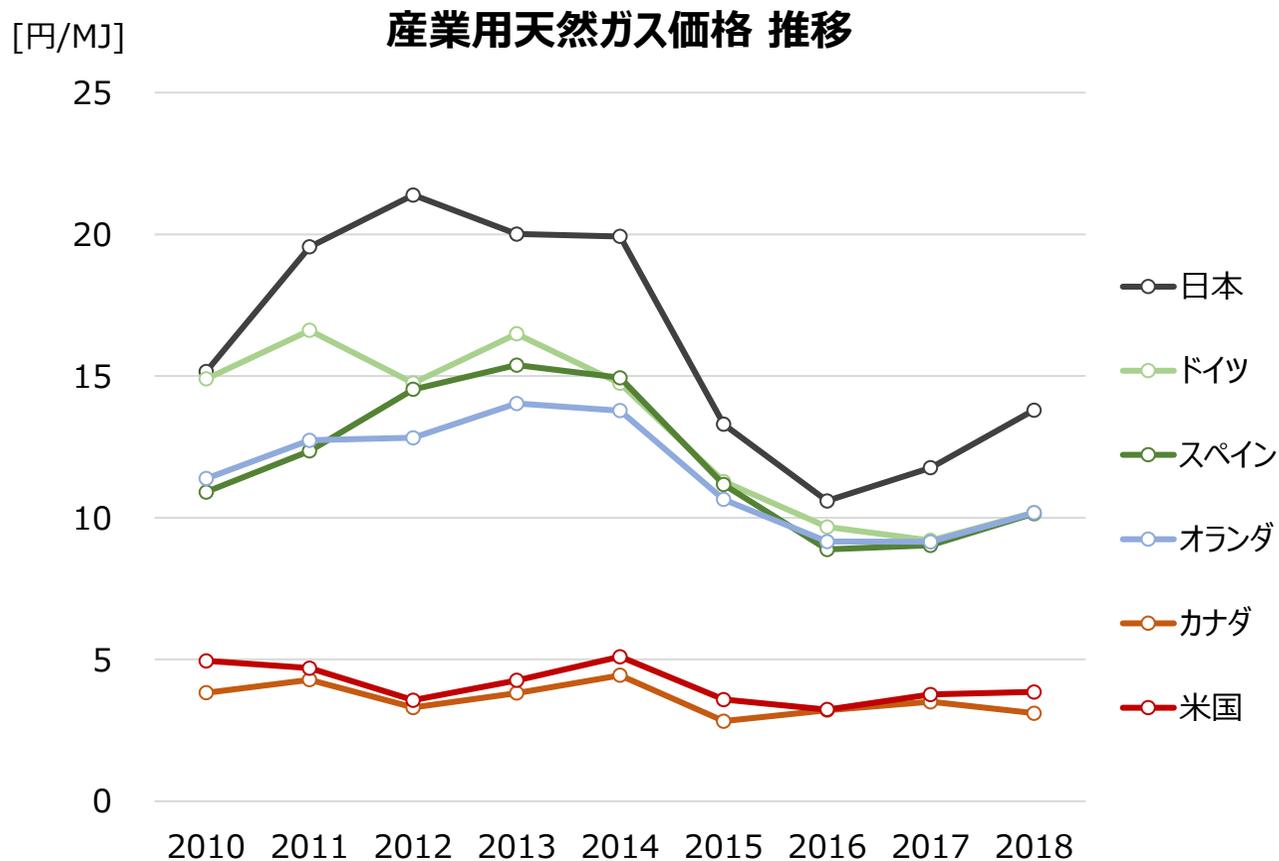
### 【家庭用電力 (エネルギー当たり)】



出典：日本エネルギー経済研究所調べ。FIT等はスウェーデン、韓国、豪州のRPS、英国のRO・CfDは含まない。燃料中の炭素税はスイスのCO2税は含まない。

# (参考) 我が国の現在のエネルギーコスト (天然ガス)

- 日本の天然ガス価格は、LNGのため液化、輸送コストなどにより、国際的に高い水準。



## (参考) 諸外国におけるコスト増に対する議論

- EUROFER(欧州鉄鋼連盟)、CEMBUREAU(欧州セメント協会)、CEFIC(欧州化学工業連盟)では、欧州グリーンディールに対するポジションペーパーを発行。
- 脱炭素社会の実現と産業競争力の維持の両立を目指して、脱炭素技術の研究開発投資への資金援助や、安価な再エネ調達のための支援施策等を要望している。

### エネルギー多消費産業連盟 (AEII\*)

- ✓ 欧州のエネルギー多消費産業は、各国の気候政策の相違により、国際的な競合企業に比べて**コスト増**に苦しんでいる
- ✓ 再エネ賦課金免除の維持、公共サービス料金等の電気代以外のコスト負担の軽減等を通じて、**グローバル競争力のある産業用電力価格の維持**が必要
- ✓ CCfD (炭素差額決済契約) を通じて、従来技術に対する脱炭素技術のコスト増を補填し、先行者利益を与える必要

### 欧州鉄鋼連盟 (EUROFER)

- ✓ 一次鋼生産コストは**現状比35~100%増** **コスト増**
- ✓ プラント改良に**年間200億€の追加コスト**
- ✓ 脱炭素化に向けた炭素価格は、現在の排出枠価格 (€25~28/tCO<sub>2</sub>) の10倍を超える可能性

- ✓ **研究開発投資**および設備のアップスケールのための公的資金の援助が必要 **必要方策**
- ✓ **ゼロ/低金利ローン等によるリスク軽減策**を通じて商業化を支援する必要

### 欧州化学工業連盟 (CEFIC)

- ✓ 需要を充足可能で**安価な再生可能エネルギー**を大量に調達可能にするための大規模投資を要する **コスト増**
- ✓ **安価なエネルギーキャリア**を輸入する戦略が必要

- ✓ State aid (国家援助) を通じて、大企業・中小企業双方に必要な大規模投資を可能にする必要 **必要方策**
- ✓ **ケミカルリサイクル、CCU、廃棄物**など、新しいイノベーション技術の商業化を2030年までに実現する必要

### 欧州セメント協会 (CEMBUREAU)

- ✓ 欧州全域のセメント工場に低炭素技術を導入するための設備コスト増加 **コスト増**
- ✓ **再生可能エネルギー**や**CCUS技術**の実装に伴う、運用コスト増加

- ✓ セメント産業が再エネを安価に調達可能にするための**税額控除**や**公的な補填**が必要 **必要方策**
- ✓ セメント産業全体の**電化促進**

\*Alliance of Energy Intensive Industries. 鉄鋼、セメント、化学、製紙、セラミック、石灰、石膏、クレイ、ガラス、金属、石油産業等のエネルギー多消費産業の業界団体で構成  
 AEII(2020) "Competition Policy & the Green Deal - Joint Submission of the Alliance for Energy-Intensive Industries," EUROFER(2020) "A GREEN DEAL ON STEEL"  
 CEMBUREAU(2018) "2050 Carbon Neutrality Roadmap," CEFIC(2020) "Cefic supports the Green Deal and Europe's ambition to become climate neutral by 2050,"

# 今後の進め方（イメージ）

- 産業界や専門家からのヒアリングと個別論点の議論を通じて議論を深め、来年6月頃を目処にとりまとめ。

## <今後のスケジュール（現時点の想定）>

