

---

# 2050年カーボンニュートラルに向けた 電気事業者の取り組みについて

2022年2月16日  
電気事業連合会

## 【目次】

1. 2050年カーボンニュートラルを取り巻く状況
2. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた考え方
3. 供給側における「電源の脱炭素化」
  - (1) 再生可能エネルギー
  - (2) 原子力
  - (3) 脱炭素火力
4. 需要側における最大限の「電化の推進」
5. その他の取り組み
6. 最後に

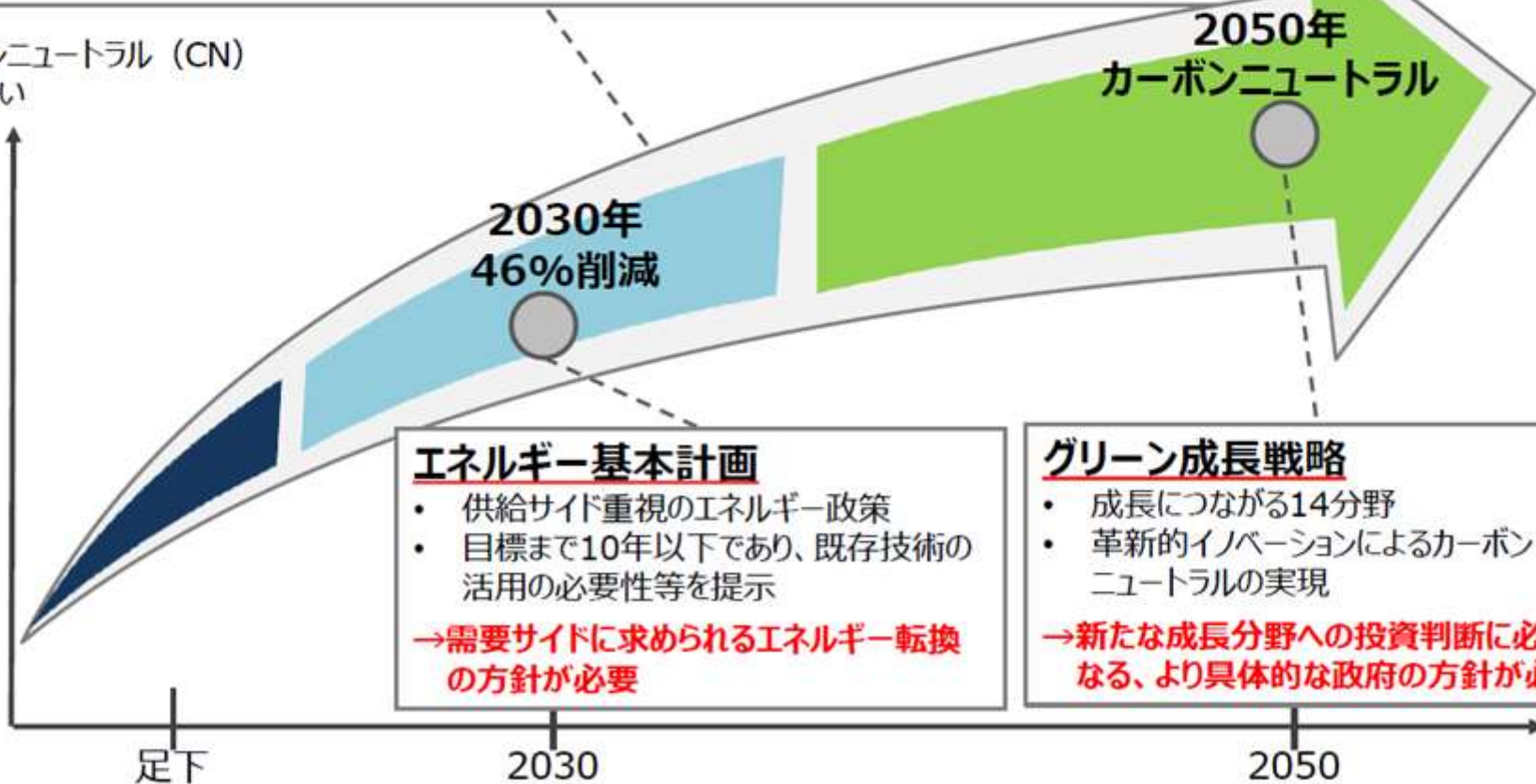
# 1. 2050年カーボンニュートラルを取り巻く状況

- 2020年10月    **カーボンニュートラル宣言**
- 2020年12月    **「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」策定**
- 2021年 4月    **2030年度温室効果ガス排出量46%削減（2013年度比）表明**
- 2021年10月    **「第6次エネルギー基本計画」策定**
- 2021年10月31日～11月13日    **COP26開催**
- 2021年12月～    **「クリーンエネルギー戦略」策定に向け現在検討中**

## クリーンエネルギー戦略

- 事業者それぞれ、国民一人一人が仕事のやり方、自分の強み、生活スタイルを炭素中立型に転換していくための具体的な道筋
- 供給サイド+産業など需要サイドの各分野でのエネルギー転換
- 足下の投資につながるよう、新たな成長分野におけるビジネス・産業の創出への道筋
- 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

カーボンニュートラル (CN)  
の度合い



### エネルギー基本計画

- 供給サイド重視のエネルギー政策
- 目標まで10年以下であり、既存技術の活用等の必要性等を提示

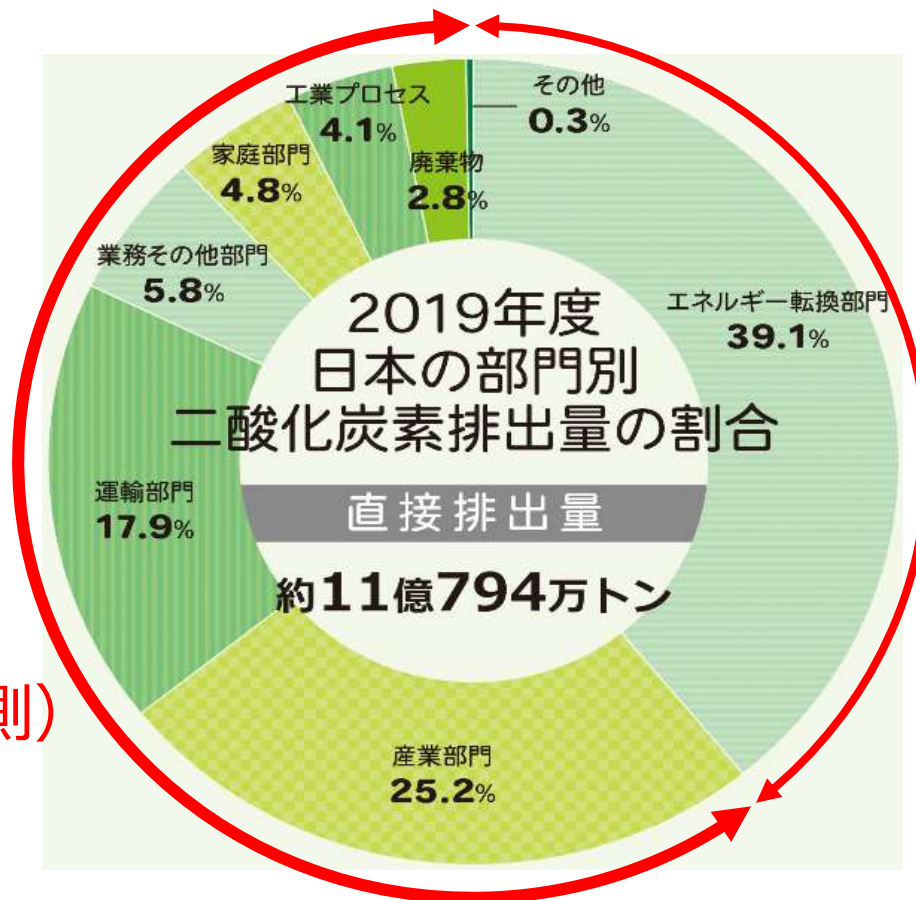
→需要サイドに求められるエネルギー転換の方針が必要

### グリーン成長戦略

- 成長につながる14分野
- 革新的イノベーションによるカーボンニュートラルの実現

→新たな成長分野への投資判断に必要な、より具体的な政府の方針が必要

## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 考え方



非電力部門  
(電力の需要側)  
約6割



最大限の電化の推進

発電所等  
(電力の供給側)  
約4割



電源の脱炭素化

出典：温室効果ガスインベントリオフィス



- 2021年5月に、カーボンニュートラルの実現に向けて、「S+3E」の同時達成を前提に、**供給側の「電源の脱炭素化」、需要側の最大限の「電化の推進」**に取り組み、**持てる技術、知恵を結集し、積極的に挑戦していくことを宣言。**

## 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて

### ■ 宣言

わたしたちは、

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「S+3E」の同時達成を前提に、**供給側の「電源の脱炭素化」、需要側の最大限の「電化の推進」**に取り組み、**持てる技術、知恵を結集し、積極的に挑戦していきます。**

### ■ 基本的な考え

- 2050年カーボンニュートラルの実現は、非常にチャレンジングな目標です。その実現には、多くの課題や不確実性が存在し、**革新技術を創造するイノベーションが不可欠**です。
- カーボンニュートラルの実現に向けて、電力業界が担う役割は大きく、供給側における**「電源の脱炭素化」**のみならず、需要側における最大限の**「電化の推進」**による脱炭素化の両面からの取り組みが必要です。
- 従来よりエネルギーは、安全性(Safety)の確保を大前提に、安定供給(Energy Security)・経済性(Economic Efficiency)・環境保全(Environment)の**「S+3E」の同時達成を追求することが最重要であり、2050年カーボンニュートラルの実現に向けても変わらない**ものです。
- わたしたちは、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「S+3E」の同時達成を前提に、供給と需要の両面からの取り組み、革新的技術を生み出すイノベーション等を通じ、持てる技術と知恵を結集して、**業界全体で積極的に挑戦していきます。**



## 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて

## ■ 取り組みの方向性

- 供給側における「電源の脱炭素化」に向けては、エネルギー資源や再生可能エネルギー(以下、「再エネ」)の適地等に乏しい我が国の国情やレジリエンスの観点等を踏まえて、特定の電源に過度に依存することなくバランスのとれた電源構成を追求することが重要。
  - 再エネの主力電源化に向けた電源開発。
  - 確立した脱炭素電源である**原子力発電の再稼働**、安全性を高めた既設炉の最大限の活用、次世代軽水炉・小型モジュール炉(以下、「SMR」)等を視野に入れたリプレイス・新增設、将来にわたる持続的な活用(2030年エネルギーミックス水準以上を維持)。
  - 再エネの主力電源化に向け系統安定化に必要な不可欠な火力発電について、着実なCO<sub>2</sub>排出削減および水素・アンモニア等の**カーボンフリー燃料やCCUS／カーボンリサイクル等のイノベーションを踏まえた脱炭素化**。
- 需要側の脱炭素化に向け、エネルギーの効率利用(省エネ)の徹底と、**最大限の電化の推進**。また、技術的に**電化が困難な分野への水素等の脱炭素エネルギー供給**、利用促進。

## ■ 必要となる条件・政策

- 「S+3E」を前提とした「電源の脱炭素化」と最大限の「電化の推進」に資する**政策的・財政的措置**。
- 社会実装可能な**イノベーション技術と経済合理性の両立**。
- カーボンニュートラルの実現に必要な設備投資や研究開発投資などを促進・支援し、その**コストを社会全体で負担するための仕組みの構築**※や**国民理解の醸成**。

※ 我が国の電気料金にはすでにFIT賦課金などが課されていることも踏まえ、将来のカーボンニュートラルに不可欠である電化の推進を阻害することにならないよう検討する必要

# 取り組みの全体像

カーボンニュートラルの実現

供給側

需要側

系統

【目指す方向】 電源の脱炭素化

**再エネ** ・再エネの主力電源化に向けた電源開発

**原子力** ・再稼働 ・安全性向上  
 ・安全性を高めた既設炉の最大限の活用  
 ・リプレース・新增設

**脱炭素火力** ・脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進

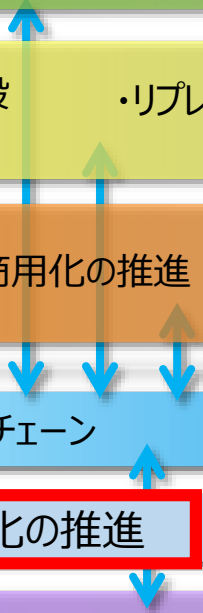
**水素** ・（燃料／電気のキャリア）水素サプライチェーン

【目指す方向】 電化の推進

**各部門** ・電化の取り組み強化  
 ・電化拡大への施策強化、多様化  
 ・新技術や電源構成の変化による電化の加速  
 ・CNに向けた全セクターでの最大限の電化

電力ネットワークの取り組み

**ネットワーク** ・次世代電力ネットワークの構築



### 3. 供給側における「電源の脱炭素化」

#### **(1) 再生可能エネルギー**

## 現状認識

- 2050年カーボンニュートラルを実現するためには、再エネの最大限の導入により主力電源化をはかる必要。
- また、再生可能エネルギー開発の取り組みは、カーボンニュートラルに資するのみならず、電力各社にとって中長期的な経営戦略における成長領域の一つとして位置づけられ、更なる取り組みの加速が必要。

## 取り組みの方向性

- 再エネ主力電源化に向けて、電気事業者として培った技術・経験・ノウハウを活かしながら、自ら再エネの最大限導入を進め、カーボンニュートラルの実現に取り組んでいく。
- 再エネの導入を成長の機会と捉え、各社グループ内外の発電事業者、他業界のビジネスパートナー、国、研究機関等と連携し、課題の解決に向けて全力で取り組んでいく。

# <事例紹介> 太陽光発電・風力発電

## 東京電力リニューアブルパワー(株) 米倉山太陽光発電所



(出典：東京電力リニューアブルパワーホームページ)

|      |            |
|------|------------|
| 設置場所 | 山梨県甲府市下向山町 |
| 運転開始 | 2012年1月    |
| 出力   | 10,000kW   |

## 北陸電力(株) 福浦風力発電所



(出典：北陸電力ホームページ)

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| 設置場所              | 石川県羽咋郡志賀町                     |
| 運転開始              | 2009年10月 (4基)<br>2011年1月 (5基) |
| 出力<br>(2022年1月時点) | 21,600kW<br>(2,400kW×9基)      |



# <事例紹介> 地熱発電

## 東北自然エネルギー(株) 松川地熱発電所

※日本初の商用地熱発電所



(出典：東北電力ホームページ)

|      |          |
|------|----------|
| 設置場所 | 岩手県八幡平市  |
| 運転開始 | 1966年10月 |
| 出力   | 23,500kW |

## 九州電力(株) 八丁原発電所

※日本最大の地熱発電所



(提供：九州電力)

|      |   |
|------|---|
| 設置場所 | 大分県九重町  |
| 運転開始 | 1号機 1977年6月    2号機 1990年6月<br>バィリ- 2006年4月              |
| 出力   | 計 112,000kW<br>(1号機55,000kW 2号機55,000kW<br>バィリ-2,000kW) |

# <事例紹介> 水力発電の新規開発・リパワリング

## 【新規開発例（四国電力(株) 黒藤川発電所）】

<発電所 全景イメージ>



<発電所 内観イメージ>



※発電所の構造・内装材に地元の久万杉を活用

(出典：  
四国電力  
ホームページ)

|      |              |
|------|--------------|
| 設置場所 | 愛媛県上浮穴郡久万高原町 |
| 着工   | 2021年6月      |
| 運転開始 | 2024年6月目途    |
| 出力   | 1,900kW      |

## 【リパワリング例（北海道電力(株) 新得発電所）】



発電所建設状況

(提供：北海道電力)

|      | 【既設】<br>上岩松発電所<br>(1号)     | 【新設】<br>新得発電所   |
|------|----------------------------|-----------------|
| 設置場所 | 北海道上川郡新得町                  |                 |
| 着工   | —                          | 2019年4月         |
| 運転開始 | 1956年8月<br>(2021年7月<br>廃止) | 2022年6月<br>(予定) |
| 出力   | 20,000kW                   | 23,100kW        |



# ＜事例紹介＞ バイオマス発電

## 中部電力(株) 四日市バイオマス発電所



|      |               |
|------|---------------|
| 設置場所 | 三重県四日市市       |
| 運転開始 | 2020年5月       |
| 出力   | 49,000kW      |
| 燃料種別 | 木質ペレット、パーム椰子殻 |

(出典：中部電力ホームページ)

## 関西電力(株) 朝来バイオマス発電所



|      |           |
|------|-----------|
| 設置場所 | 兵庫県朝来市    |
| 運転開始 | 2016年12月  |
| 出力   | 5,600kW   |
| 燃料種別 | be材※燃料チップ |

※be材：バイオマスエネルギー材の略。燃料用チップに供する、間伐等で伐採され森林内に残されたままになっている未利用木材。

(出典：関西電力ホームページ)

# <事例紹介>PV-TPO※事業

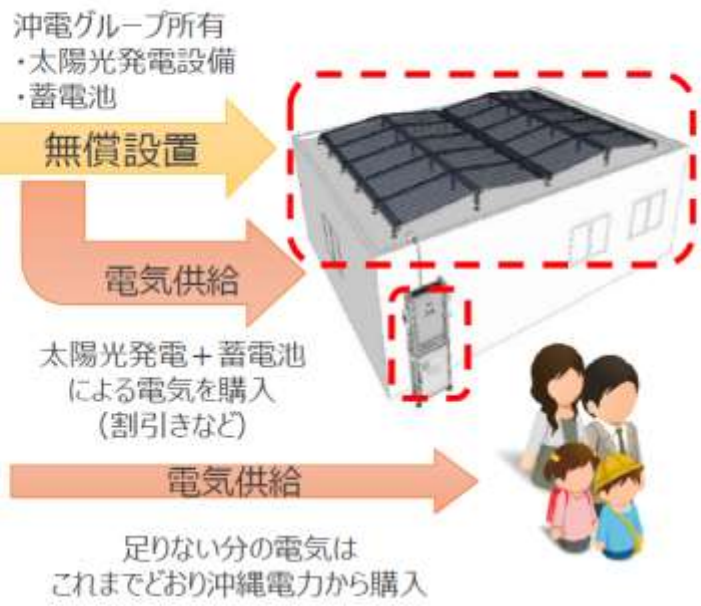
## サービス概要図

**沖縄新エネ開発株式会社**  
Okinawa New Energy Development Co. Inc.

かりーるーふ  
karī-roo-fu

地域とともに、地域のために

沖縄電力



## 設置イメージ



「かりーるーふ」について

- ・屋根を「かりる」
- ・英語で「屋根」を意味する「roof」
- ・また、「かりー」は、沖縄の方言で縁起が良い、福を招く言葉として使われております。

## お客さまメリット

**0円  
初期設置費用無料**

初期設置費用ゼロで太陽光・蓄電池を利用可能

**災害時などもしもの時も  
電気が使えます**

災害時などもしものときも太陽光・蓄電池からの電気を使用可能。

**おトクな  
料金プラン**

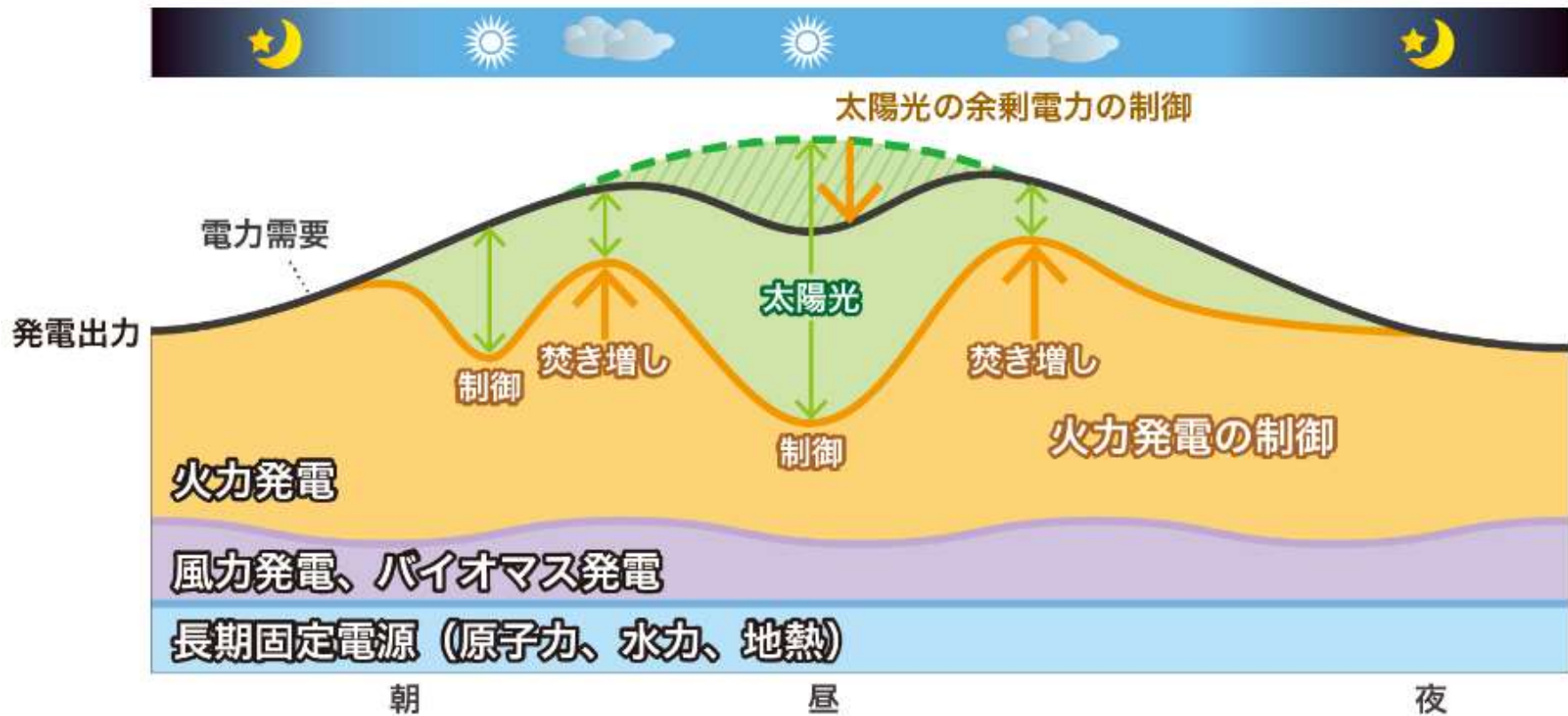
オール電化にすることで、さらに光熱費全体をお安く

太陽光で発電した電気をおトクなプランで購入。

(出典：沖縄電力 プレスリリース資料)

※PV-TPO：Photovoltaic Third-Party Ownershipの略。

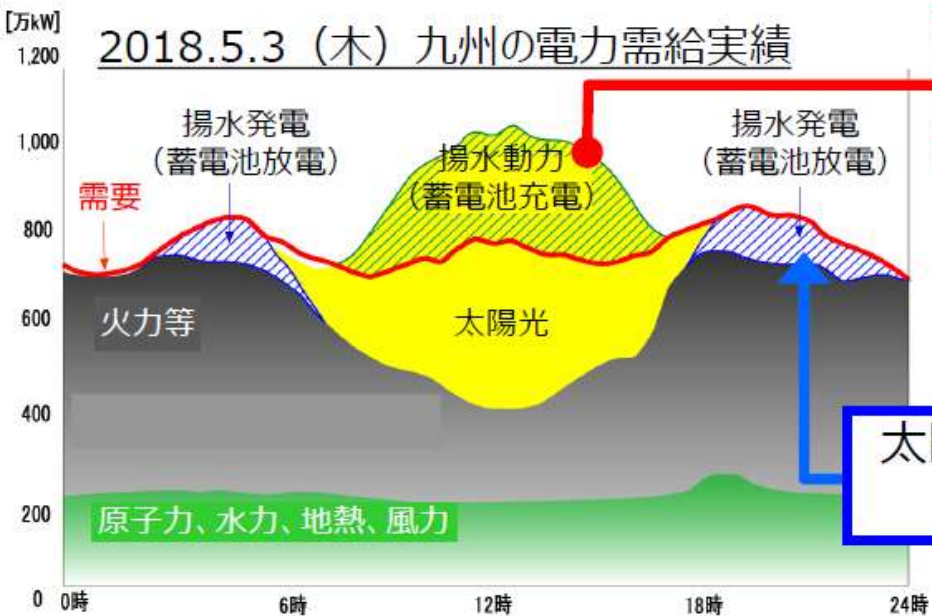
太陽光発電設備と蓄電池を無償で設置し、発電した電気をお客さまに販売するサービス。



(出典：資源エネルギー庁パンフレット「日本のエネルギー2020」)



# <事例紹介> 大容量蓄電池の活用



需要を上回った電気を蓄電池に充電

〔豊前蓄電池変電所〕



太陽光が発電しない夜間に蓄電池から放電

|         | 豊前蓄電池変電所                    | 南相馬変電所                     | 南早来変電所                     |
|---------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 設置場所・面積 | 福岡県、14,000m <sup>2</sup> 程度 | 福島県、8,500m <sup>2</sup> 程度 | 北海道、5,000m <sup>2</sup> 程度 |
| 運転開始    | 2016年3月                     | 2016年2月                    | 2015年12月                   |
| 電池種別    | NAS電池                       | リチウムイオン電池                  | レドックスフロー電池                 |
| 出力・容量   | 出力5万kW、容量30万kWh             | 出力4万kW、容量4万kWh             | 出力1.5万kW、容量6万kWh           |

(出典：送配電網協議会ホームページ「知っク！送配電」)

## 電力各社の再エネ導入目標

| 会社    | 再エネ導入目標  |
|-------|--|
| 北海道電力 | 2030年度までに <u>30万kW</u> 以上の増                          |
| 東北電力  | 東北・新潟エリアを中心に <u>200万kW</u> の開発                       |
| 東京電力  | 2030年代前半までに国内外で <u>600～700万W</u> 程度の新規開発             |
| 中部電力  | 2030年頃に <u>320万kW</u> 以上の開発                          |
| 北陸電力  | 2030年度の再エネ発電電力量を <u>年間20億kWh</u> 増加（2018比）           |
| 関西電力  | 2030年代に <u>600万kW</u> とする（国内外で <u>200万kW</u> 以上新規開発） |
| 中国電力  | 2030年度までに <u>30～70万kW</u> の新規導入                      |
| 四国電力  | 2030年度までに国内外で <u>50万kW</u> の開発を目指す                   |
| 九州電力  | 2030年に国内外で再エネ開発量 <u>500万kW</u> を目指す                  |
| 沖縄電力  | 2030年度までに <u>10万kW</u> の新規開発                         |
| 電源開発  | 2025年までに <u>100万kW</u> の新規開発（2017比）                  |

## 主な課題

- 導入するためのコスト（賦課金、電力系統コスト、設置コスト）増
- 安定供給を維持するための再エネ出力変動への対応
- 適地が限られていることや地元などステークホルダーとの調整が困難

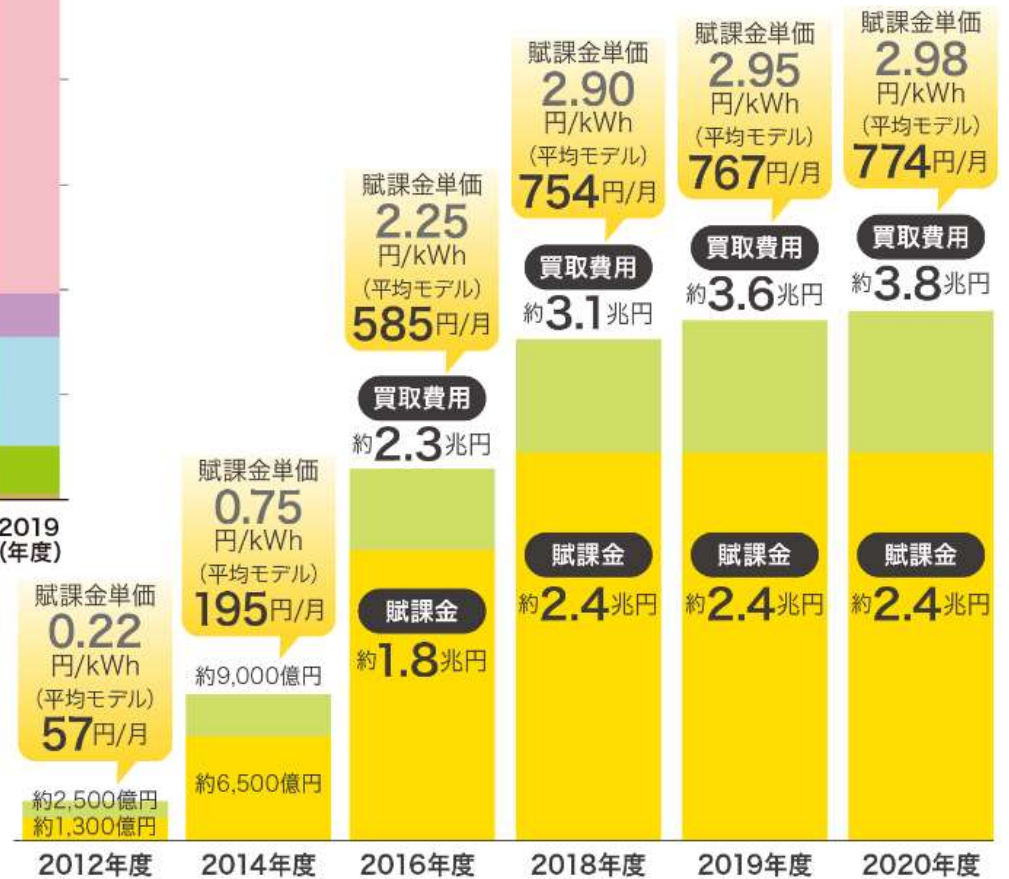
## 必要な条件・政策

- 再エネ適地拡大に資する規制改革
- サプライチェーン全体のコストダウンを促進する施策
- 地元理解醸成を促進する施策

# 再生可能エネルギー設備容量と固定価格買取制度賦課金の推移



固定価格買取制度（FIT）導入以降、太陽光を中心に再エネ導入量が急増 ⇒ 賦課金は電気料金とあわせて回収されており、**電気料金の上昇要因**に



(出典：資源エネルギー庁パンフレット「日本のエネルギー2020」)



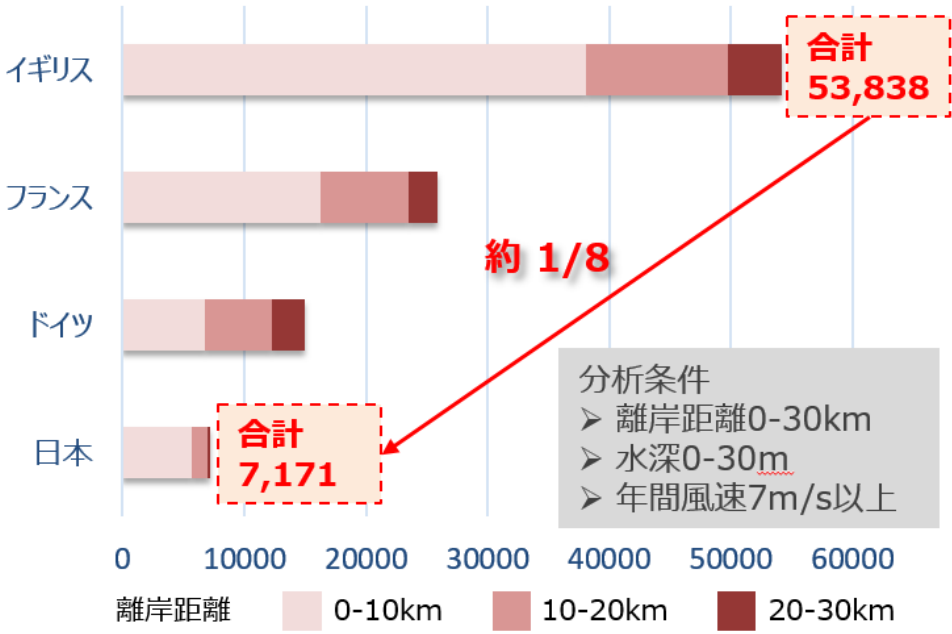
# 再エネ大量導入に向けた日本特有の課題

- 日本においては「遠浅の海が少ない」「平地面積が少ない」など、再エネの適地が限られている。
- また、他国と系統がつながっていないことなどから、太陽光や風力などの変動型再エネを大量導入した場合に、系統の安定性を維持するための系統コストが高つく。
- これらの課題も踏まえ、カーボンニュートラルを達成するためには、再エネと合わせて実用段階にある脱炭素電源の原子力を引き続き活用していくことが必要不可欠。

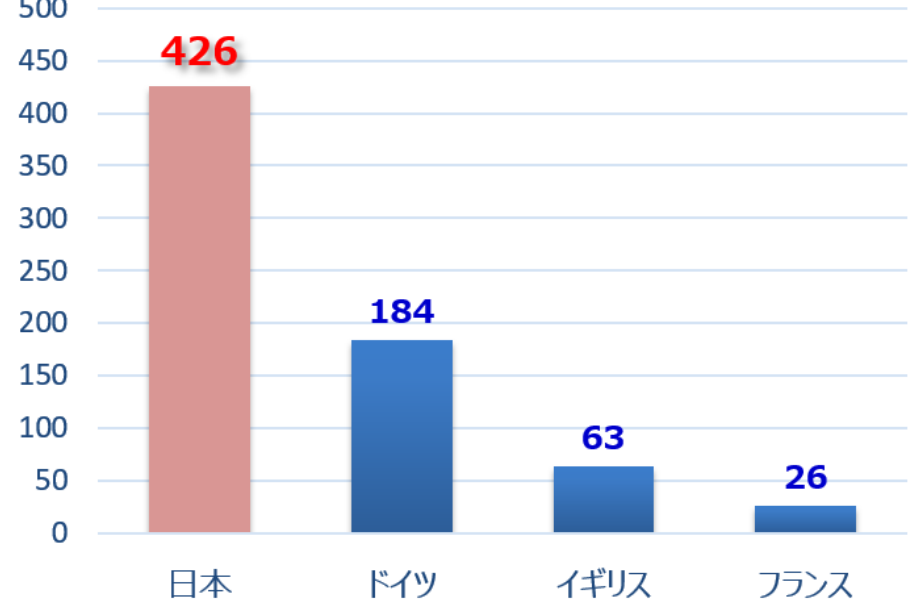
**遠浅の海が少ない**  
 ➤ 洋上風力発電設置可能面積はイギリスの1/8

**平地面積が少ない**  
 ➤ 平地あたりの太陽光設備容量は既に世界最大水準

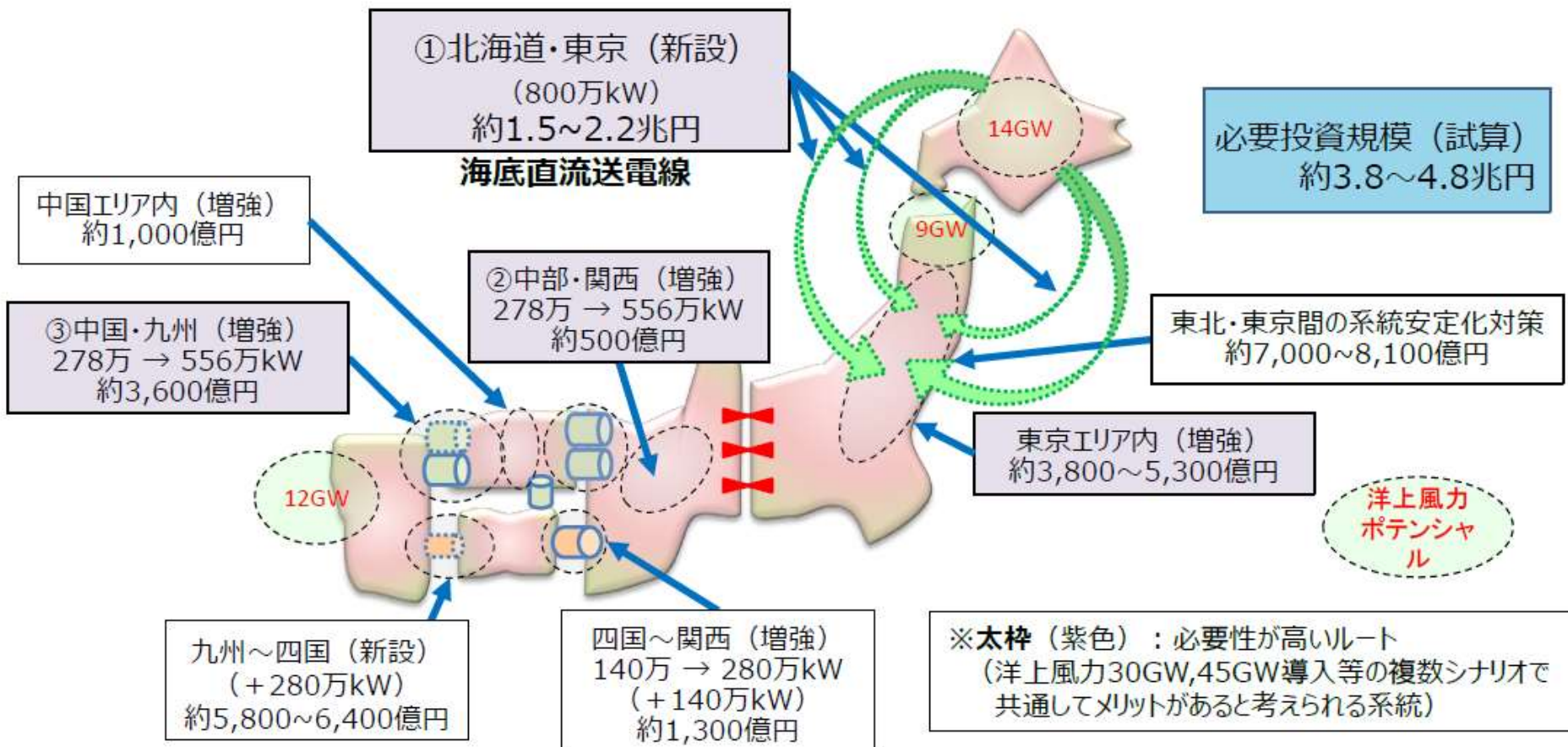
洋上風力発電設置可能面積の比較 (km<sup>2</sup>)



平地面積当たりの太陽光設備容量 [2019年度] (kW/km<sup>2</sup>)



マスタープランの中間整理 (電源偏在シナリオ45GWの例)



(出典 : 2030年度におけるエネルギー需給の見通し (第6次エネルギー基本計画関連資料) )



# (参考) 系統運用ルールの見直し

- 系統の増強には一定程度の時間を要することから、系統の増強と平行しながら既存系統を最大限に活用する必要がある。このため、再エネの導入拡大に向けて、系統の運用ルールの見直しを進めている。

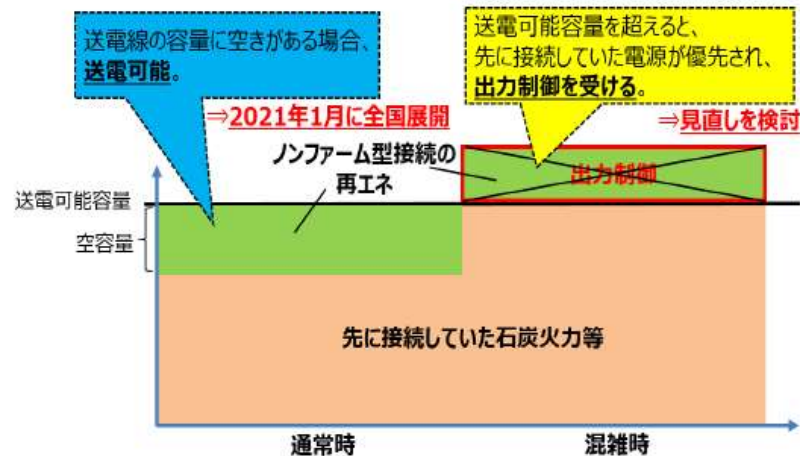
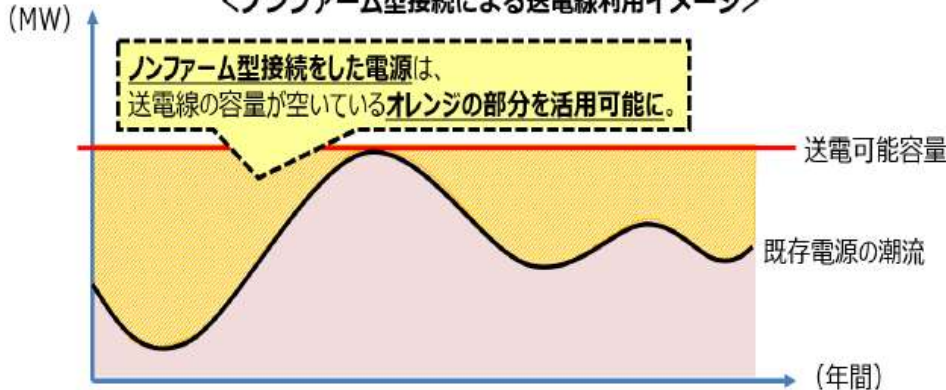
## ノンファーム型接続の運用拡大

- 再エネ導入拡大の鍵となる送電線の増強には一定の時間を要することから、早期の再エネ導入を進める方策の1つとして、2021年1月より全国の空き容量の無い基幹系統において、**送電線混雑時の出力制御を条件に新規接続を許容する「ノンファーム型接続」の受付を開始した。**
- 今後、再エネ主力電源化に向けて、基幹系統より下位のローカル系統などについても、ノンファーム型接続の適用の仕方について検討を進めていく必要があるため、**2022年度末頃を目途にノンファーム型接続の受付を順次開始することを目指して検討を進める。**
- また、配電系統への適用については、2020年度から行っている、分散型エネルギーリソース (DER) を活用したNEDOプロジェクトを進め、その結果を踏まえつつ、適用範囲の拡大を検討していく。

## 送電線混雑時の出力制御、先着優先ルールの見直し

- 送電線の容量制約により、接続されているすべての電源の発電量を流せない場合、現行のルールは、後から接続したものを先に制御することとなっている(先着優先ルール)。
- 他方、先着優先ルールの下では、ノンファーム型接続をした再エネより、従前から接続されている石炭火力等が優先されるため、**送電線混雑時に、CO2排出や燃料費の無い再エネが、石炭火力等より優先されるように、系統利用ルールの見直しを進める。**
- 市場を活用する新たな仕組みへの将来的な移行を見据えながら、**当面は、S+3Eの観点から、CO2対策費用、起動費、系統安定化費用といったコストや、運用の容易さを踏まえ、送配電事業者の指令により電源の出力を制御する再給電方式を2022年中に開始予定。**

＜ノンファーム型接続による送電線利用イメージ＞



(出典：2030年度におけるエネルギー需給の見通し (第6次エネルギー基本計画関連資料) )

### 3. 供給側における「電源の脱炭素化」

#### (2) 原子力

# 原子力の特長

- 原子力は「発電時にCO2を排出しない」、「エネルギー密度が高い」、「経済効率性が高い」という特長を有する確立された技術であり、**安全性の確保を大前提に、必要な規模を持続的に活用。**
- 2030年度の目標である20~22%を達成すべく、業界一丸となった取り組みを推進。

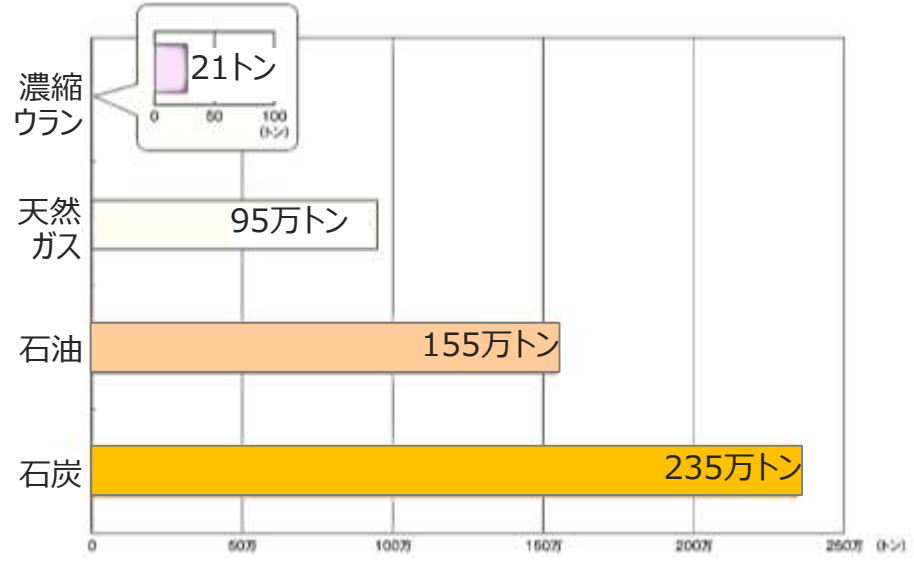
## <原子力発電によるCO2排出削減効果（試算）>



## <日本の電源種別ライフサイクルCO2の比較>



## <100万kWの発電所を1年間運転するために必要な燃料>



(出典) 資源エネルギー庁HP「原発のコストを考える」より編集

## 現状認識

- 2050年カーボンニュートラル実現のためには、「実用段階にある脱炭素化の選択肢」である原子力発電を、一定規模、継続的に活用していくことが必要であるが、いまだ社会の皆さまからの信頼回復の途上。
- 足下の再稼働を進めるにあたっては、将来の見通しに不安を抱える立地地域の皆さまにご安心いただくことが重要。また、安全かつ安定した稼働には産業基盤維持、原子燃料サイクル・バックエンドの確立・推進が必要。
- そのためには、継続的な原子力発電の活用に向けたリプレース・新增設といった将来的なビジョンが早期に必要。

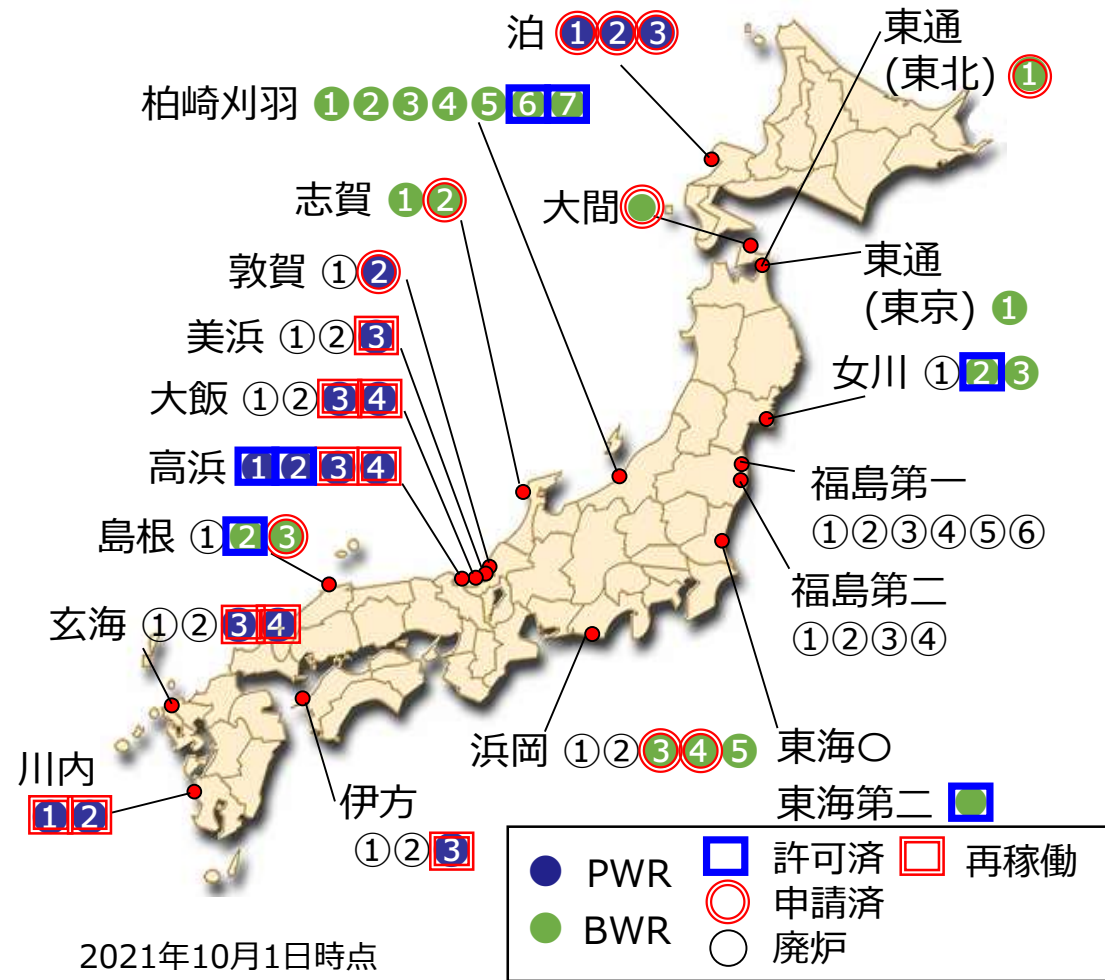
## 取り組みの方向性

- 確立した脱炭素電源である原子力発電について、今後も自主的に安全性向上を追求し続けるとともに、早期再稼働を果たし、安全性を高めた既設炉の安全かつ安定した稼働、最大限の活用、既に技術的に確立されている中で更なる安全性向上が検討されている次世代軽水炉等を視野に入れたリプレース・新增設による**将来にわたる持続的な活用に取り組んでいく。**



# 再稼働・新規制基準適合審査の状況

- 至近では2021年6月23日にPWRプラントの美浜 3 が国内10基目、40年超プラント初の再稼働を達成。
- また、新規制基準適合審査では、BWRプラントで5基目となる島根 2 が2021年9月15日に設置変更許可を取得し、許可済みプラントは計17基に到達。
- 引き続き、安全性を高めた上で順次、再稼働を目指す。



| 新規制基準<br>許認可状況 |     | PWR | BWR | 合計 |    |
|----------------|-----|-----|-----|----|----|
| 許可済            | 再稼働 | 10  | 0   | 10 | 17 |
|                | 未稼働 | 2   | 5   | 7  |    |
| 申請済*1          |     | 4   | 6   | 10 |    |
| 未申請*1          |     | 0   | 9   | 9  |    |
| 合計             |     | 16  | 20  | 36 |    |

\*1 上記には建設中のプラント(3基)含む  
 ・申請済：島根 3号・大間  
 ・未申請：東通 1号 (東京)

| 廃止ユニットの状況 | PWR | BWR | その他 | 合計 |
|-----------|-----|-----|-----|----|
| 廃炉 (○)    | 8   | 15  | 1※  | 24 |

※ 東海発電所：黒鉛減速・炭酸ガス冷却型 (GCR)



- 2030年原子力比率20～22%達成に向け、早期再稼働および稼働率向上に向けた対応が必要。
- 再稼働加速タスクフォースでは、早期再稼働に向けた実効性ある取組みを進めているところ。

### 【経緯および取り巻く状況】

- 2050年カーボンニュートラル実現に向けた検討及び第6次エネ基の議論が開始された中、事業者として、「2030年原子力発電比率20-22%」実現に向け、2021年2月、早期再稼働のための業界大の取組み・連携スコープを拡大し、現状の取組みを深掘りするため、新たに「再稼働加速タスクフォース」を設置。
- 第6次エネルギー基本計画に再稼働加速タスクフォースが記載されたことを踏まえ、再稼働加速タスクフォースに対する社会的注目が高まっている。

### 【活動概要】

- これまでに各社への希望調査および電事連各技術委員会での再稼働の取組みに係るセルフアセスを実施し、実効的な支援ニーズを集約。
- 再稼働加速タスクフォース、PB情報連絡会および電事連関係部署が連携し、各社ニーズを踏まえた以下の項目について、取組みを進めているところ。
- 「①人的支援の拡大」、「②審査等の情報共有の強化」、「③再稼働に向けた技術支援」

## ① 人的支援の拡大

- 先行電力が後発電力をシーケンスに支援する枠組み検討したが、見通しは明るくない状況。
- 先行電力が実施したマンパワー不足解消施策を後発電力に指南し、後発電力内で展開。
- 先行電力の協力企業（NEL、KP、西日本技術開発）による電力支援を後発電力へ拡大。
- 後発電力間での支援スキーム（支援範囲を通常業務にも拡大し、後発電力の力量向上に加え、再稼働直前プラントのリソース逼迫緩和にも繋がるマッチング支援）を検討中。

## ② 審査等の情報共有の強化

- 審査資料準備の軽減化のため、資料作成に必要となるプラント（女川2など）を対象とし、検索性が高く、可能な限りWord変換できる「審査資料DVD」を作成し後発電力に提供。
- DVDには、申請書や審査纏め資料だけでなく、ヒアリング議事録等の詳細なNRAコメントも含め、審査準備に必要な情報を可能な限り共有できるものとした。
- 更なる加速策として、島根2号の設工認ヒアリングを傍聴できる仕組みを構築し運用開始。

## ③ 再稼働に向けた技術支援

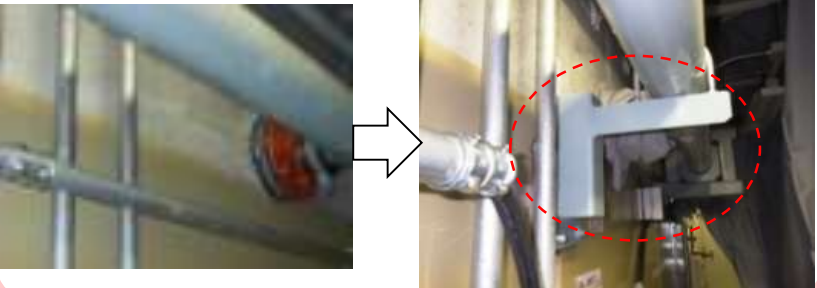
- 後発電力の確実な再稼働準備に繋げるため、先行電力が再稼働時に得た知見、教訓を共有する再稼働準備内容説明会を開催（発電所長クラスのほか総勢約500名が参加）。
- JANSIおよび関西電力の協力のもと、長期停止および高経年化を踏まえて追加的に行った具体的準備内容も共有。

# 既設炉の安全性向上（中部電力浜岡原子力発電所の取組例）

- 地震・津波等の自然現象に対して大幅に頑健性を向上。万一の事故に備え、安全対策設備（電源・注水手段）を多重・多様に配備。

## 地震

配管サポート耐震補強、排気筒補強、  
地盤改良、斜面補強 等  
＜配管サポート耐震補強の例＞



## 津波

防波壁（海拔22m、総延長約1.6 km）



建屋外壁の耐圧性・防水性強化



## 電源設備



ガスタービン発電機（海拔40m地点）



電源車（社員が車両取扱資格を取得）

## 冷却・除熱機能の強化



可搬型取水ポンプ車、注水ポンプ車（社員が車両取扱資格を取得）



フィルタベント設備



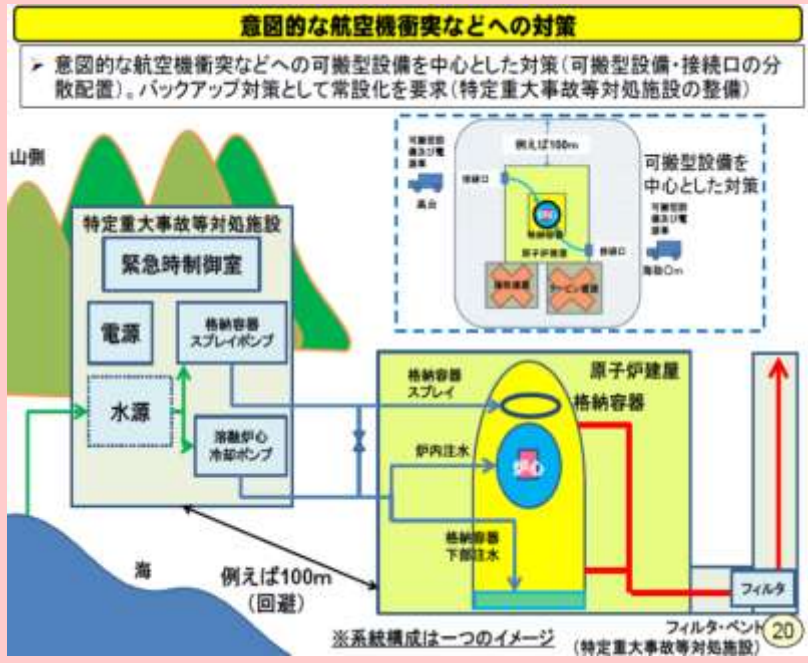
熱交換器車

# 既設炉の安全性向上（特定重大事故等対処施設）

● 新規制基準によるシビアアクシデント対策に加えて、信頼性向上のための特重施設の設置や、新たな規制要求への的確に対応し、継続的に安全性を向上。

## 特定重大事故等対処施設

シビアアクシデント対策に必要な機能を満たした上で、更に、その信頼性向上のためのバックアップ対策として設置



## 新規制基準施行後のバックフィット

新たなバックフィット要求にも的確に対応し、継続的に安全性を向上。

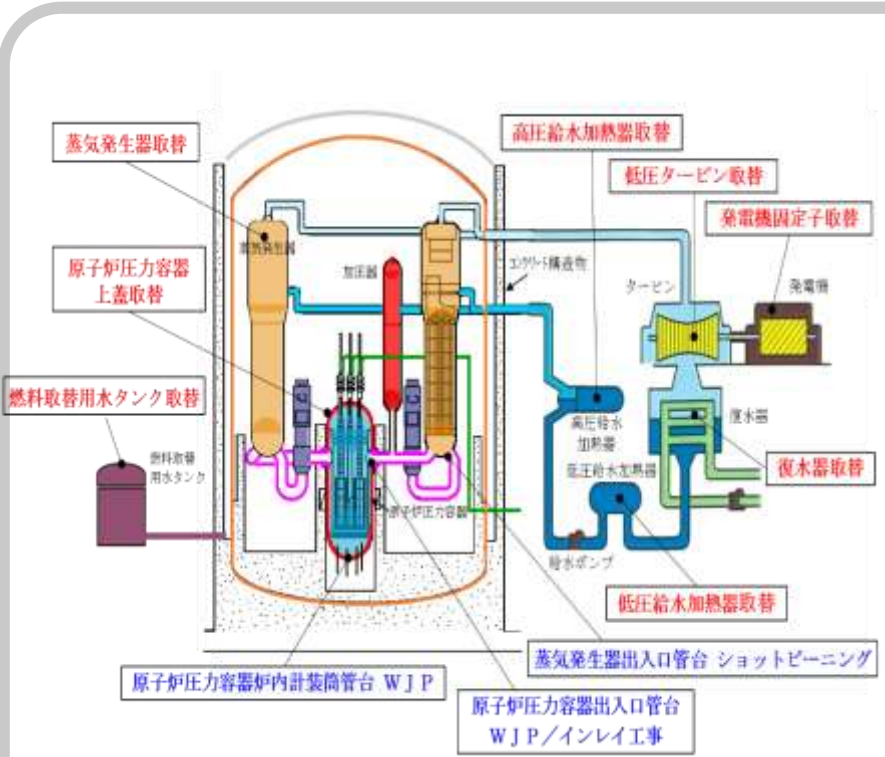
● : 実施済み、○ : 実施中、△ : 議論中

- 2017年
  - 動的機器の機能維持確認 : ●
  - 降下火砕物に対する影響評価と対応 : ●
  - 燃料設備の耐震評価 : ●
  - 高エネルギーアーク損傷対策 : ○
  - 有毒ガス防護対策 : ○
  - 柏崎刈羽審査知見の反映 : ○
- 2018年
  - 地震時のスロッシングに伴う溢水対応 : ○
- 2019年
  - 火災感知器の設置要件の明確化に係る対応 : ○
- 2020年
  - 三相電気系統の一相開放対策 : △
  - デジタル安全保護系に係る共通要因故障対策 : ○
- 2021年
  - 震源特定せず策定する地震動 : ○

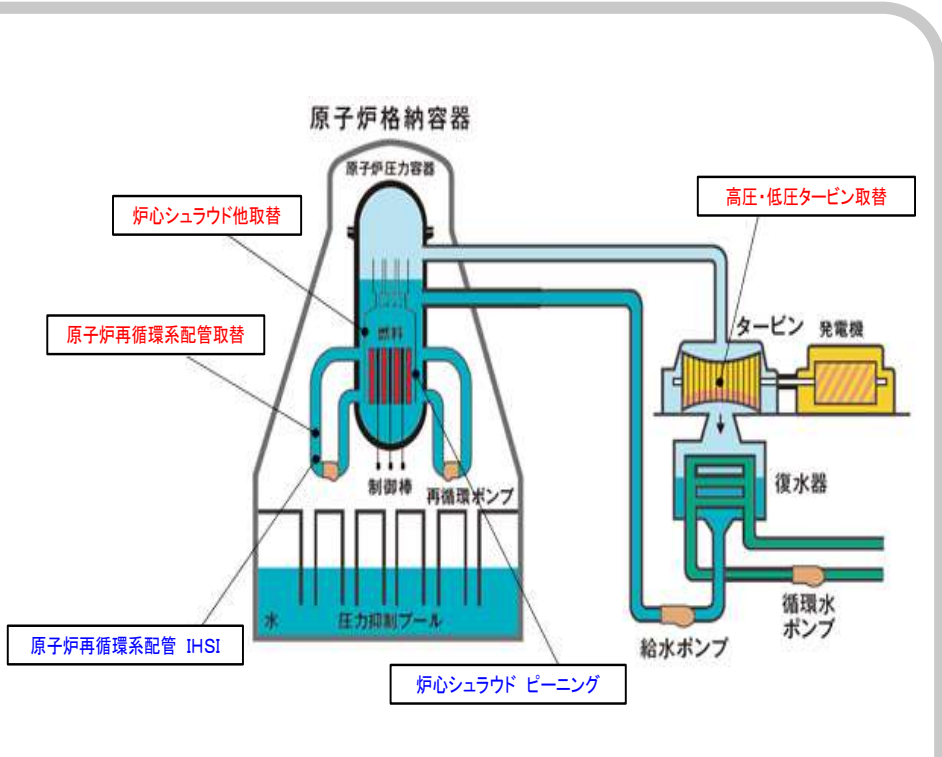


# 既設炉の安全性向上（大型機器の取替等 1 / 2）

- 原子力発電所の設備について、長期運転に伴う経年劣化について、継続的に技術的な評価を実施。
- 安全機能の信頼性を維持・向上させるため、大型機器についても、新しい技術を取り入れながら取替を積み重ね。



(PWRプラントの例)



(BWRプラントの例)

## 原子力発電所の大型機器の取替等の実績

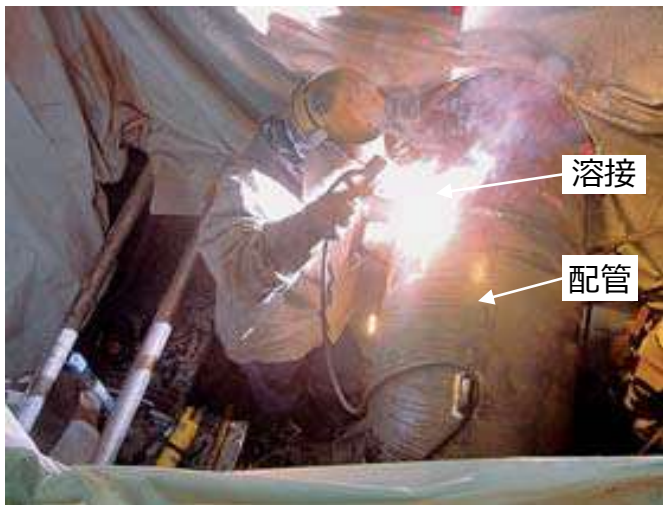
# 既設炉の安全性向上（大型機器の取替等 2 / 2）



蒸気発生器取替



高圧給水加熱器取替



配管の取替

(提供：関西電力)



# 既設炉の安全性向上（事故時対応能力の向上）

- 万一の事故時の防災対策強化のため、教育・訓練を繰り返し行うことで、重大事故等への対応能力を向上。
- 事業者間の連携を強化することによって、事故対応のための資機材を柔軟に融通し合うこと等により、更に対応能力を強化。

## 防災訓練

事故対応能力の向上のため、不断に教育・訓練を実施。（下記は中部電力の例）



要素訓練※  
（約600回／年）

※瓦礫撤去、可搬型注水車訓練等



シミュレータ訓練  
（約350回／年）



重機・車両取扱資格 取得者（延べ約160人）

## 事業者間連携

- ・全社連携の拠点として、「美浜原子力緊急事態支援センター」を設立（2016年）



施設全景（所在：福井県）



資機材（例）

- ・原子力災害時における「原子力事業者間協定」を締結（2014年）。事業者間で資機材の貸与、要員派遣を実施。



# 原子燃料サイクルの推進

- 原子力発電の継続のためには、原子燃料サイクル確立・推進が必須であり、特に、使用済燃料管理の観点から、再処理、プルトニウム利用、乾式貯蔵を推進。
- 中長期的な課題として、サイクル事業の進展に向け、使用済MOX燃料の取扱い、中間貯蔵後の使用済燃料の搬出見通し、社会にも説明可能なサイクル政策のシナリオ構築に向けて、官民一体で対処していく必要。

## 再処理

六ヶ所再処理工場は、2020年7月29日に新規規制基準への適合性審査（事業許可）に合格。今後もメーカ・ゼネコンを含め業界一丸となって全面的に支援し、竣工、その後の円滑な操業に向けて着実に進捗させていく。

## Pu利用

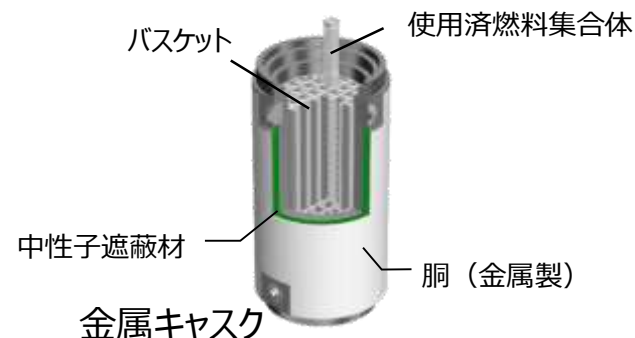
「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」に基づき、プルトニウム保有量の適切な管理に向け、プルサーマルを早期かつ最大限導入することを基本に、プルトニウムの需給バランスの確保に最大限取組んでいく。

## SF対策

原子燃料サイクルに柔軟性を持たせるべく、使用済燃料の貯蔵容量の増加に向けた対応、貯蔵方式の多様化に係る取り組みを引き続き進めていく。

### [乾式貯蔵の技術開発(貯蔵方式多様化、将来貯蔵)]

- ・キャスクバスケット用アルミニウム合金の開発
- ・高燃焼度燃料の貯蔵に向けた技術課題検討
- ・コンクリートキャスクの実用化に向けた技術課題検討
- ・金属キャスクの長期健全性に係る海外情報調査



# 原子燃料サイクルのメリット

## メリット1

再処理することで、ウラン・プルトニウムを資源として再利用できる。

## メリット2

直接処分と比べ処分施設の面積が約1/2～1/3になる。

## メリット3

天然ウラン並みの有害度\*になるまでの期間が約1/20に低減する。

【直接処分】約10万年

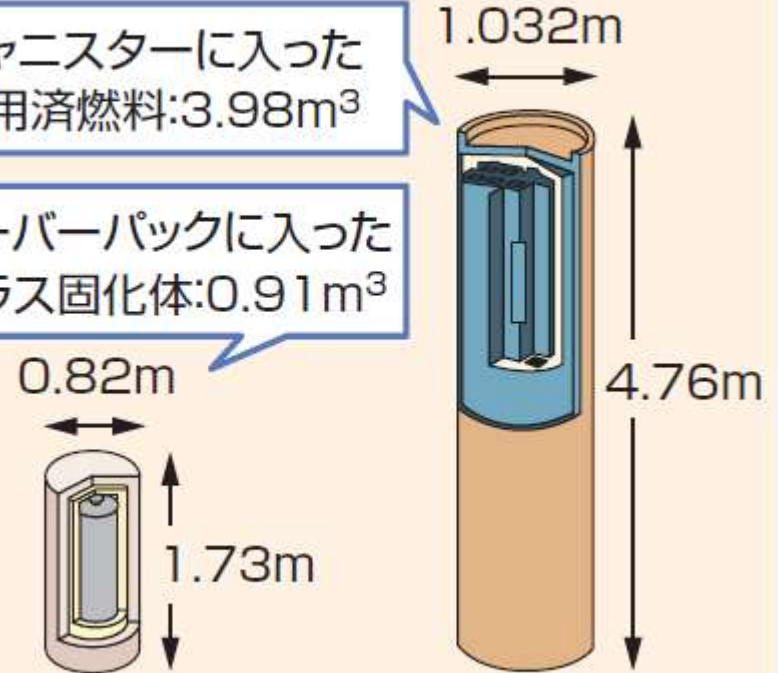
【再処理】約8千年

\*人が体内に放射性物質を直接取り込んだと仮定した潜在的な有害度

直接処分に比べ高レベル放射性廃棄物の体積が約4分の1になる。

キャニスターに入った  
使用済燃料:3.98m<sup>3</sup>

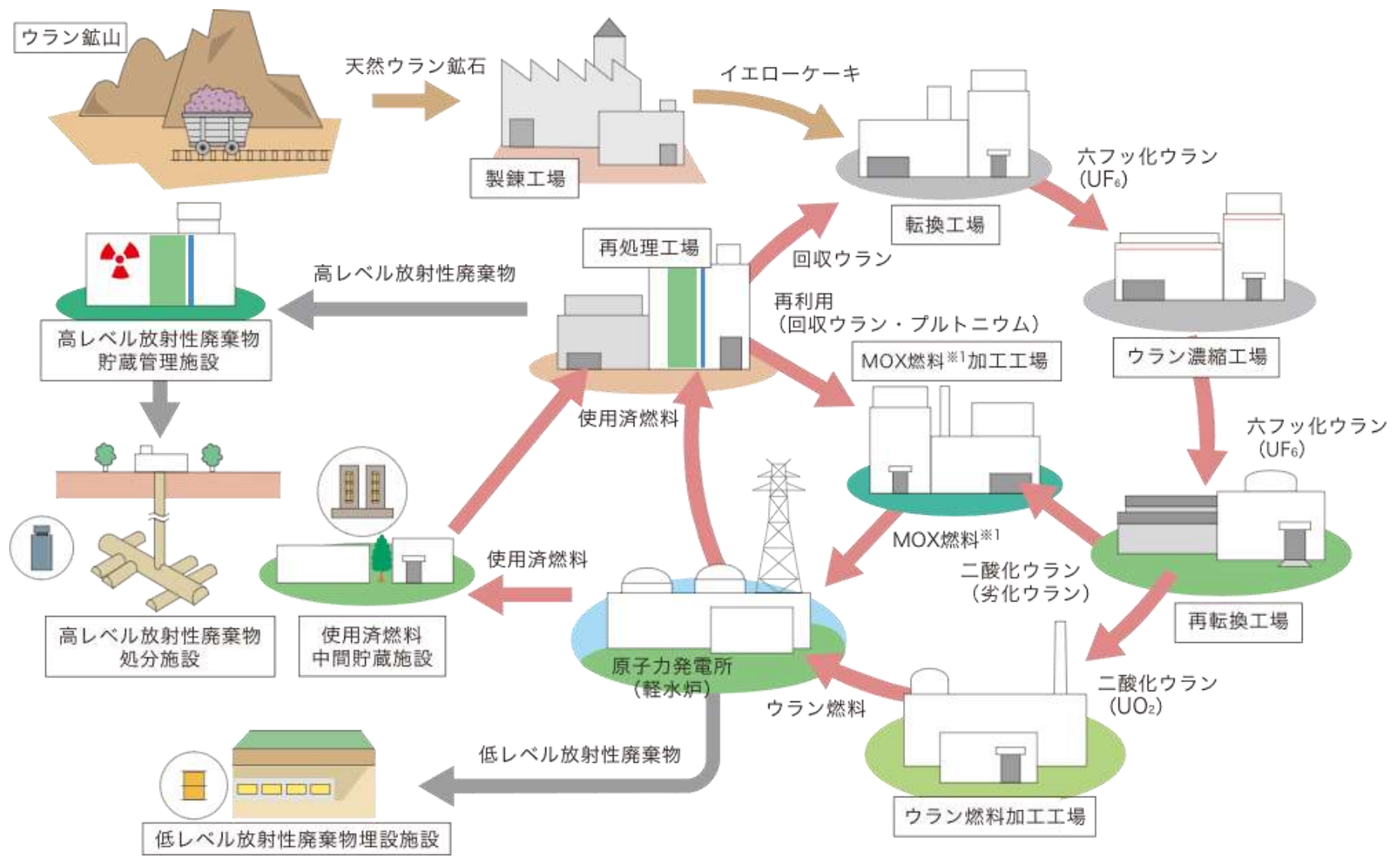
オーバーパックに入った  
ガラス固化体:0.91m<sup>3</sup>



再処理した場合

直接処分した場合

# 原子燃料サイクル施設の状況

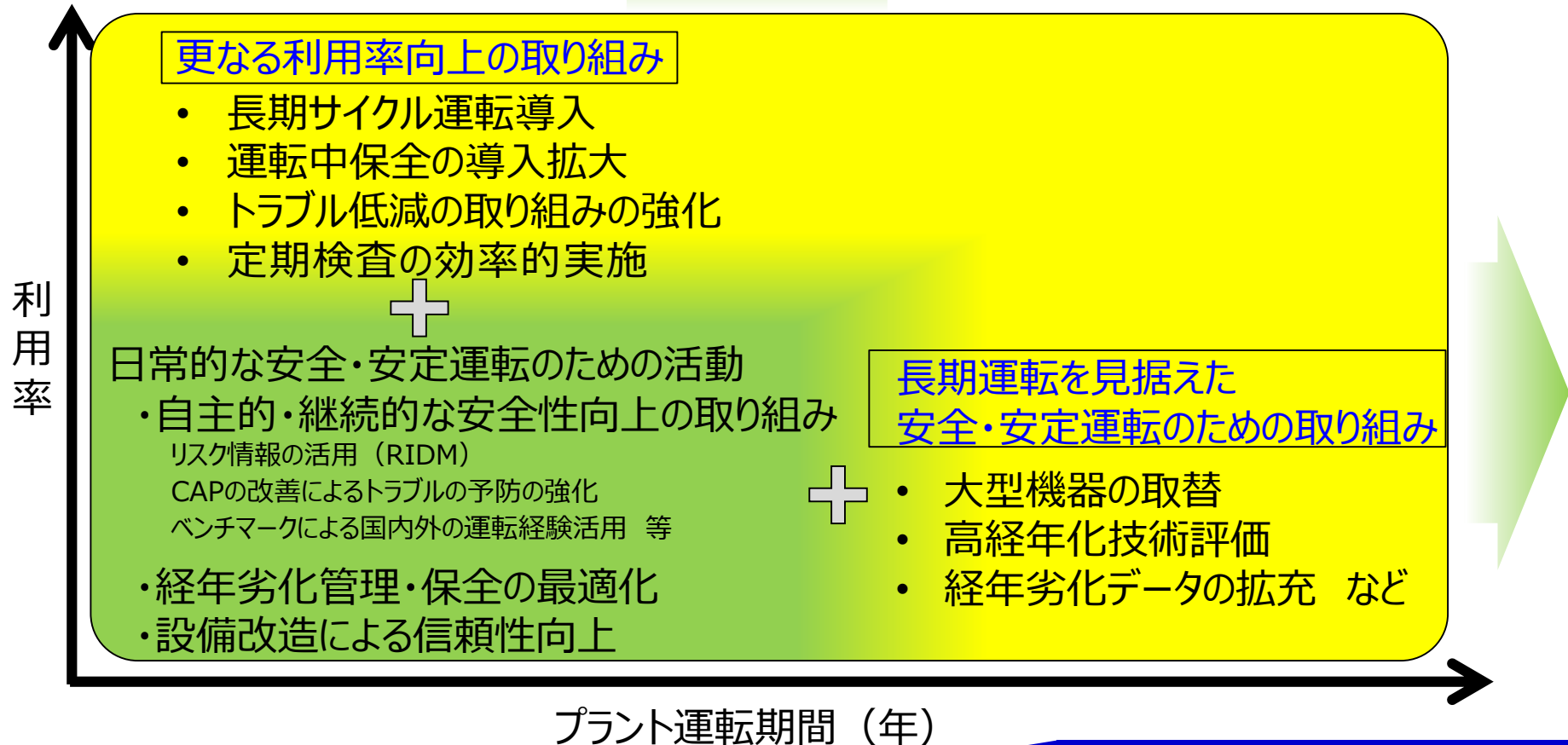


出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」

# 利用率向上および長期運転に向けた取り組み

- 再稼働したプラントは、これまでの日常的な安全・安定運転のための活動に加えて、自主的・継続的に安全性を向上しつつ、立地地域のご理解を大前提に、長期サイクル運転導入と運転中保全の導入拡大により、更なる利用率の向上に取り組んでいく。
- また、長期運転を見据えた経年劣化データの拡充等の取り組みを進めていく。

## ＜取り組みの全体像＞



- 2050年カーボンニュートラルには、原子力発電を2030年の水準を下げることなく一定規模維持し、継続的に活用していくことが必須。そのためには、より安全性を高めたプラントのリプレース・新增設が不可欠。
- またリプレース・新增設を計画的に実施していくためには原子力産業基盤の維持が不可欠。
  - 高度な技術力・人材を維持していくためには、既設プラントの保守業務に加え、新設プラントの建設業務が必要（メーカー設計、サプライチェーンによる製造体制等）。
  - 軽水炉の建設経験は2010年頃（泊3、島根3）であり、既に10年を経過しており、産業基盤の維持が困難になりつつある状況。新設プラント建設までの空白期間が更に長期化すると、国内の原子力産業基盤は毀損してしまう虞。
  - 第6次エネルギー基本計画において、将来におけるリプレース・新增設について明記がなく、依存度低減という記述が残されているが、準国産電源であり、CO2ゼロエミッション電源でもある原子力を持続的に活用していくためにも、国からの早期の明確なメッセージを出して頂くことが必要と考える。



# アクションプラン／ロードマップ

## アクションプラン／ロードマップ

|     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| 原子力 | 安全性向上             | <ul style="list-style-type: none"> <li>リスク情報の活用・産業界との連携も含めた、自主的安全性向上活動の継続</li> <li>丁寧な対話活動・情報発信等の理解活動の継続</li> </ul>  |
|     | 早期再稼働             | <ul style="list-style-type: none"> <li>上記を含めた、各事業者の取り組みによる早期再稼働の実現</li> <li>新たに設置した「再稼働加速タスクフォース」を通じた事業者間の人的・技術的支援強化等による早期再稼働の実現</li> </ul>  |
|     | 既設炉の最大限の活用        | <ul style="list-style-type: none"> <li>長期サイクル運転の導入、定期検査期間の短縮等による稼働率の向上</li> <li>既設炉の長期運転に向けた大型機器取替、特別点検、研究開発等の高経年化対応の継続</li> </ul>   |
|     | リプレース・新增設         | <ul style="list-style-type: none"> <li>安全性・経済性を高めた次世代炉等の導入に向けた、開発動向の把握、国の研究開発への協力等の取り組みの推進</li> <li>安全性・経済性に優れた、次世代軽水炉等の活用を視野に入れたリプレース・新增設の実現</li> <li>水素製造等への原子力エネルギーの新たな活用に向けた検討の推進</li> </ul> |
|     | サイクル・バックエンドの確立・推進 | <ul style="list-style-type: none"> <li>原子燃料サイクルの早期確立に向けた取り組みの継続（日本原燃支援など）</li> <li>円滑な廃炉に向けた取り組みの継続（クリアランス物の再利用実現など）</li> <li>バックエンド確立に向けた取り組みの継続（最終処分実現に向けた理解活動など）</li> </ul>                   |

| 原子力 | 2022年                     | ～2030年                | ～2040年                        | ～2050年 |
|-----|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------|
|     | 早期再稼働<br>安全性向上            | 安全性を高めた既設炉の<br>最大限の活用 | リプレース・新增設<br>(次世代軽水炉など)       |        |
|     | 原子燃料サイクルの確立<br>廃止措置の円滑な推進 |                       | 原子燃料サイクルの推進<br>廃棄物処理・処分の円滑な推進 |        |

※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。

### 3. 供給側における「電源の脱炭素化」

#### **(3) 脱炭素火力**

## 現状認識

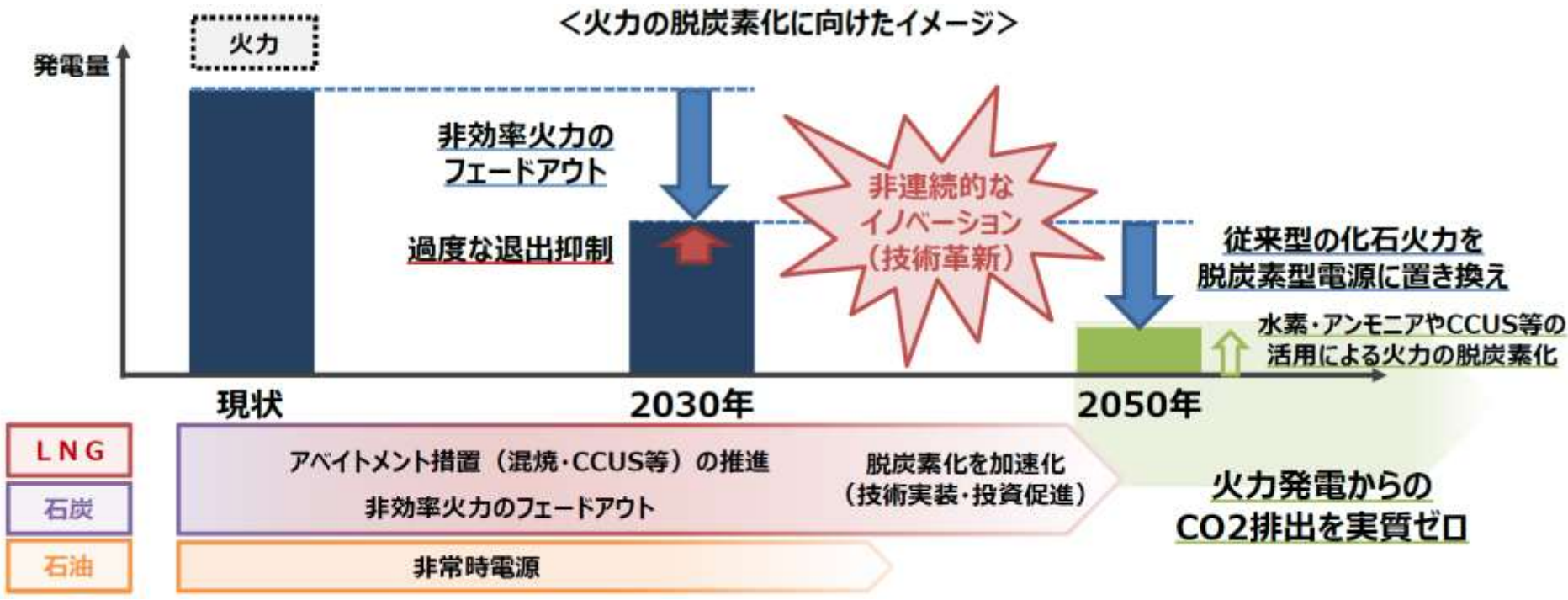
- 太陽光・風力の発電量は常に変化するため、火力発電がそのしわ取り(需要と供給のバランス調整)をし、安定供給を維持する必要があるため、その変動量と同規模の発電容量(kW)を調整力として維持することが不可欠。
- 再生電源が増加すると、電力系統全体の慣性力および同期化力が減少し、電源脱落時等の周波数変動により安定供給に支障をきたすおそれがあるため、火力発電の脱炭素化がカーボンニュートラルに向けた大きな課題。
- 火力発電の脱炭素化には、水素・アンモニア発電やCCUS／カーボンリサイクルといった複数の可能性があり、商用化に向けて、いずれも革新的技術を生み出すことが必要。

## 取り組みの方向性

- 火力発電の脱炭素化に向けては、水素・アンモニア発電やCCUS/カーボンリサイクルといったイノベーションの創造やその実装に向け、**特定の技術に決め打ちをせず取り組んでいく。**
- 水素・アンモニア発電の社会実装のためには、**サプライチェーンの確立が前提**であり、サプライチェーンに関わる**技術開発を併せて推進**すべく、国・メーカー・他産業と連携し課題解決に取り組んでいく。
- CCUS／カーボンリサイクルについては、**CO<sub>2</sub>の輸送・貯留インフラ等の環境が整備されることを前提**に、**CO<sub>2</sub>の分離・回収とカーボンリサイクルの技術開発・実証**における課題解決に取り組んでいく。

# 2050年カーボンニュートラルに向けた火力の考え方

- 電力の安定供給と再エネの最大限導入との両立のためには、**火力の供給力、調整力、慣性力等が必要不可欠。**
- 非効率石炭のフェードアウトや更なる効率向上に取り組みつつ、高効率石炭は引き続き活用していくことが必要。
- 脱炭素に向けては水素・アンモニアの活用やCCUSを着実に進めていく。



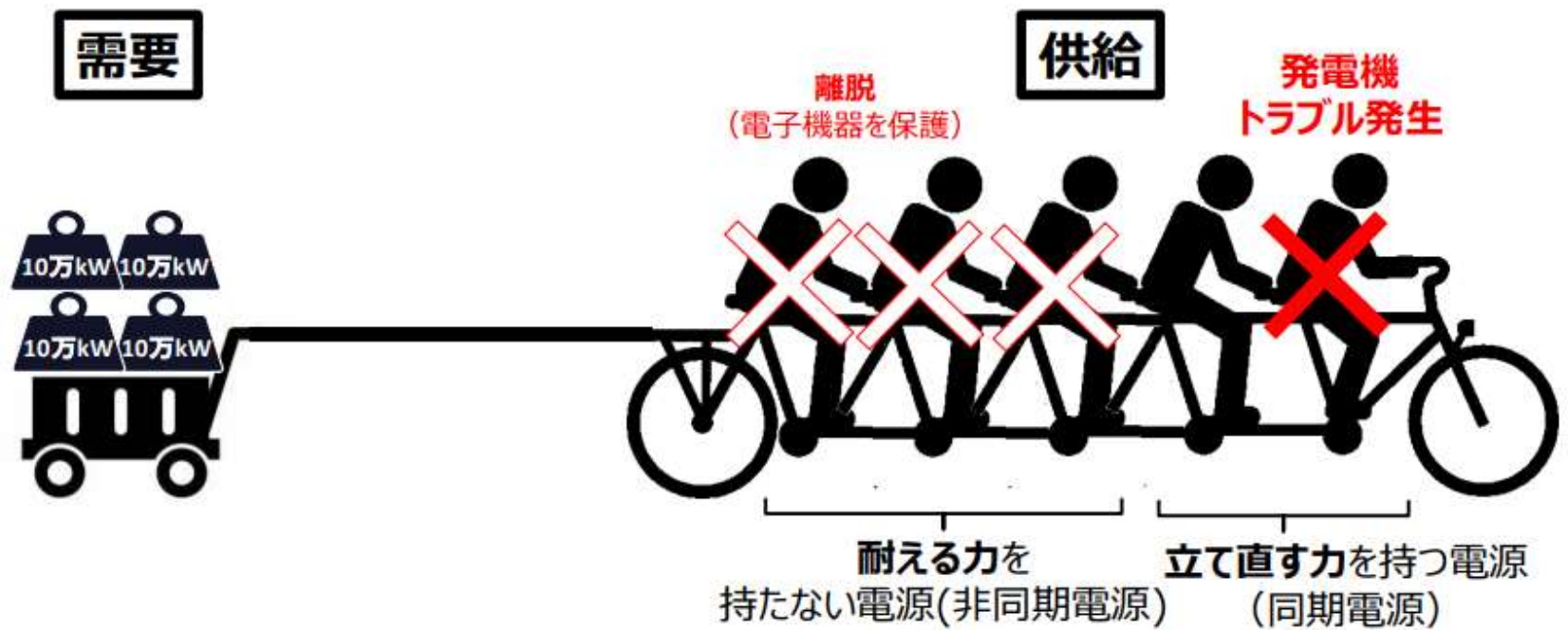
(出典:2021年8月4日 第48回基本政策分科会資料)



# 慣性力の減少と停電リスク①

## 慣性力の減少と停電リスク

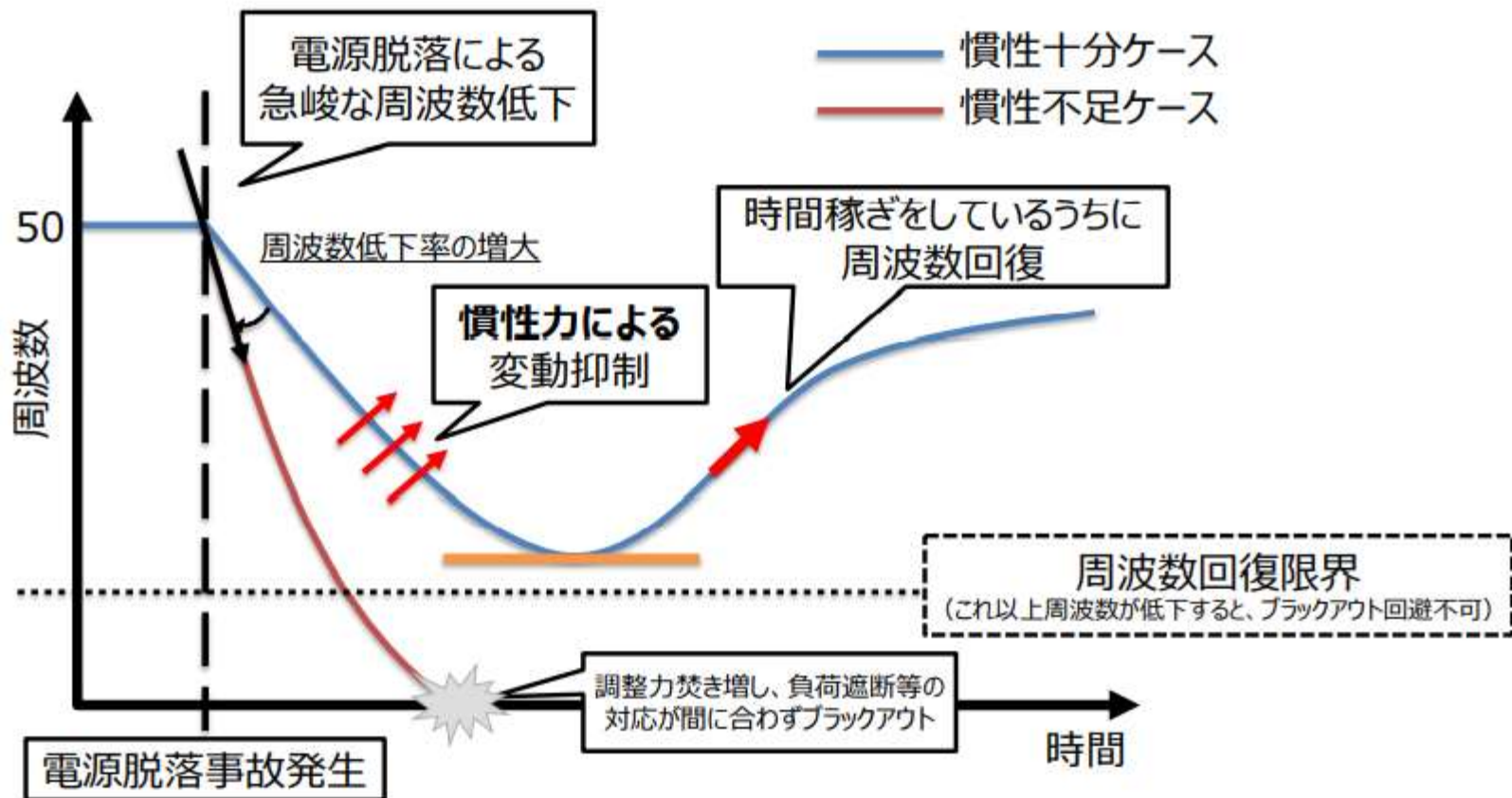
- 系統で突発的なトラブル（電源の離脱、落雷等）が生じた場合、
  - ✓ 太陽光、風力、蓄電池などの非同期電源は、50Hzや60Hzの交流に変換するため電子機器を使用。周波数や電流の急激な変化に対して、**周波数を維持する機能を持たず**、周波数の変化が一定の閾値を超えると、その電子機器を守るため**離脱**（解列）する。
  - ✓ 火力、原子力、水力などの同期電源（50Hzや60Hzの回転速度で回る電源）は、タービン（機械）の回転で発電しており、周波数や電流の急激な変化に対して、**同じ周期で回転を維持する力（慣性力）が働くため**、相対的に周波数や電流の急激な変化に対して、**発電を継続し、周波数を維持する機能を有する。**



(出典:2020年11月17日 第33回基本政策分科会資料)

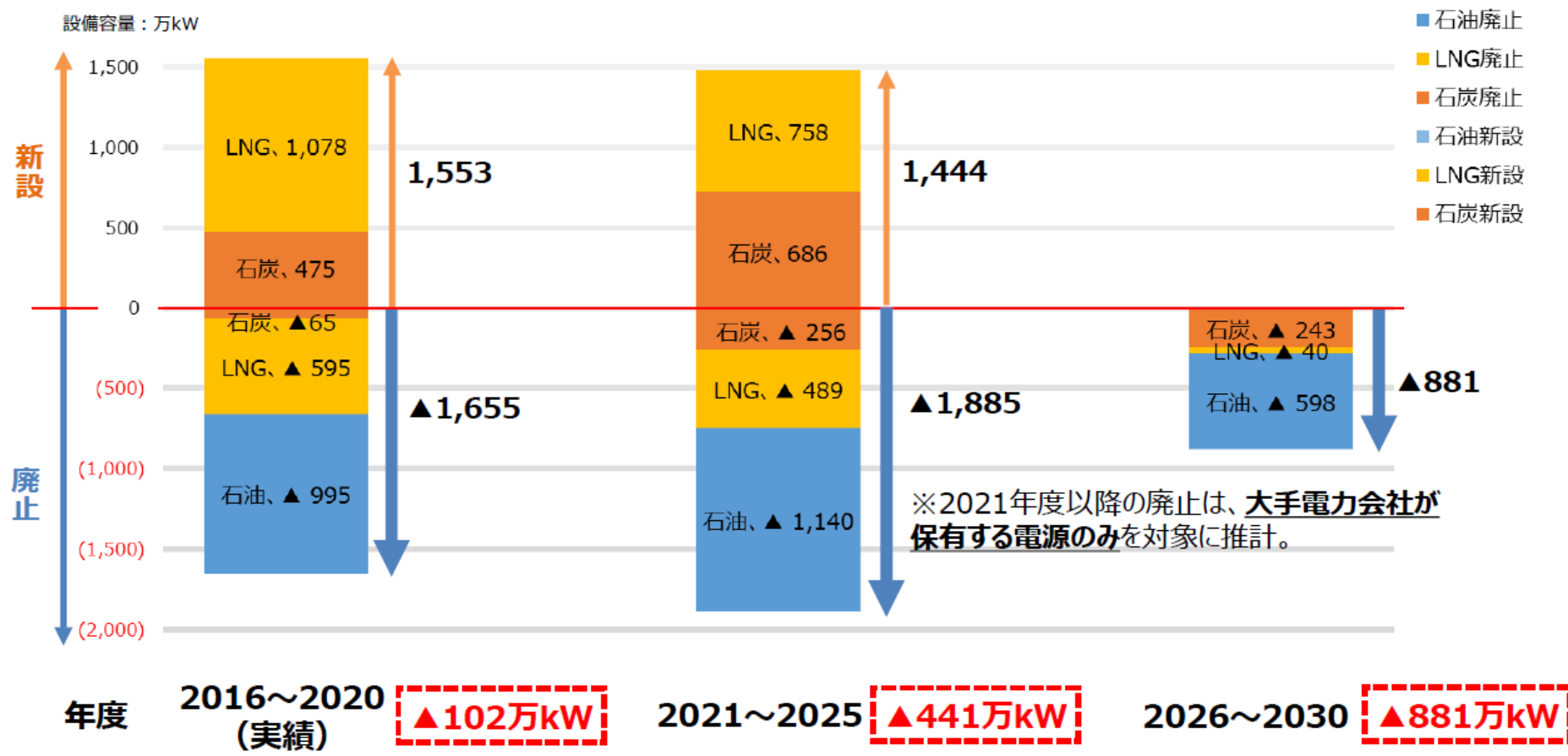
## (参考) 慣性力不足によるブラックアウトが発生するイメージ

- 慣性力は、火力等のタービンが回転し続ける力であり、電源脱落等によるエリア全体の周波数を維持して、停電を防ぐことができる。
- 再エネ導入拡大に伴い、火力等が減ることで、この慣性力が減少することが懸念される。



# 今後10年間の火力供給力（調整力）の増減見通し

- 今後も、主に緊急時に活用されていた**石油火力発電設備の廃止が継続**する見込み。
- 当面は火力の新設計画も予定されている一方、供給力全体としては減少傾向にあり、稼働率低下や卸電力取引市場の価格の低迷に伴う採算性悪化から、さらに加速する懸念。



注1. 2016~2020年度：新設実績は資源エネルギー庁「石炭火力発電所一覧」および電気事業便覧（2019年版）、廃止実績は各年度供給計画より。  
 注2. 2021年度以降（新設）：2020年度供給計画とりまとめにおける、2029年度までの火力新設計画より（大手を含む全事業者）  
 注3. 2021年度以降（廃止）：大手電力が保有する電源のうち、運転開始から45年経過した電源＝廃止と仮定。

- エネルギー資源に乏しく、諸外国とのパイプライン等が整備されていない日本においては、バランスの取れた電源構成を目指すことが重要であり、**火力発電は一定程度の比率で必要。**
- **LNG・石炭等、燃種の特性を踏まえた構成とすることが一層のレジリエンス強化に資する。**

## <火力の各燃種の特性>

|              |                  | 石炭  | (石油) | LNG |
|--------------|------------------|-----|------|-----|
| 経済性          | 発電コスト            | ◎安い | △    | ○   |
|              | 燃料価格             | ◎安い | △    | ○   |
| 環境性          | 温室効果ガス           | 多   | ←    | 少   |
| エネルギー・セキュリティ | 燃料調達の柔軟性         | ○   | ◎高い  | △   |
|              | 地政学的リスク          | ◎低い | △    | ○   |
| レジリエンス・その他   | 発電設備の緊急設置性       | －   | ○    | ◎容易 |
|              | 発電設備の調整力         | △   | ○    | ◎高い |
|              | 離島（小規模需要エリア）への供給 | －   | ◎可能  | －   |



## 石炭

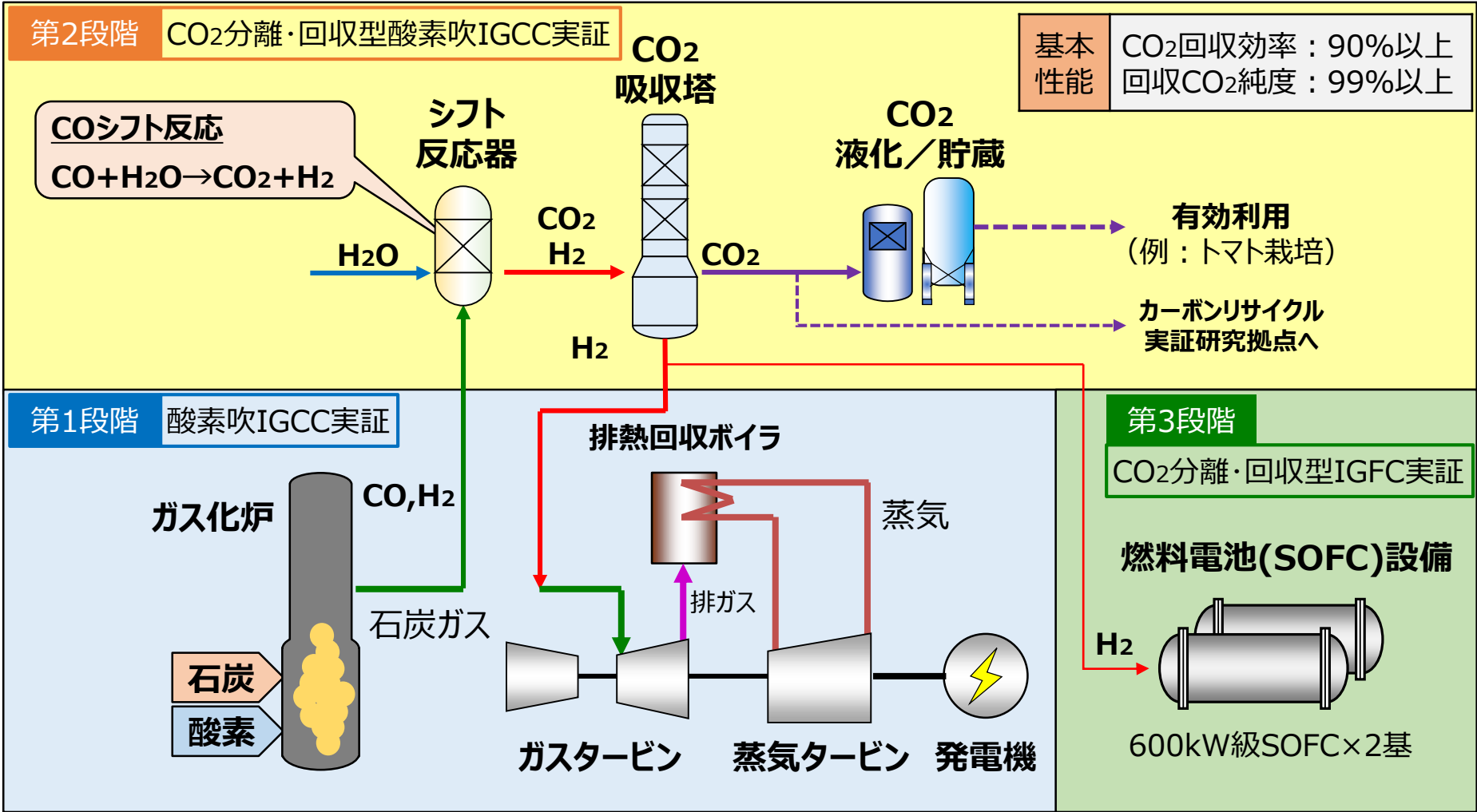
化石燃料の中で**最もCO<sub>2</sub>排出量が大い**が、調達に係る**地政学リスクが最も低く、熱量当たりの単価も低廉**であることに加え、**保管が容易**であることから、現状において**安定供給性や経済性に優れた重要なエネルギー源**である。今後、石炭火力は、再生可能エネルギーを最大限導入する中で、**調整電源としての役割が期待**される。

## 天然ガス

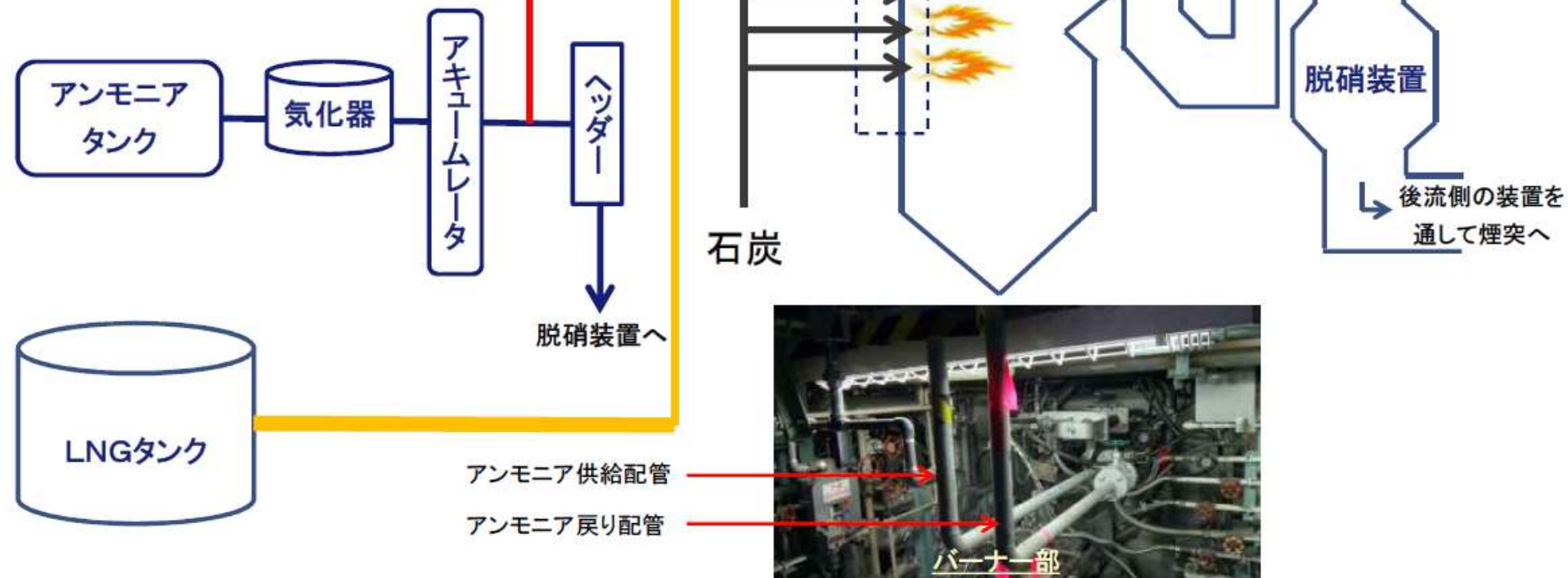
電源の約4割を占め、**熱源としての効率性が高く**、また、石油と比べて**地政学的リスクも相対的に低く**、化石燃料の中で**温室効果ガスの排出が最も少ない**。将来的には、**ガス自体の脱炭素化の実現が見込まれる**とともに、CCS等も併せて活用することで、**燃烧してもCO<sub>2</sub>を排出しない水素・アンモニアの原料としての利用拡大も期待**されるなど、カーボンニュートラル社会の実現後も重要なエネルギー源である。

## 石油

電源としての利用は減少傾向にあるが、代替する電源が出てこない中では、非常時に活用される電源としての役割を担うことが見込まれる。エネルギー密度が高く、**最終需要者への供給体制及び備蓄制度が整備**されており、可搬性、貯蔵の容易性や災害直後から被災地への燃料供給に対応できるという機動性に利点があるため、災害時にはエネルギー供給の**「最後の砦」**となる。

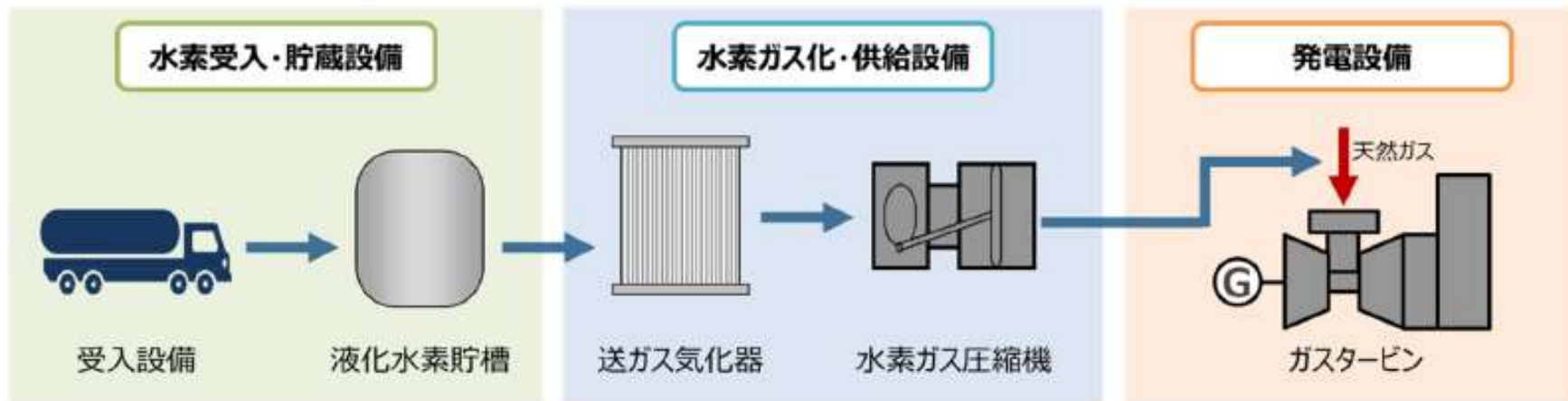


# <事例紹介> アンモニア混焼試験



(出典：中国電力プレスリリース資料)

<本事業の取組み範囲（イメージ）>

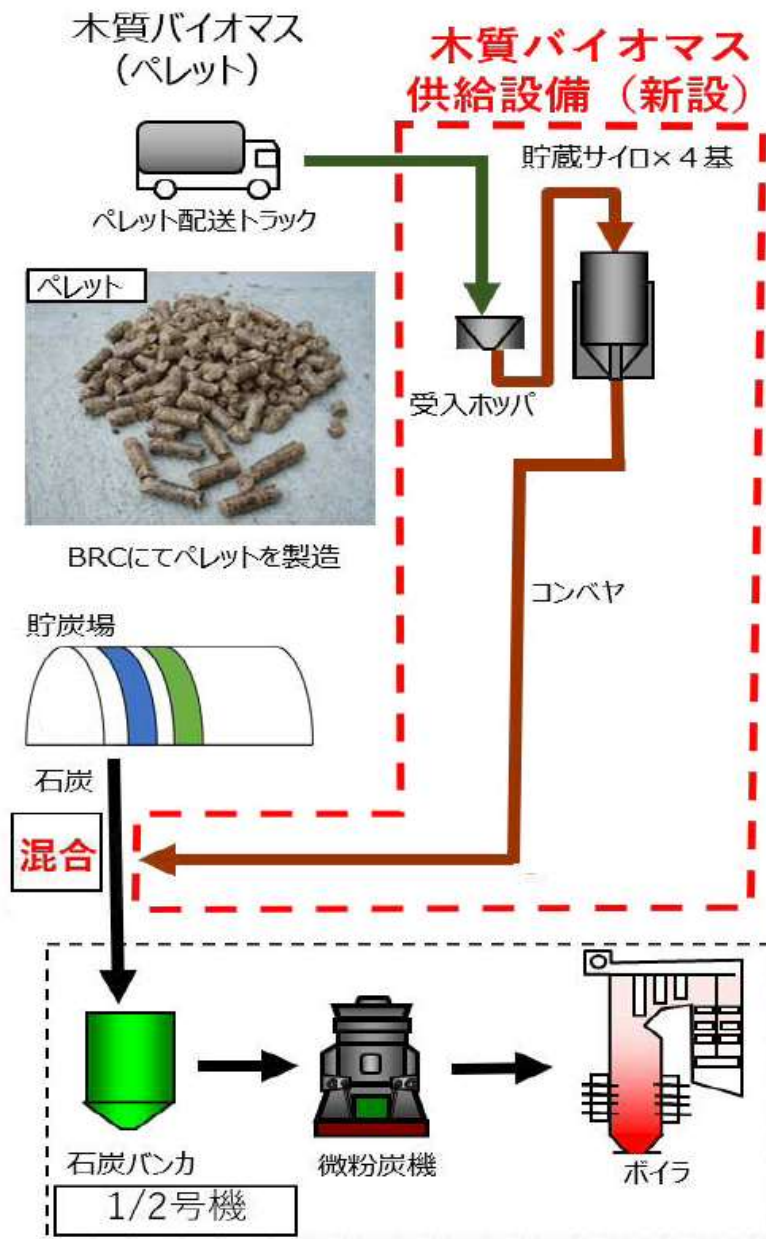


| 2021   | 2022 | 2023      | 2024 | 2025   | 2026 | 2027以降           |
|--------|------|-----------|------|--------|------|------------------|
| FSフェーズ |      | 設計・製作フェーズ |      | 実証フェーズ |      | ※実証結果等を踏まえ商用化を検討 |

(出典：関西電カプレスリリース資料)



# <事例紹介> バイオマス燃料の活用



受入ホッパ

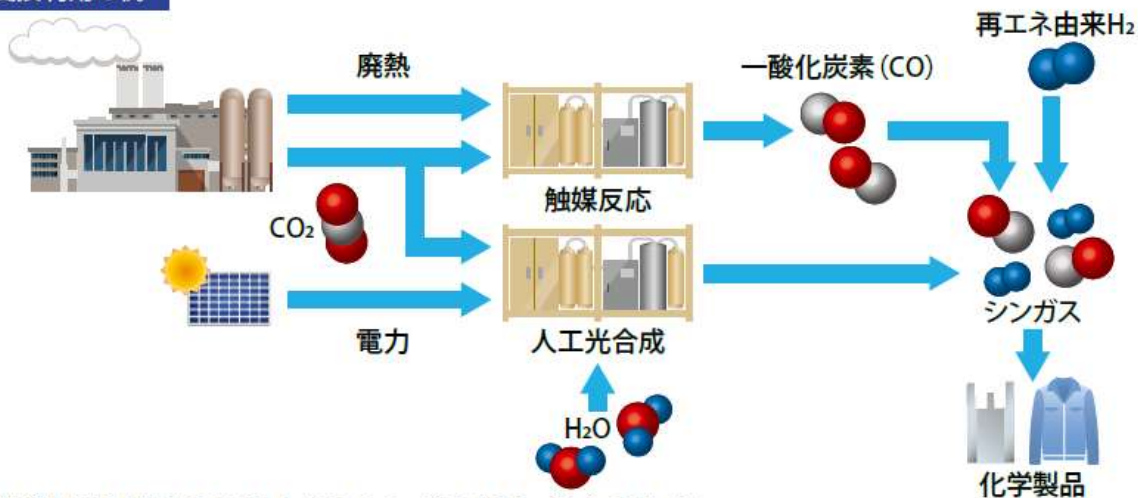


サイロ・コンベヤ

(出典：沖縄電力プレスリリース資料)

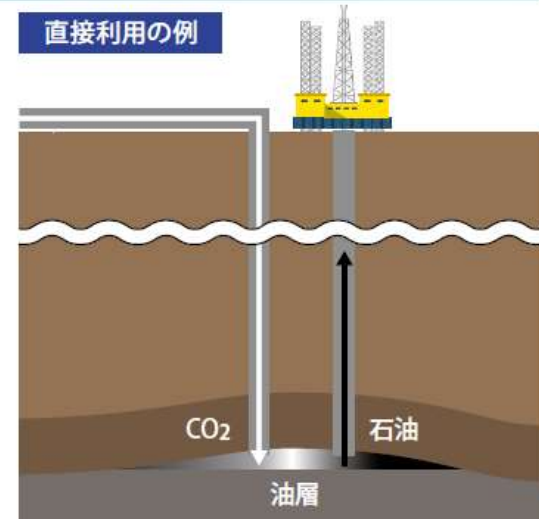
## 有効利用 (Utilization)

### 変換利用の例



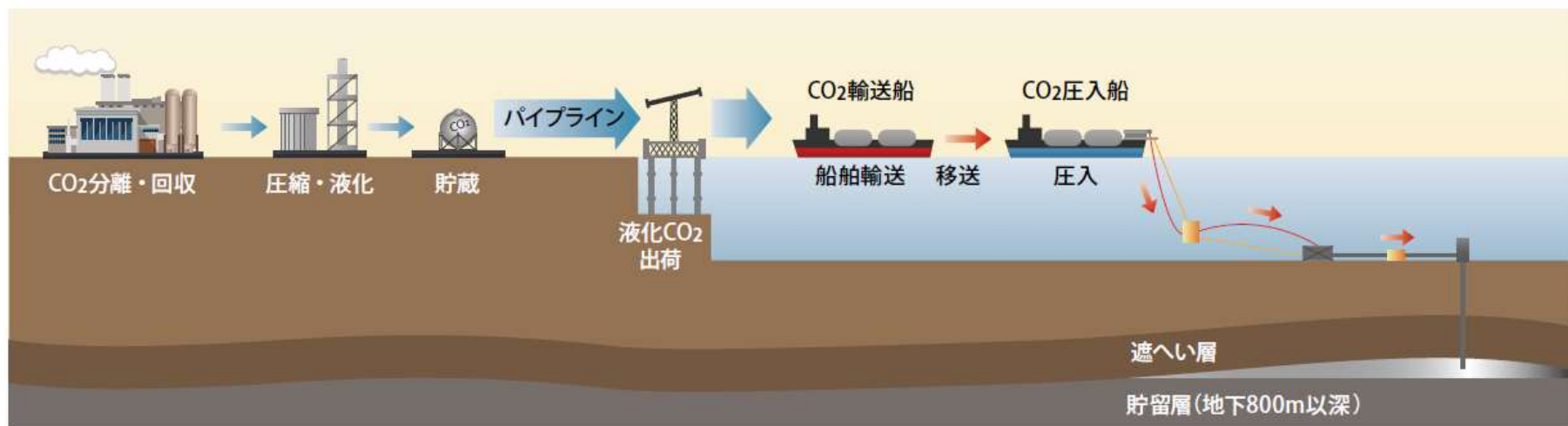
化学製品や燃料の原料となるシingas (CO+H<sub>2</sub>) の生産

### 直接利用の例



EOR (石油増進回収)

## 貯留 (Storage)



海底下へのCO<sub>2</sub>貯留

(出典：環境省パンフレット)

## 取り組みに必要な条件・政策

- 水素・アンモニア生産国との関係性強化・国際水素市場確立の主導
- 水素・アンモニアの利用における規制等の国際標準化の推進とパブリックアクセプタンスの獲得支援
- CO2の輸送・貯留インフラ整備、および関係する法(特に、CO2の貯留に関する法)の整備

## (参考) クリーンエネルギー戦略の議論の方向性

**エネルギー・産業の各分野の投資を促すために検討を深める重点事項**

1. グリーントランスフォーメーション (GX) を起点とした新たな産業 (再エネ、アンモニア、水素、蓄電池など) について、具体的なビジネス・産業の創出 (それに伴う、新たな人材育成の方針、更に、アジア・ゼロエミッション共同体の構築による共同市場の創出など) につながる道筋を議論。

## 【議論の例 (アンモニア)】

- 具体的な国内需要拡大のスケジュール、設備の導入コストや、将来のアンモニア価格の見通し、諸外国における技術に対する需要の見込み等を示し、民間投資を促す
- 需要・供給両面の拡大と新技術の開発・社会実装によるコスト低減

(出典：2022年1月18日 「クリーンエネルギー戦略」に関する有識者懇談会資料)

# アクションプラン／ロードマップ

## アクションプラン／ロードマップ

|            |  |  |
|------------|--|--|
| 水素・アンモニア発電 | サプライチェーン   | 生産・輸送他、サプライチェーンに関わる技術開発や実証、導入、商用化の推進                         |
|            | 貯蔵・発電  | 貯蔵・発電における技術開発・実証・導入・商用化の推進                                   |
| CCUS       | 分離・回収  | 分離回収技術の技術開発や実証（メーカーや国と連携）、導入、商用化の推進（輸送・貯留インフラが整備されることを条件とする） |
|            | カーボンリサイクル  | 将来の実用化・商用化に向けて、関連する技術開発、実証の推進（コンクリート製品、藻類バイオ燃料 等）            |
| 共通         | <ul style="list-style-type: none"> <li>法的支援・整備等に関する国への提言</li> <li>パブリックアクセプタンス獲得に向けた理解活動の推進</li> </ul> |  |



| 脱炭素        | 2022年                      | ~2030年                                       | ~2040年                  | ~2050年       |
|------------|----------------------------|--|-------------------------|--------------|
| 火力         |                            |  |                         |              |
| 水素・アンモニア発電 | 石炭・GTCC混焼技術/<br>サプライチェーン開発 | 石炭・GTCC混焼技術/<br>サプライチェーン実証                   | 設備導入・拡大<br>(混焼率拡大・専焼化含) | 商用化          |
| CCUS       | CO2分離回収                    | 実証<br>技術開発（物理吸収、膜分離等）<br>(要素技術 ⇒ 大規模化、低コスト化) | 導入・拡大                   | 商用化          |
|            | カーボンリサイクル                  | CO2固定化技術（コンクリート製品等）<br>燃料化技術（藻類バイオ燃料等）他      | 実証                      | 導入・拡大<br>商用化 |
| 社会インフラ     | CO2輸送・貯留                   | CO2輸送・貯留インフラの整備                              |                         |              |

※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。



## 4. 需要側における最大限の「電化の推進」

## 現状認識

- 電力供給部門の脱炭素化だけでなく、産業、運輸、業務・家庭などあらゆる部門の最大限の電化を図る必要。
- カーボンニュートラル実現には、技術的に電化が困難な分野への水素等の脱炭素エネルギーの供給や利用促進も必要。
- 水素は、カーボンニュートラル実現に向けた有望なエネルギーの一つであるが、技術面・コスト面・安全性に対する一般の受容性など、多くの課題が存在。

## 取り組みの方向性

- 需要側の理解促進、メーカー等による技術開発、国等による政策的支援等、これらが一丸となって取り組むことが必要であるため、**更なる創意工夫によりサービス等を拡充し最大限の電化の推進**に取り組んでいく。

## 〔参考〕2021年12月6日 第207臨時国会における岸田総理所信表明演説〔抜粋〕

人類共通の課題である気候変動問題。この社会課題を、新たな市場を生む成長分野へと大きく転換していきます。**2050年カーボンニュートラル及び2030年度の46%排出削減の実現に向け、再エネ最大限導入のための規制の見直し、及び、クリーンエネルギー分野への大胆な投資を進めます。**

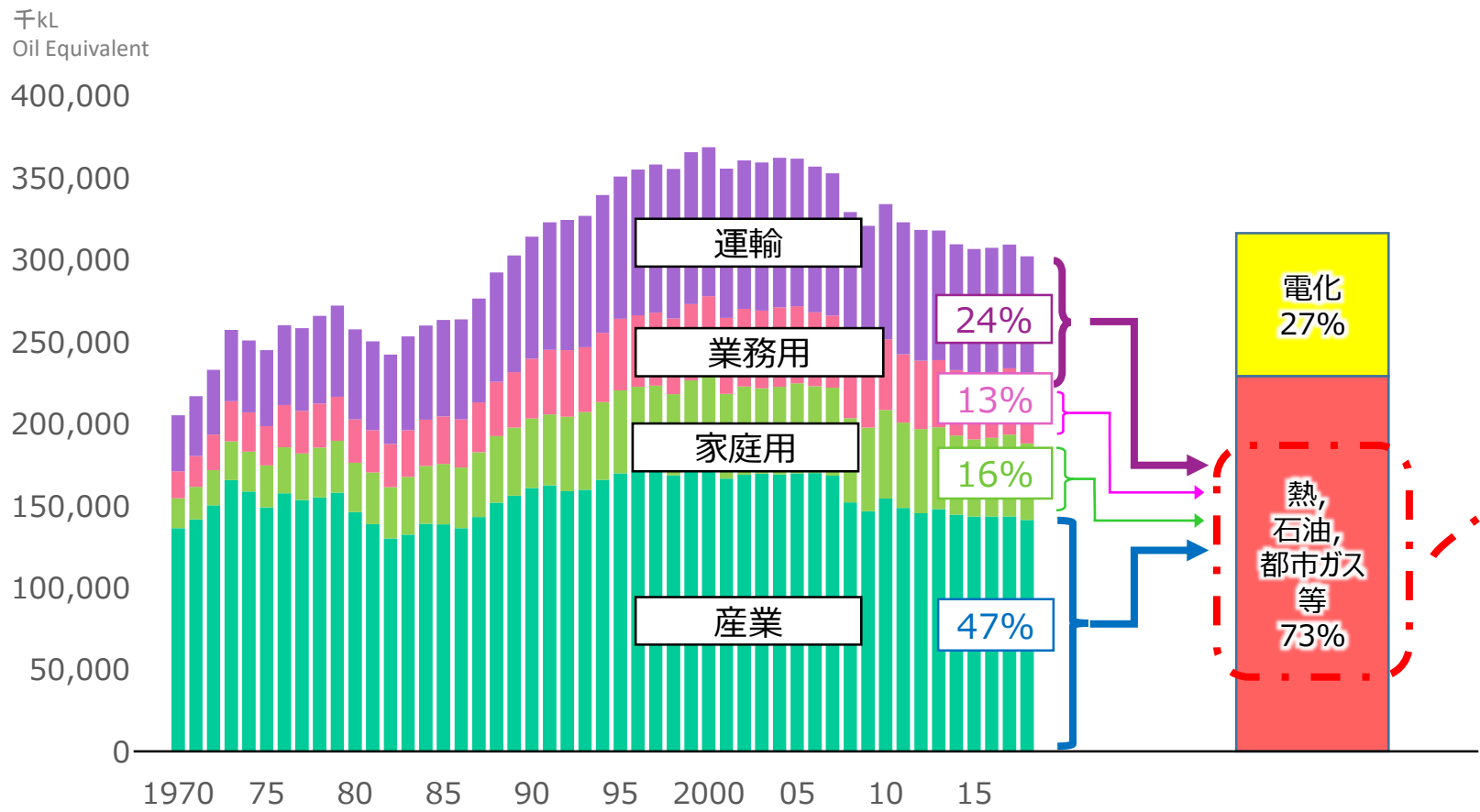
**目標実現には、社会のあらゆる分野を電化させることが必要です。**その肝となる、送配電網のバージョンアップ、蓄電池の導入拡大などの投資を進めます。

**火力発電のゼロエミッション化に向け、アンモニアや水素への燃料転換を進めます。**そして、その技術やインフラを活用し、アジアの国々の脱炭素化に貢献していきます。

**エネルギー供給のみならず、需要側のイノベーションや設備投資など需給両面を一体的に捉えて、クリーンエネルギー戦略を作ります。**

# 需要側の非化石化の必要性（化石燃料の直接消費の現状）

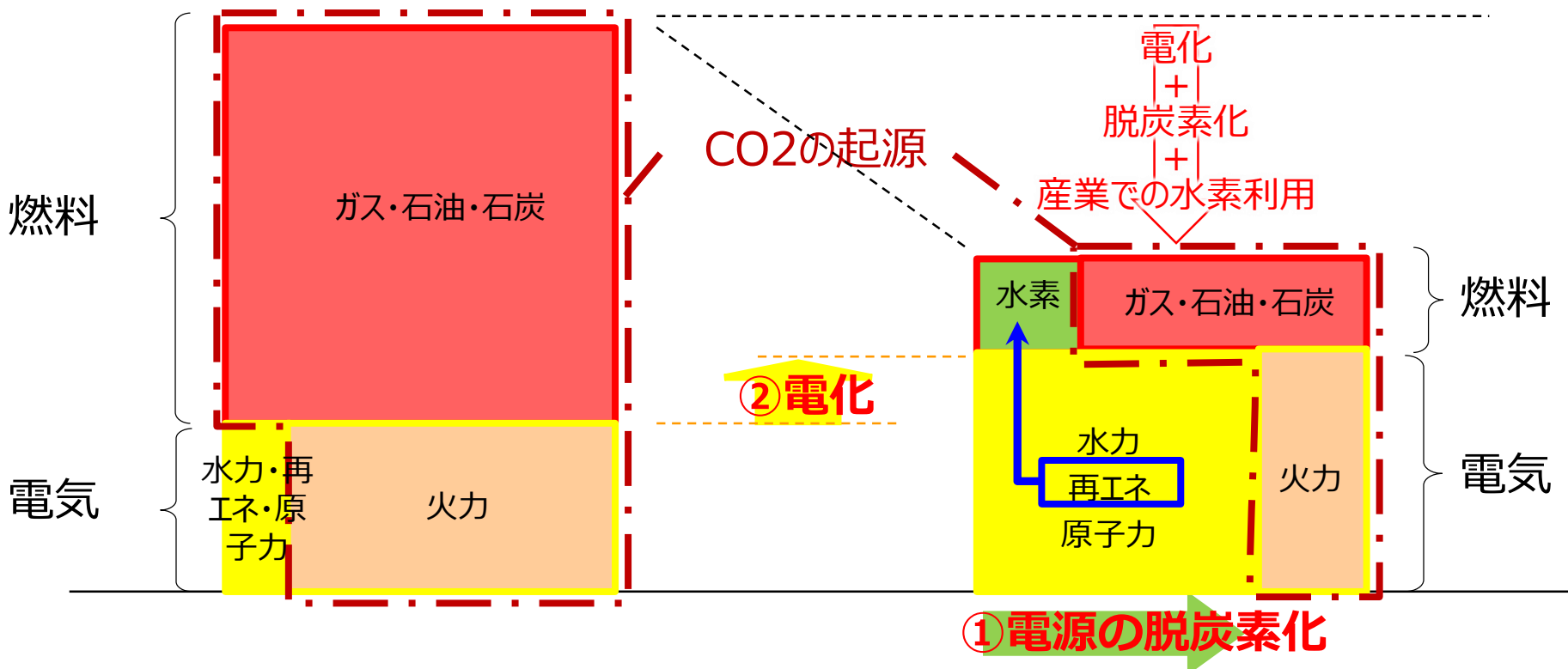
● 需要側で消費している化石燃料が日本の最終エネルギー消費の約7割を占める。



(出典:EDMCIエネルギー経済統計要覧 2020より作成)

# 需要側の非化石化の必要性（電化・水素化）

- カーボンニュートラルの実現には、①電源の脱炭素化に加え、②化石燃料直接利用を電気利用へ代替していくこと（電化）が重要。  
※電化の難しい分野については、CO2排出を回避できる水素等を活用
- 給湯等の熱源のヒートポンプ化や、輸送部門の動力の電動化など、脱炭素電源と電化のかけ算で脱炭素化を加速させる必要がある。



電源の脱炭素化 × 電化 → カーボンニュートラル



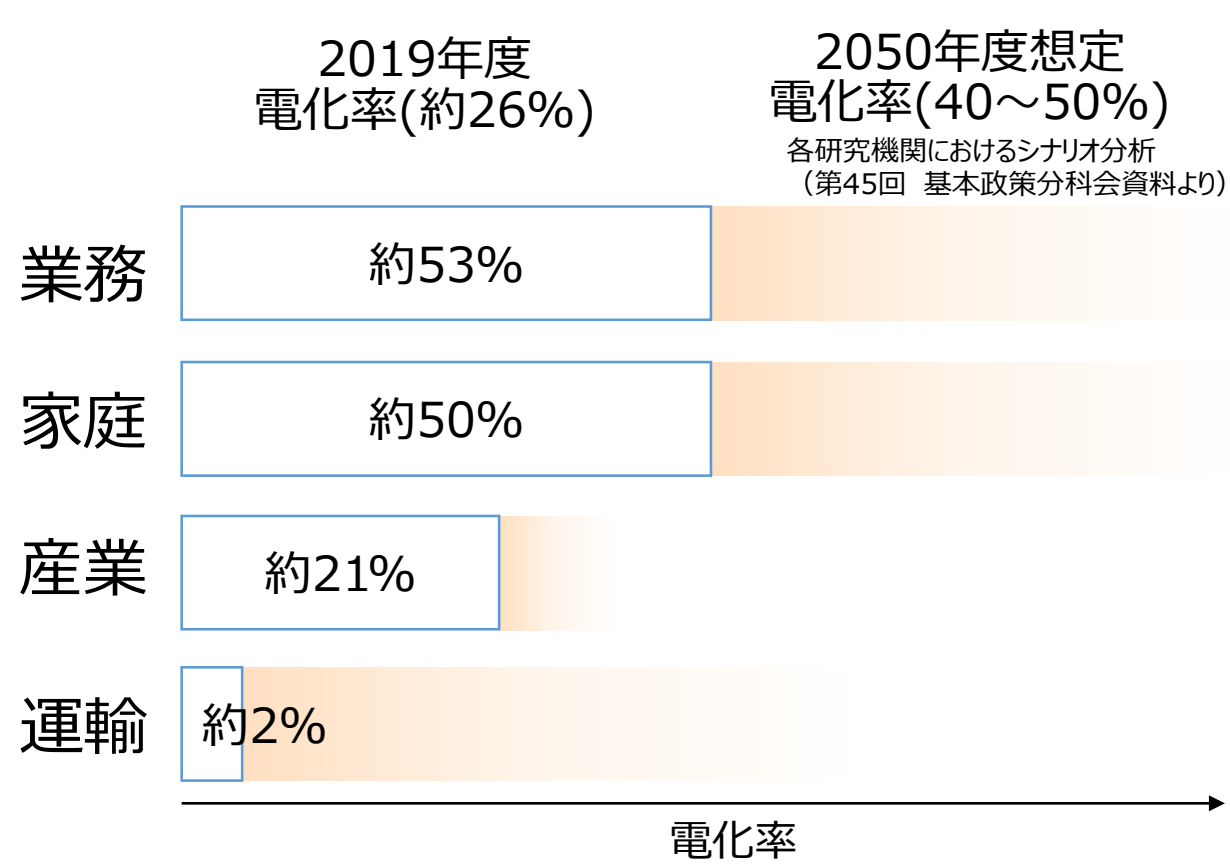
- 多種多様なゼロエミエネルギーの可能性が論じられているが、エネルギー転換等のステップが少ないほうが、ロスが少なく効率的である事は自明。



(※別途、DACなどで排出したCO2を分離回収することでCO2ニュートラルに)

# 各分野の電化の現状と想定

- 電化が一定程度進んでいる**業務・家庭分野**では、**ヒートポンプ・蓄電池の普及により更なる電化が可能**。一方、建物に一度導入された熱源設備は更新時も使われる傾向があるため、現時点から躊躇なく導入していく必要がある（**ロックインの回避**）。エネルギー政策上の電化の位置づけと共に、機器普及・技術開発等への**助成拡充**が必要。
- **産業分野**の低温領域はヒートポンプ等により100%までの電化が可能との想定がある。一方、高温領域の電化には**ヒートポンプの高温化等の技術開発が必要**。



第36回 基本政策分科会で示された**電化に向けた主な課題**

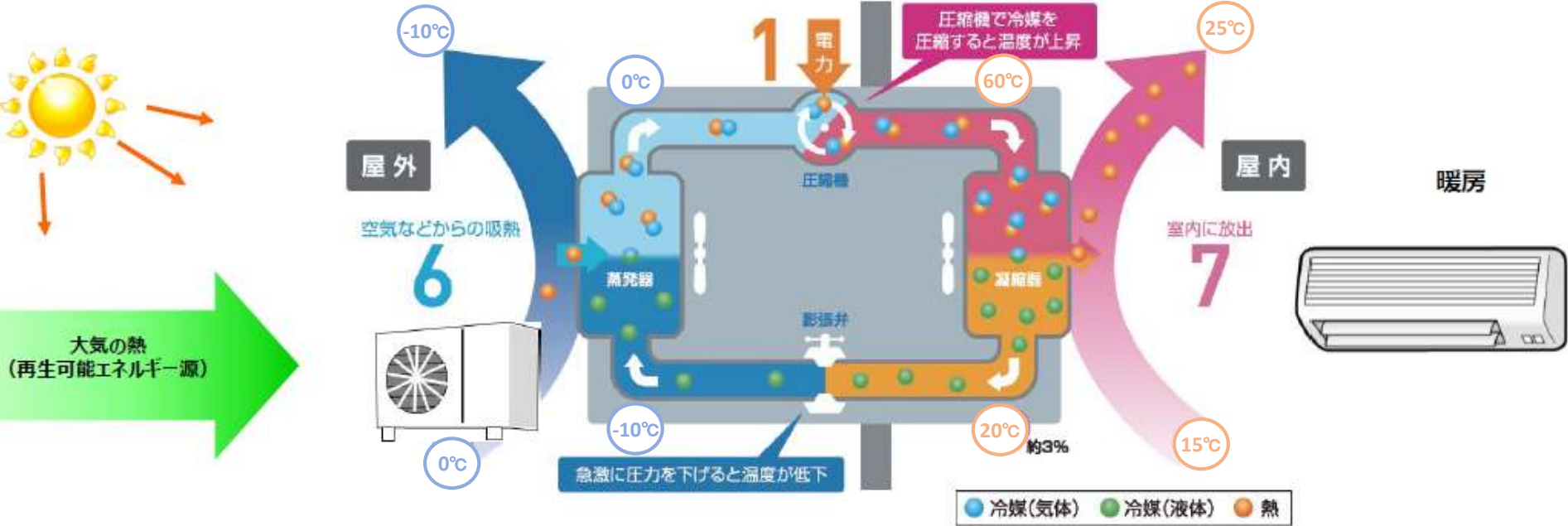
- 業務・家庭**  
ヒートポンプ等の更なる普及拡大に向けた低コスト化、機器設置スペースの制約、電化については、レジリエンス確保に向けた蓄電池等の経済性
- 産業**  
経済性(設備等の初期コスト)、ヒートポンプの高温化等の技術開発、機器設置スペースの制約、現行省エネ法上の非化石利用の未評価
- 運輸**  
EV・蓄電池の価格低減、充電インフラ整備、全個体電池等の次世代電池の実用化

需要側の脱炭素化のカギとなる  
**ヒートポンプ技術**

# ヒートポンプの仕組み：大気熱などの熱エネルギーの利用

- ヒートポンプは、化石燃料の燃焼によるエネルギーではなく**大気熱など自然界に存在する熱エネルギーを汲み上げ、冷暖房や給湯に利用するシステム**であり、ボイラー等に比べて省エネ性、省CO2性に優れている。

COP=7.0 のルームエアコンで暖房する場合



大気中から6の熱を汲み上げて、1の電気ので、7の熱を製造。

$$\text{COP (成績係数)} = \frac{\text{得られるエネルギー (熱)}}{\text{投入エネルギー (電力)}} = 7$$

(出典：ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ)



- ヒートポンプは大気熱などを利用し温熱利用する機器であるが、「**大気中の熱**」は、太陽光・風力等と同じく、「**再生可能エネルギー源**」として**高度化法に定義**されている。

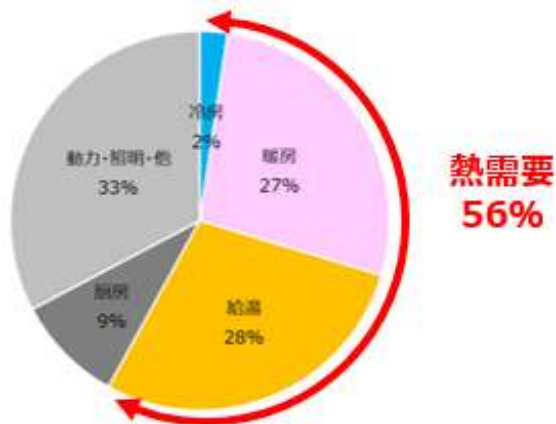
○**エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律施行令**（平成21年政令第222号）

（再生可能エネルギー源）第四条法第二条第三項の政令で定めるものは、次のとおりとする。

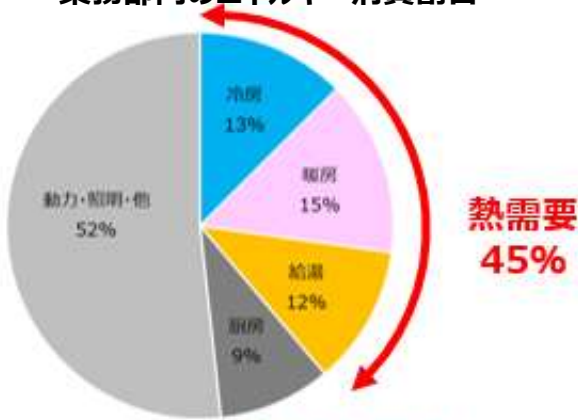
- |       |   |
|-------|---|
| 一 太陽光 | 五 太陽熱   |
| 二 風力  | 六 <b>大気中の熱</b> その他の自然界に存する熱（前二号に掲げるものを除く。）                              |
| 三 水力  | 七 バイオマス（動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（法第二条第二項に規定する化石燃料を除く。）をいう。） |
| 四 地熱  |   |

# 各部門におけるエネルギー消費の現状

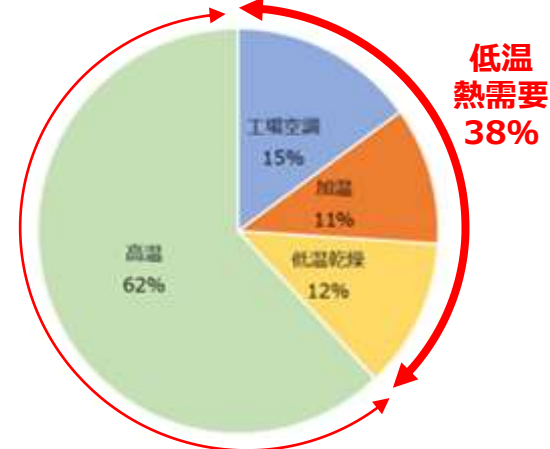
家庭部門のエネルギー消費割合



業務部門のエネルギー消費割合



産業用加温における熱需要の用途別内訳



| 用途 | 燃料          |     |     |     |
|----|-------------|-----|-----|-----|
|    | 電力          | ガス  | 油   | その他 |
| 冷房 | 100%        | 0%  | 0%  | 0%  |
| 暖房 | ヒートポンプに代替可能 |     |     |     |
|    | 22%         | 17% | 61% | 0%  |
| 給湯 | ヒートポンプに代替可能 |     |     |     |
|    | 17%         | 67% | 14% | 2%  |

| 用途 | 燃料          |     |     |     |
|----|-------------|-----|-----|-----|
|    | 電力          | ガス  | 油   | その他 |
| 冷房 | 47%         | 44% | 3%  | 6%  |
| 暖房 | ヒートポンプに代替可能 |     |     |     |
|    | 12%         | 30% | 55% | 4%  |
| 給湯 | ヒートポンプに代替可能 |     |     |     |
|    | 8%          | 52% | 28% | 13% |



出典：EDMC/エネルギー・経済統計要覧（2019年度版）

家庭部門の燃焼機器例

空調（暖房）



石油ストーブ



ガスストーブ



石油給湯機



ガス給湯機

業務部門の燃焼機器例

空調（セントラル）



吸収式冷温水発生器

給湯



ガス給湯機

産業用加温の燃焼機器例



蒸気ボイラ

# ヒートポンプのCO2排出量削減効果

- ヒートポンプは産業部門(温水・蒸気・乾燥)、業務部門(給湯・空調)、家庭部門(給湯・空調)におけるCO2削減に大きく寄与できるポテンシャルがある。
- 2018年度の我が国のCO2総排出量約11 億トンに対し、ヒートポンプ・蓄熱センターの普及見通し調査によると、ヒートポンプ導入によるCO2削減効果は、中位ケース※で**2030年度：▲0.4億トン、2050年度：▲1.4億トン。**

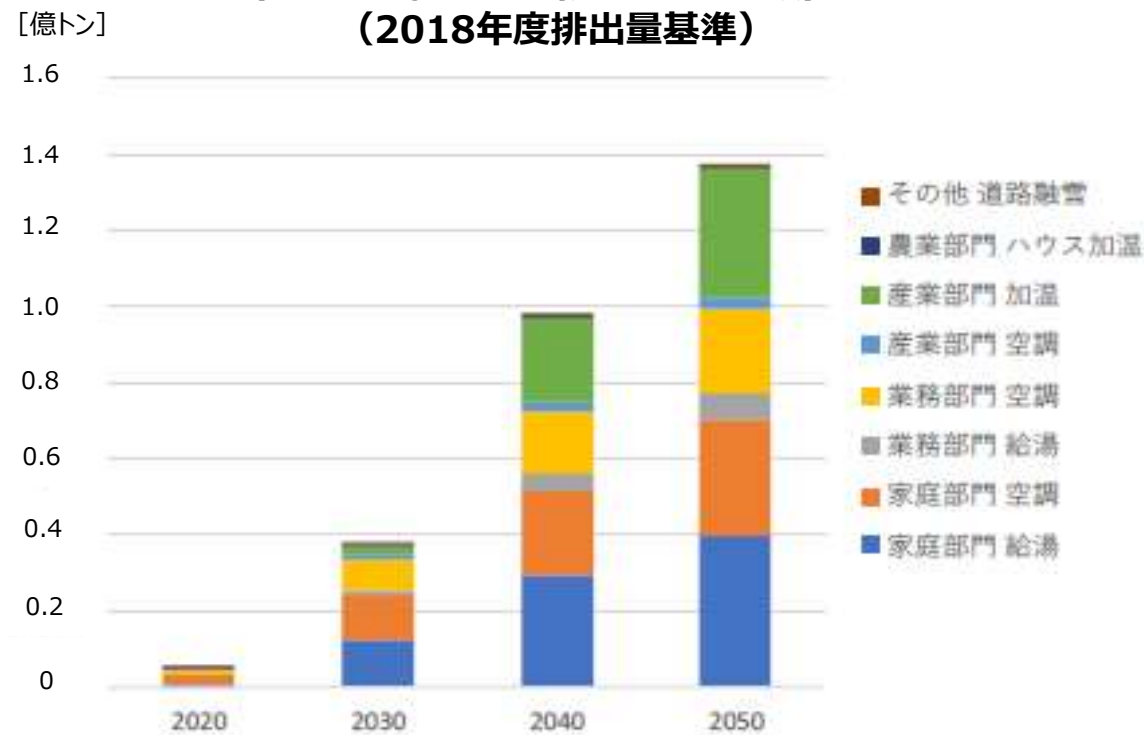
※複数のケースを想定しており、ケース毎の導入・普及率は様々な仮定を置いている

## 二酸化炭素排出量の内訳 (2018 年度)



(出典：2020年11月17日 第33回基本政策分科会資料)

## ヒートポンプによるCO2 排出量の削減効果 (2018年度排出量基準)



(出典：ヒートポンプ・蓄熱センター令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査)

# ヒートポンプ（空調およびエアコン）の国際市場規模

- 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%）すると予想されており**非常に大きい**。  
※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（年平均成長率8.1%）
- 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。
- 様々な脱炭素技術を国内で調達できる**技術自給率**の観点からもヒートポンプは重要。  
※エネルギーの安定供給においては、エネルギーそのものの自給性、強靱性を高めるのみならず、様々な脱炭素技術を国内で調達できる技術自給率を向上させ、エネルギーの自律性を高めていくことが、化石資源の乏しい日本にとっては不可欠である。（エネ基：P-24）

Attractive Opportunities in HVAC System Market



空調・エアコン業界の世界シェア(2020年)



(出典：2021年12月16日 第1回 産業構造審議会 産業技術環境分科会 グリーントランスフォーメーション推進小委員会／総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会 合同会合資料)



## 主な課題と取り組みに必要な条件・政策

- ロックイン(需要家の設備は一度導入された種類の熱源設備が更新時も使われ続けてしまうこと)を回避するためのエネルギー選択(電化)への誘導政策
- 電化機器普及・技術開発等への補助拡充

## (ロックインについて)

- 一度設備が導入された設備をエネルギー転換することは容易ではないという実態。
  - 海外ではロックイン回避に向けた施策が次々と開始されている。
  - **日本においても、今現在から電化推進する政策支援が必要。**
- ・ IEAが2021年10月13日に発表した「World Energy Outlook2021」では、世界全体で**CO2排出量ネットゼロを達成するために何を必要とするか**について複数の長期シナリオ分析をもとに提示。
- ・ その中で「**電気自動車やヒートポンプ等の低排出機器の初期費用について支援する政策が必要**」と明記。

- 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。

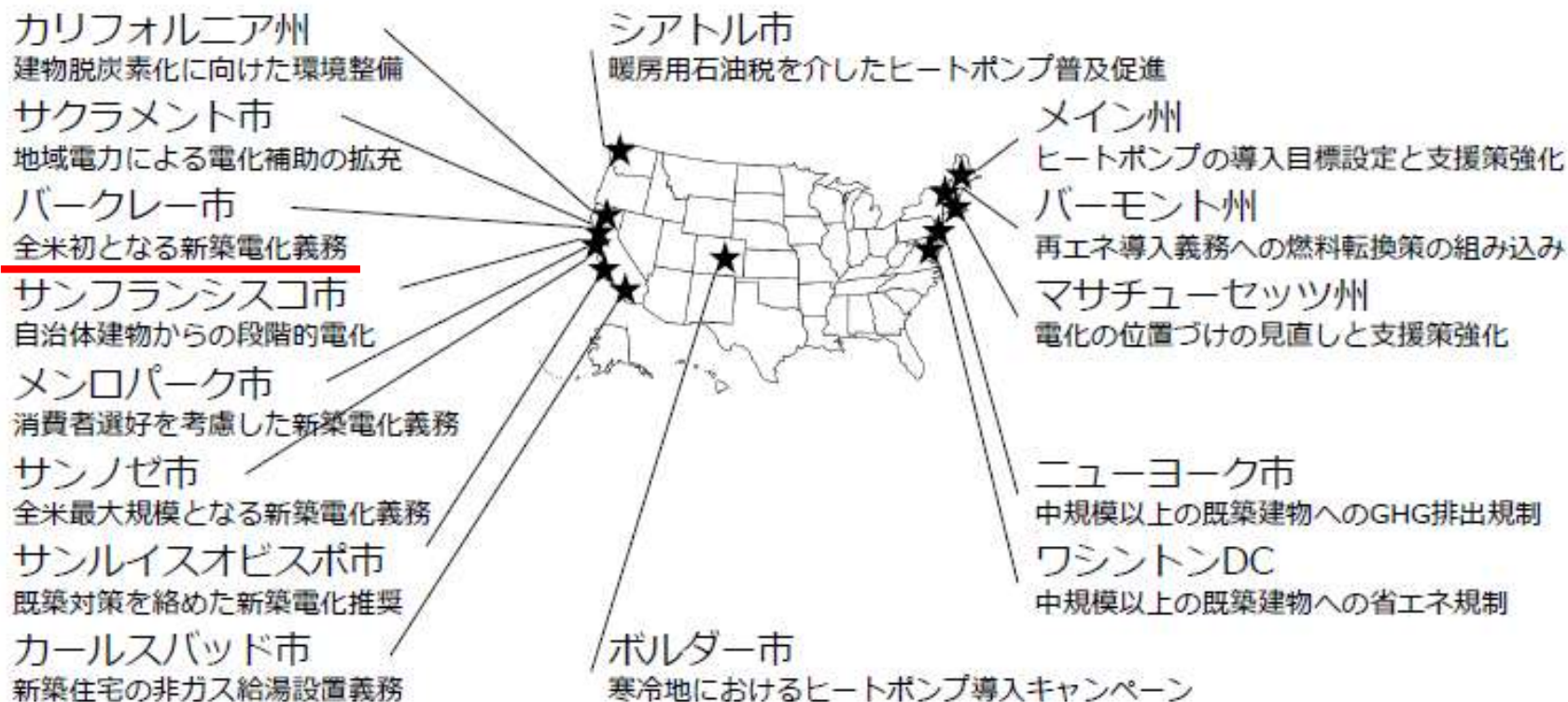
※2022年4月から3年間で4億5,000万ポンドを拠出し、住宅にヒートポンプ等の低炭素な暖房を導入する世帯を支援（空気熱源HPは5,000ポンド助成）

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。

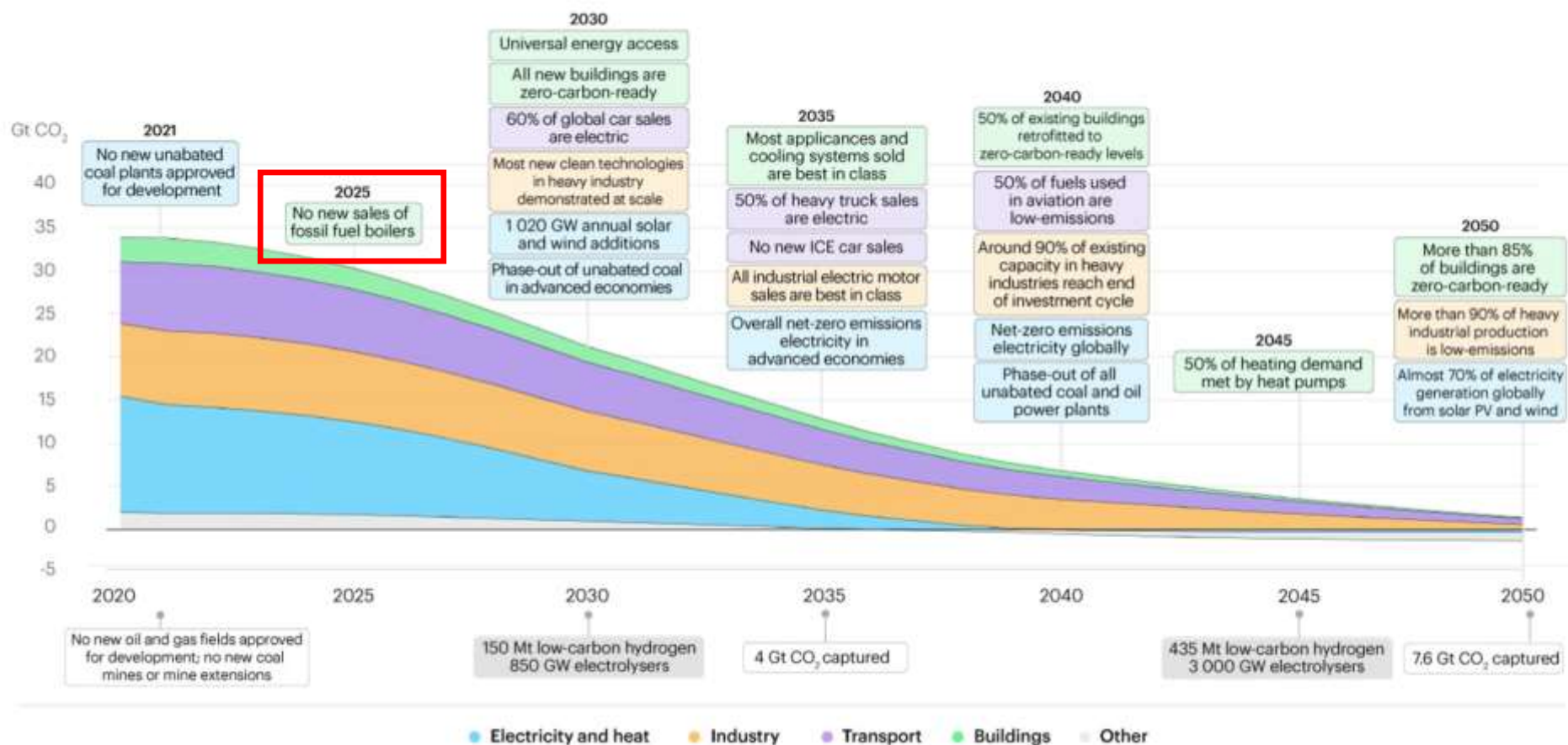
- 米国の州や自治体の中には、わが国同様の野心的な排出削減目標を掲げた上で、建物脱炭素化関連の取り組みに着手する動きがある



西尾・中野 (2020) 「建物脱炭素化に向けた取組の検討 - 米国の州や自治体の先進事例とわが国への示唆 -」電力中央研究所 研究報告書 Y19005 <https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y19005.html> (以降は2020年2月時点の情報に基づく)



- IEA（国際エネルギー機関）は2021年5月18日に「Net Zero by 2050（カーボンゼロへのロードマップ）」を公開。
- 報告書では、冷暖房や給湯では**2025年には化石燃料ボイラーの新設が禁止**され、ヒートポンプに移行していくことが示されている。

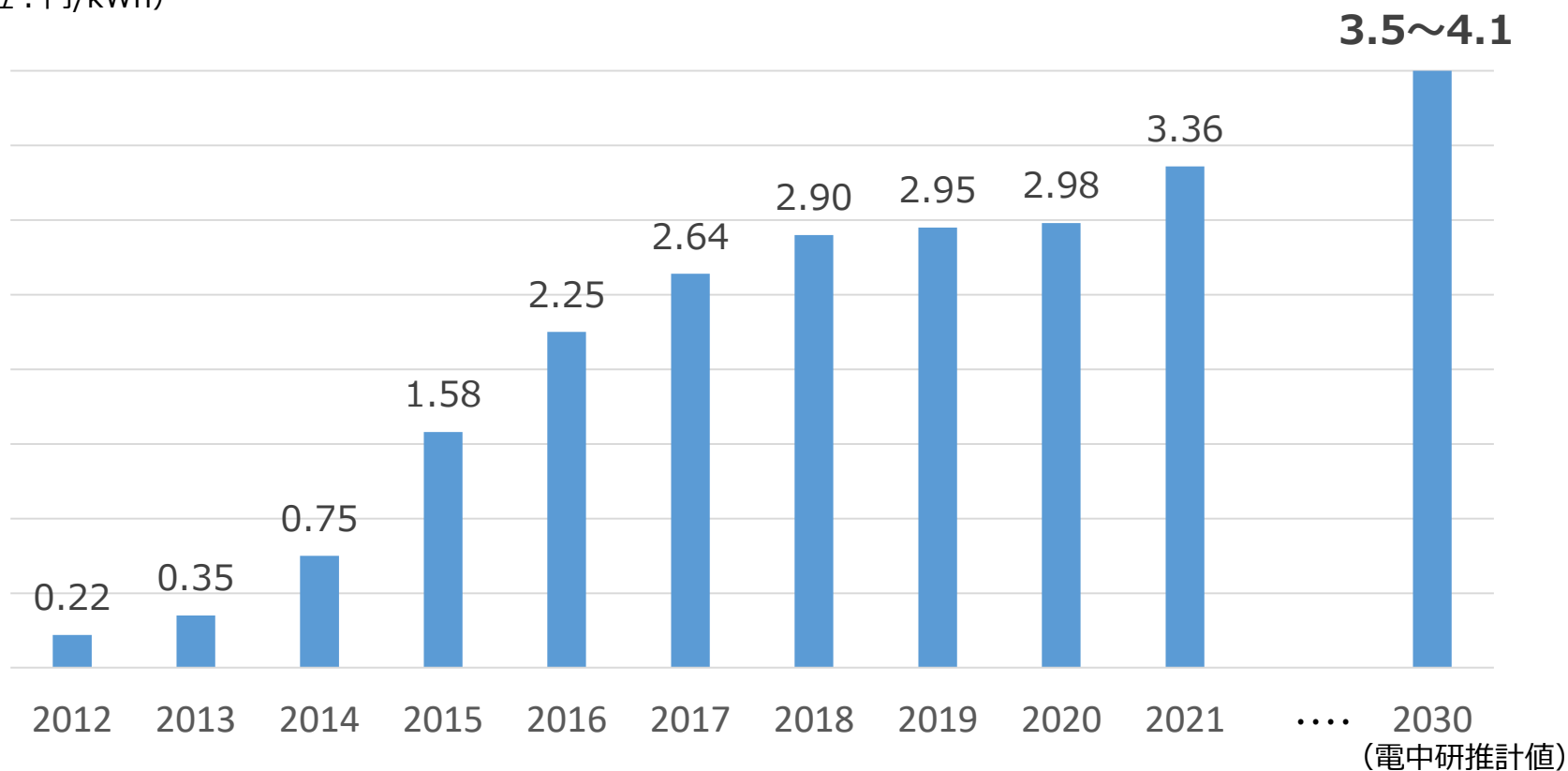


(出典 : IEA Net Zero by 2050)



- これ以上の固定価格買取制度 (FIT) の賦課金上昇は、電化シフト阻害。
- 社会全体での負担のあり方を考える時期が来ている。

(単位 : 円/kWh)



(出典 : 2021年3月8日 第26回 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 (電力中央研究所資料) に基づき作成)

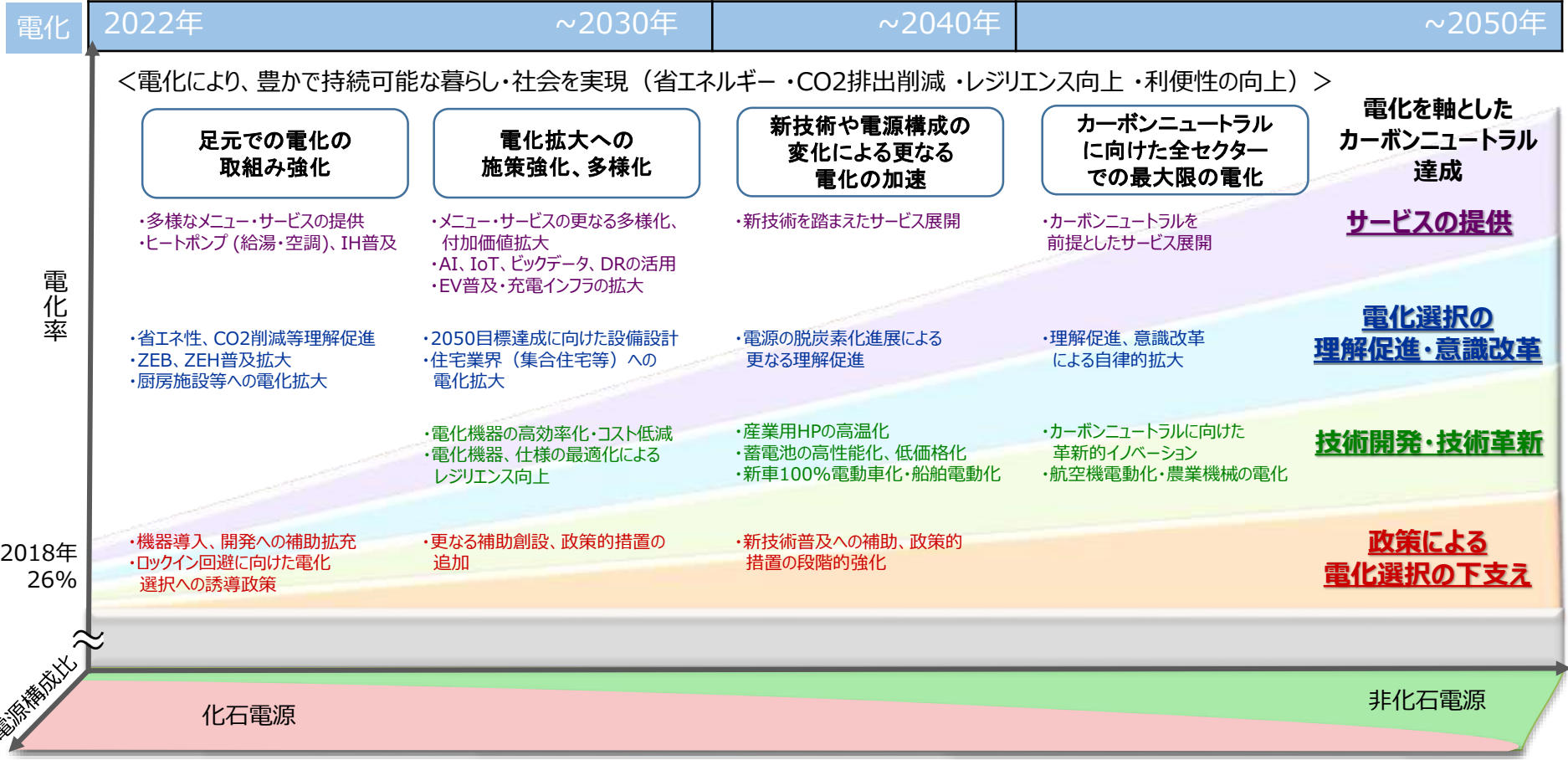
### <2030年度の賦課金単価 (電中研推計値) の考え方>

- ・足元 (2020年2月末時点) での認定量・導入量の状況を踏まえ、2030年時点における再エネ導入量と発電電力量を推計し算定したもの。
- ・長期エネルギー需給見通し (2015年7月) における2030年度再エネ買取総額3.6~4兆円に対し「4.57兆円」と推計。

# アクションプラン／ロードマップ

## アクションプラン／ロードマップ

|    |  |
|----|--|
| 電化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>電力による様々なサービスの提供</li> <li>お客さまによる電化選択の理解促進、意識改革への働きかけ</li> <li>メーカーによる技術開発・技術革新に向けた協働</li> <li>国や自治体の政策による電化選択の下支えの訴求</li> </ul> <p>⇒ これら「電化」に向けた国・自治体、メーカー、電力一丸となった取り組み</p> |
|----|--|



※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。

電化が困難な分野における  
水素を活用した「**間接電化**」

# 水素を活用した間接電化

## 取り組みの方向性

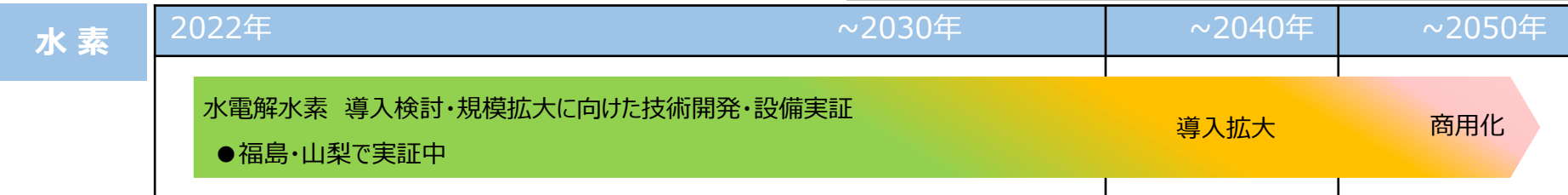
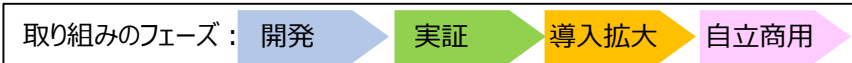
- 水電解装置により電気エネルギーを用いて水から変換された水素を、電化が困難な産業や運輸等に利用する間接的な電化は、カーボンニュートラル実現に貢献できる可能性がある。  
**電気エネルギーの新たな活用方法として、水電解装置による水素供給と水素の利用促進を目指し、社会実装に向け取り組んでいく。**

## 取り組みに必要な条件・政策

- 導入拡大時に他燃料よりも高額となる水素への投資予見性を持てる仕組みや制度の構築

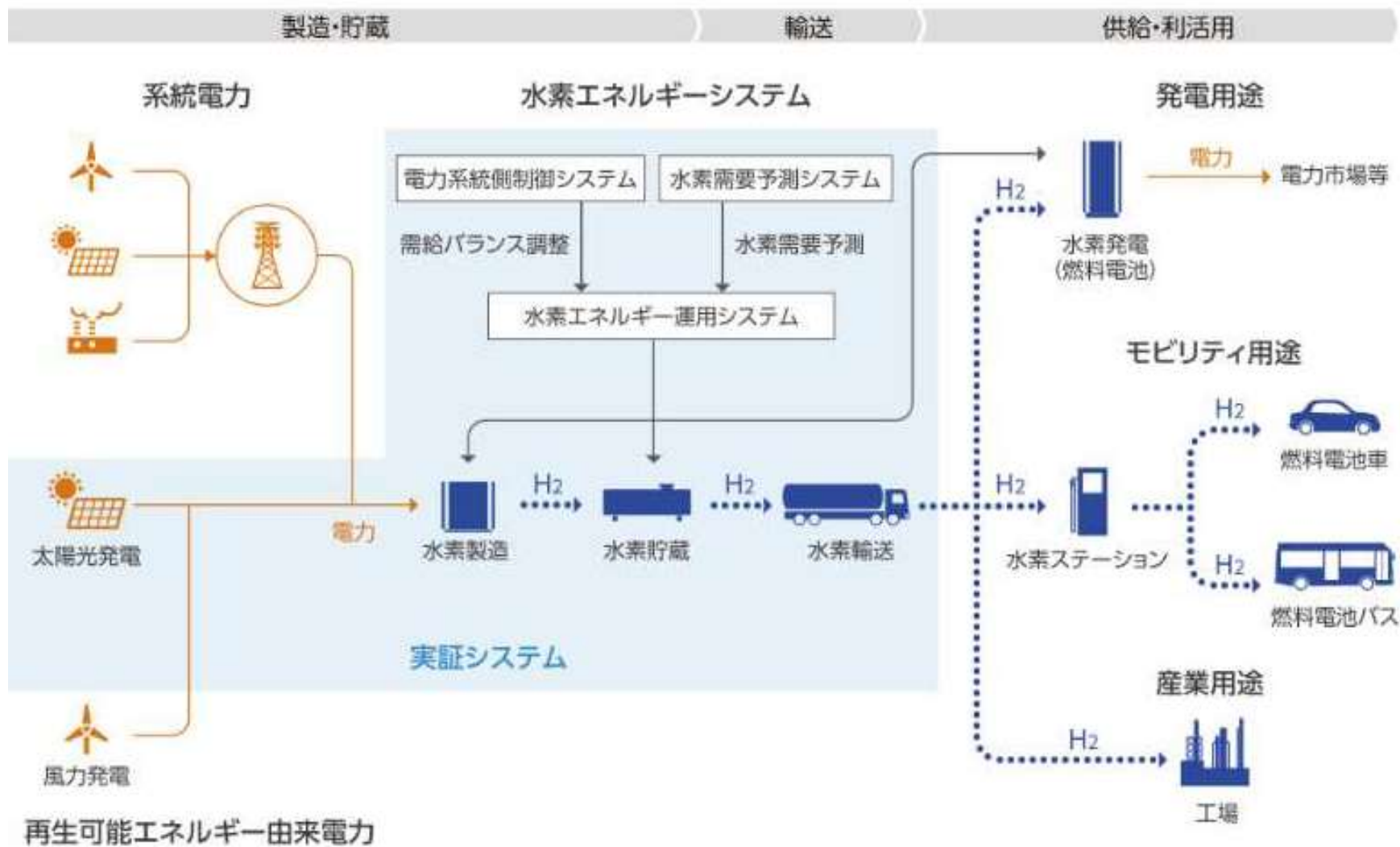
## アクションプラン/ロードマップ

|     |   |
|-----|---|
| 水 素 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水電解装置の活用方法の検討</li> <li>● 水電解装置による水素製造の大規模化や水素コスト低減に向けた技術開発、実証、導入、商用化の推進</li> <li>● 技術的に電化が困難な産業や運輸部門等での水素利用促進に向けた取り組みの推進</li> <li>● パブリックアクセプタンス獲得に向けた理解活動の推進</li> <li>● 水素の利用拡大に向けた法的支援・整備等に関する国への提言</li> </ul> |
|-----|---|



※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。

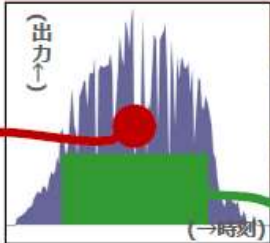




(出典：東北電力プレスリリース資料)

# <事例紹介> 再生電力から水素製造・貯蔵・利用

再生可能エネルギー  
米倉山発電所



太陽光発電の発電量



※一定の発電量を送電

安定した電力



電力系統

- CO2フリー水素の利活用推進
- 地域エネルギー供給力の向上
- 経済活性化と新たな雇用の創出

利用  
(H32年度から社会実証開始予定)



工場・スポーツ施設等

水素製造  
(H29年度から機器開発  
H30年度から水素製造  
(段階的に増加))

エネルギー・マネジメント・システム  
(水電解装置への電力供給をコントロール)



高品質な「水素」を供給

※純度99.999%以上の水素



水電解装置  
(水を電気分解して「酸素」と「水素」に)

水道水

貯蔵・輸送  
(H29年度から機器開発  
H30年度から貯蔵  
(段階的に増加))

水素吸蔵合金  
(金属内に取り込み  
安全に保管)



水素ガス用圧縮機  
(低圧から高圧へ)



カードル  
(利用場所へ輸送)

社会実証で「水素」を利用



純水素型燃料電池等  
(「水素」と「酸素」から電気を発生、余熱も利用)

- ※一般社団法人水素利用技術協会 (HysUT) が運営する水素技術センターと連携
- ※低圧の水素を高圧ガス化して輸送

「不安定な電力で水素製造する技術」「安全に貯蔵・輸送する技術」の開発から社会実証まで一貫したシステムの構築を目指す

## 5. その他の取り組み

| 低炭素製品・サービス等       | 取組み実績   |
|-------------------|---|
| お客さまへの省エネコンサルティング | 省エネに関するお客さまからの相談に対し省エネ診断等を行い、エネルギー利用の最適化等を提案。                     |
| 環境エネルギー教育の実施      | 効率的な電気利用の教室等を開催し、省エネを啓発。  |
| 環境家計簿の実施          | インターネット等を通じ、電気やガスの使用量を入力することにより、排出されるCO2量をお知らせし、省エネ意識、温暖化防止意識を啓発。 |
| 地域イベントでの省エネ提案活動   | 自治体主催の行事・イベント等での省エネPR・協力活動、お客さまを対象としたホームアドバイザーによる省エネ講座の実施。        |
| 低CO2メニューの提供       | 発電の際にCO2を排出しない電力を活用して販売する低CO2メニューの提供。                             |
| 電力見える化サービスの提供     | 消費電力等を確認できるサービスの提供により、省エネ活動を支援。                                   |





公道に設置された充電器（出典：e-Mobility Power プレスリリース資料）



プライベートEVチャージャー「プライブ」

**PRiEV** (仮称)

PRiEVで実現する快適なEVライフ

- ◇ 集合住宅でも戸建て住宅同様、個人専用のEV充電を実現
- ◇ 「探さない」「待たない」「遠慮しない」便利で安心なサービス

【新サービスの概要】

| 項目               | 内容  |
|------------------|---|
| サービス名称(仮称)<br>由来 | 「Private(個人用)」、「i(一人称)」、「EV」を組み合わせ、「個人用のEV充電器」を表現 |
| 提供対象             | 主に分譲マンション(新築・既築)                                  |
| 充電器設置台数          | マンション規模や希望者数に応じて複数台                               |
| 利用可能者            | サービス導入駐車区画の利用者                                    |
| 利用方法             | スマートフォンに専用アプリをダウンロードし利用<br>(事前に会員登録が必要)           |
| 利用機器             | 新規開発予定(九電テクノシステムズ株式会社で開発中)                        |
| 利用料金             | 走行距離に応じた複数の月額定額プラン                                |
| 提供エリア            | 当面は首都圏及び福岡市で展開                                    |
| 提供開始時期           | 2022年度上期(予定)                                      |

(出典：九州電カプレスリリース資料)

# <事例紹介> 電気推進 (EV) 船・燃料電池 (FC) 船

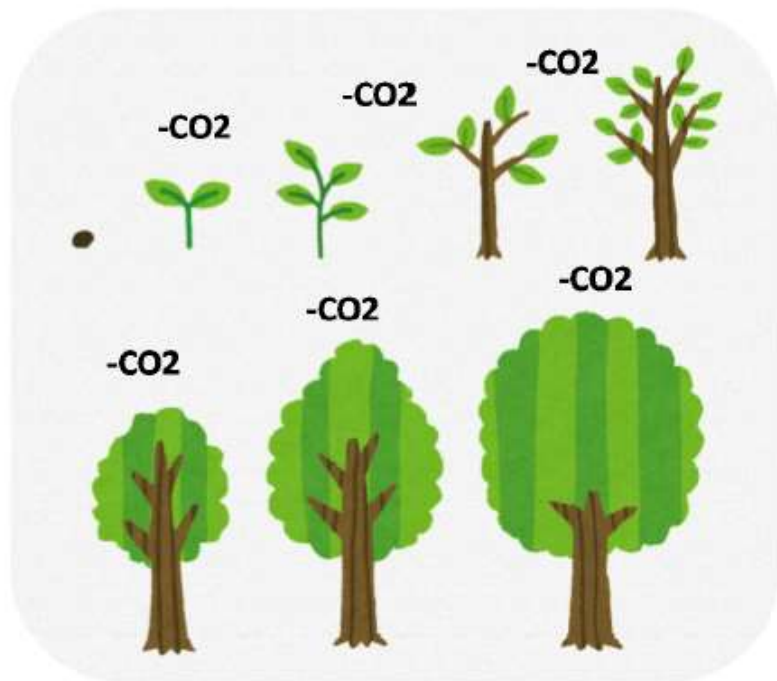
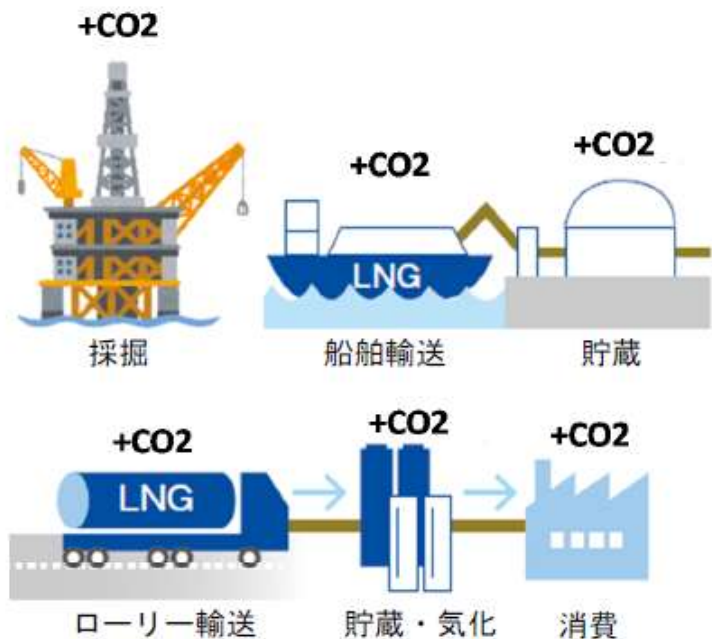
全 長：約30m程度  
総トン数：約60トン  
速 さ：約9ノット (およそ時速20km)  
定 員：100名程度



関西電力と岩谷産業などが検討するFC船のイメージ (出典：関西電力プレスリリース資料)

# <事例紹介> カーボンニュートラルLNGの販売

<カーボンニュートラルLNGの仕組み>



森林保全・植林等

LNGのライフサイクルで  
発生するCO<sub>2</sub>

**相殺**  
**実質ゼロ**

環境保全等で  
吸収されたCO<sub>2</sub>

※ 世界各地における環境保全等のプロジェクトでのCO<sub>2</sub>削減効果を、信頼性の高い認証機関がCO<sub>2</sub>クレジットとして認証したものです。

(出典：北陸電力株式会社プレスリリース資料)





工場全体の電力を、水力発電由来のカーボンフリー電源で供給し、レタスを育成しています。

植物工場システムイメージ

CO<sub>2</sub>

O<sub>2</sub>

養液タンク

ゼロカーボン・レタス(工場内の写真)

The complex block contains two parts. On the left, a schematic titled '植物工場システムイメージ' (Plant Factory System Image) shows a multi-layered growing system. A cloud labeled 'CO<sub>2</sub>' has an arrow pointing into the system, and a cloud labeled 'O<sub>2</sub>' has an arrow pointing out. A '養液タンク' (Nutrient Tank) is shown at the bottom left with an arrow pointing to the system. On the right, a photograph titled 'ゼロカーボン・レタス(工場内の写真)' (Zero-carbon lettuce (photo of the factory)) shows rows of green lettuce plants growing in a controlled indoor environment.

## 6. 最後に



エネルギーの  
安定供給  
Energy  
security

経済効率性  
Economic  
efficiency

環境への適合  
Environment

安全 Safety

# カーボンニュートラルの全体イメージ

- ① 確立した脱炭素電源の最大限の活用 供給側
- ② イノベーションが必要な電源の社会実装による更なる脱炭素化 供給側
- ③ 需要側への電化の推進 需要側

※「カーボンニュートラルの給姿」は、S+3Eの同時達成および、脱炭素技術の普及な進展と政策との整合性を前提としています。  
 (S+3Eとは、安全性[Safety]の確保を大前提に、安定供給[Energy Security]・経済性[Economic Efficiency]・環境保全[Environment]を指す。)

