

# カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー政策

～ 需要サイドの取組と熱エネルギーを中心に ～

2022年2月4日

資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部長

茂木 正

# 2050年カーボンニュートラル宣言・2030年排出削減目標・グリーンエネルギー戦略

- 菅前総理が、我が国が2050年にカーボンニュートラル（温室効果ガスの排出と吸収でネットゼロを意味する概念）を目指すことを宣言。
- 2021年4月の気候サミットで、菅前総理は、我が国が、2030年度において、温室効果ガスの2013年度からの46%削減を目指すこと、さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく決意を表明。
- 岸田総理は、2021年10月、カーボンニュートラルを実現に向け、グリーンエネルギー戦略の策定を表明。

## 2020年10月26日総理所信表明演説（抜粋）

我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

## 2021年4月22日総理スピーチ（抜粋）

地球規模の課題の解決に、我が国としても大きく踏み出します。2050年カーボンニュートラルと整合的で、野心的な目標として、我が国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指します。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けてまいります。

## 2022年1月17日 岸田総理施政方針演説（抜粋）

2030年度46%削減、2050年カーボンニュートラルの目標実現に向け、単に、エネルギー供給構造の変革だけでなく、産業構造、国民の暮らし、そして地域の在り方全般にわたる、経済社会全体の大変革に取り組みます。

どの様な分野で、いつまでに、どういう仕掛けで、どれくらいの投資を引き出すのか。経済社会変革の道筋を、グリーンエネルギー戦略として取りまとめ、お示しします。

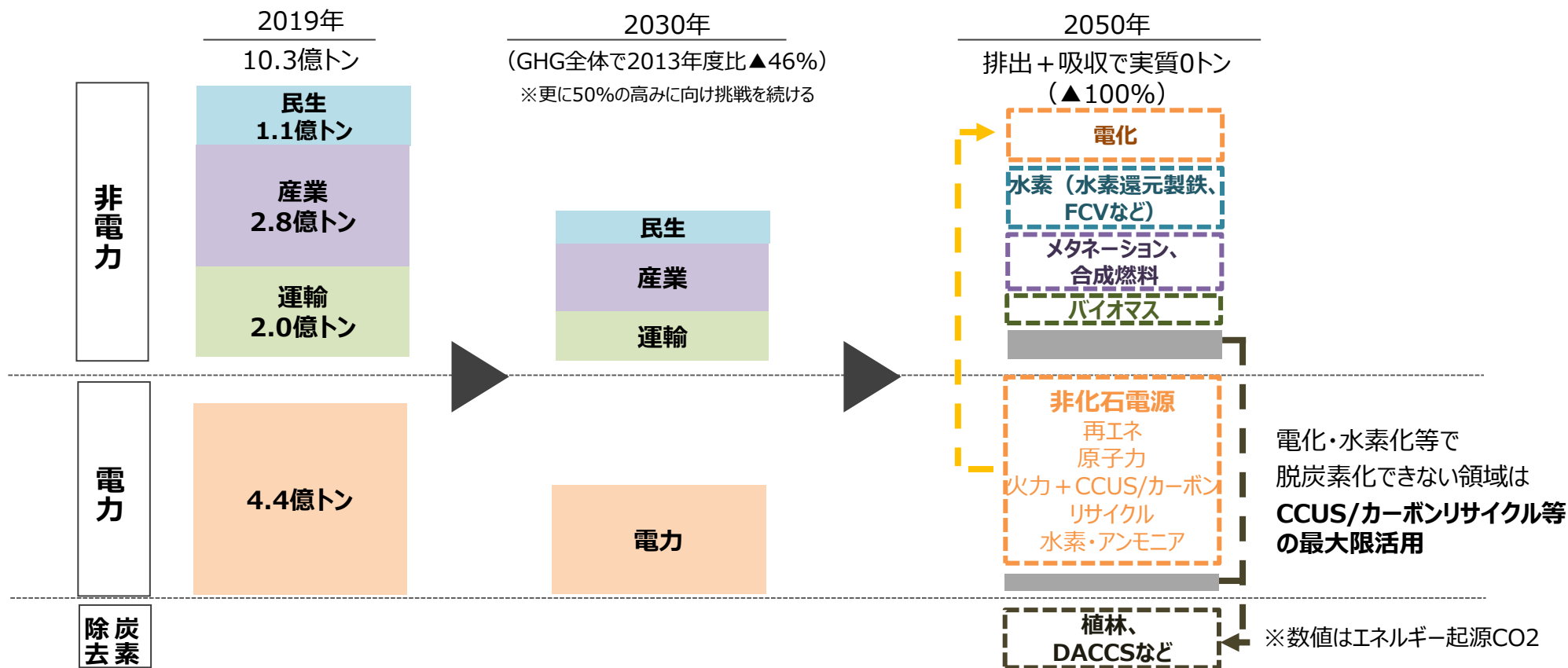
送配電インフラ、蓄電池、再エネはじめ水素・アンモニア、革新原子力、核融合など非炭素電源。需要側や、地域における脱炭素化、ライフスタイルの転換。資金調達の在り方。カーボンプライシング。多くの論点に方向性を見出していきます。

# 2030年に向けた主要国の排出目標

国名	従来目標	気候サミットを踏まえた排出目標
日本	2030年 <b>▲26% (2013年)</b> <2020年3月NDC提出>	<b>▲46% (2013年比)</b> を目指す、さらに <b>50%の高みに挑戦</b> と表明。
米国	2025年 <b>▲26~28% (2005年比)</b> <2016年9月NDC提出>	<b>▲50~52% (2005年比)</b> を表明。 ※上記目標のNDC提出済み
カナダ	2030年 <b>▲30% (2005年比)</b> <2017年5月NDC提出>	<b>▲40~45% (2005年比)</b> を表明
EU	2030年 <b>▲55% (1990年比)</b> <2020年12月NDC提出> ※引き上げ前は▲40% (1990年比)	目標の変更無し
英国	2030年 <b>▲68% (1990年比)</b> <2020年12月NDC提出> ※提出前はEUのNDCとして▲40% (1990年比)	<b>2035年に▲78% (1990年比)</b> を表明。 ※2030年目標の変更はなし。
韓国	2030年 <b>▲24.4% (2017年比)</b> <2020年12月NDC提出>	目標の変更無し。気候サミットにおいて、 <b>今年中のNDC引き上げを表明</b> 。
中国	<b>2030年までにピーク達成、GDP当たりCO2排出▲65%</b> (2005年比) <国連総会(2020年9月)、パリ協定5周年イベント (2020年12月) での表明>	目標の変更無し。 ※気候サミットでは、石炭消費の縮減を表明。

# カーボンニュートラルに向けたエネルギー政策の道筋

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



# 2030年のエネルギー需給の見通し（第6次エネルギー基本計画）

- 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 ⇒ 現行目標)	2030年ミックス (野心的な見通し)
<b>省エネ</b>		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	<b>6,200万kl</b>
最終エネルギー消費（省エネ前）		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl
<b>電源構成</b>  発電電力量： 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	<b>再エネ</b>	(18% ⇒ 22~24%)	<b>36~38%*</b> ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の 成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高み を目指す。
	<b>水素・アンモニア</b>	( 0% ⇒ 0%)	
	<b>原子力</b>	( 6% ⇒ 20~22%)	
	<b>LNG</b>	(37% ⇒ 27%)	
	<b>石炭</b>	(32% ⇒ 26%)	
	<b>石油等</b>	( 7% ⇒ 3%)	
			太陽光 6.7% ⇒ 7.0% 風力 0.7% ⇒ 1.7% 地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1% 水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2% バイオマス 2.6% ⇒ 3.7~4.6%
			<b>1%</b> (再エネの内訳) <b>20~22%</b> 太陽光 14~16% <b>20%</b> 風力 5% <b>19%</b> 地熱 1% <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年に向けた需要サイドの取組のポイント（第6次エネルギー基本計画）

## ● 徹底した省エネの更なる追求

- 産業部門では、エネルギー消費原単位の改善を促すベンチマーク指標や目標値の見直し、「省エネ技術戦略」の改定による省エネ技術開発・導入支援の強化などに取り組む。
- 業務・家庭部門では、2030年度以降に新築される住宅・建築物についてZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能の確保を目指し、建築物省エネ法による省エネ基準適合義務化と基準引き上げ、建材・機器トップランナーの引き上げなどに取り組む。
- 運輸部門では、電動車・インフラの導入拡大、電池等の電動車関連技術・サプライチェーンの強化、荷主・輸送事業者が連携した貨物輸送全体の最適化に向け、AI・IoTなどの新技術の導入支援などに取り組む。

## ● 需要サイドにおけるエネルギー転換を後押しするための省エネ法改正を視野に入れた制度的対応の検討

- 化石エネルギーの使用の合理化を目的としている省エネ法について、非化石エネルギーも含むエネルギー全体の使用の合理化や、非化石エネルギーの導入拡大等を促す規制体系への見直しを検討。  
→事業者による非化石エネルギーの導入比率の向上や、供給サイドの変動に合わせたディマンドレスポンス等の需要の最適化を適切に評価する枠組みを構築。

## ● 蓄電池等の分散型エネルギーリソースの有効活用など二次エネルギー構造の高度化

- 蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用したアグリゲーションビジネスを推進するとともに、マイクログリッドの構築によって、地産地消による効率的なエネルギー利用、レジリエンス強化、地域活性化を促進。

# 第6次エネルギー基本計画における野心的な省エネ目標

(単位：万kl)

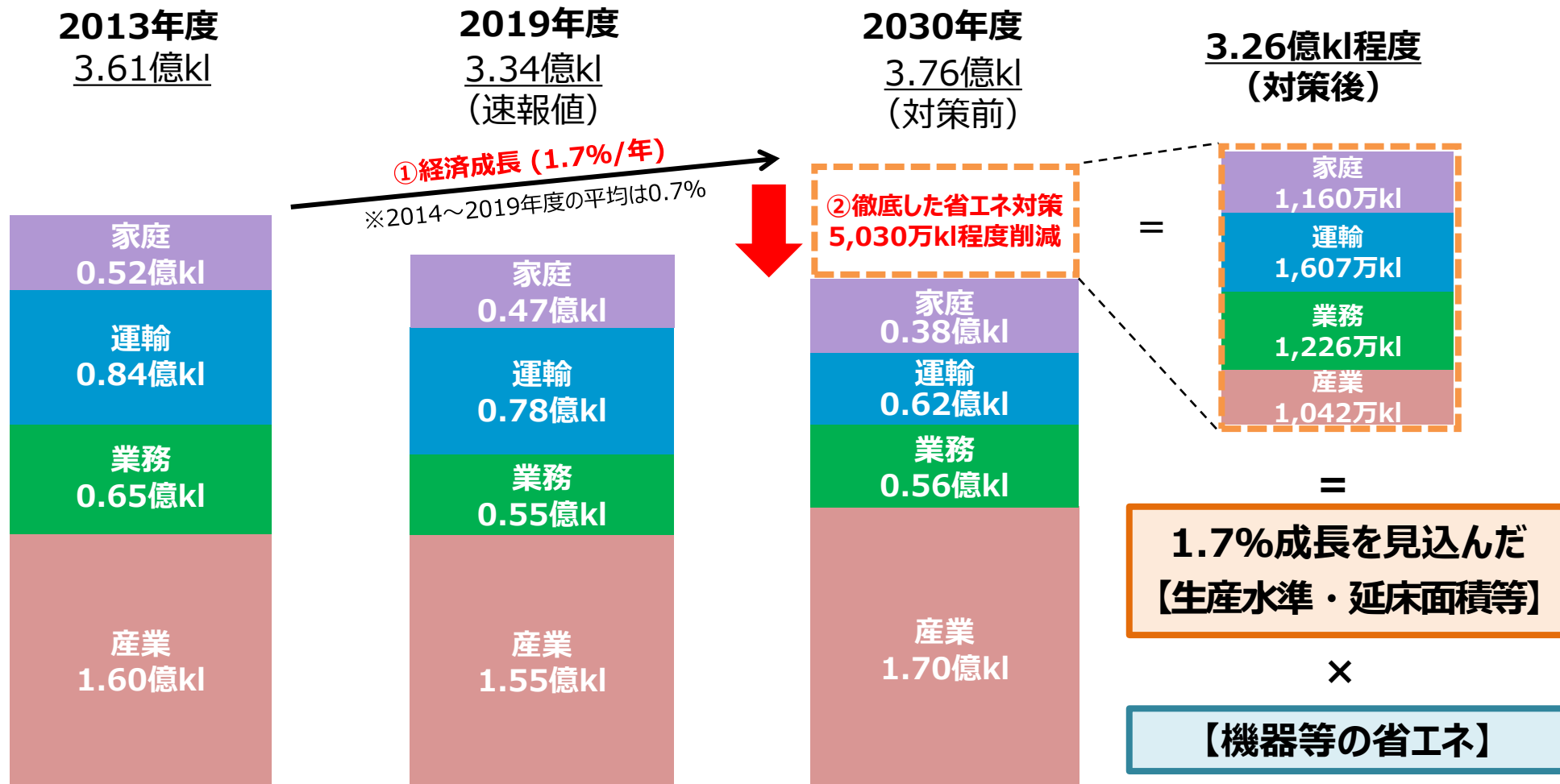
	2019年度 実績	2030年度 旧目標	2030年度 新目標	増加分 (新目標-旧目標)
産業部門	322	1,042	約1,350	約300
業務部門	414	1,227	約1,350	約150
家庭部門	357	1,160	約1,200	約50
運輸部門	562	1,607	約2,300	約700
合計[万kL]	1,655	5,036	約6,200	約1,200

※部門毎に端数処理をしているため、合計値は必ずしも一致しない。

# (参考) 第5次エネルギー基本計画における省エネ目標

- エネルギーミックスは、**1.7%の経済成長**を前提として想定した2030年度の最終エネルギー需要に対し、徹底した省エネ対策を実施することで、そこから**5030万kl程度の削減**を見込んでいる。

※CO2は**1.88億t削減**に相当(2013年度比▲15.2%)、温対計画全体では、**3.08億tの削減**(同▲25%)





# (参考) 省エネ対策の進捗 (2019年度時点) (第5次エネルギー基本計画における目標に対し)

全体 <省エネ量▲5,030万kl>

**2019年度時点で▲1,655万kl【進捗率：32.9% (標準進捗率38.9%)】**

2018年度時点で▲1,340万kl【進捗率26.6% (標準進捗率33.3%)】

2017年度時点で▲1,073万kl【進捗率21.3% (標準進捗率27.8%)】

## 産業部門 <省エネ量▲1,042万kl>

2019年度時点で▲322万kl (進捗率：**30.9%**)

※標準削減量▲405万kl

### ➤ 主な対策

- ・ LED等の導入 [84.8万kl/108.0万kl (**78.5%**) ]
- ・ FEMSの活用等によるエネルギー管理の実施 [19.5万kl/67.2万kl (**29.0%**) ]
- ・ 産業用モータの導入 [16.4万kl/166.0万kl (**9.9%**) ]
- ・ 産業用ヒートポンプの導入 [8.0万kl/87.9万kl (**9.1%**) ]

## 業務部門 <省エネ量▲1,227万kl>

2019年度時点で▲414万kl (進捗率：**33.7%**)

※標準削減量▲477万kl

### ➤ 主な対策

- ・ LED等の導入 [173.0万kl/228.8万kl (**75.6%**) ]
- ・ BEMSの活用等によるエネルギー管理の実施 [66.8万kl/235.3万kl (**28.4%**) ]
- ・ トップランナー制度等による機器の省エネ性能向上 [63.4万kl/278.4万kl (**22.8%**) ]

## 家庭部門 <省エネ量▲1,160万kl>

2019年度時点で▲357万kl (進捗率：**30.8%**)

※標準削減量▲451万kl

### ➤ 主な対策

- ・ LED等の導入 [172.7万kl/201.1万kl (**85.9%**) ]
- ・ トップランナー制度等による機器の省エネ性能向上 [36.4万kl/133.5万kl (**27.3%**) ]
- ・ 住宅の省エネ化 [52.5万kl/356.7万kl (**14.7%**) ]

## 運輸部門 <省エネ量▲1,607万kl>

2019年度時点で▲562万kl (進捗率：**35.0%**)

※標準削減量▲625万kl

### ➤ 主な対策

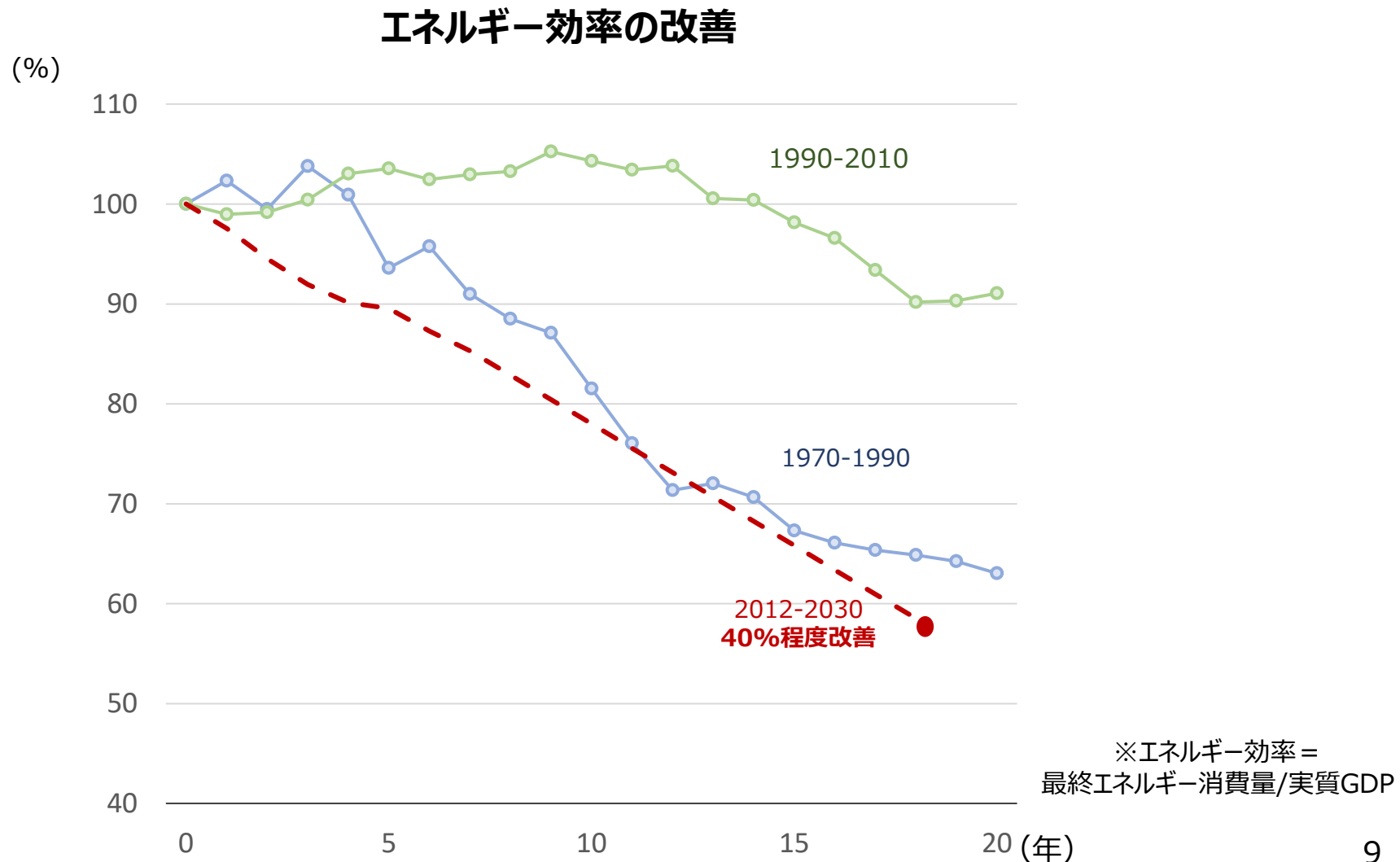
- ・ 次世代自動車の普及 [165.4万kl /938.9万kl(**17.6%**) ]
- ・ その他の運輸部門対策 [396.9万kl/668.2万kl (**59.4%**) ]
  - (内訳) 旅客輸送 [221.4万kl /330.5万kl (**67.0%**) ]
  - 貨物輸送 [175.9万kl /337.6万kl (**52.1%**) ]

※令和3年3月開催 中央環境審議会地球環境部会 産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会 合同会合 資料より進捗を計算

※※「住宅の省エネ化」「次世代自動車の普及」等の2019年度実績が未集計な対策は、2018年実績値を引用

# 野心的な目標達成には高いレベルのエネルギー効率の改善が必要

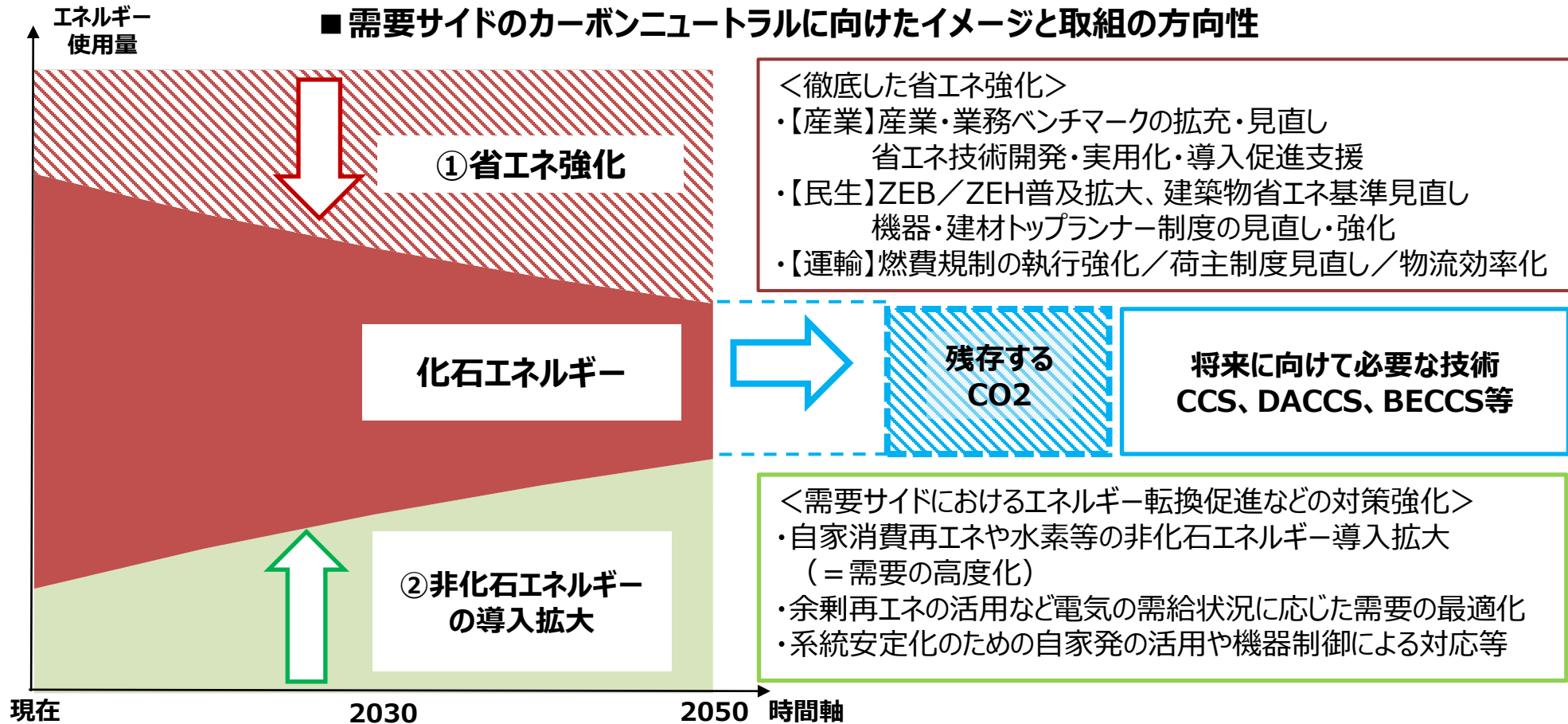
- H27策定時のエネルギーミックス（第5次）においては、省エネルギー対策を徹底して進める結果、エネルギー効率は石油危機後と同程度であった。
- 野心的な省エネルギーの深堀りを目指した結果、石油危機後を上回るエネルギー消費効率となる。



# 需要サイドの取組を促す制度（省エネ法の見直し）

- 2030年に向けて、徹底した省エネ（①）を進めるとともに、非化石電気や水素等の非化石エネルギーの導入拡大（②）（需要の高度化）に向けた対策を強化していくことが必要。

→ 今国会に省エネ法改正案を提出する方向で検討中



# 産業毎の非化石エネルギー利用実態を踏まえた対策

- エネルギー多消費4業種の非化石エネルギー使用比率は以下のとおり（資源エネルギー庁試算値。今後要精査。）。
- 非化石エネルギーの導入促進策は、**業種毎の実態や特性を踏まえた制度検討が必要**。

	2017年	2018年	2019年
鉄鋼業	8.82%	9.03%	11.95%
化学工業	15.89%	16.77%	16.89%
セメント ・ガラス製造業	10.71%	14.73%	15.22%
製紙業	47.42%	48.31%	48.67%

## 【留意点】

- 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）を元に算出
- 「再生可能エネルギー」及び「未利用エネルギー」を非化石エネルギーとして計上しているため、廃タイヤ、廃材、廃熱回収等も非化石エネルギーとしてカウントされている。
- 系統電気の非化石電源比率は、【2017年:17%】【2018年:21%】【2019年:23%】で算出している。

# 分散型エネルギーリソース（DER）の設備等のタイプ及び用途の分類

- DERは、①発電設備（変動再エネ、燃料電池等）、②蓄電設備（蓄電池等）、③需要設備（大規模工場、水電解装置等）に大別され、その**組み合わせにより提供出来る価値が異なる**。
- DERは、自家消費、小売の供給力、一般送配電事業者の調整力等への活用が期待される。

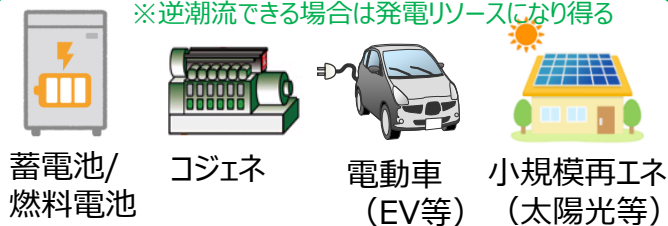
## 設置場所

## 用途

### 需要設備



需要(DRリソース)



蓄電池/  
燃料電池

コジェネ

電動車  
(EV等)

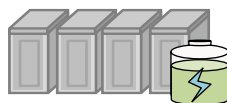
小規模再エネ  
(太陽光等)



大規模再エネ

### 発電設備

### 系統直付け設備



系統用蓄電池

① 需要家が設置場所で自家消費（例：太陽光＋蓄電池）

② 小売電気事業者が需要家に提供する供給力として活用（例：燃料電池の余剰電力買取サービス、節電メニュー）

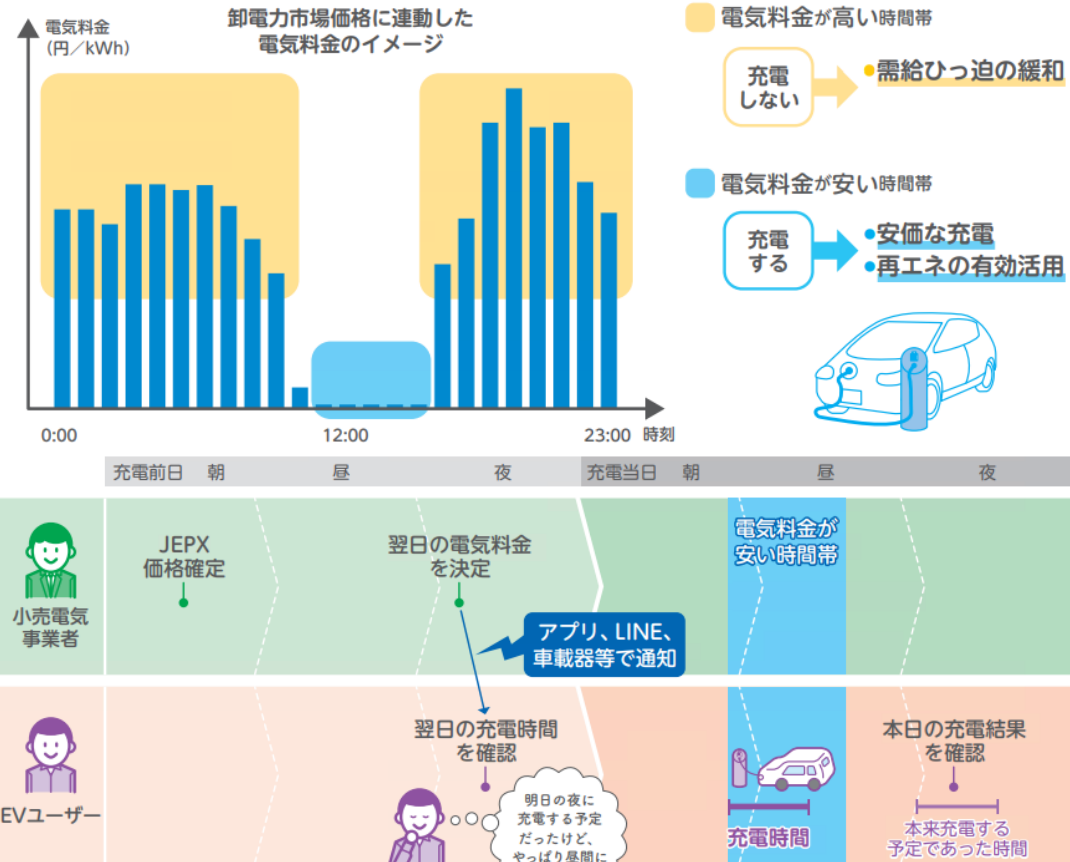
③ 小売電気事業者や一般送配電事業者が、調整力、予備力、供給力として活用（例：調整力公募における電源 I'）

# 分散型エネルギーリソースを活用した需要シフト等の取組

- 蓄電池やEV等の分散型エネルギーリソースを用いた上げDR（需要創出）により、再エネ余剰時に電力需要をシフトさせるといった制御等を通じて、**再エネの出力制御の回避、系統混雑を緩和に貢献するといった取り組みを進める。**

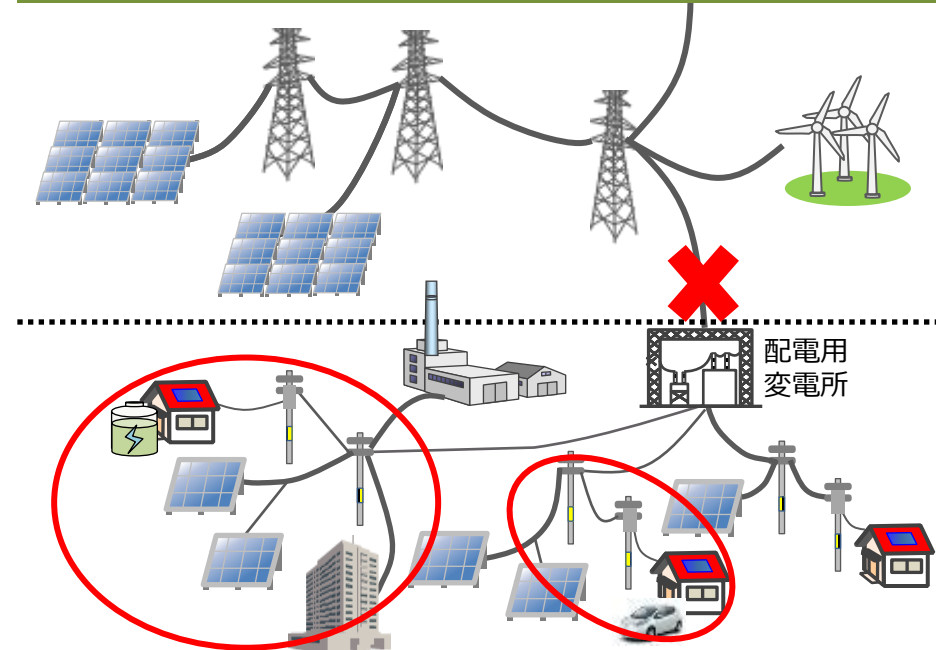
## ダイナミックプライシング※を活用した電動車充電シフト

### 事業イメージ



※卸電力市場価格に連動した小売電気料金

## DERを活用した系統混雑緩和の取り組み (ローカルフレキシビリティ)

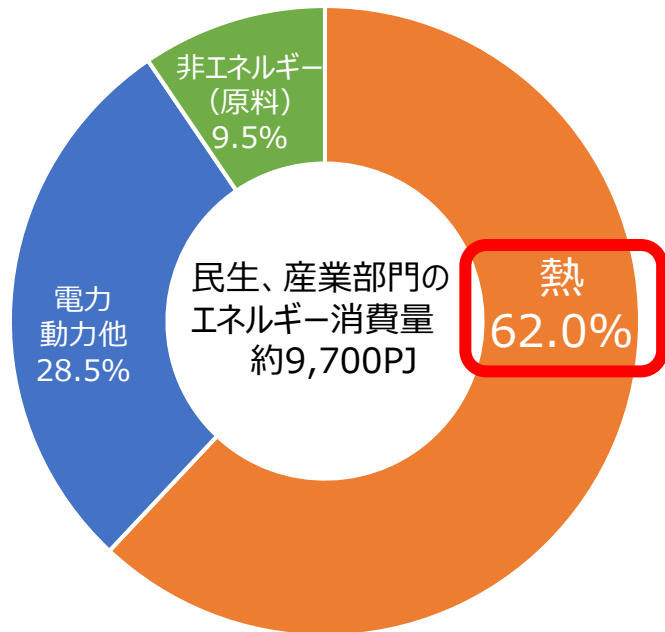


配電用変電所の容量制約等により、設置された再エネのポテンシャルを十分に発揮できない可能性（出力制御等）があるが、同地域内にあるEVや蓄電池等の需要を創出（上げDR）することで対応する取組を促進

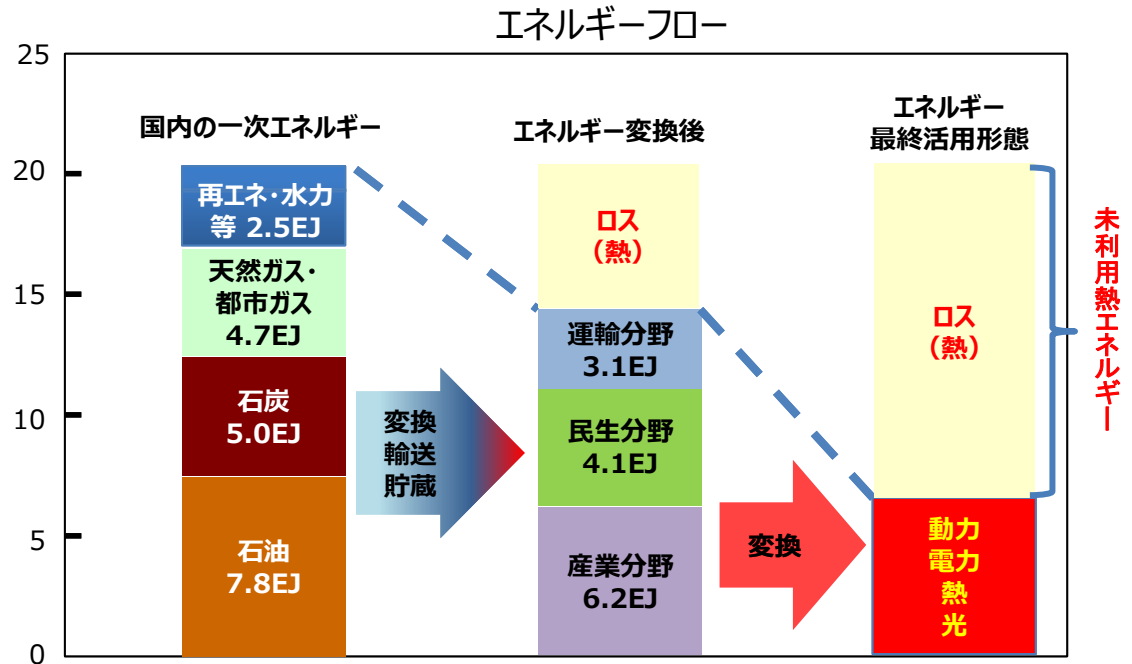
# 需要側のカーボンニュートラルに向けた取組の鍵は「熱」

- 日本の民生・産業部門における消費エネルギーの約6割は熱需要。
- 国内一次エネルギー投入の約6割が有効利用されずに排熱（未利用熱）として排出。
- 2050年カーボンニュートラル実現に向けては、未利用熱を最大限活用するとともに、熱源の脱炭素化を実現することが重要。

## 民生、産業部門の用途別エネルギー消費量



(出典) 2020年エネルギー白書を基に日本ガス協会作成



出典：資源エネルギー庁 平成29年度（2017年度）エネルギー需給実績（確報）を基にNEDO作成



# エネルギー基本計画の中の「熱」に関する記述①

## 「現時点での技術を前提としたそれぞれのエネルギー源の位置づけ：熱」

現時点において、**我が国の最終エネルギー消費の過半は熱利用を中心とした非電力部門が占めており**、2050年カーボンニュートラルを見据え、**省エネルギーや燃料転換などにより、更に熱を効率的に利用する必要がある**。熱の利用は、個人・家族の生活スタイルや地域の熱源の賦存の状況によって、様々な形態が考えられることから、生活スタイルや地域の実情に応じた、柔軟な対応が可能となる取組が重要である。

熱と電気を組み合わせて発生させるコージェネレーションは、**熱電利用を同時に行うことによりエネルギーを最も効率的に活用することができる方法の一つであり、省エネルギー性に加え、ガスなどの既存インフラを活用するため、点在が容易**である。また、季節や時間によっては発電容量に一定の余裕がある場合もあり、緊急時における電力供給不足のバックアップや、再生可能エネルギー等の変動電源導入時に必要となる調整電源としての役割も期待できる。また、**地域の特性を活かした太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱をより効果的に活用していくことも重要**である。

## 「徹底した省エネルギーの更なる追求」

鉄鋼業などの一部業種においては、世界的に見ても省エネルギー技術の導入が進展しているため、更なる省エネルギーには省エネルギーポテンシャルの高い新たな省エネルギー技術の開発や導入、**工場排熱等の未利用エネルギーの活用に向けた取組強化等が必要**である。

2030年度目標を踏まえた省エネルギーポテンシャルの更なる深掘りを目指すため、経済産業省及びNEDOで策定している「省エネルギー技術戦略2016」（2016年9月）を改定し、省エネルギー技術開発のロードマップとして位置づけながら、**工場排熱等の未利用エネルギーの更なる活用を含め、先進的な技術開発・実用化支援・普及拡大に取り組んでいく**。

## 「再生可能エネルギー熱」

再生可能エネルギー熱は地域性の高い重要なエネルギー源であることから、下水汚泥・廃材によるバイオマス熱などの利用や、運輸部門における燃料となっている石油製品を一部代替することが可能なバイオ燃料の利用、廃棄物処理における熱回収を、経済性や地域の特性に応じて進めていくことが重要である。

太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱について、**熱供給設備の導入支援を図るとともに、複数の需要家群で熱を面的に融通する取組への支援**を行うことで、再生可能エネルギー熱の導入拡大を目指す。



# エネルギー基本計画の中の「熱」に関する記述②

## 「天然ガスシフトと熱の脱炭素化」

我が国の**産業・民生部門の消費エネルギーの約6割は熱需要**であり、特に産業分野においては電化による対応が難しい高温域も存在しているため、熱需要の脱炭素化の実現に向けて、**需要サイドに熱エネルギーを供給するガスの脱炭素化が大きな役割を果たす**とともに、**需要サイドにおける天然ガスへの燃料転換や天然ガス利用機器の高効率化は熱需要の脱炭素化に向けた選択肢の一つ**となる。

天然ガスは化石燃料の中でCO<sub>2</sub>排出量が最も少ないため、天然ガスへの燃料転換等によって熱需要の低炭素化に貢献できるとともに、**供給サイドにおいてメタネーション等の技術が確立すれば、既存インフラや設備を利用可能な合成メタン等が天然ガスを代替できるようになる**ため、燃料転換等を行った需要サイドは将来的に合成メタン等の供給を受けることにより、2050年に向けてコストを抑えつつより円滑な脱炭素化への移行が期待できる。**需要サイド・供給サイドそれぞれが熱の低炭素化・脱炭素化に資する取組を進めていくことが重要**である。

## 「効率的な熱供給の推進」

熱の有効利用に対する関心が高まる中、**熱導管を面的に敷設して行う地域型の熱供給、都市再開発事業などに伴いビル単位での事業や生活機能の確保も意識した地点型の熱電一体供給など、冷温熱を供給するサービスの形態も多様化**してきているところである。

こうした中、主に**高温域を占める産業用に関しては、製造プロセス技術開発、省エネルギー設備の導入促進、コージェネレーションの利用や廃熱カスケード利用促進を行うことが重要**である。また、主に**低温域を占める民生用に関しては、まずは省エネルギー住宅・建築物の普及により熱需要自体の削減を図るとともに、エネファームやヒートポンプなどの省エネルギー機器の普及を促進することが重要**である。これらに加えて、引き続き省エネ法による規制を通じて熱の効率的な利用を促進する。

熱供給事業に関するシステム改革により、熱電一体型の熱供給を行うための環境整備が進んだことを踏まえ、**コージェネレーションや廃熱等のエネルギーの面的利用を推進**する。これにより、地域の省エネルギーの実現に貢献するとともに、災害時のレジリエンス強化やエネルギーの地産地消等を後押しする。

## (1) 熱利用の高効率化（省エネ化）

### (課題)

- ① 高温領域の熱利用の高効率化
- ② 未利用の低温排熱の利活用拡大
- ③ 熱電併給（コージェネレーション）活用
- ④ 他者との連携

### (対応の方向)

- ① 省エネルギー投資促進支援
- ② 未利用熱の実用化に向けた実証支援
- ③ コージェネレーション設備の導入支援
- ④ 省エネ法による制度的支援（連携省エネルギー計画）

## (2) 熱の脱炭素化

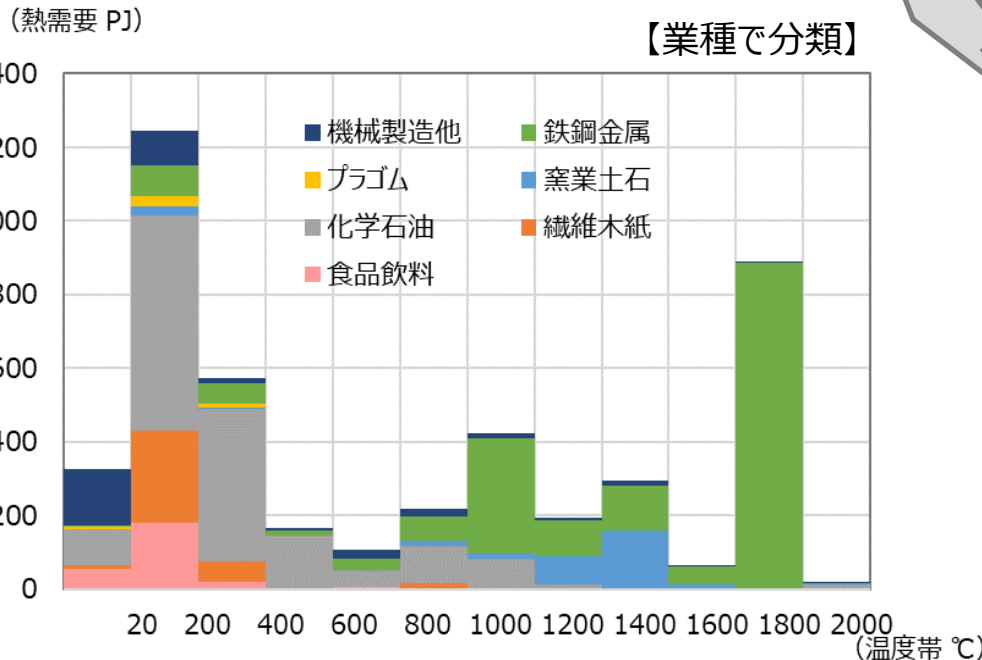
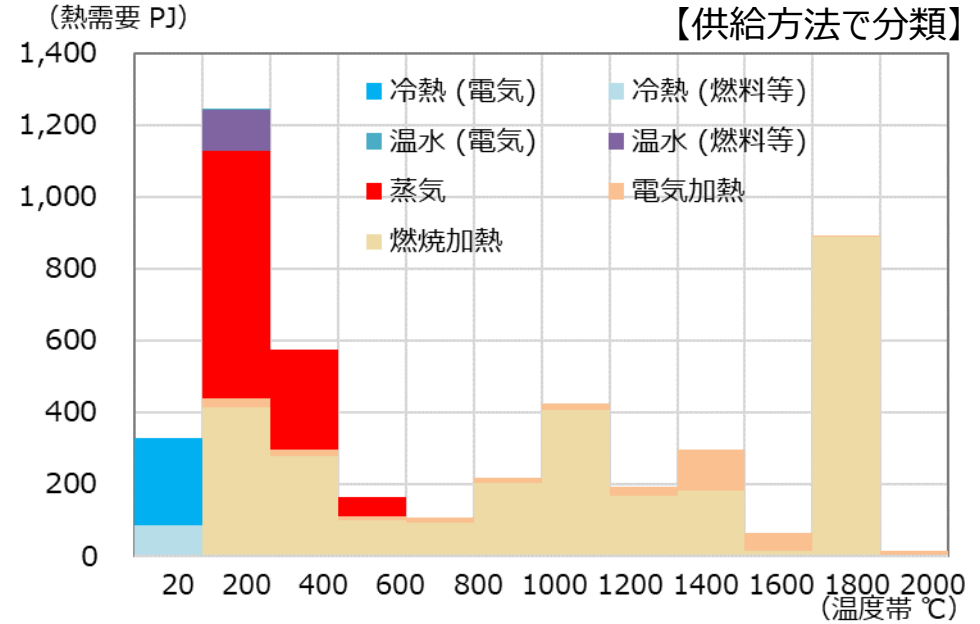
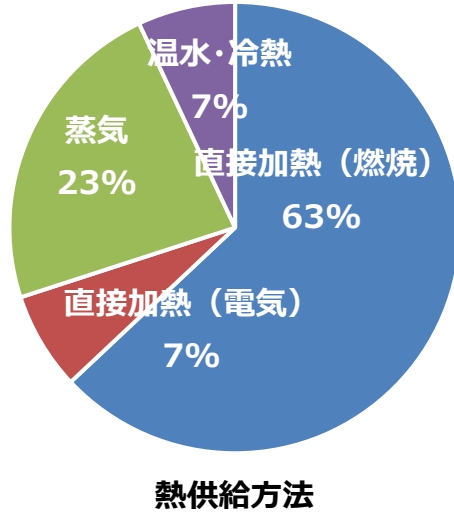
### (課題)

- ① 燃料転換の促進
- ② 電化できない高温領域での対応
- ③ 代替となる非化石燃料の活用
- ④ プロセス改善

### (対応の方向)

- ① 省エネルギー投資促進支援
- ② 水素・アンモニア燃料の混焼・専焼実証
- ③ カーボンニュートラル合成燃料の活用
- ④ 製造プロセスの見直し

# 産業分野の熱需要の実態と課題 (例：温度別、業種別需要)



- 直接加熱は広範な温度帯で実施
- 鉄鋼業、窯業土石は比較的高温の熱需要が多いのに対し、食品飲料、繊維木紙、機械製造業は比較的低温の熱需要が多い。化学工業は広範な温度領域の熱需要を有している。
- 直接加熱により発生する廃熱の有効活用を検討
- 低温や広範な温度領域の熱需要がある分野はカスケード利用を検討。

出所) 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査  
(熱供給及び熱供給機器の特性等に関する調査) 調査報告書 より作成

# 産業分野におけるコージェネの活用

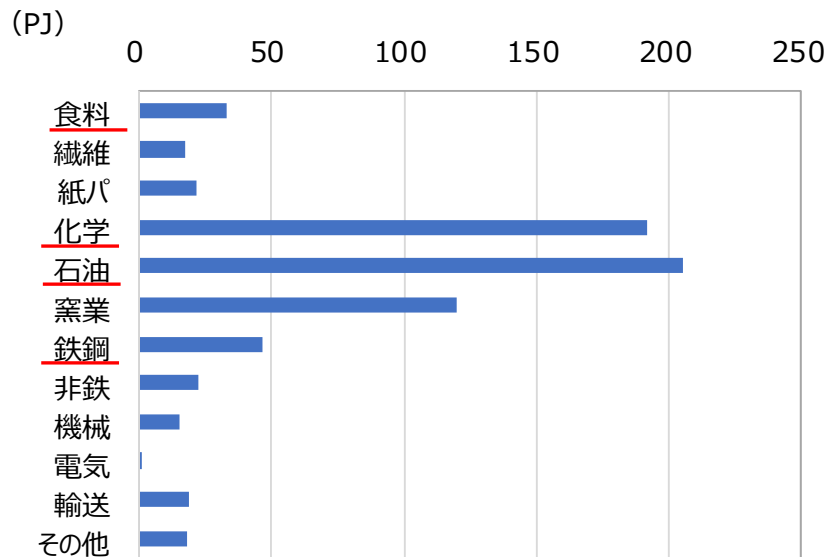
- 熱の有効利用の観点から、**コージェネは化学、鉄鋼、食料品など、熱需要の多い分野に多く導入**。また、相対的に熱需要が小さい機械、電機電子などの分野においても、BCP目的で導入がすすんでいる。
- **未利用の工場排熱は約700PJと膨大**。仮にその1割が再利用できれば、産業用蒸気、温水需要の約5%（300万tCO2程度）をまかなうことができる。

PJ：ペタジュール

P（ペタ）= 10<sup>15</sup>

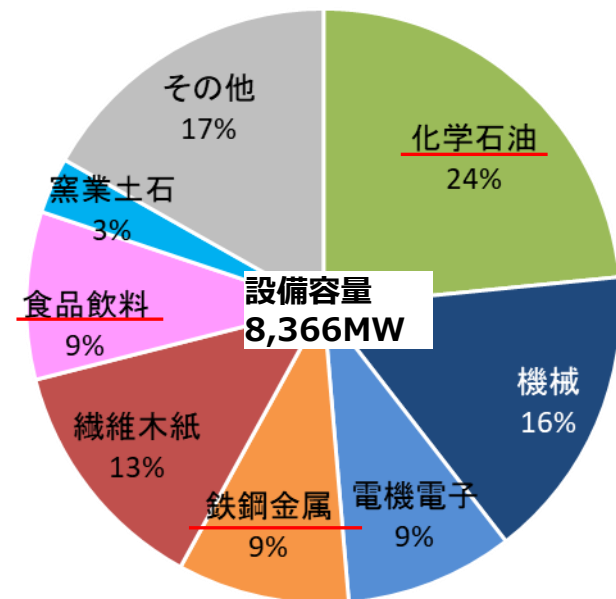
原油 1 L = 38,700kJ

700PJは原油換算すると  $700 \times 10^{15} \div (38,700 \times 10^3) = 180$  億L



排熱量の推定結果（2013年度）

出所) 平成27年度新エネルギー等導入促進基礎調査  
（熱需給の実態等に関する包括調査）報告書 より作成

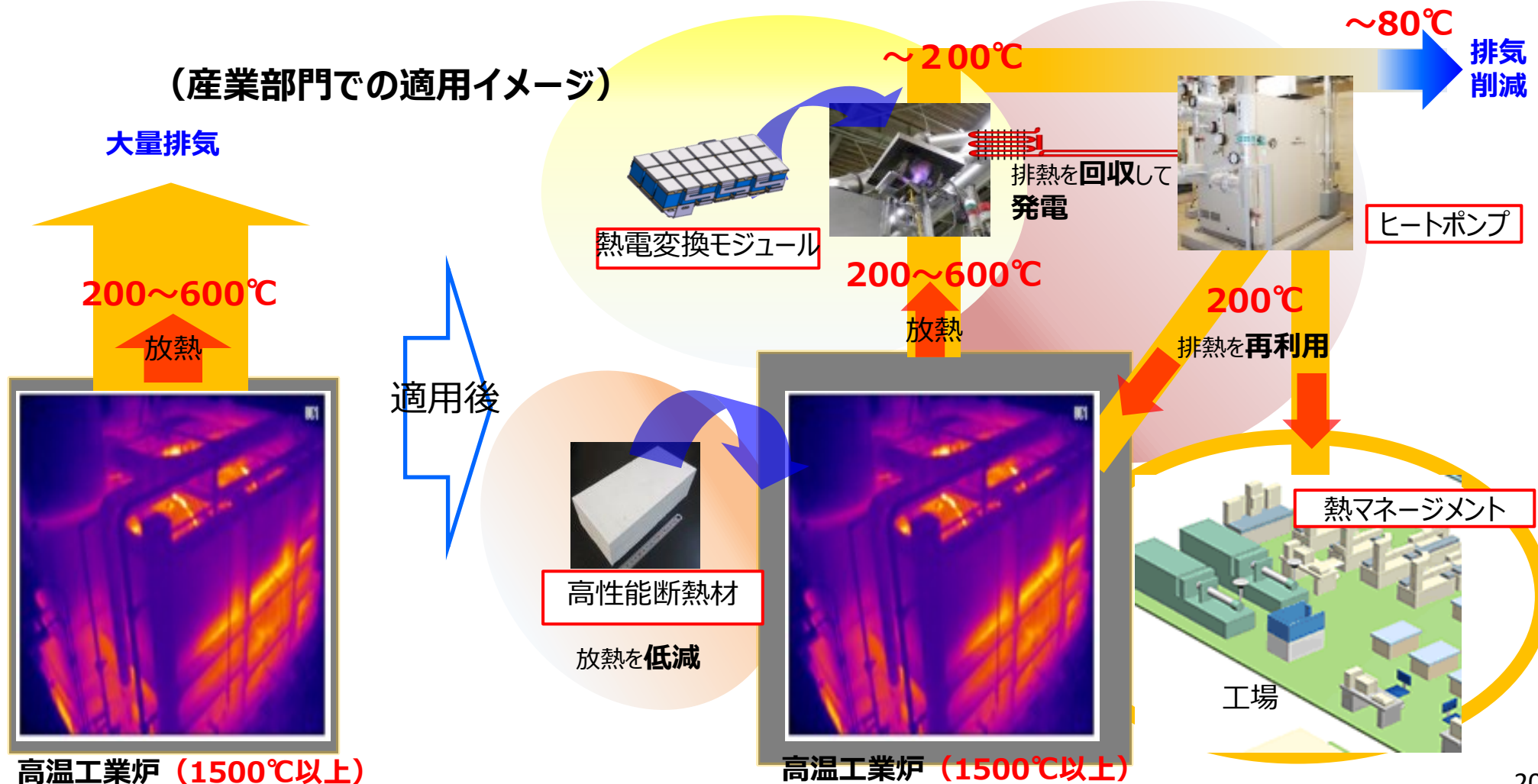


産業用コージェネの業種別導入量

出所) コージェネ財団HPより作成

# 未利用熱エネルギーの革新的な活用技術の開発

- 製造工程等から排出される未利用熱を有効的に活用するための革新的な要素技術の開発するための国プロを実施中。
- 断熱、蓄熱、遮熱、熱電変換、排熱発電、ヒートポンプなどの熱の有効利用のための要素技術開発に加え、熱マネージメントなどの基盤技術開発をあわせて実施。



# 未利用熱エネルギーの革新的な活用技術研究開発の成果例

テーマ	実施主体	実施内容	進捗状況・成果
断熱	美濃窯業、 産総研	高温下(1500℃以上)で耐熱性と強度を持つ、安価な高性能断熱材を開発。	一定の条件下において、1500℃の耐熱性を有する断熱材の開発に成功。実用化に向けた高強度化を開発中。
蓄熱	パナソニック、 三菱ケミカル 等	10℃前後で長時間(24h以上)使用できる蓄熱材を開発。	10℃前後の温度で冷却する食品造製造プロセス等へ主に適用することを想定し、安全性評価を完了した蓄熱材料を搭載した蓄熱モジュールを開発した【令和2年度事業終了】
熱電変換	古河機械金属、 日立製作所等	高温(600℃)でも使用可能な、高性能熱電変換システムを開発。	ラボレベルで600℃での耐久性試験を実施しており、引き続き実用化に向けた実証試験を行う予定。
廃熱発電	パナソニック	低温(200℃以下)の排熱を利用した発電装置(効率:従来比2倍)を開発。	200℃の定常運転の条件において、平均発電出力1kWを達成した。【令和2年度事業終了】
ヒートポンプ	前川製作所等	高温(200℃)の熱供給が可能なヒートポンプ技術を開発。	200℃の熱供給が可能となるヒートポンプの基本仕様や試作を完了し、今後実証試験を行う予定。
熱マネジメント	マツダ、マレリ 等	断熱・蓄熱等の要素技術を組み合わせた熱のマネジメント技術を確立。	自動車内の熱の流れをモデル化するために必要なデータを取得しており、モデルの構築と様々な車両に対する適用に向けて開発中。
基盤技術	産総研、 金属系材料研 究センター等	熱関連材料特性等の情報整備。 未利用熱利用に係る評価・計測法の開発。	企業等が導入の検討に有用なヒートポンプシュミレータを開発とともに、材料のデータベース化に向けて業界共通となる基盤を構築している。

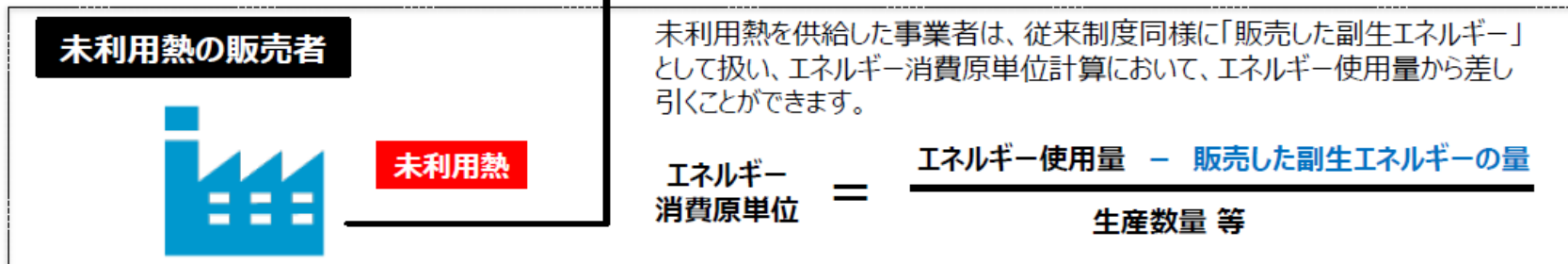
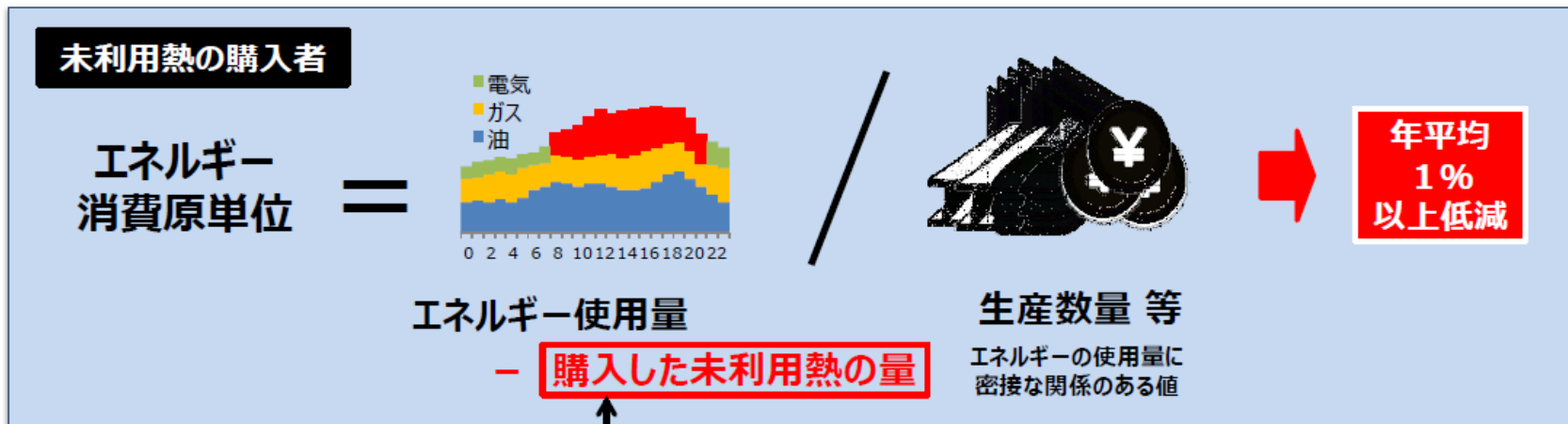


# 省エネ法における未利用熱の活用・有効利用の促進

- 未利用熱を他者に供給した場合、定期報告を可能とする未利用熱活用制度
- 省エネ量を事業者間で分配して定期報告を可能とする連携省エネ計画認定制度の導入

未利用熱活用制度とは、外部で発生した未利用熱を購入し、自社の工場等で使用した場合に省エネ取組として評価するものです。具体的には、定期報告のエネルギー消費原単位の算出にあたって、エネルギー使用量から差し引くことで、原単位の改善が可能となります。

注) 本制度の利用は任意となります。省エネ取組として評価を望む場合、ご利用ください。

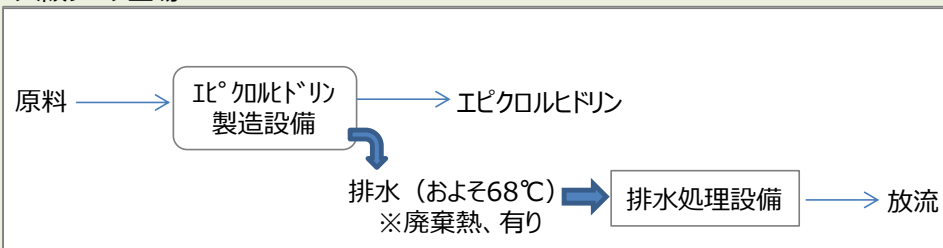


# 省エネ補助金を活用した熱の有効利用の例（H30年度採択）

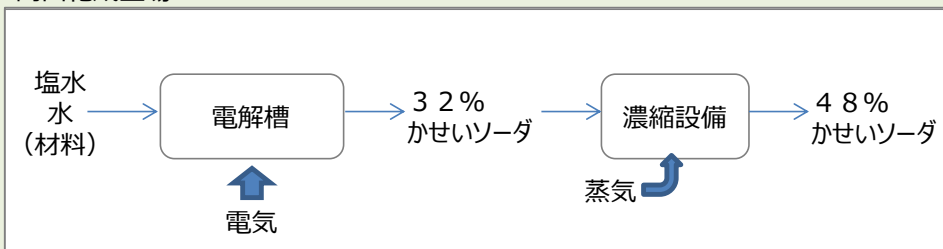
- 大阪ソーダの工場の製造設備から排出される排水（約68℃）の熱を回収し、岡山化成の苛性ソーダの濃縮装置において有効活用することにより、蒸気使用量を削減し、省エネを図る。
- 補助対象経費：734.9百万円（2カ年事業）

## ■ Before

大阪ソーダ工場

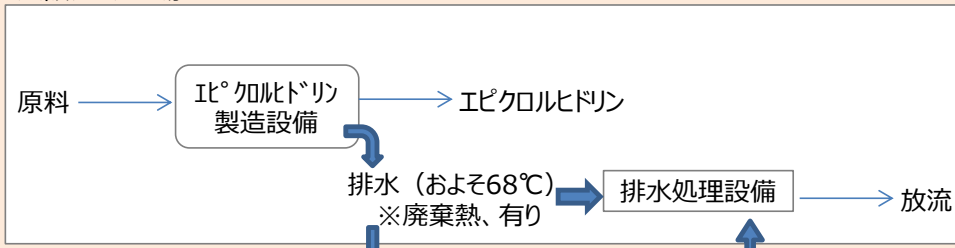


岡山化成工場

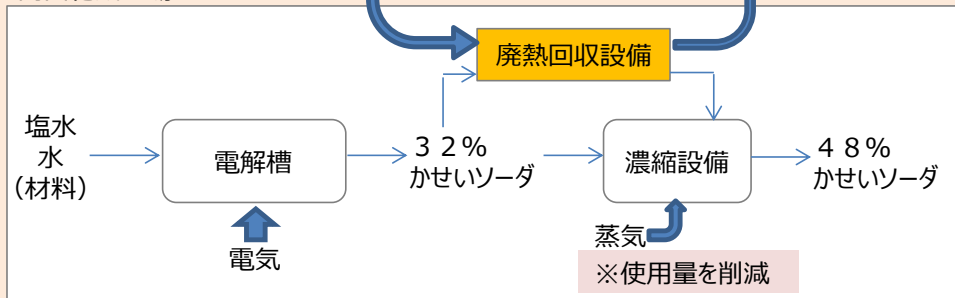


## ■ After

大阪ソーダ工場



岡山化成工場



## ■ 事業効果（計画）

【省エネ量】 1,327.2 kL/年

【省エネ率】 0.9%

【費用対効果】 270.9 kL/千万円



# 熱需要の脱炭素化に向けた取組①

		脱炭素技術	克服すべき主な課題（※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの）	コストパリティ
電力部門	発電	再エネ	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入拡大に向け、系統制約の克服、コスト低減、周辺環境との調和が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」①洋上風力産業②住宅・建築物産業/次世代太陽光産業</small>	水素価格 約13円/Nm3
		原子力	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全最優先の再稼働、安全性等に優れた炉の追求、継続した信頼回復が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」④原子力産業</small>	
		火力+CCUS/ カーボンリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2回収技術の確立、回収CO2の用途拡大、CCSの適地開発、コスト低減が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」⑩カーボンリサイクル産業</small>	
		水素発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素専焼火力の技術開発、水素インフラの整備が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」③水素産業</small>	
		アンモニア発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンモニア混焼率の向上、アンモニア専焼火力の技術開発が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」②燃料アンモニア産業</small>	
産業部門	熱・燃料	電化	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業用ヒートポンプ等電化設備のコスト低減、技術者の確保、より広い温度帯への対応が課題</li> </ul>	水素価格 約40円/Nm3
		バイオマス活用 (主に紙・板紙業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>黒液（パルプ製造工程で発生する廃液）、廃材のボイラ燃料利用の普及拡大に向け、燃料コストの低減が課題</li> </ul>	
		水素化 (メタネーション)	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素のボイラ燃料利用、水素バーナー技術の普及拡大に向け、設備のコスト低減、技術者の確保、水素インフラの整備が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」③水素産業</small>	
	アンモニア化	<ul style="list-style-type: none"> <li>火炎温度の高温化のためのアンモニアバーナー等の技術開発が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」②燃料アンモニア産業</small>		
	鉄： 水素還元製鉄	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素による還元を実現するために、水素による吸熱反応の克服、安価・大量の水素供給が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」③水素産業</small>	水素価格 約8円/Nm3	
	製造プロセス (鉄鋼・セメント・ コンクリート・ 化学品)	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント・コンクリート：製造工程で生じるCO2のセメント原料活用（石灰石代替）の要素技術開発が課題。</li> <li>防錆性能を持つCO2吸収型コンクリート（骨材としてCO2を利用）の開発・用途拡大、スケールアップによるコスト低減。</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」⑩カーボンリサイクル産業</small>		
化学品： 人工光合成	<ul style="list-style-type: none"> <li>変換効率を高める光触媒等の研究開発、大規模化によるコスト低減が課題</li> </ul> <small>*グリーン成長戦略「実行計画」⑩カーボンリサイクル産業</small>			

※ 主なエネルギー起源CO2を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO2排出も対象  
コストパリティは既存の主要技術を対象に燃料費のパリティ水準を算出

\*水素発電のパリティはLNG価格が10MMBtuの場合、水素還元製鉄は第11回CO2フリー水素WGの資料より抜粋(100kW級の純水素FCで系統電力+ボイラーを置換)

# 熱需要の脱炭素化に向けた取組②

## 脱炭素技術

## 克服すべき主な課題

※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの

## コストパリティ

民生部門	熱・燃料	電化	<ul style="list-style-type: none"> <li>エコキュート、IHコンロやオール電化住宅、ZEH、ZEB等を更に普及させるため、設備コスト低減が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑩住宅・建築物/次世代型太陽光産業</small></li> </ul>	<p>電力価格 約10~30円/kWh</p> <p>水素価格 約90円/Nm3</p>
		水素化	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素燃料電池の導入拡大に向けて、設備コスト低減、水素インフラの整備が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑬水素産業</small></li> </ul>	
		メタネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題</li> </ul>	
運輸部門	燃料 (乗用車・トラック・バスなど)	EV	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、充電インフラの整備、充電時間の削減、次世代蓄電池の技術確立が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業</small></li> </ul>	<p>電力価格 約10~30円/kWh</p> <p>水素価格 約90円/Nm3</p>
		FCV	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、水素インフラの整備が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業</small></li> </ul>	
		合成燃料 (e-fuel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業</small></li> </ul>	
	バイオジェット燃料/ 合成燃料 (e-fuel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑩航空機産業</small></li> </ul>		
	燃料 (船・航空機・鉄道)	水素化	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料電池船、燃料電池電車の製造技術の確立、インフラ整備が課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑬水素産業⑦船舶産業⑩航空機産業</small></li> </ul>	
燃料アンモニア		<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料アンモニア船の製造技術の確立 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」②燃料アンモニア産業</small></li> </ul>		
炭素除去	DACCS、BECCS、植林	<ul style="list-style-type: none"> <li>DACCS : エネルギー消費量、コスト低減が課題</li> <li>BECCS : バイオマスの量的制約の克服が課題</li> <li>※CCSの適地開発、コスト低減は双方共通の課題 <small>* グリーン成長戦略「実行計画」⑩カーボンサイクル産業</small></li> </ul>		

\*DACCS : Direct Air Carbon Capture and Storage、 BECCS : Bio-energy with Carbon Capture and Storage

\*\*ガソリン自動車との比較。ガソリン価格が142.8円/Lの時を想定 (詳細は第11回CO2フリー水素WGの資料を参照)

# 今後の水素政策のポイントと5つの戦略領域

- 水素の社会実装を加速化するためには、供給と需要に関する5つの戦略分野において、**技術開発**、**導入支援・制度整備**、**インフラ整備**、**規制改革・国際標準化**などの政策ツールを最大限動員する必要がある。

## 主な政策ツール



技術開発



導入支援・制度  
整備



インフラ整備



規制改革・国際  
標準化

## 5つの戦略分野

①水電解装置

②国際水素サプライチェーン  
(水素運搬船等)

③輸送部門  
(FCV・商用車・船舶等)

④大規模水素発電  
(混焼、専焼)

⑤産業部門での燃料・原料利用

# 今後の水素分野のロードマップ（水素の供給／需要拡大の道筋）

供給サイド	短期（～2025年頃）	中期（～2030年頃）	長期（～2050年）
実績・目標量	約200万吨	最大300万吨	2000万吨程度
既存供給源 （副生水素等）	主要な水素供給源として 最大限活用	供給源のグリーン化（CCUSの活用等）	
輸入水素	実証・準商用化等を通じた 知見蓄積、コスト低減	商用ベースの大規模国際水 素サプライチェーンの構築	調達源多様化・調達先多 角化を通じた規模拡大
新たな国内供給源 （電解水素等）	実証を通じた知見蓄積、コ スト低減	余剰再エネ等を活用した 水電解の立ち上がり	電解水素の規模拡大・ 新たな製造技術の台頭
需要サイド	短期（～2025年頃）	中期（～2030年頃）	長期（～2050年）
部門・目標量	約200万吨	最大300万吨	2000万吨程度
輸送部門	FCV、FCバスに加え、FCト ラック等への拡大	水素燃料船等の市場投入	航空機等への水素等（合 成燃料等）の利用
発電部門	定置用燃料電池、小型ター ビンを中心に地域的に展開	大規模水素発電タービンの 商用化（SCと一体）	電力の脱炭素化を支える調 整力等として機能
産業部門 （工業用原料）	原油の脱硫工程で利用する水素のグリーン化、製鉄、化学 分野の製造プロセス実証等の実施		水素還元製鉄、グリーンケミ カル（MTO等）等
産業・業務・家庭部門 の熱需要	水電解装置や純水素燃料電池の導入や、既存ガス管を 含む供給インフラの脱炭素化等に伴い化石燃料を代替		インフラ整備や水素コスト低 減を通じた供給拡大

# 水素技術をベースにした多様な脱炭素燃料

- 最適な運搬方法は、運搬距離や量、用途等により左右されるが、主要な特性は以下のとおり。
- MCH・アンモニア・メタネーションはサプライチェーンの大部分で**既存インフラを活用できることが強み**であり、早期のサプライチェーン構築が見込めるが、**消費エネルギーは液化水素が潜在的には最も低くなる**見込みで、高純度化も容易。

	液化水素	有機ハイドライド (MCH)	アンモニア	メタネーション
体積(対常温常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
状態・毒性	液体(-253℃、常圧) 毒性無	液体(常温常圧) トルエンは毒性有	液体(-33℃、常圧等) 毒性、腐食性有	液体(-162℃、常圧) 毒性無
高純度化*	高純度化が容易 (追加設備不要)	高純度化には追加設備が必要		
特性変化時の消費エネルギー(水素比率)	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下 ※将来はデータ無し	現在:-32% ※反応熱の有効利用で引き下げ余地有
技術的成熟度	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際運搬用の、大規模液化機、運搬船等は要技術開発</li> <li>液化水素ローリー等の国内運搬設備は現在も利用し成熟</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素化・脱水素プラントは今年度で実証完了</li> <li>国内外運搬には既存インフラ利用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脱水素設備以外成熟</li> <li>国内外の既存サプライチェーン利用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外で実証試験が実施</li> <li>国内外の既存サプライチェーン利用可能</li> </ul>



# 燃料アンモニアの製造・調達に向けた取組①

- 2021年1月に経済産業省とUAE・ADNOC（アブダビ国営石油会社）との間で、燃料アンモニア及びカーボンリサイクル分野における協力覚書を締結。
- 7月には同覚書に基づき、経産大臣立ち会いの下、INPEX、JERA、JOGMEC、ADNOCの4者が、アブダビにおけるブルーアンモニア生産事業のFS開始に向け、JSA（共同調査契約）を締結。

## UAE・ADNOCとの覚書

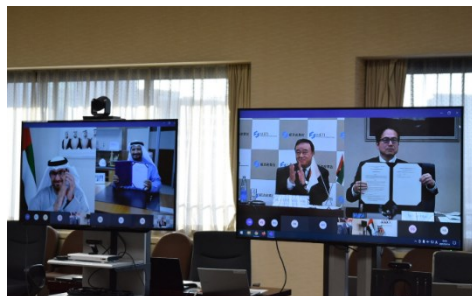
○MOCは、以下における協力を確認するもの。  
MOCに基づく協力実施のため、「燃料アンモニア・カーボンリサイクル・ワーキンググループ」を設置。

- 情報及び研究成果の共有
- 情報交換・議論のための各種会合開催
- 関連国際フォーラムにおける協力
- 日UAE間の協力可能性の探究
- 燃料アンモニア、カーボンリサイクル及び関連の低排出技術・産業・バリューチェーンへの更なる投資に向けたFS又はパイロットプロジェクトを活用した、ビジネス可能性の調査
- 双方が決定するその他の協力

## アブダビにおけるブルーアンモニア製造事業

○7月、梶山経産大臣とジャーベルADNOC CEO兼産業・先端技術大臣とのTV会談において、日本企業及び政府機関とADNOC間の燃料アンモニアに関する共同調査契約（JSA）の署名式を実施。

- アブダビにおいて、天然ガスからCO<sub>2</sub>排出量を抑制した低炭素アンモニアを製造し、日本に輸送する事業のFSの開始に向け、INPEX、JERA、JOGMEC及びADNOCの4者間でJSAを締結。  
※製造時に発生するCO<sub>2</sub>はEOR（原油増進回収法）に利用
- 同契約において、FS実施にあたってのスケジュール、費用分担、管理体制等につき当事者間で確認。



## 燃料アンモニアの製造・調達に向けた取組②

- インドネシアや豪州等においても燃料アンモニア製造のプロジェクト組成に向けた調査が進展中。

### インドネシア

- 2021年3月、JOGMEC、三菱商事、バンドン工科大学、パンチャ・アマラ・ウタマ（PAU）社の4者が、インドネシアでの燃料アンモニアの生産に向けたCCSの共同調査の実施に合意し、覚書を締結。
- 現在インドネシア中央スラウェシ州におけるPAU社所有のアンモニア生産拠点で、年間約70万トンのアンモニアを製造。約140万トンの二酸化炭素を排出。
- 今回、アンモニア生産時の二酸化炭素の地下貯留地の調査を行う。



（出典：JOGMEC HPより）

PAU プラント



PAU 所在地

### 豪州

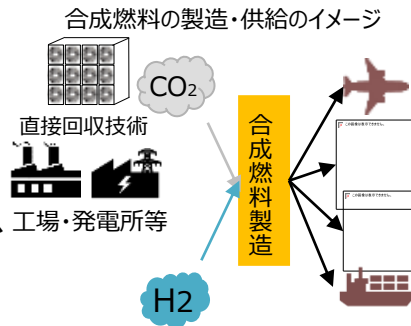
- JOGMEC・丸紅とWoodsideの協業
  - 2021年7月、丸紅、北陸電力、関西電力と豪Woodsideが実施する西豪州から日本へのブルーアンモニア輸送に係るFS調査を、JOGMECが支援。
  - Woodside社が有する西豪州の天然ガスを原料として燃料アンモニアを製造し、主に本邦電力需要向けアンモニア輸出を想定。日豪間における燃料アンモニアサプライチェーン構築の課題を整理し実現性を評価。
- IHI・丸紅とWoodsideの協業
  - 2021年5月、IHIと丸紅および豪州Woodsideは、豪州・タスマニアにおいて、豊富な水力資源を活用した再生可能エネルギー由来のアンモニア（グリーンアンモニア）製造・輸出の事業性を検討・調査する覚書を締結。
  - タスマニア州ベルベイの水力電源を活用した水素製造及びグリーンアンモニア製造を検討するとともに、サプライチェーンに関連する技術及び日本・アジア市場における需要などの検討・調査を進める。

# CO2等を用いた燃料製造技術の開発プロジェクト（グリーンイノベーション基金）

- 「脱炭素燃料」は、海外の化石燃料に依存する我が国のエネルギー需給構造に変革をもたらす可能性があり、エネルギー安全保障の観点からも重要。既存インフラを活用することで導入コストを抑えられるメリットが大きく、製造技術に関する課題を解決し製造コストを下げることで、社会実装を目指す。
- 脱炭素社会の実現に向けた多様な選択肢の一つとして、脱炭素燃料の技術開発を促進することが必要であり、本プロジェクトでは、液体燃料として①合成燃料、②持続可能な航空燃料(SAF)を、気体燃料として③合成メタン、④グリーンLPGについて、社会実装に向けた取組を行う。

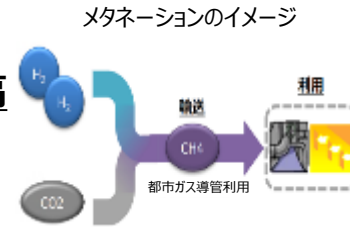
## 合成燃料の製造収率、利用技術向上に係る技術開発 **575.6億円**

- CO<sub>2</sub>と水素から逆シフト、FT合成、これらの連携技術などを用いて高効率・大規模に液体燃料に転換するプロセスを開発する。
- 2040年までの自立商用化を目指し、2030年までにパイロットスケール（300B/日規模を想定）で液体燃料収率80%を実現する。



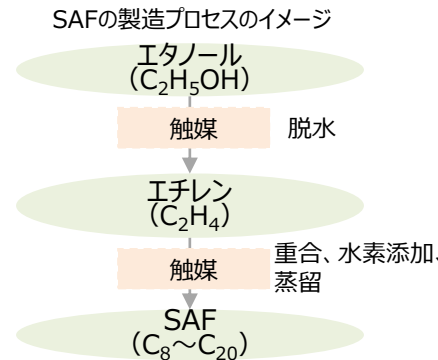
## 合成メタン製造に係る革新的技術開発 **242.2億円**

- 再エネ電力から水素を製造し、回収したCO<sub>2</sub>とメタン合成（メタネーション）するプロセスのエネルギー変換効率が高い技術を確立する。
- 2030年度までに、エネルギー変換効率60%以上を実現。



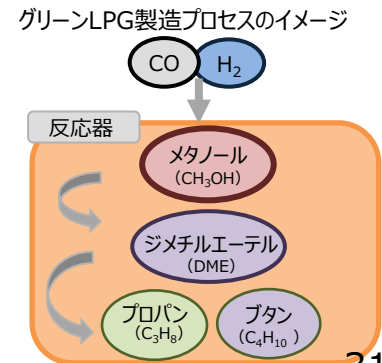
## 持続可能な航空燃料（SAF）製造に係る技術開発 **299.5億円**

- 大規模な生産量（数十万kL）を見込めるエタノールからSAFを製造するATJ技術（Alcohol to JET）を確立する。
- 2030年までの航空機への燃料搭載を目指し、液体燃料収率50%以上かつ製造コストを100円台/Lを実現する。



## 化石燃料によらないグリーンなLPガス合成技術の開発 **35.5億円**

- 水素と一酸化炭素から、メタノール、ジメチルエーテル経由で合成される、化石燃料によらないLPガス（グリーンLPG）の合成技術を確立する。
- 2030年度までに生成率50%となる合成技術を確立し、年間1,000トンの生産量を目指す。



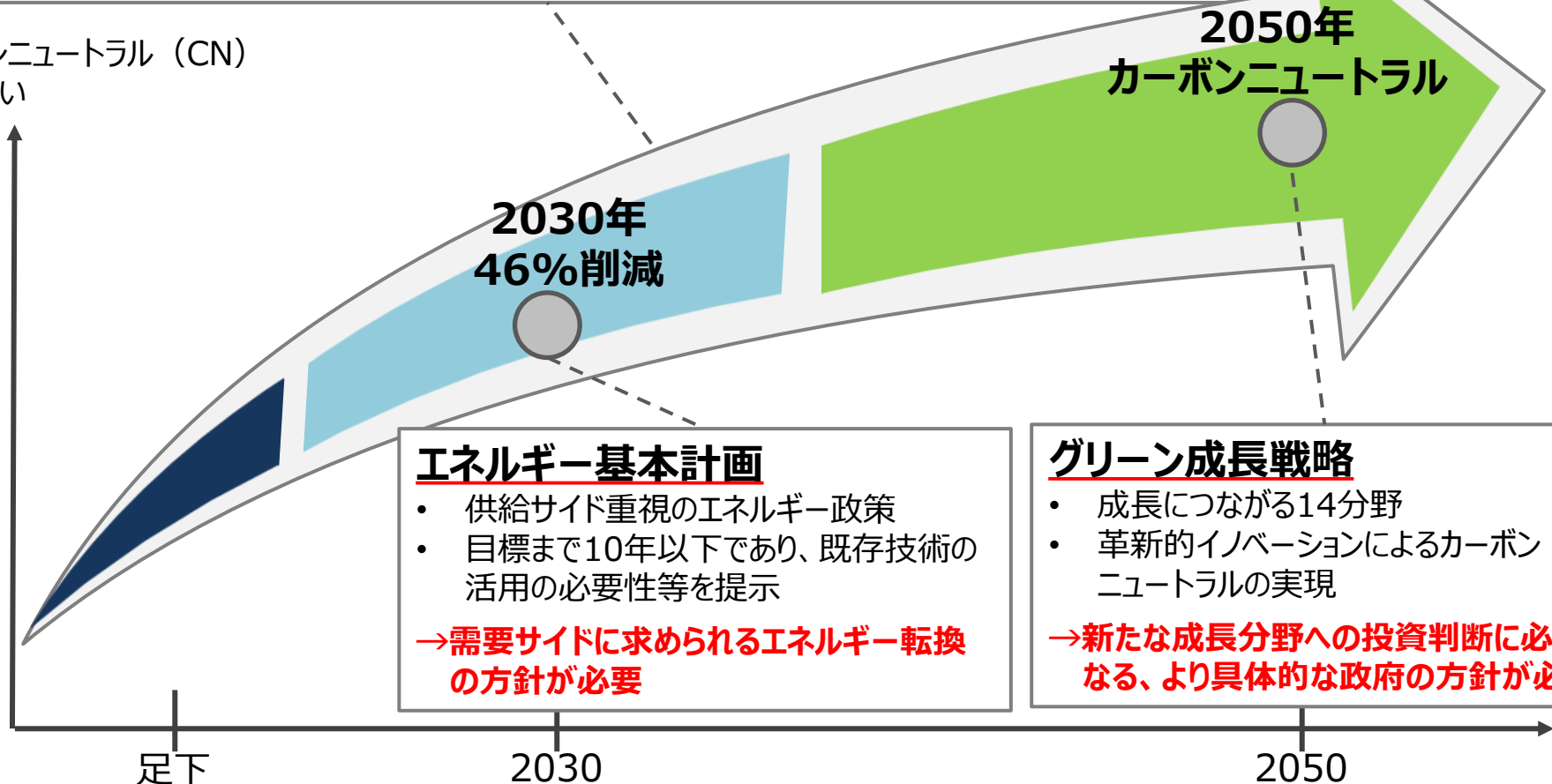


# 需要サイドのエネルギー転換も視野に入れるクリーンエネルギー戦略

## 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

# 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. グリーン転換（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

2. 脱炭素が困難な鉄・化学・紙・セメントなどの製造プロセスで必要となる熱需要や鉄製造に必要なコークスやプラスチック製造に必要な原油由来のナフサなどの需要サイドの脱炭素に向けたエネルギー転換の方策・時間軸を議論

## 【議論の例（製造業）】

- より高付加価値な製品へ転換し、多額の投資を伴うエネルギー転換を乗り越える企業体力の確保策と産業構造の転換と新たな人材育成、雇用構造の転換の必要性・対応方針

3. カーボンニュートラル社会に向けた、社会システム、インフラに必要となる、巨額の資金の確保と負担のあり方、時間軸を踏まえた具体的な対応策を議論

## 【議論の例】

- データセンター等の電力多消費施設など需要サイドの見通しを折り込んだ系統増強に関するマスタープランの策定
- GXに向けて、成長に資するカーボンプライシング

## まとめ ～ コージェネ・関係事業者への期待

- 第6次エネルギー基本計画：熱の効率利用や脱炭素化、コージェネの役割を整理・明記
- クリーンエネルギー戦略：需要側を中心に更なる熱エネルギー政策の深掘り
- カーボンニュートラルに向けての熱政策のポイント
  - 未利用熱の利活用拡大
  - 熱利用の効率化（コージェネレーションの更なる推進等）
  - 熱の脱炭素化（燃料転換や高温領域での代替燃料の活用等）

特に、コージェネレーションについては、省エネの観点、再エネ拡大に伴う調整力提供、レジリエンス価値、地産地消の観点からも重要。

- 関係事業者への期待 ～ コージェネ財団設立10周年に当たって
  - これまでの地域経済への貢献やエネルギーの地産地消に資する取組実績等を活かしつつ、コージェネの推進含め、カーボンニュートラルに向け、一層の取組を期待。