

# **エネルギー基本計画の改定に向けた検討状況**

**Current status of the revision toward  
the New Strategic Energy Plan**

**令和3年4月  
資源エネルギー庁**

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

## 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

### 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

#### a. 再エネ

renewable energy

#### b. 火力

thermal power

#### c. 原子力

nuclear power

### 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

## 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# エネルギー基本計画とエネルギーミックス Strategic Energy Plan and Energy Mix

2002年6月

エネルギー政策基本法

- 2003年10月 第一次エネルギー基本計画
- 2007年 3月 第二次エネルギー基本計画
- 2010年 6月 第三次エネルギー基本計画

2014年4月

第四次エネルギー基本計画

- 総合資源エネルギー調査会で審議 → 閣議決定
- 原発：可能な限り低減・安全最優先の再稼働 再エネ：拡大（2割を上回る）
- 3年に一度検討（必要に応じ見直し）

2015年7月

長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）

- 総合資源エネルギー調査会で審議 → 経産大臣決定
- 原発：20-22%（震災前3割） 再エネ：22-24%（現状から倍増）
- エネルギー基本計画の検討に合わせて必要に応じ見直し

2018年7月

第五次エネルギー基本計画

- 2030年の計画と2050年の方向性
- 2030年 ⇒ エネルギーミックスの確実な実現
- 2050年 ⇒ エネルギー転換・脱炭素化への挑戦

第5次エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）の概要  
The Fifth Strategic Energy Plan (approved by the Cabinet in July 2018)

「3E+S」

- 安全最優先 (Safety)
- 資源自給率 (Energy security)
- 環境適合 (Environment)
- 国民負担抑制 (Economic efficiency)

⇒

「より高度な3E+S」

- + 技術・ガバナンス改革による安全の革新
- + 技術自給率向上/選択肢の多様化確保
- + 脱炭素化への挑戦
- + 自国産業競争力の強化

2030年に向けた対応

～温室効果ガス26%削減に向けて～  
～エネルギーミックスの確実な実現～

- 現状は道半ば
- 計画的な推進
- 実現重視の取組
- 施策の深掘り・強化

<主な施策>

- 再生可能エネルギー
  - ・主力電源化への布石
  - ・低コスト化, 系統制約の克服, 火力調整力の確保
- 原子力
  - ・依存度を可能な限り低減
  - ・不断の安全性向上と再稼働
- 化石燃料
  - ・化石燃料等の自主開発の促進
  - ・高効率な火力発電の有効活用
  - ・災害リスク等への対応強化
- 省エネ
  - ・徹底的な省エネの継続
  - ・省エネ法と支援策の一体実施
- 水素/蓄電/分散型エネルギーの推進

2050年に向けた対応

～温室効果ガス80%削減を目指して～  
～エネルギー転換・脱炭素化への挑戦～

- 可能性と不確実性
- 野心的な複線シナリオ
- あらゆる選択肢の追求

<主な方向>

- 再生可能エネルギー
  - ・経済的に自立し脱炭素化した主力電源化を目指す
  - ・水素/蓄電/デジタル技術開発に着手
- 原子力
  - ・脱炭素化の選択肢
  - ・安全炉追求/バックエンド技術開発に着手
- 化石燃料
  - ・過渡期は主力、資源外交を強化
  - ・ガス利用へのシフト、非効率石炭フェードアウト
  - ・脱炭素化に向けて水素開発に着手
- 熱・輸送、分散型エネルギー
  - ・水素・蓄電等による脱炭素化への挑戦
  - ・分散型エネルギーシステムと地域開発  
(次世代再エネ・蓄電、EV、マイクログリッド等の組合せ)

基本計画の策定 ⇒ 総力戦（プロジェクト・国際連携・金融対話・政策）

# エネルギーミックス～3 E + Sの同時実現～ Energy Mix

## < 3 E + Sに関する政策目標 >

安全性(Safety)

安全性が大前提

**自給率**  
(Energy Security)

震災前(約20%)を  
更に上回る概ね25%程度

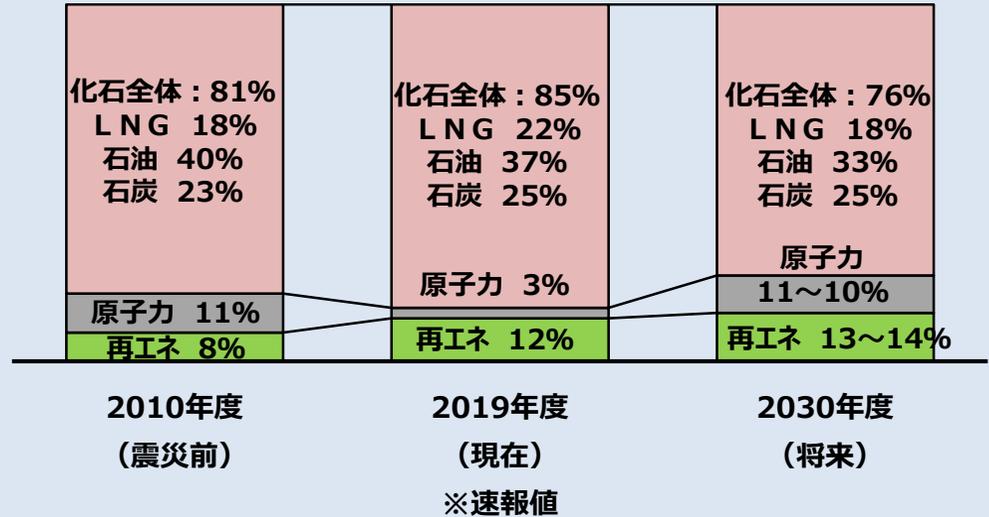
**経済効率性(電力コスト)**  
(Economic Efficiency)

現状よりも引き下げる

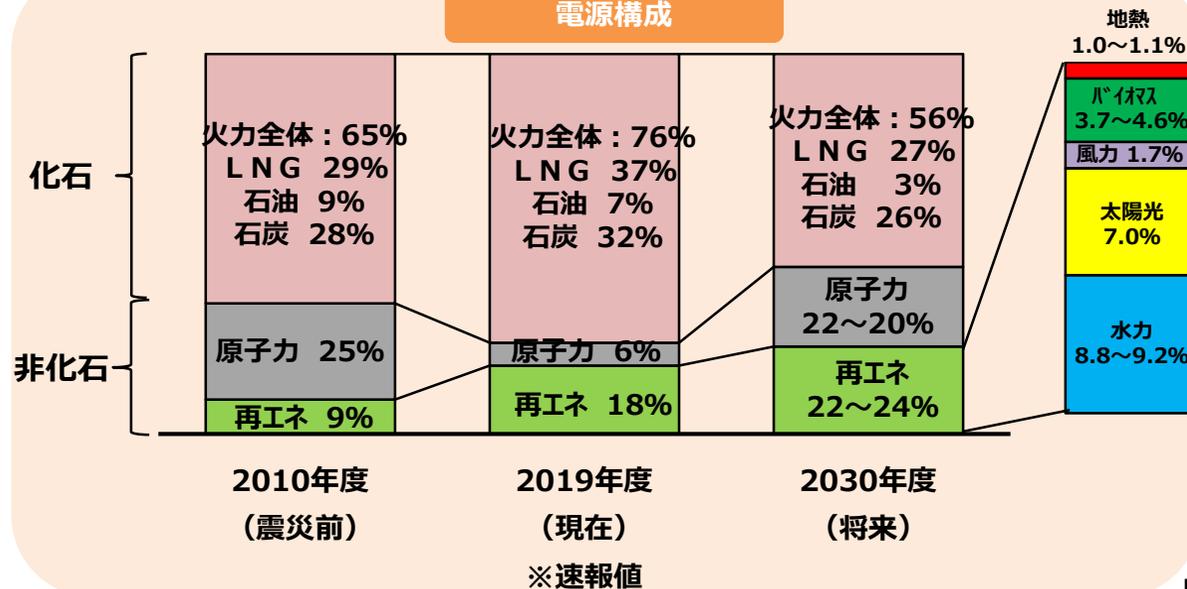
**温室効果ガス排出量**  
(Environment)

欧米に遜色ない  
温室効果ガス削減目標

### 一次エネルギー供給



### 電源構成



# 30年エネルギーミックスの進捗 ～着実に進展。他方で道半ば～

## Progress on the 2030 Energy Mix

	震災前 (2010年度)	震災後 (2013年度)	足下		ミックス (2030年度)	進捗状況	
			(2018年度)	(2019年度)			
政策目標 (3E)	①エネルギー起源CO2排出量 (GHG総排出量)	11.4億トン (GHG:13.1億トン)	12.4億トン (GHG:14.1億トン)	10.7億トン (GHG:12.5億トン)	10.3億トン (GHG:12.1億トン)	9.3億トン (GHG:10.4億トン)	
	②電力コスト (燃料費+FIT買取費)	5.0兆円 燃料費：5.0兆円 (原油価格83\$/bbl) FIT買取：0兆円	9.7兆円 燃料費：9.2兆円 (原油価格110\$/bbl) 数量要因+1.6兆円 価格要因+2.7兆円 FIT買取：0.5兆円	8.5兆円 燃料費：5.7兆円 (原油価格63\$/bbl) 数量要因▲2.0兆円 価格要因▲1.6兆円 FIT買取：2.8兆円	6.6兆円 燃料費：3.6兆円 (原油価格53\$/bbl) 数量要因▲2.1兆円 価格要因▲3.5兆円 FIT買取：3.1兆円	9.2~9.5兆円 燃料費：5.3兆円 (原油価格128\$/bbl) FIT買取：3.7~4.0兆円	
	③エネルギー自給率 (1次エネルギー全体)	20.2%	6.5%	11.7%	12.1%	24%	
	④ゼロエミ電源比率	35% 再エネ9% 原子力25%	12% 再エネ11% 原子力1%	23% 再エネ17% 原子力6%	24% 再エネ18% 原子力6%	44% 再エネ22~24% 原子力22~20%	
	⑤省エネ (原油換算の最終エネルギー消費)	3.8億kl 産業・業務：2.4 家庭：0.6 運輸：0.9	3.6億kl 産業・業務：2.3 家庭：0.5 運輸：0.8	3.4億kl 産業・業務：2.1 家庭：0.5 運輸：0.8	3.3億kl 産業・業務：2.1 家庭：0.5 運輸：0.8	3.3億kl 産業・業務：2.3 家庭：0.4 運輸：0.6	
取組指標							

※四捨五入の関係で合計があわない場合がある。  
 ※2030年度の電力コストは系統安定化費用0.1兆円を含む。

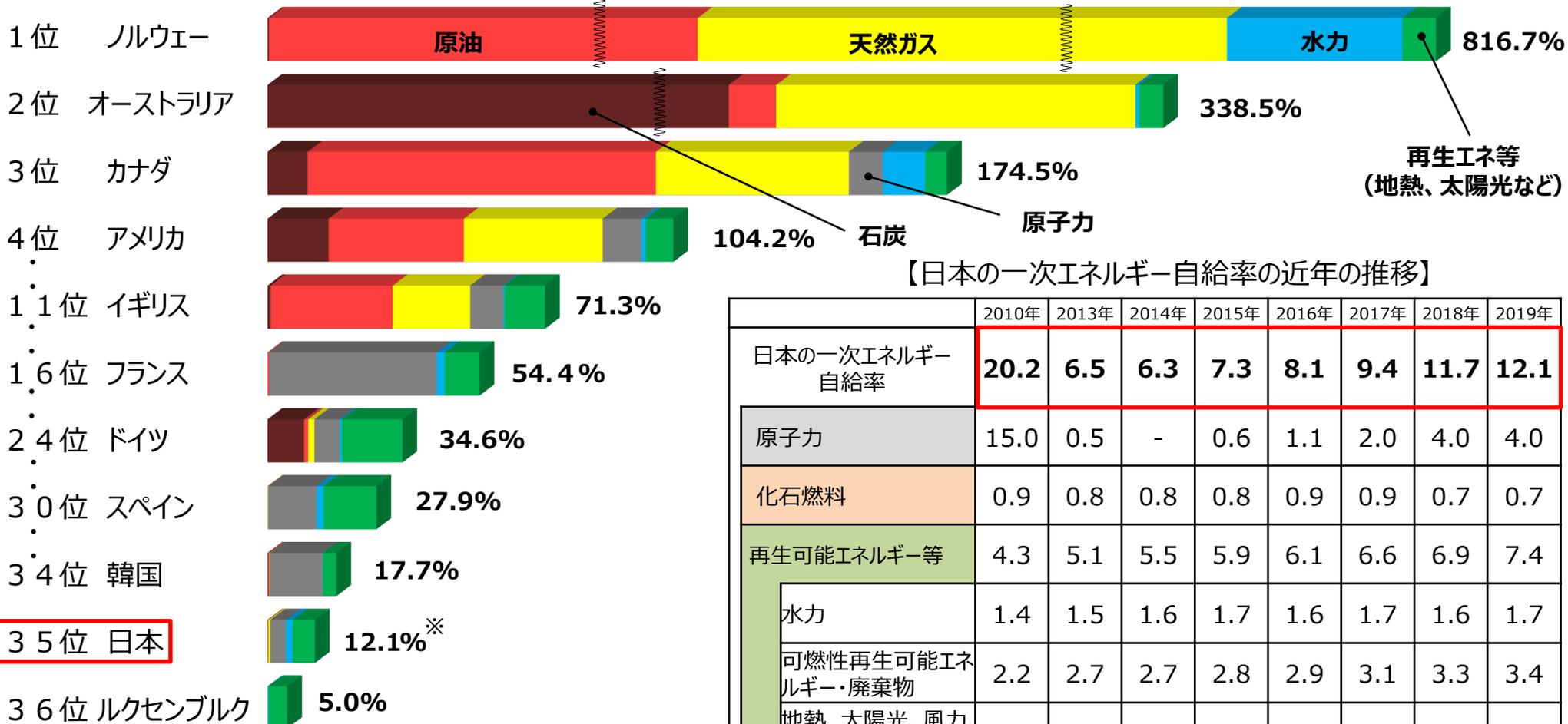
# エネルギー安定供給：主要国の一次エネルギー自給率の推移

## Stable Energy Supply: Trends in Primary Energy Self-sufficiency of Major Countries

- 震災前（2010年：20.2%）に比べて大幅に低下。OECD 36か国中、2番目に低い水準に。

※ IEAは原子力を国産エネルギーとして一次エネルギー自給率に含めており、我が国でもエネルギー基本計画で「準国産エネルギー」と位置付けている。

### OECD諸国の一次エネルギー自給率比較（2019年）



### 【日本の一次エネルギー自給率の近年の推移】

	2010年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
日本の一次エネルギー自給率	20.2	6.5	6.3	7.3	8.1	9.4	11.7	12.1
原子力	15.0	0.5	-	0.6	1.1	2.0	4.0	4.0
化石燃料	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7
再生可能エネルギー等	4.3	5.1	5.5	5.9	6.1	6.6	6.9	7.4
水力	1.4	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7
可燃性再生可能エネルギー・廃棄物	2.2	2.7	2.7	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4
地熱、太陽光、風力、その他	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3

【出典】 IEA「World Energy Balances (2020 edition)」の2019年推計値

※日本のみ「総合エネルギー統計」の2019年速報値

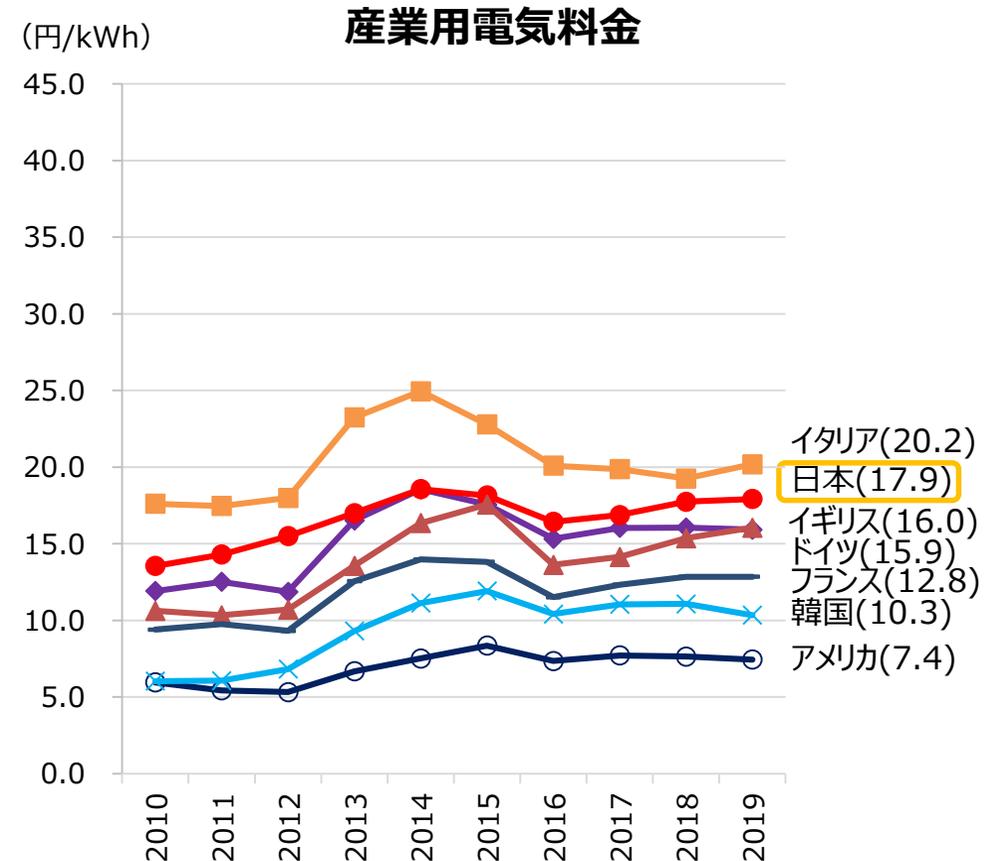
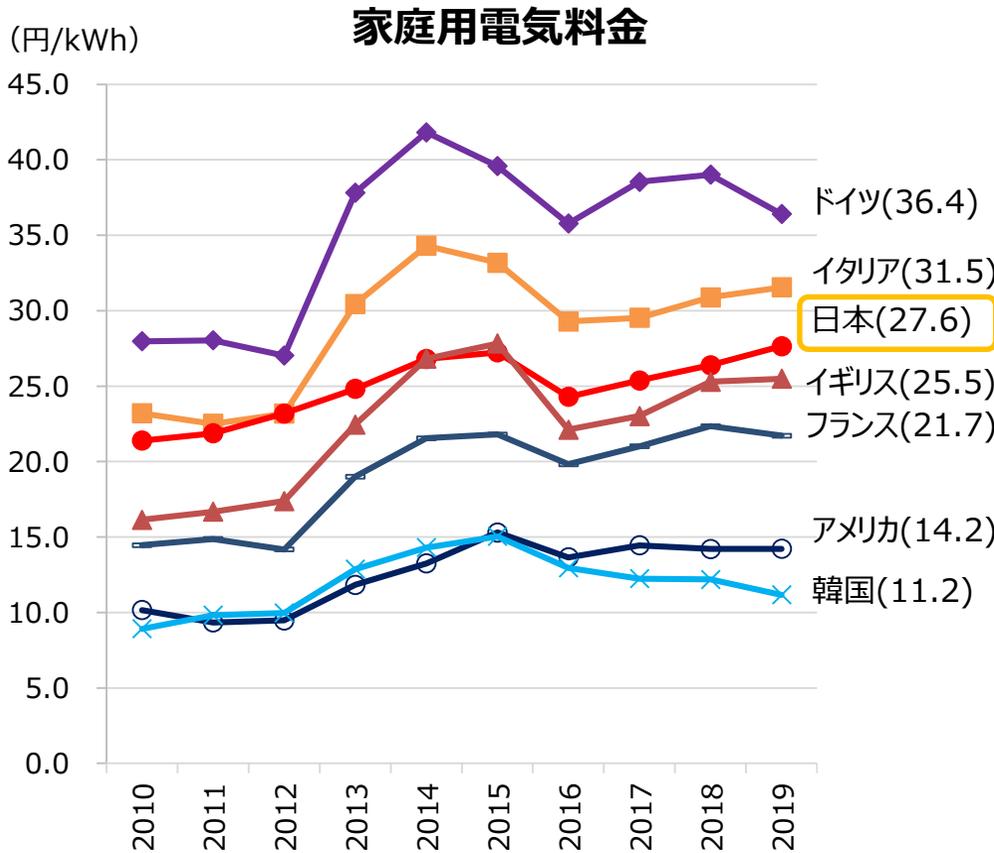
※四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

# 経済効率性：電気料金の国際比較

## Economic Efficiency: International Comparison of Electricity Prices

●IEA発表の各国料金推移を、毎年の為替レートを考慮して円換算すると、下図のとおり。

※IEAの統計では各国で算定方法にばらつきがあるほか、電気料金は同国内でも地域によって様々あるため、下記グラフはあくまで傾向を示すものであることに留意。

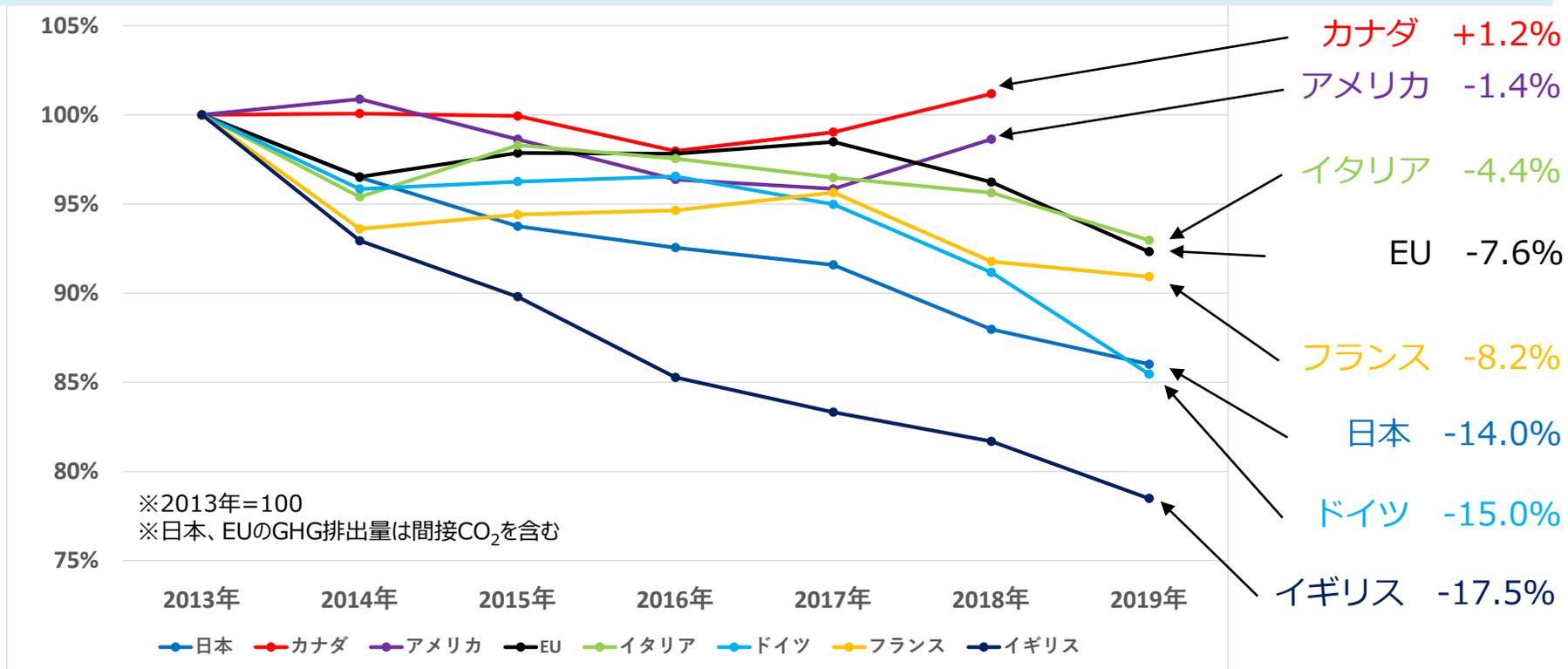


※単価算定方法： ドイツ＝家庭用は年間消費量2500～5000kWh、産業用は200万～2000万kWhの需要家の料金を消費量で加重平均算定したもの。 イタリア＝需要水準別料金を消費量で加重平均して算定したもの。 日本・イギリス・アメリカ・韓国＝総合単価を算定したもの。 フランス＝需要水準別料金を消費量で加重平均して算定したもの。  
 ※上記料金は、各国の算定方法で求められた単純単価を、出典の資料に掲載されている各年の円ドル為替レートで変換したもの。  
 ※上記料金は、再エネ賦課金や、消費税などの税を含んだもの。

# 環境適合：G7及びEU（英国除く）諸国の温室効果ガス排出量の推移

## Environmental compliance: Greenhouse gas emissions of G7 and EU (excluding the UK) countries

日本は、**2014年度以降6年連続で排出量を削減**しており、既に**2013年度比14%削減**。



	2013年 【億トン】	2014年 【億トン】	2015年 【億トン】	2016年 【億トン】	2017年 【億トン】	2018年 【億トン】	2019年 【億トン】	削減率[%]※ (2013→2019)
日本	14.1	13.6	13.2	13.0	12.9	12.4	12.1	▲ 14.0
カナダ	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.3	-	▲ 1.2
アメリカ	67.7	68.3	66.8	65.2	64.9	66.8	-	▲ 1.4
EU	39.2	37.8	38.3	38.3	38.6	37.7	36.2	▲ 7.7
イタリア	4.5	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	▲ 7.0
ドイツ	9.4	9.0	9.1	9.1	8.9	8.6	8.0	▲ 14.5
フランス	4.8	4.5	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	▲ 9.1
イギリス	5.7	5.3	5.1	4.9	4.7	4.7	4.5	▲ 21.5

※アメリカとカナダの削減率は2013→2018

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### a. 再エネ

renewable energy

### b. 火力

thermal power

### c. 原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# 2050年カーボンニュートラル Carbon Neutrality in 2050

- 菅内閣総理大臣は2020年10月26日の所信表明演説において、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。
- カーボンニュートラルの実現に向けては、温室効果ガス（CO2以外のメタン、フロンなども含む）の85%、CO2の93%を排出するエネルギー部門の取組が重要。
- 次期エネルギー基本計画においては、エネルギー分野を中心とした2050年のカーボンニュートラルに向けた道筋を示すとともに、2050年への道筋を踏まえ、取り組むべき政策を示す。

## 10月26日総理所信表明演説（抜粋）

### <グリーン社会の実現>

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。

（中略）

省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

## 10月26日梶山経産大臣会見（抜粋）

（中略）

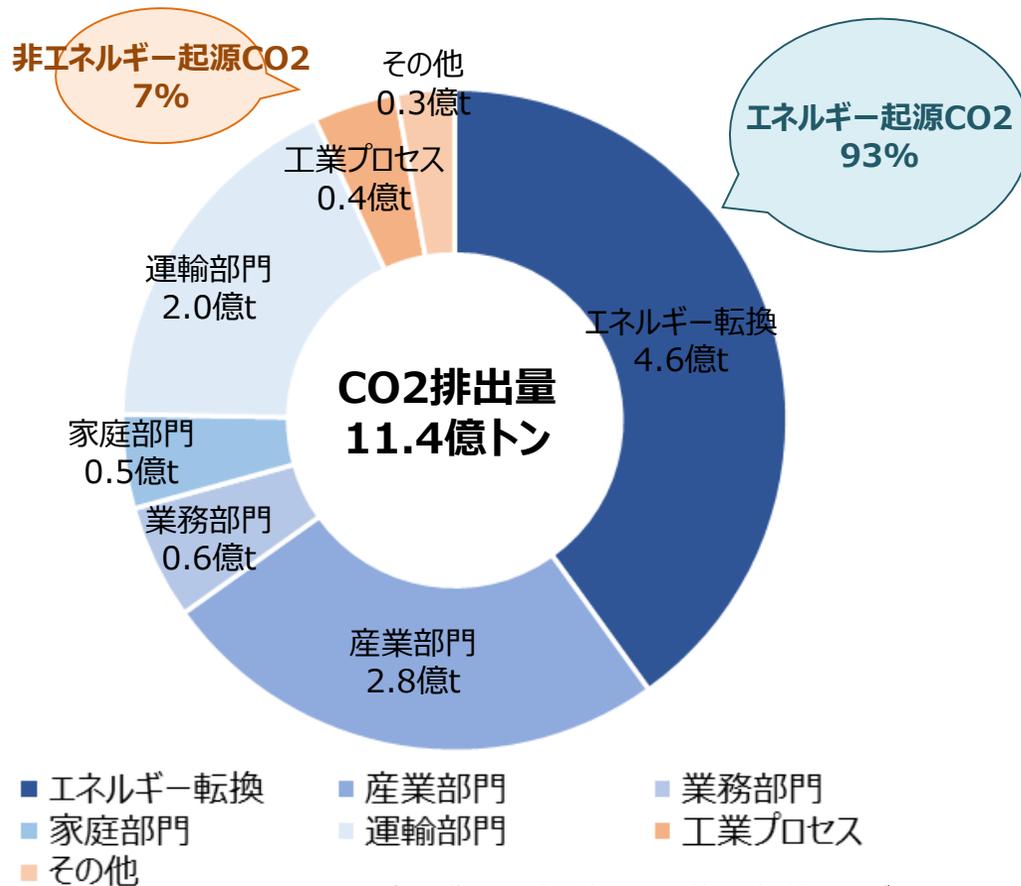
カーボンニュートラルに向けては、温室効果ガスの8割以上を占めるエネルギー分野の取組が特に重要です。カーボンニュートラル社会では、電力需要の増加も見込まれますが、これに対応するため、再エネ、原子力など使えるものを最大限活用するとともに、水素など新たな選択肢も追求をしまいきます。

# 日本/世界のCO2排出量

## CO2 emissions in Japan and the world

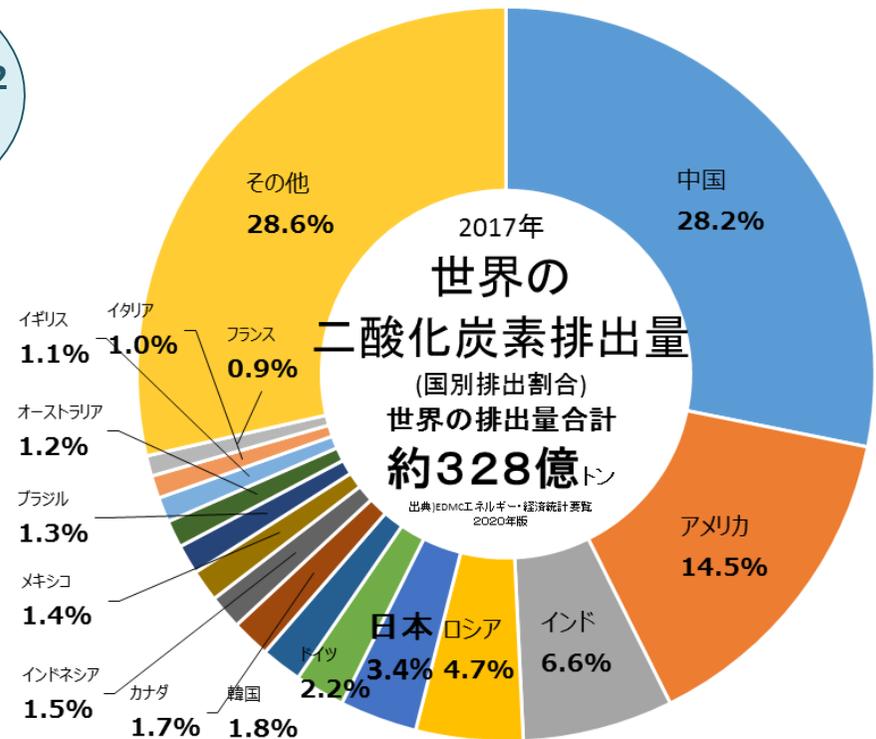
- 日本のCO2排出量は、世界で5番目。CO2排出の内訳の太宗はエネルギー起源が占める。

### 日本のCO2排出量 (2018)



(出所) GIO「日本の温室効果ガス排出量データ」より作成

### 世界のエネルギー起源CO2排出量 (2017)



出典) 温室効果ガスインベントリオフィスより作成

# (参考) 諸外国のエネルギー政策 (Reference) Energy Policies of Other Countries

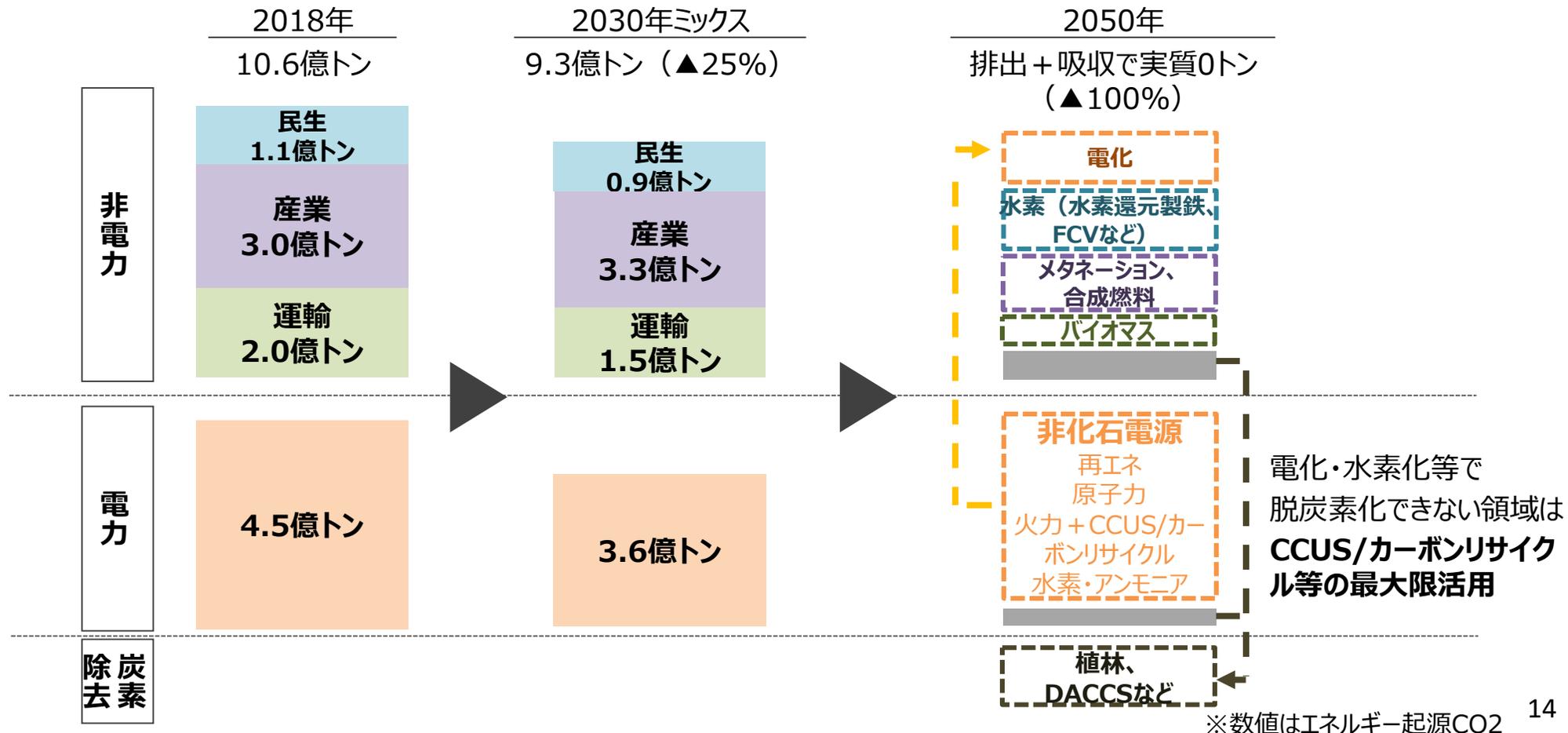
- 諸外国においても、3E（エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境適合性）をエネルギー政策の方向性として提示。

	エネルギー政策の方向性	主な戦略・スタンス		
		経済効率性	安定供給	環境適合
米国	<p><b>安全、安価、安定、クリーンなエネルギー供給</b>  <b>国産資源の開発・活用を重視</b></p> <p>It is further in the national interest to ensure that the Nation's electricity is <b>affordable, reliable, safe, secure, and clean</b>, and that it can <b>be produced from coal, natural gas, nuclear material, flowing water, and other domestic sources, including renewable sources</b>.  <small>(Executive Order 13783: Promoting Energy Independence and Economic Growth, 2017)</small></p>	<p>自国産エネルギーの開発による  <b>低価格の実現</b>と                      産業競争力強化</p>	<p>自国産エネルギーの開発による  <b>安定供給の確保</b></p>	<p>きれいな空気と                      きれいな水を確保  <b>クリーンな成長</b></p>
中国	<p><b>クリーンで低炭素、安全で効率的なエネルギーシステムの構築</b>  <b>市場原理の活用によるエネルギーコストの低減、</b>  <b>自給率の維持によるエネルギー安全保障確保</b></p> <p><small>(第13次5か年計画, 2016)</small></p>	<p>市場原理の活用による  <b>エネルギーコストの低減</b></p>	<p>エネルギー自給率                      80%以上維持による<b>エネルギー安全保障の確保</b></p>	<p>大気汚染物質排出低減と  <b>エネルギーの低炭素化を進める</b></p>
英国	<p><b>エネルギーの低炭素化を通じた経済成長</b>  <b>低炭素化を通じ、安価なエネルギー供給とエネルギー安全保障を実現</b></p> <p>The move to cleaner economic growth is one of the greatest industrial opportunities of our time. It will mean cleaner air, <b>lower energy bills, greater economic security and a natural environment protected and enhanced for the future</b>. <small>(The Clean Growth Strategy, BEIS, 2017)</small></p>	<p>エネルギーコスト最小化を通じた                      産業競争力の強化</p>	<p>多様で信頼できるエネルギーミックスを通じた<b>安定供給の確保</b></p>	<p>排出削減と成長を両立させる  <b>クリーン成長を進める</b></p>
ドイツ	<p><b>安定・環境適合的・経済効率的なエネルギー転換を進める</b></p> <p>The energy transition is Germany's avenue into <b>a secure, environmentally-friendly, and economically successful future</b>.  <small>(Making a success of the energy transition: On the road to a secure, clean and affordable energy supply, 2015)</small></p>	<p>産業競争力維持のため、  <b>安価なエネルギー供給を目指す</b></p>	<p>調整力確保や電力輸出入による<b>安定供給の確保</b></p>	<p>再エネ導入拡大とエネルギー利用効率化による  <b>気候変動対策</b></p>
EU	<p><b>安定・持続可能・安価なエネルギー供給を目指す</b></p> <p>The goal of a resilient Energy Union with an ambitious climate policy at its core is to give EU consumers - households and businesses - <b>secure, sustainable, competitive and affordable energy</b>. <small>(The energy union strategy, 2015)</small></p>	<p>市場取引による競争を通じた  <b>安価なエネルギー供給の実現</b></p>	<p>エネルギー源多様化と自給率向上を通じた<b>安定供給の確保</b></p>	<p>排出権取引・再エネ導入拡大による<b>脱炭素化</b></p>

# カーボンニュートラルへの転換イメージ

## Image of the Transition to Carbon Neutrality

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では非化石電源の拡大、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。



# カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組① Efforts in key areas toward carbon neutrality (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	➢ 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	
		原子力	➢ 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	
		火力+CCUS/ カーボンリサイクル	➢ 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	
		水素発電	➢ 水素専焼火力の技術開発、水素インフラの整備が課題	水素価格 約13円/Nm3
		アンモニア発電	➢ 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	
産業部門	熱・燃料	電化	➢ 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	
		バイオマス活用 (主に紙・板紙業)	➢ 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	
		水素化 (メタネーション)	➢ 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 ➢ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	水素価格 約40円/Nm3
	製造プロセス (鉄鋼・セメント・ コンクリート・ 化学品)	アンモニア化	➢ 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	
		鉄： 水素還元製鉄	➢ 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	水素価格 約8円/Nm3
		セメント・ コンクリート： CO2吸収型 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。 ➢ 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。	
	化学品： 人工光合成	➢ 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		

※ 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)

# カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組 ② Efforts in key areas toward carbon neutrality (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	➢ 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	
		水素化	➢ 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	
		メタネーション	➢ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	
運輸部門	燃料 (乗用車・トラック・バスなど)	EV	➢ 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	電力価格 約10~30円/kWh
		FCV	➢ 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	
		合成燃料 (e-fuel)	➢ 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	水素価格 約90円/Nm <sup>3</sup>
	燃料 (船・航空機・鉄道)	バイオジェット燃料/ 合成燃料 (e-fuel)	➢ 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	
		水素化	➢ 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	
		燃料アンモニア	➢ 燃料アンモニア船の製造技術の確立	
炭素除去	DACCS、BECCS、植林	➢ DACCS : エネルギー消費量、コスト低減が課題 ➢ BECCS : バイオマスの量的制約の克服が課題 ※CCSの適地開発、コスト低減は双方共通の課題		

\*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)

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

a. 再エネ

renewable energy

b. 火力

thermal power

c. 原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# カーボンニュートラルに向けた電化の位置づけ

## Positioning Electrification Toward Carbon Neutrality

- 2050年カーボンニュートラルを宣言しているEU・英国やIEAのレポートにおいても、**電化を脱炭素化に向けて有望な方策として位置づけ**。電化が進むことで、将来の電力の消費量は増加する見通しを示している。
- 我が国においても、産業・民生・運輸（非電力）部門における脱炭素技術は未確立な技術も多く、**電化は有望な脱炭素手段と位置づけるべきではないか**。

### EU

#### 多くのシナリオにおいて**最終消費における電化率は向上**

以下原文

「A Clean Planet for all - In Depth analysis in support of the commission communication COM」 (European Commission, 2018)

As it is a versatile carrier usable for most of the final energy uses, many scenarios see increasing electrification of final energy demand in all sectors, ...

### 英国

#### **電化はあらゆる分野の排出削減に大きな役割**を果たす

以下原文

「Net Zero-Technical report」 (CCC, 2019)

..., our scenarios in the other chapters of this report emphasise electrification as a key route to reducing emissions. Our scenarios therefore involve an increasing level of electrification as ambition increases.

### IEA

2050年に向けて、**2030年以降も電化トレンドは継続**、これは世界全体で2070年までにネットゼロを実現することと整合的

以下原文

「World Energy Outlook 2020」 (IEA, 2020)

3.4.5 Trends after 2030

... The CO2 emission reduction trends that were visible prior to 2030 – most notably in efficiency and electrification – continue in the period to 2050. These emissions trends are consistent with achieving net-zero energy sector CO2 emissions globally by 2070, ...

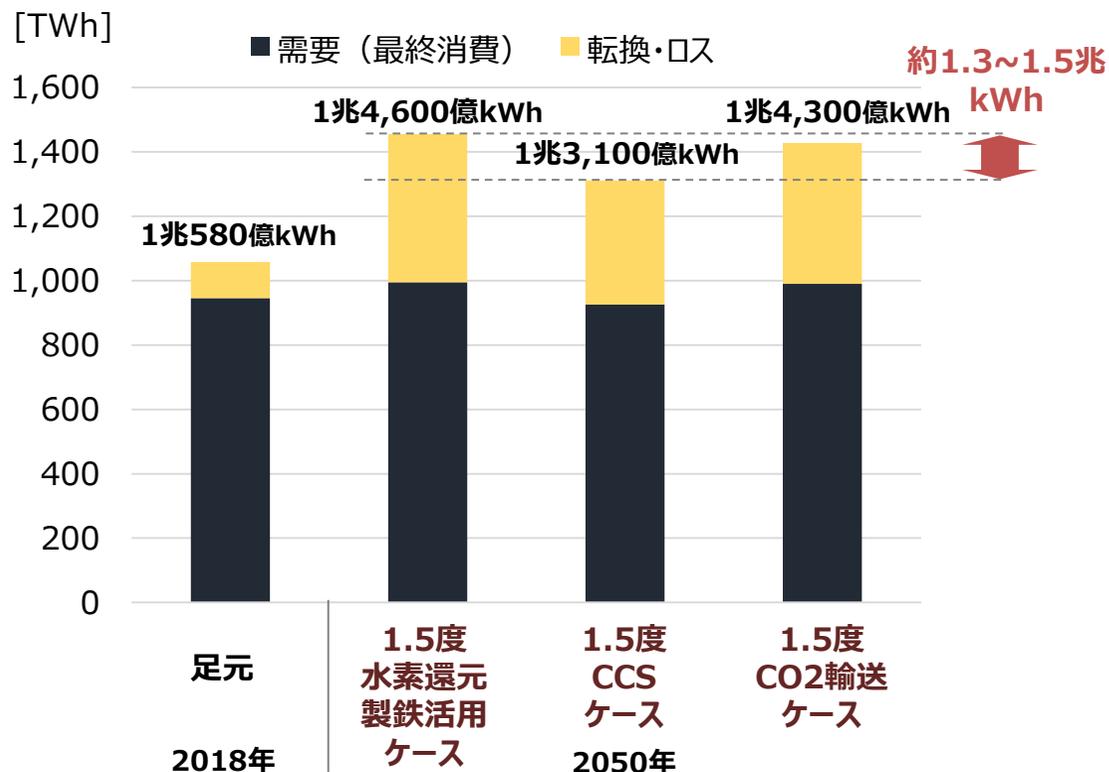
我が国においても電化技術は技術的に確立した脱炭素の手段  
カーボンニュートラルに向けた需要側の取組の方向性として電化は有望

# RITEによる発電電力量推計

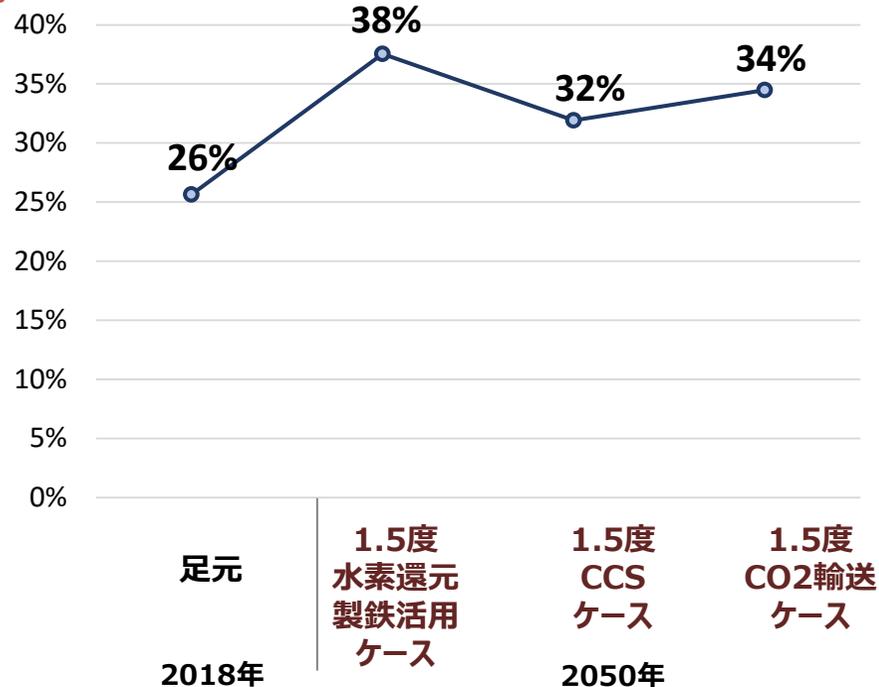
## Estimation of Electricity Generated by RITE

- 地球環境産業技術研究機構（RITE）のエネルギー需給モデルにより、2050年CNにおける電力需要を分析。
- 省エネや人口減少等の需要下げ要因に対して、最終消費における電化率の向上、転換部門の需要創出（水素製造、CCUS/カーボンリサイクル利用等）の上げ要因がより強く作用した結果、発電電力量は約1.3-1.5兆kWhとなり、足下実績より増大。

### RITEモデルにおける発電電力量



### RITEモデルにおける電化率 (最終消費全体)



※ 転換は水素製造やCCUS/カーボンリサイクルにおける電力消費などを示す

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### **a.再エネ**

**renewable energy**

### b.火力

thermal power

### c.原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# 再生可能エネルギー導入状況の国際比較 The Status of Renewable Energy Introduction

- 再エネはエネルギー密度が相対的に低く、導入可能量は自然条件・土地条件などに依存。
- 各国の再エネ導入量を機械的に国土面積で割ると、日本は面積あたり再エネ発電が多く、電力需要密度も高い。

	国土面積あたり発電量			電力需要密度 (総発電量÷国土面積)	電源構成に占める割合		
	太陽光	風力	水力		太陽光	風力	水力
日本	<b>17</b>	2	<b>23</b> 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>280</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 10,600億kWh 国土面積: 38万km <sup>2</sup> )	6%	1%	8%
ドイツ	<b>13</b>	31	7 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>180</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 6,400億kWh 国土面積: 36万km <sup>2</sup> )	7%	17%	4%
スペイン	3	10	7 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>54</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 2,700億kWh 国土面積: 51万km <sup>2</sup> )	5%	19%	13%
イタリア	7	6	17 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>96</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 2,900億kWh 国土面積: 30万km <sup>2</sup> )	<b>8%</b>	6%	17%
デンマーク	2	<b>32</b>	0 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>71</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 300億kWh 国土面積: 4万km <sup>2</sup> )	3%	<b>46%</b>	0%
スウェーデン	0	4	14 万kWh/km <sup>2</sup>	<b>37</b> 万kWh/km <sup>2</sup> (総発電量: 1,600億kWh 国土面積: 44万km <sup>2</sup> )	0%	10%	<b>38%</b>

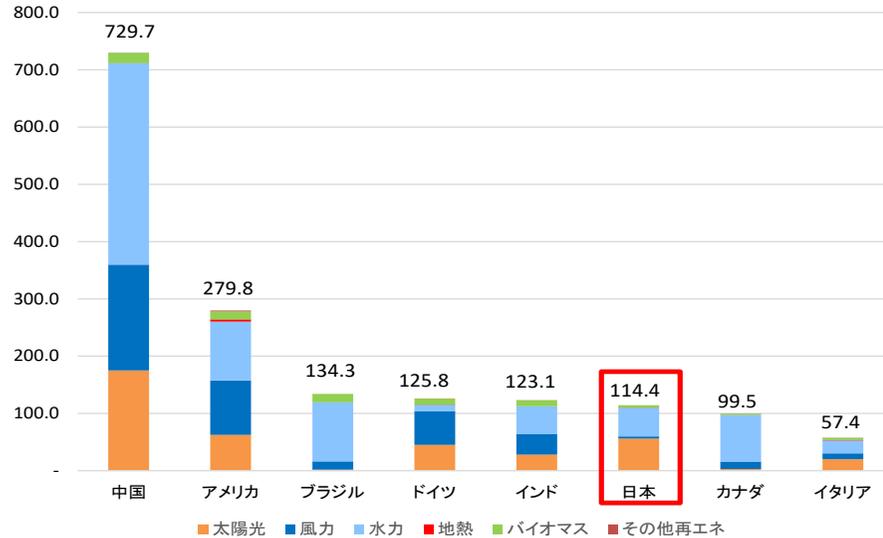
# 日本の再生可能エネルギー導入量の国際比較（絶対量と増加スピード）

International comparison of Japan's renewable energy installations (absolute amount and speed of increase)

- 我が国の再生可能エネルギー導入量は世界第6位、このうち太陽光発電は世界第3位となっている。
- この7年間で約3倍にという我が国の増加スピードは、世界トップクラス。

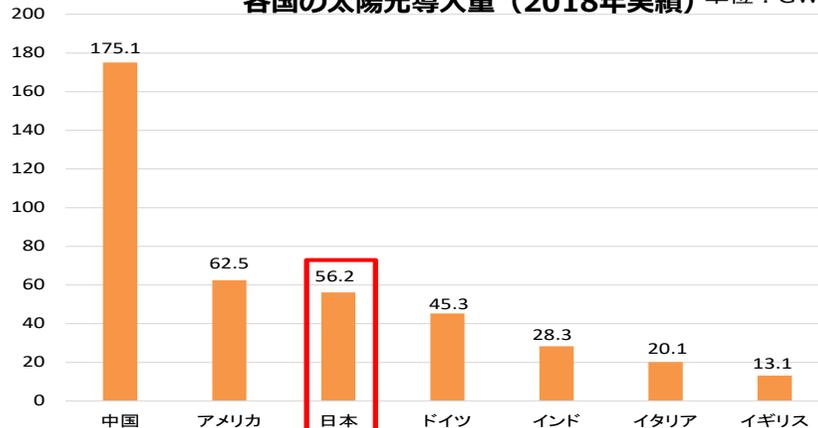
各国の再生可能エネルギー導入量（2018年実績）

単位：GW



各国の太陽光導入量（2018年実績）

単位：GW



発電電力量の国際比較（水力発電除く）

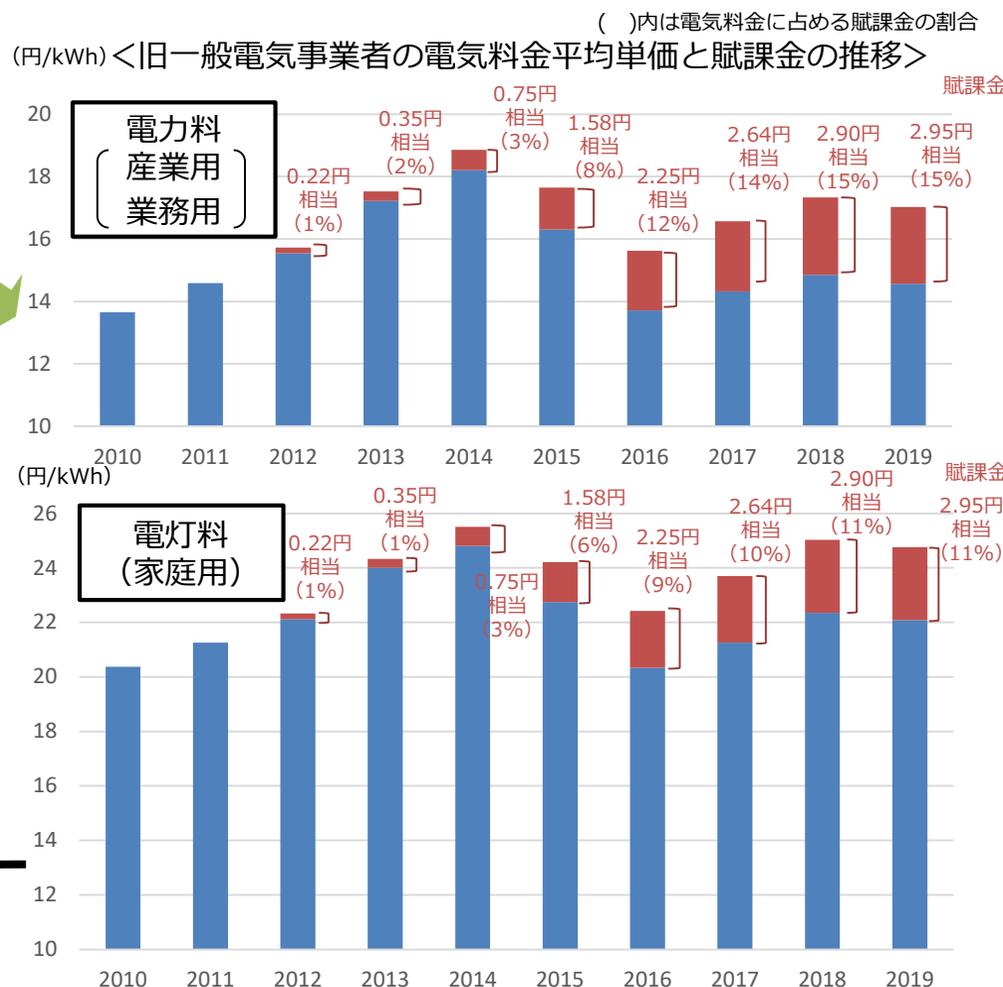
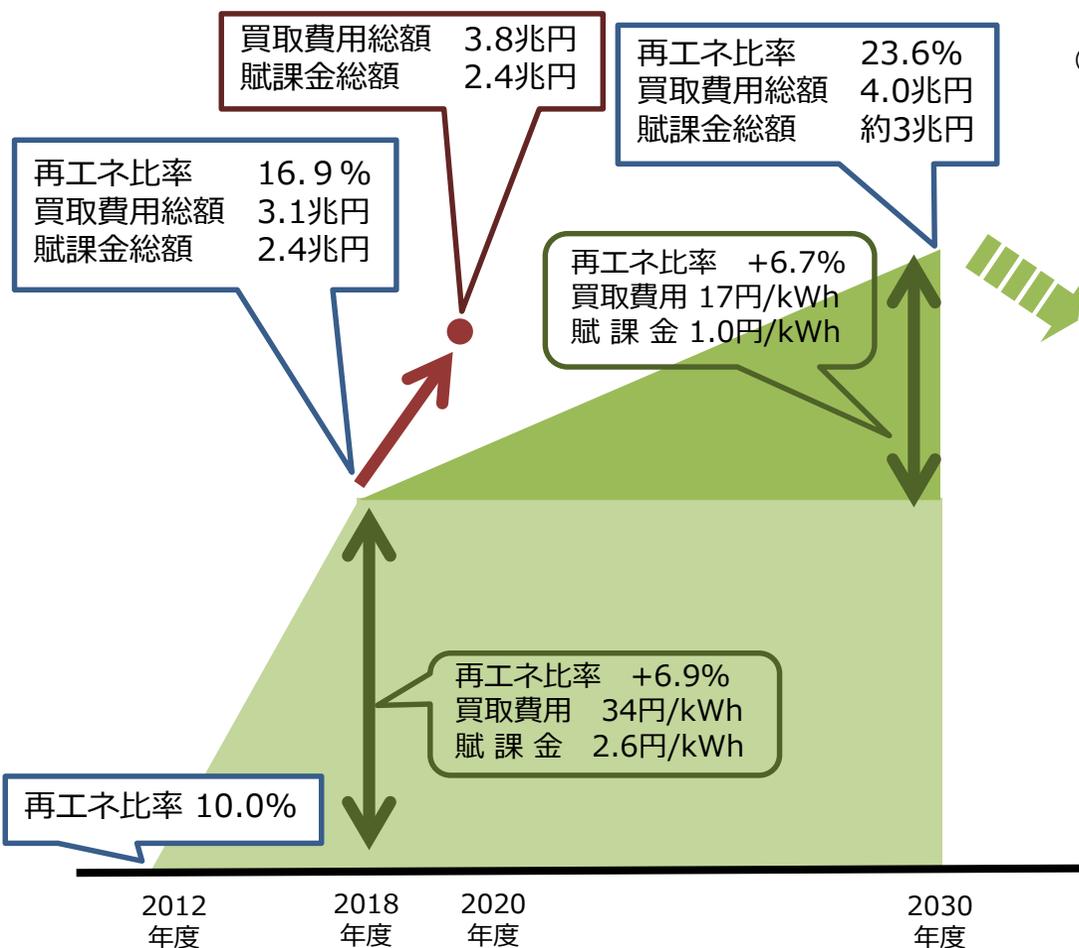
単位：億kWh

	2012年	2018年
日本	309	963 → 3.1倍
EU	4,319	6,743 → 1.6倍
ドイツ	1,217	1,962 → 1.6倍
イギリス	358	934 → 2.6倍
世界	10,693	21,870 → 2.0倍

出典：IEA データベースより資源エネルギー庁作成

# 国民負担の増大と電気料金への影響 Increase in public burden and impact on electricity prices

- 2020年度の**買取費用総額は3.8兆円、賦課金総額は2.4兆円。**
- これまで、再エネ比率10.0%→16.9% **(+6.9%)** に約**2兆円/年**の賦課金を投じ、今後、**7.1%を+約1兆円/年**で実現する必要。
- 今後、賦課金総額を抑制・減少させていくためには、**早期の価格引き下げ、自立化が重要。**



(注) 2018~2020年度の買取費用総額・賦課金総額は試算ベース。  
 2030年度賦課金総額は、買取費用総額と賦課金総額の割合が2030年度と2018年度が同一と仮定して算出。  
 kWh当たりの買取金額・賦課金は、(1) 2018年度については、買取費用と賦課金については実績ベースで算出し、  
 (2) 2030年度までの増加分については、追加で発電した再エネが全てFIT対象と仮定して機械的に、①買取費用は総買取費用を総再エネ電力量で除したものと、②賦課金は賦課金総額を全電力量で除して算出。

(注) 発受電月報、各電力会社決算資料等をもとに資源エネルギー庁作成。  
 グラフのデータには消費税を含まないが、併記している賦課金相当額には消費税を含む。  
 なお、電力平均単価のグラフではFIT賦課金減免分を機械的に試算・控除の上で賦課金額の幅を図示。

# 再生可能エネルギー導入拡大に向けた課題 Challenges in Expanding the Introduction of Renewable Energies

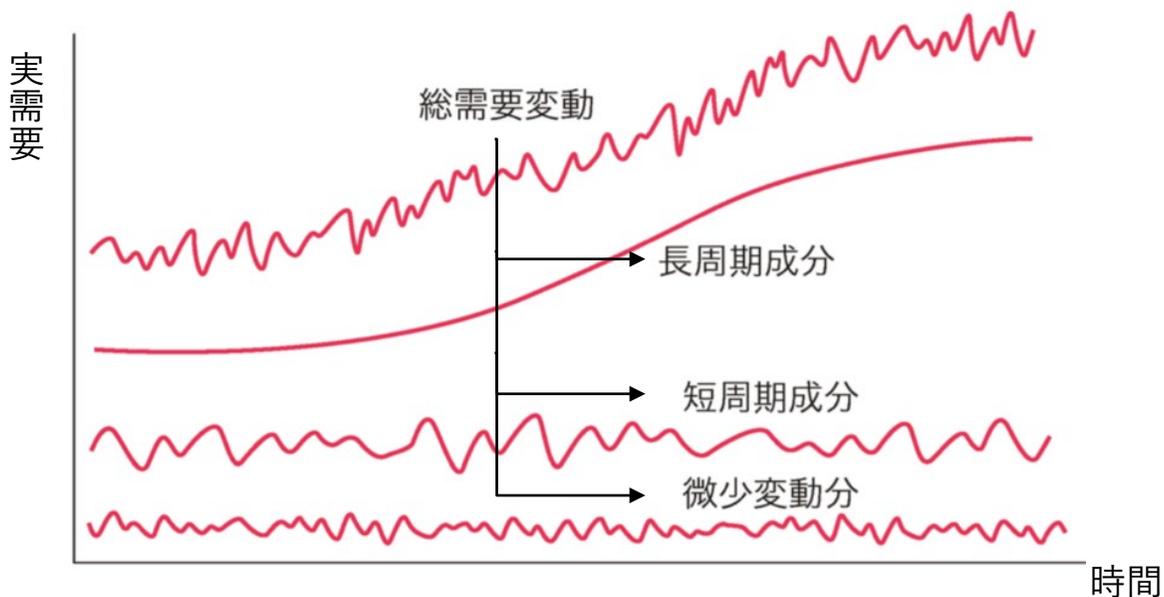
<p>① 出力変動への対応 (調整力の確保)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 変動再エネ（太陽光・風力）は、<b>自然条件によって出力変動</b>するため、<b>需給を一致させる「調整力」</b>が必要。現在は調整電源として<b>火力・揚水に依存</b>。</li><li>➤ 調整力が適切に確保できないと、再エネを出力制御する必要。結果として、再エネの収益性が悪化し、<b>再エネ投資が進まない可能性</b>。</li><li>➤ 今後、変動再エネの導入量が増加する中で、①<b>調整力の脱炭素化</b>（水素、蓄電池、CCUS/カーボンリサイクル付火力、バイオマス、デマンドレスポンス等）を図りつつ、②<b>必要な調整力の量を確保</b>する、といった課題をどのように克服していくか。</li></ul>
<p>② 送電容量 の確保</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>再エネポテンシャルの大きい地域</b>（北海道等）と<b>大規模需要地</b>（東京等）が<b>離れているため</b>、送電容量が不足した場合には、物理的に送電ができず再エネの活用が困難。</li><li>➤ <b>特に北海道</b>については、北海道内の需要規模が小さいこともあり、<b>導入拡大が難しい状況</b>。</li><li>➤ <b>社会的な費用に対して得られる便益を評価</b>しながら、どのように<b>送電網の整備を進めていくか</b>。</li></ul>
<p>③ システムの安定性維持 (慣性力の確保)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ <b>突発的な事故</b>の際に、周波数を維持し<b>ブラックアウトを避けるため</b>には、系統全体で一定の<b>慣性力（火力発電等のタービンが回転し続ける力）</b>の確保が必要。</li><li>➤ <b>太陽光・風力は慣性力を有していないため</b>、その割合が増加すると、<b>システムの安定性を維持できない可能性</b>。</li><li>➤ その克服に向けて、<b>疑似慣性力の開発等を進めていく必要</b>があるが、現時点では確立した技術がない状況。</li></ul>
<p>④ 自然条件や 社会制約への 対応</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 自然条件に左右される再エネの導入にあたっては、<b>平地や遠浅の海が少なく、また日射量も多くない我が国の自然条件を考慮</b>する必要。</li><li>➤ また、<b>他の利用（農業、漁業）との調和</b>、景観・環境への影響配慮を含む<b>地域等との調整</b>が必要。</li><li>➤ <b>導入できる適地が限られている中で</b>、各電源毎の現状・課題を踏まえ、どのように<b>案件形成を進めていくか</b>。</li></ul>
<p>⑤ コストの受容性</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 上記のような諸課題を克服していくためには、<b>大規模な投資が必要</b>。また、適地が限られている中で大量導入した場合には、<b>適地不足により今後コストが上昇するおそれ</b>。</li><li>➤ 既に再エネ賦課金の負担が大きくなっている中で、こうした<b>コスト負担への社会的受容性</b>をどのように考えるか。また、<b>イノベーションの実現が不確実な中</b>で、どのように<b>リスクに備えた対応</b>をしていくべきか。</li></ul>

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# ①出力変動と調整力 Output Fluctuation and Adjustment Power

- 電力システムを安定的に運用するためには、需要と供給を常に一致させる必要がある。
- 供給側の変動は、発電設備の起動停止等のほか、太陽光・風力等の自然変動型電源においては、時間帯や季節、雲の通過・風向きの変化等によって生じる。
- 需要側の変動は、需要家における空調や照明の利用状況、オフィスビルや工場の操業などの社会活動や、季節や気温などの気象条件等によって生じる。
- 一般送配電事業者は、時々刻々と変動する需要と供給を一致させるべく、必要な調整力（現状は主に火力・揚水）を確保しており、周期が短い変動（数秒、数分単位等）から長い変動（数時間、数日単位等）まで、それぞれの変動に応じた調整力を用いて需給運用を実施。

## 各周期変動のイメージ

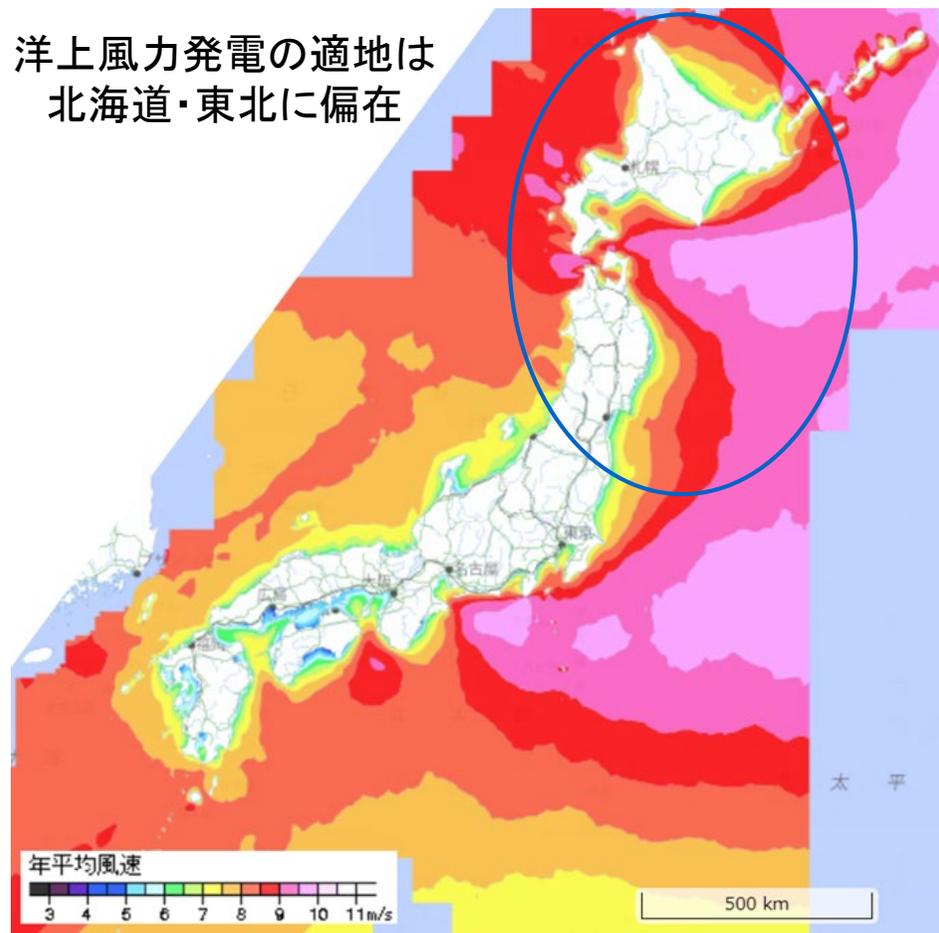


## ②再エネ適地の偏在性／基幹系統の混雑状況

Uneven distribution of suitable sites for renewable energy / Congestion of backbone grid

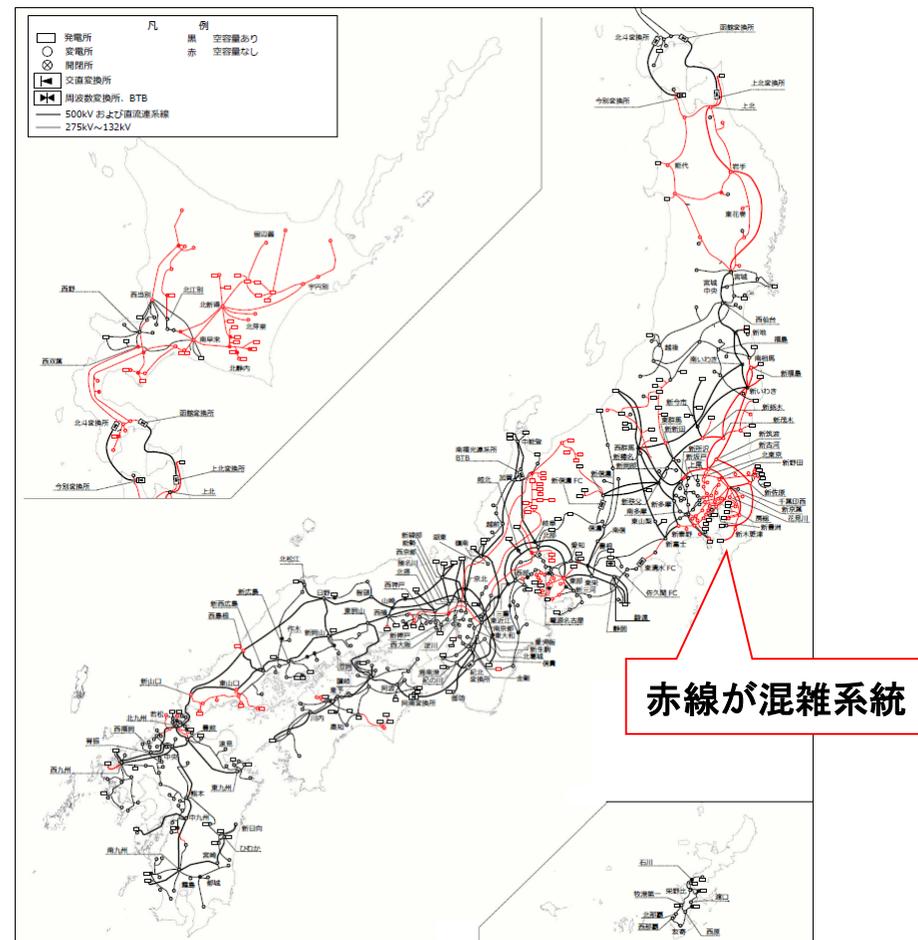
### 洋上風力発電の適地(風況マップ)

洋上風力発電の適地は  
北海道・東北に偏在



出所) NeoWins (NEDO) 風況マップより

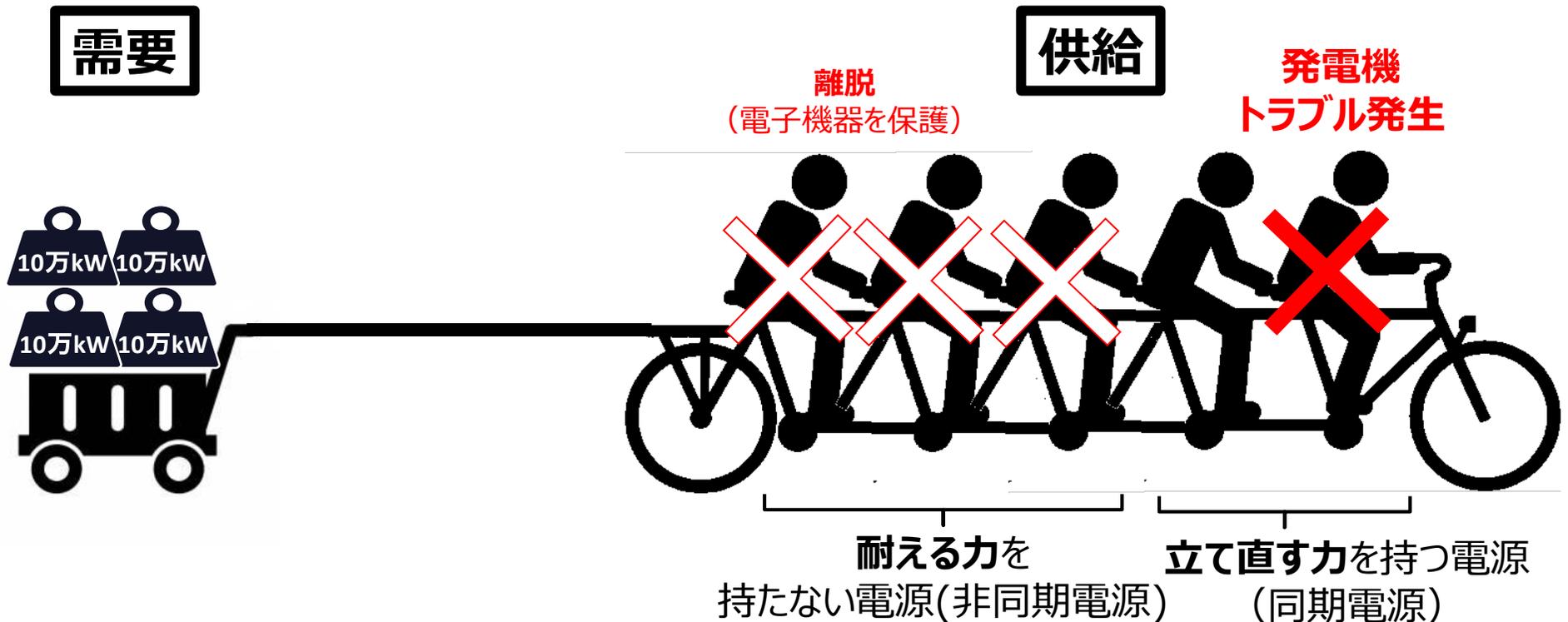
### 基幹系統の混雑状況



出所) 2020年9月23日18時時点の各社空き容量マップ

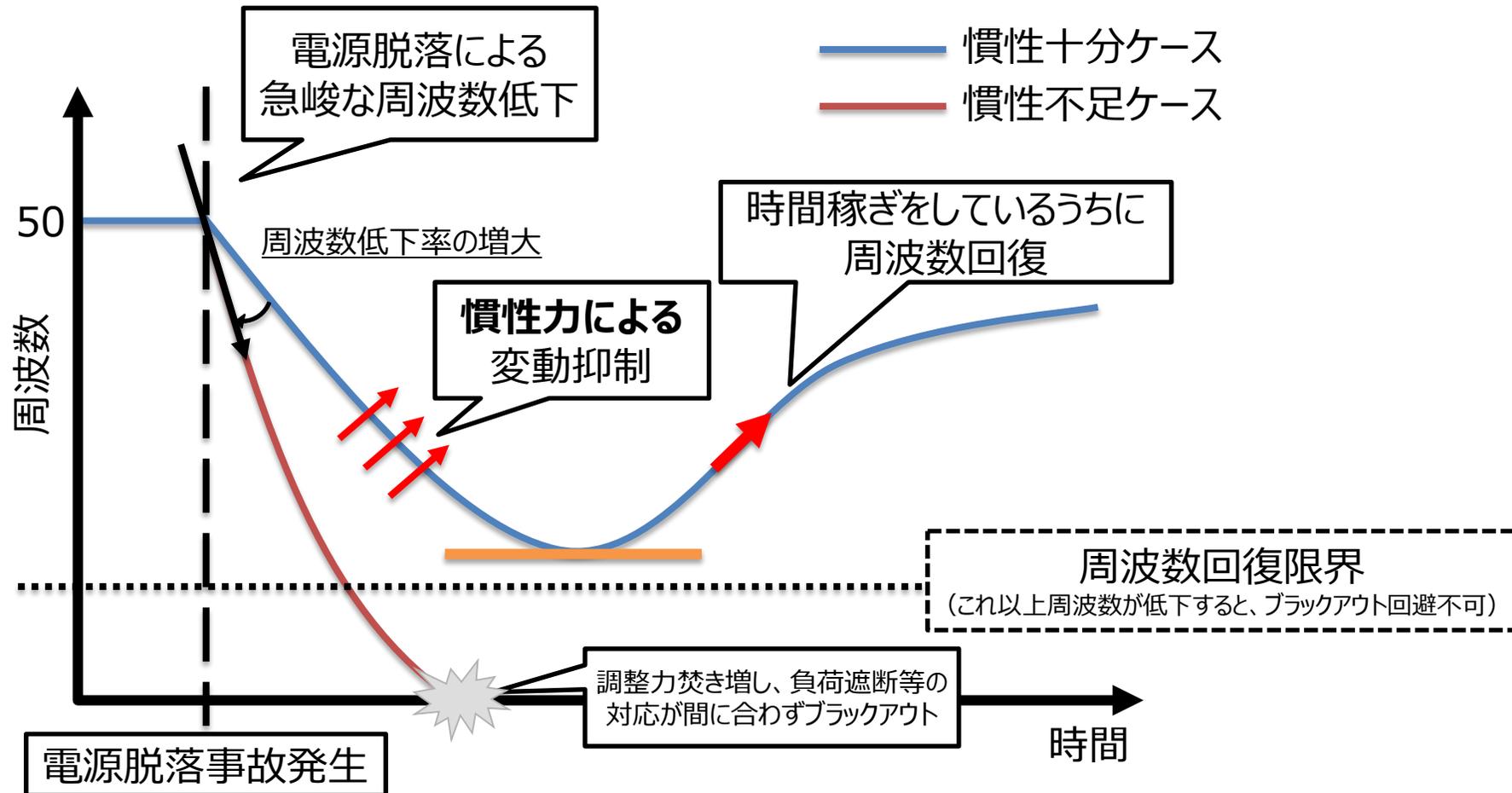
### ③慣性力の減少と停電リスク Reduced inertial and power failure risk

- 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**。



# (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 (Reference) Image of blackout due to insufficient inertial force

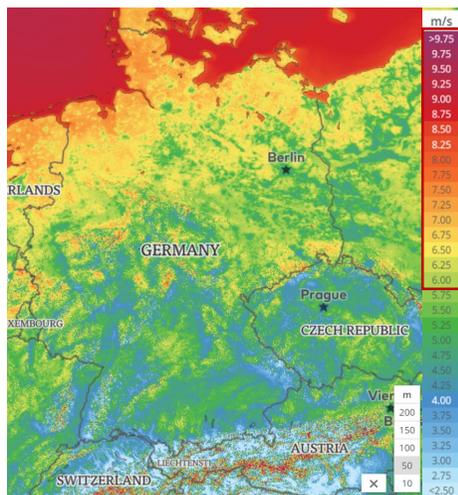
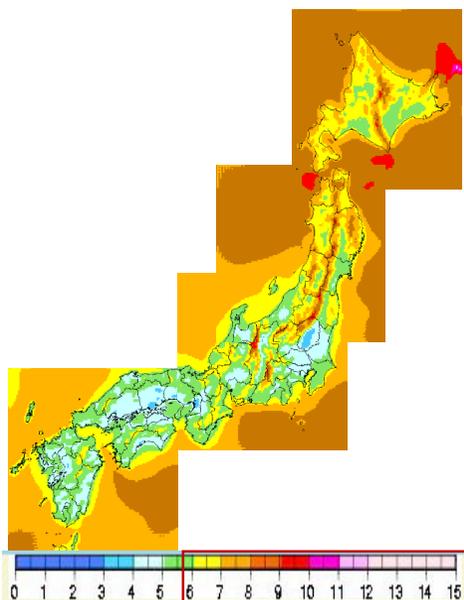
- 慣性力は、火力等のタービンが回転し続ける力であり、電源脱落等によるエリア全体の周波数を維持して、停電を防ぐことができる。
- 再エネ導入拡大に伴い、火力等が減ることで、この慣性力が減少することが懸念される。



## ④適地が限定（陸上風力） Limited suitable locations (onshore wind)

- 風力適地である6m/s以上の地域は、ドイツでは北部の平地を中心に広く国土に広がっているが、日本は沿岸部及び山地に集中している。
- 平地の適地が限られているため、安価な陸上風力発電の大量導入が進みにくい。

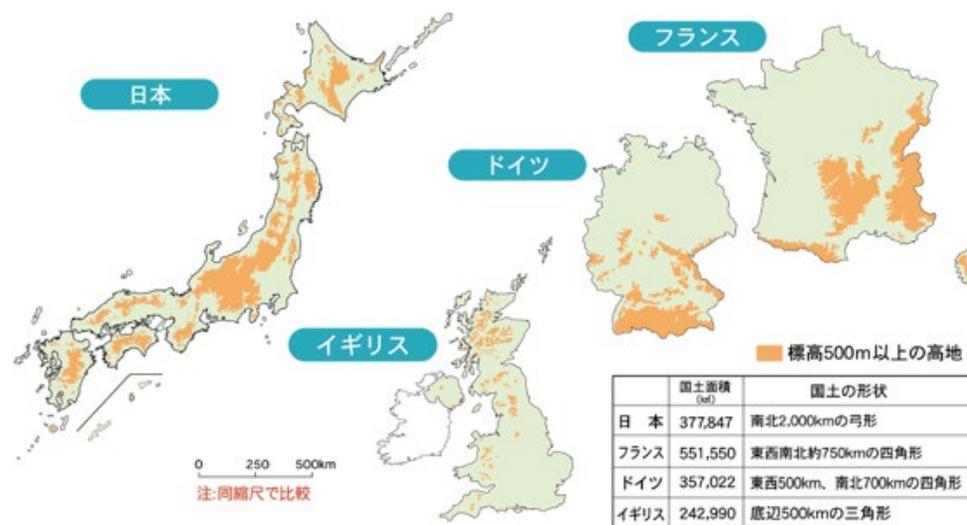
日本と欧州における風況の違い



50m高さでの風速分布（ドイツ）

（出所）NEDO局所風況マップ50m高さでの風速分布（日本）

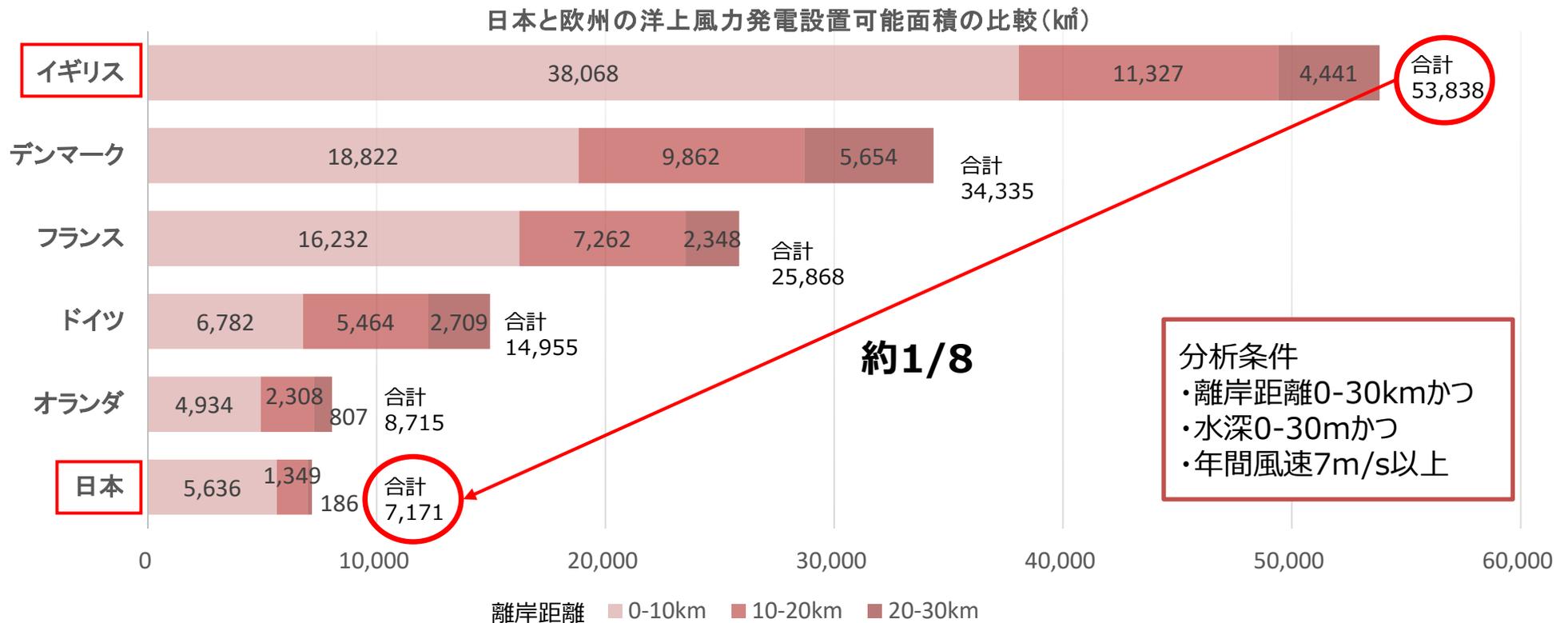
日本と欧州各国の国土比較（同縮尺）



出所）一般財団法人国土技術研究センター

## ④適地が限定 (洋上風力) Limited suitable sites (offshore wind)

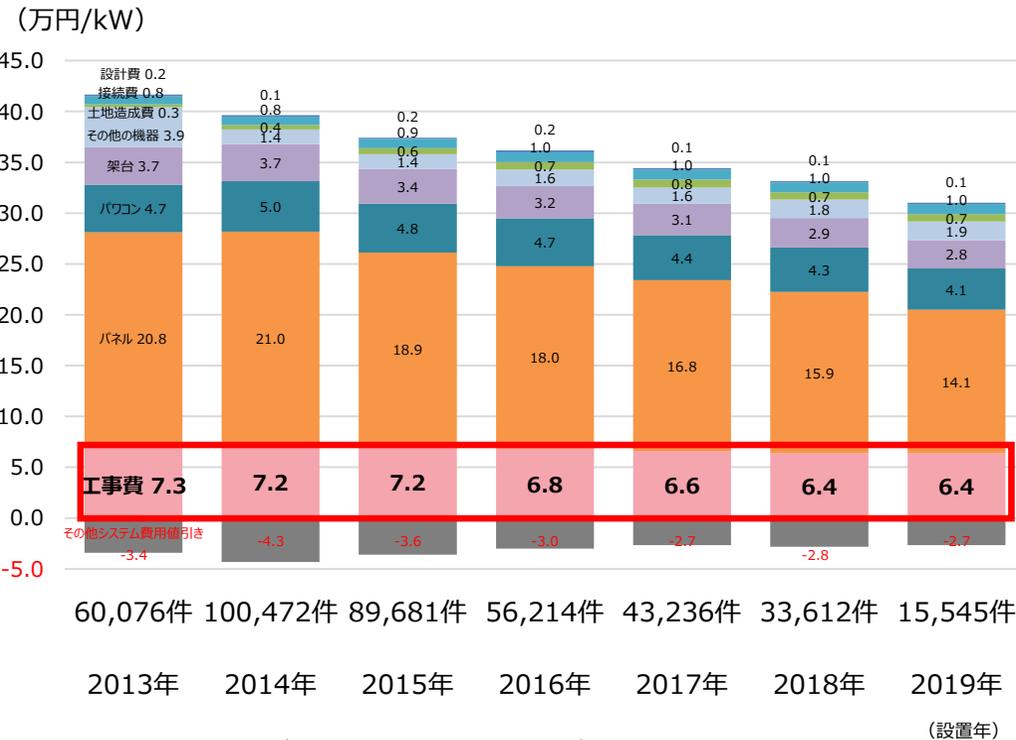
- 日本の設置可能面積（着床）は、洋上風力の導入が進んでいるイギリスの約1/8（イギリス **54,000 km<sup>2</sup>**、日本約**7,200 km<sup>2</sup>**）。※離岸距離、水深、年間風速等から機械的に試算したもの
- **海底地形が急深な**日本では立地が限られており、その中で、漁業者や地元と調整を進めながら案件形成を進めていく必要がある。



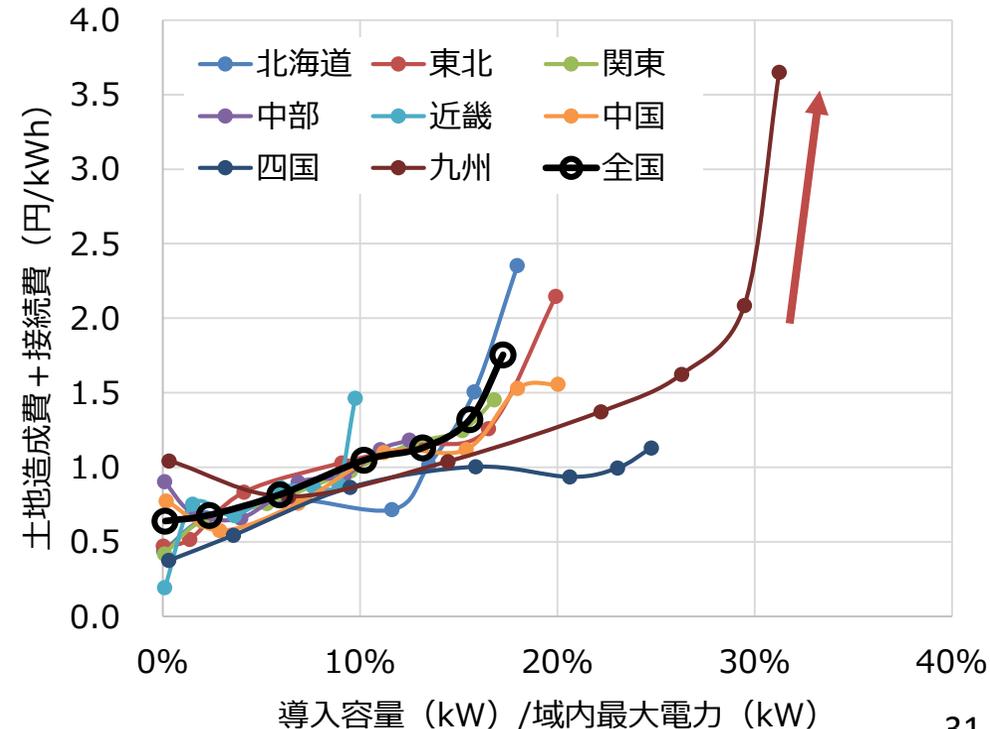
# ⑤ 太陽光発電のコスト Cost of Solar Power

- 資本費のうち、パネルの価格は減少傾向で推移している一方、パネルに次いで割合を占める工事費部分は下げ止まり。
- また、域内最大電力に占める導入容量が増えれば増えるほど、土地造成費と接続費は増加する傾向。これは、適地ではないところへの導入等により、より多くのコストが必要となると考えられる。
- 例えば、導入が進んでいる九州地方では、域内最大電力に占める導入容量の割合が30%から31%に増加した際、土地造成費と接続費は2.1円から3.7円に上昇。

設置年別 資本費内訳



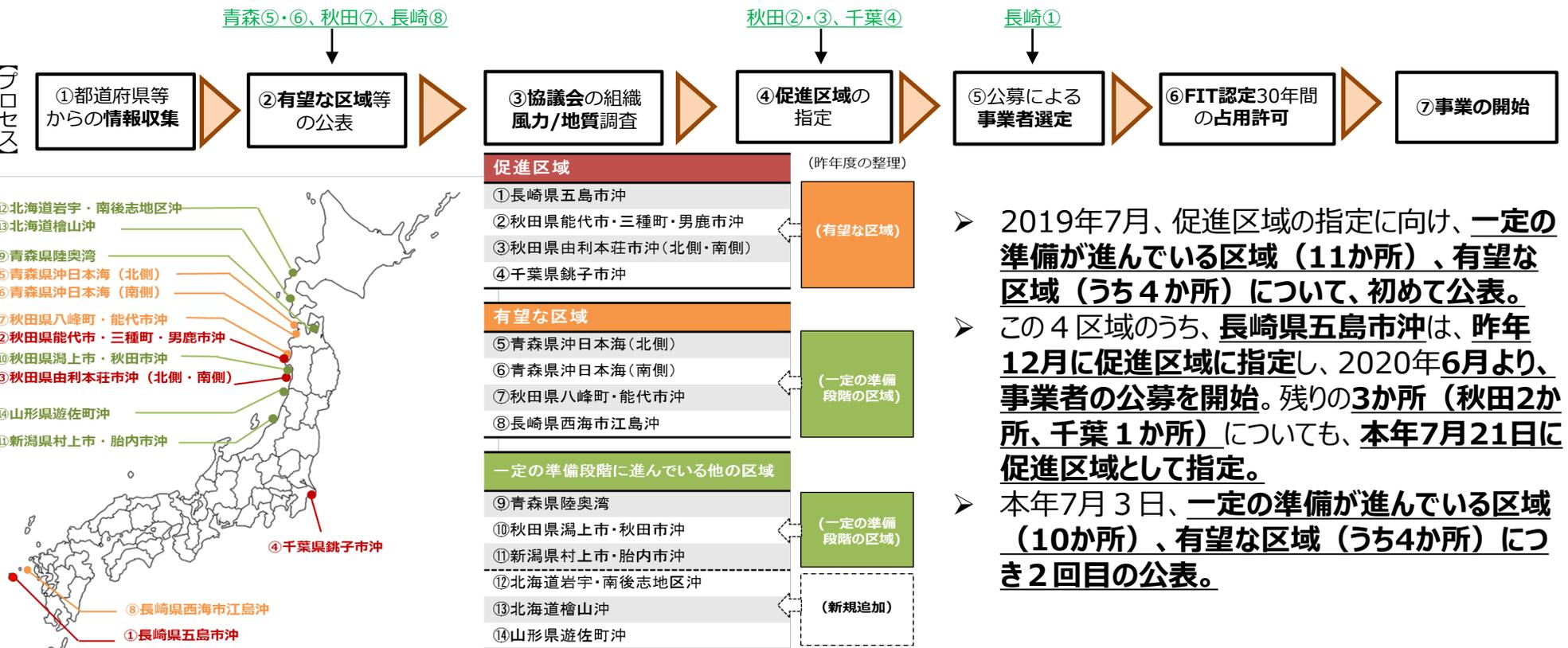
太陽光発電に係る土地造成費 + 接続費



# 導入拡大に向けた取組：再エネ海域利用法に基づく案件形成

Efforts to expand introduction: Project formation based on the Act of Promoting Utilization of Sea Areas in Development of Power Generation Facilities Using Maritime Renewable Energy Resources

- 「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（以下、**再エネ海域利用法**、**2019年4月1日施行**）」は、**①海域利用に関する統一的なルールがない**、**②先行利用者との調整の枠組が不明確**、**③高コスト等**の課題を背景として制定。
- ①国が洋上風力実施可能な**促進区域を指定**し、**十分な占用期間（30年間）の確保**、②**関係者による協議会を設置して地元調整の円滑化**、③**事業者を公募・選定**することによる**コスト競争の促進**、といった仕組みであり、現時点で、**促進区域として4か所指定**し、公募に向けたプロセスが進行中。



# 導入拡大に向けた取組：「洋上風力産業ビジョン（第1次）」の概要

## Efforts to expand introduction: Overview of the First Offshore Wind Industry Vision

### 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。

##### (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

##### (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

##### (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。

##### (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（調整中）
- ・国内外企業のマッチング促進（JETRO等）等

##### (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

##### (1) 浮体式等の次世代技術開発

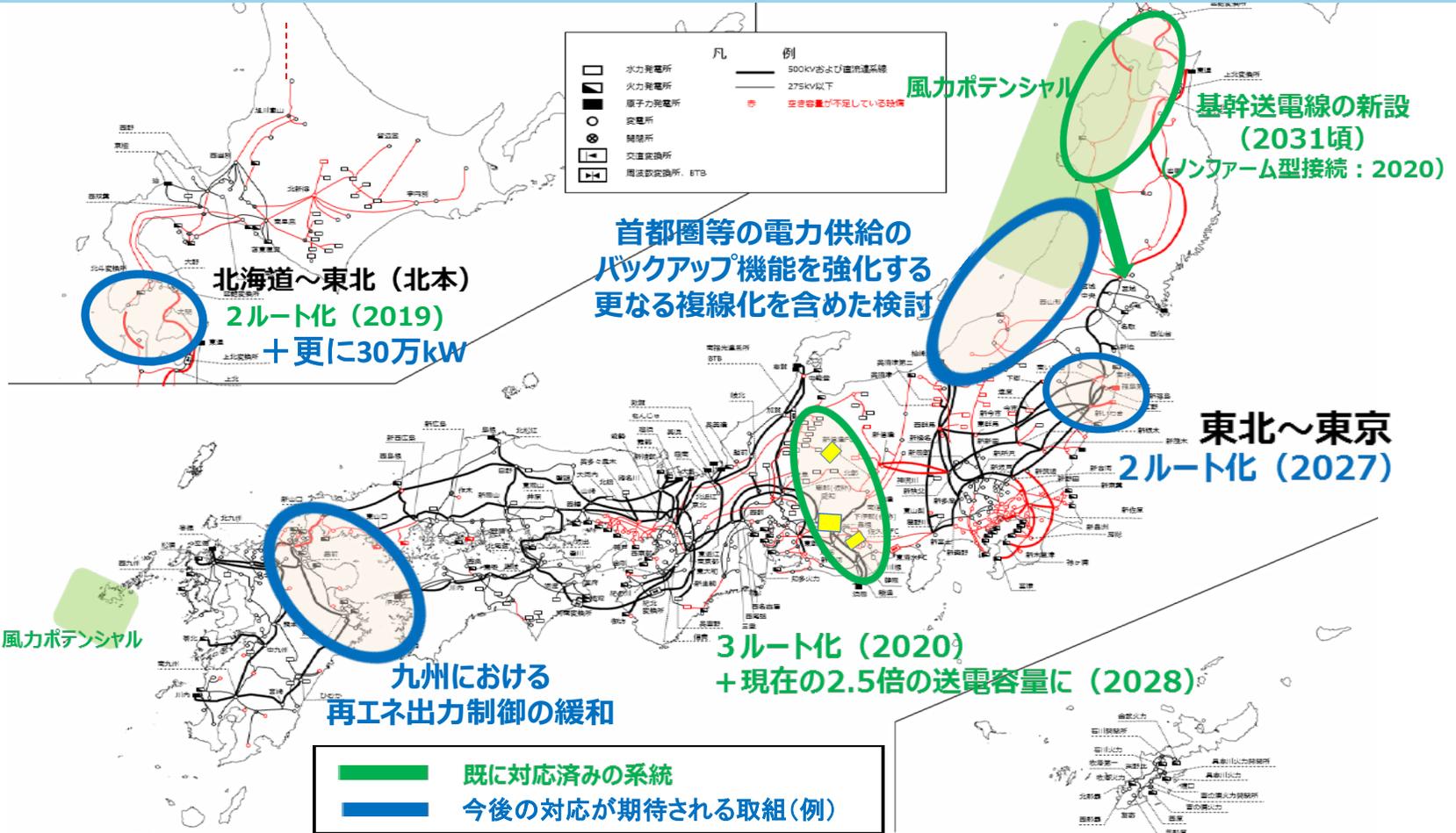
- ・「技術開発ロードマップ」の策定
- ・基金も活用した技術開発支援

##### (2) 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

# 地域間連系線等の増強促進 Promote reinforcement of inter-regional interconnection lines, etc.

- 首都直下地震等の大規模災害の発生が予想され、脱炭素化の要請が強まる中、我が国の電力ネットワークは、レジリエンスを抜本的に強化し、再エネの大量導入等にも適した次世代型ネットワークに転換していくことが重要。
- 具体的には、①「プッシュ型」の系統形成による送電の広域化や②配電事業ライセンス等による配電の分散化を推進し、前者については、再エネ適地と需要地を結び、国民負担を抑制して再エネの導入を図ると共に、首都直下地震等により首都圏等に集中立地するエネルギーインフラが機能不全に陥った場合なども想定し、バックアップ機能の強化を図るため、全国大でのネットワークの複線化を図り、電力インフラの強靱化を実現することが重要となる。

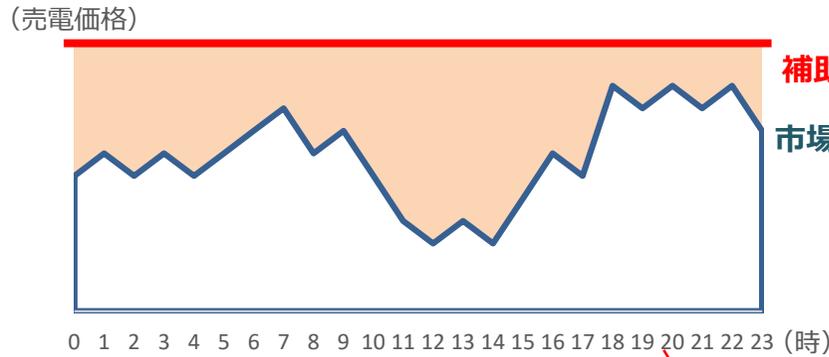


# 市場連動型の導入支援（FIP制度） Support for the introduction of market-linked systems (FIP system)

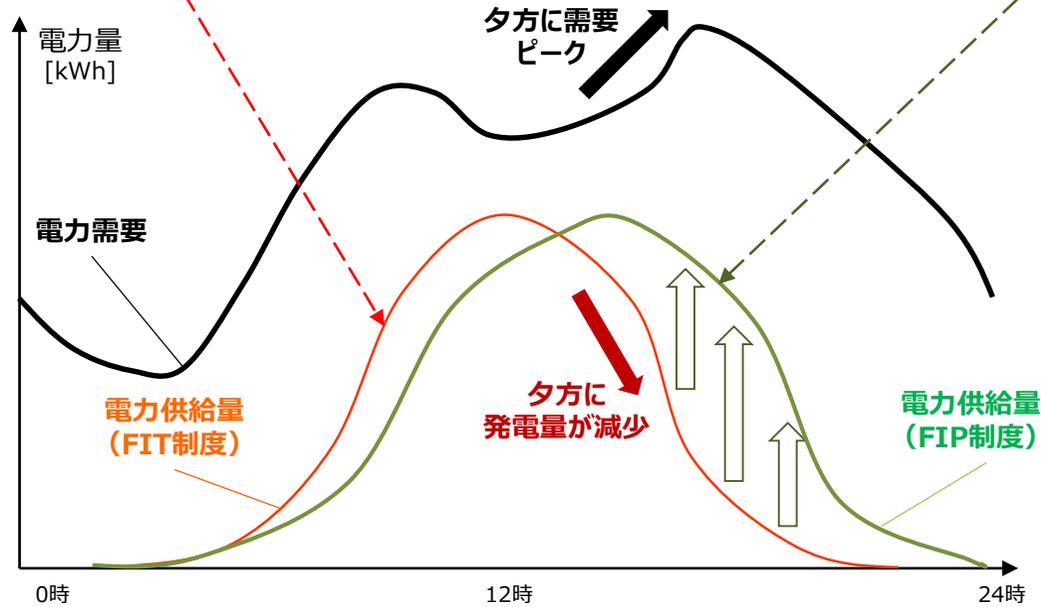
- 大規模太陽光・風力等の競争力ある電源への成長が見込まれるものは、欧州等と同様、電力市場と連動した支援制度へ移行。

**FIT制度** 価格が一定で、収入はいつ発電しても同じ  
 → 需要ピーク時（市場価格が高い）に供給量を増やすインセンティブなし

**FIP制度** 補助額（プレミアム）が一定で、収入は市場価格に連動  
 → 需要ピーク時（市場価格が高い）に蓄電池の活用などで供給量を増やすインセンティブあり  
 ※補助額は、市場価格の水準にあわせて一定の頻度で更新



## 1日の電力需要と太陽光発電の供給量



# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### a. 再エネ

renewable energy

### **b. 火力**

**thermal power**

### c. 原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

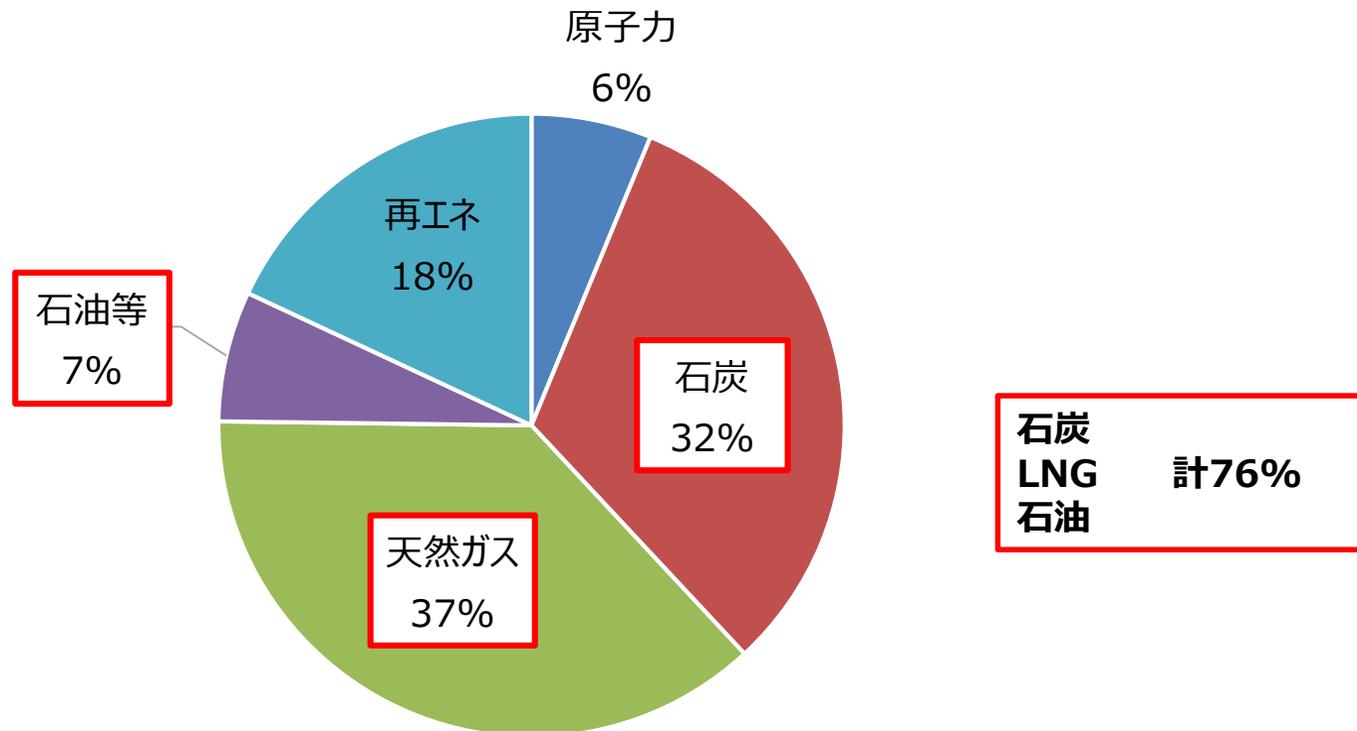
# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# 火力発電の役割①：供給力 Supply Power

- 火力発電は、発電電力量の7割以上を占める「供給力」として、ベースロード、ミドル、ピークといったそれぞれの特性を踏まえ、安定供給上重要な役割を担っている。
- 特に、これまでも災害時における供給力を提供してきており、容量を確保することはエネルギー供給のレジリエンス対策にも大きく貢献。

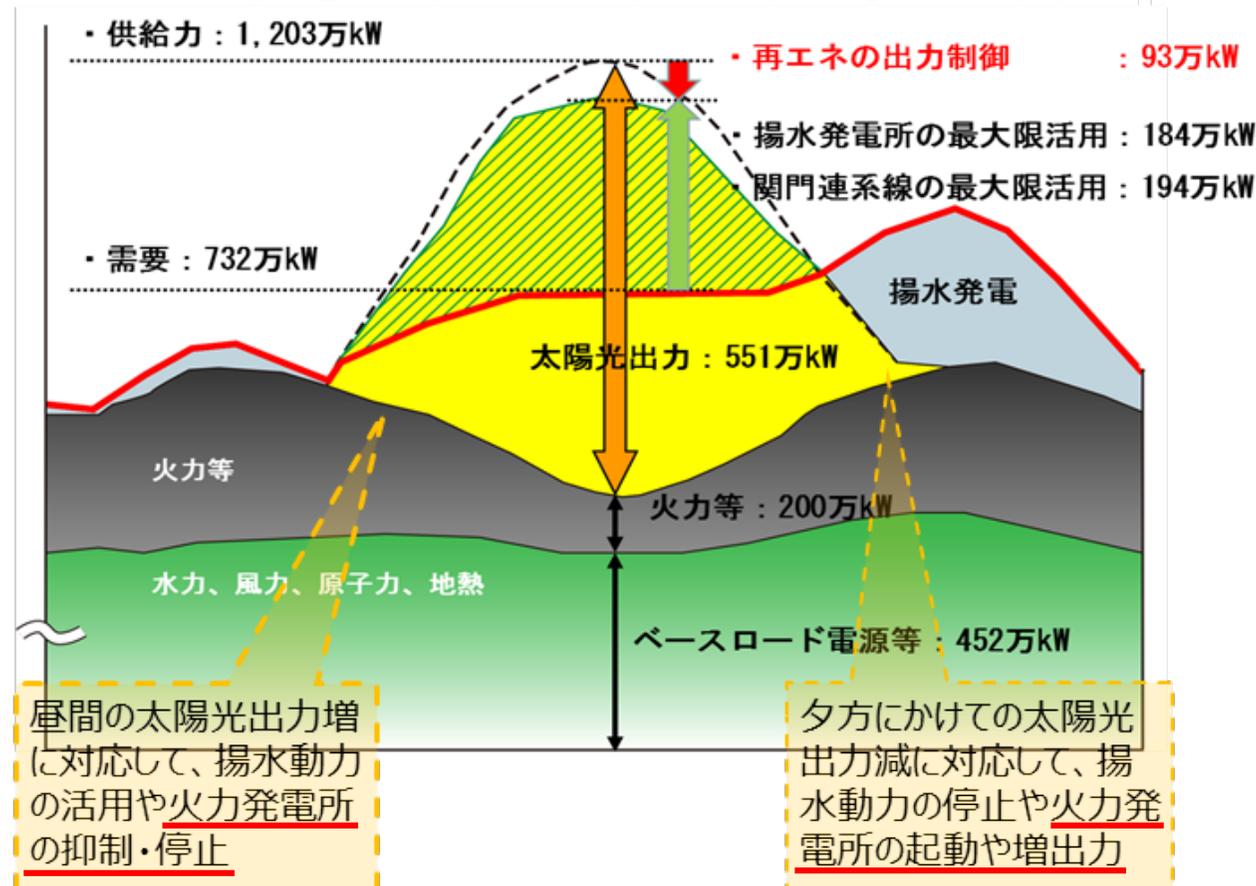
電源別発電電力量構成比（2019年度速報値）



## 火力の機能②：調整力 Regulating Power

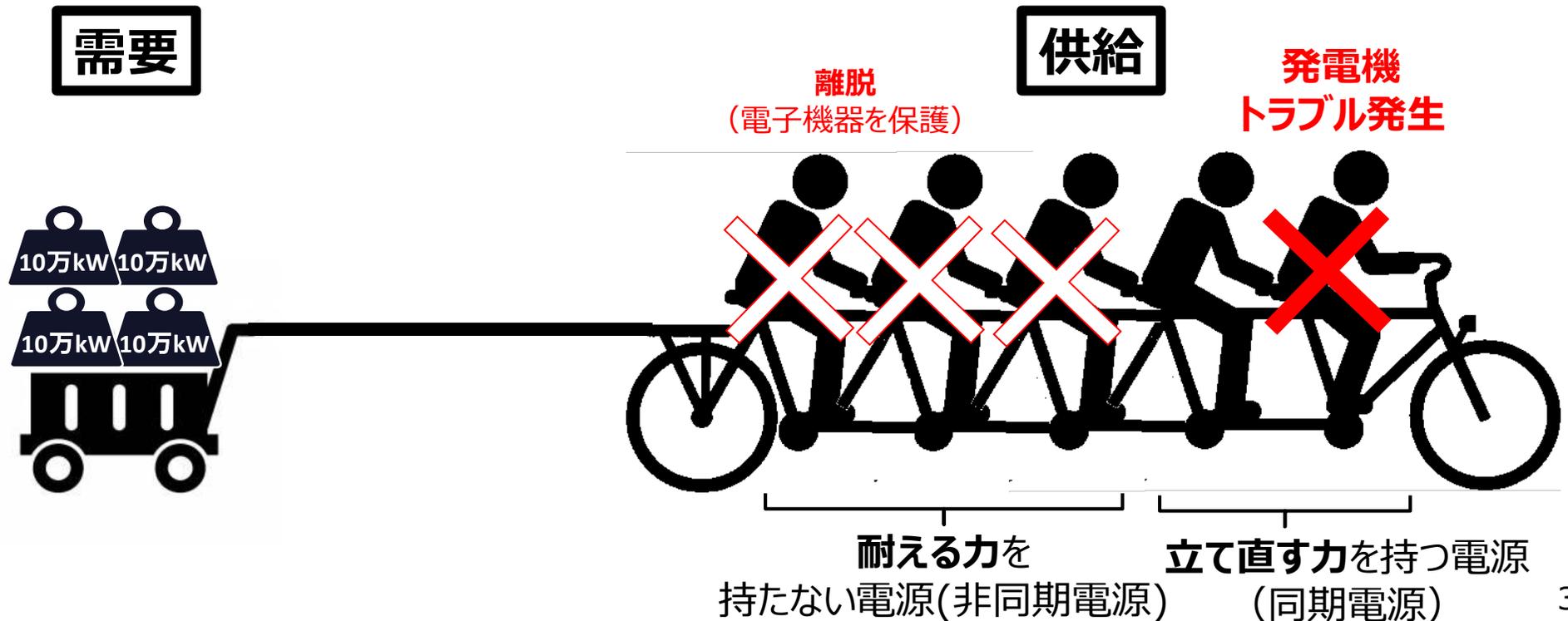
- 太陽光や風力といった変動再エネの導入の進展に伴い、その出力変動を吸収し、需給バランスを調整する機能を持つ他電源の存在が必要。
- 他のエリアよりも再エネの導入量が多い九州エリアでは、**火力発電は、再エネの出力増減に応じて抑制・停止、起動・増出力といった出力調整を行いながら運用**されており、**電力の安定供給に大きく貢献**している。

＜九州の電力需給イメージ（2018年10月21日の例）＞



## 火力の機能③：慣性力 Inertial Force

- 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**。



# 2050年に向けた火力の活用に関する課題と対応の方向性

## Issues related to the use of thermal power toward the year 2050 and directions for action

### 課題

### 方向性

#### ① 環境負荷の低減

- 国内のCO<sub>2</sub>排出量の4割以上が火力発電由来。また、うち約半数が石炭火力。
- 現在、高効率環境負荷低減に向け非効率火力のフェードアウトを検討しているところ。他方、2050年のカーボンニュートラルを目指す場合、電源由来のCO<sub>2</sub>排出は限りなく0に近づけていく必要。

- **化石火力にCCUS**を活用することで、オフセットにするか、**水素やアンモニアを活用**し、火力燃料自体の脱炭素化を図る必要。
- こうした脱炭素技術の活用に向けて、技術確立、コスト低減など様々な課題への対応が必要。

#### ② 安定供給のための 必要容量の確保

- 戦後、高度経済成長期に石炭・石油火力といった化石燃料により、大量のエネルギーを供給する体制を構築してきた。
- また、震災直後、原子力の停止によって火力比率が増大。
- 足下で、非化石が拡大する中、設備利用率が低下し事業性に影響。他方、再エネの導入拡大や、安定供給上必要な供給力・調整力としての機能はより一層求められる。

- 2050年に向けて非化石電源を最大限導入する中で安定供給を維持するためには、**供給力や調整力、慣性力といった機能を持つ火力発電を一定容量確保することが必要**。
- 活用に当たっては、（寿命を40年と仮定した時に、）2050年断面でも一定量残存する**火力発電設備の脱炭素化を段階的に進めていくことが必要**。

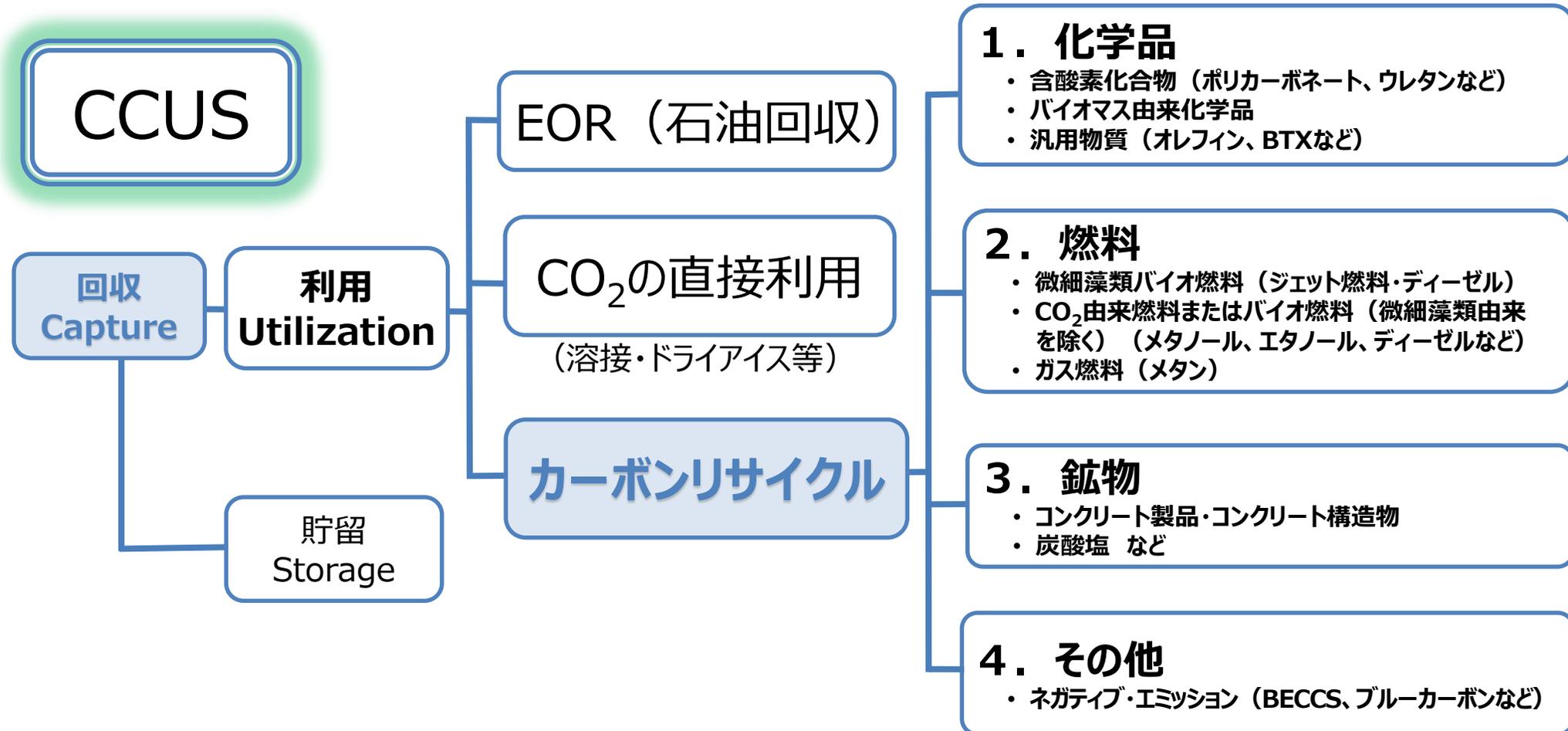
#### ③ 適切な ポートフォリオの 組み方

- 火力発電は今までも、石炭・LNG・石油間で、3Eにおいて一長一短が存在。
- 脱炭素化に向けても、技術ごとに3Eの観点から適切なポートフォリオを組むべきではないか。

- 化石+CCUSは、既存の火力発電がそのまま使える一方、適地や用途拡大の課題が存在。
- また、水素・アンモニアは国内外の供給体制構築や他部門での活用との兼ね合いなどの課題が存在。
- **脱炭素に向けては、脱炭素火力技術のそれぞれの熟度を勘案し、3Eを満たすポートフォリオの検討が必要**。

# CCUS/カーボンリサイクル Carbon Recycling

- カーボンリサイクルは、CO<sub>2</sub>を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等を行い、大気中へのCO<sub>2</sub>排出を抑制していく取組。
- 省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともに、CO<sub>2</sub>削減の鍵となる取組の一つ。CO<sub>2</sub>の利用について、世界の産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進めていく。



# 水素発電・アンモニア発電 概要

## Overview of hydrogen and ammonia power generation

	水素	アンモニア
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 燃焼速度が比較的近いガス火力発電に水素を混入。水素の燃焼速度が速いため、その燃焼を制御する技術が必要。</li> <li>➢ 上記制御技術を使うことで、ガスタービンの水素専焼化も可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電用バーナーの中心にある再循環領域（高温・低酸素）にアンモニアを一定速度で投入することで、アンモニアの分解及び還元反応を促進しつつ、アンモニアを燃焼。</li> <li>➢ アンモニアは燃焼速度が石炭に近いことから、石炭火力での利用に適している。</li> </ul>
現状の取組	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 小型器（1MW）での専焼は現在実機で実証を開始し、大型器（数十万kW級）は30%の混焼率を達成するための燃焼器の技術開発が完了。</li> <li>➢ コストが下がれば、2050年時点での有望な電源となり得るため、JERAも2030年頃からの混焼開始を目指すことを表明。他電力会社も活用に関心。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ NOx発生抑制が課題であったが、混焼バーナーの開発に成功。現在大容量での混焼試験を実施中、2021年度から2023年度まで、実機を活用した20%混焼の実証を予定。</li> <li>➢ こうした取組も踏まえ、JERAが2020年代後半からの火力発電での燃料アンモニアの活用に向けた計画を表明。その他電力会社も活用に関心。</li> </ul>
強み	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <b>既存のガスタービン発電設備のタービン部など多くの設備をそのまま利用可能</b>、アセットを有効活用出来る。</li> <li>➢ 調整力、慣性力機能を具備しており、系統運用安定化に資する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 既に肥料用途を中心にアンモニア市場が存在。<b>既存の製造・輸送・貯蔵技術を活用したインフラ整備が可能。</b></li> <li>➢ -33℃（常圧）で液化が可能であるため、<b>輸送や貯蔵コストの抑制が可能。</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 一カ所で大規模な水素需要を創出し、<b>水素の活用を更に高めるための国際サプライチェーン構築に大きく貢献</b>出来る。</li> <li>➢ 水素専焼の技術開発に見通し有。</li> </ul>	
弱み	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 液化水素の場合、脆化に加え、極低温という厳しい環境に耐えうる材質を使う必要。</li> <li>➢ MCHやアンモニアを水素キャリアとして使う場合、脱水素行程でもエネルギーを使う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 混焼率向上、専焼化にあたっては<b>NOxの抑制技術、発電に必要な熱量を確保するための収熱技術が必要。</b></li> <li>➢ 毒性があるため、取り扱いには配慮が必要。</li> </ul>

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### a. 再エネ

renewable energy

### b. 火力

thermal power

### **c. 原子力**

**nuclear power**

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# 第5次エネルギー基本計画における原子力の位置付け

## Positioning of Nuclear Power in the Fifth Strategic Energy Plan

### 2030年：エネルギーミックスの実現

- 3E+Sの原則の下、2030年エネルギーミックスの確実な実現を目指す

#### 原子力 = 長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源

- いかなる事情よりも安全性を全てに優先し、原子力規制委員会により世界で最も厳しい水準の規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。
- 原発依存度を可能限り低減させる方針の下、確保していく規模を見極めて策定した2030年のエネルギーミックスにおける電源構成比率（原子力は20-22%）の実現を目指し、必要な対応を着実に進める。
- 東京電力福島第一原子力発電所事故の真摯な反省。福島への復興・再生に向けた取組、原子力利用における不断の安全性向上と安定的な事業環境の確立、使用済燃料問題の解決に向けた取組の抜本強化等

### 2050年：エネルギー転換への挑戦

- あらゆる選択肢を追求する「野心的な複線シナリオ」

#### 原子力 = 実用段階にある脱炭素化の選択肢

- 東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国としては、安全を最優先し、経済的に自立し脱炭素化した再生可能エネルギーの拡大を図る中で、可能な限り原発依存度を低減する。
- 社会的信頼の回復に向け、人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手し、安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求、バックエンド問題の解決に向けた技術開発を進めていく

# 原子力発電所の現状 Nuclear Power Plants in Japan

As of 8<sup>th</sup>, February, 2021

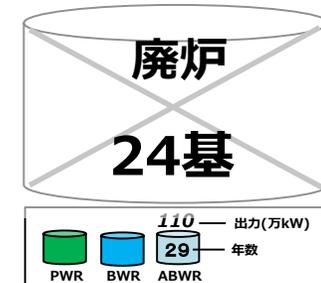
- エネルギーミックスの実現に向け、設備利用率の向上や40年超運転も含め、安全確保を大前提として、再稼働を進める。

再稼働  
9基

設置変更許可  
7基

新規規制基準  
審査中  
11基

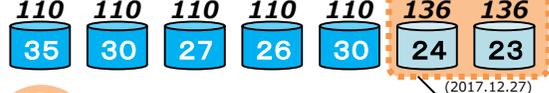
未申請  
9基



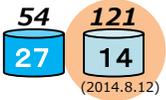
稼働中 4基、停止中 5基 (起動日)

(許可日)

東京電力HD(株)  
柏崎刈羽原子力発電所



北陸電力(株)  
志賀原子力発電所



日本原子力発電(株)  
敦賀発電所



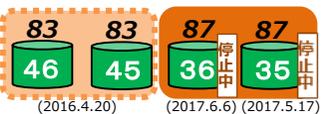
関西電力(株)  
美浜発電所



関西電力(株)  
大飯発電所



関西電力(株)  
高浜発電所



中国電力(株)  
島根原子力発電所



九州電力(株)  
玄海原子力発電所



九州電力(株)  
川内原子力発電所



北海道電力(株)  
泊原発



四国電力(株)  
伊方発電所



電源開発(株)  
大間原子力発電所



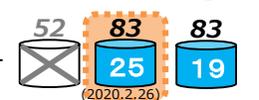
東京電力HD(株)  
東通原子力発電所



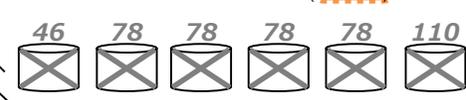
東北電力(株)  
東通原子力発電所



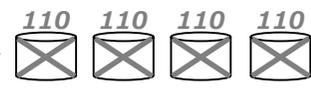
東北電力(株)  
女川原子力発電所



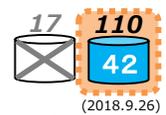
東京電力HD(株)  
福島第一原子力発電所



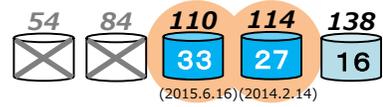
東京電力HD(株)  
福島第二原子力発電所



日本原子力発電(株)  
東海・東海第二発電所



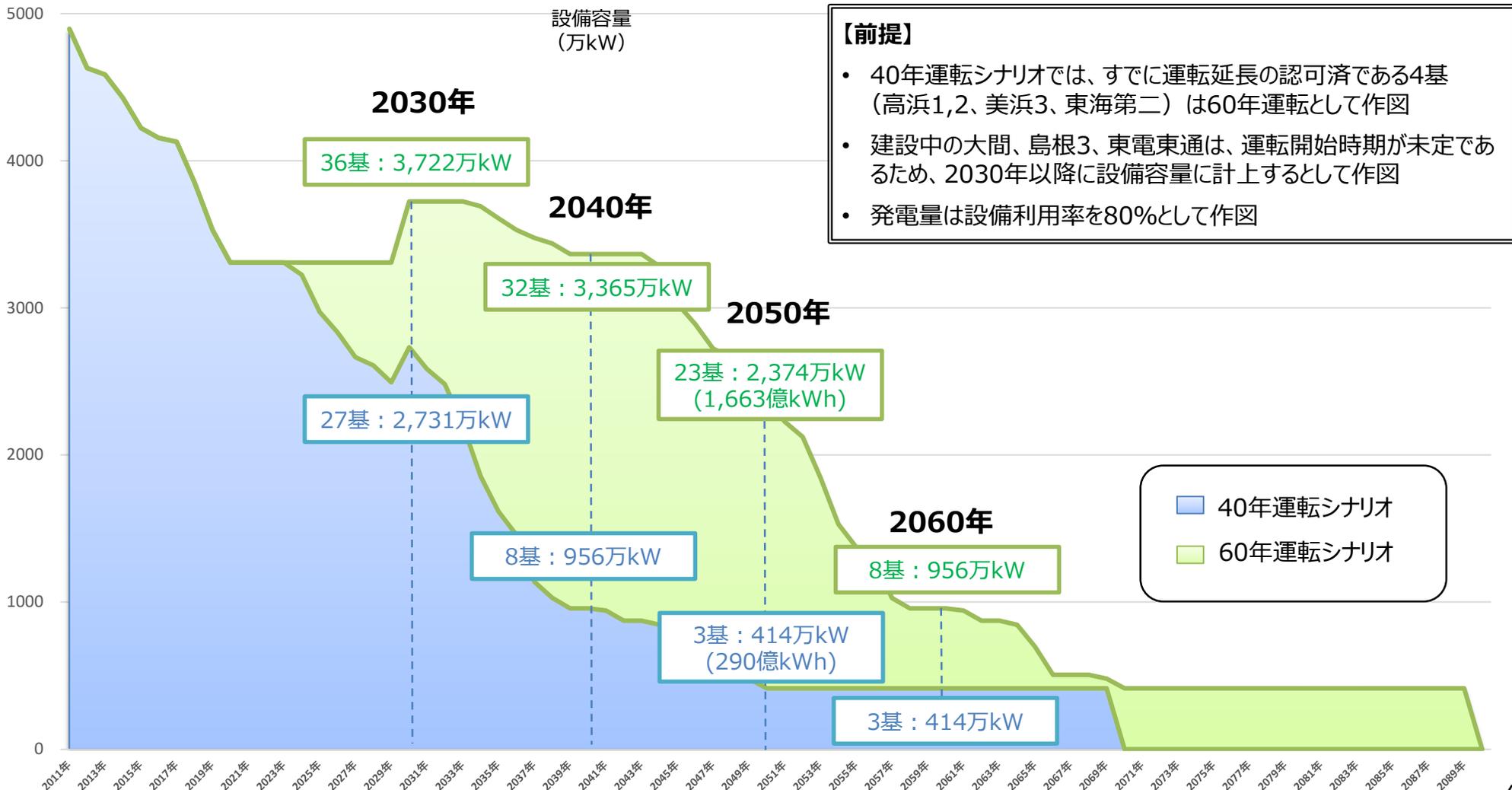
中部電力(株)  
浜岡原子力発電所



# 国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

## Forecast of Future Installed Capacity of Nuclear Power Plants in Japan

- 廃炉が決定されたものを除き、**36基の原子力発電所（建設中を含む）が60年運転すると仮定しても、自然体では、2040年代以降、設備容量は大幅に減少する見通し。**



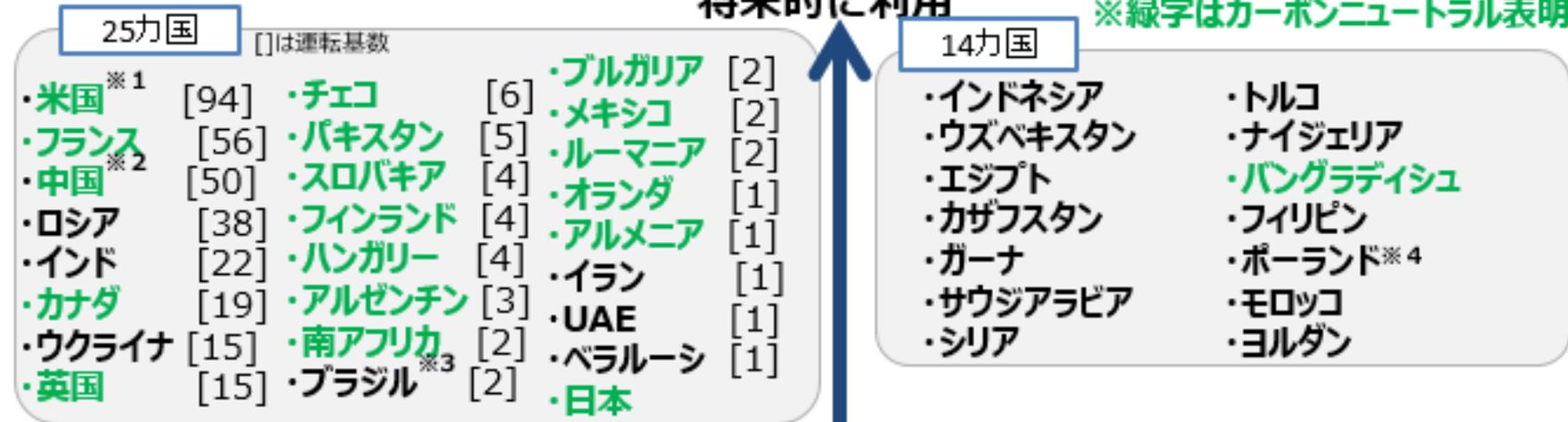
※年途中で期限を迎えるプラントは按分してkWを算出。按分しない場合、40年シナリオの2030年kWは2,787万kW、60年シナリオの2050年kWは2,430万kW

# カーボンニュートラルと原子力利用の動向① Trends in carbon neutrality and nuclear energy use

- 現在、原子力を利用している国の多くは、将来も原子力利用を継続する見通し。こうした国の多くはカーボンニュートラルを表明。
- また、現在、原子力を利用していない国の中でも、将来的な原子力利用の動きがみられる。

将来的に利用

※緑字はカーボンニュートラル表明国



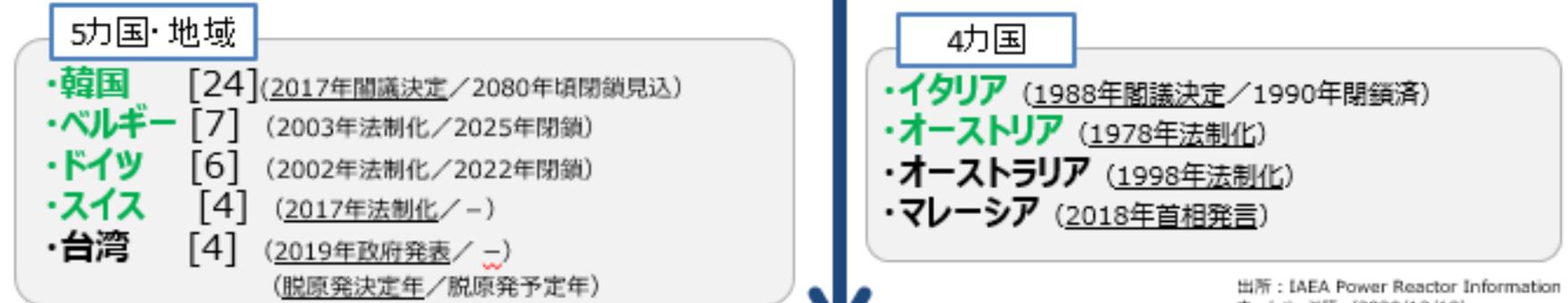
※1 バイデン政権の公約として表明

※2 2060年までのCNを表明 ※3 条件付きで2060年のCNを検討

※4 2050年カーボンニュートラルに反対していたが、最近では「カーボンニュートラルへの貢献」を明言し、石炭火力の廃止に必要な約4兆円の投資をEUに協力要請。

現在、原発を利用

現在、原発を利用せず



(注1) スウェーデン、スロベニアは現在原発を利用しているが、IAEA Country Nuclear Power Profilesにおいての将来のスタンスを明らかにしていないため記載していない。

(注2) 韓国は今後新たな原発の建設計画を認めず設計寿命を終えた原子炉から閉鎖する方針のため、現在建設中の原発が設計寿命を迎える時期を記載。

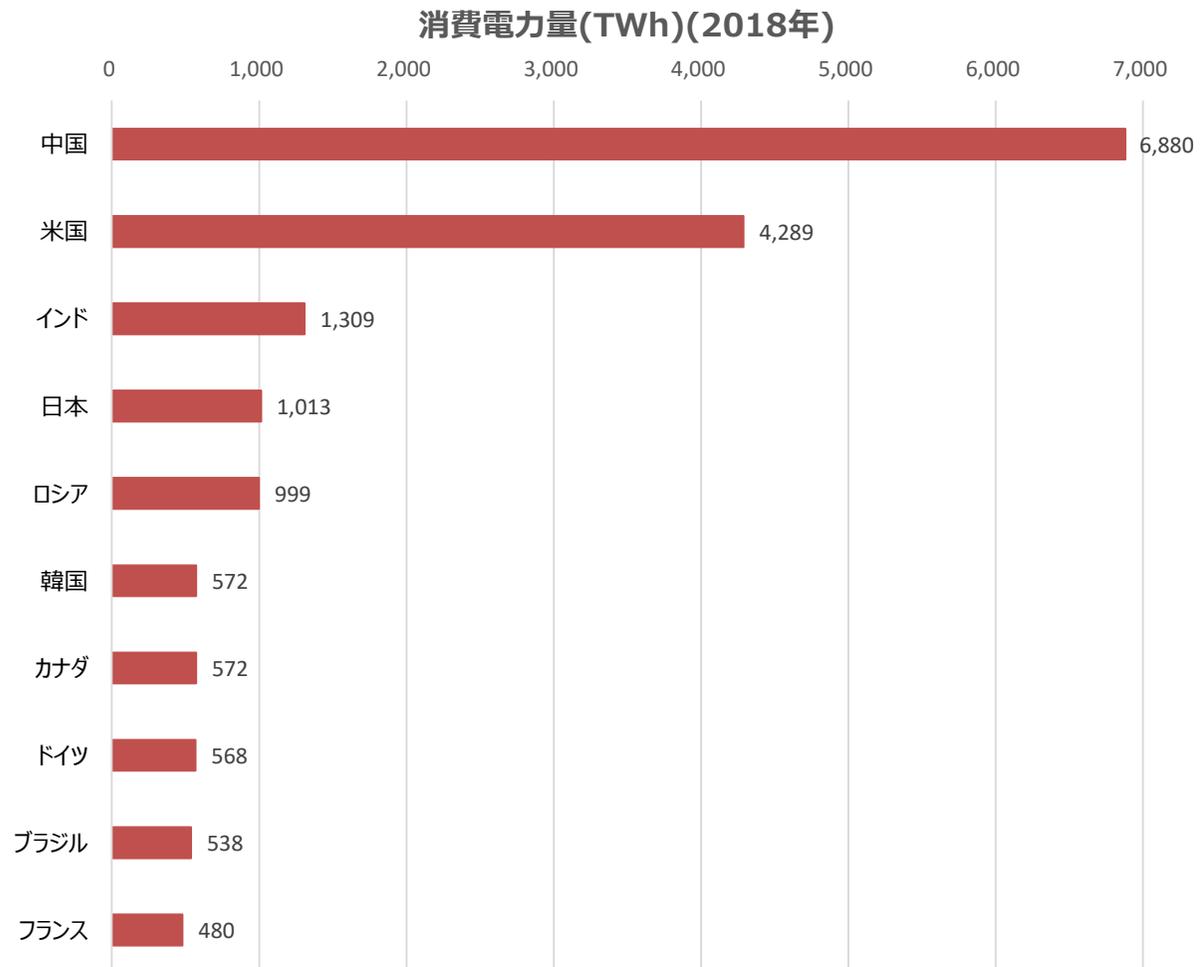
将来的に非利用

出所：IAEA Power Reactor Information System ホームページ等 (2020/12/18)

# カーボンニュートラルと原子力利用の動向② Trends in carbon neutrality and nuclear energy use

- 消費電力量が大きく、かつカーボンニュートラルを表明している国の多くは、将来にわたって原子力発電を利用する方針。

2019年名目GDP (ドル)	カーボン ニュートラル	原子力 利用
14兆4000億	表明※ 1	利用
21兆4300億	未表明※ 2	利用
2兆8700億	未表明	利用
5兆800億	表明	利用
1兆7000億	未表明	利用
1兆6500億	表明	2080年頃廃止
1兆7400億	表明	利用
3兆8600億	表明	2022年廃止
1兆8400億	未表明※ 3	利用
2兆7200億	表明	利用



※ 1 : 2060年までにカーボンニュートラル

※ 2 : バイデン政権は、カーボンニュートラルを公約に掲げる。 ※ 3 : ブラジルは、条件付きで2060年までのCNを検討。

## 課題

## 対応の方向性

### ① 安全性の追求

- 福島第一原発の事故後、原子力発電に対する安全性への懸念が高まる中で、原子力の安全性追求にどのように取り組んでいくのか。

### ② 立地地域との共生

- エネルギー政策・原子力政策を進めていくためには、立地地域の理解と協力が欠かせない。他方で、福島第一原発の事故後、原子力に対する信頼の低下、原子力発電所の長期停止や廃炉などの環境変化が生じている中で、中長期的な視点も含め、立地地域との共生にどのように取り組んでいくのか。

### ③ 持続的なバックエンドシステムの確立

- 六ヶ所再処理工場やMOX燃料加工工場の事業変更許可、北海道の2町村における文献調査の開始など、一定の進捗がみられる一方で、道半ば。
- 今後、サイクル、最終処分、廃炉に至るまでの持続的なバックエンドシステムの確立に向けてどのように取り組んでいくのか。

### ④ 事業性の向上

- 原子力事業は、初期投資が大きく、長期安定的に運営して回収することで事業性を確保するという事業構造。
- 電力自由化が進展する中で、原子力発電の事業性向上に向けてどのように取り組んでいくのか。

### ⑤ 人材・技術・産業基盤の維持・強化と原子力イノベーション

- 中国を含め海外で積極的な動きがある中で、日本は、高いレベルの人材・技術・産業基盤を有する一方、足下では原子力人材の減少や一部企業の原子力事業からの撤退などが生じている。こうした中で、人材・技術・産業基盤の維持・強化にどのように取り組んでいくのか。
- また、将来的に原子力利用を追求していくためには、更なる安全性・経済性等の追求に向けた取組を継続していくことが不可欠。世界の動向も踏まえ、原子力イノベーションにどのように取り組んでいくのか。

- ① 独立した原子力規制委員会・新規規制基準に基づく厳格な運用
- ② 産業界による不断の取組
- ③ 安全性向上に資する技術開発、導入

- ① 万が一に備えた避難計画の具体化・充実化、訓練を通じた不断の改善など原子力防災対策の強化
- ② 原子力の必要性に対する理解活動
- ③ 持続的な立地地域の発展に向けた取組

- ① 再処理施設をはじめとするサイクル施設の竣工、プルサーマルの推進、使用済燃料対策、ロードマップに基づく高速炉開発等の核燃料サイクルの推進
- ② 文献調査の着実な実施、更なる対話活動の取組等の最終処分の実現に向けた取組
- ③ 海外事業者の知見の活用、クリアランス物の建材等への再利用先拡大の円滑な廃炉に向けた取組

- ① 設備利用率の向上（トラブル低減、定期検査の効率的実施、運転サイクル期間の長期化等）
- ② 安全性が確認された原子力発電所の長期利用

（人材・技術・産業基盤）

- ① 原子力の安全利用のための人材育成を通じた技術・技能の伝承による人材・技術の維持・強化
- ② サプライチェーンの維持・強化による機器・部品の供給途絶リスクの回避

（原子力イノベーション）

- ① 軽水炉の安全性向上に資する研究開発の推進
- ② 小型モジュール炉（SMR）、高速炉、高温ガス炉等の革新的原子力技術開発の推進

（注）これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### a. 再エネ

renewable energy

### b. 火力

thermal power

### c. 原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

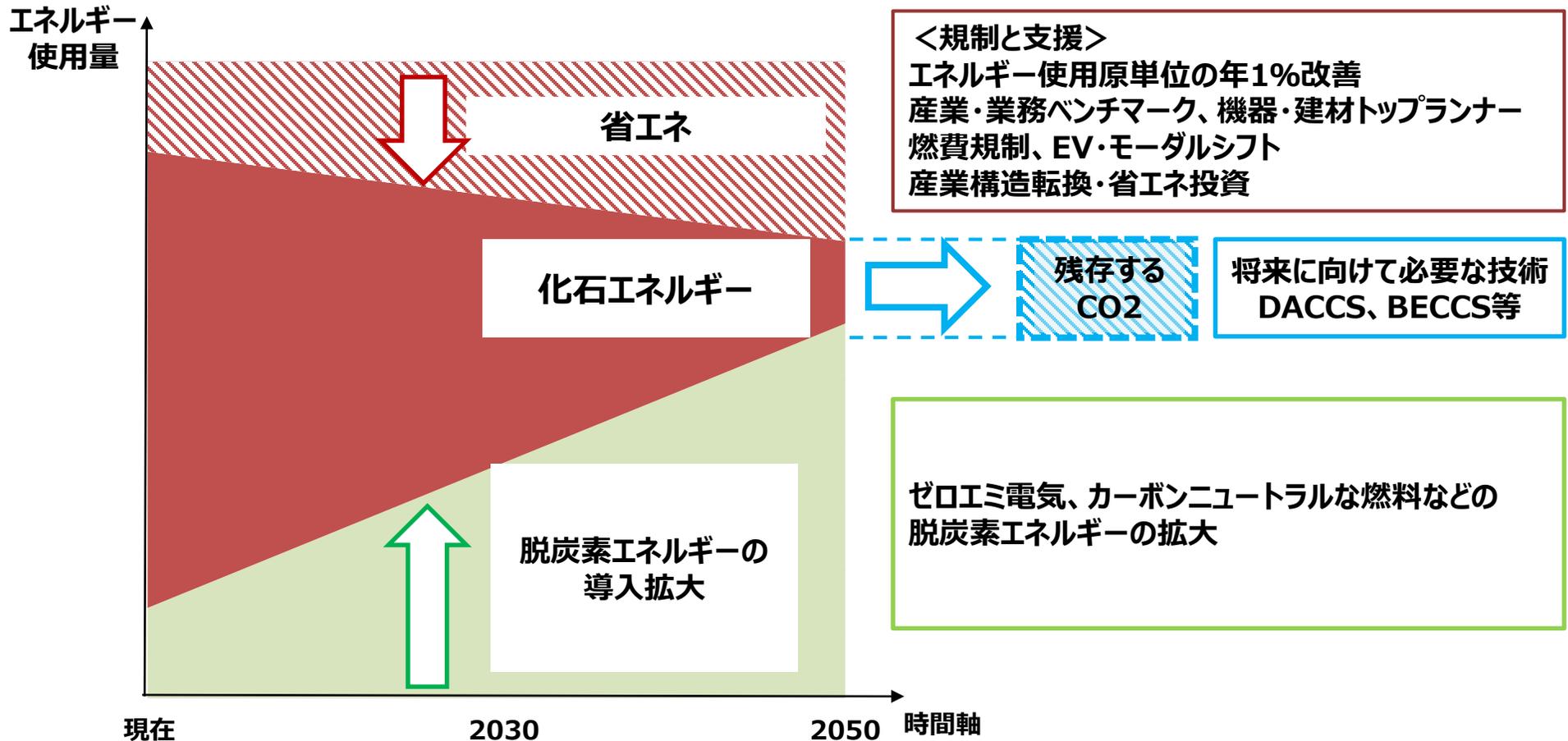
Scenario analysis

# 2050年カーボンニュートラルに向けた需要側の取組

## Demand-side efforts toward carbon neutrality in 2050

- 2050年カーボンニュートラルに向けては、徹底した省エネに加え、再エネ電気や水素等の脱炭素エネルギーの導入を拡大していくことが必要となる。
- 需要側において、引き続き省エネを進めつつ、供給側の脱炭素化を踏まえた電化・水素化等のエネルギー転換を促すべき。

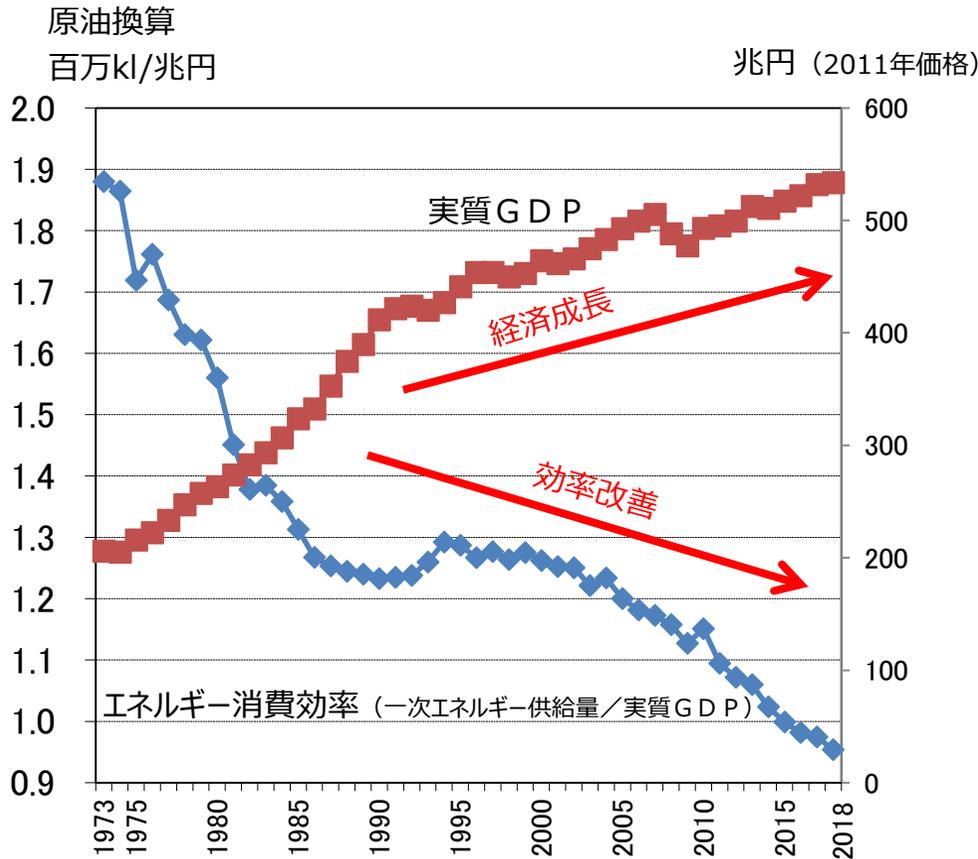
### ■ 需要側のカーボンニュートラルに向けたイメージ



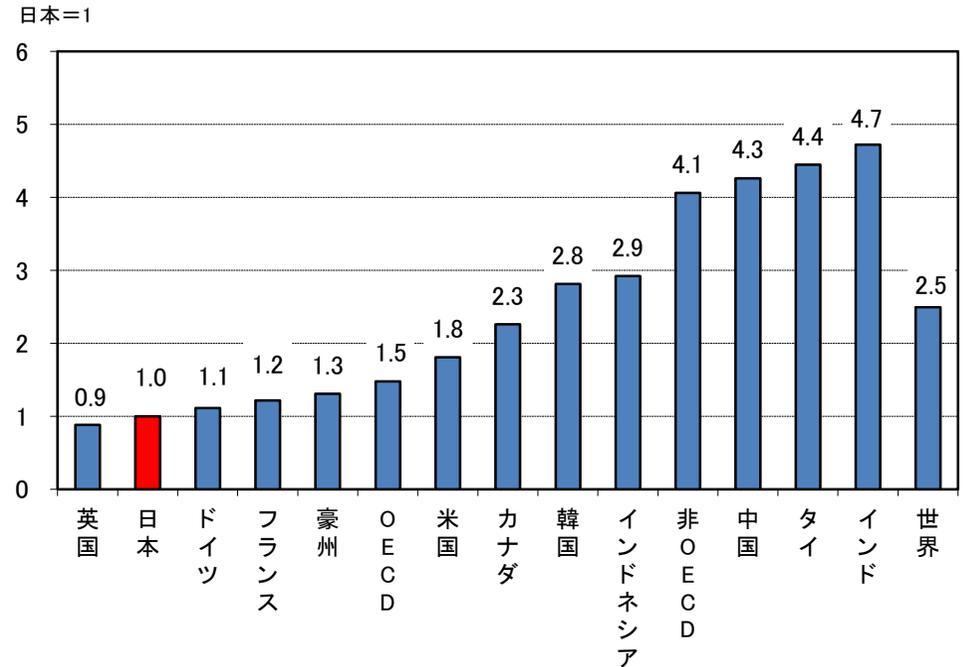
# 我が国のこれまでの省エネルギーの進展 Japan's progress in energy conservation to date

- 我が国は、これまで経済成長と世界最高水準の省エネを同時に達成し続けてきている。

## 日本における実質GDPとエネルギー消費効率の推移



## エネルギー消費効率の各国比較 (2018年) 一次エネルギー供給/実質GDPを日本 = 1として換算



出典: IEA「World Energy Balances 2020 Edition」、World Bank「World Development Indicators 2020」を基に作成

出典: 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」を基に作成。

# 産業部門における省エネ・脱炭素の共通的な課題

## Common challenges of energy conservation and decarbonization in the industrial sector

<b>初期投資 の大きさ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 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</li></ul>
<b>製品価格の 上昇</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 省エネ・脱炭素技術は既存技術と比べて高額</li><li>- 価格低減が進まない場合は、転換により製品価格が上昇</li></ul>
<b>設備の ロックイン</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 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</li><li>- 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</li></ul>
<b>製品・サービ スの品質 低下リスク</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 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</li></ul>

# 産業部門における省エネ取組の課題と対応の方向性

Challenges and response directions for responses of energy efficiency and conservation efforts in the industrial sector

## 課題

## 方向性

### ① 省エネ機器の技術開発

#### 設備の高効率化に向けた更なる技術開発が課題

- 産業部門では、エネルギー多消費事業者に対しては省エネ法上の規制等もあり、エネルギー消費原単位の改善は一定程度進展が見られるも、その改善率は低減しつつある。
- また、例えば鉄鋼業においては、世界的に見ても省エネ技術の導入が進展している。
- 更なる省エネにおいては、省エネ技術の開発が課題。

### ② 既存技術と比べて高い機器コスト

#### 省エネ機器の実装に向けたコスト負担の課題

- 産業部門の設備はライフサイクルが長く、入れ替えのタイミングが限定的。また、初期投資額が大きい大型設備等は入替えが進みにくい。
- 老朽設備について、中小企業等では省エネ機器への更新ではなく、既存設備の補修が選択されやすいことが課題。

#### 省エネポテンシャルの高い技術の普及拡大に向けた技術開発や機器等の導入支援

- 省エネに資する技術開発支援や、先進的な技術を活用した省エネ設備・機器の導入拡大を支援
- 中小事業者に対する省エネ診断の実施

#### 制度的措置の見直し

- 更なる省エネに向けたベンチマーク制度の指標見直しや対象拡大、省エネ法における執行強化（事業者クラス分け制度、効果的な情報提供）等を通じた制度面からの省エネ促進

# 産業部門のエネルギー転換・製造プロセスの転換に向けた課題と対応の方向性

Challenges and response directions for energy conversion and manufacturing process transformation in the industrial sector

		課題	方向性
① 熱・燃料 における 燃料転換	①-1 電化	<b>経済性（設備の初期コスト、周辺設備）、技術・物理的ポテンシャル、現行制度上の評価</b> ▶ 導入が進む業種・熱需要も存在する一方で、受変電設備など周辺設備も含めたトータルコストでの競争力や、大規模な熱需要業種においては設備規模が非常に大きくなる、燃料転換を評価する制度が存在しないなどの課題。	▶ 技術開発によるコスト低減等を実現し、普及の進みづらい業種への導入を目指す
	①-2 水素・アンモニア	<b>インフラ整備が既存インフラと比して高コスト、アンモニアは技術課題への対応</b> ▶ 水素は既にボイラー・バーナーが一部実用化されているが、既存燃料との燃焼特性の違いから全ての熱需要代替には更なる技術開発が必要、また輸送も含めたコストに課題。 ▶ アンモニアは実用化に向けては、火災性能の向上（燃焼時の火炎温度が低い）、大型化をした際のNOx制御、アンモニアの完全燃焼等が課題。	▶ 水素は、フレート、配送のコスト低下の取り組みを進める* ▶ アンモニアは、技術開発により火災性能の向上や設備の大型化、調達サプライチェーンの構築や供給コスト低減を目指す*
	①-3 CR燃料 (メタネーション・プロパネーション)	<b>メタネーション・プロパネーションのいずれについても、コストや供給量実用化に向けた技術的な課題</b> ▶ メタネーションについては、設備の大型化が課題。 ▶ プロパネーションは、未開発の技術であり、合成効率の高い触媒の開発が必要。 ▶ いずれの技術も、事業化には安価な水素の調達を要する。 ▶ また、最終的にカーボンニュートラルにするにはDACなどを含めた検討が必要。	▶ 社会実装に向けた技術開発支援 ▶ CR燃料の海外サプライチェーンの構築に向けた取り組みの推進
	①-4 バイオマス	<b>燃料コストが既存の燃料と比べて高額</b> ▶ バイオマスを効率よく回収する仕組みの創設、調達コストの低減が課題。	▶ 燃料コスト低減に向けた取り組みの推進
② 製造プロセス の転換	②-1 水素還元製鉄	<b>技術開発（水素還元に必要な熱の供給）</b> ▶ 反応と同時に熱を発生するコークス（石炭）と異なり、還元及び溶解に必要な温度（1,500度以上）を安全に補う必要あり。 <b>安価かつ大量の水素供給</b> ▶ 現在と同等の競争力のある製造コストを実現するためには、水素価格が8円/Nm3程度になる必要がある。また、足下と同量を製造した場合、約700万tの水素を消費。	▶ 世界に先駆けて水素還元技術を確立、導入促進を行う * グリーン成長戦略「実行計画」③水素産業
	②-2 人工光合成	<b>技術開発（触媒技術）、コスト</b> ▶ 水を水素と酸素に分解する触媒、CO2と水素から化成品原料を製造する触媒の能力向上が課題。既存製品と比べて高コスト。	▶ 変換効率の高い光触媒を開発、製造コストの低減を目指す ▶ 開発加速のため、関連規制の緩和を検討、保安・安全基準を制定 * グリーン成長戦略「実行計画」④カーボンサイクル産業
	②-3 CO2吸収型 コンクリート	<b>コンクリート製品としての技術開発、用途の拡大</b> ▶ 鉄筋用での利用を可能にするため、防錆性能の開発が必要。また、既存製品と比べて高コスト。	▶ 需要拡大を通じた低コスト化 ▶ 研究開発により、様々な用途へと利用拡大 * グリーン成長戦略「実行計画」④カーボンサイクル産業

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

\*グリーン成長戦略「実行計画」②燃料アンモニア産業、③水素産業

# 民生部門における省エネ取組の課題と対応の方向性

## Challenges and response directions for saving energy in the consumer sector

### 課題

### 方向性

#### ①住宅・建築物のネットゼロエネルギー化進展

##### 住宅・建築物の断熱・創エネ性能等が不十分

- ▶ 住宅・建築物の供給側では、中小工務店における省エネ住宅取扱いに係る体制や能力、習熟度向上が課題。
- ▶ 需要側でも、既存住宅・建築物の省エネ性能向上にかかる費用負担、消費者の認知度の低さ、メリットに対する理解度の低さ、大規模マンション等における創エネポテンシャルの制約等が課題。

##### 新たなZEH・ZEB等ゼロエネ住宅・建築物の創出及び規制活用

- ▶ 省エネ住宅・建築物の普及状況を踏まえつつ、住宅や建築物のエネルギー消費性能に関する基準等の見直しにより、省エネ性能の向上や太陽光発電等の創エネポテンシャルの拡大を図る。
- ▶ 消費者への認知度向上のための広報・メリットのPRも図っていく。 \* グリーン成長戦略「実行計画」②住宅・建築物/次世代型太陽光産業

#### ②建材・機器の更なる性能向上と普及

##### 省エネ機器・建材の消費者への訴求・コスト

- ▶ 機器・建材の性能向上が一部頭打ちになってきていることや、リフォーム時に省エネリフォームを行うことでの健康面等でのメリット等が十分認知されず消費者における機器・建材の導入が進んでいないことが課題。
- ▶ 特にリフォームは高額な支出を伴うものであり、コスト面でも課題がある。

##### 高性能建材・設備の研究開発・実装や、コスト低減に向けた導入支援・制度見直し

- ▶ 実証事業等を通じ、先端的な機器や建材の市場投入を当面進め、官民で連携し、価格低減を図るとともに、性能基準を強化する。
- ▶ 電力料金やガス料金等のコストへの影響も含め、消費者にとって分かりやすい機器・建材の表示制度等を確立する。 \* グリーン成長戦略「実行計画」②住宅・建築物/次世代型太陽光産業

#### ③デジタル化を通じた省エネ

##### デジタル化による効率的なエネルギー利用

- ▶ DX（デジタルトランスフォーメーション）を進めることで、効率的なエネルギー利用の実現が可能。また、光電融合デバイス等の新たなフォトニクス技術を活用した低消費電力ネットワークを構想する動向もある。
- ▶ 需要家側のエネルギー利用の最適化に繋がるエネルギーマネジメントシステム等の導入拡大に向けては、電力需給状況に応じた需要家の行動を促すインセンティブ設計が課題。
- ▶ 併せて、EV等の蓄電システムの活用に向け、日中の太陽光発電によって発電された電気の余剰分を蓄電し、別の時間帯で活用できるような取組を促すことが必要。

##### データセンターにおける省エネの進展

- ▶ デジタル化の進展が見込まれる中、データセンターの省エネは必須。
- ▶ 特にデータセンターの電力消費に占めるサーバーの割合は大きく、こうした機器の省エネが課題。

##### 技術開発や実証の支援・制度見直し

- ▶ あらゆる産業におけるDXの更なる推進
- ▶ エネルギーマネジメントの導入強化に向けた規格・基準の整備や制度の見直し（省エネ法、インバランス料金制度等）
- ▶ アグリゲータや配電事業などの新たなビジネスを促すための電事法上の関係省令等の整備及び実証支援等、制度的措置等の検討。
- ▶ データセンターの省エネに資する技術開発（半導体、光エレクトロニクス等）を推進

\* グリーン成長戦略「実行計画」⑥半導体・情報通信産業  
②住宅・建築物/次世代型太陽光産業

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# 民生部門のエネルギー転換に向けた課題と対応の方向性

## Challenges and response directions for energy conversion in the consumer sector

		課題	方向性
熱・燃料 における 燃料転換	① 電化・水素化の経済性	<b>自立的な普及拡大に向けた、経済的な競争力確保</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>既に既存技術と比べて年経費において競争力を有する領域も存在する一方で、製品価格は既存技術と比べて高コストな用途も多く、更なる普及に向けては低コスト化が課題。</li> <li>機器の更新時の燃料転換においては、機器のみならずインフラも同様に更新する必要が生じるケースもあり、その追加コストも課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器コスト低減や、機器の設置制約の解消に資する技術開発を推進</li> <li>特に燃料電池については革新的燃料電池の技術開発を行い、多用途展開・生産設備の投資支援・導入支援を実施</li> <li>電化・水素化機器の導入インセンティブを付与するための、基準や表示の在り方など、制度の見直し</li> <li>蓄電池の価格低減に向けた技術開発や取り組みの推進</li> </ul> <p style="text-align: right;">* グリーン成長戦略「実行計画」③水素産業、 ⑤自動車・蓄電池産業</p>
	② 電化・水素化の設置制約	<b>設置スペースなどによる機器の設置制約</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>機器サイズが相対的に大きい機器（ヒートポンプ給湯器など）については、例えば既築の住宅・建築物や、集合住宅など設置スペースが制約される場所への設置が困難。</li> </ul>	
	③ 電化のレジリエンス	<b>電化については、災害などにおける長期の供給途絶時のレジリエンス</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>単一のエネルギー種に依存した時、供給途絶時の影響は大きくなる。</li> <li>蓄電池や太陽光発電などを組み合わせたレジリエンス確保の取り組みはあるが、実装に向けては経済性等の面で課題。</li> </ul>	
	④ CR燃料 (メタネーション・プロパネーション) の技術開発	<b>メタネーション・プロパネーションのいずれについても、コストや供給量実用化に向けた技術的な課題</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>メタネーションについては、設備の大型化が課題。</li> <li>プロパネーションは、未開発の技術であり、合成効率の高い触媒の開発が必要。</li> <li>いずれの技術も、事業化には安価な水素や再エネによる電力を要する。</li> <li>また、最終的にカーボンニュートラルにするにはDACなどを含めた検討が必要。</li> </ul>	

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# 運輸部門における省エネ取組の課題と方向性

## Challenges and response directions for saving energy in the transportation sector

	課題	方向性
① 燃費性能 更なる向上	<p><b>燃費性能の向上</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 次世代自動車の普及にあたっては、コスト低減や、技術開発の進展が必要。</li><li>➢ 2030年のトップランナー制度における燃費基準の達成に向けた事業者の更なる取組みの推進が課題。</li></ul>	<p><b>燃費基準の遵守</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 2019年に策定した2030年の燃費基準の達成を製造事業者等に求めていく。</li><li>➢ 併せて、現状は燃費基準に考慮されていない要素も考慮できるよう検討を進めていく。</li></ul>
② 輸送事業者・荷主の 取組強化	<p><b>輸送事業者や荷主における更なる取組みが課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 荷主を通じた物流関係事業者の省エネ取組は重要だが、現行の省エネ法ではエネルギー使用量に係る算定方法の違い等もあり、荷主の省エネ取組が適切に評価されていない可能性がある。</li></ul> <p><b>物流危機に対応するサプライチェーン全体の効率化・省力化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ トラックドライバー不足が深刻化する一方、商品の多品種少量化をはじめ、不合理な商慣行、標準化・データ連携の遅れ等を背景に、非効率な輸送環境となっている。また、宅配においても、高い再配達率等の課題あり。</li><li>➢ 単体の効率向上のみならず、AI・IoT等の新技術を活用し、物流システム全体での効率化を進めることが必要。</li></ul>	<p><b>省エネ法における荷主評価の在り方見直し</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 更なる省エネ取組を誘発できるよう、算定方法切替えの促進や、省エネ法における荷主の省エネ取組の評価のあり方を検討する。</li></ul> <p><b>AI・IoT等を活用した物流全体の効率化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 発荷主・輸送事業者・着荷主が連携してサプライチェーン全体の効率化に向けた取組の普及や輸送部門のデジタル化を進める。</li></ul>

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# 運輸部門のエネルギー転換に向けた課題と対応の方向性

## Challenges and response directions for energy conversion in the transportation sector

		課題	方向性
自動車	① 電動化の推進・車の使い方の変革	<b>EV・FCVの価格低減・インフラ整備</b> <b>環境負荷低減と都市交通最適化の同時実現</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 車両価格やエネルギーコストが既存技術と比べて高く、充電時間の長さや航続距離など社会受容の拡大の観点から課題。</li> <li>➢ 充電・燃料インフラ整備を進める必要があり、インフラ事業のビジネス性にも課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電動車・インフラの導入拡大</li> <li>➢ 電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化</li> <li>➢ 車の使い方の変革 * グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業、⑧物流・人流・土木インフラ産業</li> </ul>
	② 蓄電池	<b>大量生産による低価格化、全固体電池などの次世代電池の実用化による性能向上</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 蓄電池産業の国際市場は激化中、今後電動車の普及を進める上で、蓄電池の確保及び安定したサプライチェーン構築が課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電池のスケール化を通じた低価格化</li> <li>➢ 次世代電池の研究開発・技術実証</li> <li>➢ ルール整備・標準化 * グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業</li> </ul>
	③ 燃料のCN化	<b>合成燃料の低価格化と製造技術・体制の確立</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 商用化に向けた一貫製造プロセスが未確立。</li> <li>➢ 大規模な製造設備の投資・設備維持コストが必要となり、低コスト化が課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 合成燃料の大規模化・技術開発支援 * グリーン成長戦略「実行計画」⑤自動車・蓄電池産業</li> </ul>
航空機・船舶・鉄道	④ 【航空機】 航空機電動化・水素航空機、バイオジェット燃料の技術開発	<b>電動化・水素航空機の実現に向けた要素技術の開発が課題、バイオジェット燃料はコスト低減が課題</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 航空機向け電池、モータ等の性能向上が必要。</li> <li>➢ 軽量かつ安全性を担保した水素貯蔵タンク、水素燃料に適したエンジン開発、航空機向け水素供給インフラ、サプライチェーンの検討が必要。</li> <li>➢ バイオジェット燃料の安定供給、コスト低減のための大規模化が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 装備品電動化、ハイブリッド電動化、水素航空機コア技術の確立</li> <li>➢ 大規模実証を通じて、コストを既製品と同程度まで低減。競争力のあるバイオジェット燃料の供給拡大 * グリーン成長戦略「実行計画」⑩航空機産業</li> </ul>
	⑤ 【船舶】 アンモニア燃料 水素燃料の技術開発	<b>船舶用の技術開発が課題</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素・アンモニアを直接燃焼できるエンジンが存在しない。</li> <li>➢ 水素・アンモニアと共通の特徴を持つLNGでは、タンクが貨物スペースを圧迫する等、課題が多い。</li> <li>➢ 既存船に対するCO2排出規制の国際枠組みが存在しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水素・アンモニア燃料エンジン、燃料タンク、燃料供給システムの開発・実用化を促進。</li> <li>➢ スペース効率の高い革新的な燃料タンクや燃料供給システムの開発を促進</li> <li>➢ ゼロエミッション船の実現に向けた国際ルールの整備を促進（安全基準も含め） * グリーン成長戦略「実行計画」⑩船舶産業</li> </ul>
	⑥ 【鉄道】 蓄電池車両 燃料電池車両	<b>技術は一定程度確立も、既存技術と比べて高コスト</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 蓄電池、燃料電池で駆動する車両の実証・導入は進むも、自立的な普及には製品価格などで課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 蓄電池、燃料電池技術を中心に、技術開発によりコスト低減を進める</li> </ul>

(注) これらの課題以外にも、今後検討を深める中で生じる様々な課題について対応策を検討する必要がある。

# 1. エネルギー政策の全体像

Overview of energy policy

# 2. 2050年カーボンニュートラルの表明

Carbon neutrality in 2050

## 2 – 1. 電力部門の検討

Power sector

### a. 再エネ

renewable energy

### b. 火力

thermal power

### c. 原子力

nuclear power

## 2 – 2. 非電力部門の検討

Non-power sector

# 3. シナリオ分析

Scenario analysis

# 2050年における各電源の整理（案） Arrangement of each power source in 2050

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、脱炭素化された電力による安定的な電力供給は必要不可欠。3E+Sの観点も踏まえ、今後、以下に限定せず複数のシナリオ分析を行う。議論を深めて行くに当たり、それぞれの電源の位置づけをまずは以下のように整理してはどうか。

## 確立した脱炭素の電源

### 再エネ

- 2050年における主力電源として、引き続き最大限の導入を目指す。
- 最大限導入を進めるため、調整力、送電容量、慣性力の確保、自然条件や社会制約への対応、コストを最大限抑制する一方、コスト増への社会的受容性を高めるといった課題に今から取り組む。
- こうした課題への対応を進め、2050年には発電電力量（※1）の約5～6割を再エネで賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

### 原子力

- 確立した脱炭素電源として、安全性を大前提に一定規模の活用を目指す。
- 国民の信頼を回復するためにも、安全性向上への取組み、立地地域の理解と協力を得ること、バックエンド問題の解決に向けた取組み、事業性の確保、人材・技術力の維持といった課題に今から取り組んでいく。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、化石+CCUS /カーボンリサイクルと併せて約3～4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

## イノベーションが必要な電源

### 火力

#### 化石 + CCUS

- 供給力、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、化石火力の脱炭素化が課題。
- CCUS /カーボンリサイクルの実装に向け、技術や適地の開発、用途拡大、コスト低減などに今から取組み、一定規模の活用を目指す。2050年には、再エネ、水素・アンモニア以外のカーボンフリー電源として、原子力と併せて約3～4割を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

#### 水素・アンモニア

- 燃焼時に炭素を出さず、調整力、慣性力の利点を持つ一方で、大規模発電に向けた技術確立、コスト低減、供給量の確保が課題。今からガス火力、石炭火力への混焼を進め、需要・供給量を高め安定したサプライチェーンを構築にも取り組む。
- 産業・運輸需要との競合も踏まえつつ、カーボンフリー電源として一定規模の活用を目指す。水素基本戦略で将来の発電向けに必要な調達量が500～1000万トンとされていることを踏まえ、水素・アンモニアで2050年の発電電力量の約1割前後を賄うことを今後議論を深めて行くにあたっての参考値（※2）としてはどうか。

※1：2050年の発電電力量は、第33回基本政策分科会で示したRITEによる発電電力推計を踏まえ、約1.3～1.5兆kWhを参考値（※2）とする。

※2：政府目標として定めたものではなく、今後議論を深めて行くための一つの目安・選択肢。今後、複数のシナリオを検討していく上で、まず検討を加えることになるもの。

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組①

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (1)

### 再生可能エネルギー

#### 【①調整力の確保】

- 変動再エネは、自然条件によって出力が変動するため、需要と供給を一致させる「調整力」を確保する必要。
  - ⇒ カーボンニュートラルを目指し変動再エネの比率を高めるためには、**脱炭素化された調整力（脱炭素化された火力、揚水や蓄電池などの電力貯蔵技術）の確保が重要**。（例えば、九州において、現在の契約申込量が全て導入された場合、新たに接続した事業者は30～34%の出力制御を受ける。仮に系統制約を解消したと大胆に仮定しても、変動再エネ46%の時に出力制御率は32%となるという試算もある。）  
再エネ5～6割（約7～8千億kWh）を実現するためには、これに**見合った量の電力貯蔵技術の導入が必要**。

#### 【②送電容量の確保】

- 洋上風力のポテンシャルの約8割が北海道、東北、九州に集中しているように、**再エネにはエリアの偏在性があるため、導入ポテンシャルのある地域と需要地をつなぐ送電容量が必要**。
  - ⇒ 再エネのポテンシャルの大きい北海道や東北、九州エリアから大消費地まで、**大量の電気を送るための増強が必要であるが、そのためには大規模な設備投資と工事のための地元調整が求められる**。再エネ5～6割の水準（約7～8千億kWh）を実現するためには、これに**見合った量の送電設備と関連施設が必要**。

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組①

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (1)

### 【③慣性力の確保】

➤ 電源脱落等の事故によるブラックアウトを防ぐには、系統全体で一定の「慣性力（タービンが回転し続ける力）」を有している必要。

⇒ 例えば、東北、東京エリアにおける分析によれば、慣性力の課題を克服できなければ非同期電源（太陽光や風力など）が約3～4割（瞬間的に70%）を越えると、大規模発電所が緊急停止した場合に、広範囲に停電が生じるといった安定供給への影響が拡大する見込み。現在、技術的な課題をクリアするべく研究開発などが進められている。再エネ5～6割の水準（約7～8千億kWh）を実現するには、非同期電源の割合が70%を超える時間帯が発生するため、追加的に導入される非同期電源について、疑似慣性力付きPCS（電力変換装置）の設置等の対策を要件化するなどの対策が必要。

### 【④自然条件や社会制約への対応】

➤ 森林を除く平地面積がドイツの半分、遠浅の海の面積はイギリスの1/8、日射量や風況で必ずしも恵まれていない自然環境にある我が国は、景観・環境・生態系・航路への影響配慮を含め地域との共生や利害関係者との調整が求められる。

⇒ 再エネ5～6割の水準（約7～8千億kWh）を実現するには、

例えば、

- 1) 太陽光 約260GW (約3,000億kWh)
- 2) 風力 約90GW (約1,900億kWh)
- 3) 水力・バイオマス・地熱 約60GW (約1,600億kWh)
- 4) 1)～3)に加え、約500～1,500億kWh程度の追加導入が必要。

※ 出力制御は織り込んでいない水準。

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組①

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (1)

<電中研分析による太陽光約260GW導入のイメージ（例）>

- 既存住宅への導入が進みつつ、2031年以降は新築戸建住宅・新築集合住宅への導入が飛躍的に進み、2040年以降は100%に導入（約62GW）

（現状、新築注文戸建住宅のZEH化率は大手ハウスメーカー47.9%、中小工務店8.5%、新築建売戸建住宅1.3%）

- 工場・物流施設・商業施設等の大型施設の全ての追加設備費等のかからない屋根等へ導入（約45GW）  
（既存の建物では、耐荷重が小さく設置困難なケースあり）
- 全ての農業経営体による100kWの営農型太陽光発電（100m×100m相当）等での導入（約42GW）
- 農地転用されるものを除く荒廃農地等への導入（約110GW）

（一定規模以上の開発に届出等を求める条例制定の動きあり）

等が必要。

<電中研分析と「洋上風力産業ビジョン」による風力約90GW導入のイメージ（例）>

- 風速5m/s以上の雑草地・再生困難な荒廃農地などに加えて、特に風力発電に適している山林（風速7.5m/s以上で傾斜角10度未満、保安林除く）を開発して導入（約41GW）（山林は所有者不明の可能性のある土地が約3割を占め、用地取得が難しい）
- 官民リソースを総動員して推進する「洋上風力産業ビジョン」で、2040年の案件形成高位目標として45GWを設定（約1,300億kWh）。（洋上風力は、案件形成から実際に導入されるには7～8年程度必要）

※ 上記イメージは、徐々に適地が減少する中で、機械的に計算すると、太陽光では直近3年間のFIT認定量平均の2倍以上の認定を30年継続し、全て導入することで実現可能な水準、風力では直近3年間のFIT認定量平均の約2倍の認定を30年継続し、全て導入することで実現可能な水準、となっている。

（出典）2020年12月14日 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会「資料3-4ヒアリング資料（電力中央研究所）」  
2020年12月15日 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「洋上風力産業ビジョン（第1次）」

<更に約500～1,500億kWh程度の追加導入のイメージ（例）>

- 洋上風力産業ビジョンで示した2040年の案件形成高位目標の45GWと同量の洋上風力を更に上乗せして導入することができて、約1,300億kWhとなる。

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組①

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (1)

### 【⑤コスト】

- 上記のような諸課題を克服していくためには、コスト低減と大規模な投資が必要。  
(2020年度(予測)の買取費用総額は3.8兆円、賦課金(国民負担)総額は2.4兆円。)
- ⇒ 太陽光発電では、パネル費用は低減しているものの、工事費部分は下げ止まるなど、低減スピードは鈍化傾向。  
(特に、平地面積がドイツなどと比べ少ない日本では、今後、太陽光の大量導入を進めた場合、土地造成費や接続費が上昇する可能性。太陽光の導入量が多い九州を中心に、域内の導入量の増加に合わせ、現在でもこうした傾向あり。)
- ⇒ 風力発電のコストは低減しているものの、依然として世界より高く、足下では微増。  
(陸上では、適地は沿岸部や山地に集中しているが、大量導入により適地が減少し、地権者との調整を要するケースや工事費が増加することで、資本費が上昇する可能性。洋上(着床式)では、欧州で落札額が10円/kWhを切る事例もでてきているが、日本では、欧州におけるサプライチェーン構築状況等の違いを加味し、初回公募での供給価格上限額は29円/kWhとしており、更なるコスト低減が必要。)
- ⇒ さらに、コストを考える上では、発電コストに加えて、電力システム全体のコストを考えていく必要。変動再エネの導入割合が高くなり、火力・原子力の割合が低くなれば、再エネの統合費用(系統増強コスト、予測誤差等によって生じる運用コスト、出力制御コスト等)が高まり、総費用は大きくなる。  
(系統の大規模な増強には、多大な工事費に加え、利害関係者との複雑な調整のコストが生じる。)  
(日本エネルギー経済研究所の分析では、変動再エネの発電単価低下を考慮しても、火力発電の比率が一定程度下回ると発電部門全体の費用が急激に増加するとしている。)

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組②

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (2)

### 水素・アンモニア発電

#### 【①発電技術の開発】

- 水素専焼時に、逆火を防ぎつつ、ガス火力と同程度の発電効率を達成するため、安定的な燃焼性を確保するための燃焼器を開発する必要。（アンモニア発電においても、NOxの発生抑制や安定的な燃焼性を確保するための技術開発が必要。）

#### 【②安価かつ大規模な水素・アンモニア調達】

（製造・調達）

- 産業・民生・運輸部門の電化が難しい分野での大量の水素の活用が予想され、発電用にも利用するには、グリーン成長戦略における水素産業の実行計画を実現し、日本全体で2,000万t規模の水素等の供給を確保する必要。  
⇒ 500～1,000万tの水素・アンモニアを発電用に確保したとして、2050年の発電電力量の約1割をようやく賅うことができる。（化石由来の水素等については、脱炭素化のため、製造過程でCCUSと組み合わせる必要。）

（輸送・貯蔵）

- 安価・大量のグリーン水素を国内で調達できない場合、海外から輸入する必要。  
⇒ 海外から液化水素を輸入するならば、技術革新と大規模投資を進め、運搬船の水素積載量（現状約75t/隻）を100倍以上（約1万t/隻）に拡大した船を約90隻確保する必要。さらに、貯蔵にも投資や技術開発が必要。

（コスト）

- 水素のサプライチェーンが確立されておらず、現状では水素製造や液化に要するコストに加えて、積荷基地や液化水素運搬船のコストが課題。将来的に、こうしたコストを低減していくことが必要。  
⇒ 現状の技術ベースで約170円/Nm3の水素の製造・輸送コストを、既存の LNG 火力と同等のコスト競争力を持つ約20円/Nm3以下の水準に引き下げる必要。  
（アンモニアは、輸送・貯蔵が容易だが、水素を原料とするため製造コストが高くなり、非発電用途も限定的。）

#### 【③非化石価値の埋没】

- カーボンフリー電源として水素・アンモニアを評価し、活用するインセンティブが得られる仕組みを整備する必要。

# 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組③

## Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (3)

### CCUS+化石火力

#### 【①技術的確立・コスト低減】

- 化石火力から排出されるCO<sub>2</sub>に見合ったCCUSを確保するためには、技術的課題の克服・低コスト化が必要。
  - ⇒ CCS+化石火力のコストを、例えば、2019年の太陽光発電（約13～15円/kWh）以下の水準にするには、CCSのコストを現状（約8,400～11,000円/tCO<sub>2</sub>）の半分以下に低減する必要。特に、コストの多くを占めるCO<sub>2</sub>の分離回収は、新技術の開発を通じ、1/4程度（1500～2000円/tCO<sub>2</sub>）にまでコストを低減する必要。
  - ⇒ カーボンリサイクルを実用化していくためには、例えば、CO<sub>2</sub>を吸収するコンクリートであれば、既存の同等製品以下の水準にするには、現状（約100～150円/kg）の1/3～1/5以下に低減する必要。（パラキシレンなどの化学品では、1/100以下のコスト低減が必要。）
  - ⇒ 国内のCCUSだけではCO<sub>2</sub>を処理できない場合には、世界でも実施例のない低温低圧の液化CO<sub>2</sub>の船舶輸送など、更なる技術的課題の克服も必要。

#### 【②ポテンシャル拡大】

- 産業・民生・運輸部門で一定程度排出が避けられないCO<sub>2</sub>をCCUSで回収することを踏まえるとCCUS全体のポテンシャルを相当量確保する必要があり、CCSは貯留適地の選定と設備拡大、カーボンリサイクルは原料となる水素調達の確保と製品用途拡大が必要。
  - ⇒ 仮に毎年1億t程度のCCUSを火力発電のために確保できるとしても、2050年の発電電力量の約1割に相当する量しか確保できない。（※ 2019年度実績として、7800億kWhの火力発電で4.4億tのCO<sub>2</sub>を排出。仮に、2050年の発電電力量の約1割相当分の火力発電由来のCO<sub>2</sub>を回収しようとする、約1億tの回収が必要となる計算。）
  - ⇒ CCSでの年間1億tには、苫小牧実証事業の累計圧入量（約3年で30万t）の300倍以上の規模のCCSが日本全体で必要。早期に適地候補の選定を進め、分離回収・輸送・圧入設備等の社会インフラ整備が必要。（2018年度までの貯留適地調査事業における3D探査解析結果では、国内総計約80億トンの貯留可能量が示されている。）
  - ⇒ カーボンリサイクルのコスト低減・製品用途拡大による社会実装を進めることが必要。

#### 【③事業環境の整備】

- CCSを実施する際の関係法令の整備や官民の役割分担やコスト分担を含めた議論を進める必要。

## 参考値を実現しようとした際に直面する課題・取組④

### Challenges and efforts to be faced when trying to achieve the reference values (4)

#### 原子力

- カーボンニュートラル実現の手段として選択され得るには、以下のような課題に対応し、これらを乗り越えていくことで、国民からの信頼回復に取り組む必要。

#### 【①安全性の追求】

- 独立した原子力規制委員会・新規制基準に基づく厳格な運用、産業界による不断の取組、安全性向上に資する技術開発、導入が必要。

#### 【②立地地域との共生】

- 万が一に備えた避難計画の具体化・充実化、訓練を通じた不断の改善など原子力防災対策の強化、原子力の必要性に対する理解活動、持続的な立地地域の発展に向けた取組が必要。

#### 【③持続的なバックエンドシステムの確立】

- 核燃料サイクルの推進、最終処分の実現に向けた取組、円滑な廃炉に向けた取組が必要。

#### 【④事業性の向上】

- トラブルの低減、定期検査の効率的実施、運転サイクル期間の長期化などの設備利用率の向上や安全性が確認された原子力発電所の長期利用に向けた取組が必要。

#### 【⑤人材・技術・産業基盤の維持と強化と原子力イノベーション】

- 人材育成を通じた技術・技能の伝承や機器・部品の供給途絶リスクの回避による人材・技術・サプライチェーンの維持・強化が必要。また、軽水炉の安全性向上に資する研究開発や高速炉はもちろん、小型モジュール炉（SMR）や高温ガス炉等の革新的原子力技術開発の推進が必要。

- ◆ 参考値（再エネ約5～6割、水素・アンモニア約1割、CCUS+化石火力と原子力で約3～4割）の水準を2050年に達成するためには、これまでに示したような課題の克服が必要。
- ◆ こうした前提に立った上で、これまでの分科会における議論を踏まえ、例えば、以下のようなシナリオを含め、どのようなシナリオが考えられるか御意見をいただきたい。
- ◆ 各シナリオについて、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）において分析を進めてもらい、その結果を、分析の前提や諸元とともに示してもらおうこととしてはどうか。

## 【これまでの御意見】

- ◎ 100%も可能だという提案もあったわけなので、それに従った数値も検討して欲しい。  
→例 再エネ100%、水素・アンモニア0%、CCUS+化石火力0%、原子力0%
- ◎ 再エネがより大きい比率、再エネが少ない比率のものもお願いしたい。  
→例 再エネ70%、水素・アンモニア10%、CCUS+化石火力10%、原子力10%  
再エネ40%、水素・アンモニア20%、CCUS+化石火力20%、原子力20%
- ◎ 原子力は最低、今のエネルギーミックスの20～22%を維持すべきではないか。  
→例 再エネ60%、水素・アンモニア10%、CCUS+化石火力10%、原子力20%
- ◎ 水素やCCUS付火力の選択肢も幅広く考えるべき。  
→例 再エネ60%、水素・アンモニア20%、CCUS+化石火力10%、原子力10%  
再エネ60%、水素・アンモニア10%、CCUS+化石火力20%、原子力10%
- ◎ 産業側のデジタル化や社会変容といった需要側のシナリオを複数設けるべきではないか。  
→例 デジタル化による電力需要増・省エネ進展、社会変容による省エネ進展など

- 分析が行われている間、これまでの議論を踏まえ、主要な関係者へのヒアリングも交えながら、2030年目標の進捗と更なる取組の検証を進めてはどうか。

## 3E+Sを目指す上での課題を整理

- レジリエンスの重要性など新たな要素の確認

## 2050年カーボンニュートラルの実現を目指すための課題と対応の検証

- カーボンニュートラルを目指すEU、英国の状況
- カーボンニュートラルに向けた主要分野の取組
- エネルギー部門（電力分野、非電力分野）に求められる取組 など

## 2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- エネルギーミックスの達成状況
- エネルギー源ごとの取組状況
- 今後、さらに取り組むべき施策 など

## シナリオ分析の結果を含め全体の議論の取りまとめ

グリーンイノベーション  
戦略推進会議

電力、産業、民生、運輸  
部門において、脱炭素化  
に向けて必要となるイノ  
ベーションについての検討

議論の内容を取り込み