

# エネルギー基本計画の見直しに向けて

令和2年10月13日  
資源エネルギー庁

1. **今後の検討の主な視座（案）**
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
3. 3E+Sを目指す上での課題
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# 第五次「エネルギー基本計画」策定（2018年7月）以降のエネルギーをめぐる状況変化を踏まえた、今後の検討の主な視座（案）（順不同）①

## 1. 国際情勢の変化（その1）

### （1）自国第一主義の台頭

- 国内格差の拡大や異なる政治・経済体制の台頭に対する不満・不安から、自国第一主義の傾向が顕在化。米中対立も相まって、アジア太平洋地域をめぐる緊張感が高まる。
- エネルギー安全保障の意味合いにも、エネルギーの供給源だけでなく、エネルギーのサプライチェーン全体を俯瞰する必要が加わるなど、変化が生じている。

### （2）新型コロナウイルス感染症拡大の教訓

- 新型コロナウイルス感染症の拡大により、グローバルサプライチェーンが分断。サプライチェーンの再構築に際しては、重要物資の自国調達能力の強化も課題に。
- 欧州はグリーン投資により、コロナ禍からの経済回復を目指す。
- エネルギー・資源の需要減少や価格下落に伴う開発投資の減少。

### （3）中東を巡るパワーバランスの変化

- 中東情勢の緊迫化や米国の中東資源への関与低下といった情勢変化が生じている。米国によるイラン核合意からの脱退と経済制裁の強化の一方で、イスラエルとUAEが国交を樹立しイラン包囲網の動きを見せるなど、中東情勢の先行きは見通しがより立てづらい状況に。

【視座】 こうした国際的な政治・経済の動向を踏まえても、エネルギー自給率の向上、資源の安定的かつ低廉な調達、サプライチェーンの再構築により、いかなる状況下でもエネルギーの安定供給（安価で、安定した供給（以下同じ））を確保する必要があるのではないか。

# 第五次「エネルギー基本計画」策定（2018年7月）以降のエネルギーをめぐる状況変化を踏まえた、今後の検討の主な視座（案）（順不同）②

## 1. 国際情勢の変化（その2）

### （4）気候変動問題への危機感の高まり

- 気候変動が原因の一つと見られる大規模な自然災害が世界中で頻発。欧州では、気候変動問題への危機感も背景に、2050年カーボンニュートラルに向けた戦略を策定。中国も2060年カーボンニュートラルを目指すことを宣言。バイデン候補も、気候変動対策の強化やパリ協定復帰を公約に。
- 世界中でESG投資が広まり、ダイベストメントが進む一方で、脱炭素技術に対する投資拡大の可能性。

【視座】 世界的にカーボンニュートラルを目指す動きが高まるなか、資源の乏しい日本は、安定供給を確保しながら、どのように脱炭素化を目指すべきか。

### （5）新たなテクノロジーの台頭

- デジタル技術の進化、データ駆動型社会の進展により、今後、グローバルに様々な技術革新（新素材の開発）・サービスの開発が進み、エネルギーの分野でも電力需給・ネットワーク技術をコアにしたサービスをはじめ、新たなプレーヤー・サービスが登場する可能性が高まる。

【視座】 日本が技術開発を先導するだけでなく、実装に向けても世界の先端技術・市場を遅れることなく取り込み、需要サイドからの取組を含め、国内の安定供給・脱炭素化の動きにつなげていく必要があるのではないか。

# 第五次「エネルギー基本計画」策定（2018年7月）以降のエネルギーをめぐる状況変化を踏まえた、今後の検討の主な視座（案）（順不同）③

## 2. 国内情勢の変化（その1）

### （1）エネルギー供給基盤の揺らぎ

- 「過去に経験したことのない」規模の自然災害が頻発。その一方で、電力・燃料のエネルギーインフラの高経年化、技術者の高齢化など、強靱なエネルギー供給を支える基盤が細りつつある。
- 近年、エネルギーを含めた社会インフラへのサイバー攻撃のリスクが増大。

【視座】 地震・台風などの災害リスク、エネルギー賦存量、グリッドの形態など、我が国固有の特性を踏まえ、自然災害時にも素早く回復する強靱な（レジリエントな）、エネルギー供給基盤を確保する必要があるのではないか。また、サイバーセキュリティについても、日本全体で取り組むべきではないか。

### （2）電力自由化と再エネ拡大による投資環境の変化

- 再エネのコスト低下が見られるが、FIT賦課金により国民負担は増大。
- FITによる再エネの導入拡大も大きく寄与し卸電力市場での取引価格が下落する一方で、FIT電源以外の投資回収の見通しが立てづらい状況に。

【視座】 自由化が進む中で、どのように長期的なエネルギー安定供給に必要な投資を確保するべきか。

## 2. 国内情勢の変化（その2）

### （3）新たな技術の可能性拡大が道半ば

- 蓄電池、水素、次世代太陽電池など日本が要素技術で先行し、世界をリードできる可能性がある分野も、実用化や社会実装がスピード感を持って進まず、他国に先導される危機が顕在化。

【視座】 日本の技術的優位を確保するため、産業政策を通じて実用化・実装・普及いずれの段階においても多様な連携を通じて、国内外での市場創出を加速し、世界を先導することを目指す必要があるのではないか。

1. 今後の検討の主な視座（案）
- 2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～**
3. 3E+Sを目指す上での課題
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# エネルギー政策を進める上での原点 ～原子力災害からの福島復興～

- 2021年3月は、東京電力福島第一原発の事故から10年の節目。福島の復興は一步一步進展するも、まだ多くの課題が残されている。改めて二度とあのような悲惨な事態を引き起こしてはならないことを再確認することが必要。今後も、廃炉・汚染水対策と福島の復興に全力を挙げる。

## 廃炉・汚染水対策（オンサイト）

- 事故炉は冷温停止状態を維持。構内の放射線量大幅減。
  - ※ 1F構内の約96%のエリアが防護服の着用不要
  - ※ 周辺海域の水質は大きく改善しており、世界的な飲料水の水質基準と比べても十分に低いことが確認されている
- 廃炉に向けた作業は着実に進捗。
  - ①汚染水対策：凍土壁等の対策により発生量の大幅削減  
540m<sup>3</sup>/日（2014.5）⇒ 180m<sup>3</sup>/日（2019年度）
  - ②プール内燃料取り出し：4号機完了、3号機取り出し中
  - ③燃料デブリの取り出し：炉内調査による状況把握の進展

## 福島の復興（オフサイト）

- 帰還困難区域を除く全ての地域の避難指示を解除済。
  - ※ 避難指示区域からの避難対象者数  
8.1万人（2013.8）⇒ 2.2万人（2020.4）
- 帰還環境整備の進展
  - ※ 常磐線の全線開通（2020.3）、道の駅の整備 等
- なりわいの再建、企業立地が徐々に拡大。
  - ※ 15市町村の企業立地365件、雇用創出4,293人（2020.4）
- 新産業の集積の核となる拠点が順次開所。
  - ※ 福島ロボットテストフィールド（2020.3全面開所）
  - ※ 福島水素エネルギー研究フィールド（2020.3開所）

## 残された課題への対応

- ALPS処理水の取扱い
- 使用済燃料プール内の燃料の着実な取り出し
  - ※ 2020年度内に3号機完了。2031年内に全号機で完了。
- 燃料デブリの取り出し
  - ※ 2021年内に2号機から開始。

- 帰還困難区域の取扱い
  - ※ 特定復興再生拠点区域（6町村）の整備・避難指示解除
  - ※ 特定復興再生拠点区域外の解除に向けた方向性の検討
- 帰還促進に加え、移住・交流人口拡大による域外消費取込み
- 福島イノベーション・コースト構想の一層具体化

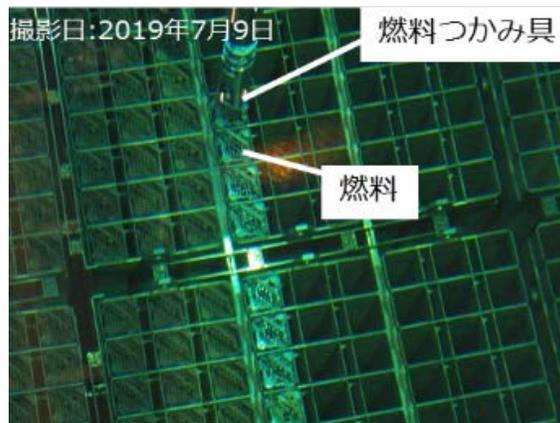
# 廃炉・汚染水対策の最近の主な進捗

## ● 3号機でプール燃料取り出しが進捗

- プール内の566体の燃料うち、343体の取り出しを完了（10/10時点）。
- 2020年度中の取り出し完了を目指す。



新燃料取り出し開始



共用プールラックへ新燃料を格納

## ● 1/2号排気筒の解体作業が完了

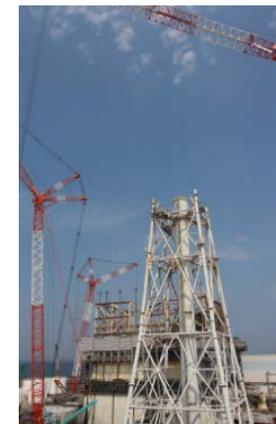
- 2019年8月から上部約60メートルの解体作業を実施。
- 5月1日に解体完了。



解体前



遠隔による解体作業



23ブロック切断後  
(2020年4月28日)



蓋設置作業  
(2020年5月1日)

# 避難指示の解除について

1. 本年3月、双葉町・大熊町・富岡町において、「帰還困難区域」の一部地域の避難指示を初めて解除。
2. 同時に、双葉町の避難指示解除準備区域を解除し、全ての居住制限区域と避難指示解除準備区域を解除。

## ● 居住制限区域・避難指示解除準備区域の解除の経緯・居住状況

解除日	居住者数	時点
2014年 4月 1日: <u>田村市</u>	225人(84%)	2020年7月31日
2014年10月 1日: <u>川内村 (一部)</u>		
2015年 9月 5日: <u>檜葉町</u>	4,025人(59%)	2020年7月31日
2016年 6月12日: <u>葛尾村</u>	421人	2020年8月1日
2016年 6月14日: <u>川内村</u>	2,049人(81%)	2020年8月1日
2016年 7月12日: <u>南相馬市</u>	4,303人(54%)	2020年6月30日
2017年 3月31日: <u>飯館村</u>	1,469人	2020年8月1日
<u>川俣町</u>	346人(47%)	2020年8月1日
<u>浪江町</u>	1,449人	2020年7月31日
2017年 4月 1日: <u>富岡町</u>	1,289人	2020年8月1日
2019年 4月10日: <u>大熊町</u>	250人	2020年8月1日
2020年 3月4日: <u>双葉町</u>	—	

避難指示区域の現状と見通し(2020年3月10日現在)



## ● 今後の避難指示解除の見込み

### ・ 特定復興再生拠点区域

各町村の計画では、2022年又は2023年に全域解除予定

(2013年8月区域設定時)

(2020年3月時点)

避難指示区域からの避難対象者数	約8.1万人	区域設定時から 約6年7か月	約2.2万人 (約5.9万人減)
避難指示区域の面積	約1,150km <sup>2</sup>		約340km <sup>2</sup> (約810km <sup>2</sup> 減)

(注)避難指示区域からの避難者数は、市町村からの聞き取った情報(それぞれ、平成25年8月8日時点、令和2年3月10日時点の住民登録数)を基に、原子力被災者生活支援チームが集計。

出所: 居住者数は各自治体調べ。田村市、葛尾村、南相馬市、飯館村、川俣町、浪江町、富岡町、大熊町の居住者数については、旧避難指示解除準備区域・居住制限区域の居住者数。川内村、檜葉町の居住者数は半径20km圏外を含む全域の居住者数。括弧内の%は住民基本台帳人口に対する割合。

# 帰還環境整備の進展、福島イノベーション・コースト構想の推進

- JR常磐線の全線開通により、浜通り地域の往来の再開が期待される。また、道の駅や産業施設の再開・整備など、地域経済の拠点の回復も着実に進展中。
- 2020年3月、新産業の集積の核となる拠点も順次開所。

## 常磐線の全線開通



双葉駅  
(2020年3月14日 再開)

## 道の駅の整備



道の駅ならは  
(2020年6月 全面再開)



出典：福島民報

道の駅なみえ  
(2020年8月 一部供用開始)

## 福島ロボットテストフィールドの全面開所(2020.3.31)



福島ロボットテストフィールド (南相馬市)

## 福島水素エネルギー研究フィールドの開所(2020.3.7)



1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
- 3. 3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

- 昨今の情勢変化や将来的なエネルギー政策のあり方を見通し、改めて3E+Sの在り方を再整理する必要があるのではないか。

## 1. 安全性 (Safety)

- ◆ あらゆるエネルギー関連設備の安全性は、エネルギー政策の大前提。  
特に、原子力については、不断の安全性向上に向けて、産業界全体で取り組む自主的な安全対策が重要。

## 2. エネルギーの安定供給 (Energy Security)

- ◆ 不安定化する世界情勢を踏まえ、地政学的・地経学的リスクに対応するためエネルギー自給率の向上や資源の安定的かつ低廉な調達是不可欠。
- ◆ その上で、新型コロナウイルス感染症の教訓も踏まえ、資源・エネルギーの選択に当たっては、サプライチェーン構築・技術自給率も考慮する必要。
- ◆ また、自然災害やサイバー攻撃への耐性を高めるとともに、ダメージからの早期復旧、ダメージを受けた供給設備を代替する設備の確保が可能となるエネルギー供給構造を構築する必要。

## 3. 経済効率性の向上 (Economic Efficiency)

- ◆ 徹底した省エネ等を進め、電気料金、燃料費などのエネルギーコストは可能な限り低減。  
再エネの最大限導入と国民負担抑制も引き続き重要。
- ◆ また、今後、安定供給の確保・脱炭素化を進める上で一定程度のコスト増は不可避。  
そのため、新たに導入される技術・システム（導入途上の蓄電池・水素、今後の拡大が期待されるCCUS/カーボンリサイクルなど）のコストを可能な限り抑制することが必要。

## 4. 環境への適合 (Environment)

- ◆ パリ協定を踏まえ、脱炭素社会の実現に向け、温室効果ガスの削減は引き続き最大限努力。  
エネルギー需給両面から更なる対応も検討。
- ◆ また、エネルギー関連設備の導入・廃棄に際して、周辺環境への影響も可能な限り低減する必要。

# (参考) エネルギーミックス～3E+Sの同時実現～

## < 3E+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

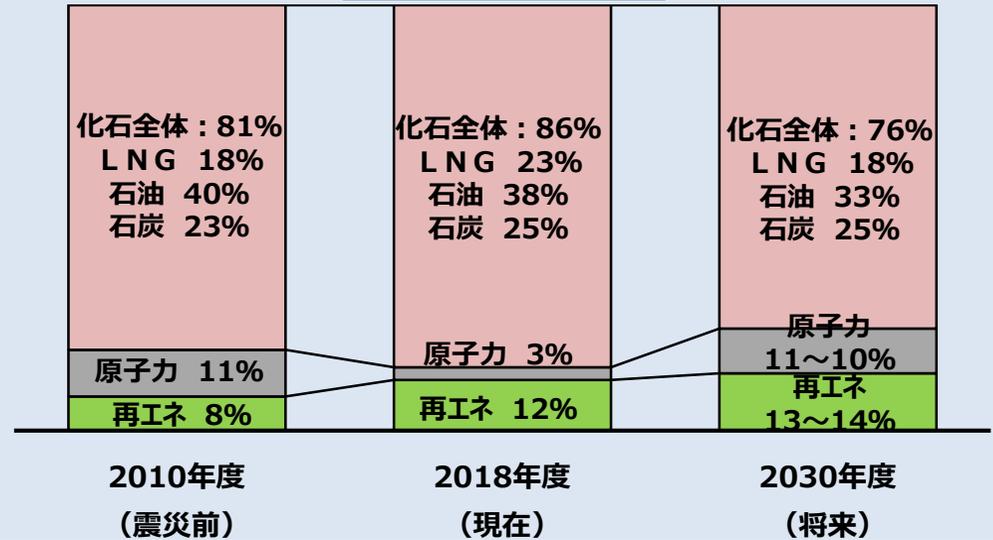
**経済効率性(電力コスト)**  
(Economic Efficiency)

現状よりも引き下げる

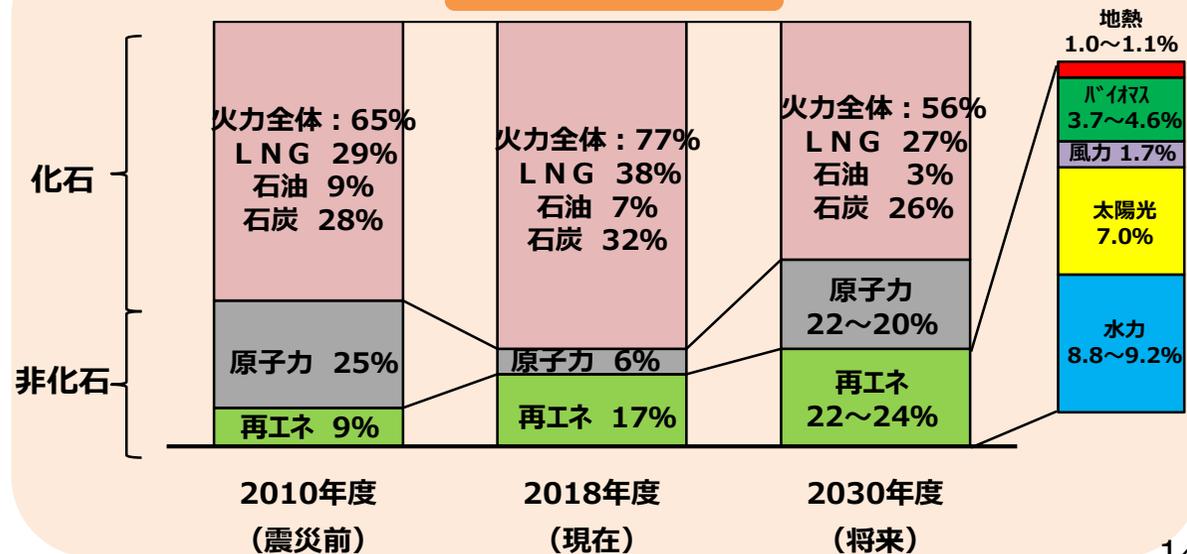
**温室効果ガス排出量**  
(Environment)

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



# (参考) エネルギーミックスの進捗

## 政策目標 (3E)

## 取組指標

	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
			(2017年度)	(2018年度)		
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)	11.1億トン (GHG:12.9億トン)	10.6億トン (GHG:12.4億トン)	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	7.4兆円 燃料費: 5.0兆円 (原油価格54\$/bbl) 数量要因▲1.4兆円 価格要因▲2.9兆円 FIT買取: 2.4兆円	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	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%	7%	10%	12%	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%	19% 再エネ16% 原子力3%	23% 再エネ17% 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	3.5億kl 産業・業務: 2.2 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: 2.3 家庭: 0.4 運輸: 0.6	

※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。

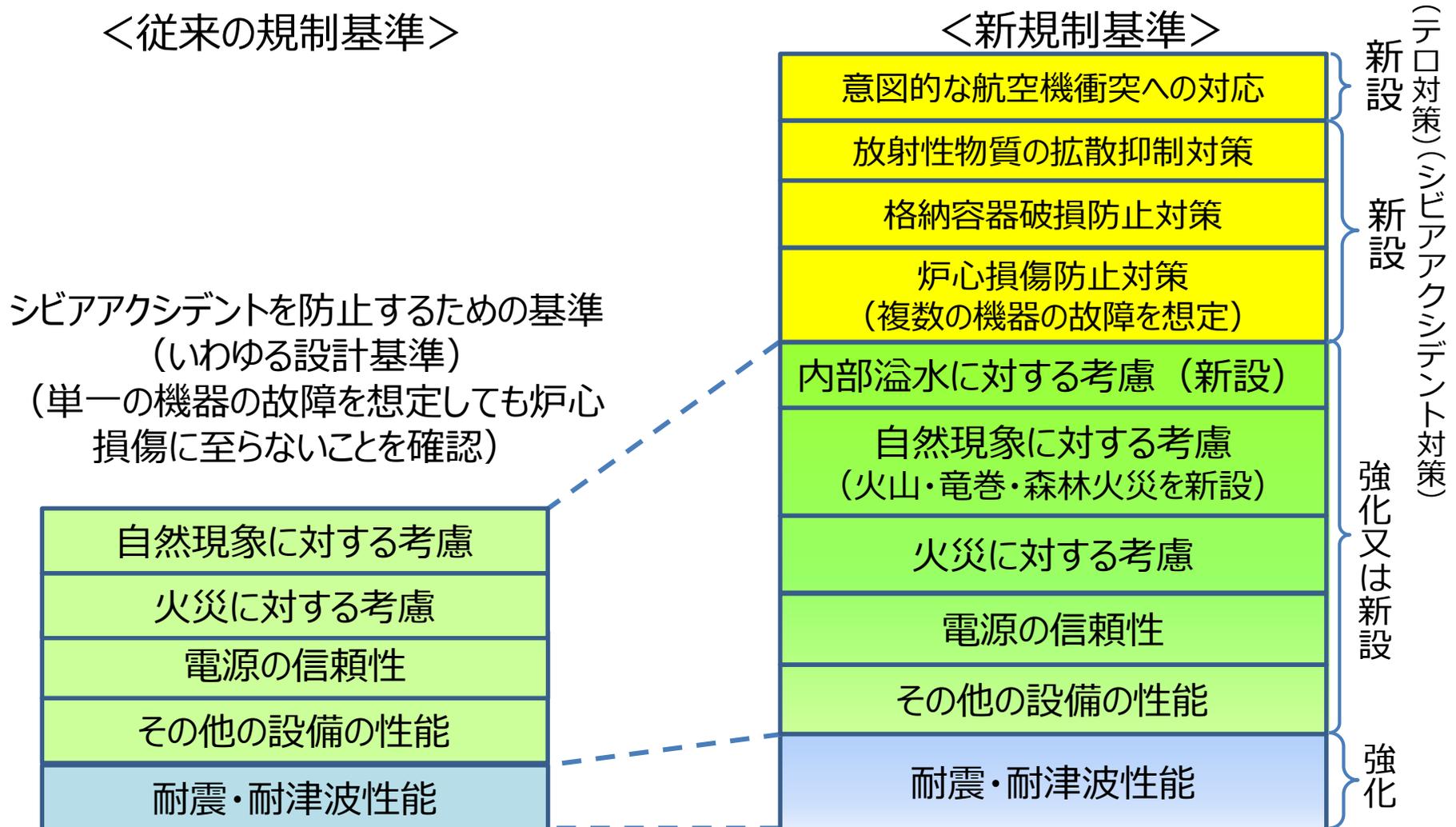
1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
- 3. 3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）**
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# 安全性 (Safety)

- **あらゆるエネルギー関連設備の安全性は、エネルギー政策の大前提。特に、原子力については、不断の安全性向上に向けて、産業界全体で取り組む自主的な安全対策が重要。**
  - 原子力は、新規制基準への対応や自主的な安全性向上の取組により、地震・津波等への対応能力は大幅に強化しているが、国民の信頼回復には更なる努力が必要。(参考 1～4)
  - 電気保安人材の減少・高齢化などエネルギー関連設備の安全を支える人材基盤に揺らぎ。(参考 5)
  - 再エネの導入拡大とともに、小規模発電設備における事故が増加。(参考 6～7)

# (参考 1) 原子力の安全性向上～新規制基準の策定～

- 福島事故の反省を踏まえ、規制当局と推進当局を分離する観点から、**原子力規制委員会を設置**。
- 新規制基準においては、**地震・津波の想定を見直し、安全対策を抜本強化**するとともに、重大事故の発生を防止する**シビアアクシデント対策やテロ対策を新たに規定**。



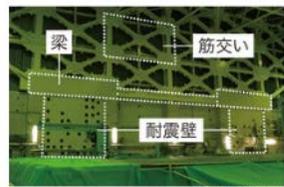
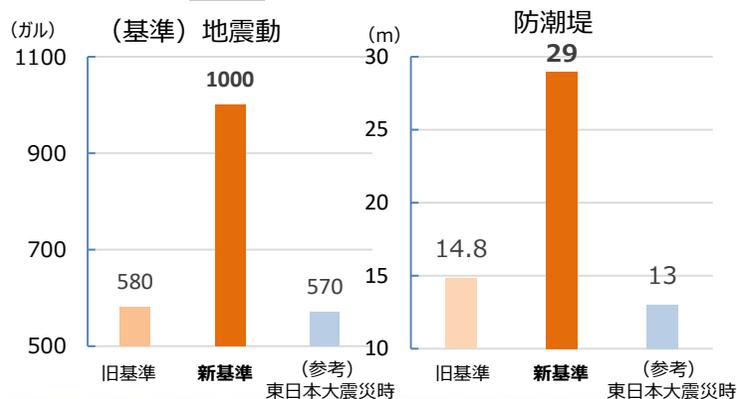
# (参考2) 原子力の安全性向上～新規制基準対応～

- 新規制基準に対応した安全対策によって、地震・津波等への対応能力を大幅に強化するとともに、重大事故を防止するシビアアクシデント対策やテロ対策を新たに実施。
- 新たな知見が得られた場合には、新規制基準に反映。(バックフィット対応)

## 新規制基準に対応した安全対策の大幅強化

### 自然災害対策の強化

- 地震：基準となる地震の揺れの強さを新たに設定（580ガル→**1000ガル**）、**補強工事を実施**（壁の補強、鉄骨の新設など）
- 津波：震災等の知見を踏まえ、**想定津波の高さを23.1mに再評価**、防潮堤をかさ上げ（14.8m→**29m**）



(出典) 東北電力ホームページ

防潮堤

### シビアアクシデント対策

- 万一、圧力低下のために格納容器内の気体放出が必要になった場合でも、**放射性物質の放出量を1/1000以下に抑制できる装置や、水素爆発を防止する装置を設置**。



(出典) 東北電力ホームページ

### バックフィット対応

- 2013年の新規制基準施行後、新たな知見をもとに規制が改善され、事業者も対応。

(2014年：1件 2017年：6件、  
2018年：1件、2019年：1件)

(例) 噴火火砕物（火山灰）対策

ディーゼル発電機の吸気フィルターに対する噴火火砕物の影響について新知見が得られたため、規制委員会が本件に関する検討チームを設置。



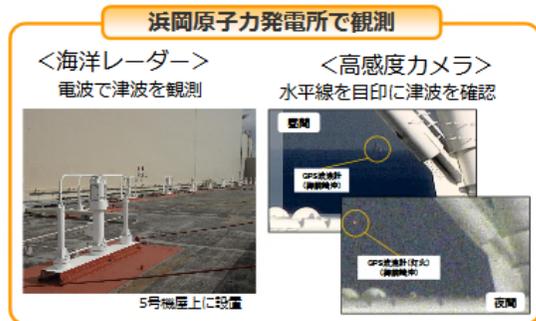
2017年12月、万一の火山活動時に原子炉停止や冷却操作を行うことができるよう対策を求めることを決定。

# (参考3) 原子力の安全性向上～産業界による自主的な取組～

- 新規制基準への対応にとどまらず、その後の長期運転を考慮し、各事業者がサイトの特性を踏まえた自主的な安全対策を追加。さらに、産業界で連携して知見共有・研究開発等を実施し、安全性向上に取組む。

## サイト特性に合わせた追加対策

- 独自の安全設備、システムの開発
- (例) 津波監視システム (中部電力)  
多様な津波観測データをリアルタイムで監視し、襲来を予測



(出典) 中部電力ホームページ

## 産業界大での共有・学び合い

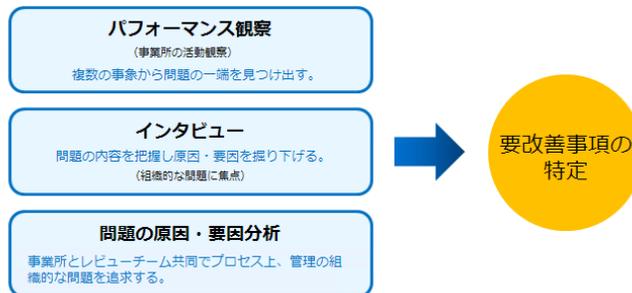
- 業界団体が保守管理等に関する知見を整理し、事業者の取組を牽引

(例) 原子力エネルギー協議会 (ATENA) による自主ガイド策定・実施

- 長期停止期間中における保全ガイド
- 長期運転に向けた設計経年化評価ガイド
- サイバーセキュリティに関する自主ガイド

- 第三者機関 (原子力安全推進協会 (JANSI)) が各発電所の安全向上への取り組みを評価、改善点を提示。教育・訓練等のソフト対策を含めた優良事例を横展開。12発電所で延べ19回実施。

※活動イメージ



(出典) 原子力安全推進協会ホームページ

## リスク情報に関する研究開発

- 発電所の事故リスク要因を洗い出し、安全対策の有効性を定量的に評価する手法の開発、試行運用を開始。
- 安全上の重要度を定量的に把握し、効果的に自主的安全性向上に取組む。

(例) 関電・高浜3号機における、津波による炉心損傷の発生確率の算出

旧基準	新規制基準
-----	-------

$$4 \times 10^{-5} \Rightarrow 1.6 \times 10^{-7}$$

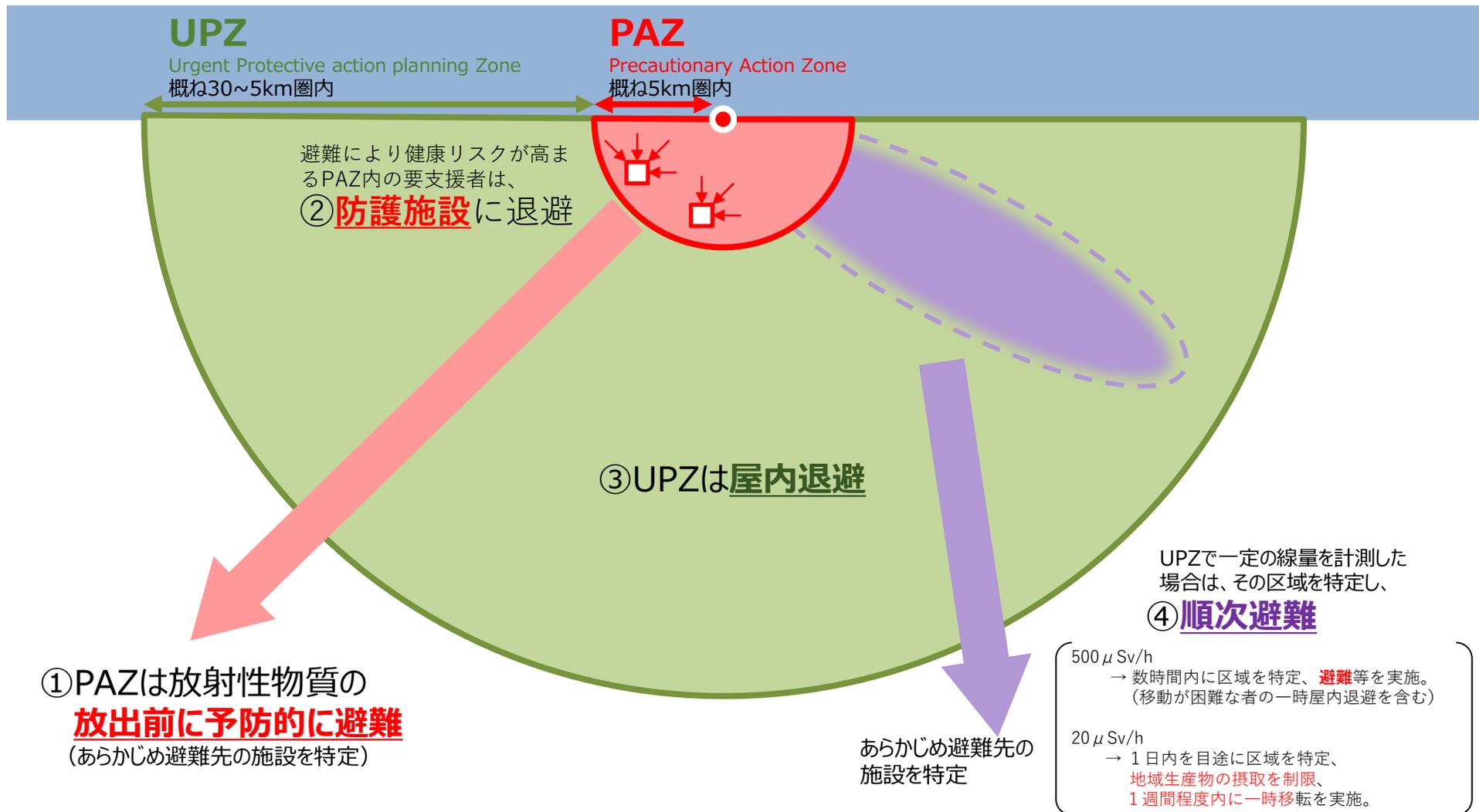
⇒新規制基準に対応した安全対策工事の結果、発生確率は**1/250**に

PRAの分類		レベル1 (SA対策なし→SA対策あり)
内部事象	出力時	1.4E-5→ <b>2.2E-7</b> 約 <b>1/19</b> に削減
	停止時	7.9E-4→ <b>6.8E-7</b> 約 <b>1/1000</b> に削減
外部事象	地震	3.7E-7→ <b>1.1E-7</b> 約 <b>1/3</b> に削減
	津波	4.0E-5→ <b>1.6E-7</b> 約 <b>1/250</b> に削減
合計		5.4E-5→ <b>9.9E-7</b> 約 <b>1/55</b> に削減

(出典) 原子力小委関西電力提出資料から一部抜粋

# (参考4) 原子力の安全性向上～オフサイトにおける防災の取組～

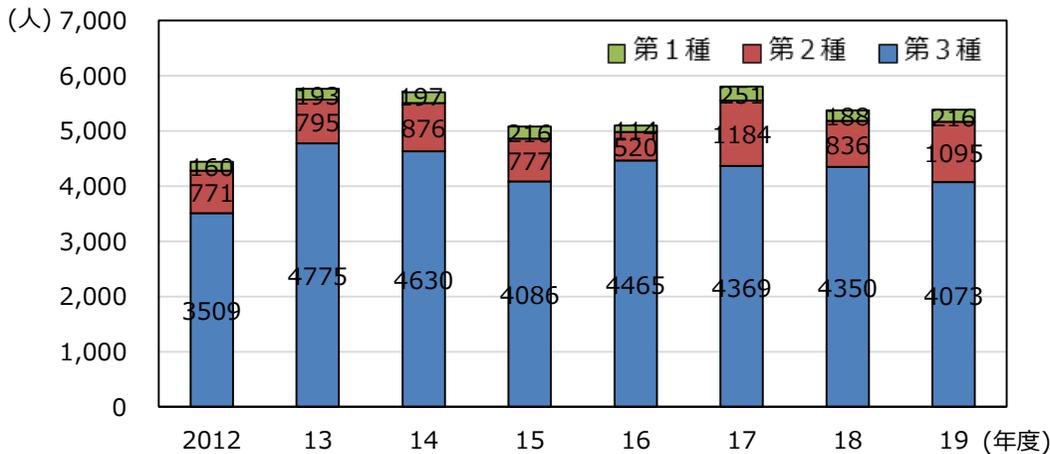
- 福島第一原発事故以前は住民避難などの防災対策を検討する範囲は原子力施設から10Km圏内だったが、その範囲を30Km圏内に拡大するとともに、原子力施設からの距離に応じて、即時避難や屋内退避等の避難の考え方を整理。
- また、避難計画の策定にあたって、自治体任せにせず、政府が策定支援する枠組みを構築。



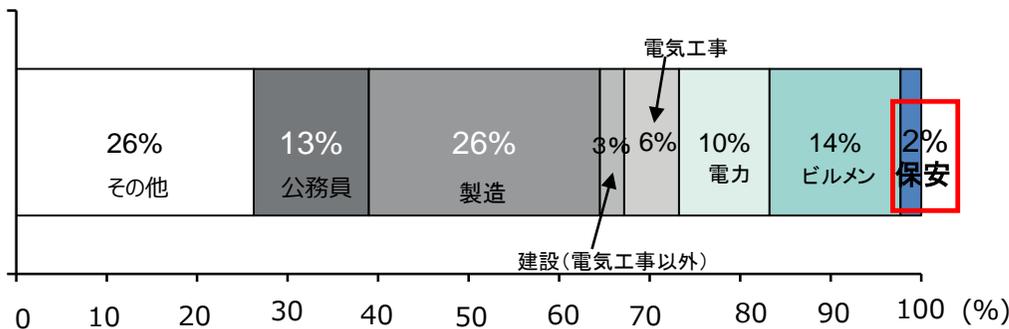
# (参考5) 電気保安人材の将来的な不足

- 近年、現場作業員や電気主任技術者等の電気保安人材は減少傾向にあり、また電気保安人材の高齢化も進展し、将来的には人材不足が予想。
- 電気工作物の保守点検業務は、現場の作業員の経験等にも依存。作業員の経験等に依らない電気保安品質の確保や、ベテラン作業員の電気保安に関する技術継承が大きな課題。
- こうした課題を解決し、高度な電気保安を持続的に確保できる仕組みの構築が必要。

### <電気主任技術者免状取得者数の推移>

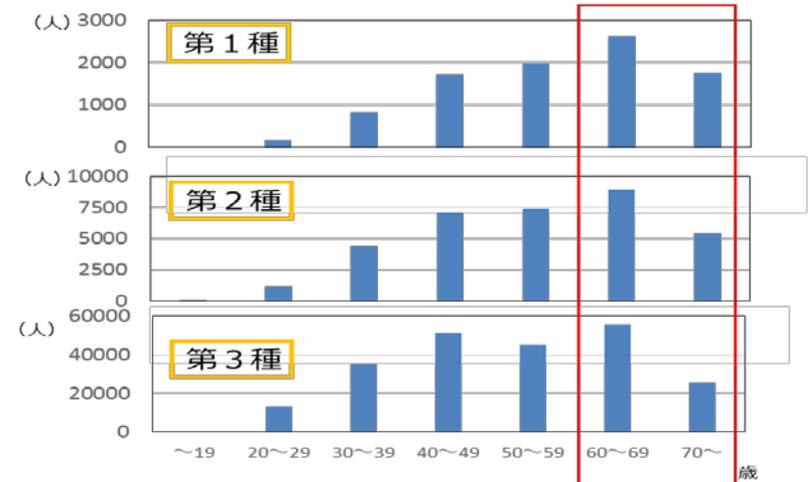


### <第3種電気主任技術者取得時の就職先(2015年度)>

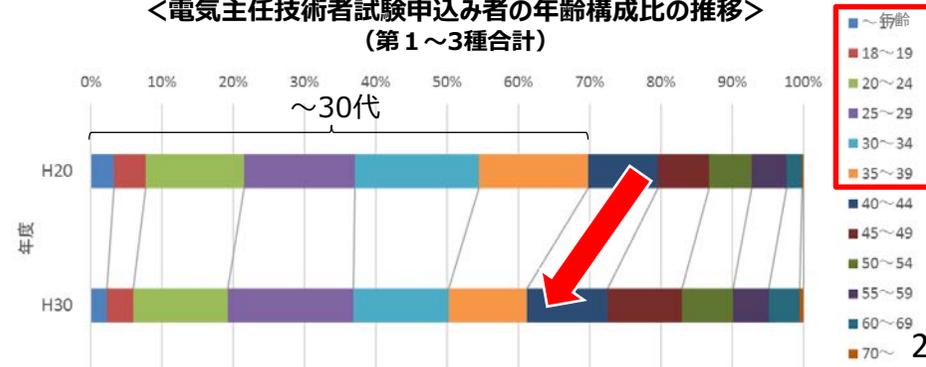


出所：経済産業省「電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査」(平成29年度委託調査)

### <電気主任技術者(免状取得者)の年齢構成>



### <電気主任技術者試験申込み者の年齢構成比の推移> (第1~3種合計)

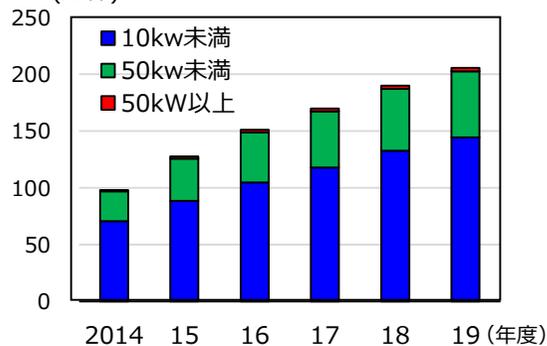


# (参考6) 再エネ発電設備の急増と事故の増加

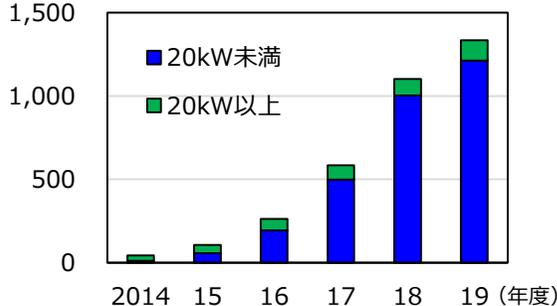
- FIT制度の導入後、**再エネ発電設備数は急速に増加**（太陽電池発電の約98%、風力発電の約91%が小出力発電設備）。特に、急増している太陽電池発電については、**事故件数・事故率ともに増加傾向、再エネ発電設備の安全確保に対する社会的要請も高まり**。
- 再エネ発電設備の主力電源化に向け、その安全確保は喫緊の課題。**保安規制の見直しや、各民間事業者と協力した保安体制の構築などを行っていくことが必要**。

## ①再エネ発電設備の導入量推移

＜太陽電池発電設備の導入件数＞  
(万件)



(件) ＜風力発電設備の導入件数推移＞

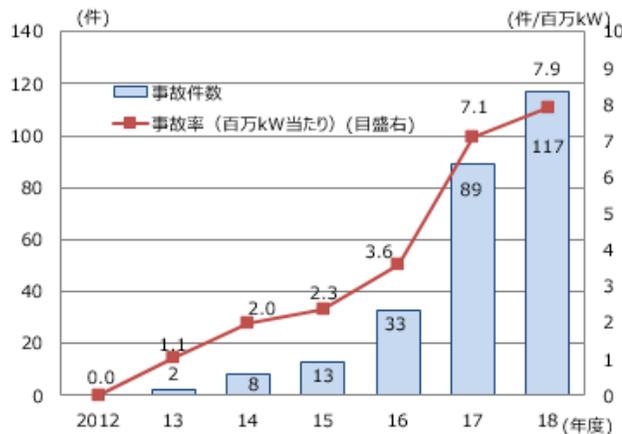


## ②再エネ発電設備の事故件数推移

＜太陽電池発電設備の事故件数の推移＞

※小出力発電設備は除く

年度	2012	13	14	15	16	17	18
事故件数	0	2	8	13	33	89	117
事故率 (百万kW当たり)	0.0	1.1	2.0	2.3	3.6	7.1	7.9
設備量 (1,000kW)	202	1,892	4,005	5,536	9,180	12,514	14,810



## ③再エネ発電設備の設置形態多様化

＜太陽電池発電設備の設置形態の多様化＞

住宅用 (屋根)



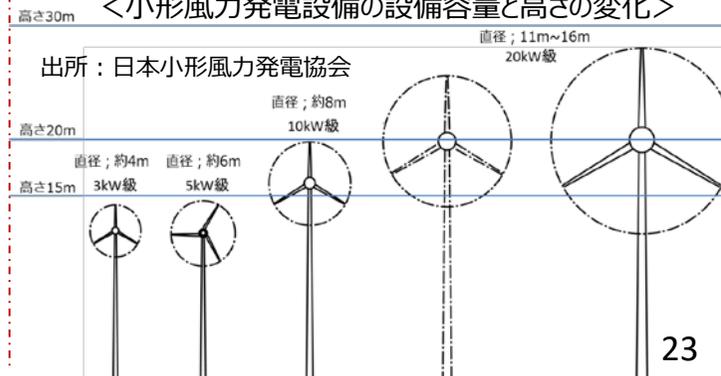
水上設置型



野立て (平地)



＜小形風力発電設備の設備容量と高さの変化＞



出所：資源エネルギー庁「固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト A表 都道府県別認定・導入量(2019年12月時点)」を基に作成  
※19年度は12月末時点の導入件数

# (参考7) 小出力発電設備に対する適切な規律の確保

- 改正電気事業法（エネルギー供給強靱化法）において、①小出力発電設備の所有者又は占有者を、報告徴収の対象に加えるとともに、②住宅用の太陽電池発電設備を、立入検査の対象に加える、とされた。また、20kW以上500kW未満の風力発電設備を使用前自己確認制度の対象に追加。（令和2年7月29日施行）
- 今後は、こうした新たな規律を着実に執行していくことが重要。

## ＜太陽電池発電設備の保安規制の対応＞

出力等条件	保安規制	
	＜事前規制＞ 安全な設備の設置を担保する措置	＜事後規制＞ 不適切事案等への対応措置
2,000kW以上	技術基準の適合※1 電気主任技術者の選任 保安規程の届出	工事計画の届出 使用前自主検査
50kW～2,000kW		使用前自己確認(500kW以上) ※2
50kW未満 小出力発電設備		報告徴収 事故報告 ※報告要件の強化
		立入検査
	・民間のガイドラインやチェックリスト等と国の技術基準との連携 ・一定水準の技術者による施工・保守点検等	対象に追加 ※居住の用に供されているものも含める。

## ＜風力発電設備の保安規制の対応＞

出力等条件	保安規制	
	＜事前規制＞ 安全な設備の設置を担保する措置	＜事後規制＞ 不適切事案等への対応措置
500kW以上	技術基準の適合 電気主任技術者の選任 保安規程の届出	工事計画の届出 使用前自主検査 定期安全管理検査
20kW～500kW		使用前自己確認制度対象に追加
20kW未満 小出力発電設備		報告徴収 事故報告
		立入検査
	・民間のガイドラインやチェックリスト等と国の技術基準との連携 ・一定水準の技術者による施工・保守点検等	対象に追加

※1 太陽電池発電設備に特化した新たな技術基準の整備

※2 電気主任技術者の選任や保安規程の届出により適切な保安体制と運用を担保

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
- 3. 3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）**
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# エネルギーの安定供給（Energy Security）

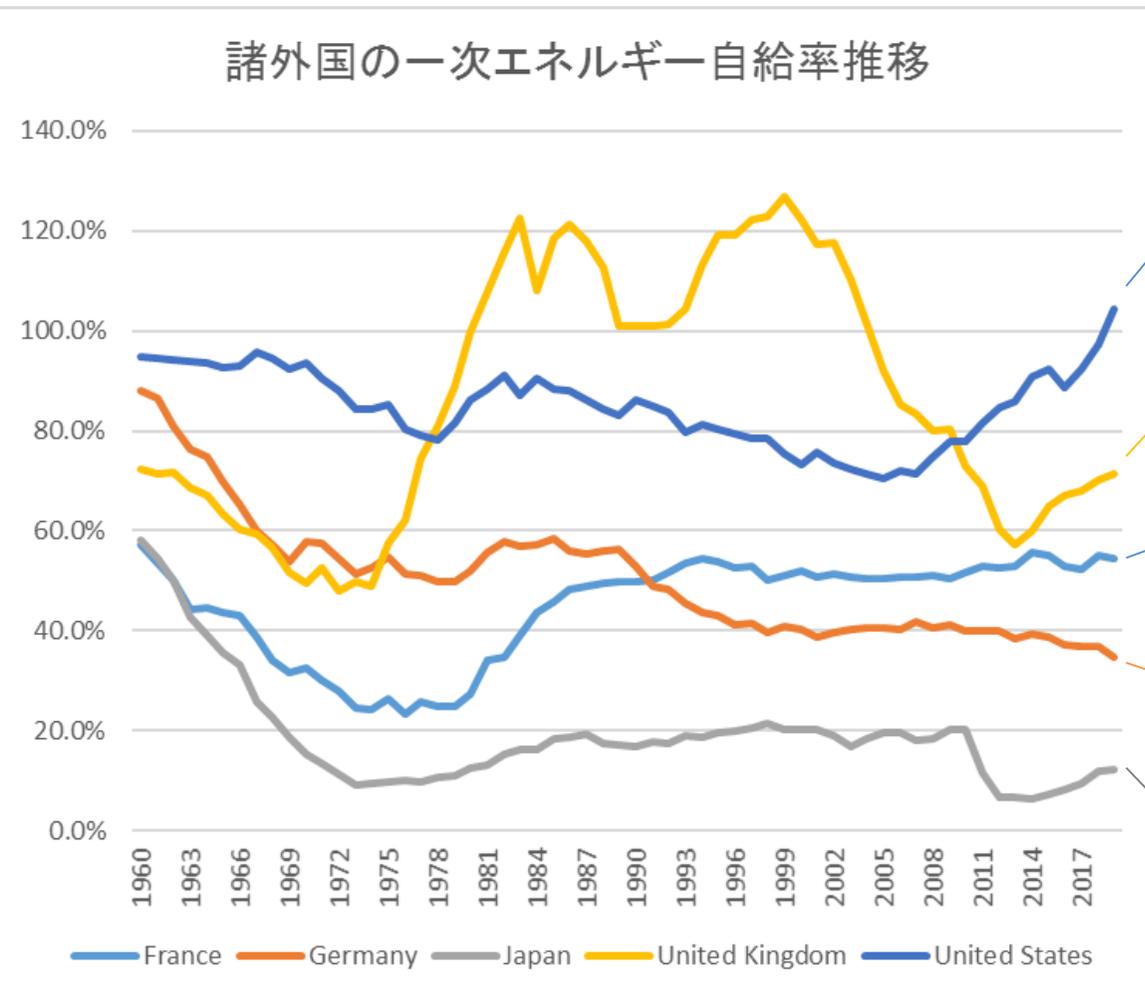
- **不安定化する世界情勢を踏まえ、地政学的・地経学的リスクに対応するためエネルギー自給率の向上や資源の安定的かつ低廉な調達是不可欠。**
  - エネルギー自給率は他の先進国に比べて低く、引き続き原油は大宗を中東に依存。（参考 1～6）
- **その上で、新型コロナウイルス感染症の教訓も踏まえ、資源・エネルギーの選択に当たっては、サプライチェーン構築・技術自給率も考慮する必要。**
  - 新型コロナウイルス感染症によって、国際的なサプライチェーン一時寸断されることも。（参考 7～9）
- **また、自然災害やサイバー攻撃への耐性を高めるとともに、ダメージからの早期復旧、ダメージを受けた供給設備を代替する設備の確保が可能となるエネルギー供給構造を構築する必要。**
  - 再エネの導入拡大に合わせ、調整力の確保などレジリエンスの観点も不可欠。また、首都直下地震なども想定すると、地域的にエネルギー供給源を分散させる必要。サイバー攻撃への備えも重要。（参考 10～参考 17）

# (参考1) エネルギー自給率の推移

- 我が国のエネルギー自給率は、東日本大震災後6%まで低下。足下では、再エネの導入拡大と原子力の再稼働により増加傾向であるものの、海外に比して依然低水準で推移。

## 各国の特徴

諸外国の一次エネルギー自給率推移



出所) IEAデータベースより資源エネルギー庁作成

### 【アメリカ】

- ✓ シェールガス、シェールオイル生産でほぼ全てのガス・石油需要を自給

### 【イギリス】

- ✓ 北海油田の石油や風力発電・原子力の拡大により高い自給率

### 【フランス】

- ✓ 電源構成に占める原子力発電の割合は高いものの、その他の資源は輸入に依存

### 【ドイツ】

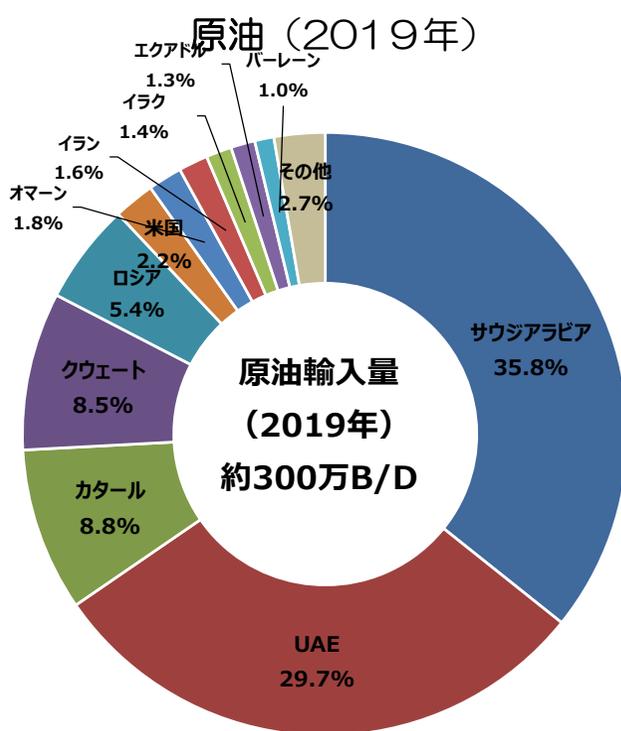
- ✓ 高い再エネ普及、石炭の国内生産、原子力発電の利用から一定の自給率

### 【日本】

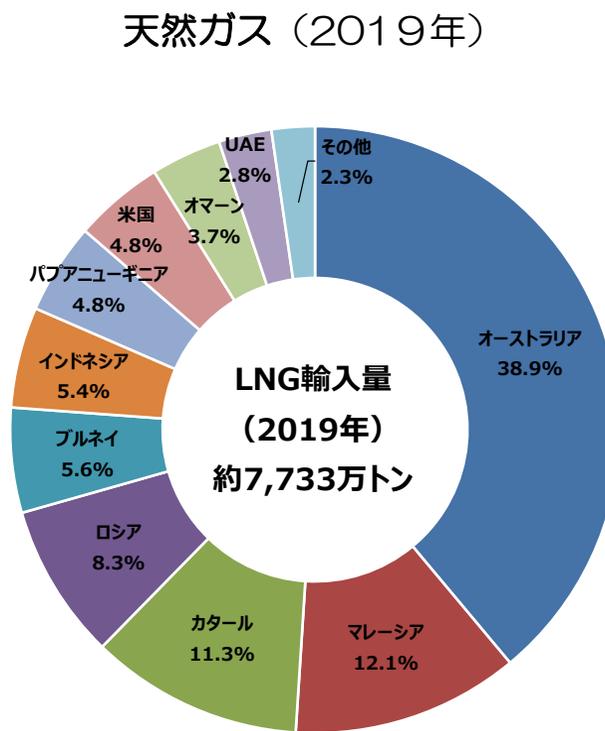
- ✓ 化石資源をほぼ全て海外に依存、再エネの利用は拡大も原子力発電の利用が進まず、極めて低い自給率

## (参考2) 日本の化石燃料の輸入先

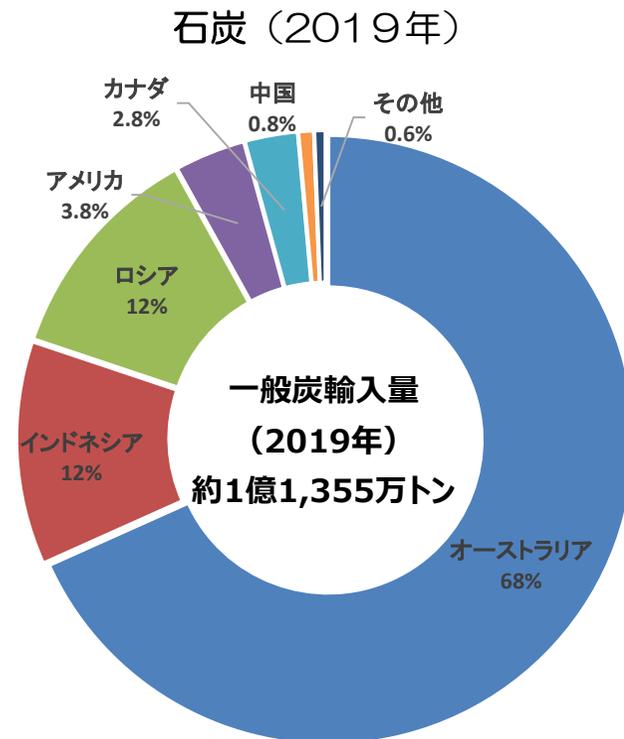
- 化石燃料のほぼ全量を海外から輸入。原油は中東依存度が約9割。
- 天然ガスは原油に比べ調達先の多角化が進んでおり、中東依存度は約2割。今後も豪州や北米等も含めた多様な地域からの調達が見込まれる。
- 石炭は中東依存度は0%。豪州、インドネシア、ロシアなど、近距離かつ海洋のチョークポイントを通過せずに調達。



中東依存度 88.4%



中東依存度 17.8%

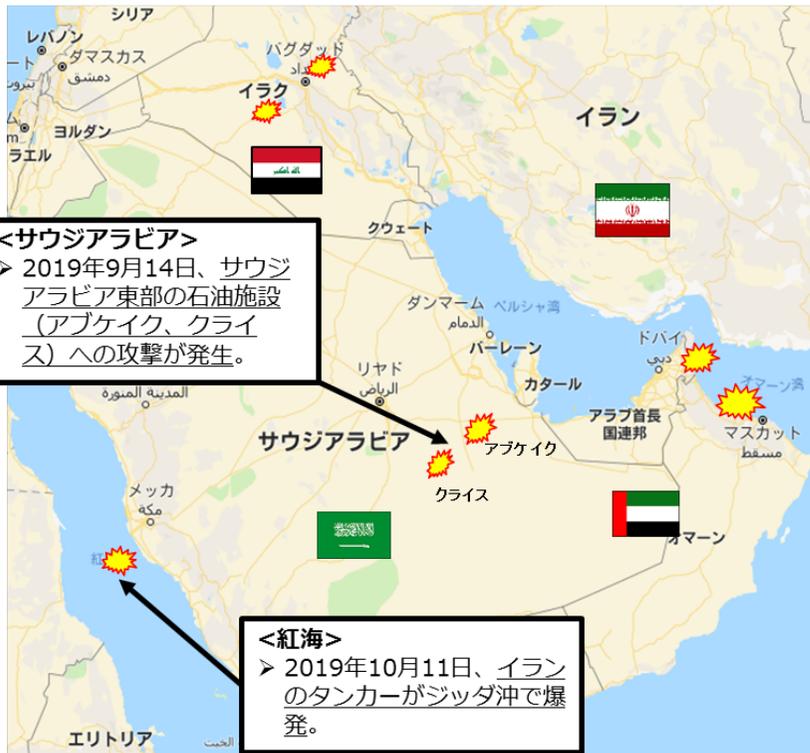


中東依存度 0%

# (参考3) 中東情勢の不安定化

- 中東情勢の緊迫化や米国の中東への関与の低下など資源を巡る世界各地の情勢変化やエネルギー需給構造の変化も踏まえつつ、引き続き石油・天然ガスの安定供給を確保することが重要。
- 石油は中東依存度が高い一方、備蓄が容易。LNGは中東依存度が低い一方、備蓄は困難。

## 中東地域で発生した主な事案 (2019年6月以降)



**<サウジアラビア>**  
 ▶ 2019年9月14日、サウジアラビア東部の石油施設(アブケイク、クライス)への攻撃が発生。

**<紅海>**  
 ▶ 2019年10月11日、イランのタンカーがジッダ沖で爆発。

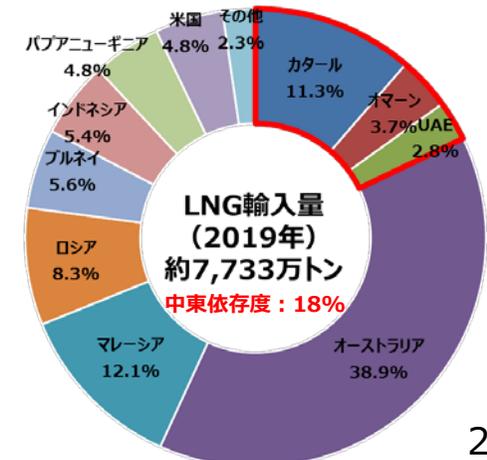
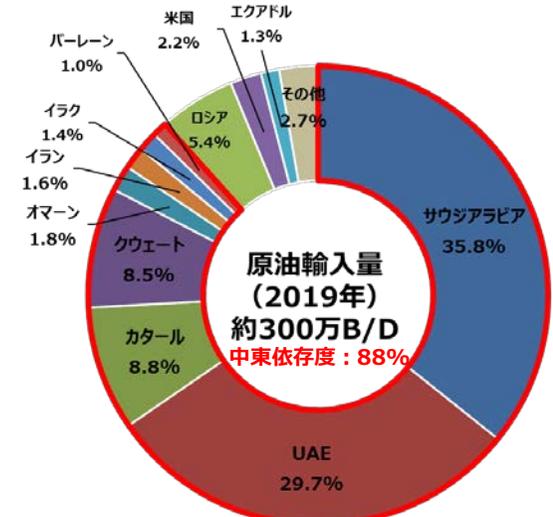
**<イラン・イラク周辺>**

- ▶ 2019年12月27日、イラク北部の軍事基地へのロケット攻撃で、米国民(民間軍事会社所属)1名が死亡。
- ▶ 12月31日、在イラク米大使館への抗議行動が発生。参加者が大使館外壁に放火。
- ▶ 2020年1月3日、米軍の空爆により、ソレイマニ・イラン革命ガード・コッズ部隊司令官らが死亡。
- ▶ 1月8日、イラン革命ガードは、イラク駐留米軍基地に対し、弾道ミサイルを発射。
- ▶ 4月22日、イラン革命ガードは、同国初の軍事衛星打ち上げに成功した旨発表。
- ▶ その後もイラク駐留米軍基地や米大使館付近へのロケット攻撃事案が継続的に発生。
- ▶ 6~7月、イランの軍事施設、核関連施設等で連続爆発事案が発生。

**<ホルムズ海峡周辺>**

- ▶ 2019年6月13日、ホルムズ海峡付近で日本関係船舶含む2隻が被弾。
- ▶ 7月19日、イランは、ホルムズ海峡で英のタンカーを拿捕したと発表。
- ▶ 9月27日、イランは7月19日に拿捕した英タンカーを解放。
- ▶ 11月8日、イランは、ペルシャ湾付近で国籍不明の無人機を撃墜したと発表。
- ▶ 2020年4月15日、米海軍は、11隻のイラン革命ガードの艦船が、アラビア湾北部の公海上で、米艦船6隻に対し、危険かつ挑発的な接近を繰り返した旨発表。
- ▶ 8月13日、米中央軍は、イラン海軍がホルムズ海峡付近の更改でリベリア船籍の石油タンカーを約5時間にわたって拿捕したと発表。

## 日本の石油・天然ガスの輸入量

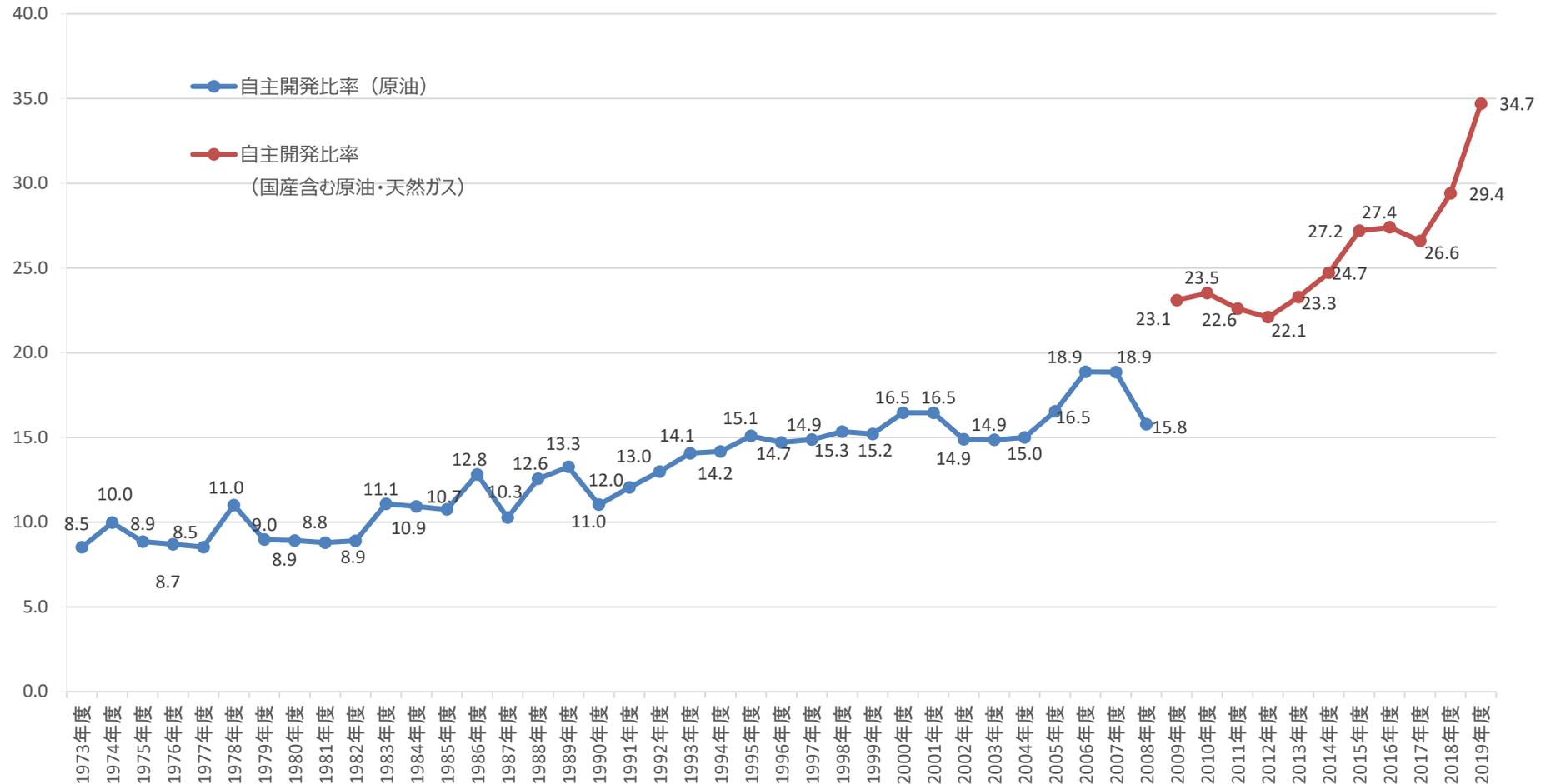


## (参考4) 石油・天然ガスの自主開発比率の推移

- 平成22年6月のエネルギー基本計画策定以降、国産を含む石油及び天然ガスの自主開発比率を2030年に40%以上とすることを目標に、上流開発政策を推進（2019年度：34.7%）。

※自主開発比率：

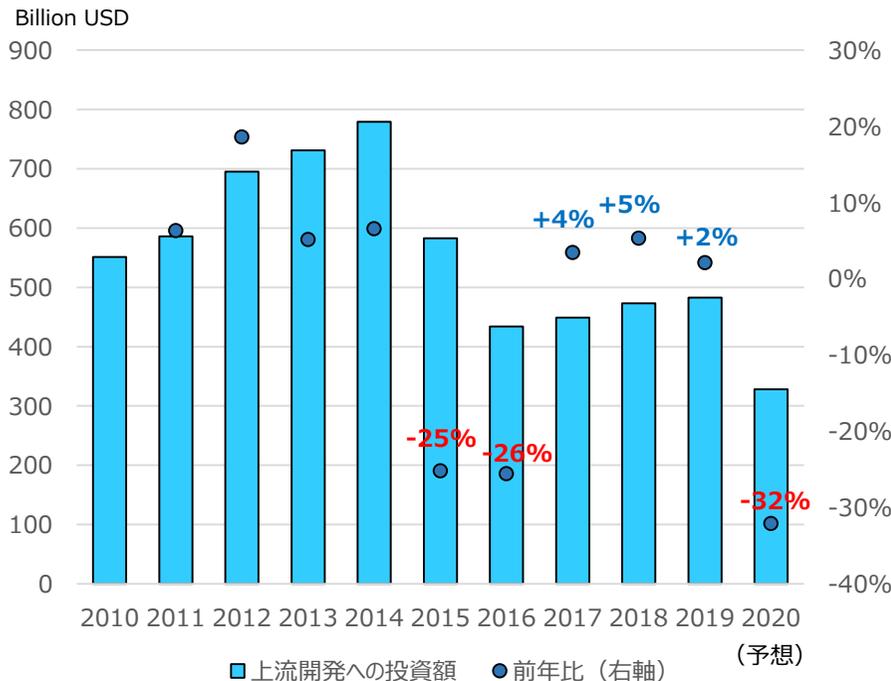
- －石油及び天然ガスの輸入量及び国内生産量の合計に占める、我が国企業の権益下にある石油・天然ガスの引取量及び国内生産量の割合。
- －1973年度から2008年度まで石油のみを対象としてきたが、2009年度以降は石油と天然ガスを合算して算出。



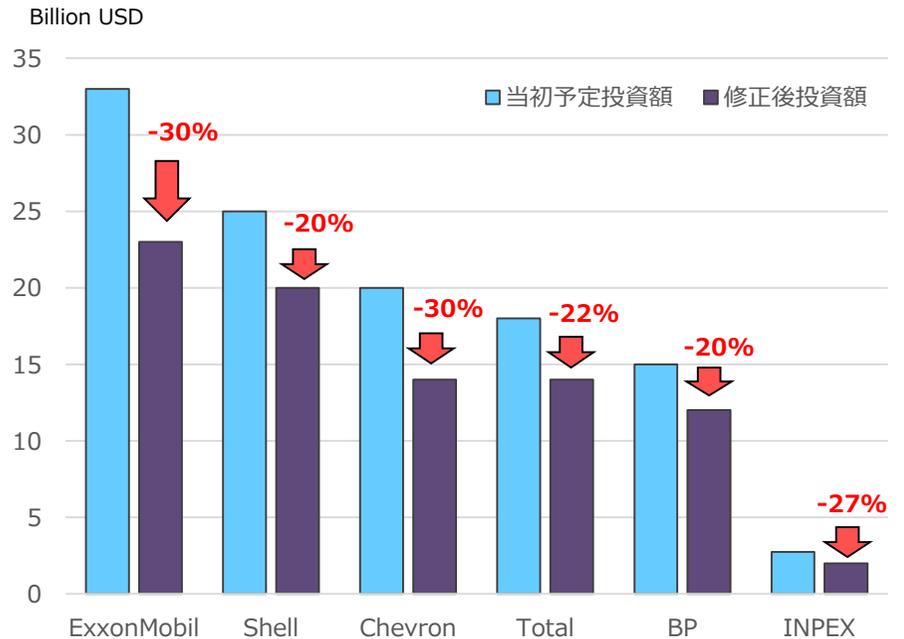
# (参考5) 上流開発投資の減少

- 石油・天然ガスの上流開発投資は、2015年以降、油価低迷等によって、2年連続で減少。油価上昇に伴い、2017年以降は回復基調。
- 2020年前半の急激な油価下落・低迷により、**2020年の世界の石油開発投資は大きく減少する見込み**。欧米の石油メジャー各社もすでに投資削減を表明。
- 上流開発投資の低迷が長期化する場合、将来の石油・天然ガスの供給が減少し、需給が逼迫するリスク。

### ■ 世界の石油開発への投資額の推移



### ■ 各社の2020年投資額の下方修正



# (参考6) 石油・天然ガスの調達先多角化・権益確保に向けた主な取組

- 日本が引き続き石油・天然ガスの安定供給を確保していくためには、調達先の多角化が不可欠。
- 国内資源開発に加え、積極的な資源外交やJOGMECのリスクマネー供給等を通じ、更なる海外権益の確保が必要。

## ロシア【原油・天然ガス】

- 地理的に近接しており、チョークポイントを通過せず輸入が可能。
- 極東・東シベリア・北極圏における石油・天然ガス開発へ日本企業が参画・関心。**
- 2016年12月の日露首脳会談以降、日露の官民で合意した**多数の石油・天然ガス関連のプロジェクトは着実に進展。**
- 2019年9月、日本企業が参画する北極LNG2プロジェクトが最終投資決定。2023年生産開始予定。

## UAE (アブダビ首長国) 【原油】

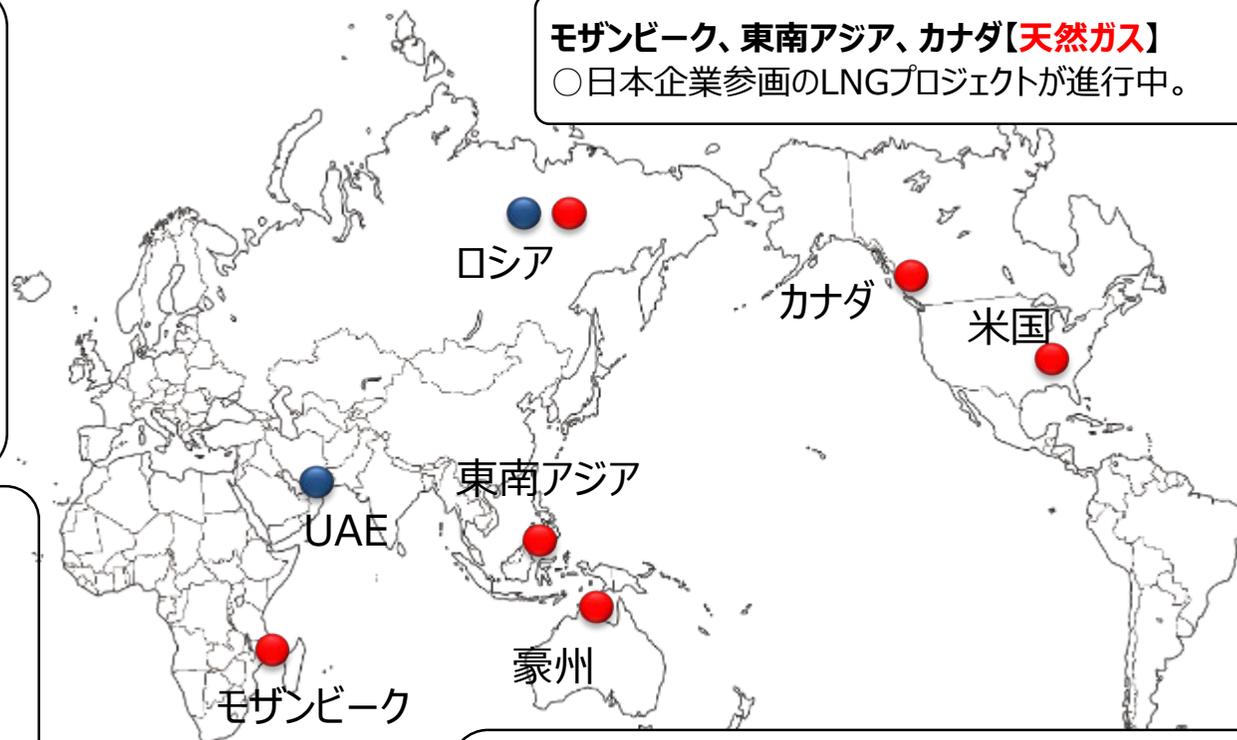
- 我が国の石油権益を維持・拡大するため、広範な分野で協力を実施。
- アブダビの油田には、**我が国自主開発権益が最も多く集中。**
- 2015年4月、我が国企業が巨大な**陸上油田の権益を新たに獲得。**
- 2018年2月、主要な**海上油田の権益を再獲得。**

## 豪州【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。
- イクシスLNGプロジェクトは日本企業が主導する初の大型LNGプロジェクト。2018年に生産開始。

## モザンビーク、東南アジア、カナダ【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。



## 米国【天然ガス】

- 日本企業参画のLNGプロジェクトが進行中。
- 2016年以降、LNGの輸出を開始。
- 2017年1月に、**シェールガス由来のLNGが初めて日本に輸入**（短期契約）。
- 2018年5月、**日本として初めての長期契約に基づく米国シェールガス由来のLNGの輸入**を開始。

# (参考7) 技術自給率の確保

- エネルギー分野における技術自給率も分野によって偏り。強い分野を維持・強化する取組が不可欠。

## 低炭素化技術

### 品目 世界シェアトップ3

太陽光 パネル [2019]	①ジンコソーラー (中)	[11.7%]
	②JAソーラー (中)	[8.4%]
	③トリナソーラー (中)	[8.2%]

風力 発電機 [2019]	①ヴェスタス (デンマーク)	[16%]
	②ゴールドウインド (中)	[13%]
	③GE (米)	[11%]

高効率 火力 (ガスタービン) [2015]	①GE (米)	[43%]
	②シーメンス (独)	[37%]
	③三菱日立パワーシステムズ (日)	[16%]

## 脱炭素化技術

### 品目 世界シェアトップ3

水素 (FCV) [2018]	①トヨタ自動車 (日)	[61.6%]
	②現代自動車 (韓)	[31.8%]
	③本田技研工業 (日)	[5.3%]

蓄電池 (電動車用) [2019]	①パナソニック (日)	[28.2%]
	②CATL (中)	[21.2%]
	③LG Chem (韓)	[14.2%]

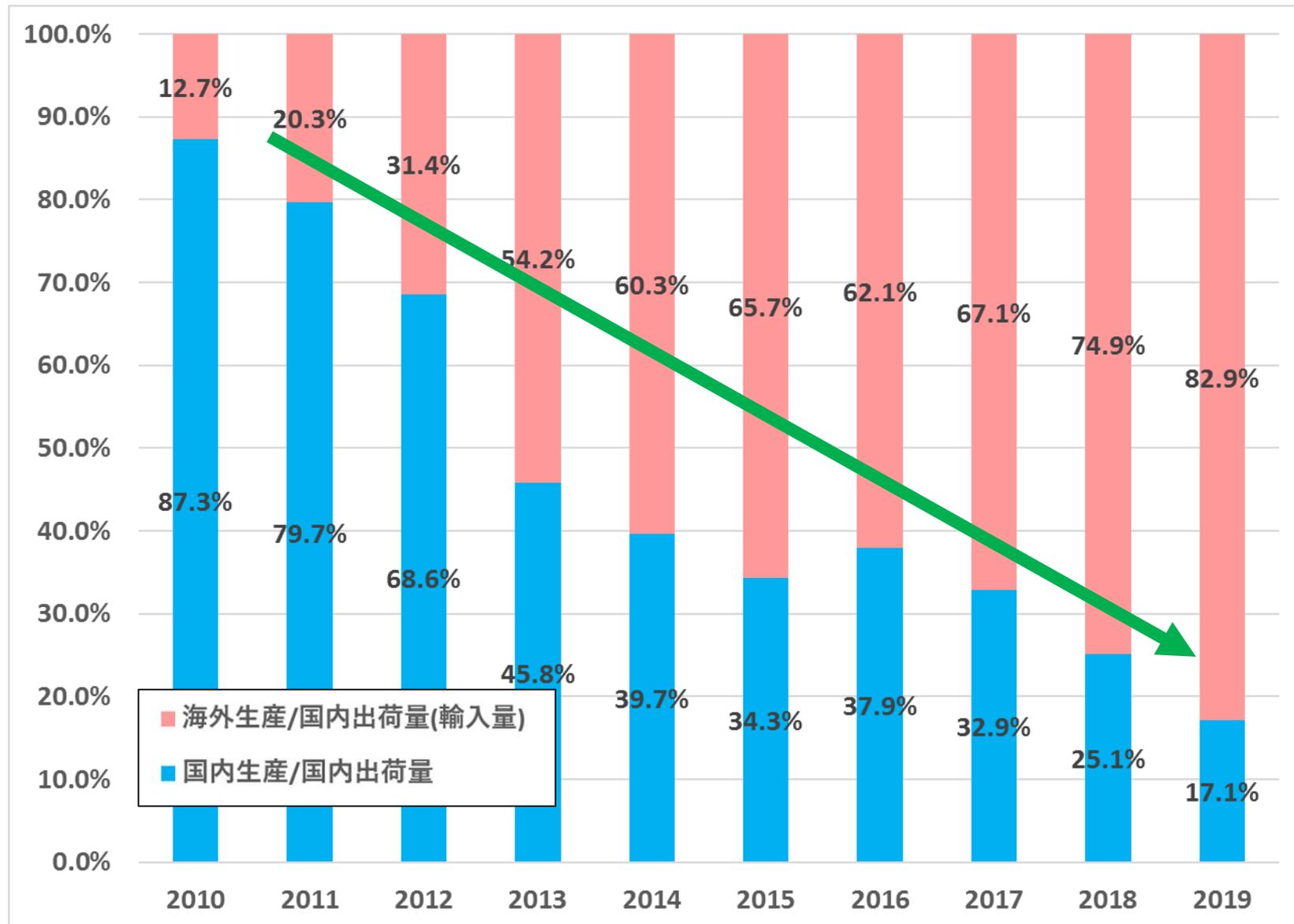
原子力 (運転中軽水炉) [2019] ※基数ベース	①アレバ (仏) + 三菱重工	[20%]
	①ウエスチングハウス (米)	[16%]
	③GE (米) + 日立	[12%]
	・	
	・	
⑦東芝	[3%]	

(出所) 太陽光パネル：2019年の速報値。資源総合システム社調べ。  
風力発電機：Bloomberg New Energy Finance  
ガスタービン：MHI提供資料より資源エネルギー庁作成

FCV：「2019年度版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」（富士経済）に基づきNEDO作成  
蓄電池（電動車用）：「2020年版 HEV、EV関連市場徹底分析調査」（富士経済）に基づき作成  
原子力：「世界の原子力発電開発の動向 2020年版（日本原子力産業協会）」より資源エネルギー庁作成

## (参考8) 日本の太陽光パネルにおける海外シェア

- 日本製が高い世界シェアを誇った太陽光パネルも、現在は輸入に依存する割合が拡大。

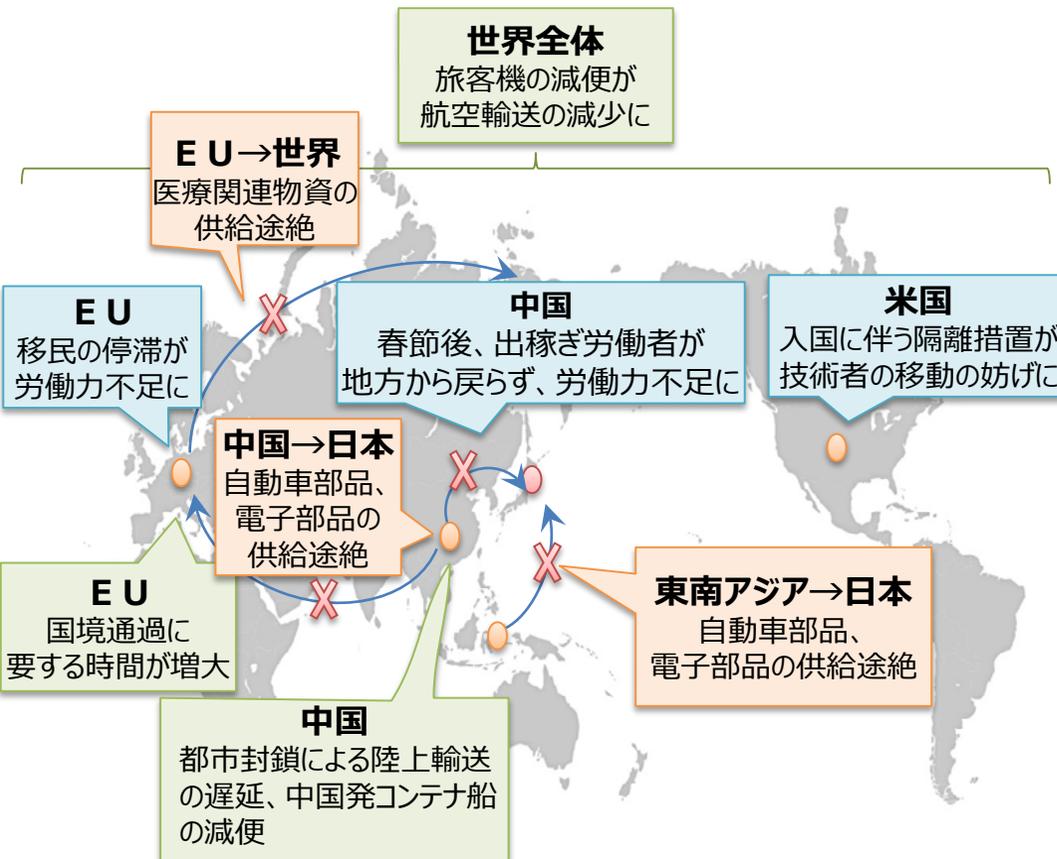


(出典) 資源総合システム社調べ

# (参考9) 新型コロナウイルスのサプライチェーンへの影響、対策

- グローバルサプライチェーンは、コロナ危機により世界各地で寸断され、様々な物資の供給途絶リスクが顕在化。
- こうした事態を受けて、経済産業省・JETROは強靱なサプライチェーン構築支援を強化。

## 新型コロナウイルスを受けたサプライチェーンの寸断の一例



## 海外サプライチェーンの多元化支援事業 (JETRO)

### 事業目的

新型コロナウイルスの拡大に伴い、サプライチェーンの脆弱性が顕在化した事を受けて、特にアジア地域における生産の多元化等によりサプライチェーンの強靱化、日ASEAN経済産業協力関係の強化を目指す。

### 対象事業

日ASEANサプライチェーンに資する、民間団体等のASEAN等海外の事業実施法人による、製造設備を新設・増設する際の設備投資事業のうち、特に以下を満たす国民が健康な生活を営む上で重要な製品・部素材の製造設備に係るもの。

- －需給の逼迫性
- －国民が健康な生活を営む上で重要なもの

### 実施状況

2020年7月に第一回公募を実施、30件を採択  
現在第三回の公募を実施中

# (参考10) サイバーセキュリティ対策について

- 近年、サイバー攻撃の事案は増加傾向。従来の情報窃取等を目的とした攻撃だけではなく、社会インフラに物理的なダメージを与えるサイバー攻撃のリスクが増大。テロリストや他国家によるサイバー攻撃は、大規模停電のように生命・財産への脅威となり得る。
- 国民の安全に責任を持つ政府と、電力の安定供給に責任を持つ事業者が連携し、対策に取り組む必要。

## ロンドンオリンピック会場へのサイバー攻撃（イギリス、'12）

開会式の開催中、会場の電力システムを狙った攻撃が40分間に渡って1000万回以上行われた。



## 製鉄所の溶鉱炉損傷（ドイツ、'14）

製鉄所の制御システムに侵入し、不正操作をしたため、生産設備が損傷。



## 核施設へのサイバー攻撃（イラン、'09）

マルウェアStuxnetが、制御系内システムにUSBを通じて感染



## 変電所へのサイバー攻撃（ウクライナ、'15）

事務系から侵入したマルウェアCrashOverrideの感染により、変電所が遠隔制御された(数万世帯3～6時間停電)



## ランサムウェア“WannaCry”（世界約150ヶ国、2017年）

5月12日頃から、マイクロソフト製品の脆弱性※1を悪用したランサムウェア※2「WannaCry」に感染する事案が発生。14日頃から国内においても被害を確認。

※1 本脆弱性の修正プログラムは、2017年3月にマイクロソフトから公表済み。

※2 WannaCryに感染するとコンピュータのファイルが暗号化され、コンピュータが使用できない被害が発生。攻撃者は暗号の解除に「Ransom（身代金）」を要求することから、このような不正プログラムをランサムウェアと呼ぶ。

## ランサムウェア“LockerGoga”（2019年1月以降）

製造業等を標的とした新種のランサムウェア「LockerGoga」業務系システムへの攻撃が、制御系システムの運用に大きな支障をもたらす事象が発生。プラントの制御自体には支障がないものの、生産計画へのアクセスができないことによって操業を継続できないなどの被害が発生している。（ノルウェー・アルミ製造会社、アメリカ・エポキシ樹脂製造会社等）

## 複雑なサプライチェーンによる脅威の例：携帯端末に不正プログラムが仕掛けられた事例

### フラッシュメモリに不正プログラムが仕掛けられた事例

- 2016年、米国セキュリティ会社が携帯電話のフラッシュメモリのファームウェアに仕込まれている不正プログラムを発見。
- 中国企業が開発・製造したもので、ユーザーの同意なしに、72時間おきに携帯電話内の情報が中国のサーバーに送信される。

# (参考 1 1) レジリエンスの重要性

- 北海道胆振地域におけるブラックアウト事故や台風15号の被害を通して、大規模な災害の多い我が国における非常時のエネルギー安定供給の重要性が顕在化。
- 連係線の増強、発電・送電設備の安全投資の確保などの課題に着実に対応する必要。

## 北海道胆振東部地震に伴う大規模停電の教訓

### ◆ブラックアウトの概要

機器破損や送電線の損傷など、複数の要因により最終的にブラックアウトが発生。

- 苫東厚真火力発電所（2号機・4号機）の停止
- 風力発電所の停止
- 水力発電所の停止
- 苫東厚真火力発電所（1号機）
- ブラックアウトの発生

### ◆再発防止策

#### ・運用上の対策

- 周波数低下リレー（UFR）の整定値の検証
- 最大規模発電所発電機の運用方法の見直し
- 太陽光・風力のUFRの整定値の検証
- 周波数制御機能（ガバナフリー、AFC等）の再評価

#### ・設備形成上の対策

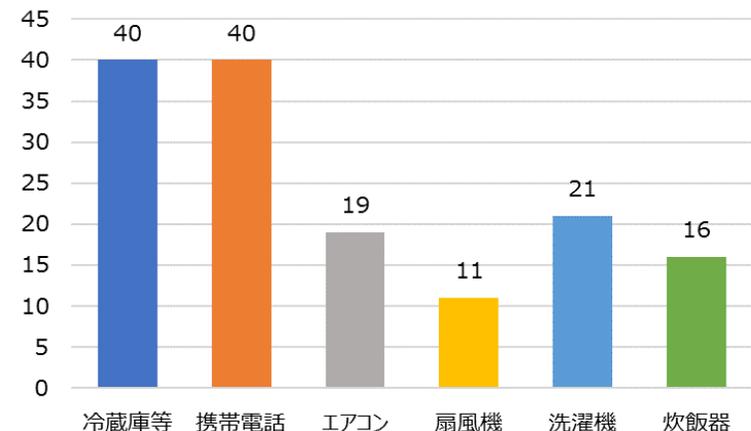
- 北本連系線の更なる増強
- 発電設備・送電設備の保安の検討

検証委員会を立ち上げ、  
ブラックアウトの原因を詳細に追求、再発防止策を検討

## 台風15号におけるエネルギー供給事例

- 2019年の台風15号による停電において、住宅用太陽光発電設備において自立運転機能の利用により停電時においても電力利用を継続できた家庭が約8割との調査結果（JPEAのアンケート調査）。事業用太陽光発電設備においても、近隣住民へ電力を提供する事例が存在。

### 自立運転機能で助かったもの



非常時における電力ニーズ、  
分散電源の重要性が顕在化

# (参考12) 都市ガスのレジリエンス

- ガス導管は、埋設されていることから風雨の影響を受けにくく、大部分は耐震性も備え、継続的な耐震性向上の取組も行われている。
- 停電対応型コジェネ※は、都市ガスを活用し、停電時でも継続的・安定的に電力・熱の供給が可能であり、レジリエンス強化と省エネに資する地域の分散型エネルギーとして普及拡大が期待される。

※コジェネ：ガスコージェネレーションシステムとは、都市ガスを用いて発電し、その際に発生する廃熱を冷暖房や給湯、蒸気といった用途に利用する高効率なエネルギーシステム。

## ガス導管の強靱性と対策強化

○ ガス導管(高圧、中圧)は高い耐震性が確認されている。

- 落橋した事例(阪神・淡路大震災)  
橋に添加された中圧ガス導管が、橋が落ちて変形。ガス漏れは発生せず。

● 東日本大震災の例

東日本大震災時、高圧ガス導管は、被害なし。低圧ガス導管は耐震化率向上により、被害は過去の震災時に比べ減少。



(出典：東京ガスHP)

## 更なる地震対策の強化

○ 設備対策

- 低圧ガス導管の耐震性向上の継続(耐震化率:約90%)

○ 緊急対策

- 新たな緊急停止判断基準の適用(一律設定→ブロック毎設定)
- 供給停止ブロックの細分化

○ 復旧対策

- 応援受入に関する事業者間連携の強化(マニュアル整備・演習実施)
- 情報発信の強化(復旧進捗の見える化、SNS等の活用)等

## 災害時のコジェネによる電力供給事例

○ さっぽろ創世スクエア(北海道札幌市)

地下にコジェネを設置。平常時の低炭素化と、非常時の強靱化を兼ね備えた自立分散型のエネルギー供給拠点。

2018年北海道胆振東部地震では、道内全域が停電する中、入居するオフィスや隣接する札幌市役所本庁舎等への電力・熱の供給を継続。



○ むつざわウェルネスタウン(千葉県睦沢町)

CHIBAむつざわエナジー(株)は、天然ガスコジェネ及び太陽光、系統からの電力を組み合わせ、道の駅及び各住宅に自営線で電力供給。

2019年台風15号による大規模停電時においても、再エネと調整力(コジェネ)を組み合わせ、道の駅及び各住宅に対して電力供給を実施した。



令和2年7月1日 基本政策分科会資料より抜粋

## (参考13) 災害時のバックアップ機能強化

- 分散型電源の導入を進める一方で、小規模／大規模電源も含め電源を日本全体で分散化させ、地域間の電力融通と併せて大規模災害時の大規模停電回避など、レジリエンスを向上させていく必要。

### 東日本大震災における電力供給

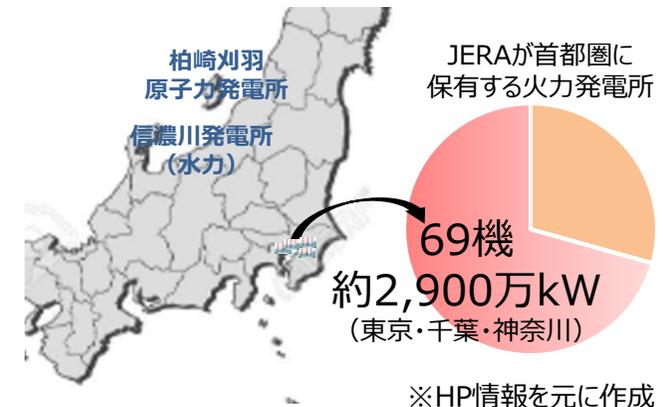
- 東日本大震災時、柏崎刈羽原子力発電所の4基（約500万kW）、信濃川発電所（約18万kW）などが稼働  
(※) 当時、計画停電（10日間）、夏季の節電要請（▲15%）を実施

### 首都圏震災時のバックアップ

- ✓ JERAが首都圏に保有する全火力発電所の約7割（約2,900万kW）が東京湾岸に集中。



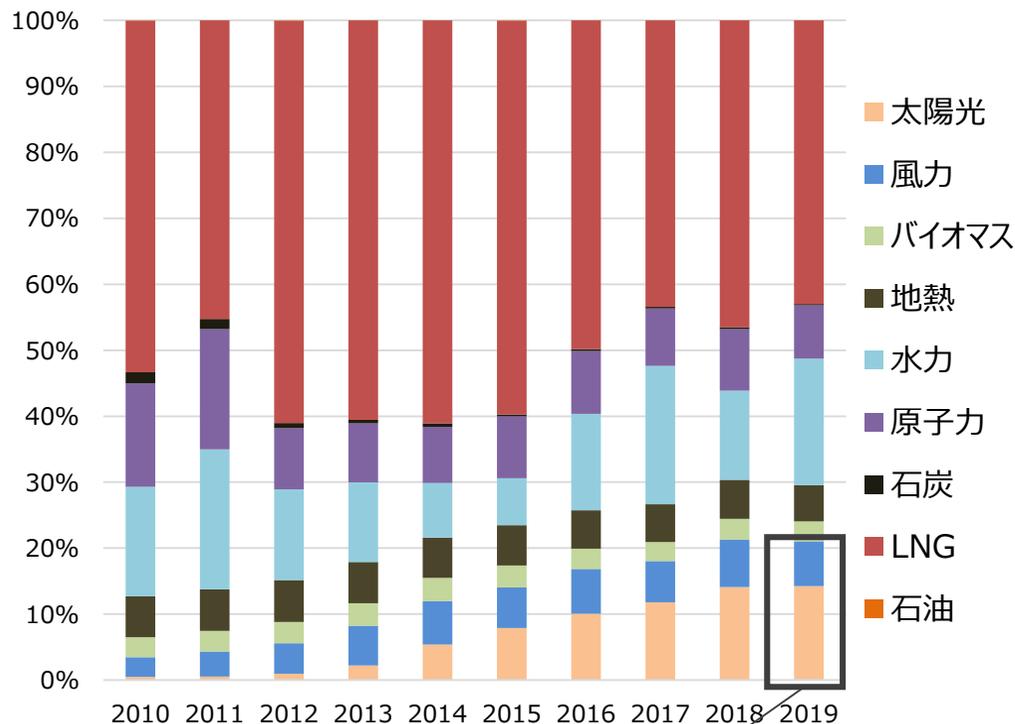
仮に、首都直下型地震等が発生したとしても、日本海側に電源や連系線が十分に整備されていれば、供給力不足を回避できる可能性が高まる。



# (参考 1 4) カリフォルニアの計画停電

- カリフォルニアにおいて、熱波による電力需要増に対応できず電力供給が不足し、度々の節電や停電を引き起こした。
- カリフォルニアの送電事業者は「クリーンで信頼性が高く経済的なエネルギーミックスに移行するにあたって、供給計画の目標が、夕方の早い時間帯の需要を満たしうる十分な量に追いついていない。そのため、通常時でも困難な需給調整が、熱波により一層困難となった。(10/6)」としている。

## カリフォルニア州の電源構成 推移



近年は太陽光、風力の割合が電源構成の約20%を占める

(出典) カリフォルニア州統計データより作成

## 熱波によるカリフォルニア州の8月の計画停電

8/14	節電の呼びかけを実施も、供給力が不足し計画停電を実施 (約20万世帯に影響)
8/15	風力発電等1,470MWの電源が計画を下回る、470MW (約30万世帯) の計画停電を実施
8/16	電力需要の削減を呼びかけ、停電は実施せず
8/17	900MWの需要削減計画を実施
8/18、19	電力需要の削減を呼びかけ、停電は実施せず

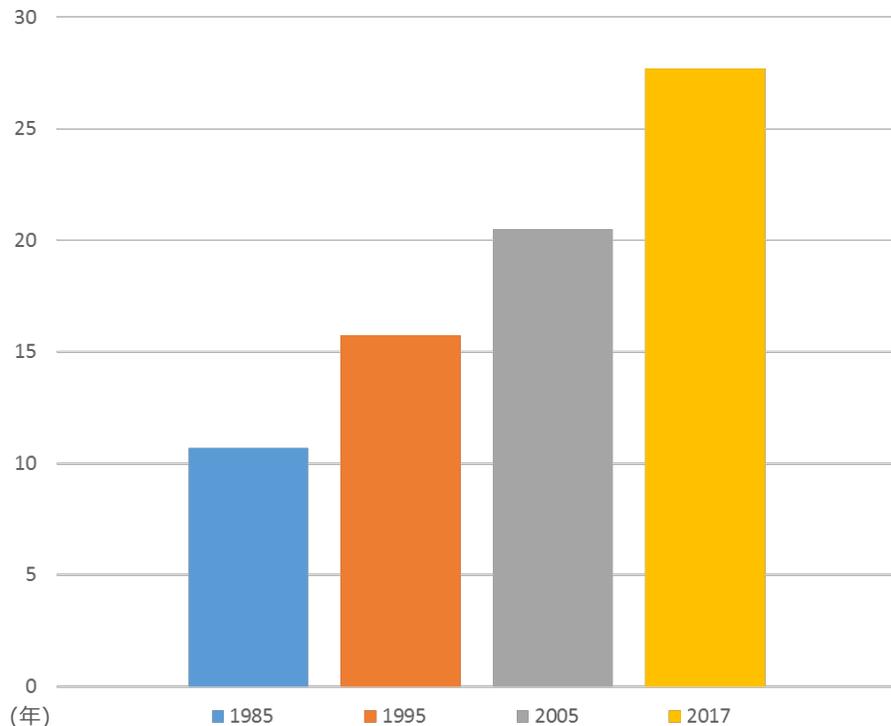
(出典) JETROビジネス通信より作成

# (参考 15) 電源の投資状況 (設備の高経年化)

- 北海道のブラックアウトの教訓も踏まえ安定供給を支える多様な電源・供給力の確保が必要。特に、**設備年齢 (ビンテージ) が高経年化**する中で、**再エネの大量導入**に対応していくためにも、**中長期的に適切な供給力・調整力のための投資を確保し、最新の電源の導入や多様化・分散化を促進していくことが必要**。
- 電力自由化による競争活性化は電力料金の抑制に貢献しているが、**償却が終わった効率性の低い老朽電源が温存され、多額の資金が必要な電源への投資が進まない可能性**。

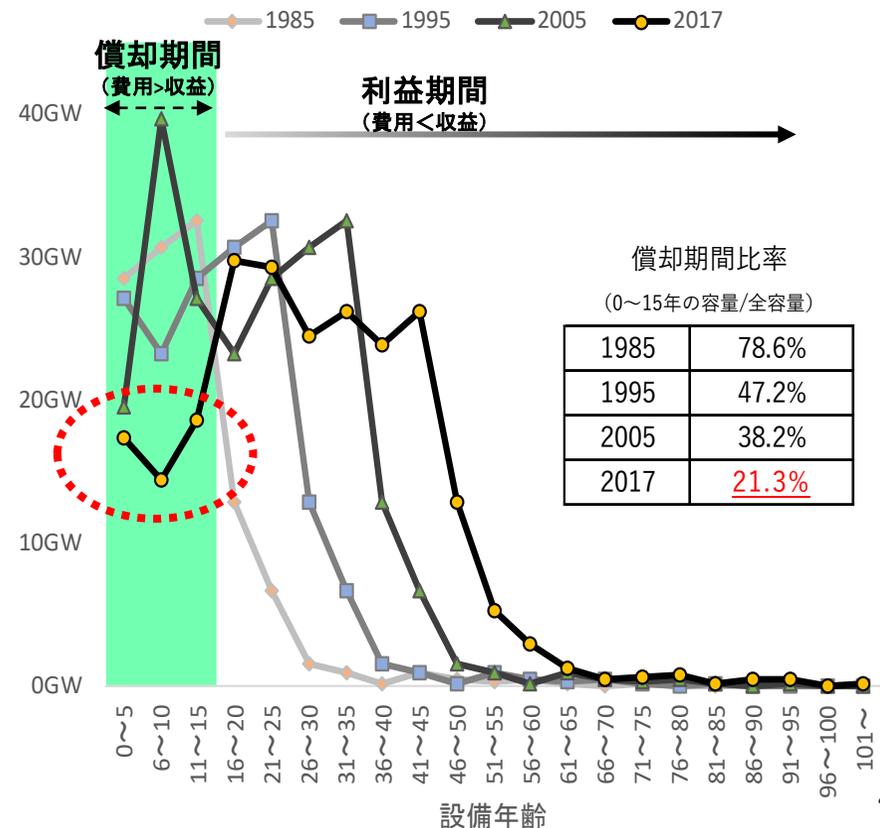
電源設備の平均設備年齢

※水力以外の再エネ除く



出典：電気事業便覧 (全国主要発電所) より

設備年齢階層別の設備容量



# (参考 1 6) 頻発する自然災害に対する燃料供給体制のレジリエンス強化

- 近年頻発する大型台風等の自然災害に備え、燃料供給インフラのレジリエンス強化が必要。
  - ① 製油所等の安定的な操業・出荷機能の維持のため、これまで実施してきた地震・津波対策では対象としてこなかった、製油所の排水能力の強化や護岸の増強など大雨・高潮等への備えが課題。
  - ② SSは、緊急車両や近隣住民等への燃料供給が期待されるが、平時には人口減少等を背景として、販売量の減少や人手不足等の経営面の課題も。
- これらの燃料供給インフラのレジリエンス強化に加え、大規模災害発生時の物流停滞リスクに対応し、燃料需要インフラである避難所等の備蓄能力強化も課題。

## 近年頻発する自然災害

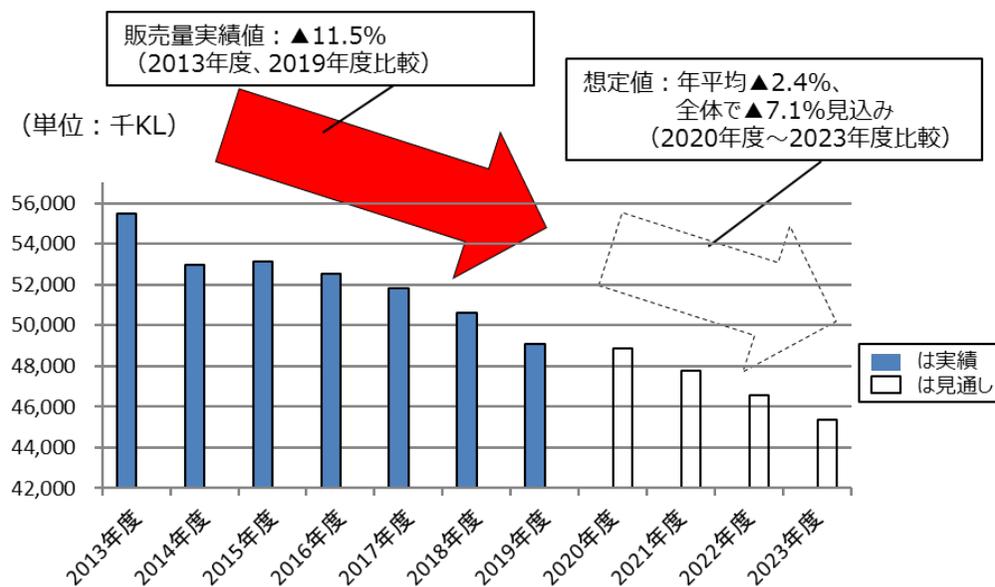


冠水した製油所敷地



令和2年7月豪雨において自家発電機稼働により燃料供給継続した住民拠点SS

## ガソリン販売量の推移



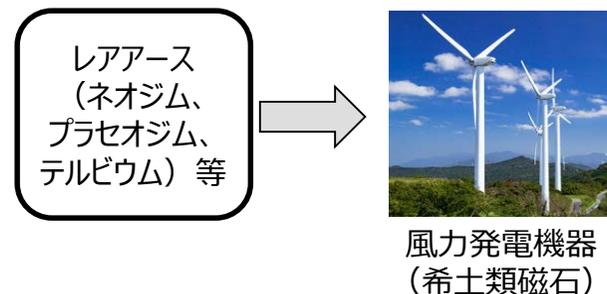
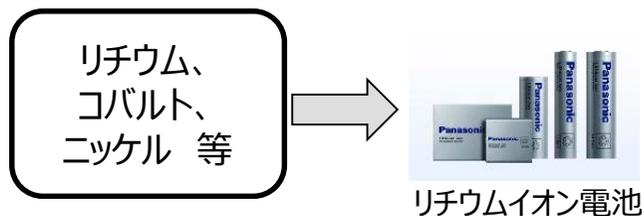
出典：

・2013年度～2019年度実績値：「資源エネルギー統計」資源エネルギー庁

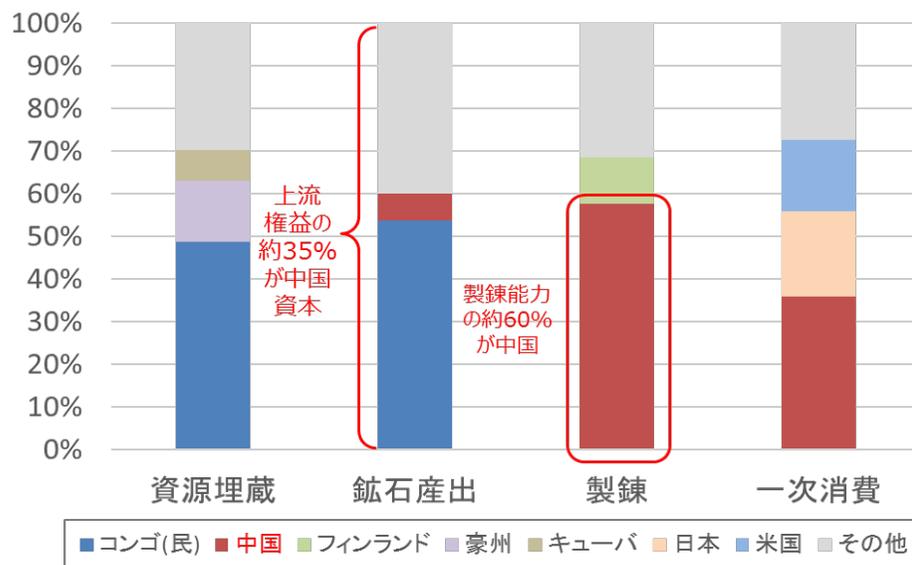
・2020年度～2023年度想定値：「石油製品需要見通し(平成31年3月)」石油製品需要想定検討会

# (参考17) 脱炭素社会において重要性を増すレアメタル

- 再生可能エネルギー発電設備等の製造や高機能化で重要となる、電池・モーター・半導体等の生産には、レアメタルが必要不可欠。 鉱種ごとに、特性や市場規模・主要生産国等は多様。
- 上流権益だけでなく製錬工程も特定国への依存が進む鉱種もあり、サプライチェーンの強化が重要。

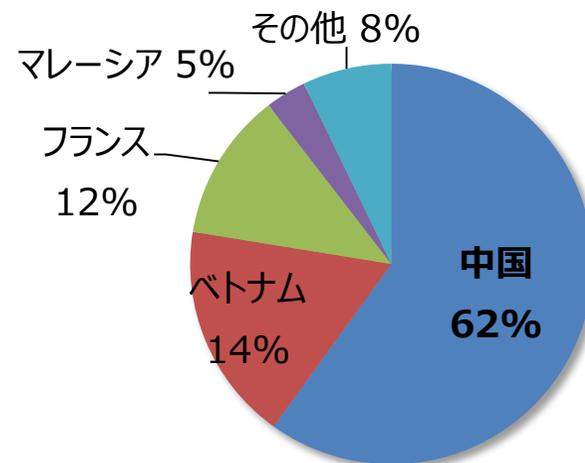


コバルトの各工程での各国シェア



出典：資源エネルギー庁

日本のレアアース輸入相手国 (2019年)



出典：財務省「貿易統計」より経済産業省作成

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
- 3. 3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）**
  - e. 環境適合性（Environment）
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# 経済効率性の向上（Economic Efficiency）

- 徹底した省エネ等を進め、電気料金、燃料費などのエネルギーコストは可能な限り低減。再エネの最大限導入と国民負担抑制も引き続き重要。

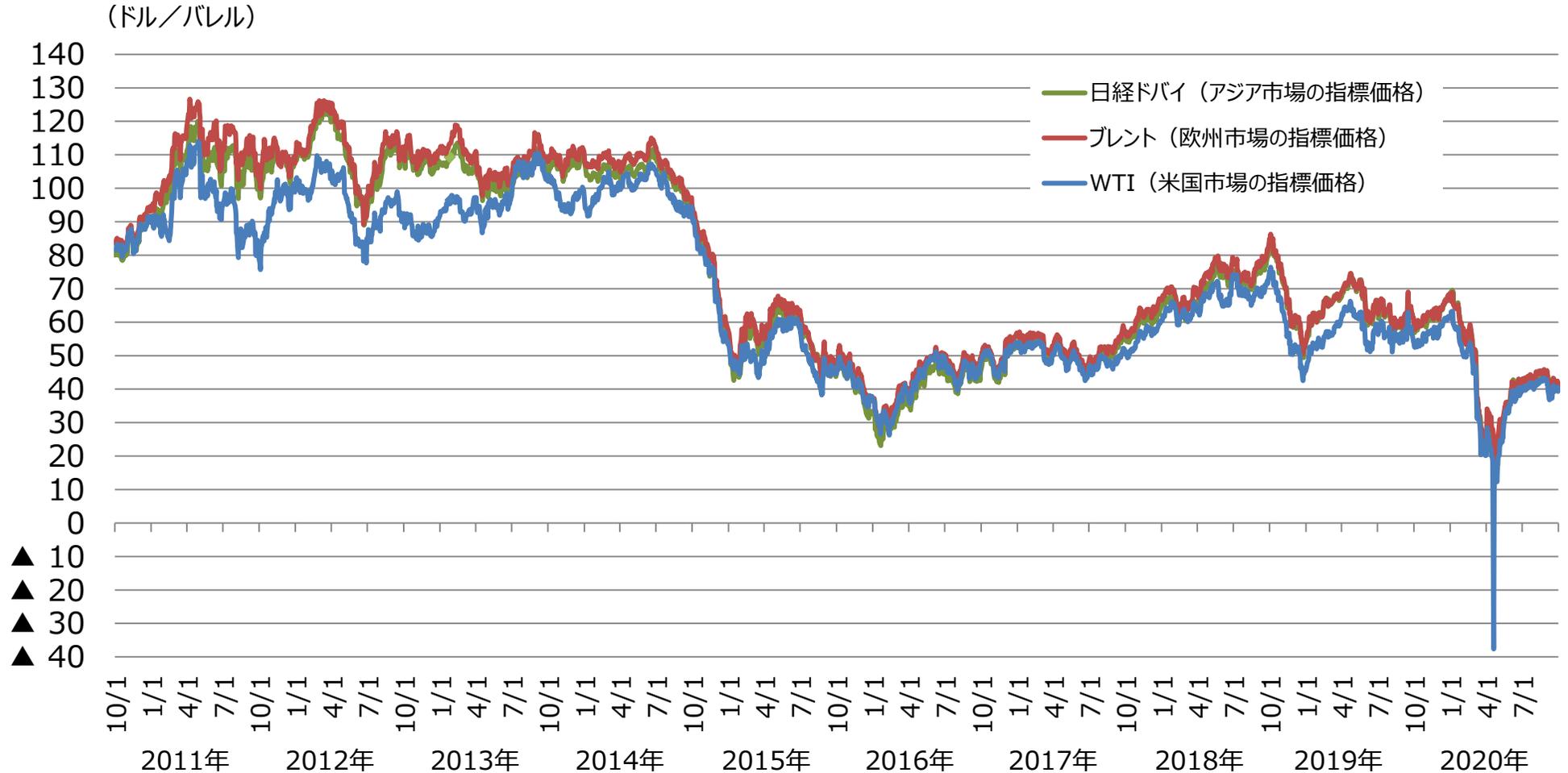
→再エネの導入拡大により、家庭用・産業用ともに賦課金負担は増加。（参考 1～4）

- また、今後、安定供給の確保・脱炭素化を進める上で一定程度のコスト増は不可避。そのため、新たに導入される技術・システム（導入途上の蓄電池・水素、今後の拡大が期待されるCCUS/カーボンリサイクルなど）のコストを可能な限り抑制することが必要。

→安定供給・脱炭素化にも資する蓄電池、水素などもコストが高止まり。社会実装が加速されるレベルにまで一層のコスト低減努力が必要。（参考 8～12）

# (参考 1) 原油価格の動向

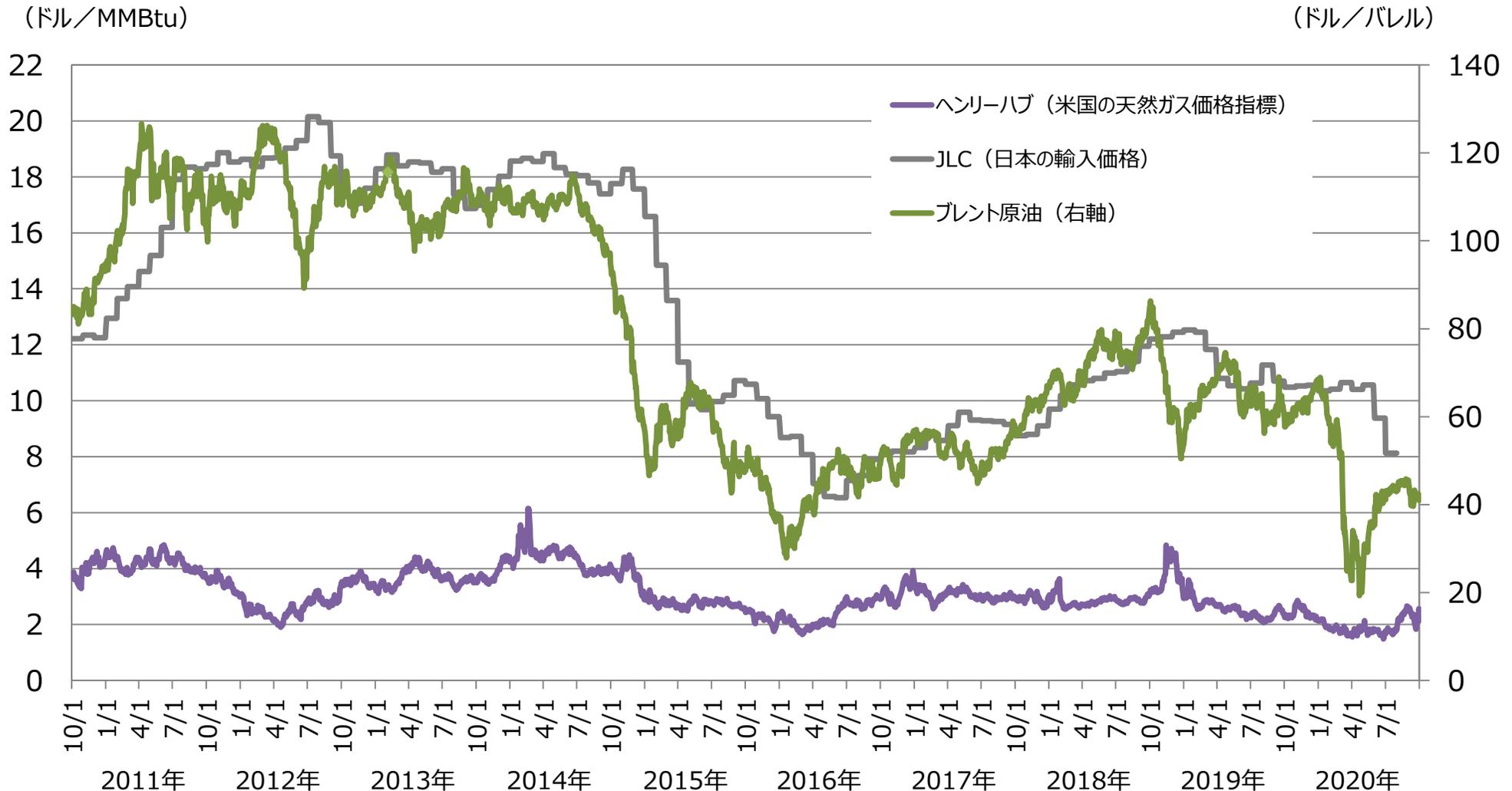
- 2011年から2014年半ばにかけては、アラブの春やイランの核開発疑惑といった地政学的要因から、原油価格は高止まり。その後、世界経済の先行きに対する懸念などから大きく下落。
- 2016年以降は、OPECプラスの減産合意や中東情勢の緊迫化などから上昇。2020年以降は、世界的な新型コロナウイルスの感染拡大やOPECプラスの協議決裂などから下落。



(出所) CME、日経

## (参考2) 天然ガス価格の動向

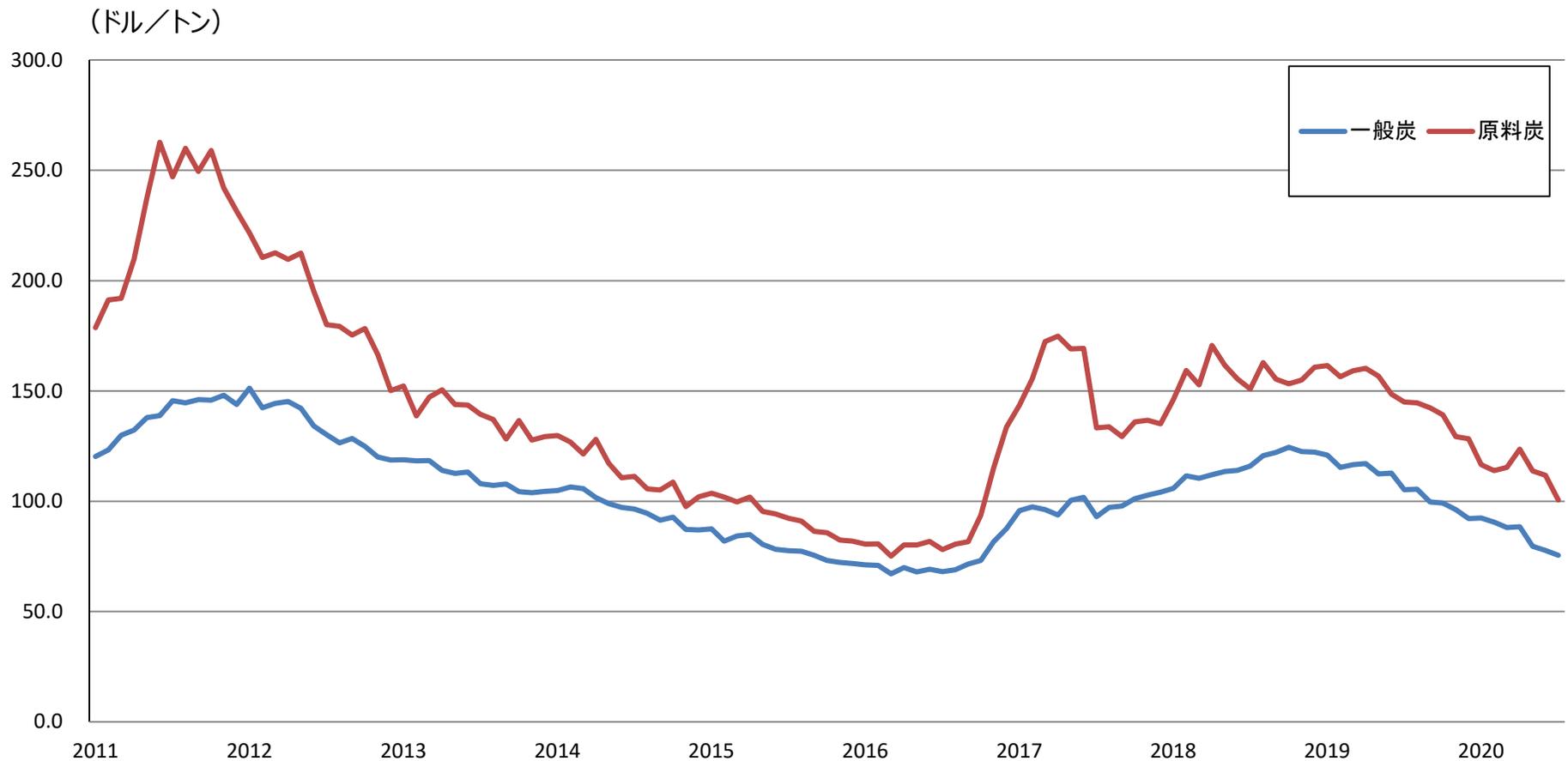
- 日本のLNG輸入価格（JLC）は、一般的に原油価格と連動（約3～4か月を経て反映）。
- 2014年半ば以降に世界経済の先行きに対する懸念などから原油価格が大きく下落した際、日本のLNG輸入価格も大きく下落。米国の天然ガス価格との乖離が一気に縮小した。



(出所) CME、財務省貿易統計

## (参考3) 石炭価格の動向

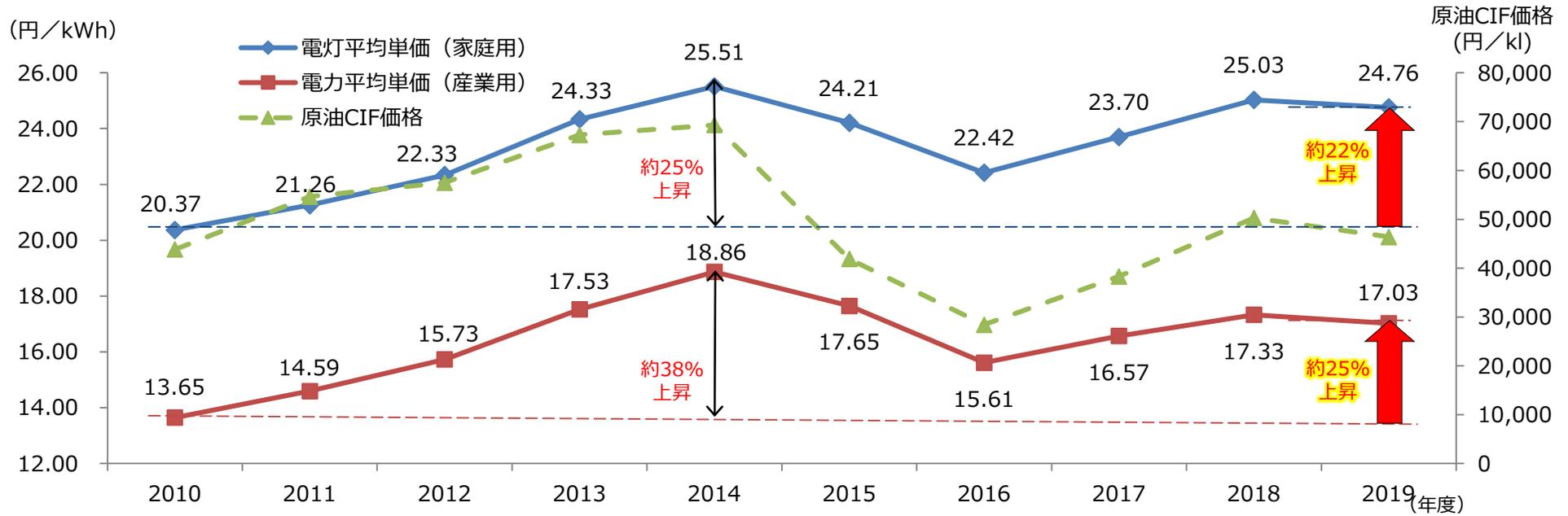
- 東日本大震災以降、中国をはじめとする世界的な需要の伸び悩みにより、2016年まで価格は下落。その後、世界最大の石炭消費国である中国の需要増加により一時的に価格が上昇したが、米中貿易摩擦により、2019年以降は再び下落。
- 一般炭については、石油・天然ガスに比べて価格が安定。



(出所) 財務省貿易統計等

# (参考4) 大手電力の電気料金平均単価の推移 (2010年度以降)

- 東日本大震災以降、原子力発電所の停止等により、大手電力（旧一般電気事業者）の値上げが相次ぎ、電気料金は大幅に上昇。
- 震災前と比べ、2019年度の平均単価は、**家庭向けは約22%、産業向けは約25%上昇**。



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
再エネ賦課金 (円/kWh)	-	-	0.22	0.35	0.75	1.58	2.25	2.64	2.9	2.95
原油CIF価格 (円/kl)	43,826	54,650	57,494	67,272	69,320	41,866	28,425	38,317	50,271	46,391
規制部門の料金改定	-	-	東京↗	北海道↗ 東北↗ 関西↗ 四国↗九州↗	中部↗	北海道↗ 関西↗	-	関西↘	関西↘	九州↘

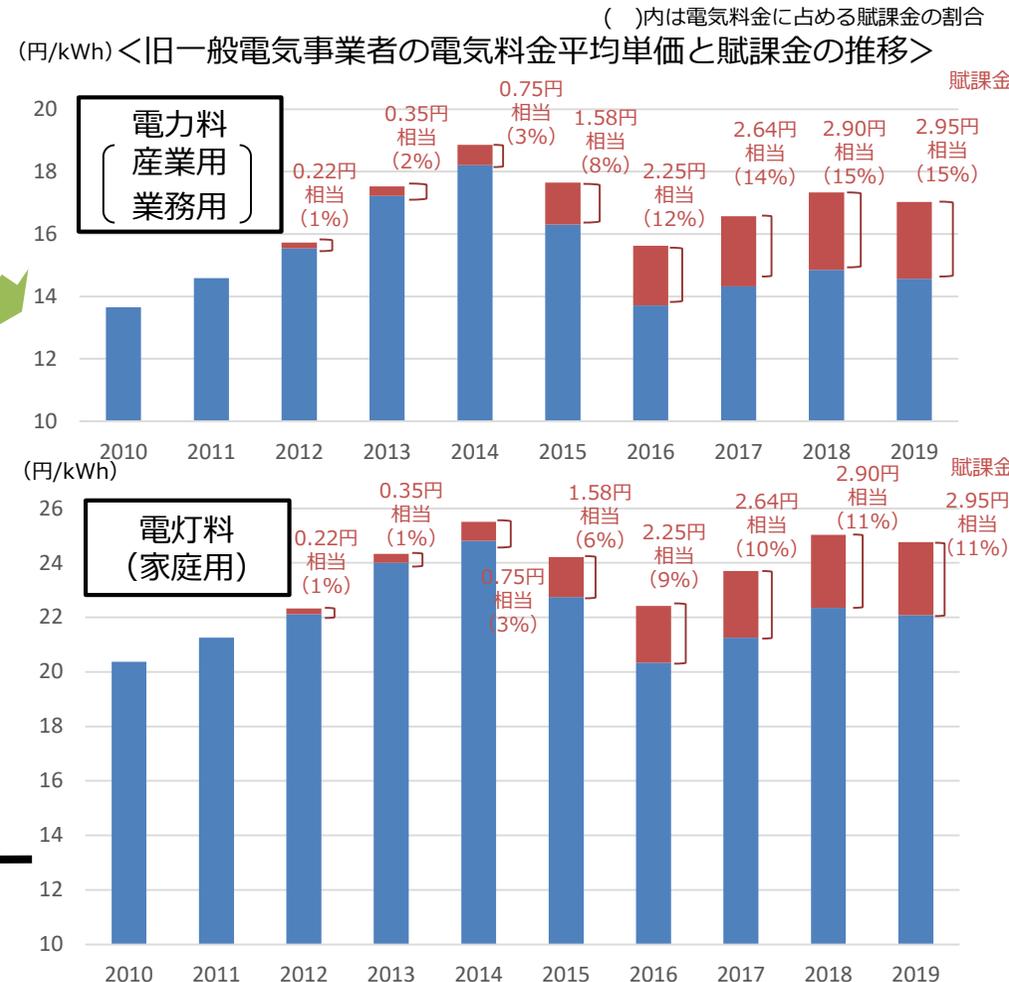
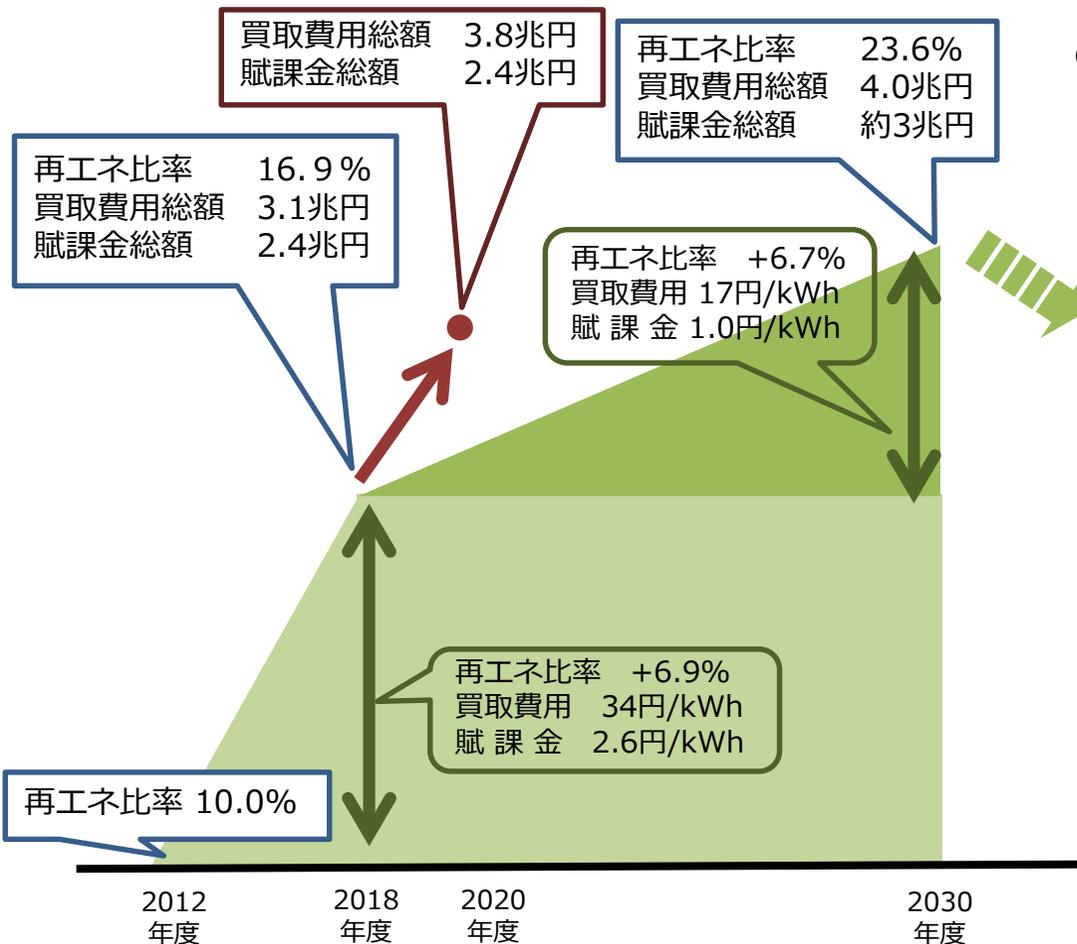
※北陸電力は、自由化部門のみの値上げを2018年4月1日に実施している。

※上記平均単価は、消費税を含んでいない。

(出所) 発受電月報、各電力会社決算資料等を基に作成

# (参考5) 国民負担の増大と電気料金への影響

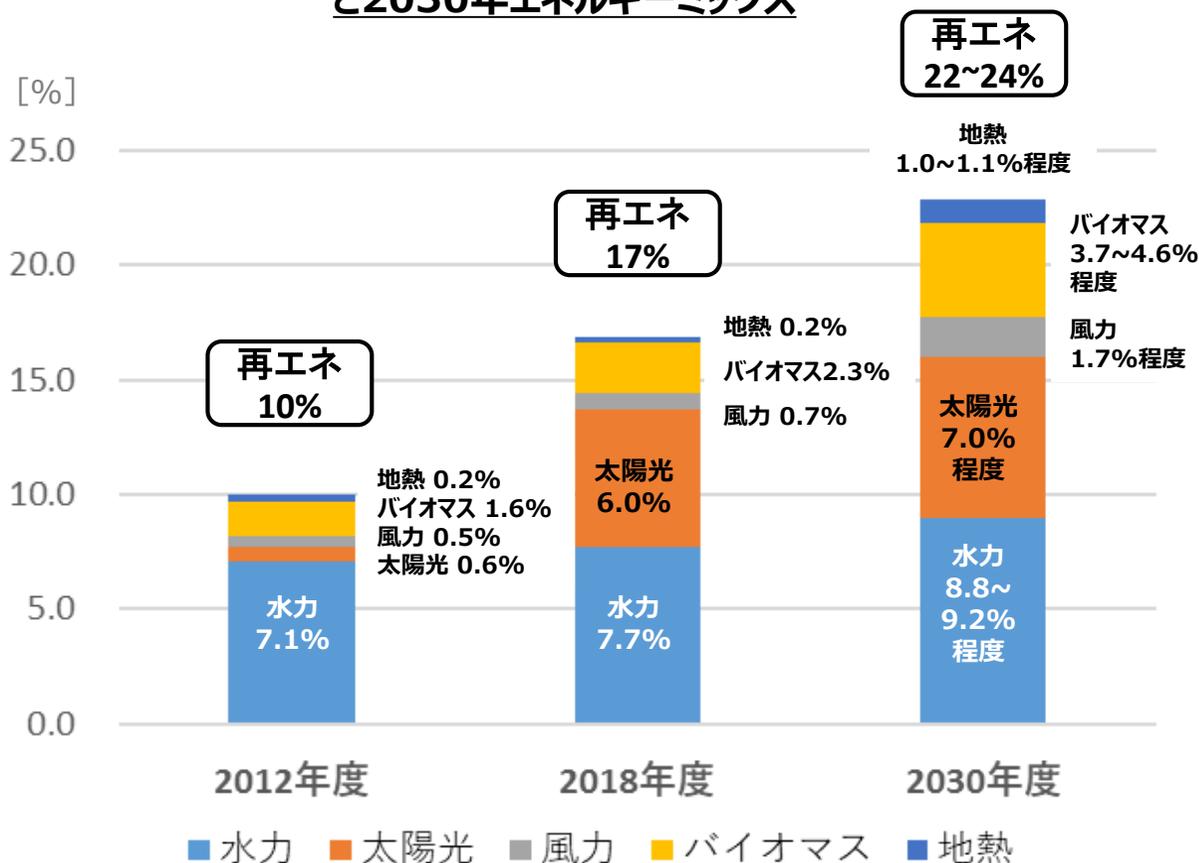
- 2020年度の**買取費用総額は3.8兆円、賦課金総額は2.4兆円。**
- これまで、再エネ比率10.0%→16.9% **(+6.9%)** に**約2兆円/年**の賦課金を投じ、今後、**7.1%を+約1兆円/年**で実現する必要。
- 今後、賦課金総額を抑制・減少させていくためには、**早期の価格引き下げ、自立化が重要。**



# (参考6) 再生可能エネルギーの導入状況

- FIT制度を2012年に導入し、**再エネ比率は17%** (2018年度)、**再エネ導入量は世界第6位** (2017年)と導入が拡大。
- **この6年間で約3倍**にという日本の増加スピードは、世界トップクラス。

我が国の再エネ比率の推移  
と2030年エネルギーミックス



発電電力量の国際比較 (水力発電除く)

単位：億kWh

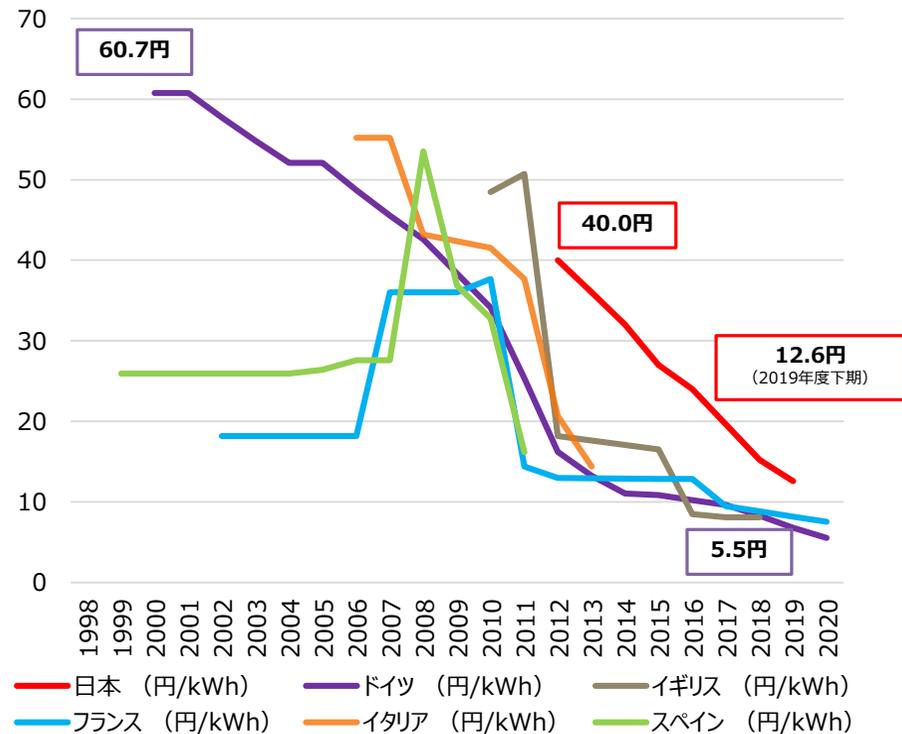
	2012年	2018年
日本	309	963 → 3.1倍
EU	4,319	6,743 → 1.6倍
ドイツ	1,217	1,962 → 1.6倍
イギリス	358	934 → 2.6倍
世界	10,693	21,870 → 2.0倍

出典：IEA データベースより資源エネルギー庁作成

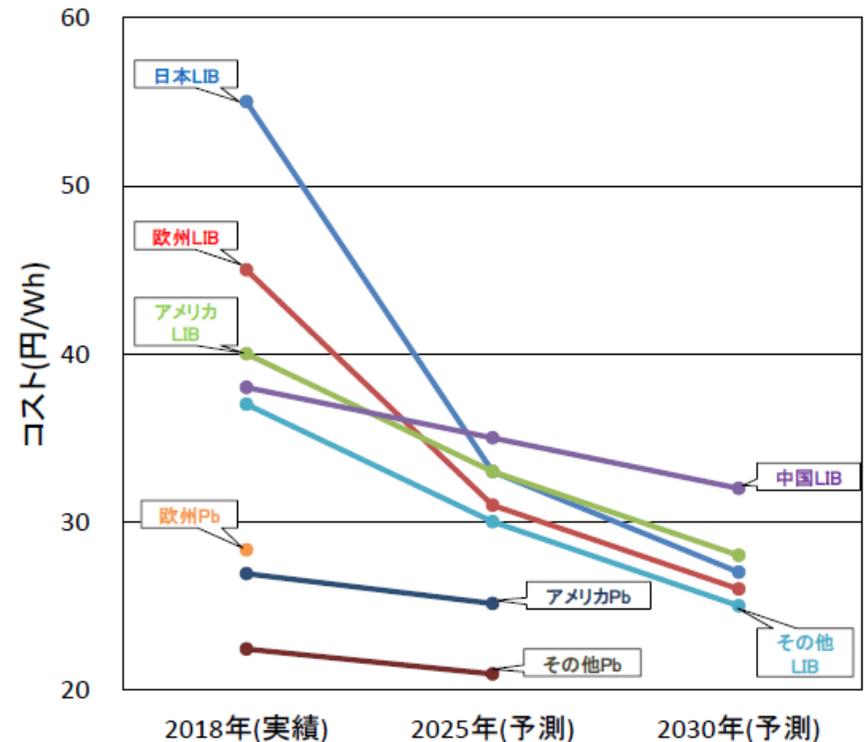
# (参考7) 再エネと蓄電池の価格低減

- 再エネはFITによる普及施策で価格低減が進むものの、従来電源と比べると高額であり、更なる低減を目指す必要。
- 蓄電池も着実な価格低減が進んでいるものの、大量普及には更なる価格低減が必要。

太陽光発電（2,000kW）の各国の買取価格



家庭用蓄電池の価格低減



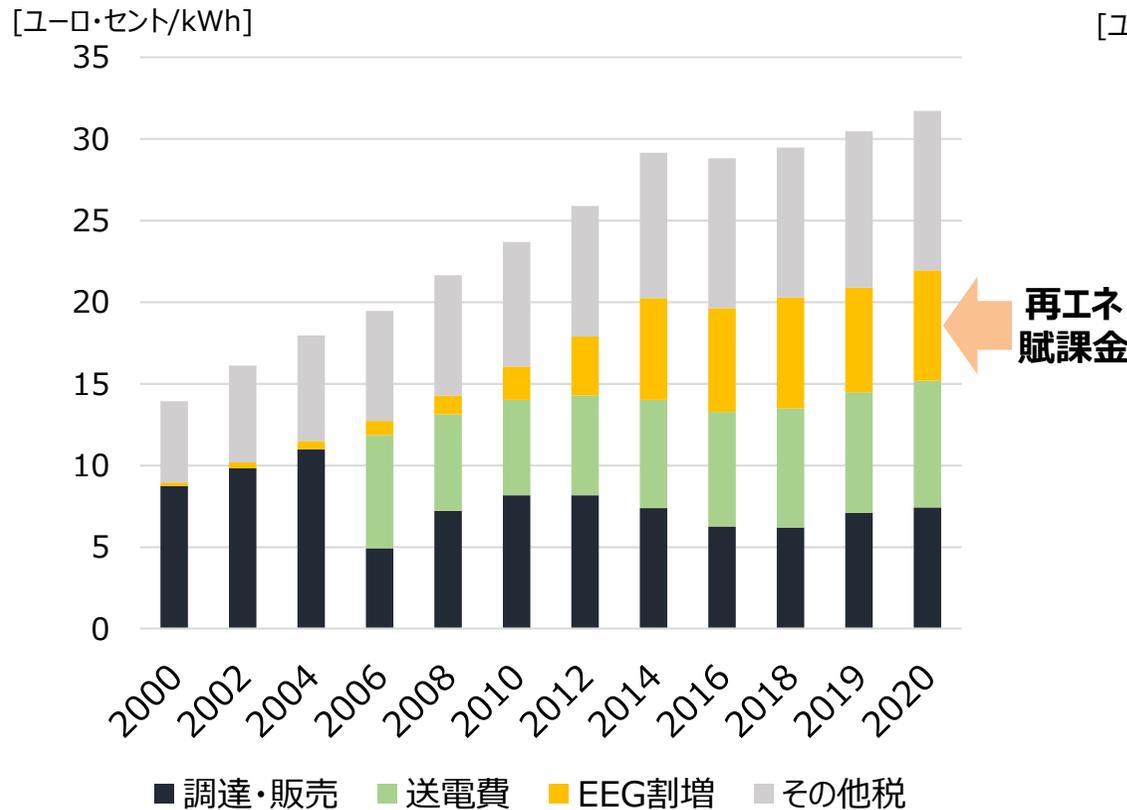
※資源エネルギー庁作成。1ユーロ=120円、1ポンド=150円で換算。  
欧州の価格は運転開始年である。入札対象電源となっている場合、落札価格の加重平均。

(出典) 民間レポートより資源エネルギー庁作成

# (参考8) ドイツにおける再エネとコスト負担

- ドイツでは再エネ普及政策による賦課金や系統安定運用に係る費用増により電気料金が増大。
- ドイツ政府は2020年6月にコロナ景気対策予算の一部である110億ユーロを活用し、賦課金額の抑制を実施予定。

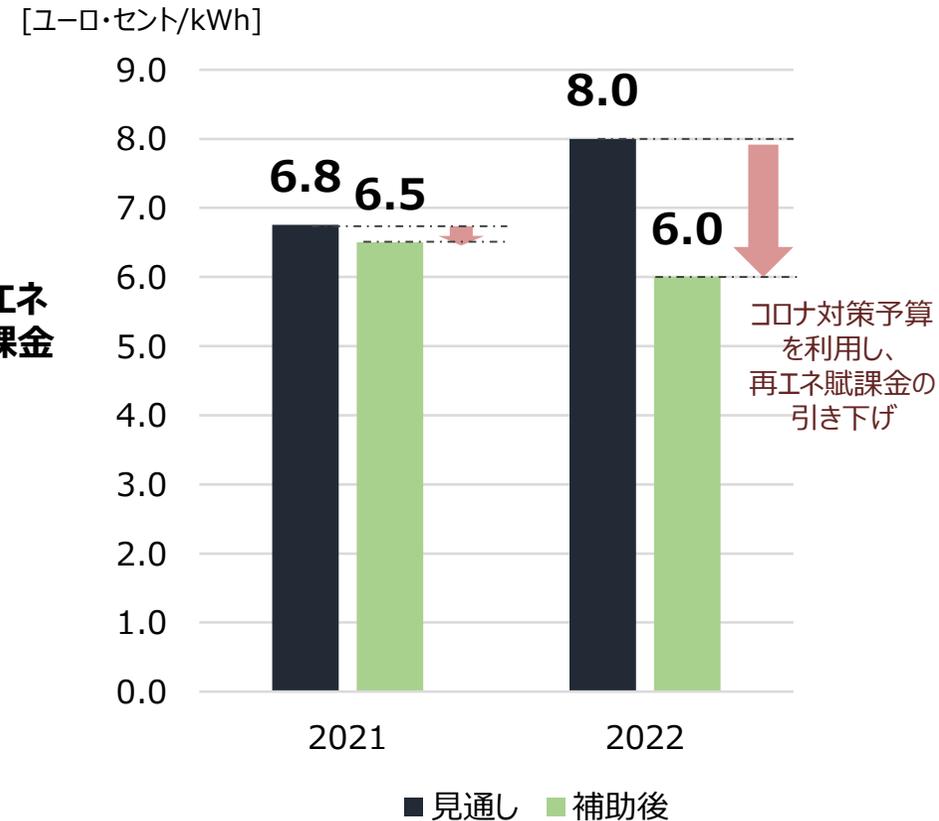
### ドイツにおける家庭用電力価格の構成と推移



※年間消費量3,500kWhの場合を想定  
 ※2000~2005年の調達・販売費は送電費を含む  
 ※2020年は付加価値税19%で計算

(出典) ドイツBDEW「Strompreisanalyse Juli 2020」

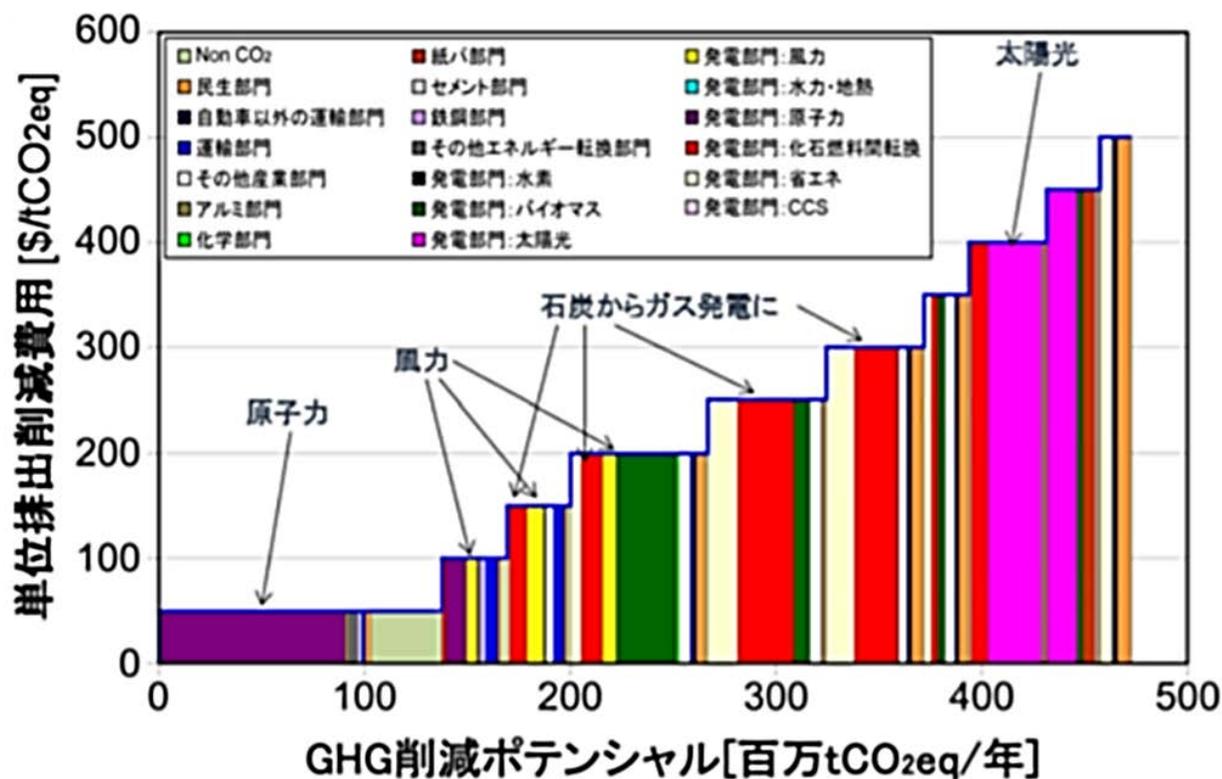
### コロナ禍における再エネ賦課金の上昇抑制



(出典) 電事連「海外電力関連トピックス情報」より作成

# (参考9) 脱炭素技術の普及に係るコスト負担

- エネルギー価格を低廉に維持することは国民生活の豊かさを確保するだけでなく、日本の産業競争力を保つ上でも非常に重要。
- 他方で、経済が成熟期に入ったことや、これまでの日本全体での省エネへの取組により、更なるCO2削減には相当のコストが生じる見込み。野心的なCO2削減目標には、省エネ・脱炭素技術のコストダウンが不可欠。



(出典) RITE「温暖化対策コスト評価およびその推計の前提となる投資の主観的割引率 (投資回収判断年数) について」(2018.5)

# (参考 10) 諸外国におけるエネルギー政策 (Economic Efficiency)

- 諸外国においても、産業競争力の強化の観点から、エネルギーコストの低減を重要視。電気料金も、各国とも産業用が比較的安価。

## 米国

### 安価なエネルギー供給は自国製造業の復興と雇用確保につながる

America must put the energy needs of American families and businesses first and continue implementing a plan that ensures energy security and economic vitality for decades to come. (中略) Moreover, low energy prices, driven by an increased American energy supply, will benefit American families and help reinvigorate American manufacturing and job growth.  
 (出典: Executive Order 13795 Implementing an America-First Offshore Energy Strategy)

## 英国

### 産業政策の核心は、安価なエネルギー供給を行いながら温室効果ガス排出を低減させることである

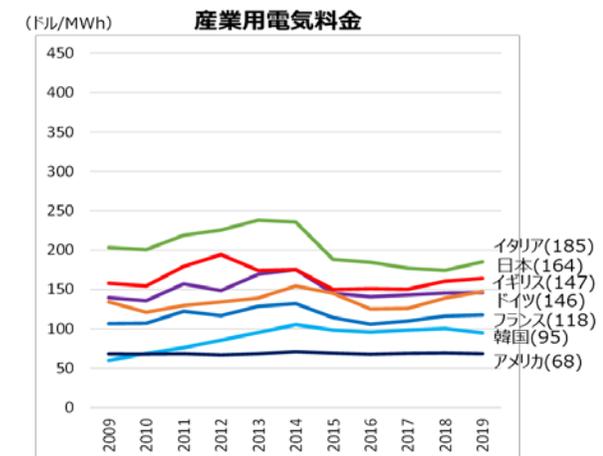
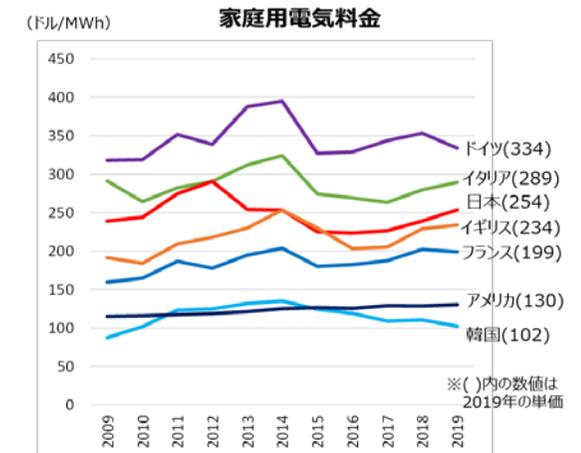
Clean growth means growing our national income while cutting greenhouse gas emissions. Achieving clean growth, while ensuring an affordable energy supply for businesses and consumers, is at the heart of the UK's Industrial Strategy. It will increase our productivity, create good jobs, boost earning power for people right across the country, and help protect the climate and environment upon which we and future generations depend. (出典: The Clean Growth Strategy)

## EU

### 他国と比較してエネルギーコストが高く、産業競争力 (特にエネルギー多消費産業) に悪影響を与えている

Wholesale electricity prices for European countries are at low levels, though still 30% higher than in the US. At the same time, post-tax electricity prices for households increased on average by 4.4% from 2012 to 2013. Wholesale gas prices are still more than twice as high as in the US. The price difference with other economies has an impact on the competitiveness of our industry, in particular our energy-intensive industries.  
 (出典: A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy)

## 各国のエネルギーコスト (電気料金)



(出所) IEA Energy Prices and Taxes (IEA データベース)を基に資源エネルギー庁作成

# (参考 1 1) 国境調整措置の概要

- 脱炭素化の取組と日本の国際的な産業競争力を維持するためにも、日本だけの取組にとどまらず、世界を巻き込んだ取組が不可欠。
- 欧州等では、国境調整措置（国内の気候変動関連措置の強化に伴う炭素リーケージの懸念から、排出量の多い国からの輸入について、国境において関税等を賦課しようとするもの）の検討が進展。

## 国境調整措置の主な手法

- 国境炭素税  
（温室効果ガスの量に応じた金銭的負担義務づけ）
- 排出権の購入義務づけ  
（市場における排出権調達の義務づけ）
- GHG排出が少ない産品への炭素税引き下げ  
（炭素税を導入した上で一部引き下げ）

## 考えられる論点

- 対象国、企業、セクター、対象品目の範囲
- 排出量を評価する場合の基準のあり方、カバレッジ（ex. 電気の電源構成まで含めるか）
- 排出量の証明方法（自己申告or第三者認証）。
- WTO整合性（GATT1,2,3,20条）

## 最近の動向

- 【EU】
- 昨年12月の「欧州グリーンディール」では、「特定のセクターにおける国境調整措置を2021年第2四半期に提案」の方針。現在パブリックコンサルテーション実施中（7/22-10/28）。
  - 今年5月の「復興基金」は7500億ユーロを市場から調達する予定。その返済のための財源として国境調整措置の導入、排出権のオークション収入、及びデジタル税が提示されている。

## 【米国】

- (民)バイデン議員：大統領選公約「炭素調整の課金や割り当てを課し、国際競争上の悪影響を緩和」
- (民)オカシオコルテス議員：グリーンニューディール「雇用と環境を強力に保護するための国境調整を講じる」
- (民)下院気候危機特別委の報告書：国境調整措置（輸入関税と輸出補助金）を立法する提案あり。
- (共)バンクス元大統領補佐官：GHG排出が少ない産品への炭素税引き下げを主張。

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
- 3. 3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）**
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

## 環境適合性（Environment）

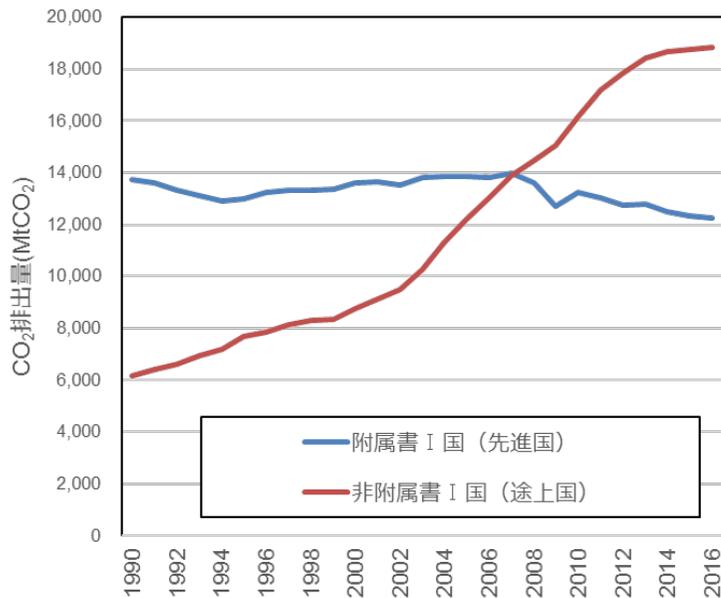
- **パリ協定を踏まえ、脱炭素社会の実現に向け、温室効果ガスの削減は引き続き最大限努力。エネルギー需給両面から更なる対応も検討。**
  - 世界のCO2排出量は増加傾向。世界的にも気候変動が一因と考えられる異常気象が世界各地で発生。（参考1～2）欧州、米国、中国では、気候変動対策を強化する動き。（参考3～17）
- **また、エネルギー関連設備の導入・廃棄に際して、周辺環境への影響も可能な限り低減する必要。**
  - 再エネの導入拡大が進むとともに、太陽光パネルの廃棄問題など新たな課題が発生。（参考18～36）

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
3. **3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. **環境適合性（Environment）**
    - －気候変動問題
    - －世界の動き
    - －日本の動き
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

# (参考 1) 世界全体の二酸化炭素排出量及び平均気温の推移

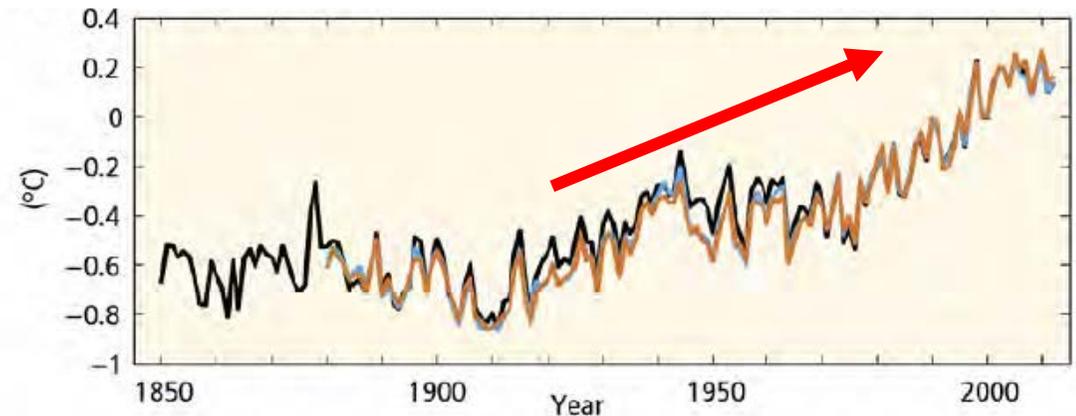
- 近年の世界の温室効果ガス排出の増加は、途上国の経済成長によるもの。  
(1990年から2016年の間に、非附属書 I 国 (途上国) の排出量は3倍近く増加)
- IPCCによると、全球地表平均気温は、1880年から2012年の間に0.85°C上昇。

## 二酸化炭素排出量の推移



## 全球地表平均気温の推移

(1990年を0°Cとした際の変位)



2000年から2010年までに	+93億トン
附属書 I 国	▲ 6億トン
非附属書 I 国	+99億トン

(出典) IPCC第5次統合報告書

(出典) IEA CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2019

## (参考2) 地球温暖化に関する科学的分析

- 地球温暖化の影響については、科学的分析も進展。IPCCは、2018年に発表した1.5℃特別報告書において、人為起源による気温上昇は、産業革命以前と比較して約1℃に到達し、現在のトレンドが続けば、2030年から2052年の間で1.5度を超えること等を発表。
- また、日本の気象庁も、猛暑や暖冬、豪雨などの風水害に関して、地球温暖化の影響を指摘。

### IPCC 1.5℃特別報告書 (2018)

- 人為起源による気温上昇は、産業革命以前と比較して約1℃に到達。現在のトレンドが続けば、2030年から2052年の間で1.5℃を超える。
- 1.5℃で安定化を図るためには、CO2排出量が急速に削減し、2030年までに対2010年比で約45%減少、2050年近辺までに正味ゼロに到達が必要。2℃で安定化を図る場合には、CO2排出量を2030年までに約20%削減し、2075年近辺に正味ゼロに達することが必要。
- 1.5℃で安定化を図るための緩和コストは、2℃シナリオよりも平均で3～4倍高い。

### IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書 (2019)

- 世界平均海面水位の上昇は低排出シナリオにおいて2100年に1986年～2005年と比べて0.43m、高排出シナリオにおいて2100年に0.84mが予測される。

### 気象庁気象研究所などによる発表

- 地球温暖化を考慮しなければ、2018年のような猛暑は起こりえなかった。
- 世界の気温上昇が2℃に抑えられたとしても、国内での猛暑日の発生回数は現在の1.8倍となる。
- 2018年の西日本豪雨についても、温暖化により、降水量が6～7%程度増加した可能性あり。(123地点で降雨量の記録が更新されたが、温暖化がなければ100地点未満にとどまっていた可能性)

<出典>

\*1 第2回 異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会、第2回 実行性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会、平成30年7月豪雨で発生した前線 中北委員資料

\*2平成30年7月の記録的な猛暑に地球温暖化が与えた影響と 猛暑発生の将来見通し

\*3 special report on the impacts of global warming of 1.5 °C

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
3. **3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. **環境適合性（Environment）**
    - －気候変動問題
    - －世界の動き
    - －日本の動き
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

## 世界の動き

- 気候変動問題の深刻化を背景に、欧州・中国では脱炭素化の動きが本格化。多額の政府資金を投じて、エネルギー・環境分野の産業を後押し、産業競争力の強化につなげる動きが加速。
- グローバル金融市場においても、気候変動問題への関心の高まり。こうした動きも背景となり、グローバル企業を中心に、脱炭素化への取組を強化。
- 米国も、パリ協定からの脱退を表明したトランプ政権と異なり、州単位、企業単位では脱炭素化の動きを加速。民主党バイデン候補も気候変動問題への対応強化を公約に掲げる。

## (参考3) 諸外国におけるCO2削減目標

- 欧州は2050年に関する野心的なCO2排出削減目標を宣言（EU及び英国はカーボンニュートラルを目指す/義務化）。米国も、民主党バイデン大統領候補は2035年の100%グリーン電源、2050年のカーボンニュートラルを目指すなど脱炭素化に積極的な姿勢。中国もカーボンニュートラルを目指すと表明。

### EU

- ✓ 2020年3月に長期戦略を提出。「2050年までに気候中立 (Climate Neutrality) 達成」を目指す。
- ✓ CO2削減目標を2030年に1990年比少なくとも55%とすることを表明。本目標に関連した法案を2021年6月までに提案。
- ✓ コロナからの復興計画を盛り込んだ総額1.8兆ユーロ規模の次期中期予算枠組(MFF)及びリカバリーファンドに合意。予算総額の30% (復興基金の37%) を気候変動に充当。

### 英国

- ✓ 気候変動法（2019年6月改正）の中で、2050年カーボンニュートラルを規定。
- ✓ 長期戦略については、2021年提出に向けて準備中。

### 中国

- ✓ 2020年9月の国連総会一般討論のビデオ演説で、習近平は2060年カーボンニュートラルを目指すと表明。
- ✓ EVやFCV等の脱炭素技術の産業育成に注力、2020年の新工ネ車の補助金予算は4,500億程度。

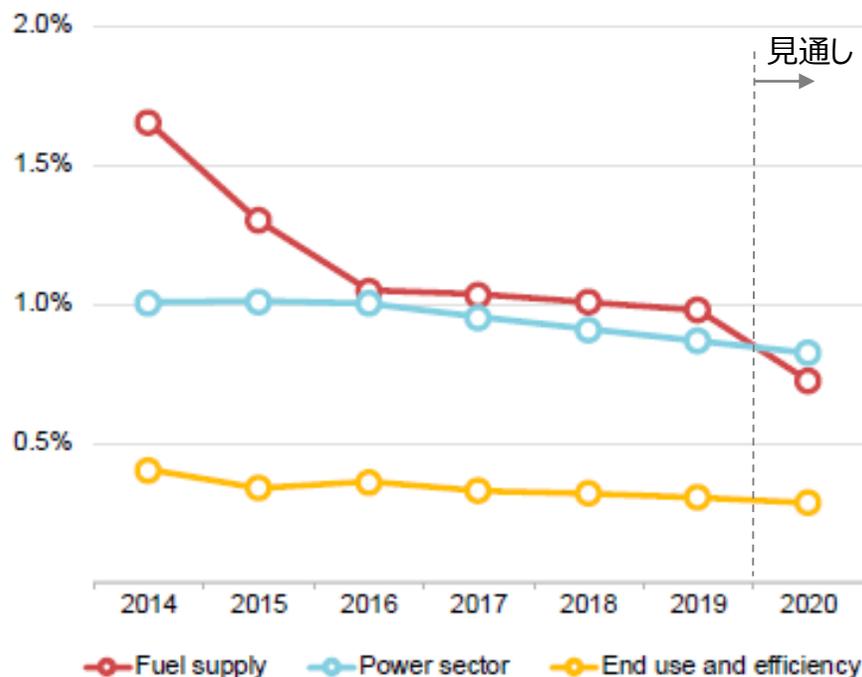
### 米国

- ✓ 2019年11月トランプ大統領はパリ協定脱退を決定。（本年11月に効力が発生）
- ✓ 一方、民主党は気候変動の課題を最重要政策の一つに位置づけ。バイデン候補は、2035年の電力脱炭素の達成、2050年以前のネット排出ゼロや、グリーンエネルギー等のインフラ投資に、4年間で2兆ドル投資する計画を発表。

# (参考4) EUのグリーンリカバリーによる需要喚起

- IEAは新型コロナウイルスの影響で短期的にエネルギー投資が低下すると予測。こうした中、EUはグリーンリカバリーを展開、約5,000億ユーロを再生可能エネルギーやクリーンモビリティ等へ投資し需要を喚起。

## 世界のGDPあたりのエネルギー投資 見通し (IEA)



(出典) IEA「World Energy Investment2020」

## 欧州ポストコロナ復興計画予算

総額 約1.8兆ユーロ



## 具体的な施策例

- ✓ 再生可能エネルギーの投資加速
- ✓ クリーンなモビリティへの投資
- ✓ リノベーションの促進
- ✓ EUタクソミーの規定
- ✓ CRM (重要原材料) の新行動計画

# (参考5) 欧米の製造業における動向

- 自動車業について、欧州主要自動車メーカーがEV製造にシフト、米テスラや中国メーカー等も販売台数を伸ばし、EVの国際競争は加速化。
- こうした国際競争の中、欧州委員会は自動車のライフサイクル全体のCO2排出量評価について検討を進めており、蓄電池については「EUバッテリー指令」において、製造時のカーボンフットプリントの宣言を要求。脱炭素を起点とした市場形成・保護を図る。

## 主要自動車メーカーのEV戦略

独VW	2025年に年間250万台、2028年までに累積2,200万台のEV販売台数をめ指す
独BMW	2025年まで毎年EV・PHEVの販売台数を30%増大させる
米Ford	2022年までにEVに115億円を投資
トヨタ	2025年までに年間550万台の販売台数をめ指す (HEV・PHEVが450万台以上、EV・FCVが100万台以上)
日産	2022年まで年間250万台の電動車 (HEV含む) をめ指す

## 欧州行政動向

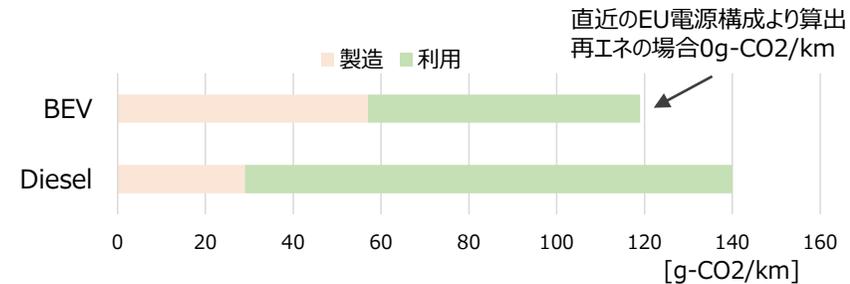
### 自動車のLCA規制に関する動向

2023年までにLCAのCO2排出量の評価手法の構築可能性について評価する必要がある (EU燃費規制)

### EUバッテリー指令の改正内容 (2020.6時点案)

バッテリーのカーボンフットプリント (CFP) 及びリサイクル材料使用率の自己宣言 (+ラベル表示?)

## 民間企業動向



✓ 欧州行政の動向を受けて、民間企業でもLCAに関する検討を進める動きあり

## (参考6) 米国の動向

- 2019年11月トランプ大統領はパリ協定からの脱退を正式に決定。(本年11月に効力が発生)
- 一方、州政府では、パリ協定を支持する州知事の連合体 (US Climate Alliance) が発足。
- 産業界でもカーボン・ニュートラルに向けた取組みが活発化。

### 連邦政府 (トランプ政権)

- **パリ協定脱退** (2017年に宣言、2019年11月に国連に通告。)
- **グリーン・パワー・プラン** (電力事業者向けの二酸化炭素排出削減に関する政策)、自動車の燃費・二酸化炭素排出規制等、オバマ政権時代の取組みの撤回・見直し。

### 州政府

- **米国気候同盟**の発足。  
※トランプ大統領のパリ協定脱退宣言を受け、2017年に発足。現在25の州知事が参加。

### 民間企業

- **カーボン・ニュートラル**に向けた取組み加速
- **企業連携**によるイニシアティブの立ち上げ加速



Microsoft

amazon



## (参考7) バイデン大統領候補の気候変動政策

- インフラ整備・雇用対策を前面に出し、極めて野心的な気候変動に関する公約を発表。
- 2兆ドル規模のグリーンエネルギーへの投資。CO2排出につき、2035年に電力セクターでネットゼロ、遅くとも2050年までに社会全体としてネット・ゼロを達成。
- パリ協定への復帰。就任100日以内に主要排出国の首脳が参加する気候サミットの開催。

### <環境正義> – バイデン気候変動の基本思想

- 気候変動や環境問題に現れている不平等（劣悪な雇用、貧困地域や先住民地域へのエネルギーインフラ立地、環境・安全規制の逸脱と貧困層への健康被害等）の是正を追求。
- 政策メリットの40%は社会的弱者に向かうよう設計。

### <体制強化> “All of Government”アプローチ

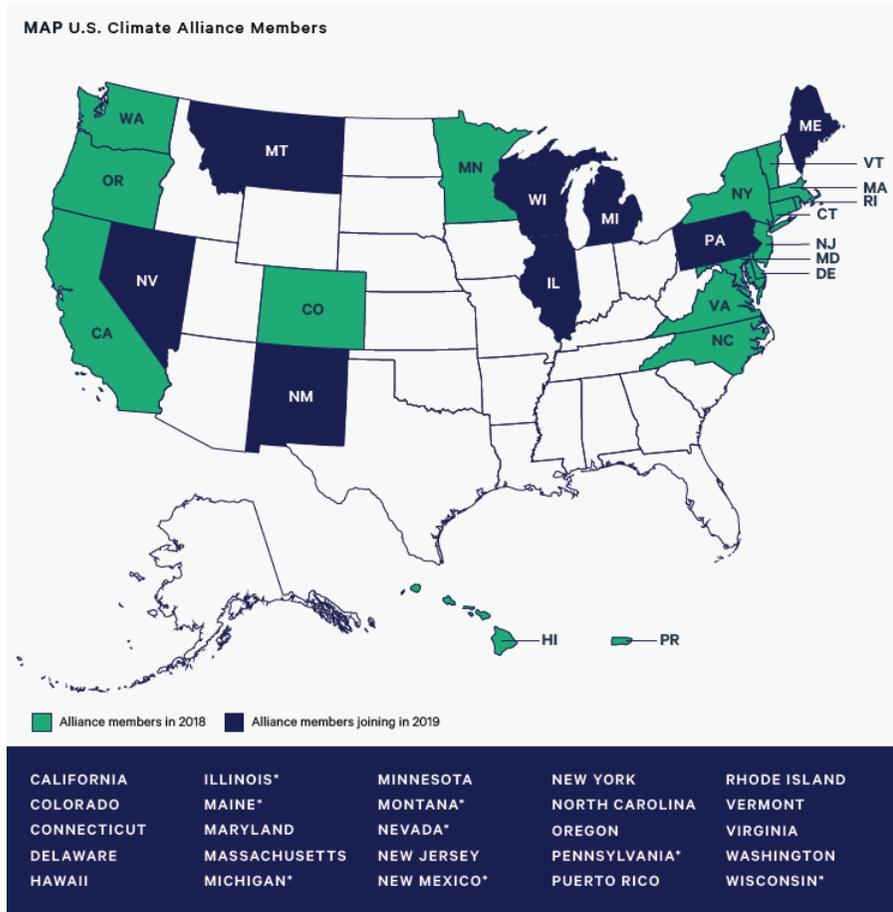
- 大統領に直接レポートする環境諮問委員会 (the Council on Environment Quality, CEQ)にレポートする組織として、環境正義諮問委員会と環境正義省庁間協議会を創設。
- 司法省に環境・気候正義課を設置し、企業による汚染の責任追及。
- ARPA-C(Advanced Research Projects Agency-Climate)を創設し、環境技術に関するイノベーションを推進。

### <主要な気候変動の公約>

- 遅くとも2050までに社会全体でCO2排出ネット・ゼロ、2035年までに電力セクターにおけるCO2排出ネットゼロを達成。
- 就任当日にパリ協定へ復帰。100日以内に気候サミット開催。（COP26に向けてより野心的な目標の提示を促す）
- 電力セクター・イノベーション・環境正義等を含む、グリーンエネルギーへの4年間で2兆ドル規模の投資計画。
- 4年間で400万棟の商業ビルの改修、200万棟の住宅の断熱化。50万か所のEV充電設備を整備。
- エネルギー貯蔵技術、CCUS、次世代の建築材料、再生可能水素、先進的な原子力等、重要なグリーンエネルギー技術の大幅なコスト削減を実現するためのイノベーションの加速。
- 「ミッションイノベーション」に再関与。

# (参考8) 米国気候同盟 (United States Climate Alliance)

- 2017年、ニューヨーク、カリフォルニア、ワシントンの3州は、パリ協定の目標を達成するため、州知事の連合による「米国気候同盟」を立上げ。
- 2019年にミシガン州、ウィスコンシン州なども参加し、現在、25の州知事が同盟に参加。



\*Alliance member joined in 2019

## 加盟州の同意内容

- 2025年までに温室効果ガスの排出量を2005年比で少なくとも26～28%削減することを目標に、パリ協定の目標を推進する政策を実施。
- (パリ協定の評価を行うために世界が招集された場合を含め、) 適切な状況で進捗状況を追跡し、グローバルコミュニティに報告。
- 州および連邦レベルで炭素汚染を削減し、クリーンエネルギーの展開を促進するための新規および既存の政策を加速。

<http://www.usclimatealliance.org/>

# (参考9) 米国企業における脱炭素化への動き① (米国IT産業)

- 特に、大手テック企業がサプライチェーン全体の脱炭素化、エネルギー転換／技術への投資を先導。

## マイクロソフト

- ・2030年までにカーボンネガティブを達成し、2050年までに創業以来排出してきたCO2の量を除去。(2020年1月)
- ・2025年までに企業活動の直接的、間接的排出量ほぼゼロにし、2030年までにサプライチェーン全体、製品のライフサイクル全体なども考慮した排出量の半分以上削減。
- ⇒7月より、サプライヤーにGHG排出量レポート及び排出削減に向けた計画の提出を求める。
- ⇒1月に、10億ドルのファンドを創設し、カーボンネガティブの達成に向けた技術開発を支援。
- ⇒カーボンフットプリント計算用システムをクラウド利用者に提供。

## アマゾン

- ・従業員からの声により、2040年までにカーボンニュートラルを目指す「クライメート・プレッジ・イニシアティブ」立ち上げ。(2019年9月)
- ⇒配達用のEVを10万台購入。8月末、欧州で使うための1800台以上のEVをメルセデスベンツから追加購入。
- ⇒6月、気候変動に資する技術の開発のために、20億ドルのファンドを立ち上げ。
- ⇒自社のインフラ（データセンター等）を支える再生エネルギープロジェクトを複数立ち上げ

## グーグル

- ・2020年9月、2030年までに自社のデータセンターとオフィスをカーボンフリー化することを表明。
- ・2030年までに50億ドル以上の投資により、製造地域に5GWのカーボンフリーエネルギー（風力、太陽光、地熱、バイオマス、原子力、水力、揚水発電、蓄電池）を供給、500以上の都市で年間1Gt以上の炭素排出量削減を実現。
- ⇒2020年9月14日に、大企業として初めて、カーボンオフセットの購入によりカーボンレガシー（創業以来輩出した炭素）を排除し、正味CO2排出量をゼロとした。
- ⇒8月に、環境・社会の課題解決に取り組むイニシアティブのために57億5,000ドルのサステナビリティ・ボンドを発行。

## アップル

- ・2020年7月、2030年までにサプライチェーンをカーボンニュートラルにすることを約束。(2018年よりデータセンターの電力を風力発電で賄う等、企業運営は100%再生可能エネルギーを使用。)
- ・1億ドルの平等と正義のためのイニシアティブの一環として、インパクトアクセラレーターを設立し、マイノリティ所有の事業に対して集中的に投資。
- ⇒低炭素の製品デザイン（低炭素の再生材料使用、製品のライフサイクル、可能な限りエネルギー効率が上がるような製品デザイン等）や関連技術（リサイクル作業ロボット等）の開発。
- ⇒先進のカーボンフリー・アルミニウム精練法の開発に注力。

- 製造業においても、脱炭素を目指す動きが加速。

## Ford Motor Company

- 2020年6月、大手自動車メーカーフォードは2050年にカーボンニュートラルを宣言。
- 自動車利用、製造（サプライベース）、企業のファシリティ3分野に注力。

### 会社概要

1903年設立。世界販売ランキング6位（2019年）

## Dow Inc.

- 素材化学企業のDow Inc.は、2020年6月、気候変動とプラスチック廃棄物に関する2050年にむけた目標を発表。
- 気候変動対策に関して、「2030年までに年間CO2排出量を2020年の基準比で正味の500万トン（15%）削減し、さらに2050年までにカーボンニュートラル」を目指す。

### 会社概要

1897年設立。本社はミシガン州ミッドランド。世界31カ国で109カ所の製造拠点を操業。世界3位の売り上げ。

## United States Steel Corporation (U.S. Steel)

- 大手総合鉄鋼メーカーのUnited States Steel Corporationは、2018年のベースラインに基づき、2030年までに温室効果ガス排出原単位を20%削減することを発表。全世界の事業に適用する。（2019年11月）
- 低炭素で製造可能な鉄スクラップ利用を増やす等、ビジネスモデルの転換を図る。

### 会社概要

1901年設立。本社は、米国ペンシルベニア州ピッツバーグ。米国および中央ヨーロッパで主要事業を展開。年間2,200万トンの製鋼能力を持つ。（世界27位）

# (参考 1 1) 中国の動向

- 9月の国連総会で、習国家主席が、**①2060年までのカーボンニュートラル**、**②NDC（国家自主的貢献度）の引き上げ**、**③CO2排出量を2030年以前に頭打ちさせること**、を表明。
- 2015年、2049年（中国建国100周年）までに製造大国トップを目指した「**中国製造2025**」では、9つの重点戦略と10の重点分野を発表。「**グリーン製造の全面的推進**」が重点戦略に、「**省エネ・新エネルギー自動車**」や「**電力設備**」が重点分野に含まれている。
- 政府の**新エネルギー車（NEV）振興政策**により、**世界最大のNEV市場に急成長**。**全世界のNEV販売台数（約185万台）の過半（56%）が中国**。BYD等の中国自動車メーカーが世界シェアの上位に。 ※新エネルギー車（NEV）：プラグインハイブリッド車（PHV）、電気自動車（EV）、燃料電池車（FCV）の総称
- **太陽光、風力など再生可能エネルギーへの投資**でも世界をリード。

## <中国製造2025の重点政策・分野>

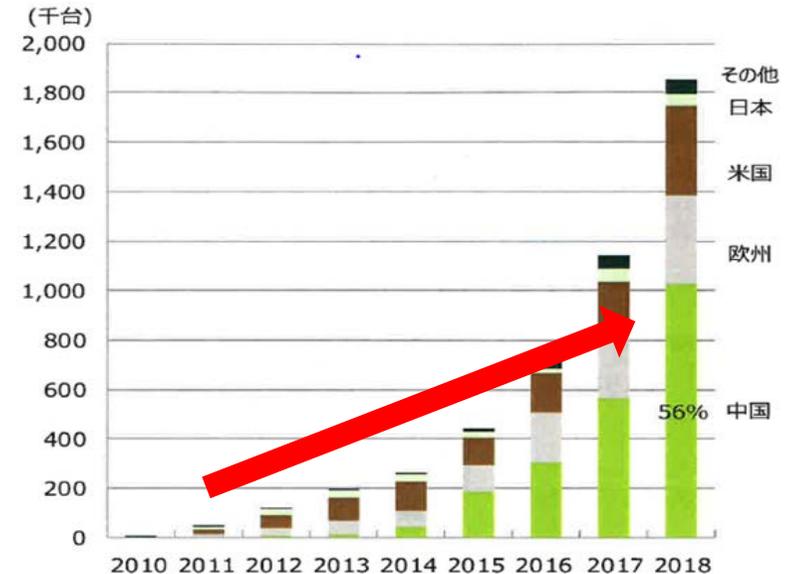
### 9の重点政策

- ① 国家の製造イノベーション能力の向上
- ② 情報化と産業化のさらなる融合
- ③ 産業の基礎能力の強化
- ④ 品質・ブランド力の強化
- ⑤ **グリーン製造の全面的推進**
- ⑥ 重点分野における飛躍的發展の実現
- ⑦ 製造業の構造統制のさらなる推進
- ⑧ サービス型製造と生産者型サービス業の發展促進
- ⑨ 製造業の国際化發展レベルの向上

### 10の重点分野

- ① 次世代情報技術産業
- ② ハイエンド工作機械・ロボット
- ③ 航空・宇宙用設備
- ④ 海洋工程設備・ハイテク船舶
- ⑤ 先進的軌道交通設備
- ⑥ **省エネルギー・新エネルギー自動車**
- ⑦ **電力設備**
- ⑧ 農業用機器
- ⑨ 新材料
- ⑩ バイオ医薬・高性能医療機械

## <世界の新エネ乗用車販売台数の推移>



(出典) マークラインズのデータを基にSMBC作成 ※販売台数が統計可能な地域のみを対象

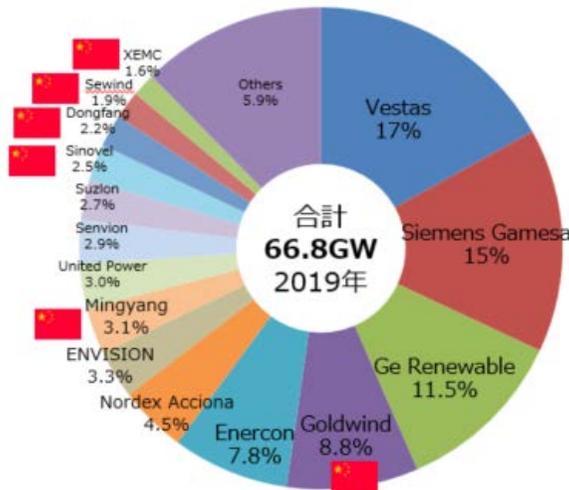
# (参考 1 2) 中国における脱炭素技術の状況

- 太陽光、風力など再生可能エネルギーの設備投資等において、中国は世界をリード。新エネ自動車政策などは、我が国の産業政策にも影響。環境対策を、産業政策の一環として活用している面も。
- 水素・燃料電池産業についても戦略的に育成していく方針。

## 風力発電に関する中国企業の成長

- **中国は風力発電分野で世界をリード**（2017年**新規設備容量は世界全体の37%**）。
- **中国市場はほぼ国内メーカーで生産。世界市場での中国の風力タービンメーカーのシェアも拡大。** 海外市場で採用されるケースも。

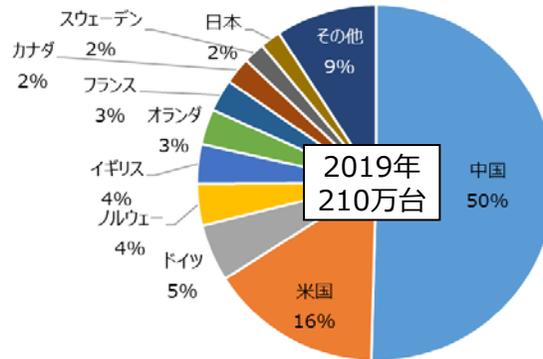
世界の風力発電タービンメーカーシェア（2019）



出典: GWEC Intelligence 「Global Wind Market Development Supply Side Data 2019」

## EV、PHV産業政策

- NEV向け補助金などにより、中国のEV、PHVマーケットは急速に拡大（**世界市場の半分**）。



(出典) Global EV Outlook2020より作成

- **優良なバッテリーメーカーのリスト**（「**ホワイトリスト**」）を作成。補助金対象は、このリストのバッテリーを搭載した新エネ自動車だけ（**国内バッテリーメーカーの優遇策として批判あり**）。

＜リチウムイオンバッテリー世界市場シェア＞

日系43%(2016)→28%(2019)

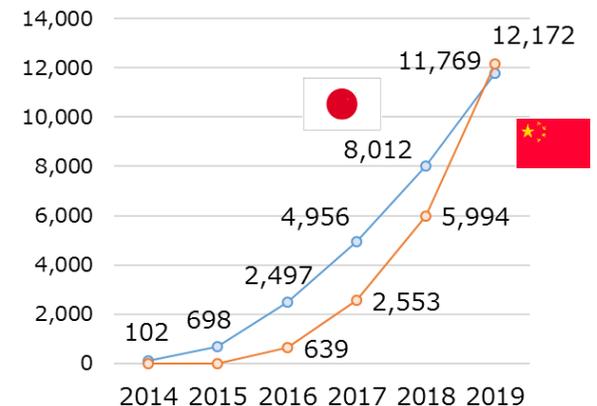
中国系29%(2016)→40%(2019)

(出典) 「2020年版 HEV, EV関連市場徹底分析調査」等

## 水素・燃料電池産業の育成

- 中国は未利用の再生エネが多く、風力、太陽光、水力の未利用電力（1000億kwh）を使えば水素を**200万トン**製造できるとの試算も。
- 燃料電池自動車について、**2030年に累計100万台の生産**を達成するとの野心的目標を策定。

### 日中の燃料電池自動車の累計販売台数



(出典) 日本はHySUT提供、中国はNEDO「中国の水素・燃料電池産業の動向」より作成



# (参考 1 4) 金融界における気候変動対策への関心の高まり

- 世界の金融界では、数年前からカーボンニュートラルへの動きは始まっており、国内の金融界でもESG投資における関心事は気候変動問題が最多。

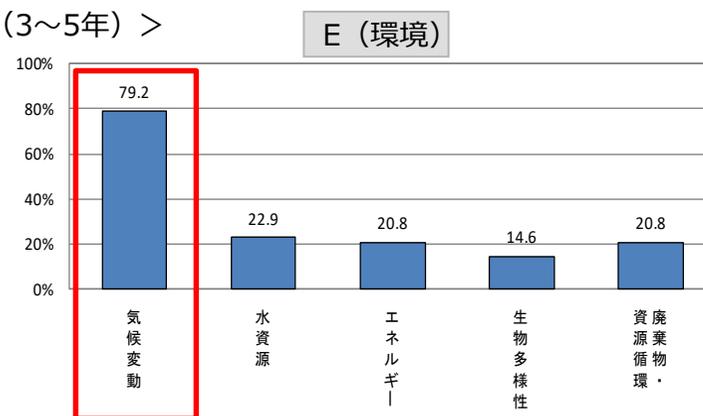
## ダイベストメントの例

2015/5	ノルウェー政府系ファンド（資産9,000億ドル）による収入・発電を石炭に依存する企業への投資（80億ドル）の中止が決定
2015/10	米国カリフォルニア州では、CalPERS（カリフォルニア州職員退職年金基金）、CalSTRS（カリフォルニア州教員退職年金基金）に対し燃料炭からの投資引き上げを求める法案が成立。翌2016年1月、カリフォルニア州保険長官が州内保険会社に対し、燃料炭からの投資引き上げと炭素関連資産の開示を要請
2017/12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 世銀は、最貧困国向けの一部事業を除き、2019年以降、石油や天然ガスの探査・採掘に原則として融資しない方針を表明。</li> <li>✓ 仏アクサは、石炭産業からの28億ドル相当の投資の引き上げ、石炭火力発電所の建設に関わる企業の保険や投資を扱わない方針を発表。</li> <li>✓ オランダの金融大手INGグループは、2025年末までに石炭火力発電への依存度が5%以上の電力会社に対する融資を中止すると発表</li> </ul>

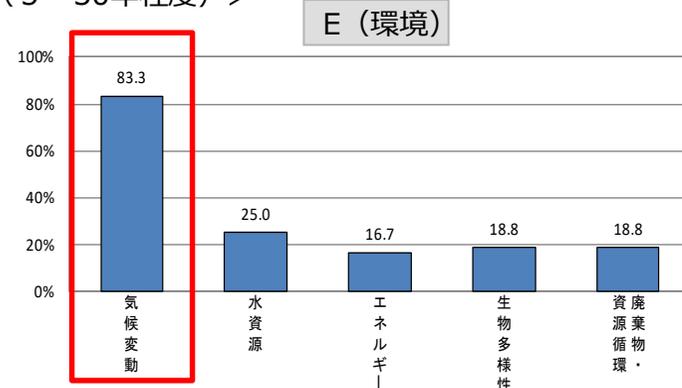
## 日本の金融界における関心事

中期（3～5年）、長期（5～30年）のスパンで、ESG投資を行う上で重視するポイントは、気候変動問題が最多。

<中期（3～5年）>



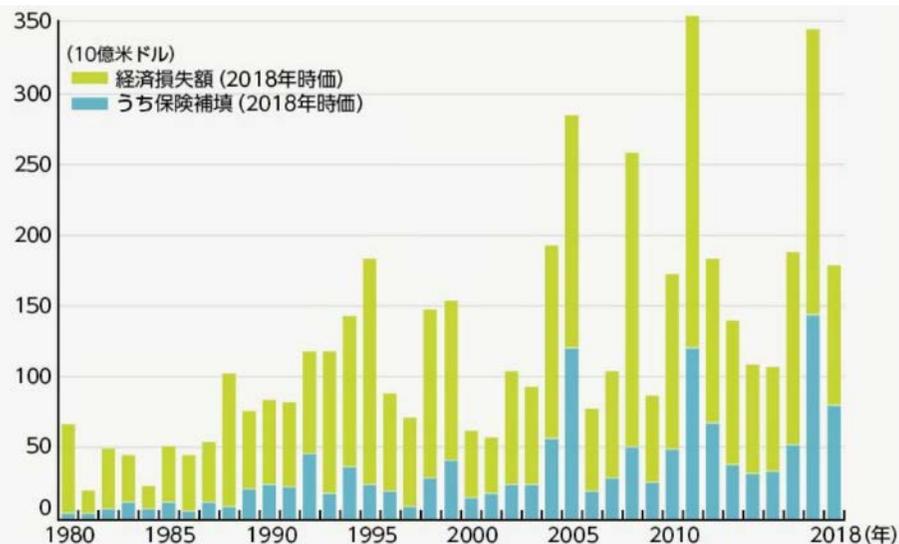
<長期（5～30年程度）>



# (参考 15) 世界的な異常気象の広がり、これを踏まえたファイナンスの動向

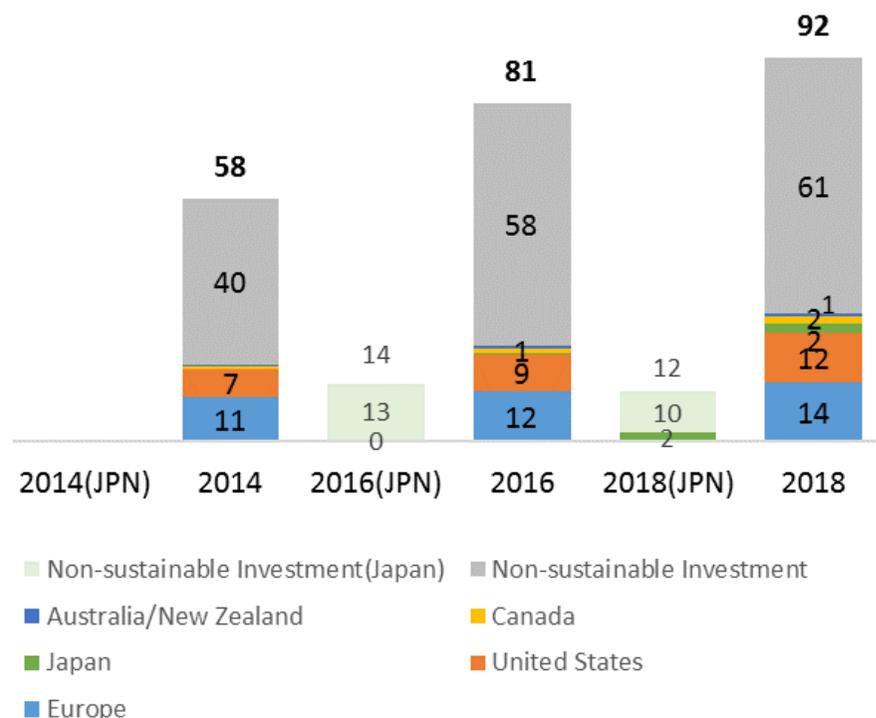
- 異常気象の広がりにより、経済損失額、保険補償額が世界的にも拡大傾向。
- ESG投資の世界全体の総額は、2018年には、30.7兆ドルまで拡大。投資市場の約3分の1をESG投資が占める状況。

## 世界における気象災害の経済損失と保険損害の推移(地震による損害を含む)



出典: Munich Reinsurance Company.

## 投資市場全体に占めるESG (サステナブル) 投資額の推移 (兆ドル)



< 出典 > Global Sustainable Investment Review 2016、2018より作成  
(注1) 2019年度末時点

# (参考16) 気候関連情報の開示に関する国際的な動向

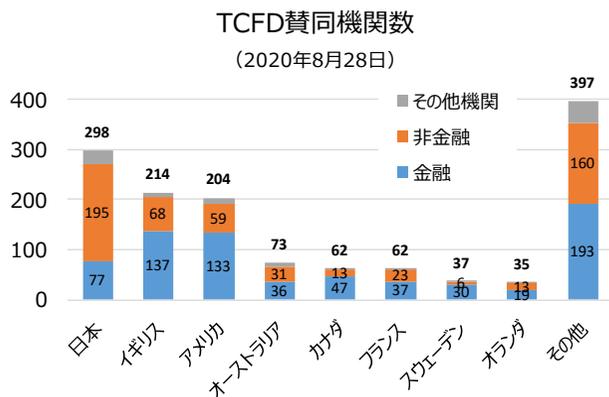
- G20の要請を受け、FSB（金融安定理事会）がTCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）を設置。TCFD提言において、気候関連情報について、ガバナンス、戦略、リスク管理、指標・目標の4項目について開示を推奨。
- また昨今、グローバル企業の気候変動対策についての情報開示・評価の国際的なイニシアティブ（SBT、RE100等）の影響力が拡大し、国内企業も対応を求められている。

※SBT…産業革命比の気温上昇を「2度未満」に維持するために、企業が気候科学の知見（IPCC）と整合した削減目標を設定するためのスタンダード / RE100…事業運営を100%再生可能エネルギー電力で調達することを目標に掲げるイニシアチブ

## TCFD

- 世界で1,382(うち日本で298機関)の金融機関、企業、政府等が賛同表明
- **世界1位 (アジア1位)**

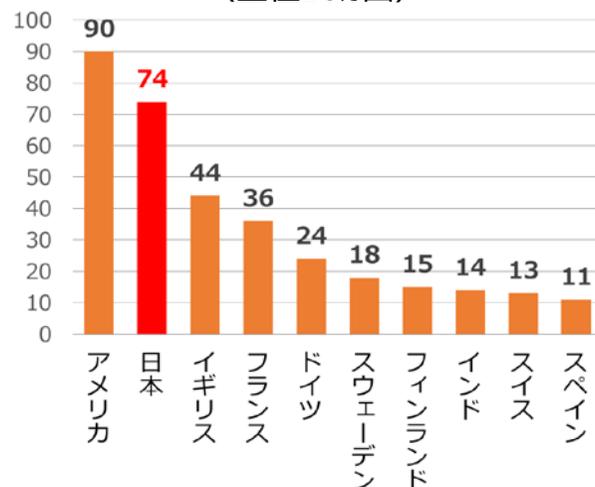
TCFD賛同企業数（上位10カ国）



## SBT

- 認定企業数：世界で445社(うち日本企業は74社)
- **世界2位 (アジア1位)**

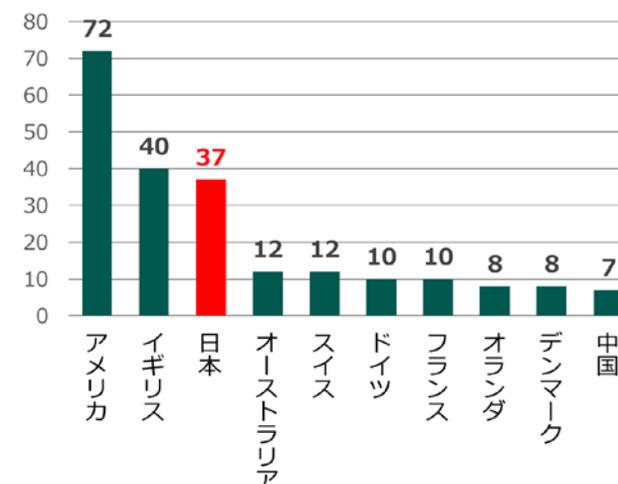
SBT国別認定企業数グラフ (上位10カ国)



## RE100

- 参加企業数：世界で253社(うち日本企業は37社)
- **世界第3位 (アジア1位)**

RE100に参加している国別企業数グラフ (上位10カ国)



[出所]TCFDホームページ TCFD Supporters (<https://www.fsb-tcfd.org/tcfd-supporters/>) より作成

[出所]Science Based Targetsホームページ Companies Take Action (<http://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/>) より作成。

[出所] RE100ホームページ (<http://there100.org/>) より作成。

# (参考 1 7) EUサステイナブル・ファイナンス

- EUは、単一の金融市場である「資本市場連合(Capital Market Union EU(CMU))」の構築に向け、サステイナブル・ファイナンスを重要な柱と位置づけ。持続可能な発展に資する分野への資金誘導のための施策を検討。
- 2016年12月以降、金融総局において専門家グループ (Sustainable Finance High-Level Expert Group(HLEG)) を発足させて検討を進め、2018年3月、欧州委員会はサステイナブル・ファイナンスに関する新たなアクションプランを発表。
- 第一のアクションが「タクソミー」(環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義したもの)の策定。欧州委員会はタクソミーの検討を、テクニカル・エキスパート・グループ (TEG) に委任。金融に対しても、投資先のうちタクソミー適合割合の開示を要求。

(※) EUサステイナブル・ファイナンス アクションプラン : 10のアクション

Action Plan: Financing Sustainable Growth 概要	
1	持続可能な活動におけるEU分類システムの構築
2	グリーンファイナンス商品の基準およびラベルの作成
3	持続可能なプロジェクトへの投資の促進
4	投資アドバイスにおける持続可能性の組み入れ
5	サステナビリティ・ベンチマークの開発
6	格付けおよびリサーチにおけるよりよいサステナビリティの組み込み
7	機関投資家およびアセットマネージャーの義務の明確化
8	ブルデンシャル(健全性)要件へのサステナビリティの組み込み
9	持続可能な開示と会計ルールの強化
10	持続可能なコーポレートガバナンスの促進と資本市場における短期的な投資の減衰

「サステイナブル」の定義を明確化し、具体的基準を示す「タクソミー」の作成

「タクソミー」に基づいて実施予定

(※) テクニカル・エキスパート・グループ (TEG)

- 2018年6月に発足。日本の審議会のようなもの。
- メンバーは35名。構成は、金融機関14、市民団体7、ビジネス・産業団体7、アカデミア・リサーチ3、データ提供会社2、その他2。**金融以外の企業：EnBW AG(独のエネルギー企業)とユニリーバのみ。**
- **4つのサブグループに分かれ、①タクソミーの構築、②EUグリーンボンド基準、③低炭素ベンチマーク、④気候関連情報の開示**について議論を行い、2019年6月18日に①～③に関するレポートを公表。また、欧州委員会は同日、気候関連財務情報に関するガイドライン(④※法的拘束力なし)を公表。

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
3. **3E+Sを目指す上での課題**
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. **環境適合性（Environment）**
    - －気候変動問題
    - －世界の動き
    - －日本の動き
4. 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

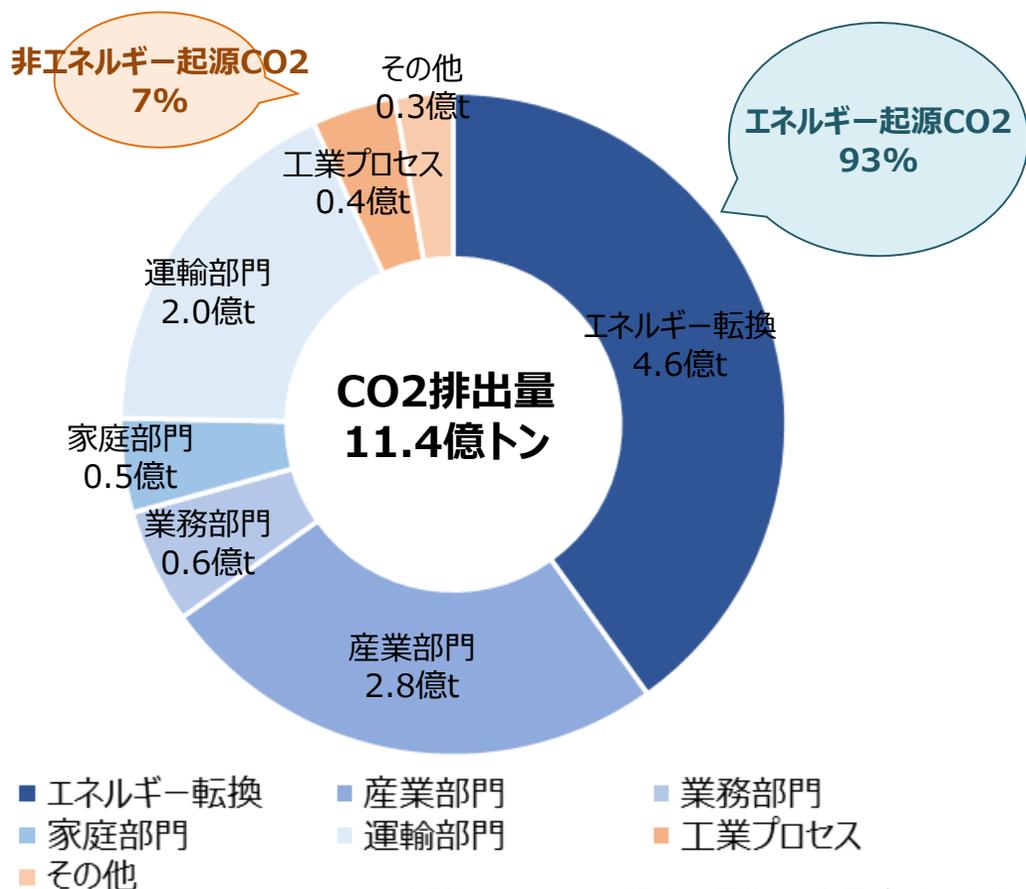
## 日本の動き

- これまでも、世界第5位のCO2排出国として、様々な排出抑制策を実施。現状、2015年のエネルギーミックス、それを踏まえた地球温暖化対策計画に基づき、2030年までに、エネルギー起源CO2排出量を2013年比25%削減するべく政策を進める。
- また、パリ協定長期戦略に基づき、今世紀後半のできるだけ早期に脱炭素社会、2050年までに80%の温室効果ガスの削減を目指す。
- こうした取組の一環として、本年1月には革新的環境イノベーション戦略を策定し、温室効果ガスの大幅削減につながる39分野におけるイノベーションの実現、社会実装に取り組む。
- また、発電時にCO2を排出せざるをえない火力発電対策として、非効率石炭火力のフェードアウト、海外への石炭火力輸出支援の厳格化、IGCCの実証事業などに取り組むとともに、排出されるCO2対策としてCCUSの早期実用化や新たなエネルギー源としての水素の大量導入などに取り組む。

# (参考 18) 日本／世界のCO2排出量

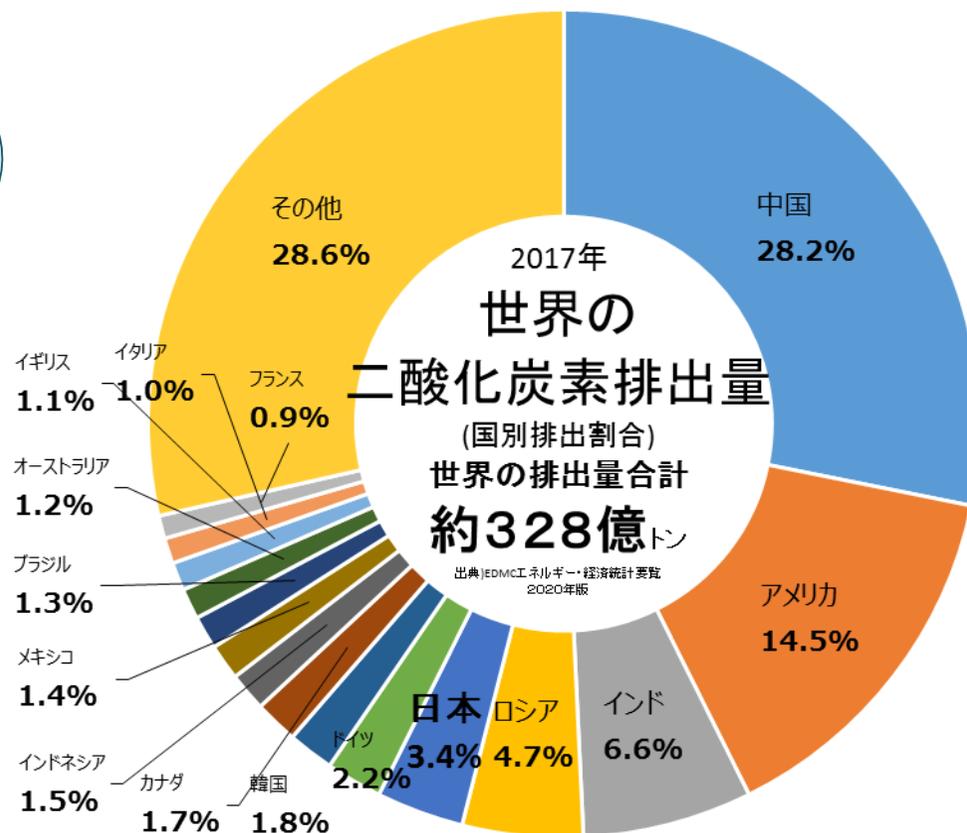
- 日本のCO2排出量は、世界で5番目。CO2排出の内訳の太宗はエネルギー起源が占める。

## 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19) 日本の気候変動対策の取り組み

- 世界的な気候変動対策の動きも踏まえ、日本政府としても取組を進める。

2015年	7月	エネルギーミックス策定	2030年	<b>エネルギー起源CO2▲25%</b> 再エネ22～24% 原子力22～20%
		INDC (約束草案) 策定	2030年	<b>GHG▲26% (=エネルギーミックス)</b>
	12月	パリ協定採択		
2016年	5月	地球温暖化対策計画策定	2050年	<b>GHG▲80%を目指す</b> 国連気候変動枠組条約事務局に提出した「日本の約束草案」に基づき、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度において、 <b>2013年度比26.0%減(2005年度比25.4%減)の水準にするとの中期目標の達成に向けて着実に取り組む。</b> (中略) 我が国は、パリ協定を踏まえ、全ての主要国が参加する公平かつ実効性ある国際枠組みの下、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、 <b>地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。</b>
	11月	パリ協定発効	2050年	<b>今世紀後半にGHGのネットゼロを達成</b> 世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも <b>2℃高い水準を十分に下回るものに抑える</b> とともに、 <b>1.5℃高い水準まで制限するための努力を継続</b>
2017年	4月	長期地球温暖化対策プラットフォーム報告書	2050年	<b>GHG▲80%は既存技術では困難</b> 国際貢献・グローバルバリューチェーン・イノベーション
	7月	第5次エネルギー基本計画策定	2030年	<b>エネルギーミックスの確実な実現</b>
			2050年	エネルギー転換・脱炭素化への挑戦 (=パリ協定：今世紀後半CN)
2019年	4月	パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた懇談会提言	2050年	<b>GHG▲80%に大胆に取り組む 最終到達点脱炭素社会</b> 最終到達点としての「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に <b>今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指す</b> とともに、2050年までに80%の削減に <b>大胆に取り組む</b>
	6月	長期戦略策定		
2020年	3月	NDC (再提出) 決定	2030年	<b>GHG▲26%の確実な実現</b> 我が国は、 <b>2030年度に2013年度比▲26%(2005年度比▲25.4%)の水準にする削減目標を確実に達成することを目指す。</b> また、我が国は、 <b>この水準にとどまることなく、中期・長期の両面で温室効果ガスの更なる削減努力を追求していく。</b>

# (参考20) 革新的環境イノベーション戦略のポイント

- 非連続なイノベーションにより社会実装可能なコストを可能な限り早期に実現することが、世界全体でのGHGの排出削減には決定的に重要。
- **世界のカーボンニュートラル**、更には、**過去のストックベースでのCO<sub>2</sub>削減（ビヨンド・ゼロ）**を可能とする革新的技術を2050年までに確立することを目指し、パリ協定長期成長戦略に掲げた目標に向けて社会実装を目指していく。

## イノベーション・アクションプラン

革新的技術の2050年までの確立を目指す具体的な行動計画  
(5分野16課題)

- ①コスト目標、世界の削減量、②開発内容、③実施体制、④基礎から実証までの工程を明記。

□ : GHG削減量  
◆ : 代表的な技術例

### I. エネルギー転換 約300億トン～

- ◆ 再生可能エネルギー（太陽、地熱、風力）を主力電源に
- ◆ 低コストな水素サプライチェーンの構築
- ◆ 高効率・低コストなパワーエレクトロニクス技術等による超省エネの推進

### II. 運輸 約110億トン～

- ◆ グリーンモビリティ、高性能蓄電池等による自動車（EV、FCEV）等
- ◆ バイオ燃料航空機

### III. 産業 約140億トン～

- ◆ 水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現
- ◆ 人工光合成を用いたプラスチック製造の実現
- ◆ CO<sub>2</sub>を原料とするセメント製造プロセスの確立/CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの開発

### IV. 業務・家庭・その他・横断領域 約150億トン～

- ◆ 温室効果の極めて低いグリーン冷媒の開発
- ◆ シェアリングエコミーによる省エネ/テレワーク、働き方改革、行動変容の促進

### V. 農林水産業・吸収源 約150億トン～

- ◆ ブルーカーボン（海洋生態系による炭素貯留）の追求
- ◆ 農林水産業における再生可能エネルギーの活用 & スマート農林水産業
- ◆ DAC（Direct Air Capture）技術の追求

## アクセラレーションプラン

イノベーション・アクションプランの実現を加速するための3本の柱

### ① 司令塔による計画的推進

#### 【グリーンイノベーション戦略推進会議】

府省横断で、基礎～実装まで長期に推進。既存プロジェクトの総点検、最新知見でアクションプラン改訂。

### ② 国内外の叡智の結集

#### 【ゼロエミ国際共同研究センター等】

G20研究者12万人をつなぐ「ゼロエミッション国際共同研究センター」、産学が共創する「次世代エネルギー基盤研究拠点」、「カーボンリサイクル実証研究拠点」の創設。「東京湾岸イノベーションエリア」を構築し、産学官連携強化。

#### 【ゼロエミクリエイターズ500】

若手研究者の集中支援。

#### 【有望技術の支援強化】

「先導研究」、「ムーンショット型研究開発制度」の活用、「地域循環共生圏」の構築。

### ③ 民間投資の増大

#### 【グリーン・ファイナンスの推進】

TCFD提言に基づく企業の情報発信、金融界との対話等の推進。

#### 【ゼロエミ・チャレンジ】

優良プロジェクトの表彰・情報開示により、投資家の企業情報へのアクセス向上。

#### 【ゼロエミッションベンチャー支援】

研究開発型ベンチャーへのVC投資拡大。

## 東京ビヨンド・ゼロ・ウィーク

国際会議等を通じ、世界との共創のために発信

### RD20

クリーンエネルギー技術分野におけるG20の研究機関のリーダーを集める研究機関主体の国際会合。

### TCFDサミット

「環境と成長の好循環」を実現していくため、世界の企業や金融機関のリーダーを集めて対話を促す国際会合。

### ICEF

技術イノベーションによる気候変動対策を協議する国際会合。

### 水素閣僚会議

グローバルな水素の利活用に向けた政策の方向性について議論。

### カーボンリサイクル産学官国際会議

カーボンリサイクルの実現に向けて、各国の革新的な取組や最新の知見、国際連携の可能性を確認するとともに、各国間の産学官のネットワーク強化を促進。

### L N G産消会議

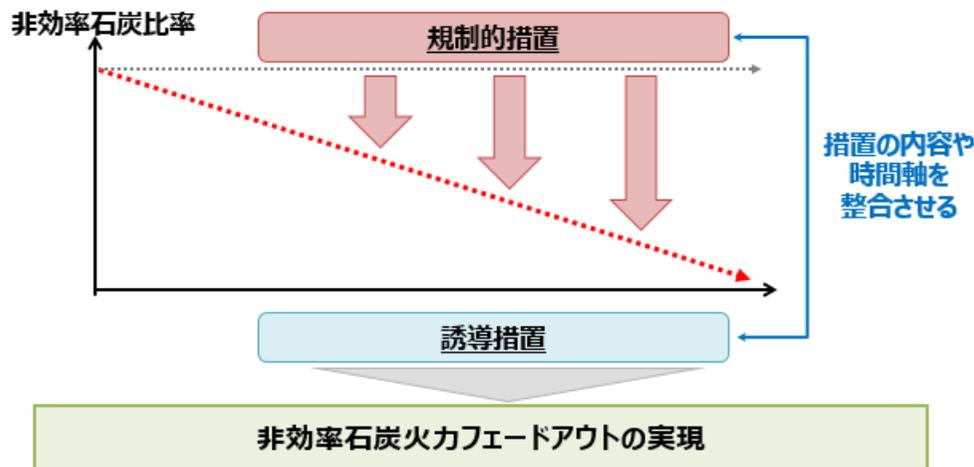
低炭素社会への移行に向けた切り札となるL N Gの脱炭素化に向けた取り組みを世界に先駆けて発信。

# (参考 2 1) 非効率石炭フェードアウトに向けた取組

- 2030年のエネルギーミックスの達成に向け、足下32%の石炭火力比率を、非効率石炭火力のフェードアウトによって26%にする必要がある。
- その実現に向け、①省エネ法を踏まえた新たな規制的措置の導入、②容量市場等により安定供給に必要となる供給力を確保しつつ、非効率石炭の早期退出を誘導するための仕組みの創設、③再エネの大量導入を加速化するような基幹送電線利用ルールの抜本の見直し、について検討を進めているところ。

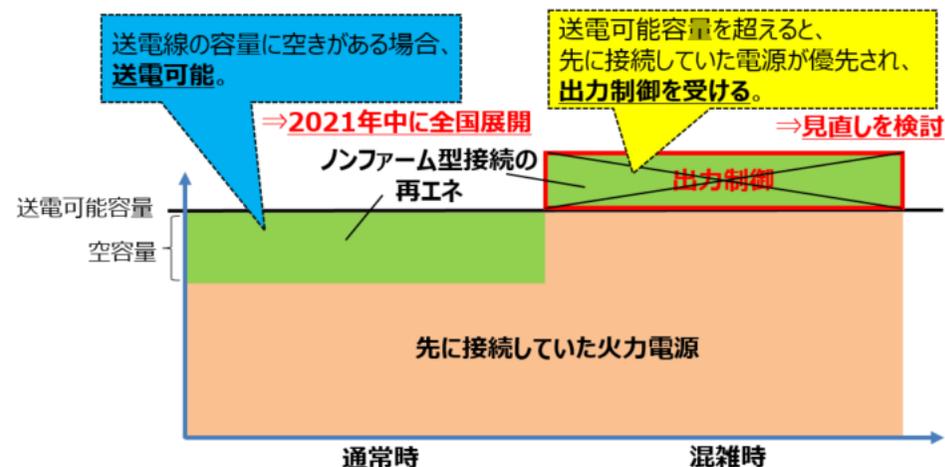
## 【①規制的措置と②誘導措置】

- ✓ “非効率”を発電方式ではなく発電効率を基本として考えつつ、省エネ法を踏まえた新たな規制的措置について、事業者ヒアリング等を実施しながら検討中。
- ✓ また、容量市場の在り方を検討する中で、非効率石炭のフェードアウトの誘導措置として取りうる措置を検討中。
- ✓ なお、事業者の予見性を確保しつつ、施策の実効性を確保していくため、規制的措置と誘導措置はパッケージとして検討を進めていく。



## 【③基幹送電線の利用ルールの見直し】

- ✓ 現行の先着優先ルールでは、ノンファーム型接続をした再エネは、送電線混雑時に、先に接続した非効率な石炭火力等に劣後して出力制御を受けるといった問題が生じるため、新たな混雑管理の方法について詳細議論中。



# (参考22) 非効率石炭フェードアウトに向けた検討の場及びスケジュール

① 2030年フェードアウト  
に向けた規制的措置

② 安定供給の確保・  
早期フェードアウト誘導

③ 基幹送電線の利用  
ルールの抜本見直し

## ● 7/3(金) : 閣議後会見 (大臣の検討指示)

- 非効率な石炭火力の「2030年までのフェードアウト」や再エネ導入の加速化に向けた新たな仕組みの導入について、**7月中に検討を開始。**



## ● 7/13(月) : 電力・ガス基本政策小委員会 ⇒ 検討の方向性・論点等について議論

3つのそれぞれの論点に応じ、総合資源エネルギー調査会の適切な場で議論



- 基本的な電力政策を議論する電力・ガス基本政策小委と、省エネ法に基づく発電効率基準を議論する省エネ小委の下の合同WGで議論



- 容量市場等の供給力確保のための市場設計を議論する、電力・ガス基本政策小委制度検討作業部会で議論 ※電力広域機関でも連携して検討



- 再エネの大量導入に向けた施策を議論する、再エネ大量導入・NW小委で議論 ※電力広域機関でも連携して検討



「非効率石炭 2030年フェードアウト」の実現に向けた政策対応について取りまとめ

# (参考23) 石炭火力輸出支援の見直し

- 脱炭素化への取組の一環として、石炭火力輸出の支援を厳格化。

## 現在のエネルギー基本計画

- パリ協定を踏まえ、世界の脱炭素化をリードしていくため、相手国のニーズに応じ、再生可能エネルギーや水素等も含め、CO2排出削減に資するあらゆる選択肢を相手国に提案し、**「低炭素型インフラ輸出」**を積極的に推進。
- その中で

1 エネルギー安全保障及び経済性の観点から石炭をエネルギー源として選択せざるを得ないような国に限り、

2 相手国から、我が国の高効率石炭火力発電への要請があった場合には、

3 OECDルールも踏まえつつ、相手国のエネルギー政策や気候変動対策と整合的な形で、

4 原則、世界最新鋭である超々臨界圧（USC）以上の発電設備について、

導入を支援する。

## インフラ海外展開に関する新戦略の骨子

- 世界の脱炭素化をリードしていくため、相手国のニーズを深く理解し、再生可能エネルギーや水素、CCUS／カーボンリサイクル等も含めたCO2排出削減に資するあらゆる選択肢の提案や脱炭素化に向けた政策の策定支援を行う、**「脱炭素移行政策誘導型インフラ輸出支援」**を推進。
- **今後新たに計画される石炭火力発電プロジェクトについては、我が国が相手国のエネルギーを取り巻く状況・課題や脱炭素化に向けた方針を知悉していない国に対しては、政府としての支援を行わないことを原則とする。**その一方で、**特別に、**

1 エネルギー安全保障及び経済性の観点などから当面**石炭火力発電を選択せざるを得ない国**に限り、

2 相手国から、**脱炭素化へ向けた移行を進める一環として**我が国の高効率石炭火力発電へ要請があった場合には、

3 関係省庁の連携の下、**我が国から政策誘導や支援を行うことにより、当該国が脱炭素化に向かい、発展段階に応じた行動変容を図ることを条件として、** OECDルールも踏まえつつ、相手国のエネルギー政策や気候変動対策と整合的な形で、

4 超々臨界圧（USC）以上であって、**我が国の最先端技術を活用した環境性能がトップクラスのもの**（具体的には、**発電効率43%以上のUSC、IGCC及び混焼技術やCCUS／カーボンリサイクル等によって発電電力量当たりのCO2排出量がIGCC並以下となるもの**）について

導入を支援する。

## 軽水炉の安全性向上

### 導入済

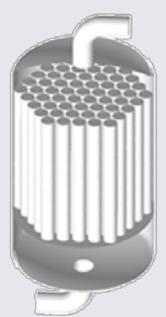
- コリウムシールド
  - 事故時に溶融燃料を受け止め
  - 柏崎刈羽発電所7号機に導入



導入された  
コリウムシールド

### 実証中

- 化学反応による水素処理装置
  - 事故時に発生する水素を処理し、水として格納容器に戻す
  - 来年度までに実証試験



水素処理装置の概念図

### 開発中の事例

- 水素拡散解析システム
  - 事故時の格納容器内での水素の拡散を解析
  - 今年度内に完成



10分後



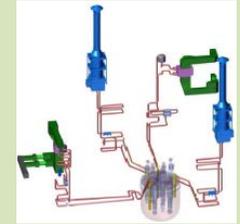
30分後

配管破断後の水素拡散解析

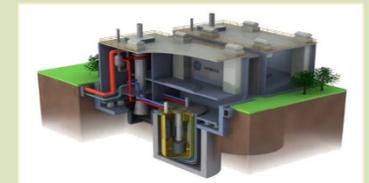
## 革新的な原子力技術開発

### 高速炉

- 「戦略ロードマップ」に基づき、着実に開発を推進
- 米仏とも協力
- 多様な高速炉の技術間競争の促進



日仏協力で開発中の  
安全性向上技術



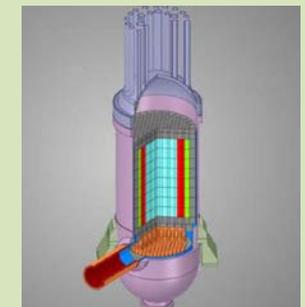
米国で開発中の多目的  
高速炉試験炉 (VTR)

### 革新的原子力技術

- 14の民間提案を採択し、F/Sを支援
- JAEAのリソース(研究施設やデータ等)を民間に開放



小型モジュール炉

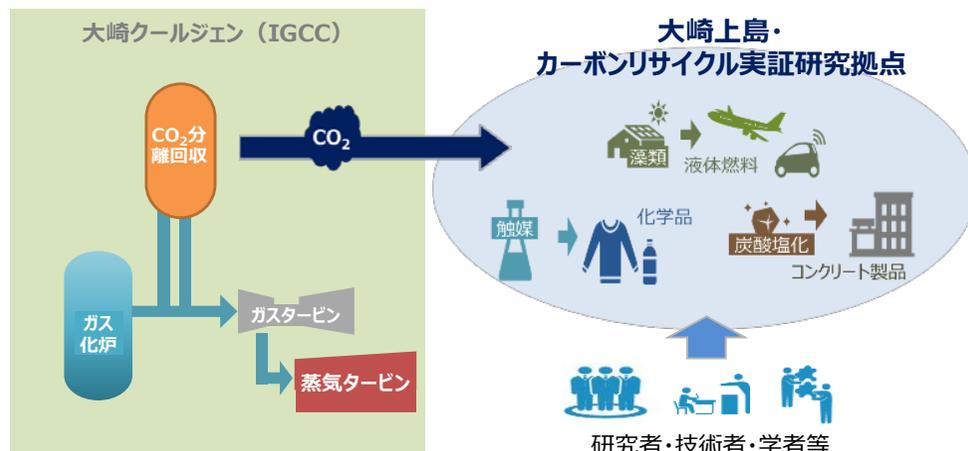


高温ガス炉

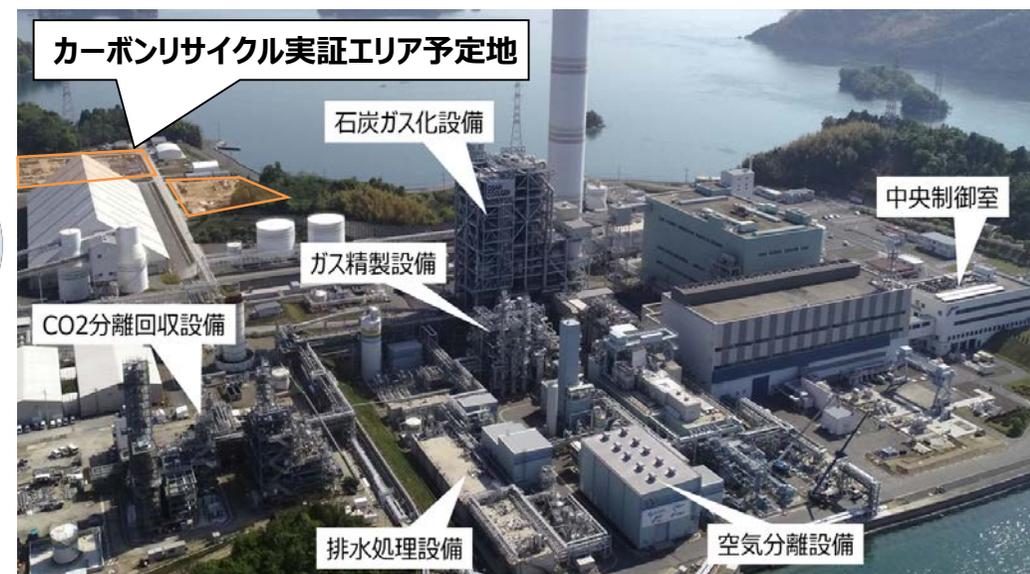
# (参考25) 広島・大崎上島「カーボンリサイクル実証研究拠点」の整備

- 広島・大崎上島において、現在、石炭ガス化複合発電（IGCC）と石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）（※）の実証事業を実施中。その一環として、2019年12月からCO2分離回収の実証試験を開始。
- 2020年度から、本実証試験で回収するCO2を資源として再利用する設備の実証・研究開発に着手。将来的にコンクリート、化学品、バイオ燃料など様々なカーボンリサイクル技術の「ショーケース」として国内外に発信。
  - －CO2の炭酸塩化を利用したコンクリート製品等を製造する技術開発
  - －微細藻類や触媒等を利用してCO2から化学品や燃料等を製造する技術開発

## カーボンリサイクル実証研究拠点のイメージ



## 拠点（大崎クールジェン）の全景



(※) IGCCは、石炭をガス化した上で燃焼させて発電する技術。ガスタービン発電と蒸気タービン発電を複合させることで高効率化が可能。IGFCは、IGCCに燃料電池を組み合わせたトリプル複合発電方式で、IGCCに比べ高効率の発電が可能。

# (参考26) ゼロエミッション国際共同研究センターの立ち上げ

- G20の国立研究機関との協力の下、革新的環境イノベーション戦略の重要技術の研究を集中的に実施。2019年10月のRD20において、5機関と個別分野の共同研究に合意。
- センター長として、2019年ノーベル化学賞を受賞した吉野 彰 旭化成(株)名誉フェローが就任。



つくばセンター

整備するゼロエミ研究センターの範囲

つくば西事業所

完成イメージ図  
令和元年度補正予算にて整備予定

研究テーマ

- 再生可能エネルギー
- 水素
- 次世代エネルギーシステム
- カーボンリサイクル/CCUS



福島再生可能エネルギー研究所

研究テーマ

- 再生可能エネルギー
- 水素



ゼロエミッション共同研究センター長  
産総研ゼロエミッション国際共同研究センター (吉野彰センター長)

臨海副都心センター ※本部



関西センター

研究テーマ

- 次世代エネルギーシステム

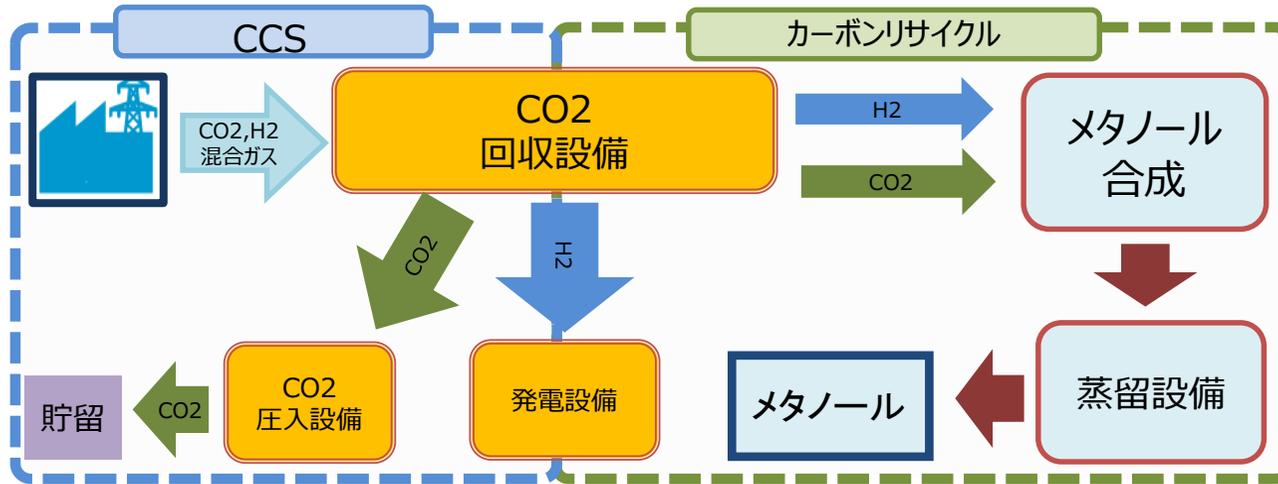
<RD20で合意した機関>

E U : 欧州委員会共同研究センター(JRC)  
ドイツ : フ라운ホーファー研究機構(FhG)  
フランス : 国立科学研究センター(CNRS)  
原子力・代替エネルギー庁 (CEA)  
アメリカ : 国立再生可能エネルギー研究所(NREL)

# (参考27) 苫小牧「CCUS・カーボンリサイクル実証拠点」の整備

- 実用規模でのCCS実証を目的とした、我が国初の大規模CCS実証試験を実施。(2019年11月に累計圧入量30万トンを達成。現在、様々なモニタリング手法(弾性波探査、微小振動観測など)を組み合わせて実施中。
- 今後、CCSに加え、カーボンリサイクルの実証拠点となるように、カーボンリサイクルの積極展開を予定。
  - メタノールを製造(カーボンリサイクル)していくための実現可能性調査
  - 船舶輸送による長距離輸送に向けた実現可能性調査

<苫小牧におけるカーボンリサイクルによる実証のイメージ>



<メタノール製造の想定スケジュール>

20年度	21年度	22年度	23年度
FS・基本設計	詳細設計・製作・建設		実証

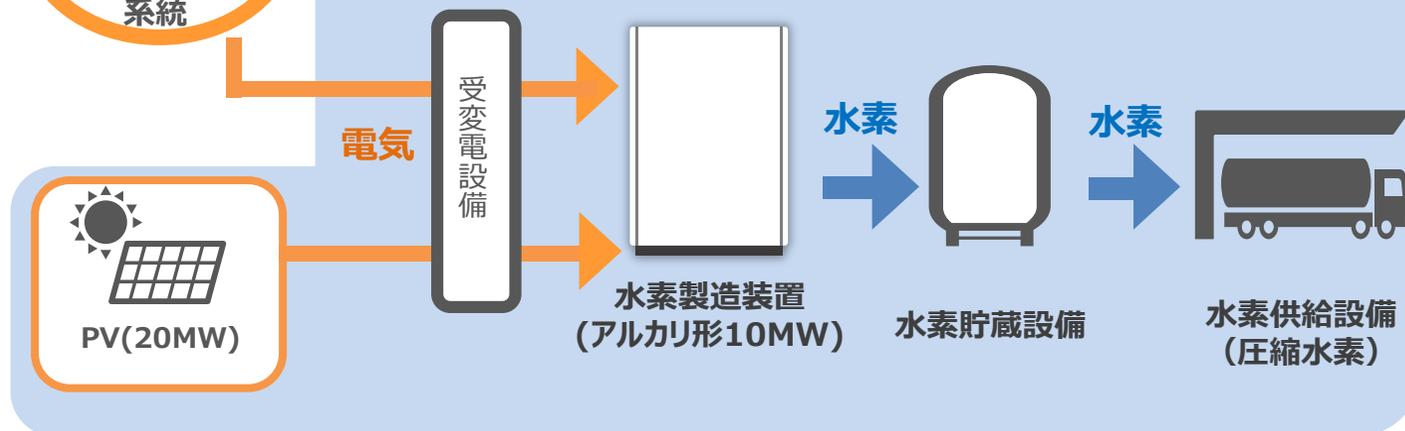
# (参考28) 福島水素エネルギー研究フィールドの整備

- 脱炭素化を目指す上での有力な選択肢としての水素を、再エネ由来で製造するための実証事業を福島で実施。
- 太陽光発電(20MW)で水を電気分解して水素を製造(年間約200トン)。将来的な水電解技術の商用化の実現に向けて、製造効率の向上、製造コストの低減、運用システムの確立を目指す。

## 福島県浪江町での大規模再エネ水素製造実証プロジェクト



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



福島水素エネルギー研究フィールド外観



安倍首相(当時)より、福島県内における水素利活用についてご挨拶

## (参考29) 国際水素サプライチェーンの構築

- 大量・安価な水素供給には、海外で製造した水素の国際輸送が有効な手段の一つ。欧州等も国際輸送を開始するなか、日本が世界に先駆けて実証を実施。2030年頃の商用化を目指す。
- 豪州において、未利用資源である褐炭から製造した水素を、液化水素として豪州から日本へ輸送する実証を実施中。2019年12月に世界初の液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」が進水。2021年初頭に日本へ初輸送予定。
- ブルネイにおいて、未利用エネルギー由来の水素をMCH(メチルシクロヘキサン：トルエンに水素が結合した化学物質)として日本へ輸送する実証を実施中。2020年5月に全施設が完成、輸送した水素を発電燃料として利用。

### 日豪サプライチェーンプロジェクト

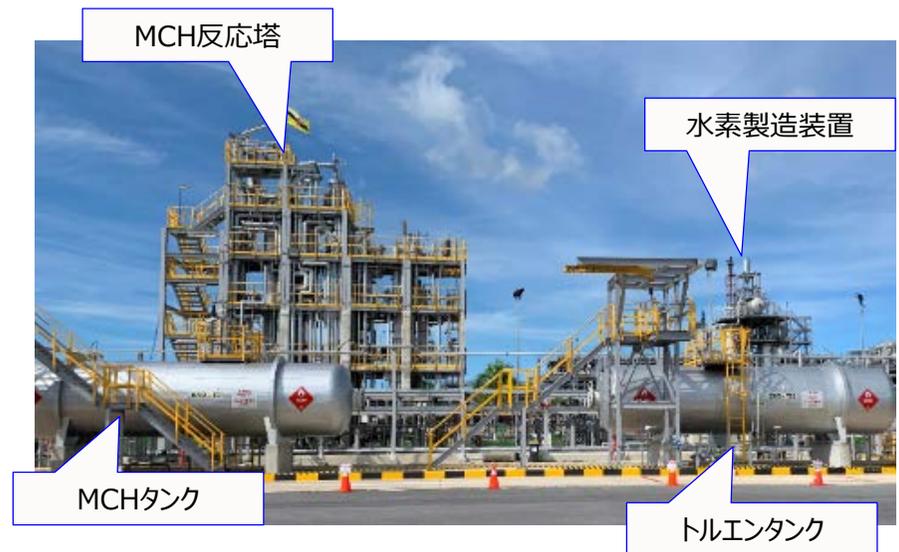
- ✓ 事業主体：HySTRA（川崎重工、電源開発、岩谷産業、シェル、丸紅、JXTGエネルギー、川崎汽船による技術研究組合）



世界初の液化水素運搬船  
「すいそふろんていあ」号

### 日ブルネイサプライチェーンプロジェクト

- ✓ 事業主体：AHEAD（千代田化工建設、三菱商事、三井物産、日本郵船による技術研究組合）



ブルネイに建設された水素化プラント

# (参考30) 水素に係る海外動向

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

## ドイツ

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

## 米国

- 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、**カリフォルニア中心にFCVの導入が進展（8000台超）**。
- JBICは、カリフォルニアで水素ステーション事業を行う米企業に23百万米ドル出資。
- ユタ州のIPPが**大型水素発電プロジェクト**を計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。（MHPSがガスタービン設備を受注）
- ロサンゼルス港の**ゼロエミッション化**に向けた構想の一環で、大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。

## EU

- **2020年7月に水素戦略を発表。**
- 2030年までに**電解水素の製造能力を40GW**を目指す。
- 暫定的に、低炭素水素（化石+CCUS）も活用。水素の製造、輸送・貯蔵、利用に向けて取り組む。
- 官民連携による**クリーン水素アライアンス**を立ち上げ。

## フランス

- **2020年9月に水素戦略を改訂。**
- 2030年までに**電解装置6.5GW**の設置、年間60万トンのグリーン水素生産を目標として設定。
- グリーン水素の生産に使用する電力としては、**再生可能エネルギーおよび原子力発電**由来の電力を想定。

## 中国

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

# (参考31) 太陽光発電の環境影響

- 再生可能エネルギーを「主力電源」とするためには、責任ある長期安定的な電源となることが必要。
- 急速に参入が拡大した太陽光を中心に、工事の不備等による安全面の不安や、景観や環境への影響等をめぐる地元との調整における課題、太陽光発電設備の廃棄対策等、地域の懸念が顕在化。

## FIT認定基準に基づく柵塀の設置に関する事例

(適切な柵塀設置の事例)



(柵塀未設置の事例)



(不適切な柵塀設置の事例)



## 適正に管理されていない太陽光発電設備の例



## 豪雨災害による太陽光発電設備の被害例



## (参考32) 太陽光発電の環境影響に係る条例

- 一部の地方自治体（都道府県・市町村）では、再エネ発電事業を実施する際に、都道府県知事や市町村長の認定等を求める条例が策定されている。

### ■ 静岡県富士宮市（富士山景観等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例） （2015年7月1日施行）

- 世界遺産である富士山等の景観や自然環境等と再生可能エネルギーの調和を図る必要性。
- 一定規模以上の太陽光・風力発電事業を実施しようとする場合は、市長への届出と市長の同意が必要。  
※ 景観保護上重要な区域については、市長は原則同意しない。

### ■ 兵庫県（太陽光発電施設等と地域環境との調和に関する条例）（2017年7月1日施行）

- 景観の障害、太陽光パネルの反射光による住環境の悪化、土地の形質変更に伴う防災機能の低下、近隣住民への説明不足等によるトラブルに対応する必要性。
- 一定規模以上の太陽光・風力発電設備を設置しようとする場合は、知事への届出が必要。

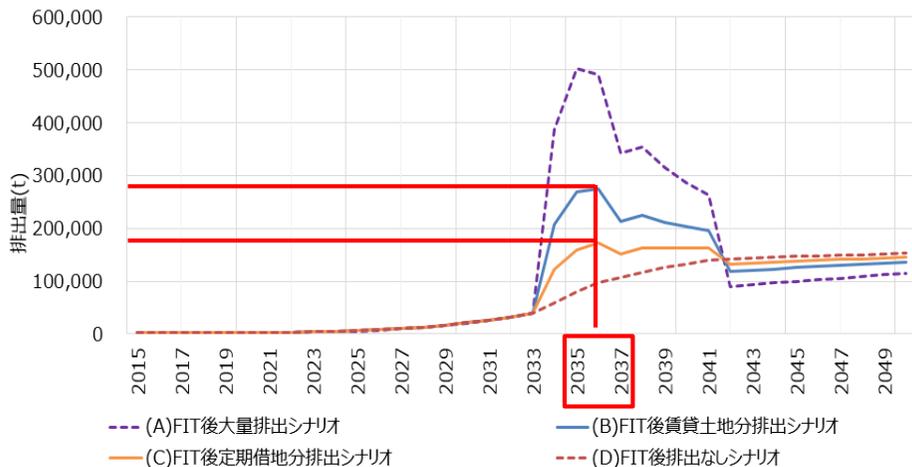
### ■ 和歌山県（太陽光発電事業の実施に関する条例）（2018年6月22日全面施行）

- 山林や傾斜地を開発する太陽光発電事業計画の増加による防災上の問題、環境面や景観面での悪影響や、近隣住民への説明不足等によるトラブルに対応する必要性。
- 一定規模以上の太陽光発電事業を実施しようとする場合は、知事の認定が必要。

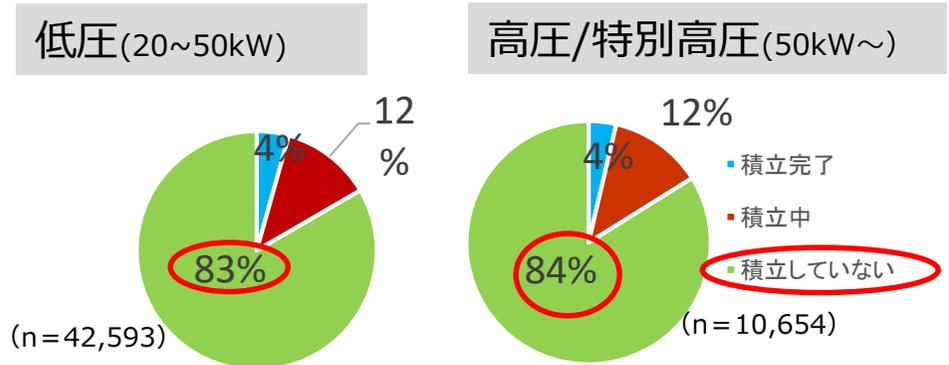
# (参考33) 太陽光発電の廃棄処理に関する現状

- 太陽光発電設備の廃棄処理は、廃棄物処理法に基づき、事業者には責任があるが、参入障壁が低く様々な事業者が取り組み、事業主体の変更も行われやすいため、有害物質（鉛、セレン等）を含むものもある太陽光パネル等が、発電事業終了後、放置・不法投棄されるという地域の懸念が顕在化。
- FIT制度では、制度創設以来、調達価格等算定委員会において廃棄等費用を想定した上で調達価格を算定してきているが、廃棄等費用の積立て実施事業者は2割以下。安全確保と適切な事業規律の担保、廃棄費用積立の仕組みが必要。

## 太陽光パネルの年間廃棄量見込み



## 太陽光パネル廃棄積立て状況



出所：FIT法定定期報告から資源エネルギー庁作成（2019年1月時点）

	2020	2025	2030	2036
排出見込み量 (B)、(C)	約0.3万トン	約0.6万トン	約2.2トン	約17~28万トン
平成27年度の産業廃棄物の最終処分量に占める割合	0.03%	0.06%	0.2%	1.7~2.7%

## (参考34) 太陽光発電設備の廃棄等費用の積立てを担保する制度

- 廃棄積み立てに関する現状をうけて、太陽光発電設備の廃棄等費用の積立てを担保する制度について、具体的な制度設計について検討する場として、2019年4月、**太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関するWG**（廃棄等費用確保WG）を立ち上げた。同WGでは、計7回にわたる審議を経て、**2019年12月**、以下の方向性を含む**中間整理**が取りまとめられた。
- この検討内容を踏まえ、**2020年6月に成立したエネルギー供給強靱化法**において太陽光発電設備の廃棄等費用の積立て制度について措置。

### 廃棄等費用の確実な積立てを担保する制度の方向性

#### 原則、**源泉徴収的な外部積立**

- ◆ 対 象：**10kW以上すべての太陽光発電の認定案件**（10kW未満は対象外）
- ◆ 金 額：**調達価格の算定において想定してきている廃棄等費用の水準**
- ◆ 時 期：**調達期間の終了前10年間**
- ◆ 取戻し条件：**廃棄処理が確実に見込まれる資料の提出**

※例外的に内部積立を許容。（長期安定発電の責任・能力、確実な資金確保）

# (参考35) 地熱発電の環境配慮と地域共生

- 地熱事業において先進的な環境配慮技術(エコロジカル・ランドスケープデザイン手法)を適用し、有効性を評価する実証を実施。自然公園内の地熱案件の質の高い環境配慮を実現し、公園内の地熱開発を円滑化。

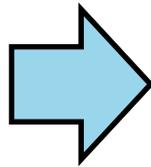
はちまんたい

- また、地域共生の事例として、岩手県八幡平市で運転中の、東北自然エネルギー(株)の松川地熱発電所では、発電後の熱水に蒸気を加えて温泉を造成し、地元の温泉郷のホテル、旅館、別荘や、病院、介護施設などに配湯されている。

## <「エコロジカル・ランドスケープデザイン手法のイメージ」>



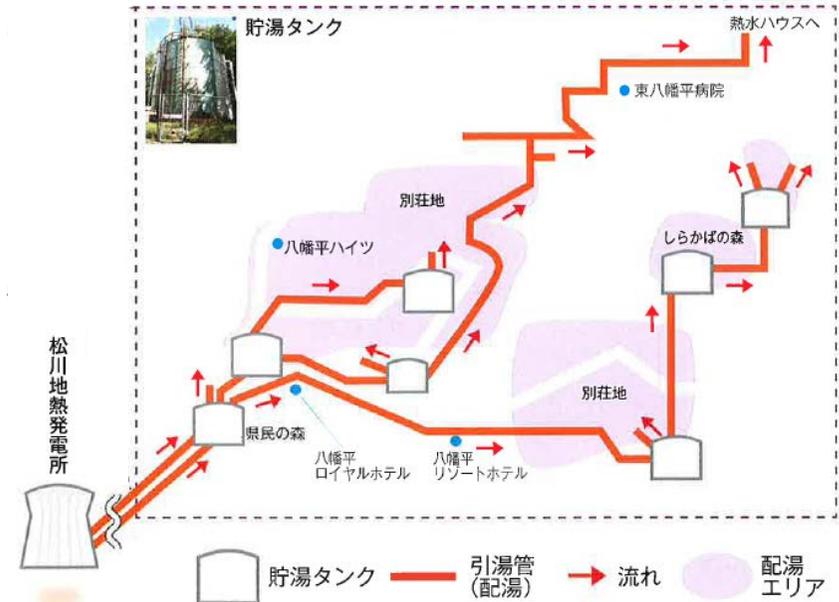
一般的な地熱発電所のイメージ



環境に配慮した地熱発電所のイメージ

(出典) エコロジカル・ランドスケープデザイン手法を活用した設計支援ツールの開発 (NEDO)

## <松川地熱発電所における配湯の概要>

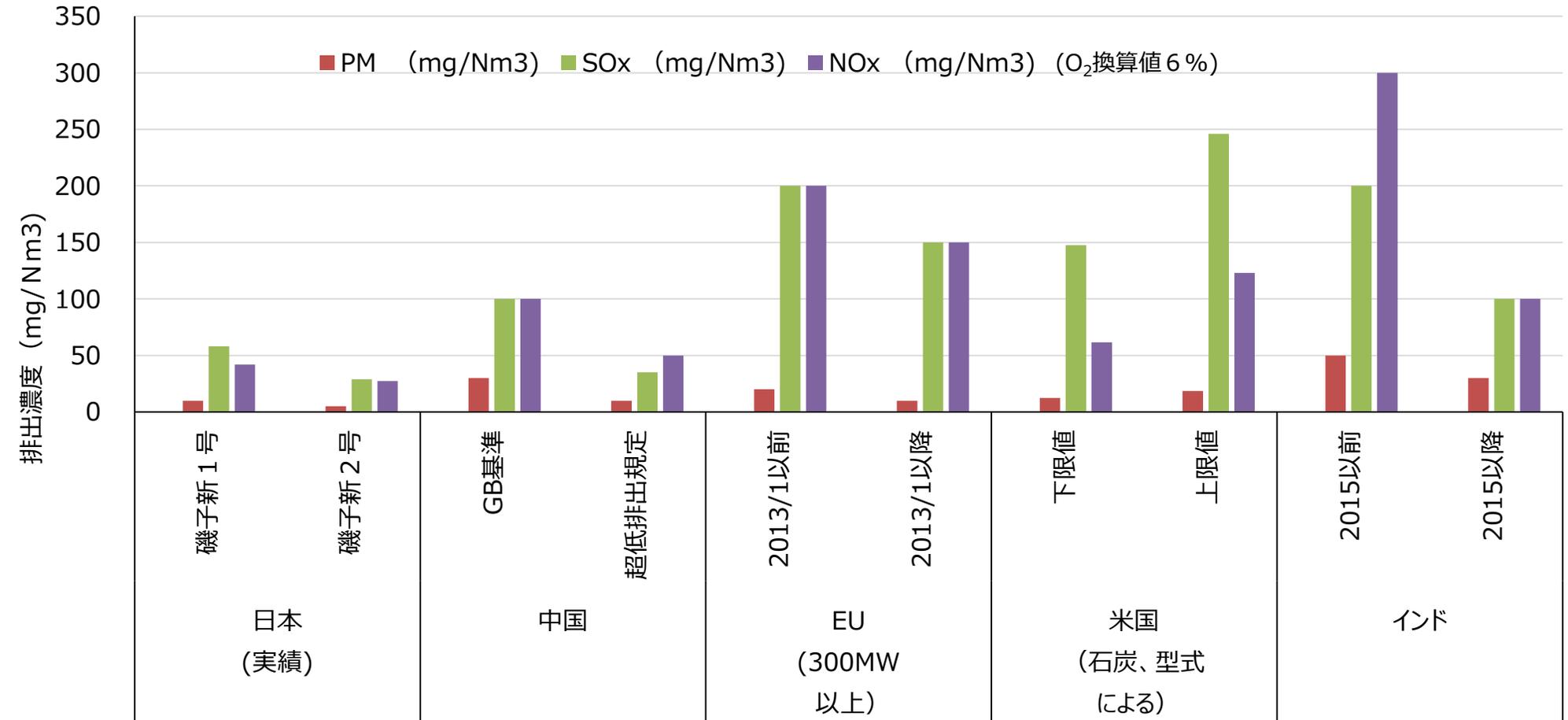


(出典) 八幡平市パンフレット 98

# (参考 3 6) 石炭火力発電における環境影響

- 日本メーカーは世界最高水準の環境技術を有し、国内の石炭火力発電所からの大気汚染物質排出量は、諸外国の環境規制値を大きく下回る。

## 石炭火力の排出基準



(出所) JCOAL資料より

1. 今後の検討の主な視座（案）
2. エネルギー政策を進める上での原点  
～原子力災害からの福島復興～
3. 3E+Sを目指す上での課題
  - a. 課題の整理
  - b. 安全性（Safety）
  - c. エネルギーの安定供給（Energy Security）
  - d. 経済効率性の向上（Economic Efficiency）
  - e. 環境適合性（Environment）
4. **次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）**

# 次期エネルギー基本計画検討の進め方（案）

## 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



## 今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するための課題の検証

- 気候変動対策を進める世界の状況
- CO2排出の太宗を占める、エネルギーの需給構造
- 脱炭素化技術への投資確保 など

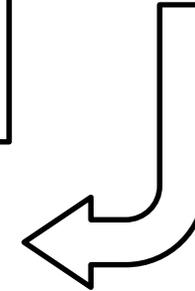


## 2030年目標の進捗と更なる取組の検証

- 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

グリーンイノベーション  
戦略推進会議

脱炭素社会に不可欠な  
イノベーションのあり方



【参考】『パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略』（2019年6月11日閣議決定）

「我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指す。」

「2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げており、その実現に向けて、大胆に施策に取り組む。」