

# エネルギー基本計画の概要と 今後のエネルギー政策の方向性

令和4年3月  
資源エネルギー庁

**1. エネルギー基本計画の閣議決定**

2. クリーンエネルギー戦略の検討状況

## 第6次エネルギー基本計画の閣議決定

- **エネルギー基本計画**は、エネルギー政策基本法に基づき、**エネルギー政策の基本的な方向性を示す**ために策定するもの。少なくとも3年ごとに検討を加え必要があると認められる時に見直すと定められている。
- 2020年10月より、**エネルギー基本計画の見直し**に向けた議論を開始。
- 見直しに向け、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会において**17回議論**を行い、**2050年カーボンニュートラルの実現に向けた課題や対応の方向性や、2030年に向けた政策のあり方**などについて議論を深めた。
- 2021年7月にエネルギー基本計画の**素案を提示**。その後、パブリックコメント等を経て、**2021年10月22日に閣議決定**。

### <エネルギー基本計画の全体像>

- 第6次エネルギー基本計画では、**2050年カーボンニュートラル（2020年10月表明）、2030年度の46%削減、更に50%の高みを目指して挑戦を続ける新たな削減目標（2021年4月表明）**の実現に向けた**エネルギー政策の道筋**を示すことが重要テーマ。
  - 世界的な脱炭素に向けた動きの中で、国際的なルール形成を主導することや、これまで培ってきた脱炭素技術、新たな脱炭素に資するイノベーションにより国際的な競争力を高めることが重要。
- 同時に、日本のエネルギー需給構造が抱える課題の克服が、もう一つの重要なテーマ。**安全性の確保を大前提に、気候変動対策を進める中でも、安定供給の確保やエネルギーコストの低減（S+3E）**に向けた取組を進める。
- 第6次エネルギー基本計画は、主として、**①東京電力福島第一原発の事故後10年の歩み、②2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応、③2050年を見据えた2030年に向けた政策対応**のパートから構成。

- 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  
○原子力：20-22%（震災前3割） 再エネ：22-24%（足下から倍増）
- 2018年7月 第五次エネルギー基本計画**  
○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
- 2021年10月 第六次エネルギー基本計画**  
○「2050年カーボンニュートラル」・2030年度削減目標に向けたエネルギー政策  
○日本のエネルギー需給構造が抱える課題の克服 → S+3Eの更なる追求  
○エネルギーミックス 再エネ：36-38%（足下から倍増） 原子力：20-22%

# エネルギーミックス ～エネルギー政策の大原則 S+3E～

## <S+3Eの大原則>

### 安全性(Safety)



### 安定供給 (Energy Security)

自給率：30%程度  
(旧ミックスでは概ね25%程度)

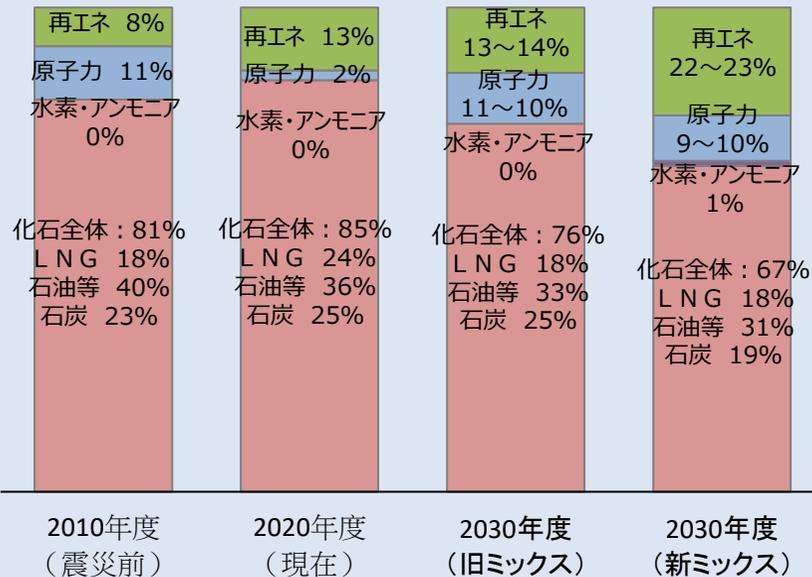
### 経済効率性 (Economic Efficiency)

電力コスト：8.6～8.8兆円程度  
(旧ミックスでは9.2～9.5兆円程度)

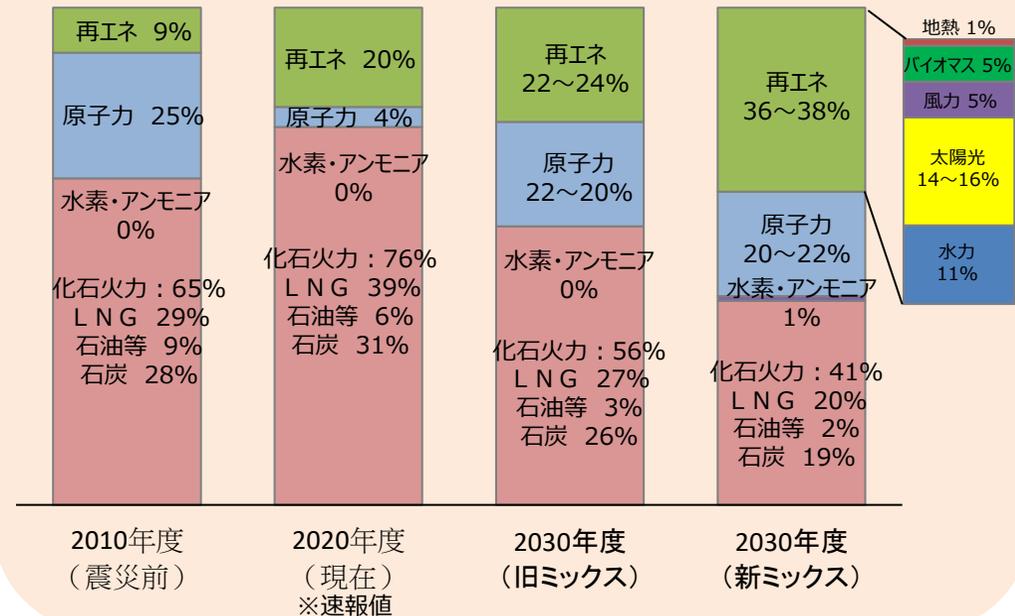
### 環境適合 (Environment)

エネルギー起源CO2 45%削減  
(旧ミックスでは25%削減)

### 一次エネルギー供給



### 電源構成



# 東京電力福島第一原子力発電所事故後10年の歩みのポイント

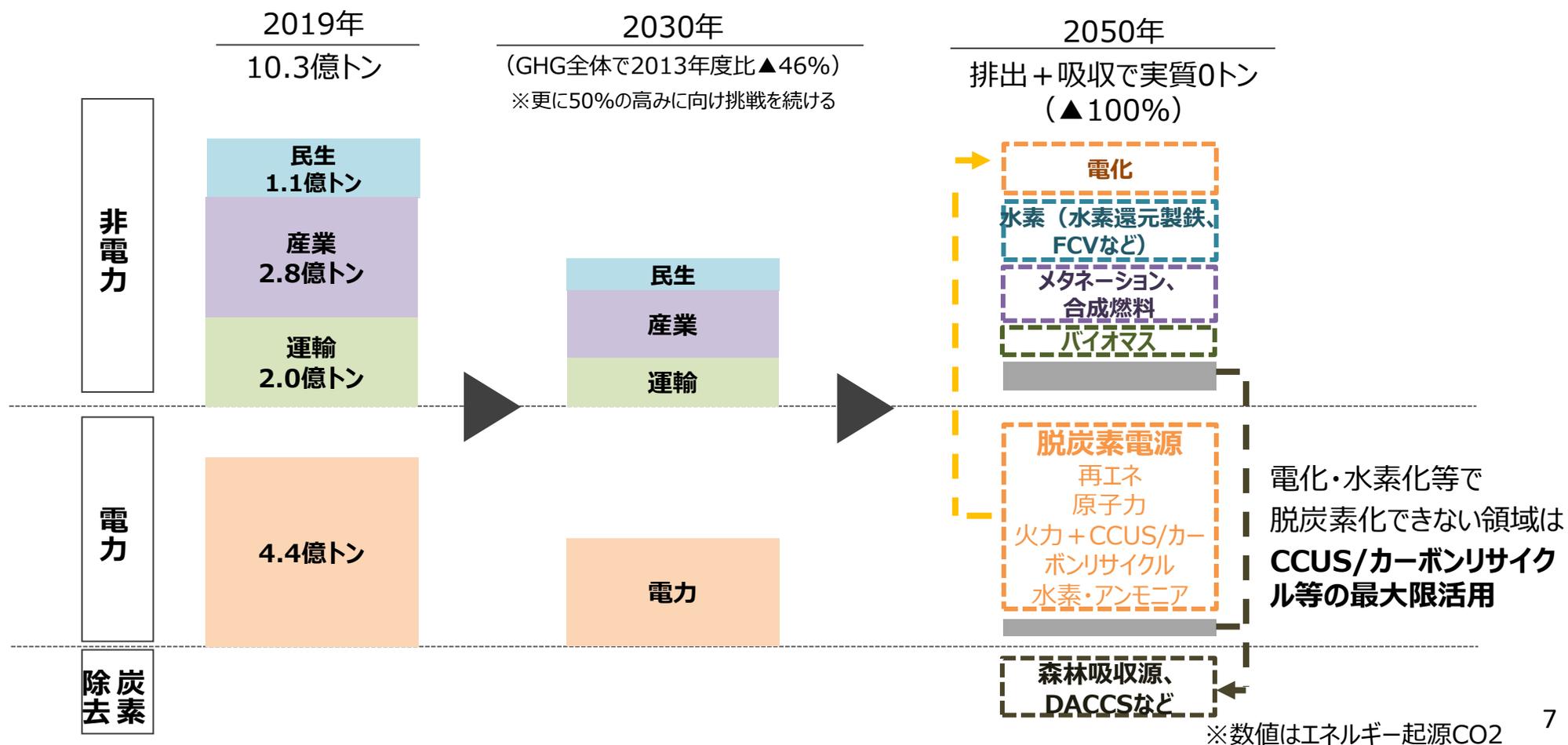
- 東京電力福島第一原子力発電所事故を含む東日本大震災から10年を迎え、東京電力福島第一原子力発電所事故の経験、反省と教訓を肝に銘じて取り組むことが、エネルギー政策の原点。
- 2021年3月時点で2.2万人の被災者が、避難対象となっており、被災された方々の心の痛みにしっかりと向き合い、最後まで福島の復興・再生に全力で取り組むことは、これまで原子力を活用したエネルギー政策を進めてきた政府の責務。今後も原子力を活用し続ける上では、「安全神話」に陥って悲惨な事態を防ぐことができなかつたという反省を一時たりとも忘れることなく、安全を最優先で考えていく。
- 福島第一原発の廃炉は、福島復興の大前提だが、世界にも前例のない困難な事業。事業者任せにするのではなく、国が前面に立ち、2041～2051年までの廃止措置完了を目標に、国内外の叡智を結集し、不退転の決意を持って取り組む。
- ALPS処理水については、厳格な安全性の担保や政府一丸となって行う風評対策の徹底を前提に、東京電力が原子力規制委員会による認可を得た上で、2年程度後を目途に、福島第一原子力発電所において海洋放出を行う。
- 帰還困難区域を除く全ての地域で避難指示を解除し、避難指示の対象人口・区域の面積は、当初と比較して7割減となった。たとえ長い年月を要するとしても、将来的に帰還困難区域の全てを避難指示解除し、復興・再生に責任を持って取り組むとの決意の下、特定復興再生拠点区域の避難指示解除に向けた環境整備を進める。特定復興再生拠点区域外についても、2020年代をかけて、帰還意向のある住民が帰還できるよう、帰還に関する意向を個別に丁寧に把握した上で、帰還に必要な箇所を除染し、避難指示解除の取組を進めていく。
- 浜通り地域等の自立的な産業発展に向けて、事業・なりわいの再建と、福島イノベーション・コースト構想の具体化による新産業の創出を、引き続き車の両輪として進める。加えて、帰還促進と併せて、交流人口の拡大による域外消費の取込みも進める。福島新エネ社会構想の実現に向け、再生可能エネルギーと水素を二本柱とし、更なる導入拡大に加え、社会実装への展開に取り組んでいく。
- 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、2050年カーボンニュートラルや2030年度の新たな削減目標の実現を目指すに際して、原子力については安全を最優先し、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。

## 2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応のポイント

- 2050年に向けては、温室効果ガス排出の8割以上を占めるエネルギー分野の取組が重要。
  - ものづくり産業がGDPの2割を占める産業構造や自然条件を踏まえても、その実現は容易なものではなく、実現へのハードルを越えるためにも、産業界、消費者、政府など国民各層が総力を挙げた取組が必要。
- 電力部門は、再エネや原子力などの実用段階にある脱炭素電源を活用し着実に脱炭素化を進めるとともに、水素・アンモニア発電やCCUS/カーボンリサイクルによる炭素貯蔵・再利用を前提とした火力発電などのイノベーションを追求。
- 非電力部門は、脱炭素化された電力による電化を進める。電化が困難な部門（高温の熱需要等）では、水素や合成メタン、合成燃料の活用などにより脱炭素化。特に産業部門においては、水素還元製鉄や人工光合成などのイノベーションが不可欠。
  - 脱炭素イノベーションを日本の産業界競争力強化につなげるためにも、「グリーンイノベーション基金」などを活用し、総力を挙げて取り組む。
  - 最終的に、CO<sub>2</sub>の排出が避けられない分野は、DACCSやBECCS、森林吸収源などにより対応。
- 2050年カーボンニュートラルを目指す上でも、安全の確保を大前提に、安定的で安価なエネルギーの供給確保は重要。この前提に立ち、2050年カーボンニュートラルを実現するために、再エネについては、主力電源として最優先の原則のもとで最大限の導入に取り組み、水素・CCUSについては、社会実装を進めるとともに、原子力については、国民からの信頼確保に努め、安全性の確保を大前提に、必要な規模を持続的に活用していく。
- こうした取組など、安価で安定したエネルギー供給によって国際競争力の維持や国民負担の抑制を図りつつ2050年カーボンニュートラルを実現できるよう、あらゆる選択肢を追求する。

# カーボンニュートラルへの転換イメージ

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



## 2030年に向けた政策対応のポイント【基本方針】

- エネルギー政策の要諦は、安全性を前提とした上で、エネルギーの安定供給を第一とし、経済効率性の向上による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合を図るS+3Eの実現のため、最大限の取組を行うこと。

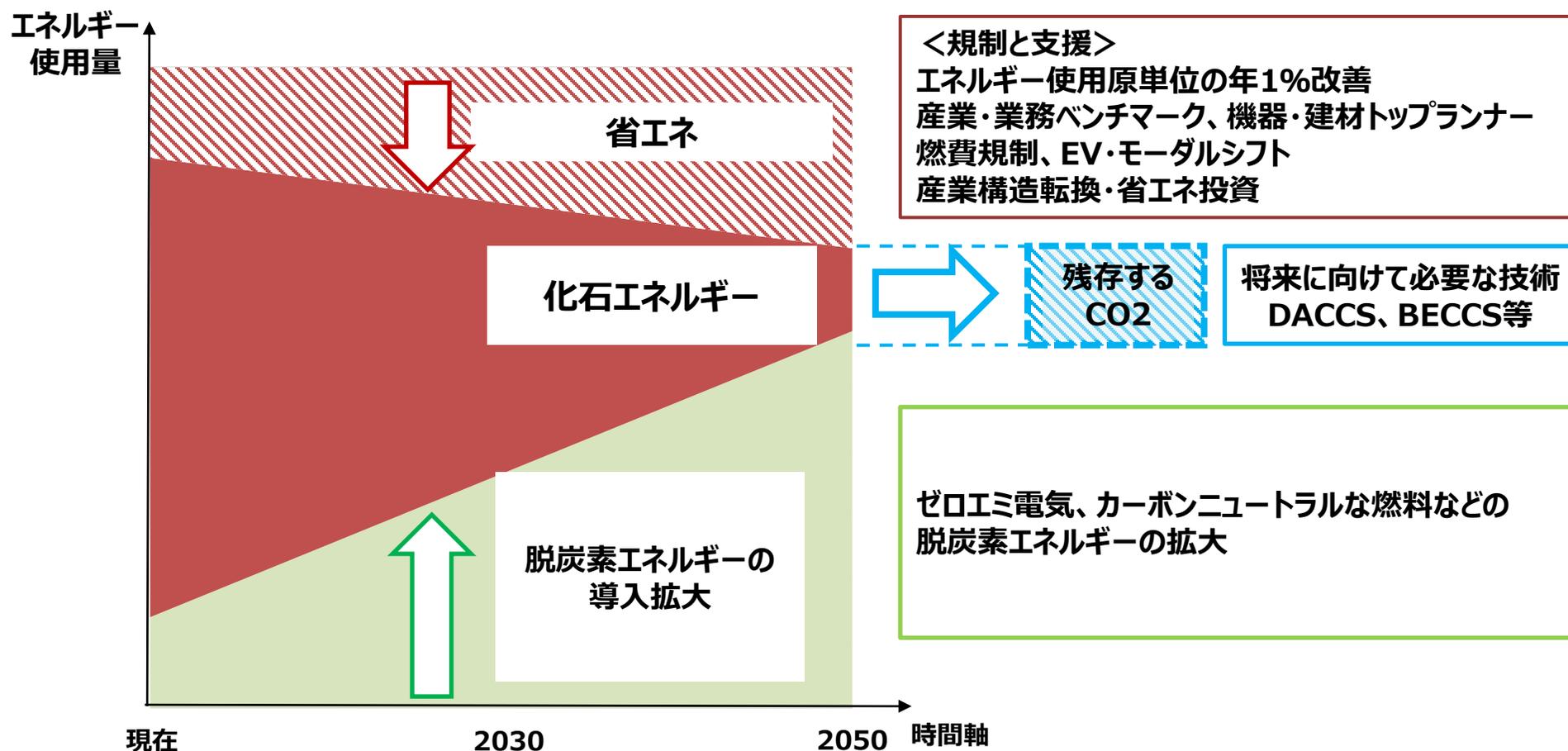
## 2030年に向けた政策対応のポイント【需要サイドの取組】

- 徹底した省エネの更なる追求
  - 産業部門では、エネルギー消費原単位の改善を促すベンチマーク指標や目標値の見直し、「省エネ技術戦略」の改定による省エネ技術開発・導入支援の強化などに取り組む。
  - 業務・家庭部門では、2030年度以降に新築される住宅・建築物についてZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能の確保を目指し、建築物省エネ法による省エネ基準適合義務化と基準引上げ、建材・機器トップランナーの引上げなどに取り組む。
  - 運輸部門では、電動車・インフラの導入拡大、電池等の電動車関連技術・サプライチェーンの強化、荷主・輸送事業者が連携した貨物輸送全体の最適化に向け、AI・IoTなどの新技術の導入支援などに取り組む。
- 需要サイドにおけるエネルギー転換を後押しするための省エネ法改正を視野に入れた制度的対応の検討
  - 化石エネルギーの使用の合理化を目的としている省エネ法について、非化石エネルギーも含むエネルギー全体の使用の合理化や、非化石エネルギーの導入拡大等を促す規制体系への見直しを検討。
    - 事業者による非化石エネルギーの導入比率の向上や、供給サイドの変動に合わせたデマンドリスポンス等の需要の最適化を適切に評価する枠組みを構築。
- 蓄電池等の分散型エネルギーリソースの有効活用など二次エネルギー構造の高度化
  - 蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用したアグリゲーションビジネスを推進するとともに、マイクログリッドの構築によって、地産地消による効率的なエネルギー利用、レジリエンス強化、地域活性化を促進。

# 2050年カーボンニュートラルに向けた需要側の取組

- 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



# 2030年に向けた政策対応のポイント【再生可能エネルギー】

- S+3Eを大前提に、再エネの主力電源化を徹底し、再エネに最優先の原則で取り組み、国民負担の抑制と地域との共生を図りながら最大限の導入を促す。

## 【具体的な取組】

### ➤ 地域と共生する形での適地確保

→改正温対法に基づく再エネ促進区域の設定（ポジティブゾーニング）による太陽光・陸上風力の導入拡大、再エネ海域利用法に基づく洋上風力の案件形成加速などに取り組む。

### ➤ 事業規律の強化

→太陽光発電に特化した技術基準の着実な執行、小型電源の事故報告の強化等による安全対策強化、地域共生を円滑にするための条例策定の支援などに取り組む。

### ➤ コスト低減・市場への統合

→FIT・FIP制度における入札制度の活用や中長期的な価格目標の設定、発電事業者が市場で自ら売電し市場連動のプレミアムを受け取るFIP制度により再エネの市場への統合に取り組む。

### ➤ 系統制約の克服

→連系線等の基幹系統をマスタープランにより「プッシュ型」で増強するとともに、ノンファーム型接続をローカル系統まで拡大。再エネが石炭火力等より優先的に基幹系統を利用できるように、系統利用ルールの見直しなどに取り組む。

### ➤ 規制の合理化

→風力発電の導入円滑化に向けアセスの適正化、地熱の導入拡大に向け自然公園法・温泉法・森林法の規制の運用の見直しなどに取り組む。

### ➤ 技術開発の推進

→建物の壁面、強度の弱い屋根にも設置可能な次世代太陽電池の研究開発・社会実装を加速、浮体式の要素技術開発を加速、超臨界地熱資源の活用に向けた大深度掘削技術の開発などに取り組む。

# 再生可能エネルギー導入拡大に向けた課題

## ① 出力変動への対応 (調整力の確保)

- 変動再エネ（太陽光・風力）は、自然条件によって出力変動するため、需給を一致させる「調整力」が必要。現在は調整電源として火力・揚水に依存。
- 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、再エネ投資が進まない可能性。
- 今後、変動再エネの導入量が増加する中で、①調整力の脱炭素化（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必要な調整力の量を確保する、といった課題をどのように克服していくか。

## ② 送電容量の確保

- 再エネポテンシャルの大きい地域（北海道等）と大規模需要地（東京等）が離れているため、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。
- 特に北海道については、北海道内の需要規模が小さいこともあり、導入拡大が難しい状況。
- 社会的な費用に対して得られる便益を評価しながら、どのように送電網の整備を進めていくか。

## ③ 系統の安定性維持 (慣性力の確保)

- 突発的な事故の際に、周波数を維持しブラックアウトを避けるためには、系統全体で一定の慣性力（火力発電等のタービンが回転し続ける力）の確保が必要。
- 太陽光・風力は慣性力を有していないため、その割合が増加すると、系統の安定性を維持できない可能性。
- その克服に向けて、疑似慣性力の開発等を進めていく必要があるが、現時点では確立した技術がない状況。

## ④ 自然条件や社会制約への対応

- 自然条件に左右される再エネの導入にあたっては、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する必要。
- また、他の利用（農業、漁業）との調和、景観・環境への影響配慮を含む地域等との調整が必要。
- 導入できる適地が限られている中で、各電源毎の現状・課題を踏まえ、どのように案件形成を進めていくか。

## ⑤ コストの受容性

- 上記のような諸課題を克服していくためには、大規模な投資が必要。また、適地が限られている中で大量導入した場合には、適地不足により今後コストが上昇するおそれ。
- 既に再エネ賦課金の負担が大きくなっている中で、こうしたコスト負担への社会的受容性をどのように考えるか。また、イノベーションの実現が不確実な中で、どのようにリスクに備えた対応をしていくべきか。

(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。

# 2030年に向けた政策対応のポイント【原子力】

- 東京電力福島第一原子力発電所事故への真摯な反省が原子力政策の出発点
  - いかなる事情よりも安全性を全てに優先させ、国民の懸念の解消に全力を挙げる前提の下、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。国も前面に立ち、立地自治体等関係者の理解と協力を得るよう、取り組む。
- 原子力の社会的信頼の獲得と、安全確保を大前提として原子力の安定的な利用の推進
  - 安全最優先での再稼働：再稼働加速タスクフォース立ち上げ、人材・知見の集約、技術力維持向上
  - 使用済燃料対策：貯蔵能力の拡大に向けた中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用の促進、放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための技術開発
  - 核燃料サイクル：関係自治体や国際社会の理解を得つつ、六ヶ所再処理工場の竣工と操業に向けた官民一体での対応、プルサーマルの一層の推進
  - 最終処分：北海道2町村での文献調査の着実な実施、全国のできるだけ多くの地域での調査の実現
  - 安全性を確保しつつ長期運転を進めていく上での諸課題等への取組：  
保全活動の充実等に取り組むとともに、諸課題について、官民それぞれの役割に応じ検討
  - 国民理解：電力の消費地域も含めて、双方向での対話、分かりやすく丁寧な広報・広聴
- 立地自治体との信頼関係構築
  - 立地自治体との丁寧な対話を通じた認識の共有・信頼関係の深化、地域の産業の複線化や新産業・雇用の創出も含め、立地地域の将来像を共に描く枠組み等を設け、実態に即した支援に取り組む。
- 研究開発の推進
  - 2030年までに、民間の創意工夫や知恵を活かしながら、国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉技術の国際連携による実証、高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立等を進めるとともに、ITER計画等の国際連携を通じ、核融合研究開発に取り組む。

# 原子力政策の課題と対応の方向性

## 次期エネルギー基本計画の検討に向けた基本的な考え方

- (1) カーボンニュートラルを目指す中でも、可能な限り国民負担を抑制した上で安定供給を確保することが不可欠。原子力の特性・価値（脱炭素電源、天候に左右されず安定稼働可能、準国産エネルギー源）を認識した上で、検討を進めていくことが必要
- (2) 福島第一原発の事故後、立地地域を取り巻く環境が変化する中で、将来にわたって原子力・エネルギー政策に協力していただくためには、ぶれない原子力政策の方針を示すことが必要
- (3) 原子力発電所の長期稼働停止や廃炉の進展等により原子力事業を取り巻く環境は大きく変化。原子力人材の減少や一部サプライヤーの撤退事例がみられる中で、今後も原子力事業を継続していくためには、長期的な原子力政策の方針の明確化をこれ以上先延ばしにすることはできない

## 課題と対応の方向性

- 原子力政策については国民からの信頼回復に努めていくことが必要
- こうした中で、まずは2030年エネルギーミックスの実現に向け、安全最優先での再稼働を推進
- さらに、2050年カーボンニュートラルも踏まえ、原子力の持続的な利用システムの構築に向け、諸課題の克服に取り組む

### 1. 安全最優先での再稼働推進に向けた一層の取組強化（2030年エネルギーミックスの実現）

- (1) **新規制基準対応の強化** 審査・検査・再稼働準備の各フェーズで、産業界大での人材・知見を集約して対応する、新たな連携体制を構築
- (2) **防災体制の拡充** 関係者が一体となって避難計画を策定し、訓練等を通じ、継続的な改善を実施。災害時の事業者による協力体制を拡充
- (3) **地域に寄り添った地元理解の取組** 国・事業者が、地域に寄り添い、きめ細かい丁寧な説明を尽くし、地元からの信頼獲得を目指す

### 2. 原子力の持続的な利用システムの構築に向けた取組（2050年カーボンニュートラルも踏まえた取組）

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <b>(1) 安全性向上の不断の追求</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 事業者・産業界全体での安全追求の体制強化</li><li>- 新たな安全性向上技術の開発と実装</li></ul>      | <b>(2) 立地地域との共生</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 避難計画の策定支援、継続的な改善</li><li>- 地域の実情に応じた支援、将来像の検討</li></ul>             | <b>(3) 持続的なバックエンドシステムの確立</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 核燃料サイクルの確立に向けた取組の加速</li><li>- 最終処分の実現や廃炉に向けた着実な取組</li></ul> |
| <b>(4) ポテンシャルの最大限の発揮と安全性の追求</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 設備利用率の更なる向上の実現</li><li>- 安全性を確保した上での長期運転の追求</li></ul> | <b>(5) 人材・技術・産業基盤の維持・強化</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 安全性等を高める原子力イノベーションの推進</li><li>- 原子力サプライチェーンの競争力強化</li></ul> | <b>(6) 国際協力の積極的推進</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 途上国含む世界全体での脱炭素化への貢献</li><li>- 研究開発や廃炉等における国際協力</li></ul>           |

### 3. 国民理解の醸成 全国各地での説明会、双方向での政策対話を進め、ファクトに基づく丁寧な情報発信を粘り強く継続・強化 13

## 2030年に向けた政策対応のポイント【火力】

- 火力発電については、安定供給を大前提に、再エネの瞬時的・継続的な発電電力量の低下にも対応可能な供給力を持つ形で設備容量を確保しつつ、以下を踏まえ、できる限り電源構成に占める火力発電比率を引き下げる。
  - 調達リスク、発電量当たりのCO2排出量、備蓄性・保管の容易性といったレジリエンス向上への寄与度等の観点から、LNG、石炭、石油における適切な火力のポートフォリオを維持。
  - 次世代化・高効率化を推進しつつ、非効率な火力のフェードアウトに着実に取り組むとともに、脱炭素型の火力発電への置き換えに向け、アンモニア・水素等の脱炭素燃料の混焼やCCUS/カーボンリサイクル等のCO2排出を削減する措置の促進に取り組む。
- 政府開発援助、輸出金融、投資、金融・貿易促進支援等を通じた、排出削減対策が講じられていない石炭火力発電への政府による新規の国際的な直接支援を2021年末までに終了。

## 2030年に向けた政策対応のポイント【電力システム改革】

- 脱炭素化の中での安定供給の実現に向けた電力システムの構築。
  - 供給力の低下に伴う安定供給へのリスクが顕在化している中、脱炭素と安定供給を両立するため、容量市場の着実な運用、新規投資について長期的な収入の予見可能性を付与方法の検討に取り組む。
  - 安定供給確保のための責任・役割の在り方について、改めて検討する。
  - 再エネ導入拡大に向けて電力システムの柔軟性を高め、調整力の脱炭素化を進めるため、蓄電池、水電解装置などのコスト低減などを通じた実用化、系統用蓄電池の電気事業法への位置付けの明確化や市場の整備などに取り組む。
  - 非化石価値取引市場について、トラッキング付き非化石証書の増加や需要家による購入可能化などに取り組む。
  - 災害時の安定供給確保に向け、地域間連系線の増強・災害時連携計画に基づく倒木対策の強化、サイバー攻撃に備え、従来の大手電力に加え新規参入事業者のサイバーセキュリティ対策の確保等に取り組む。

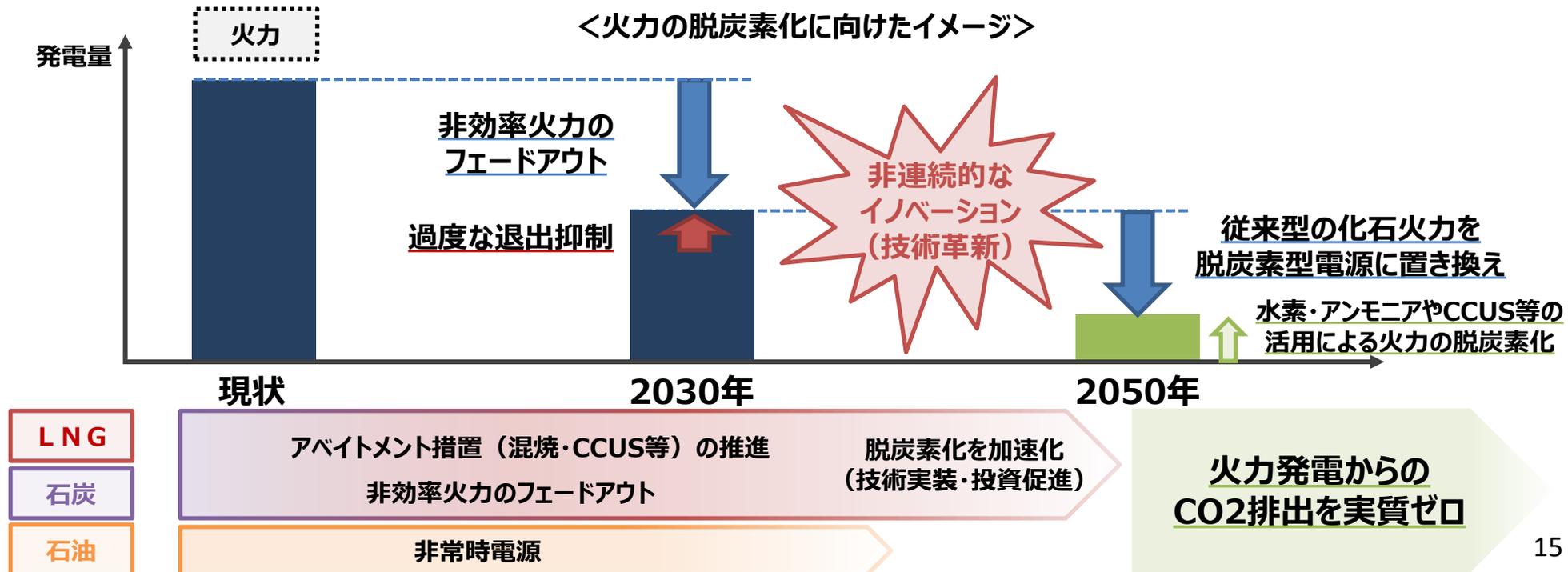
# 火力発電に関する基本的な考え方

## < 基本的な考え方 >

- 脱炭素の世界的な潮流の中、2050年カーボンニュートラルに向けて、火力発電から大気へ排出されるCO2排出を実質ゼロにしていくという、火力政策の野心的かつ抜本的な転換を進めることが必要。このため、2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本。
- その際、火力は震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であり、また再エネの更なる導入拡大が進む中で、当面は再エネの変動性を補う調整力・供給力として必要であり、過度な退出抑制など安定供給を大前提に進めていく。

## < 対応の方向性 >

- 脱炭素化に向けた過渡期においては、再エネの大量導入の下で、①調整力として再エネを補完する、②不足する供給力を賄う等、火力はトランジションを支える重要な役割。エネルギー安全保障の観点から、天然ガスや石炭を中心に適切な火力ポートフォリオを維持しつつ、非効率な火力をフェードアウト。
- また、2050年カーボンニュートラルに向けて、従来型の化石火力が果たしてきた機能を脱炭素型電源に置き換えていくことが必要。このため、火力の脱炭素化の取組を加速的に促進。



## 2030年に向けた政策対応のポイント【水素・アンモニア】

- カーボンニュートラル時代を見据え、水素を新たな資源として位置付け、社会実装を加速。
- 長期的に安価な水素・アンモニアを安定的かつ大量に供給するため、海外からの安価な水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立。
  - 国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した水電解装置による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の開発などに取り組む。
  - 水素の供給コストを、化石燃料と同等程度の水準まで低減させ、供給量の引上げを目指す。  
コスト：現在の100円/Nm<sup>3</sup>→2030年に30円/Nm<sup>3</sup>、2050年に20円/Nm<sup>3</sup>以下に低減  
供給量：現在の約200万t/年→2030年に最大300万t/年、2050年に2,000万t/年に拡大
- 需要サイド（発電、運輸、産業、民生部門）における水素利用を拡大。
  - 大量の水素需要が見込める発電部門では、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、混焼・専焼の実証の推進や非化石価値の適切な評価ができる環境整備を行う。また、2030年の電源構成において、水素・アンモニア1%を位置付け。
  - 運輸部門では、FCVや将来的なFCトラックなどの更なる導入拡大に向け、水素ステーションの戦略的整備などに取り組む。
  - 産業部門では、水素還元製鉄などの製造プロセスの大規模転換や水素等の燃焼特性を踏まえたバーナー、大型・高機能ボイラーの技術開発などに取り組む。
  - 民生部門では、純水素燃料電池も含む、定置用燃料電池の更なる導入拡大に向け、コスト低減に向けた技術開発などに取り組む。

## 2030年に向けた政策対応のポイント【資源・燃料】

- カーボンニュートラルへの円滑な移行を進めつつ、将来にわたって途切れなく必要な資源・燃料を安定的に確保。
  - 石油・天然ガス・鉱物資源の安定供給確保に加え、これまで資源外交で培った資源国とのネットワークを活用した水素・アンモニアのサプライチェーン構築やCCS適地確保等を一体的に推進すべく、「包括的な資源外交」を新たに展開。また、アジアの現実的なエネルギーtransitionに積極的に関与。
  - JOGMECが、水素・アンモニア、CCSといった脱炭素燃料・技術の導入に向けた技術開発・リスクマネー供給の役割を担えるよう、JOGMECの機能強化を検討。
  - 石油・天然ガスについて、自主開発比率を2019年度の34.7%から、2030年に50%以上、2040年には60%以上を目指す。また、メタンハイドレートを含む国産資源開発などに取り組む。
  - 鉱物資源について、供給途絶が懸念されるレアメタル等へのリスクマネー支援を強化。海外権益確保とベースメタルのリサイクル促進により2050年までに国内需要量相当の確保を目指す。また、海底熱水鉱床やレアアース泥等の国産海洋鉱物資源開発などに取り組む。
- 平時のみならず緊急時にも対応できるよう燃料供給体制の強靱化を図るとともに、脱炭素化の取組を促進。
  - 災害時などの有事も含めたエネルギー供給を盤石なものとするため、石油やLPガスの備蓄機能を維持するとともに、コンビナート内外の事業者間連携等による製油所の生産性向上に加え、CO2フリー水素の活用等による製油所の脱炭素化などに取り組む。
  - 地域のエネルギー供給を担うSSについて、石油製品の供給を継続しながらEVやFCVへのエネルギー供給等も担う「総合エネルギー拠点」化や、地域ニーズに対応したサービス提供も担う「地域コミュニティインフラ」化などに取り組む。
  - 熱需要の脱炭素化に大きな役割を果たす、需要サイドにおける天然ガスシフトや、メタネーション等によるガスの脱炭素化などを追求する。また、更なるガスのレジリエンス強化に取り組む。

# 2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		(2019年 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)			
<b>省エネ</b>		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	<b>6,200万kl</b>			
最終エネルギー消費 (省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl			
<b>電源構成</b>	<b>再エネ</b>	(18% ⇒ 22~24%)	<b>36~38%*</b> ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。			
	発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度					
	<b>水素・アンモニア</b>	( 0% ⇒ 0%)		<b>1%</b>	(再エネの内訳)	
	<b>原子力</b>	( 6% ⇒ 20~22%)		<b>20~22%</b>	太陽光 14~16%	
	<b>LNG</b>	(37% ⇒ 27%)		<b>20%</b>	風力 5%	
	<b>石炭</b>	(32% ⇒ 26%)		<b>19%</b>	地熱 1%	
	<b>石油等</b>	( 7% ⇒ 3%)		<b>2%</b>	水力 11%	
				バイオマス 5%		
<b>( + 非エネルギー起源ガス・吸収源 )</b>						
<b>温室効果ガス削減割合</b>		( 14% ⇒ 26%)	<b>46%</b>	更に50%の高みを目指す		

# エネルギー需要・一次エネルギー供給

## エネルギー需要

## 一次エネルギー供給

363百万kl



2013年度

省エネの野心的な深掘り  
62百万kl程度  
(対策前比▲18%程度)

(2013→2030)  
経済成長 1.4%/年  
人口 0.6%減  
旅客輸送量 2%減

280百万kl



2030年度

326百万kl



2030年度  
(H27策定時)

水素・アンモニア  
1%程度

430百万kl



2030年度

自給率  
30%程度

489百万kl



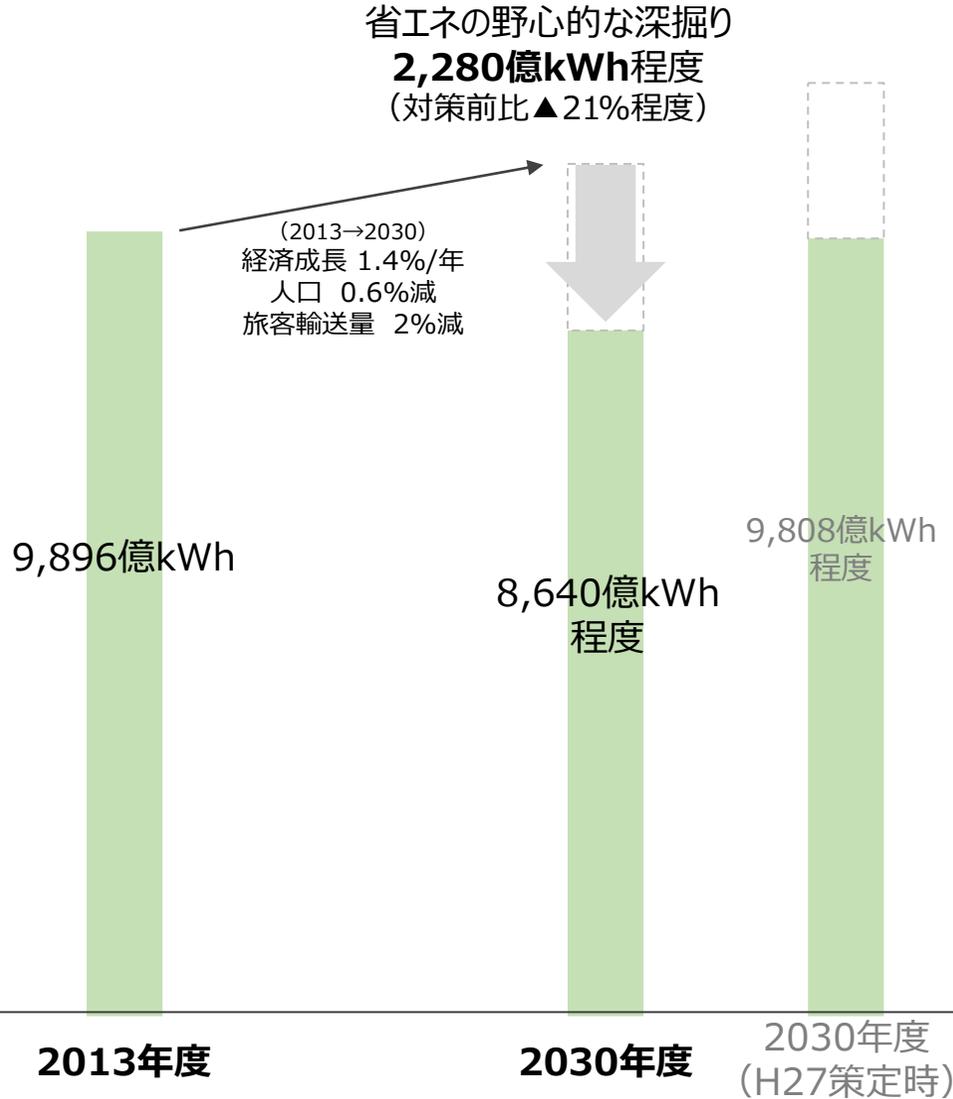
2030年度  
(H27策定時)

自給率  
24.3%  
程度

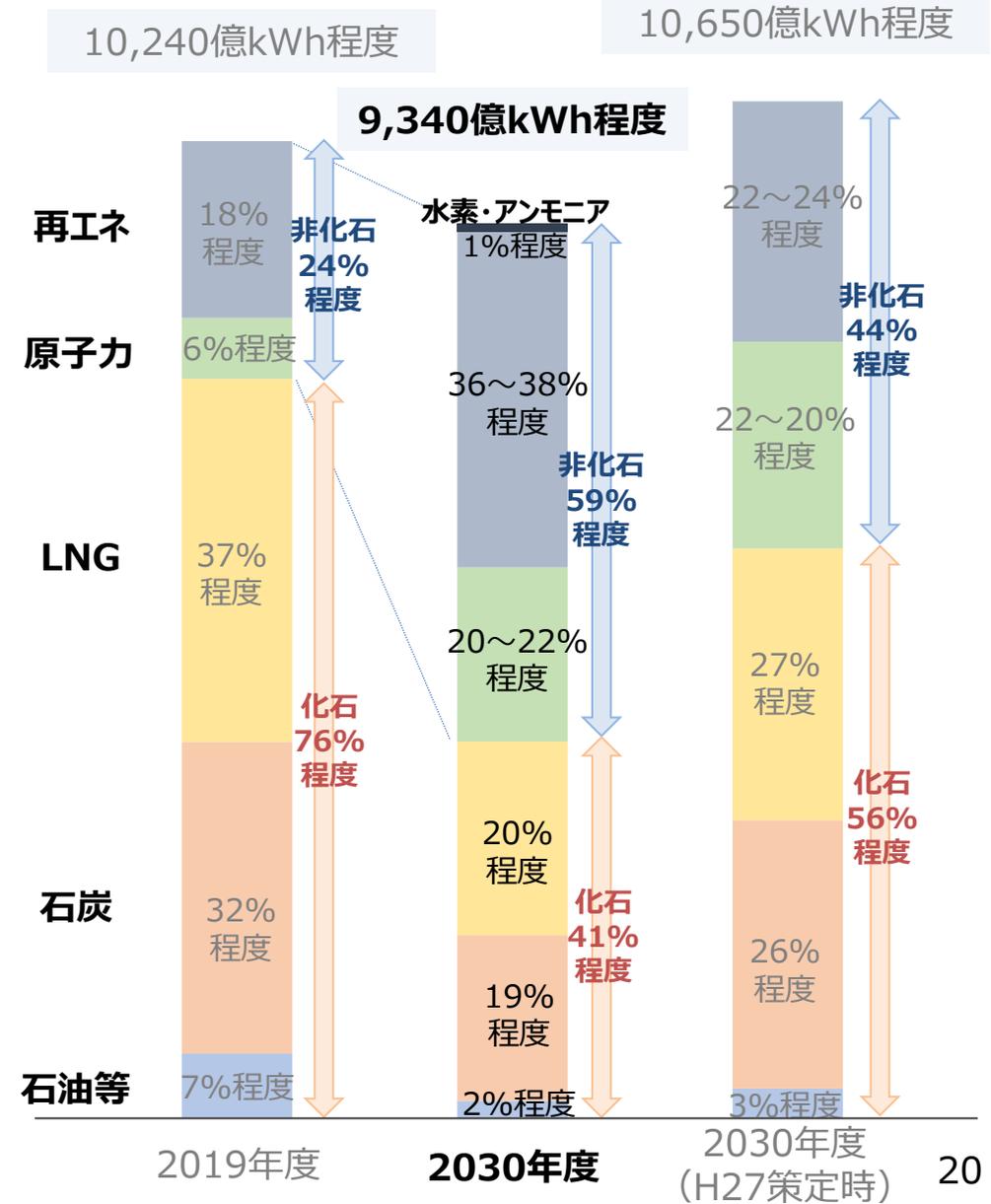
- ※ 再エネには、未活用エネルギーが含まれる
- ※ 自給率は総合エネルギー統計ベースでは31%程度、IEAベースでは30%程度となる
- ※ H27以降、総合エネルギー統計は改訂されており、2030年度推計の出発点としての2013年度実績値が異なるため、単純比較は出来ない点に留意

# 電力需要・電源構成

## 電力需要



## 電源構成



1. エネルギー基本計画の閣議決定

2. クリーンエネルギー戦略の検討状況

# カーボンニュートラル (CN) を巡る動向

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

## カーボンニュートラルの波

### <期限付きCNを表明する国地域の急増>

COP25  
終了時  
(2019)

- 期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約26%を占める

COP26  
終了時  
(2021)

- 期限付きCNを表明する国地域は154、世界GDPの約90%を占める

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

### (参考) COP26終了時点のCN表明国地域



## 金融機関の動き

### <世界的なESG投資額の急増>

- 全世界のESG投資の合計額は、2020年に35.3兆ドルまで増加



(出所) GSIA「Global Sustainable Investment Review」

### <企業情報開示・評価の変化>

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

## 産業界の対応

### <サプライチェーン全体の脱炭素化>

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

海外

Microsoft	2030年まで
Apple	2030年まで

国内

リコー	2050年まで
キリン	2050年まで

カーボンニュートラル表明

### <GX時代における新産業の萌芽>

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

環境対応の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代 (GX時代) に突入

# クリーンエネルギー戦略の検討の視座

## グリーン成長戦略

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

## エネルギー基本計画

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

## 【クリーンエネルギー戦略の検討の視座】

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

# グリーンエネルギー戦略において議論すべき論点

- クリーンエネルギー戦略においては、以下の論点を中心に議論を深めていく。

## 【グリーンエネルギー戦略における論点】

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

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

### (2) GX時代の需要サイドのエネルギー構造転換

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

### (3) GX時代に必要となる社会システム、インフラ導入

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

# GX分析例（先行事例①：アンモニア）

## ● 現状のビジネス環境

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

## ● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

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

## ● 海外プレイヤーの動向

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

# 課題と打ち手の例（先行事例①：アンモニア）

## 【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

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

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

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

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

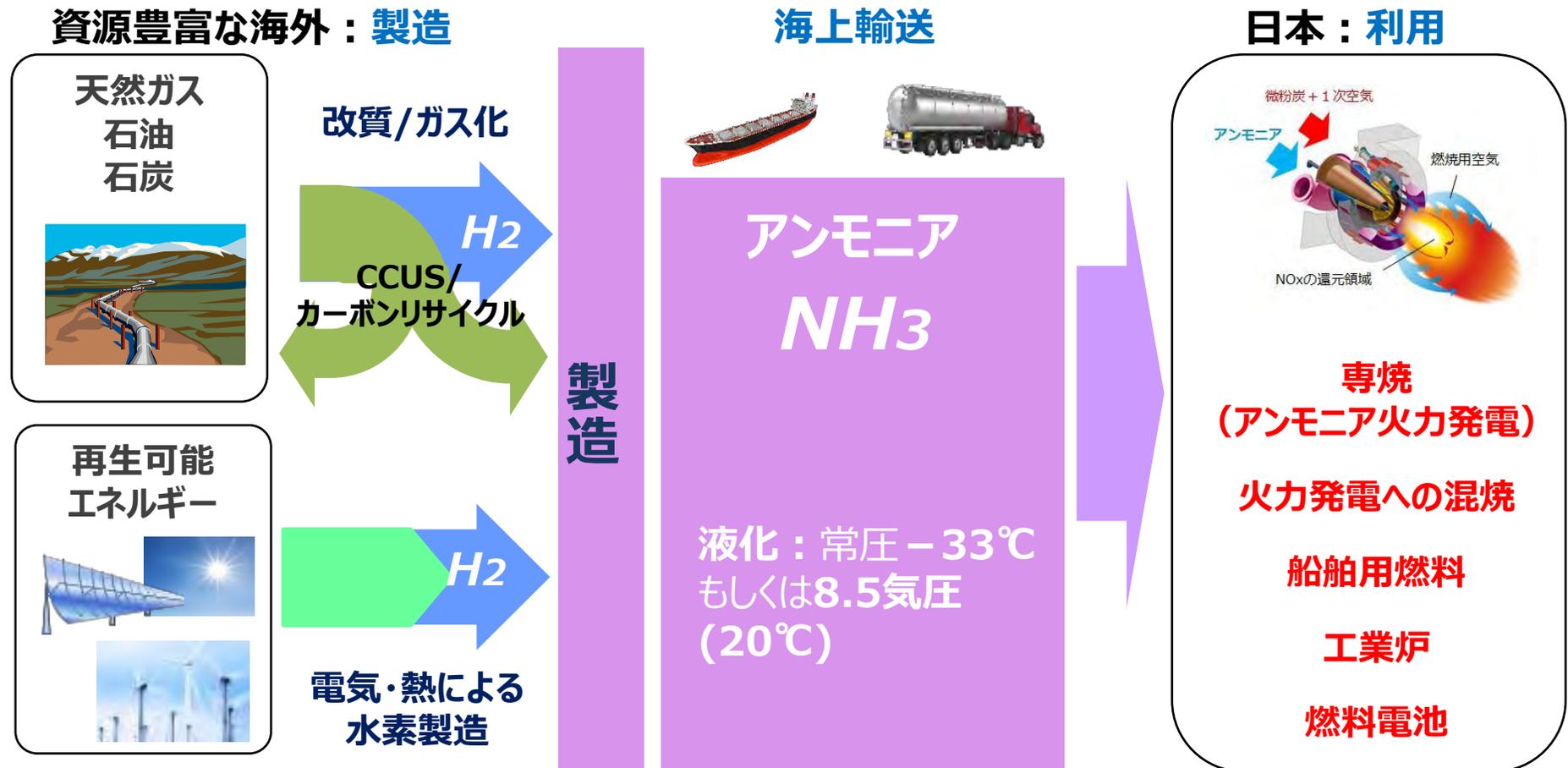
## 【マーケットレイヤー】

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

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

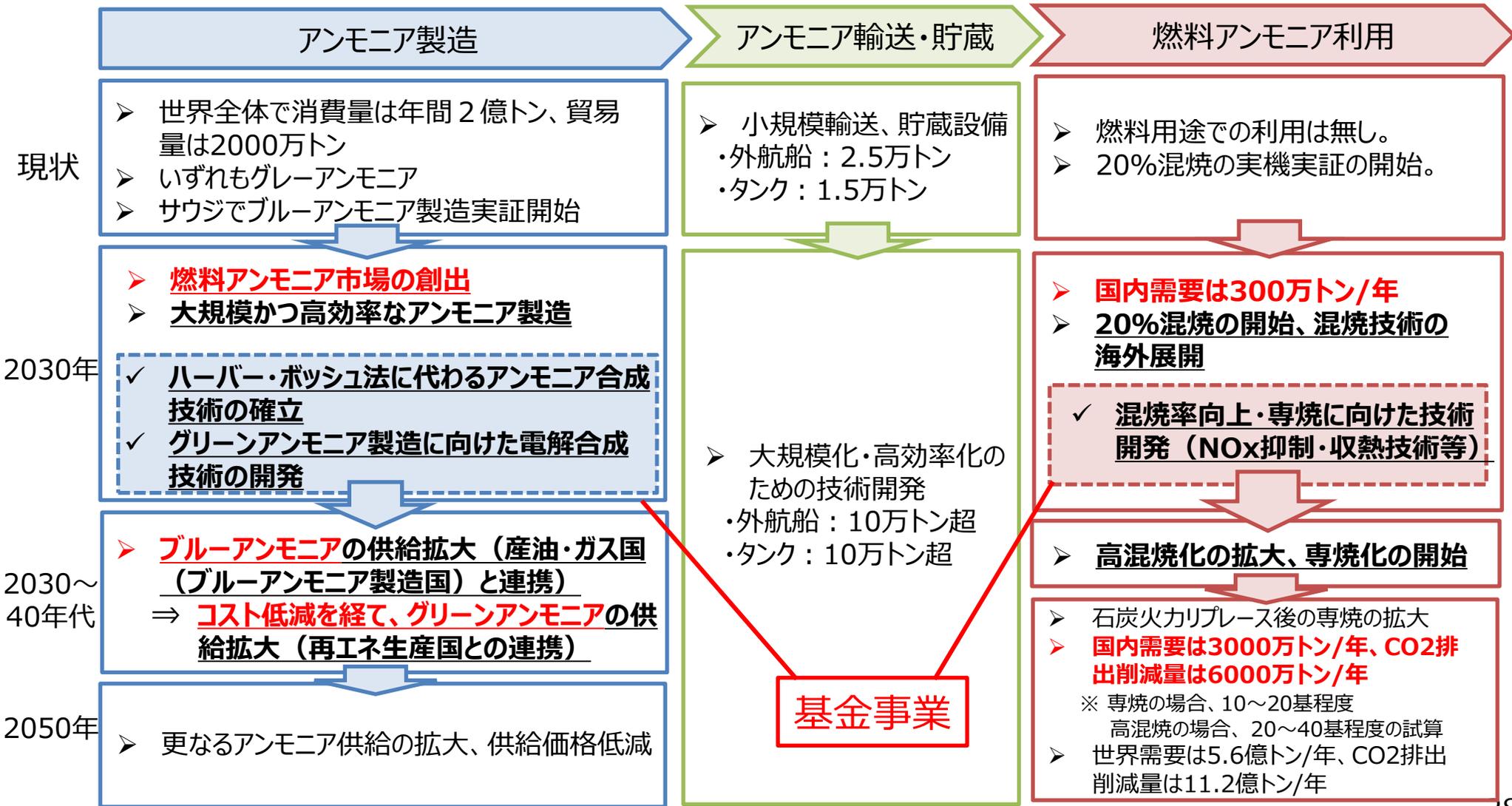
# (参考) 燃料アンモニアの位置づけ

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



# (参考) アンモニア利用の拡大に向けた道筋

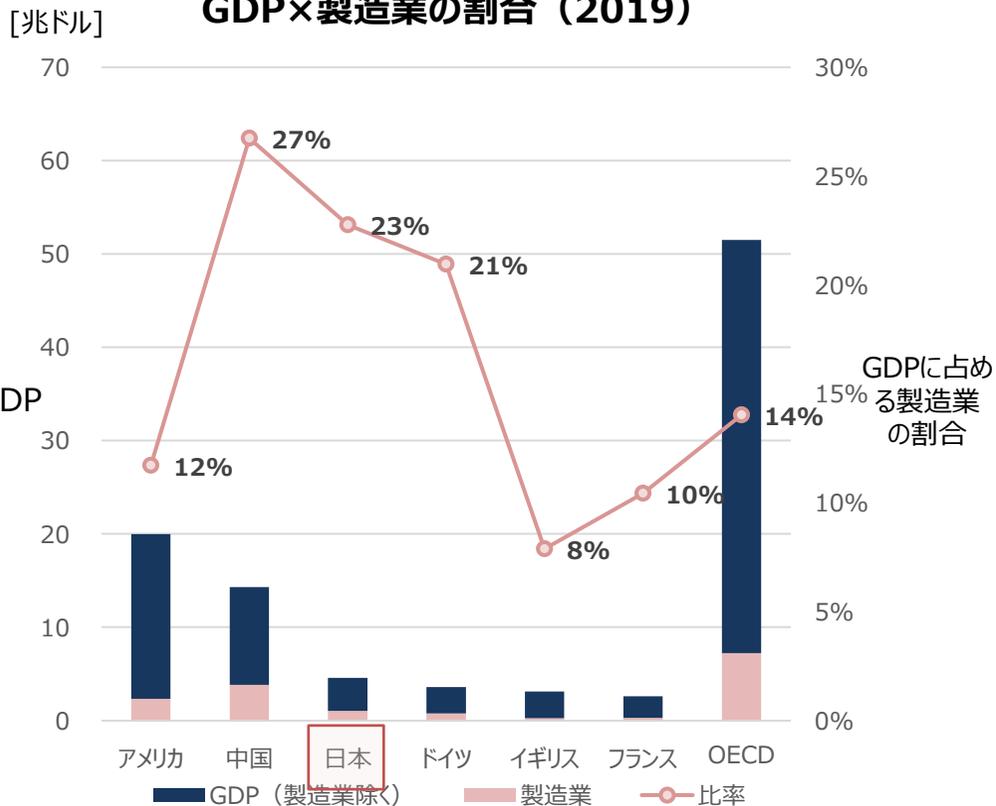
- 燃料アンモニアの着実な導入・拡大においては、発電・船舶等における利用面で拡大と、低廉で安定的なサプライチェーン構築・強化という双方の取組が必要。多面的な政策的支援を実施。



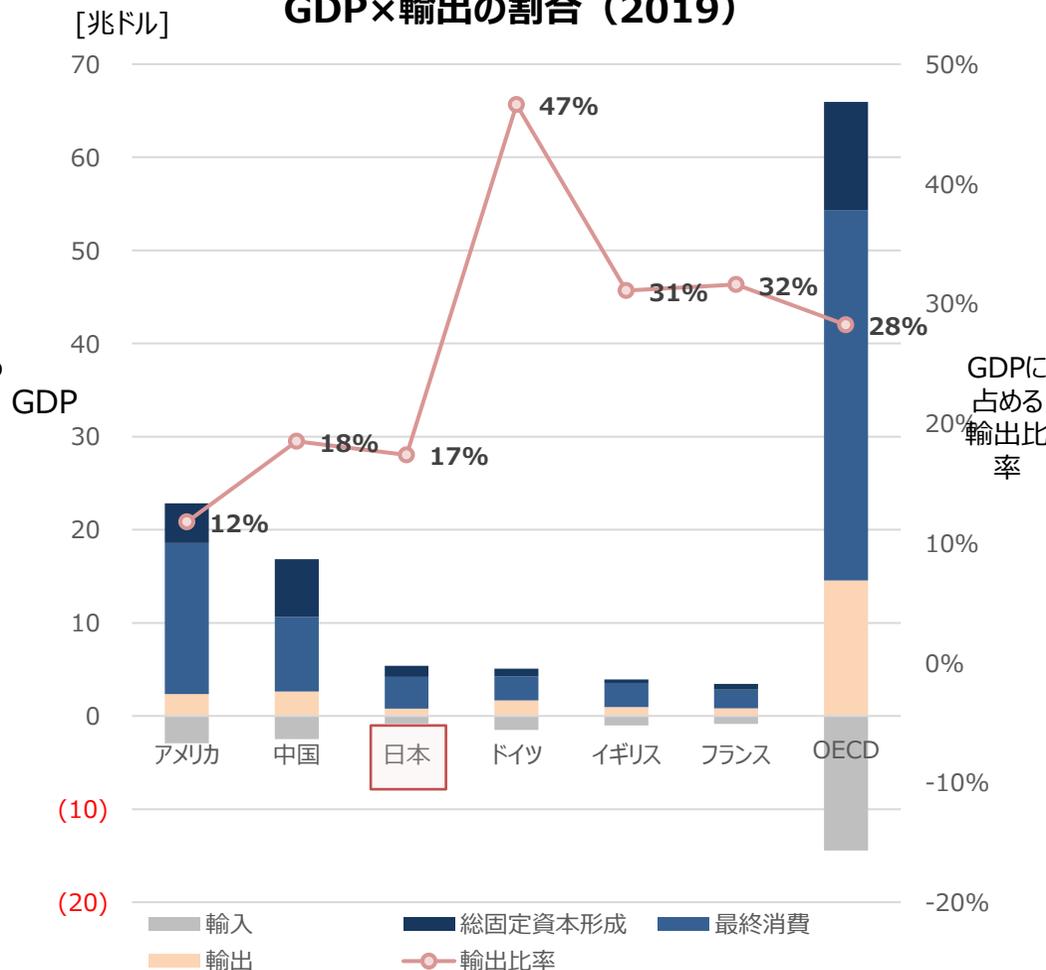
# 我が国の産業構造

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

GDP×製造業の割合 (2019)



GDP×輸出の割合 (2019)

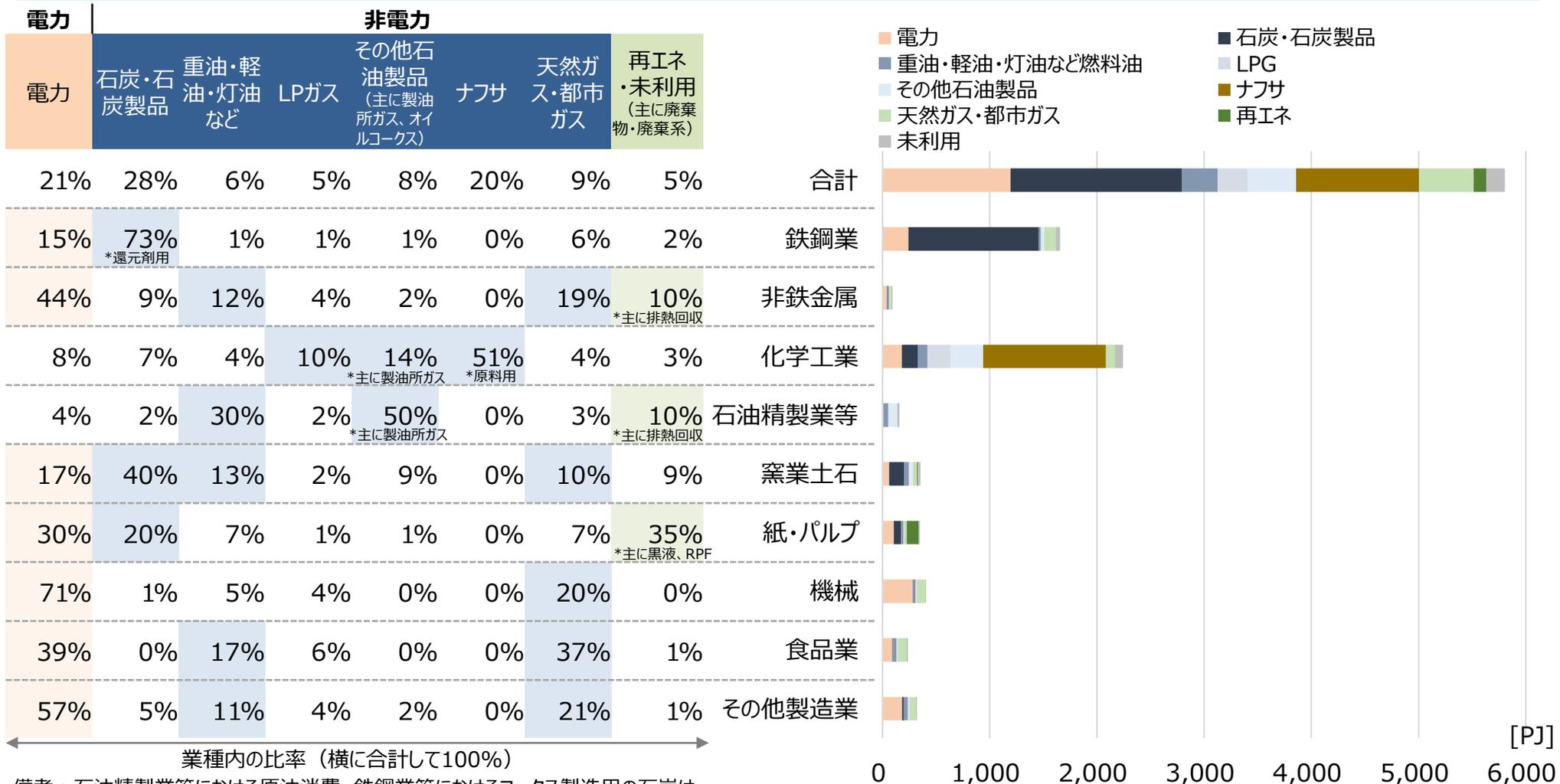


(出典) World Bank「World Development Indicators」より資源エネルギー庁作成

# 製造業の熱・燃料（原料含む）需要のエネルギー消費（2019）

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

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



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

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

# (参考) 製造業におけるカーボンニュートラルのハードル

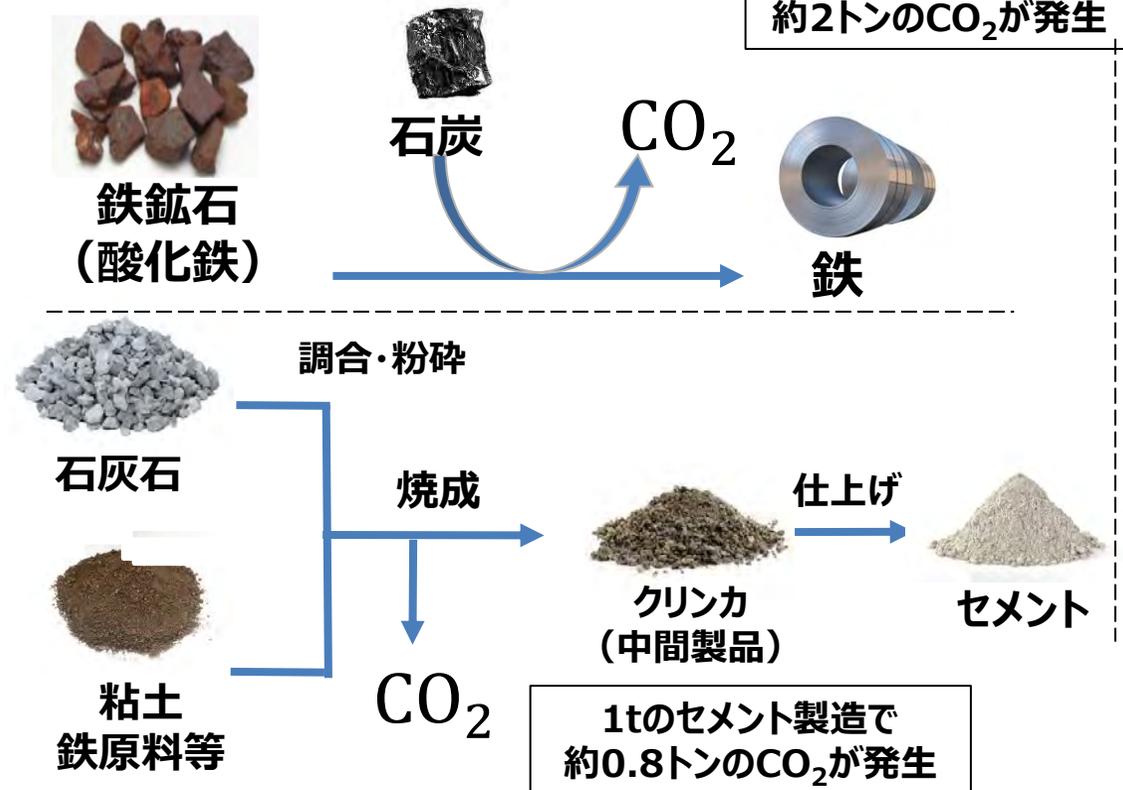
(1) 産業部門の産業構造・エネルギー利用の実態

- 鉄鋼やセメントは、その製造工程で必ずCO<sub>2</sub>排出を伴う。
  - 産業部門の排出のうち、鉄鋼と化学は7割を占める大きなCO<sub>2</sub>排出源。
- ⇒G I 基金を活用し、脱炭素に向けた革新的技術開発を推進中。

## 鉄鋼・セメントの製造工程

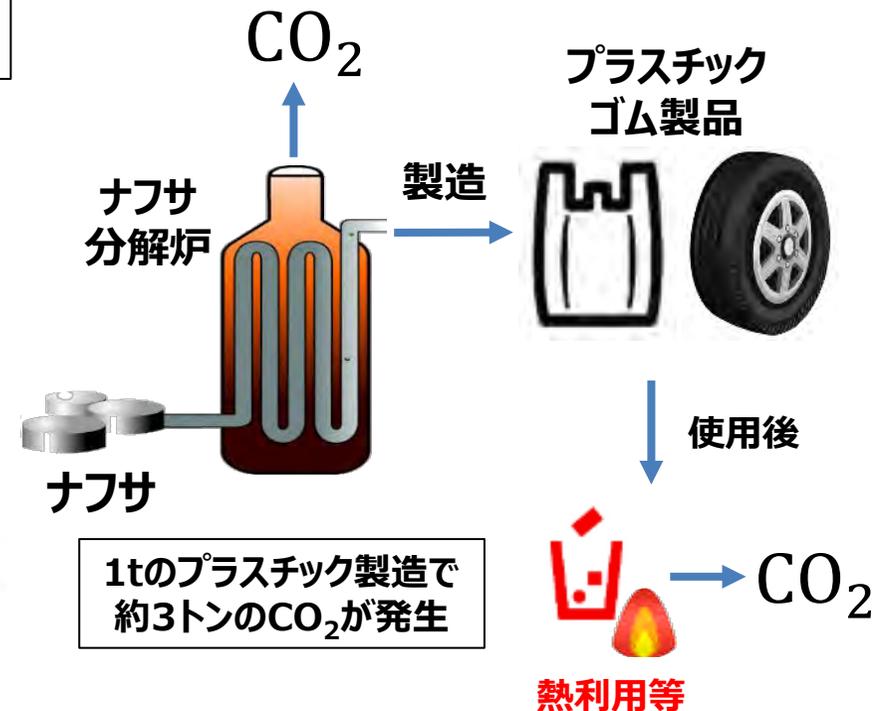
エネルギー起源：158百万t-CO<sub>2</sub>/年

(産業部門の約40%、粗鋼生産量は約1億トン)

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

(エネ起は産業部門の約4%、セメント生産量は約5,800万トン)

## 化学工業の製造・利用工程

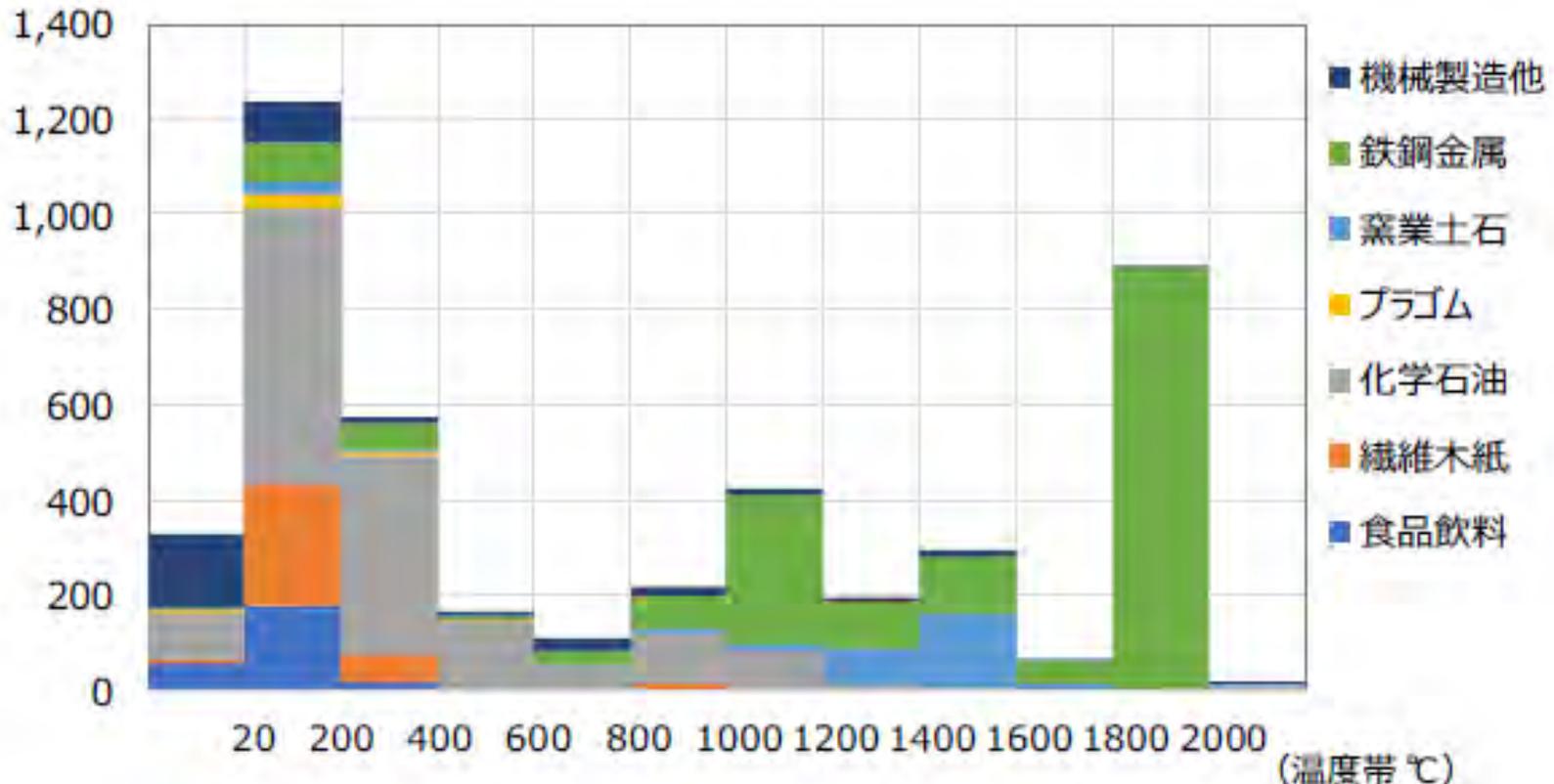
エネルギー起源：31百万t-CO<sub>2</sub>/年

(産業部門の約19%、プラスチック生産量は約1,000万トン)

# (参考) 産業部門の熱需要の温度域

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

(熱需要 PJ) 産業部門の業種別・温度帯別の熱需要 イメージ



# 業種のエネルギー需給構造を踏まえたトランジション戦略

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

## 製造業におけるトランジションのイメージ (案)

\* 非化石証書やクレジットなどを活用した取組も考えられる

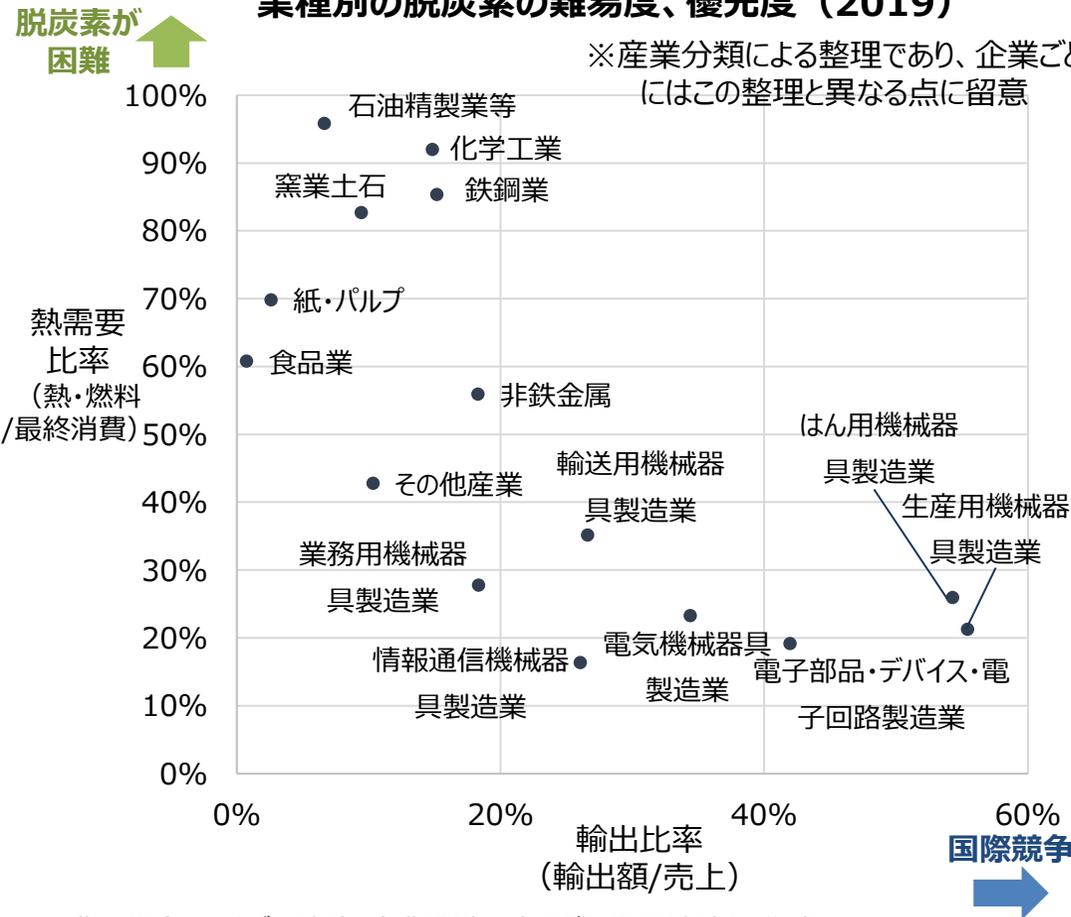


# 国際サプライチェーンへの取り込まれ具合

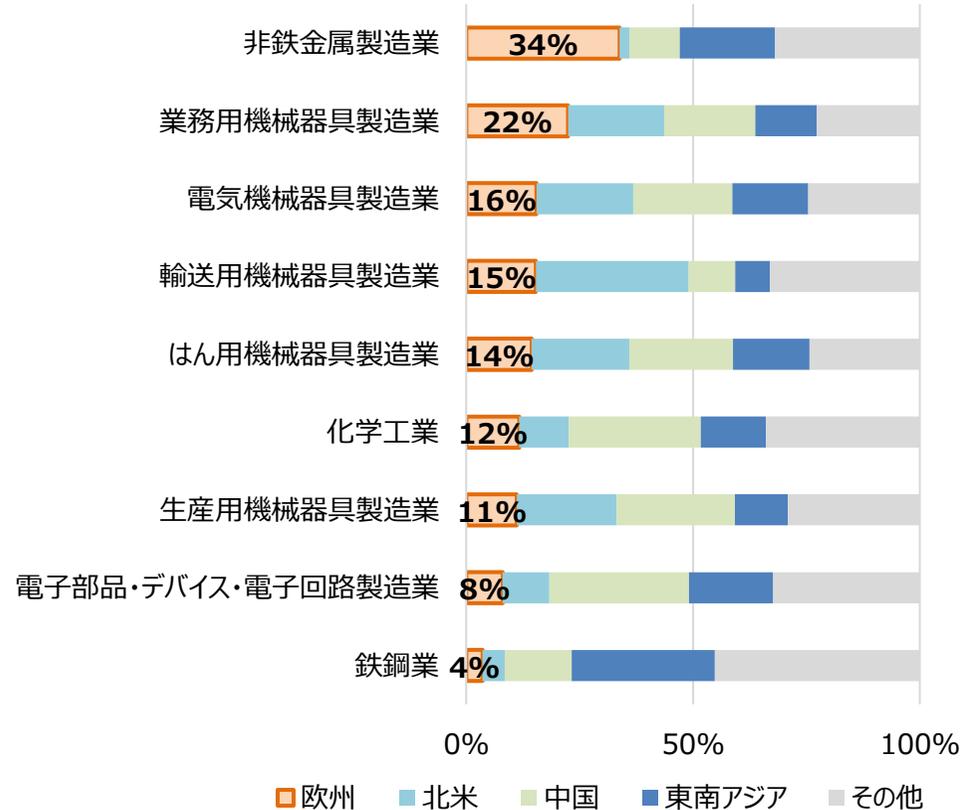
- 業種ごとに輸出割合の多寡、エネルギー利用の形態が異なり、脱炭素への取り組み方も変わる可能性。例えば、機械産業、非鉄金属業は輸出比率が高く、特に欧州向けの割合が高いため、諸外国の脱炭素に向けたモーメントの影響が大きくなる可能性。
- こうした産業構造の違いも踏まえた、脱炭素に向けたトランジション戦略を描くべきではないか。

業種別の脱炭素の難易度、優先度 (2019)

※産業分類による整理であり、企業ごとにはこの整理と異なる点に留意



業種別の輸出額の輸出先国 内訳 (2019)



# 參考資料

# 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必要。今後も、福島第一原発の廃炉と福島の復興に全力を挙げる。

## 福島第一原発の廃炉（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）⇒ 140m<sup>3</sup>/日（2020年内）
  - ②プール内燃料取り出し：3・4号機取り出し完了
  - 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398件、雇用創出4,610人（2020.12）
- 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

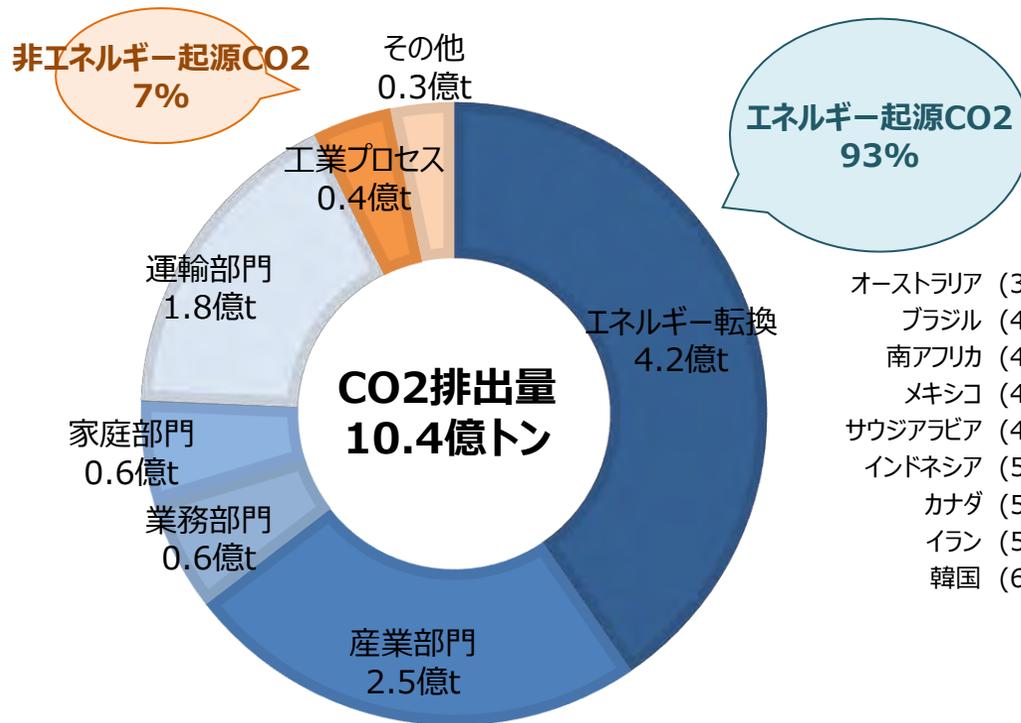
- ALPS処理水の処分
- 使用済燃料プール内の燃料の着実な取り出し
  - ※ 2031年内に全号機で完了。
- 燃料デブリの取り出し

- 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

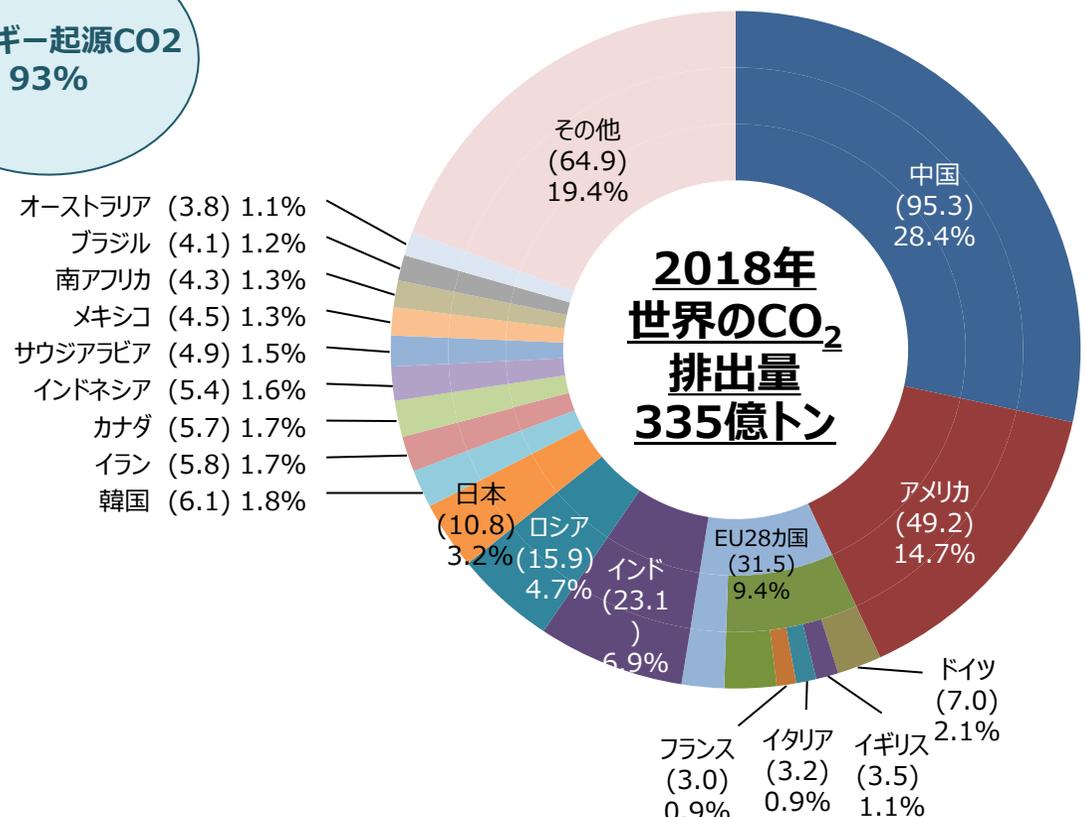
# 日本/世界のCO2排出量

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

## 日本のCO2排出量 (2020)



## 世界のエネルギー起源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

出所: IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion Highlights 2020

## 2030年度 省エネ量目標値

- 各業界の省エネ深掘りに向けたヒアリング等を踏まえ、省エネ対策の野心的な見直しを行い、2030年度における省エネ量を2015年策定時の5,036万kLから1,200万kL程度深掘った結果、6,200万kL程度となった。

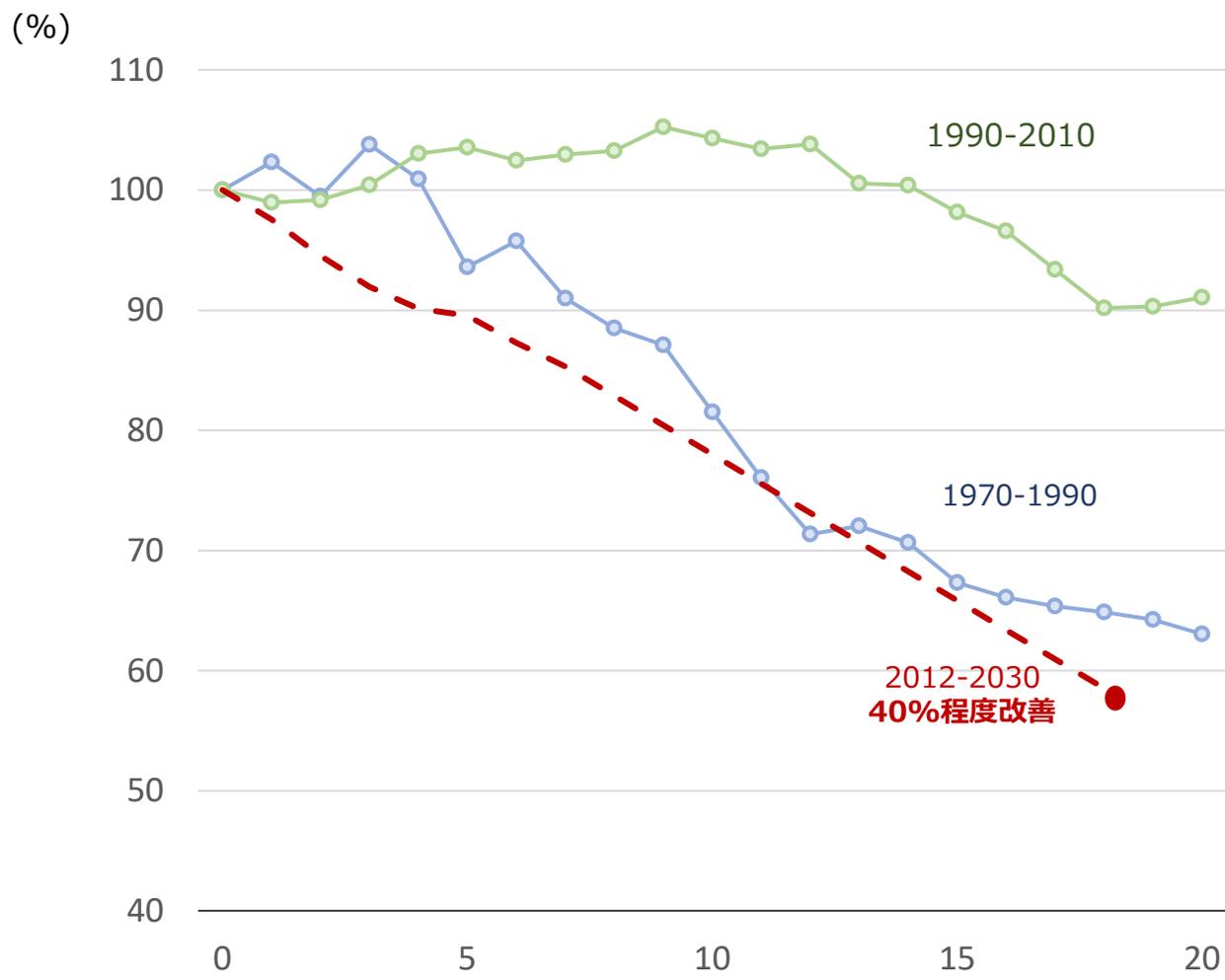
[万kL]	①2019年度 (実績)	②2030年度 目標 (H27策定時)	③2030年度 (今回)	増加分 (③-②)
産業部門	322	1,042	1,350程度	300程度
業務部門	414	1,227	1,350程度	150程度
家庭部門	357	1,160	1,200程度	50程度
運輸部門	562	1,607	2,300程度	700程度
<b>合計</b>	<b>1,655</b>	<b>5,036</b>	<b>6,200程度</b>	<b>1,200程度</b>

※合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある

# エネルギー消費効率

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

## エネルギー効率の改善

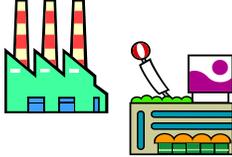


※エネルギー効率 =  
最終エネルギー消費量/実質GDP

# エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）の概要

- 工場等の設置者、輸送事業者・荷主に対し、省エネ取組を実施する際の目安となるべき判断基準（設備管理の基準やエネルギー消費効率改善の目標（年1%）等）を示すとともに、一定規模以上の事業者にはエネルギーの使用状況等を報告させ、取組が不十分な場合には指導・助言や合理化計画の作成指示等を行う。
- 特定エネルギー消費機器等（自動車・家電製品等）の製造事業者等<sup>注</sup>に対し、機器のエネルギー消費効率の目標を示して達成を求めるとともに、効率向上が不十分な場合には勧告等を行う。注）生産量等が一定以上の者

エネルギー使用者への直接規制

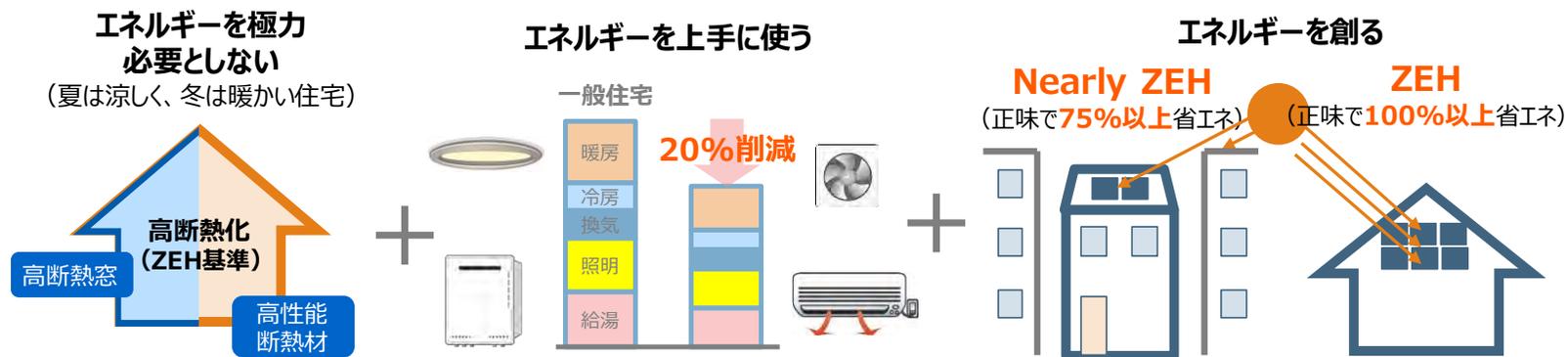
	工場・事業場	運輸	
<p><b>努力義務の対象者</b></p> <p><b>工場等の設置者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業者の努力義務</li> </ul> <p><b>報告義務等対象者</b></p> <p><b>特定事業者</b>（約12,500事業者） （エネルギー使用量1,500kl/年以上）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー管理者等の選任義務</li> <li>中長期計画の提出義務</li> <li>エネルギー使用状況等の定期報告義務</li> </ul>	 <p><b>貨物/旅客輸送事業者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業者の努力義務</li> </ul> <p><b>特定貨物/旅客輸送事業者</b> （保有車両トラック200台以上等）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計画の提出義務</li> <li>エネルギー使用状況等の定期報告義務</li> </ul>	<p><b>荷主</b>（自らの貨物を輸送業者に輸送させる者）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業者の努力義務</li> </ul> <p><b>特定荷主</b>（約800事業者） （年間輸送量3,000万トン以上）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計画の提出義務</li> <li>委託輸送に係るエネルギー使用状況等の定期報告義務</li> </ul>	 

使用者への間接規制

<p><b>特定エネルギー消費機器等（トップランナー制度）</b></p> <p><b>製造事業者等</b>（生産量等が一定以上）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自動車や家電製品等32品目のエネルギー消費効率の目標を設定し、製造事業者等に達成を求める</li> </ul>  	<p><b>一般消費者への情報提供</b></p> <p><b>家電等の小売事業者やエネルギー小売事業者</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>消費者への情報提供（努力義務）</li> </ul>
---	--

# (参考) ZEH・ZEBの概要

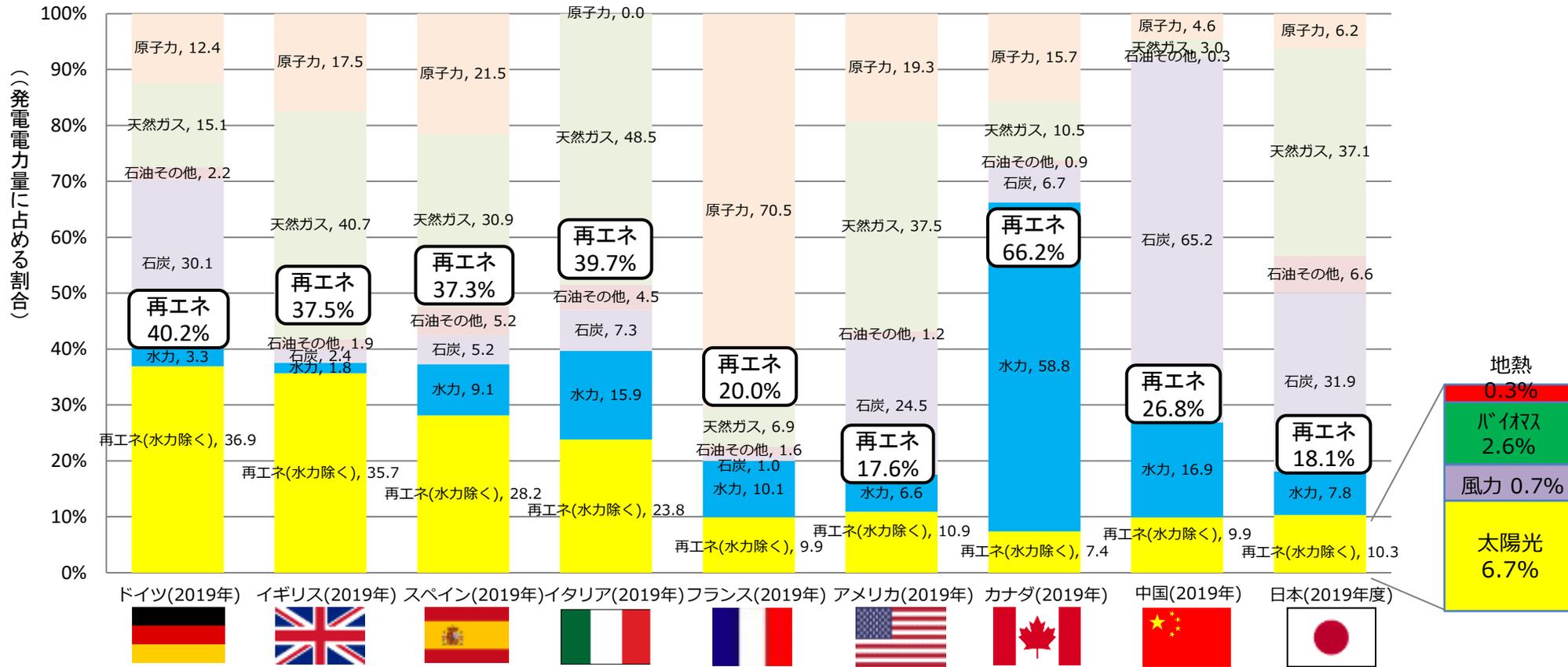
- **ZEH**とは、断熱性能の向上とともに、高効率な設備導入により省エネルギーを図った上で、再生可能エネルギーを導入し、年間のエネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した住宅。



- **ZEB**とは、建築計画の工夫による日射遮蔽・自然エネルギーの利用、高断熱化、高効率化を通じた大幅な省エネの実現に加え、太陽光発電等の導入により、年間のエネルギー消費量が大幅に削減されている建築物。



# (参考) 再生可能エネルギーの国際比較 (発電比率)

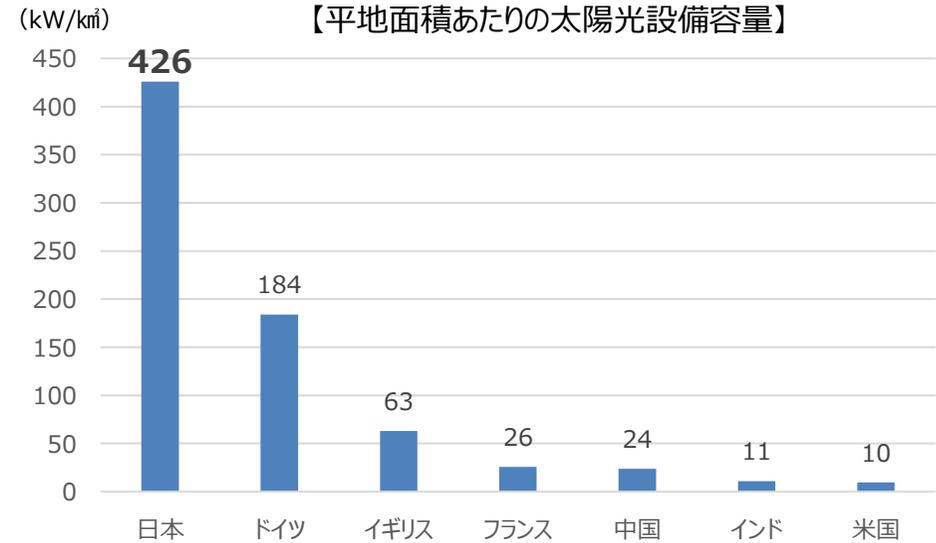
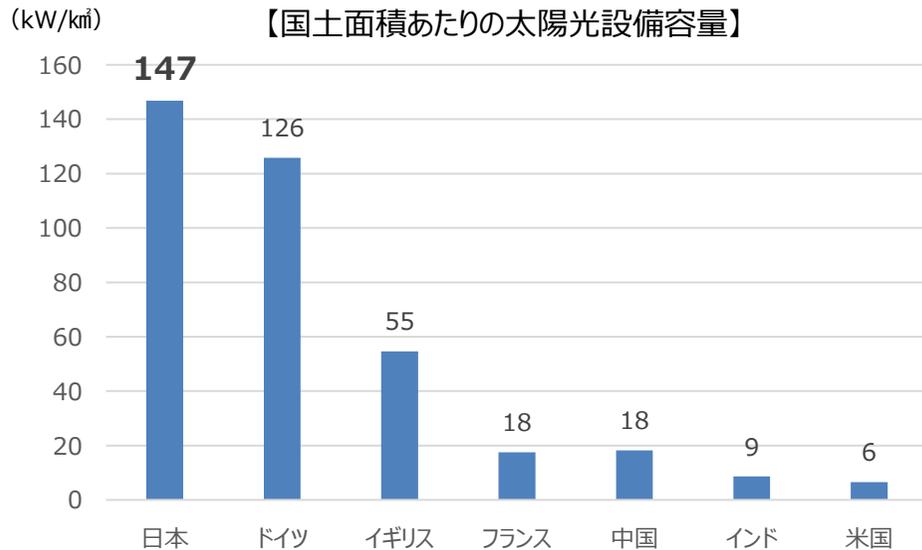


主要再エネ ※水力除く	風力 20.9%	風力 20.0%	風力 20.5%	太陽光 8.1%	風力 6.1%	風力 6.8%	風力 5.1%	風力 5.4%	太陽光 6.7%
再エネ 発電量	2,424 億kWh	1,205 億kWh	1,001 億kWh	1,159 億kWh	1,131 億kWh	7,670 億kWh	4,273 億kWh	20,150 億kWh	1,852 億kWh
再エネ 発電量 ※水力除く	2,227 億kWh	1,146 億kWh	763 億kWh	695 億kWh	562 億kWh	4,772 億kWh	477 億kWh	7,424 億kWh	1,056 億kWh
発電量	6,031 億kWh	3,211 億kWh	2,710 億kWh	2,920 億kWh	5,661 億kWh	43,710 億kWh	6,453 億kWh	75,091 億kWh	10,238 億kWh

出典：IEA Market Report Series - Renewables 2020 (各国2019年時点の発電量)、IEA データベース、総合エネルギー統計(2019年度確報値)等より資源エネルギー庁作成

# 面積あたりの各国太陽光設備容量

- 国土面積あたりの日本の太陽光導入容量は主要国の中で最大。平地面積で見るとドイツの2倍。



	日	独	英	仏	中	印	米
国土面積	38万km <sup>2</sup>	36万km <sup>2</sup>	24万km <sup>2</sup>	54万km <sup>2</sup>	960万km <sup>2</sup>	329万km <sup>2</sup>	963万km <sup>2</sup>
平地面積※ (国土面積に占める割合)	<b>13万km<sup>2</sup></b> (34%)	25万km <sup>2</sup> (69%)	21万km <sup>2</sup> (88%)	37万km <sup>2</sup> (69%)	740万km <sup>2</sup> (77%)	257万km <sup>2</sup> (78%)	653万km <sup>2</sup> (68%)
太陽光の設備容量 (GW)	<b>56</b>	45	13	10	175	28	63
太陽光の発電量 (億kWh)	<b>690</b>	462	129	102	1,969	361	872
発電量 (億kWh)	<b>10,277</b>	6,370	3,309	5,766	71,855	15,832	44,339
太陽光の総発電量 に占める比率	6.7%	7.3%	3.9%	1.8%	2.7%	2.3%	2.0%

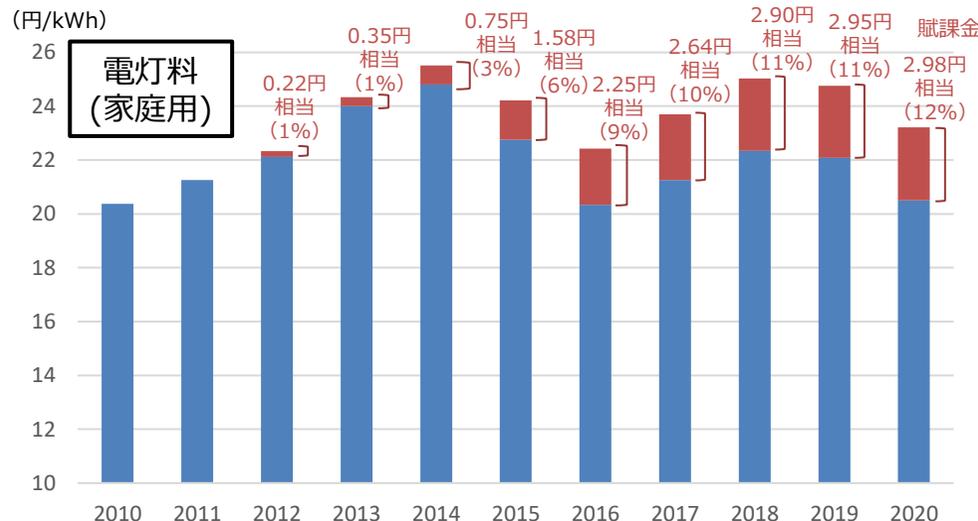
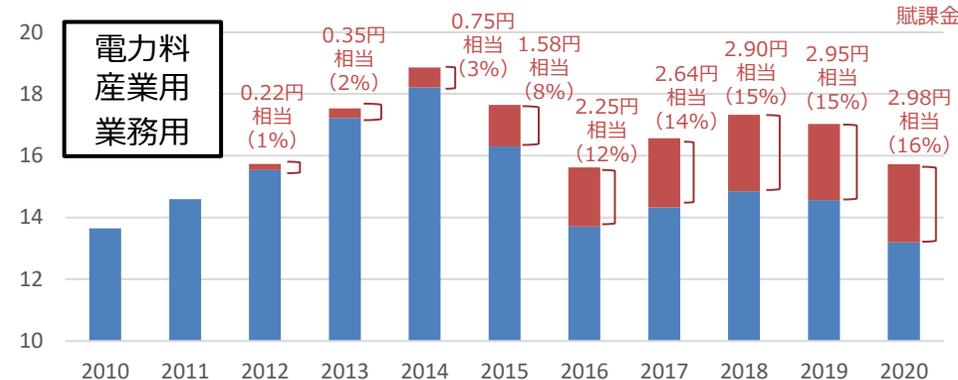
(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、Global Forest Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)  
 IEA Market Report Series - Renewables 2019 (各国2018年度時点の発電量)、総合エネルギー統計(2019年度速報値)、FIT認定量等より作成  
 ※平地面積は、国土面積から、Global Forest Resources Assessment 2020の森林面積を差し引いて計算したもの。

# (参考) FIT制度に伴う国民負担の状況

- 2021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2.7兆円**となっている。買取総額の内訳を見ると、**2012年度～2014年度に認定された事業用太陽光発電に係る買取費用が大半を占めている。**
- 電気料金に占める賦課金割合は、2020年度実績では、**産業用・業務用16%、家庭用12%。**

＜買取総額の内訳＞				
住宅用太陽光		0.3兆円	7%	
事業用太陽光	2012年度認定	0.8兆円	22%	
	2013年度認定	1.1兆円		60%
	2014年度認定	0.4兆円		
	2015年度認定	0.1兆円	3%	
	2016年度認定	0.1兆円	3%	
	2017年度認定	0.04兆円	1%	
	2018年度認定	0.1兆円	3%	
	2019年度認定	0.02兆円	0%	
	2020年度認定	0.001兆円	0%	
	2021年度認定	0.0001兆円	0%	
	<b>(合計)</b>	<b>(2.7兆円)</b>	<b>(70%)</b>	
風力発電		0.2兆円	5%	
地熱発電		0.02兆円	0.4%	
中小水力発電		0.1兆円	3%	
バイオマス発電		0.5兆円	14%	
<b>合計</b>		<b>3.8兆円</b>	—	

( )内は電気料金に占める賦課金の割合  
 (円/kWh) <旧一般電気事業者の電気料金平均単価と賦課金の推移>

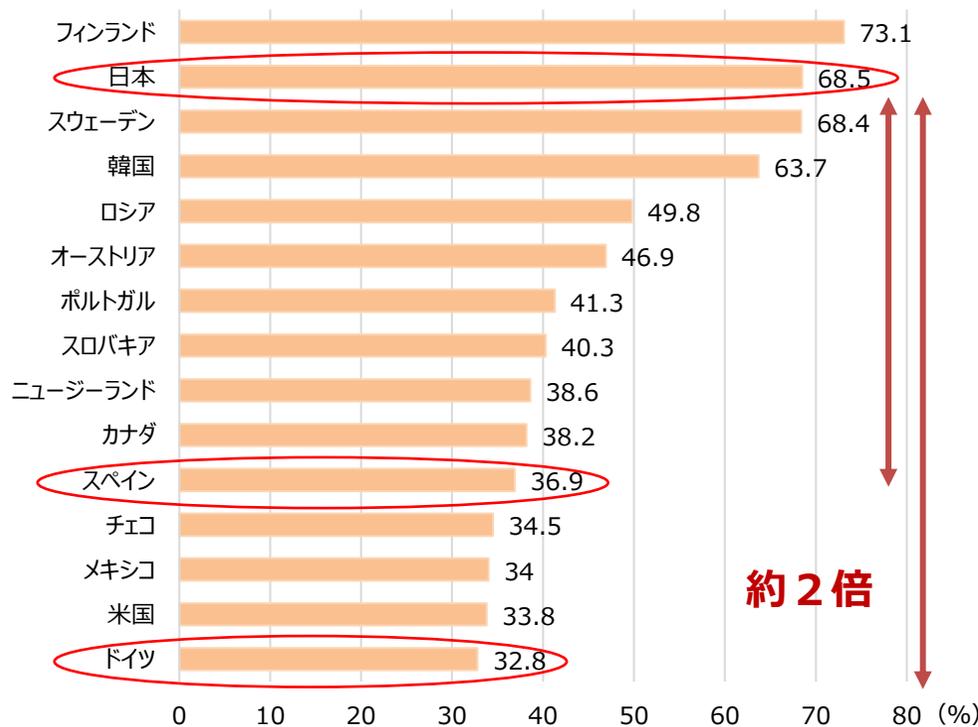


(注) 発電月報、各電力会社決算資料等をもとに資源エネルギー庁作成。  
 グラフのデータには消費税を含まないが、併記している賦課金相当額には消費税を含む。  
 なお、電力平均単価のグラフではFIT賦課金減免分を機械的に試算・控除の上で賦課金額の幅を図示。

# 適地が限定（太陽光）

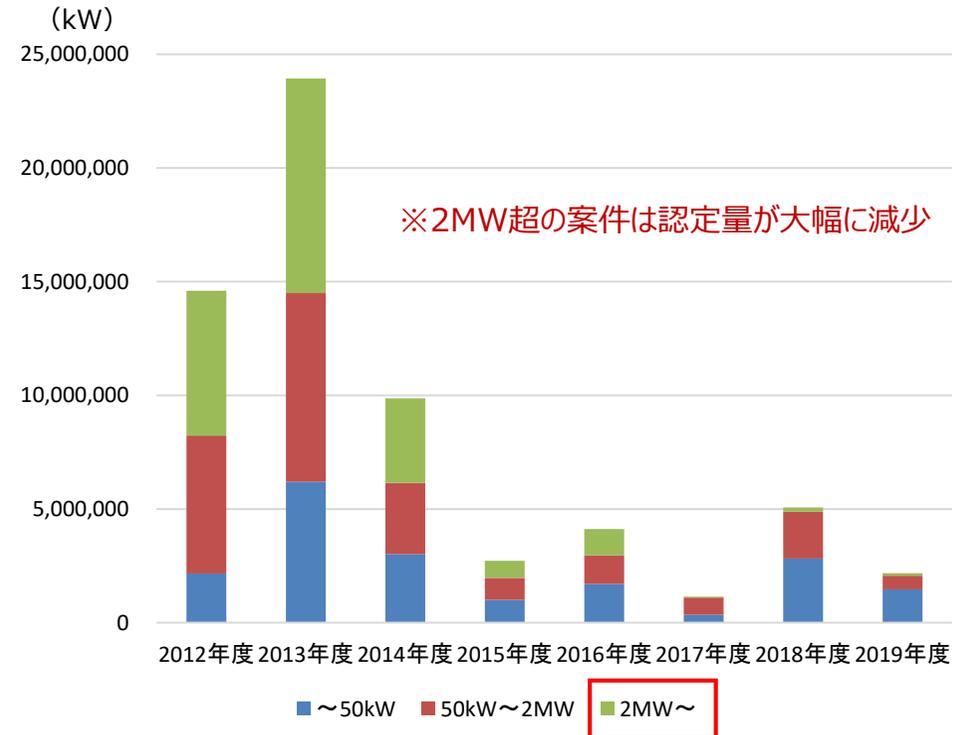
- 日本の国土の約70%は森林であり、再エネを推進するドイツやスペインの約2倍。
- 導入初期において、林地開発等の大規模開発を伴うケースが多い2MW以上の案件は相当数あったものの、近年、大幅に減少傾向。
- 平地は、宅地や農地として既に開発されている地域が多く、導入できる地域が限られている。

世界各国の森林率（国土面積に占める森林面積の割合）



(出所) FAO「Global Forest Resources Assessment 2015」  
データを元に事務局作成

規模別認定量の推移

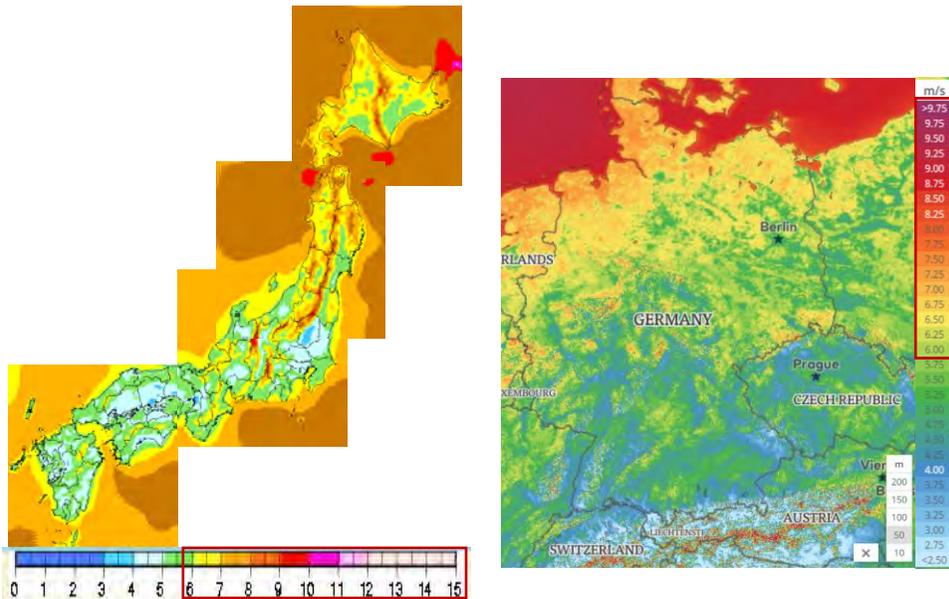


(出所) FIT認定データを元に事務局作成

# 適地が限定（陸上風力）

- 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。

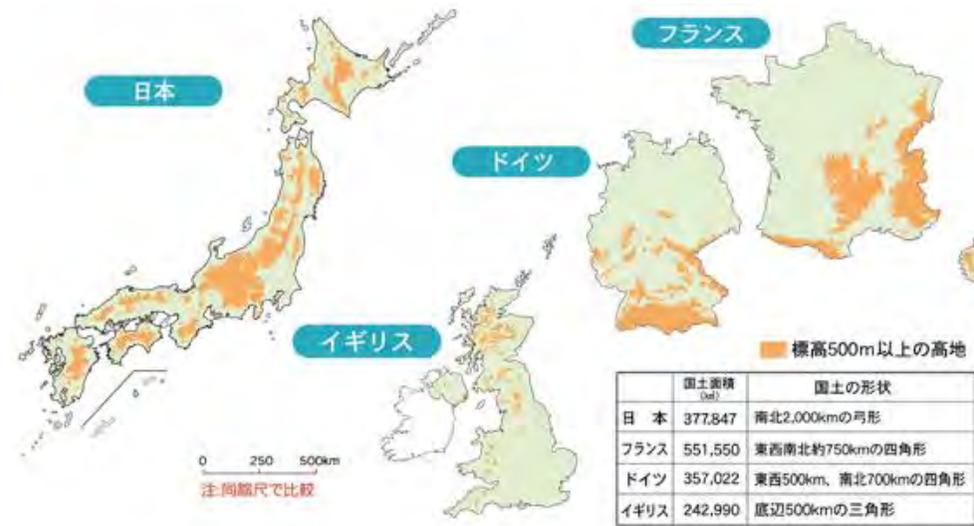
日本と欧州における風況の違い



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）

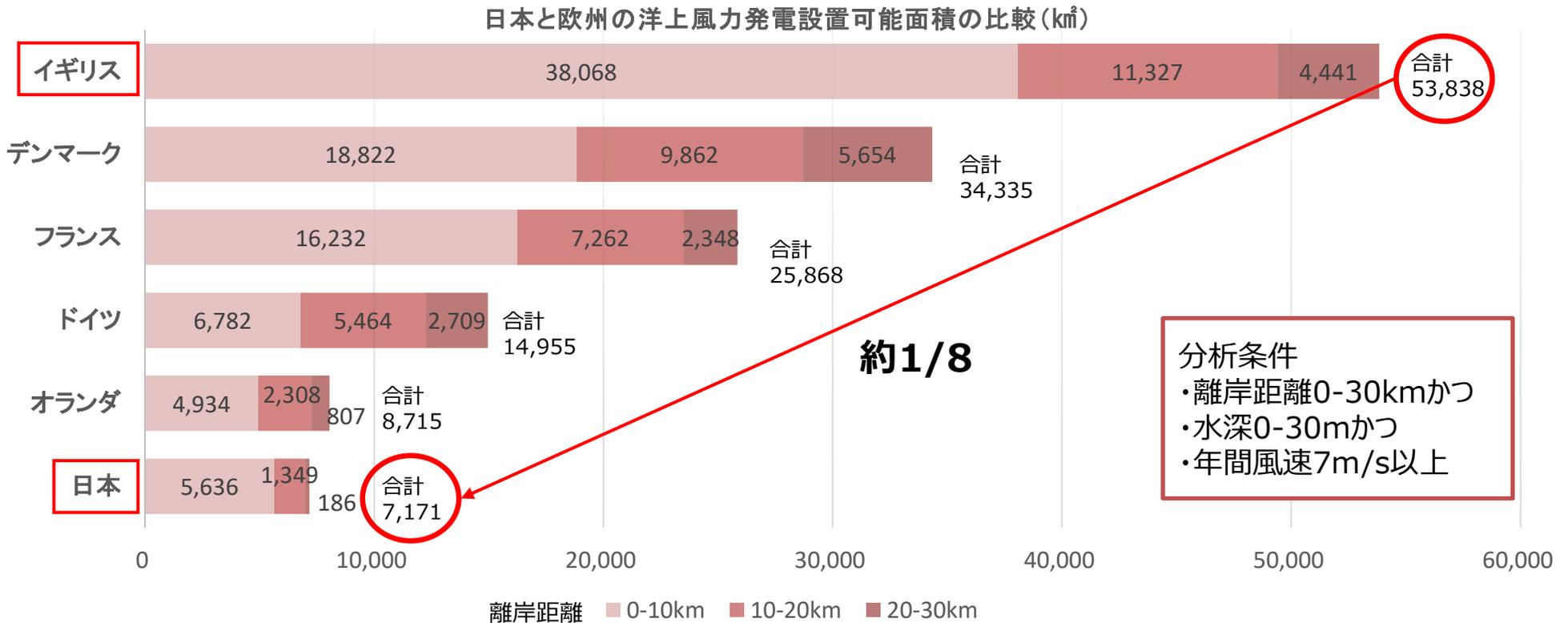
日本と欧州各国の国土比較（同縮尺）



出所）一般財団法人国土技術研究センター

# 適地が限定 (洋上風力)

- 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。

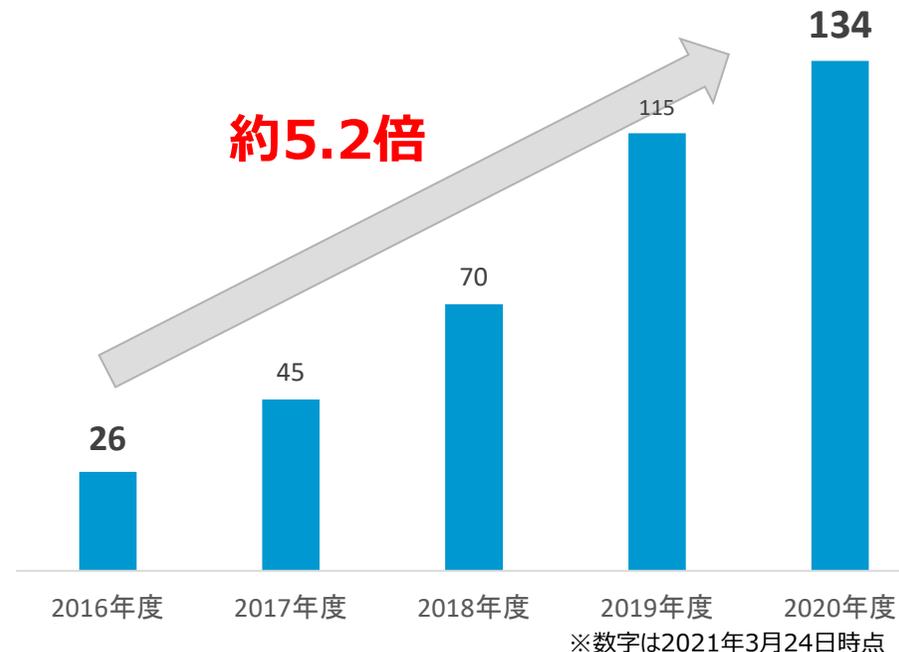


出典) 「着床式洋上風力発電導入ガイドブック」(2018.3.国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

# 再生可能エネルギー発電設備の設置に関する条例の制定状況

- 近年、自然環境や景観の保全を目的として、**再エネ発電設備の設置に抑制的な条例（再エネ条例）**の制定が増加していることを踏まえ、**全国の自治体を対象に条例の制定状況を調査し**、1,559の自治体から回答を得た（回答率87.7%）。
- **2016年度に26件だったものが2020年度には134件と5年で約5.2倍に増加し、全国の自治体の約1割弱が、再エネ条例を制定している状況。**
- このうち、**66件の条例は、再エネ発電設備の設置に関し、抑制区域や禁止区域を規定しており**、中には川島町の条例のように、域内全域を抑制区域とする例も見られる。

## 再エネ条例は近年増加（再エネ条例制定件数推移）



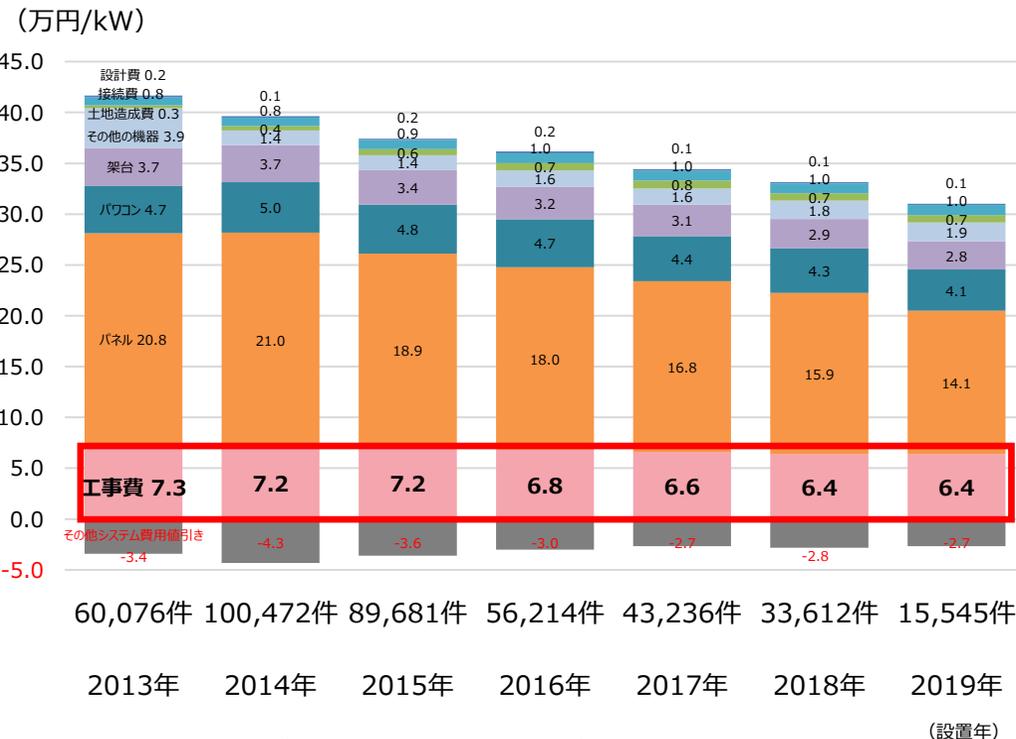
### ○川島町太陽光発電設備の設置及び管理に関する条例 概要 (施行日：令和3年1月1日)

- ・**抑制区域**：配慮が必要と認められる地域を抑制区域として指定  
※施行規則により、**川島町全域を指定**
- ・**周辺関係者への説明**：周辺関係者に対し説明会を開催
- ・**標識の掲示**：設置区域内の公衆の見やすい場所に標識を掲示
- ・**報告の徴収**：事業に関する報告を求めることができる
- ・**立入検査等**：事業区域に立ち入り、必要な調査をすることができる
- ・**指導、助言及び勧告**：指導、助言及び勧告を行うことができる
- ・**公表**：勧告に従わない場合、公表することができる

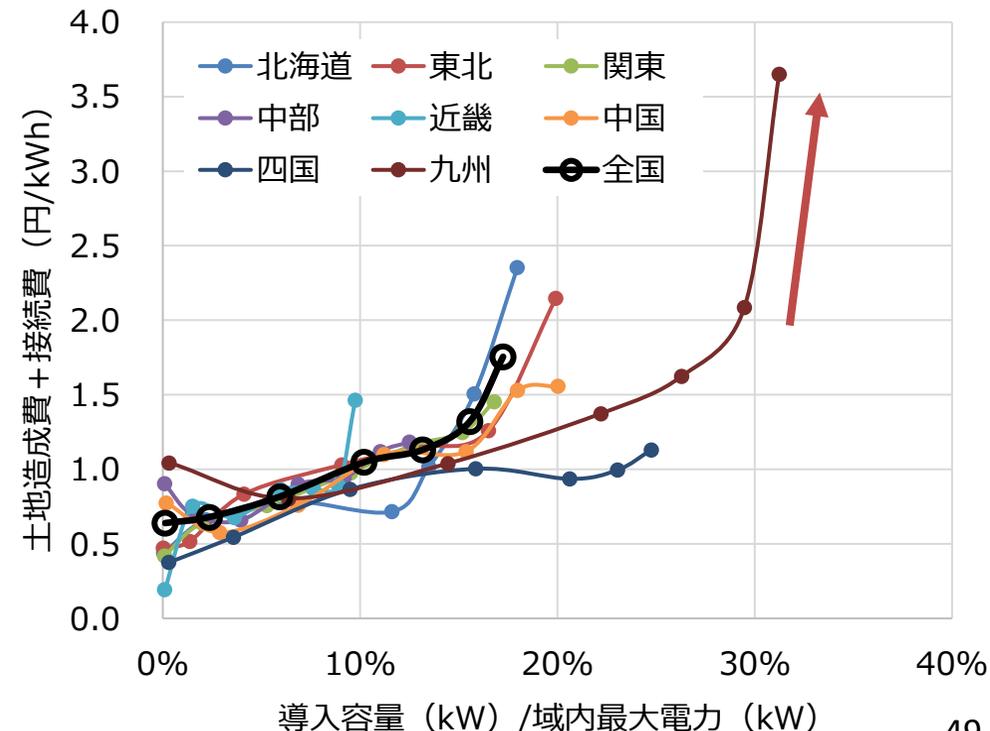
# 太陽光発電のコスト

- 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



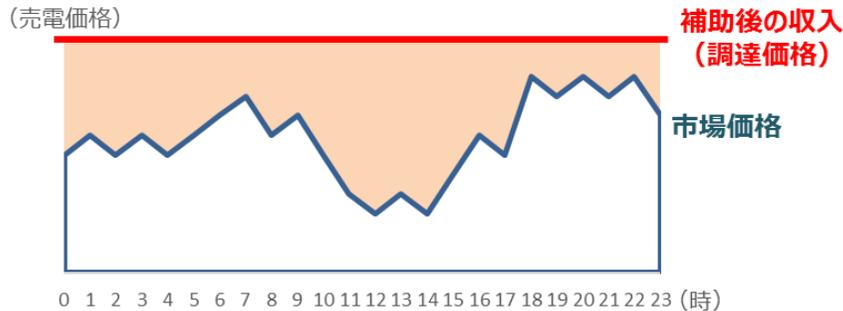
# 再エネ事業者に電力需給を意識させる取組（市場連動型の導入支援）

- 需給バランスの調整のためには、再エネ事業者に電力需給を意識させる取組も重要。
- **太陽光・風力等の導入支援にあたっては、従来のFIT制度から、電力市場と連動した支援制度であるFIP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

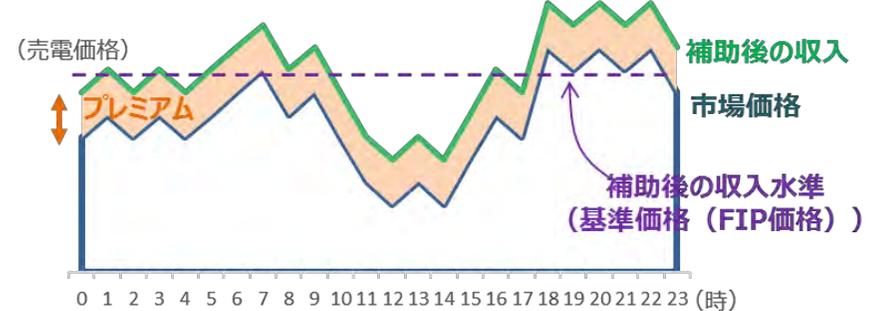


## FIP制度

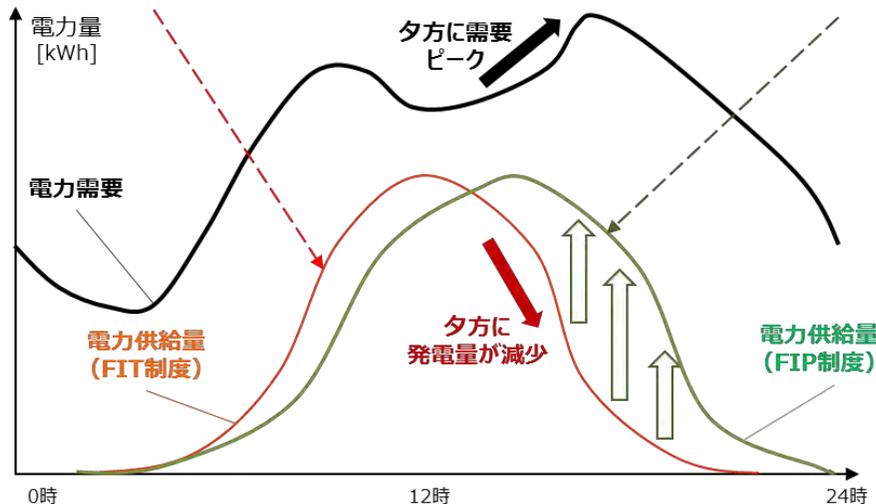
補助額（プレミアム）が一定で、収入は市場価格に連動

→ 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

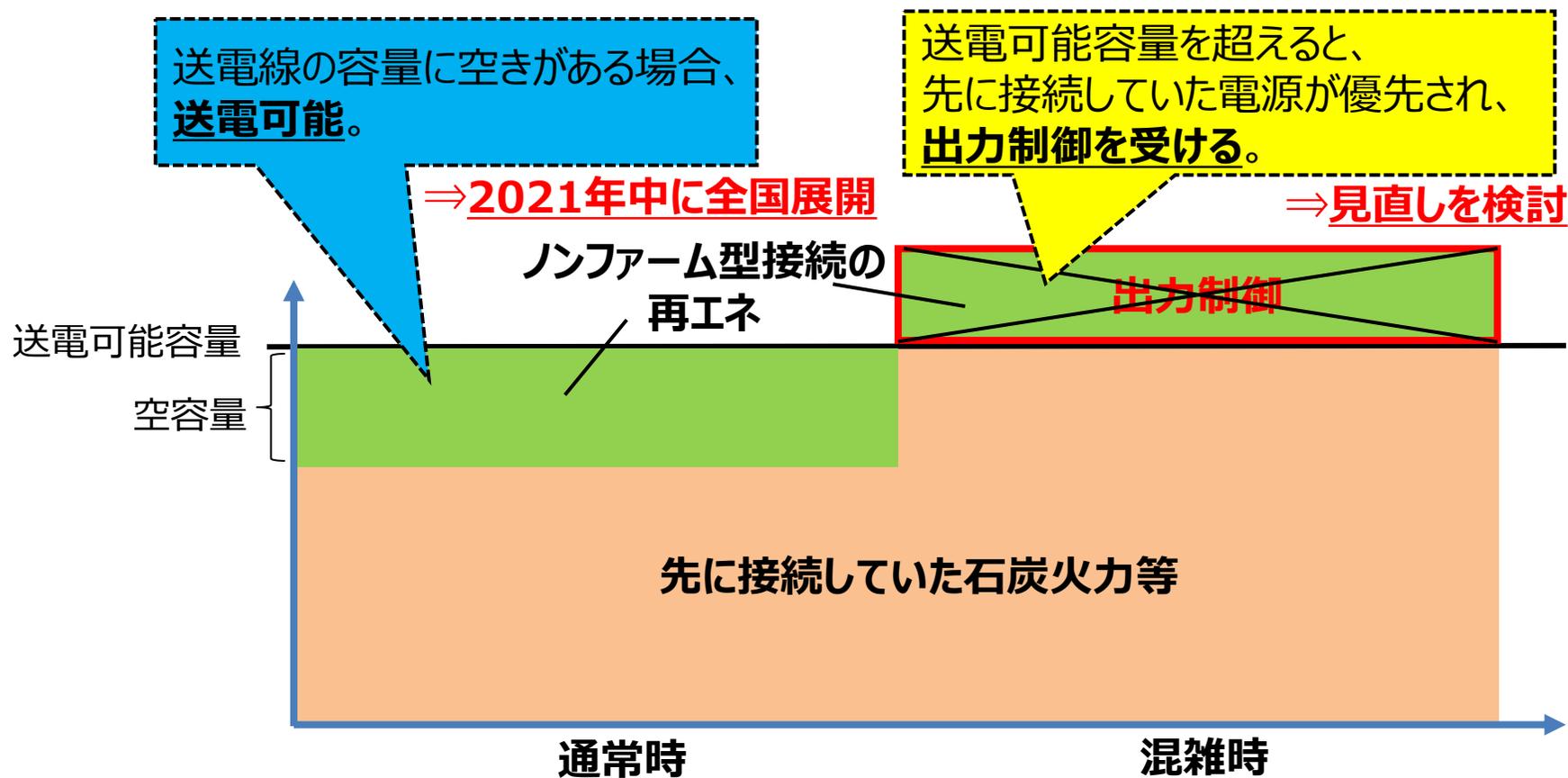


## 1日の電力需要と太陽光発電の供給量



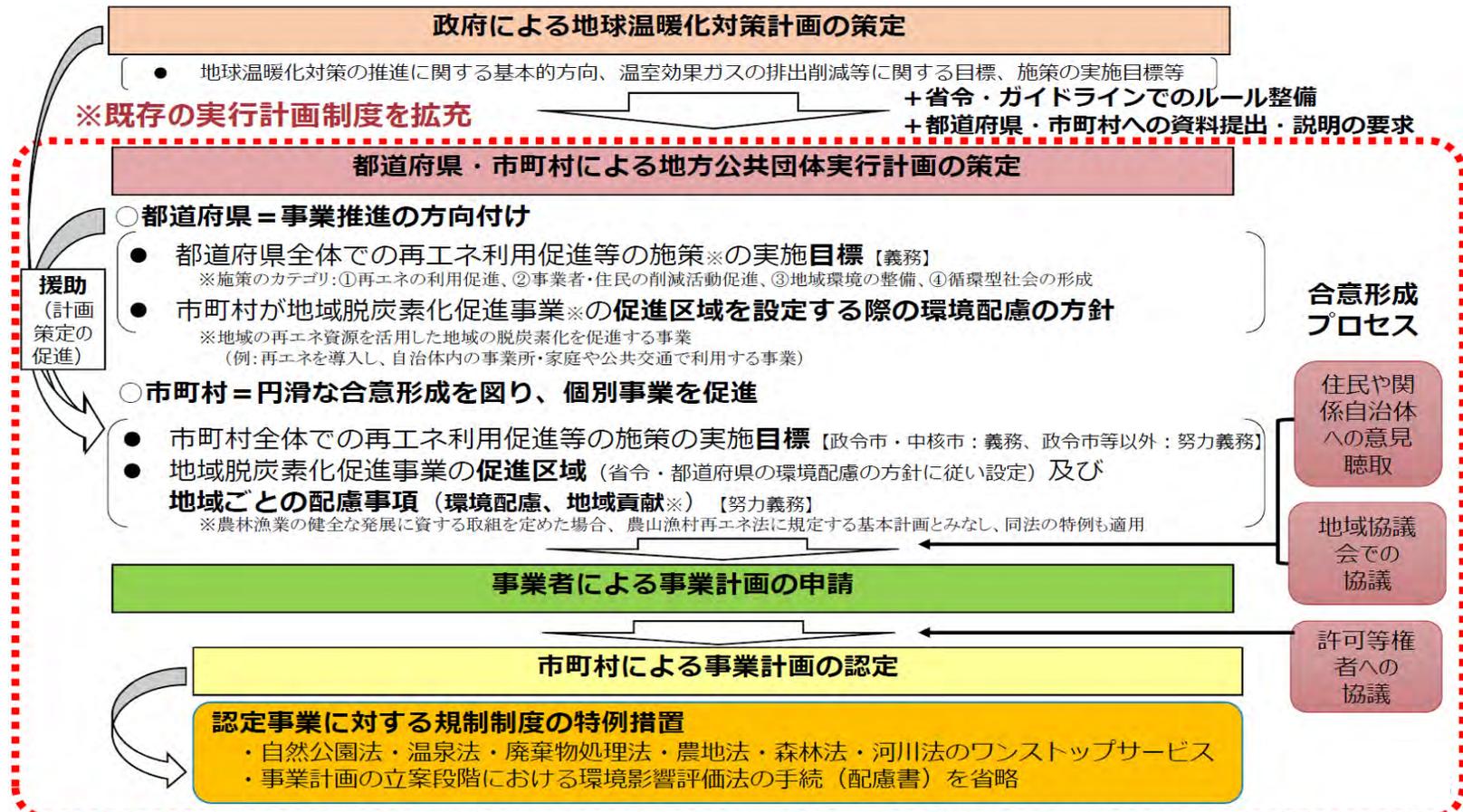
# 基幹送電線利用ルールの見直し

- 現在、ノンファーム型で接続している再エネは、系統混雑時の制御を条件に接続する電源であり、系統混雑時には非効率な石炭火力を含む先にファームで接続している電源に劣後し、出力制御を受けることになる。また、大規模な再エネの潜在容量も多い系統では、再エネの接続により、将来的に多くの出力制御が発生する可能性もある。



# 改正温対法に基づくポジティブゾーニングの推進

- 地域住民の中に太陽光への懸念が生じており、地域における前向きな合意形成をどのように図っていくのかが課題。こうした課題に対応するため、今回の温対法改正において、再エネ等の導入を促進する「**促進区域**」を自治体が定めることができる規定を追加。
- 「促進区域」において事業者が脱炭素化のための事業を行う際には、事業計画認定を受けることにより、**関係許認可のワンストップサービス**等の特例を受けることができる。



# 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

## 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

# 原子力発電所の現状

2022年2月14日時点

再稼働  
**10基**

稼働中 8基、停止中 2基 (起動日)

設置変更許可  
**7基**

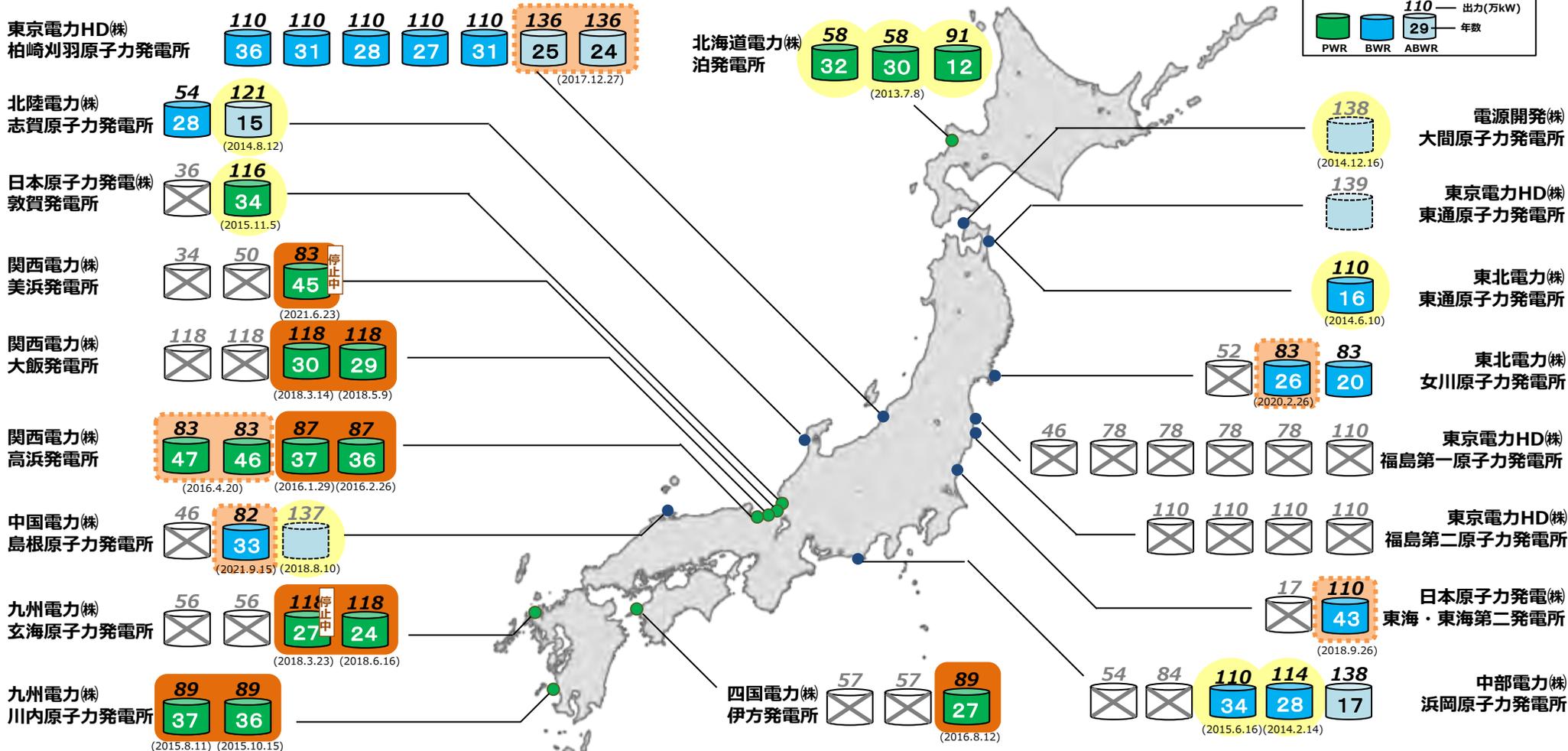
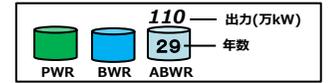
(許可日)

新規規制基準  
審査中  
**10基**

(申請日)

未申請  
**9基**

廃炉  
**24基**

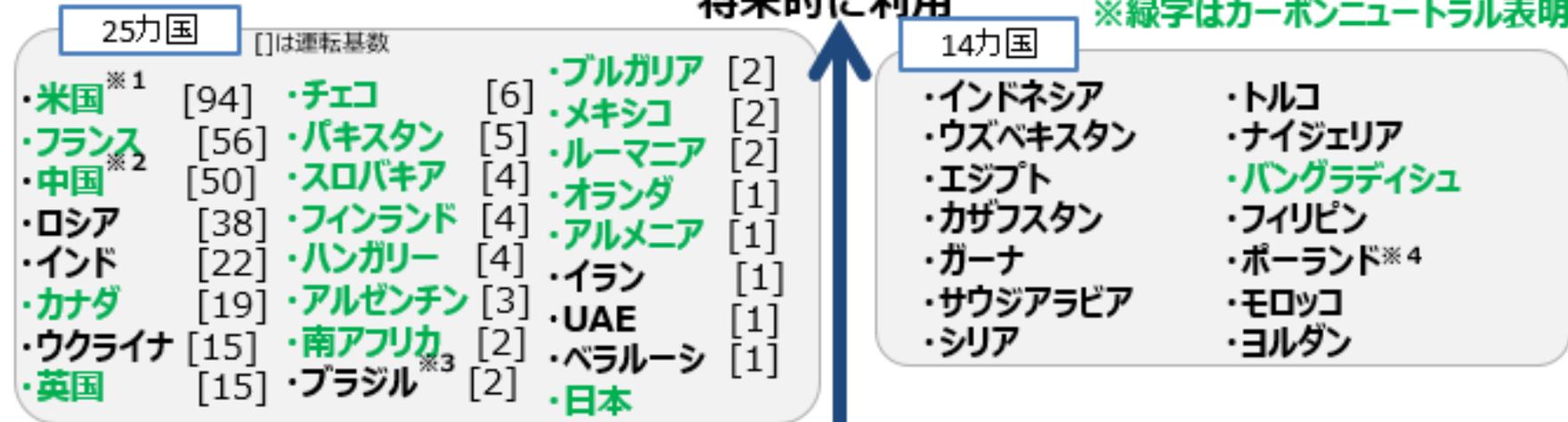


# カーボンニュートラルと原子力利用の動向①

- 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



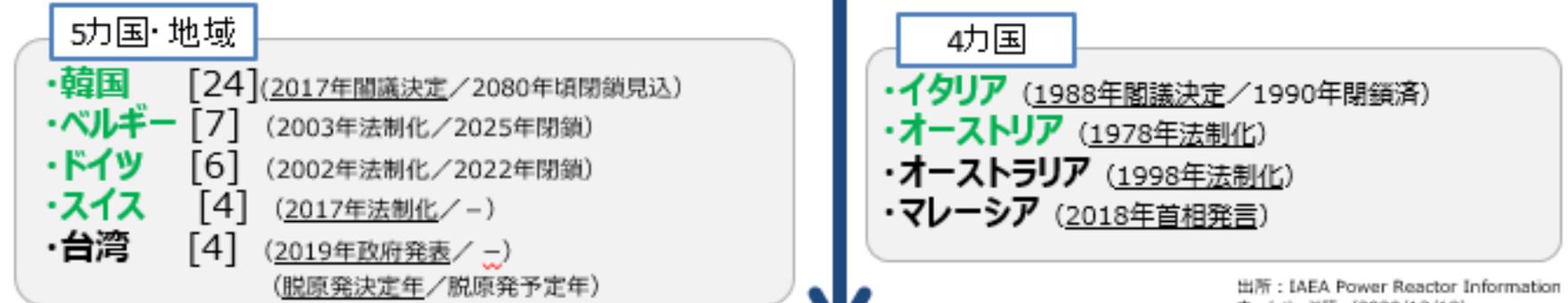
※1 バイデン政権の公約として表明

※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。

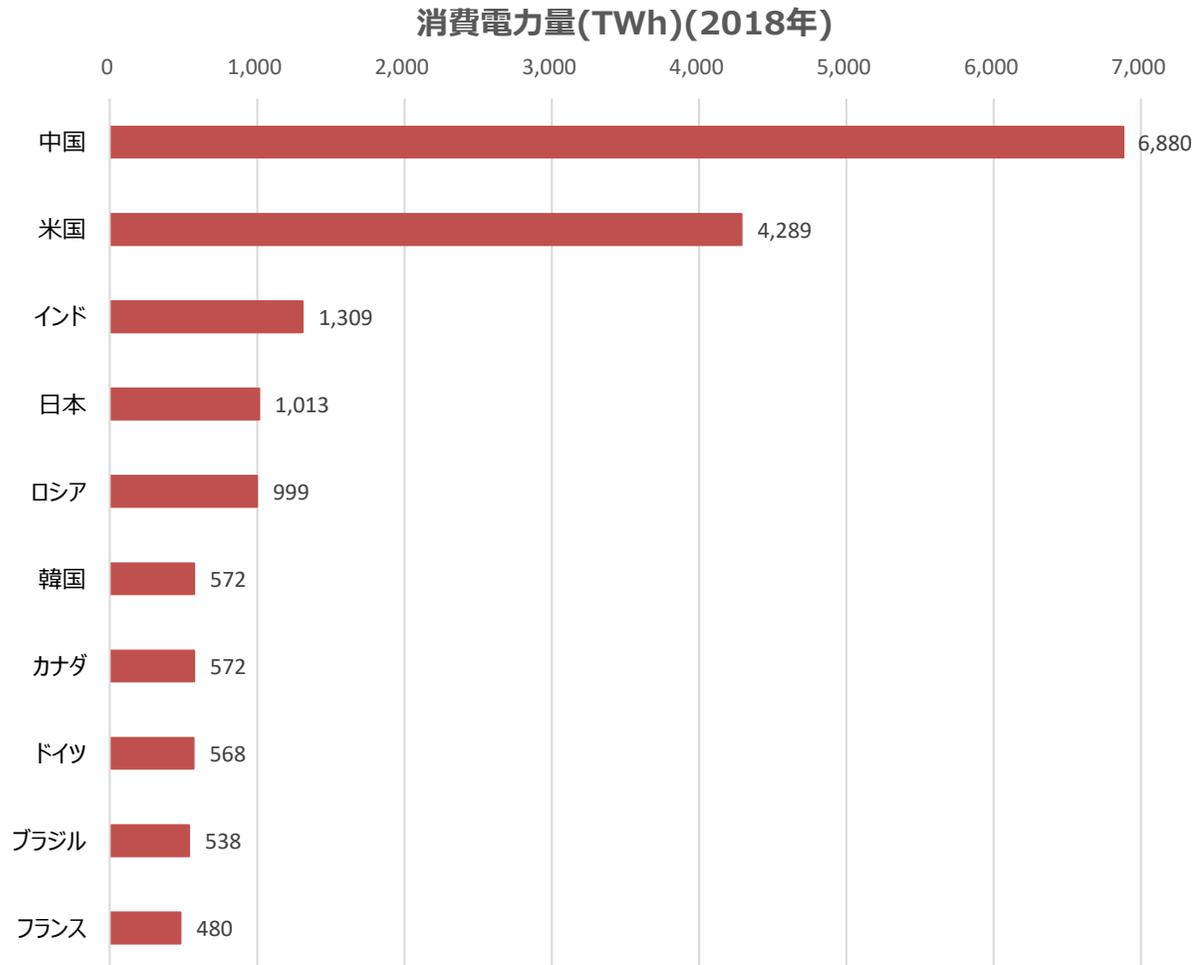
将来的に非利用

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

- 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

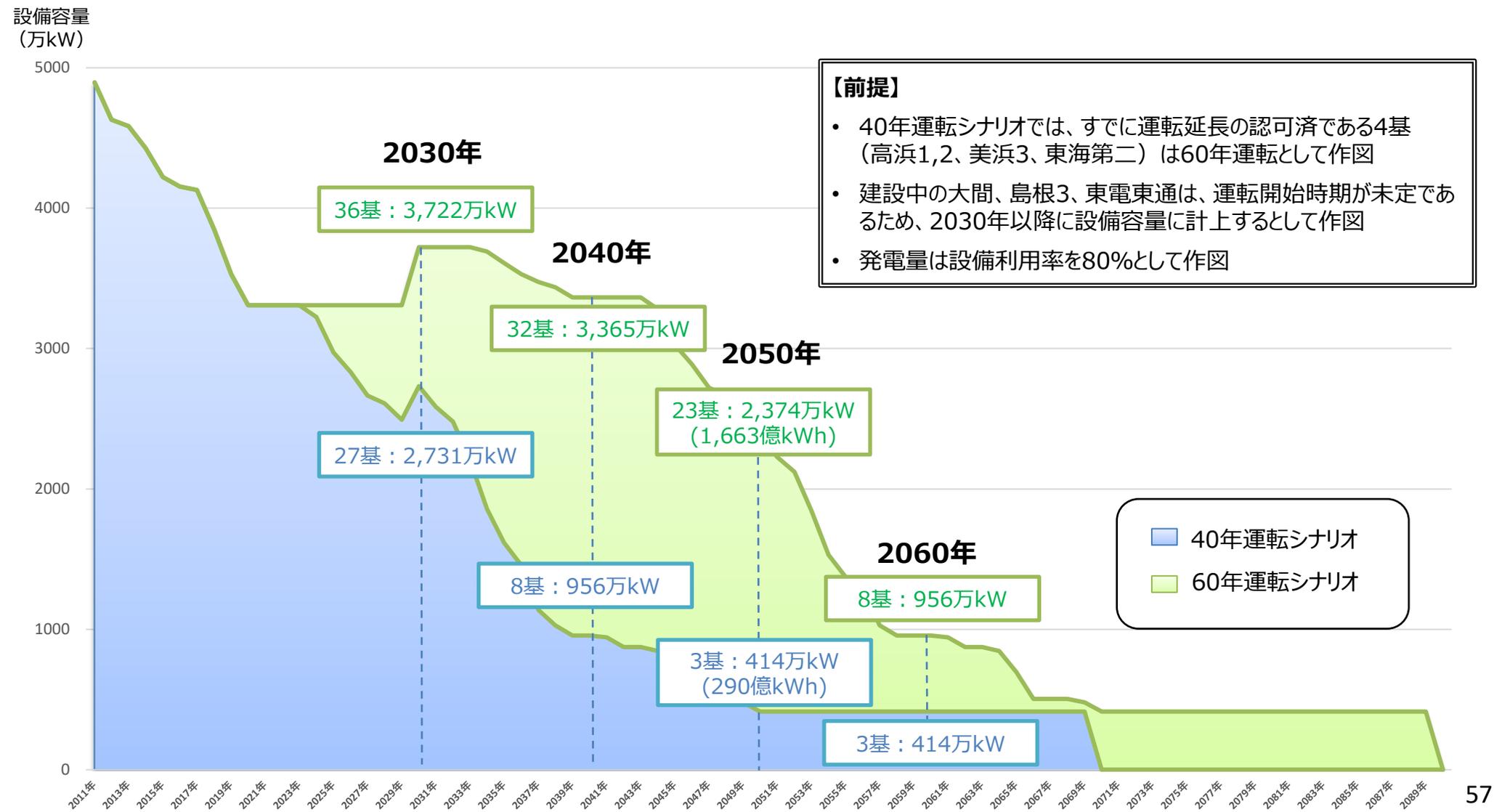


※ 1 : 2060年までにカーボンニュートラル

※ 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。

# 国内原子力発電所の将来の設備容量の見通し

- 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。**



# 原子力政策の課題と対応の方向性

## 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。

- 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

### 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。

- 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

### 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。

- 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

### 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。

- 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

### 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。

- （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。

# 新規制基準の概要

- 新規制基準においては、地震・津波など自然現象の想定と対策要求を大幅に引き上げるとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合の対策を新たに要求。
- 対応すべき新知見が得られた場合、それを規制基準に反映し既許可施設にも適用（バックフィット）。

## ＜従来の規制基準＞

## ＜新規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準  
（いわゆる設計基準）  
（単一の機器の故障を想定しても炉心  
損傷に至らないことを確認）

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 （複数の機器の故障を想定）
内部溢水に対する考慮（新設）
自然現象に対する考慮 （火山・竜巻・森林火災を新設）
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

（テロ対策）（シビアアクシデント対策）

新設

新設

強化又は新設

強化

# 核燃料サイクルの確立に向けて

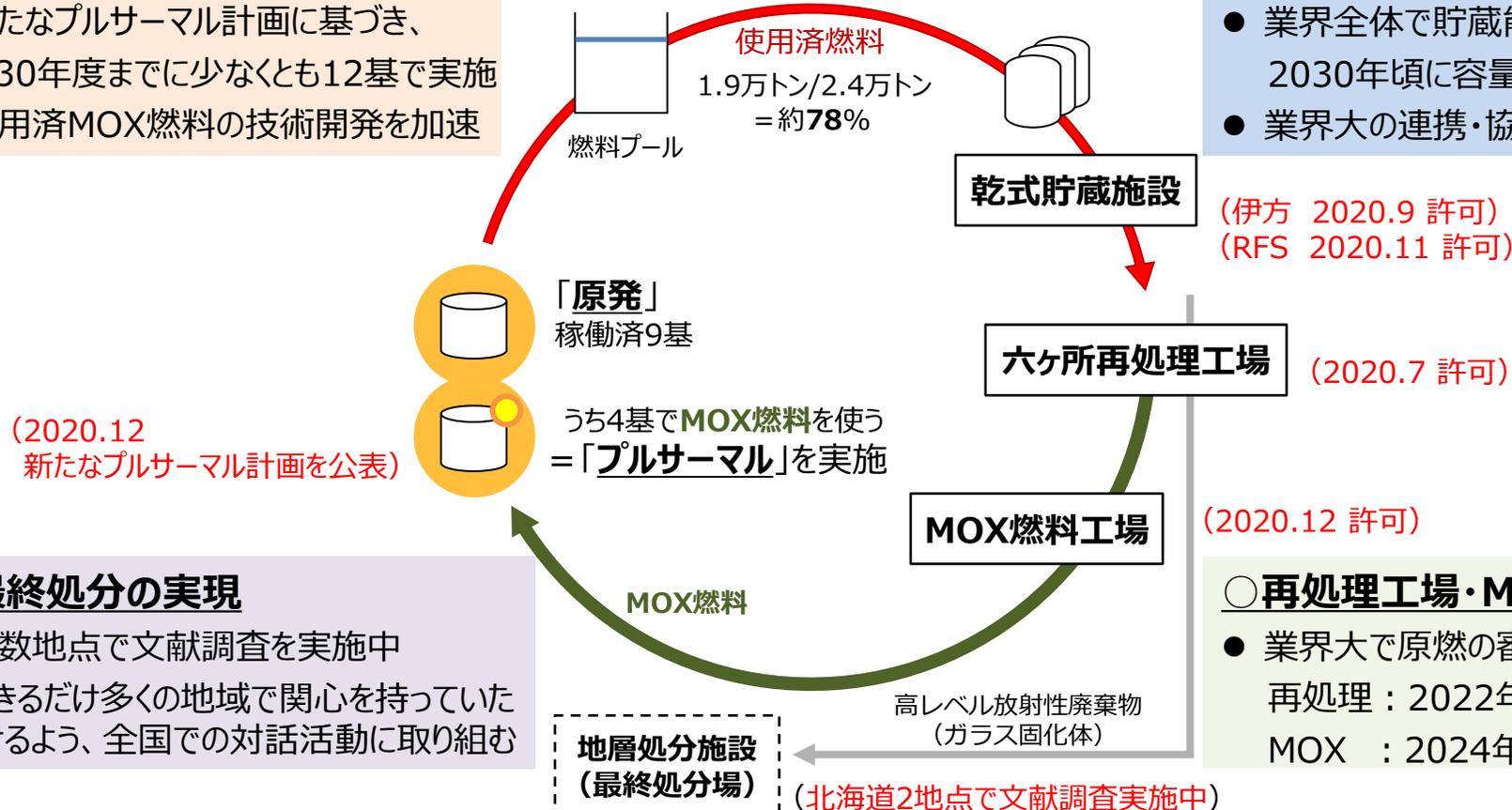
- 全国の使用済燃料が1.9万トンとなり、貯蔵容量の約8割に達する中、サイクル確立は重要な課題。
- 今般、サイクル施設の安全審査や最終処分取組など、核燃料サイクルの取組が大きく前進。
- 引き続き、核燃料サイクルの確立に向けて、① 使用済燃料対策の推進、② 六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工、③ 最終処分の実現、④ プルトニウムの利用拡大 等に取り組む。

## ○プルトニウムの利用拡大

- 新たなプルサーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基で実施
- 使用済MOX燃料の技術開発を加速

## ○使用済燃料対策の推進

- 業界全体で貯蔵能力の拡大を推進  
2030年頃に容量を約3万トンへ
- 業界大の連携・協力を推進



## ○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていたけるよう、全国での対話活動に取り組む

## ○再処理工場・MOX工場の竣工

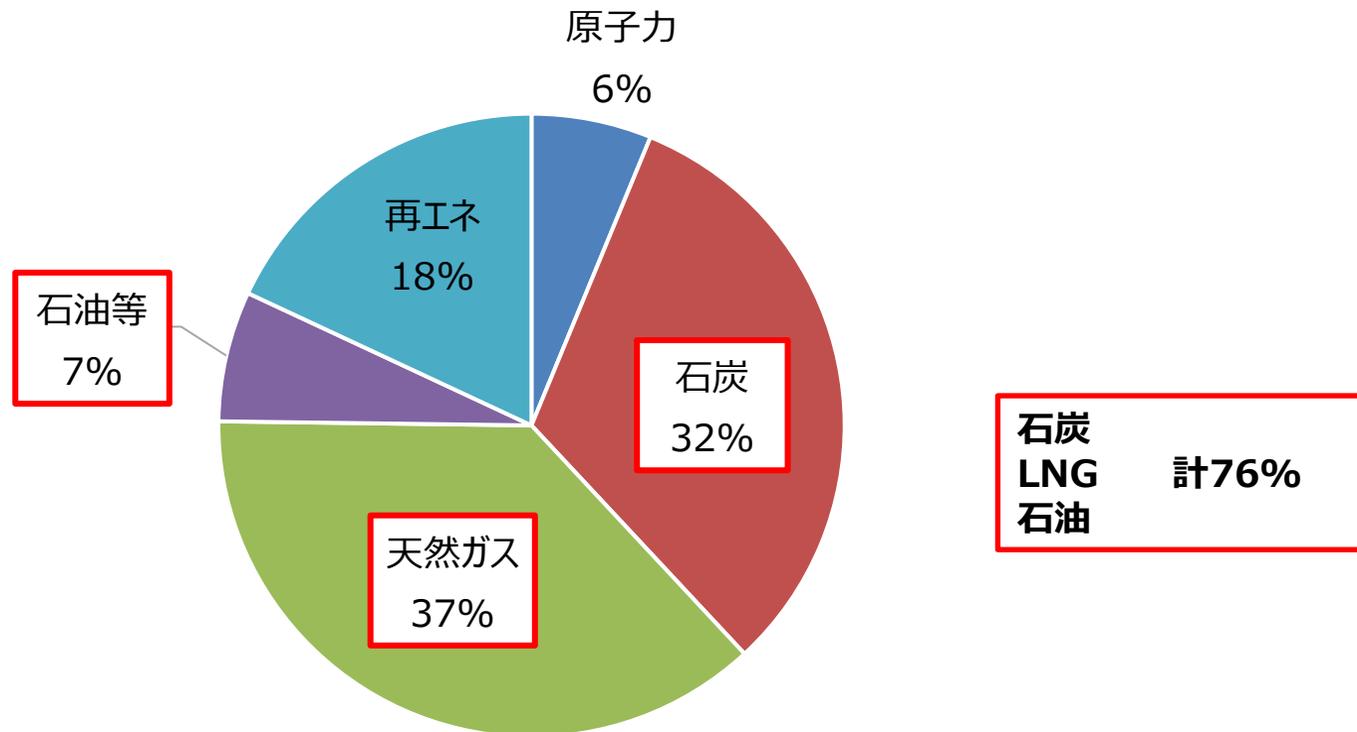
- 業界大で原燃の審査・竣工を支援  
再処理：2022年度上期  
MOX：2024年度上期



# 電力の安定供給①：供給力

- 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。

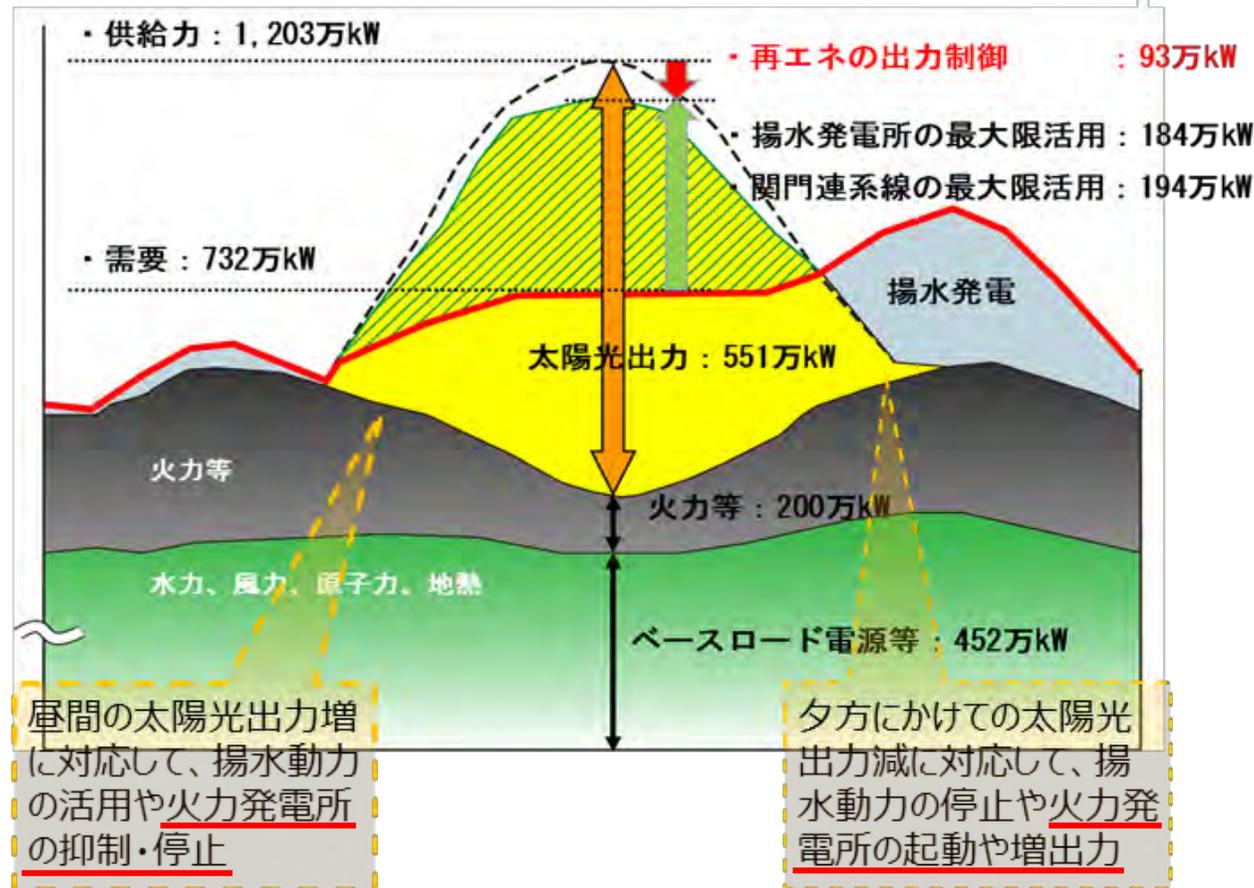
電源別発電電力量構成比（2019年度速報値）



## 電力の安定供給②：調整力

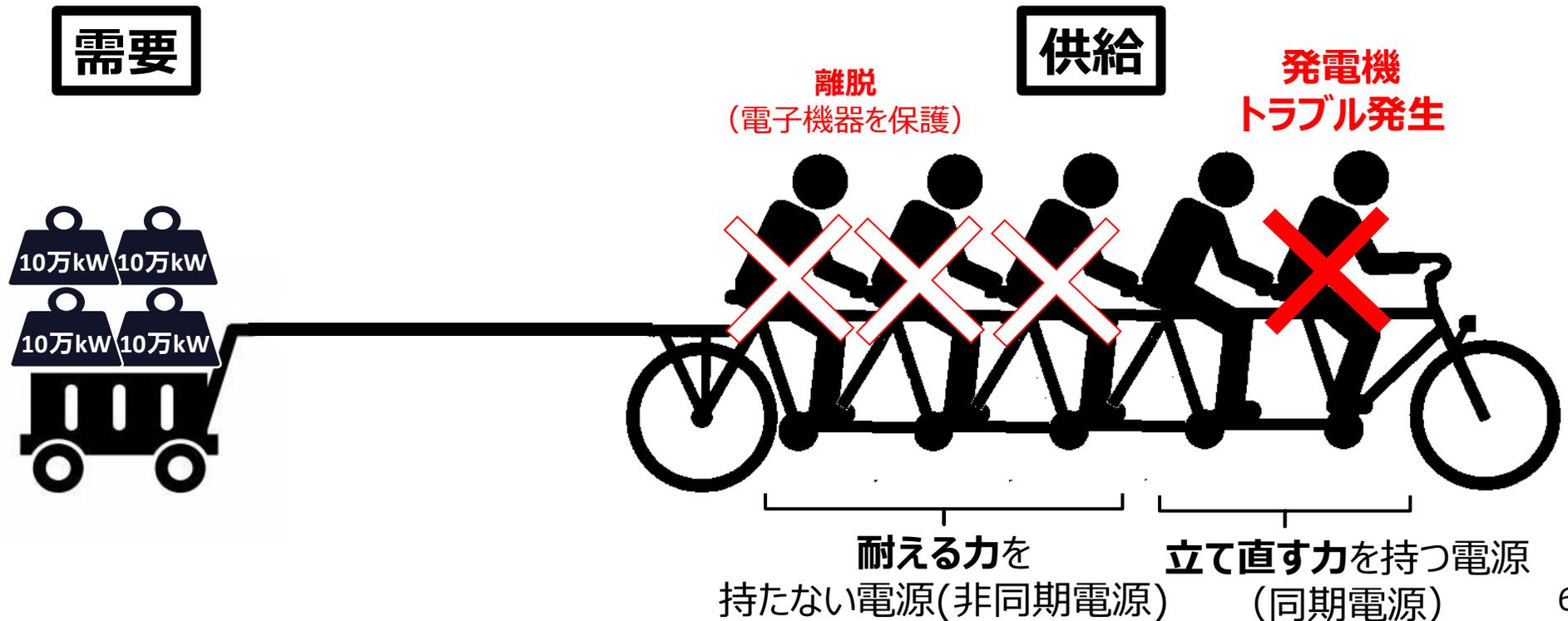
- 太陽光や風力といった変動再エネの導入の進展に伴い、その出力変動を吸収し、需給バランスを調整する機能を持つ他電源の存在が必要。
- 他のエリアよりも再エネの導入量が多い九州エリアでは、**火力発電は、再エネの出力増減に応じて抑制・停止、起動・増出力といった出力調整を行いながら運用**されており、**電力の安定供給に大きく貢献**している。

＜九州の電力需給イメージ（2018年10月21日の例）＞



## 電力の安定供給③：慣性力

- 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**。



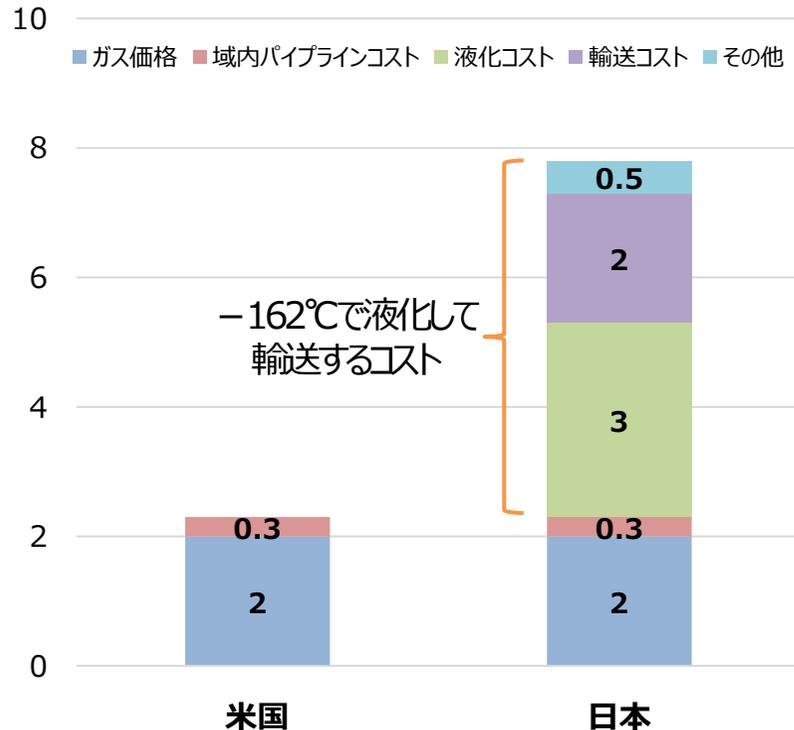
# (参考) 火力発電のガス偏重のリスク

- 欧米は、ガスが気体のままパイプラインで流通しており、ガス火力が経済合理的。一方、日本はガスの液化や輸送にコストが掛かることもあり、限界費用ベースでは石炭火力の方が経済合理的。ガス火力は環境対応・セキュリティの観点で活用。
- 石炭火力からの過度なガス火力へのシフトは、①燃料の必要量が確保できないリスク、②LNGスポット価格の上昇リスクがある。S+3Eの適切なポートフォリオを組む必要がある。

## 欧米との比較

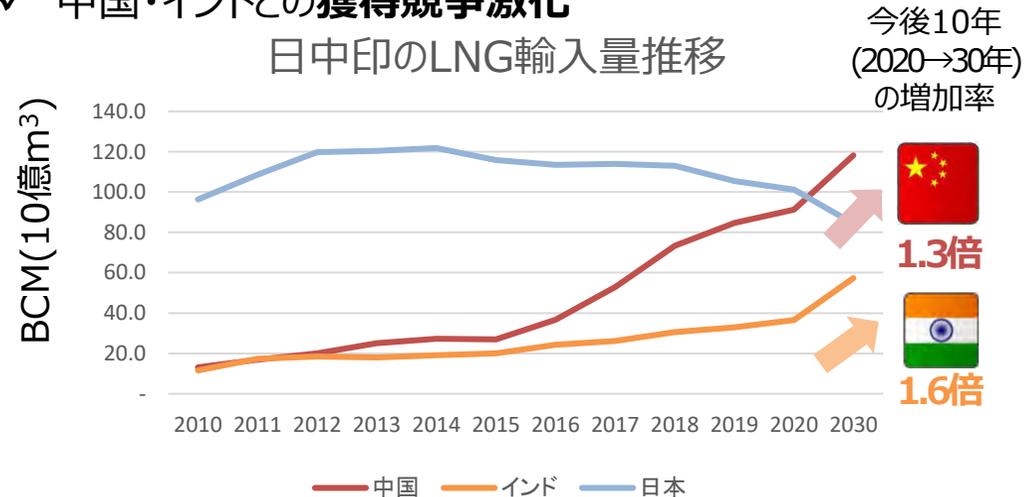
- ✓ 欧米は、**気体のままパイプラインで流通**
- ✓ 日本は、**液化・輸送コスト**が追加で発生

[ドル/MMBtu]



## ①必要量の確保が難航するリスク

- ✓ 中国・インドとの**獲得競争激化**



- ✓ **在庫貯蔵**には**冷却設備が必要** (コスト増)
- ✓ 備蓄しても**1年程度で気化** (石炭は雨ざらし保管可能)

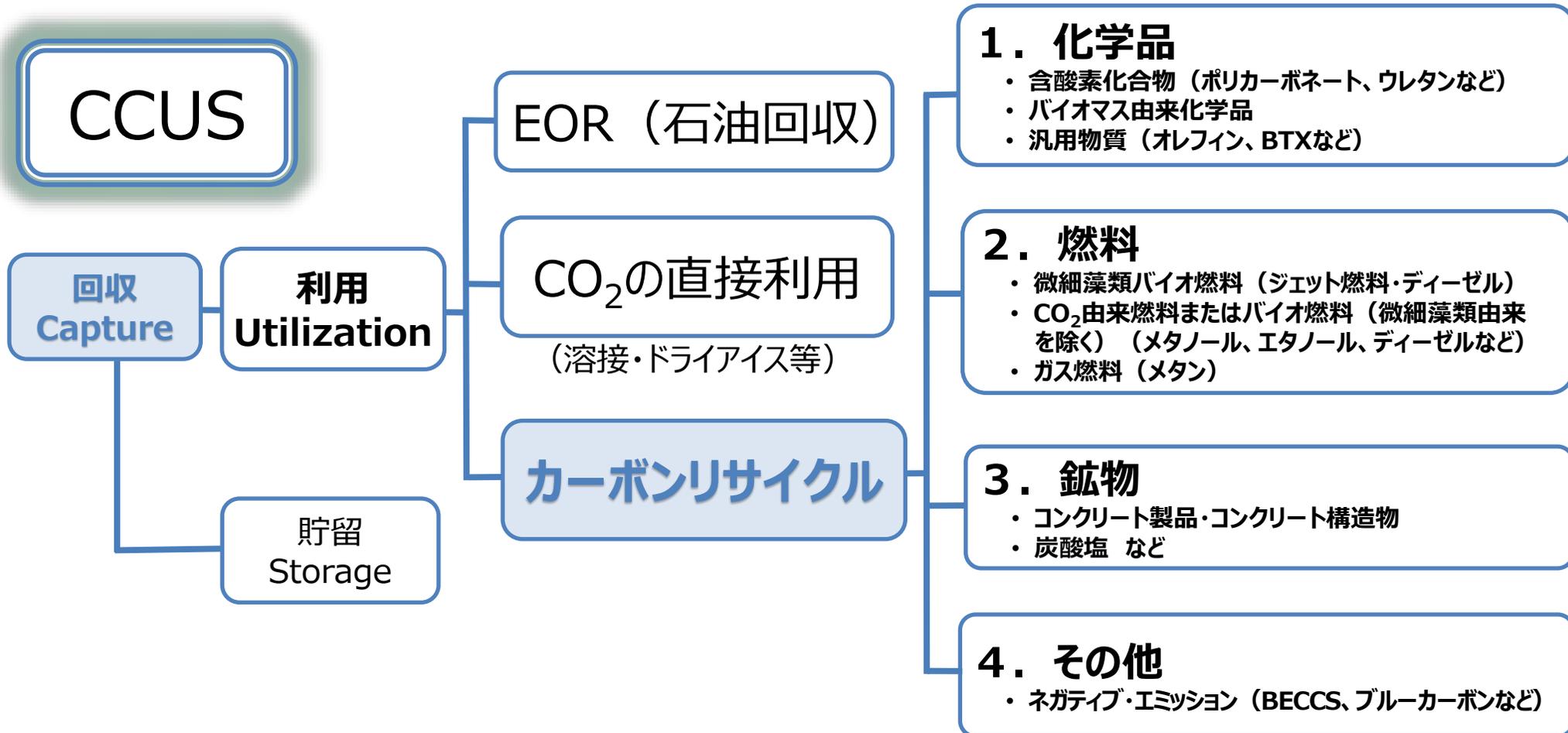
## ②LNGスポット価格上昇リスク

- ✓ 長期契約は油価連動、スポットは中国等の需要で変動※

※ 2020冬の需要増の際、33ドル/MMBtuまで急騰 (2020年4月は、2ドル/MMBtu)

# CCUS/カーボンリサイクル

- 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

	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>

# 電力自由化の歩み

- 我が国の電気事業制度は、1995年度以降、発電部門における競争原理の導入や小売部門の自由化対象の順次拡大など、累次の改革を実施。

## 第一次制度改革（1995年）

### 発電部門の自由化

- ✓ 電力の卸供給を行う独立発電事業者（IPP）制度の導入と電源入札制度の創設
- ✓ 電力会社の料金メニュー多様化（選択約款の導入）等

## 第二次制度改革（2000年）

### 小売部分自由化(第1弾)

- ✓ 特別高圧需要家（大規模工場、デパート等）を対象に自由化実施
- ✓ 電力会社の料金引下げに係る規制緩和（許可制⇒届出制）等

## 第三次制度改革（2003年）

### 小売部分自由化(第2弾)

- ✓ 高圧需要家（中規模、スーパー等）を自由化対象に拡大
- ✓ 卸電力取引市場と中立機関（ESCJ）の整備
- ✓ 送配電部門の会計分離 等

## 第四次制度改革（2008年）

### 卸市場改革

- ✓ 卸電力取引活性化のための「時間前市場」の創設
- ✓ 託送料金における「ストック管理制度」の導入 等

## 第五次制度改革（2015年）

### 小売全面自由化・法的分離

- ✓ 広域的運営推進機関と電力取引監視等委員会の設立
- ✓ 電気の小売全面自由化（2016年4月から）
- ✓ 送配電部門を発電・小売部門と別会社化（法的分離：2020年から）

# 電力システム改革の現状・課題と対応の方向性

- 小売分野の多数参入による**競争促進等の成果**があった一方、**課題も顕在化**。加えて、2050年カーボンニュートラル実現に向けては、**環境適合についても電力システムに組み込んで、持続的な発展を目指すシステム構築**が必要。
- 今後、**3E+Sの縮小均衡に陥らない形で、電力システムを更に深化させていくことが求められる**。

## 現状・課題

## 今後の方向性

競争・効率化

- **小売多数参入**、メニューの多様化、市場活性化
- 電源保有の偏りや、市場調達割合が高い新電力もいる中で、**事業リスクが顕在化**
- **発電部門透明化**を求める声

供給力の確保

- **電源投資は停滞・供給力は低下傾向**、燃料不足リスクも顕在化。
- さらに**CNと安定供給の両立**が必要。

ネットワーク

- 送配電の**広域的運用**など機能。
- 再エネ拡大が進む中、**全国大の送電網形成や分散化の取組を一層進展させる必要**。

環境

- FIT等により、**再エネ導入量は世界第6位**に
- 再エネ主力電源化に向け、**再エネの市場統合促進**の必要

強靱化

- **自然災害の頻発化、激甚化に伴うレジリエンス強化の要請**

持続的発展が可能なシステムとなるよう見直し

## 電力産業の基盤としての持続可能な競争・市場強環境整備

- **リスク管理促進**等を進め、責任あるプレイヤーによる競争環境整備
- 再エネ拡大が進む中での**需給運用の在り方も踏まえた市場設計**
- 旧一電の内外無差別な卸売の実効性確保等による**競争環境の透明化**

## 供給力確保策強化・安定供給体制の次世代化

- 容量市場等による**必要な供給力の確保・燃料確保の取組の強化**
- **新規投資促進のための制度措置**の導入
- 環境変化を踏まえ、**安定供給確保のための責任の在り方の再検討**

## 脱炭素化と安定供給に資する次世代型NW整備と系統利用

- 電力ネットワークの次世代化に向けた**系統増強と既存系統の有効活用に向けた取組**の促進
- **分散化**とデジタル技術活用に向けた環境整備の着実な推進

## カーボンニュートラルに向けた電力システムの再構築

- **脱炭素電気ニーズの高まりにも対応できる事業・市場環境**の整備
  - ▶ 新規装置促進のための制度措置の導入(再掲)、**FIPやアグリゲーターを通じた再エネの主力化を促す電力市場整備、非化石価値取引市場の見直し**等

## 災害に強い電力供給体制の構築

- 緊急時の**事業者間連携の強化、分散化等の推進**

- 経済合理的な事業者判断の一環として、今後も電源の休廃止の加速化が想定される中で、電力の安定供給を確保するための対策（規制・インセンティブ双方）が必要。

## 1. 電源の退出防止策（短期的）

- 足下では、安定供給に必要な予備率を下回るエリア・時期が発生する見通し。再エネの導入量拡大を背景に、とりわけ冬季において、再エネ供給力の予測誤差が需給バランスに与える影響が増大。
  - 再エネの出力変動に対応する調整電源、供給力不足が見込まれる場合のセーフティネットの重要性が高まっている。
- ➔ 送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組みの構築

## 2. 供給力の確保（中期的）

- 自由化に伴う競争激化を背景に、発電事業者は、自社需要（小売との相対契約分等）を上回る供給力は余剰電源と位置づけ。
  - 低迷する市場価格や稼働率の低下により、維持管理の費用回収が困難な余剰電源の休廃止が加速。
- ➔ 容量市場の導入

## 3. 電源の新規投資促進（長期的）

- 建設期間が長く、投資額が大きい電源投資は、長期的な投資回収の見通しが必須。
- ➔ 新規投資については、長期契約を通じて安定的な収入を確保させる仕組みの導入

# カーボンフリー電力アクセス向上の取組 非化石価値取引市場見直し

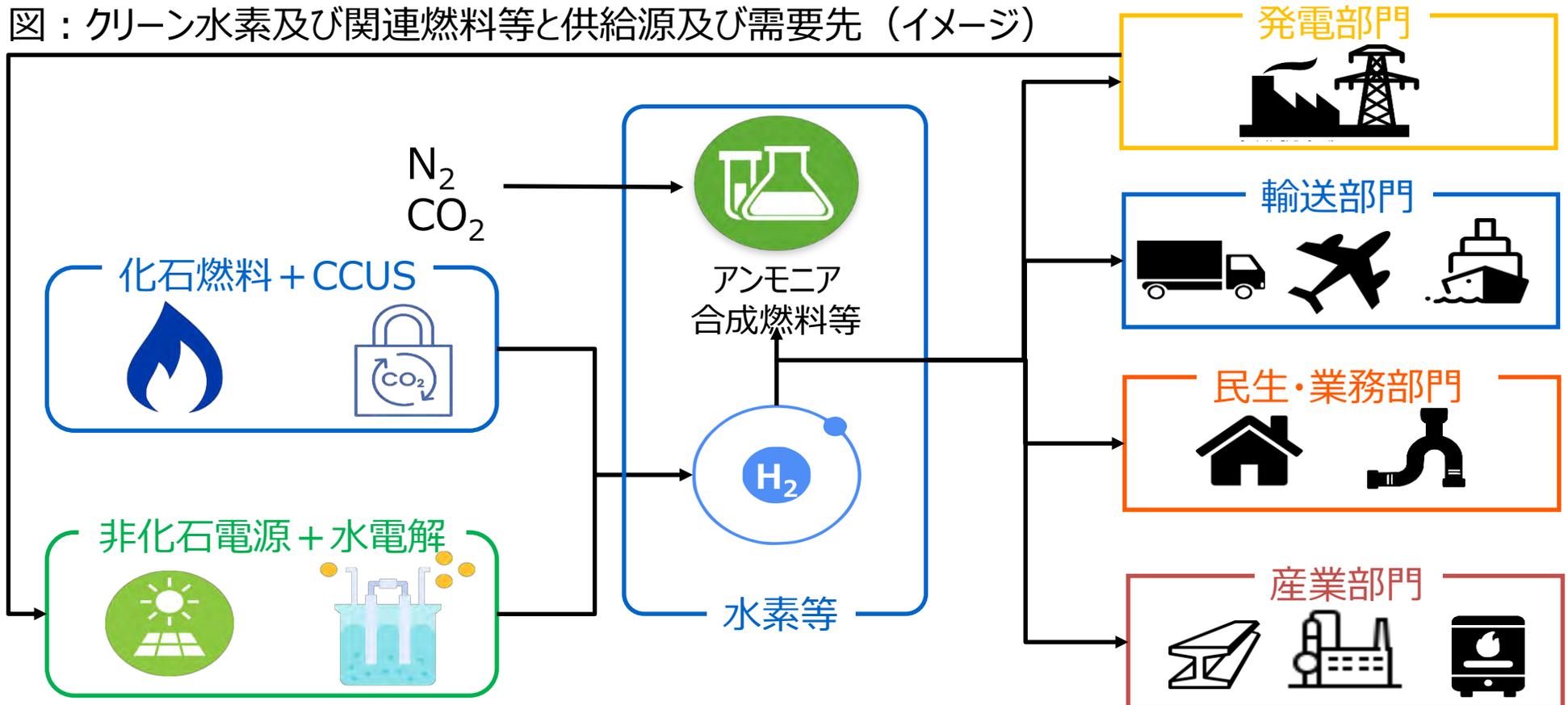
- ビジネス拡大のためなど、グローバル企業を中心にカーボンフリー電気の調達ニーズあり。  
 (例：民間部門の使用電力量) 自動車業界全体：約170億kWh、電機・電子業界全体：約250億kWh以上
- RE100事務局が推奨する中間目標は、2020年:30%、30年:60%、40年:90%、50年:100%。こうしたニーズに応じるようなスケジュールで、トラッキング付非化石証書の増加を目指す。

	開始時期 価格設定 約定量・価格	2020年度分 発電量見込み	検討の方向性
<b>FIT証書</b>	2018年5月～ 最高価格：4.0円/kWh 最低価格： <u>1.3円/kWh</u> 4億kWh／1.3円	<b>約900億kWh/年</b> ※現在トラッキング付は約10億kWh ⇒ <u>2021年度からほぼ全量トラッキング</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 一般需要家にも開放</li> <li>□ 購入資格を認定（小売電気事業者 + <b>大口需要家</b>等）</li> <li>□ 価格は引き下げの方向</li> <li>➔ <b>再エネ価値取引市場の創設</b></li> </ul>
<b>非FIT証書 (再エネ指定)</b> 大規模水力、 卒FIT電源、FIP電源等	2020年11月～ 最高価格：4.0円/kWh 最低価格： <u>下限設定なし</u> 106億kWh／1.2円	<b>約900億kWh/年</b> ⇒ <u>2021年度からトラッキング</u> 実証開始 ※情報開示の課題あり	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ <b>高度化法上の義務を維持</b></li> <li>➔ <b>高度化法義務達成市場の創設</b></li> </ul>
<b>非FIT証書 (再エネ指定なし)</b> 原子力等	8億kWh／1.2円	約300億kWh/年	

# カーボンニュートラルに必要な不可欠な水素

- 水素は、直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを幅広い分野で最大限活用する、いわゆるセクターインテグレーションを可能とする二次エネルギー。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな型で有効活用することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



# カーボンニュートラルまでの水素需要先拡大の道筋

- 現在、需要はFCVやFCバスなどの輸送部門と、原油の脱硫用途などの産業部門などに水素の直接利用は限定され、いずれもグレー水素が活用されている。
- 今後は、**FCトラックなどの商用車、水素船**などが順次市場投入され、2030年頃に国際水素サプライチェーンが商用化されるタイミングで、**発電部門（タービン混焼、専焼）**などで地域的に実装されることを見込む。
- また、技術的課題の解決に加え、サプライチェーンの大型化等を通じた水素供給コスト削減、インフラ整備に伴い、鉄鋼や化学、航空等の**脱炭素化が困難な分野(Hard-to-Abate Sector)でも水素利用が拡大**。
- なお、各地に分散する家庭・業務部門も含む熱需要については、**既存ガス管を含む供給インフラの脱炭素化**や、**水電解装置と再エネ導入の更なる進展**、**純水素燃料電池の導入**等により段階的に脱炭素化。

部門・目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
輸送部門	FCV、FCバスに加え、FCトラック等への拡大	船舶（FC船等）等の市場投入	航空機等への水素等（合成燃料等）の利用
発電部門	定置用燃料電池、小型タービンを中心に地域的に展開	大規模水素発電タービンの商用化（SCと一体）	電力の脱炭素化を支える調整力等として機能
産業部門 （工業用原料）	原油の脱硫工程で利用する水素のグリーン化、製鉄、化学分野の製造プロセス実証等の実施		水素還元製鉄、グリーンケミカル（MTO等）等
産業・業務・家庭部門 の熱需要	水電解装置の導入や、既存ガス管を含む供給インフラの脱炭素化等に伴い化石燃料を代替等する		インフラ整備や水素コスト低減を通じた供給拡大

# 2030年時点の水素・アンモニア発電の規模感

- 2030年までに水素、アンモニアの商用の国際サプライチェーンが構築され、水素、アンモニア発電が一定程度開始すると仮定して、発電量を機械的に計算すると以下のとおりとなるため、電源構成の1%程度を見込む。

## 水素発電の発電電力量試算

- A 水素調達量：30万トン（2030年） ※国際水素サプライチェーンから発電部門への供給量
- B 発熱量（HHV）：142MJ/kg
- C 発電効率：57%（水素専焼火力の熱効率）
- D 総発電量 =  $A \times B \times C = 67$ 億kWh（2030年）

## アンモニア発電の発電電力量試算

- A アンモニア調達量：300万トン（2030年） ※国際アンモニアサプライチェーンから発電部門への供給量
- B 発熱量（HHV）：22.5MJ/kg
- C 発電効率：43.5%（アンモニア混焼火力の熱効率）
- D 総発電量 =  $A \times B \times C = 82$ 億kWh（2030年）

# 調達先の多角化と権益の確保

- 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】

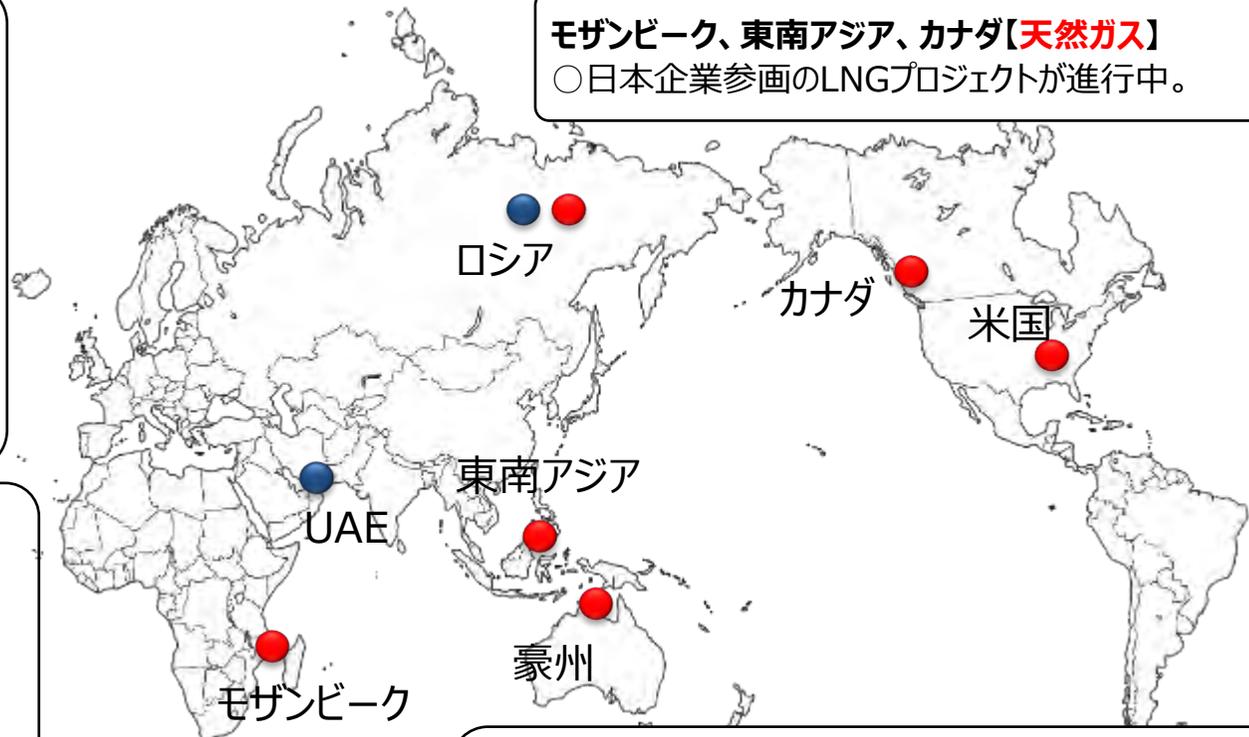
- 我が国の石油権益を維持・拡大するため、広範な分野で協力を実施。
- アブダビの油田には、**我が国自主開発権益が最も多く集中。**
- 2015年4月、我が国企業が巨大な**陸上油田の権益を新たに獲得。**
- 2018年2月、主要な**海上油田の権益を再獲得。**

## 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。



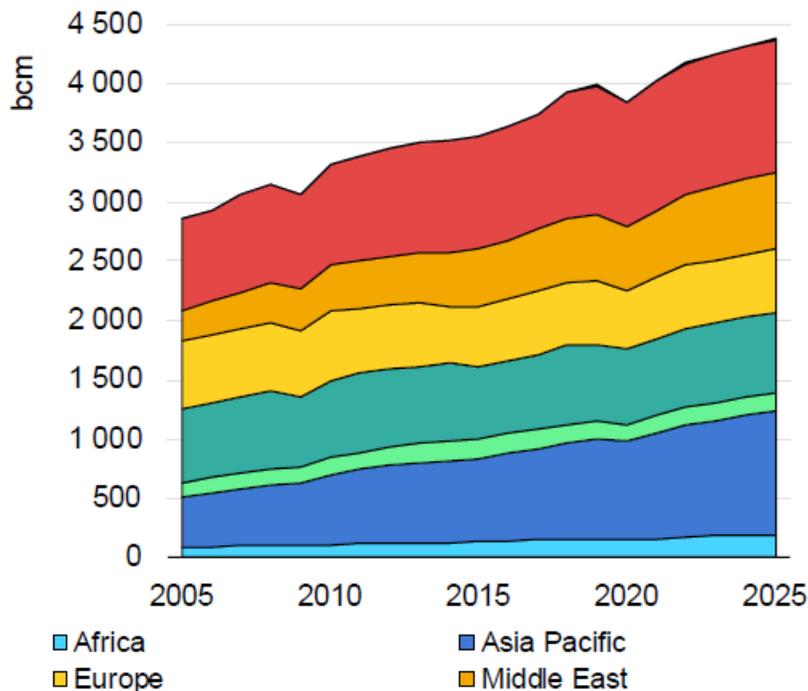
## 米国【天然ガス】

- 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。

# 国際LNG市場の形成と拡大するアジア需要の取り込み

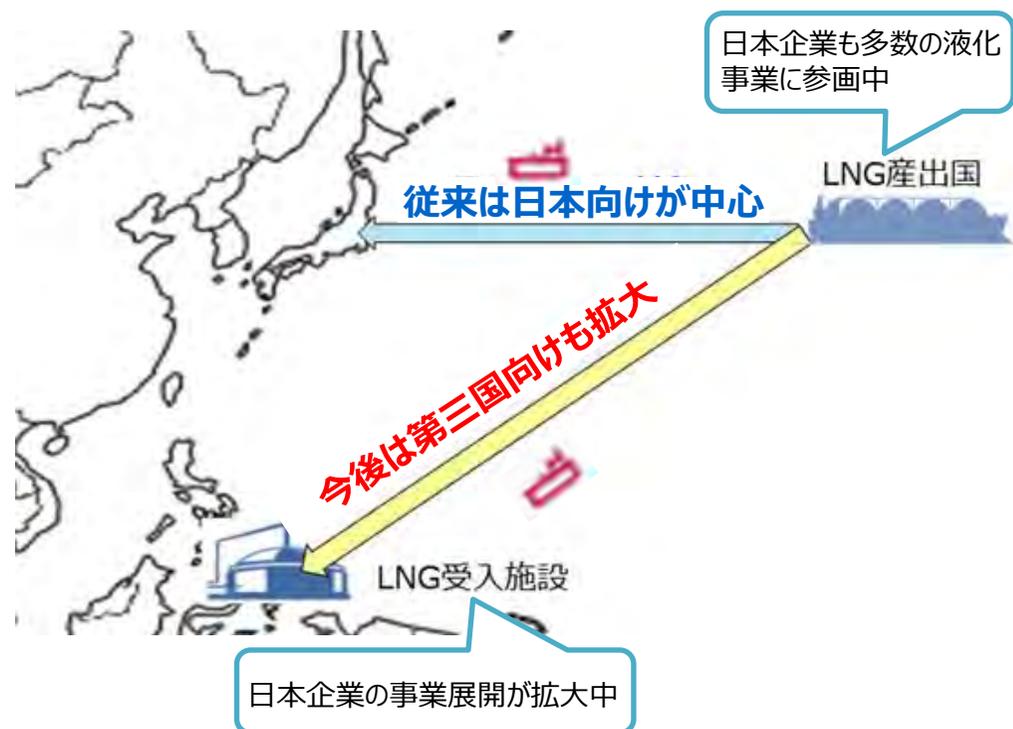
- COVID-19で減少した世界の天然ガス需要は、2021年には再び2019年の水準を超え、その後もアジア太平洋地域を中心として拡大する見込み。
- こうした**アジア需要を積極的に取り込み、柔軟で厚みのある国際市場の形成を主導**することが重要。
- 新たに追加されたJOGMECのLNG受入基地に対する出資・債務保証等のツールを活用し、**LNGの生産から受入までバリューチェーン全体を視野に入れた多角的な政策展開を推し進める**。

## 世界の天然ガス需要



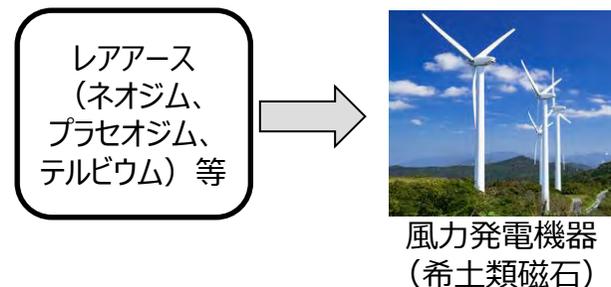
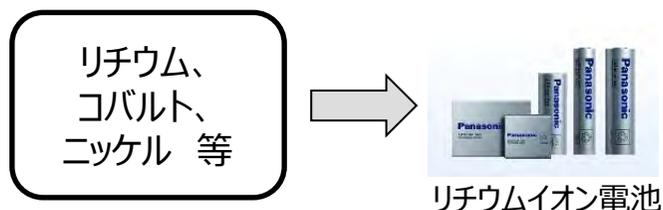
出典: 出典: IEA「Gas 2020」

## 外・外取引の推進

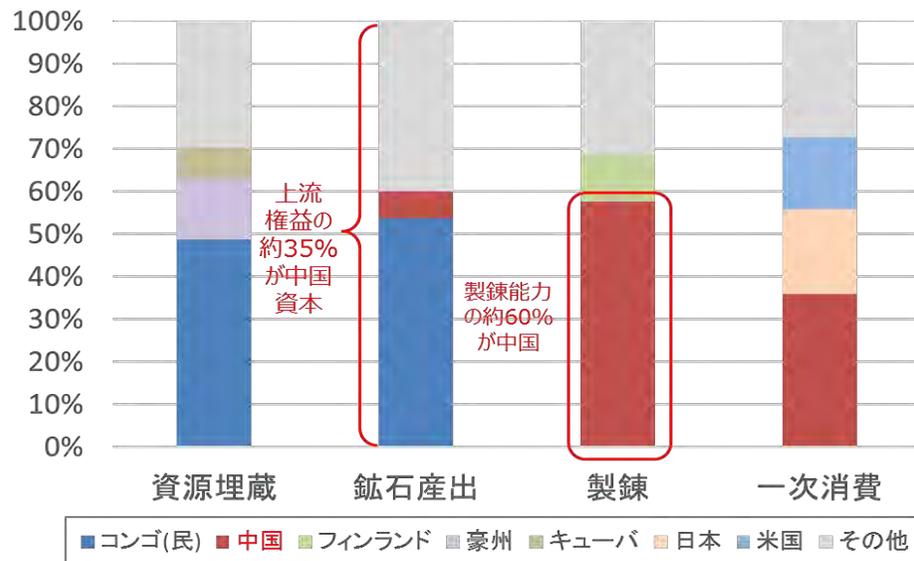


# レアメタルの安定供給

- 脱炭素化社会における先端産業において、製品の高機能化を実現する上で重要な電池・モーター・半導体等の生産には、レアメタルが必要不可欠。
- レアメタルは、鉱種ごとに、特性や市場規模・主要生産国等が多様。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、**将来的に需給ギャップが生じるリスクがあるため、引き続きリスクマネー供給等を通じたサプライチェーンの強化が課題。**

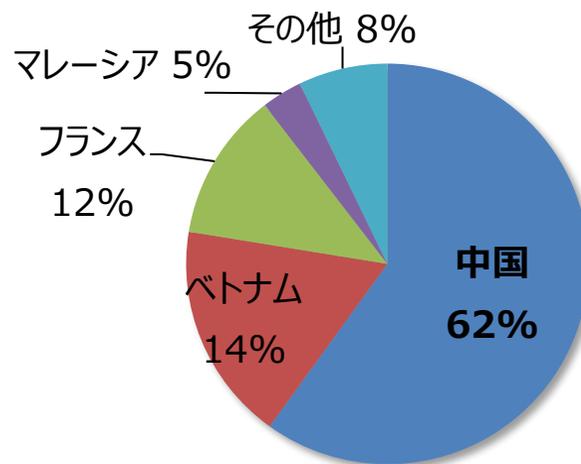


コバルトの各工程での各国シェア



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

# 国内石油製品需要の減少への対応

- 燃料需要の減少や担い手の問題で、地域内における民間事業者単独によるSSの事業存続が困難なケースがある。
- また、地方においては、高齢者向けサービス等の社会的ニーズに対応する担い手も不足しており、SSが「地域コミュニティインフラ」として、こうした社会的機能を担うことも期待される。
- こうした地域においては、特に、地方自治体、他の事業者といった地域内の多様な主体との連携が重要。
- このため、「協業化・経営統合・公設民営化」といった地域内の連携や、地域コミュニティインフラ化による他の収益減の確保を通じて、地域におけるエネルギー安定供給を確保することが必要。
- 公設民営化においては、旧経営者の高齢化に伴い、地方自治体がSSを承継するケースが多いことから、地方自治体によるSS承継の円滑化に向けたサポートも必要。

## <協業化>

- ✓ 三原産業（愛媛県）は、同業他社と、共同配送のためのLLPを設立し、人員体制の効率化、車両等の設備の集約化による稼働率向上、配送ルート効率化により、灯油配送を合理化



共同配送センター

## <経営統合>

- ✓ 大油屋商店と酒井商事（福井県）は、それぞれ3 SSを運営していたが、大油屋商店が酒井商事の従業員等を承継し、4 SS体制で再スタート



閉店したSS

## <公設民営>

- ✓ 川上村（奈良県）が出資する法人で、SSや移動スーパーを運営。高齢者宅への配送の際には、声かけ等も実施。



かわかみSS