

# [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた ゼロエミッション電源の役割

電力中央研究所 社会経済研究所

副研究参事 朝野 賢司

第36回 内閣府原子力委員会定例会合

2022年9月13日

 電力中央研究所

# 本資料の構成

---

1. カーボンニュートラル達成に向けた再生可能エネルギー導入シナリオの検討
2. ロシアによるウクライナ侵略が突きつける「S+3E」の再考
3. [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた原子力発電の役割
4. 結論

# 本資料の構成

---

1. カーボンニュートラル達成に向けた再生可能エネルギー導入シナリオの検討
2. ロシアによるウクライナ侵略が突きつける「S+3E」の再考
3. [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた原子力発電の役割
4. 結論

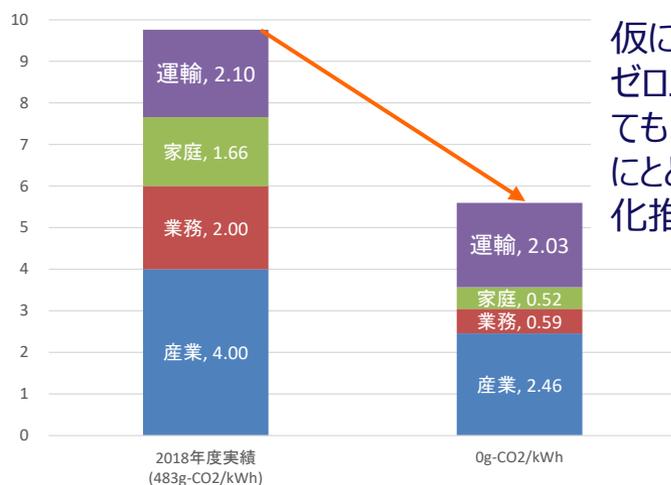
# カーボンニュートラル達成に向けた 再エネの役割についての基本的な考え方

## ■ 供給側の対策だけでなく、需要側の対策も重要

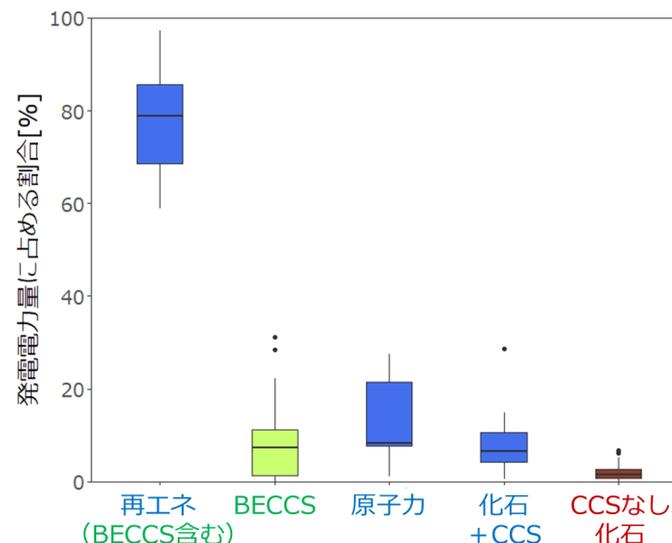
- カーボンニュートラル（CN）実現に向けては、電力部門の脱炭素化は重要。ただし、電力を全てゼロエミ電源で供給しても、エネルギー利用構造が現状のままでは排出量は約半減に留まる（左図）。省エネ、電化率の向上などのエネルギー転換が不可欠。

## ■ 再エネ大量導入は極めて重要だが、「CN達成 = 再エネ100%」ではない

- 当所では、IPCC1.5℃特別報告書シナリオデータを基に、ネットゼロ排出達成時の態様を分析[2]。2050年に世界全体でネットゼロ排出に達し、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量の内訳が把握できるシナリオを対象とすると、電源構成はシナリオごとに様々。再エネが大半だが、原子力、化石（CCSあり/なし）も一定割合を占める（右図）。



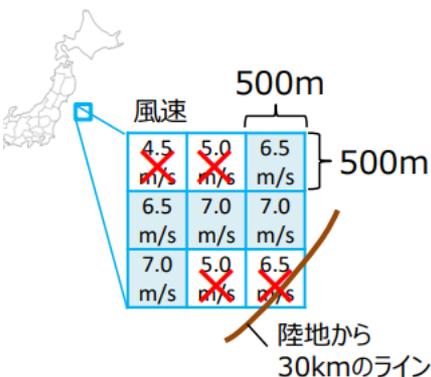
仮に、いま電力を全てゼロエミ電源で供給しても、排出量は半減にとどまる。省エネ、電化推進等が不可欠



わが国のCO<sub>2</sub>排出量実績と電源の脱炭素化による影響（出所：[1]）

IPCC 1.5℃報告書における電源の比率のばらつき（出所：[2][3]）

# 環境省：洋上風力の「事業性を考慮した導入ポテンシャル」 年間1兆5,584億kWh≒日本の発電電力量の約1.5倍



## 洋上風力発電

日本近海を500mメッシュ単位で区切り、  
海面上140mにおける風速が6.5m/s  
未満のメッシュおよび陸地からの距離が  
30km以上のメッシュを除く

水深200m以上のメッシュおよび国立・  
国定公園（海域公園）と重なるメッシュ  
を除き、**設置可能面積**を算出



洋上風力の導入ポテンシャル  
1,120GW(11.2億kW)  
3兆4,607億kWh

⇒上記海域の中で、買取価格36円/kWhで事業採算性が成立する「事業性を考慮したポテンシャル」は、

460GW(4億6,025万kW)  
1兆5,584億kWh

出所：[4][5]

## ■ わが国の2050年シナリオ分析における電力需要：1.3兆～1.6兆kWh

- 第6次エネルギー基本計画策定時、基本政策分科会に提出された各機関による2050年シナリオ分析での電力需要は1.3兆～1.6兆kWh[6]。

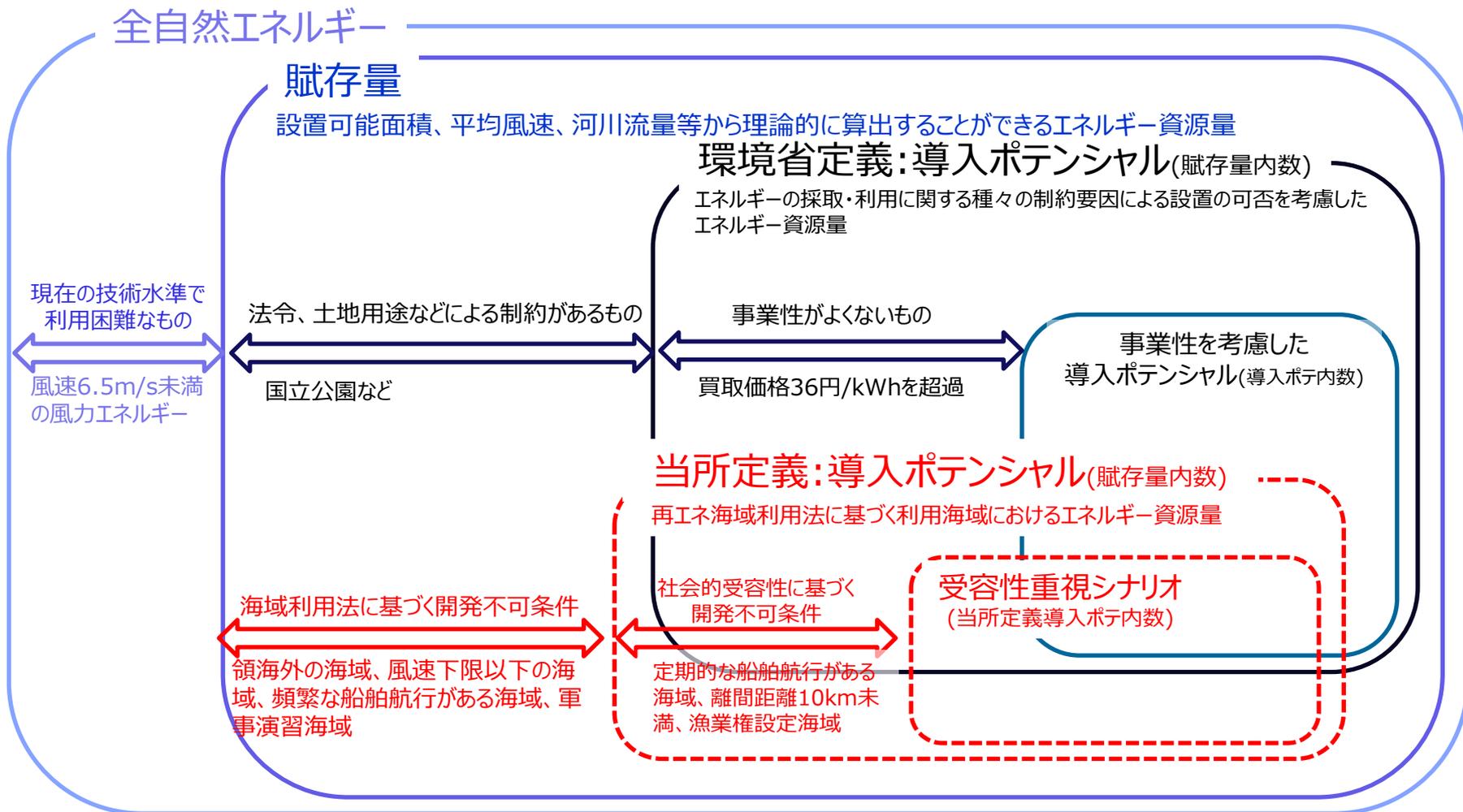
⇒出力制御を考慮せずに、単純に発電電力量の規模感で比較した場合、「洋上風力により、わが国の電力需要を賄える」と言えるのか？

# 再エネ導入ポテンシャル評価

- 導入ポテンシャルについて（次頁）
  - 設置可能面積や平均風速等から求められる理論値から、自然要因、法規制等の開発不可となる地域を除外して算出
  - 開発不可条件の設定は難しく、ポテンシャル評価を行う各機関で前提が異なることが多く、結果の差異を生む一因
- 当所では、**地理情報システム（GIS）**を活用し、再エネの導入ポテンシャルを評価
  - 地上設置型PV、陸上風力、洋上風力を対象に実施
  - 評価の特徴：再エネ導入に伴う**地域住民との紛争の増加**も踏まえ、
    - ① 土地利用に関わる法規制の影響の受けやすさの程度をランク付けした上で、影響を受けにくい地域に導入されると想定
      - ・ 洋上風力では「再エネ海域利用法」に基づく評価
    - ② 同じ土地を異なる再エネが利用し得る場合の土地利用競合を考慮

出所：[7][8]

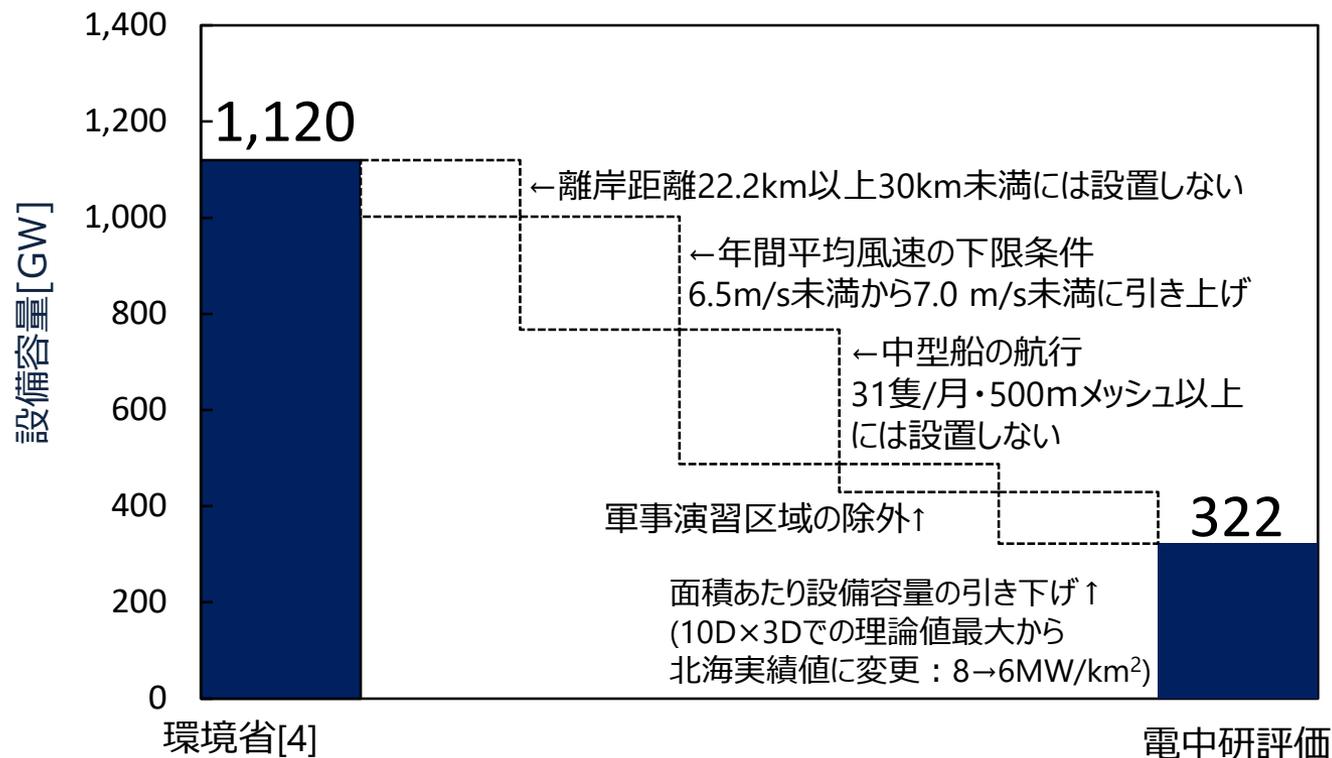
# 洋上風力導入ポテンシャル 開発不可条件の差異



出所：[5]をもとに筆者作成

# 洋上風力発電の導入ポテンシャル評価

- 環境省[4]による洋上風力ポテンシャル評価(1,120GW)と比較
- 再エネ海域利用法の各要件（自然条件・航路への支障など）を踏まえ、「促進区域」の対象と想定される海域を抽出し、322GWと評価



出所:[8][9][10]

# 2050年に向けたPV・風力導入シナリオの検討

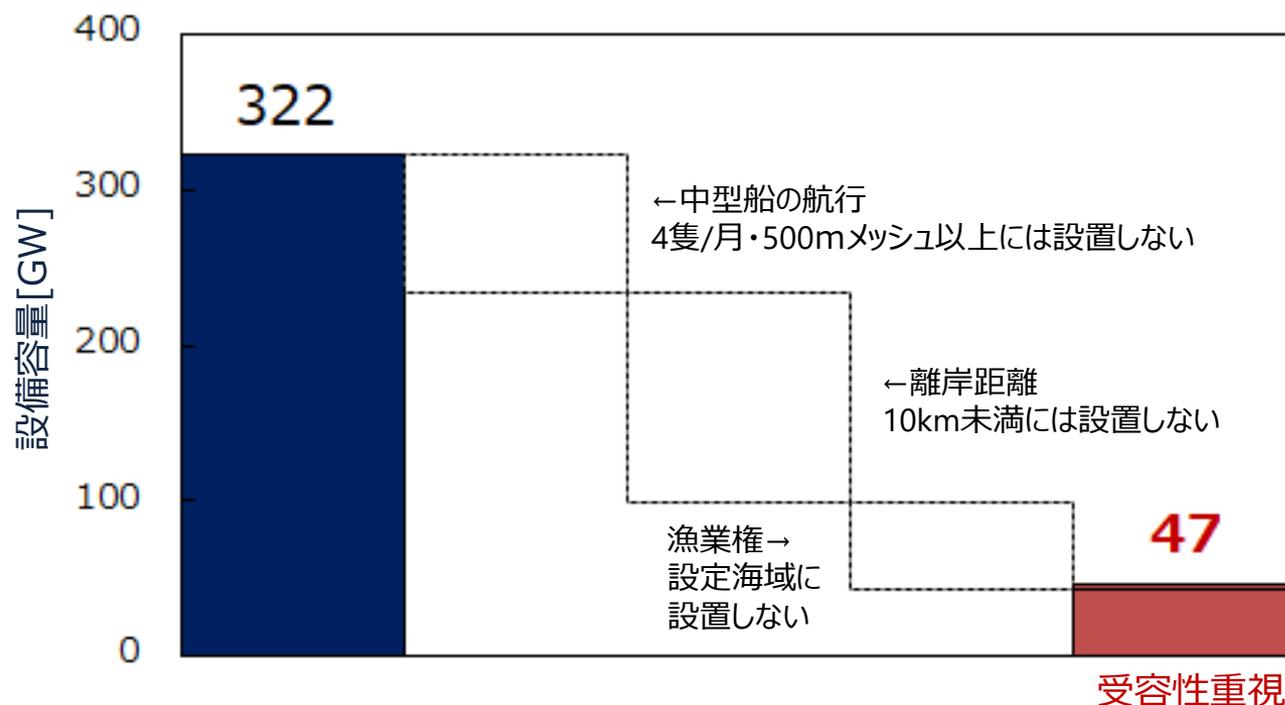
- 2050年に向けたPV（建物設置型、営農型も含む）・風力に関する二つの導入シナリオを検討
  - 受容性重視シナリオ
    - ・ 地域住民への影響や、農業など他の土地利用との競合をできるだけ回避しつつ最大限導入
  - すう勢シナリオ
    - ・ 比較のためにFIT実施以降の導入傾向を外挿

シナリオ	シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土地利用・海域利用に関わる法規制による影響を受けにくい地域で、優先的に導入されることを想定。分析時点で実施が確実な規制緩和（再生困難な荒廃農地の活用等）は織り込む</li> <li>・ データの入手可能な範囲で2050年までの土地利用の用途変化等を織り込む</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FIT実施以降の導入ペースが継続することを想定</li> </ul>
未考慮の要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 系統制約・経済性は考慮しない</li> </ul>

出所：[10]

# 洋上風力発電の受容性重視シナリオの検討

シナリオ	シナリオの考え方
<p style="color: red; font-weight: bold;">受容性重視</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 海域利用法で既に「促進区域」に設定済み、「有望な区域」と「一定の準備段階の海域」の合計設備容量を約4GW</li> <li>• 以下条件の海域に設置を避ける想定で約43GW               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 中型船の航行4隻/月・500mメッシュ以上、景観や生態系影響等を踏まえた離岸距離10km未満、漁業権設定海域（文献[9]を参考）</li> </ul> </li> </ul>



出所：[10]

# 【参考】再エネ導入量GIS評価ツール公開によるエビデンスベースの議論の活性化

- 洋上風力の設置対象となる海域、および同海域に設置可能な洋上風力の設備容量を評価するツールを公開
  - <https://www.denken-serc.jp/rpg/offshore/>
- 本評価ツールにより、ポテンシャル評価に影響を与える要因の把握が可能
  - 今後、陸上風力・地上設置型PVについても同様のツール公開を予定

## Input

設置条件選択

(1) 変容性重視シナリオ

離岸距離

10.0 - 22.2 kmには設置しない

年間平均風速

9.0 m/s以上には設置しない

8.0 - 9.0 m/sには設置しない

7.0 - 8.0 m/sには設置しない

水深

0 - 30 mには設置しない

30 - 50 mには設置しない

50 - 60 mには設置しない

60 - 100 mには設置しない

100 - 200 mには設置しない

漁業権

漁業権内には設置しない

船舶通行量

0 - 3 隻/月には設置しない

設置条件選択

(1) 変容性重視シナリオ

(2) 設置優先シナリオ

(3) 再エネ海域利用法設定

(4) 環境省設定

から一つ選択。

選択した設置条件から、更に以下の項目を任意に指定。

離岸距離

陸地に近い場所に限って設置する程、景観に影響を与える。英国やドイツでは22.2km以上の設置が基本。(参考)。

年間平均風速

発電量に特に影響を与える。再エネ海域利用法がドラインでは、事業性の判断目安として年間平均風速7m/s以上と記載(参考)。

水深

水深に応じて設置可能な風車の種類が異なる。水深60m未満は着床式風車、水深90m以上は浮体式風車が適用しているとされる(参考)。

漁業権

いかなる海域でも漁業との調整が必要となる場合があるが、漁業権に影響する区域では、漁業権者に対する行為に対して、損害賠償請求権と差止請求権を有する(参考)。

船舶通行量

500m四方以内における、船舶の通行量(主に中型船以上が対象)。新上五島町と西海市では、2隻/月以上の海域を適地から除外(参考)。

シナリオと設置条件を選択

## Output 条件を満たす対象海域/設備容量

洋上風力導入量GIS評価ツール  
Offshore wind power capacity GIS tool

再エネ導入量GIS評価ツール  
RPG

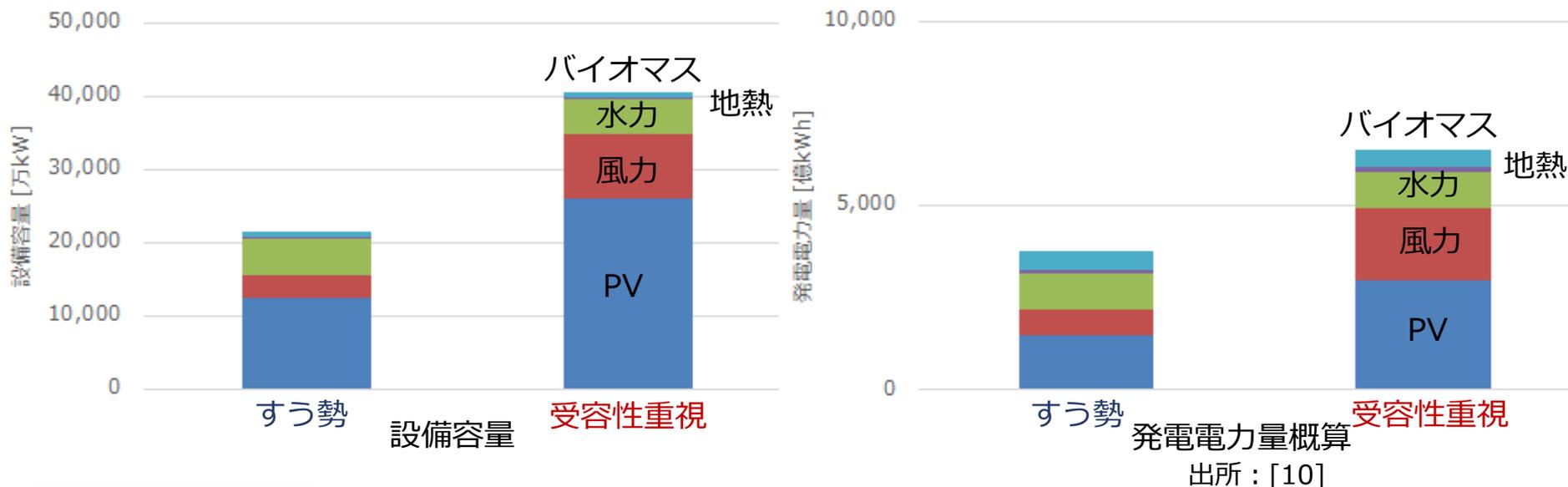
RI 電力中央研究所  
社会経済研究所

トップページ | 評価ツール | 操作方法 | 設置条件の解説 | 利用規約・更新履歴

面積	設備容量(6.0 MW/km換算) 北海の英総値(平均)で換算	設備容量(8.0 MW/km換算) 10D x 3Dで配置(D=タービン径)
着床式: 890 km <sup>2</sup>	着床式: 5.3 GW	着床式: 7.1 GW
浮体式: 6323 km <sup>2</sup>	浮体式: 37.9 GW	浮体式: 50.6 GW
合計: 7213 km <sup>2</sup>	合計: 43.3 GW	合計: 57.7 GW

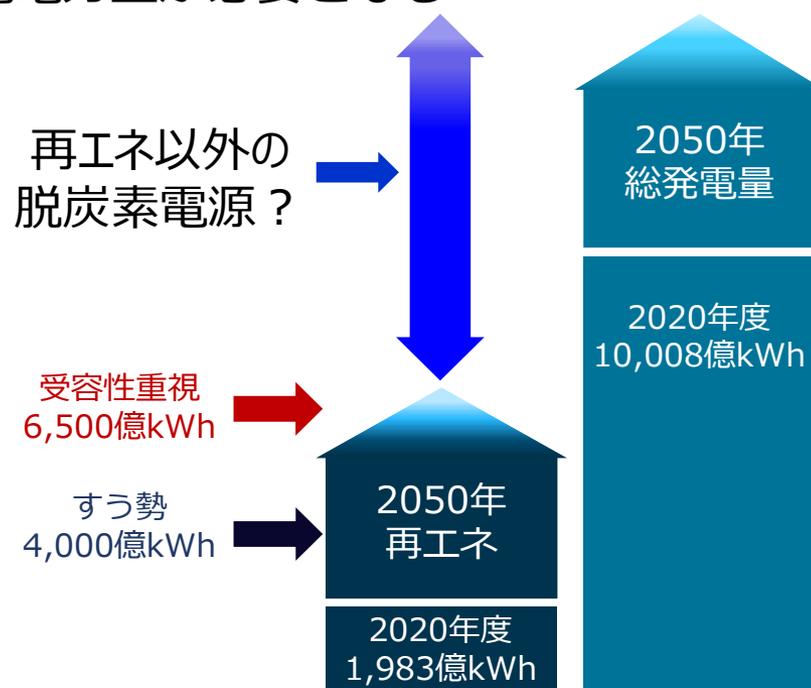
# 再エネ導入シナリオ

- PV・風力の導入シナリオにおける設備容量と、標準的な設備利用率を用いて発電電力量を概算
- 水力・地熱・バイオマスは、第6次エネルギー基本計画[11]の2030年野心的水準と同定度の水準であると想定した場合
  - 受容性重視シナリオ：約4億kW、約6,500億kWh
  - すう勢シナリオ：約2.1億kW、約4,000億kWh



## 再エネ導入シナリオ検討からの示唆

- 両シナリオともに、経済性（再エネコスト低下の程度等）と系統制約を考慮していないため、必ずしも2050年に実現可能な数字ではないことに留意
- 同時に、受容性重視シナリオは、再エネの導入上限を示しているのではない。将来における社会的受容性の変化、イノベーションの進展等によって、再エネ導入量も増加し得る。
- ただし、それでもカーボンニュートラル達成には、ゼロエミ電源を中心に莫大な発電電力量が必要となる



# 【参考】水素供給の規模と課題

- CN戦略では水素の輸入を前提としており、国際輸送の早期商用化を課題としている
- まず、水素の輸入を前提とせざるを得ない要因として、**国内での2,000万tのグリーン水素の製造における量的制約**が挙げられる
- 次いで、液化水素を用いた水素の海上輸送に着目すると、**液化水素による水素の大量輸入には運搬船の大型化が必須**と言える

\* 実際には下記の3つの方法を含めた複数の供給方法がとられるが、上記課題への対応は不可欠

供給方法		課題	各方法単独で2,000万tの水素を供給する際の規模感
国内	再エネ由来	発電量の確保	水素製造用の再エネ発電量が約800TWh(電解効率100%)必要と試算した電源の脱炭素化のために必要な発電量(需要の5~6割)も合わせると約1,450~1,700TWh再エネ発電量が必要となる 対して、当所で検討した「受容性重視シナリオ」では、2050年における再エネ発電量を約650TWhと推計しており、 <b>水素製造の大規模化には受容性を無視した再エネ導入が前提になるものと考えられる</b>
	化石燃料+CCUS	CO <sub>2</sub> 貯留地の確保	CO <sub>2</sub> 貯留地が約2.4億t-CO <sub>2</sub> (LNG水蒸気改質)必要と試算した 苫小牧実証 2,400カ所分 Gorgon基地 60カ所分 CO <sub>2</sub> 貯留地の急拡大には掘削リグ台数の制約等から困難が伴うとされる
液化水素の輸入		運搬船の大型化	<b>水素積載容量を16万m<sup>3</sup>(現状の100倍以上)に拡大した運搬船を約180隻確保する必要があると試算した</b> <b>現状の運搬船では2万隻以上が必要</b> となり、世界のLNG船が360隻程度であることから、液化水素の大量輸入には運搬船の大型化が必須と言える

出典：[13]

# 本資料の構成

---

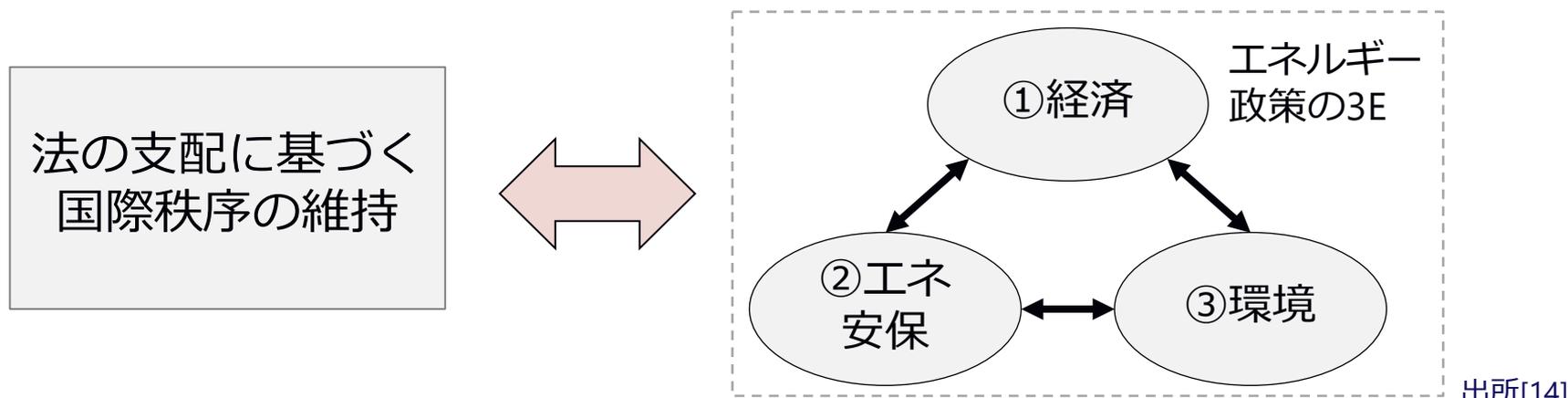
1. カーボンニュートラル達成に向けた再生可能エネルギー導入シナリオの検討
2. ロシアによるウクライナ侵略が突きつける「S+3E」の再考
3. [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた原子力発電の役割
4. 結論

# ロシアによるウクライナ侵略で直面する「S+3E」の再考①

[脱ロシア依存]×[エネルギー安全保障]のシナジー／トレードオフをもたらす取り組み

## ■ [脱ロシア依存]×[エネルギー安全保障]（文献[14]）

- シナジーをもたらす取り組み：再エネ・原子力といった脱炭素エネルギーの促進、省エネ（×[環境:脱炭素]とも整合的）
- トレードオフが生ずる取り組み：
  - ロシアへの依存度が高く、代替策が整わない状況で、脱ロシア依存として輸入を断つことで必要なエネルギー需要が満たせないリスク増加
  - 別の地域（中東等）への依存度が高まることによるエネルギー安全保障リスクの増加
  - 燃料取引の特徴を踏まえた、ロシアの収入を最小化する禁輸・脱ロシア依存を遂行することが重要



出所[14]

# ロシアによるウクライナ侵略で直面する「S+3E」の再考②

## レジリエンス強化のためには、より大きな「政府の役割」が必要

■ エネルギー安全保障の強化（エネルギー調達上の選択肢拡大、供給の多様化、適切な戦略的備蓄）⇒より大きな「政府の役割」が必要[15]

- 民間部門は、エネルギー安全保障のために国が必要とするインフラやその他の資産を建設するインセンティブが不十分
- エネルギー転換に必要なインフラの建設が、市場の力だけで促進されることはない（民間企業が投資に対する十分なリターンを得る前にインフラが陳腐化する恐れ）



原油価格の推移 (1995年 - 2022年) 出所: 世界銀行 Commodity Marketsより作成

エネルギー価格の推移から考えるエネルギー安全保障対策

- ① 短期的な価格や需給の不安定度が増大するリスク  
⇒バックアップとしての備蓄活用など
- ② 上昇トレンド継続による経済悪化リスク  
⇒短期的な省エネ、中長期的な再エネ・原子力活用
- ③ 下降トレンドによるエネ安保軽視リスク  
⇒仮にエネルギー価格が低廉・安定しなかった場合に備えて、供給源の多様化、中長期的な自給率向上

- リトアニア：欧州で最初に天然ガスの脱ロシア依存実現
- 2014年、浮体式LNG基地“インディペンデンス”を建設。ガスプロムへの価格交渉力を発揮したが、容量を大幅に下回る稼働（2020年時点でのロシアからの天然ガス依存度は50.6%）。
  - しかし、この基地により、天然ガスの脱ロシア依存を実現

# ドイツ：ロシアによるウクライナ侵略により エネルギー安全保障への懸念が高まる

- [脱炭素:環境]が優先され、結果的にエネルギー供給の選択肢を狭めてきた（2022年末までの脱原発、2038年までの脱石炭方針）←後押しとなったのが天然ガス（ロシア依存）の拡大：ノルドストリーム1（操業開始2011年）& 2（2021年）
- 回帰不能点を超えた選択肢も（例:石炭産業・雇用の退出、核燃料の調達）

2回目のストレステスト（2022年9月5日公開）の内容[16]

- 想定された3つのシナリオのうち、より過酷な2つのシナリオでは発電所を数カ月長く稼働させることによる「プラス効果」が認められた
- ガス火力が当初の予定通り使用できない場合、南部の石炭発電能力は12月以降、原子力を完全に代替するには不十分。また、北部の風力発電の余剰分を南部に送るには、送電制約が存在。
- ⇒主に後者の理由により、西部のエムスランド（140.6万kW）は予定通り運転停止し、南部バイエルン州のイザール2号機（148.5万kW）と、バーデン・ビュルテンベルク州のネッカーベストハイム2号機（140万kW）の2基は、2022年末以降、系統接続せず、需給逼迫時のみ稼働（戦略的予備力）。
- ただし、脱原発の方針に変更はない。今回のテストでも、残りの核燃料棒で予定より長く2023年4月まで稼働し、新しい核燃料棒を調達しない、いわゆる「引き伸ばし運転」シナリオしか想定していない

予定通り停止するエムスランド原発



戦略的予備力とするネッカーベストハイム2号機  
とイザール2号機

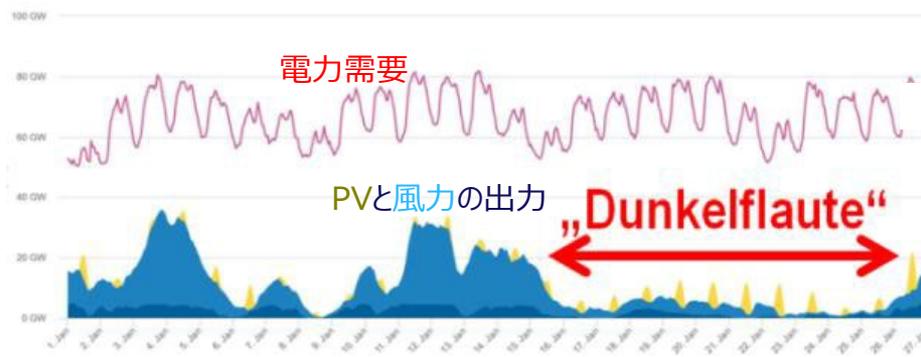
ドイツ国内における原子力発電と停止年

出所：文献[17]より作成

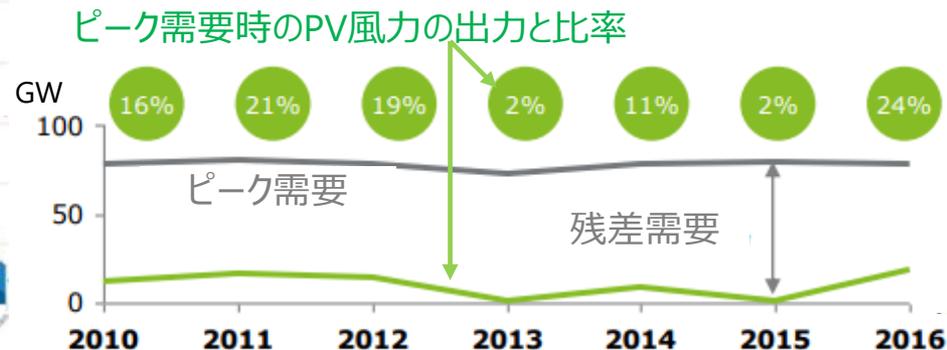
- 経済気候保護省による「エネルギー安全保障進捗報告」によれば、天然ガスのロシア輸入シェアが平均55%だったが、2023年末までには約30%、2024年夏までに10%まで下げることが可能[14]。
- 浮体式LNGターミナル新設等の計画が予定通りに進展すれば脱原発・脱石炭の方針は堅持できるかもしれないが、更なる不測の事態が生じた場合は？

# 参考:Dunkelflaute (曇天、無風) 現象とその対応

- ◆ Dunkelflauteとは、2週間程度の気温低下と、曇天と無風状態の継続による風力発電とPVの出力の事象を指す。特に有名なのが、2017年1月16日 – 25日の約10日間で、この期間の平均気温は零下となり高需要だったが、風力は設備容量の10%、太陽光は設備容量の3%の供給となった[18]。
- ◆ 2013年と15年において、ピーク需要に対して、風力とPVが供給した出力は2%にすぎなかった[19]。また、1995-2015年のデータを基に、48時間連続でPVと風力の出力が設備容量の10%以下になることが年に何回あるかを調べたところ、ドイツでは年2回だった[14]。
- ◆ 確かに、当時ドイツには、ガス火力等の十分な供給力がある上、国際連系線の利用も可能であるため、大きな問題は生じなかった。他方、風力や太陽光等の自然変動電源の大量導入の進展によって、稀頻度ではあるもの、ピーク需要に対する供給力不足は生じる可能性はある。
- ◆ 通常、こうした稀頻度の供給不足には、石油火力等による対応が合理的だが、ネットゼロ達成を目指す中では別の選択肢（水素等）を検討する必要がある。



2017年1月のPV風力の出力とDunkelflaute(⇔の期間)



ピーク需要時におけるPV風力の出力と比率[18]

\*[https://www.rettet-tiefenbachs-waelder.de/s/cc\\_images/teaserbox\\_14919546.png?t=1489749382](https://www.rettet-tiefenbachs-waelder.de/s/cc_images/teaserbox_14919546.png?t=1489749382)

# 英国：エネルギー安全保障戦略

## ■ 8つの項目について、時間軸を明記した施策を展開

- 「エネルギー安全保障戦略」[20]では、8つの項目（エネルギー料金の早急な支援、エネルギー効率化（電化）、石油・ガス、再エネ、原子力、水素、ネットワーク・貯蔵・柔軟性、国際調達）に分類し、2050年までの時間軸を明記した施策の展開を記述。
- 供給分野では、中期的な北海における天然ガス・石油開発を進めるとともに、長期的な再エネ（特にPVと洋上風力）と原子力の開発に重点を置く。
- 1.2億ポンドのFuture Nuclear Enabling Fundを2023年4月に立ち上げる
- Great British Nuclear Vehicleは、原子力事業者を、資金面でバックアップし、投資準備が整い、建設段階に入るまでのプロジェクトを支援。
- 具体的には、新設にはRAB（規制資産ベース、Regulated Asset Base）モデルを適用。これは規制当局が認可した投資プロジェクトに対し、投資家のリスクに上限を定め、プロジェクト遂行困難時には、国が資金提供、又はプロジェクトを中止し補償金を支払うことにより、投資家のリスクを軽減する。資本コスト、ひいては総費用を抑制することが可能[21]。

原子力：主要施策	2022年末	2023-2024年	2030年	2050年
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最大8基分の新設の進展</li> <li>• 2050年までに、最大24GW（電力需要の25%分）に引き上げ</li> <li>• 新設を支援するGreat British Nuclear Development Vehicleの設立。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Great British Nuclear Vehicle創設</li> <li>• Future Nuclear Enabling Fund創設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2023年:新規案件の選考プロセス開始</li> <li>• 2024年:1件分の最終投資決定（FID）（今期議会中に決定）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最大8基分の新設の進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最大24GW（電力需要の25%分）にまで引き上げる（現状7.6GW、15%）</li> </ul>

出所:[20]

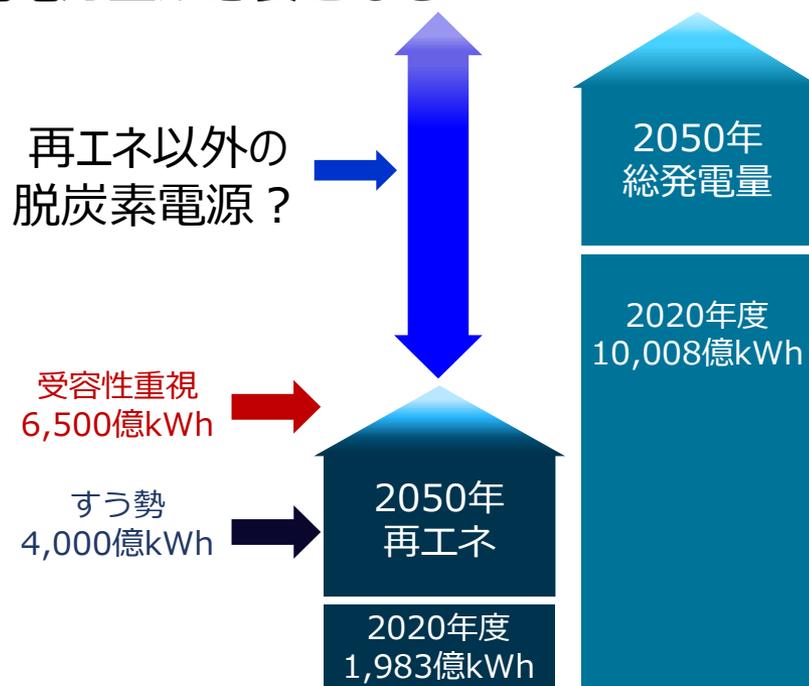
# 本資料の構成

---

1. カーボンニュートラル達成に向けた再生可能エネルギー導入シナリオの検討
2. ロシアによるウクライナ侵略が突きつける「S+3E」の再考
3. [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた原子力発電の役割
4. 結論

## 【再掲】再エネ導入シナリオ検討からの示唆

- 両シナリオともに、経済性（再エネコスト低下の程度等）と系統制約を考慮していないため、必ずしも2050年に実現可能な数字ではないことに留意
- 同時に、受容性重視シナリオは、再エネの導入上限を示しているのではない。将来における社会的受容性の変化、イノベーションの進展等によって、再エネ導入量も増加し得る。
- ただし、それでもカーボンニュートラル達成には、ゼロエミ電源を中心に莫大な発電電力量が必要となる

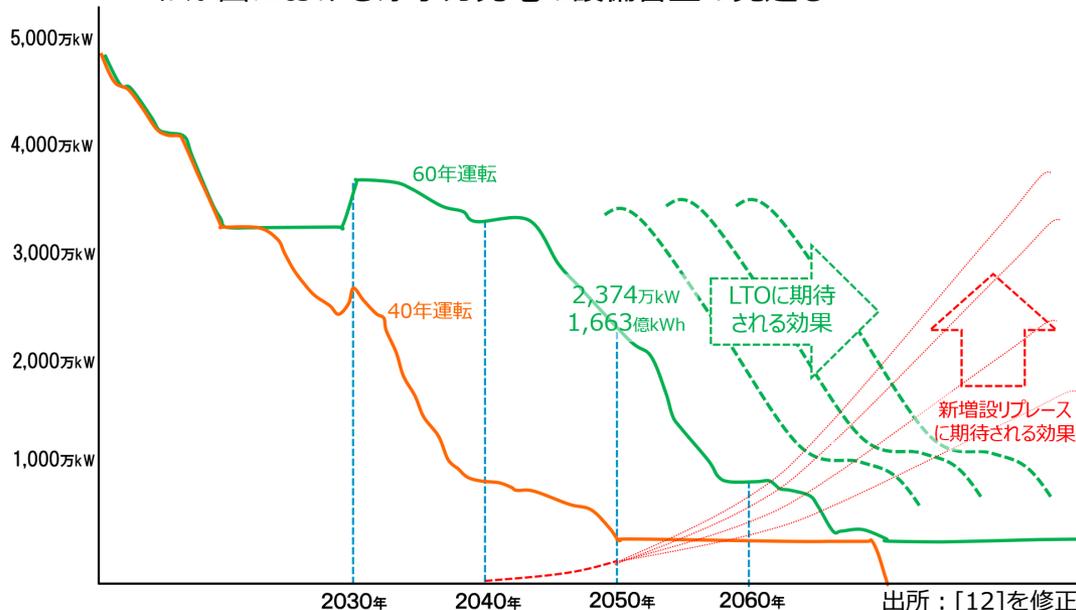


# なぜ原子力の運転期間60年超等の「長期間運転（LTO）」と 新增設リプレースが必要なのか

## ■ [脱炭素]×[エネルギー安全保障]のオプションとしての原子力の価値

- 現在廃炉の表明をしていない全ての原子力発電所が60年運転したとしても、2050年の発電電力量は2,000億kWhを下回る（図）
- オプションとしての原子力の価値を認める場合、運転期間60年超等の長期間運転（LTO）と、新增設リプレースについて検討する必要がある

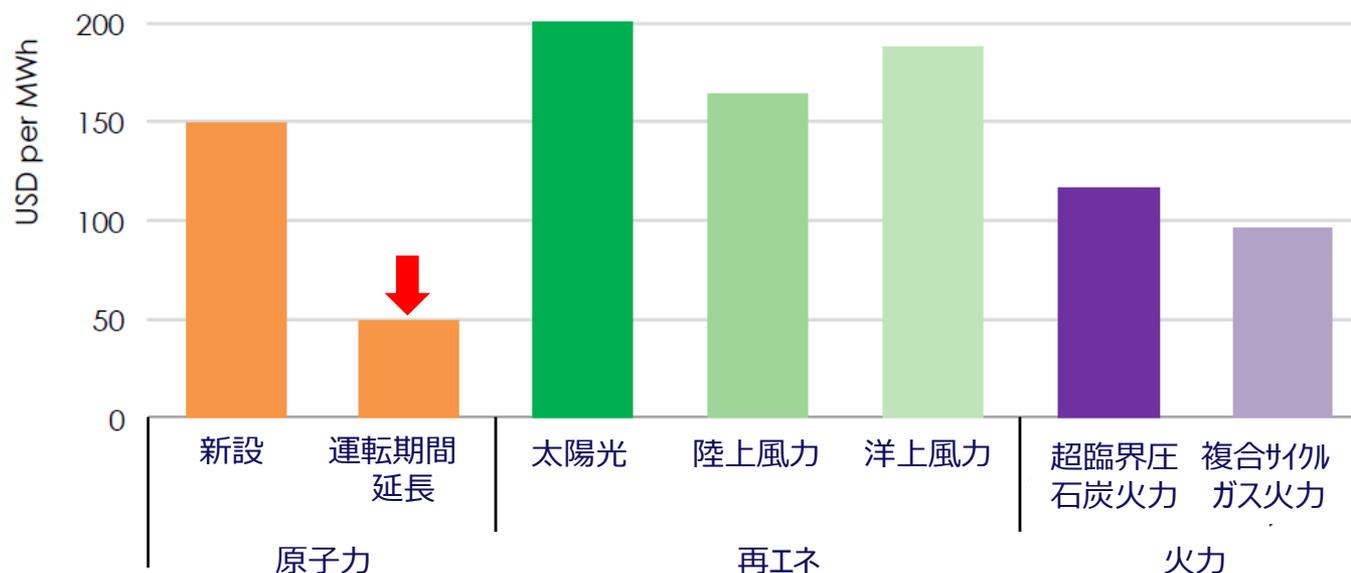
わが国における原子力発電の設備容量の見通し



- 検討の優先順位としては、まずはLTOの意思決定。費用対効果（次頁）と、時間軸（2060年までに激減）の観点から。
- 新增設リプレースは、政府による明確な予見性確保が不可欠。IEA[23]も、2017年以降に世界で着工された27基/31基が、ロシア & 中国製であることを指摘。自由化された電力市場のもとでは、市場の再設計と資金確保枠組みが重要であることが指摘されている。

# IEAによる日本の運転期間延長の評価

Levelised cost of electricity (LCOE) in Japan by technology in 2018



出所：[23]

- LCOEで見ると、運転期間の延長（LTO）は、再エネや火力電源の新設と比較して最も安価な選択肢となっている（欧米諸国でも同様の結果）[22,23]。
- IEAでは、ロシアによるウクライナ侵略を受けた2022年6月に公開された報告書「原子力発電と確実なエネルギー移行」[24]で、政策担当者向けに7つの提言をまとめている。
- その際に、[22]の分析結果を引用し、最初の提言としてLTOをあげ、安全性を前提として、可能な限り長く運転を継続することが、費用対効果の高いエネルギー移行に向けた基盤となることを指摘している。

## 【参考】欧米諸国における長期間運転を巡る動向 (出所:文献[25])

- 米国：2021年2月時点で4つの発電ユニットのライセンスが再更新され、60年超運転が認められている（「再延長」）が、NRCは、最初のライセンス再更新の申請があった2018年の10年以上前から、将来の再延長の申請に向けた様々な準備を開始。国際会議の開催や事業者との対話を通じて国内外の知見を収集するとともに、一般公衆を対象とした公開会合も開催し、2017年に再延長に関連する指針を発行した。上記の再延長は、これらの指針を活用して審査されている。
- 欧州諸国：2021年2月現在において40年超運転を行っているプラントを有する欧州諸国では、フィンランドを除いて、初回の運転期間は法令で明確に規定されていない。そうした国々では、当初の設計想定等に基づいて、概ね40年超運転をLTOと見なしており、LTOの可否の判断に際して、定期安全審査（Periodic Safety Review：PSR）が重要となる場合が少なくない。

	初回の運転期間	延長期間	長期間運転の期間に関する事項
米国	40年	20年（更新回数に制限はない）	初回ライセンスが40年であるのは、経済性と競争政策を考慮して決定（安全上の要因ではない）。更新回数に制限はない。
フランス	不定	不定	特定の機器についての当初の設計想定は40年だが、10年毎の定期安全審査（Periodic Safety Review：PSR）で評価される安全上の義務を満足する限り、運転に制限はない。
英国	不定	不定	10年毎のPSRを含む安全上の義務を満足する限り、運転に制限はない。
ベルギー	不定	10年	原子炉の当初の設計寿命は40年だが、法改正によって、3基の原子炉が、10年の追加運転を認められた（法改正を巡る訴訟あり）。
フィンランド	30年、40年	ケースバイケース（実際には20年）	新規ライセンスと同様の包括的評価に基づいて審査される。更新回数に制限はない。
スウェーデン	不定	不定	原子炉の当初の設計寿命は40年だが、10年毎のPSRで評価される安全上の義務を満足する限り、運転に制限はない。

# 原子力の潜在的備蓄効果

火力・原子力発電所(100万kW)と同量の発電量を得るための面積

原子力	約0.6km <sup>2</sup>
火力	約0.5km <sup>2</sup>
太陽光	約58km <sup>2</sup>
風力	約214km <sup>2</sup>

※山手線の内側の面積が約63km<sup>2</sup>

原子力発電所(100万kW)の年間発電量を代替する場合に必要な燃料

原子力 (濃縮ウラン)	21トン
天然ガス	950,000トン
石油	1,550,000トン
石炭	2,350,000トン

国内在庫日数

原子力 (ウラン) ※1	約2.9年分
天然ガス ※2	約20日分
石油 ※3	約200日分
石炭 ※4	約29日分

(※1)2016年電力中央研究所「原子燃料の潜在的備蓄効果」より。  
 (※2)2020年JOGMEC「天然ガス・LNG在庫動向」より算出。(ガス発電用在庫に加え、都市ガス用在庫も含む。)  
 (※3)資源エネルギー庁「石油備蓄の現況」より算出。(電力会社の発電用在庫に加え、運輸用燃料なども含む。)  
 (※4)資源エネルギー庁「電力調査統計」2019年度火力発電燃料実績(年度未貯蔵量)より算出。

出所：[27]

- ◆ 日本国内の原子力発電設備が全て稼働し、1年当たりのウランの消費量が最大となる場合を想定しても、原子力の潜在的備蓄効果\*[26]は約2.90年（各発電所における保有期間（1年）とランニングストックの潜在的備蓄効果（約1.90年））
  - 原子力の潜在的備蓄効果\*：フロントエンドに関わる燃料加工サービス（ウラン濃縮、再転換、ウラン燃料加工）施設及び商業用発電所における通常操業時のランニングストック

# 本資料の構成

---

1. カーボンニュートラル達成に向けた再生可能エネルギー導入シナリオの検討
2. ロシアによるウクライナ侵略が突きつける「S+3E」の再考
3. [脱炭素]×[エネルギー安全保障]の強化に向けた原子力発電の役割
4. 結論

# 結論 I

- ① 2050年再エネ導入シナリオとその示唆
- 受容性重視シナリオの2050年の再エネ導入量は、約4億kW、約6,500億kWh
    - 現行のFITによる導入ペースが継続する、すう勢シナリオ（約2.1億kW、約4,000億kWh）の約1.5倍
  - いずれのシナリオも、経済性と系統制約を考慮していないため、実際に2050年に導入可能か否かは不透明
  - 受容性重視シナリオは、再エネの導入上限を示しているのではない。将来における社会的受容性の変化、イノベーションの進展等によって、再エネ導入量も増加し得る。
  - ただし、それでもカーボンニュートラル達成には莫大な発電電力量が必要となる
  - 再エネを中心としつつも、原子力などの確立したゼロエミ技術のみならず、蓄電池・水素・CCS・ネガティブ排出技術の技術進歩を踏まえ、各技術の組み合わせの中で、費用最小化を目指すことが肝要

## 結論 II

- ② ウクライナ戦争の下で、[脱炭素]×[エネルギー安全保障]とがシナジーをもたらす取り組みを優先的に実施することの重要性
- エネルギー安全保障の強化には、より大きな「政府の役割」が必要
  - 参考になるのは、英国「エネルギー安全保障戦略」では、時間軸に沿った8分野の取り組みと、供給分野での原子力の位置づけ。
  - わが国での原子力に関する取り組みで言えば、原子力の着実な再稼働の進展と、長期間運転と新增設リプレイスの実施、そして廃止措置やバックエンドなども含めた原子力事業全体の早急な予見性確保が必要となる。
- ③ 政策評価・検証の重要性
- [脱炭素]×[エネルギー安全保障]に名を借りた原子力の単純な救済との誤解をされることなく、国民理解を得るためにも、原子力がこれらの政策目的に資する条件やその尺度を用意し、政策の費用対効果を検証する「繊細さ」も求められる。
  - 足元のエネルギー需要を満たしつつ、将来的なエネルギー転換に資するための「原子力の持続的活用」のあり方と、その際に必要となる「政府の役割」について評価・検証することが重要。

# 参考文献①

- [1]朝野賢司 (2022) 「なぜカーボンニュートラルの実現が『野心的』といえるのか-S+3Eの再考-」『一橋ビジネスレビュー』2022年夏号、東洋経済新報社
- [2]坂本将吾・堀尾健太 (2020) 「ネットゼロ排出達成時におけるCO2排出・除去の態様」、電力中央研究所報告 (Y20001) 、  
<https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y20001.html>
- [3]坂本将吾・堀尾健太・永井雄宇 (2021) 「『2050年ネットゼロ排出シナリオ』の分析—IPCC1.5°C特別報告書シナリオデータとJMIPからの示唆—」、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 (第44回、2021年6月30日開催) 資料7、  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/044/044\\_010.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/044/044_010.pdf)
- [4]環境省 (2020) 『令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書』  
<http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.html>
- [5]環境省 (2022) 「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル 概要資料導入編」<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/doc/gaiyou3.pdf>
- [6]経済産業省資源エネルギー庁 (2021b) 「2050年シナリオ分析の結果比較」総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 (第45回、2021年7月13日開催) 資料1、3月31日  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/2021/045/045\\_004.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/045/045_004.pdf)
- [7]尾羽秀晃・永井雄宇・朝野賢司 (2018) 「土地利用を考慮した太陽光発電および陸上風力の導入ポテンシャル評価」、電力中央研究所研究報告 (Y18003) 、<https://criepi.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDetail?reportNoUkCode=Y18003>
- [8]尾羽秀晃・永井雄宇・豊永晋輔・朝野賢司 (2019) 「再エネ海域利用法を考慮した洋上風力発電の利用対象海域に関する考察」、電力中央研究所 研究資料 (Y19502) 、<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/source/Y19502.html>
- [9]Hideaki Obane, Yu Nagai, Kenji Asano(2021). "Assessing the potential areas for developing offshore wind energy in Japanese territorial waters considering national zoning and possible social conflicts", Marine Policy 129:104514,  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104514>
- [10]朝野賢司・永井雄宇・尾羽秀晃 (2020) 「ネットゼロ実現に向けた風力発電・太陽光発電を対象とした大量導入シナリオの検討」、資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会基本政策分科会(第34回、資料3-4)、  
[https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/034/034\\_007.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/034/034_007.pdf)
- [11]資源エネルギー庁 (2021a) 『第6次エネルギー基本計画』  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/pdf/20211022\\_01.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf)

## 参考文献②

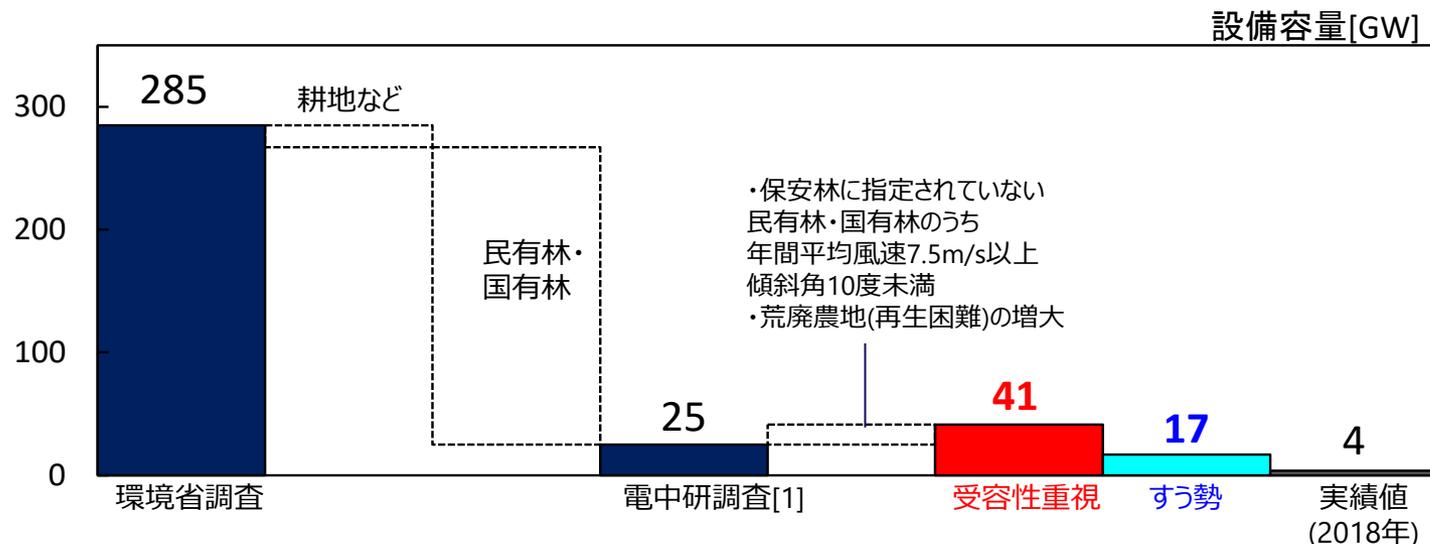
- [12]資源エネルギー庁(2022)「今後の原子力政策について」、総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会(第24回、2022年2月24日開催)資料3、[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/genshiryoku/pdf/024\\_03\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/024_03_00.pdf)
- [13]吉岡七海・朝野賢司・永井 雄宇(2021)「『2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略』で示された水素の役割と課題」SERC Discussion Paper 20011、<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/20011.html>
- [14]上野貴弘・丸山真弘・堀尾健太(2022)「ロシアによるウクライナ侵略を踏まえた西側諸国のエネルギーを巡る対応—国際秩序の維持とエネルギー政策のトレードオフ—(2022年7月5日版)」電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/22005.html>
- [15]ポルドフ, J&オサリバン, M(2022)「ウクライナ危機と新エネルギー秩序 地政学・気候変動リスクと政府介入の拡大」、『フォーリン・アフェアーズ・レポート』2022年7月号
- [16]BMW(2022), Stresstest zum Stromsystem: BMW stärkt Vorsorge zur Sicherung der Stromnetz-Stabilität im Winter 22/23, <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/09/20220905-stresstest-zum-stromsystem.html>
- [17]Wehrmann, B(2022)FACTSHEET Q&A: The “stress test” - what kind of nuclear runtime extension is Germany debating?, <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/qa-stress-test-what-kind-nuclear-runtime-extension-germany-debating>
- [18]DENA(2018) dena Study Integrated Energy Transition, [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9283\\_dena\\_Study\\_Integrated\\_Energy\\_Transition.PDF](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9283_dena_Study_Integrated_Energy_Transition.PDF)
- [19]Deloitte(2018) Power market study 2030 a new outlook for the energy industry, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/energy-resources/Deloitte-Power-Market-Study-2030-EN.pdf>
- [20]HM Government (2022), British energy security strategy Secure, clean and affordable British energy for the long term. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1067835/british-energy-security-strategy-web.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1067835/british-energy-security-strategy-web.pdf)
- [21]服部徹(2022)「英国における新設原子力発電所の資金調達手法「規制資産ベース(RAB)モデル」の導入をめぐる議論」『電力経済研究』No.68、[https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/periodicals/pdf/periodicals68\\_03.pdf](https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/periodicals/pdf/periodicals68_03.pdf)
- [22]IEA(2019a)Nuclear Power in a Clean Energy System, <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-in-a-clean-energy-system>
- [23]IEA(2019b) Securing investments in low carbon power generation sources, [https://cigs.canon/event/report/uploads/pdf/20190613\\_Sadamori\\_presentation.pdf](https://cigs.canon/event/report/uploads/pdf/20190613_Sadamori_presentation.pdf)
- [24]IEA(2022)Nuclear Power and Secure Energy Transitions, <https://www.iea.org/reports/nuclear-power-and-secure-energy-transitions>
- [25]稲村智昌(2021)「米国及び欧州諸国の原子力発電所の長期間運転を巡る動向」電力中央研究所報告(Y20002)、<https://criepi.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDetail?reportNoUkCode=Y20002>
- [26]稲村智昌(2018)「原子燃料の潜在的備蓄効果-2016年データを用いた推計結果-」電中研研究資料(Y17509)<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/source/Y17509.html>
- [27]資源エネルギー庁(2021b)「原子力政策の課題と対応について」、資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会原子力小委員会、第21回(2021.2.25開催)資料3[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/genshiryoku/pdf/021\\_03\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/021_03_00.pdf)

# 参考資料

# 陸上風力の2050年導入シナリオの検討

- ◆ 環境省[4]による陸上風力導入ポテンシャル評価は約285GW、うち民有林・国有林の設置は約240GW。これに対して、電中研[1]は森林に設置しない前提のもと、風速5.0m/s以上の雑草地・裸地・篠地・荒廃農地(再生困難)では25GW。
- ◆ **受容性重視シナリオ**では、電中研[1]に加えて、保安林以外の森林を対象に風車の開発に適した森林での開発等により**41GW**となる。これは、FIT導入後の外挿であるすう勢シナリオ17GWの約2.4倍に達する。

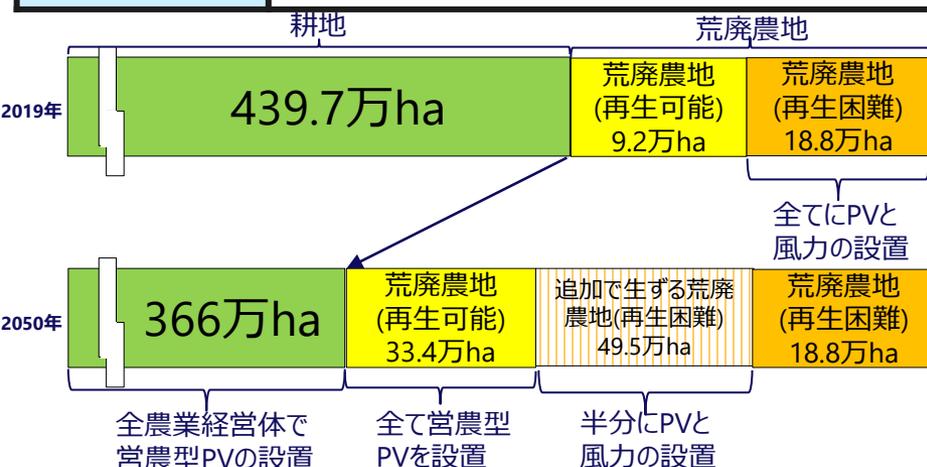
シナリオ	導入シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林に設置しない前提のもと、風速5.0m/s以上の雑草地・裸地・篠地・荒廃農地(再生困難)設置(25GW)</li> <li>国有林における2件の導入実績を基に、保安林に指定されていない民有林・国有林のうち年間平均風速7.5m/s以上、および傾斜角10度未満の場所に設置(10GW)。</li> <li>2050年における荒廃農地の増加予測を踏まえ(p.7)、再生困難な荒廃農地においても設置(6GW)</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境アセスとFIT認定量より2019-2030年の12年間で10.1GWが稼働する見込み[5]を参考とし、今後17GW導入。</li> </ul>



# 2050年における耕地・荒廃農地におけるPV・風力の利活用と 営農型PVの考え方

- ◆ 耕地面積は2019年439.7万haから、国土交通省「国土の長期展望」[6]によれば2050年366万haに大幅に減少
  - ◆ 耕地の減少はその全てが荒廃農地になるとは限らないが、仮に2050年までの耕地減少分の全てが荒廃農地となり、荒廃農地の内訳として再生可能と再生困難の比率が2019年時点と同じであると仮定。
  - ◆ 2019年時点の再生困難な荒廃農地の全てに地上設置型太陽光と陸上風力を設置し、以降2050年までに生ずる同地の半分に地上設置型太陽光と陸上風力が導入される。再生可能な荒廃農地再生可能に全てに営農型PVを設置する想定。
- ◆ 耕地における営農型PVは、①農業経営体数は2015年138万経営体程度から、文献[5]による都府県における2050年の推計結果で16.4万と大幅に減少すること（北海道は約5万程度であるため、ここでは計約20万とする）、足元の現状では、②2018年度末までに合計1,992件が設置され、下部農地の面積は、全農地面積の0.01%相当である合計5.6km<sup>2</sup>(0.5GW相当)[8]、③営農型PVの記載があるFIT認定案件(133件)のうち、99件(74%)が50kW未満[9]であることを踏まえ、以下のシナリオを設定した。

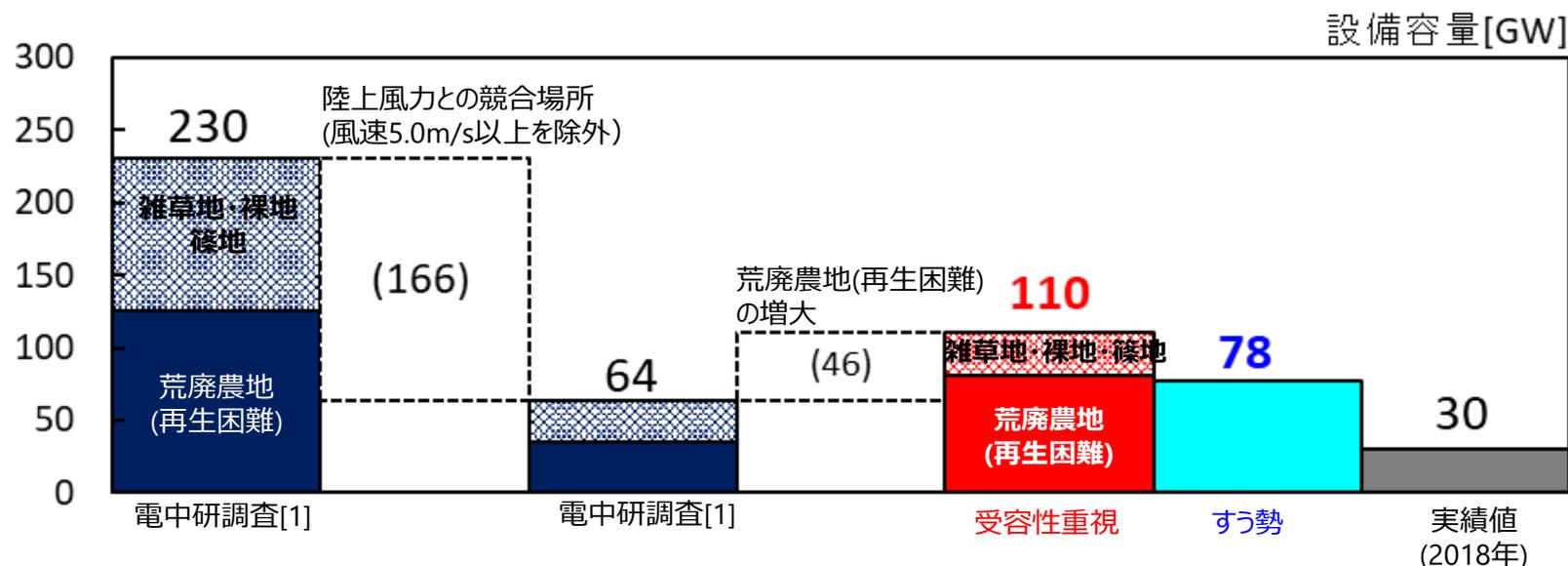
シナリオ	導入シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全ての農業経営体（約20万）が、100kWの営農型PVを設置（20GW）（<u>農業経営体の平均耕地面積は2.2ha（北海道除く）であるため、100kW設置とは、全経営体の耕地の約半分（テニスコート40面分）に設置を意味</u>）</li> <li>• 全ての再生可能な荒廃農地で営農型PVが導入（営農再開を前提に透過率を確保）（22.4GW）</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 営農型PVの年間導入量が多かった2016年の導入ペースが今後も継続（1.4GW）</li> </ul>



# 地上設置PVの2050年導入シナリオの検討

- ◆ 地上設置型PVのポテンシャル評価は、雑草地・裸地・篠地・荒廃農地(再生困難)においては230GWだが、陸上風力との競合を考慮し、風速5.0m/s未満に限ると64GW[1]。加えて、荒廃農地(再生困難)の大部分にPVを設置した場合2050年時点で110GWとなる。
- ◆ **受容性重視シナリオの110GW**という数字は、FIT導入後の外挿であるすう勢シナリオの78GWの約1.4倍に達する。

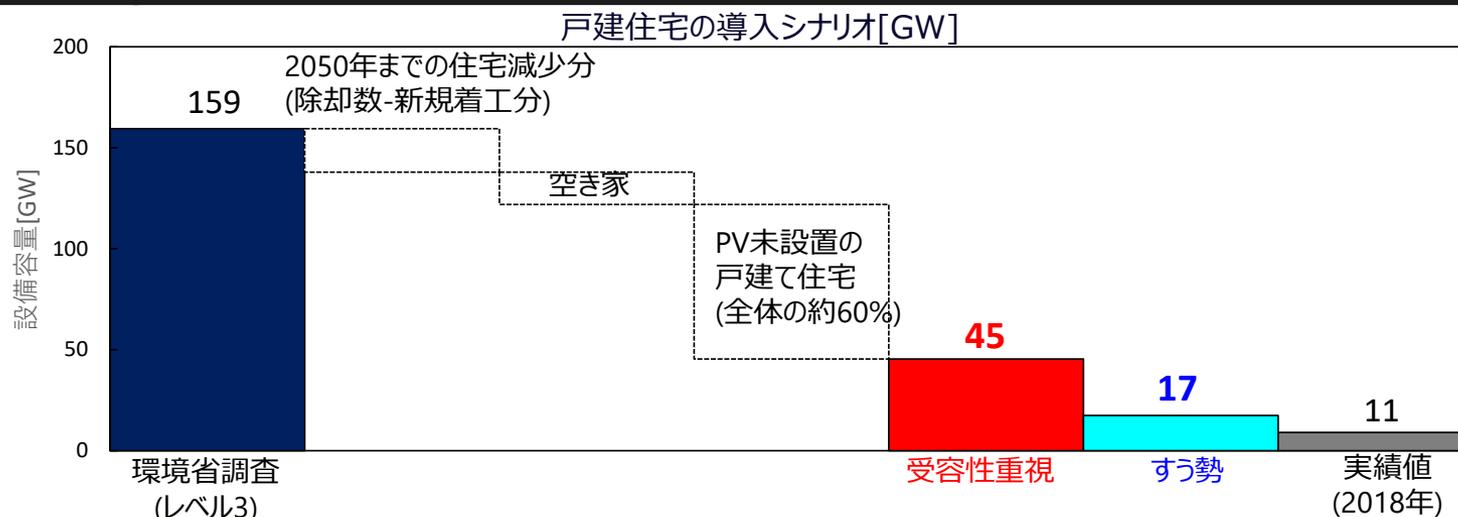
シナリオ	シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>雑草地・裸地・篠地・荒廃農地(再生困難)において、陸上風力との競合を考慮し、風速5.0m/s未満の地域にPVを設置 (64GW)</li> <li>陸上風力との競合を考慮し、耕地減少に伴い増加する再生困難な荒廃農地の半分にPVを設置 (46GW)</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018年における10kW以上のPV累積導入量(38GW)のうち、地上設置PVは30GWと想定したが、そのうち森林に設置されているPVも多く存在する(PV事業に伴う林地開発許可を受けたものは93km<sup>2</sup>≒6.3GW)。</li> <li>自然環境保全の観点から、今後は森林を除く雑草地などへの導入を促進することが望ましいため、森林以外に設置された地上設置型PVの2013-2018年の年間平均導入量の想定値(3.9GW)が20年継続された場合を想定</li> </ul>



# 戸建住宅設置型PVの2050年導入シナリオの検討

- ◆ 環境省による導入ポテンシャル評価(レベル3)[4]では約159GWとされているが、そのうち2050年に向けた人口減少に伴う住宅数の減少と空き家を考慮すると、導入ポテンシャルは122GW[10]。
- ◆ **受容性重視シナリオ**では、国土交通省[21]を基に毎年の戸建住宅の新規着工世帯数を推定し、2031年時点で新築住宅の50%、2040年以降は新築住宅の100%にPVを設置する前提の下で、2050年時点での導入量が**45GW**となる。
- ◆ 受容性重視シナリオの45GWという数字は、FIT導入後の外挿であるすう勢シナリオの17GWの約2.6倍に達する。

シナリオ	シナリオの考え方
<b>受容性重視</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口減少に伴い、戸建住宅の総ストック数は2,663万戸(2050年)に減少と推定[10]。</li> <li><b>2050年における総ストック数の37%にPVを設置する前提</b>。具体的には以下のようにPV設置を想定。 →2030年以前に建設された住宅には後付けでその30%(約700万戸)にPVを設置(現状では、既築戸建へのPV設置が2割に過ぎないこと(8割は新築)、全ての新築のうちPV設置は約16%であること等を踏まえると、この後付け30%は十分に大きい想定)。2031年以降建設の新築の50%に設置し、段階的に導入率を引き上げ、2040年以降は全ての新築住宅にPV設置を想定(2050年時点で、2031年以降建設の新築約8割に設置)。</li> </ul>
<b>すう勢</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013-2018年の年間平均導入量である<b>0.9GW</b>が<b>2031年以降も20年間継続</b>することを想定。</li> </ul>

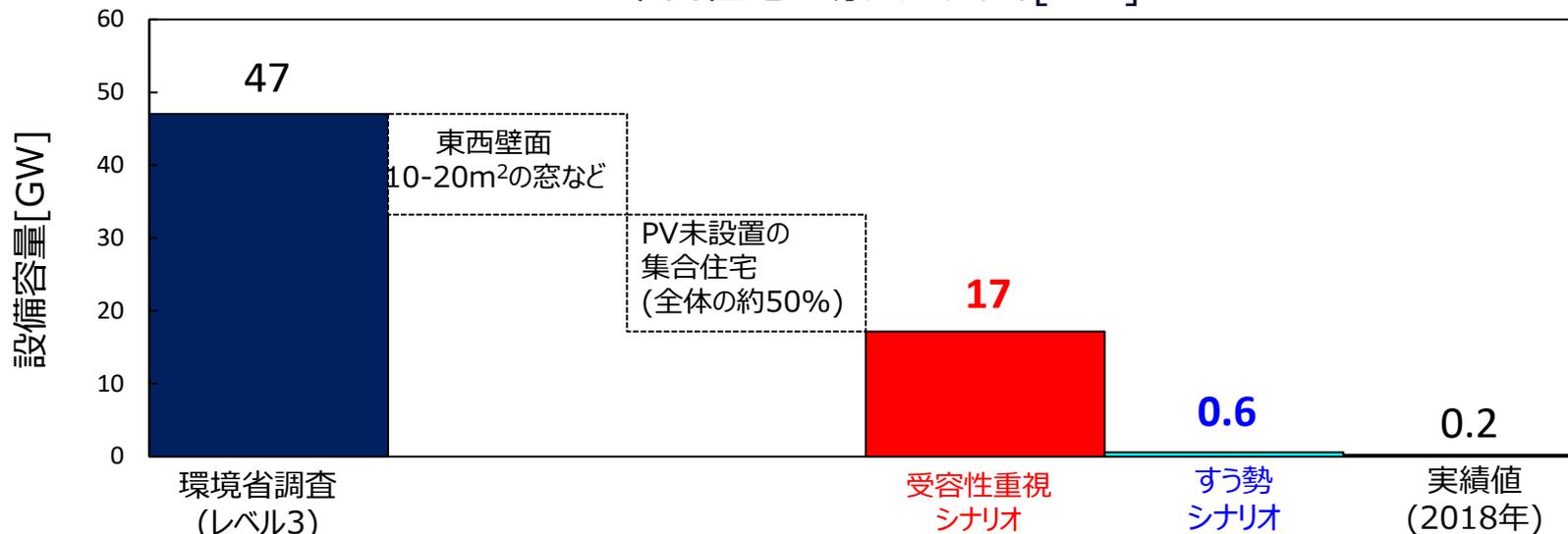


# 集合住宅設置型PVの2050年導入シナリオの検討

- ◆ 受容性重視シナリオでは、2050年時点で集合住宅の約半数にPVが設置される前提とすると計17GWとなる。
- ◆ 受容性重視シナリオの17GWという数字は、FIT導入後の外挿であるすう勢シナリオの0.6GWの約28.6倍に達する。

シナリオ	シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口減少に伴い、集合住宅は230万棟(2018年)から、200万棟(2050年)に減少すると推定。</li> <li>2050年時点における全集合住宅(200万棟)のうち、52%に相当する103万棟において、20m<sup>2</sup>以上の屋根と南壁面・20m<sup>2</sup>以上の窓にPVが設置される前提。具体的には、2050年時点に存在する集合住宅のうち、→2018年以前に建設された集合住宅の33%、2019～2030年に建設される集合住宅の67%、2030年以降は同住宅の7割から段階的に向上し、2040年以降は全ての新築集合住宅にPVが設置される前提。</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>集合住宅における2013-2014年の年間平均導入量の想定値(0.2GW)、住宅用太陽光発電補助金交付情報からの推定値)が、2031年から20年間継続する前提。</li> </ul>

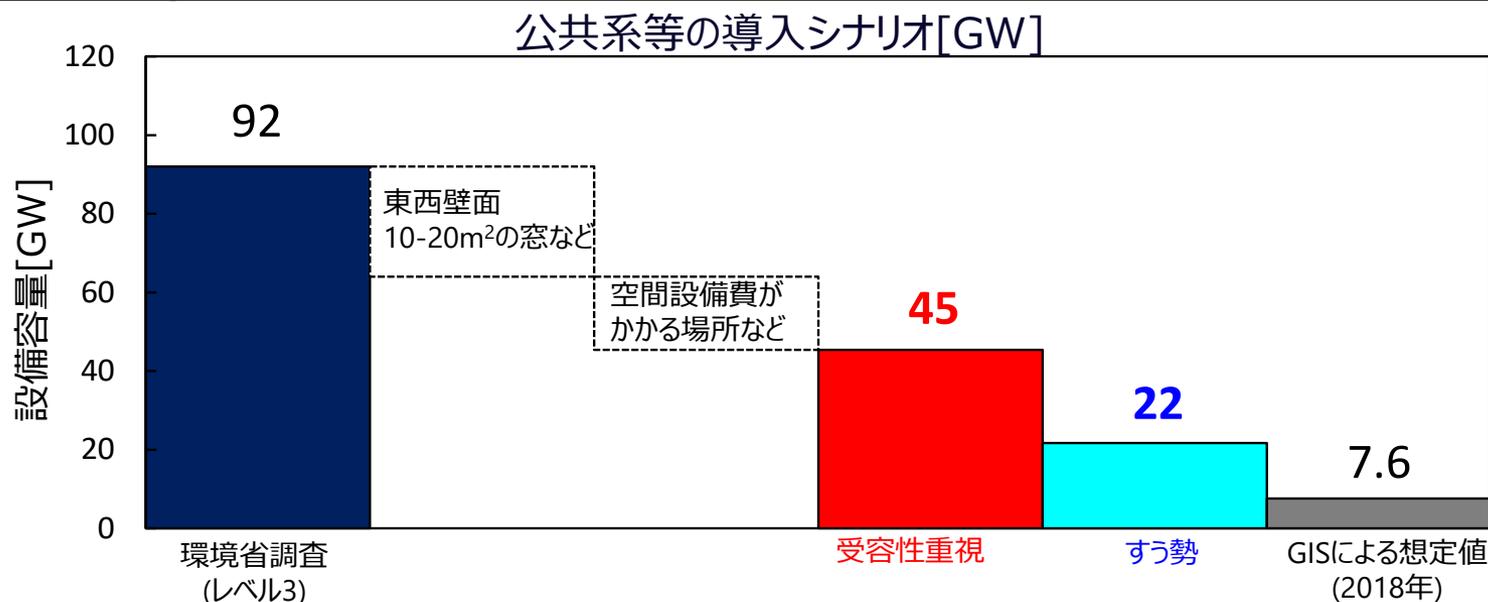
集合住宅の導入シナリオ[GW]



# 公共系等PVの2050年導入シナリオの検討

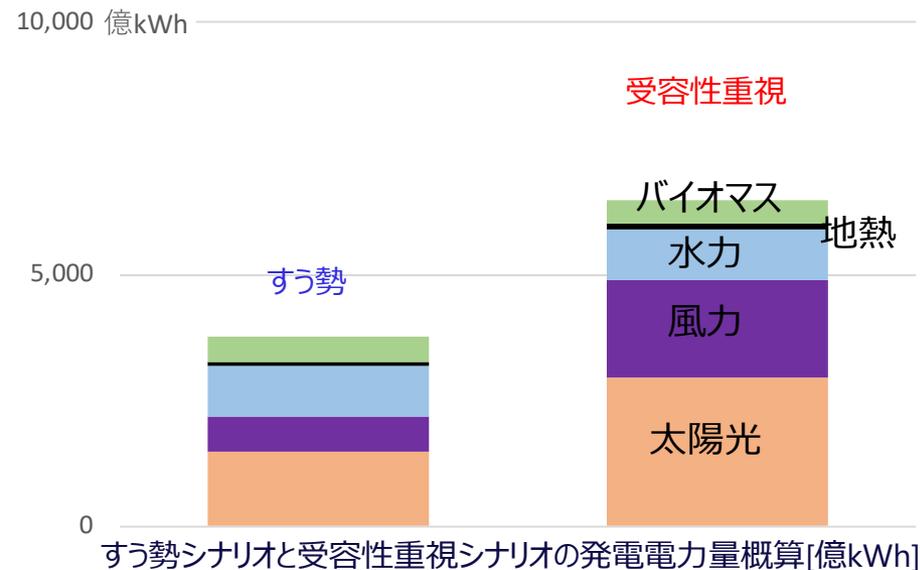
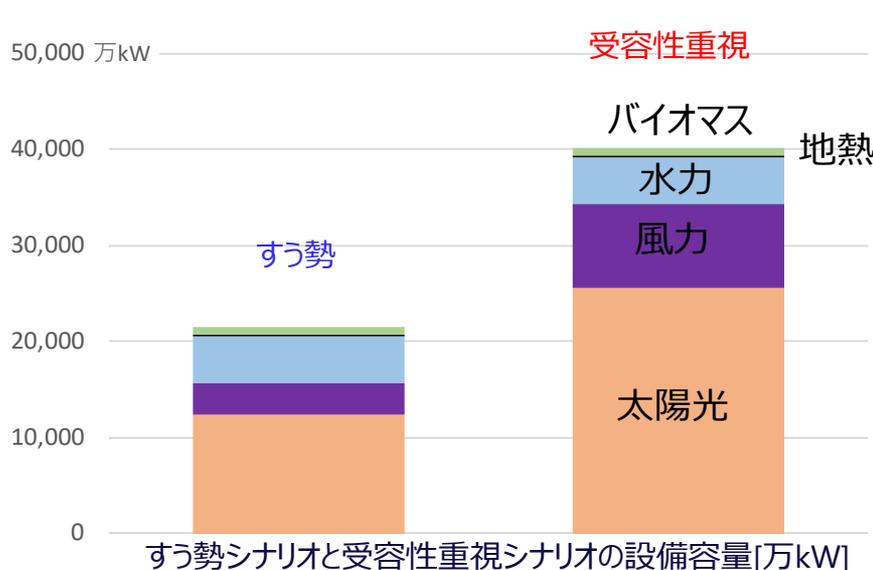
- ◆ 環境省[4]による公共系等設置PVの導入ポテンシャル評価は92GW（レベル3）。そのうち、東西壁面などを除いた場合の導入ポテンシャルは64GW（レベル2）。
- ◆ 受容性重視シナリオでは、一定の空間設備費用を許容する前提のもとで、各施設における導入量を基本的には環境省[4]のレベル2に該当するように設定すると45GWである。
- ◆ **受容性重視シナリオの45GW**という数字は、FIT導入後の外挿であるすう勢シナリオの22GWの約2倍に達する。

シナリオ	シナリオの考え方
受容性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定の空間設備費用を許容する前提のもとで、屋根20m<sup>2</sup>以上・南壁面・窓20m<sup>2</sup>以上にPVを設置する前提。</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013-2018年の建物に設置されていると想定される年間平均認定量(1.3GW)が20年間継続する前提。</li> </ul>



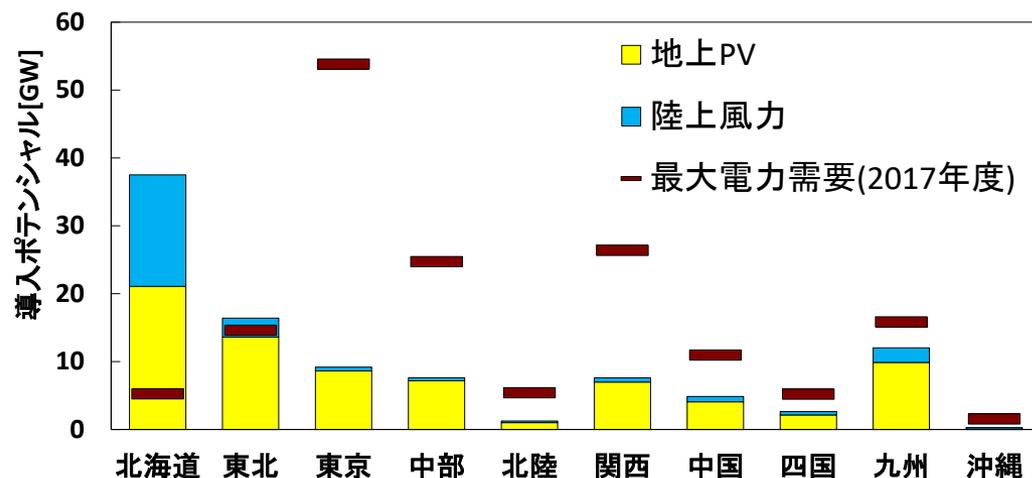
# PV・風力導入シナリオのまとめ

- ◆ PV・陸上風力・洋上風力についての、2050年における受容性重視シナリオとすう勢シナリオにおける設備容量と、簡易的に標準的な設備利用率\*を用いて発電電力量を概算した（図）。水力・地熱・バイオマスについては、現行の長期エネルギー需給見通しの再エネ24%ケースから据え置きとすると、以下となる。
  - ◆ 受容性重視シナリオ：約4億kW、約6,500億kWh
  - ◆ すう勢シナリオ：約2.1億kW、約4,000億kWh
  - ◆ 受容性重視シナリオの再エネ比率：約40～50%
    - ◆ 文献[12]による2050ネットゼロ達成時の発電電力量（1.31～1.46兆kWh）をもとに、仮に出力制御率を5～15%として、受容性重視シナリオの再エネ比率を求めると、約40～50%となる
- ◆ なお、前述(p.3)したように、この数字はポテンシャル試算をもとにした導入シナリオであるため、経済性や系統制約等を考慮していない。そのため、実際に導入に至るのかについては別途検討が必要である。また発電電力量もあくまで概算であることに留意されたい。

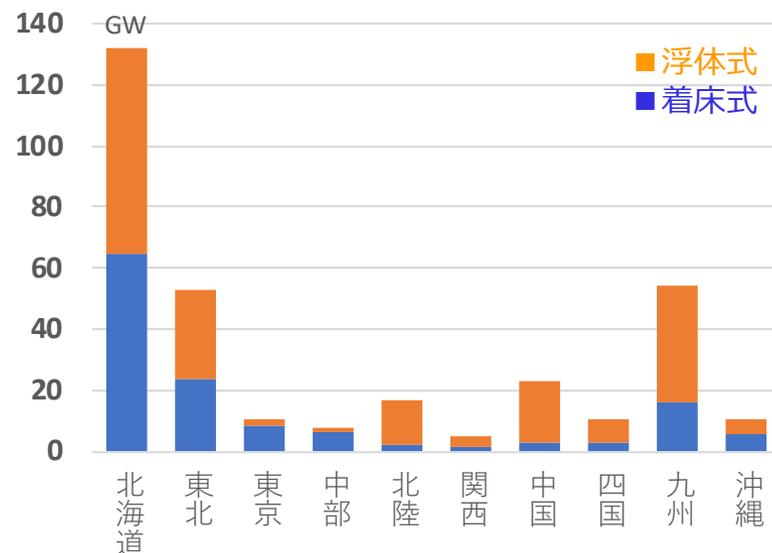


# 参考:PV・風力導入ポテンシャルの地域偏在

- ◆ 導入シナリオの実現に向けては、地域偏在の検討が別途必要。例えば、電中研の地上設置型太陽光と陸上風力、洋上風力のポテンシャル評価に基づく一般送配電事業者のエリア別の設備容量について、それぞれ図の左と右で示す\*。
- ◆ 地上設置型太陽光と陸上風力：北海道・東北では最大電力需要を超過。九州でも多くのポテンシャルが存在。
- ◆ 洋上風力：着床式・浮体式ともに、北海道・東北・九州において、対象海域が多く存在し、これら地域で最大電力需要を大きく超過。
- ◆ 現実には前述した地域住民等との受容性を高めながら導入を進めるため、このポテンシャル評価で示された数値の全てが実現するわけではもちろんないものの、今後の再エネ拡大においては地域的に偏りが生ずることは厳然たる事実である。
- ◆ 現在、OCCTOで議論されているマスタープラン検討等、2050年等の長期を射程としたエネルギー基本計画に依拠し、合理的な送電網整備が求められる。



一般送配電事業者エリア別のPVと陸上風力導入ポテンシャル\* [1]



一般送配電事業者エリア別の洋上風力導入ポテンシャル\* [2]

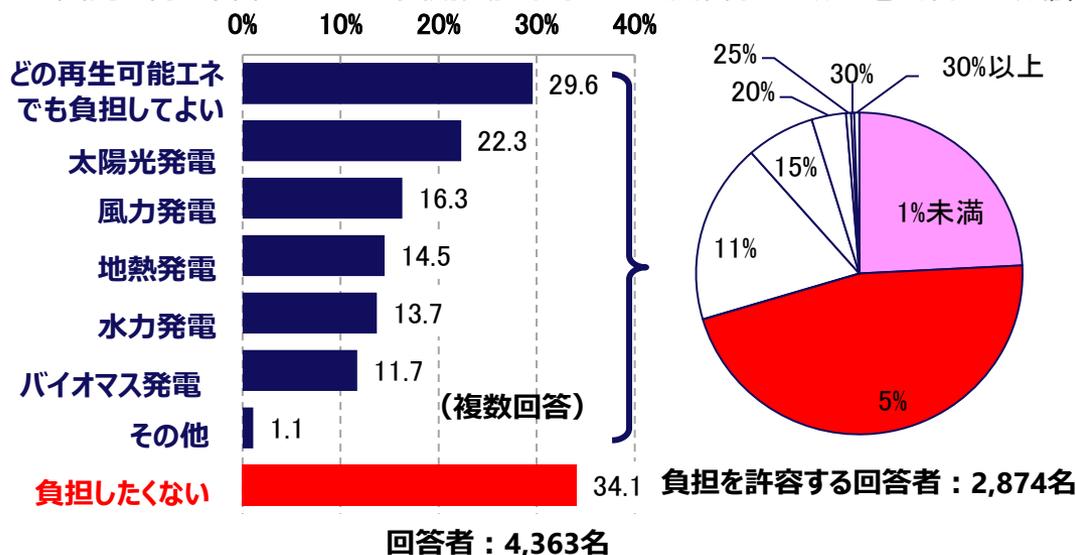
# 参考文献

- [1] 尾羽秀晃, 永井雄宇, 朝野賢司, 土地利用を考慮した太陽光発電および陸上風力の導入ポテンシャル評価, 電力中央研究所報告(Y18003), 2018. <https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y18003.html>
- [2] 尾羽秀晃, 永井雄宇, 豊永晋輔, 朝野賢司, 再エネ海域利用法を考慮した洋上風力発電の利用対象海域に関する考察, 社会経済研究所 研究資料Y19502, 2019. <https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/source/Y19502.html>
- [3] Hideaki Obane, Yu Nagai, Kenji Asano, A study on level of possible conflict for developing offshore wind energies in Japanese territorial waters, SERC Discussion Paper 20005, 2020. <https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/20005.html>
- [4] 環境省, 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書, 2020. <http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.html>
- [5] 朝野賢司, 尾羽秀晃, 2030年における再生可能エネルギー導入量と買取総額の推計, 研究資料Y19514, 2020. <https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/source/Y19514.html>
- [6] 国土交通省, 「国土の長期展望」中間とりまとめ 参考資料, 2020. <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001377610.pdf>
- [7] 猿山純夫, コメ農業の中長期予測—減反・関税廃止で強い農業を, 日本経済研究センター「反グローバリズムを超えて」, 2016 [https://www.jcer.or.jp/jcer\\_download\\_log.php?f=eyJwb3N0X2kljoyODY2NiwiZmlsZV9wb3N0X2kljoyODg0OX0=&post\\_id=28666&file\\_post\\_id=28849](https://www.jcer.or.jp/jcer_download_log.php?f=eyJwb3N0X2kljoyODY2NiwiZmlsZV9wb3N0X2kljoyODg0OX0=&post_id=28666&file_post_id=28849)
- [8] 農林水産省, 農地に太陽光パネルを設置するための農地転用許可実績について. <https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukei/totiriyo/attach/pdf/einogata-30.pdf>
- [9] 調達価格等算定委員会, 令和2年度の調達価格等に関する意見 [https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/20200204\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/20200204_report.html)
- [10] 経済産業省, 平成29年度新エネルギー等導入促進基礎調査, ソーラーシングュラリティの影響度等に関する調査, 株式会社三菱総合研究所委託, 2018.
- [11] 野村総合研究所, ニュースリリース, 2020/06/09. 2020. [https://www.nri.com/jp/news/newsrelease/1st/2020/cc/0609\\_1](https://www.nri.com/jp/news/newsrelease/1st/2020/cc/0609_1)
- [12] 秋元圭吾, 佐野史典, 脱炭素社会に向けた対策の考え方, グリーンイノベーション戦略推進会議, 2020年11月11日 [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/green\\_innovation/pdf/gi\\_003\\_03\\_04.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/gi_003_03_04.pdf)
- [13] DENA, dena Study Integrated Energy Transition, 2018. [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9283\\_dena\\_Study\\_Integrated\\_Energy\\_Transition.PDF](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9283_dena_Study_Integrated_Energy_Transition.PDF)
- [14] Deloitte, Power market study 2030 a new outlook for the energy industry, 2018 <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/energy-resources/Deloitte-Power-Market-Study-2030-EN.pdf>

## 参考:国民意識調査では、再エネ普及への支持は高いが、 賦課金への許容額は極めて低い

- ◆ 賦課金の認知度：再エネ普及への賛成は約8割。その53%は電気料金への賦課金計上を知らず、36%は計上を知っているがその金額は知らない。残る11%は賦課金概算を知っていると回答したが、その中で約7割が現状の賦課金額が高すぎる、妥当な金額とした人は3割。
- ◆ 再エネ普及に対する費用負担：負担したくないは34%。負担を許容する残り66%に対し、国内普及のために費用負担してよいと選んだ再エネの許容額を賦課金割合として質問した結果、約7割が電気料金に占める賦課金の割合5%以下を選択
  - ◆ 参考：家庭部門の電気料金は約25円/kWhなので、現状の賦課金割合は既に13%超

国内の再エネ普及のために費用負担してもよいと回答した人が、電気料金の賦課金割合として支払ってもよいとする費用負担の分布

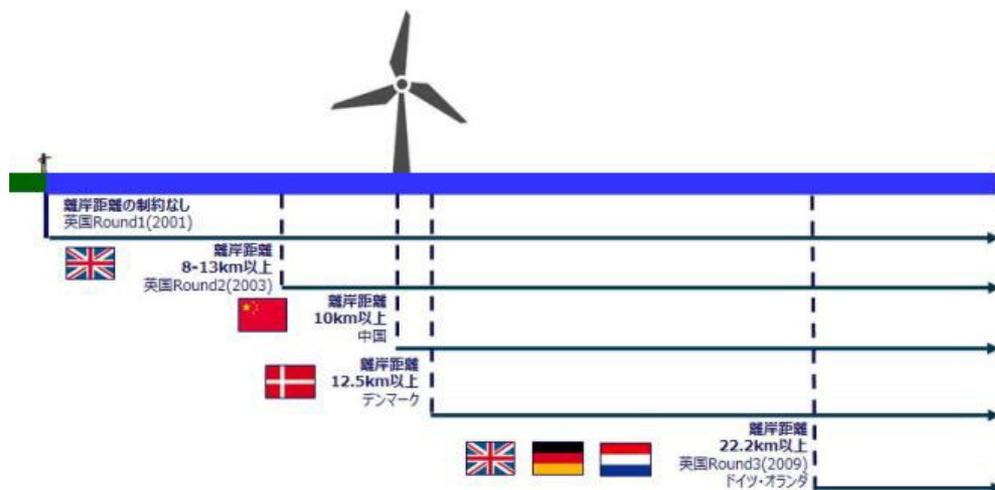
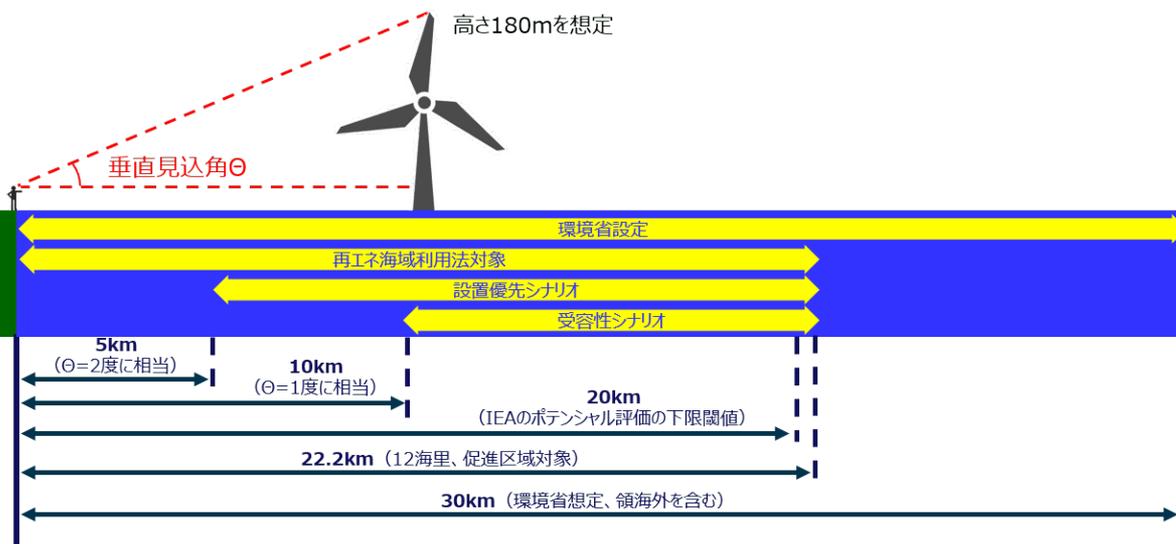


○実施期間:2019年2月22日～24日  
 ○国内8地域（北海道・東北・関東・中部・近畿・中国・四国・九州）の人口分布、年代を考慮  
 ○インターネット調査（有効回答数4363）

出所:<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/denki/2019/190522.html>

窪田 ひろみ・朝野 賢司（2019）「再エネ普及およびその費用負担に対する社会的受容性」第28回日本エネルギー学会大会発表論文

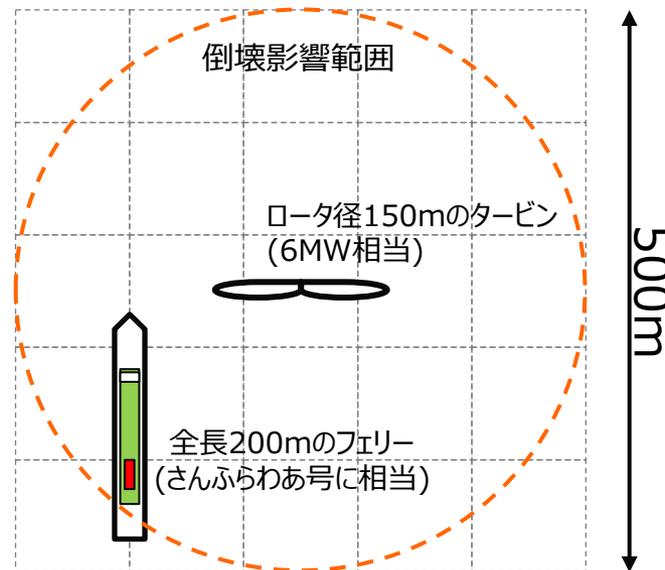
# ① 離岸距離の考え方と海外事例



- ◆ 洋上風力導入量世界一位の英国では、第1回入札 (Round1)では、離岸距離に関係なく設置可能。
- ◆ しかし、景観・生態系影響などを踏まえて、現在は離岸距離22.2km以遠での設置となっている

## ② 船舶通行量の解説

- 西海市と新上五島町のゾーニング評価では、風車の倒壊影響範囲を考慮し、AIS搭載船が実際に通行したルートからの離隔距離(254m)を設けている。
- 本研究では、2014年1~12月におけるAIS搭載船通行量の緯度・経度情報を海上保安庁より入手し、**500m四方内におけるAIS搭載船通行量**を用いた。
- SOLAS条約\*によってAIS搭載が義務付けられている船舶は以下であり、小型船は含まれない場合がある。
  - 国際航海に従事する300総トン数以上の全ての船舶
  - 国際航海に従事しない500総トン数以上の全ての船舶
  - 全ての旅客船



\* 海上における人命の安全のための国際条約(International Convention for the Safety of Life at Sea)。