



# 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

電力中央研究所 社会経済研究所

朝野 賢司、永井 雄宇、尾羽 秀晃

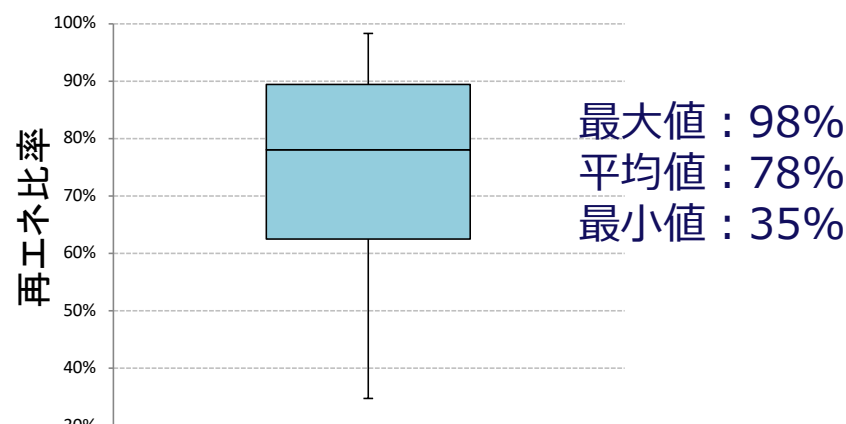
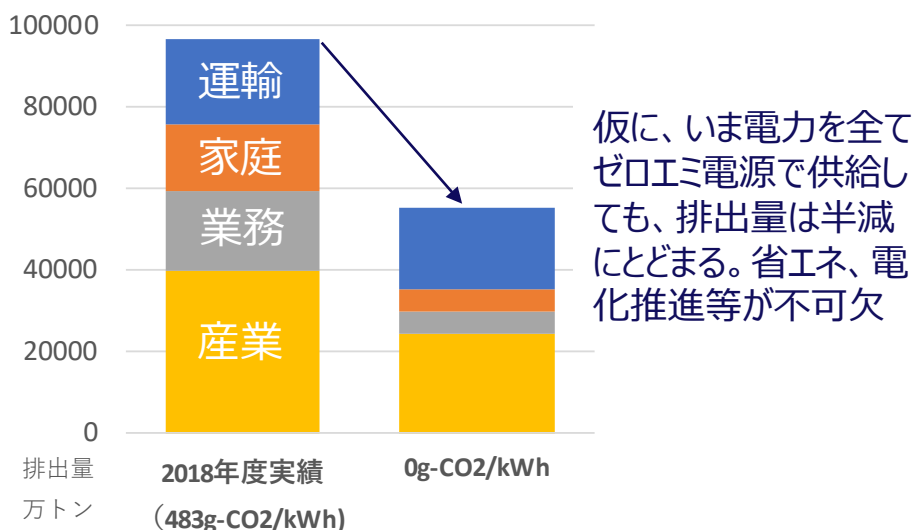
総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 第34回

2020年12月14日

 電力中央研究所

# ネットゼロ達成に向けた再エネについての基本的な考え方

- ◆ ネットゼロ実現に向けては、電力部門の脱炭素化は重要である。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）。更なる省エネとともに、非電力部門における電化率の向上、エネルギー転換が不可欠。
- ◆ その際、再エネ大量導入は極めて重要だが、「ネットゼロ＝再エネ比率100%」ではない（右図）。再エネ・原子力の既存技術のみならず、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必要がある。
- ◆ 再エネ大量導入に向けた課題として、前回の基本政策分科会において、事務局から、「①出力変動への対応、②送電容量の確保、③システムの安定性維持、④自然条件や社会制約への対応、⑤コストの受容性」について示された。本発表では、特に「④自然条件や社会制約への対応」に重点を置き、2050年に向けた再エネ導入シナリオを検討する。



IPCC『1.5°C特別報告書』におけるネットゼロ達成時のシナリオにおける再エネ比率分布（シナリオ数187本）

# 再エネ導入ポテンシャルの定義問題と 本発表におけるシナリオ設定の考え方

- ◆ 導入ポテンシャルとは、設置可能面積や平均風速等から求められる理論的なエネルギー量から、自然要因、法規制等の開発不可となる地域を除いて算出されるエネルギー量。しかし、開発不可条件の設定は難しく、各機関で前提が異なるため、試算結果の差異を生む一因。
- ◆ これまで電中研では、GIS（地理情報システム）を活用し、地上設置型PV・陸上風力発電と、洋上風力発電の導入ポテンシャル評価を行ってきた[1][2][3]。電中研評価の特徴は、近年、再エネ導入にともなう地域住民との紛争の増加を踏まえ、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優先的に導入されるとしたこと（洋上風力について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したことにある。
- ◆ 本資料では、2050年に向けたPV・風力導入シナリオとして、上記の導入ポテンシャルの考え方を踏まえた上で、地域住民や、農業など他の土地利用と競合をできるだけ避けながら最大限の導入をはかる「受容性重視シナリオ」と、その比較のために現行導入傾向を外挿した「すう勢シナリオ」を示す。なお、将来の発電コスト等の経済性や、系統制約を考慮していない。

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。その際に、現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年までの利用用途の変化等を織り込む</li> </ul>
すう勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>・FIT実施以降の導入ペース（トレンド）が継続することを想定</li> <li>・設備の耐用年数は、コスト等検証委員会の前提条件を参考に20年と想定。</li> </ul>
*未考慮の要素	系統制約、経済性、技術進歩等は考慮しない

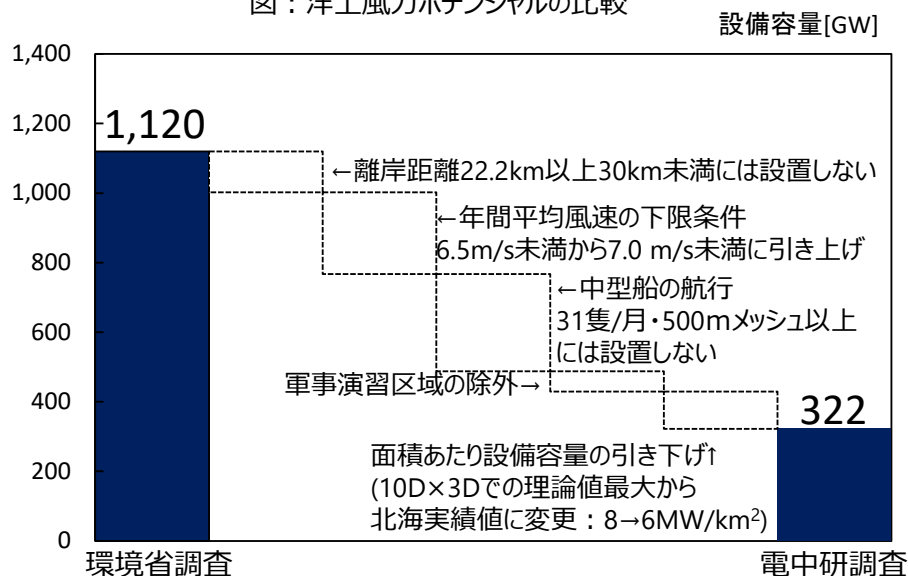
# 洋上風力発電の2050年導入シナリオの検討

- ◆ 環境省[4]による洋上風力ポテンシャル評価は1,120GWに対して、電中研[2]は2019年4月に施行された「再エネ海域利用法」が規定する各要件(自然条件・航路への支障など)を踏まえ、「促進区域」の対象と考えられる海域を抽出し322GWとした。

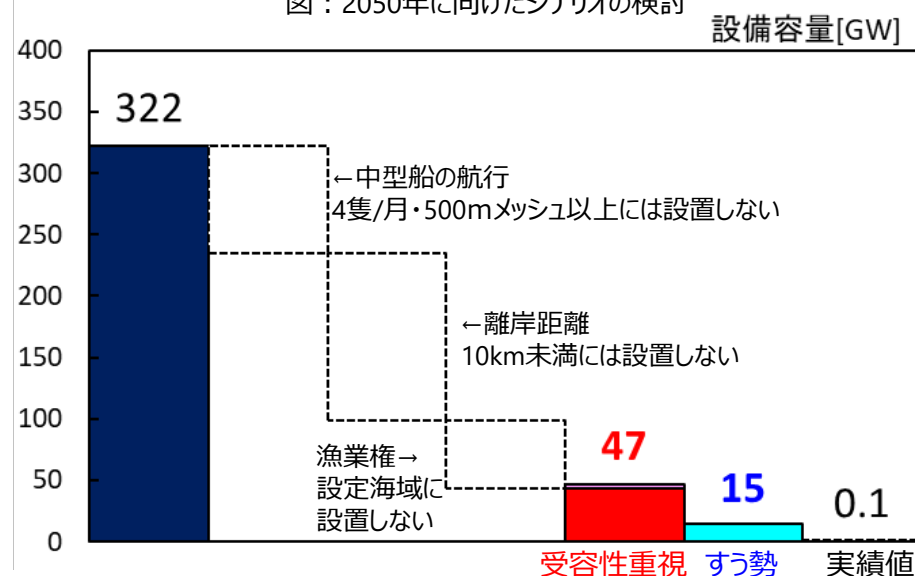
## 2050年導入シナリオの考え方

受容性重視	<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（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以上、漁業権設定海域）（電中研[3]を参考）</li> </ul>
すう勢	<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>・環境アセスの実施状況から、2023-30年に約5GWが稼働する見込みを参考とし[5]、今後約15GW導入と想定</li> </ul>

図：洋上風力ポテンシャルの比較



図：2050年に向けたシナリオの検討

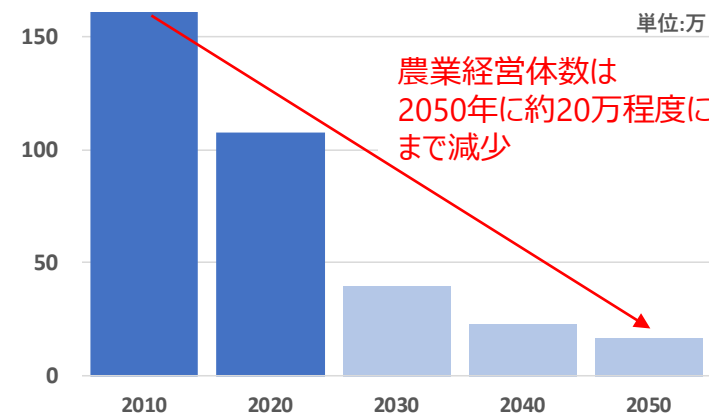
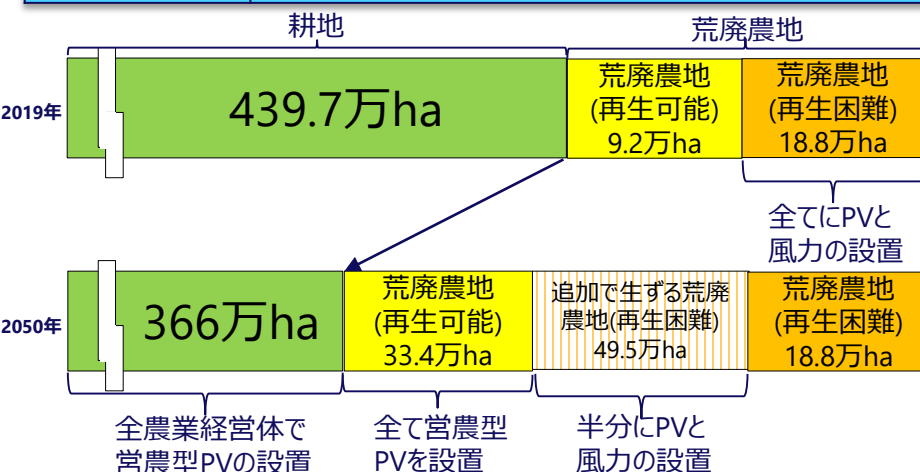


# 2050年における耕地・荒廃農地におけるPV・風力の利活用と 営農型PVの考え方

- ◆ 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。

2050年導入シナリオの考え方：2050年にかけての農家戸数の減少を踏まえて

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）</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>



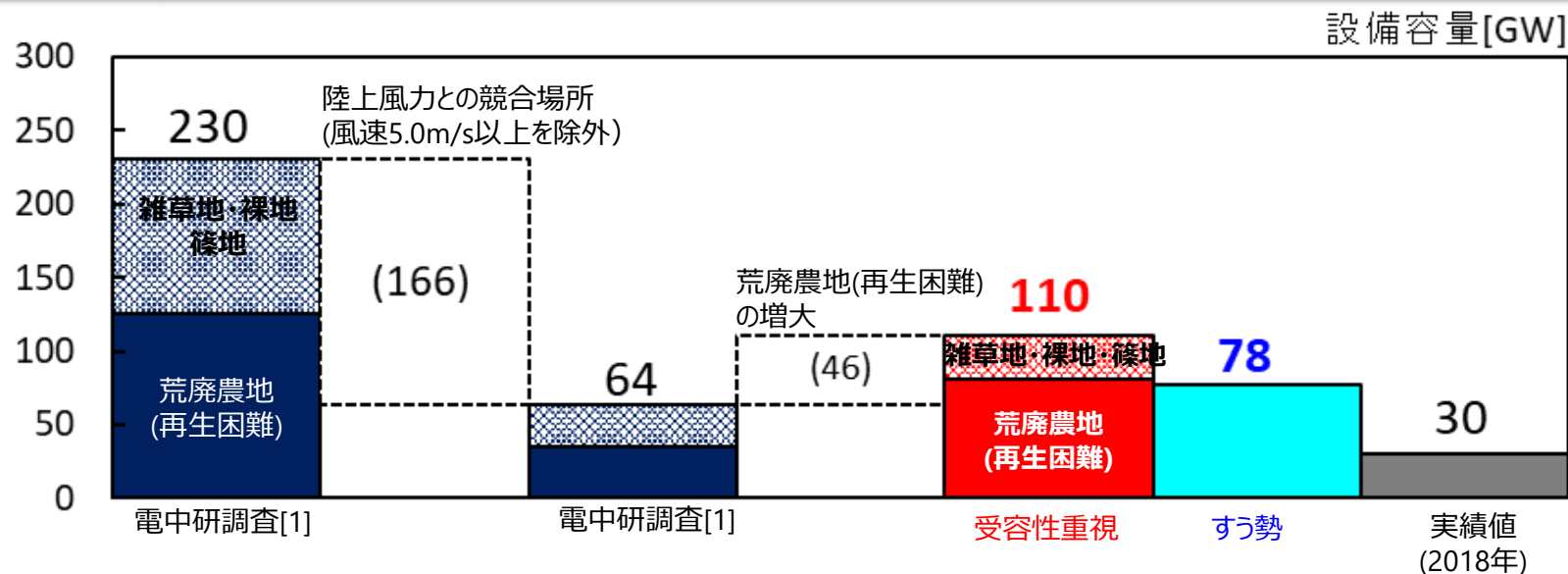
図：農業経営体数の実績値と2030年以降の予測値

# 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]。
- ◆ 2050年にかけての耕地減少（荒廃農地増加）の傾向を織り込む

2050年導入シナリオの考え方：2050年にかけての耕地減少（荒廃農地増加）の傾向を織り込む

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)。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>



# 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。

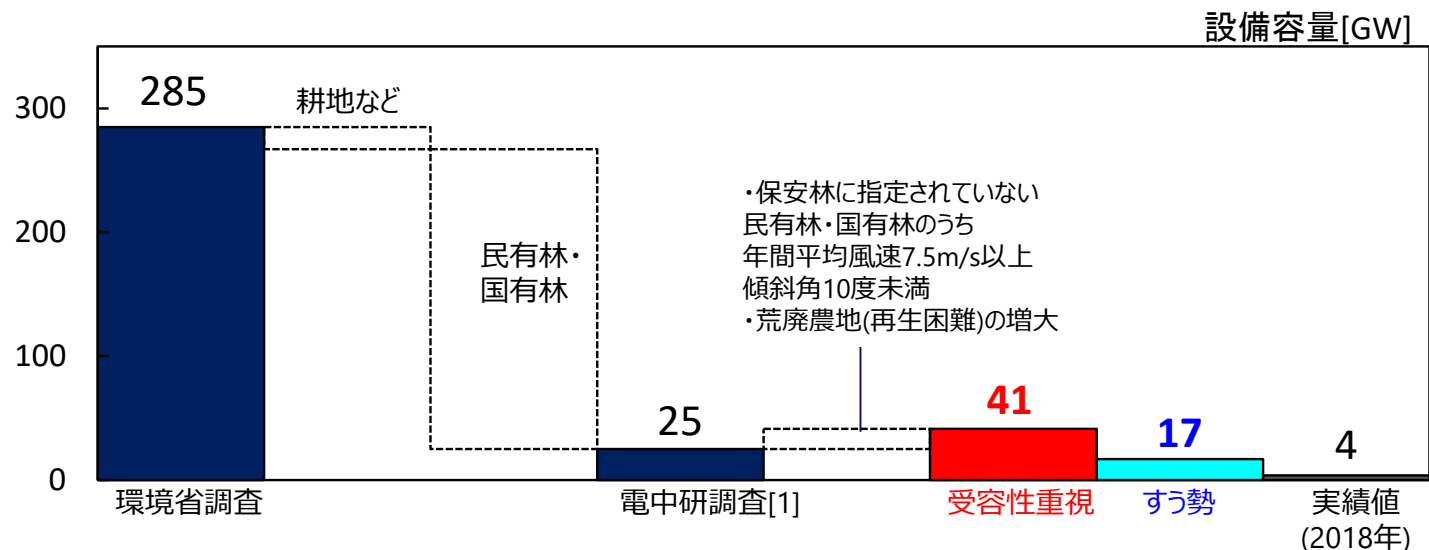
2050年導入シナリオの考え方：2050年にかけての耕地減少（荒廃農地増加）の傾向を織り込む

## 受容性重視

- ・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)
- ・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)
- ・2050年における荒廃農地の増加予測を踏まえ(p.5)、再生困難な荒廃農地においても設置(6GW)

## すう勢

- ・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



# 戸建住宅PVの2050年導入シナリオの検討

- ◆ 環境省[4]による戸建住宅PVの導入ポテンシャル評価は約159GW(環境省レベル3)。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(経産省 耐震率・空室率考慮ケース[10])。
- ◆ 戸建住宅に設置されるPVの約3割が2030年以降の新築住宅への設置となっているが、新築住宅の着工数は今後減少する見込み(2019年:44万戸, 2050年:9万戸)  
([11]の2040年までの全新設住宅着工戸数の予測と、現状の戸建住宅の新設着工数をもとに、外挿的に推定)

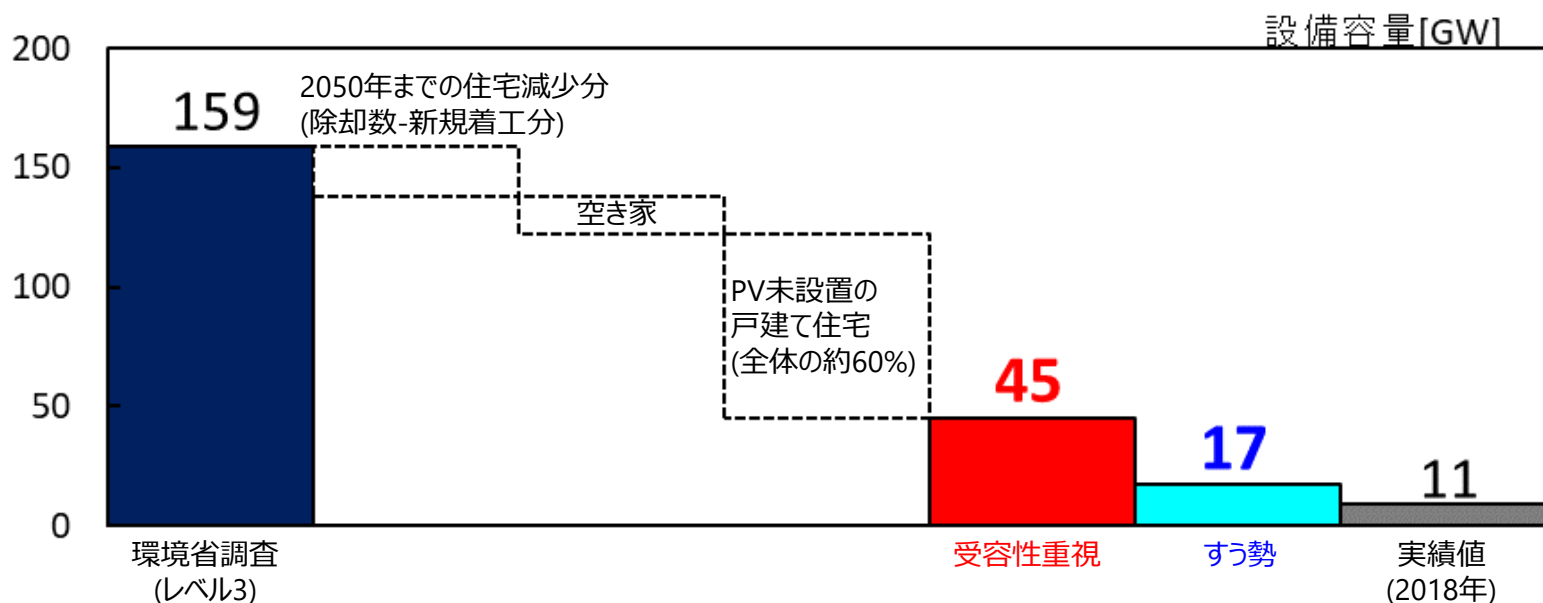
2050年導入シナリオの考え方：2050年にかけての戸建住宅着工件数の減少を織り込む

受容性重視

- ・2030年以前に建設される住宅の30%(約700万戸)に設置(既存住宅でも導入が進むと想定)
- ・2030年以降に建設される住宅の80%(約300万戸)に設置(2040年以降は100%)

すう勢

- ・2013年-2018の年間平均導入量(0.9GW)が20年間継続した場合





# 集合住宅の2050年導入シナリオの検討

- ◆ 環境省による集合住宅のPV導入ポテンシャル評価は47GW(環境省レベル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33GW(環境省レベル2)。
- ◆ 人口減少に伴い、2050年までに集合住宅の棟数は減少することが予想される。  
(集合住宅の戸数に比例して棟数が減少するとし、2019年:230万棟, 2050年:200万棟と想定)

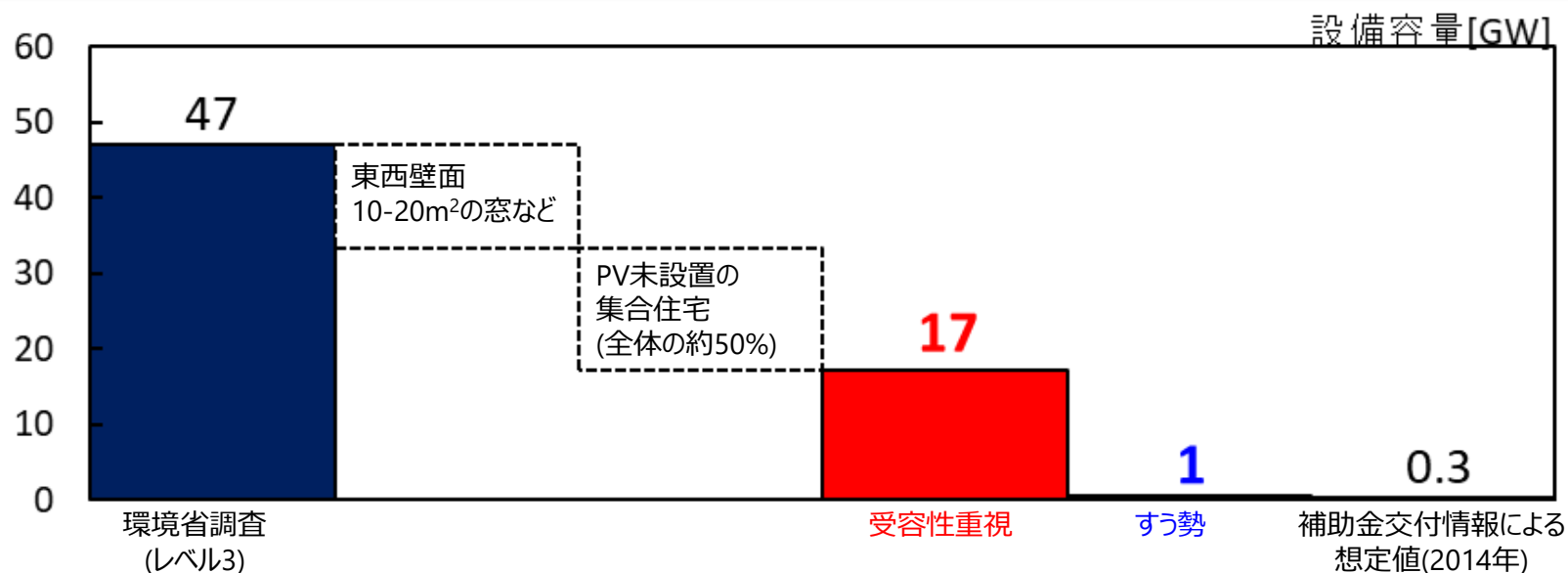
## 2050年導入シナリオの考え方

### 受容性重視

- ・2050年に残存する集合住宅の約50%に、屋根20m<sup>2</sup>以上・南壁面・窓20m<sup>2</sup>以上にPVを設置
- ・2040年以降に建設される集合住宅には100%設置

### すう勢

- ・集合住宅における2013年-2014の年間平均導入量の想定値(0.03GW)が20年間継続した場合  
(住宅用太陽光発電補助金交付情報からの推定値)

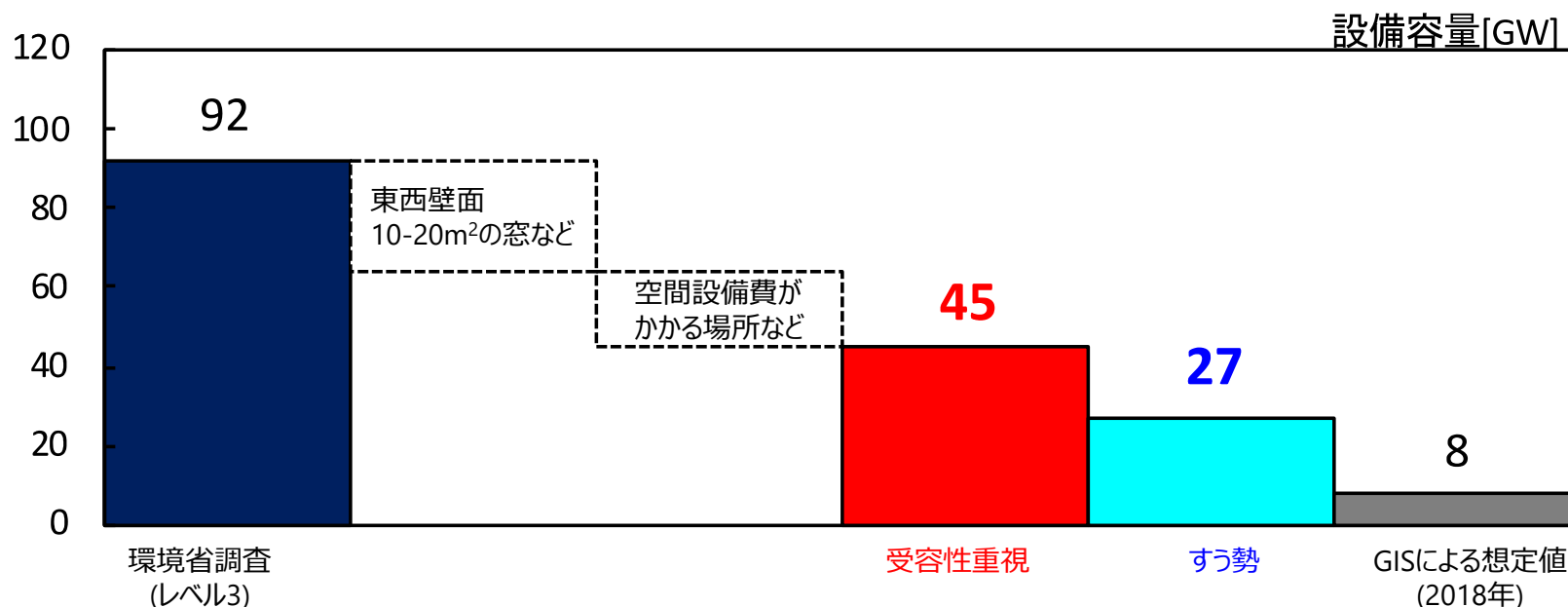


# 公共系等設置PVの2050年導入シナリオの検討

- ◆ 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(環境省レベル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(環境省レベル2)。
- ◆ そのうち、空間設備費がかかるようなところについては、環境省レベル1を参考に、設置しやすいとされる場所でのみ設置されると想定。

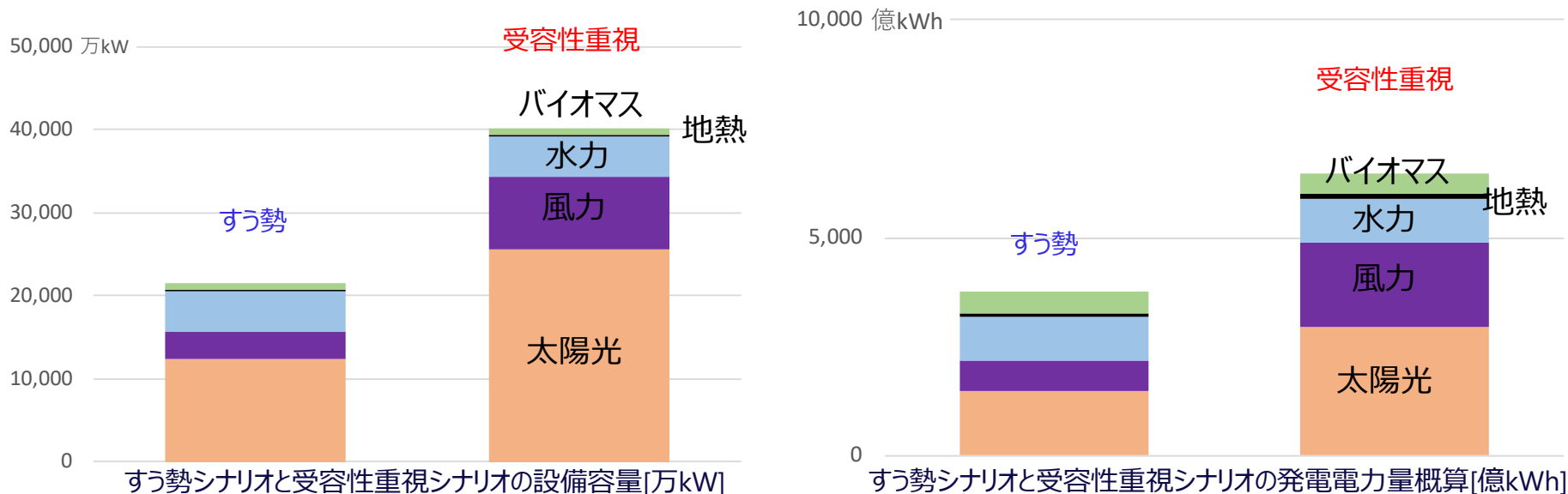
## 2050年導入シナリオの考え方

受容性重視	・追加設備費がかかるところなどを除き、屋根20m <sup>2</sup> 以上・南壁面・窓20m <sup>2</sup> 以上にPVを設置
すう勢	・建物における2013年-2018の年間平均導入量(1.3GW)が20年間継続した場合 (GISを用いて経産省 事業計画認定情報で示されている住所データより推定)



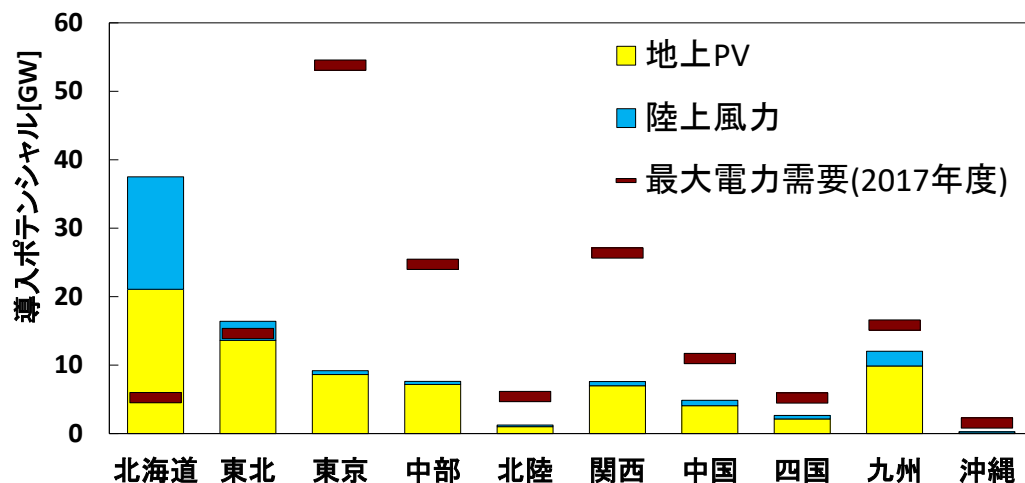
# PV・風力導入シナリオのまとめ

- ◆ 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。

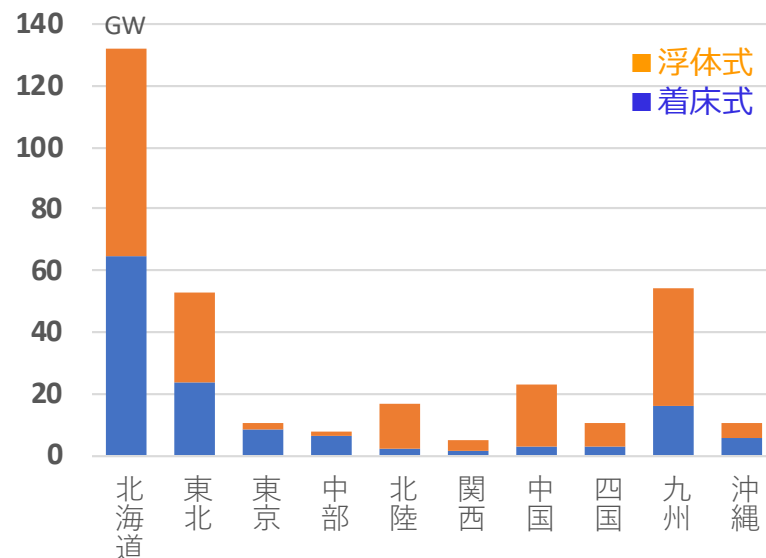


# PV・風力導入ポテンシャルの地域偏在

- ◆ 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。



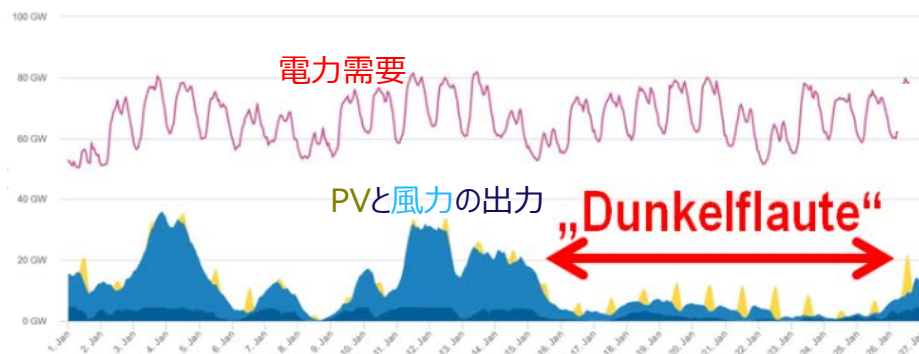
一般送配電事業者エリア別のPVと陸上風力導入ポテンシャル\* [1]



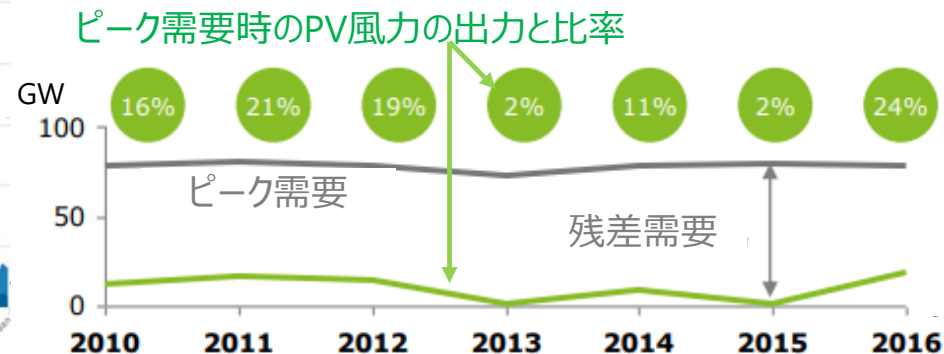
一般送配電事業者エリア別の洋上風力導入ポテンシャル\* [2]

# 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[13]。
- ◆ 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[14]。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[14]

\*[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)

# まとめ

- ◆ 本資料では、2050年に向けたPV・風力導入シナリオとして、地域住民や、農業など他の土地利用と競合をできるだけ避けながら最大限の導入をはかる「受容性重視シナリオ」と、その比較のために現行導入傾向を外挿した「すう勢シナリオ」を検討した。その結果、
  - ◆ 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再エネ比率を求めると約40～50%となる
- ◆ ただし、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、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、わが国では北海道・東北・九州等を中心に、自然変動電源のポテンシャルは偏在している。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。
- ◆ 電中研では、GISに基づく研究成果の蓄積を踏まえて、webブラウザ上で、ユーザーが任意の条件を設定することで、再エネ導入可能量が変化するツールの公開を進めている。次頁に示したように、既に洋上風力は公開しており、順次、地上設置型太陽光・陸上風力についても公開予定である。これまで、わが国では、各機関のポテンシャル評価の前提条件が異なること等によって、試算結果の差異についての理解があまり進まなかった。電中研が公開するこうしたツール群によって、推計結果に影響を与える要因の把握が進むことで、専門家・政策決定者等における政策論争が深まることを期待している。

# 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政策形成

本評価ツールは、各種制約条件を基に、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

<https://www.denken-serc.jp/rpg/offshore/>

⇒ 本評価ツールにより、導入ポテンシャルの推計値に特に影響を与える要因の把握が可能となる。

⇒ 今後、陸上風力・地上設置型太陽光発電についても同様のツール公開を予定

**再エネ導入量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

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

陸地に近い場所には風車を設置する程、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。再エネ海域利用法のガイドラインでは、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未満には着床式風車、水深60m以上には浮体式風車が適用している(参考)。

漁業権

いかなる海域でも漁業者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、漁業者は妨害行為に対して、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四方内における、船舶の通行量(主に中型船舶以上が対象)。新上五島町と西海市では、21隻/月以上の海域を漁地から除外(参考)。

Output

条件を満たす対象海域/設備容量



面積	設備容量(6.0 MW/km <sup>2</sup> 換算) <small>北海の実績値(平均)で換算</small>	設備容量(8.0 MW/km <sup>2</sup> 換算) <small>10D x 3Dで配置(D=タービン径)</small>
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

シナリオと  
設置条件  
を選択

出所:

# 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, ソーラーシミ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>