

プログラム番号 3.3

JEMA「2050 CN実現へのロードマップ」セミナー  
2022年7月25日（月）イイノホール

## 太陽光発電・風力発電

一般社団法人 日本電機工業会  
技術戦略推進部 磯 敦夫



# 太陽光発電

# 1. 太陽光発電の電源構成と設備容量の目標設定

|       | 電源構成比(%) |           |      | 年間発電電力量(億kWh) |         |         | 設備容量(GW) |      |       | 設備利用率(%) |      |      |
|-------|----------|-----------|------|---------------|---------|---------|----------|------|-------|----------|------|------|
|       | 2019     | 2030      | 2050 | 2019          | 2030    | 2050    | 2019     | 2030 | 2050  | 2019     | 2030 | 2050 |
| 再エネ   | 18       | 36~38     | 53   | 1,853         | 3,530   | 7,200   |          |      |       |          |      |      |
| 太陽光※4 | 6.7      | 14~16     | 30   | 690           | 1,460   | 4,030   | 50       | 118  | 300   | 16       | 14   | 15   |
| 産業用   | (5.2)    | (10~11.6) | (23) | (538)         | (1,170) | (3,085) | (37)     | (84) | (217) | (18)     | (16) | 16   |
| 住宅用   | (1.5)    | (4~4.4)   | (7)  | (152)         | (380)   | (945)   | (13)     | (34) | (83)  | (14)     | (13) | 13   |

## 5. 2050年に向けて

(ビジョンでの想定導入場所)

### ■ 2050年 想定導入量における導入場所

- 経産省・NEDOの調査では、約700GWの導入ポテンシャルが報告されている
- 本ビジョンにおける2050年最大化ケースでは、下記導入場所で420GWdcを想定
- 今後は非住宅建物・農業関連への導入が重要となる

| 大分類    | 分類   | 導入場所                | 2050最大導入ケース |        |        |
|--------|------|---------------------|-------------|--------|--------|
|        |      |                     | DC(GW)      | AC(GW) | 積載率(%) |
| 需要地設置  | 住宅   | 1. 戸建て住宅            | 75.0        | 61.0   | 123%   |
|        |      | 2. 集合住宅             | 28.0        | 22.4   | 125%   |
|        | 非住宅  | 3. 非住宅建物            | 42.0        | 33.6   | 125%   |
|        |      | 4. 駐車場等交通関連         | 25.0        | 16.7   | 150%   |
|        |      | 5. 工業団地等施設用地        | 20.0        | 13.3   | 150%   |
|        | 小計   |                     | 190.0       | 147.0  | 129%   |
| 非需要地設置 | 非農地  | 6. 2019年度迄FIT認定 非住宅 | 70          | 46.7   | 150%   |
|        |      | 7. 水上空間             | 35.0        | 23.3   | 150%   |
|        |      | 8. 道路・鉄道関連施設        | 9.0         | 6.0    | 150%   |
|        | 農業関連 | 9. 耕作地              | 76.0        | 50.7   | 150%   |
|        |      | 10. 耕作放棄地           | 30.0        | 20.0   | 150%   |
|        |      | 11. その他農家関連耕地(けい畔等  | 10.0        | 6.7    | 150%   |
|        | 小計   |                     | 230.0       | 153.3  | 150%   |
| 合計     |      |                     | 420         | 300    | 140%   |

(\*) 経産省 平成26年度 新エネルギー等導入促進基礎調査 再生可能エネルギーの普及可能性に関する調査報告書  
NEDO 平成24年度成果報告書 太陽光発電における新市場拡大等に関する検討

Japan Photovoltaic Energy Association

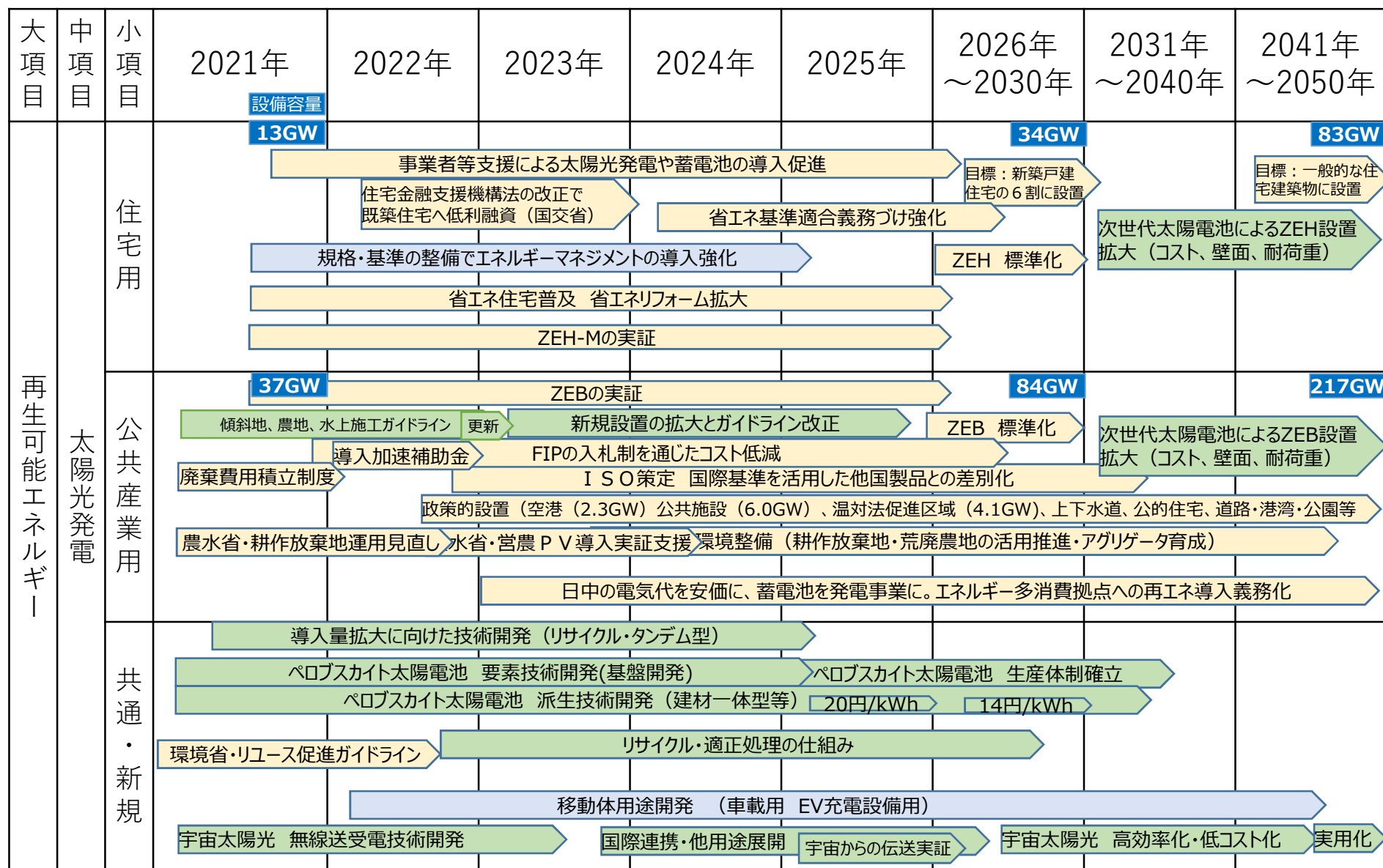
25

2050年の電源構成比を30%に、  
また設備容量を300GWに設定し、  
さらにこれらの産業用・住宅用の内  
訳を個別に目標化した。  
(左記の「JPEAビジョン」を参考に設定)

出典) 太陽光発電協会 (JPEA) 「JPEA ビジョン・PV OUTLOOK 2050」より

## 2.太陽光発電 ロードマップ

2050CNに向けて、再エネ主力電源化に向けたロードマップを設定



### 3.太陽光発電 導入ポテンシャル

2050年の目標値に対し、国内には大きな導入ポテンシャルが存在

| カテゴリー       |           |                   | R3<br>導入ポテンシャル<br>設備容量（GW） |
|-------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| 建<br>物<br>系 | 官公庁       |                   | 5.8                        |
|             | 病院        |                   | 2.8                        |
|             | 学校        |                   | 10.8                       |
|             | 戸建住宅等     |                   | 166.9                      |
|             | 集合住宅      |                   | 8.4                        |
|             | 工場・倉庫     |                   | 25.2                       |
|             | その他建物     |                   | 234.8                      |
|             | 鉄道駅       |                   | 0.5                        |
|             | 建物系 計     |                   | 455.2                      |
| 土<br>地<br>系 | 最終<br>処分場 | 一般廃棄物             | 4.4                        |
|             | 耕地        | 田                 | 298.6                      |
|             |           | 畑                 | 472.0                      |
|             | 荒廃<br>農地  | 再生利用可能②<br>すべて営農型 | 17.5                       |
|             |           | 再生利用困難            | 212.9                      |
|             | 水上        | ため池               | －（確認中）                     |
|             | 土地系 計     |                   | 1,005.4                    |
| 合計          |           |                   | 1,460.7GW                  |

設備容量300GWに対し、既存の建物や土地を活用する想定で、  
1,460GWのポテンシャルが存在。

大規模な用地は減少傾向であるが、  
建物や農地などへの中・小容量発電システムの導入が可能である。

出典) 環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」より  
<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/doc/gaiyou3.pdf> 5

## 4.様々な社会的ニーズに対応

個人住宅から発電事業まで、様々な用途・場面に導入可能

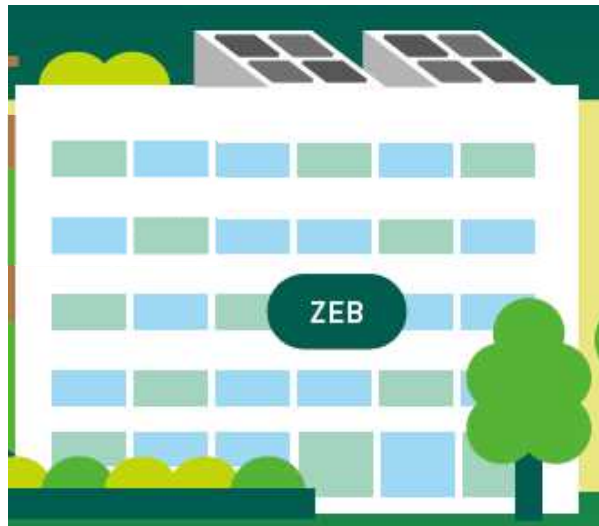
住宅にも



電力消費の大きな施設にも



ビルにも



水素製造によるエネルギー貯蔵にも



## 5.設置場所の拡大に伴い、地域に応える安全性・信頼性の向上

これまでの土地・建物屋根から「水上・農地」などに設置場所を拡大

地上設置型太陽光発電システム



屋根設置型太陽光発電システム



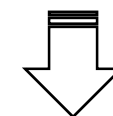
水上設置型太陽光発電システム



営農型太陽光発電システム  
(ソーラーシェアリング)

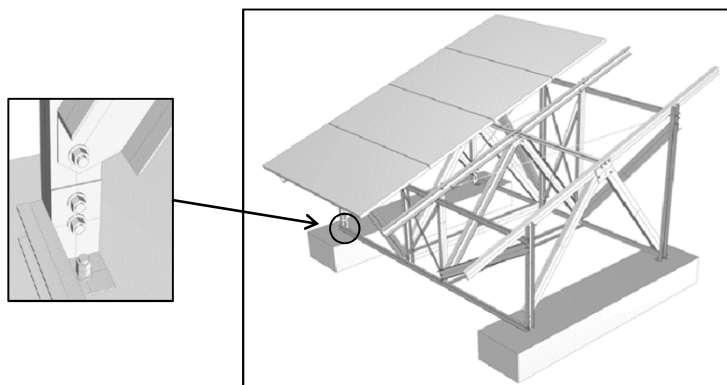


水上設置型や営農型太陽光発電システムなど特殊な設置形態に対応した「設計・施工ガイドライン」※により構造の安全性・信頼性を向上する。



周辺住民に安心な  
発電システムの拡大

イラスト出典) 太陽光発電協会 (JPEA)「公共施設への太陽光発電導入について」より

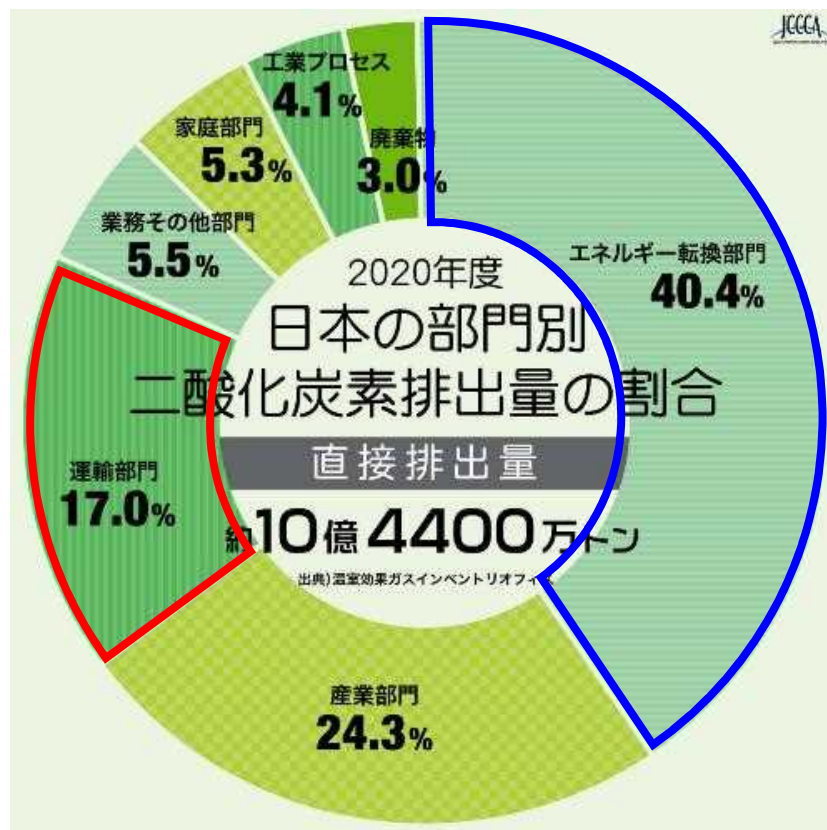


架台の構造設計例

※国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の特殊な設置形態 (傾斜地設置型・営農型・水上設置型) の太陽光発電システムの設計ガイドライン2021年版

## 6. 運輸部門に拡大する太陽光発電システム

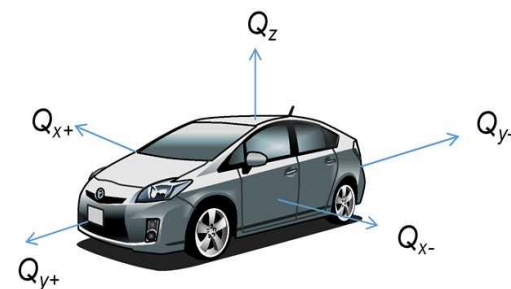
電力（エネルギー転換部門）に加えて多用途に活用する太陽光発電



日本の部門別二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量の多い「運輸部門」の「電化・電動化」が加速される。

これに伴い、駐車／走行中に自ら発電して蓄える「車載用太陽光発電システム」が拡大する。



## 6. 運輸部門に拡大する太陽光発電システム

メリット：太陽電池のEV搭載で、自ら蓄電池に充電できることにより

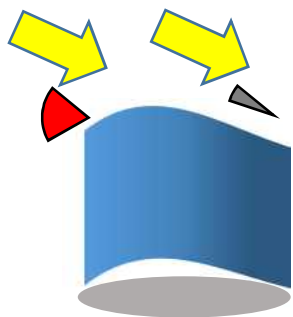
- ① 走行距離の拡大
- ② 充電頻度の低減・充電時間の短縮

➡EVの普及を促進することにより、「運輸部門の電化・電動化」に寄与

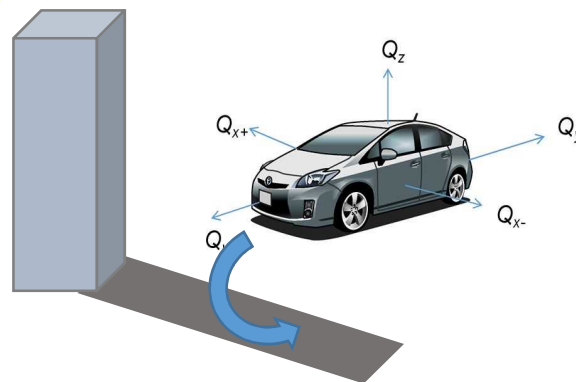
EV向け曲面太陽電池での取り組み

### 新たな測定・評価のルールづくり（JEMA取組み）

平板ならどこでも同じだが、曲面の場合は  
光のあたる角度がパネルの位置で異なる



運転中は向かう方向や構造物の影などで  
☀️ 光のあたる角度や量が瞬時に変化



日米欧亜の試験機関で  
ラウンドロビン測定し  
測定方法を検証



新たな形状の太陽電池の特異な性質に  
対する出力性能測定方法の確立

## 7. 太陽光発電の更なる導入拡大に向けた取り組み

### 次世代太陽電池の開発により 新たな設置場所へ拡大

- 軽量化・低コスト化が可能な**ペロブスカイト太陽電池**等の開発により、ビルの壁面や窓、工場・倉庫の屋根など新たな場所へ太陽光発電の設置が可能に
- 長期信頼性などの課題を克服し、**2025年を目標**に実用化に向け開発中※

※新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

#### 実験室サイズでの効率向上

課題の例：

- ・効率向上のための最適材料の開発（より多くの光を吸収する組み合わせ）
- ・エネルギーロスを最小化する電池構造

実験室内での超小面積サイズ



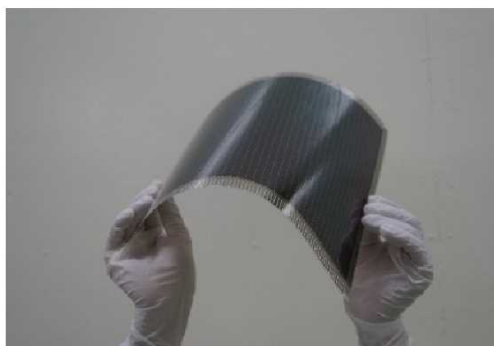
出典）東京大学

#### 製品サイズへの大型化・耐久性向上

課題の例：

- ・ナノレベルで大面積に均一に塗布・印刷する技術
- ・長期に信頼される耐久性

軽量化・曲面追従が可能なペロブスカイト太陽電池



出典）NEDO

#### マーケットを想定した実装・実用化

課題の例：

- ・エンドユーザ等の用途を考慮した製品化等の本格検討

ビル壁面等に太陽光パネルを設置した例



出典）NEDO

## 7. 太陽光発電の更なる導入拡大に向けた取り組み

### 自治体による導入施策の加速（東京都の新築建物への設置義務化）

2030年までに温室効果ガス排出量について、2000年比50%削減を目指す  
（東京都「2030年カーボンハーフに向けた取組の加速」）



**条例制度の強化・拡充**

**新築時のゼロエミ仕様を標準化**

◆「東京ゼロエミ住宅」の更なる促進とバージョンアップ

- 「東京ゼロエミ住宅」基準（省エネ性能等）を多段階化し、より高性能な住宅の導入を促進
- 水準に応じた補助の拡充と、太陽光発電設備設置による上乗せ補助を強化

◆税制措置（太陽光パネル付きゼロエミ住宅導入促進税制）の創設

- 太陽光発電設備の設置等、一定の要件を満たす新築の東京ゼロエミ住宅について、不動産取得税を最大で全額減免

**幅広い支援策の強化により既存住宅の省エネ・再エネの導入を促進**

◆断熱改修や太陽光発電設備等の設置補助を強化

- 断熱性能の高い窓・ドアへの改修や蓄電池等の設置補助を大幅に拡充し、太陽光発電設備の上乗せ補助を新設



**設置用途が多様な太陽光発電は、自治体における具体的施策の展開が重要**

東京都「2030年カーボンハーフに向けた取組の加速」（2022年2月）より

[https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/dbook/202202/carbonhalf/2022-02\\_tokyo\\_carbonhalf/book.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/dbook/202202/carbonhalf/2022-02_tokyo_carbonhalf/book.pdf)

# 風力発電

# 8.風力発電ロードマップ

2050CNに向けて、再エネ主力電源化に向けたロードマップを設定

| 大項目       | 中項目  | 小項目          | 2021年                                     | 2022年 | 2023年 | 2024年        | 2025年    | ～2030年         | ～2040年 | ～2050年                   |         |  |  |
|-----------|------|--------------|-------------------------------------------|-------|-------|--------------|----------|----------------|--------|--------------------------|---------|--|--|
| 再生可能エネルギー | 風力発電 | 導入施策         | 第6次エネルギー基本計画策定                            |       |       | 第7次エネルギー基本計画 |          |                |        | 電力構成<br>陸上17GW<br>洋上25GW |         |  |  |
|           |      |              | 洋上風力産業ビジョン10GW新設                          |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ                |       |       |              |          | 着床式コスト8～9円/kWh |        |                          |         |  |  |
|           |      |              |                                           |       |       |              |          | 国内調達比率60%      |        |                          |         |  |  |
|           |      | JEMA・メーカーの取組 | 風車大型化への対応並びに、IEC61400シリーズ規格への日本環境の織り込みの提案 |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | ナセル大型化への対応、国内への工場誘致                       |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 廃却時リサイクル可能な分割翼の導入                         |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | ハイトワーへの対応                                 |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 国内サプライチェーンの充実 分科会での意見発信                   |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 発電需要予測の向上、30分前市場の実現                       |       |       |              | さらなる技術向上 |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 運転保守の高度化、ドローン・保守ロボット・故障予知による設備利用率の向上      |       |       |              |          |                |        |                          | さらなる高度化 |  |  |
|           |      |              | 据付費用の削減                                   |       |       |              |          |                |        |                          | さらなる検討  |  |  |
|           |      |              | 拠点港湾整備                                    |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |
|           |      |              | 人材育成                                      |       |       |              |          |                |        |                          |         |  |  |

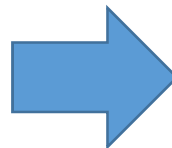
## 9.風力発電の大型化（国際規格への対応）

### 【背景】

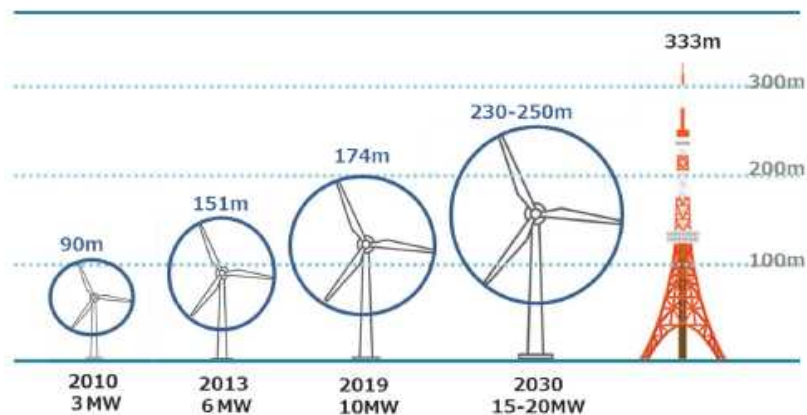
①洋上風車を中心に風車の大型化が予想され、現在のところ日本に大型風車メーカーが存在しない。  
⇒海外メーカー製の風車が導入される。

### 【必要な施策】

風車の国際規格IEC61400シリーズに日本の環境条件を満足する設計条件（台風・乱流・地震・冬季雷・津波・うねり等）を織り込んで、設計にて公衆安全を担保していく。



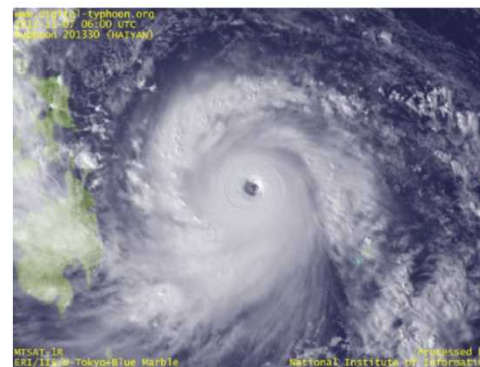
＜洋上風車の大型化＞



【出典】「IEA(2019) Offshore Wind Outlook」及び「MHIヴェスタス提供資料」より資源エネルギー庁作成

出典：JEMA第109回新エネルギー講演会講演資料

台風



風車への落雷



出典：<http://www.digital-typhoon.org>

出典：平成24年度成果報告書  
風力等自然エネルギー技術研究開発／次世代風力発電技術研究開発／自然環境対応技術等（落雷保護対策）独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

# 10.風力発電の大型化（国内の対応）

## 【背景】

- ①洋上風車を中心に風車の大型化が予想され、一方で日本に大型風車メーカーが存在しない。
- ②風況の良い北海道・東北地方の風車建設と電気消費地を結ぶ送電線不足。



## 【必要な施策】

- ①大型化したナセルの生産可能な日本国内への工場誘致やその施策を推進するために
  - ・経済産業省へのインセンティブの働きかけ
  - ・廃却時リサイクル可能な長翼に対応した分割翼の導入の推進
  - ・風車大型化のハブ高さ高高度化に伴うハイタワーの国内生産の推進
- ②電機業界として、大容量送電線の必要機器である次のハード・ソフト面の開発
  - ・高電圧直流遮断器
  - ・大容量高電圧の交直変換器
  - ・交流系統・直流系統両者への保護・制御協調



国内のタワー工場

出典 [https://www.aikawatk.co.jp/wind\\_power.html?id=section1](https://www.aikawatk.co.jp/wind_power.html?id=section1)



北本連系のような連系線を北海道・本州間に敷設するイメージ

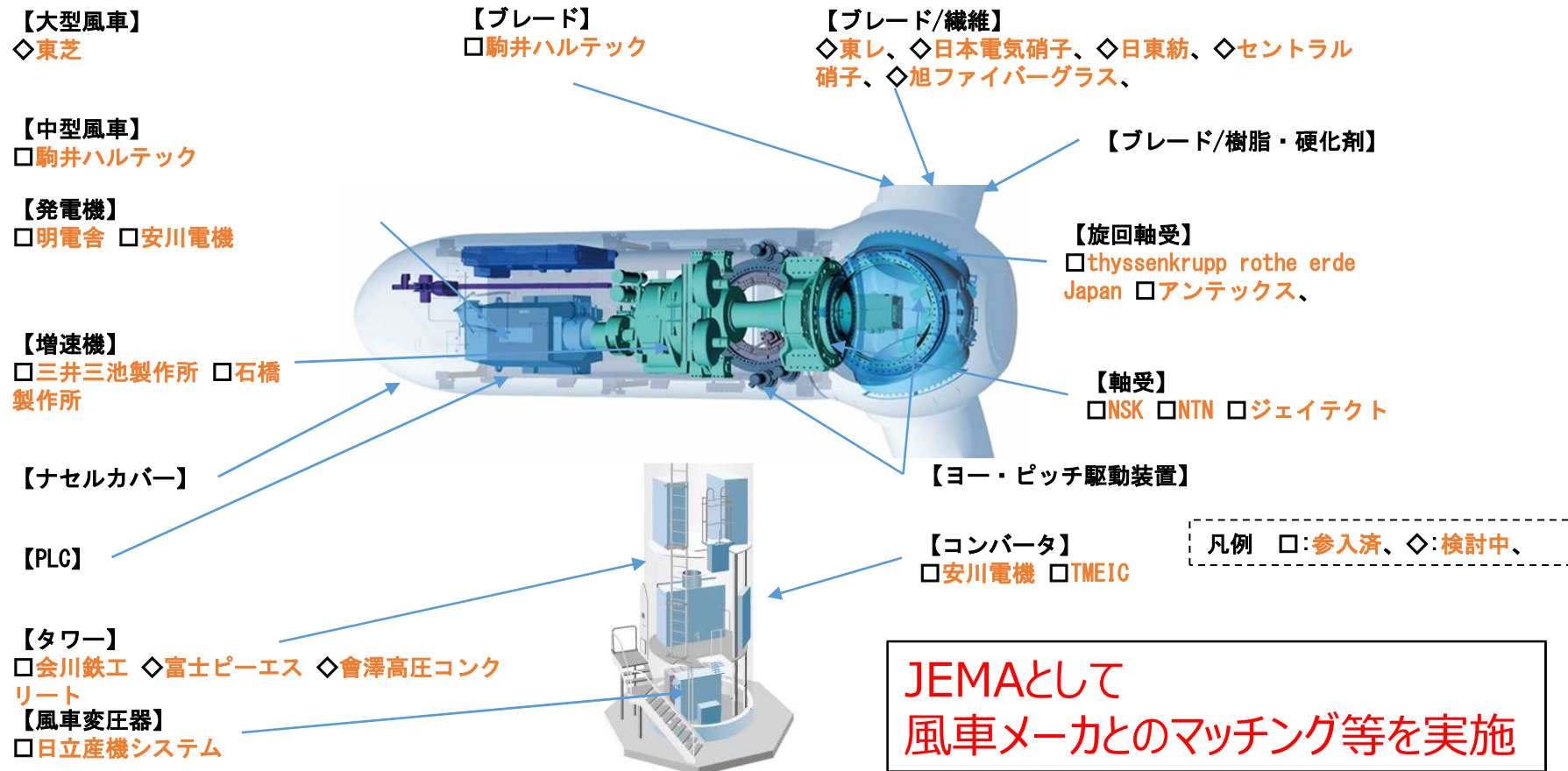


出典：

[https://www.hepco.co.jp/network/stable\\_supply/efforts/north\\_reinforcement/index.html](https://www.hepco.co.jp/network/stable_supply/efforts/north_reinforcement/index.html)

# 11. 風力産業国産化（現在の風車主要構成品生産メーカー）

- 風力発電への期待の高まりに逆行して、産業界は縮小傾向
- 官民協議会は、洋上風力に対して国産化率を2040年に60%に設定方針



図出典: [https://www.hitachi.co.jp/products/energy/wind/products/htw2000\\_80/](https://www.hitachi.co.jp/products/energy/wind/products/htw2000_80/)

データ出典: 日本電機工業会風力発電システム技術専門委員会、国内風力機器産業と認証、第105回 新エネルギー講演会、2021.6.18をアップデート

## 12. 発電需給の統合予測

### 【背景】

風力や太陽光などの変動電源においては、天候を考慮した出力予測精度が向上すれば、需給調整市場への過度な負担がなくなり、燃料費が無料である風力発電量の最大化を目指し、二酸化炭素の排出最小化・円滑な電力システムの運用に貢献する。



### 【必要な施策】

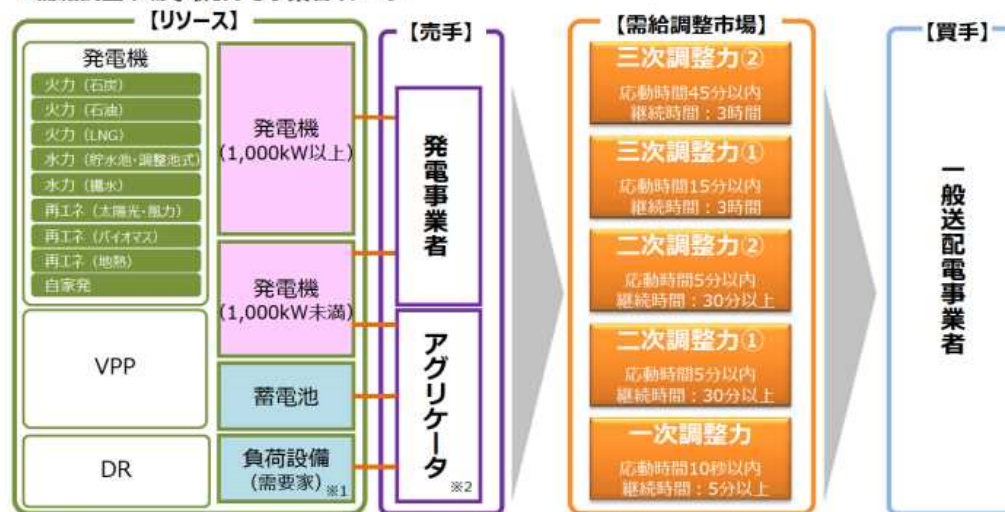
Doppラーライダーによる風車建設前の年間の風況観測や発電時の風況予測の精度向上で、発電出力の予測精度を向上させることができ、「需給調整市場」(右図)の二次・三次調整力負担のミニマム化を目指す。

こうした施策により、JEMA会員企業の気象予測製品とその運用ビジネスへの参入呼び水としていく。

### 需給調整市場で取引する事業者

- 需給調整市場では、調整力を商品とし、売手：発電事業者、アグリゲータ、買手：一般送配電事業者が取引事業者となる。
- 売手は、本市場で扱う商品の要件に合致する調整力を、選択したリソースから市場へ供出し、 $\Delta kW$ の入札単価の安いものから約定される。(マルチプライスオークション)
- 売手が調整力を市場へ提供するリソースは、大きく発電機、蓄電池、負荷設備に分類される。

#### ■ 需給調整市場で取引する事業者イメージ



注) これらについては検討中の内容も含まれており、変更となる場合があることに留意。  
※1 工場などの生産設備や冷凍設備、空調等、需要家側に設置されている電気設備  
※2 需要家側のエネルギーリソースや分散型エネルギーリソースを統合制御しDR、VPPの機能を提供する事業者

出典：

[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/denryoku\\_gas/seido\\_kento/pdf/043\\_04\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/043_04_01.pdf)

# 13. 運転保守高度化

## 【背景】

- ① 洋上風車では、陸上風車と比較して作業員のアクセスに難があり、故障が発生すると、作業員がアクセスして故障を修理するまで再起動不可。
- ② 風況の良い冬場に発電、風の弱い夏場に保守をしたい。

## 【必要な施策】

風車運転保守データ及びCMS (Conditioning Monitoring System) データの高度化による故障予知や部品寿命予測の向上により、**予防保全による保守**を実現し、風車をできるだけ健全な状態で運転することによる**設備利用率向上**を目指す。

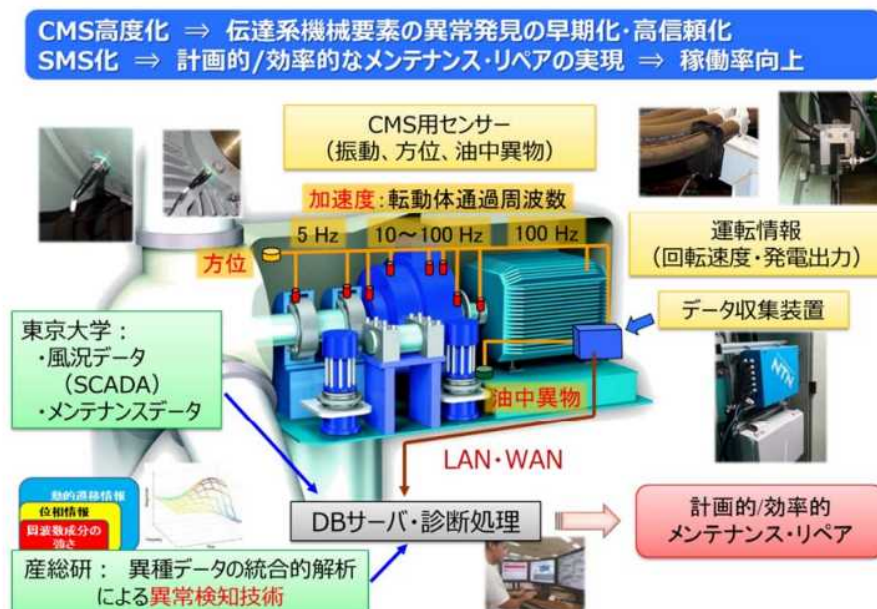


図 7.3.2 NEDO スマートメンテナンス技術開発 (リスク分析) で取り組む CMS 高度化技術

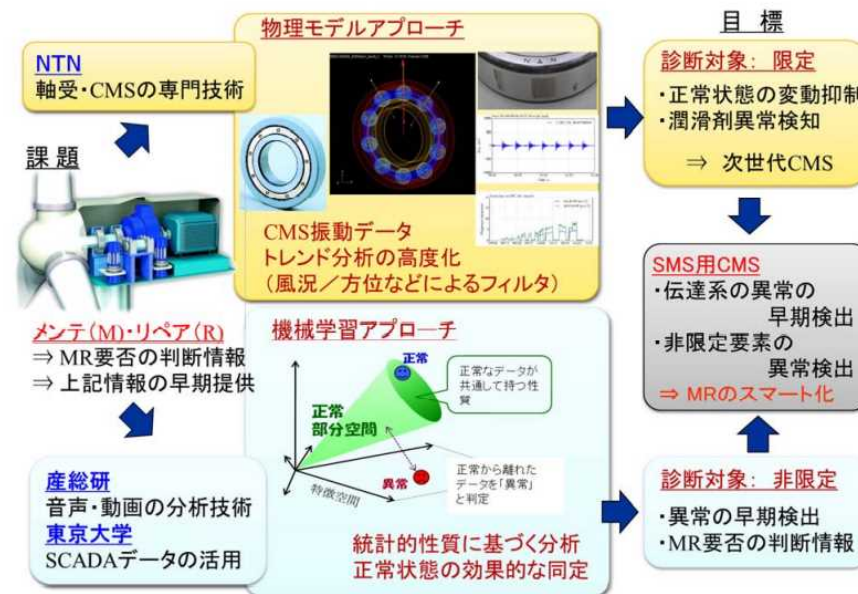


図 7.3.3 CMS による異常の早期発見技術

出典:

[https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_11279621\\_po\\_000131.pdf?contentNo=1&alternativeNo=](https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11279621_po_000131.pdf?contentNo=1&alternativeNo=)

# 14. 運転保守高度化（各社のCMSの事例）

（出典：各社カタログ、ホームページなどより）

| No | システム名称                                                         | 業者      | 主要機能 |      | 内容／特徴                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------|---------|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                |         | 遠隔監視 | 予兆診断 |                                                                                                                                                                                                                |
| 1  | TCM(Turbine Condition Monitoring)                              | SEIMENS | ○    | ○    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 増速機、発電機、主軸の軸受けの振動測定を行い、オンラインで情報収集。測定データと基準スペクトルを比較し、異常を特定、警報を発信。</li> <li>・ 中央集中化（Siemens監視センター）による監視と分散化（ウィンドファーム）による監視を組合せ</li> <li>・ 異常状態はデータベースに基づき判定。</li> </ul> |
| 2  | AOM（Active Output Management）                                  | VESTAS  | ○    | ○    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電機の状態監視、センサーによる重要部のデータ計測</li> <li>・ 収集したデータによる予兆診断の実施</li> <li>・ 異常発生時の警告発報</li> <li>・ 異常状態はデータベースに基づき判定。</li> <li>・ 天候と発電量の予想</li> <li>・ O&amp;Mのプランニング</li> </ul>  |
| 3  | SCADA（遠隔監視システム<br>Supervisory Control And<br>Data Acquisition） | 日立      | ○    | ○    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 増速機、発電機、主軸の軸受けなどの振動、増速機の油温や軸受けの温度などを測定し、オンラインで情報収集。</li> <li>・ データマイニング技術による予兆診断を実施。</li> </ul>                                                                       |
| 4  | Wind Condition Monitoring                                      | GE      | ○    | ○    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 増速機、発電機、主軸の軸受けの振動及びタワーの揺れを遠隔で監視。</li> <li>・ 異常状態はデータベースに基づき判定。</li> </ul>                                                                                             |
| 5  | Wind Con                                                       | SKF     | ○    | ○    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブレードとドライブトレインの振動、潤滑油の分析による不具合箇所の推定。</li> <li>・ 異常状態はデータベースに基づき判定。</li> </ul>                                                                                          |

# 15.据付費用の削減

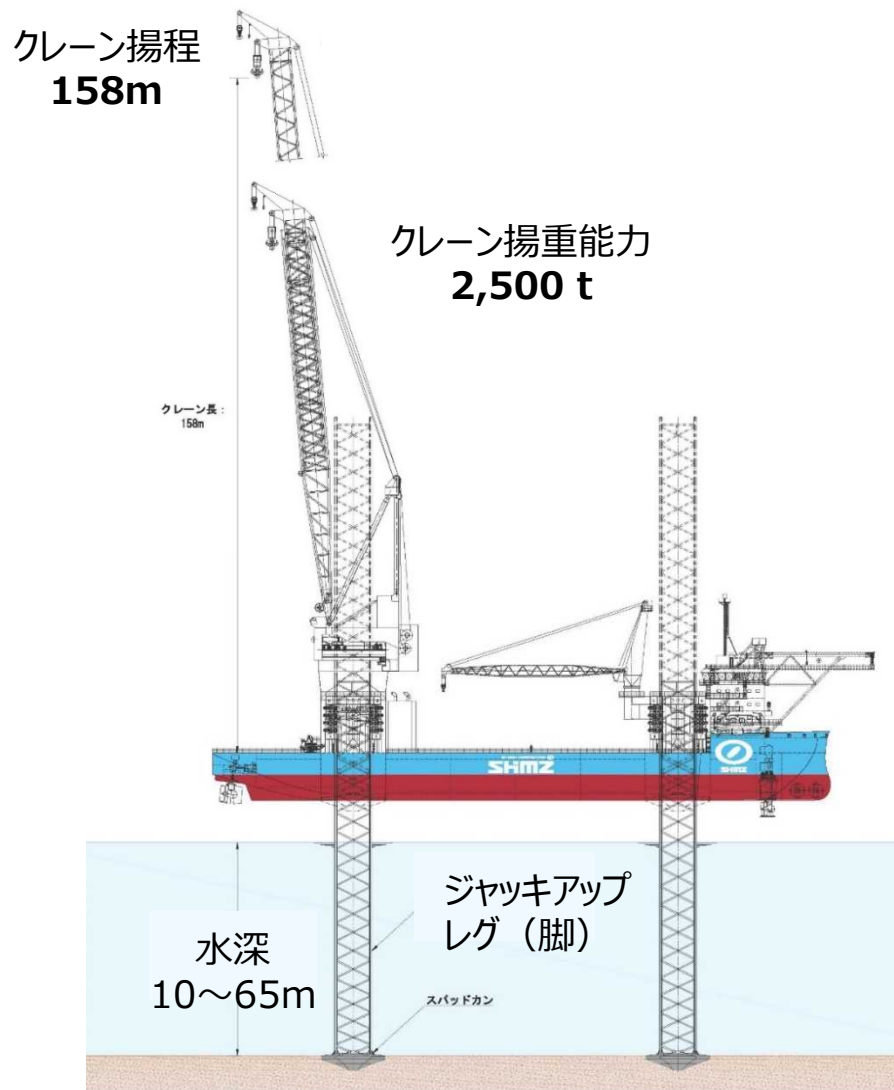
## 【背景】

大型化する風車の据付工事は、据付に使用するクレーンの  
揚程  
揚重能力  
によるところが大きい。  
SEP船の傭船費用は非常に高価。

## 【必要な施策】

クレーンの制約下で、効率的にできるだけ短期間で据付工事が遂行できるように、業界団体として据付工事側と下記について連携していく。

- ①ナセル内機器の軽量化の追求
- ②据付工事のしやすさの追求



清水建設殿のSEP船建造計画の例

出典：JEMA主催第105回新エネルギー講演会講演資料

## 16. 人材育成

### 【背景】

- ①これまでの風車メーカーや事業者・コンサルは、下記「風車設計・製造」のスキルで十分であったが、風車の大型化や洋上風車着床式・浮体式採用になると、他の裾野のスキルが必要となる。
- ②2040年に30GW～45GWの案件形成の計画に伴い、産業規模が拡大し、人材確保は急務。

### 【必要な施策】

#### 大学へのアプローチ

- ①国内サプライチェーン強化による産業力強化で魅力ある産業であることをアピール
- ②風力を含む電機業界への優秀な人材を勧誘

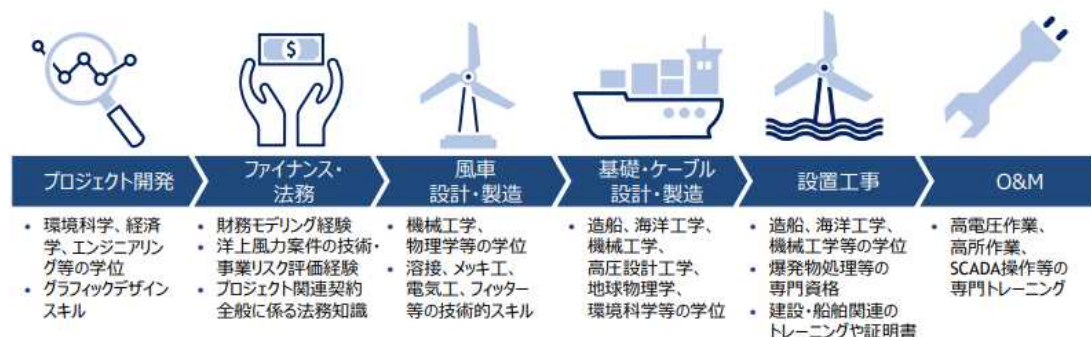
#### 新エネルギー講演会による啓発

一般向けには、風力発電の脱炭素の優位性やエネルギーセキュリティの面で推進すべき電源であることなど啓発

### 2（4）洋上風力人材育成プログラム

- 英国では、洋上風力サプライチェーン全域において必要となるスキルの棚卸を実施。
- 我が国でも、洋上風力発電に必要なスキルの棚卸しを行い、スキル取得のための方策を産官学で連携して検討する。

#### 英国における洋上風力関連スキルの例



（出所） Energy & Utility Skills「Skills and Labour Requirements of the UK Offshore Wind Industry(October 2018)」, BCG分析

18

出典：  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/yojo\\_furyoku/pdf/002\\_02\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/pdf/002_02_01.pdf)



ご清聴ありがとうございました