

洋上風力産業の市場の拡大と 人材不足へ対応するための人材育成について

2022年8月26日



NPO法人 Nagasaki Marine Industry Cluster Promotion Association

長崎海洋産業クラスター形成推進協議会

エグゼクティブコーディネーター 松尾博志

- 洋上風力発電産業の政策
- ものづくりと施工
- 地域経済への影響
- 人材不足へ対応するための人材育成

なぜ今、洋上風力発電なのか？



- ✓ 二酸化炭素を排出せず環境に優しい。
 - ✓ 島国である日本の周囲の海を活用できる。
 - ✓ 将来的には大量導入によりコストを削減可能。
-
- 2050年のカーボンニュートラルの切り札として期待される。
 - 2030年10GW、2040年30GW～45GW。

■ 政府の重点分野にも洋上風力が掲げられています。

CO2ネットゼロ社会に向けて、政府が2020年12月に公表した重点分野 1 4

足下から2030年、
そして2050年にかけて成長分野は拡大

エネルギー関連産業

①洋上風力産業

風車本体・部品・浮体式風力

②燃料アンモニア産業

発電用バーナー
(水素社会に向けた移行期の燃料)

③水素産業

発電タービン・水素還元製鉄・
運搬船・水電解装置

④原子力産業

SMR・水素製造原子力

輸送・製造関連産業

⑤自動車・蓄電池産業

EV・FCV・次世代電池

⑥半導体・情報通信産業

データセンター・省エネ半導体
(需要サイドの効率化)

⑦船舶産業

燃料電池船・EV船・ガス燃料船等
(水素・アンモニア等)

⑧物流・人流・

土木インフラ産業

スマート交通・物流用ドローン・FC建機

⑨食料・農林水産業

スマート農業・高層建築物木造化・
ブルーカーボン

⑩航空機産業

ハイブリット化・水素航空機

⑪カーボンリサイクル産業

コンクリート・バイオ燃料・
プラスチック原料

家庭・オフィス関連産業

⑫住宅・建築物産業／
次世代型太陽光産業
(ペロブスカイト)

⑬資源循環関連産業

バイオ素材・再生材・廃棄物発電

⑭ライフスタイル関連産業

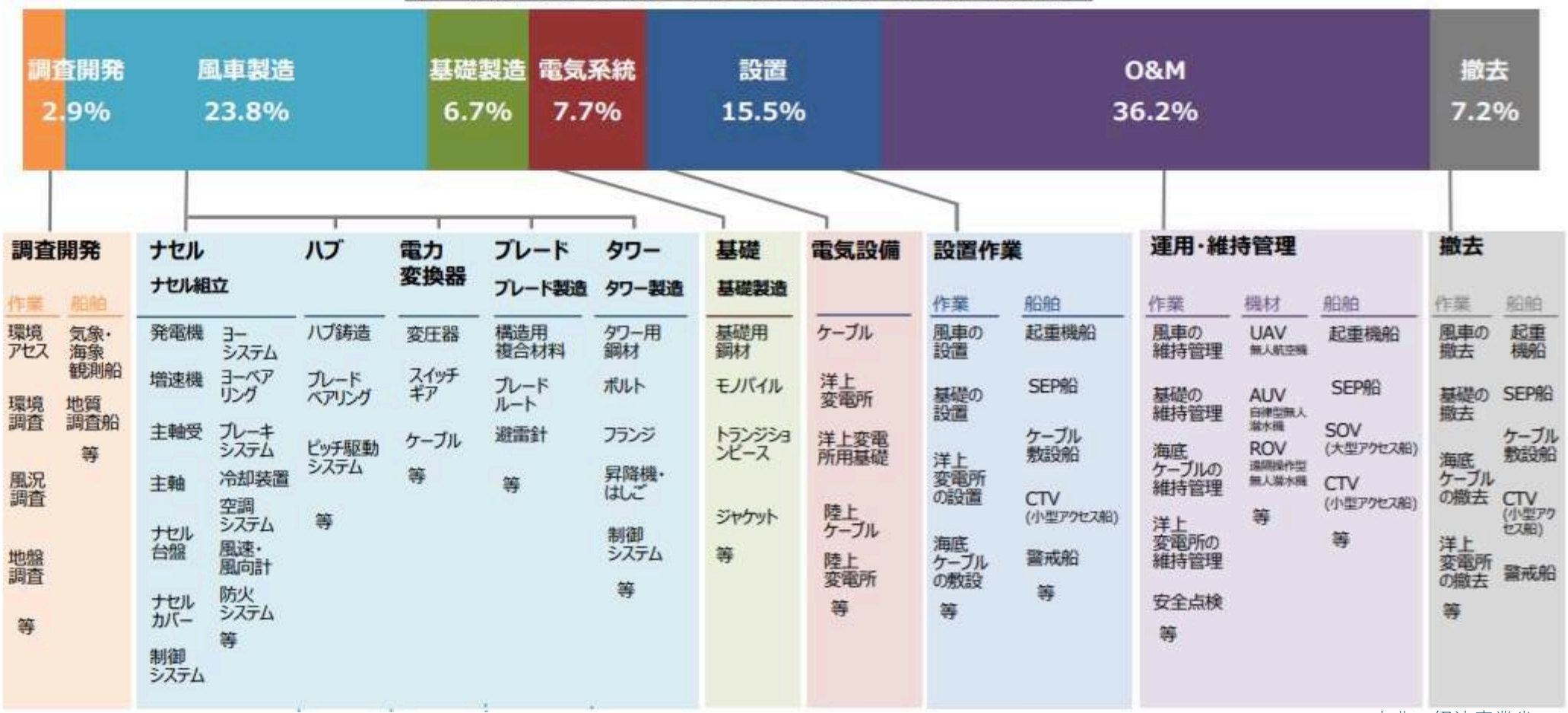
地域の脱炭素化ビジネス

洋上風車 設備容量
2030年 10GW
2040年 30GW-45GW

洋上風力産業は裾野の広い産業です。



洋上風力サプライチェーンの全体像（着床式の例）



出典：経済産業省

促進区域・有望区域、計画区域の現状

環境アセスなどをベース
で略20GW超(重複海域あり)

図中の発電規模は参考値

青森県沖日本海 北側・南側 432MW~800MW

秋田県八峰町・能代市 180MW

秋田港・能代港 55MW + 84MW

能代市・三種町・男鹿市沖 415MW

秋田県潟上市・秋田市沖 500MW

秋田県 由利本荘市沖 373MW+357MW

山形県遊佐町沖 約450MW

New 新潟県村上市・胎内市沖 200-300MW程度

福岡県響灘 220MW

New 響灘沖 100-200MW

New 佐賀県唐津 600MW

長崎県・佐賀県平戸 600MW

西海市江島沖 300MW

五島市沖 21MW

鹿児島県 1,500 MW

New 福井県あわら 200MW, 250MW

山口県安岡沖 60MW

薩摩洋上風力 600MW

吹上浜沖 969MW

北海道石狩湾域 1,330MW 他

石狩湾新港112MW

北海道岩宇・南後志

北海道檜山沖 722MW

松前市沖

青森県陸奥湾 800MW

むつ小河原港80MW

New 岩手県久慈市沖 最大600MW

鹿島港 120MW

銚子市沖 457MW

New 千葉県いすみ市沖 350-450MW

静岡県伊豆 500MW

静岡県遠州灘 500MW

和歌山県西部 750MW

当協議会調べ

計画区域

一定の準備段階の区域

有望な区域

促進区域

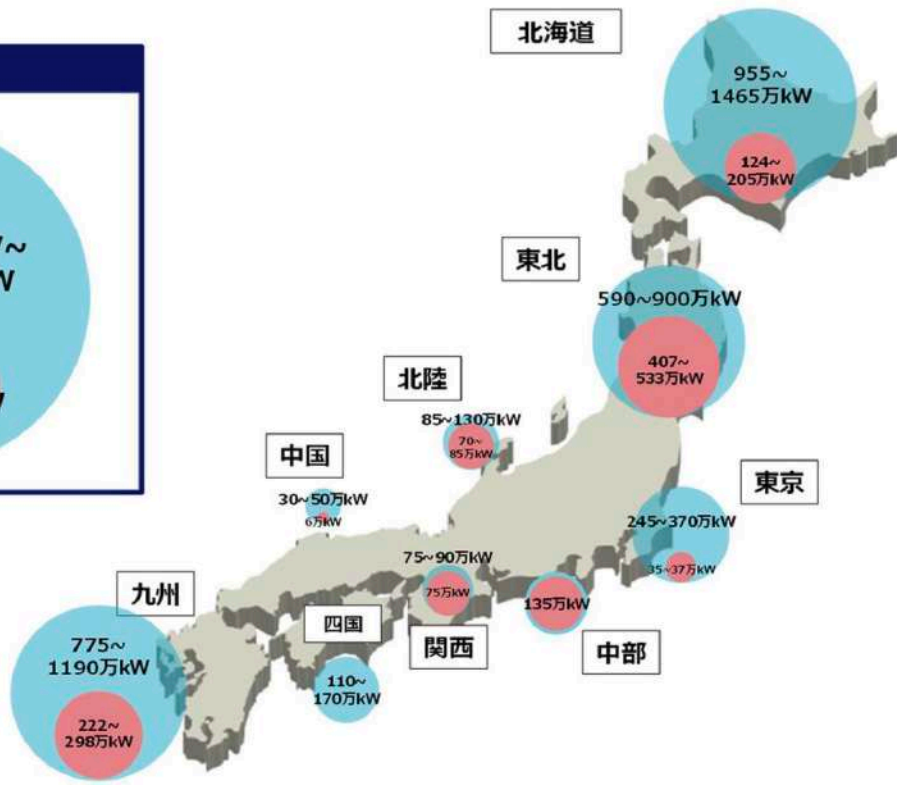
促進区域(事業者選定済)

港湾区域

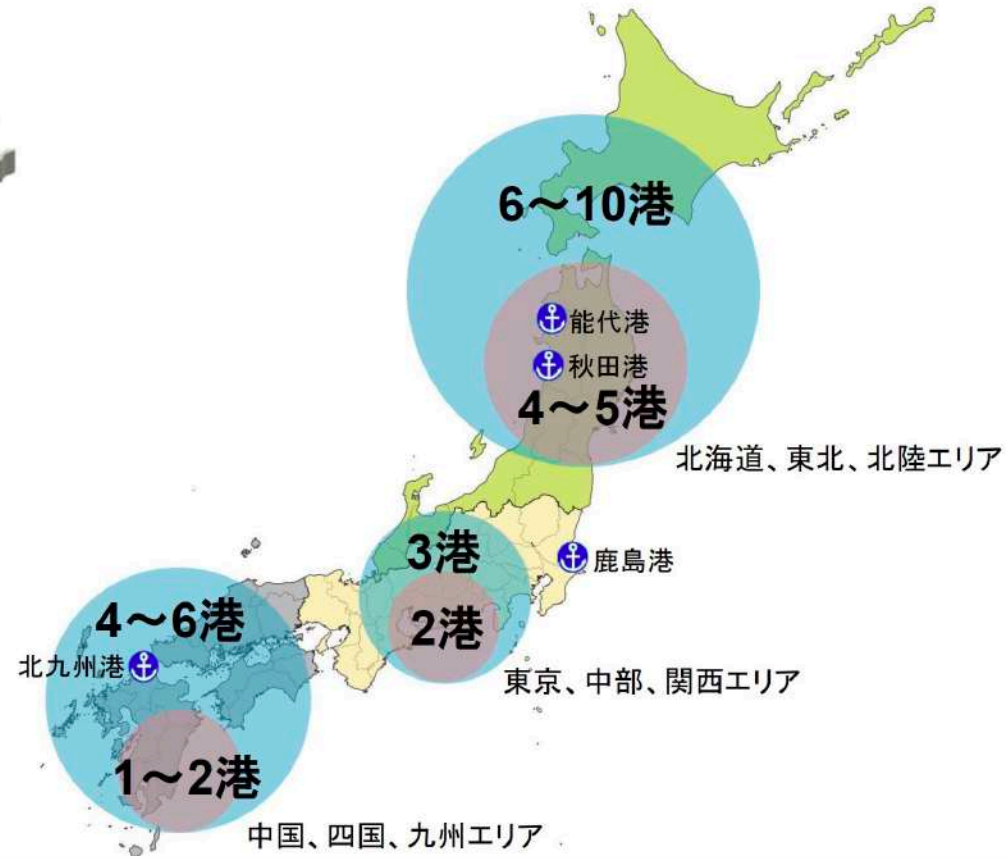
洋上風力産業では港湾の整備も必要とされています。



洋上風力産業ビジョン(第1次)で示された地域別導入イメージ※



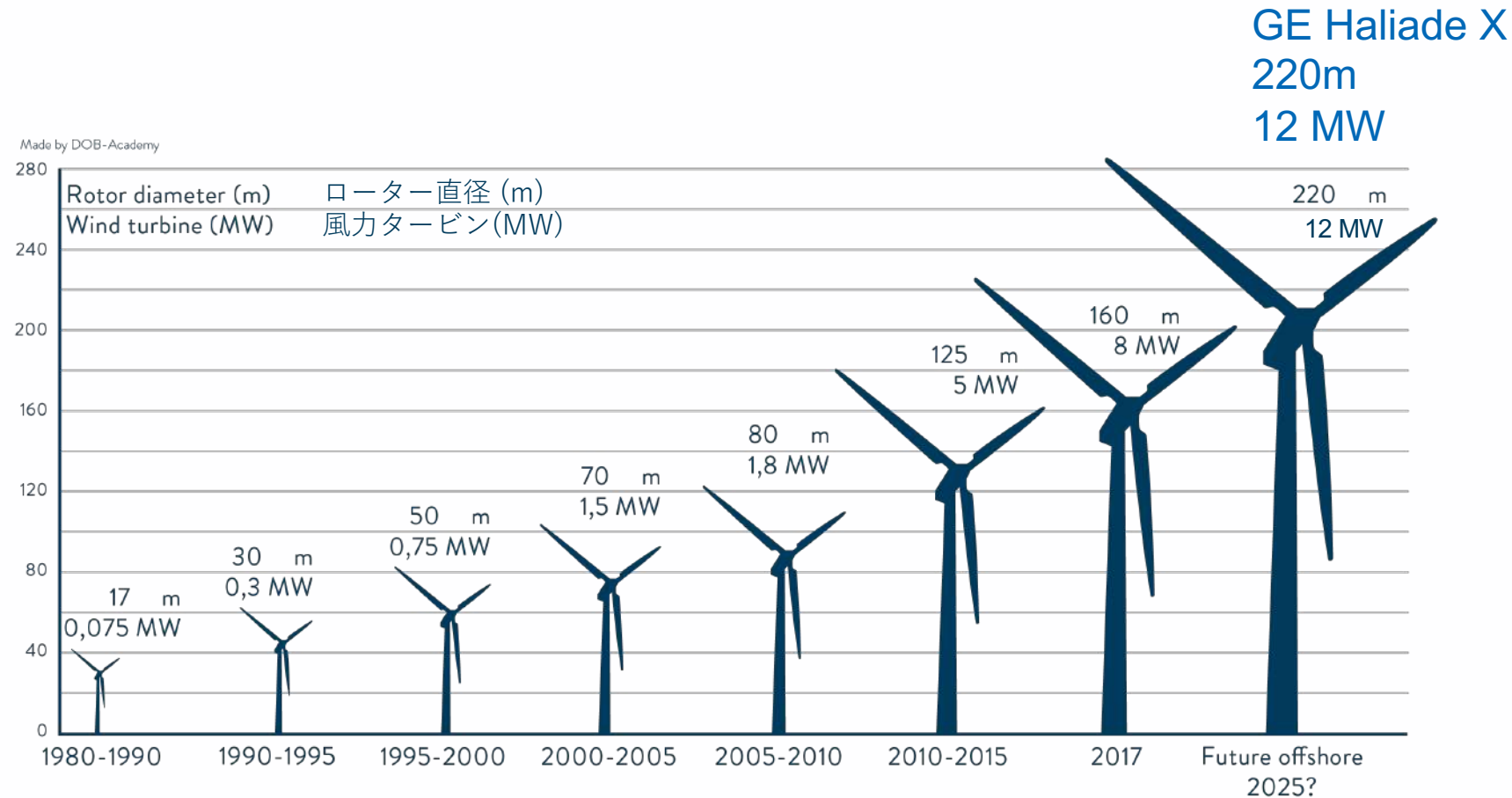
地域別の基地港湾の必要数の目安



出典：2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方検討会～基地港湾の配置及び規模～ 令和4年2月国土交通省港湾局

大型化

Increasing capacity



GE Haliade X
220m
12 MW

Siemens Gamesa
SG14-222D
222m
14 MW

Vestas
V236-15.0MW
236m
15 MW

将来的には？

洋上風車は、現在ヨーロッパの2社が大きなシェアを占めています。米GEも、世界で積極展開を進めています。



Siemens Gamesa (欧)



Vestas (欧)



GE (米)

画像出典

Siemens Gamesa

<https://www.powermag.com/sgr-turbines-tabbed-for-french-offshore-wind-project/>

Vestas

<https://w3.windfair.net/wind-energy/news/33379-mhi-vestas-northwester-2-belgium-offshore-wind-farm-north-sea-9-5-mw-turbine-record-breaking>

開発中の風力タービン

Wind turbines in development



Siemens Gamesa

SG14-222DD 14MW, 直径222m



Vestas

V236-15.0MW 14MW, 直径236m



GE

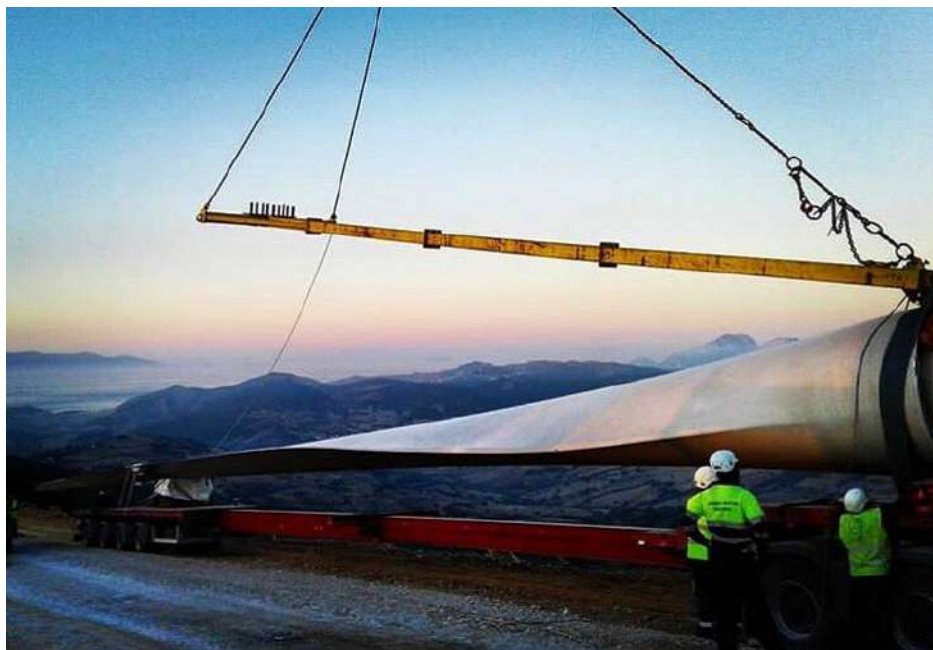
Haliade X 12MW 直径220m

Adwen,
Siemens-Gamesa,
General electric

標準的な質量

Typical mass

Vestas V90-3.0 ブレード



質量: ~6.700 kg 長さ: 45 m

Mass: ~6.700 kg

Length: 45 m

Vestas V164-8.0 ブレード



質量: ~33.000 kg 長さ: 80 m

Mass: ~33.000 kg

Length: 80 m

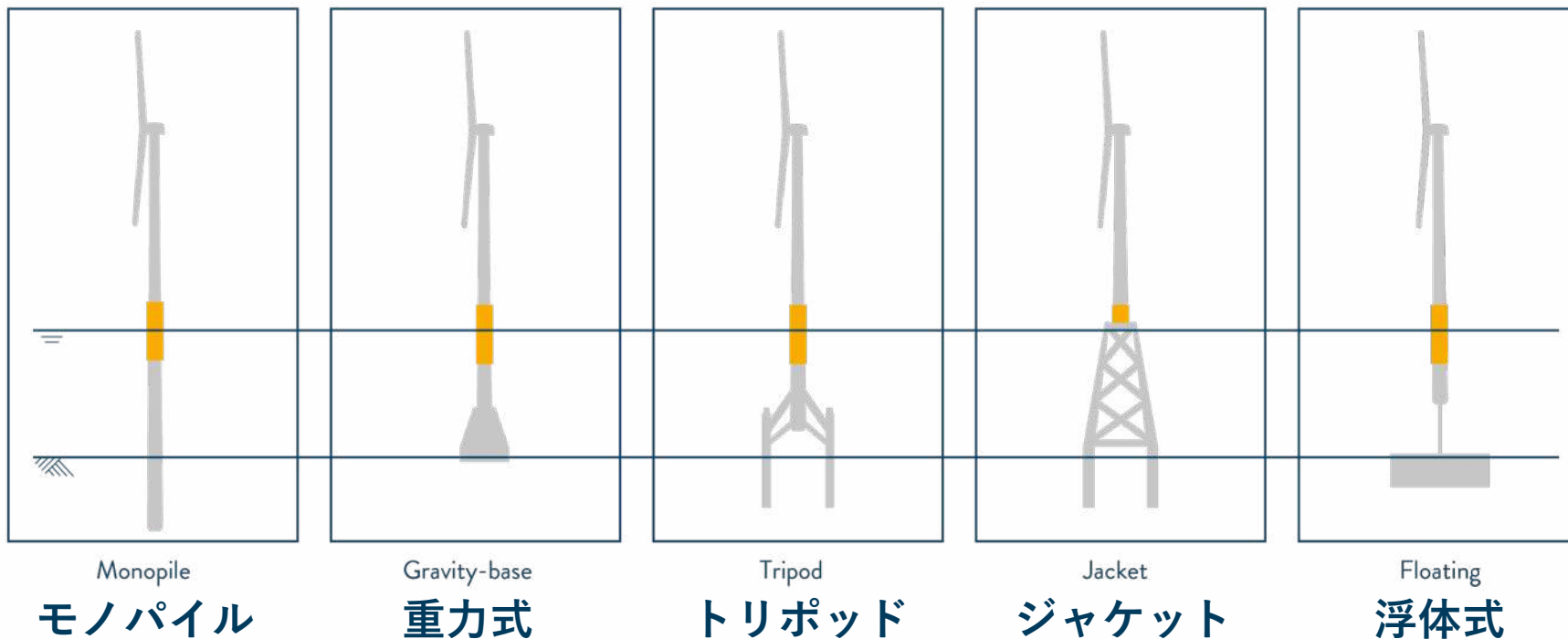
12MW

質量: 60ton、長さ: 107m

支持構造物

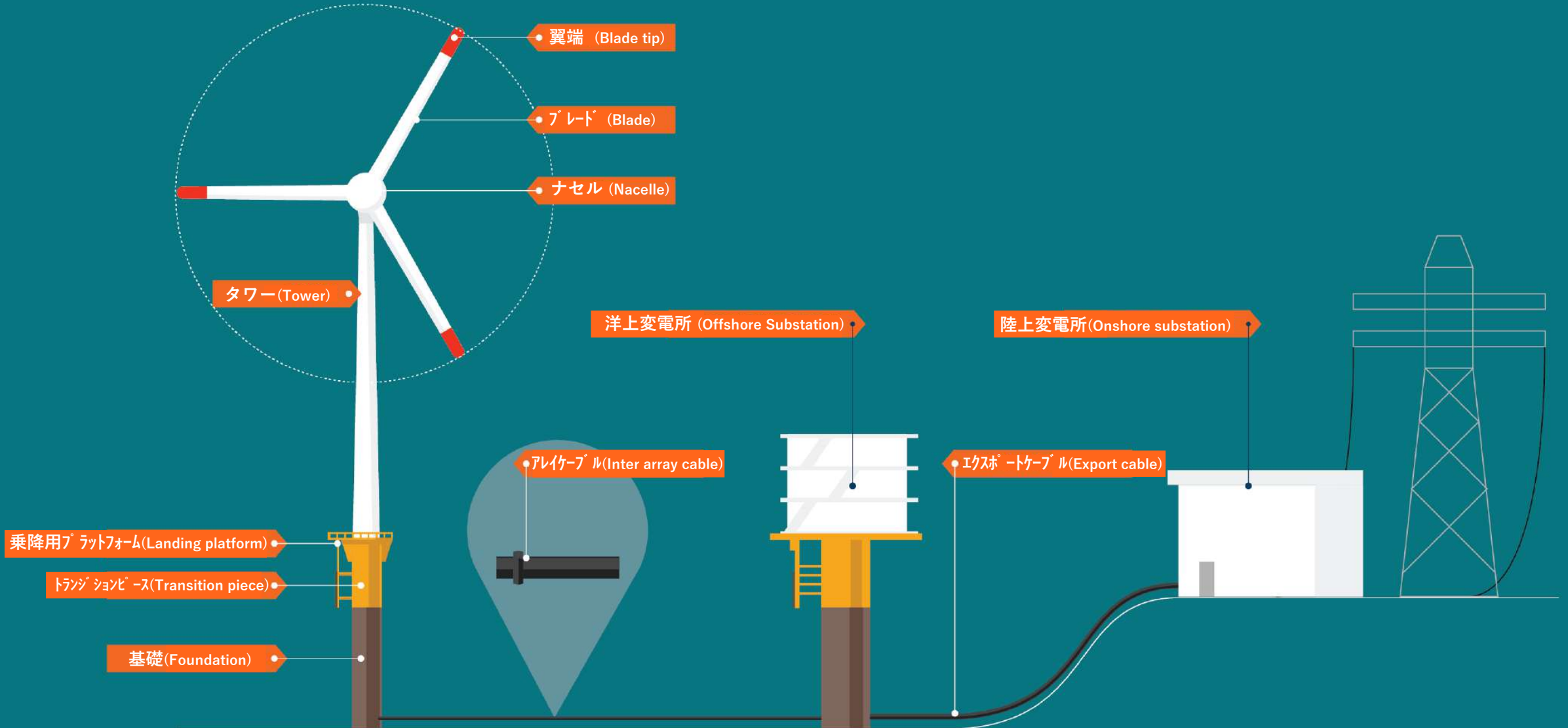
Support structures

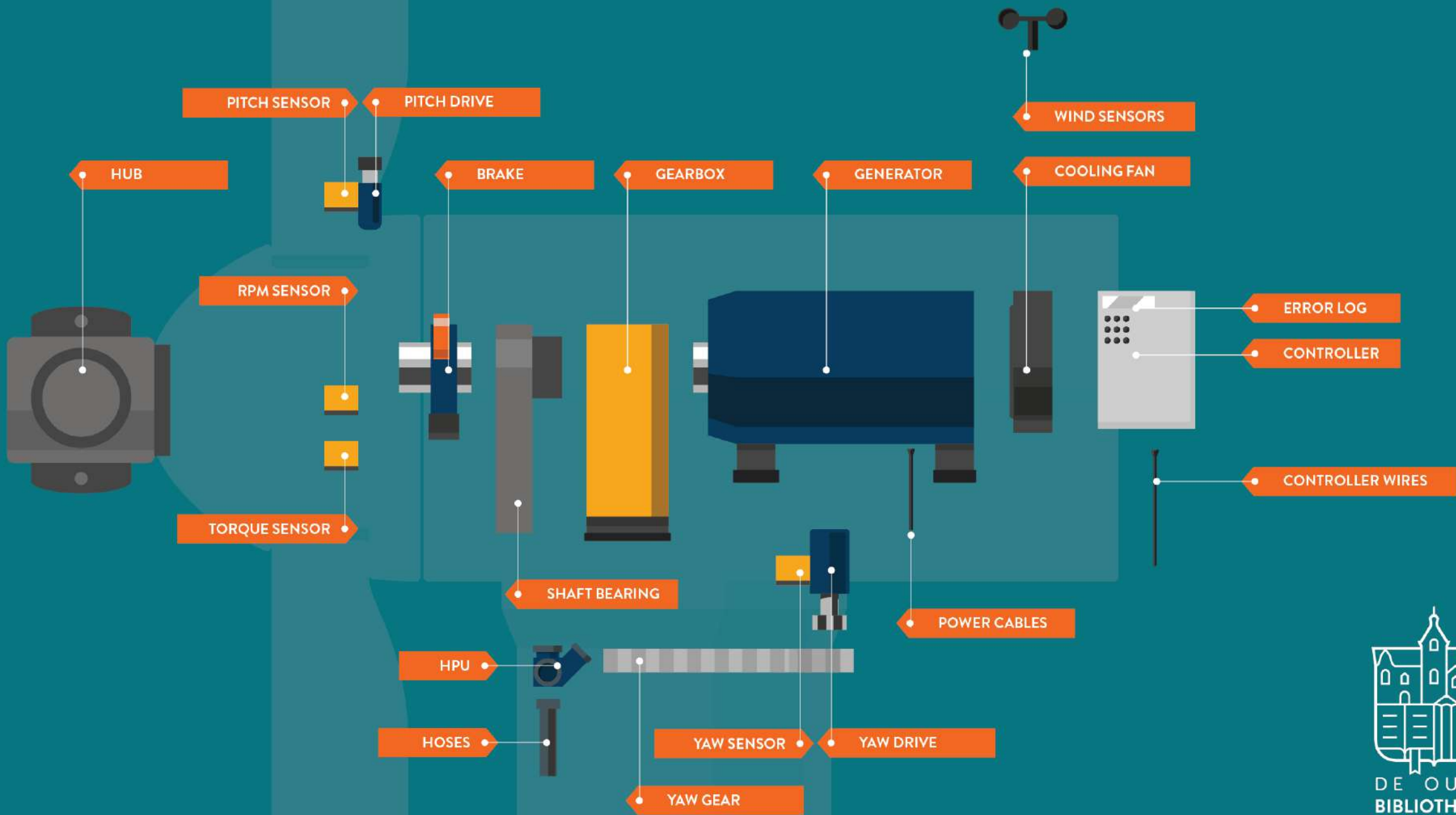
Made by DOB-Academy



- 洋上風力発電産業の政策
- ものづくりと施工
- 地域経済への影響
- 人材不足へ対応するための人材育成

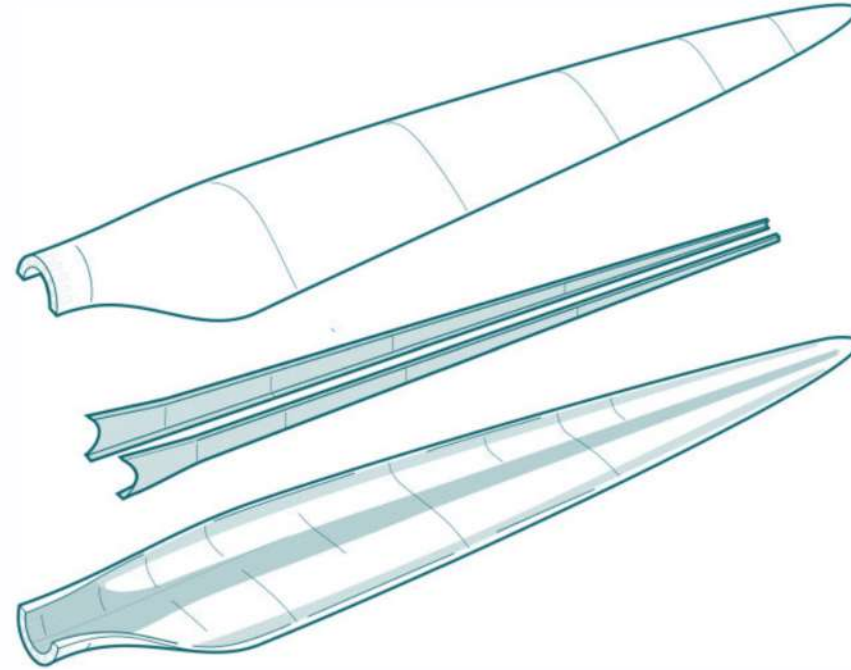
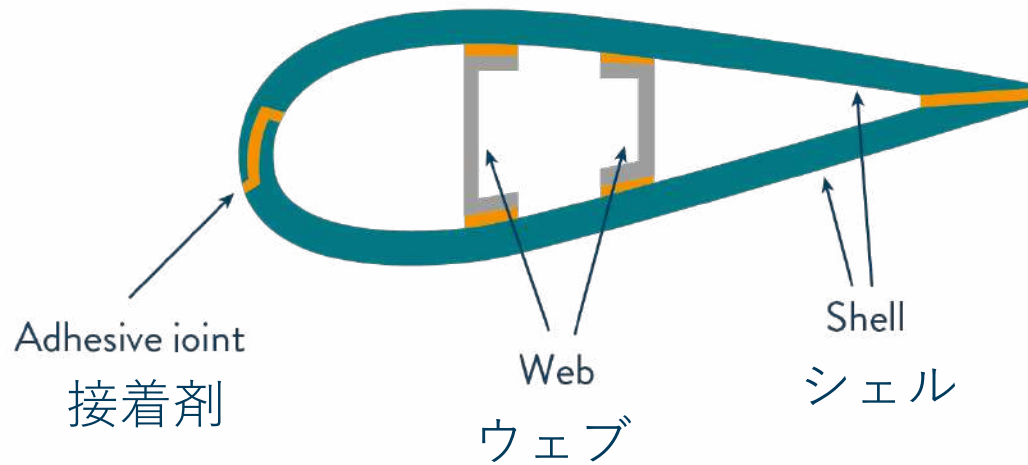
洋上風力発電の構成部品





ブレードは繊維強化プラスチック製

Made by DOB-Academy



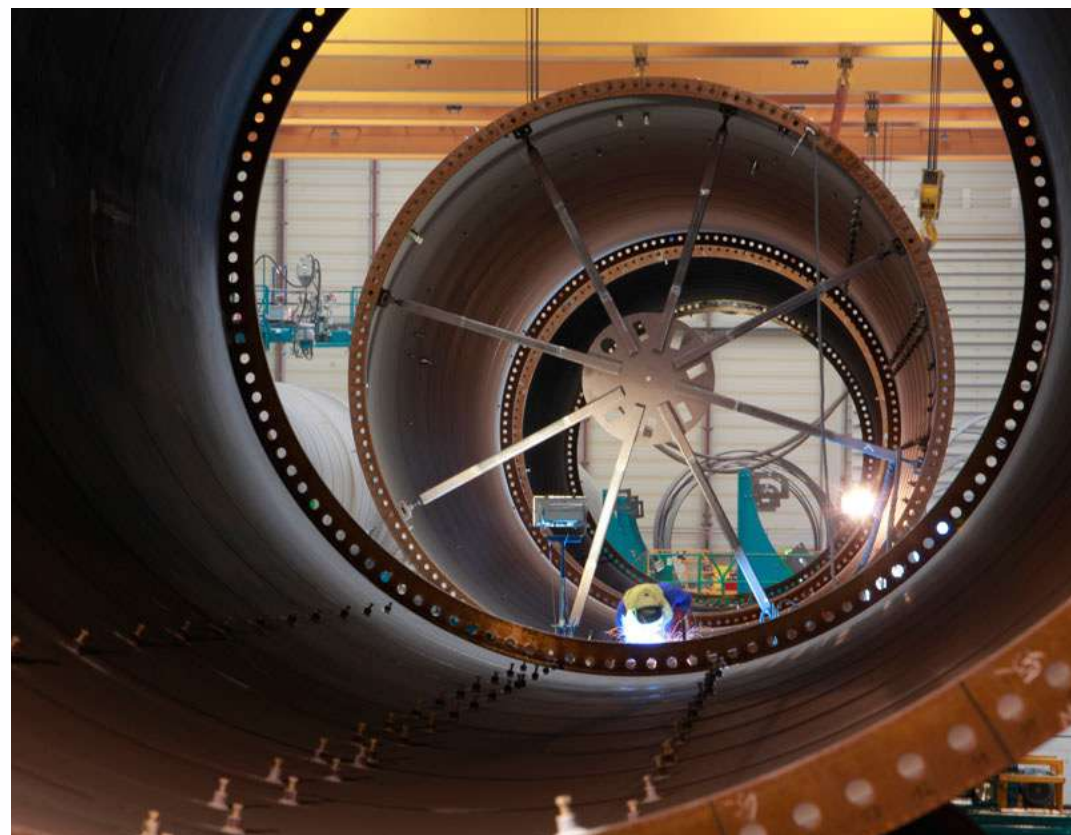
ブレード

- 空力特性
- 構造強度
 - ・ 軽量でかつ剛性の確保
 - ・ 疲労強度の確保

ブレードの材質

- GFRP
- CFRP ; ブレードの大型化により使用割合が増加

風車タワー



Ambau / Euskal

特殊鋼部品

Special steel components



Ambau / Euskal





Kassel
Paderborn
↑
33

Hannover
Bielefeld-Süd
Dortmund
↗
500 m

モノパイル製作

Monopile fabrication



Sif / Dillinger
Hütte





トランジションピース

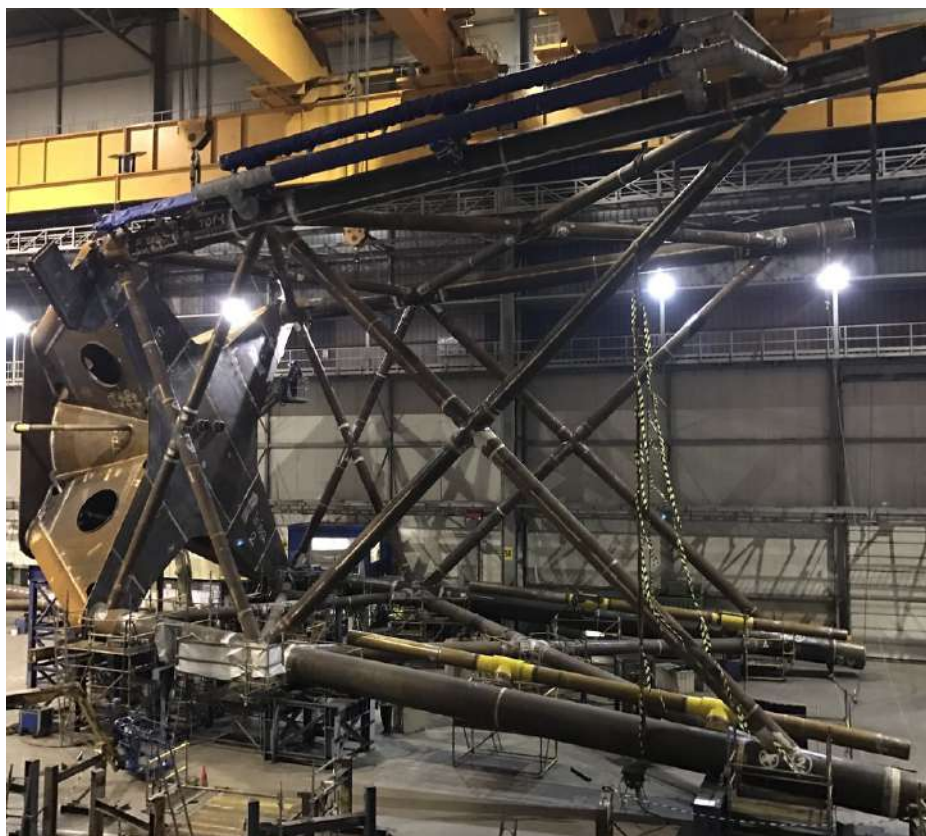
Transition Pieces



Smulders

ジャケット製作

Jacket Fabrication



Smulders

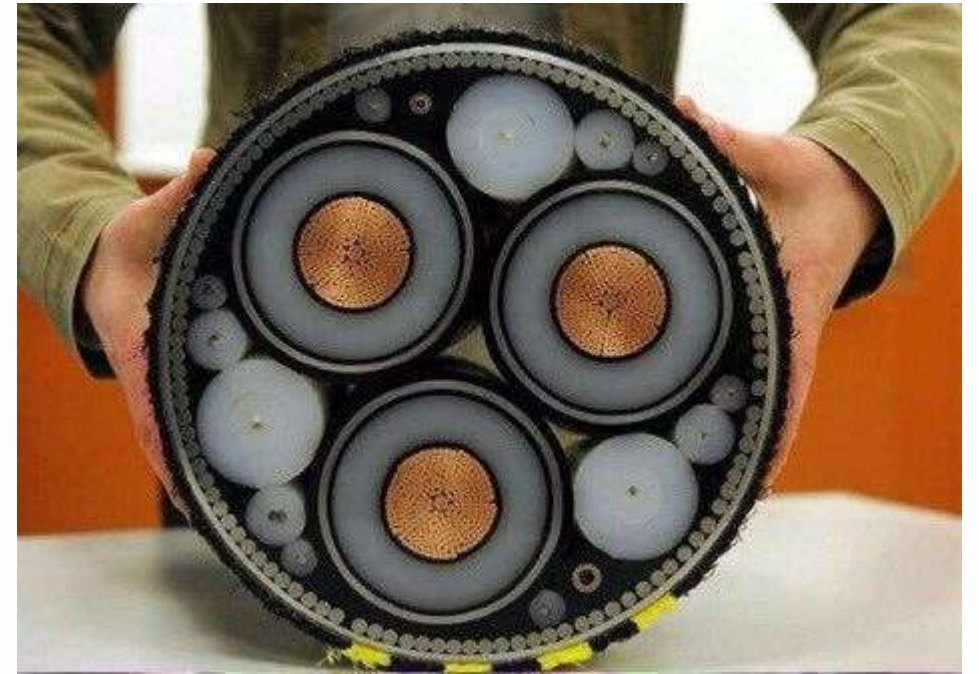
浮体式基礎

Floating Foundations



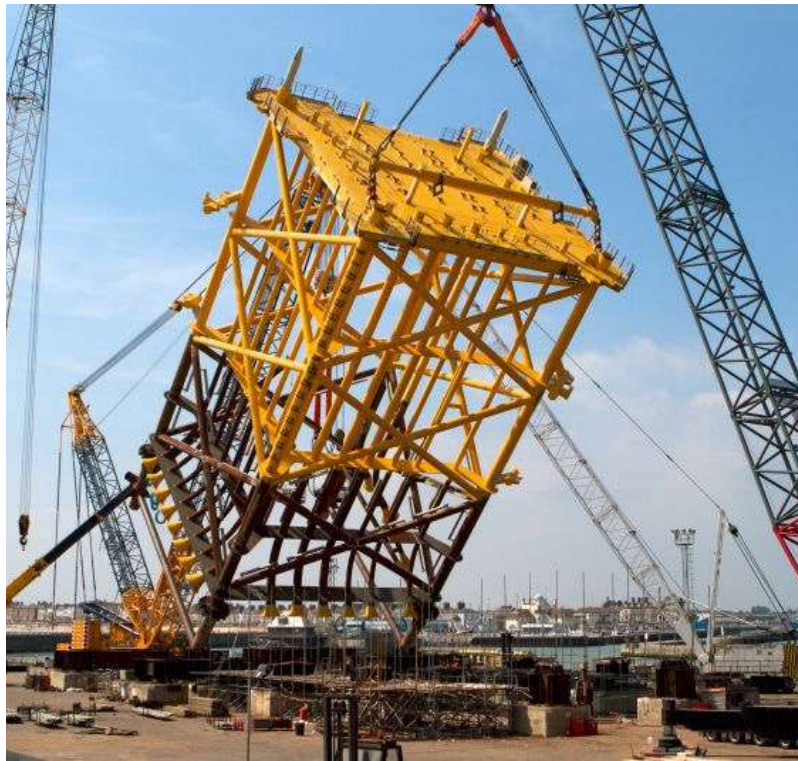
SBM/Principle power
Navantia

海底ケーブル



洋上変電所用基礎構造

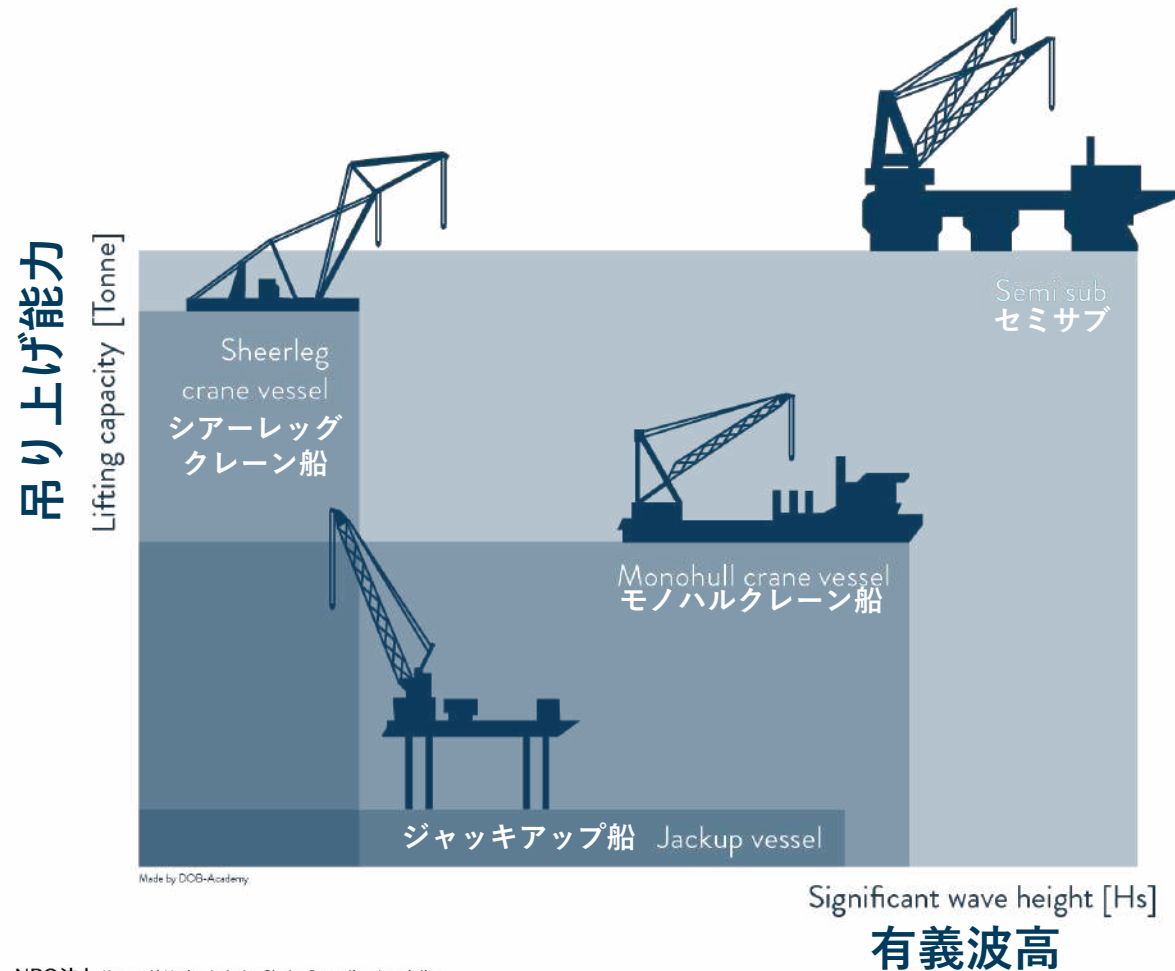
Foundations for offshore substations



Sembmarine /
Bard / Bladt

施工船

Installation vessels



ジャッキアップ船

Jack-up vessels



DP2 Innovation

- デッキ面積: 3400 m²
- クレーン能力: 1500 tonne
- 吊り上げ高さ: 120m +
- 航行速度: 12 knots

DP2 Innovation

- Deck Area: 3400 m²
- Crane load: 1500 tonne
- Lifting height: 120m +
- Transit speed: 12 knots

クレーン船

Crane vessels



Oleg Strashnov

- デッキ面積: 3700 m²
- クレーン能力: 5000 tonne
- 吊り上げ高さ: 102
- 航行速度: 14 knots

- Deck Area: 3700 m²
- Crane load: 5000 tonne
- Lifting height: 102 m
- Transit speed: 14 knots

シアーレッグクレーン船

Sheerleg crane vessels



Svanen

- デッキ面積: 不明-
- クレーン能力: 8700 tonne
- 吊り上げ高さ: 102
- 航行速度: 7 knots
- 喫水 : 4 m

- Deck Area: -
- Crane load: 8700 tonne
- Lifting height: 102 m
- Transit speed: 7 knots
- Draft: 4 m

セミサブ船

Semi-submersible vessel



Thialf:

- クレーン能力: 14,200 ton 7,100*2基
- 吊り上げ高さ: 96 m (デッキの高さから)
- 航行速度: 7 kn

- Crane load: 14,700 tonne
- Lifting height: 96 m
- Transit speed: 7 knots



Installation vessels

碎石投入船

Stone dumping vessels, Rock positioning vessel



Van Oord



Installation vessels

多目的船

Multipurpose vessels



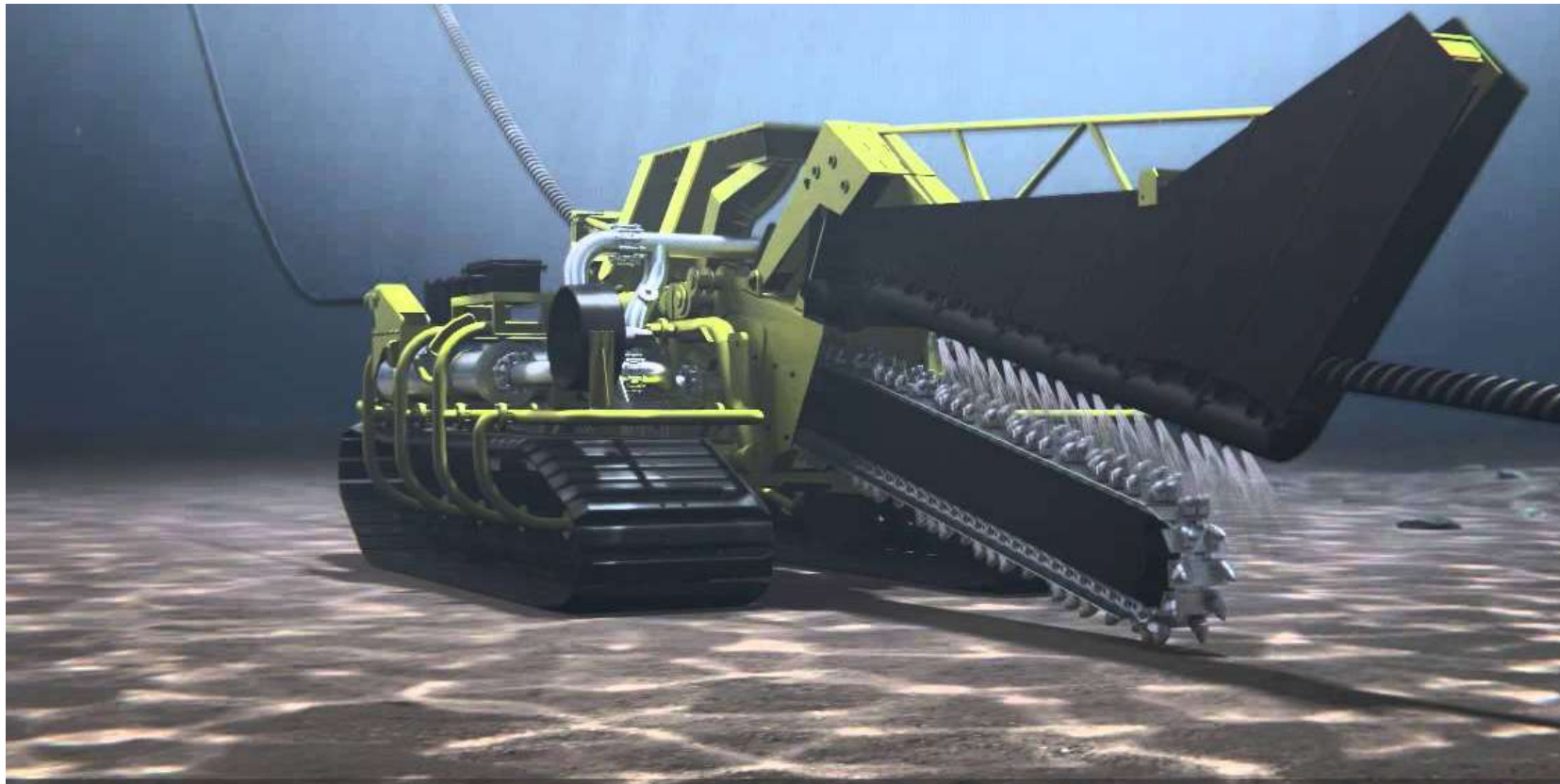
Subsea World News

ケーブルの敷設



ケーブルの敷設

Cable installation



洋上風力発電アクセス船

O&M作業員を洋上風力発電に輸送する目的特化型の交通船
Crew Transfer Vessels (CTVs)

- 沿岸域をカバー
- 25～30ノット (45km/h～55km/h)
- 1.5 mの波高まで風車へアクセス可
年間60%の時間アクセス可能
- 1日のチャーター料 €1,500-2,500 (19-32万円)



サービスオペレーションベッセル(SOV)

Service Operations Vessel (SOV)

- 離れた沖合い (40-60名の作業員)
- 現場に2~3週間
- 風車に歩いて渡れる (乗移り時間：30分)
- 2.5 mの波高まで風車へアクセス可能 : 年間 78%
- 1日のチャーター料 €25,000-50,000 (300-630万円)



- 洋上風力発電産業の政策
- ものづくりと施工
- 地域経済への影響
- 人材不足へ対応するための人材育成

洋上風力発電の地域経済への影響



1. 地域に生まれる雇用
2. 物品の需要
3. 人の流入
4. 漁業への影響
5. 海域の複合的な活用

1. 地域に生まれる雇用

200MWの中規模の風力発電所約40名、1,000MWの大規模な風力発電所では、200名以上の雇用がメンテ拠点に生まれます。

風車20本程度

風車100本程度



メンテナンスに必要な人員数

	200MW 風車20本	1,000MW 風車100本
洋上作業者	14人	71人
船員	7人	36人
エンジニア（陸上）	6人	31人
管理部門	4人	21人
警備、清掃	3人	15人
法務	2人	10人
その他	5人	25人
合計	42人	209人

1. 地域に生まれる雇用

大規模風力発電所（風車100本程度）のメンテナンス拠点のイメージ。



洋上風車メンテナンス事務所
サービス基地港



出所：<https://investinholland.com/news/green-light-for-orsted-om-base-in-vlissingen/>

1. 地域に生まれる雇用

メンテナンス業務のイメージ



2. 物品の需要

建設工事中、その後の運転保守に必要な様々な物品の需要が生まれます。



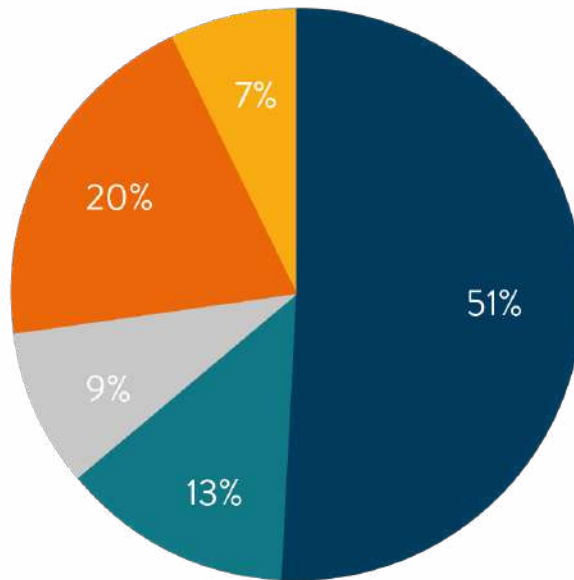
建設工事中	運転保守期間
●燃料、食材、飲料水供給 ●宿泊 ●海底ケーブル保護工事 – 铸铁管 – フィルター用資材（碎石、網材） ●陸上部工事 – 陸上ケーブル工事（埋設、架空線） – 変電所建設工事 – 配線工事、配電盤工事 – 外柵、舗装、取付道路 – 重機レンタル – コンクリート、舗装材、鉄筋 ●備品販売、レンタル – 安全保護具、工具、計測器 – 油圧機器（トルクレンチ、ボルトテンショナー、ジャッキ） – 重機、自動車 ●警戒船	●要員移送 – アクセス船運航 – タクシー、自動車 ●現地事務所建設 – 運転・メンテナンス事務所 – 補修、交換機材倉庫 – 基地港 ●陸上設備保全 – ケーブル・変電設備点検 – 除草等整備作業 – 保守・修繕 ●消耗材販売 – オイル、グリス、ウェス、塗料 – 燃料、食材、飲料水 ●部品販売 – ボルト・ナット – 電材

- 洋上風力発電事業の費用のうち、風力発電機本体は全体の1/3。
- 付帯設備（基礎構造物と電気設備）が全体の1/3。
- 地元の活躍が期待できるオペレーション&メンテが1/4を占める。

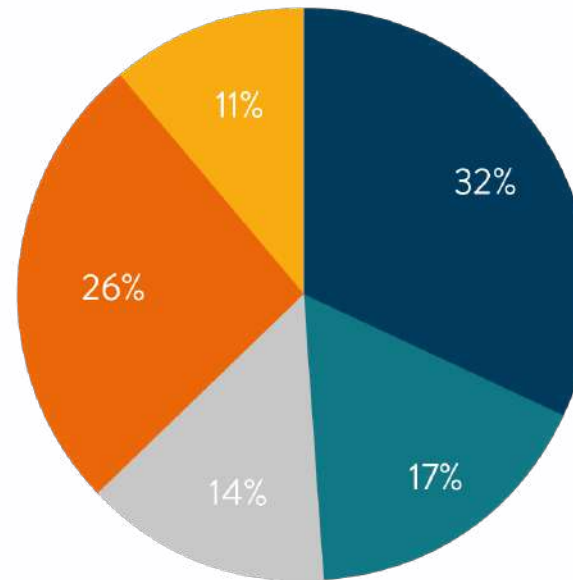
Made by DOB-Academy



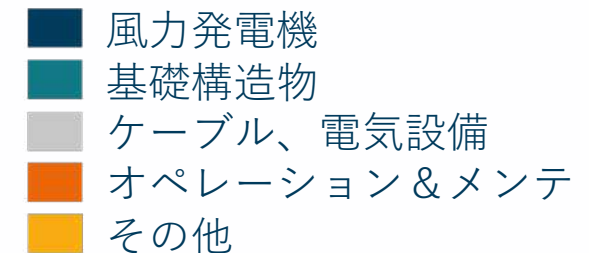
コスト構成比率



陸上風力発電



洋上風力発電

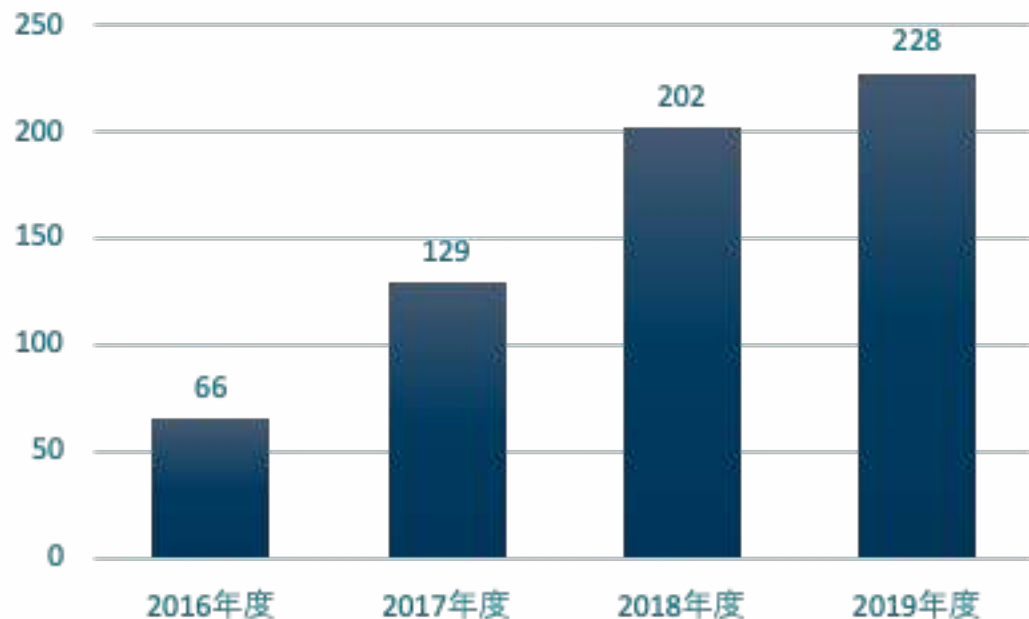


3. 人の流入

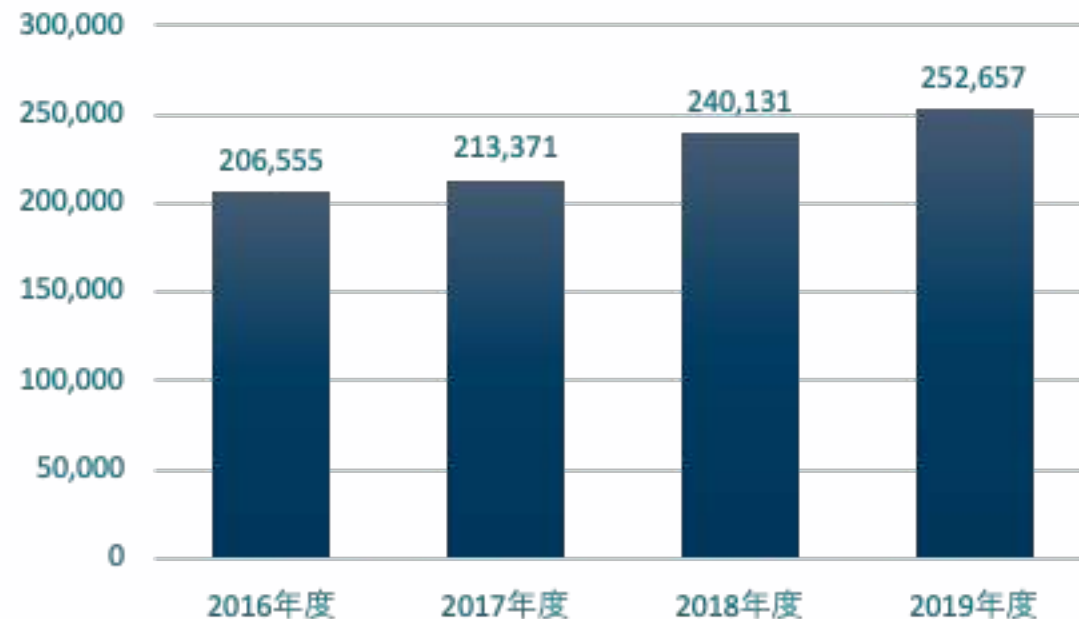
長崎県五島市には、豊かな自然や文化を求めて都市部からの移住者が増加。観光客も増加しています。



移住者



観光客



- 公務員の異動等とは別に、五島に住み続けることを前提に移住してきた人数。

3. 人の流入

五島市の風車見学ツアー。



出所 五島市観光協会

3. 人の流入

五島市の洋上風車への視察者数。

平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	令和2年度
40団体	35団体	84団体	106団体	55団体	63団体	96団体	95団体	31団体 (605団体)
378名	437名	1,449名	1,685名	707名	733名	1,101名	836名	257名
(累計)	(815)	(2,264)	(3,949)	(4,656)	(5,389)	(6,490名)	(7,326名)	(7,583名)
市内								
19	106	44	245	134	171	229	14	33 (累計995)
市外								
359	331	1,405	1,440	573	562	872	822	224 (累計6588)

出所 五島市

3. 人の流入

全国各地で地域ならではの魅力を伝える エコ・ツーリズムが生まれています。

三重県伊勢志摩



出典：伊勢志摩観光ナビ

- 三重県の伊勢志摩では、漁業体験やシーカヤック体験、美しいビーチでのアクティビティなどを提供している。神社巡りやキャンプと組み合わせてオリジナルのツアーを企画。

北海道羅臼町



出典：知床らうすリンクル

- 北海道知床の羅臼町では、春夏秋はヒグマや昆布漁の見学、冬は流氷やトドの見学ツアーなどの季節に応じた内容のボートクルーズを提供している。

4. 漁業への影響

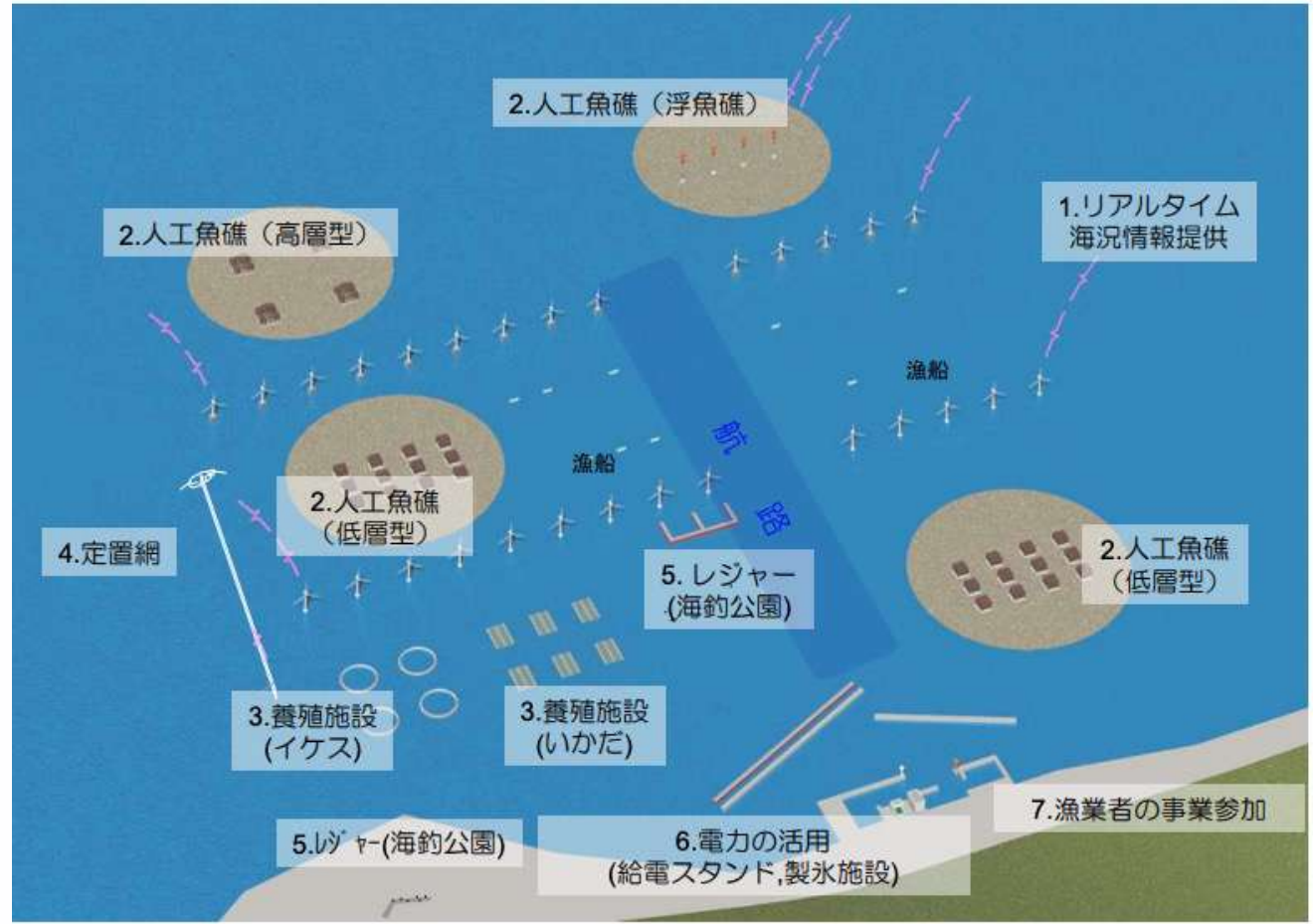
長崎県五島市沖の浮体式洋上風車の実証事業では、小魚、青物、タチウオ、伊勢海老など様々な魚種が確認されています。



浮体の水中部分に付着した海藻に集まる魚。出所：五島市

5. 海域の複合的な活用

エネルギー、スペース、船を活用した様々な産業の可能性がります。



アイデア例
「再生可能エネルギーで
育てた、加工した海産物の
ブランド化」

出所：海洋産業研究所

- 洋上風力発電産業の政策
- ものづくりと施工
- 地域経済への影響
- 人材不足へ対応するための人材育成

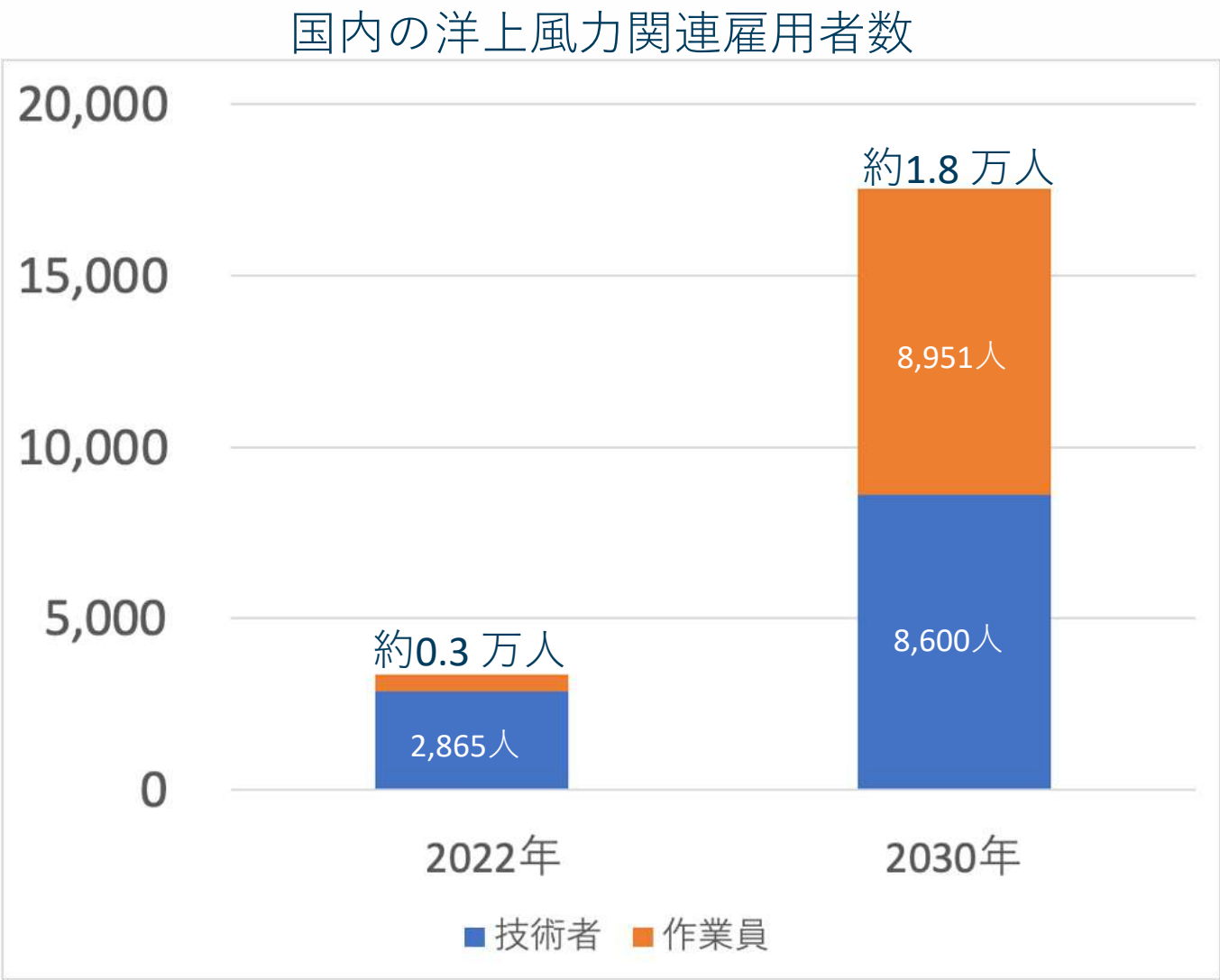
■ 日本は海洋開発人材が不足する！！

- 北海油田の最盛期 **約30万人の雇用**
 - 2030年、北海沿岸国での**洋上風力の雇用28万人** ※出所 DOBアカデミー
- 

- 日本の海洋開発技術者 **現在約3,000人**
 - **2030年、日本で必要な海洋開発技術者 約9,000人**
- 
- 人材が足りない！**

(2030年10GWの場合。2040年30GW～45GW達成には、さらに多くの海洋開発技術者が必要になる。)

洋上風力発電の拡大に伴い、関連技術者及び作業員の数が不足すると考えられている。



技術者数は日本財団推計値、
作業員数は当協議会推計値。

作業員数は、記レポートを元に推計
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_Leveraging_for_Offshore_Wind_2018.pdf

長崎海洋アカデミーの実施中のコース 全て2日間、定員20名

A-1 総論

オランダ DOBアカデミーをベースに日本マーケット向けにアレンジ

洋上風力産業の業務遂行に必要な知識を俯瞰的に幅広く、十分な深さで習得するためのコース。

A-2 事業開発

オランダ DOBアカデミーをベースに日本マーケット向けにアレンジ

プロジェクトを管理、業務遂行するための洋上風力の開発から撤去まで一連のプロセスを学ぶコース。

A-3 ウィンドファーム認証とマリンワランティーサーベイ、及び保険・ファイナンス 2日間

洋上風力での事業特有の認証や保険、リスクマネジメント、ファイナンス等を短期間で習得できるコース。
日本海事協会、東京海上日動、三菱UFJ銀行が講師を務める。

A-4 海底地盤調査・解析と洋上施工

オランダの洋上施工技術会社より提供

洋上施工の方法と留意点、使用される施工船、専用機器、環境影響への緩和策等を事例紹介やケーススタディを交えて習得。

A-5 EPCプロジェクトマネジメント

エンジニアリング協会より提供

プロジェクト全体の進め方や不測事態への対応など、想定したプロジェクトによるケーススタディで習得。

A-6 浮体式洋上風力発電 コース

オランダ浮体技術企業との共同開発

浮体式洋上風力発電のエリア選定、調査、設計、製造、施工、メンテナンス等を学ぶ。

長崎海洋アカデミーの実績

講座

31回

1回 2日間

受講者数

486人

平均 15.6人 / 定員20名

2022年8月A1 総論コースまで

2020年10月の開講からの累計

洋上風車に関わる、あらゆる業種からご受講いただいています。

50%程度が発電事業者

- ✓ 電力会社
- ✓ 総合商社
- ✓ 石油元売り
- ✓ 都市ガス
- ✓ 外資再エネ

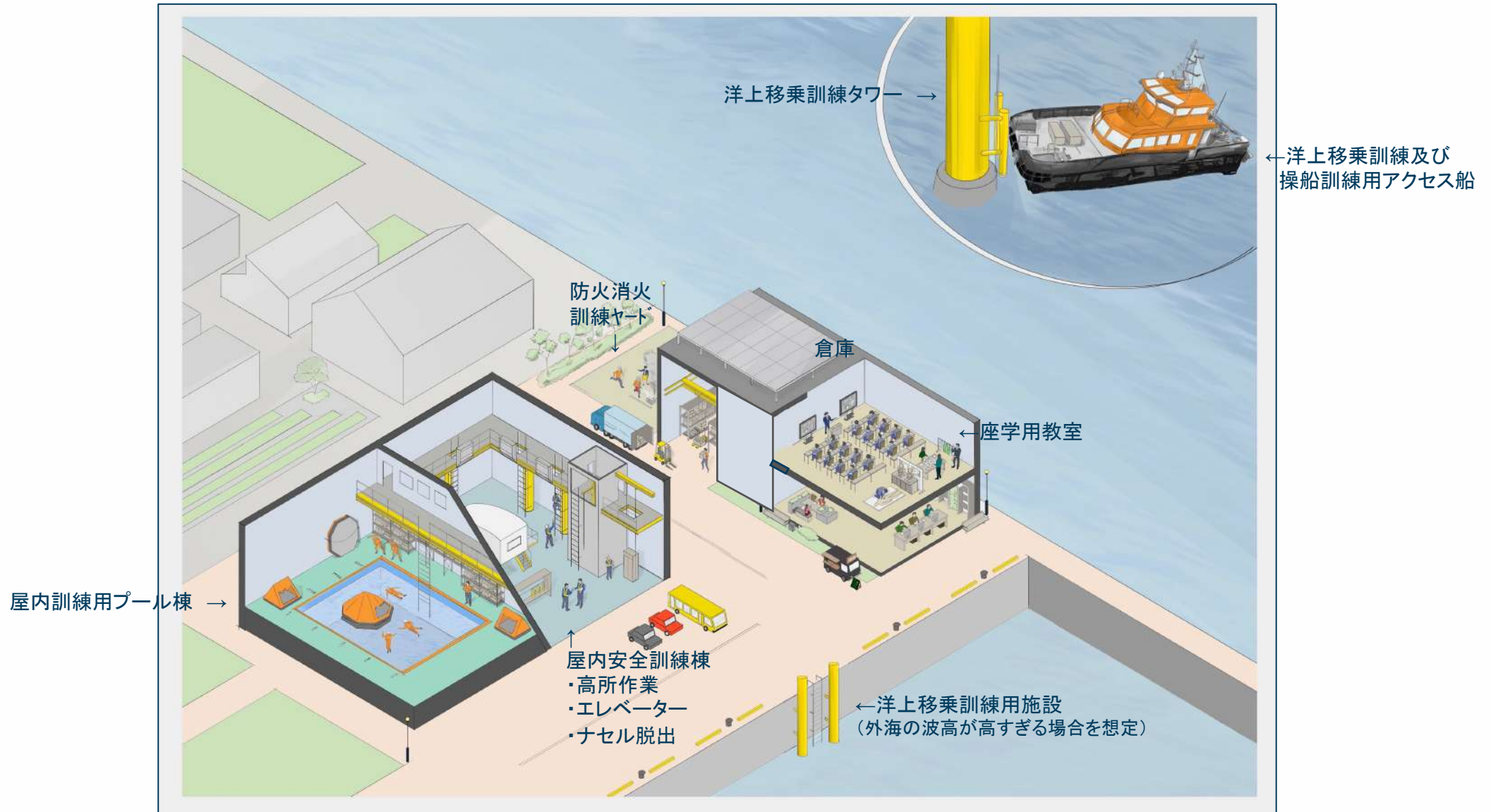
30%程度がコントラクター

- ✓ スーパーゼネコン
- ✓ 準大手ゼネコン
- ✓ マリコン
- ✓ プラントエンジニアリング
- ✓ 地域サプライヤー企業

20%程度が船関連、その他

- ✓ 商船会社
- ✓ 造船
- ✓ 金融、損害保険
- ✓ 大学教員
- ✓ 自治体職員

洋上作業員の不足の解消に向けて、長崎市内に洋上風力作業員向けの訓練施設を準備中です。



業界団体の定める安全訓練

GWO		参考：OPITO		参考：STCW	
団体名	Global Wind Organization	Offshore Petroleum Industry Training Organization	Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Sea		
業界	風力発電	オフショア石油ガス	船員		
基本安全訓練	応急処置 First Aid	●	●	●	
	マニュアルハンドリング Manual Handling	●	-	-	
	火災予知 Fire Awareness	●	●	●	
	高所作業 Working at Height	●	-	-	
	海上生存技術 Sea Survival	●	●	●	
	救命艇	-	●	●	
	安全に関する導入	-	●	-	
	個人の安全と社会的責任	-	-	●	
	ヘリコプターの安全と脱出	-	●	-	
有効期限	2年	4年	5年		

デンマークのマースク・トレーニングがGWO認証のBST (Basic Safety Training:基本安全訓練) を行うための施設。

【マースク・トレーニングの訓練施設】



海難生存技術訓練



高所作業訓練施設



ボートからタワーへの移乗訓練施設
(海難生存)



応急処置、マニュアルハンドリング
訓練用人体模型



防火・消火訓練施設



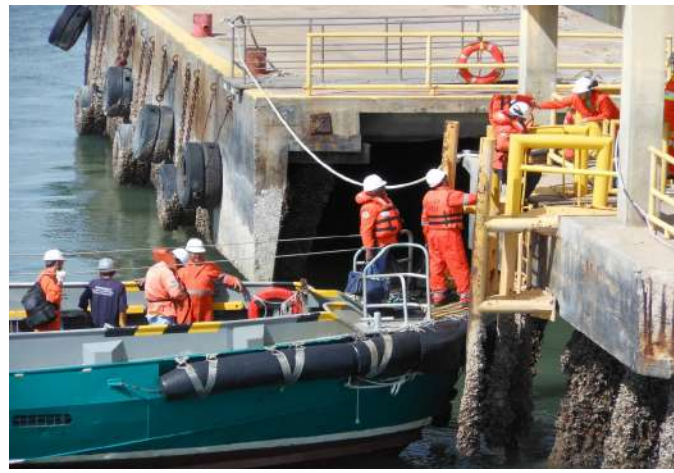
訓練用屋内プール

GWO認証のBST (Basic Safety Training:基本安全訓練) 風景

【欧州の訓練施設】



海難生存技術訓練



ボートからタワーへの移乗訓練
(海難生存)



ボートからタワーへの移乗訓練
(海難生存)



応急処置、マニュアルハンドリング
訓練用人体模型



高所作業訓練



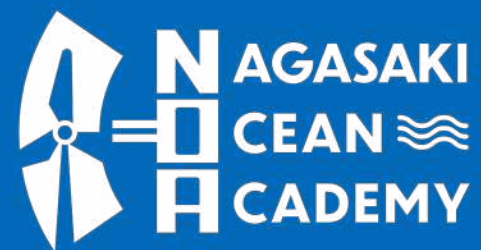
屋内プール

写真はいずれも欧州の訓練風景

まとめ



- 洋上風力発電産業は、2030年10GW、2040年45GWの巨大産業に成長。
- 調査、設計、製造、輸送、建設、O & M、破棄まで、30年程度の長いサイクル。
- 調査、ものづくり、建設、海運、港湾管理、その他サービス業、多くの業種を巻き込んで、事業が展開されていく。
- 人材不足が課題。対応が必要。



Copyright DOB-Academy 2019