

令和2年度エネルギー需給構造 高度化対策に関する調査事業

(洋上風力に係る官民連携の在り方の検討(サプライ
チェーン形成に向けた仕組みの検討等)のための調査)

最終報告書

令和3年3月31日



経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

目次

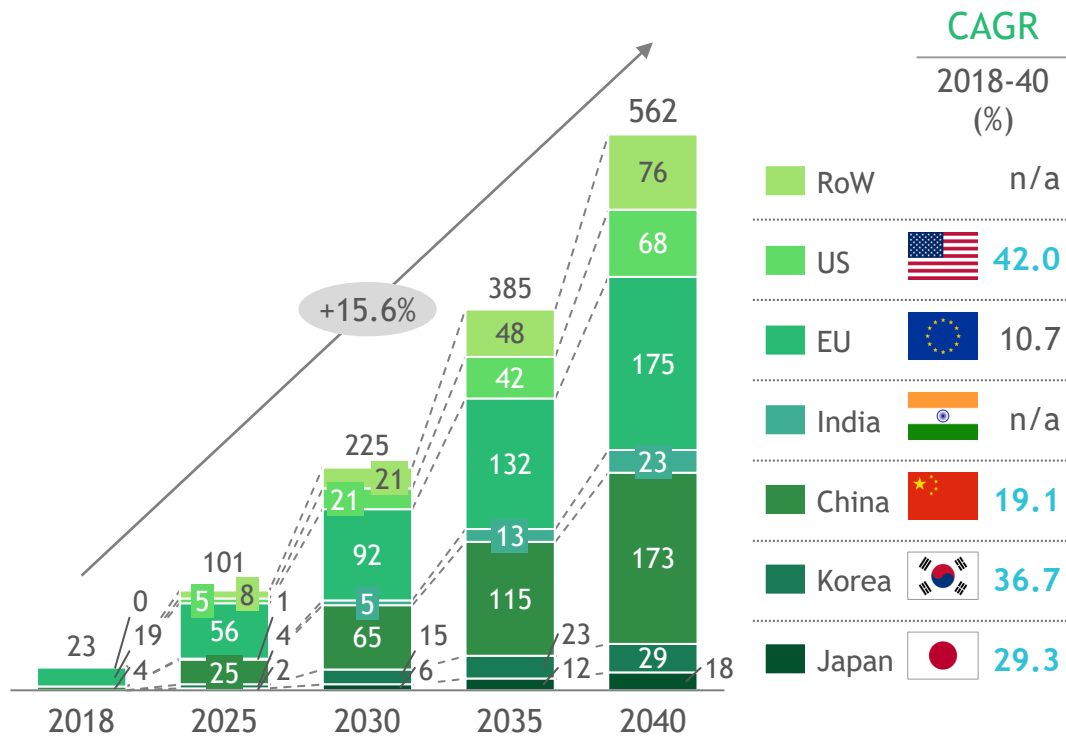
1. 洋上風力産業政策に係る各国動向
2. 国内洋上風力産業競争力強化に向けた課題と打ち手の方向性
 - 2.1) 継続的な案件形成
 - 2.2) 国内サプライチェーン構築
 - 2.3) 国内人材育成
 - 2.4) 英国: 官民連携主体



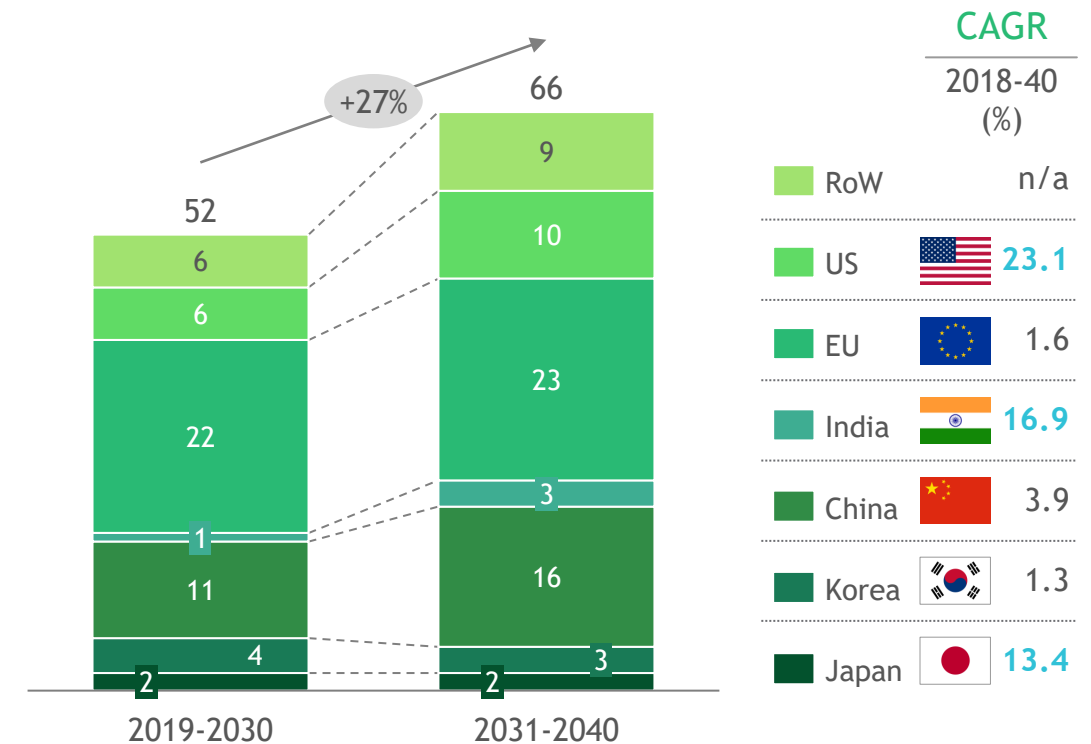
洋上風力発電は欧州を中心に導入量が拡大してきたが、 今後はアジア(日中韓)を中心に導入量・投資ともに急拡大が見込まれる

洋上風力導入量及び投資額の各国推移 (IEA: 持続可能な開発シナリオ)

導入量 (GW、IEA: Sustainable Development Scenario)

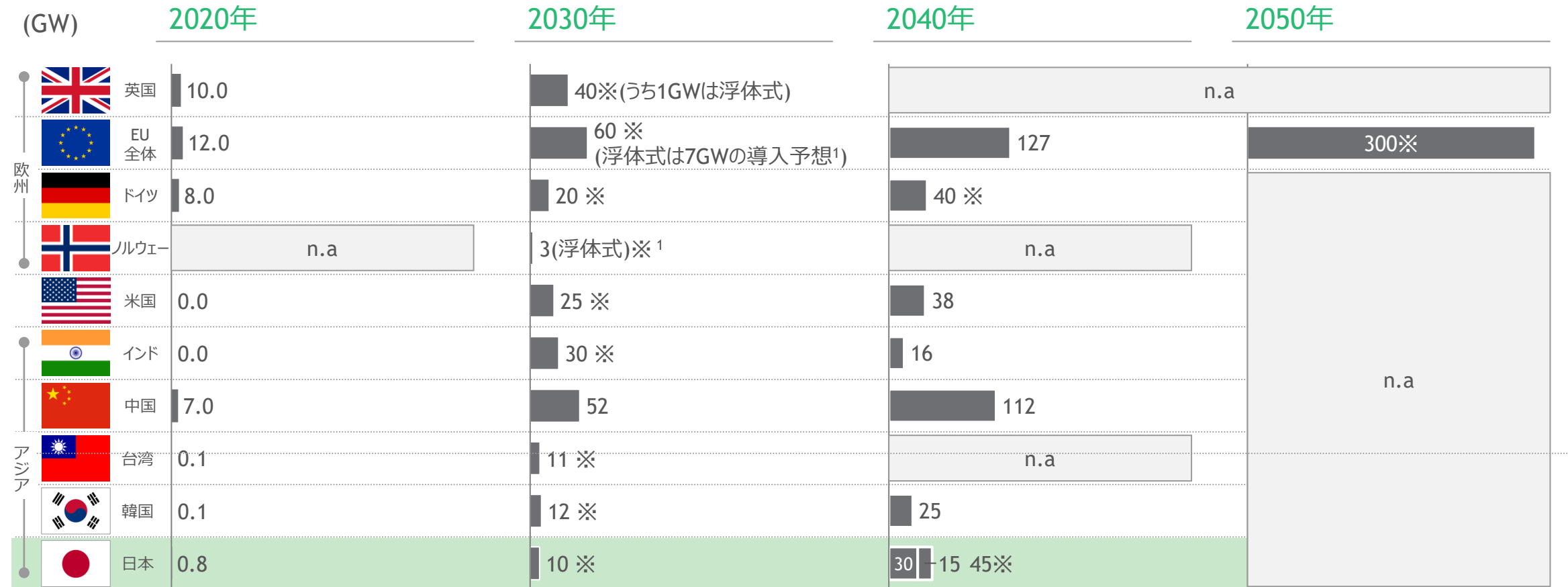


投資額 (\$billion、IEA: Sustainable Development Scenario)



欧州での過去導入実績(~2020年まで累積10GW)、他アジア諸国での導入目標を鑑みると、日本の洋上風力導入目標量10GW(2030年)、30-45GW(2040年)は魅力的な水準

洋上風力設備容量の各国導入量目標

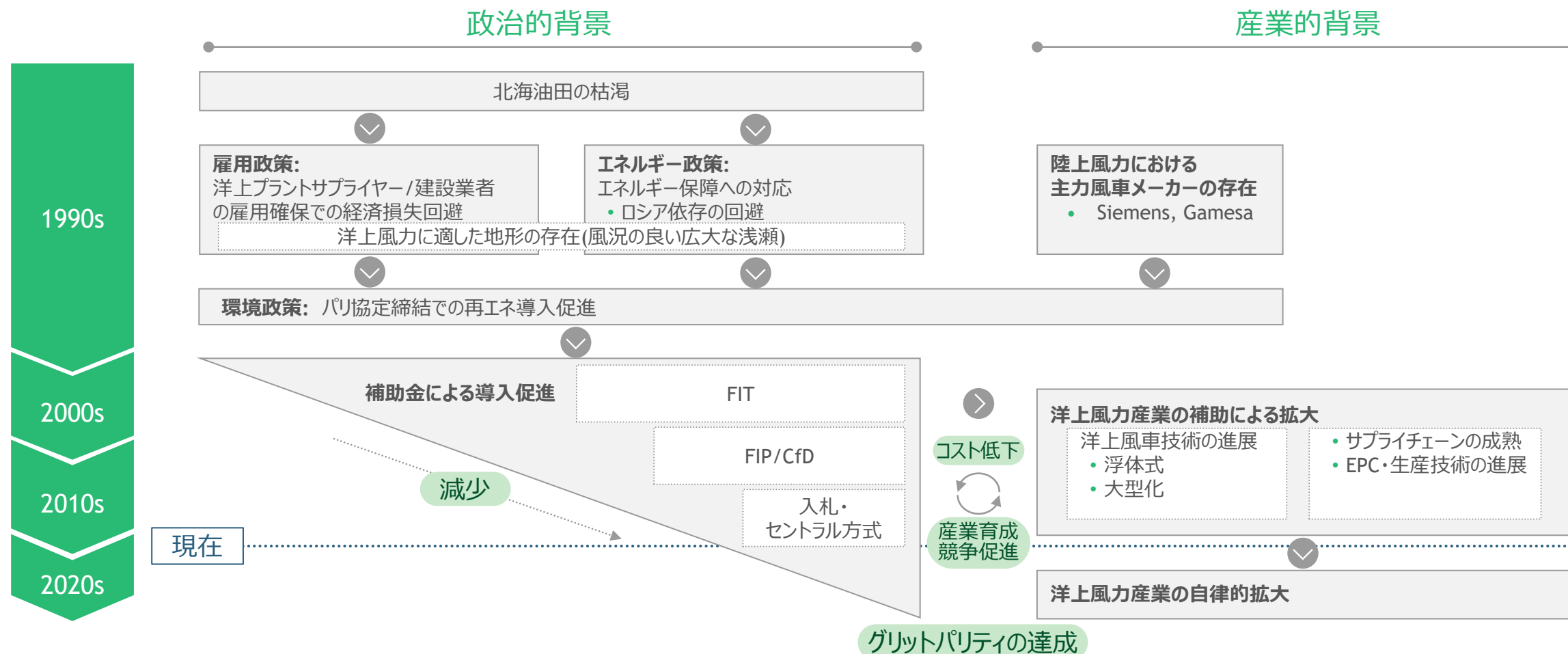


Note: 2040年EU導入見通しはUKを含む。 ※は導入目標 1.Wind Europeの予想

Source: IEA, 各種公開情報を基にしたBCG分析

欧州では、北海油田枯渇による雇用喪失回避・エネルギー保障を目的として、 環境保護の大義名分の下に、産業振興も見据えて洋上風力を推進

欧州における洋上風力発電拡大要因の時系列での整理



Note: 時間軸はおおよそのイメージ
Source: BCG分析



台湾政府は、2035年までに15GWの長期洋上風力導入目標を掲げた上で、 詳細ロードマップを提示し、FITや法改正、ローカルコンテンツ規制の政策を実施

台湾の洋上風力産業目標及び政策

洋上風力・再エネ導入目標





洋上風力 導入目標	2035年までに15GWの 導入が目標 <ul style="list-style-type: none">2025年に5.5GW、 以降2035年まで 毎年1GWずつ追加
--------------	---



脱原発をきっかけに、再エネ導入へと
舵切り

- 2016年に、2025年までに原子力
発電 (全4.9GW分) の廃止を決定
- 同時に、2025年までに電力供給に
占める再生可能エネルギーの比率を
20%に引き上げることを発表

導入促進政策の概要

 具体ロードマップの 提示	2016-25年を3フェーズに分割し、それぞれで開発計画を明示 <ul style="list-style-type: none">第1フェーズ (～'16年): モデルファーム奨励<ul style="list-style-type: none">経済部が「洋上風力モデルファーム奨励法」を発表し、法規・技術・財務等実行可能性を確認の上、'17/4に苗栗県沖にモデル発電機2基が設置第2フェーズ (～'20年): ポテンシャル海域開発<ul style="list-style-type: none">選抜と入札の2つの方法を採用し優良業者を選定して開発することで、発電コストを国際的な水準に抑え、国内にサプライチェーンを構築将来の電力買取費用を抑え、洋上風力経済の推進力とすることが狙い第3フェーズ (～'25年): ブロック開発 2025年以降についても、同様に開発計画案について発表される見込み
 FITの導入	タイパワー社と20年間電力売買契約を締結し、20年間のFITを保証 <ul style="list-style-type: none">タイパワー社 (台湾電力公司) は国営の発電事業者で、台湾全土の送配電を担う例えば、2018年のFITレートは5.8NTD/kWhとなっている
 法改正	電気事業法の改正による電力自由化の促進 <ul style="list-style-type: none">再エネ発電事業者の電力の直接販売を明示的に許可 (以前は発電したエネルギーは全てタイパワーへの販売が必須)タイパワー社の発電事業と送配電事業を分離
 現地調達への推進	台湾政府が機器の現地調達を要請 <ul style="list-style-type: none">2018年の公募案件では、外資が落札した案件について、政府の現地調達要求により海外企業と台湾企業の合弁工場の開設計画が多発

韓国政府は、再エネ推進の中核として洋上風力導入目標を2030年まで12GWに設定し、政府が産業競争力強化に向けた方策を多角度から展開

韓国の洋上風力産業目標及び政策 (1/2)

洋上風力導入目標

目標 2030年までに12GW
(RE3020より)

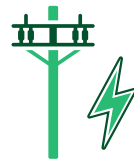
ビジョン "地元住民・水産業との
共存・共生"



様々な政府計画で低炭素化・再エネ推進を掲げており、洋上風力導入はその中核の一つに位置付け

- 2019年、第3次エネルギー基本計画で、再エネ発電割合目標を2040年30～35%に設定
- 2020年選挙で、ムン・ジェイン大統領率いる与党がマニフェストで「カーボン実質ゼロ」を表明
- ニューディール政策にて、再エネおよび関連技術で190万の新たな雇用を生み出すことを目標に掲げる

洋上風力発電法案：三大推進方策 (2020年7月)



事業者向け：
政府主導の立地発掘
と許認可の簡素化

政府主導で洋上風力発電に適した敷地を継続的に発掘

- ①地図作成：風況、規制、漁船活動、漁獲量情報等を統合・分析
 - ②検討区域発表：事業性が良く漁業の影響が少ない海域を発表
 - ③F/S実施：風況計測器、環境モニタリング機器を用い経済性・環境性調査
- 集積化団地¹制度を導入し、インセンティブを用意し自治体主導の検討区域開発を推進
- 「新再生法」を施行し、モデル事業を実施
 - 計画段階から漁協参加の官民協議会の構成を使用し関係者の意見集約を強化
 - 開発促進のために系統連系と風況計測値設置等、インセンティブを用意
- 海洋・漁業政策の整合性の向上、および、冗長な環境評価等許認可手続きの合理化



周辺住民向け：
住民理解・環境配慮

住民・漁業関係者等が望む形での洋上風力の導入推進に向けた制度や支援の拡大

- 洋上風力特性に合わせた周辺地域支援（支援金の配分に漁業への影響を考慮、等）
- 地元へのリタンの提供（住民が株主として案件参画、金融機関が漁師に利子還元）、他
- 漁業活動や通行の許可

建設・運営・撤去までの全サイクルで環境に配慮した洋上風力発電の導入

- 環境影響を最小化した工法・商品の使用（騒音や振動を最小限に抑える、等）
 - 海洋環境モニタリング義務付け、専門機関を通じた環境影響分析、原状回復義務の新設
- 住民の意見を積極的に収集するため、ガイドラインを設定



メーカー向け：
産業競争力の強化

国務調整室・関係省庁の協力強化を通じて大規模プロジェクトの早期着工をサポート

- 詳細な開発区域・導入容量を含むロードマップを作成、加えて先鋭的な系統を構築
- 大容量風力・浮体式洋上風力の技術開発・実証支援を強化し、産業競争力の強化の支援
- 併せて、必要な港湾・デモ・トレーニング・製造・人材育成等のインフラ構築も実施
- REC²比重の改編、炭素低減保証制度の新設による案件経済性向上サポートの強化

1. 集積化団地:40MW以上の再生可能エネルギー（太陽光、風力）発電施設を設置・運営するためのエリア、2.再生可能エネルギー・クレジット

Source: 各種公開情報を基にしたBCG分析



外資系事業者が参画している韓国の洋上風力プロジェクトでは、 民間企業が韓国国内の雇用・サプライチェーンへのメリットを明確に提示

韓国の洋上風力産業目標及び政策 (2/2)

プロジェクト 概要

TOTAL/GIG

仏TOTALは欧州Green Investment Groupとの共同開発プロジェクトで韓国国内の調達率を最大化することを表明

- 2社は2.3GWの浮体式洋上風力を共同開発
- 再エネや新技術を通じて190万人の新規雇用創出を目標とする政府の「ニューディール」計画に沿い、SC内で韓国の国内調達率を最大化
- GIGは、蔚山市と、地元メーカーのHESIとユニゾン、韓国東西発電、KEPCO-ENCを含む18の組織、及び蔚山テクノパークと蔚山大学を含む多くの研究開発組織とMoUに署名
 - MoUは、蔚山の洋上風力発電の促進、地域の技術開発、新しい雇用創出に協力すると表明

Ørsted

Ørsted は仁川市沖で多くの投資・雇用を生み出す開発計画を発表

- 最大1.6GWの潜在容量を持つ韓国の洋上風力プロジェクトで、140万世帯への提供が可能
- これらの韓国の旗艦プロジェクトは、数兆ウォンの投資をもたらし、経済活動の活性化、質の高い雇用の創出に繋がると開発者は分析
- 許可、韓国エネルギー会社とのオフテイク契約、および最終的な投資決定を条件として、プロジェクトは2026年以降に委託される可能性

韓国経済への 影響に関する コメント

“ 韓国政府のグリーンニューディール計画を支援し、経済の活性化と、韓国のグリーントランジションを通じた雇用創出の支援のために、韓国企業や地元の労働者と可能な限り協力することを約束

—GIGグローバルヘッド、Mark Dooley

“ 世界およびアジア太平洋地域での洋上風力開発における経験と比類ない実績に基づき、韓国政府および地元のステークホルダーとの長期的なパートナーシップ構築に従事

—Ørsted Asia Pacific President、
Matthias Bausenwein



中国政府は、2060年までのカーボンニュートラルを掲げており、洋上風力含む再エネ導入促進に向けて、政府による案件形成や税優遇・補助金、FIT導入を実施

中国の洋上風力産業目標及び政策

洋上風力・再エネ導入目標

洋上風力導入目標 2020年1,000万kW着工、500万kWの完成を確保
(再生可能エネルギー13次5ヶ年計画)

原則 "統一的に計画し、集中と分散を同時に実施し、陸上と海上を同時に推進し、効果的に利用する"

2030年までにCO2排出のピークアウト及び2060年までにカーボンニュートラルの達成という新たな目標を発表

導入促進政策の概要 (2019-20年施策)


政府案件形成支援
(開発地域特定・推進)

風力発電開発のマッピングを実施し開発の進め方を調整・最適化

- 「三北」地域から中部・東部地域に、分散型風力発電を積極的に開発
- 中部・東部地域、南部地域での資源探査・開発を強化し、分散型風力発電の開発を優先し、低圧側系統連系と近接消費を実現する


FIT導入

洋上風力発電に対し、0.75-0.85元/kWのFITを保証

- 但し、技術進歩と発電所建設・運営ノウハウの成熟により、グリッドパリティが達成されているケースも散見されており、2022年でFITが終了する可能性も存在


地方政府による出資

地方政府が特別基金の設立等出資者としての産業後押しを実施

- 例: 洋上風力発電ビッグデータセンターの設立、等


税金の免除・優遇

特定注力地域では、企業所得税や増値税の減免等実施

- 2020年風力発電機セットの最優遇国税率は8%、2020年の暫定税率は5%
- (広東省) 製造業者・開発企業に係る企業所得税を1~3年免除、4~6年半額 (三免三半)
- 特定注力地域は江蘇省、福建省、広東省


補助金の提供

- 「再生可能エネルギー価格の追加補助金資金の管理措置」にて2021年の再生可能エネルギー電気料金の追加補助金資金を表明

米国では、州単位で目標設定の上、洋上風力開発を推進しており、西海岸各州は緩やかに開発着手した一方で、東海岸各州は案件開発や政策強化を推進

米国の洋上風力産業目標及び政策

西海岸側

開発推進やゾーン特定に動く州も複数あるが、導入予定や目標は未定

オレゴン州 (0 MW | なし)

- 州と連邦の合同タスクフォースが、連邦海域での開発計画を継続
- 2040年までの再生可能エネルギーRPS 50%は、2016年以降変更されていない

ハワイ州 (0 MW | なし)

- オアフ島には2つのコールエリアがあり、州は帳簿上の100%のRPSを保有しているが、2019年連邦政府と州政府の間の継続的な調整は、深海を含め最小限
- 島間伝送の欠如が、大規模なプロジェクト構築の大きな妨げ

ワシントン州 (0 MW | なし)

- 2019年5月、州は2045年までに100%グリーンエネルギー基準を可決。これにより、電力会社は新たな義務を果たすために様々な技術に目を向ける予定
- 一方で、州は洋上風力を支援する特段のアクションをとっていない

カリフォルニア州 (0 MW | なし)

- 州と連邦の合同タスクフォースが、3つのコールエリアを含む潜在的な開発ゾーンの特定に取り組み
- Monterey Bay Community PowerとCastle Windは8月に1GWのPPAを締結する意向を示す覚書に署名

東海岸側

多くの州で案件契約の決定や導入目標設定がされ、具体的な案件形成が進む
規制当局の案件承認や州のイニシアチブ発足等、政策面でも前進した動き

メイン州 (12MW | 2030年までに5GW(目標))

- 2050年までに新たにRPS 100%を採択
- 規制当局に12MWの浮体式パイロットプロジェクトを承認するよう指示し洋上風力イニシアチブを開始する等2019年に大きく前進
- 一方で、深海や送電の混雑等の障壁は残っている状況

マサチューセッツ州 (1.6 GW | 2035年までに3.2 GW (混合)¹)

- 州のユーティリティーは、83C 2の勧誘でメイフラワーウィンドの804MWの「低コストエネルギー」プロジェクトを選択したことで、別のベンチマークとなる低価格を設定
- 一方で、このコスト注視は、投資視点を犠牲にしている可能性

ニューヨーク (1.8 GW | 2035年までに9 GW)

- 2019年に2035年までに9GWのマンデート(米国最大)と100%グリーンエネルギー基準を採択
- 7月に1.8GWの大規模な契約を発表(COVID-19により次回募集が遅延)

ニュージャージー州 (1.1GW | 2035年までに7.5GW(混合)¹)

- 2019年6月に最初のOREC公募を終了し、オーステッド社の1.1GW洋上風力プロジェクトに1件の入札
- 2020年から地域温室効果ガスイニシアチブ(RGGI)の規制枠組みに再参加

State name (contracted | offshore specific mandate¹)

バージニア州 (12MW | 2034年までに5.2GW)

- 2020年4月に民主党が州政府を統一的に支配
- 新たに、100%カーボンフリーのエネルギー基準、5.2GWの洋上風力発電事業の切り分け、ドミニオンが所有する2.5~3GWのプロジェクトを規制当局が承認する方向性が提示

コネチカット州 (1.1GW | 2030年までに2.3GW)

- 2GWの義務化を可決し、近隣のマサチューセッツ州やニューヨーク州と一緒にマルチ・ギガワットの要件を設けている
- 案件募集では、連邦政府のITC資格を持つVineyard Wind社の804MWパークシティ・プロジェクトに決定

ロードアイランド州 (400 MW | なし)

- 米国初の洋上風力発電所が稼働していることから、政策立案者はこの分野を支持しており、州は陸上支援施設の提供を目指す
- しかし、明確な規定はなし

メリーランド州 (368MW | 2030年までに1.6GW)

- 知事を無視し、立法府が2030年までに州のマンデートを1.6GWに増加。同法では、すでに契約済みの368MWに加えて、1.2GWをオンライン化するためのスケジュールを段階的に設定
- 最初の2つのプロジェクトは、少なくとも2023年まで延期される

ノースカロライナ州 (0 MW | なし)

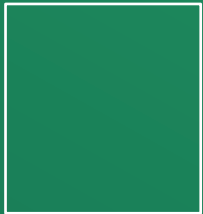
- 民主的な知事と共和党の立法府の分裂が政策立案を妨げ
- 予算が不足する中、知事は洋上風力研究への資金提供を前進
- ノースカロライナ州のRPSは2021年にトップアウト

1. (目標)以外は拘束力を持つ。(混合)マサチューセッツ州は2027年に1.6GW、2027年までに1.6GWの義務化に加え、2035年までに1.6GWの目標を設定。ニュージャージー州は、2030年までに3.5GWの義務化と、2035年までに4GWの目標を行政命令で設定。ITC = Investment Tax Credit投資税額控除。RPS = Renewables Portfolio Standard再生可能エネルギー利用割合基準制度

Source: 各種公開情報を基にしたBCG分析

目次

1. 洋上風力産業政策に係る各国動向
2. 国内洋上風力産業競争力強化に向けた課題と打ち手の方向性
 - 2.1) 継続的な案件形成
 - 2.2) 国内サプライチェーン構築
 - 2.3) 国内人材育成
 - 2.4) 英国: 官民連携主体



欧州セントラル方式では、政府がゾーニング、国営送電系統運用者(TSO)が入札までの調査を実施することで、開発リスクを軽減する仕組みを構築し、継続的な案件形成を促進

継続的な案件形成に向けた欧州各国のセントラル方式動向

セントラル方式の概要・背景

仕組み概要





- 政府が長期的・挑戦的な導入目標を掲げ、洋上風力の開発区を定め、系統接続や各種許認可等の必要な手続きをTSO(Transmission System Operator: 送電系統運用者)と連携して実施
- その上で、規定開発区での発電事業者を入札で決定

導入背景

- 政府及びTSOが開発に係る調査・許認可を担うことで、民間事業者の開発リスクを低減し、継続的な案件形成を促進
- 持続的な需要形成によって、風車大型化や効率的な施工等の次世代技術開発も促進

欧州各国のセントラル方式導入モデル

■ : 政府機関 ■ : TSO (送電系統運用者) ■ : 民間開発事業者

		ゾーニング	地元調整	風況調査	海底・海象調査	環境アセス	系統		港湾
							系統割当	系統連系	
セントラル方式	 オランダ	政府 (経済・気候政策省)	政府 (経済・気候政策省)/ TSO	TSO (国営送電事業者TenneT)					対象外
	 デンマーク	政府 (エネルギー省)	政府 (エネルギー省)/ TSO	TSO (気候エネルギー省下部組織Energinet)				TSO/ 開発事業者	
	 ドイツ	政府 (連邦海運・水路庁)	開発事業者	政府/開発事業者		政府	TSO (TenneT、50Hertz Transmission)		
(参考) デセントラル =民間主導	 UK	政府 (Crown Estate)	政府/ 開発事業者	開発事業者		TSO/ 開発事業者	開発事業者		

セントラル方式概要: オランダ

- 2015-2019年にかけて毎年700MW (350MW×2か所) の入札を実施、合計3.5 GW (10か所) が契約獲得
- 2020年以降は1GW/年に導入ペースを引き上げる予定

✓ 実施者/リスク負担者



デンマークでは、オランダ同様に政府がゾーニング、国営TSOが地元調整や調査・系統整備を行う仕組みだが、今後は事業者が系統整備の責任を担う方針へ転換中

セントラル方式概要: デンマーク

セントラル方式の概要

制度・法律導入時期

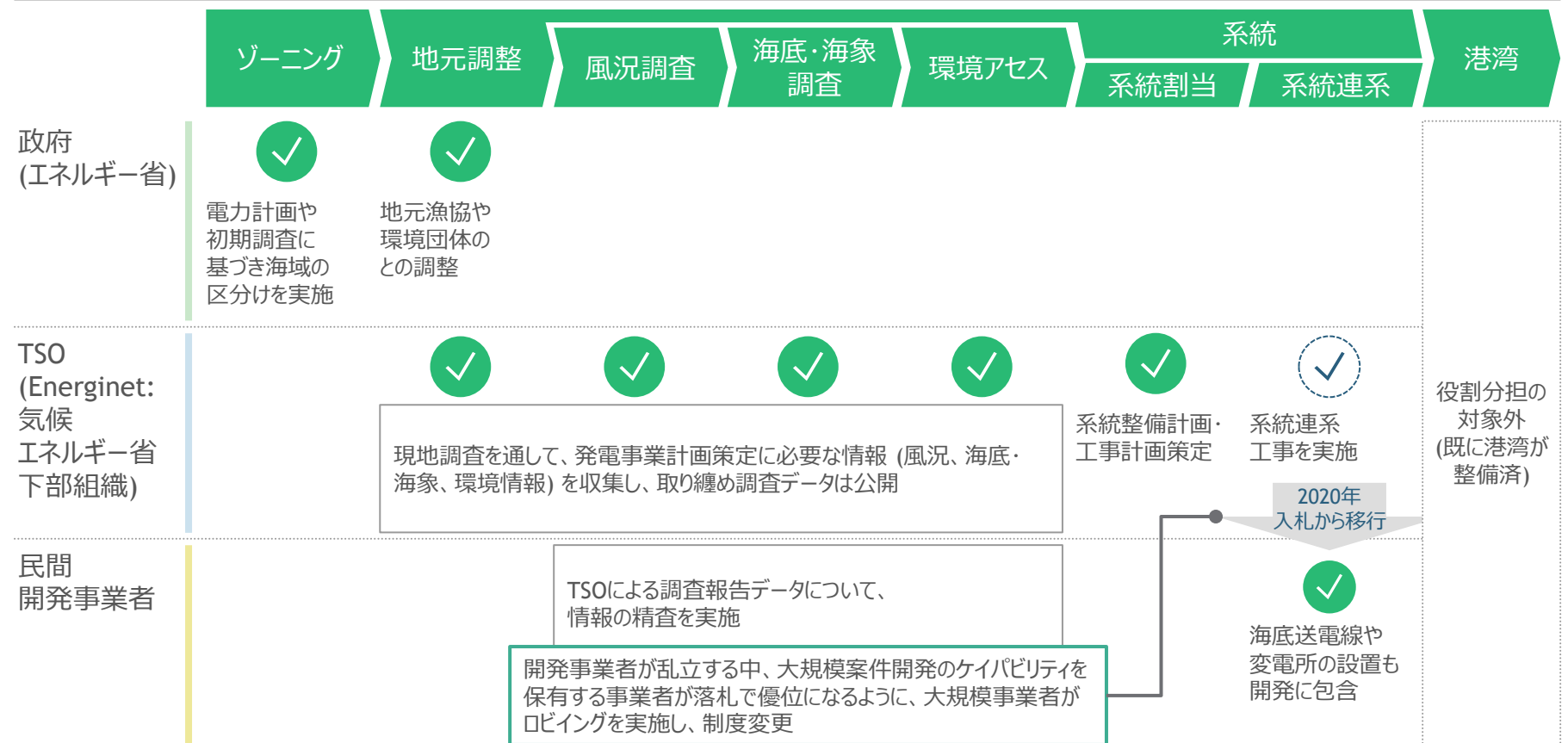
- 2012年3月:
基本方針(DK Energy Agreement)に基づき、政府が案件開発し、事業者入札を開始するプロセスが整備
- エネルギー庁が入札プロセスを一貫して管理し、他省庁とのやり取りを一手に引き受けるOne Stop Shopサービスを提供

実案件への提供件数/時期

- 2015年春にHornes Rev (400MW)、2016年秋にKriegers Flak (600MW) がこれまでより大幅に低い価格で落札

政府・民間の責任分担

✓ 実施者/リスク負担者



デンマークでは、エネルギー庁主導の下、関連当局や専門家委員会が候補地の洗い出しに資する関連調査や候補地の経済性評価、サイト決定に向けた調整を実施

ゾーニングプロセス概要: デンマーク

調査母体の概要

Spatial Planning Committee for Offshore Windがゾーニングを実施

- 創設: 1995年
- 目的・役割:
 - 洋上風力発電所及び関連する送電網の計画的かつ協調的な開発を確保する
 - 洋上風力発電所のための、自然や他の海域利用への影響が少なく、洋上風力の収獲に適していると予想される立地の創作
 - (計画時以外は、休眠状態)
- 参画メンバー:
 - デンマークエネルギー庁が主導
 - 政府: 自然環境、海上安全、航行、海洋資源採取、視覚的利益、送電網の条件を担当する政府当局
 - 他専門家: 風力発電、タービン、基礎、グリッド技術の技術分野

ゾーニングプロセス

1 候補地の洗い出し



GISマップに現在の未使用海域をマッピングした上で、当該地域を自然条件を分析し、有用な場所を特定

- 海軍・航空航法、環境・景観保護による規制状況や、送電系統等での既存使用状況を確認
- 岸までの距離・風速・水深で、洋上風力に適した地域を特定

2 候補地の評価



洋上風力設置と操業で予想されるコストに応じて評価

- 最大の風速と最低の建設コストから可能な限り最大の経済的利益を得るために、風力発電と送電網の計画的かつ調整された拡大を重視

3 合意形成



残りの海洋当局と陸上の影響を受ける自治体との間で協議さらに、必要に応じて近隣へのヒアリングや調整を実施

ドイツでは、政府が予備調査等を実施の上、民間事業者に情報を開示し、追加調査については案件落札した民間開発事業者が実施

セントラル方式概要: ドイツ

セントラル方式の概要

制度・法律導入時期

- 2017年1月:
連邦ネットワーク庁が、入札、計画、許認可手続きを定めた洋上風力エネルギー法 (WindSeeG) を施行

実案件への提供件数/時期

- 2017年4月:
計4件、1.49GWが契約を獲得
 - 内3件は政府補助金なし
- 2018年4月:
計6件、1.61GWが契約を獲得

政府・民間の責任分担



ドイツでは開発フェーズの海象・海域予備調査をBSH(連邦海事・水路局)が実施し、建設フェーズの本調査は事業者が実施

セントラル方式: ドイツにおける開発/建設フェーズの調査内容

	Purpose and objective of exploration	Type of exploration	Work steps/supporting documents	
開発フェーズ	<ul style="list-style-type: none"> Preliminary investigation of the area Site selection and preliminary planning of structures The preliminary investigation aids decision-making as to whether the planned offshore structures can be built with regard to the ground conditions, and if necessary also which general requirements are essential for the foundation concepts, the foundation structure and the construction process and which measures are important for site investigations. Fundamentals for invitations to tender on foundation planning and construction 	<ul style="list-style-type: none"> Review, assessments and evaluations of available supporting documents Geological survey in the entire area of the construction site Preliminary geotechnical investigations, i.e. representative exploration by means of direct and indirect exposures (a coarse grid over the construction site) and representative determination of the essential parameters and characteristics of the ground conditions. 	<p>セントラル方式の予備調査スコープ</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluation of available supporting documents; Geological survey; Preliminary geotechnical investigations (drilling and/or probing, laboratory and/or field tests); Supporting documents to be submitted with the design basis and the preliminary design: Geological report, Preliminary geotechnical site investigation report, Soil and foundation expertise (Development phase). 	政府 (BSH on behalf of BNetzA)が予備調査として実施
建設フェーズ	<ul style="list-style-type: none"> The scope of the geotechnical investigation and studies, and the choice of investigation methods is determined by the type, size and importance of the construction of the wind energy plants/substations, the uniformity of the structure of the ground conditions, the morphology of the seabed and existing ground types. The area under investigation must also take possible deviations from the plan into account with regard to the location of structures. The structure of the ground conditions and the sediment characteristics must be individually recorded for each construction site. 	<ul style="list-style-type: none"> Review and assessing available supporting documents; Direct explorations by drilling at the sites of the offshore structures; Indirect explorations by probing at the sites of the offshore structures; Laboratory tests via sediment samples on sites 	<ul style="list-style-type: none"> Main geotechnical investigations (drilling and/or probing, laboratory and/or field tests); Supporting documents to be submitted in connection with the basic design: Main geotechnical site investigation report, Soil and foundation expertise, (Construction phase) Supplementary report regarding soil behavior under cyclic loading, Evidence on the geotechnical and structural safety and suitability for use 	事業者が本調査として実施

Source: Umwelt Bundesamt "Presentation Comparison of Site Investigation Methods for Offshore Wind Energy in the European North Seas Countries in the Context of the EU North Seas Energy Cooperation Final Report"

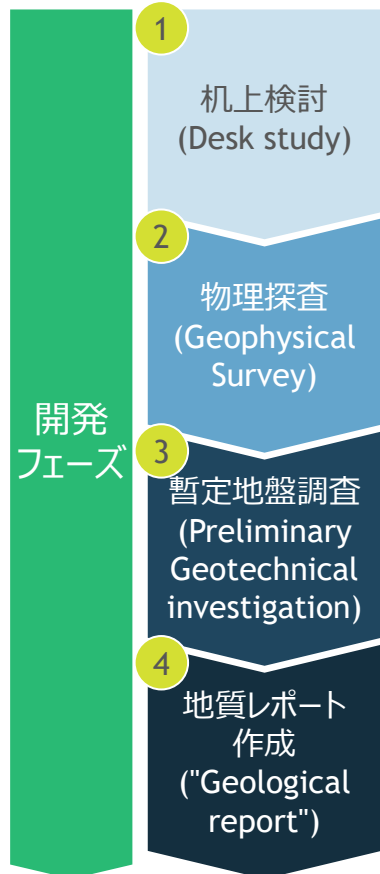
ドイツでの予備調査は、「①机上検討」「②物理探査」「③暫定地盤調査」「④地質レポート作成」の4ステップで実施

セントラル方式: ドイツにおける開発フェーズの予備調査概要

予備調査プロセス

予備調査概要

予備調査実施主体



- 海中での音速プロファイル含む海底プロファイル調査
 - "Sub-bottom profiler survey including sound velocity profile"
- シングルチャンネル反射法地震探査
 - "Single channel seismic survey"
- マルチチャンネル反射法地震探査
 - "Multi channel seismic survey"
- ボーリング調査(10拠点程のサンプル調査)
 - "Boreholes"
- 簡易貫入試験地盤調査
 - "Cone penetration testing (CPT)"
- 地盤試験
 - "Geophysical testing at boreholes or CPT locations"
- 室内試験
 - "Laboratory testing"

物理探査及び暫定地盤調ローデータ及びレポートは、入札者に広く開示

BSHからの要請を受けて、独立エキスパート ("Suitably qualified & independent geotechnical expert") が予備調査をリード

- "Plans the preliminary geotechnical site investigation and the main geotechnical site investigation"
- "Accompanies the execution of the preliminary geotechnical site investigation and the main geotechnical investigation"
- "Prepares the geotechnical site investigation report"
- "Prepares the soil and foundation expertise report"

(参考) 予備調査における「2 物理探査」の詳細実施内容



海中での
音速プロファイル含む
海底プロファイル調査

- Maximum cruising speed relative to ground < 4 kn
- Investigation of the upper approximately 15 m of the ground
- The allowable lateral deviation from the pre-defined survey lines is limited to 10 m
- The required recording window is 35 ms from seabed level
- To ensure sufficient quality of the recorded data the survey can be carried out up to a maximum significant wave height 1.5 m
- Data processing: transformation into SEG Y data exchange format



シングルチャンネル
反射法地震探査

- Maximum cruising speed relative to ground < 4 kn
- Maximum offset between source and receiver perpendicular to direction of travel < 10 m, in direction of travel < 5 m
- Investigation of the upper approximately 30 m of the ground
- The allowable lateral deviation from the pre-defined survey lines is limited to 10 m
- The required recording length is 250 ms
- To ensure sufficient quality of the recorded data the survey can be carried out up to a maximum significant wave height 1.5 m
- Data processing: transformation into SEG Y data exchange format



マルチチャンネル
反射法地震探査

- Maximum cruising speed relative to ground < 4 kn
- Investigation of the upper approximately 100 m of the ground
- Maximum offset between source and nearest receiver perpendicular to direction of travel < 10 m, in direction of travel < 10 m
- Maximum offset between source and farthest receiver perpendicular to direction of travel < 10 m, in direction of travel < 10 m
- The allowable lateral deviation from the pre-defined survey lines is limited to 10 m
- The required recording length is 500 ms
- To ensure sufficient quality of the recorded data the survey can be carried out up to a maximum significant wave height 1.5 m
- Data processing: transformation into SEG Y data exchange format

(参考) 予備調査における「3 暫定地盤調査」の詳細実施内容



ボーリング調査

- 10 borehole locations with soil sampling according to DIN EN ISO 22475-1
- Target depth for geotechnical investigation is 80 m below seabed



簡易貫入試験地盤調査

- 10 CPT locations, CPT according to DIN EN ISO 22476-1, the location of each CPT shall be as close as possible to the belonging borehole
- Various modes: continuous from seabed, down-the-hole
- Target depth for cone penetration testing is 80 m below seabed



地盤試験

- Geophysical testing at 10 locations, either at the CPT locations or at the borehole locations
- Measurement of P-wave velocity, in case of dense soil or rock material, additional measurement of S-wave velocity
- Target depth for geophysical testing is 80 m below seabed



室内試験

- Pocket penetrometer test, 5 tests at each of 100 samples
- Particle size distribution by dry sieving analysis according to DIN EN ISO 17892-4, 175 tests
- Particle size distribution by wet sieving according to DIN EN ISO 17892-4, 17 tests
- Particle size distribution by combined sieving and sedimentation according to DIN EN ISO 17892-4, 33 tests
- Particle size distribution by sedimentation according to DIN EN ISO 17892-4, 17 tests
- Particle shape according to DIN EN ISO 14688-1, 60 tests
- Water content according to DIN EN ISO 17892-1, 45 tests
- Atterberg limits according to DIN EN ISO 17892-12, 50 tests
- Shrinkage limit according to DIN 18122-2, 50 tests
- Lime content according to DIN 18129, 122 tests
- Loss of ignition (organic content), DIN 18128, 61 tests
- Bulk density according to DIN EN ISO 17892-2, 160 tests
- Particle density according to DIN EN ISO 17892-3
- Density of non-cohesive soils for maximum and minimum compactness according to DIN 18126, 28 tests etc.

UKでは、Crown Estate(国営資産運用会社)がゾーニングを実施するが、 風況/海底/海象調査、地元調整、系統/港湾調整等はすべて民間開発事業者が実施 デセントラル方式の概要: UK

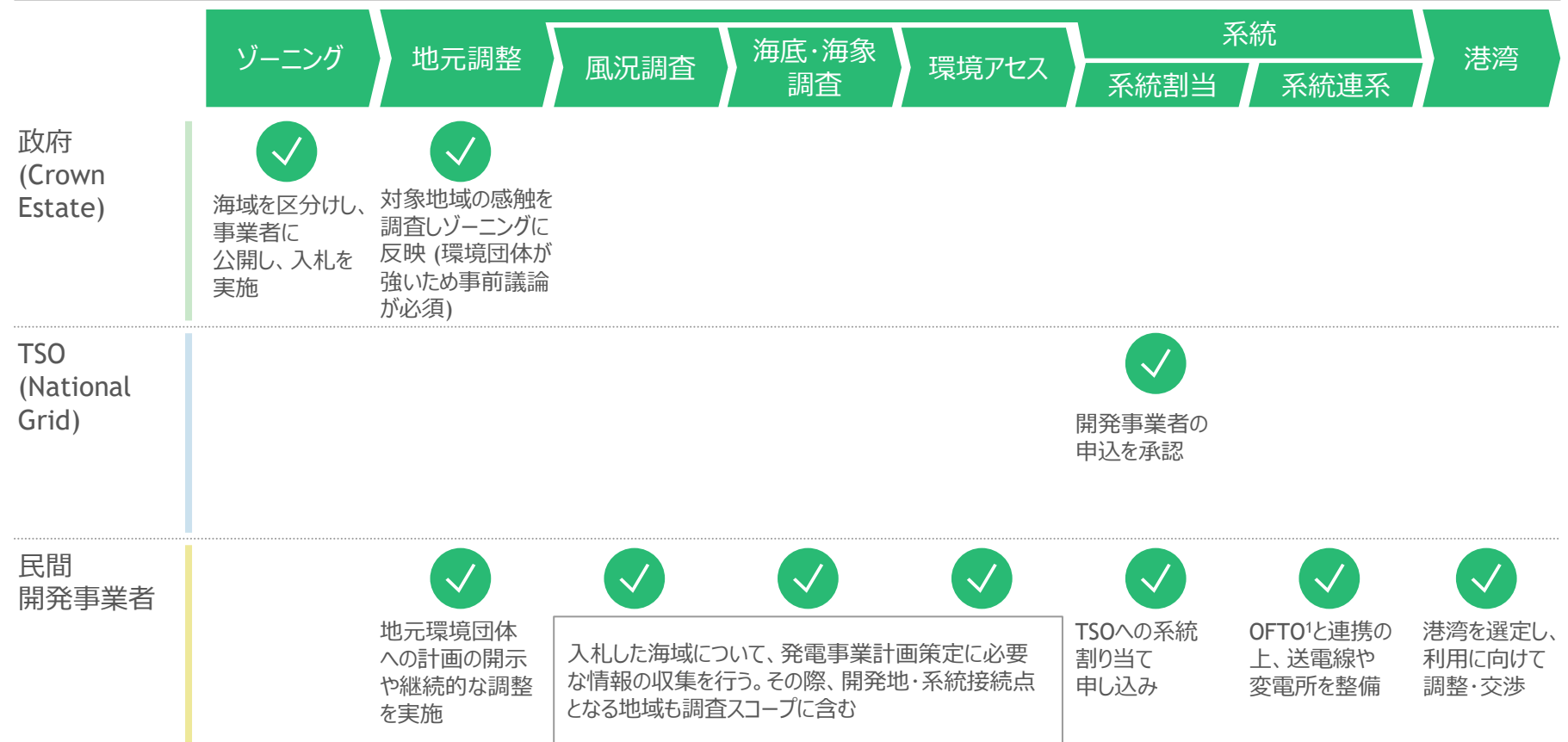
デセントラル方式の概要

関連方針導入時期

- 2008年:
「計画法 (The Planning Act)」で、100MW以上の洋上風力を国家として重要性が高いインフラPJとして認定し、許認可や利害調整を円滑に進める制度を適用開始
- 2019年3月:
洋上風力発電産業戦略 (Offshore Wind Sector Deal) を策定
 - 目標として、2030年までに洋上風力産業のコストに占める英国内の調達率を60%まで引き上げること、および従事する女性労働者の割合を3分の1以上に引き上げることが掲げられる

政府・民間の責任分担

✓ 実施者/リスク負担者



UKでは、Crown Estateが自然条件を分析、独自ツールを活用して制約条件の優先順位付けを実施して、有望開発エリアを区分・特定し、ゾーニングを実施

ゾーニングプロセス概要: UK

ゾーニングの前提条件

- 経済的に最も好条件で比較的配慮すべき制約が少ない着床式基礎を想定して適地を検討
- 風車の大きさや配置、プロジェクトのサイズについての前提条件は設定しない
- 洋上での配置の検討は行うが、エクスポートケーブルや陸側のインフラは検討対象外
- イングランド、ウェールズ、北アイルランドの海域について検討

概要

1. Technical Resource model

- 案件実現性を高めるため、モナパイル・ジャケット式等の着床式基礎を念頭に**自然条件の分析を実施**

2. Exclusion model

- 既存インフラや権利、安全衛生、政策的理由等「**ハード制約**」で**利用が実現不可能なエリアを除外**

3. Restriction model

- 経済・環境・社会の観点での利害関係により利用が制限される「**ソフト制約**」を構造化し、**重みづけを行う**

4. Area characterization

- 制約が小さい上位50%に絞り込む。海洋計画の境界線や制約タイプの類似性を加味し**18エリアに分割、各エリアの詳細を検討・分析**

評価項目・詳細

下記の項目で着床式の事業実施可能な自然条件を特定

- 水深: 5~60m
- 第四紀層の厚さ: 厚いか薄いか、で判断
- 岩盤の岩質: Igneous, Palaeozoic, Metamorphic以外か
- アクセシビリティ: 使用限界波高2.5mで80%以上作業できるか

以下の条件で非適地を除外:

- ① 既設インフラが存在する
- ② 開発にあたって安全面が危惧される (IMO航路、オイル&ガスの安全区域等)
- ③ 既に他の海底利用許可を与えている

- 総合的な制約の大きさを階層分析法 (AHP) Belton Gear モデルを活用して判断
- 4階層に分け、階層毎に洋上風力開発への影響の程度やその根拠の確からしさに合わせて重みづけを行ったうえで、重要度に応じた配点を設定
- その配点を基に同じ階層における項目の相対評点を設定

18エリアで追加項目を調査検討

- (詳細は次ページ)
- 各サイト候補について、2つの観点で5段階評価
 - **Receptor Rating:** 各項目の検討結果として及ぼし得る悪影響があるか、ある場合その影響低減が可能かどうか
 - **Area Rating:** 各項目の組み合わせによって、サイト全体の開発に及ぼし得る影響の大きさ

Crown Estateが400万ポンドを投じて独自に開発したGISツール Marine Resource System (MaRS) が用いられている

UKのゾーニングプロセスでは、各ステップで詳細要件を設け、有望開発エリアを絞り込み

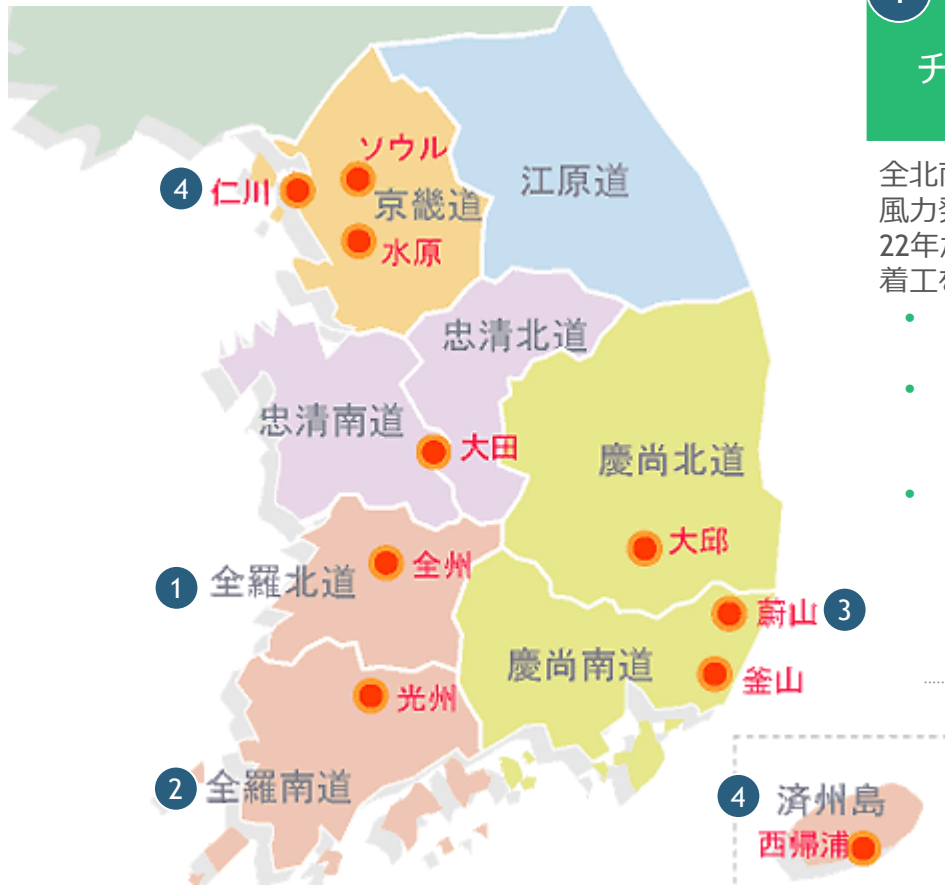
ゾーニングプロセス詳細: UK

1. Technical Resource model	2. Exclusion model	3. Restriction model	4. Area characterization
<p>下記の項目・条件で分析</p> <ul style="list-style-type: none"> 水深: 60m (天文最低潮位) を超える場合、経済性・技術的実現性の観点から不適格。5m (天文最低潮位) に満たない場合、過去の英国案件の実績から、据付が困難且つ運転リスクが高まる 第四紀層の厚さ: 薄いほどドリル機材が高価で据付コストが高くなる 岩盤の岩質: ドリル所要時間に影響 アクセシビリティ: 使用限界波高2.5mで80%以上作業可能との前提で検討。洋上作業効率に関わるため、建設費用、O&M費用に影響 <p>風況と離岸距離は、以下の理由により Technical Resource Modelに含まず</p> <ul style="list-style-type: none"> 送電設備への設備投資費、ロジスティクス/O&M費、送電ロス等の観点から離岸距離はプロジェクトの採算性に大きな影響を与える 一方で一般的に風況は離岸距離が長いほど良い場合が多く、更にある特定の風況化における純設備使用率は、採用するテクノロジーによって異なる 	<p>以下の非適地を除外</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 既設インフラが存在するエリアを除外 ② 開発にあたって安全面が危惧されるエリアを除外 <ul style="list-style-type: none"> IMO航路、オイル&ガスの安全区域等 ③ 既に他の海底利用許可を与えているエリアを除外 <p>ただしCCS等、併設可能と考えられるものは除外対象から外し、Restriction Model (ステップ3) の要素としている</p>	<ul style="list-style-type: none"> 経済・環境・社会の観点でそれぞれ利害関係により利用が制限される項目 (ソフト制約) を洗い出し、各項目に基づいて、総合的な制約の大きさを判断するために、階層分析法 (AHP) Belton Gear モデルを用いている 4階層に分け、階層毎に洋上風力開発への影響の程度やその根拠の確からしさに合わせて重みづけを行ったうえで、重要度に応じた配点を設定 その配点を基に、同じ階層における項目毎の相対評点を設定 	<p>18エリア対象に以下を調査・検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ステップ2&3での調査内容 環境配慮のハイレベルアセスメント 景勝地等からの視認性の詳細検討 特定の高リスク種について、特別保護区外での鳥類学的視点 防衛省の活動 漁業活動 オイル&ガスのヘリコプター 海洋計画 Water Framework Directive 文化遺産 英国航空交通サービス (NATs) のレーダー、飛行場 Crown Estateの他セクター向け主要リソース区域 <p>各サイト候補について、2つの観点で5段階評価</p> <ul style="list-style-type: none"> Receptor Rating: 各項目の検討結果として及ぼし得る悪影響があるか、ある場合その影響低減が可能かどうか Area Rating: 各項目の組み合わせによって、サイト全体の開発に及ぼし得る影響の大きさ



韓国は政府が開発計画を地域単位で区切り公表することで、地域単位のSC形成を支援

韓国における洋上風力開発・入札方式概要



1

チョンブク南西地域

全北南西部地域の洋上風力発電のMOUを締結し、22年から2.4GWの段階的な着工を推進

- '10年ロードマップ、2011年の協約書を締結
- '19/7~20/7: 官民協議会開催し決定、MOU締結
- 22年に着工を開始し、28年に工事がすべて完成する見込み

2

シナン地域

第1期は、地方自治体と民間主導で合計4.1GWを建設予定

- 3.5GWは地方自治体が住民意見を収集し主導
- 0.6GWは民間発電事業者が主導

第2,3期は、4.1GWを'26年から推進

- 当面は敷地発掘と実現可能性調査を実施予定

3

ウルサン + 南東地域(浮体式)

ウルサンに1.4GW、東南圏に4.6GWの浮遊式洋上風力を建設予定

- 第一段階として、ウルサン市は自己開発(200MW)の他に民間投資企業6社とMOUを締結し、23年から締結フェーズを開始して推進
- その結果を基に、26年から盗難権を中心に4.6GW規模の浮遊式団地の造成を推進

4

ジェジュ + インチョン

ジェジュに0.6GW、インチョンに0.6GWの洋上風力発電の建設を計画

- ジェジュではCarbon Free Island計画に基づいて20年から翰林等5つのプロジェクトの段階的開発を推進
- 加えて、インチョンでも地元調整を実施し、'23年から着工を予定

トータル(TOTAL)

- 豪投資銀行GIGと組んで、ウルサンとチョルラド2GW超の浮体式洋上風力を建設することを決定

オーステッド

- インチョン沖に1.6GWの海上風力発電プロジェクトを推進し、8兆ウォンを投じることを決定

目次

1. 洋上風力産業政策に係る各国動向
2. 国内洋上風力産業競争力強化に向けた課題と打ち手の方向性
 - 2.1) 継続的な案件形成
 - 2.2) 国内サプライチェーン構築
 - 2.3) 国内人材育成
 - 2.4) 英国: 官民連携主体

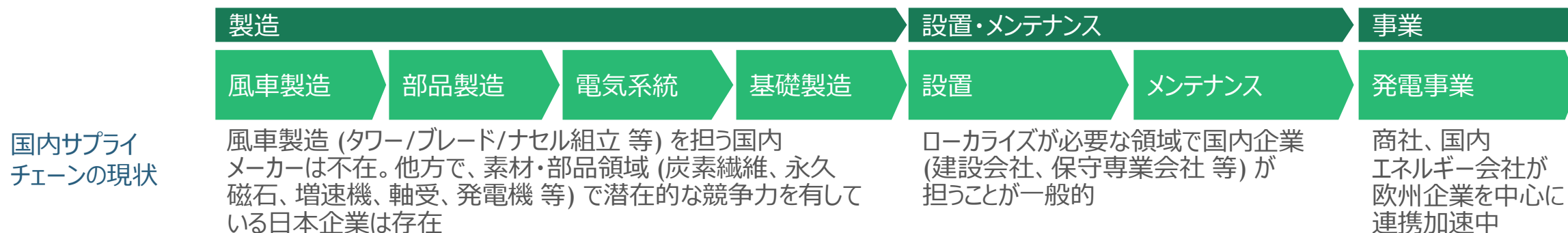


洋上風力サプライチェーンの全体像

	Component manufacture	Turbine Manufacture	Development	Installation	Operation/ maintenance	Repowering
必要な ケイパビリティ	コンポーネントにより異なる <ul style="list-style-type: none"> 材料・設計・製造・生産技術 (機械・構造体・電気 等) 	<ul style="list-style-type: none"> 構造体設計・製造技術 	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達力 プロジェクトマネジメント 	<ul style="list-style-type: none"> EPC：プロジェクトマネジメント 建設・設置：安価な労働力 海洋技術 	製品の技術的理解	(役割により異なる)
Player の変化	重要コンポーネントは寡占orOEMが買収・内製化 <ul style="list-style-type: none"> 故障リスクの高いコンポは、技術力のある少数プレイヤーで寡占 コアコンポーネントはOEMが買収し、内製化 	2-4社に寡占化 <ul style="list-style-type: none"> 大型化が進捗し、技術力・資本力のあるSGRE、MVOWの2社で8割を寡占 上記に加え、GE、Senvionを含めた最大4社の競争 	参入増加で競争激化 <ul style="list-style-type: none"> セントラル方式等でリスクが下がり、オイルメジャーが参入 	Developerが参入で競争激化 <ul style="list-style-type: none"> Developerがサブコントラクター (Turbineや基礎の supplier等) をマネジする方式に 	Developer参入で競争激化 <ul style="list-style-type: none"> 従来OEMがLTSAを提供 大手Developerが自らリスクを取り進出 今後もDeveloper/ISPが進出し、競争激化見込み (ただし、プロファイでは、安定収入を見込めるOEMが選択される) 	<ul style="list-style-type: none"> 洋上:現状無 陸上:OEMが主導 <ul style="list-style-type: none"> USのPartial RepoweingはGE, SGREが独占
収益性 (EBIT ¹)	コンポーネントにより異なる 3-12%	プレイヤーにより異なる ~10%	10-20% (IRR: 6-10%)	プレイヤータイプにより異なる <ul style="list-style-type: none"> Vessel owner: 15-20% 基礎Supplier: 8-10% 	15-30%	—
収益性の 変化	付加価値の高さに応じて収益性は異なる <ul style="list-style-type: none"> 低付加価値のコンポーネントは低収益化 一方、メンテコストが嵩張る洋上において、コア部品は高収益を維持 	収益性低下傾向 <ul style="list-style-type: none"> オーバーヘッドコストが高く、シェアの高いSiemensだけが収益率は低下し始めている 入札制により、収益率は低下し始めている OEMはLTSA提供しO&Mを合わせて収益化を狙う 	収益性低下傾向 <ul style="list-style-type: none"> 入札制により期待収益率は低下傾向 	一部収益性の高いプレイヤーが存在 <ul style="list-style-type: none"> 現状、専用船を保有する少数のプレイヤーは高収益だが、将来的には船が余剰となるリスク 労働集約型のサブコントラクターは収益性は高くない 	今後、収益性低下の可能性 <ul style="list-style-type: none"> 現状高収益 <ul style="list-style-type: none"> 特にFleetを多く抱え、CMSが優位なSiemensが高収益 今後競争激化で価格下落の可能性 メンテ技術/方式は発展途上であり、コスト削減余地はあり 	—

国際競争上重要となってくる領域での (1) 風車OEMの誘致、(2) 風車OEMと国内企業の連携強化を推進し、SC全域での (3) 浮体式を中心とした次世代市場の獲得を目指す

産業構造の構築: 競争力がありレジリエンスなサプライチェーン構築



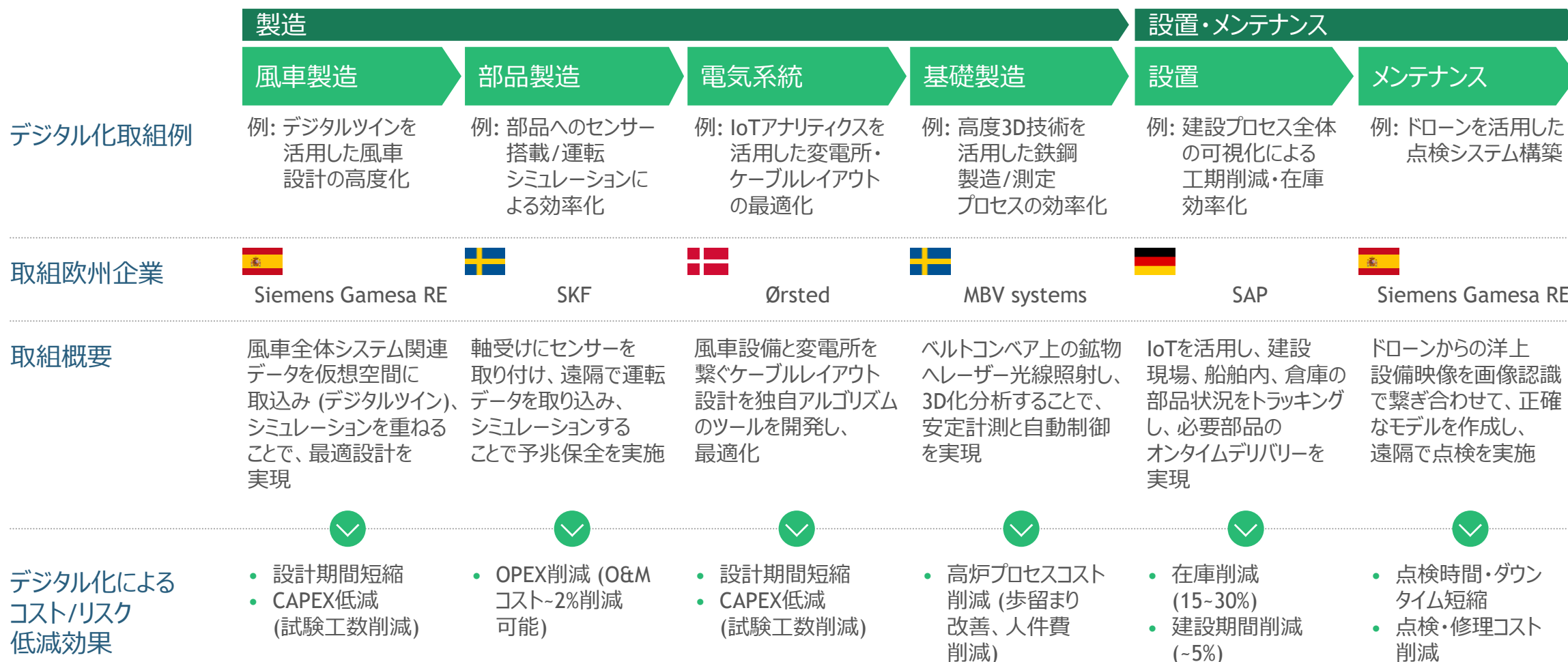
産業構造構築の方向性

- (1) 風車メーカーの誘致 (海外の競争力の取り込み)
- (2) 風車メーカーと国内サプライヤーの結びつき強化 (国際連携による競争力強化)
- (3) 浮体式を中心とした次世代マーケットの獲得

担う国内産業構築を例	国内企業 ↔ 海外企業						
		国内企業	海外企業	国内企業	海外企業	国内企業	海外企業
		MVOW SGRE GE RE	安川電機 三菱電機 石橋製作所 NTN 東レ	日立ABB PG 住友電工 古川電工 東芝 富士電機	JMU 日立造船 日鉄エンジニアリング JFEエンジニアリング	鹿島 清水建設 大林組 五洋建設 大成建設、戸田建設	北拓 EES
			LM Wind Power SKF SCHAEFFLER rexroth Bonfiglioli	Prysmian Gr. NKT JDR Cable Nexans	Sif EEW Bladt Industries Smulders	DEME Van Oord Subsea7 Boskalis Jan De Nul	James Fisher Deutsche Windtechnik
							三菱商事パワー 丸紅、ユーラスエナジー コスモエコパワー JRE、JWD、丸電みらいエナジー 東京電力
							Equinor Ørsted RWE Vattenfall Shell

加えて、SC全域でのデジタル化を推進し、コスト/リスク低減を目指す。洋上風力産業で 先行する欧州プレイヤーはSC全域のデジタル化を推進中

産業構造の構築: 洋上風力サプライチェーン全域のデジタル化



日本企業が潜在的な強みを持ち得る浮体式洋上風力で、早期大型市場形成を梃に、海外企業との連携も活用して「最適浮体モデル」を国内で構築し、海外展開を目指す

アジア展開も見据えた浮体式等の次世代技術開発

浮体式メーカーの国内外連携

洋上風力 浮体形式	バージ型	セミサブ型	スパー型
	比較的揺れやすい形式であるが、水深の浅い海域に設置するのに適する	浮体の大部分を没水させ波の影響を受けにくくしているため、沖合に設置するのに適する	水面貫通部分が小さく水深が必要であるため、水深が深く波浪条件の厳しい沖合に設置するのに適する
想定企業一例	国内企業 日立造船	JMU 三菱造船	JMU 戸田建設 五洋建設 東京電力
	海外企業 ideol	GustoMSC Nautilus Cobra Aqua Ventus EOLINK NAVAL Energies	equinor SEATWIRL innogy Stiesdal

浮体式バリューチェーン構築における論点

- 2030年までの商用化**
 - アジア近隣諸国に先んじて、国産産業基盤を構築し、2030年までに商用化
- 技術開発支援**
 - 商用化・競争力向上に向け低コスト化に資する技術開発を長期的に支援
- 国内外の浮体企業のマッチング支援**
 - 浮体式の海外プレーヤーを日本に呼び込み、国内企業とのマッチングを促進
 - 国内の浮体メーカーの競争力を強化
- 日本式浮体モデルの世界展開**
 - 浮体式の技術開発は世界横一線の状態であり優位性が未確立の中、日本として勝ち筋を見極め
 - 世界展開を見据え浮体式モデルを日本から発信

戦略的に国内調達を伸ばすべきコンポーネントは性能・設計上に係る技術開発ニーズとコスト・経済損失低減に係る技術開発ニーズが存在

風車部品・ブレード・電気設備における技術開発ニーズ

コンポーネントの種類

コンポーネント毎の技術開発のニーズ

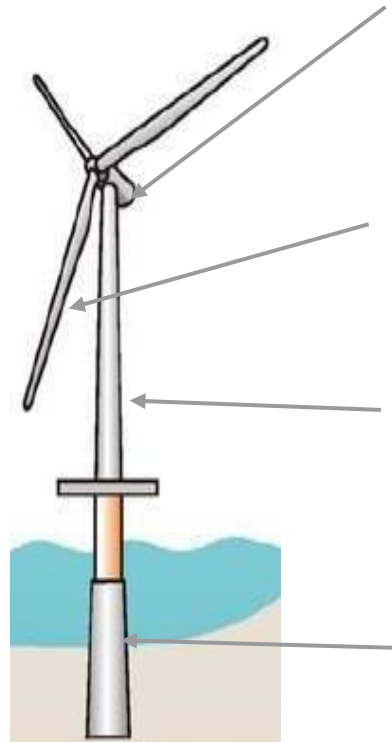
		性能・設計に係るニーズ 		コスト・経済損失低減に係るニーズ 	
		性能・設計に係るニーズ		コスト・経済損失低減に係るニーズ	
風車部品 	発電機	<ul style="list-style-type: none"> ナセルサイズの低減のための小型化 効率維持・故障抑制のための冷却方式 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 <ul style="list-style-type: none"> 故障による平均ダウンタイムは108日 	
	増速機	<ul style="list-style-type: none"> ナセルサイズの低減のための小型化 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 	
	主軸受	<ul style="list-style-type: none"> ナセルサイズの低減のための小型化 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 <ul style="list-style-type: none"> 故障による平均ダウンタイムは340日 	
	ヨーシステム	<ul style="list-style-type: none"> NA 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 <ul style="list-style-type: none"> 故障による平均ダウンタイムは83日 	
	パワーコンバーター	<ul style="list-style-type: none"> SiCモジュールの展開による電気損失低減と小型化 効率維持・故障抑制のための冷却方式 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 遠隔監視や故障診断機能活用によるメンテコスト削減 	
	変圧器	<ul style="list-style-type: none"> ナセルサイズの低減のための小型・軽量化 耐環境性(塩害等)の向上 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 	
	スイッチギア	<ul style="list-style-type: none"> ナセルサイズの低減のための小型・軽量化 耐環境性(塩害等)の向上 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 	
ブレード 	複合材料	<ul style="list-style-type: none"> 重量低減によるベアリング荷重低減 風車大型化に伴う素材の高剛性化 		<ul style="list-style-type: none"> 故障率の低下に資する耐久性向上 重量低減によるLogisticsコストの低減 	
電気設備 	エクスポートケーブル アレイケーブル	<ul style="list-style-type: none"> HVDC電線の開発 電線の長尺化 		<ul style="list-style-type: none"> HVDC化による送電ロスの低減 	
	変電所	<ul style="list-style-type: none"> HVDC変電所の開発 		<ul style="list-style-type: none"> HVDC化による送電ロスの低減 	

洋上風力国内SCを構築するため、ナセル、ブレード、タワー、基礎、電気系統において潜在的な強みを有する日本企業の競争力を強化

投資・サプライチェーン形成促進策

風車本体組立製造

- Vestas
- Siemens Gamesa(SGRE)
- GE RE & 東芝



ナセル

ブレード

タワー

基礎

電気系統

発電機

ベアリング

増速機

永久磁石

電力変換器

ヨーシステム

ブレード用
炭素繊維素材

タワー用鉄鋼管

ボルト

フランジ

着床式基礎

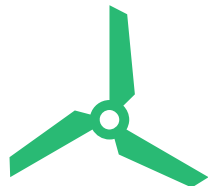
浮体

ケーブル

変電所

洋上風力発電設備の素材・コーティング材には、高品質かつ多機能 (耐久性/耐候性/腐食性/保守性/軽量性等) が要求され、技術力に優れる日本企業の参入が期待できる

洋上風力発電設備の素材技術動向



ブレード素材

- CFRP (炭素繊維強化プラ) は、GFRP (ガラス繊維強化エポキシ樹脂) 比で約25%軽量のため、大型 (40~50m以上) のブレードの骨格構造にはCFRPを採用する傾向
- 他方で、GFRPはCFRP比でコストが1/10なので、コスト低減の観点からSiemens & GamesaはCFRPではなく、GFRPを大型ブレードに採用



ブレード
コーティング材

- 現行主流は、"アクリル系塗料" もしくは "ウレタン塗料"
- 特に保守容易性 (塩害腐食対策としての防食性、飛来物対策としての耐衝撃性向上) の観点からウレタン塗料より耐候性の高い "シリコン系塗料" の採用拡大の可能性あり
 - "フッ素塗料" は耐候性に優れるが、高価な点がボトルネックなため、シリコン系塗料の導入検討が進展



タワー素材






- 現行主流は "ウレタン塗料"
- 将来、20年間塗り替え不要な高い耐食・耐候性を持つ "フッ素塗料" の採用拡大の可能性あり

国内サプライチェーン構築に向けて、オープンな「展示会」「マッチングイベント」「セミナー」から、クローズドな「投資補助」「支援プログラム」の打ち手が有効

国内サプライチェーン構築に向けた打ち手 (案)

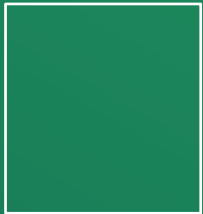
オープン

クローズ

					
	1 展示会	2 マッチングイベント	3 セミナー	4 投資補助	5 支援プログラム
<div> <div>✓</div> <div>特に効果が期待</div> </div> <div> <div>✓</div> <div>一定の効果が期待可能</div> </div>					
目的					
プロモーション	✓				
顧客開拓	✓	✓	✓		✓
協業先開拓	✓	✓	✓		✓
専門知識獲得			✓		✓
固有課題解決				✓	✓
実施内容	大規模展示会場を利用し、無料参加者を集い、自社の新製品・サービス・事業取組状況をブースで紹介 (例: WIND EXPO)	有料登録した参加企業がマッチングセグメント(製造/保険/金融/事業開発等)を希望の上、イベント実施 (例: FOWT)	特定テーマにおけるエキスパート(海外含)を招聘し、有料参加でのセミナー・ワークショップを実施	技術開発投資・生産設備投資等への補助金もしくは税制優遇制度を整備し、申込審査をクリアした企業へ適用	新規参入企業への支援プログラム(診断・アドバイス)を整備し、申込審査をクリアした企業へ提供 (例: 英WEST)

目次

1. 洋上風力産業政策に係る各国動向
2. 国内洋上風力産業競争力強化に向けた課題と打ち手の方向性
 - 2.1) 継続的な案件形成
 - 2.2) 国内サプライチェーン構築
 - 2.3) 国内人材育成
 - 2.4) 英国：官民連携主体



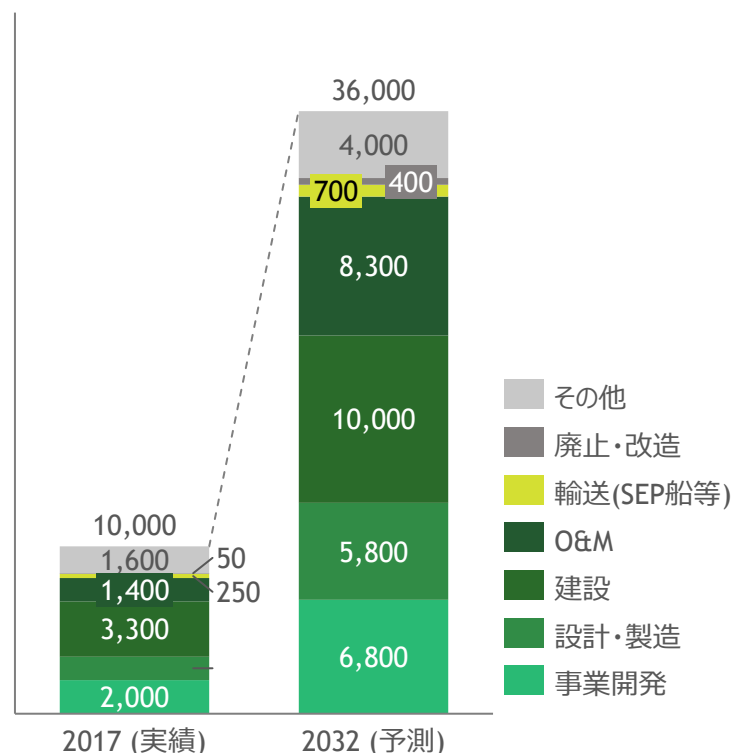
英国、ドイツでは現状1~2.5万人の洋上風力関連雇用があり、今後も拡大する見込みである一方、日本では海洋人材だけでも現状と今後必要な数で大きな開きがあり、対応が必要

欧州・日本の洋上風力関連雇用の実態と見通し



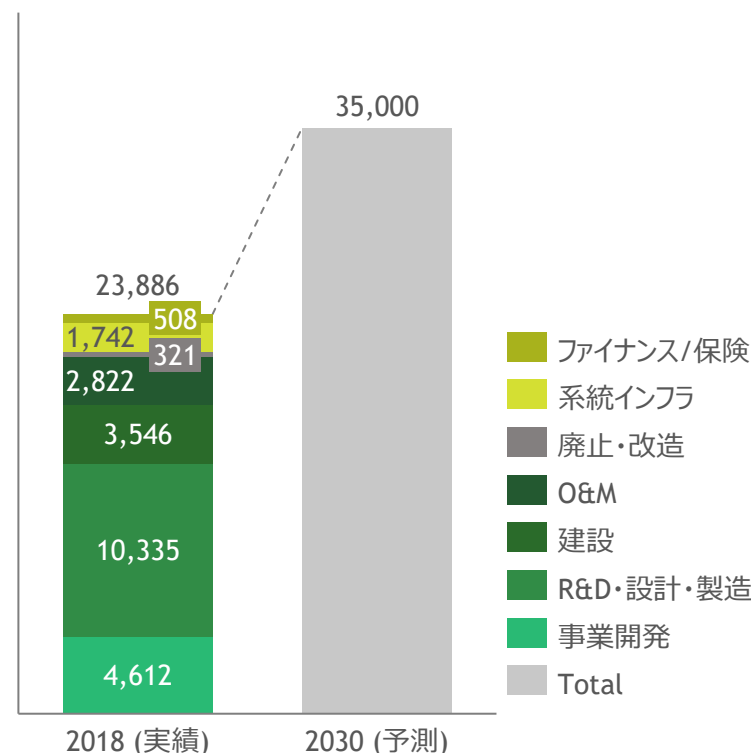
英国

洋上風力関連雇用者数 (人)



ドイツ

洋上風力関連雇用者数 (人)



日本

現状洋上風力関連の人材が少なく、今後も引き続き不足が見込まれる

- 2030年に洋上風力発電の分野で8,600名以上の人材が必要
 - 他方で、2020年2月時点での海洋開発技術者数は2,865名



今後の持続的な案件形成・産業構想構築に向けては人材開発、育成が急務

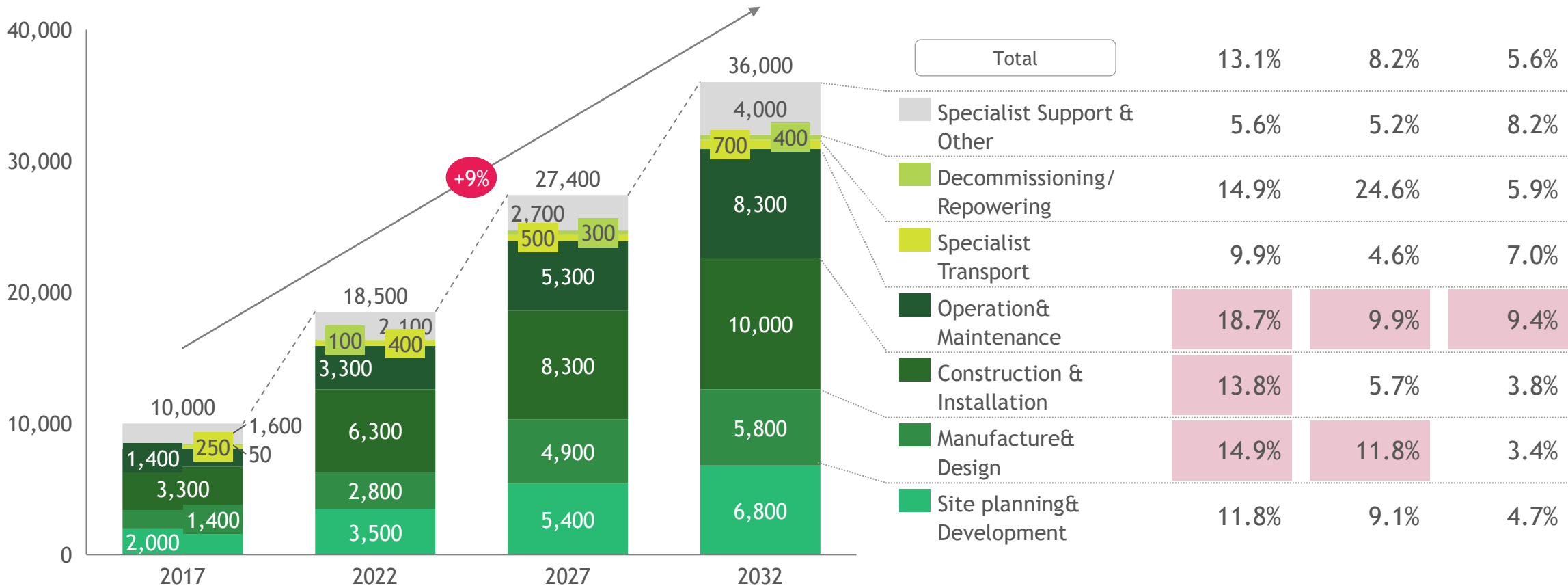


英国では5年単位の雇用見通しを推計しており、'22年まではO&M/建設/製造、'27年まではO&M/製造、'32年まではO&M関連の人材が特に増加

英国の洋上風力関連雇用現状/目標: バリューチェーン別

英国の洋上風力関連雇用数

洋上風力関連雇用者数 (人)



Source: Energy & Utility Skills, "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry2018 to 2032", p32,33, (2018)、BCG分析

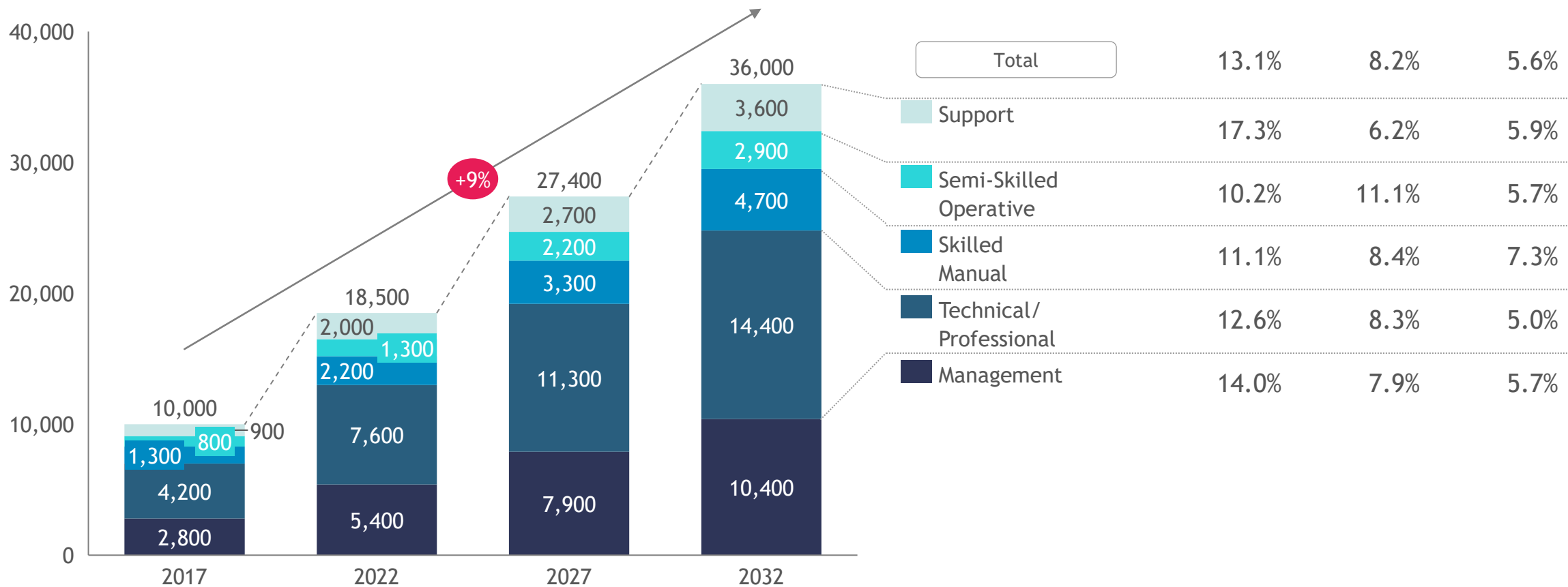


英国では、Management、Technical/Professional(専門職/技術職)、Skilled Manual(熟練技能)、Semi-Skilled Operative(技能)、Supportの5類型で雇用計画立案

英国の洋上風力関連雇用現状/目標: スキル別

英国の洋上風力関連雇用数

洋上風力関連雇用者数 (人)



Source: Energy & Utility Skills, "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry2018 to 2032", p32,33, (2018)、BCG分析

UKは洋上風力発電セクターディールにおいて、スキル標準化/資格制度/教育プログラム/人材投資/多様化/安全性向上等のアクションを提案

英セクターディールでの人材育成に係る打ち手 (1/2)

打ち手の類型



スキル棚卸・標準化

打ち手の概要

労働者データを追跡し、報告するための労働者とスキルに関するモデル導入

- 業界全体に渡る多様性、包摂性、平等な機会へのアクセスを奨励し、明確な目標とマトリクスについて合意する手段を確立するために、NSAR (National Skills Academy for Rail) モデルを活用し、労働者データに関する追跡と報告 (スキルギャップ分析) を実施



資格・技能認定制度

技能研修ニーズ分析を実施の上、技術認定制度を導入

- スキル専門家による人材投資グループ (Investment In Talent Group) を設置し、セクター全体でのスキルのニーズを特定し、スキルベースをさらに向上させるために、教育課程と認定制度を導入
- 洋上労働者を認定し、洋上の再生可能エネルギーおよび採掘業界間での労働流動性を促進するための洋上エネルギー・パスポート (英国外で認められる) の作成も含み、適切なスキルを持つ元軍人の洋上風力業界への移動を容易にするための仕組みも構築



教育プログラム整備 (1/2)

高い技能を有する研究・開発・実証 (RD&D) 労働者を育成するために、大学との協働を拡大

- セクター全体で60件以上の技能訓練基準および枠組みの監査を完了しており、今後は定期的な基準のレビューに重点を置きつつ、今後は技能訓練・技術教育研究所との協力を促進
- セクターは政府と協力し、セクターの実習生の人数を増やすための目標を設定。加えて、セクターは地方分権政府と協力し、業界全体のスキルセットの一貫性を確保

UKは洋上風力発電セクターディールにおいて、スキル標準化/資格制度/教育プログラム/人材投資/多様化/安全性向上等のアクションを提案

英セクターディールでの人材育成に係る打ち手 (2/2)

打ち手の類型

打ち手の概要



教育プログラム整備(2/2)

洋上風力関連スキルおよび知識へのアクセス整備

- セクター全体に跨る標準教育課程を提供する技術系大学の設置を支援するために、16歳以上を対象とする教育機関との協力を継続。洋上風力発電業界内でのスキルの移転を促進し、高等水準の技術研修 (特にレベル4及び5) の雇用側と教育提供側の連携を強化し、地域クラスターを支える熟練した多様な労働者を供給するための労働経験を提供



官民人材投資協力

政府および地方分権政府は、セクターが推進する人材投資グループに参画

- 人材投資グループは、セクターのアクションが政府のスキル・アジェンダと合致するように努める
- 加えて、人材投資グループは石油・ガス、原子力、自動車等の他のセクターとも連携



労働者の多様化

2030年までにセクターでの雇用の40%を女性にすることを目標として、労働者の多様性を引き上げ

- セクターは多様性と包摂性の改善を確約しており、2030年までに労働者における女性の比率を3分の1に引き上げるための対策を講じ (2018年の16%からの引き上げ)、実施可能であれば40%というさらに高い数値まで引き上げることも目指す



技術安全性向上

開発、建設、運転、廃止作業中に最高水準の健康・安全基準を確保するための協力を継続



日本での人材育成の方向性として、インフラ整備を前提としつつ、 キャリア開発・能力開発の両面でスキル開発を推進

国内人材育成における課題と打ち手の方向性

課題

打ち手の方向性

スキル



A キャリア開発

洋上人材不足により技術力向上が困難

- 例えば、海洋人材は現状国内に2~3千人程度のみで、今後3倍程度の人員が必要
- 知見・経験の構築のためには国内の交流では足りず、海外との交流が必要

既存の人材のスキルアップ

- 洋上風力関連事業に従事する人材の経験・知識向上を支援
- デジタル化等の新たなトレンドも踏まえ、"次世代人材"への教育支援も注力



B 能力開発

将来、産業を担う人材が不足

- 適正なファイナンスの提供や、海洋開発、風車メンテナンスの分野で人材不足が顕著
- 一方で、洋上風力にも精通するエネルギー・電気の知見・経験を持つ人材を活用する必要

未経験・関連業種からの呼び込み・スキル転換

- 洋上風力や関連産業の経験がない人材の学びの支援
- 関連産業で豊富な経験と知識を有する"中堅技術者"の洋上風力産業への従事を支援

前提



C インフラの整備

案件、風車数が少なく知見の蓄積が困難

- 安定した新規案件の形成がないため、知見の蓄積が困難
- メンテナンス人材の育成のために風車の数が少ない

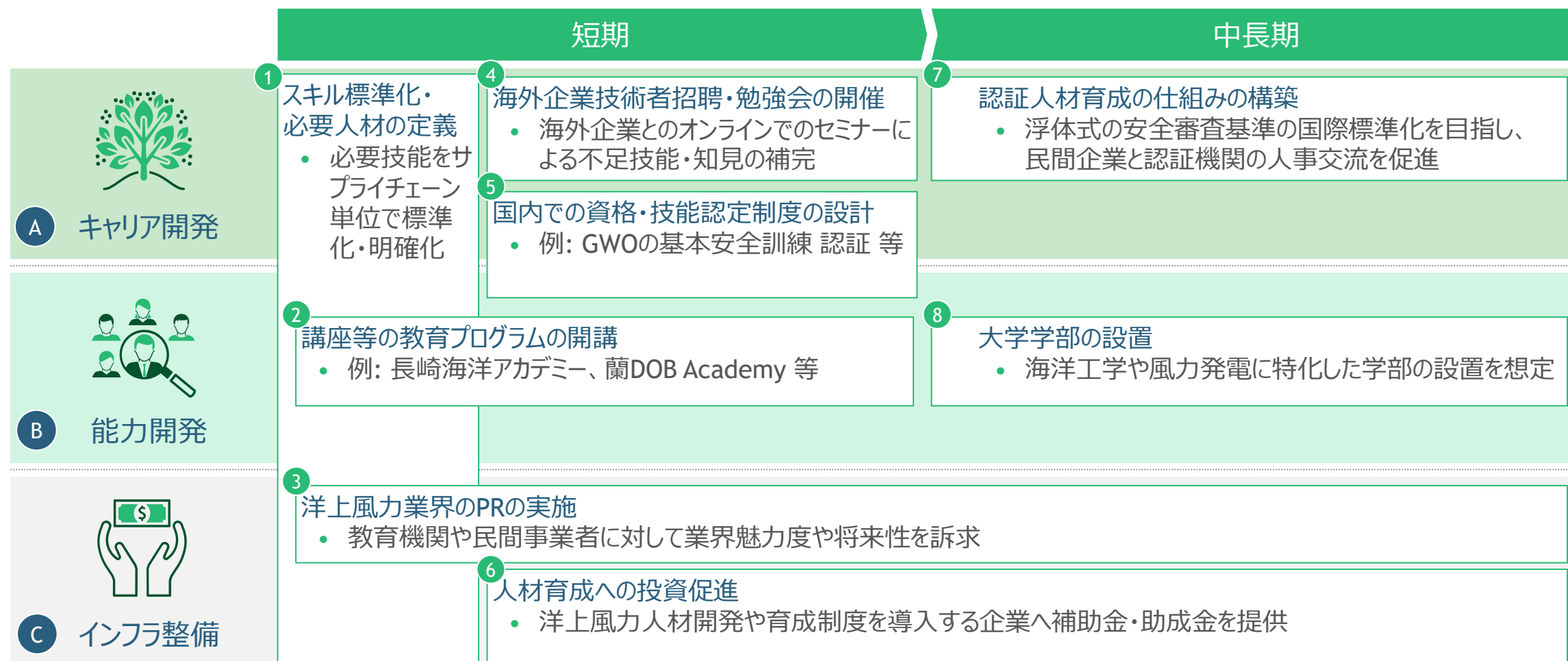
人材育成を安心して推進できる環境・仕組みづくり

- 持続的な人材育成を実現するために、国内で継続的に需要形成することが大前提
- 産業の将来性や魅力度を多方面から訴求し、安心してキャリア開発・能力開発を開始・継続



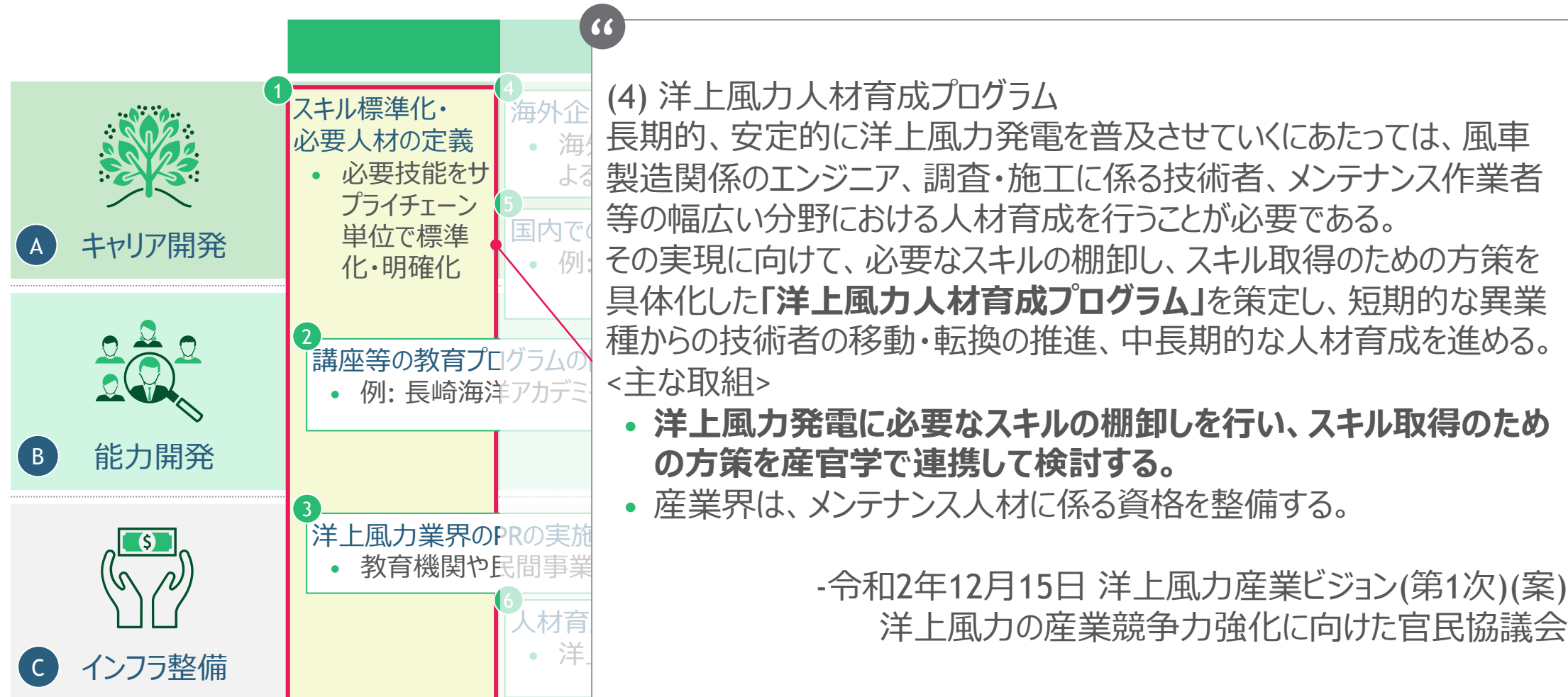
キャリア開発、能力開発、インフラ整備それぞれに対して、短期・中長期的な打ち手を検討

日本における洋上風力関連人材開発の打ち手全体像 (案)



第2回官民協議会 (2020/12/15) では、洋上風力人材育成プログラムとして、必要スキルの棚卸及びスキル取得の方策検討を明示

日本における洋上風力関連人材開発の優先度の高い打ち手





日本版「洋上風力人材育成プログラム」策定に向けて、 ①スキル棚卸→②スキル習得方策類型化→③方策具体化→④計画策定が主要論点

日本版「洋上風力人材育成プログラム」策定に向けて主要論点とステップ (案)

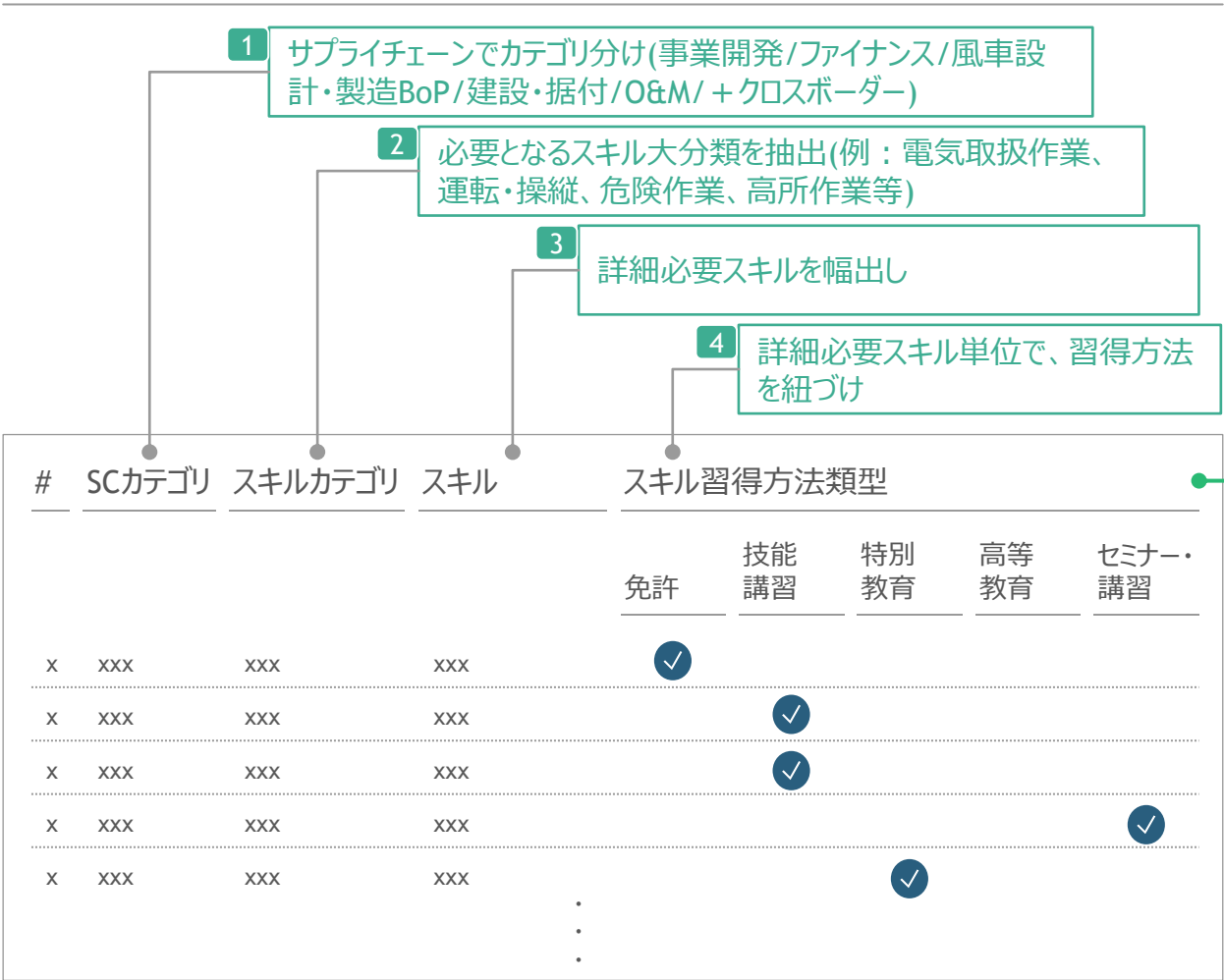
	1st STEP	2nd STEP	3rd STEP	4th STEP
	洋上風力関連 必要スキルの棚卸	スキル習得方法の 類型化	スキル習得方策の 具体化	スキル習得方策 の実行計画策定
論点	洋上風力の各サプライチェーンで どのようなスキルの習得が 必要となるのか?	必要スキル毎にどのような習得 方法が考えらるか?	スキル習得を支援するために、 具体的などのような方策が有効 か?	スキル習得方策を、誰が主体と なり、どのような時間軸で実行 していくか?
必要な 検討事項	<p>サプライチェーン領域単位 (下記6領域を想定)で、必要と なる洋上風力関連スキルを 棚卸・リスト化</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 事業開発 2) ファイナンス 3) 風車設計・製造 4) BoP(基礎/電気設備) 5) 建設・据付 6) O&M <p>+クロスボーダー</p>	<p>必要スキル単位で、スキル習得 に必要な方策類型(下記5類型 を想定)を整理の上、リスト化</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 免許 2) 技能講習 3) 特別教育 4) 高等教育 5) セミナー・講習 	<p>各スキルにおける習得方法類型 の性質を踏まえた上で、スキル 習得に向けた具体的な方策を 具体化</p>	<p>具体的なスキル習得方策を 実行していく上での実行計画を 策定(実行計画に盛り込む内容)</p> <ul style="list-style-type: none"> 取り組みの目標 実行主体・責任者 具体的なアクション事項 実行プロセス・時間軸 実行に係る予算



サプライチェーンカテゴリ毎にスキルを棚卸・カテゴリ化し、習得方法と紐づけ

洋上風力関連スキルリストアウトプットイメージ

スキルリストアウトプットイメージ



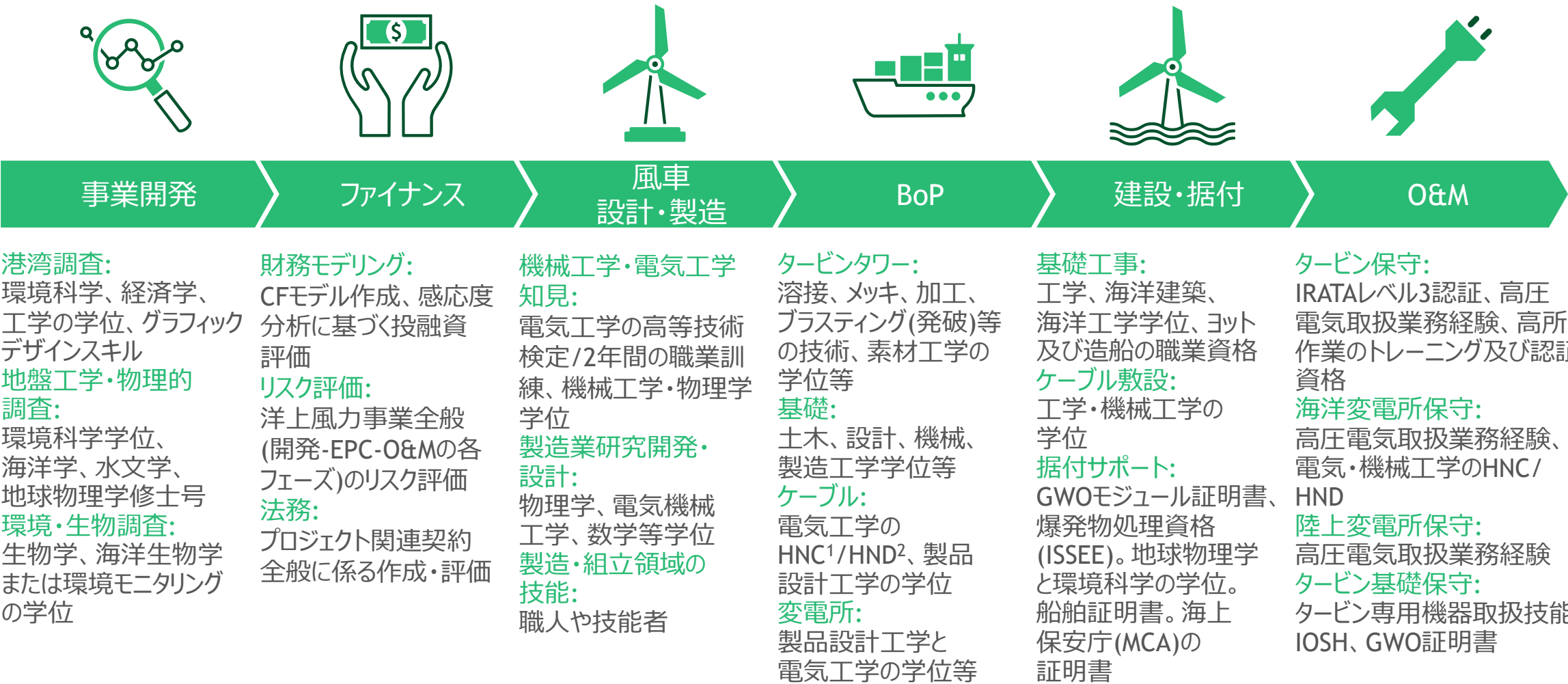
スキル習得方法の定義

免許	行政機関が特定の人に許可、ないしは権利として授与するスキル (最上位の技能)
技能講習	地方自治体 (都道府県労働局長) に登録された教習機関で受講し、修了時には資格証・証明書を発行するスキル (特別教育より上位の技能)
特別教育	各企業単位で実施・受講し、有効期限等が特に設定されていないスキル
高等教育	大学、高等専門学校、専門学校で実施・受講し、学位等の学術称号が授与されるスキル
セミナー・講習	主催者が自由にテーマを設定し、参加希望者を募って実施する勉強会によって習得するスキル



英国は、洋上風力サプライチェーンで必要技能の棚卸を実施し、人材育成スキームに活用

1 人材育成: 求められる技能要件概要 (英国事例)



1. Higher National Certificateの略で、高等技術検定の意味; 2. Higher National Diplomaの略で、職業的な教育を2年間学ぶもの
Source: Energy & Utility Skills 「Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry(October 2018)」を基にしたBCG分析

事業開発領域では、港湾、地盤、環境調査に係る分析調査スキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - 事業開発



“ Generally, these roles require degree-level qualifications in relevant disciplines such as environmental sciences, economics, engineering and project management. Graphic design skills are also required.

Port studies: Degrees in environmental sciences, economics, engineering. Project management. Graphic design.

Geotechnical and geophysical surveys: Degrees in environmental sciences. Master's degree in oceanography, hydrography and geophysics.

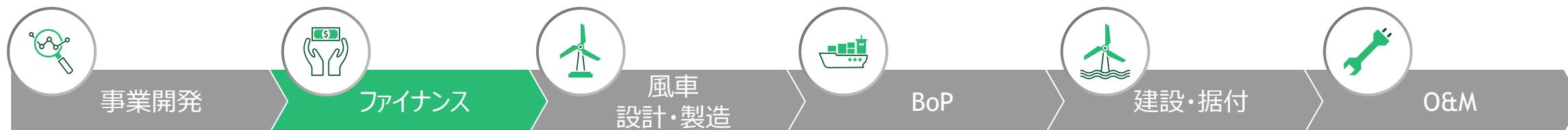
Wildlife surveys: Degree or HND¹ in biology, marine biology or environmental monitoring.

- Energy & Utility Skills "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry"

- **港湾調査:**
環境科学、経済学、エンジニアリングの学位、グラフィックデザインスキル
- **地盤工学・物理的調査:**
環境科学の学位、海洋学、水路学、地球物理学の修士号
- **環境・生物調査:**
生物学、海洋生物学または環境モニタリングの学位または HND

ファイナンス領域では、財務モデリング、リスク評価、法務等の実務経験/スキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - ファイナンス



“ **Financial modeling:** Preparation of financial statements for each SPC to evaluate the investment and financing of offshore wind projects, and identification and sensitivity analysis of key drivers that affect cash flow.

Risk assessment: Conduct quantitative and qualitative assessments of the overall offshore wind business (development, EPC, O&M) with a technical consulting firm, and developed appropriate risk hedging measures.

Legal: Draft and evaluate a set of project-related contracts (loan agreement, shareholder agreement, loan guarantee agreement, EPC contract, O&M contract, power purchase agreement, insurance agreement, etc.) with a law firm

- Offshore wind power expert Interview

- **財務モデリング:**
洋上風力案件の投融資評価のためのSPC単位での財務三票構築及び将来キャッシュフローに影響を与えるキードライバーの洗い出しと感応度分析実施
- **リスク評価:**
技術コンサルティング会社を活用し、洋上風力事業全般(開発/EPC/O&M)に係る定量・定性評価を実施し、適切なリスクヘッジ策を構築
- **法務:**
弁護士事務所を活用し、プロジェクト関連契約一式(融資契約/株主間契約/債務保証契約/EPC契約/O&M契約/電力供給契約/保険契約等)を作成・評価

設計・製造領域では、機械工学・電気工学双方での専門教育/スキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - 風車設計・製造



“ Requiring a mix of skill levels. Ranging from degrees in mechanical engineering and physics to mid-range technical skills in welding, platers, electricians, fitters, etc. Apprenticeships, Higher Apprenticeships and HNC¹ / HND² being an important route into employment.

Vocationally-achieved technical qualification in electrical and design engineering (achieved through an Apprenticeship of Higher Apprenticeship) - welders, platers, pipe fitters, electricians, mechanical fitter and riggers. HNC / HND in electrical engineering. Degree in mechanical engineering and physics.

Research and development (R&D) and design requires degrees in subjects such as physics, electrical and mechanical engineering, and mathematics.

Manufacturing and assembly require craft persons and technicians.

- Energy & Utility Skills "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry"

- **機械工学・電気工学知見:**
電気工学のHNC(高等技術検定) / HND(2年間の職業訓練)、機械工学・物理学学位
溶接工、メッキ工、パイプフィッター、電気技師、機械的フィッター等に係る知見・経験
- **製造業研究開発・設計:**
物理学、電気・機械工学、数学等の学位
- **製造・組立領域の技能:**
職人や技能者が必要

BoP領域では、タワー/基礎/ケーブル/変電領域の機械/電気/素材領域のスキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - BoP: Balance of Plant



“ As well as high-level academic qualifications in naval architecture, marine engineering, mechanical engineering, high voltage design engineering and technicians, geophysics and environmental sciences, vocational and HNC¹/HND² programmes also deliver the necessary technician-level skills. Construction and vessel-related training and certificates are also required.

Turbine tower supply: Largely vocationally-achieved technical skills such as welding, plating, fabrication, and blasting (achieved through a relevant Apprenticeship). Degree in textile technologies or manufacturing production engineering. CSCS and NEBOSH accreditation.

Foundation supply: Degree in civil, design, mechanical or fabrication engineering. Vocationally-achieved technical skills such as CAD. CSCS accreditation. Project management.

Cable supply: HNC / HND in electrical engineering and degree in product design engineering (high voltage design and technicians). CPCS certification.

Substation supply: Degree in product design engineering and electrical engineering. Project management. CIRSR certification.

- **タービンタワー:**
職業訓練等を通じた溶接、メッキ、加工、ブラスティング(発破)等の技術、素材工学の学位、CSCS・NEBOSHの認定
- **基礎:**
土木、設計、機械または製造工学の学位。CAD等技術的スキル。CSCSの認定
- **ケーブル:**
電気工学のHNC/HND、製品設計工学の学位、CPCS認定
- **変電所:**
製品設計工学と電気工学の学位、プロジェクトマネジメントスキル、CIRSR 認証

- Energy & Utility Skills "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry"

建設領域では、基礎工事/ケーブル据付等での海洋建築・工学/機電のスキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - 建設・据付



“ **Turbine and foundation installation:** Degree in engineering, naval architecture and marine engineering. Vocational qualification in yacht and boatbuilding. Project management. CPCS certification.

Cable installation: Degree in engineering or mechanical engineering. HNC¹ / HND² in technical engineering. Appropriate vocational qualification / experience (e.g. Apprenticeship). Project management.

Installation support: Valid dive ticket. GWO module certificates. Explosive ordnance disposal qualification (ISSEE). Degree in geophysics and environmental science. Vessel (master, mate, deckhand) certifications. Maritime and Coastguard Agency (MCA) certification.

- Energy & Utility Skills "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry"

- **基礎工事:**
工学、海洋建築、海洋工学の学位、ヨットおよび造船の職業資格。CPCS認証
- **ケーブル敷設:**
工学または機械工学の学位。技術工学のHNC / HND、見習い
- **据付サポート:**
GWOモジュールの証明書、爆発物処理資格(ISSEE)。地球物理学と環境科学の学位。船舶(マスター、マテ、デッキハンド)の証明書。海上保安庁(MCA)の証明書

O&M領域では、タービン/海洋変電所/陸上変電所/基礎に係る経験/スキルが必要

1 人材育成: 求められる技能要件詳細 - O&M



“ Activities are at, primarily, technician level. Relevant Apprenticeship programmes, HNC¹ / HND² and specialist training courses (in high voltage work, working at heights, confined spaces and SCADA, amongst others) are demanded.

Turbine maintenance: IRATA Level 3 certification. Technology-specific training; high-voltage equipment handling, certification to undertake lifting, climbing and rope access training. Turbines are becoming much more electronic-based, needing a strong electrical / control and instrumentation skillset.

Maintenance of the offshore substation: Largely specialist work with strong demand for technicians with high-voltage experience. HNC¹ / HND² in electrical or mechanical engineering.

Onshore substation maintenance: Standard and specialist high voltage work. There may be challenges meeting the strong demand for technicians with high-voltage experience.

Maintaining the turbine foundation: Specialist equipment skills. Valid diver ticket. IOSH. GWO certificates for offshore survival.

Inspections of safety-critical devices including fall arrest systems, davit cranes, boat landing and ladders, external gates and railings and external evacuation equipment: It is likely that most owner / operators will seek to train up their own technicians.

Supervisory control and data acquisition (SCADA) monitoring: 24/7 monitoring and occasional remote manual intervention, requiring several dedicated personnel per wind farm (data can also be analysed in-depth off site for condition monitoring purposes⁵⁵).

- Energy & Utility Skills "Skills and Labor Requirements of the UK Offshore Wind Industry"

- **タービン保守:**
IRATAレベル3認証、高圧電気取扱業務経験、高所作業(リフティング、クライミング、ロープアクセス等)のトレーニング及び認証資格
- **海洋変電所保守:**
高圧電気取扱業務経験、電気・機械工学のHNC / HND
- **陸上変電所保守:**
高圧電気取扱業務経験
- **タービン基礎保守:**
タービン専用機器取扱技能、IOSH(英労働安全衛生研究所)、GWO証明書

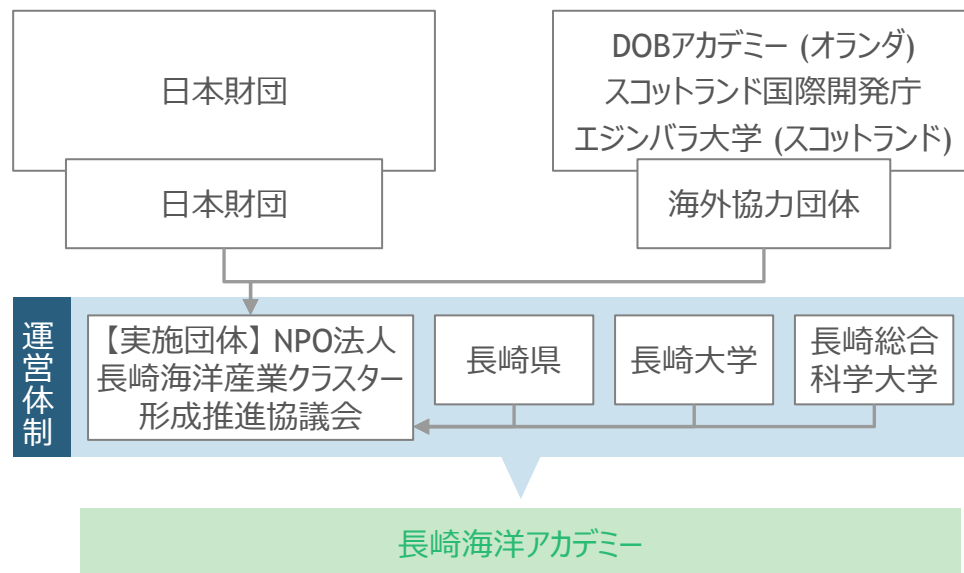
日本では長崎海洋アカデミーが政府や海外の団体とも協力しながら洋上風力産業に必要な一連の知識を学べるコースを提供

2 教育プログラムの開講：日本の長崎海洋アカデミーの事例

組織概要

海洋開発技術者の育成をオールジャパンで推進すべく、長崎海洋アカデミーを設立
海洋開発市場の参入・拡大を企図する企業、大学、公的機関の参加及び協力を得て、日本財団オーシャンイノベーションプロジェクトの一環として組成

アカデミーの体制図



提供教育コースの詳細

日本企業や研究機関に広く参加を呼びかけ、学習・交流の場を創出
現時点では、提供するコースは下記の2種類

発電総論コース 洋上風力発電産業について俯瞰的に幅広く学ぶコース

- ビジネス知識である市場トレンド、プレイヤー、事業環境、法律、政策面と、技術基礎知識である計測、機械、電気、施工等について、短期間で集中的に習得が可能
- ミニチュア風車の設置や、エクセルを活用した設計パラメーター変更、発電量計算等のワークショップも豊富に用意
- VRシステムを活用した、洋上風力発電機の各コンポーネントの詳細を学び、作業の危険性とリスクについて学ぶワークショップも開催

事業開発コース プロジェクトを管理、業務遂行するための一連の知識を学ぶコース

- ファームのライフサイクル、入札、コンソーシアムの組成、ファームの設計、組立、輸送、収益性管理、HSE等の習得が可能
- 8つの講義に加え、風力発電ファーム開発および運転管理のグループワークも実施
 - チームに分かれ、サイト選定、レイアウト決定、物流・組立、設置、運転、保険等を模擬的に遂行することで、収益性やリスクを学習
- VRシステムを活用した、洋上風力発電機の各コンポーネントの詳細を学び、作業の危険性とリスクについて学ぶワークショップも開催

欧州では仏EDF Renewableが地元学生向けに風力発電のPRを実施

3 業界PRの例: 仏EDF Renewablesの取組事例

EDF Renewables概要

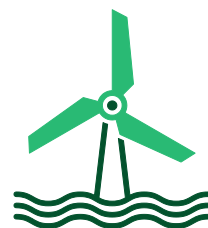
EDFグループの完全子会社で20ヶ国以上で再エネ施設の建設・開発、資金調達を行う

HQ パリ、フランス

沿革 1990年設立

- 事業内容
- 20ヶ国以上で再エネ発電所を開発、建設、運営
 - 2.5GWの洋上風力発電を開発中で、数万の高度なスキルが必要な雇用創出
 - フランスに4ヶ所、英国に2ヶ所、ベルギーとオランダにそれぞれ1ヶ所ずつの洋上風力プロジェクトを保有

EDFの業界PRの取り組み



風力発電所ツアーの開催

- 学生が風車の発電方法を体験ベースに学ぶ機会を提供
- 地元の子供たちがテクノロジーや再エネの重要性について学ぶ機会を提供



教育施設への投資や奨学金の提供

- 地元の学校、青少年クラブ、コミュニティに、学習施設や宿泊施設改善のために投資を提供
- 地元の青少年が資格を取得するためのサポートや勉学のための金銭的支援も提供



STEM¹教育プログラムの提供

- カリキュラムとリンクしたSTEM教育を提供する「POD」プログラムを提供
- 風力発電のほか、エネルギー、気候化学、生物多様性等のトピックにして映画やゲーム等多様な媒体で公開

1. STEM = Science, Technology, Engineering, and Mathematicsの略
Source: EDF Renewables HPを基にしたBCG分析

SeaRoc Groupは、洋上風力の建設・インフラ整備を行う大手企業の従事者に対して「マリンコーディネータープログラム」資格を提供する集中勉強会を実施

4 海外企業からの技術者招聘・勉強会の開催事例



英SeaRoc Group概要

SeaRoc社は洋上再エネのプロジェクト全体に関連するアドバイザーを提供

- 沿革**
- 2002年:洋上再エネプロジェクトの構築、管理、運用をサポートするソリューションを開発するために設立
-
- 親会社**
- Vela Software Groupが100%出資
 - Vela Softwareは業界特有のソフトウェアビジネスをグローバルに買収、管理、構築
-
- サービス概要**
- ソフトウェア、無線通信、コンサルティングを組み合わせたソリューション提供、サイト管理と調整の最適化、ミッションクリティカルなデータの管理を実施
 - 具体的には下記のサービスを提供
 - SeaPlanner: 物流・現場オペレーションを可視化する海洋管理システム
 - SitePlanner: プロジェクトやサイト管理計画・調整を最適化する請負業者管理ソフトウェア
 - Consultancy: 業務の合理化ソリューションを提供 (港湾・船舶適合性調査、海洋調整コース)
 - SeaHub: 洋上建設・操業のニーズ変化に対応するために構築された遠隔監視・運用システム

北拓のSeaPlannerトレーニング参加例

北拓はSeaRocによる欧州での集中講座でマリンコーディネーター資格を獲得

- SMCのハンマンビー・トレーニングセンターとSeaRocのチチェスターオフィス間で行われた5日間の集中コース
- 日本企業で初めて海洋調整技術・実践およびSeaPlanner海洋管理システムトレーニングを受講

SeaRocは今後の日本の洋上風力発電の拡大を予見しており、今後も勉強会等を通じて協力することを示唆



- 日本の洋上風力市場は、プロジェクト建設の新しい段階に入る準備ができている
- 北拓のタービン保守チームが、積極的な措置を講じていることを嬉しく思う
- 大規模な洋上風力発電の建設で新しい市場が出現するにつれ、安全で効果的な洋上運用を管理するために現地の担当者を十分に訓練することが不可欠

Global Wind Organizationは、洋上風力メーカーや事業者で構成されるNPOで、民間企業メンバーが研修を構築・更新し、認定訓練プロバイダーが研修・認証を実施

5 資格・技能認定制度の設計: GWOの取組事例

組織概要

洋上風力関連企業で構成されるNPOとして、業界ニーズが強かった認証・トレーニングを提供

目的 浮力発電産業における怪我のない労働環境を目指し、安全訓練や緊急時の手順に関する共通の国際基準を設定

沿革 2012:基本安全トレーニング (BST)基準の第1版を発表
2017:基本テクニカルトレーニング(BTT)規格を発行
その後、他トレーニング規格も検討を開始

メンバー企業	メーカー	GE Renewable Energy(フランス)、Vestas(デンマーク)、MHI Vestas(デンマーク)、Siemens Gamesa Renewable Energy(スペイン)、Acciona Energia(スペイン)、Senvion(ドイツ)、Goldwind (中国)、Envision(中国)
	発電事業者	Vattenfall(UK)、Equinor(ノルウェー)、RWE/E.ON Climate&Renewables(ドイツ)、Enercon(ドイツ)、Innogy(ドイツ)、Ørsted(デンマーク)、SSE(UK)、Shanghai Electric(中国)

HQ デンマーク コペンハーゲン

研修・認証のプロセス

GWO 認証 概要

基本安全トレーニング (BST) では下記のトレーニングを提供・認証

- ① First Aid: 心肺蘇生法等の救命処置や怪我への応急処置
- ② Manual Handling: 重量物の搬送方法や移動方法、リスク管理
- ③ Fire Awareness: 風力発電設備における防火や消火方法
- ④ Working at Height: 風車からの脱出や車梯子からの救助訓練
- ⑤ Sea Survival: 海上における救命処置や風車建設時の安全確保

研修基準の策定



GWOメンバーが実務リスクを反映した基準を策定

- GWO Committee Memberが民間メーカーWorking Groupを招集し、毎年研修基準を検討・更新

トレーニング・認証



独立系の民間訓練プロバイダーが、世界中の参加者にGWOの認定トレーニングを提供

- 一定の基準を満たした民間団体が認定プロバイダーとしてトレーニング及び認証を提供
- 記録はGWO WINDA (データベース) に蓄積

企業での資格活用



企業は従業員のトレーニング認証を、自社研修等の代用としても認め、自社リソースの効率化を実施

- トレーニングの記録は個人のWINDA IDで記録されるため、企業で訓練記録を迅速・簡単に確認
- 従業員には機動性を提供し、雇用主が不要な再訓練用のコストを回避するために役立つ

米国では、洋上風力人材の不足に鑑み、マサチューセッツ州及びニューヨーク州で、人材開発・育成向けの助成金を提供

6 人材育成への投資促進: 米国の事例

背景

風力発電導入の可能性は大きいにも関わらず、洋上風力の導入が限定的

- Department of Energyは洋上風力に年間2,000GW以上 (現在の電気使用量の2倍) の発電能力があると推定
- 19 年時点で洋上風力は1件のみ

案件導入予定はあるが、実績が少ないため労働者不足の問題が発生

- 2030年までに700億ドルの洋上風力発電事業のパイプラインとの試算
- 洋上風力産業は、東海岸にはほぼ存在せず、技術者が大幅に不足
- McKinsey & Coは、基礎的な風力発電スキル以外にも、洋上環境のための追加的なトレーニングが今後必要になるとの見解

人材育成に向けた助成金の提供

米政府

Offshore Wind Jobs and Opportunity Actで、人材育成のための助成金を創設

- 内務省が、大学、大学、組合、非営利団体向けに、補助金を授与する権限を付与
- "新世代洋上風力労働者" への教育・キャリアトレーニングプログラムを開発・提供・改善するための助成金の活用を提案
- 助成金プログラムは、2020~24年度まで、年間 2,500 万ドル

マサチューセッツ州

洋上風力発電トレーニング・イニシアチブに対して助成金を発表

- 今後数年間で複数の洋上風力プロジェクトにコミットしており、1,600MW洋上風力エネルギーを40万軒以上の家庭・企業への電力供給を目指す (米国初の大規模洋上風力案件)
- 2019年5月、6つの学術機関と労働団体に、72万ドルの助成金を支給
- 2020年7月、第2ラウンドの助成金として9つの機関や組織に対して130万ドルの助成金を支給し、労働力訓練や開発プログラムを確立・拡大

ニューヨーク州

経済・人材開発に関する諮問委員会設立と、労働力開発を支援のための公共投資を発表

- 米国の洋上風力産業支援のために、地域的な洋上風力訓練インフラを開発
- 2,000万ドルの助成金で、オフショア・wind・トレーニング・インスティテュート (OWTI) を立ち上げ、2021年に、2,500人のニューヨーカーのトレーニングを開始することを目指す
- 助成金を受けて、風力操作、動的位置決め、海洋船舶の操作のための教室とオンライントレーニングプログラムの提供及び研究資源機能を持つマリタイムカレッジを創設

欧州では、洋上風力人材の育成のために、教育や技術実習コース、専門研修センターや知識共有等の教育プログラムや大学学部の創設が進む

8 教育プログラムの開講・大学学部の創設



教育への取り組み

- BZEE Skills passport
- European Academy of Wind Energy
- European Institute of Innovation and Technology
- Upwind project WindsidII initiative



技術実習・コース

- Energy Management Technician in Europe
- Siemens, Renewable UK and Weir apprenticeships



専用研修センター

- Asociacion Empresarial Edlica
- Cabinet Metrol
- National Renewable Energy Centre (CENER)
- Danish University Wind Energy Training
- Danish Wind Power Academy
- German Wind Energy Institute (DEWI)
- ForWind
- GL Academy
- Haus Der Technik
- Training Centre for Renewable Energy (BZEE)



知識共有ネットワーク・訓練支援

- Bundesverband WindEnergie
- Centro Nacional de Energias Renovables
- EWEA
- Global Wind Organisation
- Innovate
- IIR
- IRELP
- Italian Wind Energy Association
- Renewables Innovation Network



大学学部創設

- Erasmus Mundus European Wind Energy (TU Delft)
- European Master's in Renewable Energy
- MSc Wind Power Project Management (WPPM)
- University of Strathclyde Doctoral courses
- Wind Energy MSc (DTU)

UK・ドイツともに石油ガスや石炭業界から洋上風力への人材配置転換が進んでおり、施策推進のために政府が支援を実施

既存人材活用を前提とした能力開発 (欧州事例)



英国

人材シフト トレンド

石油ガス業界の労働者による洋上風力産業への転職が進む

- 8割の石油ガス従事者が、化石燃料産業の撤退を検討しており、その大半が洋上風力や再エネ業界への転職を予定
- 石油・ガス業界人材のうち、特に下記が洋上風力へのスキル転換に最適
 - 深海における設計・製造の経験を持つエンジニア
 - タービン規制の操作等に必要なプログラミングスキル (Matlab, Fortan, C++) を持つ電機エンジニア
 - 高整合性の溶接や異種材料の溶接の経験を持つ溶接工 等



ドイツ

石炭全廃方針が決定して以降、再エネへの人材転換が進む

- 2038年までの石炭火力発電全廃法案により、2000年代から再エネ産業にて35万人の雇用の創出に成功
 - 洋上風力産業個別でも、新規雇用は大幅に増加
- 一部の高齢化する石炭産業従事者からは再エネ業界への転職について、引っ越しや新スキル習得をチャレンジととらえる層も存在



政府支援

導入量を公表・コミット

- 2020年代に年間1-2GWの洋上風力導入を約束

石油ガス業界労働者向けに洋上風力の必要スキルを明確化

- "UK Oil & Gas Workforce Plan" 石油ガス業界でのスキルの他エネルギー業界での活用方法を明示し、キャリアの選択肢を拡大
- Sectoral Skills CouncilsがUK Commission for Employment and Skillsと協力し、石油ガス業界労働者向けにリストを作成

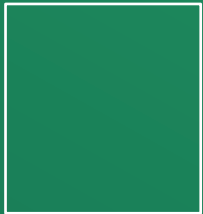
エンジニア向けのマスタープログラムを提供

- For Wind Education Center for Renewable Energies (政府主導) が実施

石炭採掘従事者の転職向け再訓練を提供

目次

1. 洋上風力産業政策に係る各国動向
2. 国内洋上風力産業競争力強化に向けた課題と打ち手の方向性
 - 2.1) 継続的な案件形成
 - 2.2) 国内サプライチェーン構築
 - 2.3) 国内人材育成
 - 2.4) 英国: 官民連携主体





英国では洋上風力産業拡大に向けて、政府(BEIS) + 官民協議会(OWIC)に加え、サプライチェーン構築支援組織(OWGP)、研究開発支援組織(ORE)が連携して推進

英国洋上風力セクターディールにおけるサプライチェーン推進組織全体像



Note: 1ポンド=150円
Source: 各種公開情報, 各団体HPを基にしたBCG分析



OWGPは少数精鋭のチームで主に産業界経験者のチームで構成

英国: OWGPリーダーシップチーム体制

	プログラム策定チーム			取締役会				
	OWGPプログラム構想の策定及び 支援企業の巻き込み			OWGP組織運営・機関決定				
氏名	Andrew Macdonald	Claire Canning	Lynne McIntosh	Martin Whitmarsh	Zoe Barnes	Stephen Burgin	Richard Turner	Hugh McNeal
役職	Head of Programme	Programme Manager	Programme Manager	Board Chair	Board Member	Board Member	Board Member	Board Member
経歴	<ul style="list-style-type: none">• ORE Catapult• Scottish Power	<ul style="list-style-type: none">• EDF Energy	<ul style="list-style-type: none">• AFRC• Rolls Royce	<ul style="list-style-type: none">• McLaren	<ul style="list-style-type: none">• BVG associates• Vestas	<ul style="list-style-type: none">• ABB• Alstom• GE Power	<ul style="list-style-type: none">• JDR Cables	<ul style="list-style-type: none">• Renewable UK

Source: 各種公開情報, OWGP HPを基にしたBCG分析

OWGPは、**A** 連携加速 / **B** 競争力強化 / **C** 新規参入促進 / **D** 新技術開発の
4つのプログラムでの洋上風力サプライチェーン強化を推進

英国: OWGPプログラム全体像



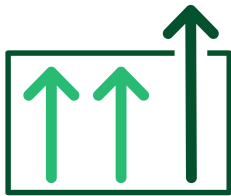
A

Collaborating
for Growth
(連携加速)

サプライチェーンにおける
事業者のエンゲージメント向上



*Enhanced engagement
between developers and
supply chain.*



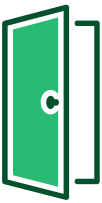
B

Business
Competitiveness
(競争力強化)

サプライチェーンの効率性と
品質向上



*An intensive structured
business improvement
programme.*



C

Building New
Capabilities
(新規参入促進)

サプライチェーンへの異業種
含む新規参入者の促進



*Increasing the breadth of
the UK supply chain by
attracting cross-sector
companies.*



D

Supply Chain
Futures
(新技術開発)

新製品・サービスの開発及び
市場投入促進



*Developing growth based
on new UK intellectual
property.*

OWGPは、洋上風力向け基礎鋼材を手掛ける事業者に対して鋼材エキスパートを招聘して、生産・溶接プロセスレビュー・改善プログラムを主導

英国: OWGP **B** 競争力強化プログラム事例

領域

具体的な事例

背景課題

OWGP解決支援



- 石油・ガス向けに基礎鋼材を製造しているB社は、油価低迷に伴う石油・ガス市場低迷を受け、洋上風力市場への参入を検討
- 但し、洋上風力向け鋼材に適した連続生産工程・溶接プロセスの変更に難航し、コスト競争力維持に苦戦

- OWGPは洋上風力向け鋼材エキスパートを招聘し、B社の生産プロセスレビューを実施
- その後、新規生産ライン適用パイロットプログラムを実施して検証の上、その後の生産投資計画策定まで支援

OWGPは、防衛向け小型電力変換器を手掛ける事業者に対して、風力タービンOEMエキスパートを招聘してワークショップを主導し、洋上風力向け製品開発を支援

英国: OWGP  新規参入プログラム事例

領域



具体的な事例

背景課題

- 防衛産業向けに小型電力変換器を設計・製造しているC社は成長市場である洋上風力市場への参入を検討
- 但し、市場のダイナミズムの理解が困難で、新製品開発に必要な技術要件策定に難航

OWGP解決支援

- OWGPは複数のタービンOEMエキスパートを招聘し、次世代タービンに要求される要件に係る意見交換ワークショップを開催を主導
- C社は洋上風力発電に必要な技術要件を理し、新規市場として洋上風力市場に参入を実現

OWGPは、洋上風力向け基礎鋼材を手掛ける事業者への 生産・溶接プロセスレビュー・改善プログラムを主導

英国: OWGP **D** 新技術開発プログラム事例

領域



具体的な事例

背景課題

- 自律型ロボット向けIoT通信プラットフォームを開発しているD社は、このIoTプラットフォームの洋上風力のデジタル化への活用を検討中
- 但し、実装に向けた各ステークホルダーの標準化の合意と複数の開発者の巻き込みに難航

OWGP解決支援

- OWGPは、D社の要件標準化検討に資するエンドユーザー(発電所オーナー)からの要件収集をサポート
- 加えて、英国内の全ての新規洋上風力PJに当該IoT通信プラットフォームを適用すべく、デモプロジェクトを立上げ

OWGPは、**B** 競争力強化/**C** 新規参入促進を包括するプログラムとして WEST(Wind Expert Support Toolkit)を2020年12月から開始

英国: OWGP直近プログラム(WEST)

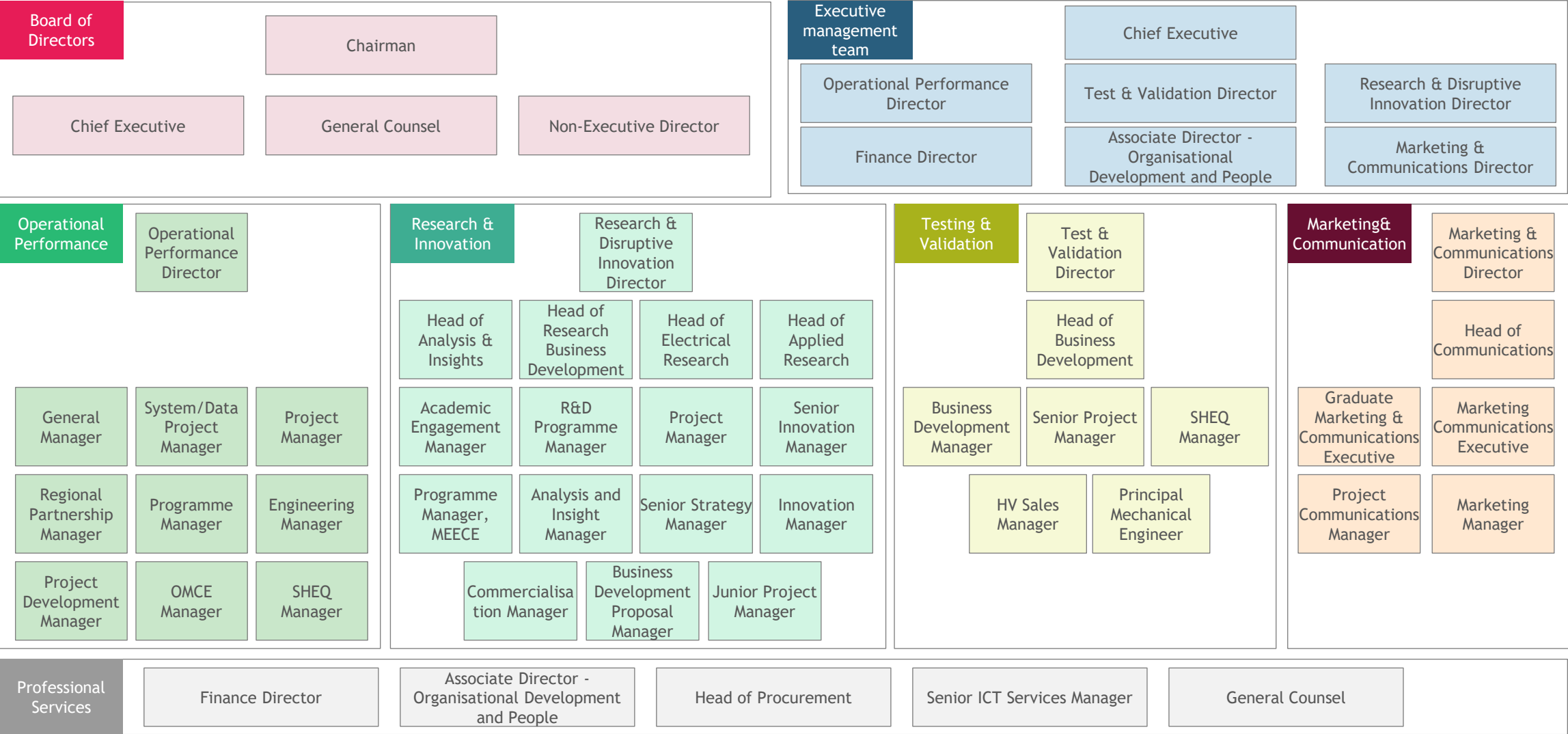
領域	WEST(Wind Expert Support Toolkit)の概要
<div><div>B</div><div></div><div>Business Competitiveness (競争力強化)</div></div>	<div><div>目的</div><div></div><div><ul style="list-style-type: none">民間企業の洋上風力市場参入促進及び競争力強化</div></div>
<div><div>C</div><div></div><div>Building New Capabilities (新規参入促進)</div></div>	<div><div>提供内容</div><div></div><div><ul style="list-style-type: none">洋上風力産業エキスパートからの市場構造/顧客動向/技術トレンド等に係る情報提供 + 個社への事業改善アドバイス<ul style="list-style-type: none">4C Offshore, BVG Associates, Everoze, Lumen Energy & Environment, Opergy, Offshore Renewable Energy Catapult, RTC North and Xodus Groupからエキスパートが派遣1社あたり最大200Kポンド(約3,000万円)の補助金供与</div></div>
<div><div>D</div><div></div><div>Supply Chain Futures (新技術開発)</div></div>	<div><div>参画企業</div><div></div><div><ul style="list-style-type: none">参画条件は英国籍企業(UK-registered company)2020年12月の応募では、32の企業が参画<ul style="list-style-type: none">石油・ガス、航空宇宙、防衛等の異業種からの参画企業も含む</div></div>

Note: 1ポンド=150円
Source: 各種公開情報, OWGP HPを基にしたBCG分析



OREは、200名以上の多様なチームメンバーを擁する英国洋上産業戦略実行組織

英国: ORE Catapult組織体制(Manager役職以上)



Source: 各種公開情報, ORE Catapult HPを基にしたBCG分析



OREは、民間企業と連携し、ハード・ソフトウェア双方の共同技術開発・実証PJを実施

英国: ORE Catapultによる新技術開発取組概要

	洋上風力デジタルツイン開発	洋上風力大型タービン開発	ブレード保守ロボット開発
実施時期	2018年～	2018年～	2020年～
協業プレイヤー	VERITAS	GE Renewable Energy	BLADEBUS
技術概要	<ul style="list-style-type: none">システムからのリアルタイム運用SCADAと状態監視データの収集し、Veristar AIM 3Dを通じてデジタルツインを作成図面、操作マニュアル、保守手順をデータベースに組み込み、タービンステータスや保守方法等のデータを、データベースから直接アクセスすることが可能で保守効率化、タービン寿命長期化に寄与	<ul style="list-style-type: none">高さ260メートルの「Haliade-X」(12MW)の洋上風力タービン開発風車の超大型化により、設置台数削減、導入期間短縮、保守コスト抑制に寄与	<ul style="list-style-type: none">タービンのブレード上を移動する6脚ロボットが、ブレード表面上の亀裂や欠陥を調査し、点検データを蓄積・収集タービンブレードの保守コストを30~50%低減に寄与
実施内容	<ul style="list-style-type: none">米IT企業VeritasとORE Catapultが共同でデジタルツイン用ソフトウェアを開発ORE Catapultが保有するテスト設備(7MW Levenmouth Offshore Wind Demonstration Turbine)を活用して必要データ収集・検証を実施	<ul style="list-style-type: none">米GE Renewable EnergyとORE Catapultで5年間の協業開発契約を締結OREの保有するテスト施設を活用し、英国北東部のノーサンバーランドでORE管理下で試験を実施	<ul style="list-style-type: none">英BladeBUGとORE Catapultが共同で実証実験を実施し、垂直状態のタービンブレード上を50m移動させることに成功英政府の研究資金助成期間Innovate UKから100万ポンド(約1.4億円)の資金提供



[bcg.com](https://www.bcg.com)