

令和 6 年度

九州地域における洋上風力関連産業分野のサプライチェーン
拡大を通じた再エネ基盤のレジリエンス強化・エネルギーの
安定供給に向けた調査事業

令和 7 年 2 月

経済産業省 九州経済産業局
(調査委託先：株式会社 地域計画建築研究所)

目 次

序章 本調査の概要	1
1. 背景と目的	
2. 調査フロー	
第1章 洋上風力発電の市場及び政策動向（概論）	3
1. 世界全体	
(1) 洋上風力発電設備の新規導入予測	
(2) 地域別の洋上風力発電市場の拡大見通し	
(3) 洋上風力発電の普及に向けた国際的枠組み	
2. 日本国内	
(1) 洋上風力発電に関するこれまでの政策動向	
(2) 日本国内における洋上風力発電の導入ポテンシャル	
第2章 アジア・オセアニア地域における洋上風力発電市場の動向.....	14
1. 中国本土	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開	
(3) 洋上風力発電市場に係る今後の見通し	
2. 台湾	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開	
(3) 洋上風力発電市場に係る今後の見通し	
3. 韓国	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開	
(3) 洋上風力発電市場に係る今後の見通し	
4. ベトナム	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開	
(3) 洋上風力発電市場に係る今後の見通し	
5. オーストラリア	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開	
(3) 洋上風力発電市場に係る今後の見通し	
6. ニュージーランド	
(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況	
(2) 洋上風力発電に係る政策展開・今後の見通し	

第3章 洋上風力関連産業の業界動向 49

1. 洋上風力関連産業のサプライチェーン構造
 - (1) 洋上風力発電設備の諸類型
 - (2) 洋上風力発電設備の大型化
 - (3) 洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア
 - (4) 洋上風力発電設備の構成要素等
 - (5) 洋上風力関連産業のサプライチェーン構造と経済波及効果
 - (6) 洋上風力発電の導入フロー
2. 浮体式洋上風力発電の諸類型と技術の高度化
 - (1) 浮体式洋上風力発電設備の諸類型
 - (2) 浮体式洋上風力発電設備に係る技術動向
 - (3) 浮体式洋上風力関連産業に係る特許の保有状況等
3. 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた官民の取組状況
 - (1) 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた官民連携スキーム
 - (2) 浮体式洋上風力発電の施工に係る課題等
 - (3) 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた港湾整備
4. 浮体式洋上風力関連産業の全体構造
 - (1) 浮体式洋上風力関連産業のサプライチェーンとコスト
 - (2) 浮体式洋上風力発電設備の製造に必要な要素技術分析
 - (3) 本調査をふまえた洋上風力関連産業の取引構造（全体）

第4章 洋上風力関連産業への地域企業の参入可能性 78

1. 分野ごとの取引構造と構成要素及び地域企業の参入可能性
 - (1) 調査開発
 - ①取引構造
 - ②構成要素
 - ③市場の現状
 - ④地域企業の参入に向けた課題・参入要件等
 - ⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等
 - (2) 風車製造
 - ①取引構造
 - ②構成要素
 - ③市場の現状
 - ④地域企業の参入に向けた課題・参入要件等
 - ⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等
 - (3) 基礎製造
 - ①取引構造
 - ②構成要素
 - ③市場の現状
 - ④地域企業の参入に向けた課題・参入要件等
 - ⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

- (4) 設置
 - ①取引構造
 - ②構成要素
 - ③市場の現状
 - ④地域企業の参入に向けた課題・参入要件等
 - ⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等
- (5) O & M
 - ①取引構造
 - ②構成要素
 - ③市場の現状
 - ④地域企業の参入に向けた課題・参入要件等
 - ⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等
- 2. 九州企業の洋上風力関連産業への参入状況・参入意向（アンケート調査）
 - (1) アンケート調査の実施概要
 - (2) 分析に係る注意事項等
 - (3) 調査結果のポイント
 - ①回答企業の概要
 - ②回答企業の業種・生産形態
 - ③風力関連産業への参入状況・参入に係る課題・支援ニーズ等
 - ④風力関連産業への参入状況
 - ⑤参入分野又は参入を希望する分野
 - ⑥風力関連産業への参入に際して障害となる（なった）課題
 - ⑦九州管内の風力関連産業の振興に向けて、期待される支援施策
- 3. 地域企業による参入可能性と方策の検討
 - (1) 参入可能性の検討フレーム
 - (2) 参入可能性分野のマッピング分析
 - (3) 地域企業による参入促進に向けた方策

第5章 九州洋上風力関連産業サプライチェーンマップ調査..... 136

- 1. サプライチェーンマップの作成方法
- 2. サプライチェーンマップの外観

第6章 九州管内におけるサプライチェーン構築に向けて..... 138

- 1. 九州管内における洋上風力関連産業の発展可能性
- 2. 九州管内での今後の展開に向けて

資料編..... 142

序章 本調査の概要

1. 背景と目的

洋上風力発電は、大量導入が可能であり、また、コスト低減による国民負担の低減効果や経済波及効果が大きく、2050年カーボンニュートラルの実現の切り札と位置づけられている。洋上風力の関連産業は、裾野が広く、風車製造のみならず、基礎製造やO&Mなどを含めサプライチェーン全体で多くの関連部品があり、その数は約3万点にのぼると言われている。「洋上風力産業ビジョン」では、国内外から投資を呼び込み、競争力があり強靱なサプライチェーンを形成するため、産業界として国内調達比率を2040年までに60%にする目標を設定している。

九州地域は、洋上風力の「潜在的な適地」が多く存在し、案件形成についても、2021年度に長崎県五島市沖（1.7万kW）、2022年度に長崎県西海市江島沖（42万kW）が再エネ海域利用法の促進区域に指定され事業者の選定が行われるとともに、港湾地区においては、北九州響灘洋上ウインドファーム（22万kW）が、2023年3月に着工し、将来的な受注に向け地域におけるサプライチェーン構築に期待が寄せられている。

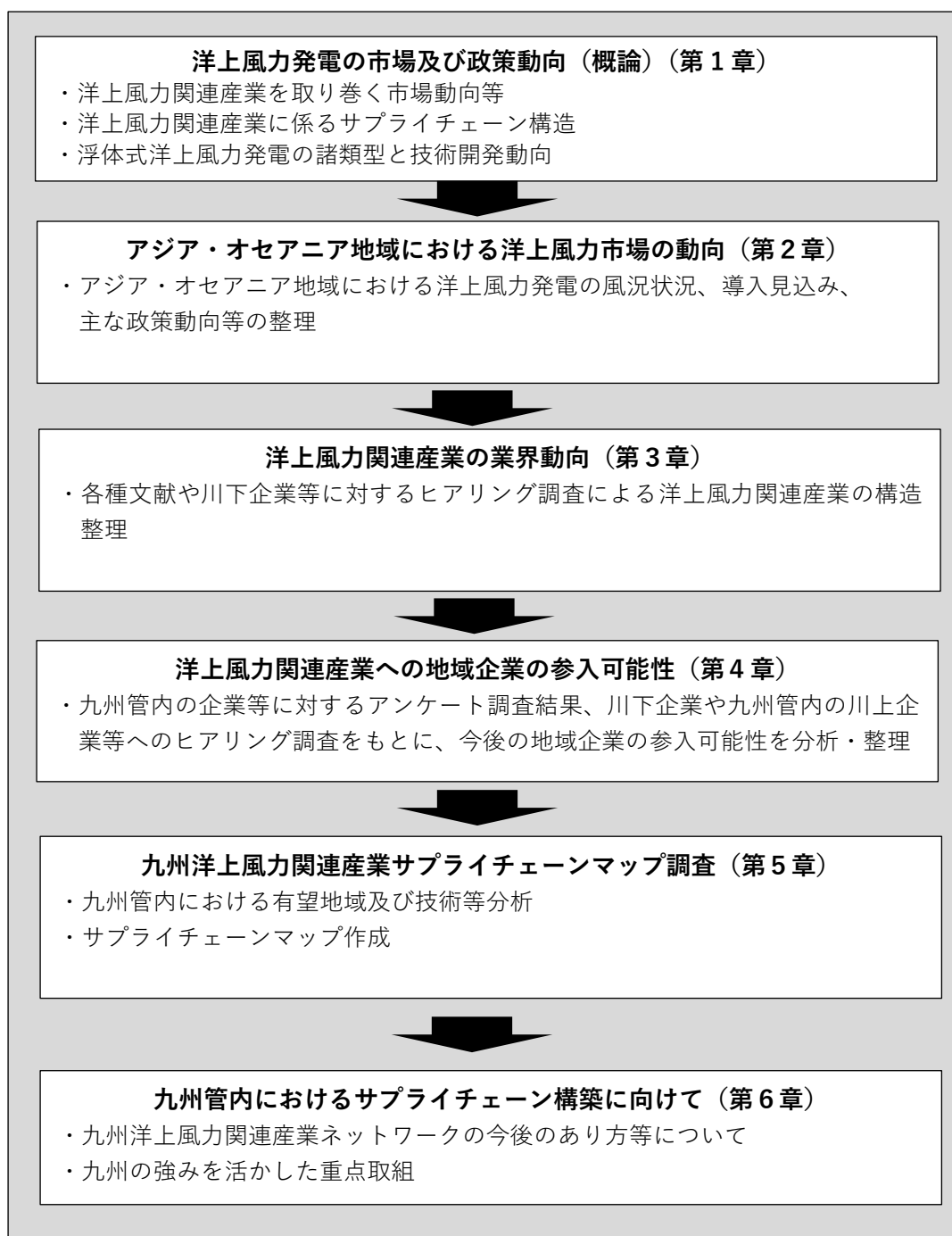
九州経済産業局においては、2023年8月に管内企業のサプライチェーン参入を支援するために「九州洋上風力関連産業ネットワーク」を立ち上げ、セミナー等での情報共有や会員企業についての情報発信等の活動を行っているところである。

このような動きを踏まえ、本調査では、九州地域における洋上風力関連産業分野のサプライチェーンへの参入を加速するため、洋上風力関連産業における関係企業などへのヒアリングなどを通じ、洋上風力発電分野の産業構造の全体像や九州のポテンシャルを整理し、洋上風力産業サプライチェーンへの参入を希望する九州管内企業に向けて親和性の高い分野や取組の方向性を整理することで、地域企業の参入が期待できる有望分野の抽出を行い、地域の再エネ基盤のレジリエンス強化・エネルギー供給の安定化を目指す。

2. 調査フロー

本調査の調査フローは、以下のとおりである。各種文献・資料やインターネット情報等による調査に基づき、洋上風力関連産業の現状やサプライチェーン構築に向けた要素技術などを把握したうえで、九州管内における中小企業等の参入状況や意識等の調査を実施した。

[図表 0-1 本調査の内容及びフロー]



第1章 洋上風力発電の市場及び政策動向（概論）

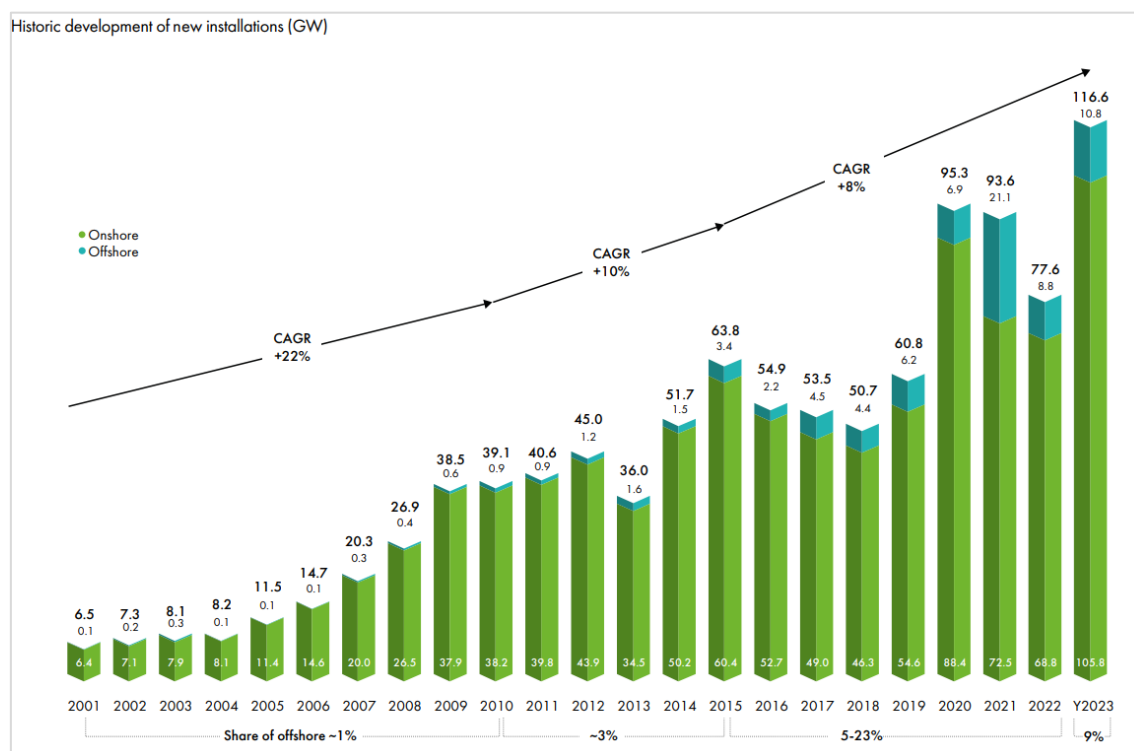
1. 世界全体

（1）洋上風力発電設備の新規導入予測

世界全体での風力関連産業については、2000年代以降、主として陸上風力発電を中心に市場拡大が進んできた。風力発電設備の新規導入（年間）について、2000年代には約6～40GWであったのに対して、2010年代には40～100GW超へと大幅に拡大している。

洋上風力発電については、2000年代では風力発電全体に占める割合は1%以下、2010年代前半も3%以下であったものの、2010年代半ばから5～23%程度で推移するようになり、徐々に市場拡大がみられるようになった。

〔図表 1-1 風力発電設備の新規導入推移（2000年代以降）〕

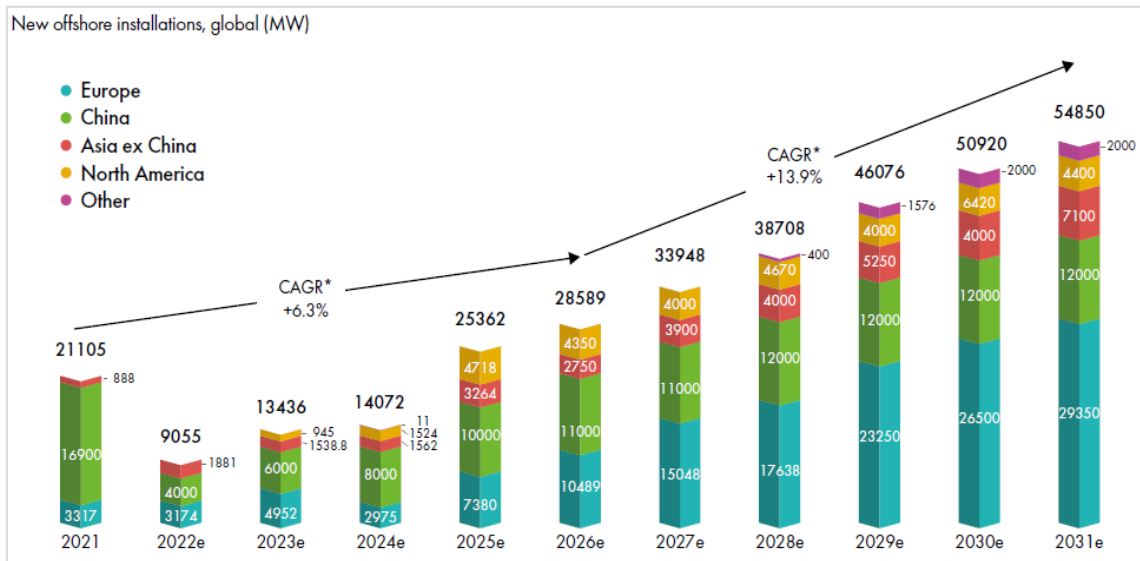


〔出所〕 GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2024

〔注〕 CAGR : Compound Annual Growth Rate (=年平均成長率)

洋上風力発電については、2020年代以降の状況をみると、世界各地における洋上風力発電設備の新規導入は急速に加速している。2025年には年間新規導入が約25GW、2030年には約50GWに到達する見通しとなっており、年平均成長率も2021年から2026年までは+6.3%であったのに対して、2027年から2031年には+13.9%に加速すると予測されている。

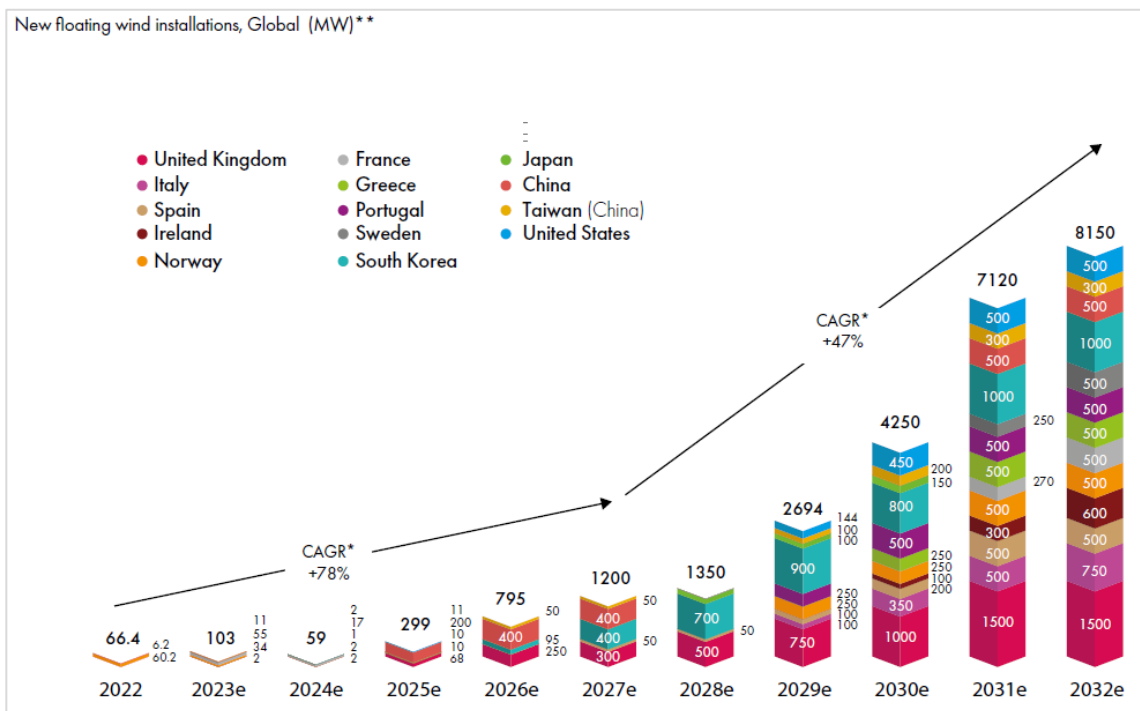
[図表 1-2 洋上風力発電設備の新規導入予測 (2031 年まで)]



[出所] GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2022

また、今後は浮体式洋上風力発電が急速に拡大すると予想されており、2024 年時点では年間新規導入が 59MW に対して、2032 年時点では 8,150MW と今後 10 年で大幅な増加が見込まれている。

[図表 1-3 浮体式洋上風力発電の導入予測 (2032 年まで)]



[出所] GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2023

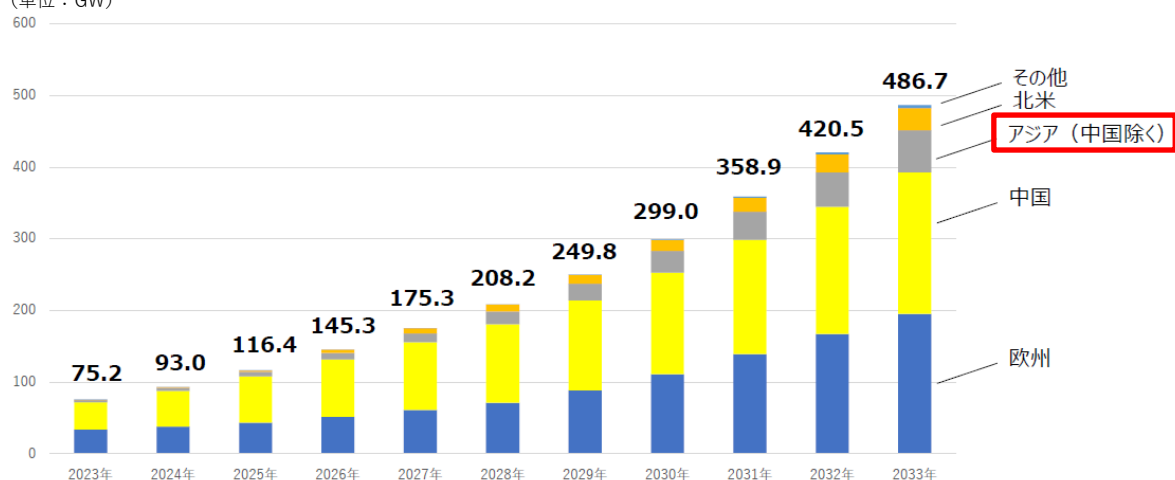
（２）地域別の洋上風力発電市場の拡大見通し

地域別の洋上風力発電の累積導入見通しをみると、2023 年時点が 75.2GW であるのに対して、2033 年時点では 486.7GW へと 6 倍以上に拡大する見通しとなっている。世界全体では欧州と中国本土が占める割合が多いものの、今後はアジア（中国除く）においても急速な市場拡大が見込まれている。

また、浮体式洋上風力発電についても、2020 年代後半からアジア諸国での導入が進展すると予測されている。

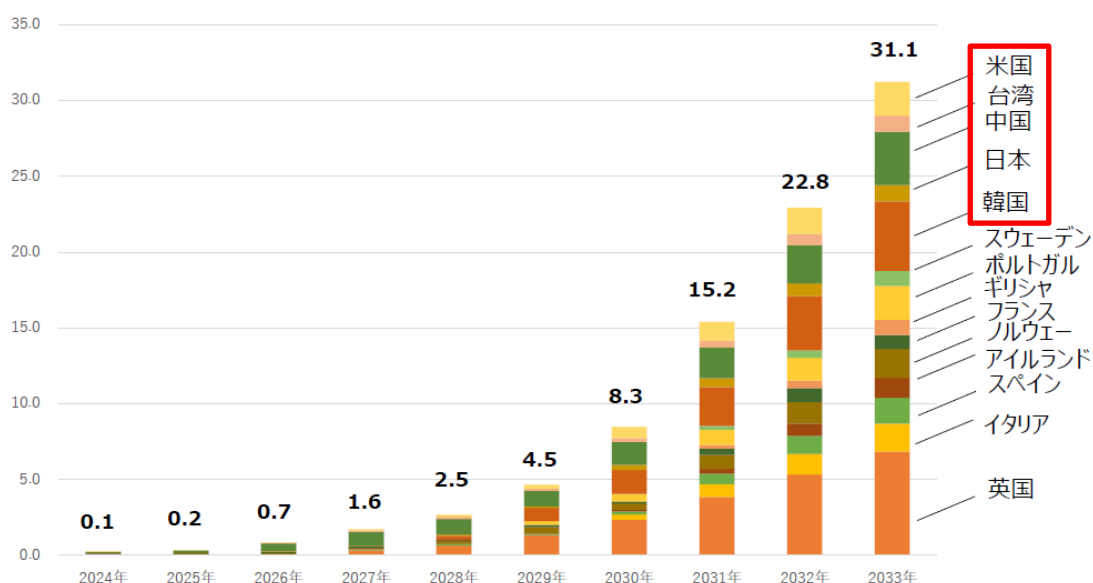
〔図表 1-4 地域別 洋上風力発電の累積導入見通し（2023－2033 年）〕

（単位：GW）



〔出所〕 自然エネルギー財団 洋上風力発電の動向世界と日本における現状〔第 5 版改訂版〕を一部加工

〔図表 1-5 地域別 浮体式洋上風力発電の累積導入見通し（2023－2033 年）〕



〔出所〕 自然エネルギー財団 洋上風力発電の動向世界と日本における現状〔第 5 版改訂版〕を一部加工

(3) 洋上風力発電の普及に向けた国際的枠組み

洋上風力発電の普及に向けた国際的枠組みとして、2022 年 11 月 8 日にカイロで開催された COP27（国連気候変動枠組条約第 27 回締約国会議）の会場において、洋上風力発電の推進に係る国際的な枠組みとして、GOWA（Global Offshore Wind Alliance）に日本を含む 9 か国が追加で参加することを GWEC（Global Wind Energy Council：世界風力会議）が発表した。GOWA は、2021 年にデンマーク政府が主導する形で立ち上げがなされたが、その後も参加国等が増加し、現在は 20 者に拡大している。

[図表 1-6 GOWA の概要整理]

区分	ポイント
活動目標	● 洋上風力発電の導入促進に向けた政府や公共団体、民間セクター間の機運醸成に資する活動を展開する ● 導入促進に向けた政策フレームの立案支援、洋上風力発電の促進に向けた効果的なサプライチェーン構築 ● 洋上風力発電の発展と促進に向けた国際的なコミュニティの形成
数値目標	● 洋上風力発電による発電目標として 2030 年までに：380GW 2020 年代を通じて年間 35GW の新規導入を目指す 2030 年代以降は年間 70GW の新規導入を目指す 2050 年までに：2,000GW
参加者（20 者）	● 中央政府等 オーストラリア、ベルギー、ブラジル、コロンビア、デンマーク、ドイツ、アイルランド、日本、オランダ、ノルウェー、パナマ、ポルトガル、スペイン、セントルシア、ルーマニア、イギリス、アメリカ、欧州委員会 ● 地方政府等 カリフォルニア州政府、ビクトリア州政府

A world map with a light blue background. Countries and regions are outlined in grey. Several areas are highlighted in a darker teal color, representing the member countries and regions of GOWA. These include Australia, Belgium, Brazil, Colombia, Denmark, Germany, Ireland, Japan, The Netherlands, Norway, Panama, Portugal, Spain, St Lucia, Romania, State of Victoria, UK, USA, and State of California. Small national flags are placed next to the names of these countries and regions in a legend on the left side of the map.

[出所] 概要は GWEC ホームページより作成
下段地図は GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2024

2. 日本国内

(1) 洋上風力発電に関するこれまでの政策動向

カーボンニュートラルの実現に向けた国際的な取組が進む中で、日本国内においても2020年10月に政府として2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言した。2020年12月(2021年6月改定)には「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、その中で、洋上風力は重点分野の一つに位置付けられている。

2020年12月には、洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会において、「洋上風力産業ビジョン(第1次)」が取りまとめられた。同ビジョンにおいては、洋上風力発電は、①大量導入、②コスト低減、③経済波及効果が期待されるとともに、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札として位置付けられている。

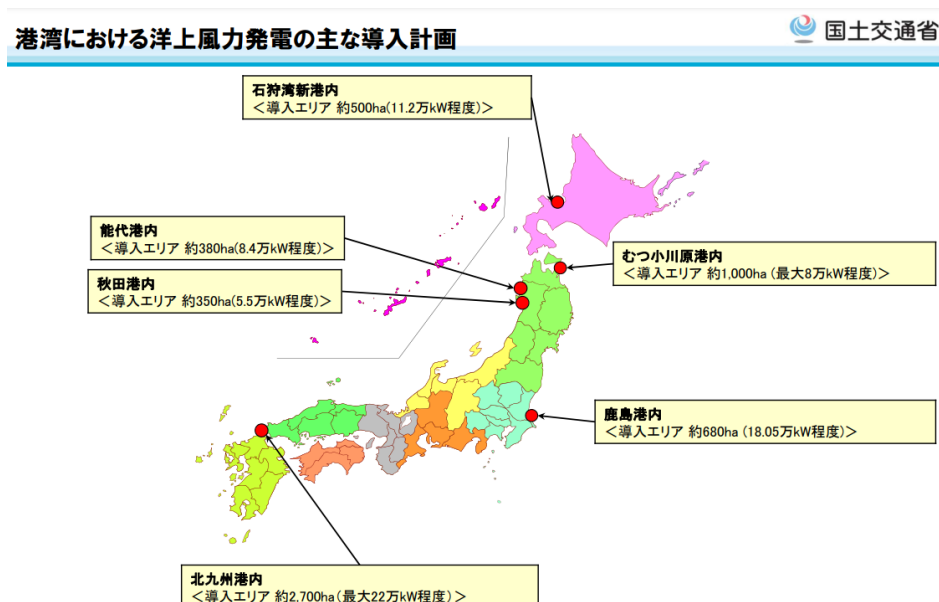
なお、洋上風力発電設備を設置する場所については、港湾法の適用を受ける「港湾区域」、海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律(再エネ海域利用法)の適用を受ける「一般海域」、それ以外の「排他的経済水域(EEZ)」に分けることができる。

i) 港湾区域

上記の区分のうち、港湾区域への洋上風力発電の導入の仕組みが最初に整備された。港湾は、港湾法に定める港湾管理者が港湾区域内の権限調整を担っていることや港湾区域の背後に産業集積がなされていることなどから、洋上風力発電導入の適地とされており、2016年7月施行の改正港湾法において、港湾区域の占用を公募により決定する占用公募制度が創設された。

現在全国5か所において導入計画が進行しており、九州管内においては北九州港内にて、2025年度中の運転開始に向けて取組が進められている。

[図表 1-7 港湾における洋上風力発電の主な導入計画]

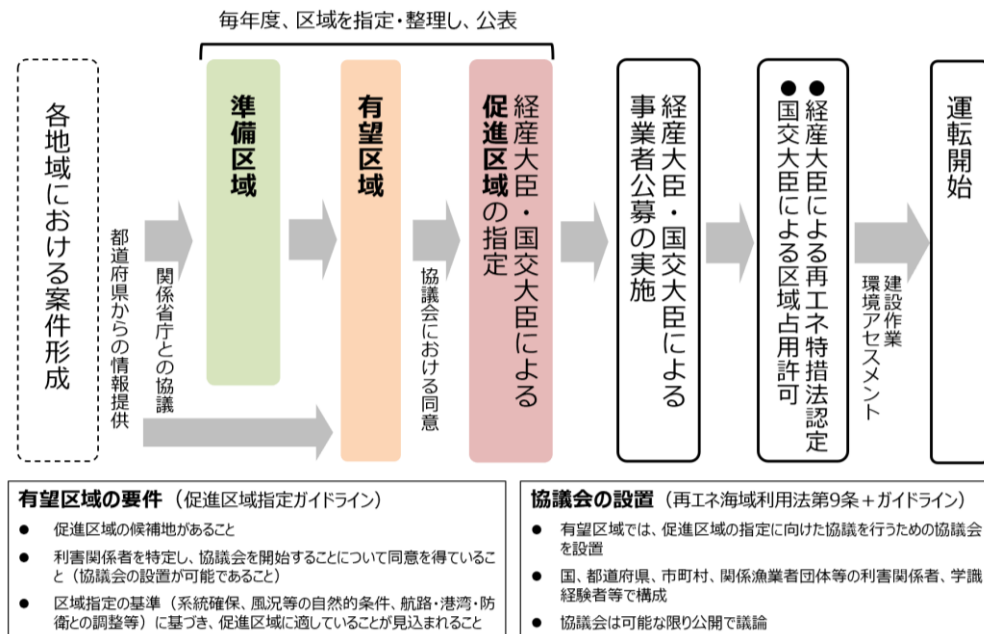


[出所] 国土交通省 港湾における洋上風力の主な導入計画

ii) 一般海域

2019年4月に施行された、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（再エネ海域利用法）」では、海洋基本法に規定する海洋に関する施策との調和を図りつつ、海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用を促進することが規定された。再エネ海域利用法および「海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン」に基づき、案件の進行段階に応じて「一定の準備段階に進んでいる区域」、「有望な区域」、「促進区域」が設定されており、九州管内では「長崎県五島市沖」と「長崎県西海市江島沖」が促進区域に指定され、「福岡県響灘沖」と「佐賀県唐津市沖」が一定の準備段階に進んでいる区域に整理されている。

[図表 1-8 再エネ海域利用法に基づく区域指定・事業者公募のプロセス]



[出所] 資源エネルギー庁 再エネ海域利用法に基づく区域指定・事業者公募の流れ

[図表 1-9 再エネ海域利用法における各区域の状況] ※2025 年 2 月末時点

区域名	万kW※1	供給価格※2 (円/kWh)	運開年月	選定事業者構成員	<導入目標> ①内は全電源の電源構成における比率		
促進 区域	①長崎県五島市沖(浮体)	1.7	36	2026.1	戸田建設、ERE、大阪瓦斯、関西電力、INPEX、中部電力	現状：風力全体4.5GW【0.9%】 (うち洋上0.01GW)	
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	49.4	第1ラウンド公募 事業者選定済 約170万kW	13.26	2028.12	三菱商事洋上風力、三菱商事、C-Tech	2030年：風力全体23.6GW【5%】 (うち洋上5.7GW【1.8%】)
	③秋田県由利本荘市沖	84.5		11.99	2030.12	三菱商事洋上風力、三菱商事、C-Tech、ウェンティ・ジャパン	<洋上風力案件形成目標>
	④千葉県銚子市沖	40.3		16.49	2028.9	三菱商事洋上風力、三菱商事、C-Tech	2030年 10GW/2040年 30-45GW
	⑤秋田県八峰町能代市沖	37.5		3	2029.6	ERE、イベルドロー・リニューアブルズ・ジャパン、東北電力	<洋上風力国内調達比率目標(産業界目標)>
	⑥秋田県男鹿市・湯上市・秋田市沖	31.5	第2ラウンド公募 事業者選定済 約180万kW	3	2028.6	JERA、電源開発、伊藤忠商事、東北電力	2040年 60%
	⑦新潟県村上市・胎内市沖	68.4		3	2029.6	三井物産、RWE Offshore Wind Japan 村上胎内、大阪瓦斯	
	⑧長崎県西海市江島沖	42.0		22.18	2029.8	住友商事、東京電力リニューアブルパワー	
	⑨青森県沖日本海(南側)	61.5	第3ラウンド公募 事業者選定済 約110万kW	3	2030.6	JERA、グリーンパワー・インベストメント、東北電力	
	⑩山形県遊佐町沖	45.0		3	2030.6	丸紅、関西電力、BP Iota Holdings Limited、東京瓦斯、丸高	
有望 区域	⑪北海道石狩市沖	91~114					
	⑫北海道若手・南後志地区沖	56~71					
	⑬北海道島牧沖	44~56					
	⑭北海道橋山沖	91~114					
	⑮北海道松前沖	25~32					
	⑯青森県沖日本海(北側)	30					
	⑰山形県酒田市沖	50					
	⑱千葉県九十九里沖	40					
	⑲千葉県いすみ市沖	41					
	⑳北海道若手・南後志地区沖(浮体)	⑳福井県あわら沖					
準備 区域	㉑北海道島牧沖(浮体)	㉑和歌山県沖(東側)					
	㉒青森県陸奥湾	㉒和歌山県沖(西側・浮体)					
	㉓岩手県久慈市沖(浮体)	㉓福岡県響灘沖					
	㉔秋田県秋田市沖	㉔佐賀県唐津市沖					
	㉕富山県東部沖(浮体)						

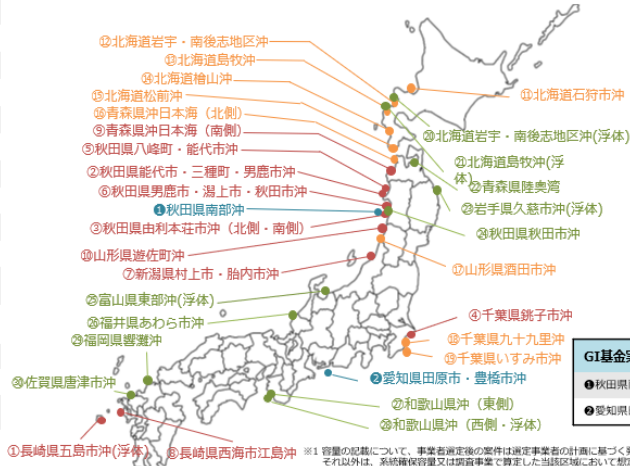
①長崎県五島市沖(浮体) ②長崎県西海市江島沖

※1 容量の記載については、事業者選定済の案件は選定事業者の計画に基づく発電電力量、それ以外は、系統接続容量又は容量事業で算定した当該地区において想定する出力規模。

※2 ①～④はFIT制度適用のため調達価格、⑤～⑩はFIP制度適用のため基準価格。

GI基金実証海域

- 秋田県南部沖
- 愛知県原市・豊橋市沖



[出所] 資源エネルギー庁 現在の促進区域・有望な区域・準備区域の状況

iii) 排他的経済水域 (EEZ)

再エネ海域利用法については、その内容の一部改正法案が2024年3月に閣議決定された。現在の再エネ海域利用法では、適用対象を「領海及び内水」としており、排他的経済水域 (EEZ) についての定めはないことから、EEZ における海洋再生可能エネルギー発電設備の設置に係る制度を創設することを目的としたものである。EEZ は、領海の基線から200 海里（1 海里は1,852m。200 海里は約 370 k m）を超えない範囲で設定される水域であり、日本の領海・EEZ の面積は、世界第6 位（海外領土を除く。海外領土を含める場合は、世界第8 位。）となる約 447 万km²に及ぶ。浮体式洋上風力発電も含めて、今後、国内における洋上風力発電設備の設置が進展することが期待されている（ただし、2025 年2 月時点では法改正はなされていない）。

[図表 1-10 日本の排他的経済水域等]



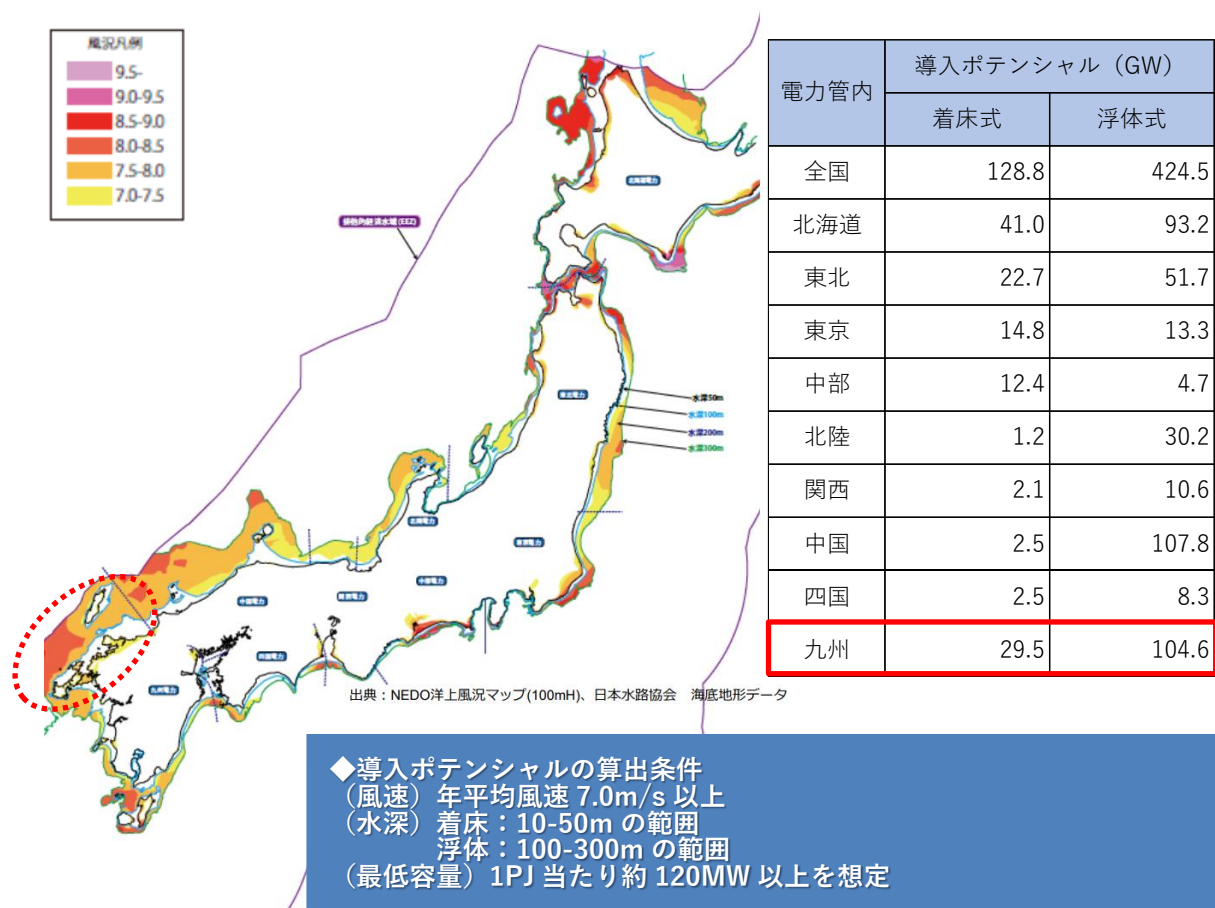
[出所] 海上保安庁ホームページ「日本の領海等概念図」

（２）日本国内における洋上風力発電の導入ポテンシャル

日本国内における洋上風力発電適地については、特に北海道や東北・関東・九州などが風況に恵まれている。国内のエリア別の洋上風力発電設備の導入ポテンシャルについては、日本全体で着床式 128.8GW、浮体式 424.5GW と推計されており、浮体式の導入ポテンシャルは着床式の 3 倍以上となっている。

九州管内については、特に九州北部を中心に洋上風力に適した水深の海域（着床式 10-50m、浮体式 100-300m の範囲）が広がっており、洋上風力発電設備の導入は着床式が 29.5GW、浮体式が 104.6GW となっている。浮体式の導入ポテンシャルについて、九州管内は中国地方（107.8GW）に次いで 2 番目に多い数字となっている。

〔図表 1-11 洋上風力発電設備のポテンシャル分布〕



〔出所〕 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会第 1 回会合（一般社団法人日本風力発電協会資料）より加工

また、事業採算性の高い海域を抽出することを目的に、日本の EEZ 境界までを対象に、自然環境データ（風速・水深等）、海域利用データ（船舶航行密度・漁業権等）、発電コストデータを用いてポテンシャル海域を分析した調査（三菱総合研究所「日本の洋上風力ポテンシャル海域」）（2024 年 4 月）では、2050 年時点の着床式と浮体式のポテンシャル海域を明示している。同調査では、発電コストの発電コスト 10 円/kWh 未満と試算された海域を「ポテンシャル海域」として、事業採算性が高い海域に分類されている。

下図に示すように、ポテンシャル海域の面積は、着床式：70GW、浮体式：1,477GW 相当と試算されている。浮体式の事業ポテンシャルは、着床式の 20 倍以上の面積となっており、今後の事業拡大が期待される結果となっている。また、九州管内においては、特に 75～200m までの比較的浅い水深で浮体式の導入ポテンシャルが高くなっている。

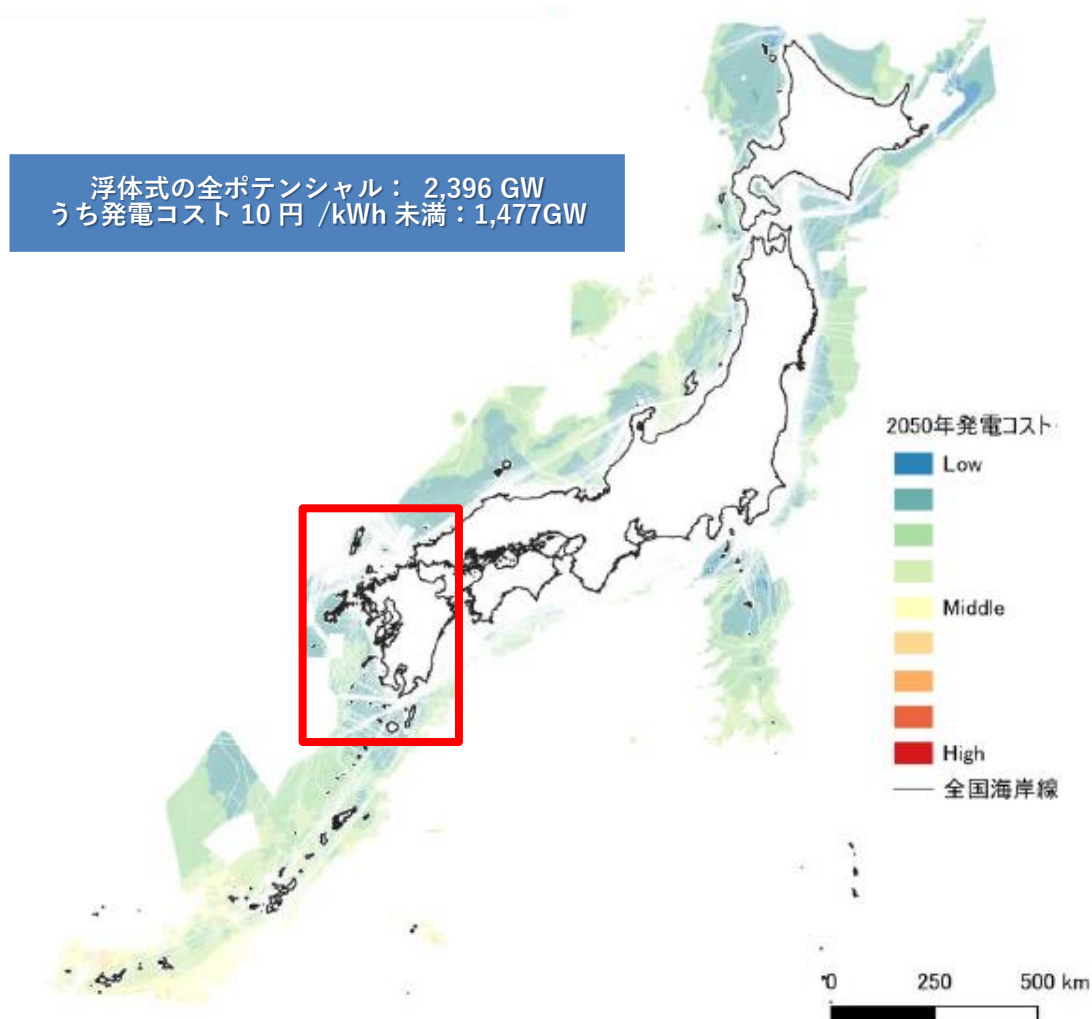
[図表 1-12 着床式ポテンシャル海域(2050 年：船舶航行密度考慮後)]



[出所] 三菱総合研究所「日本の洋上風力ポテンシャル海域」より一部加工

[注] 最低平均風速は 7m/s 以上に設定、最大水深は 2,000m 未満に設定
発電コスト 10 円/kWh 未満と試算された海域を事業性の高い海域として抽出

[図表 1-13 浮体式ポテンシャル海域(2050 年：船舶航行密度考慮後)]



[出所] 三菱総合研究所「日本の洋上風力ポテンシャル海域」より一部加工

[注] 最低平均風速は 7m/s 以上に設定、最大水深は 2,000m 未満に設定
発電コスト 10 円/kWh 未満と試算された海域を事業性の高い海域として抽出

[図表 1-14 浮体式に関する九州管内のポテンシャル]
2050 年：船舶航行密度考慮後／発電コスト 10 円/kWh 未満のみ

区分		75 -100m	100- 200m	200 -300m	300 -400m	400 -500m	500 -1,000m	1,000 -1,500m	1,500 -2,000m	浮体式 全エリア
日本海側	導入量 (GW)	17	122	63	56	44	185	72	15	572
	全エリアに対する構成比	29.3%	31.2%	49.2%	59.6%	54.3%	46.1%	31.0%	16.5%	38.7%
太平洋側	導入量 (GW)	13	45	32	20	22	124	152	76	484
	全エリアに対する構成比	22.4%	11.5%	25.0%	21.3%	27.2%	30.9%	65.5%	83.5%	32.8%
九州・沖縄	導入量 (GW)	28	224	33	19	16	93	8	0	420
	全エリアに対する構成比	48.3%	57.3%	25.8%	20.2%	19.8%	23.2%	3.4%	0.0%	28.4%
全エリア	導入量 (GW)	58	391	128	94	81	401	232	91	1,477
	全エリアに対する構成比	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

[出所] 三菱総合研究所「日本の洋上風力ポテンシャル海域」をもとに算出

[注] 浮体式全エリアは各区分の合計値で設定、四捨五入の関係で各項目の和と合計値が一致しない場合がある

第2章 アジア・オセアニア地域における洋上風力発電市場の動向

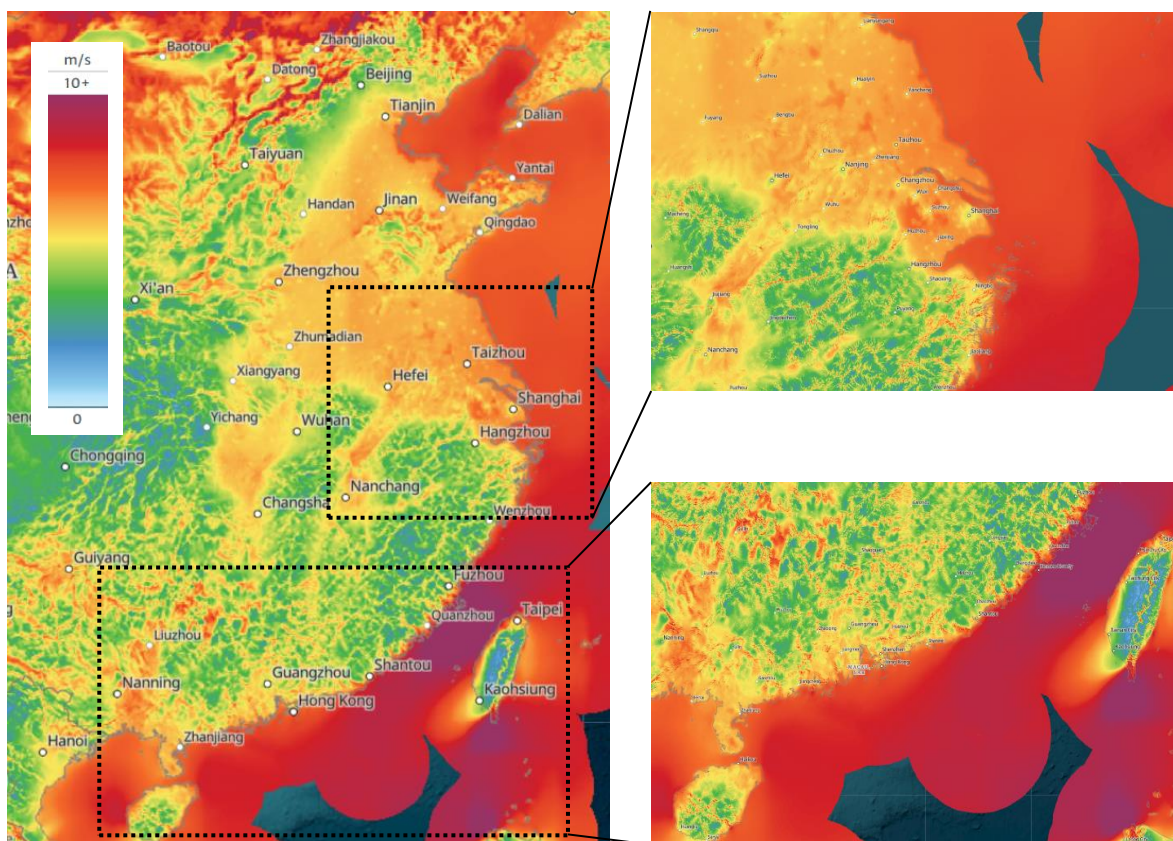
1. 中国本土

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

中国本土における洋上風力発電適地について、デンマーク工科大学（Department of Wind Energy at the Technical University of Denmark）及び世界銀行グループ（World Bank Group）が連携で開発した「GLOBAL WIND ATLAS」をもとに確認する。

中国本土においては、沿岸部を中心に風況に恵まれたエリアが広がっているが、特に風況に恵まれたエリアは、台湾海峡周辺となっており、年間の平均風速は 10m/s 程度となっている。

〔図表 2-1 中国本土における風況マップ〕



〔出所〕 GLOBAL WIND ATLAS <https://globalwindatlas.info/en/>

〔注〕 水深 100m までのエリアでの風況

中国本土における洋上風力発電のプロジェクト組成状況について、2022 年末までに中国各省に許認可されたプロジェクトは 202 件、うち建設済みは 31.2GW という数値になっている。エリア別に状況をみると、広東省及び江蘇省でのプロジェクト数が多く、これら 2 地域で全体の 6 割程度を占めている。

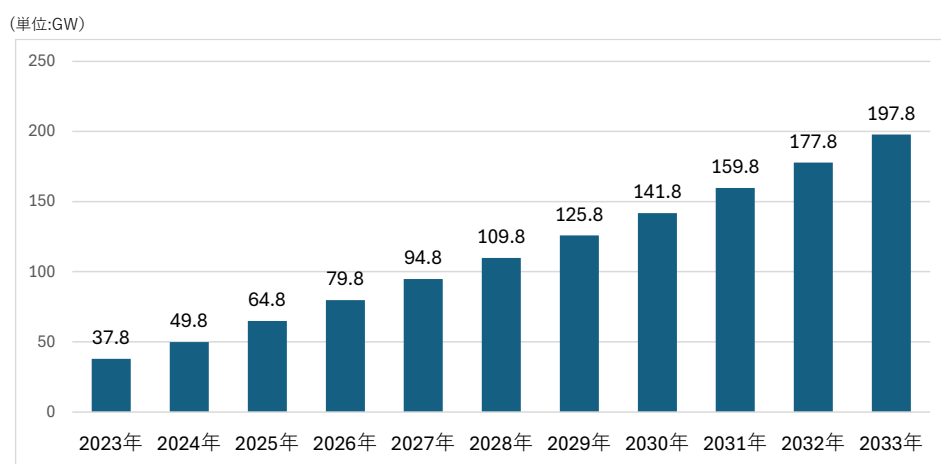
今後の洋上風力発電の導入見通し（累計）では、2023 年には 37.8GW であったのに対して、2033 年には 197.8GW に達すると見込まれている。

[図表 2-2 中国本土でのプロジェクト組成状況（2022 年まで）]

	プロジェクト数 (個)	計画総設備容量 (GW)	建設済み設備容量 (GW)
① 広東	61	37.6	8.3
② 江蘇	58	16.0	12.1
③ 福建	24	6.5	3.2
④ 浙江	22	7.1	2.9
⑤ 山東	11	6.3	2.6
⑥ 遼寧	7	1.7	1.1
⑦ 河北	6	2.1	0.3
⑧ 上海	6	0.9	0.6
⑨ 天津	5	0.5	0.1
⑩ 広西	2	1.7	—
合計	202	80.4	31.2

[出所] 自然エネルギー財団 洋上風力発電の動向世界と日本における現状 [第 5 版改訂版] をもとに作成

[図表 2-3 洋上風力発電の累積導入見通し（2033 年まで）]



[出所] GWEC Global Wind Report 2024 より作成

（２）洋上風力発電に係る政策展開

中国における洋上風力政策については、国が定める５か年計画（現在は第１４次５か年計画：２０２１～２０２５年）にもとづき、エネルギー分野の計画と体系を定める「第１４次５か年現代エネルギー体系計画」と「第１４次５か年再生可能エネルギー発展計画」が策定されている（国家能源局が所管）。こうした中央政府の政策に従い、地方政府（省レベル）は各地域の条件や産業の特色などを踏まえ、地域産業の振興や企業育成の観点を含めて目標達成への積み上げを行い、地方の分野ごとの５か年計画を作成している。

[図表 2-4 中国における洋上風力関連政策・導入目標の体系]

中央政府 レベル	上位計画	- 第14次5か年計画と2035年までの長期目標綱要 2030年までのカーボンピークアウトに向けた行動計画
	エネルギー分野の計画 (国家能源局が所管)	- 第14次5か年現代エネルギー体系計画 - 第14次5か年再生可能エネルギー発展計画 - 風力発電発展第14次5か年計画(未公表、洋上風力の導入目標を提示)
地方政府 レベル	洋上風力重点開発エリアに指定された各地方政府の計画	- 広東省洋上風力発電発展計画 - 浙江省エネルギー発展145計画 - 江蘇省洋上風力発電計画 他

地方政府	文書名
広東省	■ 広東省洋上風力発電発展計画（2017-2030年） ・ 洋上風力の発展を加速し、2020年までに発電設備容量 12 GW 以上の洋上風力プロジェクトに着工し、そのうち 2 GW 以上を完成 ・ 2030年までに洋上風力の発電設備容量を 30GW に到達させ、広東省を洋上風力発電ユニット、重要部品、海上工事等の世界先端レベルの産業集積地へ
	■ 洋上風力の秩序ある開発の促進と関連産業の持続可能な発展のための実施計画 ・ 2025年までに洋上風力発電設備容量を 1,800 万 kW に到達させ、補助金なしの系統連系を実現 ・ 2025年までに省の洋上風力ユニットの生産能力を年産 900 台規模 ・ 2025年までに省の洋上風力ユニットの生産能力を年産 900 台規模とする。
浙江省	■ 浙江省エネルギー発展 145 計画 ・ 2025年までに風力の発電設備容量を 641 万 kW とし、このうち 500 万 kW を洋上風力 ・ 2025年までに 3 箇所以上の 100 万 kW 級の洋上風力基地を建設
江蘇省	■ 江蘇省 145 洋上風力発電計画 ・ 28カ所の風力発電プロジェクトを計画（発電設備容量 909 万 kW、計画面積は 1,444 m ² ）
福建省	■ 福建省 145 エネルギー発展計画 ・ 2025年までに 10.3GW の洋上風力の発電設備容量を新規開発 ・ 深海部での大型洋上風力発電ユニット及び遠距離直流送電等の技術開発のため発電設備容量 4.8GW 規模の技術開発プロジェクトを実施
山東省	■ 山東省エネルギー発展 145 計画 ・ 2025年までに風力発電の設備容量 25GW を目指し、このうち洋上風力を重点 ・ 山東半島沿海部に 10GW 級の洋上風力発電所を開発し、洋上風力発電と水産養殖業を融合したモデルプロジェクトなどを実施
上海市	■ 上海市エネルギー発展 145 計画 ・ 145 期間に洋上風力を主として風力発電の発電設備容量を 1.8GW 増設 ・ 洋上風力開発のための遠海深海エリアの適地探索を実施

[出所] 三菱総合研究所 令和４年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）を一部加工

風力関連産業が含まれる「第14次5か年再生可能エネルギー発展計画」では、再生可能エネルギーの導入においては、中国国内では風力エネルギーおよび太陽エネルギー資源の活用を強力に推進することを示している。風力発電においては、建設条件が優れている地域が多いことから、持続的な大規模開発の条件を備えた地域において、新エネルギーの現地での消化および外部輸送能力の向上に力を入れることが示されている。陸上風力発電では、特に新疆、黄河上流、河西回廊、黄河几字湾、冀北（河北省北部）、松遼、黄河下流の新エネルギー基地を重点的に構築することが示されている。

また、洋上風力発電においては、「洋上風力発電基地クラスター」の構築に向けて、山東半島、長江デルタ、閩南、粵東（広東省東部地域）、北部湾等での風力発電開発を推進するとともに、広東、広西、福建、山東、江蘇、浙江、上海等の沿岸部では、中国初の浮体式商業化洋上風力発電プロジェクトの着工・実施することが示されている。

〔図表 2-5 第14次5か年再生可能エネルギー発展計画における風力発電の位置づけ〕

項目		ポイント
風力発電開発の位置づけ		・太陽光発電とともに、再生可能エネルギーの導入促進を図るうえで、重要な役割を担う
重点地域	陸上風力発電	【第14次5か年計画 重大陸上新エネルギー基地】 ①新疆新エネルギー基地 ②黄河上流新エネルギー基地 ③河西回廊新エネルギー基地 ④黄河几字湾新エネルギー基地 ⑤冀北（河北省北部）新エネルギー基地 ⑥松遼新エネルギー基地 ⑦黄河下流グリーンエネルギー回廊
洋上風力発電重点		【第14次5か年計画】洋上風力発電開発建設の重点】 ①洋上風力発電基地クラスター 山東半島、長江デルタ、閩南、粵東（広東省東部地域）、北部湾等 ②国初の浮体式商業化洋上風力発電プロジェクトの着工・実施 広東、広西、福建、山東、江蘇、浙江、上海等 ③洋上エネルギーアイランド試行 など

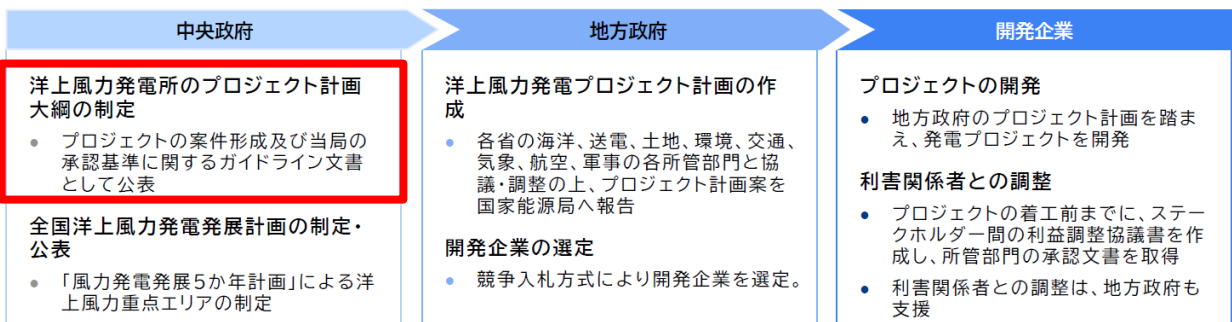
〔出所〕 NEDO 北京事務所 第14次5か年再生可能エネルギー発展計画の印刷配布に関する通知（翻訳）

中国における洋上風力の案件形成においては、中央政府が定めた「洋上風力発電所のプロジェクト計画大綱」にもとづいて、地方政府が各地域の適地選定・ゾーニングを行いプロジェクトの計画を作成したうえで、中央政府が承認するという流れになる。その後、地方政府が主体となって競争入札が行われた後、開発企業が選定されていく。

地方政府のプロジェクト計画作成に際しては、関係機関各地方の所管部局との調整が図られ、適地の抽出ゾーニングが行われる。開発企業は、地方政府が作成した計画に基づき競争入札に応募し、プロジェクトを開発する。また、プロジェクトの着工前に、地方政府の支援も受けつつ利害関係者との調整が行われる。

「洋上風力発電所のプロジェクト計画大綱」は、プロジェクト案件形成のプロセスにおける問題点や課題を踏まえ作成された、洋上風力プロジェクトの案件形成及び当局の承認基準に関するガイドライン文書である。地方政府によるプロジェクト計画の前に、国家能源局他の中央政府機関、地方政府、送電会社等による案件計画化業務を行うことが原則とされており、案件形成のベースとなる文書となっている。

[図表 2-6 中国の洋上風力発電における案件形成フロー]



項目	文書名
案件計画化の原則	・ 国家能源局が中心となり、科学技術部、財政部、国土資源部、環境保護部、国家海洋局、中国気象局などの各部門及び水電水利計画設計総院、国家電網公司、南方電網公司ならびに沿海各省の発展改革委員会などの組織、機関が役割に応じて共同で参与し、洋上風力発電計画及び海上送電計画に関する FS を含む案件形成のための計画化業務を実施
案件計画化にあたり検討すべき要素	①海洋水文条件（風況など） ②海岸地質、浸食の安定性 ③海洋機能区計画及び沿海計画との整合港、航路、養殖漁場などの発展計画と洋上風力の関係確認、調整 ④環境保護及び軍事計画との整合 ⑤電力系統
プロジェクト計画の作成と報告	・ 沿海省の洋上風力プロジェクト計画の作成は地方の発展改革委員会が責任を負い、各省の海洋、送電、土地、環境、交通、気象、航空、軍事の各方面の所管部門と協調して調整 ・ 省の発展改革委員会と水電水利設計院が共同で計画案の最終化を行い、国家能源局へ報告

[出所] 三菱総合研究所 令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）を一部加工

これら以前にも洋上風力発電プロジェクトのルールについて整理した「洋上風力発電開発建設管理弁法」(2016 年 12 月公布)や海洋空間の管理を定める「海域使用管理法」(2002 年 1 月公布)などが定められている。

〔図表 2-7 「洋上風力発電開発建設管理弁法」と「海域使用管理法」〕

項目	文書名
洋上風力発電開発建設管理弁法 2016 年 12 月	・ 国家能源局と国家海洋局が共同で公布(2016 年 12 月) ・ 国家能源局、地方政府、開発企業の役割、義務等が整理 【主な項目】 ①国家能源局の職責 ②プロジェクト案件の承認プロセス ③洋上風力の場所の制限 ④地方政府が競争入札で事業者を選定 ⑤利害関係者との調整義務 ⑥環境影響評価の義務 ⑦プロジェクトの施行と運用管理
海域使用管理法 2002 年 1 月公布	・ 中国の海洋管理の基本法として施行。所管部署は国家海洋局 (2002 年 1 月公布) ・ 総則、海洋機能区分ゾーニング、海洋使用の申請と許可、海洋使用権、海洋使用料、管理執行、法律責任、附則の 8 章、54 条から構成、中国の海洋の所有権と使用権の管理枠組みを定める 【主な項目】 ・ 海洋所有権と海洋使用権 ・ 海洋ゾーニング制度 ・ 海洋使用の申請と許可 ・ 海洋使用権 ・ 海洋使用料

〔出所〕三菱総合研究所 令和 4 年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）より作成

海洋空間利用については、2012 年 4 月、国家海洋局が中国初の海洋空間計画である「全国海洋功能区画(2011～2020 年)」に公表されている (2021 年以降の計画は未公表)。同計画では、「漁業」、「港湾及び船舶運航区」、「工業利用区」、「鉱産及びエネルギー区」、「レジャー娛樂区」、「海洋保護区」、「特殊利用区」、「保留区」の 8 つの海洋ゾーニング分類を定められており、このうち鉱産及びエネルギー区において、洋上風力の開発エリアも含まれている。

「全国海洋功能区画(2011～2020 年)」では、国家海洋局が策定する全国海洋功能区画に基づき、省、市、県レベルの地方政府が「上から下へ」の原則に従って詳細な海洋空間計画を策定することを求めている。海洋計画の作成にあたっては、海洋ゾーニング計画技術ガイド(GB/T17108 2006) が策定されている。本ガイドに法的な強制力はないものの、国家標準として準拠することが推奨されている。

[図表 2-8 海洋空間計画策定における中央政府・地方政府の関係性]

中央政府 (国会海洋局)	● 海洋資源の利用と海洋環境の保護を図りながら、海洋利用の総合的な管理能力を高めるために、「海域使用管理用」、「海洋環境保護法」などの関連法令に基づき「全国海洋功能区画」を制定する。 ● 全国海洋功能区画(2011-2020年)では、①渤海、②黄海、③東海、④南海及び⑤台湾以東の5大海域に属する全部で29カ所の重点エリアを指定し、海洋ゾーニング区分計画の方針を示している。
地方政府 (省レベル)	● 海洋ゾーニング区分計画の実施を強化するため、「上から下へ」の管理を徹底実施する。 ● 沿海部の各地方政府は、「全国海洋功能区画」の要求に基づき、各地の海洋開発利用ならびに海洋環境保護に関する政策及び計画を調整して、省の海洋ゾーニング計画を策定する。
地方政府 (市・県レベル)	● 省の海洋ゾーニング計画に基づき、沿海部の市・県レベルの人民政府は市・県の海洋ゾーニング計画を策定する。 ● 市・県の海洋ゾーニング計画の海洋ゾーニング区分や管理要求の内容は省の海洋ゾーニング計画と整合しなければならない。

[出所] 三菱総合研究所 令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）より作成

（３）洋上風力発電市場に係る今後の見通し

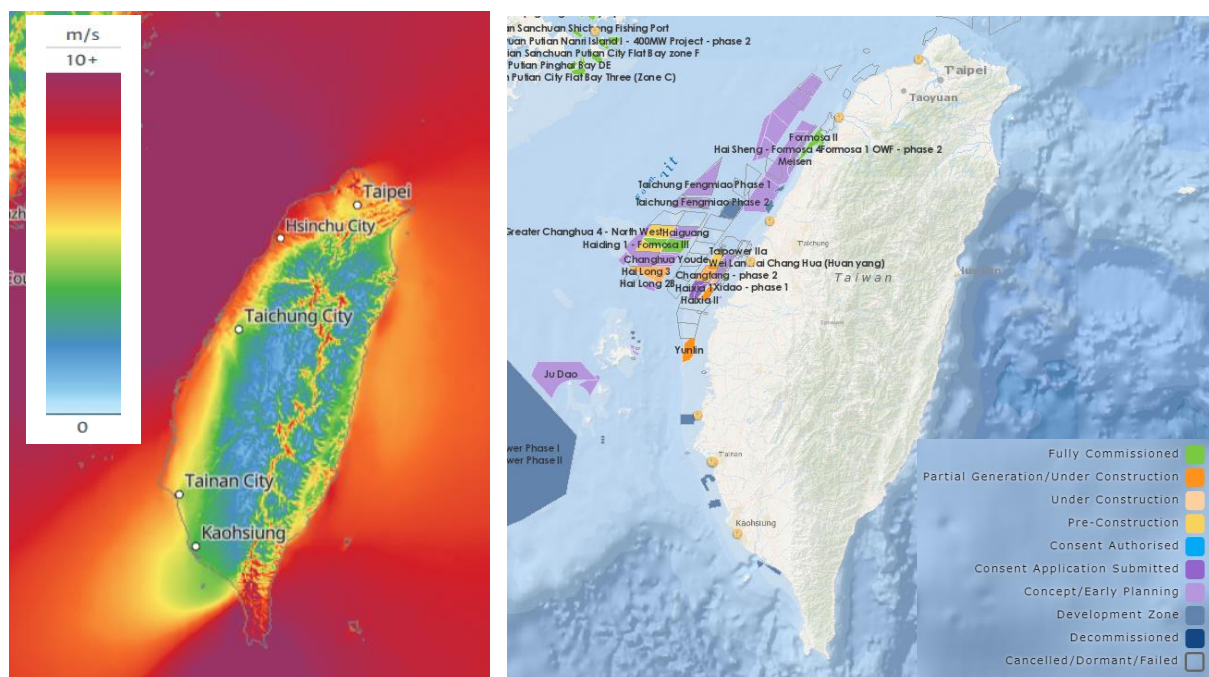
中国に洋上風力発電は2020～2030年代にかけて、政策的にも急速な市場拡大が予想されているが、現状の案件形成のスピードでは国内市場が飽和状態になる可能性も出てきている。将来的には、日本を含む周辺国の案件にも積極的に参入する可能性もあり、洋上風力関連産業における国内での生産能力の余剰分を海外需要で賄う可能性も出てきている。近年は、欧米の風車メーカーとの比較においても、中国風車メーカーやサプライヤーの技術と品質は大きく向上しており、コスト競争力の高さから海外進出が進む可能性が出てきている。中国では、洋上風力発電設備の輸送に必要な大型船舶の建造を進めており、海上輸送能力でも競争力が大きく向上しているとされる。

2. 台湾

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

台湾においては、特に西部の台湾海峡周辺が風況に恵まれたエリアとなっており、洋上風力発電の案件形成もこのエリアを中心に進展している。年間の平均風速は 10m/s 程度となっている。今後の洋上風力発電の導入見通し（累計）では、2023 年には 2.1GW であったのに対して、2033 年には 17.3GW に達すると見込まれている。

〔図表 2-9 台湾周辺における風況とプロジェクトマップ〕



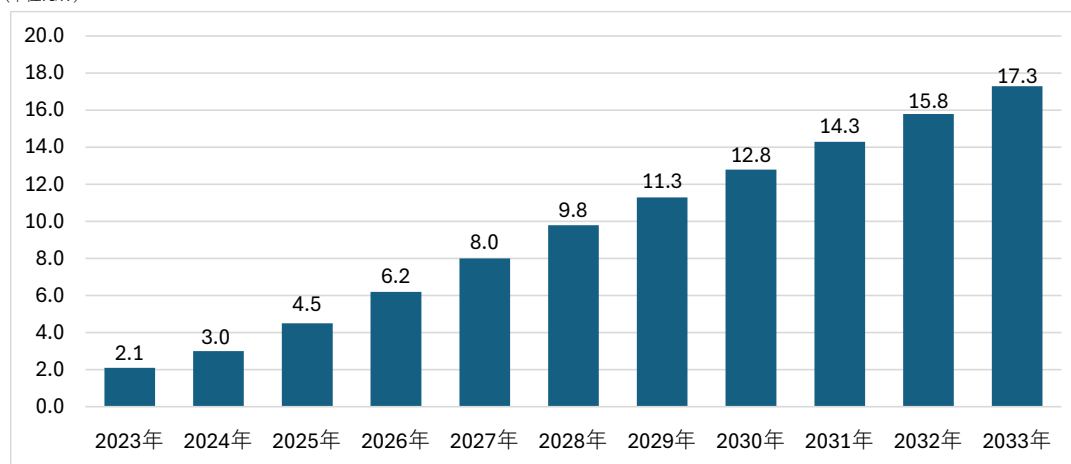
〔出所〕 風況マップ：GLOBAL WIND ATLAS <https://globalwindatlas.info/en/>

主なプロジェクトの位置図：4C Offshore Global Offshore Map <https://map.4c offshore.com/offshorewind/>

〔注〕 風況マップ：水深 100m までのエリアでの風況

〔図表 2-10 洋上風力発電の累積導入見通し（2033 年まで）〕

(単位:GW)



〔出所〕 GWEC Global Wind Report 2024 より作成

また、台湾經濟部能源署（Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs）による水深別の発電ポテンシャルについては、以下のように整理されている。台湾周辺海域は比較的推進が浅い海域も多く、特に水深 20～50m 程度の海域での発電ポテンシャルが高いことが指摘されている。

[図表 2-11 台湾における洋上風力発電政策（3つのフェーズ）]

水深	内容	実現可能性
Shallow Water	- 水深レンジ：5～20m - 海域面積：1,779.2 km² - 発電ポテンシャル：9 GW	1.2GW
Deep Water	- 水深レンジ：20～50m - 海域面積：6,547 km² - 発電ポテンシャル：48GW	10GW
Deeper Water	- 水深レンジ：50m超 - 発電ポテンシャル：90GW	10GW 未満

[出所] Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs The Development and Prospect of Offshore Wind Energy in Taiwan より作成

（２）洋上風力発電に係る政策展開

台湾は世界屈指の風力発電適地と見込まれており、2019 年には初となる洋上風力発電所 FORMOSA1（フォルモサ 1）が、2023 年には FORMOSA 2 が商業運転を開始している。蔡英文政権下から持続可能なエネルギーの活用と脱原発を主軸としたエネルギー政策への転換を積極的に推進しており、2016 年に表明された際には、全発電量に占める再エネ比率について、2025 年までに 20%に引き上げる目標を掲げている。その中で、洋上風力発電についてもその実現に向けた有力な切り札として位置付けられており、經濟部能源署主導による洋上の開発計画の設定と段階的な実証を経て商業化が進展している。

台湾における洋上風力発電政策は、2012 年 2 月に「陸海風力発電機設置計画」が制定されるとともに、今後の風力発電開発を 3 段階の戦略（「示範（モデル）」、「潜力（ポテンシャル）」、「區塊（ブロック）」に分けて行うことが決定された。

フェーズ 1 では、洋上風力の実証のためインセンティブプログラム(DIP: Demonstration Incentive Program)として、洋上風力発電事業への投資を呼び込むための実証が展開されている。フェーズ 2 では、洋上風力発電設備の「国産化」に向けて、風力関連産業に関わる事業者は、風車タワーや水中基礎、海洋工事などの分野において、台湾企業を優先的に「活用」することが求められる。活用の類型としては、台湾企業への直接発注、台湾企業への委託、台湾企業との提携の 3 つが存在する。フェーズ 2 までの間においては、台湾企業以外にも多くの欧州企業やアジア系企業の参入がみられる。

そして、最終フェーズ 3 においては、フェーズ 2 における国産化の取組をふまえ、台湾における洋上風力発電に関するサプライチェーンを完成させ、アジア太平洋市場への進出を目指すこととしている。本フェーズでは、2026 年から毎年 1.5GW の新規導入を行い、2035 年までに計 15GW を導入するとされている。

[図表 2-12 台湾における洋上風力発電政策（3つのフェーズ）]

フェーズ	内容
フェーズ 1	●洋上風力の実証のためインセンティブプログラム (DIP: Demonstration Incentive Program) ・風力タービン及び発電サイト建設に係る補助金 ・実証サイトは 2 か所 フォルモサ実証発電所 (128MW) 台湾電力実証発電所 (109.2MW)
フェーズ 2	●洋上風力発電設備の「国産化」 ・洋上風力発電の基幹部品に関する段階的な国産化戦略 ※目標年及び具体的な品目は後掲の図表を参照
フェーズ 3	●国内におけるプロジェクト開発の促進（～2035 年） ●台湾国内における洋上風力発電サプライチェーン構築

[出所] Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs The Development and Prospect of Offshore Wind Energy in Taiwan より作成

[図表 2-13 フェーズ 2 までの参入企業の国・地域]

内容	参加企業の国・地域
海洋調査	イギリス、台湾
タービン、ブレード、タワー	スペイン、ドイツ
鉄鋼加工	台湾、ベトナム
造船	台湾、日本、シンガポール
重量物運搬・輸送	ドイツ、オランダ
特殊コンクリート製品	ドイツ
ポンプと機械	ノルウェー
ケーブル製造・敷設	オランダ、台湾
海底基礎監視	英国
特殊コーティングおよびシーラント	スウェーデン
浚渫・海底整備	ベルギー

[出所] Institute of Energy Economics and Financial Analysis The Asia Pacific renewable supply chain opportunity より作成

[図表 2-14 洋上風力発電設備等に係る「国産化要件」]

目標年	「国産化要件」の指定分野
2021 年	●タワー ●水中基礎 ●陸上電気設備（変圧器・開閉装置・配電盤） ●海洋工事の際の計画、設計、建設、監督、製造 ①調査、ケーブル敷設、探査、その他建設・監理、船舶・機器の計画・設計、安全管理 ②造船：新造または改造による工事従事船舶の確保のためのサプライチェーンの整備（調査、支援、配置、輸送、ケーブル敷設船含む）
2023 年	●洋上風力発電設備（組立、変圧器、配電盤、無停電電源装置、ノーズコーン、ケーブル、ハブ、ボルト） ●海底ケーブル ●海洋工事の際の計画、設計、建設、監督、製造 ①タワー、水中基礎の建設・監理、船舶・機器の計画・設計、安全管理 ②造船：新造または改造による工事従事船舶の確保のためのサプライチェーンの整備（輸送、設置船含む）
2024 年	●洋上風力発電設備（変速機、発電機、電力変換システム、ブレードと樹脂、ナセルカバー、ナセルベース） ●海洋工事の際の計画、設計、建設、監督、製造 洋上風車等の建設・監理、船舶・機器の計画・設計、安全管理

[出所] 公益財団法人 日本海事センター 令和 2 年度洋上風力に関する動向調査より作成

（３）洋上風力発電市場に係る今後の見通し

台湾における洋上風力発電政策については、様々なカントリーリスクはありつつも、台湾海峡など恵まれた風況を生かした政策展開がなされてきた。これまで段階的に外資系企業の参入を呼び込みつつも、最終的には各種の洋上風力発電設備の国産化に向けた政策展開がなされてきた。

こうした一種の「ローカライズ戦略」は台湾企業を中心とする洋上風力発電サプライチェーンの構築には寄与しつつも、ラウンドを経るごとに外資系企業が参画できる間口が狭くなりつつある。一方で、台湾には今後の浮体式洋上風力発電の拡大に必要な大規模な造船ドックなど設備面での限界可能性も指摘されており、日本を含む周辺国との連携の必要性も指摘されている。

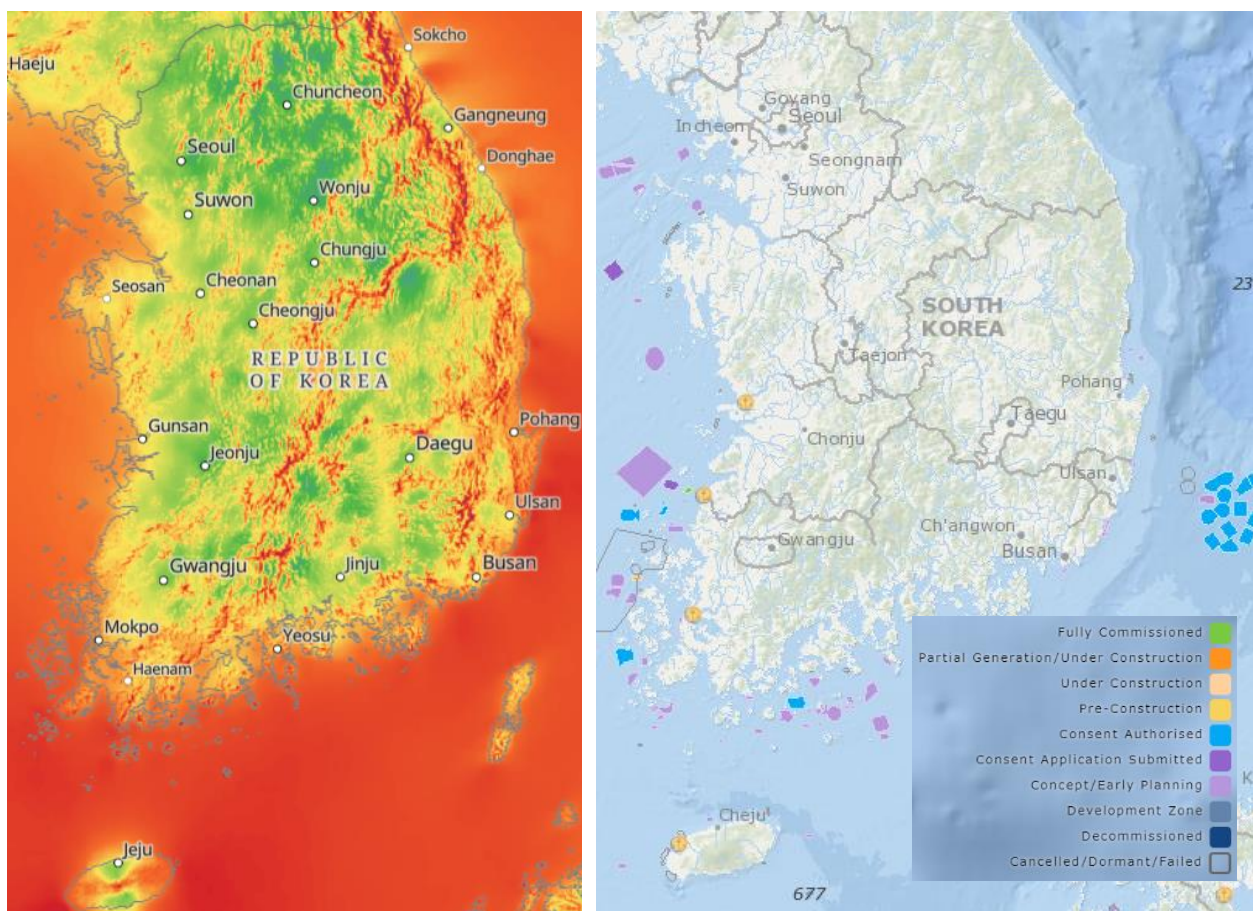
3. 韓国

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

韓国においては、特に南部が風況に恵まれたエリアとなっており、洋上風力発電の案件形成もこのエリアを中心に進展している。

今後の洋上風力発電の導入見通し（累計）では、2020 年代後半に急速に導入が進む見込みであり、2033 年には 11.0GW に達すると予測されている。

[図表 2-15 韓国における風況とプロジェクトマップ]

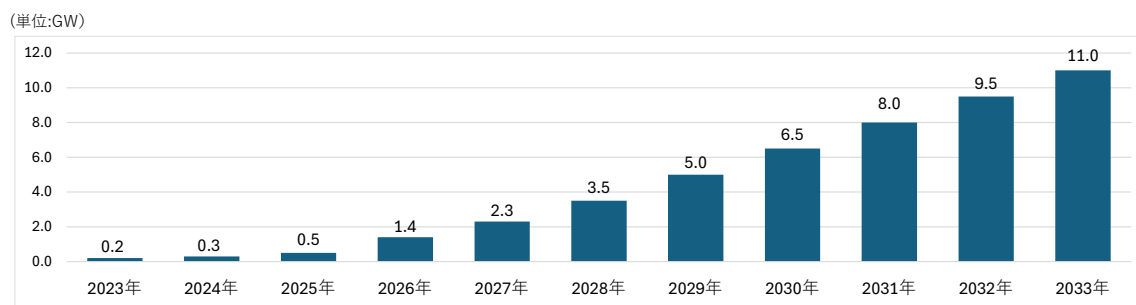


[出所] 風況マップ：GLOBAL WIND ATLAS <https://globalwindatlas.info/en/>

主なプロジェクトの位置図：4C Offshore Global Offshore Map <https://map.4c offshore.com/offshorewind/>

[注] 風況マップ：水深 100m までのエリアでの風況

[図表 2-16 洋上風力発電の累積導入見通し（2033 年まで）]



[出所] GWEC Global Wind Report 2024 より作成

（２）洋上風力発電に係る政策展開

韓国では、2020 年 7 月に新しい経済発展戦略である「韓国版ニューディール計画」を発表した。韓国版ニューディールでは、韓国経済の構造的課題の解決に向けて過度な輸出依存の構造から内需主導への経済構造に転換を目指すものである。また、文政権は 2020 年 10 月に「韓国版ニューディール政策」の推進とともに、国際社会とともに気候変動問題に積極的に対応し、2050 年までにカーボンニュートラルの実現を目指す」と宣言している、その後、2050 年にカーボンニュートラルを目指す法律として、「カーボンニュートラルを目指す「カーボンニュートラル基本法」を 2022 年 3 月に制定した。

こうしたカーボンニュートラル社会への実現に向けた取組と合わせて、洋上風力発電に関する計画策定が進んでいる。2020 年 7 月に策定された「洋上風力発展計画」では、「再生エネルギー 3020 移行計画（2017 年 12 月策定）」や「韓国版ニューディール計画」にもとづき、政府主導による風力発電関連事業者の産業競争力の強化等が打ち出されている。加えて、地域経済の活性化や雇用の創出を図りつつ、住民参加型の洋上ウィンドファームの開発を推進することも掲げられている。

〔図表 2-17 韓国 洋上風力発展計画（2020 年）〕

項目	主な内容
目標及びビジョン	2030年までに洋上風力の累計発電設備容量12GWの竣工を通じた「世界5大洋上風力強国」への成長を目指す。 - 住民参加型の地域の水産業と共存する共生的な環境に配慮した洋上風力発電の発展を図る。
3大推進策	(1)政府主導の立地発掘と許認可の簡素化 - 政府主導での洋上風力発電の適地発掘を強化する。洋上風力発電の候補地情報マップを作成し、基礎的な妥当性調査について国が主導して行うようにする。 - 国が開発海域を指定した後、自治体の主導により洋上風力ファームの形で大規模な開発を進める。 - よりスピーディーな許認可手続きのため、海洋空間計画との整合性の調整を行う、統合的許認可機構の設置を検討。 (2)住民の関与及び環境への配慮の強化 - 住民参加型の自治体主導モデルを強化し、住民と事業者等の利益共有が実現するように住民への支援を拡大する。 - 洋上風力発電と水産業の共存のための技術実証事業を推進する。 - 洋上風力発電事業の許可前の利害関係者間の意見聴取プロセス手続きの強化を図り、施工及び事業実施中の環境モニタリング、事業終了後の環境の原状復旧の義務づけを強化する。 (3)大規模プロジェクト連携産業競争力強化 - 産業競争力の強化を支援し、浮体式洋上風力発電の大規模プロジェクトの早期着工と速やかな系統連携を進める。 - 洋上風力発電の技術開発を強化するため、技術実証事業や人材養成、関連サプライヤーの集積化などの産業インフラの構築を進める。

〔出所〕三菱総合研究所 令和 4 年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）

韓国では、洋上風力発電を含む再生可能エネルギーの導入促進に向けて、韓国電力が2023年5月に、「長期送電変電計画」を発表している。2023年から2036年までを対象期間として、韓国国内の送電系統の拡充、新設の発電設備の統合強化などを目指すものとなっている。洋上風力発電設備の案件形成が進んでいる西海岸で発電した電力について、ソウルなどがある北西部の需要集積地まで送ることを目指すものである。

[図表 2-18 韓国における送電系統図]



[出所] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Korea 2020 Energy Policy Review

韓国における海洋利用については、海洋空間計画に関する法律として「海洋空間計画及び管理に関する法律」があり、同法を根拠として、その利用・開発及び保全計画の策定が行われる。「海洋空間計画及び管理に関する法律」に基づき、10年ごとに「海洋空間基本計画」を策定し、5年ごとに同計画の妥当性を評価し、変更を行うとされている。第一次海洋空間基本計画の「2030 海洋空間基本ビジョン」は、基本政策の方向性、推進戦略及び推進戦略に基づく重点推進課題で構成され、2030年の韓国管轄海域の未来像について、海洋空間統合管理を通じて達成しようとする戦略的目標が示されている。

〔図表 2-19 第一次海洋空間基本計画の概要〕

項目	主な内容	
計画の主な内容	- 海洋空間に関する基本政策の方向性 - 海洋空間管理計画の策定方向 - 海洋空間情報の収集・管理・活用に関する事項 - 海洋空間特性評価に関する事項 - 海洋空間の管理に必要な研究開発及び国際協力に関する事項 - その他大統領令で定める事項	
計画策定の背景及び必要性	「海洋空間計画及び管理に関する法律」の体系的履行のための海洋空間統合管理戦略的国家計画体制の構築が必要 - 海洋空間の需要拡大と多角化、環境変化に能動的対応のための統合空間政策システムの確立	
海洋空間基本計画の制定目的	- 海洋空間計画体制の定着に向けた政策基本構想とこれを実現するための重点推進案づくり - 合理的用途の配分と持続可能な海洋空間利用のための一貫した地域履行体系の構築 - 海洋生態系と人間活動の調和と均衡、海洋資源の効率的な管理のための推進課題の導出	
海洋空間基本計画の範囲	計画期間	2019年から2028年(10年)
	空間的範囲	- 水平的範囲：領海、排他的経済水域及び大陸棚 - 垂直的範囲：海底、海中、海水面及び海水面上の空間を含む

〔図表 2-20 2030 海洋空間基本ビジョンの概要〕

海洋空間の現在と未来(2030海洋空間基本ビジョン)		2030年目標	
現在(Status-quo)	未来(To-Be)	項目	
-海洋の競争的利用及び排他的活用 -海洋空間の独占的私有化 -利益向上の不均衡	-国民の多様な利用アクセスを保護 -皆で享受する海洋の価値	目標1	海洋産業・経済発展に寄与する海洋空間計画体制の実現
-開発と環境保全の利害対立 -利用者間の利害対立	-部門間の調和で海洋価値を極大化 -利害対立の発生前に予防、最小化	目標2	海洋生態系の価値基盤 海洋空間の持続可能な利用の実現
-海洋価値の認識不足 -国民経済振興と海洋空間管理との連携が不十分	-海洋価値を基盤とした政策決定 -国民経済の発展に寄与する空間管理の実現	目標3	自治体の責任管理による海域別オーダーメイド型海洋空間管理の実現

2030海洋空間ビジョンの基本政策方向と5大推進戦略

基本政策方向		5大推進戦略	
政策方向1	海洋空間管理員の合理的配分	推進戦略1	能動的に適応する海洋空間計画体制の実現
政策方向2	海洋生態系恩恵基盤政策の決定	推進戦略2	科学的かつ統合的な海洋空間管理基盤の構築
政策方向3	統合と包容の同伴者的協力管理	推進戦略3	海洋空間管理システムの構築と高度化
政策方向4	海洋空間管理と国家経済発展連携	推進戦略4	参画型の海洋空間管理ガバナンスの構築
政策方向5	管理条件変化に能動的対応	推進戦略5	海洋空間管理移行支援インフラ強化

〔出所〕三菱総合研究所 令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）

（３）洋上風力発電市場に係る今後の見通し

韓国では、大手財閥系の鉄鋼メーカーや造船産業等によるサプライチェーンが強固であり、韓国国内には大手風車メーカーや基幹部品のサプライヤー等が立地するとともに、世界的な風車タワーメーカーや風車メーカー等を国内に抱えていることから、洋上風力開発に対応できるサプライチェーンは日本国内以上に強固だという指摘もある。特に、近年は欧米の風車メーカーとの連携強化による国内での製造拠点の誘致により、韓国国内のみならず、アジア太平洋地域における製造・輸出拠点として発展する可能性もある。

[図表 2-21 大手企業風車メーカー等による韓国国内への投資・韓国企業との連携状況等]

近年の主な状況
■Vestas ・ 2023 年 1 月、韓国へ 3 億ドルの新規投資により、アジア太平洋市場向けの風力発電タービンの製造拠点化へ ・ アジア太平洋地域本社（シンガポール）を韓国に移転する計画 ■GE Renewable Energy ・ Hyundai Electric との戦略的提携契約（2022 年 12 月） ■Siemens Gamesa ・ Doosan Enerbility（斗山重工業）とのパートナーシップ契約（2023 年 2 月） - ナセル組立に関する知見、港湾組立・洋上作業、オフショアサービスにおける連携協定
【参考】韓国国内における洋上風力発電関連企業 ・ Doosan Enerbility（斗山重工業）：8MW クラスの風車本体製造 ・ CS WIND：風車タワー製造の世界的大手（中国以外の市場の 60～70%のシェア） ・ Taihan Cable & Solution：電気・通信ケーブル大手 ・ LS Cable & System：電力ケーブル大手 ・ GS Entec：モノパイル基礎製造 ・ Samkang M&T：ジャケット基礎・下部構造物製造

[出所] Aegir Offshore wind market fundamentals South Korea, 各社プレスリリース等をもとに作成

また、洋上風力発電サプライチェーンの拡大に不可欠な港湾機能については、韓国国内には大規模及び中規模の港湾は多数存在しており、大規模な洋上風力発電に必要な機能を有する港湾も 4～6 か所あることが指摘されている。今後の港湾機能の強化に向けては、第 3 次港湾再開発基本計画（In the third Basic Plan for Port Redevelopment：2021～2030 年）において、釜山港、木浦港、群山港、仁川港などの機能強化が計画されている。

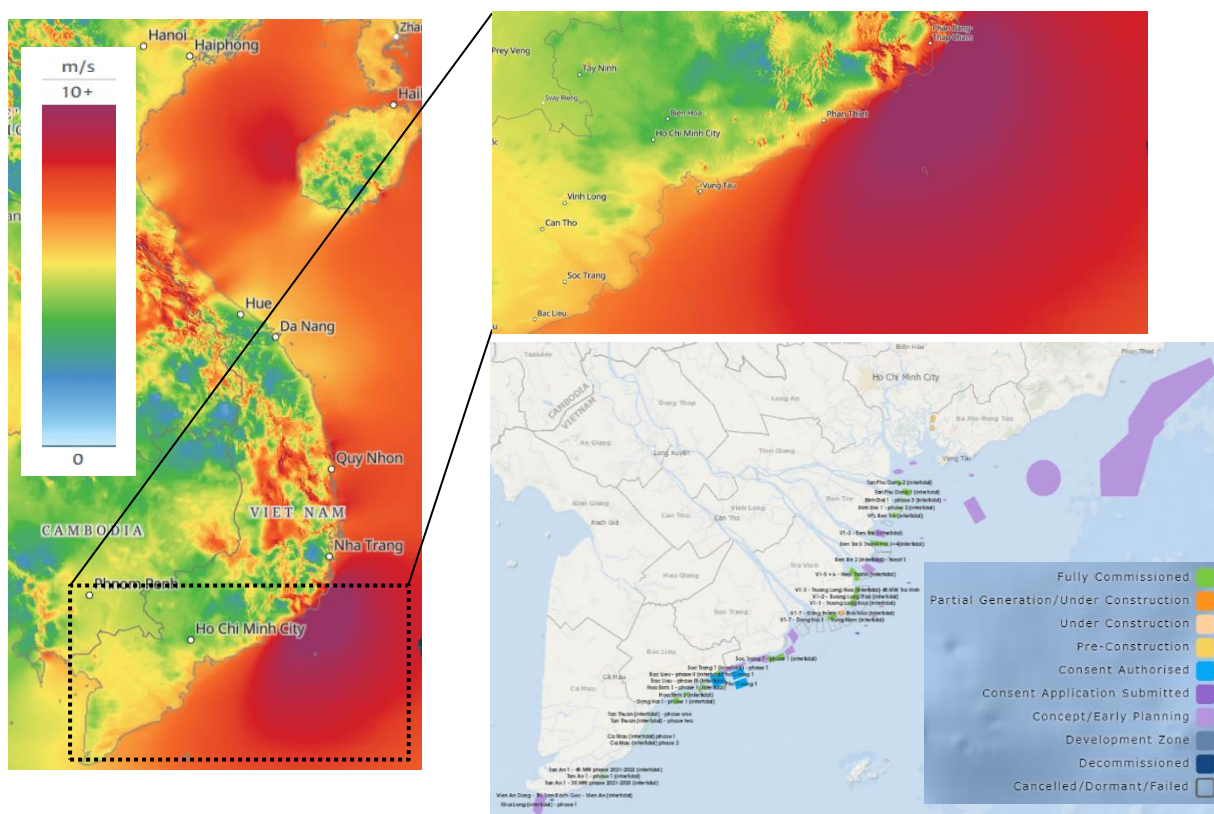
4. ベトナム

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

ベトナムにおいては、特に南部沿岸部（ホーチミン市東部の海域）が風況に恵まれたエリアとなっており、洋上風力発電の案件形成もこのエリアを中心に進展している。年間の平均風速は10m/s程度となっている。

ベトナムでの風力発電の導入状況（含む今後）において、陸上風力と洋上風力を比較すると、洋上が9割と圧倒的に多くなっている。特に、「計画中」となっている洋上風力発電プロジェクトは約57GWとなっており、今後、大幅な市場拡大が見込まれている。

[図表 2-22 ベトナムにおける風況とプロジェクトマップ]



[出所] 風況マップ：GLOBAL WIND ATLAS <https://globalwindatlas.info/en/>

主なプロジェクトの位置図：4C Offshore Global Offshore Map <https://map.4c offshore.com/offshorewind/>

[注] 風況マップ：水深 100m までのエリアでの風況

[図表 2-23 ベトナムにおける風力発電の導入状況]

(単位:GW)

国	区分	計画中	認可	建設中	稼働	解体済み	合計	
							発電量計	発電量全体に占める割合
ベトナム	陸上	0	0	0.67	4.4	0	5.07	7.9%
	洋上	56.67	0.59	0.3	1.71	0	59.27	92.1%
	陸上+洋上合計						64.34	100.0%

[出所] The Wind Power Wind Energy Market Intelligence をもとに作成（2024年9月5日閲覧）

（２）洋上風力発電に係る政策展開

ベトナムのエネルギー政策全般については、2023年5月に承認された2021年～2030年の電力開発指針である「第8次国家電力開発基本計画（PDP8）」に定められている。PDP8では、2021年から2030年の間の実質GDP成長率を年平均7%と予測した場合の各電源の発電容量を示すとともに、2050年までの温室効果ガスの排出ゼロに向けた長期的なビジョンなどが示されている。

本計画において、風力発電についても導入目標が定められており、2030年時点ではすべての電力源のうち、約20.0%（陸上風力14.5%、洋上風力4.0%）を風力発電で賄うことを目指し、主力電源化を図ることが示されている。

また、2024年4月1日には、「ベトナム第8次国家電源開発計画（PDP8）」の実施計画が承認されたことで、目標を達成に向けた関係機関の連携スキームやプロジェクトの効果的な実施に向けたロードマップが策定されている（Số: 262/QĐ-TTg）。

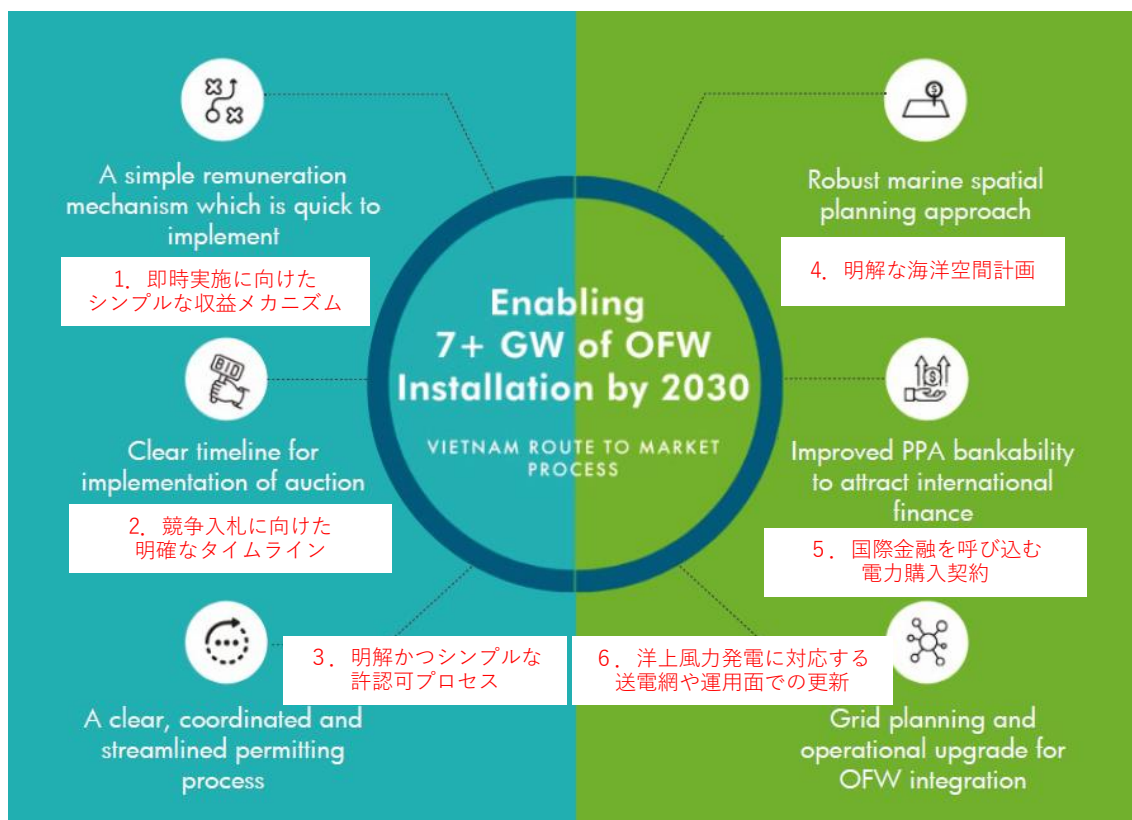
〔図表 2-24 ベトナムにおける電源別の開発計画〕

電力源		2020年		2022年		2030年	
		発電容量 (MW)	構成比	発電容量 (MW)	構成比	発電容量 (MW)	構成比
石炭火力		21,554	31.1%	26,087	32.3%	30,127	20.0%
水力		20,774	30.0%	22,999	28.5%	31,746	21.1%
国内ガス・石油火力		8,858	12.8%	9,025	11.2%	14,930	9.9%
LNG		0	0.0%	0	0.0%	22,400	14.9%
再生可能 エネルギー	太陽光	16,656	24.0%	16,568	20.5%	12,836	8.5%
	陸上風力	518	0.7%	5,059	6.3%	21,880	14.5%
	洋上風力		0.0%		0.0%	6,000	4.0%
	バイオガス	365	0.5%	395	0.5%	2,270	1.5%
廃熱など		0	0.0%	0	0.0%	2,700	1.8%
蓄電池		0	0.0%	0	0.0%	300	0.2%
輸入		572	0.8%	572	0.7%	5,000	3.3%
その他		0	0.0%	0	0.0%	300	0.2%
合計		69,297	100.0%	80,705	100.0%	150,489	100.0%

〔出所〕 JETRO ビジネス短信 第8次国家電力基本計画を公布、当初予定の2年遅れ（2023年5月30日）より作成

第8次国家電力開発基本計画（PDP8）に掲げられた目標達成に向けて、世界風力会議（GWEC：Global Wind Energy Council）は、2030年までの洋上風力関連の効果的な政策推進と制度設計の必要性を指摘している。具体的には以下6つの視点が指摘されている。

[図表 2-25 GWEC 第8次国家電力開発基本計画（PDP8）の実現に向けた諸課題]



1. 即時実施に向けたシンプルな収益メカニズム

- 入札参加者が収益を確保できるように、最初の4～5GW程度までの入札案件では、税制面での各種優遇が必要

2. 競争入札に向けた明確なタイムライン

- 向こう10年程度の入札スケジュールを示すこと。応札者が長期投資のための調達スケジュールを立てられるようにするとともに、適切なガイダンス、規制、評価基準などの入札制度の重要な要素を検討するために、十分な時間を確保すること

3. 明解かつシンプルな許認可プロセス

- プロジェクトが予定通りに実施され、開発が進められるように合理的な許可プロセスが必要である。政府による開発・許認可等の機能を一元化し、組織化する必要がある

4. 明解な海洋空間計画

- 今後数年間でプロジェクトが確実に開始できるような海洋空間計画が必要である。
- 中期的にも洋上風力計画を円滑に進め、海洋利用者間の対立を緩和するためのより強固な枠組みともなる

5. 国際金融を呼び込む電力購入契約

- 洋上風力発電に必要な巨額の投資を呼び込むためには、電力購入契約が必要である
- 国内の金融機関は、特に現在の融資限度額を考えると、洋上風力発電のような新しい分野に十分な資本を提供できない可能性がある

6. 洋上風力発電に対応する送電網や運用面での更新

- 洋上風力発電に対応する送電網や運用面での更新が必要である。課題解決においては、民間セクターによる送電への投資を奨励するメカニズムも必要となる

[出所] GWEC GWEC'S STATEMENT ON IMPLEMENTING VIETNAM'S PDP 8 TARGET AND NET ZERO COMMITMENT より作成

ベトナムにおける洋上風力発電政策推進に関する法整備状況については、第8次国家電力開発基本計画（PDP8）は確定しているものの、各種制度は今後整備が進むものと予想されている。必要な制度設計としては、「海域調査実施に関するもの」や「案件公募・許可に関するもの」、「ローカルコンテンツ活用に関するもの」などが存在するが、後者の2つはこれから検討がなされる状況にある。

一方で、海域調査実施に関しては、その前提となる国内の海域開発・利用に関する「海洋空間計画（MSP：Marine Spatial Planning）」が策定されている。海洋空間計画については、2021年にユネスコ政府間海洋学委員会(UNESCO IOC)を中心として、本計画策定に向けた一般的な調整事項とプロセスがガイドブックとして整理されている。具体的には、計画策定までの手順や策定に参加すべき関係者、現状分析の方法、将来予測、計画実施と評価などが示されている。各海域の用途は、ベトナムと権益の確保、国土総合開発計画・関連法令との整合性、インフラ・資源・環境保全等の関連計画間の調整と統合、国際ルール・条例の遵守に関する、下記のゾーニングの原則に基づき定められたとされている。

[図表 2-26 ベトナムの包括的海洋空間計画におけるゾーニングの原則]

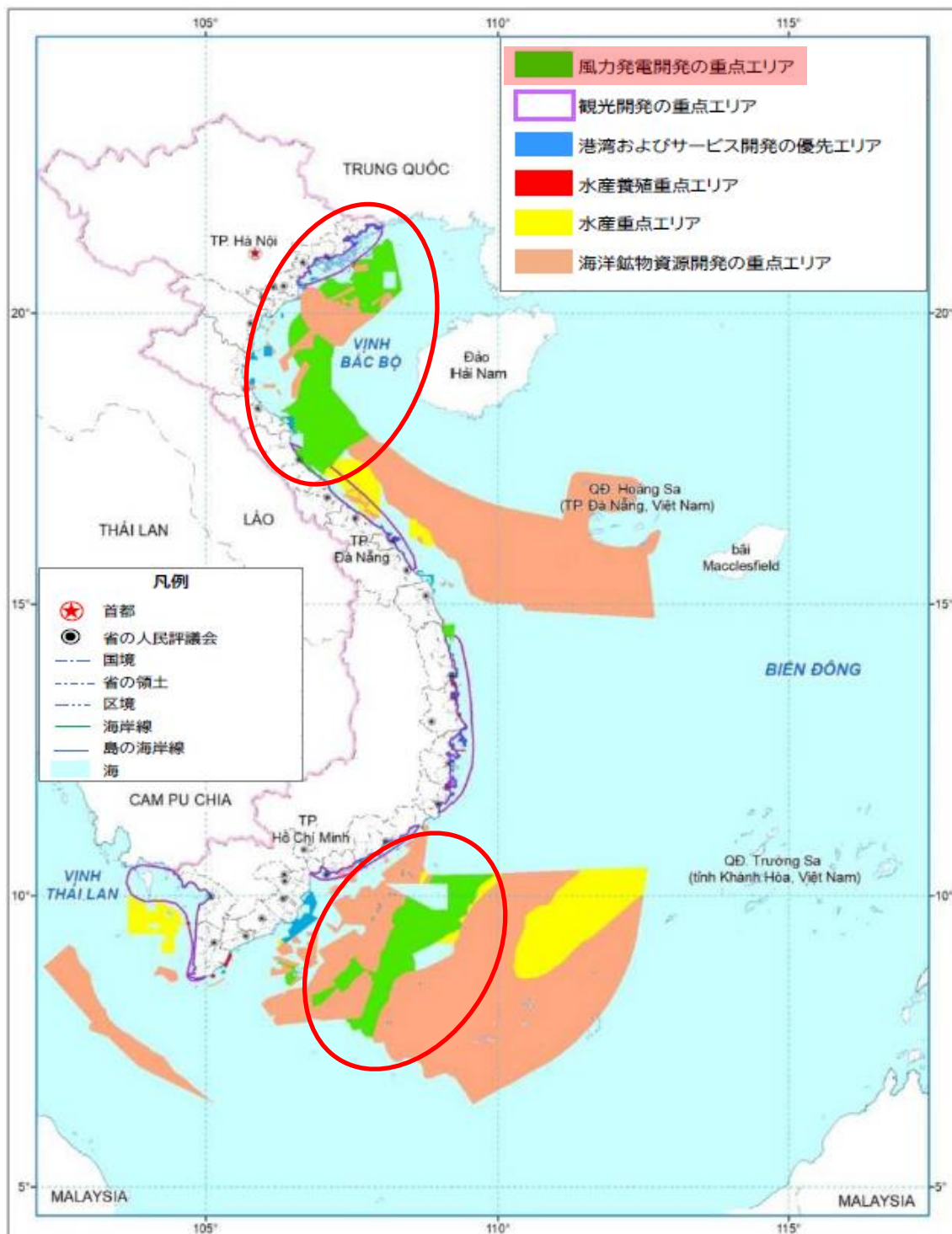
No.	内容
1	ベトナムの主権下にある島々、列島、海域、空域の合法的な権利と利益、主権的権利と管轄権、及び海域と空域におけるベトナムのその他の利益を適切に確保すること
2	2021-2030年の国土総合開発計画、2050年までのビジョンと、天然資源の管理、開発、持続可能な利用、及びベトナムの海洋・島嶼地域の環境保護に関連するその他の下位法文書に従うこと
3	ベトナムの陸域、島嶼地域、海域、空域におけるインフラ整備、開発、資源利用、環境保全、生物多様性保全に関連する計画を統合し、各セクターの優先順位と特殊性に基づいて、調整、紛争処理、空間利用の重複を排除する
4	航路を遵守し、ベトナムが加盟している海洋・島嶼地域における、海洋経済の持続可能な開発、国防と安全保障、外交、ベトナムの国際協力に関連する法律と国際条約の目的と戦略的方向性に従うこと

[出所] 三菱総合研究所 令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）

ベトナムにおいては、同ガイドブックを参考に、天然資源環境省(MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment)が「包括的海洋空間計画」の策定を主導し、2024年6月に国家海洋空間計画(National Marine Spatial Plan)が国会決議されている（Nghị quyết số: 139/2024/QH15）。同決議では洋上風力発電について、持続可能かつクリーンなエネルギー源である洋上風力発電の開発の重要性が確認されるとともに（第2条5のd）、新たな海洋経済セクターの開発と再生可能エネルギーの導入促進に向けて、洋上風力を推進することが示されている（第3条1のi）。

ベトナムにおける海域利用のうち、風力発電開発の重点エリアとされているのは、北部及び南部沿岸部の海域となっている。

[図表 2-27 ベトナム海域における開発奨励海域]



[出所] 三菱総合研究所 令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）を一部加工

（３）洋上風力発電市場に係る今後の見通し

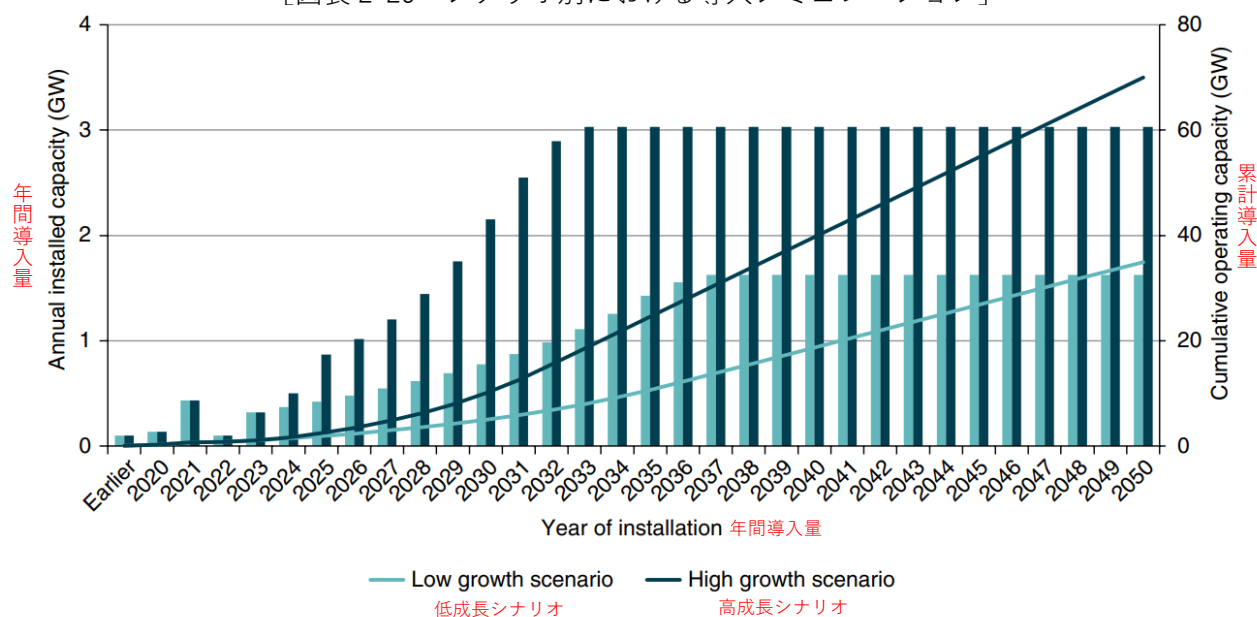
ベトナムにおける洋上風力発電の開発については、政策レベルでの取組が進展しているが、今後の市場拡大については、様々なシナリオが想定されている。世界銀行グループによる洋上風力発電プログラム（ベトナム向け洋上風力発電ロードマップ）においては、洋上風力発電の２つのシナリオ（低成長シナリオ・高成長シナリオ）を設定している。高成長シナリオでは、風力発電プロジェクトにおける海外企業との連携や風力関連産業に係る輸出振興が展開される点に違いがみられ、2035 年頃までの導入量に大きな差が生じると予測されている。各シナリオにおける導入量の予測は、以下のようになっている。

〔図表 2-28 シナリオ別の洋上風力発電導入予測〕

	低成長シナリオ	高成長シナリオ
2030 年	5 GW	10GW
2035 年	11GW	25GW
2050 年	35GW	70GW
年間最大導入量	1.6GW	3 GW
政策環境	・ 2030 年に向けた導入が順調に推移 ・ 発電コストの低減進展 ・ 競走入札制度の導入 ・ 入札プロセスにおける地域利益の維持・創出が重視	・ 低成長シナリオの要件に加えて、海外企業との連携や政府による輸出奨励策などが展開

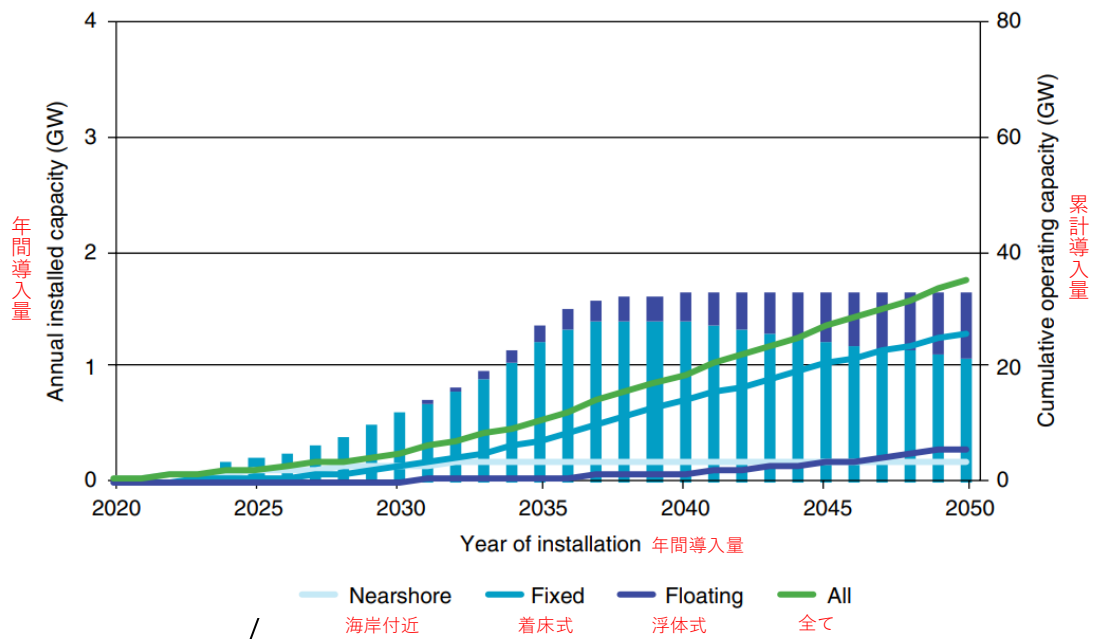
〔出所〕 WORLD BANK GROUP OFFSHORE WIND ROADMAP FOR VIETNAM より作成

〔図表 2-29 シナリオ別における導入シミュレーション〕



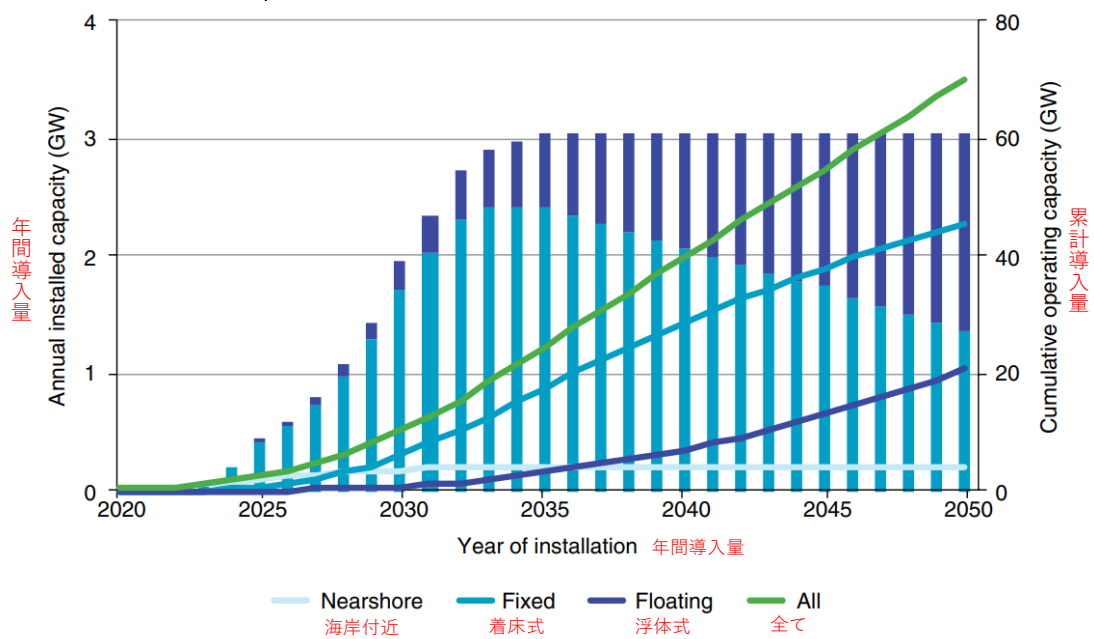
〔出所〕 WORLD BANK GROUP OFFSHORE WIND ROADMAP FOR VIETNAM より一部加工

[図表 2-30 低成長シナリオにおける導入予測]



2035 年頃までの導入量に大きな差

[図表 2-31 高成長シナリオにおける導入予測]



[出所] WORLD BANK GROUP OFFSHORE WIND ROADMAP FOR VIETNAM より一部加工

ベトナムにおける電源別発電コストをみると、長期的には洋上風力発電の価格低減率が最も大きく、基準年（2020 年）に比べて 4 割程度減少することが見込まれている。風力発電全体の平均（35.5%低減）をみても、他の電源よりも低減率が高くなっている。

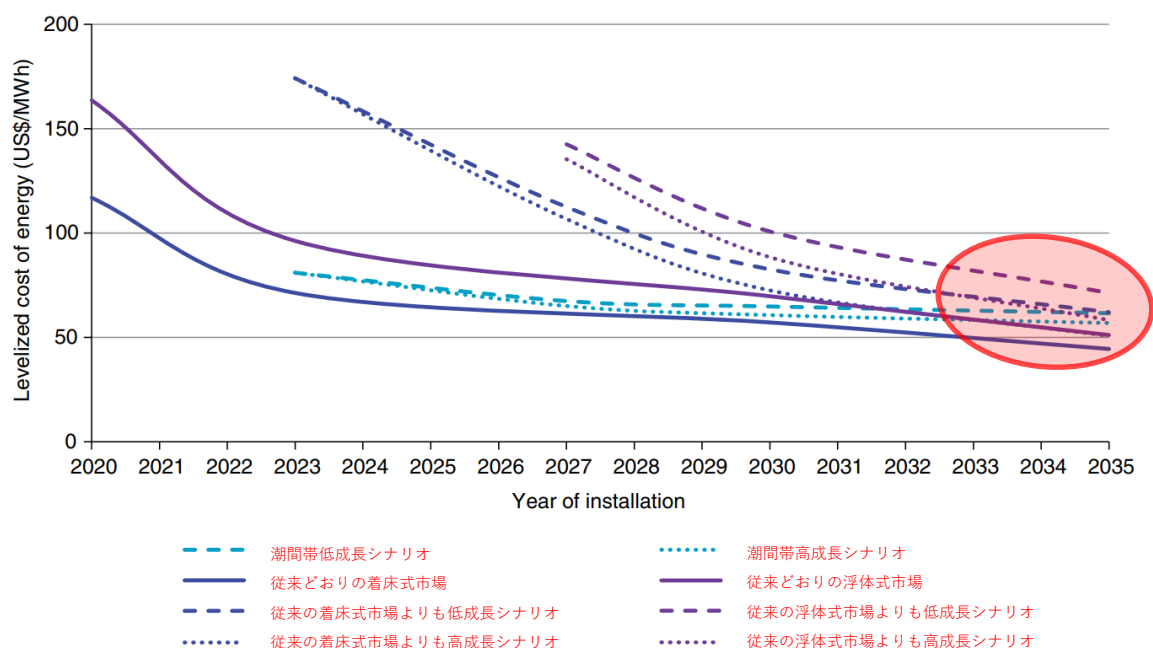
[図表 2-32 PDP8 検討時における電源別想定価格]

再生可能 エネルギー	基準年価格 2020年 単位：USD/MW	2025-2029年		2030-2039年		2040-2045年	
		対基準年 減少率	価格	対基準年 減少率	価格	対基準年 減少率	価格
陸上風力 (>= to 6 m/s)	1.7	-10.7%	1.5	-18.3%	1.4	-24.5%	1.3
陸上風力 (5.5-6m/s)	2	-10.7%	1.8	-21.4%	1.6	-29.2%	1.4
陸上風力 (4.5-5.5m/s)	2	-10.7%	1.8	-21.4%	1.6	-26.7%	1.5
陸上風力平均	1.9	-10.7%	1.7	-20.4%	1.5	-26.8%	1.4
洋上風力 (着床式)	3.1	-5.5%	2.9	-19.5%	2.5	-30.9%	2.1
洋上風力 (浮体式)	4.3	-9.3%	3.9	-27.7%	3.1	-40.2%	2.6
洋上風力平均	3.7	-7.4%	3.4	-23.6%	2.8	-35.5%	2.4
大規模太陽光発電	1.1	-9.7%	1.0	-20.1%	0.9	-31.0%	0.8
屋上太陽光発電	1.1	-9.7%	1.0	-20.1%	0.9	-31.0%	0.8
太陽光発電平均	1.1	-9.4%	1.0	-21.4%	0.9	-30.7%	0.8

[出所] IEEFA Vietnam's PDP8 Pause Is an Opportunity to Improve Market Structures より作成

また、世界銀行グループによる洋上風力発電プログラム（ベトナム向け洋上風力発電ロードマップ）においても、今後の洋上風力発電における LCOE について、形態別に整理を行っている。2035 年頃にかけて、各形態の LCOE の差はほとんどなくなると予測されている。

[図表 2-33 市場トレンド等による形態別の LCOE 予測]



[出所] WORLD BANK GROUP OFFSHORE WIND ROADMAP FOR VIETNAM より一部加工

また、現在ベトナム市場へ参入している主要な洋上風力発電事業者は、以下のようになっている。欧米を含む大手発電事業者の参画がみられるが、ベトナム現地のエネルギー事業者による参入も進んでいる。

[図表 2-34 ベトナムにおける主な洋上風力発電事業者]

発電事業者	拠点国	企業概要	開発中の洋上風力案件
Xuan Thien Ninh Binh Company Limited	ベトナム	ベトナム現地の再生可能エネルギー関連事業者	着床式：5.0GW
T&T Group	ベトナム	不動産開発を中心に異業種事業にも参入するコングロマリット企業	着床式：4.6GW
Macquarie Group	オーストラリア	オーストラリア最大の投資銀行グループ、洋上風力発電案件にも出資	着床式：4.5GW
AES Corporation	アメリカ	米国の公益事業・発電事業などを展開するエネルギー事業者	不明・未定：4.0GW
Novasia Energy	ベトナム	風力発電事業などを展開する再生可能エネルギー関連事業者	着床式：3.7GW
ASIA PETRO	ベトナム	石油・ガス事業を母体とし、再エネ・バイオ燃料事業も手掛けるエネルギー企業	着床式：3.5FW
CIP(Copenhagen Infrastructure Partners)	デンマーク	再エネ投資会社	着床式：3.5GW
Gulf Energy	タイ	タイの総合エネルギー会社	着床式：3.4GW
Enterprise Singapore	シンガポール	シンガポールの洋上風力発電開発会社	着床式：3.4GW
BITEXCO GROUP	ベトナム	不動産、エネルギー事業を展開するベトナム企業	着床式：3.0GW
TTVN Group	ベトナム	不動産、エネルギー事業を展開するベトナム企業	着床式：2.2GW

[出所] BOSTON CONSULTING GROUP 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野におけるGX実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）より一部改変

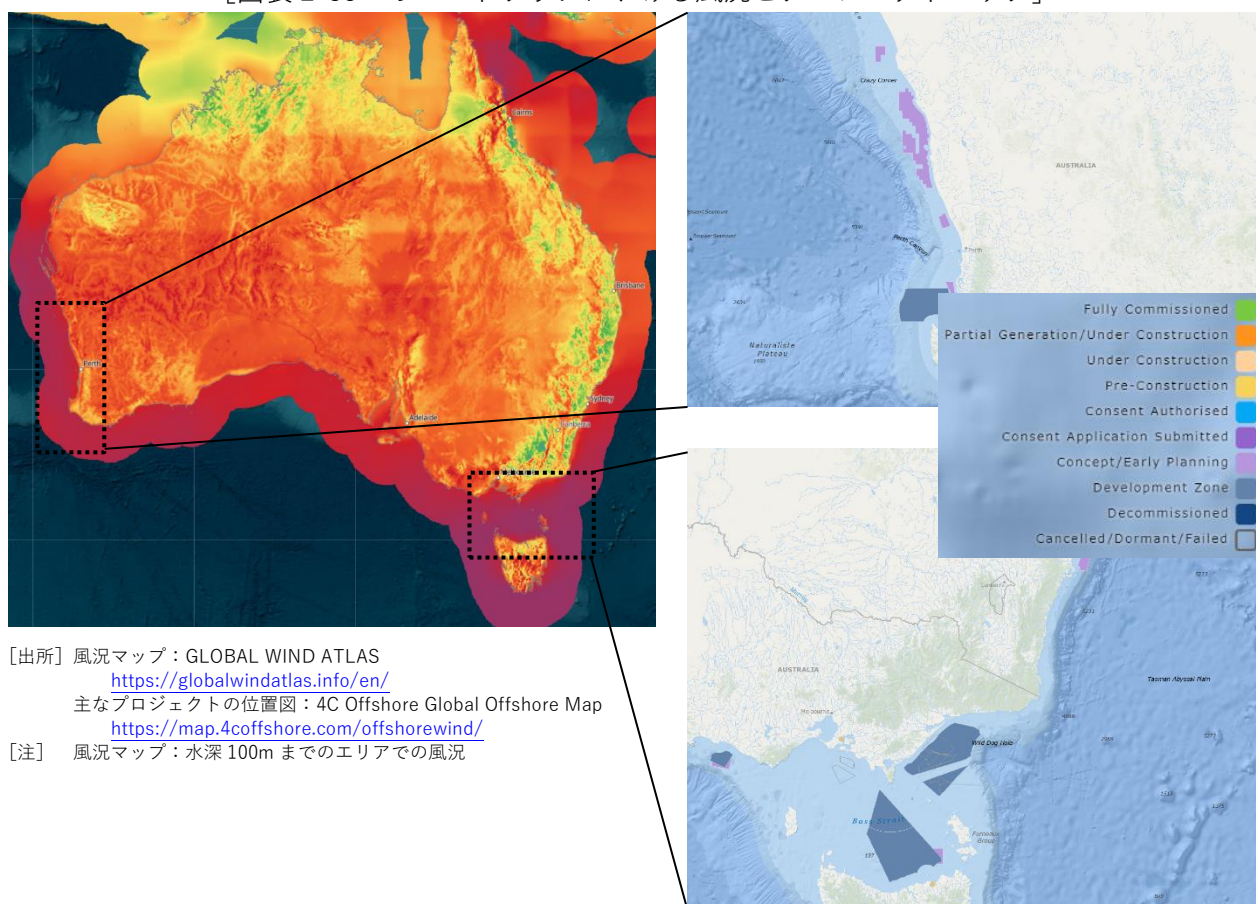
5. オーストラリア

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

オーストラリアにおいては、特に西部と南東沿岸部（ビクトリア州など）が風況に恵まれたエリアとなっており、洋上風力発電の案件形成もこのエリアを中心に進展している。年間の平均風速は 10m/s 程度となっている。

オーストラリアでの風力発電の導入状況（含む今後）において陸上風力と洋上風力を比較すると、洋上が 8 割と圧倒的に多くなっている。特に、「計画中」となっている洋上風力発電プロジェクトは約 88GW で、今後大幅な市場拡大が見込まれている。

〔図表 2-35 オーストラリアにおける風況とプロジェクトマップ〕



〔図表 2-36 オーストラリアにおける風力発電の導入状況〕

(単位:GW)

区分	計画中	認可	建設中	稼働	解体済み	合計	
						発電量計	発電量全体に占める割合
陸上	0	0	6.8	11.27	0	18.07	17.1%
洋上	87.58	0	0	0	0	87.58	82.9%
陸上 + 洋上合計						105.65	100.0%

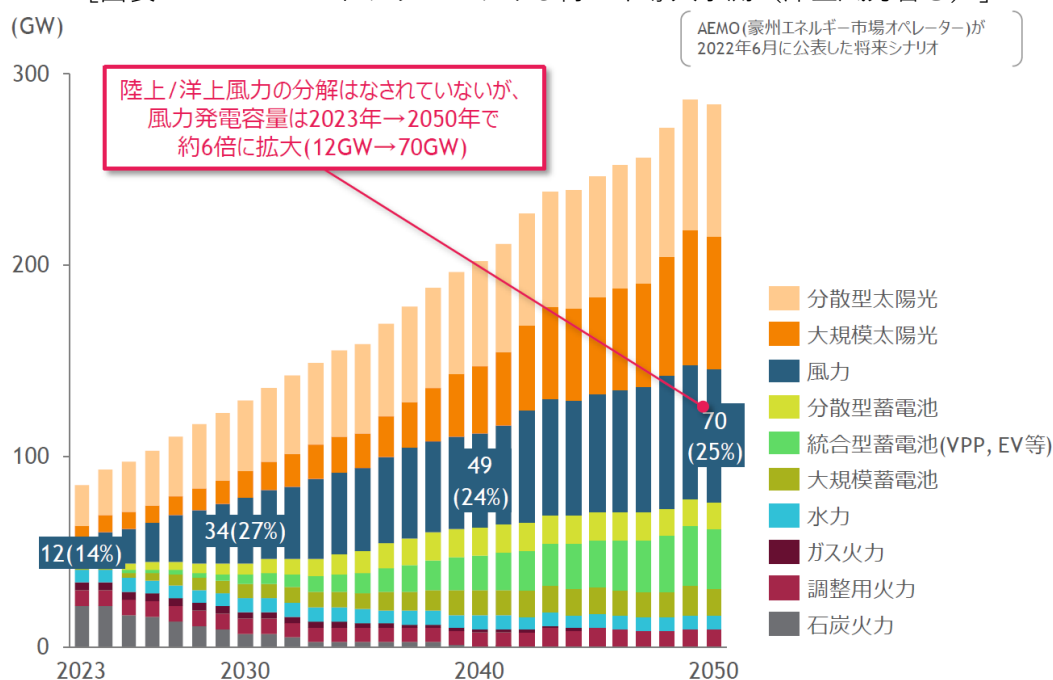
〔出所〕 The Wind Power Wind Energy Market Intelligence をもとに作成（2024 年 9 月 5 日閲覧）

(2) 洋上風力発電に係る政策展開

オーストラリアでは、2022年5月に労働党への政権交代（アルバニー政権）により、気候変動対策への政策展開が活発化し、2030年度までに再エネ比率を82%に高める政策目標を掲げており、世界でも最も高い目標値の一つとなっている。また、石炭火力発電は2040年までにほぼ廃止する方針としている。

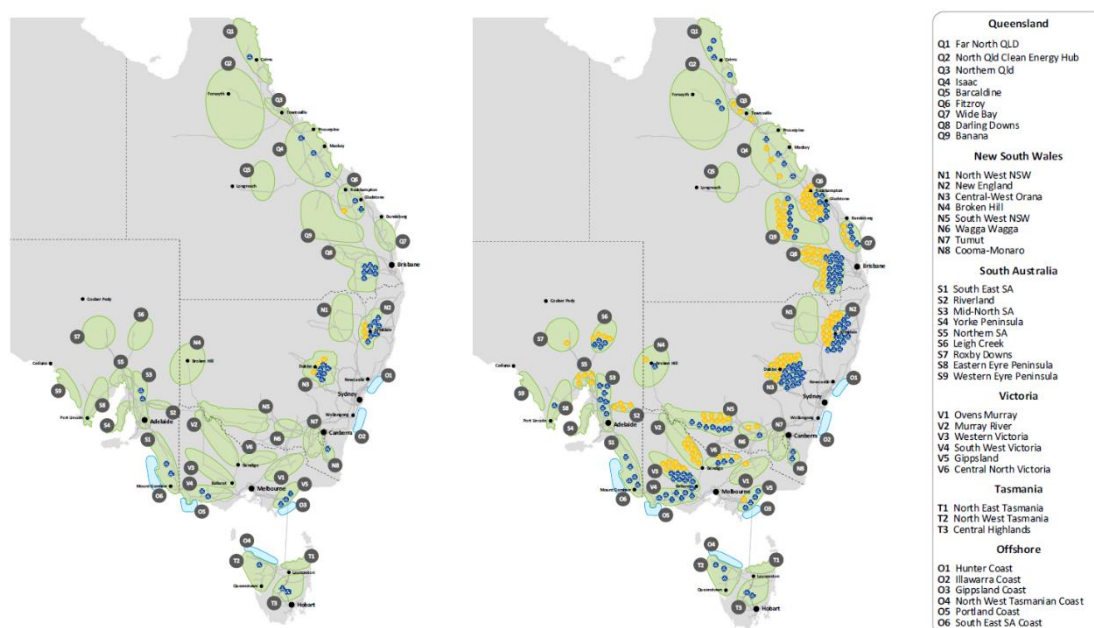
洋上風力発電については、2050年に70GW（全電力の20%程度）を導入することを目標として掲げており、計画の実現に向けてオーストラリア南部に41の再エネゾーンを設定している。

[図表 2-37 オーストラリアにおける再エネ導入予測（洋上風力含む）]



[出所] BOSTON CONSULTING GROUP 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野におけるGX実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）

[図表 2-38 南部地域における再エネゾーン（41地域）]

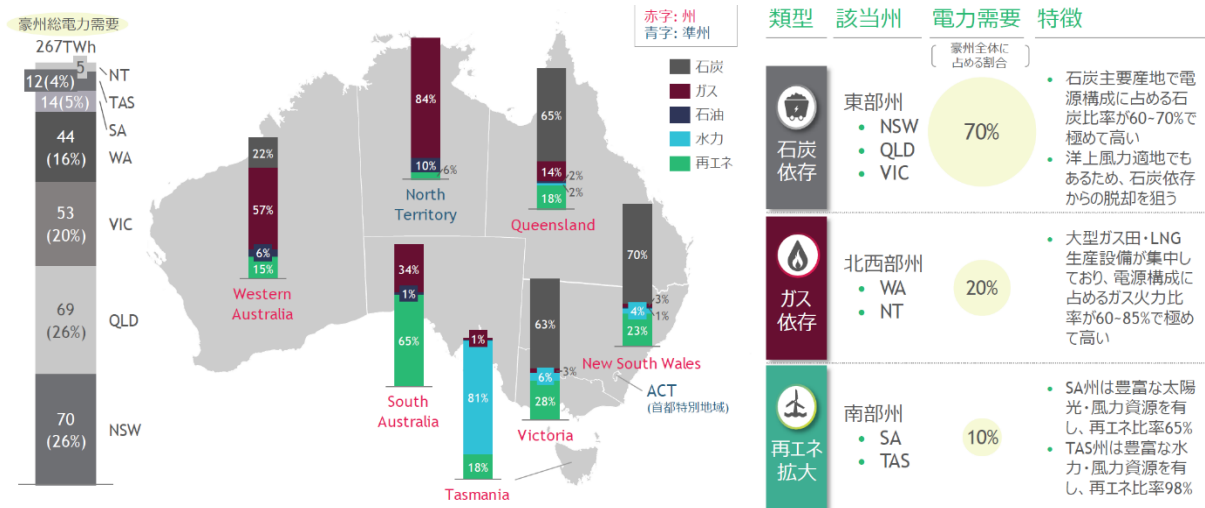


[出所] AEMO 2022 Integrated System Plan

オーストラリアは連邦国家であり 6 つの州（ニューサウスウェールズ NSW、ビクトリア VIC、クイーンズランド QLD、西オーストラリア WA、南オーストラリア SA、タスマニア TAS）と 2 つの準州（ノーザンテリトリー NT、首都特別地域 ACT）から構成されている。オーストラリアでは、電力系統や東南部の電力卸売市場は国営で運営されているが、それ以外の州では州営が中心となっている。州ごとに独自のエネルギー政策を導入しているため、州の権限が非常に強くなっている。

加えて、オーストラリアでは州ごとにエネルギーミックスが異なり、再エネの利用状況にも大きな違いがみられるが、それらを大別すると、「石炭依存」・「ガス依存」・「再エネ拡大」の 3 つに分類される。具体的には東部州（NSW・QLD・VIC）は石炭、北西部州（WA・NT）はガスの比率が高く南部州（SA・TAS）は再エネの導入が進んでいる状況にある。

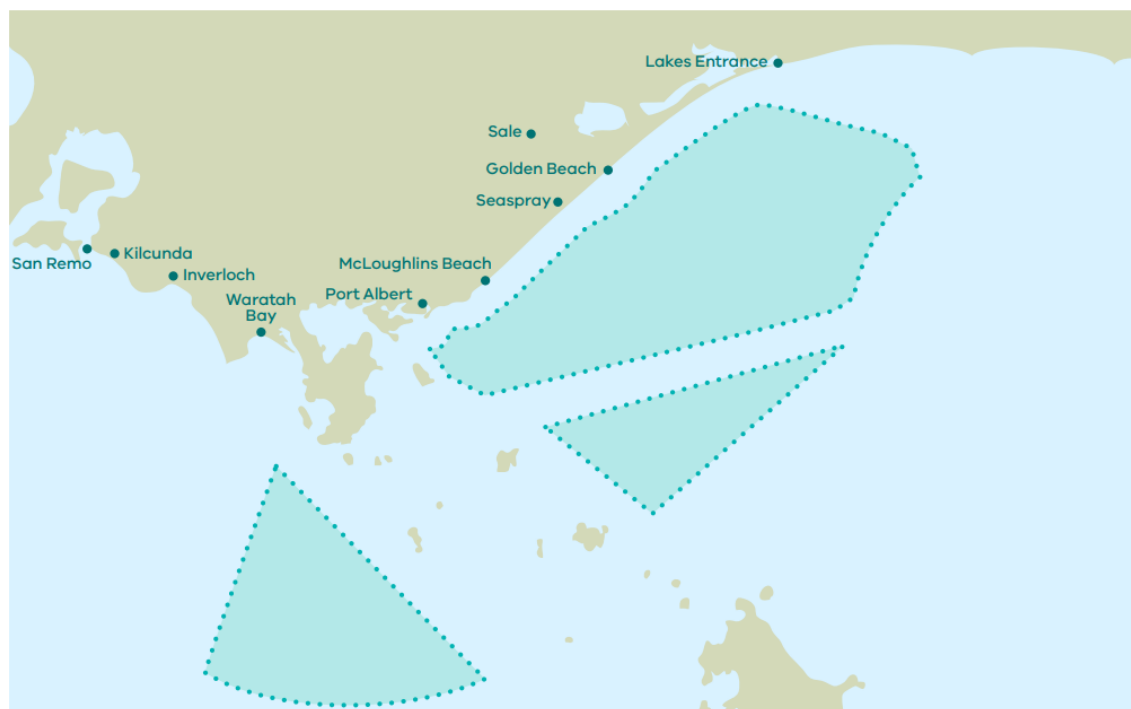
〔図表 2-39 オーストラリアにおける電源別分析（2021 年）〕



〔出所〕 BOSTON CONSULTING GROUP 令和 5 年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野における GX 実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）

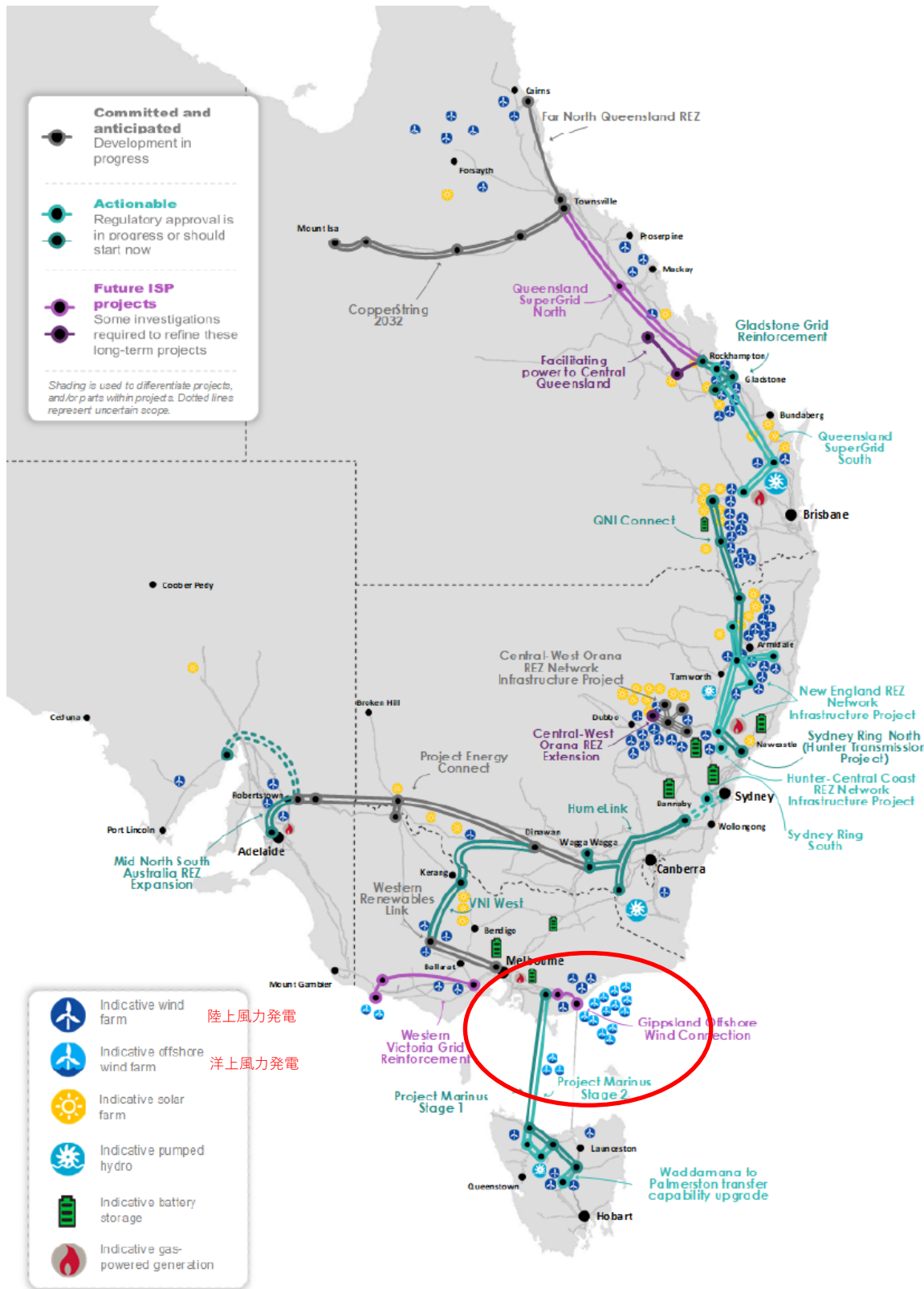
洋上風力発電については、南部のビクトリア州を中心に導入に向けた動きが加速しており、2022 年 12 月には同国初の洋上風力発電開発区域として、ビクトリア州沖のバス海峡を指定している。指定海域は約 1 万 5 千㎡、年間発電容量 10GW 以上とされている。

[図表 2-40 南部ビクトリア州 洋上風力発電開発区域]



[出所] VICTORIA STATE GOVERNMENT Offshore Wind Wnergy IMPLEMENTATION STATEMENT 2

[図表 2-41 電力システムの最適化プロジェクト（南部地域）]



[出所] AEMO 2024 Integrated System Plan より一部改変

洋上風力発電の導入促進に向けて、オーストラリア気候変動・エネルギー・環境・水資源省（Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water）や産業・科学・資源省（Department of Industry, Science and Resources）などを中心に、洋上風力発電に関する制度設計や公募プロセス等の実施が行われている。具体的には、2022 年の連邦政府による OEI 法（Offshore Electricity Infrastructure Law）により、公募やライセンスプロセス等の体系を整備している。これをふまえて、州政府側もこれに必要なインフラ・リソース整備・確保に向けた計画を策定することになった。

連邦政府と州政府の管轄範囲やそれぞれの役割については、以下のようになっている。

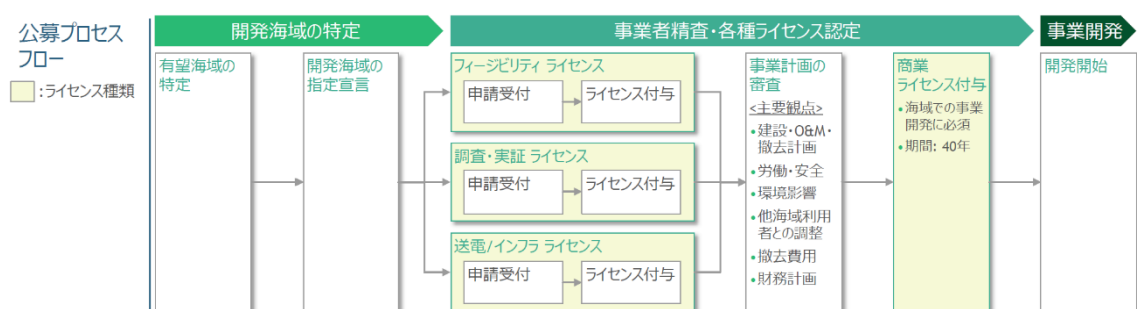
[図表 2-42 洋上風力発電における連邦政府・州政府の管轄・役割]

管轄範囲	 連邦政府	 州政府
	沖合3海里～200海里(EEZ)	沿岸～沖合3海里まで
洋上風力推進上の役割	OEI Act(2021)により、開発海域特定や、開発に必要な事業者へのライセンス付与等の公募の体系を規定 - OEI Act: Offshore Electricity Infrastructure Act(洋上電力インフラ法) - OEI Actに基づく具体的な規則も整備・更新 - Offshore Electricity Infrastructure Regulationsにて、OEI Actに基づく公募制度等の詳細を規定 - Regulatory Levies Act / Regulationにて、事業開発に伴う、事業者からの徴収金について規定	連邦政府による公募制度も踏まえながら、必要なインフラ、リソースの整備・確保に向けた計画を策定 <例: Victoria州政府の検討事項> - Local Contents Targetに関するガイダンス - 送配電インフラの開発計画 - 建設基地港湾の整備計画 - 事業資金確保に向けた資金調達スキーム - 人材育成計画 等

[出所] BOSTON CONSULTING GROUP 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野におけるGX実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）

また、同国で洋上風力発電に参入する開発事業者は、エネルギー大臣による開発海域の指定後、4つのライセンス（フィージビリティライセンス、調査・実証ライセンス、送電・インフラライセンス、商業ライセンス）を取得することで、洋上風力案件への参入が可能となる。

[図表 2-43 OEI 法に基づく公募プロセス]



[出所] BOSTON CONSULTING GROUP 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野におけるGX実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）より一部抜粋

現在オーストラリア市場へ参入している主要な洋上風力発電事業者は、以下のようになっている。オーストラリア現地や欧米を含む大手発電事業者の参画がみられる。

[図表 2-44 オーストラリアにおける主な洋上風力発電事業者]

発電事業者	拠点国	企業概要	開発中の洋上風力案件
Green Energy Partners	米国	米国の不動産開発、発電事業者	着床式：16GW
Copenhagen Energy	デンマーク	世界各地で再生可能エネルギー関連事業を展開	着床式：11GW 不明・未定：3GW 計：14GW
Clough	オーストラリア	オーストラリアの建設・エンジニアリング企業	浮体式：11GW
Deloitte Australia	オーストラリア	デロイトグループで Clough、Mistral Energy とコンソーシアムを形成	浮体式：11GW
Mistral Energy	オーストラリア	Clough、Mistral Energy とコンソーシアムを形成	浮体式：11GW
Oceanex	オーストラリア	オーストラリアやニュー次ランドで洋上風力開発を行う発電事業者	着床式：2GW 浮体式：8GW 計：10GW
Equinor	ノルウェー	石油・ガス開発、洋上風力開発を行う発電事業者	着床式：3GW 浮体式：6GW 計：9GW
Flotation Energy plc	英国	英国での洋上風力発電事業者 2022 年 11 月に東京電力リニューアブルパワーの 100% 子会社	着床式：3GW 不明・未定：4GW 計：7GW
BlueFloat Energy	スペイン	欧州・中米等で風力発電案件を展開	着床式：3GW 浮体式：3GW 計：6GW
DP Energy	アイルランド	再エネ開発・投資会社	不明・未定：6GW
Australis Energy Ltd	英国	英国の洋上風力発電会社	着床式：5GW 不明・未定：1GW 計：6GW
Global Infrastructure Partners	オーストラリア	独立系のインフラファンド Australis Energy と国内の洋上風力発電に参画	着床式：5GW 不明・未定：1GW 計：6GW

[出所] BOSTON CONSULTING GROUP 令和 5 年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野における GX 実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）より一部改変

（３）洋上風力発電市場に係る今後の見通し

オーストラリアにおける洋上風力発電市場は、現状で案件形成が進む南東沿岸部（ビクトリア州など）に加えて、今後は風況に恵まれた西部でも案件形成が進むことが予想されている。洋上風力発電に係る発電事業についても、国内企業や欧米の大手発電事業者等の参画が進んでいることから、今後もこうしたプレイヤーを中心に国内での案件形成が進んでいくと想定される。

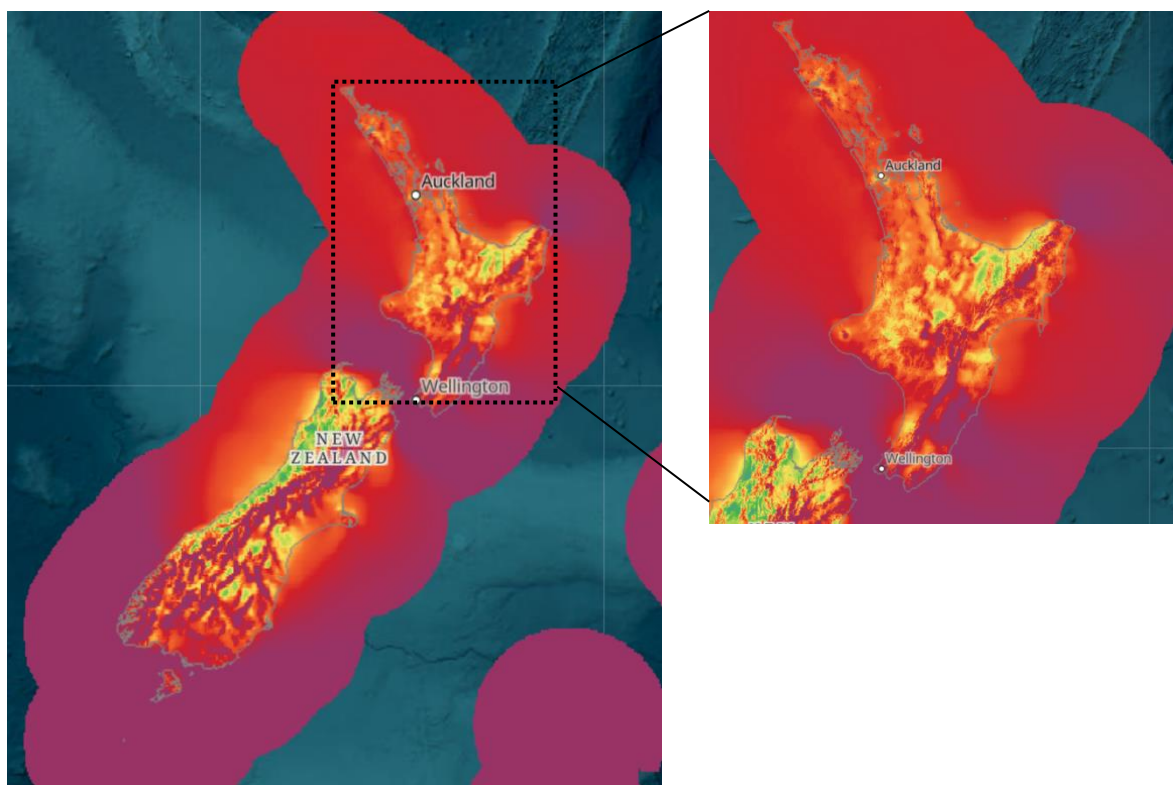
6. ニュージーランド

(1) 洋上風力発電適地とプロジェクト組成状況

ニュージーランドではエネルギートランジションにより、再生可能エネルギーの導入が進んでおり、ニュージーランド政府のデータによると、2022年の電力供給のうち80%以上が再生可能エネルギーによるものとされている。このうち、風力発電については、2021年の電力供給量のうち6%程度であるが、今後の政策展開により急速にこの割合が高まることが予想されている。

ニュージーランドは世界でも9番目に広い面積のEEZ（排他的経済水域）を有しており、着床式よりも浮体式洋上風力発電の導入ポテンシャルが高いとされている。理論上の洋上風力発電導入容量については2,252GWと非常に大きく、このうち93%ほどが浮体式によるものとされている。

[図表 2-45 ニュージーランドの風況等]



[出所] 風況マップ：GLOBAL WIND ATLAS
<https://globalwindatlas.info/en/>

（２）洋上風力発電に係る政策展開・今後の見通し

現在、ニュージーランド国内では約 12GW の洋上風力発電計画が発表されており、国内外の事業者による参入がみられる。現在の洋上風力発電計画については、タラナキ沖、ワイカト/オークランド沖、クック海峡（北島と南島を分ける海峡）とフォーヴォー海峡といった特に風況が恵まれた地域に集中しており、他地域のポテンシャルについても調査中とされる。

また、今後の導入拡大には国内の送電インフラ（送電網）のアップグレードとともに、発電コストの低減の必要性が指摘されている。コストの約 80%は建設時とその資金調達で構成されているが、中長期的には LCOE（均等化発電原価）の低下が課題となってくる。

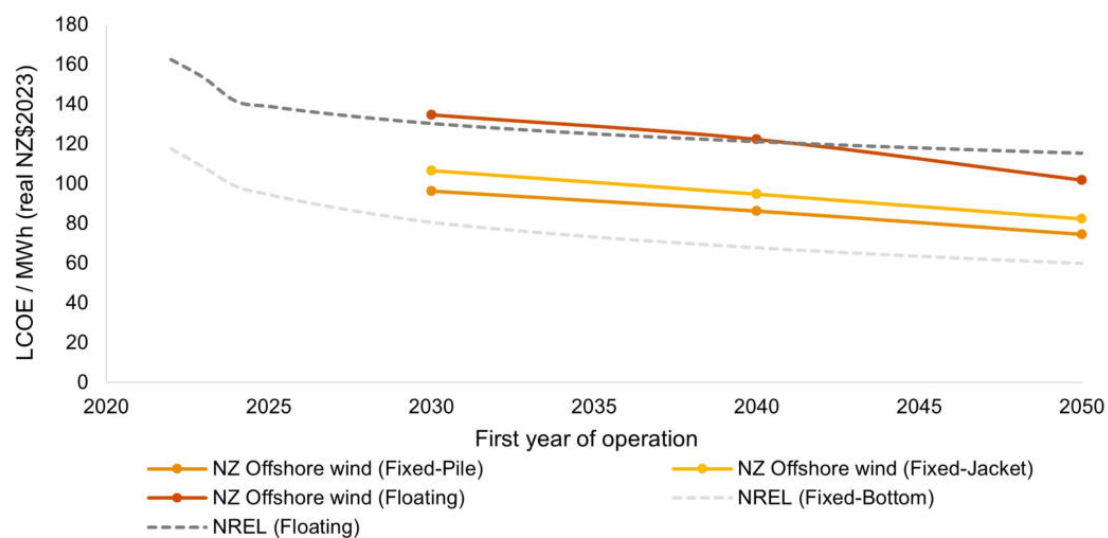
ニュージーランドにおける洋上風力発電市場は、今後 2030 年代初めから本格的な洋上風力発電設備の導入が見込まれている。

[図表 2-46 ニュージーランドにおける洋上風力発電計画]



[出所] PWC New Zealand Offshore Wind Industry (MARCH 2024)

[図表 2-47 ニュージーランドにおける洋上風力発電コスト予測]



[出所 PWC New Zealand Offshore Wind Industry (MARCH 2024)]

第3章 洋上風力関連産業の業界動向

1. 洋上風力関連産業のサプライチェーン構造

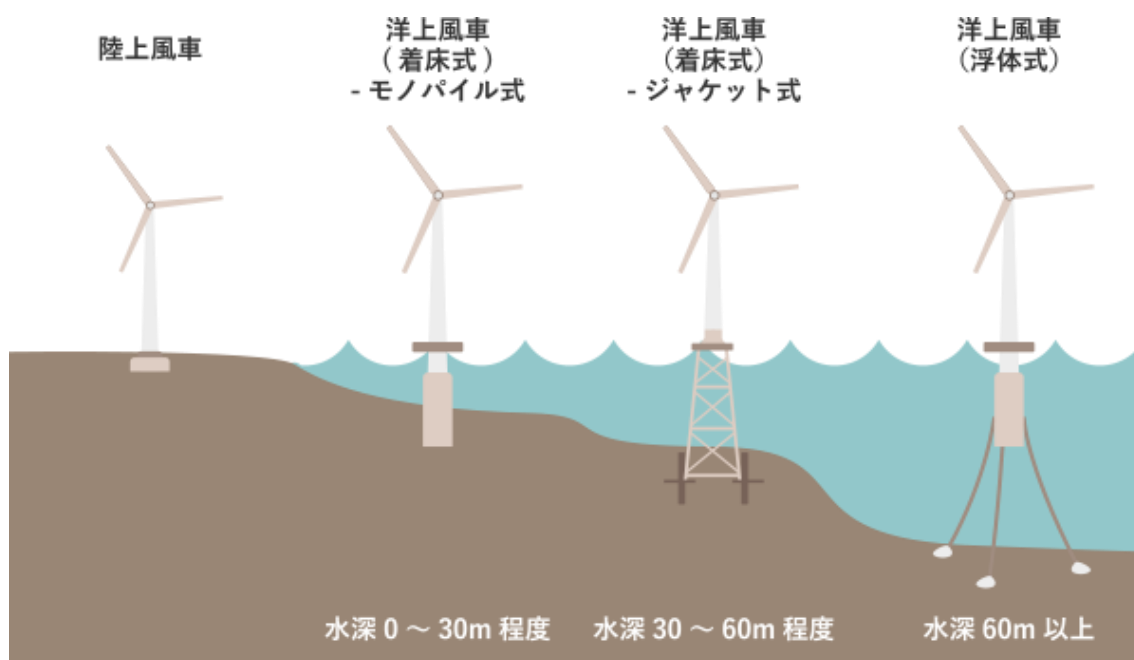
(1) 洋上風力発電設備の諸類型

洋上風力発電の風車構造や発電の仕組みについては、基本的に陸上風力発電と同様であり、風力を利用して風車を回転させ、発電機を動かすことで発電する仕組みである。陸上風力発電との違いは、発電した電気を陸上にするための海底ケーブルが敷設される点や、風車の基礎部分に求められる技術にある。

後者の基礎部分について、洋上風力発電には大きく「浮体式」と「着床式」の2パターンが存在する。前者は洋上に浮体物を設置して、その上に風力発電システムを載せる形式であり、海底に沈められたシンカーに結び付けておく方法である。後者の着床式は、文字どおり基礎部分を海底に埋め込む（着床）方法であり、これまでの多くの洋上風力発電で用いられてきた工法である。

着床式の場合、水深の問題から設置できる場所が制限されてしまうが、浮体式の場合、そのような問題に縛られることなく設置が可能となる。浮体式の場合、浮体の動揺を制御する仕組みなど新たな技術開発への対応が必要となるものの、浮体式を取り入れることで、日本近海での発電量の増加にも大きく貢献することが期待されている。

〔図表 3-1 洋上風力発電設備の類型（浮体式と着床式）〕

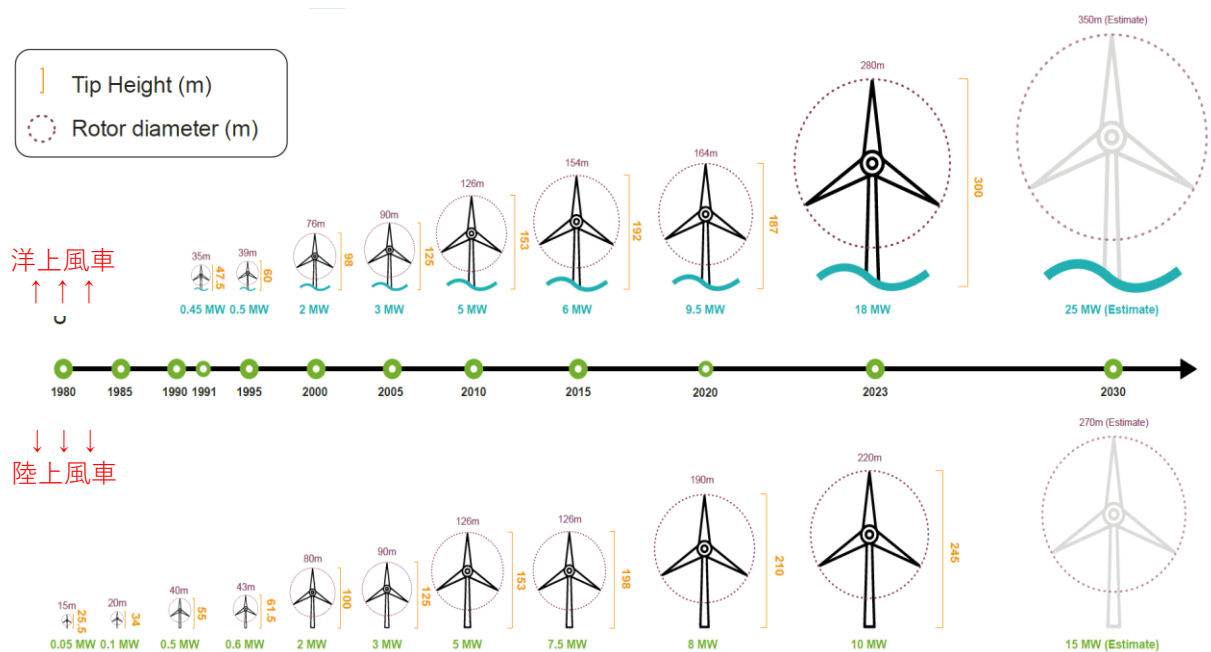


〔出所〕 日本風力開発株式会社ホームページ

（２）洋上風力発電設備の大型化

風力発電設備は陸上・洋上ともに大型化が進んでいるが、大型化は洋上風力において先行している。洋上風力発電設備については、1990 年時点では 0.45MW（ローター直径 35m）程度の発電量であったのに対して、2023 年時点では 18MW（ローター直径 280m）と 30 倍以上の発電量に増加している。今後も風車のさらなる大型化が予想されており、2030 年時点では 25MW(ローター直径 350m)に達すると予想されている。

〔図表 3-2 風力発電設備の大型化の推移（浮体式と着床式）〕



〔出所〕 GWEC Global Wind Report 2024 より一部加工

また、風車タービンの発電量の分布について、各国メーカー別の動向をみると、特に中国系メーカーで大型化が進展している。中国系以外では、Vestas 社の 15MW が最大であるのに対して、中国系では 20MW 程度にまで大型化が進展している。

[図表 3-3 タービン発電量のメーカー別比較]

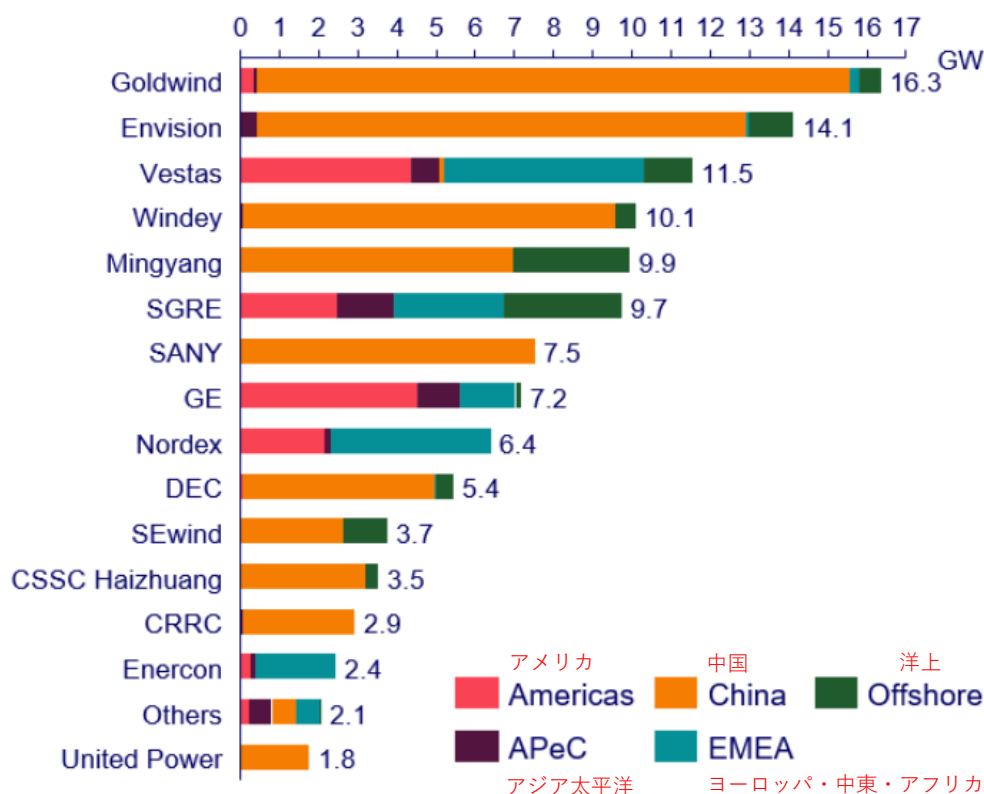
企業名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20
中国系以外																
	Vestas						9.5						15			
	Siemens Gamesa					8			11			14				
	GE Vernova			6						12		13.6				
	Samsung						9.5									
	Doosan			5.6		8										
中国系																
	Mingyang		5.5		7.25	8			11			14			18	20
	CSSC Haizhuang			6.2		8		10		12					18	
	Dongfang										13				18	
	Windey						9	10					15	16		
	Goldwind			6	7	8					13					
	CRRC		5	6	7			10								
	Sany						9									
	Shanghai Electric	4				8.5										
	Envision			6												
	Sinovel			6												

[出所] Institute of Energy Economics and Financial Analysis The Asia Pacific renewable supply chain opportunity より作成

（３）洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア

洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェアについて、2023 年時点の状況をみると、GoldWind（中国）、Envision（中国）、Vestas（デンマーク）、Windey（中国）、Mingyang（中国）が上位 5 つとなっている。中国系企業については、中国本土での発電量が多くなっている一方で、Vestas や SGRE（スペイン）、GE（アメリカ）等については、アメリカ（Americas）やヨーロッパ・中東・アフリカ（EMEA）での発電量が多くなっている。

[図表 3-4 2023 年時点 洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア 上位 15 件]

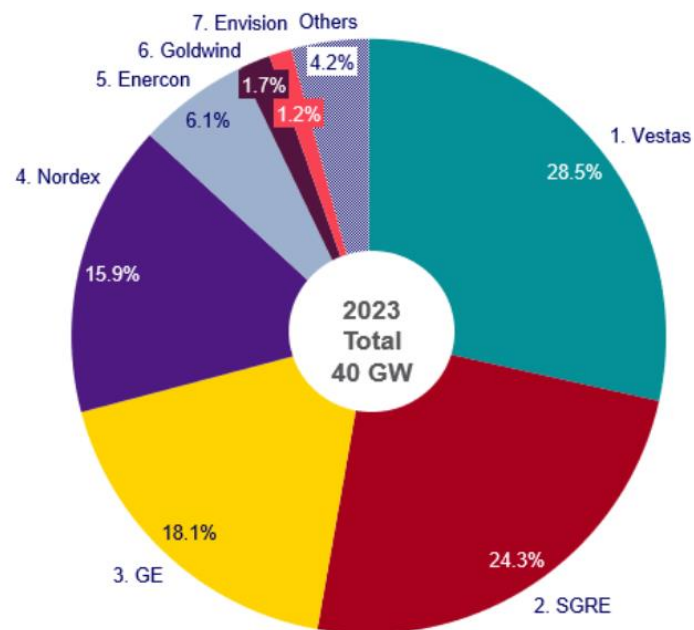


順位	企業名	導入発電量(GW)	市場シェア	順位	企業名	導入発電量(GW)	市場シェア
1	Goldwind	16.3	14.2%	9	Nordex	6.4	5.6%
2	Envision	14.1	12.3%	10	DEC	5.4	4.7%
3	Vestas	11.5	10.0%	11	SEwind	3.7	3.2%
4	Windey	10.1	8.8%	12	CSSC Haizhuang	3.5	3.1%
5	Mingyang	9.9	8.6%	13	CRRC	2.9	2.5%
6	SGRE	9.7	8.5%	14	Enercon	2.4	2.1%
7	SANY	7.5	6.6%	15	Others	2.1	1.8%
8	GE	7.2	6.3%	16	United Power	1.8	1.6%
				合計		114.5	100.0%

[出所] Wood Mackenzie “China leads global wind turbine manufacturers’ market share in 2023”をもとに一部加工

また、中国系メーカーを除く、洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェアについて、2023 年時点の状況をみると、Vestas（28.5%）、SGRE（24.3%）、GE（18.1%）、Nordex（15.9%）、Enercon（6.1%）が上位 5 つとなっている。

[図表 3-5 2023 年時点 洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア（※中国系除く）]



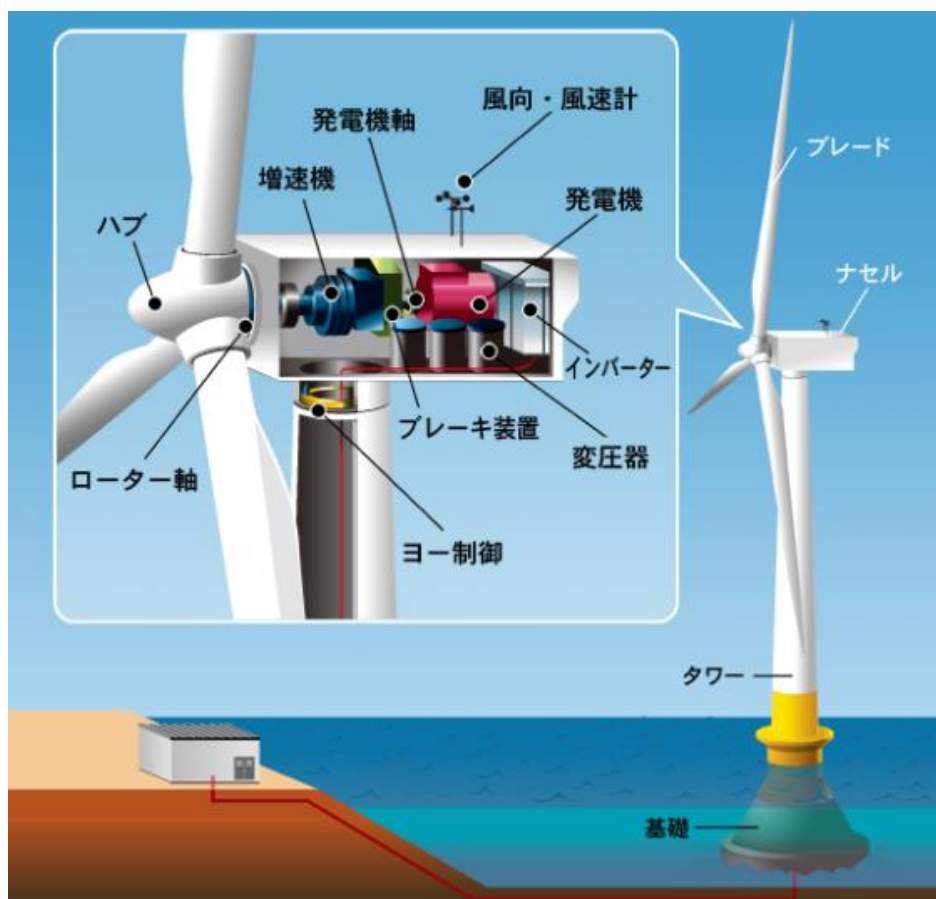
[出所] Wood Mackenzie “China leads global wind turbine manufacturers’ market share in 2023”

（４）洋上風力発電設備の構成要素等

洋上風力発電設備は複数の構成要素からなるが、それらを系統別に大別すると、ローター系、伝達系、電気系、運転・制御系、支持・構造系の５つに分類される。さらにこれら５つの類型の中に、具体的な構成部品が複数ぶら下がる構図となっている。

図表 3-6 洋上風力発電設備の構成要素と部位（着床式の場合）

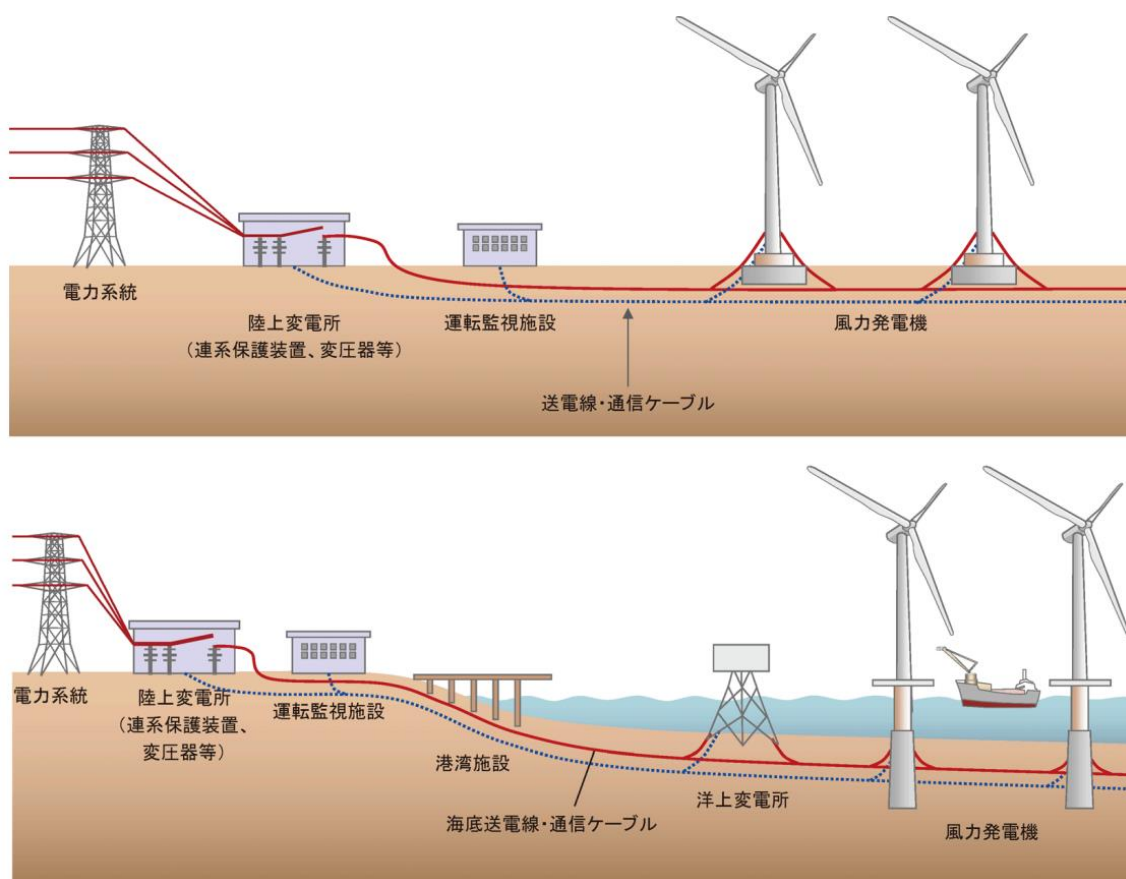
構成要素	部位	概要
ローター系	ブレード	回転羽根、翼
	ローター軸	ブレードの回転軸
	ハブ	ブレードの付け根をローター軸に連結する部分
伝達系	発電機軸	ローターの回転を発電機に伝達する
	増速機	ローターの回転数を発電機に必要な回転数に増速する歯車（ギア）装置（増速機のない直結ドライブもある）
電気系	発電機	回転エネルギーを電気エネルギーに変換する
	インバーター	発電機の出力周波数を調整し、系統周波数に合わせる
	変圧器	発電機の出力電圧を昇圧し、系統電圧に合わせる
運転・制御系	出力制御	風車出力を制御するピッチ制御あるいはストール制御
	ヨー制御	ローターの向きを風向きに追従させる
	ブレーキ装置	台風時、点検時などにローターを停止させる
	風向・風速計	出力制御、ヨー制御に使用されるナセル上に設置される
支持・構造系	ナセル	伝達軸、増速機、発電機等を収納する部分
	タワー	ローター、ナセルを支える部分
	基礎	タワーを支える基礎部分



〔出所〕 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ 風車の構造

洋上風力発電設備で発電された電力は、海底送電線（ケーブル）を通じて、陸上変電所へ送電された後、電力系統へ接続される構図となっている。国内では湾岸距離が短いため陸上に変電所を設置するのが一般的であるが、洋上の変電所を経由する場合もある。風車発電設備本体以外にも電力系統への接続までの区間において、各種インフラ整備が必要となる。

図表 3-7 陸上・洋上風力発電システムの主要構成要素（上：陸上／下：洋上）



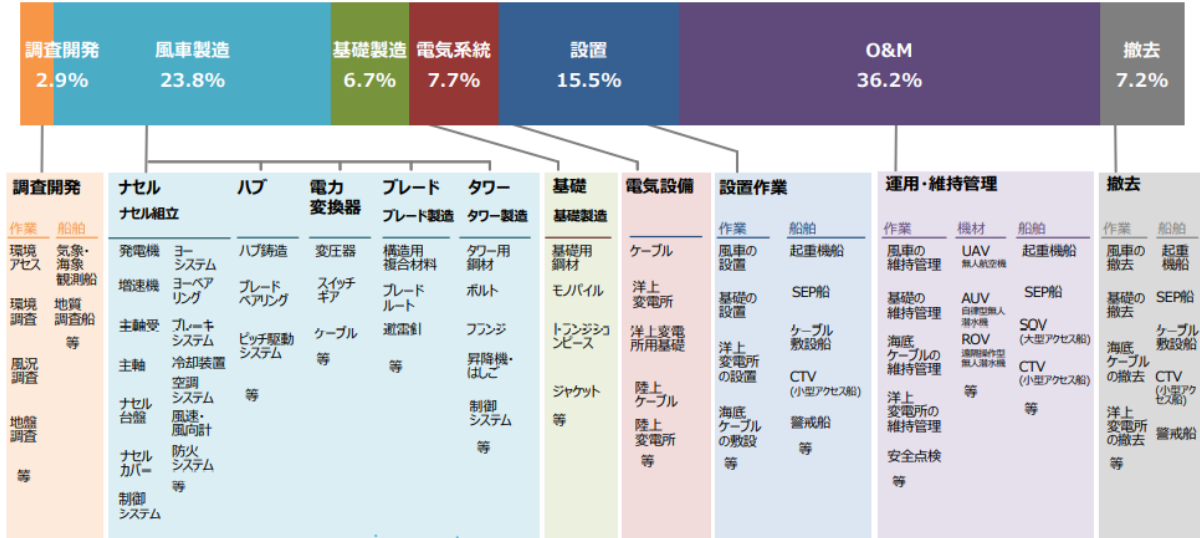
[出所] NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第3章風力発電

（５）洋上風力関連産業のサプライチェーン構造と経済波及効果

洋上風力関連産業サプライチェーンの全体像（着床式の例）をみると、構成要素と部品点数が非常に多く、その数は数万点以上にも及ぶとされる。特に、風車製造部分については、ナセル・ナセル組立やハブ、電力変換機、ブレード、タワー関連など複数の構成要素に細分化されている。O&M（オペレーション&メンテナンス）についても、作業面と作業に必要な機材・船舶といった構成に分かれている。

発電に係るコストを明示するための指標である「均等化発電原価（LCOE）」に占める割合をみると、O&M が 36.2%、風車製造 23.8%、設置 15.5%が上位 3 つとなっている。

〔図表 3-8 洋上風力関連産業サプライチェーンの全体像（着床式の例）〕



〔出所〕 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会 洋上風力産業ビジョン（第 1 次）の概要

洋上風力関連産業については、一種の「施設サービス」とも指摘されるように、建設時から運営・保守まで多くの経済波及効果を創出することが期待されている。2030 年から 2050 年における「建設」及び「運営」による日本国内の経済・雇用波及効果は、以下のよう

〔図表 3-9 洋上風力発電の「建設」・「運営」による経済・雇用波及効果〕

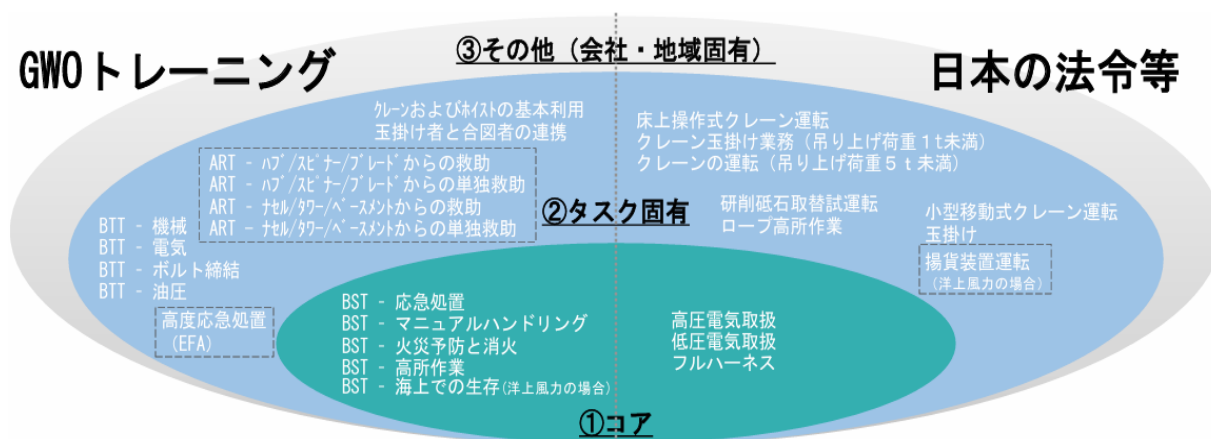
区分	効果	2030 年	2040 年	2050 年
建設	経済波及効果(累計)	5.02 兆円	20.81 兆円	34.16 兆円
	雇用創出（累計）	208 千人	863 千人	1,417 千人
運営	経済波及効果(累計)	1,404 億円	5,497 億円	9,409 億円
	雇用創出（累計）	4,563 人	17,868 人	30,586 人

〔出所〕 公益財団法人自然エネルギー財団 日本における洋上風力発電導入の社会経済分析より作成

〔注〕 直接効果：建設工事や設備投資などの総工事費、工事による雇用創出
間接効果：関連する産業への部品やサービスの需要増加、関連産業での雇用創出

洋上風力発電設備は商業運転期間が20年以上となることも多く、運営面の保守・点検は極めて重要な要素となる。洋上風力発電については、特有のメンテナンス技術や技能が必要とされるため、2024年9月に一般社団法人日本風力発電協会（JWPA）とGlobal Wind Organization（GWO）による専用のメンテナンスガイドラインが示されている。同ガイドラインでは、洋上風車のメンテナンスを行う初級技能者を対象として、推奨されるスキルやトレーニング等を説明している。特徴的な点は、推奨されるトレーニングを次の3つに分類するとともに、メンテナンス技能者に必要な技能と、風車メンテナンスに必要なとされる日本の関連法令への知見の両方を習得できる点にある。

[図表 3-10 風車メンテナンスに必要な技能・知見（3つの分類）]



※ 点線（——）で囲われた対象は、3人以上での作業、且つ受講歴のある技能者が他にいる場合は、必ずしもトレーニングを受ける必要が無いもの
 ※ 高度な応急処置（EFA）には、BST-応急処置の内容が移行されつつある点も考慮し、状況に応じてコアとしての受講が推奨される
 ※ GWO BSTが主流ではあるが、消防法が定める救命講習や救急法基礎講習等についても日本国内では受講が推奨される

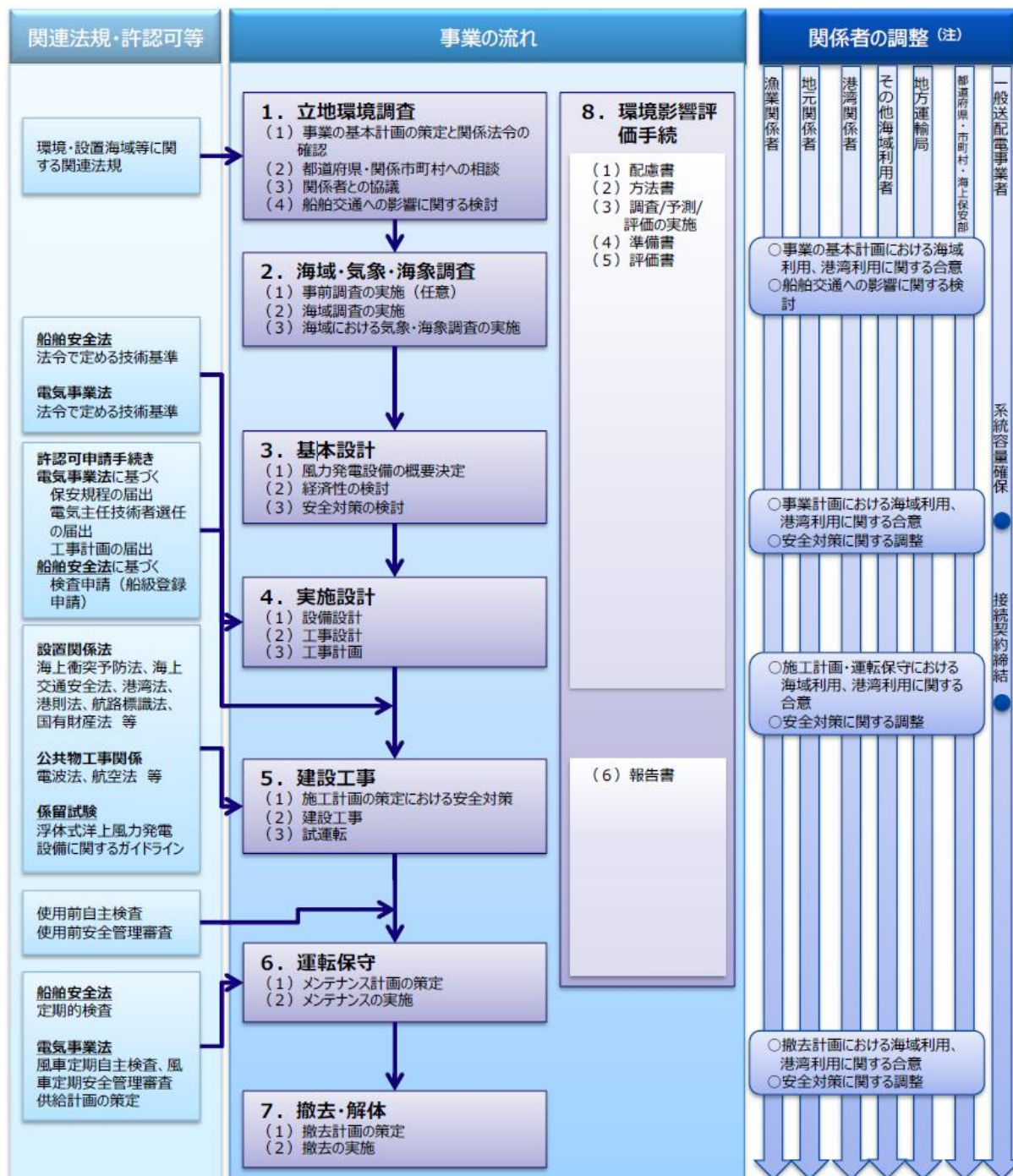
- ①コア：風力メンテナンス初級技能者が活動するどの場面・状況においても最低限の受講が推奨されるトレーニング
 ②タスク固有：タスクの種類によっては受講が推奨されるトレーニング
 ③その他（会社・地域固有）：会社の事業環境や地域固有の事情により受講が推奨されるトレーニング

[出所] GWO・JWPA 洋上風力メンテナンス 初級技能者向けガイドラインをもとに一部加筆

(6) 洋上風力発電の導入フロー

洋上風力関連産業のサプライチェーン構造は非常に多岐にわたるが、例えば浮体式洋上風力発電の実際の導入フロー（プロジェクト推移）は以下になる。事業全体に係る調査・設計・設置とともに、関連法規・許認可等の取得や地域の利害関係者との調整が必要となる。

〔図表 3-11 洋上風力発電の導入の流れ（浮体式）〕



〔出所〕 福島洋上風力コンソーシアム 浮体式洋上風力発電導入マニュアル

〔注〕 必要となる手続きや要する期間等は、実施海域や設計の態様、工事の態様、運転保守の態様等により様々であるため、関係者には、必要に応じて前広に相談することが望ましい。

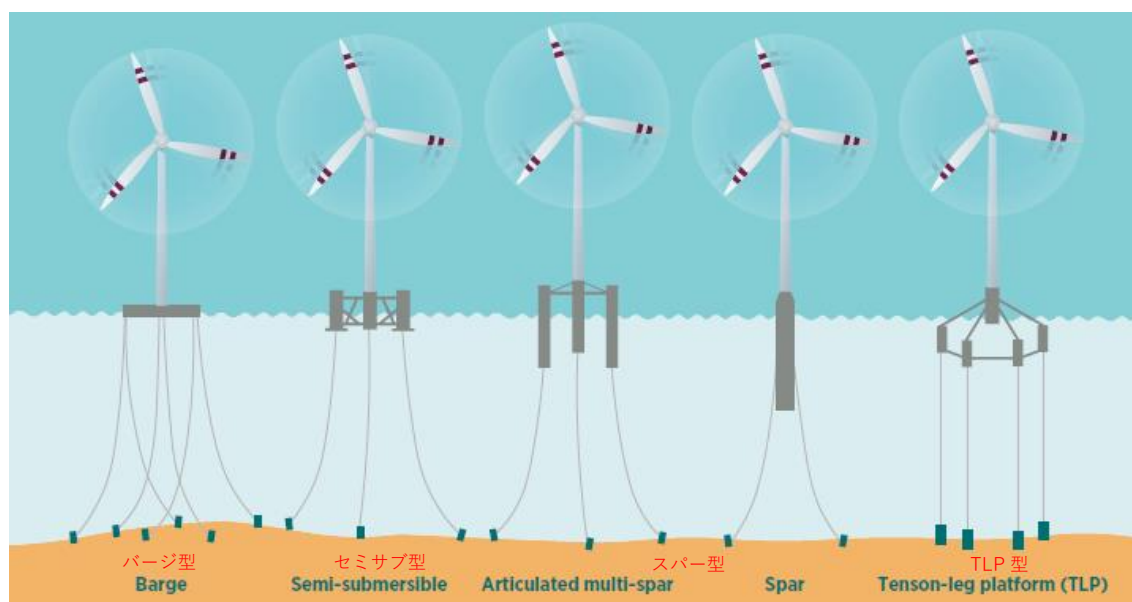
2. 浮体式洋上風力発電の諸類型と技術の高度化

(1) 浮体式洋上風力発電設備の諸類型

浮体式洋上風力発電設備には、大きくバージ型・セミサブ型・スパー型・TLP 型の 4 種類が存在する。類型により対応水深には違いがあり、バージ型や TLP 型は 50～100m、セミサブ型やスパー型では 100m 超に対応している。製造・設置コストの観点では、係留システムが特徴的な TLP 型や浮体部形状が複雑なセミサブ型は、現状では高コストとなることが指摘されている。

浮体式洋上風力発電設備には上記のような諸類型が存在するが、基礎部分の製造や陸上・洋上での施工方法含め、未だ技術開発の余地が残されているとともに、浮体式の技術開発は世界的に横一線の状況にある。

[図表 3-12 浮体式洋上風力発電の諸類型と比較]



[出所] FLOATING OFFSHORE IRENA WIND OUTLOOK

項目	形状			
	バージ型	セミサブ型	スパー型	TLP 型
長所	●単純構造・低コスト ●設置・施工が容易	●港湾施設内で組立が可能 ●浮体動揺が小さい	●単純構造で製造容易 ●低コスト化への期待	●係留占有面積が小さい ●上下方向の揺れが抑制
短所	●暴風時の浮体動揺が大 ●安全性等の検証が必要	●複雑構造で高コスト ●施工効率、コストの観点からコンパクト化が課題	●浅水域では導入不可 ●施工に水深を要し設置難	●係留システムのコスト高
対応水深	●50～100m	●100m 超	●100m 超	●50～100m
国内案件	●北九州沖実証事業（カナデビア（旧：日立造船）等）	●福島沖実証事業（三井 E&S エンジニアリング等）	●五島市沖（戸田建設等） ●福島沖実証事業（ジャパンマリンユナイテッド等）	●青森県沖（大林組）

[出所] 国土交通省 国土交通白書 2022

資源エネルギー庁「洋上風力発電の低コスト化」プロジェクトの研究開発・社会実装計画（案）の概要 などをもとに作成

(2) 浮体式洋上風力発電設備に係る技術動向

浮体式洋上風力発電設備に係る技術開発については、2021年4月の「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」にも示されているとおり、技術開発項目のロングリストのうち、浮体区分においては、分野⑤（浮体式基礎製造）と分野⑥（浮体式設置）が重点技術開発項目に位置付けられている。

浮体式基礎製造においては、前述のような諸類型が存在するものの、日本周辺の海域の特性上、海底の地形が一樣ではなく、太平洋と日本海などで環境条件にも差があるため、特定の浮体式基礎が全ての地域に適しているとは限らないとされている。その一方で、日本にはかねてからの造船技術の基盤があり、造船所間での連携により、浮体部の大量生産技術を確立する下地があることが指摘されている。そのうえで、日本の地域性を活用した浮体の大量生産技術を世界に先駆けて確立することにより、同分野における競争力強化を実現することを目指している。

浮体式設置においては、日本の特性として、太平洋側は大きなうねりがあり、かつ日本海側は波傾斜が大きくなる場合があるため、洋上作業が難しいことや、スパー型やTLP型等は今後、輸送・施工技術の開発の余地があることが指摘されている。一方で、日本国内では浮体式洋上風力実証研究の実績があることや、浮体式基礎製造でも言及されている造船技術や建設技術の基盤が強固であることから、今後の技術確立に大きな期待が寄せられている。

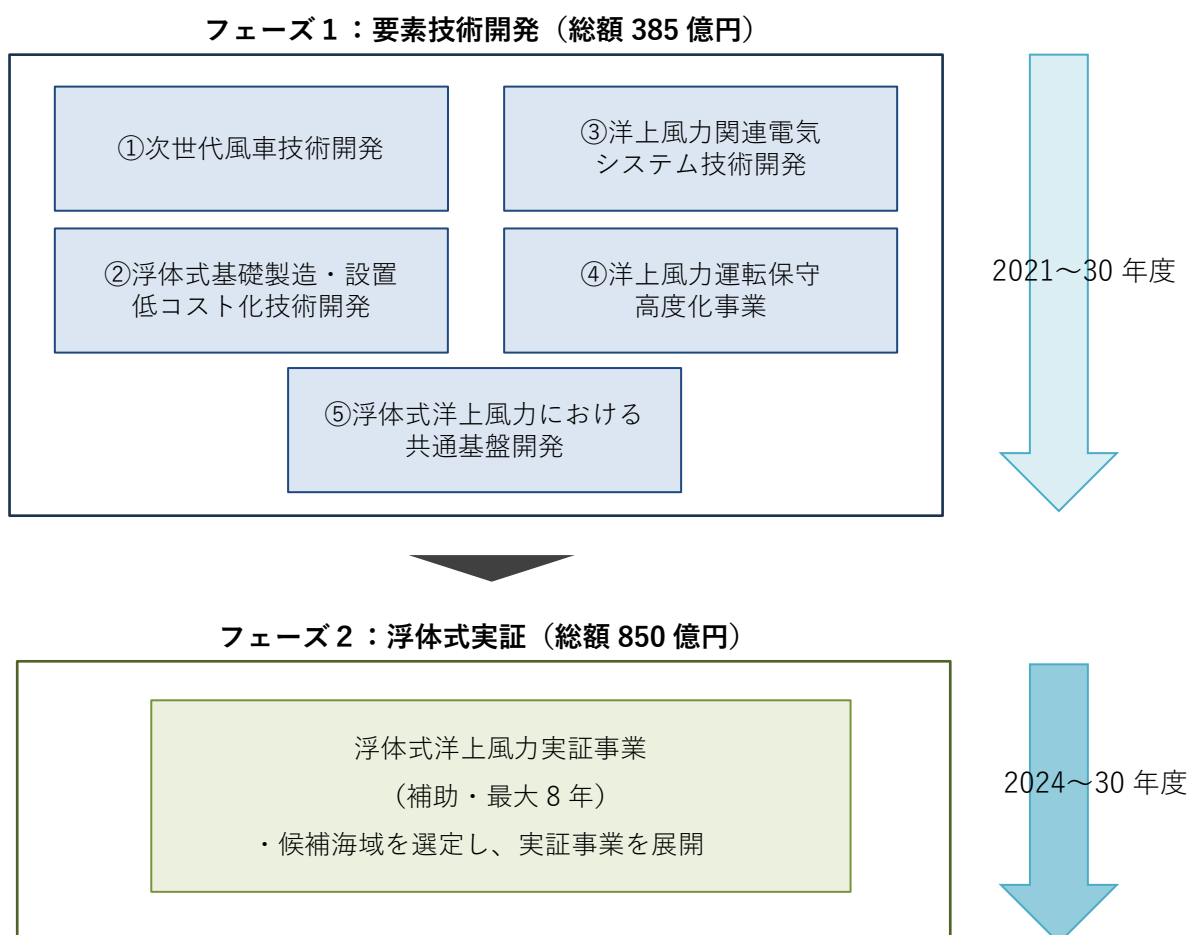
[図表 3-13 浮体式洋上風力発電設備に係る技術動向]

区分	分野	技術開発項目案	
共通	① 調査開発 (風況観測・配置最適化等)	●風況観測（各種ライダーや低コスト風況観測タワー等） ●ウェイク及び発電量予測モデルの高度化	●洋上風力用の気象海象計測データ整備 ●地盤条件データベースの開発
	② 風車 (風車設計・ブレード・ナセル部品・タワー等)	●風車仕様の最適化 ●風車の高品質大量生産技術 ●浮体搭載風車の最適設計 ●次世代風車要素技術開発 ●低風速域向けブレード	●洋上風車の長寿命化技術 ●大型風車の開発 ●ブレード侵食防止技術 ●ブレードリサイクル技術 ●タワーの高高度化と低コスト化
着床	③ 着床式基礎製造 (モノパイル・ジャケット等)	●複雑な地質・厳しい気象海象条件に対応した基礎構造 ●タワー・基礎接合技術の高度化	●基礎構造用鋼材の高強度化 ●基礎溶接技術の高度化
	④ 着床式設置 (輸送・施工等)	●低コスト施工技術の開発 ●洗掘防止工の高度化	●ロジスティクスの高度化 ●撤去
浮体	⑤ 浮体式基礎製造 (浮体・係留索・アンカー等)	●一体設計 ●浮体基礎の最適化 ●係留システムの最適化 ●浮体の量産化	●ハイブリッド係留システム ●メンテナンスフリー技術 ●浮体システムの計測技術
	⑥ 浮体式設置 (輸送・施工等)	●低コスト施工技術の開発 ●作業船と輸送システム	●大規模修繕技術 ●撤去・リサイクル
共通	⑦ 電気システム (海底ケーブル・洋上変電所等)	●高電圧ダイナミックケーブル ●浮体式洋上変電所 ●次世代洋上直流送電技術	●洋上送電ケーブル敷設の高効率化 ●発電需給の統合予測 ●系統安定化技術
	⑧ 運転保守 (O&M)	●運転保守及び修理技術の開発 ●デジタル技術による予防保全・メンテナンス高度化 ●監視及び点検技術の高度化	●落雷故障自動判別システムの開発 ●リモートセンシングと予報技術による発電量向上
官民協議会等における検討と連携して推進する項目		●人材育成 ●サプライチェーン ●ステークホルダーの合意（漁業協調、騒音低減等）	●ガイドライン・標準化 ●海底直流送電 ●水素変換とエネルギー貯蔵

[出所] 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会 「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」

これらに加えて、経済産業省及び NEDO では、洋上風力発電に係る技術の高度化に向けて、グリーンイノベーション基金（GI 基金）による取組を進めている。フェーズ 1（2022 年度～2026 年度）では、「洋上風力発電の低コスト化」を目的とし、次世代風車や浮体式基礎製造・施工技術等の 4 つの分野を対象とした事業を展開しているところであるが、2025 年 2 月に、更なる高度化に向けた「浮体式洋上風力における共通基盤開発」を新たに開始した。フェーズ 2（2024 年度～2030 年度）では、システム全体として関連要素技術を統合した浮体式洋上風力発電実証事業を実施する。これらの実証事業を展開する海域として、最終的に 2024 年 6 月に「秋田県南部沖」、「愛知県田原市・豊橋市沖」の 2 か所が選定されている。

〔図表 3-14 GI 基金の概要〕

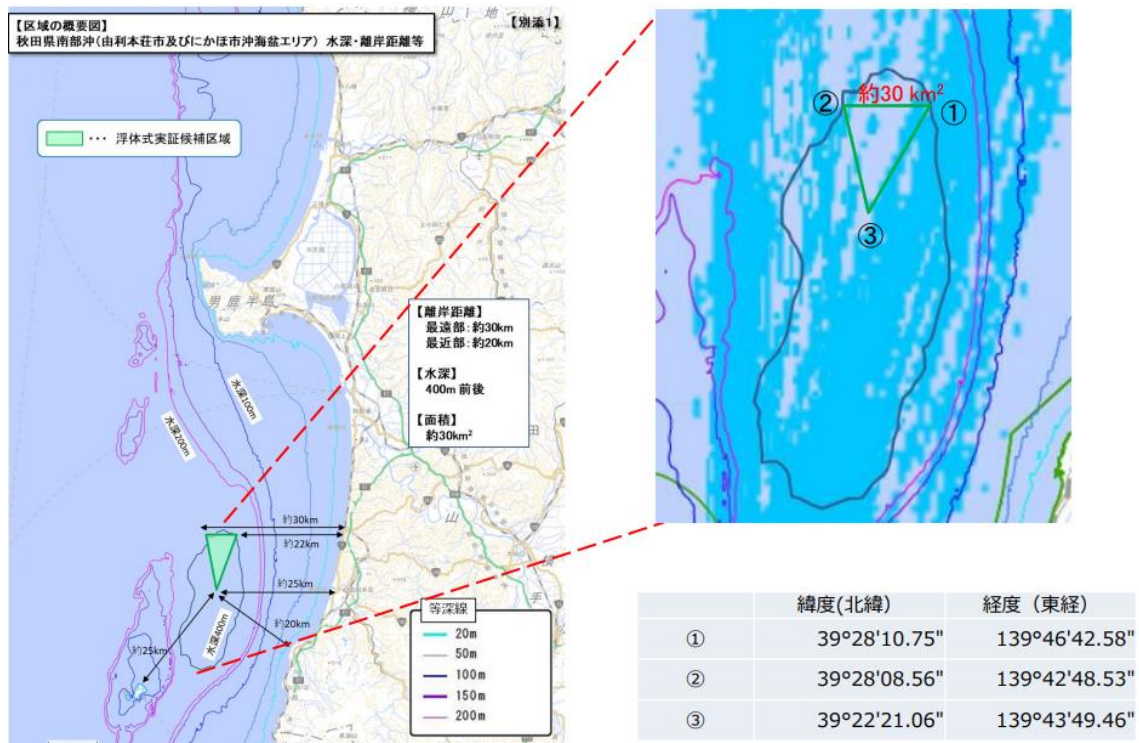


〔出所〕 資源エネルギー庁ホームページ等をもとに作成

[図表 3-15 GI 基金フェーズ 2 実証海域—秋田県南部沖]

項目	内容
候補区域の所在地	秋田県南部沖（由利本荘市及びにかほ市沖海盆エリア）
候補区域の面積	約 30 km ² （約 3,000ha）
想定出力	4.5～9.0 万 kW（3～6 基程度）
主な自然的条件	①風況：7.5m/s～8.0m/s ②水深：約 400m ③離岸距離：20.0km～30km 程度 ④波高：1.2～1.4m程度 ⑤潮汐：秋田港：満潮時 68 cm 程度、干潮時 13cm 程度 ⑥波浪：1.75m程度 ⑦地質：ほぼ全域が砂、礫、泥 ⑧海底地形：平坦 ⑨その他自然条件：特になし
港湾の想定	風車建設：秋田港、能代港、船川港を想定 維持管理等：秋田港、能代港、船川港、本荘港を想定

区域概要図



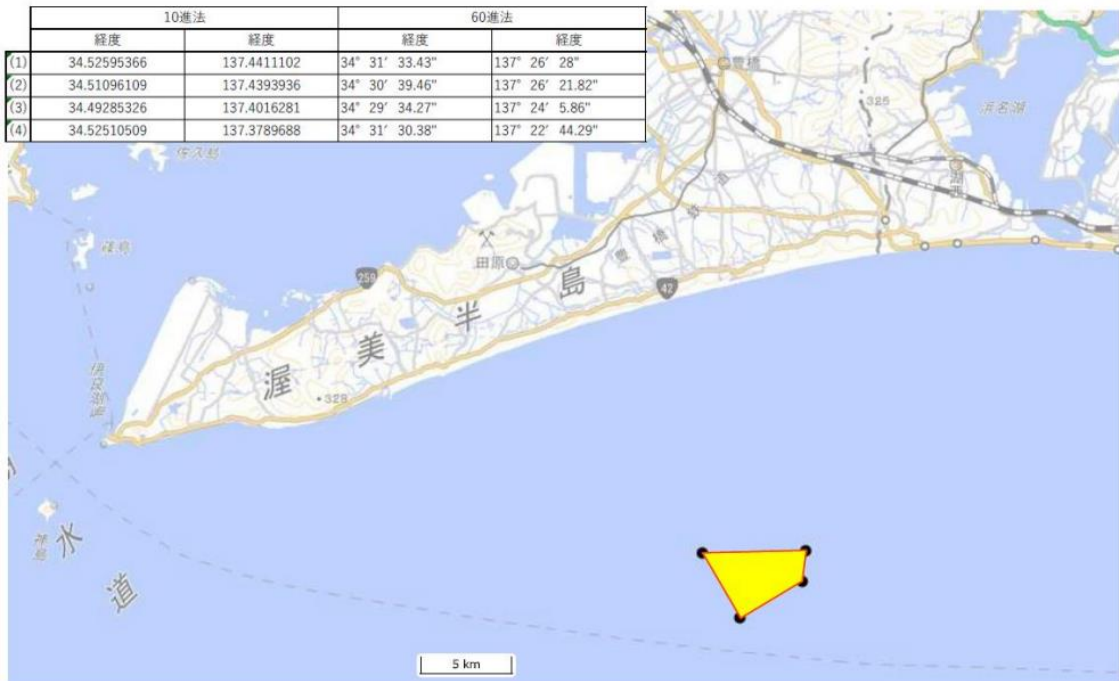
[出所] 資源エネルギー庁 実証候補区域の詳細情報

[図表 3-16 GI 基金フェーズ 2 実証海域—愛知県田原市・豊橋市沖]

項目	内容
候補区域の所在地	愛知県田原市・豊橋市沖
候補区域の面積	約 13.06 km ² (1,306ha)
想定出力	1～3 万 kW (1～2 基)
主な自然的条件	①風況：8.5m/s～9.0m/s ②水深：約 80m～130m ③離岸距離：約 14km～18km 程度 ④波高：1.0~1.2m程度 ⑤潮汐：5 年平均潮位： 361.7cm （気象庁 赤羽根観測所） ⑥波浪：6.5s 7.0s（年エネルギー周期） ⑦地質：主に鮮新世－中期更新世 渥美沖層群 正断層あり ⑧海底地形：大陸棚 ⑨その他自然条件： 送電線の陸揚げ地点によっては藻場、アカウミガメ、スナメリ、 鳥類の生息地に該当する場合もある
港湾の想定	風車建設・維持管理等：三河港蒲郡地区を想定

区域概要図

10進法		60進法	
経度	経度	経度	経度
(1) 34.52595366	137.44111102	34° 31′ 33.43″	137° 26′ 28″
(2) 34.51096109	137.4393936	34° 30′ 39.46″	137° 26′ 21.82″
(3) 34.49285326	137.4016281	34° 29′ 34.27″	137° 24′ 5.86″
(4) 34.52510509	137.3789688	34° 31′ 30.38″	137° 22′ 44.29″



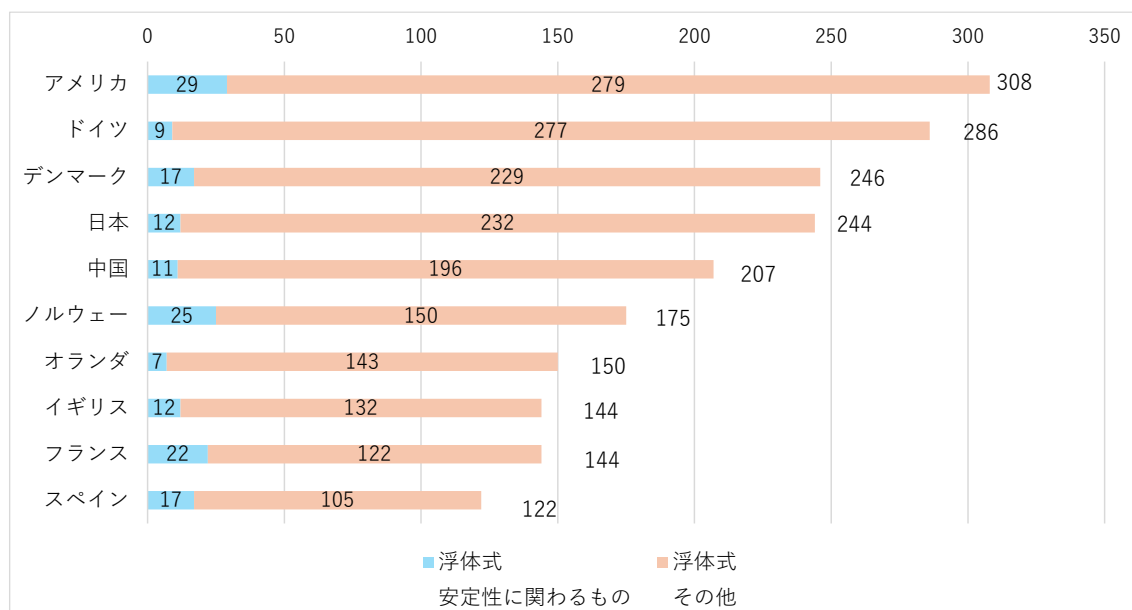
[出所] 資源エネルギー庁 実証候補区域の詳細情報

(3) 浮体式洋上風力関連産業に係る特許の保有状況等

浮体式基礎に関わる特許を保有する上位 10 か国では、アメリカ（308 件）、ドイツ（286 件）、デンマーク（246 件）に次いで、日本は 4 番目に多い 244 件となっている。日本が保有する特許の内訳をみると、浮体式の安定性に関わるものが 12 件、浮体式その他が 232 件となっている。

[図表 3-17 浮体式基礎に関わる特許を保有する上位 10 か国]

[単位：件]

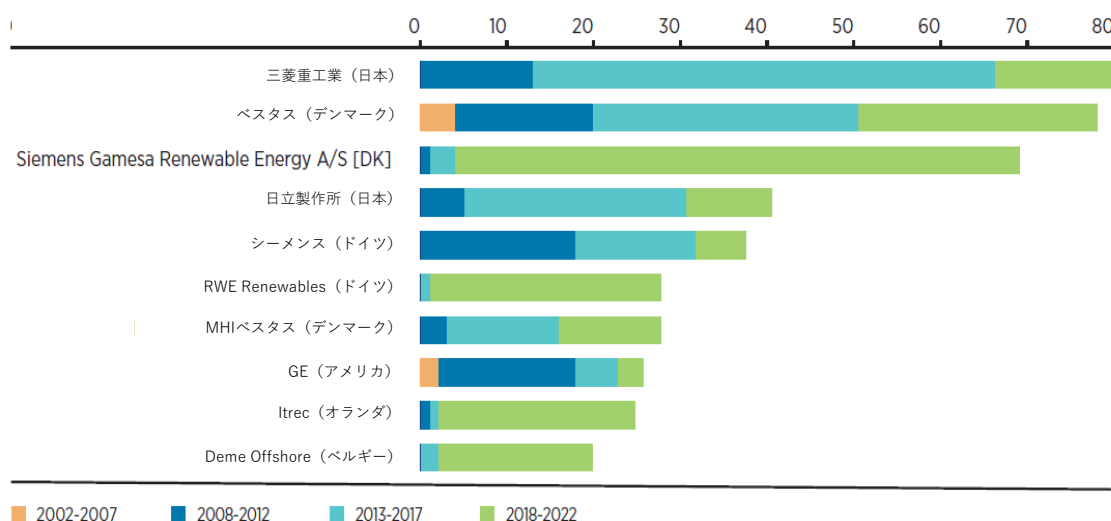


[出所] FLOATING OFFSHORE IRENA WIND OUTLOOK より作成

また、浮体式基礎関連の特許保有状況について、企業別にみると、日本は三菱重工業が第 1 位、日立製作所が第 4 位となっており、日本メーカーが多くの特許を保有していることがうかがえる。ただし、取得時期は 2013～2017 年頃の割合が高くなっており、それ以降の割合は相対的に低くなっている。

[図表 3-18 浮体式基礎に関わる特許を保有する上位 10 企業]

[単位：件]



[出所] FLOATING OFFSHORE IRENA WIND OUTLOOK より作成

3. 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた官民の取組状況

(1) 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた官民連携スキーム

浮体式洋上風力発電は遠距離かつ日本の気象・海象に適合した設備の構築、港湾等のインフラ整備、事業を支えるサプライチェーンの形成、法制度面の整備など、その普及に向けた課題は多く存在する。各課題に対して、浮体式洋上風力発電に関係する国・自治体、研究機関、事業者、サプライチェーンに関わる企業が協調して取り組むことが望ましく、官民連携による取組が必要となる。

その先駆けとして、2024年3月には、民間企業14社による連携スキームとして、「浮体式洋上風力技術研究組合（Floating Offshore Wind Technology Research Association、略称：FLOWRA）」が設立されている。今後、浮体式洋上風力発電の商用化を推進するにあたり、そのコストとリスクを低減させるテーマや技術開発を促進させるテーマ等に共同で取り組むことにより、浮体式洋上風力発電の広域かつ大規模な商用化の実現を目指すものである。

また、2025年1月には、浮体式洋上風力発電の大量急速施工や合理的な建設コストを実現するための建設システムの確立を目的とした「浮体式洋上風力建設システム技術研究組合（Floating Offshore Wind Construction System Technology Research Association、略称：FLOWCON）」が設立された。FLOWCONはFLOWRAと技術交流を行うこととしており、これにより様々な関係者が連携し、浮体式洋上風力発電の最適な海上施工方法が確立されることが期待されている。

[図表 3-19 浮体式洋上風力技術研究組合（FLOWRA）の概要]

項目	内容
名称	浮体式洋上風力技術研究組合（経済産業大臣認可） Floating Offshore Wind Technology Research Association ※略称：FLOWRA
所在地	東京都港区新橋 1-1-13 アーバンネット内幸町ビル
組合参加企業 ※五十音順	株式会社 INPEX、NTT アノードエナジー株式会社 ENEOS リニューアブルエナジー株式会社、大阪ガス株式会社 関西電力株式会社、九電みらいエナジー株式会社 コスモエコパワー株式会社、株式会社 JERA 四国電力株式会社、中国電力株式会社、中部電力株式会社 電源開発株式会社、東京ガス株式会社 東京電力リニューアブルパワー株式会社、東北電力株式会社 北陸電力株式会社、北海道電力株式会社 丸紅洋上風力開発株式会社、三菱商事洋上風力株式会社 株式会社ユーラスエナジーホールディングス ※NTT アノードエナジーが組合事務局 (2025年1月現在 20社)
主な研究テーマ	①浮体システムの最適な設計基準・規格化等の開発 ②浮体システムの大量/高速生産等の技術開発 ③大水深における係留・アンカー施工等の技術開発 ④大水深に対応する送電技術の開発 ⑤遠洋における風況観測手法等の開発 ⑥その他業界としての共通課題に関する調査・研究 など

[出所] 浮体式洋上風力技術研究組合 組合概要より作成

[図表 3-20 浮体式洋上風力建設システム技術研究組合（FLOWCON）の概要]

項目	内容
名称	浮体式洋上風力建設システム技術研究組合（国土交通大臣認可） Floating Offshore Wind Construction System Technology Research Association ※略称：FLOWCON
目的	浮体式洋上風力発電の大量導入に向けた合理的な建設システムの確立を図るため、①大量急速施工の実現、②合理的な建設コストの実現を目的とする
構成員 ※五十音順 (2025 年 1 月現在)	<組合員> 五洋建設株式会社 東亜建設工業株式会社 東洋建設株式会社 日鉄エンジニアリング株式会社 若築建設株式会社 IHI 運搬機械株式会社 住友重機械工業株式会社 <賛助会員> カナデビア株式会社 ジャパン マリンユナイテッド株式会社 JFE エンジニアリング株式会社
主な研究テーマ	①浮体式洋上風力発電の合理的な建設システムに関する研究 ②海上作業基地に必要な技術開発 ③海上施工に関わる気象海象予測システムの開発

[出所] 国土交通省 浮体式洋上建設システム技術研究組合（FLOWCON）の認可について 報道発表資料より作成

これらの技術研究組合のほか、洋上風力発電産業を長期にわたり支える人材を確保・育成していくため、港湾法・再エネ海域利用法の選定事業者等 9 者¹が共同で、産業界と教育・研究機関が連携して人材育成を進めるための枠組みとして「洋上風力人材育成推進協議会（Education Council for Offshore Wind、略称：ECOWIND）」を 2024 年 6 月に立ち上げている。ECOWIND では、企業と学生をつなぐことを目的に、産業界と高専・大学等の教育・研究機関が持つ人材や教育に関する互いのシーズ・ニーズのマッチングを促す取組（例えば、各分野の人材育成に対するシーズ・ニーズの整理、学生向けの現場見学・インターンシップの実施や学校への出前授業に対する講師派遣等）や、社会一般の洋上風力発電に対する理解醸成のほか、各地で取り組まれている産学連携の活動を相互につなぐネットワーク化を目指している。

¹ 協議会参加メンバー（港湾法・再エネ海域利用法の選定事業者）は、株式会社グリーンパワーインベストメント、丸紅洋上風力開発株式会社、九電みらいエナジー株式会社、三菱商事洋上風力株式会社、ENEOS・リニューアブル・エナジー株式会社、株式会社 JERA、三井物産株式会社、住友商事株式会社、東京電力リニューアブルパワー株式会社。事務局は一般社団法人海洋産業研究・振興協会。

（２）浮体式洋上風力発電の施工に係る課題等

また、浮体式洋上風力発電設備の大量導入に向けては、浮体の組立・設置など多岐にわたる海上施工や関連船舶に関する諸課題について、様々な主体間の連携、制度設計や技術検討を計画的に進める必要があるとの認識に基づき、2024年5月には「浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム」が立ち上がっている。2024年5月21日に開催された第1回フォーラムにおいては、現時点での浮体式洋上風力発電の施工上の課題について、以下のように整理されている。

[図表 3-21 浮体式洋上風力発電における施工上の課題]

項目		検証結果
係留システム	施工・敷設	● 施工工程のコストインパクトが特に大きい ● トップコネクタ（浮体と係留を接続する基礎側の箇所）とアンカーが、敷設作業に影響を及ぼす
インフラ・ロジスティクス	港湾インフラ	● 低コストのジャッキアップ船を浮体式用に転用することで、港湾部のクレーン能力の制約を緩和できる可能性
	基礎製造・組立・積出	● 浮体基礎の製造は建設フェーズにおける所要時間を決める重要な工程であり、浮体基礎の設計と港湾インフラの双方が、量産化に適している必要がある
	曳航・設置	● 組立港湾からサイトまでの離岸距離が長距離となる場合、複雑、長時間かつコストのかかる曳航作業が必要 ● 気象予測期間（72時間、最大580km）を超える曳航が必要な場合、曳航に影響を及ぼす
	O&M	● ヘビーリフトによる洋上での運転保守は、いくつかの浮体形式にとっては必須要件
洋上作業	ヘビーリフト船舶・その他の代替技術	● 浮体式の設置に利用可能な船舶の選択肢及び経験が限定的 ● 大型風車の設置に利用可能な船舶が限られている。特に今後の洋上風力施工船においてクレーン吊り高さが重要。 ● 船体動揺抑制装置が開発されているが、浮体式洋上風力 ● 特有の要件に焦点を当てた開発ではない
港湾への曳航による保守	港湾への曳航による運転保守	● TLP、スパー型に関する課題に取り組んだ技術はほぼ存在しない ● 港湾インフラと陸上クレーンの吊り高さが、港湾への曳航による商業ベースでの保守の成功要否の決定要因になり得る

[出所] 令和6年6月 浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム事務局 海外での浮体式洋上風力発電の施工事例について

海外における浮体式洋上風力設備の導入に向けた連携スキームとしては、2016年に発足した浮体式風力発電産業連携プログラム（JIP）がある。同プログラムは、浮体式風力発電の商業化に向けて、業界全体に共通する技術的な課題に向けて、有効な技術・ソリューションの検討やコスト低減に向けた取組に主眼が置かれてきた。

同プログラムは、これまで3つの異なるステージで構成されており、段階的に浮体式洋上風力発電に関する技術の高度化や技術課題の解決が図られてきた。第1ステージ（2016年～2017年）では、初期のフィージビリティスタディとして、政策動向や各種規制、コストや技術動向の調査が実施されており、第2ステージ（2017年～2022年）では浮体式洋上風力発電の技術的課題に対する調査研究が実施されている。第3ステージ（2022年～2026年）では、浮体式洋上風力発電の大型化に対する技術開発を目的としている。

〔図表 3-22 浮体式風力発電産業連携プログラム（JIP）の取組段階〕

【ステージ1】2016～2017年 浮体式洋上風力発電に係る フィージビリティスタディ ・政策ニーズ、コスト動向、技術状況の初期レビュー ・参加パートナー：5社 ・プロジェクト数：3件	【ステージ2】2017～2022年 浮体式洋上風力発電の技術的 課題調査 ・主要な技術課題に対する詳細な調査、大型化への検討開始 ・参加パートナー：17社 ・プロジェクト数：35件	【ステージ3】2022～2026年 浮体式洋上風力発電の大型化 に対する技術開発 ・大型化に対する技術的課題への対応等 ・参加パートナー：17社 ・プロジェクト数：8件
【参加企業】 ・ Carbon Trust、bp、EDF Renewables、EnBW、Equinor、九電みらいエナジー、Ørsted ・ Ocean Winds、Parkwind、RWE Renewables、ScottishPower Renewables、Shell ・ Skyborn Renewables、SSE Renewables、TEPCO、東北電力、Total Energies、Vattenfall		

〔出所〕 FLOATING WIND JOINT INDUSTRY PROGRAMME (JIP) Floating Wind JIP Phase V Summary report より作成

特に、ステージ2では浮体式洋上風力発電に係る他分野に渡る技術的課題の調査が実施されており、35件のプロジェクトが組成されている。最終段階に当たるフェーズ5時点でのプロジェクトに関する概要・主な調査結果を整理すると以下ようになる。

〔図表 3-23 ステージ2におけるプロジェクト概要と主な調査結果（フェーズ5時点）〕

カテゴリ	プロジェクト概要・主な調査結果
製造・インフラ・物流	【プロジェクト概要】 ・大型の浮体式風力発電プロジェクトの構築に向けた共通のインフラ、製造、物流上の制約を整理することで、浮体式風力発電の可能性を実現する上で、インフラ要件がどのような制約をもたらすかを把握 【主な調査結果】 ・港湾インフラへの効果的な投資を確保するには、国家や地域レベルでの協力的な行動が必要 ・基礎構造の組立エリアには、重要な機能と容量を含む重要なインフラへの投資が必要（現在、ほとんどの港湾施設では、鋼鉄とコンクリートの両方に必要な重量物岸壁スペースの面積が限られる） ・浮体式基礎の製造能力が不足することが見込まれる（需要>共有）
ホイストクレーンによる 主要部品の交換	【プロジェクト概要】 ・浮体式洋上風力発電（FOW）タービンの主要部品の交換について、洋上での実施を実現する（コストダウンの観点から）。現状では洋上でのタービン主要部品の交換に対応できる船舶がないため、必要な機能等の検証を実施 【主な調査結果】 ・浮体式下部にタービンを吊り下げるホイストクレーンを設置する作業デッキを設置することが有効
浮体式洋上風力発電設備 の海上施工	【プロジェクト概要】 ・現状、風車のタービン発電機の組立プロセスは岸壁で実施されているが、将来的な浮体式設備の需要増加を見据えて、海上での施工方法を検討 【主な調査結果】 ・15MWの風車タービンの組立と設置には、大きな揚高（持ち上げる高さ）が必要になるが、現状では設置作業を実行できる船舶は少なく、実行できる船舶でも最大揚高を使用する必要がある
海底ケーブルの故障率	【プロジェクト概要】 ・海底ケーブルの故障率と故障のメカニズムに関する検証は重要な課題 ・故障率データの収集や原因の分類・分析により、最も起こりうる故障原因等の把握に必要 ・これにより堅牢な動的ケーブル・システムとソリューションの開発を実施 【主な調査結果】 ・ケーブルのテストと認定に関する包括的な標準はなく、石油およびガス業界向けの標準に過度に依存 ・波力による高張力と大きな曲率の組み合わせが、海底ケーブル疲労損傷の主な原因
係留システムの冗長性、 信頼性、完全性	【プロジェクト概要】 ・浮体式洋上風力タービン(FOWT)係留システムの信頼性と故障の評価は、従来、石油・ガス(O&G)などのセクターから得られており、過去のデータから係留故障率が比較的高いことがわかっている ・そのため、石油・ガス業界の故障の根本原因を理解し、それが浮体式風力発電の故障率にどのように影響するかを理解するための分析を実施 【主な調査結果】 ・石油・ガス業界に存在する係留装置の劣化の脅威の多くは浮体式洋上風力発電にも該当

〔出所〕 FLOATING WIND JOINT INDUSTRY PROGRAMME (JIP) Floating Wind JIP Phase V Summary report より作成

(3) 浮体式洋上風力発電の拡大に向けた港湾整備

今後の浮体式洋上風力発電の拡大に向けては、風力発電設備に係る各種資機材の保管・集約・組立等を実施する港湾設備が必要となる。この点については、改正港湾法（2020年2月施行）により、国土交通大臣が海洋再生可能エネルギー発電設備等取扱埠頭（洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される埠頭）を有する港湾を基地港湾として指定し、発電事業者に当該港湾の同埠頭を長期間（最大30年間）貸し付ける制度が創設されている。

2024年4月時点においては、全国で7か所が指定されているが、今後も洋上風力発電の案件形成の状況等をふまえ、基地港湾の指定の必要性や指定に係る基準への適合性を確認したうえで指定の判断を行うとされている。

[図表 3-24 海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾（基地港湾）の概要]



[出所] 国土交通省 海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾（基地港湾）制度の概要

また、国土交通省港湾局が開催する「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」では、浮体式洋上風力発電設備を取り扱う港湾機能・設備等を整理している。その中で、浮体式洋上風力発電の拡大に向けて、基地港湾に求められる機能・規模として、アッセンブル機能や基礎製作機能、水域での基礎保管機能、アンカリング機能等が示されている。

[図表 3-25 浮体式洋上風力発電所の基地港湾に求められる機能・規模]

必要機能	規模	備考
アッセンブリ	・岸壁：延長 200～400m、水深 10m 以上	・スパー基礎の場合で、プレアッセンブリをすべて岸壁で行う場合は、 4 基分 1 km 程度の水際線が必要
	・面積：10～20ha 程度	・保管エリア・PA 等エリアを想定
	・地耐力：最大荷重 200t/㎡	・着床式の基地港湾に同じ。最大荷重 200t/m ² に対応した地耐力は、仮に荷重分散を 1/4 とする場合は 50t/m ² となる
基礎製作	・岸壁：延長 200m、水深-7.5m	・セミサブ船の係留。国内既存セミサブ船を想定
	・面積：10～20ha 程度	・ドックを併設する基礎製作工場、コンクリートバージの製作ヤード、モジュール化した基礎部品の組立ヤードを想定
	・地耐力：15～20t/㎡程度	・クローラクレーンによる基礎部材の吊り作業を想定
基礎保管	・面積：水域 10ha 程度	・半年分 12 基程度の保管水域を想定
アンカリング準備	・岸壁：延長 200m、水深-7.5m	・アンカーハンドリングタグの係留を想定
	・地耐力：一般の埠頭と同程度	・係留索、アンカーのハンドリングを想定
	・面積：1ha 程度以上	・係留索、アンカーの作業保管スペースを想定。 保管数量により増加

[出所] 国土交通省 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～

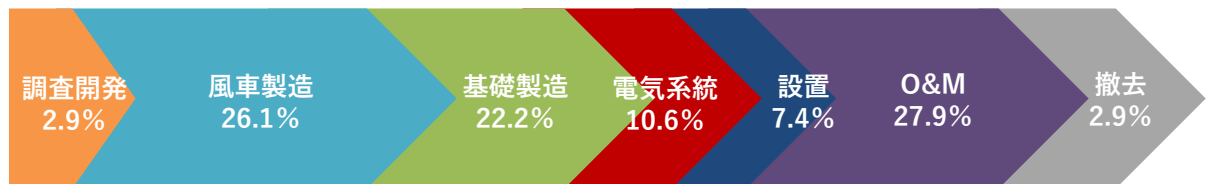
4. 浮体式洋上風力関連産業の全体構造

(1) 浮体式洋上風力関連産業のサプライチェーンとコスト

浮体式洋上風力の主なサプライチェーン構造としては、設計→製造（浮体構造・係留索・アンカー・海底ケーブル）→EPCI（洋上施工・陸上施工）→O&M（風車・基礎・係留）などとされる。これに加えて、人員の宿泊や飲食、輸送、移動に関連する全てのものが必要となる。

浮体式洋上風力発電のサプライチェーンとコスト構造については、陸上・洋上風力発電に関するコンサルティング事業を展開している英国 BVG Associates が洋上風力発電ガイドブック（Guide to a Floating Offshore Wind Farm）としてまとめている。これをもとに、全体のサプライチェーン構造とコスト構造を分析すると、「基礎製造」及び「電気系統（システムバランス）」と「風車製造」が大きな割合を占めていることが分かる。

[図表 3-26 浮体式洋上風力関連産業のサプライチェーンとコスト構造]



<内訳>単位は万ポンド

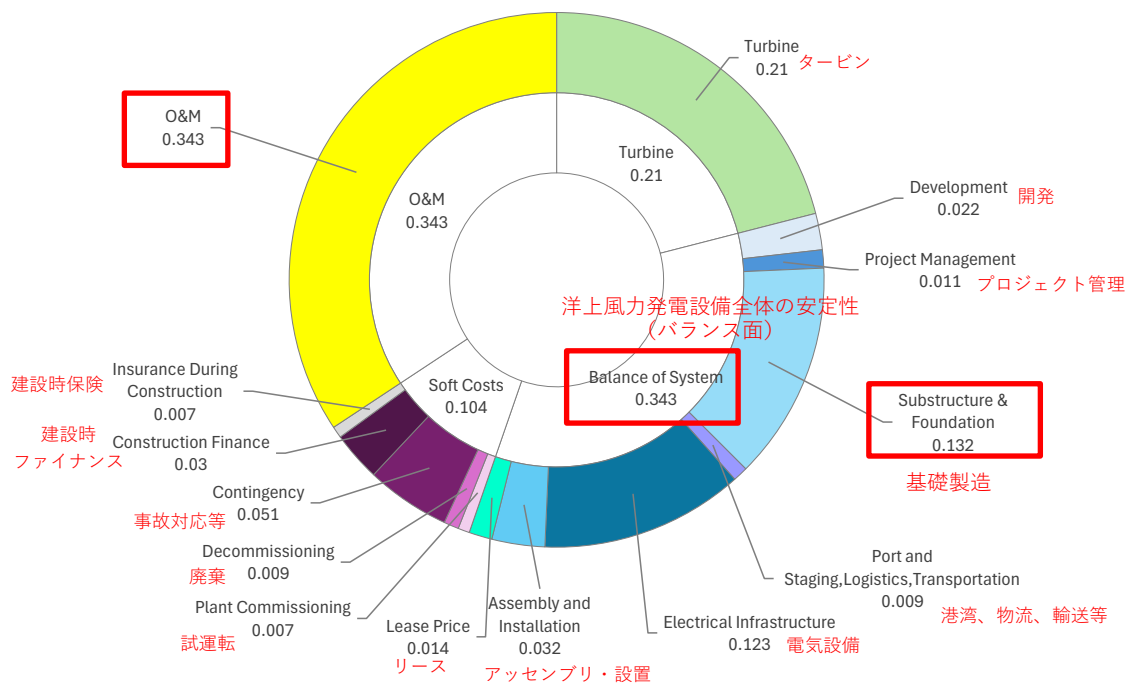
項目		コスト	構成比
開発とプロジェクト管理	全体	6,600	2.9%
	開発及び同意サービス	3,100	
	環境調査	400	
	資源・気象海洋評価	300	
	地質・水路調査	400	
	エンジニアリングとコンサルティング	400	
	プロジェクト管理	2,000	
風車製造	全体	60,000	26.1%
	ナセル	33,000	
	ローター	18,000	
	タワー	9,000	
	電気システム	0	
基礎製造	全体	51,000	22.2%
	浮体式基礎	43,000	
	係留システム	8,000	
電気系統	全体	24,400	10.6%
	ケーブル	14,000	
	洋上変電所	6,700	
	陸上変電所	3,700	
設置	全体	17,000	7.4%
	洋上変電所の設置	1,100	
	海洋ケーブル敷設	6,300	
	陸上輸出ケーブルの敷設	300	
	アンカーと係留の事前設置	3,100	
	浮体式洋上風力タービンの組み立て	3,100	
	浮体式洋上風力タービンの設置	2,400	
	輸入輸送	390	
	建設港	?	
	オフショア物流	100	
O&M	全体	64,000	27.9%
	操作	22,000	
	メンテナンス	40,000	
	大規模修理	?	
	オフショア船舶と物流	2,000	
	O&Mポート	360	
撤去	全体	6,600	2.9%
合計		229,600	100.0%

[出所] BVG Associates Guide to a Floating Offshore Wind Farm より作成

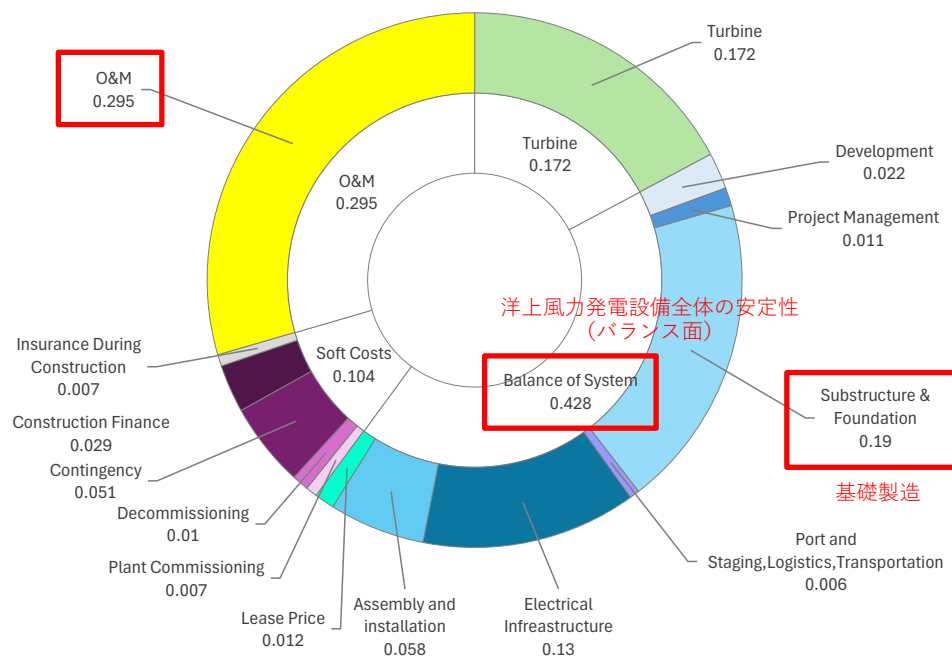
[注] コストは 450MW の発電設備を想定した場合のもの。風車製造については 1 基当たりのコスト (15MW) を 30 倍して算出した数値
O&M は年間コストを 20 倍して算出した数値。なお、合計と内訳は一部一致しない箇所がある

浮体式洋上風力発電におけるコスト構造として、各分野における均等化発電原価 (LCOE: Levelized cost of energy) をみると、浮体式では基礎製造の数値が着床式よりも高くなっているとともに、洋上風力発電設備全体の安定性 (バランス) の面でのコストが高くなっていることが分かる。一方で、O&M については、着床式の方が浮体式よりも高い結果となっている。

[図表 3-27 着床式洋上風力発電におけるコスト構造 (LCOE 比較)]



[図表 3-28 浮体式洋上風力発電におけるコスト構造 (LCOE 比較)]



[出所] European academy of wind energy Floating offshore wind turbines: Installation, operation, maintenance and decommissioning challenges and opportunities より一部加工

（２）浮体式洋上風力発電設備の製造に必要な要素技術分析

浮体式洋上風力発電設備の製造に必要な要素技術をみると、まず、ナセル関連の部品において多くの要素技術が必要とされており、次いで、ローター関連部品となっている。また、浮体式洋上風力発電設備の製造に求められる要素技術の詳細をみると、表面処理や熱処理、研磨、切削、鍛造、研磨などの技術が多く求められることが分かる。

〔図表 3-29 浮体式設備における要素技術分析〕

[単位：件]

順位	加工技術	ナセル	ローター	タワー	基礎	系統連系装置	治具・工具・架	浮体	その他付帯設備	その他浮体関連	総計
1	表面処理	29	9	4	1		6	1			50
2	熱処理	31	13	2							46
3	研磨	29	10								39
4	切削	21	10	1							32
5	鍛造	21	9	2							32
6	研削	17	7								24
7	溶接	3	3	2	3		6	1		1	19
8	旋削	12	5								17
9	鍛造・鋳造	12	4								16
10	バリ取り	8	3								11
11	型打ち（金型成）	8	3								11
12	歯切り	6	3								9
13	歯面仕上げ	6	3								9
14	機械加工			1			6	1			8
15	曲げ加工	2	1	1	3						7
16	切断			1	3					1	5
17	塗装	2	1		2						5
18	鋳造	2	2								4
19	金型製造	1	1						1		3
20	穴あけ加工	2	1								3
順位	加工技術	ナセル	ローター	タワー	基礎	系統連系装置	治具・工具・架	浮体	その他付帯設備	その他浮体関連	総計
21	転造	1	1	1							3
22	曲げ							1		1	2
23	型製作	1	1								2
24	硬化	1	1								2
25	高圧成形	1							1		2
26	樹脂流し込み	1	1								2
27	焼成	1							1		2
28	打抜き	2									2
29	幅・面取り	2									2
30	粉体材料混合	1							1		2
31	コーティング		1								1
32	タッピング	1									1
33	プレス	1									1
34	圧延			1							1
35	圧着									1	1
36	加熱硬化		1								1
37	真空含浸		1								1
38	鋳造または成形	1									1
39	内外径仕上げ	1									1
40	部品積層		1								1
	－	8	4	2		26			14		54
	※	4	7	1				7			19
	総計	239	107	19	12	26	18	11	18	4	454

〔出所〕 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング「製造業の受発注マッチング促進に向けた基礎調査報告書」より作成

〔注〕 ※：部品の詳細構造／加工方法の確認が必要
－：一般的な標準仕様品の使用が考えられるもの

（３）本調査をふまえた洋上風力関連産業の取引構造（全体）

前述した既存の各種調査もふまつつ、本調査では浮体式を含む洋上風力関連産業の全体構造について、風力発電事業者や大手商社、各分野（風車製造・基礎製造・設置・O&M等）に参入済みの大手企業および地域企業 25 社に対して実施したヒアリング調査の結果をもとに、サプライチェーン全体にわたる取引構造や分野ごとの構成要素を含めて整理を行っている。

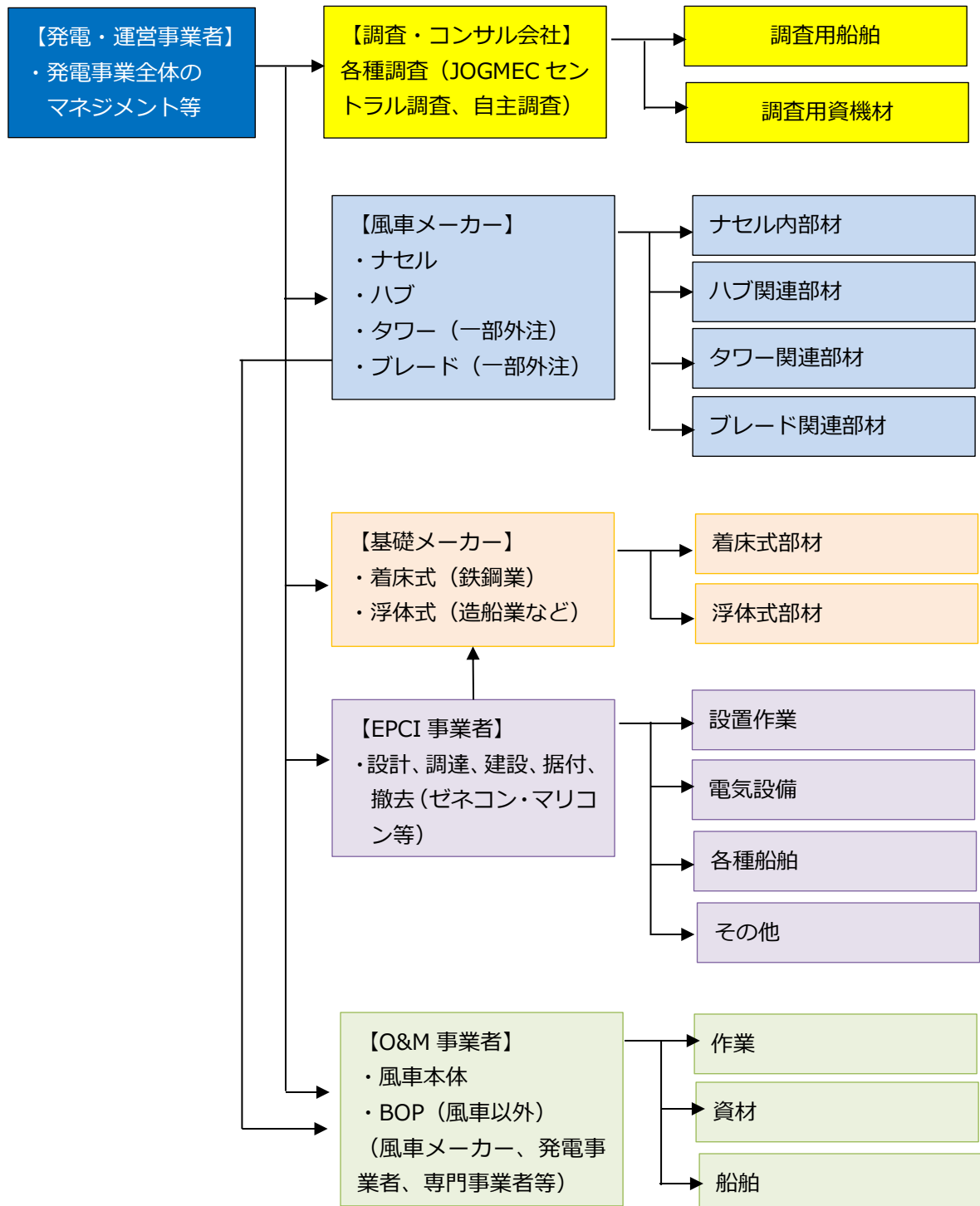
それらを整理した全体構造は次頁の全体図にて整理している。

なお、各分野の取引構造や構成要素の詳細については、第 4 章（洋上風力関連産業への地域企業の参入可能性）において、市場の現状、地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等及び地域企業の参入が期待される分野・技術等と併せて記載する。

[図表 3-30 ヒアリング調査の実施概要]

実施期間	2024 年 9 月～2024 年 12 月
実施目的	【A 群】 ・主に洋上風力関連産業に参入済みの大手企業等を対象として、洋上風力発電に係る市況感や各社の参入領域における業界動向・構造等を把握するもの 【B 群】 ・主に洋上風力関連産業に参入済みの九州管内企業を対象として、自社の参入状況や今後の事業拡大への意向、必要な支援策等を把握するもの
実施方法	現地又はオンラインでのヒアリングを実施
ヒアリング対象	①A 群：14 件 ②B 群：12 件
選定方法	【A 群】 ・洋上風力関連産業の業界動向や技術等に対する幅広い知見を有する企業等より選定 【B 群】 ・九州地域の洋上風力発電に関する参入状況・意向調査（アンケート）への回答企業を中心に選定
主なヒアリング事項	【A 群】 ・自社概要 ・自社の参入状況と参入業界の構造 ・自社参入領域における地域企業への期待（分野・技術等） ・各種意見交換 【B 群】 ・自社概要 ・風力発電関連産業への自社の参入状況 ・風力発電関連産業への参入の契機・時期・参入の商流 ・風力発電関連産業における事業拡大への課題・支援ニーズ ・今後の地域企業の参入促進に向けた方策等（意見交換）

[図表 3-31 洋上風力関連産業の業界構造 (全体図)]



第4章 洋上風力関連産業への地域企業の参入可能性

1. 分野ごとの取引構造と構成要素および地域企業の参入可能性

第3章までに整理した業界動向の分析結果にもとづき、以下、分野ごとの洋上風力関連産業のサプライチェーンにおける地域企業の参入可能性の整理を行っている（ヒアリング調査の実施概要については P76 を参照）。

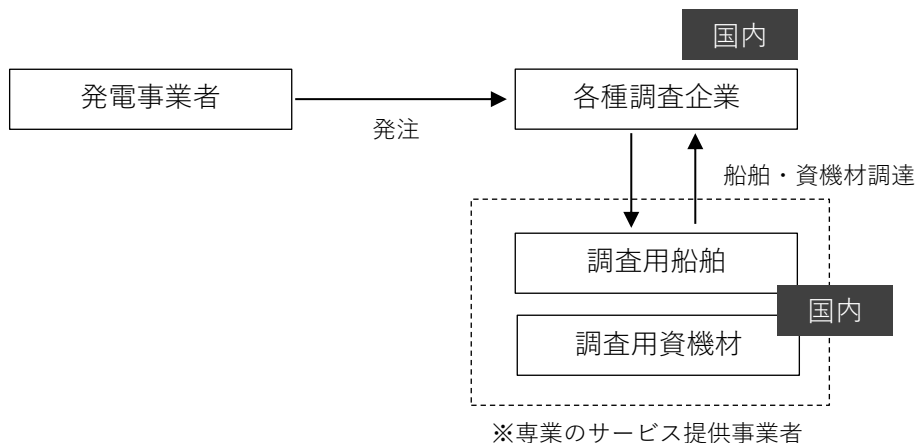
（1）調査開発

①取引構造

「調査開発」では、複数の事業者が同一海域で重複した調査を実施することによる地元漁業における操業調整等の負担の軽減が課題となっている。このため、案件形成の初期段階において国が公募海域における基本的な調査を実施する「日本版セントラル方式」が令和5年度から導入されている。同方式においては、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）がその中心的な役割を担っている。

事業者を中心とする取引構造については、おおそ以下のとおりである。発電事業者からの発注にもとづき、各種調査を担う企業が調査用船舶や観測機器等の資機材を専門の事業者から調達して実施するケースが多くなっている。

[図表 4-1 調査開発における取引構造]

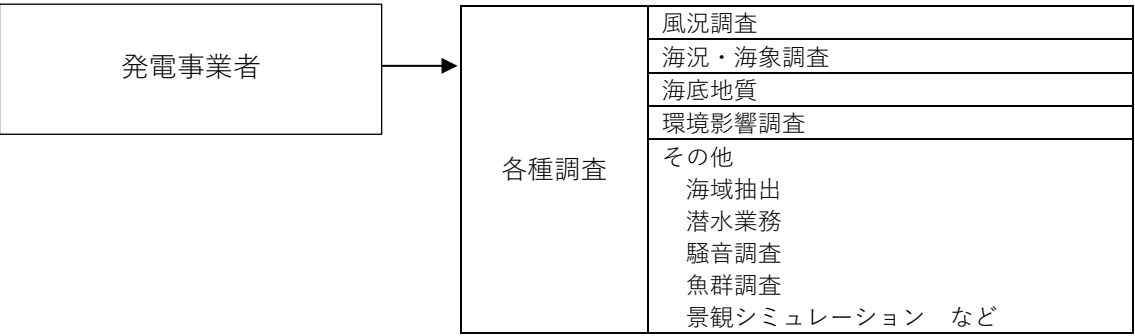


[注] 契約により様々な形態となるため、あくまで代表的な構造を整理したものである

②調査開発に係る構成要素

調査開発の内容は、風況・海況・海象・地質・土木調査、騒音調査など非常に多岐にわたっている。

[図表 4-2 調査開発に関する構成要素]



風況観測機器

[写真出所] 独立行政法人 エネルギー・金属
鉱物資源機構 JOGMEC HP より

③市場の現状

調査開発分野では、ヒアリングにおいて事業者から聞かれた声として、現状は各案件において、個別の事業者（事業者グループ）ごとに調査が実施されており、様々な専門の調査会社や資材提供を行う事業者の参入がみられる。複数事業者が重複して調査を実施することで、地域の漁業者への影響や調査コストの増加といった懸念が指摘されている。

今後、日本版セントラル方式の導入により、複数の事業者による調査の重複実施による非効率を防ぐことで、案件形成の加速化が図られる予定である。特に、風況や海底地盤等の洋上風力発電設備の基本設計に必要な事項とともに、環境影響評価のうち事業者が共通して行う項目等について、セントラル方式の導入が順次進められていくこととされている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 調査分野については、すでに多くの国内企業が参入している領域である。調査分野では発電事業者からの発注にもとづき、専用調査を行う事業者とそれに必要な資機材を提供する事業者など、様々なプレイヤーが参画している。
- ・ 調査分野で、現状のような個別の事業者がバラバラに実施する形式では、無駄なコストが発生するとともに、そのコストが売電価格に上乗せされるため非経済的である。そのため、日本版セントラル方式の導入については、計画的かつ効率的な具体的検討をお願いしたい。また、複数の事業者が調査を行うことで、地域の漁業関係者等への影響も懸念される。

④地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等

「調査開発」は地域企業の参入可能性が高い分野であるものの、発電事業者からの直接的な発注先は国内の大手調査会社になるケースが多い。そのため、地域企業は調査の一部についての専門的な技術・知見の提供、船舶や観測機器等の資機材の提供といった分野での参画が期待されている。

また、調査会社は船舶を自ら保有していないことが多く、外部の船舶事業者と連携するケースが多いため、この分野では、地域企業の参入可能性が高い。

【ヒアリングでの声】

- ・ 調査に必要な資機材については、仕様書や契約内容に応じ、調査会社が自ら調達している。専門資材について、例えばボーリング用の機材も調査会社が自ら保有することは少なく、別の専門企業から調達している。
- ・ 不足している資機材では、調査に必要な船舶全般、特に自航式の調査船は不足している。調査会社自身は船舶を保有していないことも多いため、外部の船舶運航会社等と連携するケースがほとんどである。
- ・ 観測機器を開発しているが、市場参入に向けては「実績」が問われる。

⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

地域企業の参入が期待される分野・技術等としては、以下のようなものが挙げられる。いずれも既存の産業領域や他業界での経験を風力発電関連産業に応用することが期待される分野であり、国内企業の活躍が見込まれる。

九州管内においては、先行する開発案件（例：響灘・五島市沖・西海市沖など）にも地域企業がすでに参入していることから、こうした企業とも連携することにより、調査開発に係る技術と資機材や船舶の提供の両面からの参入拡大が期待されている。なお、資機材の参入を目指す事業者からは過去の実績が求められるとの指摘もある。

その他、一部企業に限定されるものの、風力発電機に関する各種試験（認証取得）や検査関連についても、参入可能性が指摘されている。

[図表 4-3 調査分野における地域企業の参入可能性（一例）]

案件形成海域での各種調査	【専門的な知見・技術領域】 ●風況調査、海況・海象調査、海底地質 ●環境影響調査 ●その他、専門的な内容 ●海域抽出、潜水業務、騒音調査、魚群調査 ●景観シミュレーション など 【資機材の提供等】 ●調査用船舶、洋上作業台、台船、曳航船 ●ボーリング用資材（地質調査） ●観測機器等
その他	●風力発電機の試験と検査

※ヒアリング対象企業から指摘があったものを中心に記載

【ヒアリングでの声】

- ・調査分野は地域企業の参入可能性も高い分野であり、風況や地質、環境評価等に関する専門的知見を有する企業であれば、参入可能性も高い。
- ・各種分野（風況・地質・環境影響評価等）の調査については、発電事業者からの発注が多く、その受け皿は業界大手の専門業者であることが多い。ただし、調査の一部分や専用の資機材の提供といった分野では、地域企業の参入可能性もあるだろう。

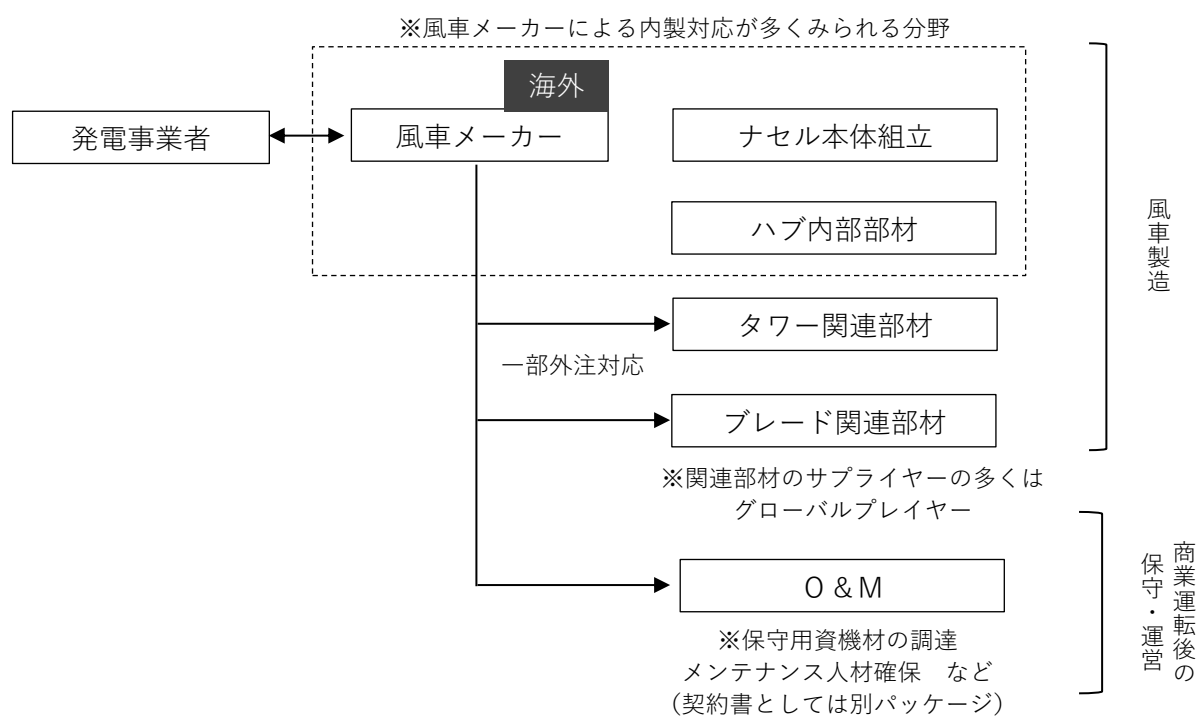
（２）風車製造

①取引構造

「風車製造」においては、現状、日本国内に大手風車メーカーが存在しないため、海外風車メーカーが国内風力発電市場のメインプレイヤーとなっている。風車メーカーは、発電事業者や各分野のメーカーとの契約・連携のもと、洋上風力発電プロジェクトにおける中核的存在となっている。

風車製造における取引構造についても、契約形態に応じて様々な類型が存在するものの、おおよそ以下のような構造となっている。風車メーカーは、風車製造と商業運転開始後のO & Mの両方でサプライチェーンを主導している。

[図表 4-4 風車製造における取引構造]

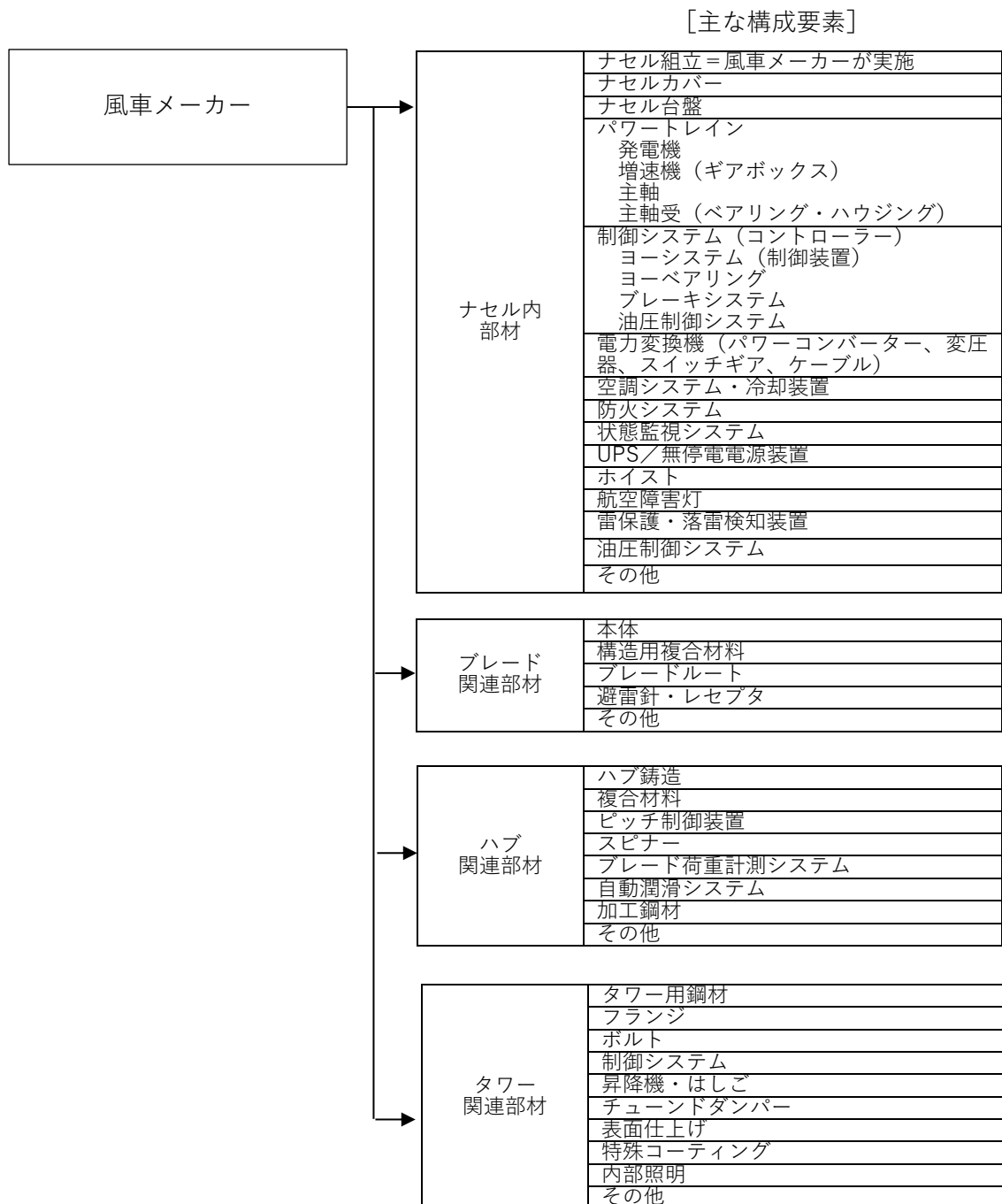


[注] 契約により様々な形態となるため、あくまで代表的な構造を整理したものである

②構成要素

風車は、大きく「ナセル」、「ブレード」、「ハブ」、「タワー」の4つからなり、それぞれ関連部材により構成されている。ナセル内部は、パワートレイン（発電機・増速機・主軸・主軸受）や制御システムなど多数の構成品からなる。

[図表 4-5 風車製造に係る構成要素]





增速機

〔写真出所〕 株式会社石橋製作所 HP より

③市場の現状

i) 国内外の市場環境

単機出力が MW 級の大型の洋上風車製造においては、日本国内の大手風車メーカーがすでに市場から撤退しており、現状では欧米のグローバルな風車メーカーの展開が中心となっている。近年は中国の風車メーカーの台頭が顕著であり、風車の大型化や生産能力についても非常に高い競争力を有している。ただし、商用ベースでの量産においては、欧州のグローバルな風車メーカーが現在も先行している。

また、現状では中国国内の風力発電関連産業の市場が飽和状態にあることが指摘されており、積極的な国外事業展開が見られる。なお、2023 年 9 月 22 日に発電事業を開始した「入善洋上風力発電所」では、中国の風車メーカーである明陽智能（Mingyang Smart Energy）製の風車が使用されている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 日本国内に大手風車メーカーがないことが、日本企業の最大のディスアドバンテージである。欧州や中国メーカーが市場を席捲している状況である。中国メーカーを除くと、シーメンス、GE、ベスタスの 3 社が有力企業になる。
- ・ 最近では中国の国内需要もだぶついているので、中国のタワーメーカーの中には、タワーを立てて輸送できるような大型船舶を建造しており、競争力が大きく向上している。

ii) 海外風車メーカーによるサプライチェーン戦略

風車メーカーごとにサプライチェーン形成戦略には違いがみられるものの、海外風車メーカーは総じて、グローバル市場への展開を見据えたリージョナルなサプライチェーン構築とともに、品質はもとより大規模化への対応力やコスト競争力を持つグローバルサプライヤーとなり得るような企業の発掘・協業を進めている。特に、タワー、ブレード、ハブ、ナセルといった基幹分野は風車メーカーの自社工場で製造することが一般的だが、一部、グローバル展開が可能なサプライヤーから調達するケースも存在する。

また、ナセルは、風車の心臓部であることから、ナセルを構成する基幹部品・装置は、風車メーカーが選定したグローバルサプライヤーが担うのが一般的である。これらは増速機や発電機といったコンポーネントレベル、あるいはこれらの装置を統合したパワートレイン単位での発注・納品になることもある。いわゆるこのレベルの企業が風車製造における Tier 1・2 レベルの企業になる。

なお、国内案件向けであっても、納品先が海外（欧州など）にある場合、国内で生産したものを現地の生産拠点に輸送するケースもある。

【ヒアリングでの声】

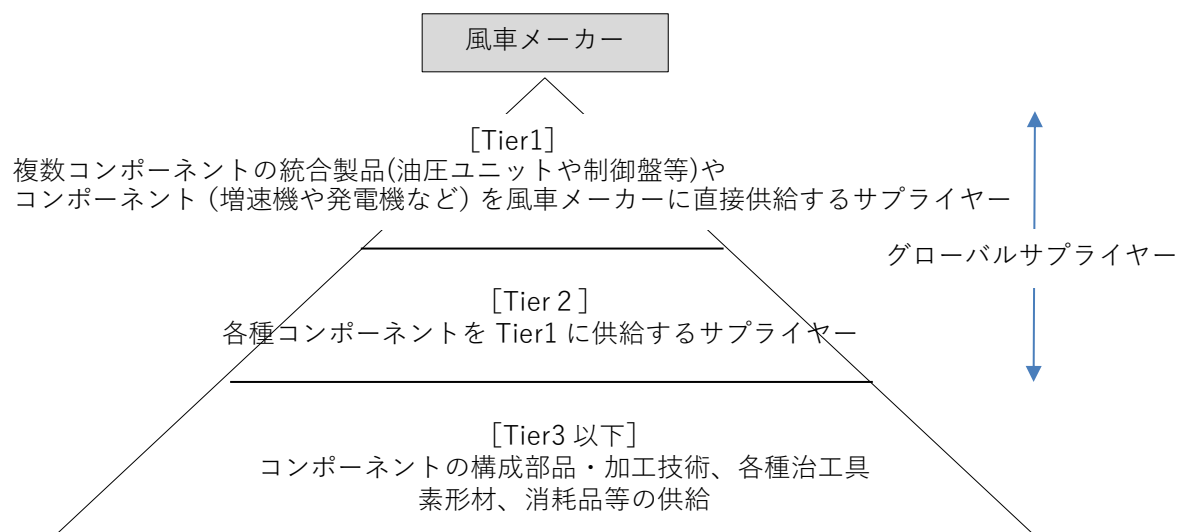
- ・ 風車メーカーのグローバルサプライチェーンに参入するためには、特定の 1 か国やエリアに限定せず、グローバルな市場での競争力が求められる。
- ・ 風車メーカー各社の調達戦略にも違いがあり、タワー本体、ブレード、ハブといった基幹的分野について、風車メーカーが自社で内製対応するケースもあれば、一部を外注するケースもある。

iii) 風車製造におけるピラミッド構造と参入方法

風車本体の基幹分野（タワー・ブレード・ハブ・ナセル）は、風車メーカーからグローバルサプライチェーンへの対応が求められるため、これらに対応できるサプライヤーの数は限定的である。一方で、増速機や発電機といったコンポーネントレベルの製造を行う、いわゆる Tier 1・2 レベル（グローバルサプライヤー）から構成要素をブレイクダウンすることで、これらの構成部品や加工技術、各種治工具など、風車製造に参入できる企業の裾野が広がることが期待される。

そのため、風車製造への参入を検討する場合、「グローバルサプライヤー」としての Tier 1・2 レベルでの参入と、Tier 1・2 レベルに各種部品や加工技術等を提供する Tier 3 以下での参入といった 2 パターンが想定されるため、こうしたレイヤーの違いを意識する必要がある。

〔図表 4-6 風車製造におけるサプライヤーの重層構造（イメージ）〕



④地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等

ここでは、地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等について、主に Tier 1・Tier 2 レベルで想定されるものを整理している。

i) ライフサイクルの早さと製品開発能力 ※主に Tier 1・2 レベル

洋上風力関連産業特有の難しさについては、風車製造の Tier1・2 レベルでの参入となる場合、風車製品のライフサイクルの早さとともに、製品開発に係る投資から回収までのロングスパンでの資金繰りにも対応する必要があることが指摘されている。また、風車メーカーが新機種を開発する際に共同パートナーとして声がかかるような関係性の構築や、新設計の部品供給に係る開発能力、製品瑕疵に対する担保能力を、コスト競争力も維持しながら実現しなければならないとされている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 風車製造に関する製品開発コストは莫大であり、かつ開発から評価検証に係る期間もロングスパンとなる。その一方で、製品のライフサイクルは非常に短いため、そのサイクルのスピードに対応した製品開発能力が要求される。風車メーカーのグローバルサプライチェーンに参入する場合、こういったスピード感に対応することが必要となる。
- ・ 洋上風力特有の難しさは、量産品ながら陸上ほど基数が見込めない点にあり、認証のハードルよりもむしろ、風車メーカーが新機種を開発する際に共同パートナーとして声がかかるような関係の構築や、新設計の部品供給に係る開発能力、製品瑕疵に対する担保能力を、コスト競争力も維持しながら実現しなければならない点にある。

ii) サプライヤー認証など業界基準への対応 ※主に Tier 1・2 レベル

海外風車メーカーの Tier2 レベル以上のサプライチェーンへの参入を目指す場合、メーカーが求める品質や専門規格へ対応し、サプライヤーとしての認証が必要となる。グローバルな業界規格として代表的なものが APQP4 Wind（エーピーキューピーフォーウィンド）であるが、その要求項目は自動車産業並みのハードルの高さになっていることが指摘されている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 海外風車メーカーのサプライチェーンに参入する場合、メーカーからの認証を受ける必要があることが多く、品質面や関連する専門的規格への対応、技術レベルの証明といった準備が必要となる（サプライヤーに求める要件等は、風車メーカーによって異なる部分はある）。
- ・ サプライヤー選定の基準については、業界共通の部分も多い。APQP4 ウィンドの業界規格があるので、サプライヤー選定や管理については、基本的にこのマニュアルに従っている。同規格ではサプライヤーへの要求項目が 30 項目くらいあり、自動車産業並みの内容となっている。
- ・ サプライヤー選定基準は細かく定められており、財務状況やコンプライアンス、品質、技術レベル（ISO など）の評価も行ったうえで、総合的に判断される。

iii) 風車設備の大型化と生産設備の限界 ※主に Tier1・2 レベル

加えて、近年は洋上風力発電設備の大型化が進展しているため、製品の生産や輸送の物流面でのハードルも上昇していることが指摘されている。近年は風車の大型化により、日本国内の設備では生産が難しい部品も出てきており、アジア域内では、大型洋上風車に対応した部品供給体制の整備を進めている中国メーカーに頼らざるを得ない状況も出てきている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 風車メーカーからの要請により、増速機単体ではなくパワートレイン単位での納品が求められており、重量も 200 トンを超える状況。これだけの重量物をアッセンブルできる能力と拠点が必要になる。また、近年では風車の性能テストも個別部品レベルではなく、パワートレイン単位で実施されるようになっており、更なる大型化を踏まえると性能試験実施自体のハードルさらに高くなっている。
- ・ 風車の急速な大型化により、ブレードの不具合なども出てきていることから大型化の課題も見えつつあるが、中国系は 20MW 超の風車を投入しようとしている。
- ・ タワー下部のフランジなどは大型化が顕著であり、直径 8m を超える。国内で対応できるメーカーがないので、すでに海外（中国や韓国等）からの輸入品が多くなっている。
- ・ 鋳物の大型部品は中国製が多くなっている。ただし、加工能力が不足しており、仕上げ加工は国内となる可能性がある。

iv) 需要予測と投資タイミングの判断の難しさ ※各レベル共通

洋上風力関連産業は案件形成の状況とも連動するため、需要の「ピーク時」と「閑散期」との落差の大きさも指摘されている。そのため、どのタイミングで社内のインフラ・設備等の投資を行うかといった判断上の難しさも生じている。したがって、国内市場のみならず、周辺市場も念頭に中長期の需要を見越し、グローバルな生産拠点形成を志向する必要がある。

【ヒアリングでの声】

- ・ 洋上風力関連産業は案件形成の状況に左右されるビジネスであるため、売り上げの乱高下も大きい。よって、インフラ・設備投資に踏み切るタイミングも非常に難しい。特に、中小企業が投資を行うには返済計画とセットになるので、大胆な投資は難しい。国内での案件形成のスピードも緩やかであるので、投資判断は難しい。

v) 風車製造に活用できる部品・技術等の知見不足 ※主に Tier3 以下のレベル

洋上風力関連産業に未参入の企業を中心に、既存の自社製品や技術について、風車製造のこういった分野に応用できるかといった点への知見が乏しい場合も多い。この場合、風車メーカー本体というよりも、Tier 1・2 レベルとのサプライヤーとのネットワーク構築を通じた参入可能性の検討が重要との指摘もある。

【ヒアリングでの声】

- ・ 風車本体は海外メーカーが握っているイメージであり、こういった分野に参入チャンスがあるのか分からない。関連部品のサプライヤーとの営業チャンネルがあるとよい。

vi) 風車メーカーなど海外との取引・言語面でのハードル ※主に Tier 2 レベル

洋上風力関連産業に未参入の企業のうち、これから本格的な参入を検討する場合、海外風車メーカーとのやりとりも発生することが予想される。地域企業の場合、技術的な説明・契約関係の交渉など、ハイレベルな語学力と経験を持ち合わせる人材が不足していることが多い。こうした社内人材の側面にも一定の課題が存在する。

【ヒアリングでの声】

- ・ 地域企業が本格的な参入を検討する場合、風車メーカーの海外拠点とのやりとりも発生するので、言語面も含めて結構ハードルが高い。その点、大手風車メーカーとの合併会社や日本法人があり、本国との橋渡し役としては、非常に重要な役割を果たしている。

⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

地域企業の参入が期待される分野・技術等について、Tier1・2 レベルでの参入余地は地域企業では限定的となる。そのため、主に Tier3 レベル以下において、地域企業の参入が期待されるものを整理している。下表の赤枠内については、特に地域企業の参入が期待される分野・技術となる。

過去に日本の風車メーカー等との取引関係があった企業であれば、部品の大型化という課題はあるものの、技術的には参入できるチャンスがあるとの指摘もある。

[図表 4-7 風車製造分野における地域企業の参入可能性（一例）]

Tier1 レベル	基幹的部材 (コンポーネント)	【タワー本体、ブレード、ハブ、ナセル】 ●風車メーカーでの内製 ●グローバルサプライヤー（Tier1 レベル）による複数のコンポーネントを統合した製品単位での供給
Tier2 レベル		(例) ナセル内部の装置 【発電機】 ●モーター、永久磁石、コイル、ベアリング 【増速機】 ●スイッチギア、シャフト、ギアボックス
Tier3 レベル 以下	構成部品・技術 等	●大型のリング鍛造品 ※現状は中国製も多い ●リング鍛造品の切断機 ●内蔵ギア ●小型エンジニアリング部品 ●鋳物、ボルト等の締結部品 ●熱処理技術（特に浸炭熱処理） ●連続炉での熱処理 ●溶融亜鉛メッキ ●電気メッキ ●窒化处理技術、ハウジング加工 など
	タワー関連部品	【タワー付属部品】 ●はしご、ケーブルラック など ●タワーボルト（フランジボルトなど） ※ただし、フランジボルトは保安部品になるため、国内においても経済産業省による認可取得が必要 ●長尺・大型・高強度の特殊ボルト・ボルトピン ●昇降機 ●タワー構造設計 ●変圧器、制御装置、電力通信ケーブル ●タワーのドア部分 ●各種塗装技術 ※ただし、欧州基準が採用されるので、必要なスペックも日本とは異なる。 ●溶接技術 ※例えば、溶接時の入熱量や温湿度管理など
	その他	●ナセル保管用の架台

※ヒアリング対象企業から指摘があったものを中心に記載

【ヒアリングでの声】

- ・ 熱処理（浸炭熱処理）や特殊処理（窒化处理など）、大型のリング鍛造品の供給ができる企業を探している。鍛造品については、旋盤加工や非破壊検査に対応できることが望まれ、また海上輸送に対応できることが重要。
- ・ 大型部材の連続炉による熱処理や溶融亜鉛メッキができる企業を探している。溶融亜鉛メッキは今後需要が増えていくとみられる。
- ・ 機能性以外の部品や治具工具（消耗品、はしご、昇降機、回転機等）であれば、比較的、地域企業も参入可能ではないか。

(3) 基礎製造

①取引構造

基礎製造においては、発電事業者と基礎メーカー、EPCI 事業者との契約形態による違いはあるもの、取引構造はおおよそ2つのパターンに分けることができる。

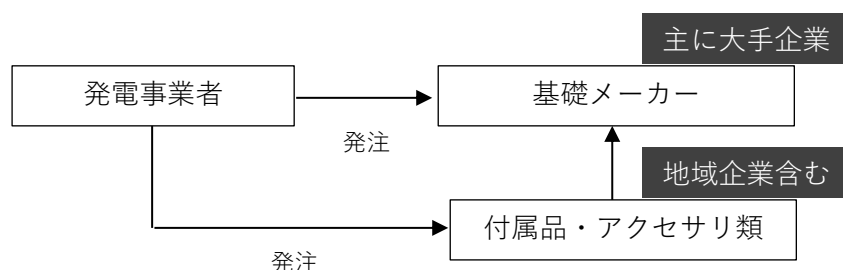
【パターン A：発電事業者 手配型】

- 発電事業者側で各種資材の調達や工事関係等の契約をまとめる場合、発電事業者自らが基礎部分を手配して EPCI 事業者へ提供する。
- 係留索やアンカー、ケーブル等の各種アクセサリについても発電事業者がまとめて発注・手配する。
- このパターンの場合、基礎メーカーが複数社に及ぶこともある。

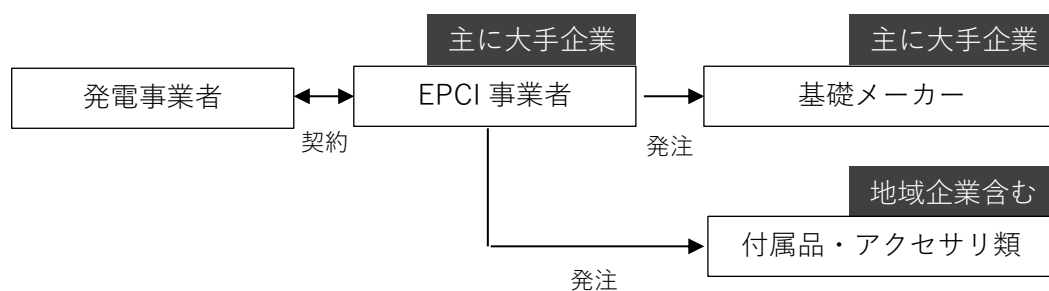
【パターン B：EPCI 事業者 手配型】

- 発電事業者からの一括発注を受けて、EPCI 事業者が海洋工事・設置と合わせて、基礎部分を手配する。
- 係留索やアンカー、ケーブル等の各種アクセサリについても EPCI がまとめて発注・手配する。
- 派生形として、各種アクセサリについて、EPCI 事業者が調達条件を提示して、工事に会社に調達も依頼する場合もある。

[図表 4-8 パターン A：発電事業者 手配型]



[図表 4-9 パターン B：EPCI 事業者 手配型]

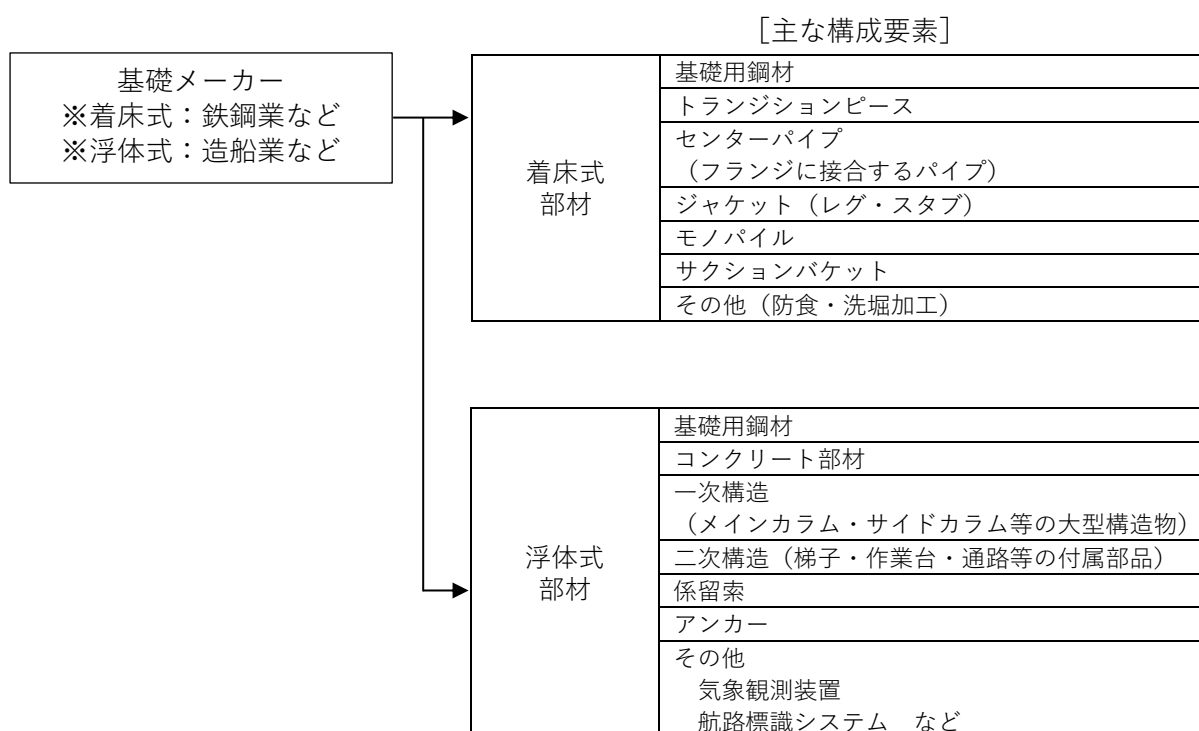


[注] 契約により様々な形態となるため、あくまで代表的な構造を整理したものである

②構成要素

基礎構造においては、着床式と浮体式で構成要素が大きく異なる。特に、浮体式の場合は、浮体部本体の製造・関連部品の調達も含めると非常に多岐にわたっている。また、浮体式基礎部材（一次構造部分）は大型化が顕著であり、一辺の長さが100m超に及ぶと言われている。

[図表 4-10 基礎製造に係る構成要素]



なお、係留索やアンカー等については、浮体式における国内サプライチェーンがまだ確立していない（必要な物量に対して生産能力が追いついていない）状況であるが、関係企業へのヒアリング内容をふまえると、例えば、EPCI 事業者から海洋工事事業者（EPCI 事業者から発注を受けた工事会社）等へ支給、もしくは EPCI 事業者の発注・管理の下、基礎の資材として海洋工事事業者等が発注・設置を行うといった座組が考えられる。



着床式基礎（ジャケット）
[写真] 日鉄エンジニアリング株式会社HP

③市場の現状

i) 国内の市場状況

基礎製造分野については、設置海域の状況に応じて、大きく着床式基礎と浮体式基礎の2つの市場が形成されている。前者の着床式については、現状、港湾区域内及び沿岸区域が開発の中心であるため、現在の洋上風力発電における主流の方式となっているが、今後、EEZを含む沖合での開発が中心になるとみられることから、2030年代頃にかけて浮体式の市場拡大が見込まれている。

現状、日本国内における洋上風力発電案件においては、着床式を中心に案件形成が進展しており、今後、ラウンド4以降もこの傾向が続くと予想する事業者も存在する。また、基礎製造分野は大型構造物かつ重量物であるため、国境を跨ぐ長距離輸送等には不向きである。そのため、基礎製造分野は特にローカル対応が強い側面があり、各国とも基礎製造分野では自国中心のサプライチェーン形成を志向する傾向があることが指摘されている。

日本国内においては、大手プラントエンジニアリング企業を中心に、基礎製造分野への参入が進展しており、近年は浮体式基礎の製造において、造船関連企業が保有する広大なドックを活用して参入を検討するケースが増加している。

【ヒアリングでの声】

- ・ 一般海域での洋上風力発電については、ラウンド4以降も当面は着床式での案件形成だと見込んでいる。
- ・ 基礎製造分野については、各国とも自国サプライチェーンを優先する方針だと思われるので、海外市場への参入はハードルが高い。
- ・ 今後、ラウンドが進む中で複数案件が並行するようになれば、現状の供給キャパシティでは厳しい状況となる。
- ・ 大型構造物、各種プラント事業から横展開する形で、大手プラントエンジニアリング企業が基礎製造分野に参入している。
- ・ 大手造船メーカーには、自社の造船用ドックを浮体式基礎の組立拠点に活用する動きも出てきている。

ii) 浮体式基礎市場の拡大

浮体式基礎について、グローバルマーケットでは、2030 年代から急速に需要が増加することが予想されている一方で、現状ではその需要に対するグローバルサプライチェーンが形成されていないため、今後こうした領域でのサプライチェーンの構築が進むことが予想されている。浮体式基礎のサプライチェーンにおいて、国際的には英国が先行しており、2020 年代後半の商業運転開始に向けて、すでに事業者選定に入っている。その他、オーストラリアや台湾も浮体式基礎のサプライチェーン構築が進展しているとされる。日本の浮体式洋上風力発電は、2030 年以降に商用化が見込まれており、参入企業の中には海外のプロジェクト参加で得た知見を活用して国内で展開しようという動きも見られる。

浮体式基礎は基本構造となる一次構造物だけで 1 辺の長さが 100m 超になるとされ、浮体式全体では総重量 4000 トン以上の超大型構造物になることが予想されている。着床式と浮体式の部品点数においては、浮体式の方が部品点数も多くなることが予想されており、参入できる市場の裾野も広くなることが期待されている。また、着床式が円形の構造物であるのに対して、浮体式は種類によっては角形と円形を組み合わせた複雑形状となるため、加工に必要な技術・設備等が求められると指摘されている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 国際的なリサーチ会社の予測値によると、浮体式基礎の需要は 2030 年代から増加して 2050 年代頃にかけて増加することが予想されている。日本は 2030 年代頃からの拡大が見込まれるが、国際的には英国等が案件組成で先行している一方でサプライチェーン構築が追い付いていない印象。
- ・ 浮体部の一辺は約 100 メートル、重量は 4000 トン以上にもなる巨大構造物であり、量産化を想定した場合 1 社ですべての部材を製造することは難しく、複数の生産設備を統合したサプライチェーンを作る必要がある。また、効率的な量産体制のためには、製造ラインの自動化や物流面での効率アップも必要となる。
- ・ 基礎製造は大型構造物ゆえに、1 社で完遂できる企業はいない。一次構造やアッセンブルを担当する大手企業から中型～小型の鋼材・ブロックなどを提供する地域企業が連携しないと作ることはできない。

浮体式基礎の製造においては、日本と同様に、造船業の厚みがある韓国も有力なサプライヤーとなる可能性が指摘されている。特に、財閥系を中心に造船技術や先進的かつ大規模なドックを保有しているため、競争優位性を持つとされる。現状では、本業の造船産業が活況のため、浮体式基礎の製造までリーチできていないとされている。将来については、日本企業の競合となる可能性と、韓国内の浮体式基礎製造需要対応のため海外向けは限定的という両方の見方がある。

現状、日本国内では浮体式基礎のサプライチェーンや業界全体での標準化が未成熟であるため、浮体式の各種部品や技術の標準化も含め、先んじた取組による先行者利益の獲得の重要性が指摘されている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 浮体式市場については、韓国も熱心に狙っており、財閥系を中心に造船技術や先進的なドックを持っているので、アドバンテージは高い。仮に、韓国の蔚山や釜山に拠点ができた場合、日本企業の脅威となるだろう。このあたりの危機感はしっかりと持っていないといけない。
- ・ 韓国の造船産業を視察すると、圧巻である。現状は本業の造船業が忙しいため、浮体式市場にそれほど進出してきていないが、本腰を入れると、一気に形成は逆転するとみている。そのために、浮体式の各種部品の標準化も含めて、早めに対応していかないと厳しいことになる。
- ・ 海外には現在活用されていない（休眠）造船ドックが複数あるが、浮体式の市場が盛り上がっていけば、それらが浮体製造に使われる可能性もある。ただし休眠中の製造設備を再稼働させるハードルは相応に高いだろう。

iii) 浮体式の商用化に向けた技術的課題

浮体式洋上風力発電は、今後もいくつかの解決すべき技術的課題が存在しており、業界全体として必要となる要素技術については、FLOWRA（浮体式洋上風力技術研究組合）を中心に技術の高度化を進めている。浮体式基礎以外の技術的課題も含まれるが、FLOWRAが対象とする研究開発テーマとしては、以下のような内容になっている。

〔図表 4-11 FLOWRA における研究開発テーマ〕

浮体システムに関するもの	浮体システムの最適な設計基準・規格化等の開発 浮体システムの大量・高速生産等の技術開発
上記以外	大水深における係留・アンカー施工等の技術開発 大水深に対応する送電技術の開発 遠洋における風況観測手法等の開発 その他業界としての共通課題に対する調査・研究など

〔注〕 FLOWRA ホームページをもとに作成

着床式はモノパイルとジャケットの2つが主な形態となっているが、浮体式については、様々な形態が存在し、それぞれの特徴が異なるため、案件形成が進む海域の諸条件等を考慮しながら、発電事業者側も適切な形態を選択することが求められる。また、風車本体についても、着床式は従来の建設工事の応用で対応可能だが、浮体式については例えば着床式向けのタワーをそのまま浮体式に転用することはできないため、海域状況もふまえながら、場合によってはタワーのしなりなども含めた専用設計による新規での開発が必要になるとの指摘もある。

【ヒアリングでの声】

- ・ 着床式はモノパイルとジャケットの2パターンだったが、浮体式は海象や条件設定の要素も勘案のうえ、どの形状が最も適切なのか、発電事業者側も慎重に選定しないといけない。
- ・ 浮体部の構造も大きく4つ（バージ・セミサブ・スパー・TLP）に分類されるが、各類型のその派生形も含めると、現状では100種類以上が存在する。
- ・ 浮体式になることで、従来の着床式よりも重量的にも重く、巨大な大きさとなることが予想される。

上記に加えて、浮体式は複雑構造であるため製作・施工コストが高く、現状においては、着床式よりも浮体式の方は発電コストが2倍ほど高いとされている。ただし、LCOEで見た場合、浮体式は製造コストなど価格面でのディスアドバンテージはあるものの、発電効率が高いため着床式とほぼ同等になる。浮体式のLCOEは2030年代にかけて大きく減少する見込みであり、最終的には着床式とほぼ同等になるという見方もある。

④地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等

地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等については、案件形成が先行する着床式と後続する浮体式では状況が異なることが予想される。着床式については、国内の大手プラントエンジニアリング企業を中心に既存の取引関係を応用する形で着床式の需要に対応しているという側面がある。基礎部分は大型構造物であるために、参入可能な地域企業も大型かつ重量物の取り扱いや加工を得意とする事業者限定されるものの、既存の取引関係の延長線上に地域企業の参入可能性も存在する。

一方で、浮体式基礎については、国内外ともにサプライチェーン構築はこれからとなっており、部品や各分野に求められる技術水準、品質等の標準・規格も定まっていないのが現状である。FLOWRA の活動に代表されるように、標準化や規格化への取組は始まっているものの、現状では見通しが立てづらいことが大きな課題となっている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 着床式と浮体式では、浮体式の方が部品点数も多い。そのため、効率的な製造がこれまで以上に重要になる。製造過程における自動化は着床式の経験を多少応用できるが、着床式は部材形状が円筒形（且つ板厚が厚い）である一方、浮体式は多様な形状（且つ複雑な内部補強構造を有する）形状となる。複雑な形状になると、全てを自動化することができないため、工数も増加する。
- ・ 浮体式ブロック（鋼構造物、幅 20 メートル程度）を多くのサプライチェーン先（造船所・鉄工所）で並行して製造し、当社工場に輸送後、大組立して浮体を完成させる「高速量産化」の構想を有している。
- ・ ジャケット製造の曲げ加工については、鋼材の板厚が非常に厚いため、通常の土木工事向けに使われるような設備では対応できない。大物を曲げられるベンディング能力と納期等の指標を考慮すると、国内でも対応できる企業は限られている。
- ・ 造船系であれば、浮体式の一次構造物への参入可能性もある。
- ・ 基礎部分の部材は、直径は 2 メートルぐらいだが、それが長尺になると重量物になる。そのため、自社に隣接した出荷岸壁を持っている企業などでないと、曲げた後の輸送に対応できなくなる。
- ・ タワーと基礎の接続部である「フランジ」は鍛造品であるが、直径が 7 メートル超と大型になるので、国内企業が対応するのは難しく、現状では海外からの輸入に頼っている。フランジと接続している「センターパイプ」についても、フランジとの溶接技術があれば対応できるが、非常に大型になるので、対応できる企業は限られる。
- ・ 浮体式も今後は大型化するので、広大なアッセンブリヤードが必要となる。組立はサイトの近傍でアッセンブルすることになるだろう。
- ・ 浮体式基礎は一辺の長さが 100 メートル超になるため、完成部材の組み立て・製造ができるのは現状だと、国内には数カ所しかない。
- ・ 例えば、係留チェーンも堅さだけでなく、靱性（＝材料の粘り強さ）が必要であるなど部品ごとに要求される特徴等を示すことが重要である。
- ・ 係留チェーンについては、現状の国内企業の生産能力をふまえると、今後は合成繊維索の活用も必要になるだろう。

⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

九州地域については、従来からの鉄鋼業や造船業の厚みを活かした地域企業の参入が期待されている。着床式基礎については、モノパイルやジャケットが長尺かつ超重量物であるため、地域企業の参入はハードルが高いものの、これらの構成部品の製造に必要な加工技術や付属品、資材等については参入可能性が指摘されている。

なお、令和6年度「GX サプライチェーン構築支援事業」第二回公募において、日鉄エンジニアリング株式会社と株式会社大島造船所が採択され、それぞれ福岡県北九州市と長崎県西海市において、浮体式基礎の生産設備を整備する予定とされている。

[図表 4-12 基礎製造分野における地域企業の参入可能性（一例）]

着床式基礎	●ジャケット製造の曲げ加工（ベンディング） ※板厚が大きい鋼材のベンディング対応が可能な設備が必要 ※重量物のため、輸送にも対応が必要 ●ジャケット製造に係る溶接技術全般 ●仮組資材や二次部材（ラダー、海底用のネットなど付属品） ※トランジションピースなしの方式の場合（TP レス方式）、基地港の近隣で付属部品を付けることになる ●着床式基礎部材の陸上での保管場所（広大かつ耐荷重性が必要） ※着床式基礎の中でも、モノパイル式よりもジャケット式の方が地域企業に発注できる分野は広いとされる ●グラウト材 ●防食加工 ●洗堀防止剤
浮体式基礎	【部材・加工技術】 ●鉄鋼関連の二次部材 ●（円形の部材を使用する場合）円柱や丸鋼材 ●浮体部のコンクリート部材、中型～小型の鋼材・ブロック ●係留索・アンカー ●浮体部の塗装（着床式よりも塗装面積は増加） ●溶接の自動化技術、溶接工 ●溶接ロボットの開発、ロボット用のソフトウェア等 ※現状、基礎の溶接方法について明確な業界基準はない ●大型の製缶に対応できる企業 ●施工用の特殊治工具 ●曲げ加工（直径 5m 程度・板厚ものを曲げられる能力） 【浮体製造の生産ライン】 ●浮体部の量産化に向けた自動化ライン（自動機等） ●自動測位トランスポート（浮体部の仮組時に必要） 【その他資材等】 ●二次部材の保管場所、Floating Platform（洋上施工台）

※ヒアリング対象企業から指摘があったものを中心に記載

【ヒアリングでの声】

- ・ 基礎部分の部材について、ベンディング能力と数を出せる企業がいると非常に助かる。地域企業の情報があれば、今後の選択肢が広がる。
- ・ 仮組資材や二次部材（ラダーなどの付属品）だと、近在の地域企業との連携可能性はあるだろう。また、トランジッションピースなし（TP レス方式）の場合、基地港湾の近隣で付属部品を付けることになるので、その部分で地域企業の可能性はあるかもしれない。基地港湾での架台、多軸台車、クレーンなども地域企業に期待される部分だと思われる。
- ・ 九州に頑張って欲しい期待領域では、鉄鋼関連の 1 次部材（主要部材）と二次部材（例：手すりやハンドレール、はしご）の製作。それら部材の保管ヤード、現場施工を効率化するための自動溶接システム開発などである。また、浮体式については、鉄鋼構造物が増えることで、施工時に必要な治工具も増加することが見込まれる。
- ・ 角物の製作は得意だが、円柱や丸い形状の部材は外注先への依頼も検討する。また、浮体式基礎の二次構造物（艀装品）は他社からの購入又は顧客手配となるだろう。
- ・ 基礎部分については、地元の土木建築業や電気工事会社が下請で多く参画している。

（４）設置

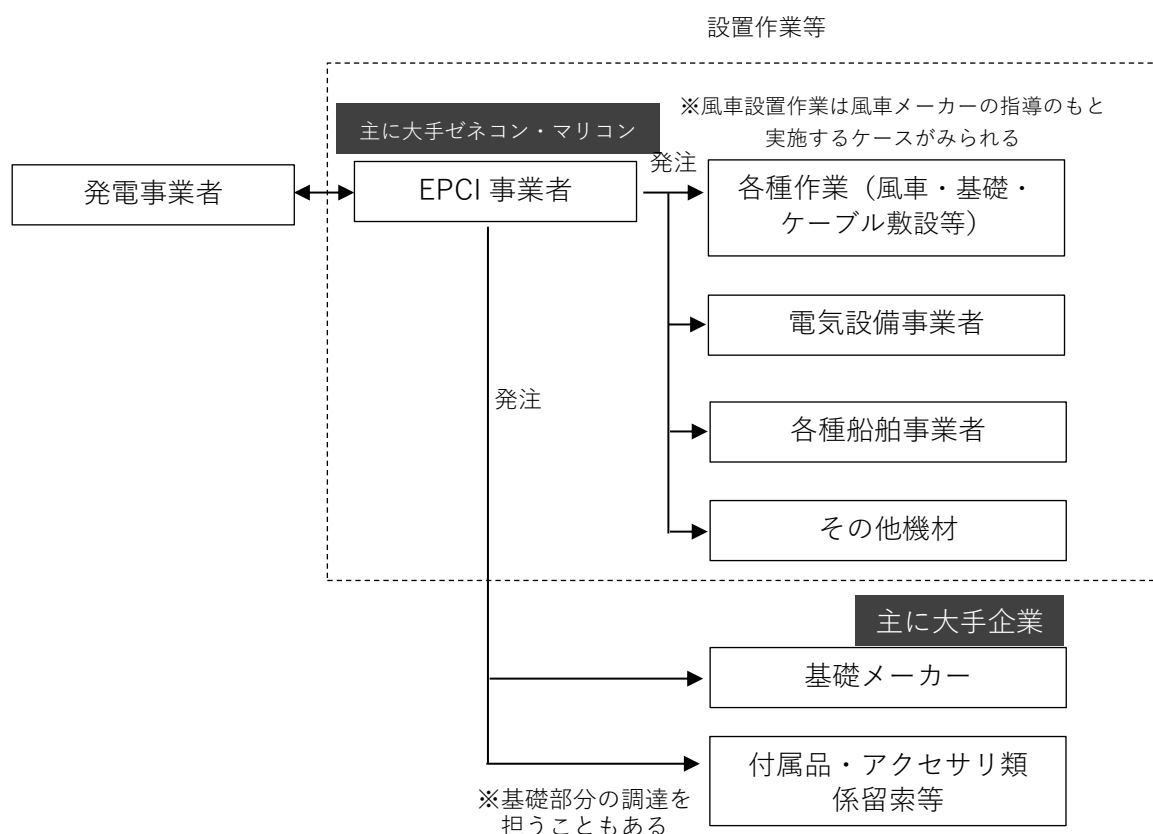
①取引構造

洋上風力発電の設置においては、発電事業者から一括発注²を受けた「EPCI³事業者」が各分野（基礎製造・設置作業・船舶提供など）の事業者を取りまとめながら、風車設置サイトでの建設・工程管理全体を担うという非常に重要なポジションに位置している。

設置における取引構造についても、契約形態に応じて様々な類型が存在するものの、おおよそ以下のような構図となっている。設置作業のみならず、必要な資機材（電気設備や船舶等）の調達に加え、契約形態によっては基礎部分や付属部品の発注までを EPCI 事業者が担うケースもみられる。また、風車の設置は風車メーカーの指導の下、設置事業者が担うケースが多い。

なお、「電気設備」について、P72 の図表 3-26 では、「電気系統」として「設置」とは切り離して記載しているが、洋上風力発電設備に必要な各種ケーブル等の電気系統についても、EPCI 事業者が手配することが多いため、本項目では便宜上、「設置」の一構成要素として整理を行っている。

〔図表 4-13 設置における取引構造〕



〔注〕 契約により様々な形態となるため、あくまで代表的な構造を整理したものである

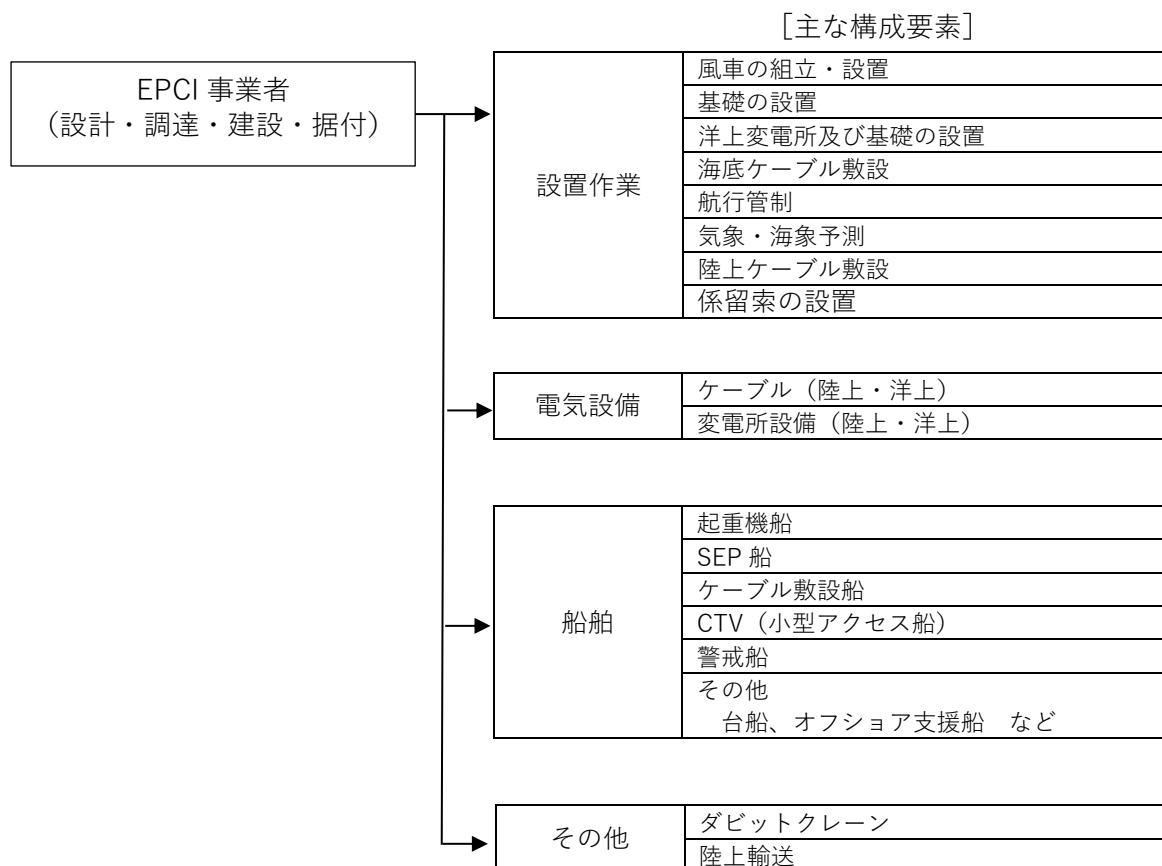
² ただし、洋上設備(風車・風車基礎・海底ケーブル)と陸上設備(送電線、変電所)で別パッケージにして契約を行うケースが多い。

³ 設計 (Engineering) ～調達 (Procurement)、建設 (Construction) ～据付 (Installation) の略。

②構成要素

設置に係る構成要素は、非常に多岐にわたっており、風車や基礎、各種変電設備⁴・ケーブル等の設置作業からそれに必要な船舶（起重機船・SEP 船・ケーブル敷設船等）、ダビットクレーン等の各種機材などで構成されている。

[図表 4-14 設置に係る構成要素]



SEP 船を活用した洋上での風車組立

【写真出所】 ひびきウインドエナジー株式会社ホームページ

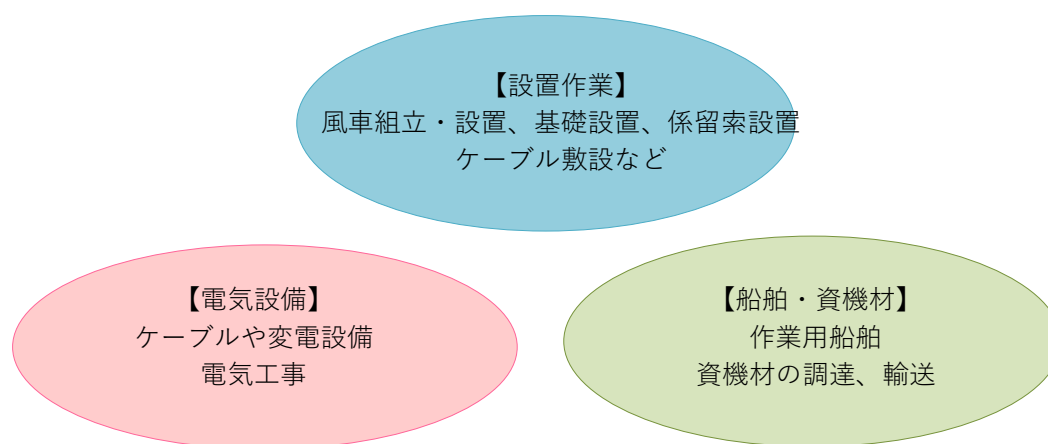
⁴ なお、離岸距離が短い国内では、陸上に変電所を設置するのが一般的となっている。

③市場の現状

洋上風力関連産業の設置においては、EPCI 事業者として国内の大手ゼネコンやマリコン（港湾・護岸工事、海底トンネル工事などの海洋土木を中心とする建設会社）が強みを発揮する分野である。

EPCI 事業者は多くの場合、発電事業者との契約関係のもと、洋上風力発電設備の建設における全体的なディレクションを担う役割を果たしており、風力発電設備の組立・各種工事といった作業面から必要な資機材の調達、輸送手配まで幅広い領域に及んでいる。

[図表 4-15 EPCI 事業者の活動領域]



i) 設置作業

設置作業のうち、風車の組立・設置においては、風車メーカーの指導の下で日本企業が行う場合と、風車メーカーが直接作業し手が足りなければ日本企業に依頼する場合がある。海上作業においては風車メーカーの専用スタッフがスーパーバイザーとして船舶に乗船するとされる。風車の組立ができる日本企業は少なく、また、洋上作業（特にケーブル・変電設備業者等）に対応できる事業者・作業船ともに不足しており、EPCI 事業者に依頼されることが多い。なお、組立作業そのものの技術的難易度は大手ゼネコンやマリコンであれば十分対応可能である一方、工事規模が大きく、風車メーカーとの英語も含めたやりとりも必要となるため、中小の建設会社による元請対応は難しいという見方もある。

基地港湾での作業について、ナセルでは完成したユニットへの付属物の取り付け、タワーでは分割されたタワーの建方や各種作業が発生する一方で、ブレードについては特段の作業は発生しないとされる。

【ヒアリングでの声】

- ・ 日本国内で風車組立を行う事業者は少なく、数的には片手で数えられるほどである。設置作業において、風車メーカーが直接作業せず、スーパーバイザーとして船舶に乗船することもある。
- ・ 洋上作業（特にケーブル・変電設備業者等）に対応できる事業者や作業船は不足している。
- ・ メーカーによっては、ナセル全体としては完成しておらず、別途納品となる部品もある。そのため、風車組立を行う業者が現地で組み立てる必要が出てくる。ナセル以外のブレードなどの部品も別々の船で現地納入されるので、組立スケジュールを調整しながら部材の集約を行うこともある。
- ・ 基地港湾での組み立て作業はケースバイケースだが、基本的には完成したユニットに付属物を取り付けるイメージ。ナセルもほぼ完成した状態である。タワーに付属する二次構造物等を付けることは当社で実施している。

ii) 電気設備

一方、電気設備については、各種ケーブルや変電設備、電気工事など様々な領域が存在する。現状、参入している企業は、大きく電気設備に関する資機材の提供と、それらの建設サイトでの敷設・設置作業の2つに分かれる。前者は電気関係の資材メーカー、ケーブルメーカー等が活躍している領域であり、後者は電力事業者や電力事業者系の電気工事会社、地域の独立系電気工事会社などが存在する。

電気設備分野は地域インフラを支える電気設備工事会社が地域に根ざして活動しており、発注者側に対してもコスト面や即時対応力などで優位性がアピールできる。特に陸上分野の電気工事については地域企業の参入可能性が期待できる。

【ヒアリングでの声】

- ・ 電気工事は、地元企業への発注が多い分野である。
- ・ 陸上部の電気工事等については、地元企業への発注が多くなっている。電気工事などは他地域から業者を連れてくるよりも、地元にやってもらう方がコスト的に有利になることが多い。電力会社系の工事会社以外にも地域企業で有力なところがある。

iii) 船舶・資機材

浮体式洋上風力発電の拡大に伴い、今後、海上輸送の果たす役割が増大することが見込まれている。着床式については陸上から近い場所での工事となるため海上輸送は限定的だが、沖合に設置する浮体式の場合、洋上風力発電設備を拠点港で載せてから設置サイトまで曳航するケースも増えると予測されている。また、浮体式の構造部材を広域地点で分担して製造し、拠点工場に集めて組み立てる工法を検討している事業者もあり、そうした場面での海上輸送も見込まれる。

なお、SEP 船など洋上風力発電の設置に不可欠な船舶については、市場ニーズは高いものの、建造費が非常に高額となるため、EPCI 事業者での共同保有の動きがみられる。また、SEP 船単独では洋上作業を完遂することはできないため、例えば資機材の運送を行う台船や曳航船、ケーブルの敷設を行うケーブル敷設船、作業員の輸送等を担う小型アクセス船（CTV）、洋上監視を行う警戒船など複数の支援船が連携して動く必要がある。

【ヒアリングでの声】

- ・ 浮体式サプライチェーンで新たに増える市場としては、完全に新規となるのは「輸送（海上輸送）」である。全体コストに占める割合は5 %程度という予測もある。風車設置も着床式は現地設置、浮体式は拠点港で載せてから曳航することがほとんど。
- ・ 浮体式は拠点港で風車を載せてから曳航することが多くなるので、新たな船舶需要が発生することになる。浮体構造部材は製作場所と組立場所が基本異なるので部材等の“横持ち”輸送も必要。また、施工時において、例えば係留チェーンの設置には施工専用船が必要となるし、O&Mにおいても C-SOV(commissioning-Service Operation Vessel)などの専用作業船が必要となる。
- ・ 着床式の場合、SEP 船が稼働するためには、支援船（資機材の運送や土砂の輸送）も必要となる。SEP 船があればすべての据え付け作業が可能というわけではなく、複数の船舶による連携が重要となる。
- ・ 洋上風力発電の海上輸送において非自航船をタグボートで曳いているが、同業者間のつながりの中で、EPCI 関連事業者や同業者の下請けで受注するケースが多い。基本的に積んでもらえさえすれば、我々はタグボートで曳くのみであり、技術的な難易度が高い訳ではない。今後風車が大型化するにつれて既存設備では対応できない可能性がある。

一方、洋上風力発電設備の設置作業に必要な各種船舶については、国内外での不足が指摘されている。日本国内においても複数の案件形成が並走する状況になっており、商業運転開始時の時期から逆算すると、ピーク時の船舶需要に対応できるか懸念する声も上がっている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 報道されているように、洋上風力関連の国内船舶（クレーン搭載の大型 SEP 船など）は不足しており、さらに案件形成もラウンド 2 とラウンド 3 が並走する状況になっている。小型の「SEP 台船」についても船舶数が不足しており、国内に数社程度と思われる。
- ・ ラウンド 2 以降は案件が並行して進展する予定であり、今の船舶や重機の保有状況で、国内需要に本当に対応できるか不透明なところがある。
- ・ 自航式台船は日本には少ないため、今後、ラウンドが重なると調達は厳しくなることが予想されている。
- ・ 洋上風力発電案件だけでなく、大規模な港湾工事が近傍である場合、そことも船舶の取り合いになってくる。

上記はいわゆる大型船舶等に関する状況であるが、船舶・資機材については、他の産業分野からの横展開が比較的容易であり、地域企業であっても利用可能なインフラや技能を提供することで、独自に参入を果たしているケースが見受けられる。船舶関連では起重機

船、SEP 船、ケーブル敷設船など大型船舶・専用船については EPCI 事業者や大手専門会社が強みを発揮する部分であるが、一方で資機材等を運搬する台船や曳き船、作業員の輸送を担う CTV など、洋上風力発電の建設サイトへの輸送業務等において、すでに多くの地域企業が参入している状況である。なお、作業中の警戒・監視等を行う監視船については地元漁協の協力を仰ぐケースも多い。

また、陸上輸送については、大手物流事業者のみならず、長尺かつ重量物の輸送に特化した自走式輸送車両や関連する重機（大型クレーン等）を保有する一部の地域企業においても、他分野での重量物輸送からの横展開により、風力関連産業分野にも参入しているケースが存在する。

【ヒアリングでの声】

- ・ すでに案件形成が進む洋上風力発電サイト、風車タワーや関連部品、ジャケット部分の海上輸送を実施している。タグボートによる曳航作業に対応している。
- ・ 人員輸送の CTV については、大手の船舶会社が参画している。警戒船については、当該海域の一般船舶の航行状況や海象特性を熟知した地元の漁業協同組合に協力してもらっている。
- ・ 風力発電設備など長尺かつ重量物の輸送は国内の大手物流事業者も得意とする領域だが、一部の地域企業にはこうした分野に特化した企業も存在する。
- ・ 組み立て分野だけに限ると、重機メーカーなども強い。発注形態は非常に複雑で、①発電事業者自らが重機等を手配するケース、②組み立ては風車メーカーに任せるケース、③EPCI 事業者に任せるケースの 3 パターンほどになる。国内ではまだ座組や商流が確立されていない印象を受ける。
- ・ 現在、計画されている洋上風力発電の想定機器は、17MW クラスで、国内の SEP 船での建設は難しく、併せて指定港湾でアッセンブリ作業に使用できる 1,200t～1,600 t 級クローラクレーンの国内の台数も限られ、今後も機器が大型化すれば国内のクレーンでは対応できず、現在世界に 4 台しか稼働していない 3,000t 級のクローラクレーンの導入も必要となる。
- ・ 海上輸送では、多軸台車に風車タワー等を載せて、岸壁まで輸送して保管し、潮位の変化に合わせて架台ごと台船に積載する、ロールオン方式による搭載方法が採用されている。クレーンを使わない積載方法である。受取り側の港湾も超重量物に耐える構造改造が必要となる。

④地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等

前述のように、設置分野は比較的多くの地域企業の参入が見込まれる領域ではあるものの、洋上風力発電の設置サイトから近い地域の事業者を中心に参入しているのが現状である。船舶を保有する九州企業の中には、福島県や秋田県の案件で経験を積んだ事例もあるが、基本的にはローカライズされた地域性の高い領域である。そのため、現状では洋上風力発電のサプライチェーンが確立していない地域においても、既存の取引関係等を通じた情報収集等の準備を行っておくことも有効と推測される。

設置分野は地域企業に期待される領域が広い分野だが、地域の中核的企業が、発電事業者や EPCI 事業者とネットワークを構築し、地域の様々な企業からの調達や関連業務のとりまとめ役を担おうとする例も存在する。こうした企業による成功事例・参入モデルは注目に値する。

一方で、洋上風力設備の建設期間は 2～3 年程度であり、特に洋上での設置工事については部品の大型化や工期の維持の観点から地域企業へ発注できる分野は限定的という見方がある。また、基礎部分の形状がジャケット式ではなくモノパイルの場合、付属部品や作業が少なくなるため、思うような発注は難しいとの指摘もなされている。

【ヒアリングでの声】

- ・ 大型化や現在の案件形成の方法を考慮すると、洋上風力の発電事業候補者として手が上がるのは、大手商社と電力業界。プロジェクトファイナンス事業の場合、EPCI を受けることができるのは大手企業くらい。体力がある企業でないと参入が厳しい状況。
- ・ 地域企業の参入可能性について、現実には厳しい。現状では例えば風車の基幹部品は海外から調達して、各種船舶で現地へ輸送するイメージ。基本的にはこれまで風力発電産業で活躍してきたプレイヤーが活動しており、仮に地域企業へ依頼できる仕事があったとしても、その数は非常に限られる。なお、地域企業も契約特性から損害遅延金を回避するために工期厳守が必要となる。
- ・ 建設フェーズは実質的には 2～3 年くらいの期間にすぎず、地域企業が関われる部分はそれほど多くないかもしれない。
- ・ 発電事業者と地域企業を取り持つような役割が重要。港湾建設をやっているような地域企業が、地域企業を取りまとめる役割を果たすのが良いかもしれない。地域で比較的大きな中核的な企業のイメージである。こうした中核的企業を起点として、発電事業者や EPCI 事業者から様々なニーズを引き出しつつ、地域企業の持つ強みを持ち寄りながら参入していくことが望ましい（長崎県内や秋田県内にはこうしたイメージに近い地域企業が存在）。
- ・ タワー内部の電気工事やアクセサリ類については、地域企業の参入可能性もあるだろう。

⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

設置分野における地域企業の参入可能性については、設置作業や電気設備、船舶・資機材など様々な領域に広がっている。既存の建設工事や港湾工事で活用される技術や資機材を横展開できることも多く、案件形成が進展すれば、多くの地域企業に参入可能性が出てくるものと推測される。

[図表 4-16 設置分野における地域企業の参入可能性（一例）]

設置作業	※いずれも EPCI 事業者との連携による一部参入 ●風車・基礎の設置 ●洋上変電所及び基礎の設置 ●海底ケーブルの敷設 ●係留索・アンカーの設置 ●各種電気工事 ●作業用工具・機材
電気設備	●ケーブル（陸上・洋上）の一部 ●変電所設備（陸上・洋上）の一部
船舶・資機材	●CTV（小型アクセス船）、瀬渡し船、海上タクシー、警戒船 ●作業用台船、運搬船 ●タグボートでの海上輸送（風車タワー、スカートサクシオン、ジャケットの足部分、ブレードラックなど） ●自走式輸送車両（大型重量物対応） ●大型クレーン（1200 トン吊りなど）、ダビットクレーン ●各種重機関連 ●小型 SEP 台船の運用
輸送等	●大型重量物の荷受け・出荷作業・特殊重機を使用した輸送
その他 ※地域企業の参入は難しいが、日本国内にない資機材	●アンカーハンドラー（Anchor handling tug supply vessel） ●C-SOV(Commissioning Service Operation Vessel)

※ヒアリング対象企業から指摘があったものを中心に記載

【ヒアリングでの声】

- ・ 基本的にこれまで風力発電関連産業で活躍してきた地域企業が活躍しているケースが多い。
- ・ 基地港湾でブレードを置く「架台」等は地域企業の参入可能性が高いと思われる。
- ・ 陸上部の電気工事等については、地元企業への発注が多くなっている。電気工事などは他地域から業者を連れてくるよりも、地元に行ってもらう方がコスト的に有利になることが多い。
- ・ 電気工事（例：配線工事）などは地域企業にもチャンスがあるのではないかな。
- ・ 瀬渡し船や海上タクシーは地元の船会社、警戒船業務は漁協所属の船舶に依頼している。
- ・ 浮体部のコンクリート製造も全国企業を元請けに、地元企業が入っている。
- ・ 地元で組立ヤードを作る場合は、ヤード整備は地域企業による参入可能性が高い。
- ・ 地域のストックヤードや倉庫など、保管機能も地域企業に期待される分野かもしれない。
- ・ 風車本体は参入が難しい。付帯作業としての仮置きや仮設、それに必要な治具製造が地域企業にとっては現実的ではないかな。
- ・ 地域企業に不足している領域としては、風車の組み立てができる事業者、海底ケーブルの接続工、大型船舶を必要とする海上工事の3つ程度である。
- ・ 高所作業に対応する作業員の確保ができればありがたい。

（５） O & M

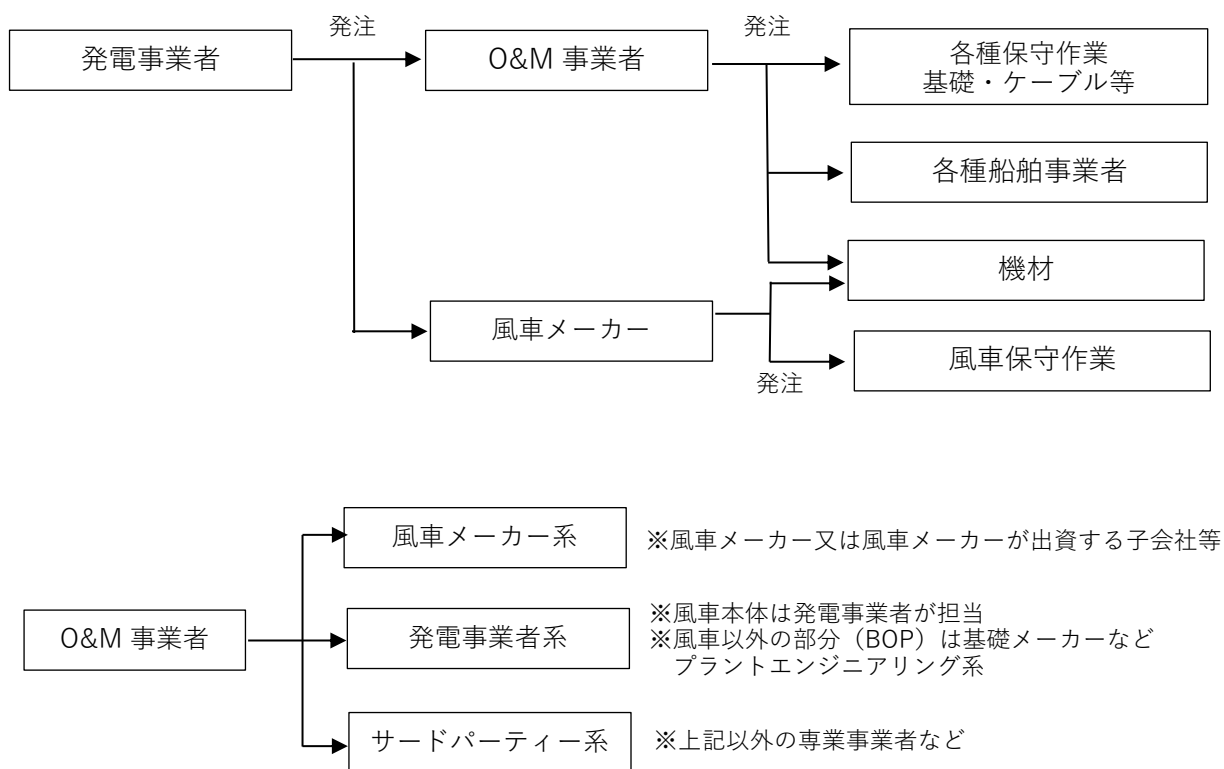
①取引構造

O&Mの対象は大きく①風車本体と②風車以外（いわゆる BOP（Balance of Plant））に区分される。①風車本体については、風車メーカーの稼働率保証期間中は風車メーカー自ら行うことが一般的である。なお、稼働期間終了後においては、発電事業者や O&M 事業者が行う場合もある。一方、風車以外（BOP）については、プラントエンジニアリング系や O&M 事業者が行うことが多い。

O&Mに係る取引構造については、発電事業者や風車メーカーからの発注を O&M 事業者が受けて、O&M 事業者を起点に各種保守作業や電気設備、各種船舶等の資機材を調達するという形態がみられる。O&M の発注者は発電事業者であることが多いものの、風車本体については風車メーカーから O&M 事業者へ発注されるケースもみられる。

O&M 事業者については、その得意とする事業分野や企業的なバックグラウンドから「風車メーカー系」や「発電事業者系」、「サードパーティー系」のようにいくつかの類型がみられる。「風車メーカー系」は、風車メーカー又は風車メーカーが出資する子会社などである。「発電事業者系」は、風車本体を担当する発電事業者や風車以外の部分を担当するプラントエンジニアリング企業などである。「サードパーティー系」はそうした背景をもたない専業企業となる。

[図表 4-17 O&M における取引構造と O&M 事業者の類型]

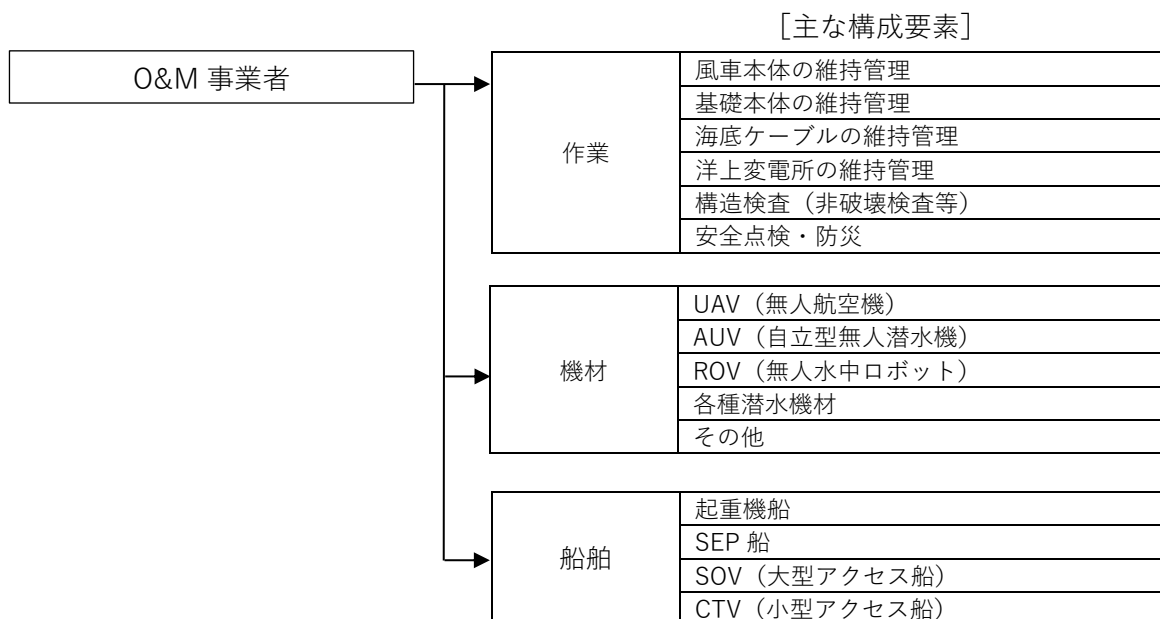


[注] 契約により様々な形態となるため、あくまで代表的な構造を整理したものである

②構成要素

O&Mに係る構成要素は、作業・機材・船舶の大きく3つに分類される。O&M作業に必要な資機材や船舶は設置分野と重複する部分も多く、かつ地域企業が参入できる裾野が広い分野である。

[図表 4-18 O & Mに係る構成要素]



保守点検作業
[写真出所] 株式会社北拓 HP

③市場の現状

i) O&M 分野の諸類型

洋上風力関連産業における O&M は大きく、「風車本体」と「BOP (Balance of Plant = 風車以外の部分)」の 2 つに分けることができる。O&M を実施する事業者についても、以下のような類型に分かれる。

- ・ 風車メーカー系：風車メーカー又は風車メーカーが出資する子会社など
- ・ 発電事業者系：風車本体を担当する発電事業者や風車以外の部分を担当する
プラントエンジニアリング企業など
- ・ サードパーティー系：上記以外の専門事業者など

※サードパーティー系の企業について、日本国内では数は限られるが、ヨーロッパでは比較的多くの企業が存在する。

風車本体については、風車メーカーによる稼働率保証（通常 10～15 年）が付いていることが多く、この期間は風車メーカーが部品供給も含めて保守点検を主導することになる（近年は、長期保守契約（LTSA）により 20 年以上の保証となるケースもある）。一部部品については、地域企業からの調達も実施される。ただし、風車メーカーが保守点検やメンテナンスの一部を外部連携先のサービス事業者に委託するケースも見受けられる。

【ヒアリングでの声】

- ・ 風車本体（基礎から上の部分）については風車メーカーが担うことが多い。また、風車以外も含む発電設備全体のメンテナンスについては、また別の構造になる。
- ・ 風車メンテナンスを行う企業には、風車メーカー系と発電事業者系、そしてサードパーティー系の 3 種類がいる。また、発電事業者がメンテナンスを内製化する動きもある。風車本体については、風車メーカーが 10～15 年程度の稼働率保証が付いていることが多く、この期間中は風車メーカーが部品供給も含めてメンテナンスを行う。稼働率保証の期間が終了した後は、発電事業者が風車メンテナンスの事業者を選定することになる。
- ・ 洋上の BOP（基礎以外のケーブル・変電設備等）に対応できるプレイヤーは限られており、参入は難しい。一方、陸上 BOP については特殊な作業はなく、陸上風車に参入しているプレイヤーも多く存在している。
- ・ O&M の方法はケースバイケースであり、風車サイトで保守交換できる部品であれば地域企業から調達することもある。一方、基幹部品やコンポーネントレベルでの保守は地域企業では対応できないため、グローバルでの対応となる。
- ・ 可能な限り現地（地域企業）からの調達を模索するが、大型部品など現地で対応できないものについては、グローバル対応になる。

ii) O&M の実施内容

風車本体のメンテナンスの内容は、日常点検（月例点検）や定期点検、法定点検、不定期点検（トラブルシューティング）、臨時点検の4種類ほどに分けることができる。特に、法定点検については、電気事業法施行規則に定められたものであり、点検箇所も具体的に定められているものである。これら以外にも、遠隔監視システム（SCADA）による常時モニタリングも実施されている。

BOP のメンテナンスは、風車本体を除くすべての部位を対象としたメンテナンスであり、具体的には、風車巡視（目視点検）、BOP（水中部・気中部）のメンテナンス、海中作業、ケーブルや発電所メンテナンスなどの広範囲に及ぶ。近年はプラントエンジニアリング企業を中心に BOP のメンテナンス領域に進出する動きも活発化している。

なお、海外では SOV（サービス・オペレーション・ヴェッセル）と呼ばれる洋上風力のメンテナンス支援に特化した専用船に作業員が長期滞在し、沖合の設置サイトにて O&M 作業を効率的に行うことが一般的であり、我が国でも今後、沖合サイトでの設置が本格化する場合、同様の運営形態になることが想定される。

④地域企業の参入促進に向けた課題・参入要件等

i) O&M 参入への門戸の拡大

O&M は参入可能な地域企業の裾野の広さとともに、地域経済全体への経済波及効果も考えると、非常に魅力的な市場であることが指摘されている。風車本体や基礎といった製造面においては、古くからの洋上風力関連産業との関係性や経験が必要となる分野が多いが、O&M については相対的に新規で参加を検討する地域企業にも門戸が開かれた領域といえる。

【ヒアリングでの声】

- ・ 細く長く、地域企業が関われるのは O&M の領域である。O&Mこそ地域企業が活躍しないといけない領域である。陸上の BOP など可能性はあるだろう。
- ・ 商業運転開始後の O&M 部分の方が地域企業への波及効果も高い。
- ・ O&M 分野への参入を増やすためには、まず地域企業が門戸を叩き、専門的な知識を学ぶ機会が必要である。他社についても、ゼロから参入を検討することは不可能ではないと思っている。

ii) 国内における O&M 人材の不足

前述の通り、日本国内における O&M 需要は今後の案件形成に伴い、市場拡大が期待されている。

一方で、O&M を担当する専門人材の不足は今後の懸念材料となっている。O&M 分野においても、国際的な規格や技術レベルの認証取得が推奨されている面もあるが、まずは人材不足に対して、地域企業が O&M 分野の基本的知識を習得し、この分野に参入する地域企業の総数を増やすべきだという指摘もある。今後、成長が見込まれる市場であるため、地域企業が受け皿となるような仕組みづくりを継続的に進めていく必要がある。

これに対して、全国的にも教育訓練や人材育成に取り組む事例（トレーニングセンターの建設、カリキュラム作成、大学・高専等の教育研究機関と産業界とが連携する人材育成の枠組み（ECOWIND）の立ち上げ等）が増えている。また、O&M を展開する事業者の中には将来的な人材不足を予測して、早期から独自の人材育成や全国各地でのネットワーキングに取り組む事例もある。

【ヒアリングでの声】

- ・ 風力発電産業に必要な専門知識としては、電気や機械などの知見である。最終的には両方の知見を使って業務を行うことになるが、まずはこうした知識を学ぶことから始める必要がある。
- ・ O&M 人材は不足しており、すでに当社からも何人かが他社に引き抜かれている。電気や機械が分かり、英語がある程度できて、体力的にもタフな人材であれば引く手あまたである。
- ・ 風車メンテナンスのトレーニング施設についても、国内には受講できる企業が非常に限られている。GWO（Global Wind Organization）のトレーニングを受けられるところも、国内 4～5 か所くらいしかない。こうした高度なトレーニングを受けさせた場合、若いメンテナンス人材は外国や大手企業に取られてしまい、地域企業に人が残らない状況という話もある。

iii) 洋上風力発電設備メンテナンスの難しさ

洋上風力発電設備メンテナンスの難しさとして、気象・海象条件から CTV 等のメンテナンス人材の輸送船が出船できる確率が高い夏場にメンテナンスを実施する時期が集中するため、ピーク時の人材不足がより顕著になるという問題がある。これに対しては、繁忙期の異なる会社（火力発電など）との協業のほか、夏場のみ地域企業が協力する等が想定される。

【ヒアリングでの声】

- ・ 洋上メンテナンスは気象海象に左右されるため、80～90%の確率で出船できる夏場に需要が集中する。冬は風況が良く発電量も多くなるため、風車を止めることは難しい。そのため、欧州の事例では夏の間だけ地域企業に協力をお願いしている。繁忙期の異なる会社（火力発電など）との協業が想定される。

iv) 地域企業との合併会社等の設立の動き

地域企業単体での O&M 分野への参入に加え、大手企業が主導、あるいは地域企業同士が連携する形で O&M の合併会社を設立する動きもみられる。地域企業の中には洋上風力関連産業の O&M 業務に必要な特殊技能や専門知識を保有する企業が存在しており、複数の企業が協業することで相互補完関係を構築し、O&M 事業の受け皿となり得ることが指摘されている。

【ヒアリングでの声】

- ・ O&M は地域が受け皿となるため、全国的にも地域内での連携や合併会社等の設立の動きもある。
- ・ 複数の地域企業が連携・分担しながら、地域で O&M を担っていくことが重要である。
- ・ 地域企業との O&M に関する合併会社を設立することも有効である。地域企業は専門業者というよりも、多能工な企業が多く、夏場は風車巡視、他の季節は別の仕事という感じで考えている。O&M の分野は地域企業が腰を据えて取り組めることが重要である。
- ・ O&M でも部品や船舶などをワンストップで一括手配できるような企業が求められている。自社だけでできない部分は合併会社を作るなど連携体制を構築することも必要。
- ・ メンテナンス業務は地域への波及も大きい。O&M もピラミッド構造であり、風車本体はメーカー側が担う部分であるが、点検や付帯作業としての仮置きや仮設こそ地域企業が担うべき領域ではないか。例えば、地域の建設会社や漁協でメンテナンスを行う合同会社を作り、そこで収益の受け皿を作る必要があるのではないか。全国的にもそうした受け皿を作る動きが出ている。

⑤地域企業の参入が期待される分野・技術等

O&M 分野における地域企業の参入が期待される分野・技術等については、「風車本体」と「BOP」の2つに分けて整理を行っている。BOPについては、メンテナンスの作業面とそれに必要な資機材の2つから構成される。風車メンテナンスについては、風車メーカーによる稼働率保証が付いていることも多く、より参入の裾野が広いのはBOPとの指摘もある。

[図表 4-19 O&M 分野における地域企業の参入可能性（一例）]

風車本体	●風車本体の維持管理 ●基幹部品を除く交換部品の提供 ●メンテナンス用の治工具 など ※陸上風車のメンテナンス経験はアドバンテージとなる ●ロープアクセス（IRATA など国際認証も必要） ※高所作業員など
BOP	【作業面】 ※電気や機械に関する業務内容を持つ地域企業 ※発電所のメンテナンス事業などを担う企業は親和性が高い ●基礎本体の維持管理（気中部） ●海底ケーブルの維持管理（水中部） ●潜水点検業務（水中部） ●洋上変電所の維持管理 ●構造検査（非破壊検査等） ●安全点検・防災 ●作業用工具・作業服・消耗備品 【資機材面】 ●UAV（無人航空機） ●AUV（自立型無人潜水機） ●ROV（無人水中ロボット） ●各種潜水機材 ●通信用機材 【その他】 ●航空障害灯 ●作業用機材（ダビットクレーンクレーン等） ●計装工事（タワー内部のセンサー等の制作・設置

※ヒアリング対象企業から指摘があったものを中心に記載

【ヒアリングでの声】

- ・ 地域企業の参入可能性が高いのは、BOP メンテナンスの方である。BOP のうち、地域企業の参入可能性が高いのは気中部（水面から上）のメンテナンスである。海中部は専用の調査機材や潜水技術などが必要であり、専門の事業者に限られる。電気や機械に関する業務内容（例：電気・機械工事）を持つ地域企業であれば、参入の親和性も高い。例えば、発電所のメンテナンス事業などを担う企業などである。陸上風力の経験がある事業者は親和性が高い。
- ・ 風車メンテナンスについては、消耗品やボルトなどにおいても、稼働率保証期間内は風車メーカー指定のものを使用することになっており、保証期間が終了した後に、国内産の部品に代替したいとなった場合は、発電事業者が選定する。
- ・ 風車の消耗品などは現地調達になることが多い。
- ・ 基幹部品でない付属品などであれば、地域企業の参入可能性はあるだろう。
- ・ 保守・点検においてロープアクセスできる企業が少ない。風車メーカーからは IRATA（Industrial Rope Access Trade Association）の資格が必要と聞いている。
- ・ 風車向け某部材のメンテナンスはコスト面で難しい問題があるため、数値をバックデータとして集めて交換サイクルを延ばすなどの緩和策の検討について、O & M事業者と連携して取り組みたい。
- ・ 基幹部品でない付属品など。基礎部分（海中部）における潜水会社による ROV を使った検査、海底ケーブルの点検作業も可能性はある。

2. 九州企業の洋上風力関連産業への参入状況・参入意向（アンケート調査）

（1）アンケート調査の実施概要

九州管内の中小企業等における風力発電関連産業（洋上・陸上の別に関わらず）への参入状況や意欲、現状の課題等について、広く把握することを目的としてアンケート調査を実施した。実施概要は以下の通りである。

[図表 4-20 アンケート調査の実施概要]

実施期間	2024 年 10 月 1 日（火）～11 月 5 日（火）
実施目的	九州管内の中小企業等における風力発電関連産業（洋上・陸上の別に関わらず）への参入状況や意欲、現状の課題等について、広く把握すること
実施方法	郵送による依頼、WEB による回収
アンケート対象群の設定方法	アンケート対象群は【A】と【B】の2群に分けて設定した 【A】 344 件 ・令和 4 年度調査（九州管内における洋上風力発電関連産業のサプライチェーン構築に向けた競争環境分析調査）におけるアンケート調査（1 次）への回答企業のうち、洋上風力発電関連産業に参入済み又は参入意欲を持つ企業 【B】 783 件 ・九州管内における洋上風力発電産業に関連するネットワーク等に参加中の企業 ・九州管内における地域未来牽引企業、各県の工業会等に所属する企業のうち、洋上風力発電関連産業に親和性と思われる企業 ・過去に九州経済産業局主催のセミナー等への参加企業
主な設問	I. 貴社の概要について ・事業者概要（創業年・資本金・従業員等） II. 貴社の事業状況について ・業種、主な製品・サービス等、主な生産形態 III. 風力発電産業への参入状況・参入に係る課題・支援ニーズ等 ・洋上風力発電関連産業への参入・関心状況 ・（参入済みの場合）具体的な参入状況、参入分野 ・風力発電関連産業への参入課題等、期待される支援策 IV. 九州管内における風力発電産業のネットワーク拡充に向けて ・九州洋上風力関連産業ネットワークへの関心 ・（仮称）九州洋上風力サプライチェーンマップへの関心 ・（仮称）九州洋上風力サプライチェーンマップへの掲載内容 ※IV は集計からは除外
アンケート送付数	計 1,127 社 内訳：【A】 344 社 【B】 783 社
アンケート回収数	計 178 社／回収率 15.8%

（２）分析に係る注意事項等

分析に際しての注意事項、データ処理の方法は以下のとおりである。

【出現率】

- ・ 集計・分析においては、特記しない限り、回答者総数（ $n=178$ ）を母数とした出現率（％）を算出している。
- ・ 出現率の値は小数点以下第二位を四捨五入して表記しているため、合計値が 100％にならない場合がある。また、「２つ以上を選択」する設問については、出現率の合計が 100％を超える場合がある。

【凡例調整】

- ・ グラフ内の凡例について、選択肢が非常に長いものは一部表記を省略しているものがある（「…」と表記されている箇所）

【参入状況別クロス集計】※調査票の原本を末尾の資料編に掲載

- ・ 特徴的なクロス結果が出ている設問は、参入状況別のクロス集計表を掲載している。
- ・ なお、参入状況については、母集団が非常に少ない選択肢もあるため、以下の方法で選択肢を適宜集約して集計を行っている。

■「風力発電産業へ参入済み」としてまとめる

- ・ 選択肢 1（陸上の風力発電産業にのみ参入済である）
- ・ 選択肢 2（洋上を含む風力発電産業に参入済である）

■「風力発電産業から撤退済み」としてまとめる

- ・ 選択肢 3（かつては陸上の風力発電産業にのみ参入していたが撤退した）
- ・ 選択肢 4（かつては洋上を含む風力発電産業に参入していたが撤退した）

(3) 調査結果のポイント

①回答企業の概要

【創業年は、「1950 年より前」が約 3 割】

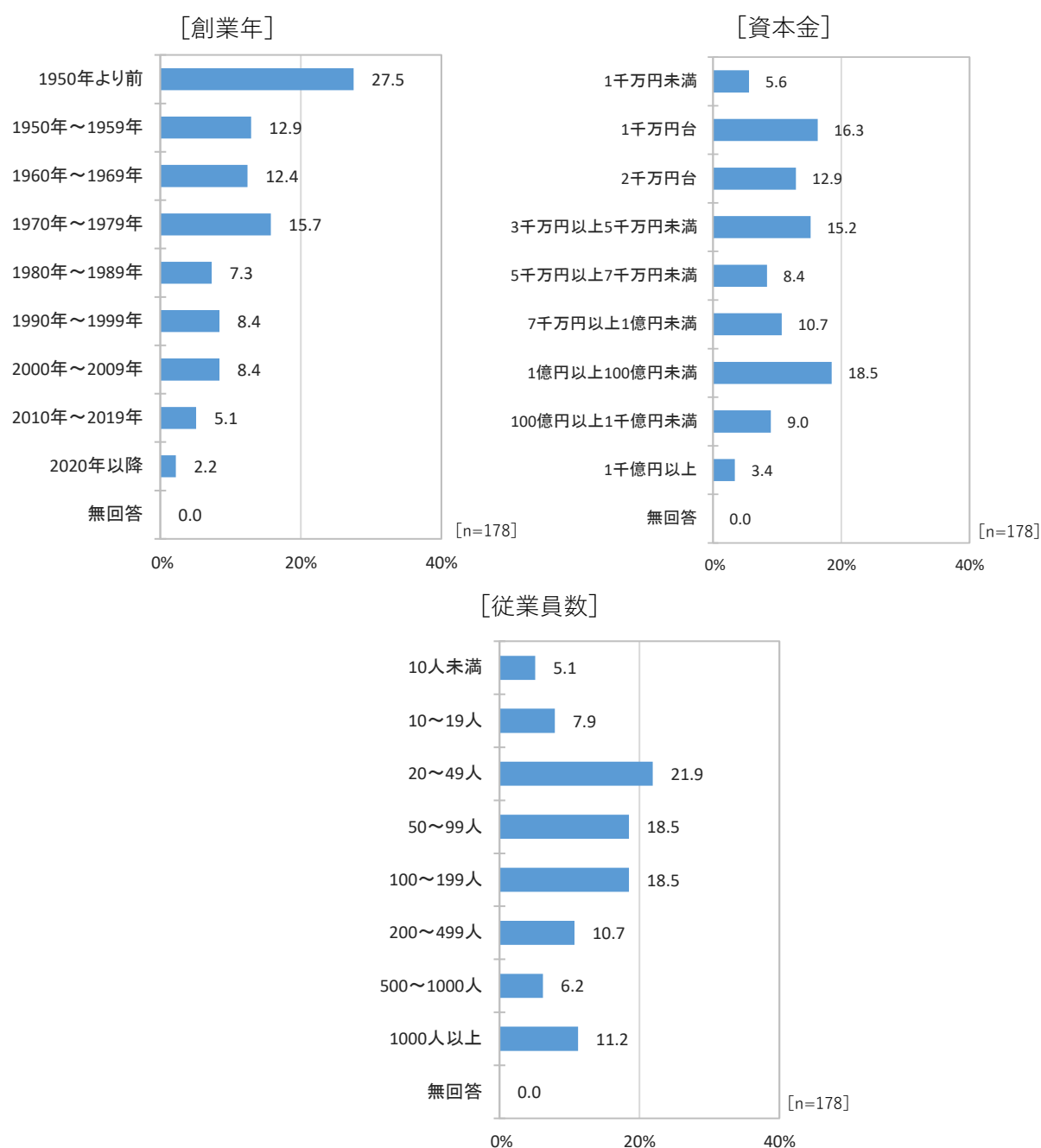
- ・ 創業年については、「1950 年より前」が 27.5%と最も多くなっている。
- ・ 創業 50 年以上の企業も約半数となっている。

【資本金は 1 億円以上 100 億円未満が最も多い】

- ・ 資本金については、「1 億円以上 100 億円未満」が最も多く、以下、「1 千万円台」が 16.3%、「3 千万円以上 5 千万円未満」が 15.2%となっている。

【従業員数は 20～49 人が多い】

- ・ 従業員数については、「20～49 人」が 21.9 と最も多く、以下、「50～99 人」と「100～199 人が」同率で 18.5%となっている。



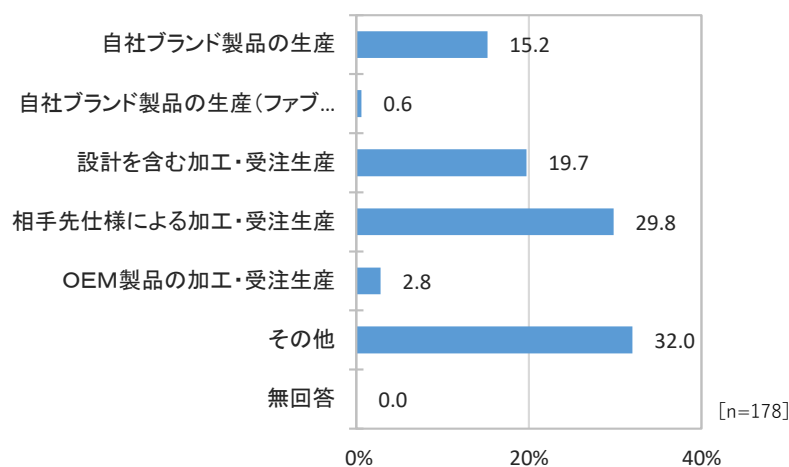
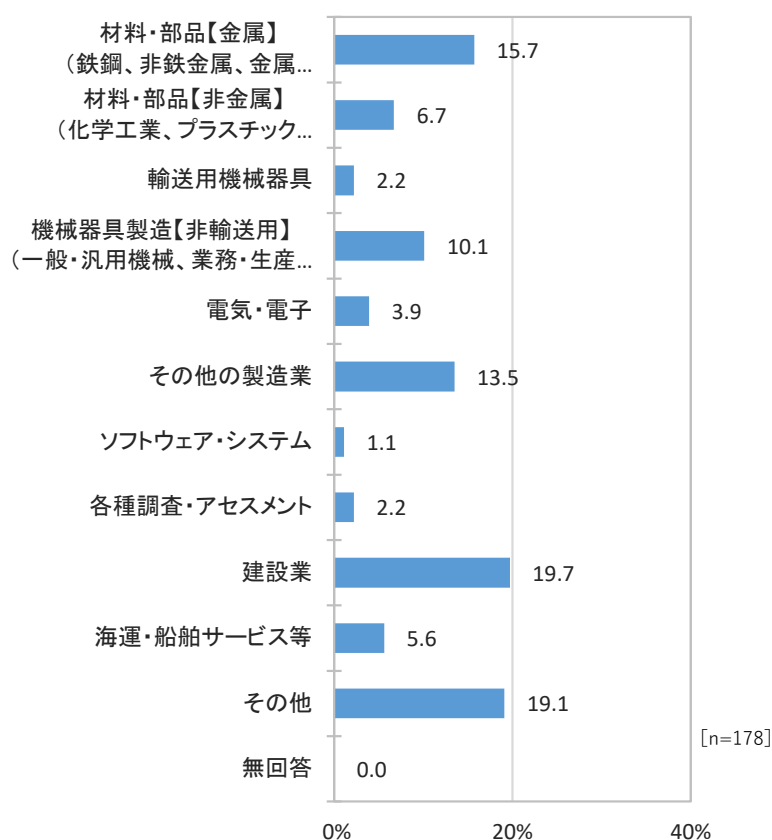
②回答企業の業種・生産形態【単数回答】

【「建設業」が約2割】

- 回答者の業種は、「建設業」が19.7%と最も多く、以下、「材料・部品【金属】（鉄鋼、非鉄金属、金属製品）」が15.7%、「その他製造業」が13.5%となっている。

【加工・受注生産が約半数】

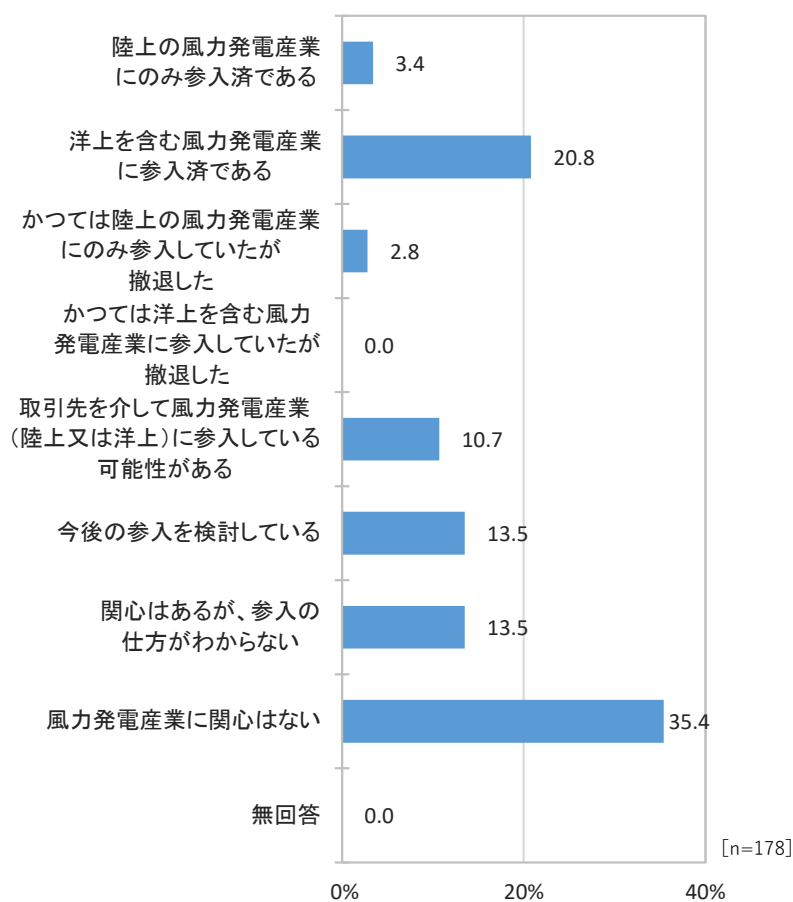
- 回答者の生産形態は、加工・受注生産に関するものを合算すると52.3%となっている。



③風力発電産業への参入状況・参入に係る課題・支援ニーズ等

【「洋上を含む風力発電産業に参入済」が約2割】

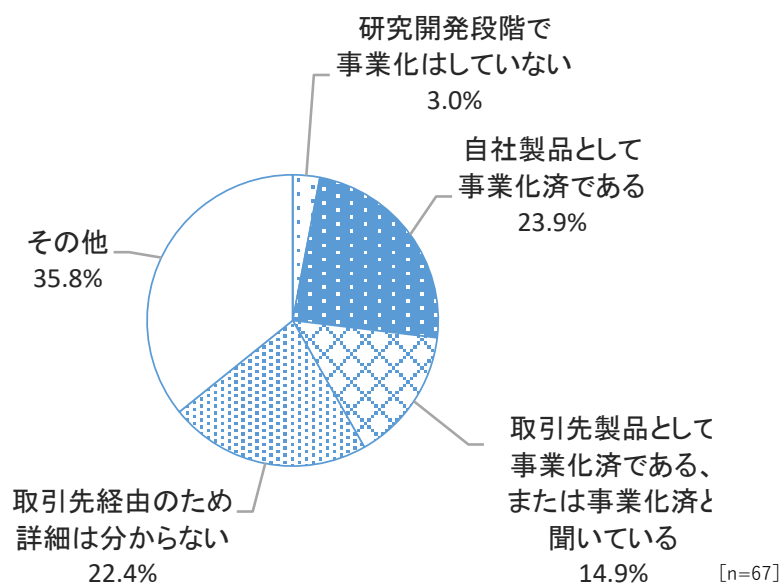
- ・ 今回調査の母集団においては過去のアンケート回答企業や風力発電関連産業の各種ネットワークに参加する企業等が多いことから、「洋上を含む風力発電産業に参入済みである」が20.8%を占める結果となっている。
- ・ 陸上風力や取引先を経由して参入している企業等も含めると、風力発電産業に何らかの形で関わっている企業は3割を超える。



④風力発電産業への参入状況（具体的な参入段階）【単数回答】

【具体的な参入段階では、事業化済みが約4割】

- ・ 具体的な参入段階では、「自社製品として事業化済みである」と「取引先製品として事業化済みである、または事業化済みと聞いている」を合算すると、38.8%が事業化済みという結果になっている。
- ・ 一方で、「取引先経由のため詳細は分からない」という回答も約2割となっている。



⑤参入分野又は参入を希望する分野

【「風車製造」と「基礎製造」への参入又は参入希望が多い】

- ・ 参入分野又は参入を希望する分野（複数回答）では、風車製造関連が最も多く81.8%（下表の紫部分：3～8）、次いで、基礎製造関連（下表の緑部分：9～12）が51.3%となっている。

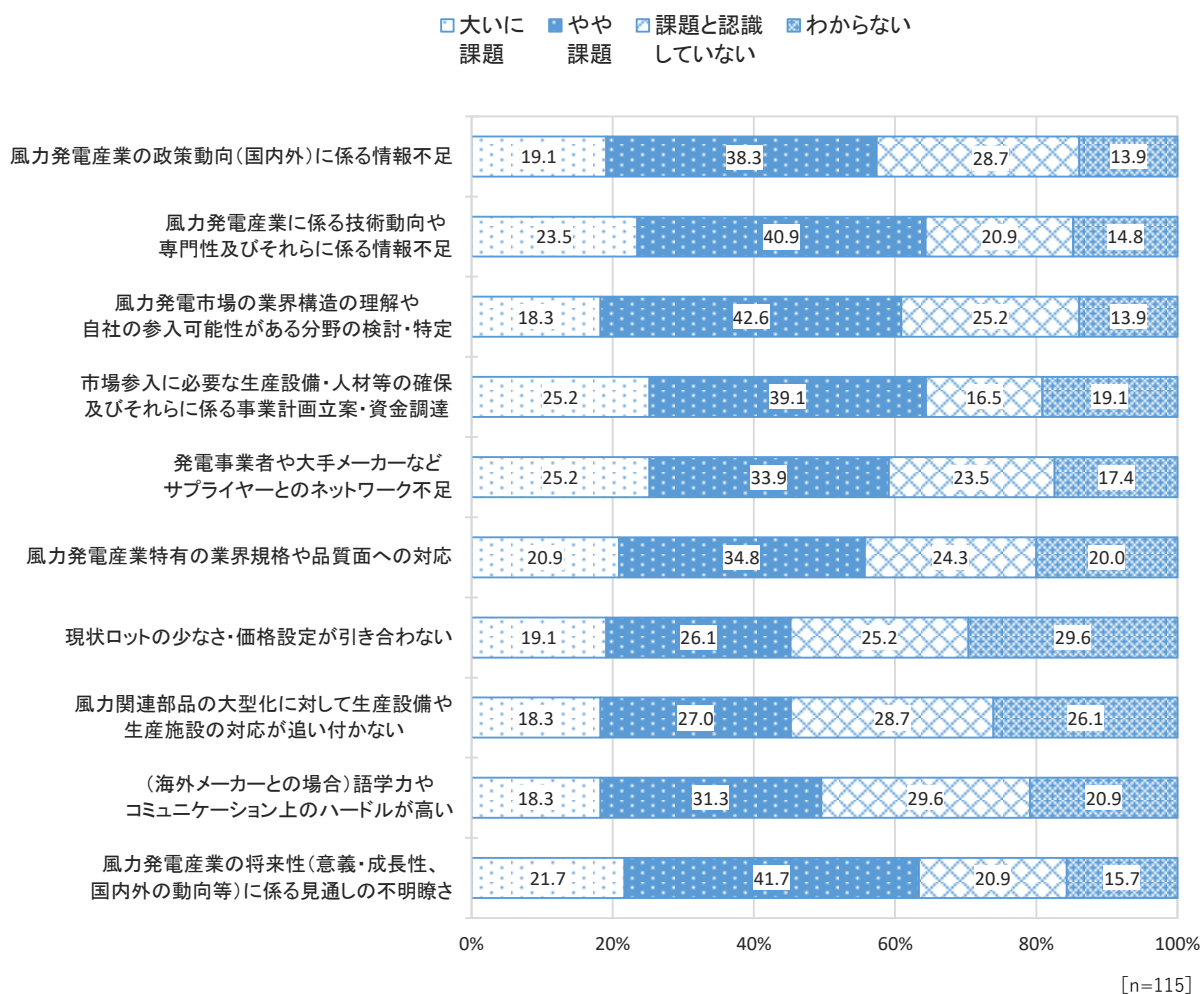
No.	カテゴリ	件数	(全体)%	No.	カテゴリ	件数	(全体)%
1	各種アセスメント・調査（環境・調査・風況等）	18	15.7	13	各種ケーブル（陸上・海上）	4	3.5
2	調査に係る各種船舶サービス	8	7.0	14	変電設備・関連備品	8	7.0
3	ナセル関連ユニット・部品	19	16.5	15	各種設置作業（風車・基礎・変電設備・ケーブル敷設等）	23	20.0
4	ハブ関連ユニット・部品	14	12.2	16	設置に係る各種船舶サービス（起重機船・SEP船・小型アクセス船・警戒船等）	16	13.9
5	電力変換機	8	7.0	17	風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る維持管理	18	15.7
6	ブレード関連部品・素材	14	12.2	18	運営・維持管理に係る機材提供（無人機・無人潜水機等）	10	8.7
7	タワー製造関連	19	16.5	19	O&Mに係る各種船舶サービス（起重機船・SEP船・各種アクセス船等）	16	13.9
8	その他風車製造に係る資材・治工具等	20	17.4	20	風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る撤去作業	8	7.0
9	基礎用鋼材	15	13.0	21	撤去に係る各種船舶サービス（起重機船・SEP船・小型アクセス船等）	12	10.4
10	モナパイル	10	8.7	22	その他	30	26.1
11	ジャケット	10	8.7		無回答	0	0.0
12	その他基礎製造に係る資材・治工具等	24	20.9		回答者数	115	100

[注] 青：調査、紫：風車製造、緑：基礎製造、黄：電気系統、赤：設置関連、ピンク：O&M、グレー：撤去

⑥風力発電産業への参入に際して障害となる（なった）課題

【生産設備や人材等の確保や風力業界でのネットワーク獲得に課題】

- ・ 「大いに課題」と回答した割合では、「市場参入に必要な生産設備・人材等の確保及びそれらに係る事業計画立案・資金調達」と「発電事業者や大手メーカーなどサプライヤーとのネットワーク不足」が同率で25.2%と最も多くなっている。



■ 参入状況別「大いに課題」と回答した件数・割合

【参入済企業は価格やロット面、未参入企業では業界特有の規格等への対応に課題】

- ・ 各項目について、「大いに課題」と回答した件数を参入状況別に分析すると、参入済企業では「市場参入に必要な生産設備・人材等の確保及びそれらに係る事業計画立案・資金調達」や「現状ロットの少なさ・価格設定が引き合わない」などが多くなっている。
- ・ 一方、未参入企業では、風力発電関連の事業者とのネットワークや自社の参入分野の特定、情報の不足など多岐にわたっている。

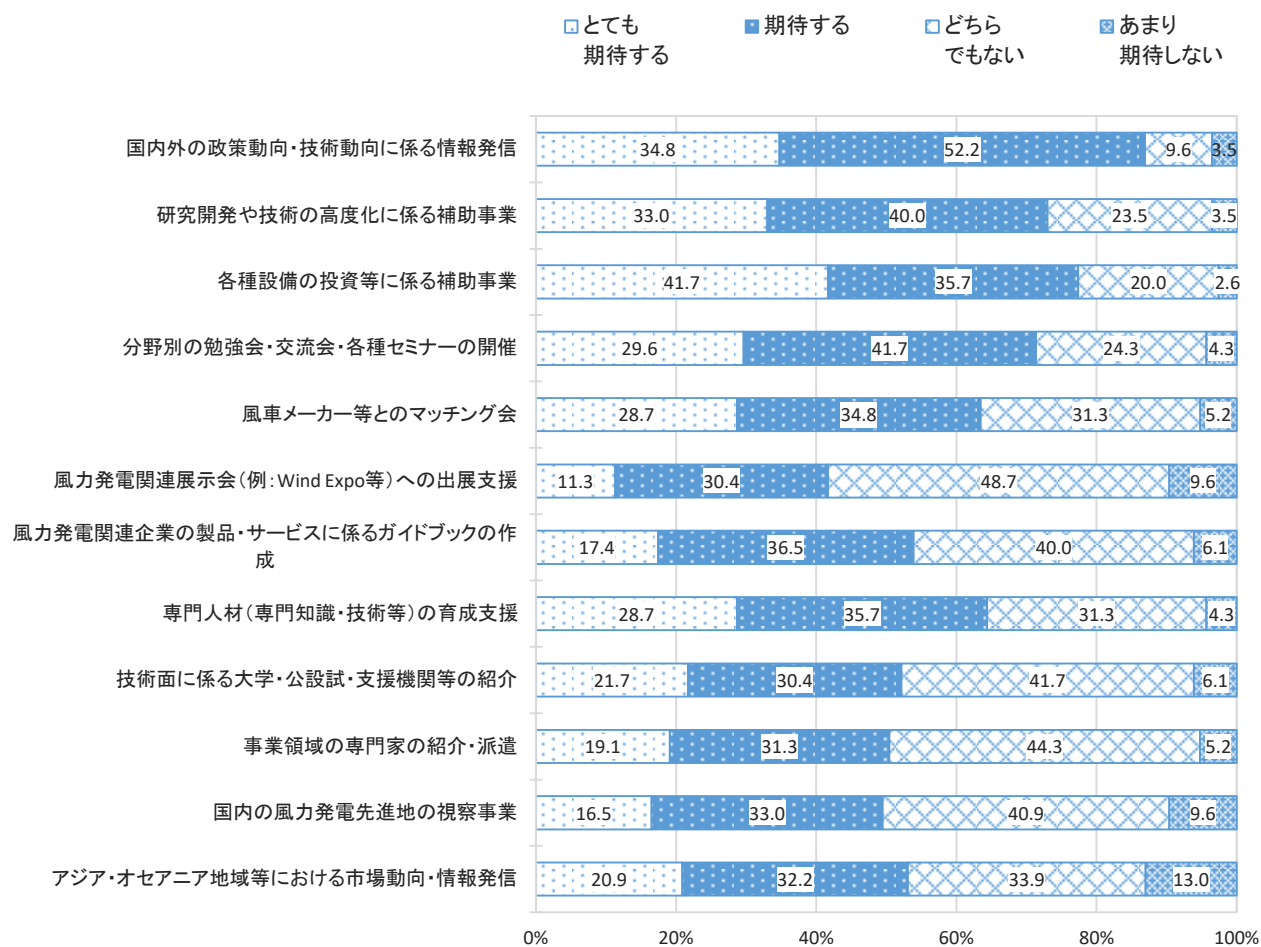
上段:度数 下段:%		風力発電 産業の政 策動向 (国内 外)に係る 情報不足	風力発電 産業に係る 技術動向 や専門性 及びそれら に係る情報 不足	風力発電 市場の業 界構造の理 解や自 社の参入 可能性があ る分野の検 討・特定	市場参入 に必要な生 産設備・人 材等の確 保及びそれ らに係る事 業計画立 案・資金調 達	発電事業 者や大手 メーカーな どサプライ ヤーとのネ ットワーク 不足	風力発電 産業特有 の業界規 格や品質 面への対応	現状ロット の少なさ・ 価格設定 が引き合 わない	風力関連 部品の大 型化に対 して生産 設備や生 産施設の 対応が追 いつかない	(海外メ ーカーと の場合) 語学 力やコ ミュニ ケーション 上のハ ードル が高い	風力発電 産業の将 来性(意 義・成 長性、 国内 外)に 係る 見通 しの不 明瞭さ
参 入 状 況	風力発電産業に参入済み	7 16.3	6 14.0	2 4.7	16 37.2	9 20.9	7 16.3	12 27.9	10 23.3	5 11.6	12 27.9
	風力発電産業から撤退済み	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	2 40.0	1 20.0	1 20.0
	取引先を介して風力発電産業(陸上又は洋上)に参入している可能性がある	2 10.5	4 21.1	3 15.8	1 5.3	2 10.5	4 21.1	2 10.5	1 5.3	2 10.5	4 21.1
	今後の参入を検討している	6 25.0	8 33.3	6 25.0	6 25.0	8 33.3	5 20.8	4 16.7	4 16.7	5 20.8	4 16.7
	関心はあるが、参入の仕方がわからない	6 25.0	8 33.3	9 37.5	5 20.8	9 37.5	7 29.2	3 12.5	4 16.7	8 33.3	4 16.7

[注] 参入状況別に「大いに課題」と回答した件数・割合を整理したもの

⑦九州管内の風力発電産業の振興に向けて、期待される支援施策

【期待する支援施策では各種補助事業や政策・技術動向等に関する情報発信に期待】

- ・ 期待される支援施策について、「とても期待する」と回答した割合では、「各種設備の投資等に係る補助事業」や「研究開発や技術の高度化に係る補助事業」といった補助事業に関するものと、「国内外の政策動向・技術動向に係る情報発信」など情報収集に関するものが上位となっている。



[n=115]

■ 参入状況別「とても期待する」と回答した件数・割合

【参入済企業ではより詳細な海外動向等の情報提供を必要としている】

- ・ 各項目について、「とても期待する」と回答した件数を参入状況別に分析すると、参入済企業では「各種設備の投資等に係る補助事業」とともに、研究開発関連や国内外の政策動向、分野別の勉強会・交流会などが多くなっている。
- ・ 一方、未参入企業では補助事業とともに、国内外の政策動向や人材面での育成、マッチング支援など、参入に必要な入り口段階での支援を求めていることがうかがえる。

上段:度数 下段:%		国内外の 政策動向・ 技術動向 に係る情報 発信	研究開発 や技術の高 度化に係る 補助事業	各種設備 の投資等 に係る補助 事業	分野別の 勉強会・交 流会・各種 セミナーの 開催	風車メー カー等との マッチング会	風力発電 関連展示 会（例： Wind Expo等） への出展支 援	風力発電 関連企業 の製品・ サービス に係るガイ ドブックの 作成	専門人材 （専門知 識・技術 等）の育 成支援	技術面に 係る大学・ 公設試・支 援機関等 の紹介	事業領域 の専門家 の紹介・派 遣	国内の風 力発電先 進地の視 察事業	アジア・オ セア地域 等における 市場動向・ 情報発信
参 入 状 況	風力発電産業に参入 済み	15 34.9	17 39.5	24 55.8	15 34.9	9 20.9	5 11.6	7 16.3	13 30.2	9 20.9	7 16.3	8 18.6	12 27.9
	風力発電産業から撤 退済み	- -	1 20.0	1 20.0	- -	- -	- -	- -	1 20.0	1 20.0	- -	- -	- -
	取引先を介して風力 発電産業（陸上又は 洋上）に参入して いる可能性がある	6 31.6	6 31.6	5 26.3	6 31.6	7 36.8	2 10.5	4 21.1	4 21.1	5 26.3	2 10.5	2 10.5	2 10.5
	今後の参入を検討し ている	12 50.0	8 33.3	10 41.7	6 25.0	10 41.7	4 16.7	6 25.0	11 45.8	7 29.2	10 41.7	7 29.2	7 29.2
	関心はあるが、参入の 仕方がわからない	7 29.2	6 25.0	8 33.3	7 29.2	7 29.2	2 8.3	3 12.5	4 16.7	3 12.5	3 12.5	2 8.3	3 12.5

[注] 参入状況別に「とても期待する」と回答した件数・割合を整理したもの

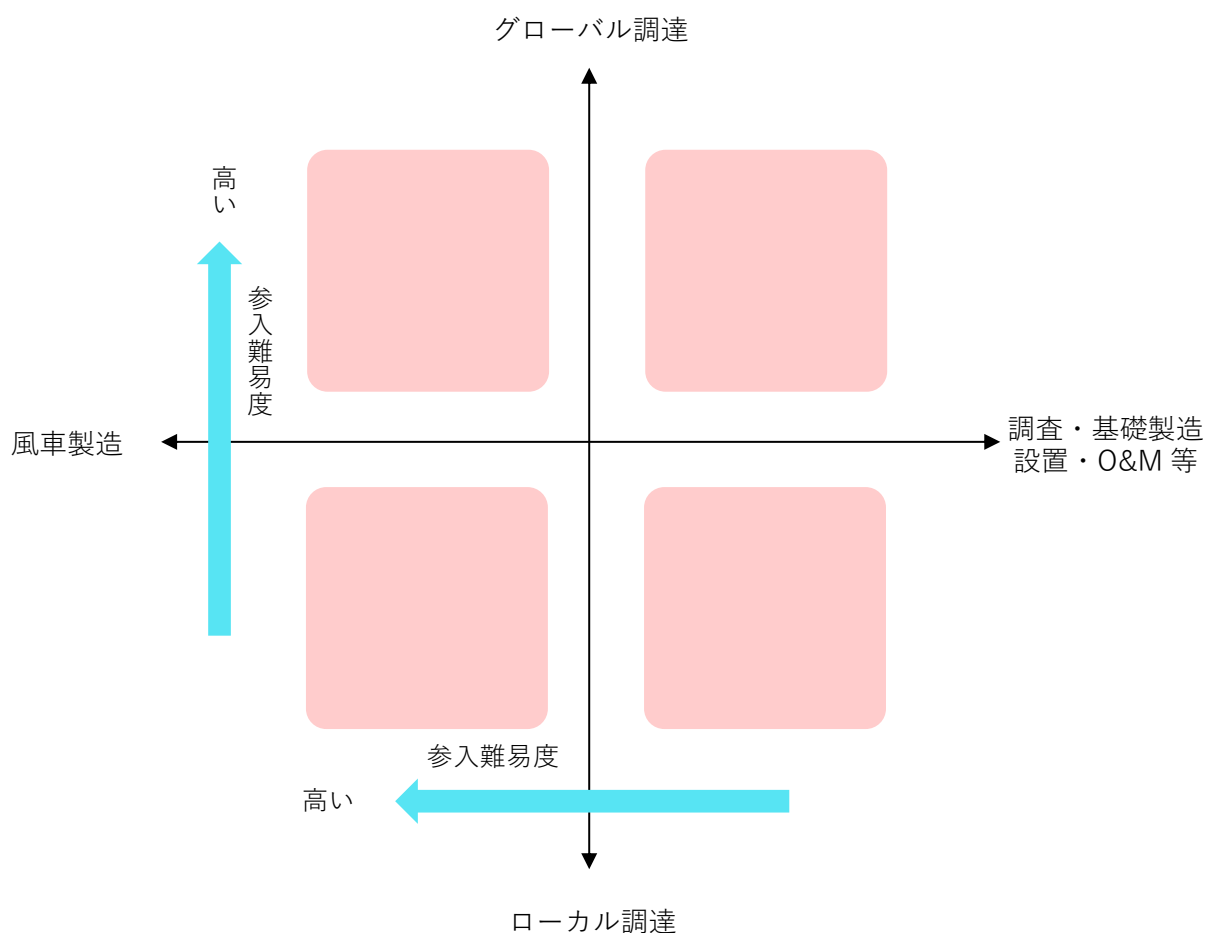
3. 地域企業による参入可能性と方策の検討

(1) 参入可能性の検討フレーム

九州管内の中小企業等における風力発電関連産業への参入可能性の検討においては、サプライチェーン上の領域をいくつかのセグメントに分類したうえで、各セグメントにおける参入課題や要件等の整理を行った。具体的には縦軸に調達エリア（グローバル調達⇔ローカル調達）、横軸に参入分野（風車製造⇔調査・基礎製造・設置・O&M等）を取り、それぞれの象限における地域企業（主に九州管内の企業）の参入可能性を分析している。

地域企業の参入可能性を検討するに当たっては、本調査を通じて実施した「九州地域の洋上風力発電に関する参入状況・意向調査（アンケート）」及び「九州管内における洋上風力関連産業の振興に向けたヒアリング調査」、文献調査等の結果を総合的に勘案している。

〔図表 4-21 参入可能性検討のフレーム（4 象限分析）〕

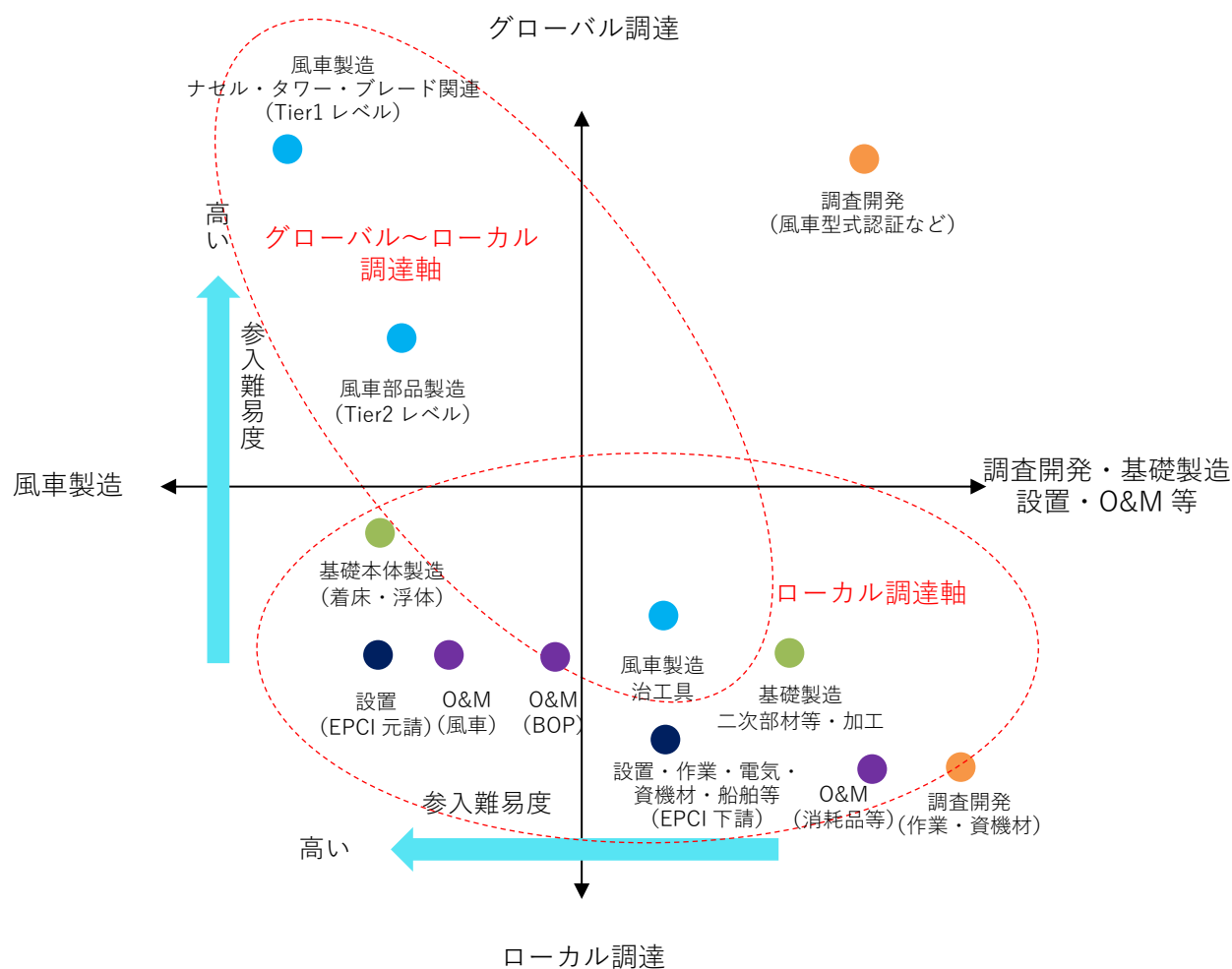


〔出所〕 「2023 年度洋上風力関連産業分野に係る標準化セミナーin 九州」 MHI ベスタスジャパン株式会社 講演資料をもとに改変

(2) 参入可能性分野のマッピング分析

参入可能性の検討フレームをふまえて、洋上発電風力発電関連産業のサプライチェーンを構成する主な参入分野をプロットすると、以下ようになる（参入分野ごとにプロットする丸印を色分け）。おおよそ2つの傾向が読み取れる。

[図表 4-22 参入可能性分野のマッピング]



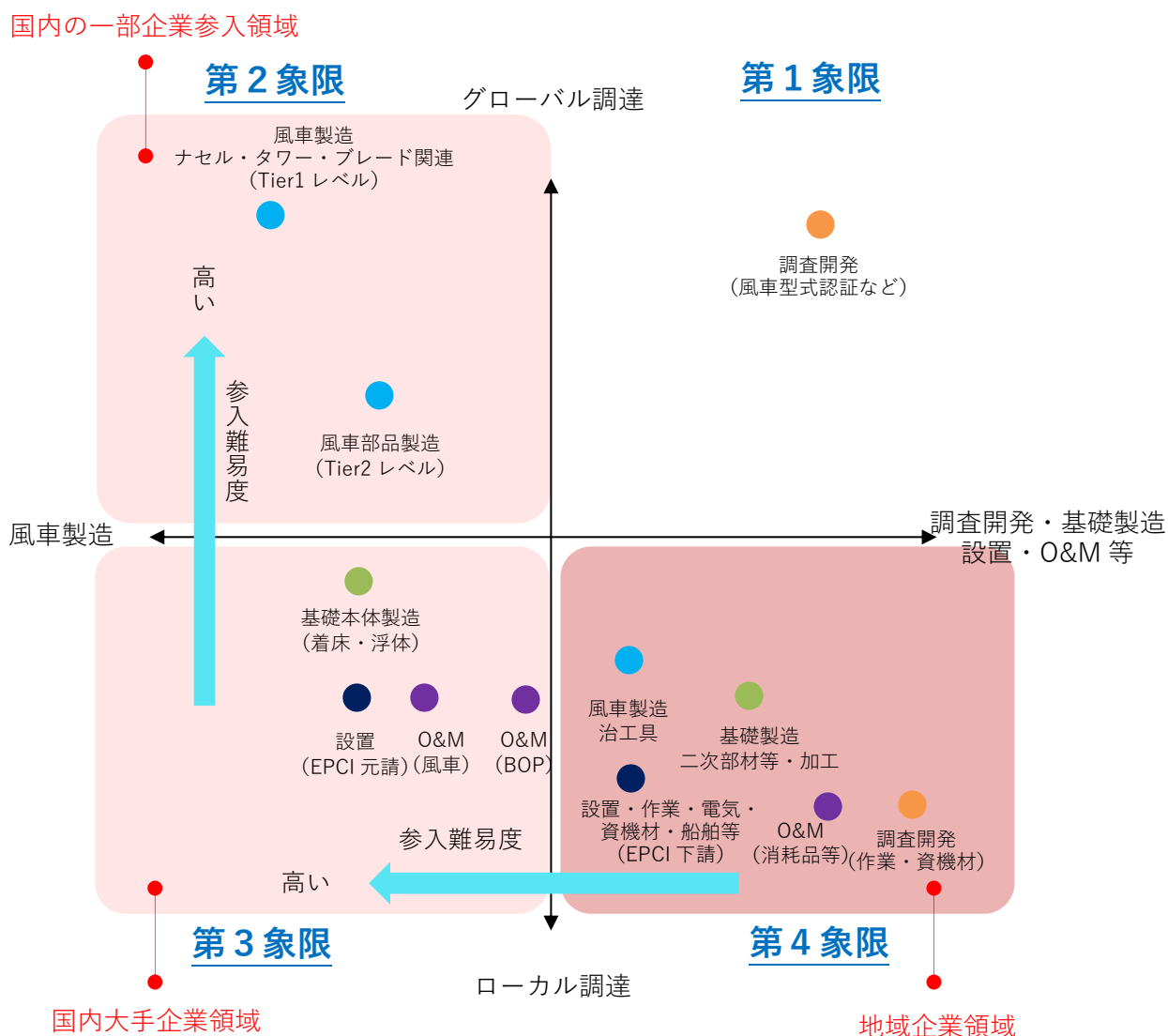
[注] 本調査の中での分析・整理であり、個別案件の契約条件等によって状況が異なる点は留意されたい

1つは風車製造については、海外風車メーカーを起点とするグローバルサプライチェーンが形成されていることから、風車本体やその構成部品、治工具等は垂直方向に延びている状況となる。サプライチェーンが国内・国外に跨って形成されており（グローバル～ローカル調達軸）、ナセル・タワー・ブレード関連といったグローバル調達品目から、風車製造治工具といったローカル調達品目まで一連のサプライチェーンが構築されている。

もう1つは、風車製造以外の分野について、一部例外はあるものの、ほぼローカル調達軸で構成されている。参入時のポジショニング（元請・下請等）による難易度の違いはあるものの、ローカル軸で完結する部分が多い領域となっている。特に、調査やO&M(消耗品等)、設置・作業等における下請参入については、ローカルでの調達が多く、参入自体の難易度は相対的に低いことが予想される。

このうち地域企業の参入可能性が高い領域は、右下の領域（第4象限）であり、国内大手企業等との連携により比較的参入が進んでいる分である。左下の領域（第3象限）は、風車製造を除いた基礎製造、設置、O&Mといった分野であり、すでに各業界の国内大手企業が活躍している領域となる。左上の領域（第2象限）は基本的にグローバルなプレイヤーが活動する領域であり、海外風車メーカーのサプライチェーンに参入する一部の国内企業の領域となる。今後の洋上風力関連産業とサプライチェーン構築に向けて、戦略的に育成を図る必要がある領域となる。

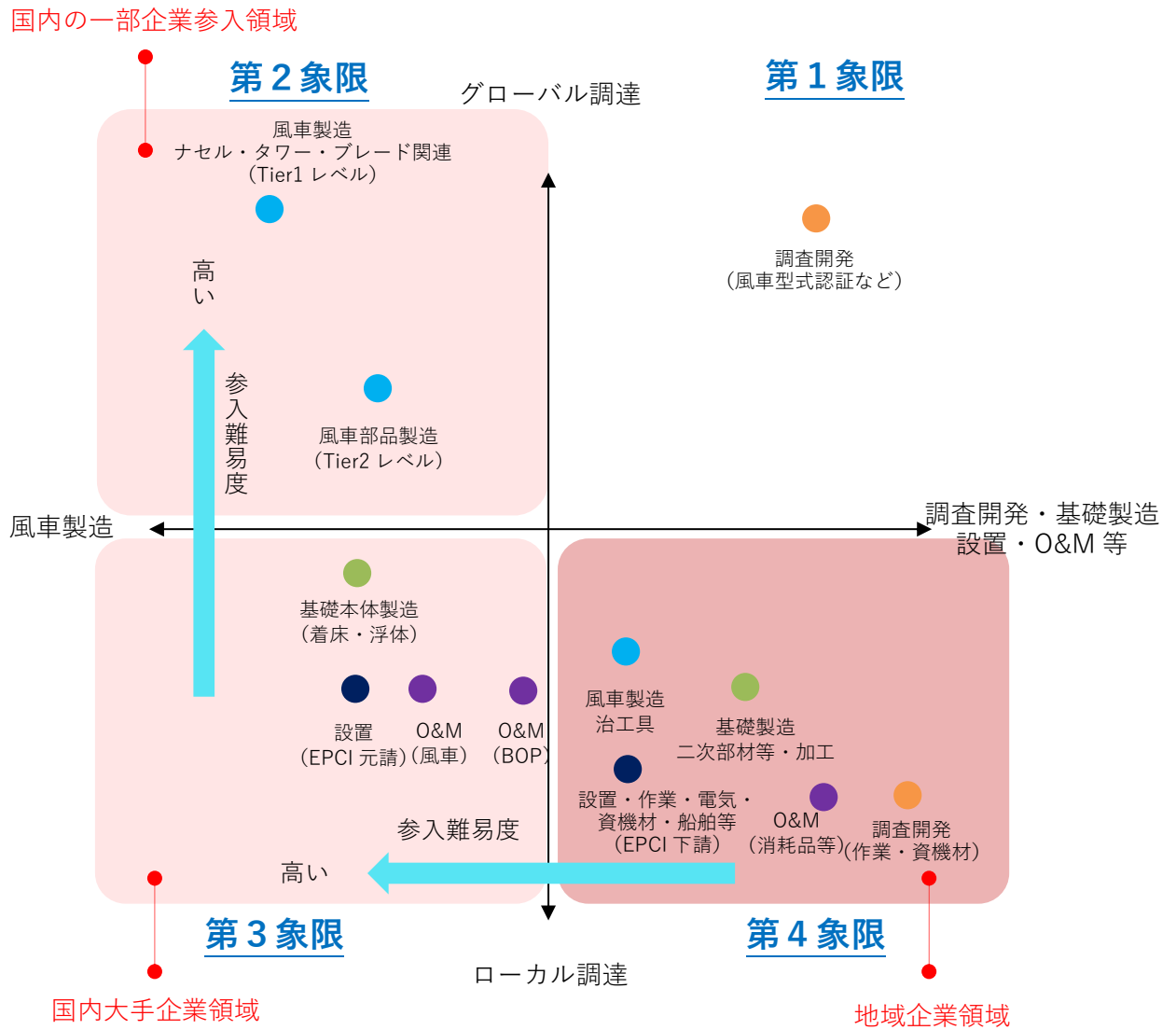
[図表 4-23 各領域の活動プレイヤー等の整理]



(3) 地域企業による参入促進に向けた方策

ここでは、前述した各領域における現状の参入状況や難易度等もふまえて、領域ごとに参入促進に向けた方策を検討する。以下の4つの象限をもとに検討を行う。

[図表 4-24 4象限での参入促進検討]



①グローバル調達×調査開発・基礎製造・設置・O&M等（第1象限）

【ポイント】

- 参入検討スパン：短期（5年程度）

※風力発電関連産業で求められる技術・サービスを有する場合

- 参入可能性企業：風力発電関連産業特有の技術・サービスを有する一部企業 など

調査開発・基礎製造・設置・O&Mについては、比較的ローカル調達が多い分野であるが、風車の型式認証など一部の領域はグローバルでの対応が求められる状況である。この領域について、日本国内では、風力発電関連産業で求められる専門的な技術等を有するごく一部の専門企業が活躍している。そのため、企業の参入はかなり限定的な領域である。

②グローバル調達×風車製造（第2象限）

【ポイント】

- 参入検討スパン：中長期（10年程度）

- 参入可能性企業：過去に日本の風車メーカーと取引があった一部企業 など

グローバル調達×風車製造の領域については、現在、欧米の風車メーカーが活躍する領域である。ナセル・タワー・ブレード関連と Tier1 レベルはもとより、それらに組み込まれる Tier2 レベルの風車部品についても、グローバル規模で部品供給が求められる領域である。現状では、参入している日本企業は大手もしくは一部の地域企業に限定されており、過去に日本の風車メーカー等との取引経験を有する企業など、参入可能性がある企業も一部に限定されることが予想される。

この領域では、欧米の風車メーカーのグローバルサプライチェーンへの対応が求められるため、風車メーカーのみならず、国内外の風車部品サプライヤーとの関係構築やネットワークを通じた情報収集など、中長期的なスパンでの参入検討が必要となる。現状では、特に地域企業にとっては参入ハードルが高い領域であるため、政策誘導も含めた参入促進策の検討が必要となる。

現状では、欧米の風車メーカーが市場におけるプレゼンスを発揮する領域ではあるが、太陽光発電産業のように、国内・欧米のメーカーが仮に撤退した後、中国メーカーが席卷する可能性が高いため、そうした可能性も見据えた我が国の風力発電政策を望む声もある。前述した台湾における風力発電政策のように、一定の政策誘導を図りながら国内調達率を高めていく必要性を指摘する声もある。

③ローカル調達×風車製造（第3象限）

【ポイント】

- 参入検討スパン：短期（5年程度）
- 参入可能性企業：関連業界の大手企業及び既存取引のある地域企業 など

ローカル調達×風車製造の領域については、基礎製造・設置・O&M等における元請け企業が活躍している部分である。国内大手のプラントエンジニアリング企業や大手ゼネコン、マリコンなどがすでに参入している領域であり、ローカル調達の要素が極めて強い分野となっている。

参入可能性としては、こうした大手企業との既存の取引関係の中で、地域企業の参入がみられる領域であり、従来からの取引の延長線上で比較的参入しやすい領域である。大手企業側も既存の取引関係を生かしやすい領域ではあるものの、風車建設地の近傍からの調達を望む分野でもあるため、基礎製造・設置・O&M等の分野における大手企業と地域企業とのマッチング促進により、地域企業の参入促進が期待される領域である。

④ローカル調達×調査開発・基礎製造・設置・O&M等（第4象限）

【ポイント】

- 参入検討スパン：短期（5年程度）
- 参入可能性企業：幅広い地域企業に参入可能性 など

ローカル調達×調査開発・基礎製造・設置・O&M等の領域については、幅広い地域企業の参入促進が期待されている分野であり、風車建設時はもとより、商業運転開始後のO&Mも含めた持続的な参入が期待される領域である。風車関連部品やサービスのみならず、各種消耗品、輸送等の物流面など様々な産業分野での参入可能性がある。

ただし、上記でみたように、風車本体においては欧米の風車メーカー、基礎製造・設置・O&M等においては国内の大手企業とのネットワークやそれらを通じた情報収集が不可欠である。そのため、今後の地域企業の参入促進に向けては、最新の市場動向だけでなく、風力発電関連産業の全体像を示すとともに、風力発電関連産業で必要な機能や、どのような使われ方をするのかという点を具体的に示しつつ、参入イメージを持ってもらうことが重要という指摘もある。

第5章 九州洋上風力関連産業サプライチェーンマップ調査

1. サプライチェーンマップの作成方法

本調査では、九州エリアを中心とした洋上風力関連技術を持つ企業を県別・工程別・部品別にマッピングし、九州地域内の有望な地域・技術が見える化するため、「九州洋上風力関連産業サプライチェーンマップ」を作成した。作成にあたっては、前述した「九州企業の洋上風力関連産業への参入状況・参入意向（アンケート調査）」において、掲載希望の企業の募集を行い、以下の基礎情報の提供を依頼した。

[図表 5-1 サプライチェーンマップ作成に当たっての取得情報]

区分	取得情報
企業情報等	企業名、所在地、洋上風力関連産業への参入状況
サプライチェーン マップへの掲載内容	参入工程 or 参入を希望する工程 関連製品・サービス等の概要

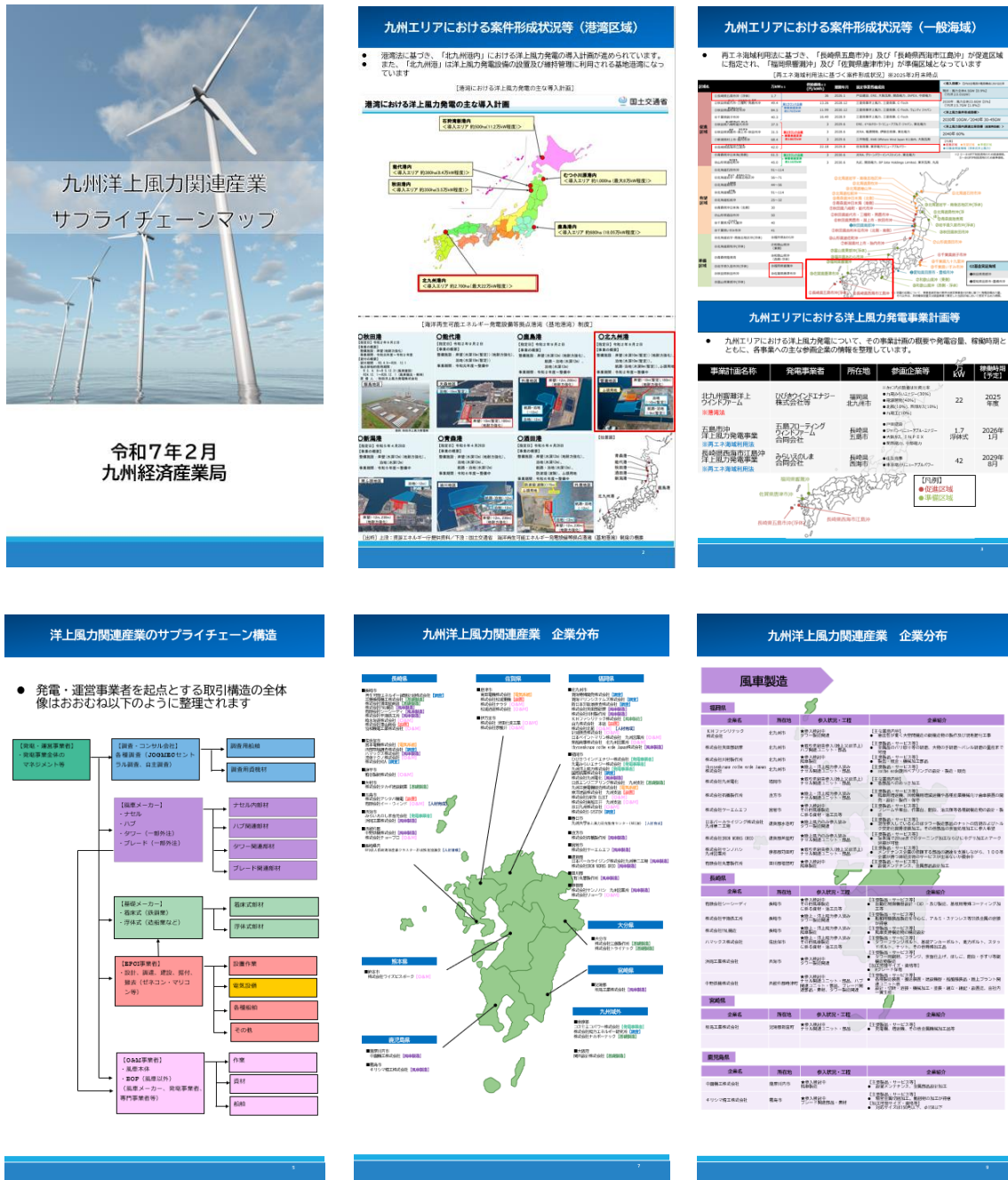
上記の情報をもとに、掲載企業を県別や工程別に整理を行ったうえで、各種マップ上へのマッピングを行った。また、マップの前半部分では、九州エリアにおける案件形成状況や洋上風力発電事業計画等といった関連情報の整理、本調査を通じて作成した洋上風力関連産業のサプライチェーン構造（概略）についても掲載している。

2. サプライチェーンマップの外観

作成したサプライチェーンの外観については、以下のとおりである。

なお、本サプライチェーンマップ本体については、九州経済産業局ホームページに掲載し、随時更新・拡充していく予定である。

〔図表 5-2 サプライチェーンマップの外観(一部抜粋)〕



第6章 九州管内におけるサプライチェーン構築に向けて

1. 九州管内における洋上風力関連産業の発展可能性

本調査全体を通じて、九州管内における洋上風力関連産業のポテンシャルは、改めて高いことが確認されたが、さらなる発展に向けては、以下の3つの視点が必要となる。

① 国内案件への対応を通じた管内の産業集積を活かした洋上風力関連産業の強化

1つ目は、目下進行中の国内における洋上風力発電案件への対応を通じて、九州管内における産業集積を活かした洋上風力関連産業の強化を図っていくことである。九州管内には、造船業、鉄鋼業、自動車関連産業や、近年活況を呈している半導体産業などが集積しており、それぞれに、業界を代表する大手企業に連なる強固なサプライチェーンが構築されている。こうした既存の産業集積の多くは洋上風力関連産業にも展開可能性があるため、その接合を図り、管内における洋上風力サプライチェーンの形成に向けた取組を進めることが必要である。また、これに伴う人材不足の課題に対しては、長崎をはじめとした各地域のトレーニング施設を最大限活用し、洋上風力関連産業に従事する人材の育成、人材の供給拠点となっていくことが期待される。

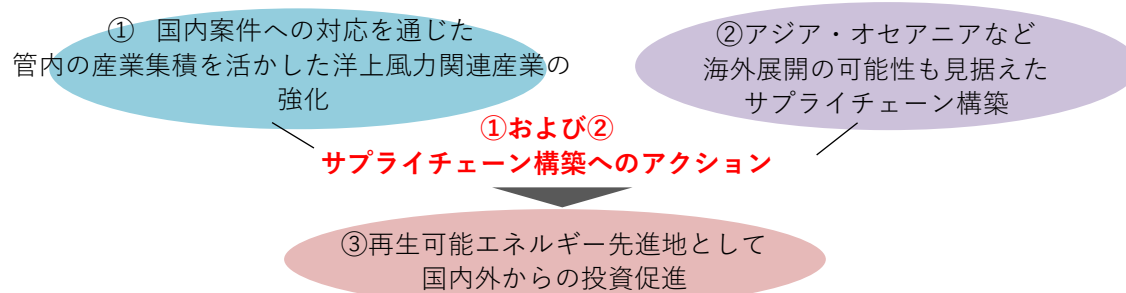
② 国内他地域との連携やアジア・オセアニアなど海外展開の可能性も見据えたサプライチェーン構築

2つ目は、国内での洋上風力発電案件への対応と、国内他地域におけるサプライチェーン構築の動きとを効果的に連携するとともに、アジア・オセアニア等の地域を念頭に、将来的な海外展開の可能性も見据えたサプライチェーン構築が必要となる。本調査の中においても、グローバルな洋上風力関連産業への参入を目指す国内大手企業や一部の地域企業による積極的なアクションが確認できたことから、こうした企業の主導のもと、九州の地域企業が広くグローバルなサプライチェーンへ参画していくことも重要となる。①と②は、ともにサプライチェーン構築に向けた取組である。

③ 再生可能エネルギー先進地としての国内外からの投資促進

3つ目は、洋上風力関連産業への取組を通じて、日本国内における再生可能エネルギー導入の先進地域として、国内外でのプレゼンスを向上させ、洋上風力関連産業を含む多様な企業の立地、GX 関連投資の促進につなげていくことも重要となる。九州管内の豊富な再生可能エネルギーをもとに、国内の再生可能エネルギーの供給拠点となることで、再エネ電源を確保したい海外企業等の投資促進につながることを期待される。

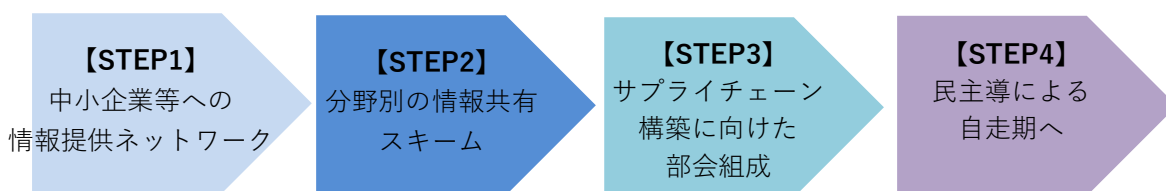
〔図表 6-1 九州管内における洋上風力発電産業の発展に向けた視点（3つ）〕



2. 九州管内での今後の展開に向けて

九州管内での今後の展開については、過年度調査である「令和4年度九州管内における洋上風力関連産業のサプライチェーン構築に向けた競争環境分析調査事業」にも記載されているように、管内におけるサプライチェーン構築への取組を着実に進めていくことが求められる。

〔図表 6-2 サプライチェーン構築に向けたステップ〕



〔出所〕九州経済産業局「令和4年度 九州管内における洋上風力発電関連産業のサプライチェーン構築に向けた競争環境分析調査事業」

現状の取組状況については、「九州洋上風力関連産業ネットワーク」の組成による企業ネットワークの構築とともに、会員企業への情報発信、参入状況や保有設備等のダイレクトリー作成、本調査を通じて作成した「九州洋上風力関連産業サプライチェーンマップ」など、多様な情報共有を図る仕組みづくりが進展している。また、令和7年2月13日から14日にかけては、「九州洋上風力発電フォーラム」及び「九州洋上風力関連産業ネットワーク分野別部会」を開催しており、同部会では通常の情報発信から一歩踏み込んだセミナー・クロージングな場での勉強会も実施している。上記から、現状ではSTEP3の入り口段階に差し掛かったタイミングといえる。

こうした現状をふまえて、今後の九州管内での取組については、以下の3軸で進めていくことが重要となる。

① 洋上風力関連産業への参入に取り組む機運の醸成

1つ目は、洋上風力関連産業のサプライチェーン参入に挑戦する地域企業等の裾野の拡大を目的とした機運の醸成である。本調査を通じたヒアリング等においては、地域企業等から洋上風力発電の案件形成のスピード感や今後の市場性に関するコメント等も多く見受けられたが、有識者や参入済み企業からは、継続的に洋上風力関連産業のサプライチェーン構築に向けた取組を行う重要性が指摘されており、今後も管内における機運醸成は重要な要素である。

機運醸成においては、サプライチェーン参入で先行する地域企業の取組事例を共有しつつ、国内他地域の取組や海外動向（特に海外におけるサプライチェーンとの関わり方）を示していくことが有効である。

このうち地域企業の取組事例については、本調査において、九州域内の先行企業の参入経緯・参入状況や今後の展望等をまとめた参入事例をとりまとめた。引き続き好事例の収集・充実を図り、幅広い参入可能性のある分野において先行事例を示していく必要がある。また、国内他地域や海外の動向については、今後、具体的な連携の在り方を探るため、今回の調査結果を踏まえた更なる深掘りを進めていくことが求められる。

これらの内容について、九州洋上風力関連産業ネットワークの活動等を通じて最新情報を提供し続けるとともに、再生可能エネルギー先進地としての九州の強みを広く情報発信し、九州の洋上風力関連産業の拠点化に向けて、九州管内の自治体等とも連携して国内外からの投資を呼び込んでいくことも重要である。

② 九州洋上風力関連産業ネットワークのさらなる拡充と質的な充実

2つ目は、九州地域における洋上風力関連産業分野への参入を加速するため、九州地域の自治体・大学等による多様な洋上風力関連産業ネットワークとの連携を図りながら、九州洋上風力関連産業ネットワークの参加会員数を増やし、拡大していくことである。洋上風力関連産業の国内先進地である北海道や、秋田県など東北地域の企業・団体等が持つ知見や経験も重要な要素であるため、九州域外も含めた先行地域との連携も必要となる。

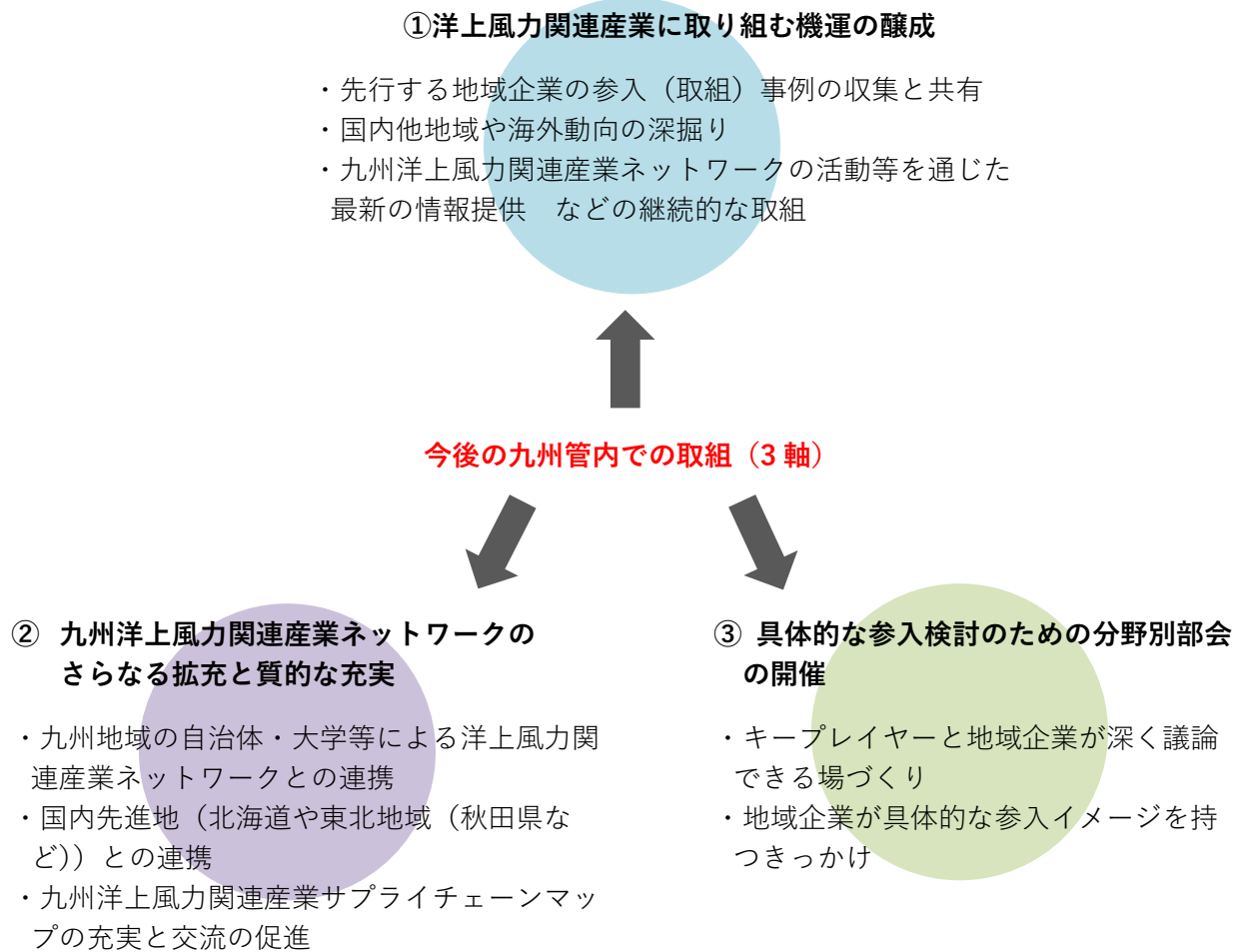
また、拡大したネットワークの質的な充実を図るため、ネットワーク内の交流を促進することも重要である。それには、参画する企業・団体等の特徴、強みやリソース等を見える化し、参加者間の連携を促進することが有効である。このため、本調査において作成した「九州洋上風力関連産業サプライチェーンマップ」について、更なる充実を図るとともに、交流の機会を創出する等して具体的な連携を促進していく。

③ 具体的な参入検討のための分野別部会の開催

3つ目は、本調査を通じて立ち上げた分野別部会（風車製造・O&M 部会・浮体式部会・着床式部会）の継続的開催である。分野別部会は、キープレイヤーと地域企業がより踏み込んだ議論、情報共有ができる場として、九州地域におけるサプライチェーン構築に向けた一手となることが期待されるものであった。部会講師企業からの声として、分野別部会を通じて、地域企業の関心事や課題感をより深く知る契機となったことが指摘されている。参加した地域企業側においても、自社の製品やサービス等について、具体的にどのような分野で参入可能性がありそうか、イメージする一助になっているとの声が寄せられている。

また、洋上風力関連産業を取り巻く環境は刻々と変化しており、参入に向けて必要な取組や取引構造は今後も大きく変化していく可能性があるため、分野別部会を継続的に実施していくことが求められている。

[図表 6-3 九州管内での今後の展開に向けて (3 軸)]



資料編

1. 文献・ホームページ情報

本調査で活用した調査レポート・文献等は、以下のとおりである。

(1) 文献・資料等

(日本語)

- ・海上保安庁「日本の領海等概念図」
- ・九州経済産業局「令和4年度 九州管内における洋上風力発電関連産業のサプライチェーン構築に向けた競争環境分析調査事業」
- ・公益財団法人日本海事センター「令和2年度洋上風力に関する動向調査」
- ・国土交通省「港湾における洋上風力の主な導入計画」
- ・国土交通省「国土交通白書 2022」
- ・国土交通省「海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾（基地港湾）制度の概要」
- ・国土交通省「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～」
- ・JETRO ビジネス短信 第8次国家電力基本計画を公布、当初予定の2年遅れ（2023年5月30日）
- ・資源エネルギー庁「再エネ海域利用法に基づく区域指定・事業者公募の流れ」
- ・資源エネルギー庁「現在の促進区域・有望な区域・準備区域の状況」
- ・自然エネルギー財団「洋上風力発電の動向世界と日本における現状 [第5版改訂版]」
- ・自然エネルギー財団「日本における洋上風力発電導入の社会経済分析」
- ・GWO・JWPA「洋上風力メンテナンス 初級技能者向けガイドライン」
- ・NEDO「再生可能エネルギー技術白書」
- ・NEDO 北京事務所「第14次5か年再生可能エネルギー発展計画の印刷配布に関する通知（翻訳）」
- ・福島洋上風力コンソーシアム「浮体式洋上風力発電導入マニュアル」
- ・浮体式洋上風力発電の海上施工等に関する官民フォーラム事務局「海外での浮体式洋上風力発電の施工事例について」
- ・BOSTON CONSULTING GROUP 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業（再生可能エネルギー分野におけるGX実現に向けた次世代太陽電池及び浮体式洋上風力に関する海外動向調査）
- ・三菱総合研究所「日本の洋上風力ポテンシャル海域」
- ・三菱総合研究所「令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（風力発電の導入拡大とサプライチェーン形成に向けた検討等のための調査）」

- ・三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング「令和 3 年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査事業（製造業の受発注マッチング促進に向けた基礎調査）調査報告書」
- ・洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」
- ・洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会「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」
- ・洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会第 1 回会合「一般社団法人日本風力発電協会資料」

（英文）

- ・ Aegir Offshore wind market fundamentals South Korea
- ・ AEMO 2022 Integrated System Plan
- ・ AEMO 2024 Integrated System Plan
- ・ Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs The Development and Prospect of Offshore Wind Energy in Taiwan
- ・ BVG Associates Guide to a Floating Offshore Wind Farm
- ・ European academy of wind energy Floating offshore wind turbines: Installation, operation, maintenance and decommissioning challenges and opportunities
- ・ FLOATING OFFSHORE IRENA WIND OUTLOOK
- ・ FLOATING WIND JOINT INDUSTRY PROGRAMME (JIP) Floating Wind JIP Phase V Summary report
- ・ IEEFA Vietnam's PDP8 Pause Is an Opportunity to Improve Market Structures
- ・ Institute of Energy Economics and Financial Analysis The Asia Pacific renewable supply chain opportunity
- ・ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Korea 2020 Energy Policy Review
- ・ GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2022
- ・ GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2023
- ・ GWEC GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2024
- ・ GWEC GWEC'S STATEMENT ON IMPLEMENTING VIETNAM'S PDP 8 TARGET AND NET ZERO COMMITMENT
- ・ PWC New Zealand Offshore Wind Industry (MARCH 2024)
- ・ VICTORIA STATE GOVERNMENT Offshore Wind Energy IMPLEMENTATION STATEMENT 2
- ・ WORLD BANK GROUP OFFSHORE WIND ROADMAP FOR VIETNAM
- ・ Wood Mackenzie "China leads global wind turbine manufacturers' market share in 2023"

(2) WEB サイト

(日本語)

- ・株式会社石橋製作所ホームページ
- ・海上保安庁ホームページ
- ・経済産業省ホームページ
- ・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ
- ・資源エネルギー庁ホームページ
- ・独立行政法人 エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) ホームページ
- ・日鉄エンジニアリング株式会社ホームページ
- ・日本風力開発株式会社ホームページ
- ・浮体式洋上風力技術研究組合ホームページ
- ・株式会社北拓ホームページ

(英文)

- ・GWEC (Global Wind Energy Council) ホームページ
- ・GLOBAL WIND ATLAS ホームページ
- ・4C Offshore ホームページ
- ・The Wind Power Wind Energy Market Intelligence ホームページ

2. アンケート調査票

九州地域の洋上風力発電に関する参入状況・各種意向調査(紙媒体)

●ご回答者様についてご記入ください。

貴社名			
所在地			
ご記入者	所属・役職		お名前
	電話番号		Eメール

I. 貴社の概要について

問1 貴事業所の概要についてご回答ください。

創業年 (西暦 or 元号で回答)	明治・大正 昭和・平成	年 or 西暦	年
資本金	円	従業員数※1	人

※1) 役員・個人事業主・家族従業員・期間の定めなく雇用しているパート・アルバイトを含む

II. 貴社の事業状況について

問2 貴社の業種は、次のどれに該当しますか。(最も年間売上高の多いもの1つに○)

1. 材料・部品【金属】(鉄鋼、非鉄金属、金属製品)	
2. 材料・部品【非金属】(化学工業、プラスチック製品、ゴム製品、窯業・土石製品)	
3. 輸送用機械器具	4. 機械器具製造【非輸送用】(一般・汎用機械、業務・生産機械、情報通信)
5. 電気・電子	6. その他の製造業()
7. ソフトウェア・システム	8. 各種調査・アセスメント
	9. 建設業
	10. 海運・船舶サービス等
11. その他(具体的に:)	

問3 貴社の主要な製品、サービスについてお聞かせください。(自由回答)

--

問4 主な生産形態は、次のどれに該当しますか。(最も当てはまるもの1つに○)

1. 自社ブランド製品の生産	2. 自社ブランド製品の生産(ファブレス)
3. 設計を含む加工・受注生産	4. 相手先仕様による加工・受注生産
5. OEM製品の加工・受注生産	6. その他(具体的に:)

III. 風力発電産業への参入状況・参入に係る課題・支援ニーズ等

問5 風力発電関連産業(洋上・陸上に拘わらず)に係る貴社の状況・関心についてお聞かせください
(最も当てはまるもの1つに○)

1. 陸上の風力発電産業にのみ参入済である	【選択肢1～5を選んだ方】 問6～8を回答後、問9へ
2. 洋上を含む風力発電産業に参入済である	
3. かつては陸上の風力発電産業にのみ参入していたが撤退した	
4. かつては洋上を含む風力発電産業に参入していたが撤退した	
5. 取引先を介して風力発電産業(陸上又は洋上)に参入している可能性がある	
6. 今後の参入を検討している	【選択肢6～7を選んだ方】 問7～8を回答後、問9へ
7. 関心はあるが、参入の仕方がわからない	
8. 風力発電産業に関心はない(⇒以上で回答終了です、ご協力をありがとうございました)	

問6 問5にて1～5を選択した方について、御社の参入状況は次のどれに該当しますか。
(当てはまるもの1つに○)

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. 研究開発段階で事業化はしていない | 2. 自社製品として事業化済である |
| 3. 取引先製品として事業化済である、または事業化済と聞いている | |
| 4. 取引先経由のため詳細は分からない | 5. その他(具体的に:) |
- ※事業化…サンプル出荷を含め取引が発生したことをいう。

問7 問5にて1～7を選択した方について、御社の参入分野(参入していると思われる分野)又は、参入を希望する分野は、次のどれに該当しますか。(該当する番号すべてに○)

分野	選択肢
調査	1. 各種アセスメント・調査(環境・調査・風況等) 2. 調査に係る各種船舶サービス
風車製造	3. ナセル関連ユニット・部品 4. ハブ関連ユニット・部品 5. 電力変換機 6. ブレード関連部品・素材 7. タワー製造関連 8. その他風車製造に係る資材・治工具等
基礎製造	9. 基礎用鋼材 10. モノパイル 11. ジャケット 12. その他基礎製造に係る資材・治工具等
電気系統	13. 各種ケーブル(陸上・海上) 14. 変電設備・関連備品
設置	15. 各種設置作業(風車・基礎・変電設備・ケーブル敷設等) 16. 設置に係る各種船舶サービス(起重機船・SEP船・小型アクセス船・警戒船等)
O&M	17. 風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る維持管理 18. 運営・維持管理に係る機材提供(無人機・無人潜水機等) 19. O&Mに係る各種船舶サービス(起重機船・SEP船・各種アクセス船等)
撤去	20. 風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る撤去作業 21. 撤去に係る各種船舶サービス(起重機船・SEP船・小型アクセス船等)

問8 風力発電産業(陸上又は洋上)への参入に際して、障害となった、または障害となっている課題についてお聞かせください。(それぞれ、当てはまるもの一つに○)

内容	大いに課題	やや課題	課題と認識していない	わからない
①風力発電産業の政策動向(国内外)に係る情報不足	1	2	3	4
②風力発電産業に係る技術動向や専門性及びそれらに係る情報不足	1	2	3	4
③風力発電市場の業界構造の理解や自社の参入可能性がある分野の検討・特定	1	2	3	4
④市場参入に必要な生産設備・人材等の確保及びそれらに係る事業計画立案・資金調達	1	2	3	4
⑤発電事業者や大手メーカーなどサプライヤーとのネットワーク不足	1	2	3	4
⑥風力発電産業特有の業界規格や品質面への対応	1	2	3	4
⑦現状ロットの少なさ・価格設定が引き合わない	1	2	3	4
⑧風力関連部品の大型化に対して生産設備や生産施設の対応が追い付かない	1	2	3	4
⑨(海外メーカーとの場合)語学力やコミュニケーション上のハードルが高い	1	2	3	4
⑩風力発電産業の将来性(意義・成長性、国内外の動向等)に係る見通しの不明瞭さ	1	2	3	4

問9 九州管内の風力発電産業の振興に向けて、期待される支援施策をお聞かせください。
(それぞれ、当てはまるもの一つに○)

内容	とても期待する	期待する	どちらでもない	あまり期待しない
①国内外の政策動向・技術動向に係る情報発信	1	2	3	4
②研究開発や技術の高度化に係る補助事業	1	2	3	4
③各種設備の投資等に係る補助事業	1	2	3	4
④分野別の勉強会・交流会・各種セミナーの開催	1	2	3	4
⑤風車メーカー等とのマッチング会	1	2	3	4
⑥風力発電関連展示会（例：Wind Expo 等）への出展支援	1	2	3	4
⑦風力発電関連企業の製品・サービスに係るガイドブックの作成	1	2	3	4
⑧専門人材（専門知識・技術等）の育成支援	1	2	3	4
⑨技術面に係る大学・公設試・支援機関等の紹介	1	2	3	4
⑩事業領域の専門家の紹介・派遣	1	2	3	4
⑪国内の風力発電先進地の視察事業	1	2	3	4

IV. 九州管内における風力発電産業のネットワーク拡充に向けて(各種意向調査)

問10 九州経済産業局では、九州地域における洋上風力関連産業のサプライチェーン構築及び関連産業の育成を図るため、九州洋上風力関連産業ネットワークによる活動を行っています。
本活動の一環として「九州洋上風力関連産業ネットワーク会員の募集」と「会員ダイレクトリーの拡充」を進めています。これら活動への関心をお聞かせください。(当てはまるもの1つに○)

※関連HP（九州経済産業局／九州洋上風力関連産業ネットワーク会員ダイレクトリーについて）

<https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/kankyo/owp/top.html>

1. 関心がある（本アンケートへの回答内容をもとに、会員登録の依頼をさせて頂く場合がございます）
2. 特段関心はない

問11 今年度、九州経済産業局では、九州地域における洋上風力関連産業のサプライチェーン構築に向けて風力発電産業に参入中、又は参入を希望する企業情報をマッピングした「(仮称)九州洋上風力サプライチェーンマップ」の作成を予定しています。本マップへの掲載意向をお聞かせください。
(当てはまるもの1つに○)

※作成イメージ（九州経済産業局／九州半導体関連企業サプライチェーンマップ P5～16）

https://www.kyushu.meti.go.jp/report/2205/220519_1_1.pdf

1. 掲載を希望する（⇒問13以降、掲載する情報についてご回答をお願いします）
2. 希望しない（⇒以上で回答終了です、ご協力をありがとうございました）

問 12 「(仮称)九州洋上風力サプライチェーンマップ」への掲載内容について、貴社の参入（又は参入可能性のある）工程を教えてください（最も売上が大きいもの or 希望領域1つに○）

分野	選択肢
調査	1. 各種アセスメント・調査（環境・調査・風況等） 2. 調査に係る各種船舶サービス
風車製造	3. ナセル関連ユニット・部品 4. ハブ関連ユニット・部品 5. 電力変換機 6. ブレード関連部品・素材 7. タワー製造関連 8. その他風車製造に係る資材・治工具等
基礎製造	9. 基礎用鋼材 10. モノパイル 11. ジャケット 12. その他基礎製造に係る資材・治工具等
電気系統	13. 各種ケーブル（陸上・海上） 14. 変電設備・関連備品
設置	15. 各種設置作業（風車・基礎・変電設備・ケーブル敷設等） 16. 設置に係る各種船舶サービス（起重機船・SEP 船・小型アクセス船・警戒船等）
O&M	17. 風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る維持管理 18. 運営・維持管理に係る機材提供（無人機・無人潜水機等） 19. O&Mに係る各種船舶サービス（起重機船・SEP 船・各種アクセス船等）
撤去	20. 風車・基礎・変電設備・ケーブル等に係る撤去作業 21. 撤去に係る各種船舶サービス（起重機船・SEP 船・小型アクセス船等）

問 13 上記で回答した工程のうち、貴社（又は貴社事業所）の所在地と関連製品・サービス等の概要を教えてください（※ご記載頂いた内容をそのまま掲載いたします）

項目	回答欄
①貴社（又は貴社事業所）の所在地 ※自治体名まで必ず記載	【記入方法】福岡県福岡市
②関連製品・サービス等の概要 ※最大 50 字程度まで	

★お忙しいところご協力いただき、誠にありがとうございました。

※問 10～問 13 をご回答いただいた方は、冒頭の回答者情報を必ずご記入をお願いします。

※ご回答いただきました方に、追加のヒアリングのお願いをさせていただく場合がございます。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名
令和 6 年度 九州地域における洋上風力関連産業分野のサプライチェーン拡大を通じた再エネ基盤のレジリエンス強化・エネルギーの安定供給に向けた調査事業

委託事業名
令和 6 年度 九州地域における洋上風力関連産業分野のサプライチェーン拡大を通じた再エネ基盤のレジリエンス強化・エネルギーの安定供給に向けた調査事業

受注事業者名
アルパック㈱地域計画建築研究所

頁	図表番号	タイトル
3	図表1-1	風力発電設備の新規導入推移（2000年代以降）
4	図表1-2	洋上風力発電設備の新規導入予測（2031年まで）
4	図表1-3	浮体式洋上風力発電の導入予測（2032年まで）
5	図表1-4	地域別 洋上風力発電の累積導入見通し（2023-2033年）
5	図表1-5	地域別 浮体式洋上風力発電の累積導入見通し（2023-2033年）
6	図表1-6	GOWAの概要整理、下段マップ
11	図表1-11	洋上風力発電設備のポテンシャル分布
12	図表1-12	着床式ポテンシャル海域(2050年：船舶航行密度考慮後)
13	図表1-13	浮体式ポテンシャル海域(2050年：船舶航行密度考慮後)
14	図表2-1	中国本土における風況マップ
15	図表2-2	中国本土でのプロジェクト組成状況（2022年まで）
21	図表2-9	台湾周辺における風況とプロジェクトマップ
25	図表2-15	韓国における風況とプロジェクトマップ
27	図表2-18	韓国における送電系統図
30	図表2-22	ベトナムにおける風況とプロジェクトマップ
32	図表2-25	GWEC 第8次国家電力開発基本計画（PDP8）の実現に向けた諸課題
35	図表2-29	シナリオ別における導入シミュレーション
36	図表2-30	低成長シナリオにおける導入予測
36	図表2-31	高成長シナリオにおける導入予測
37	図表2-33	市場トレンド等による形態別のLCOE予測
39	図表2-35	オーストラリアにおける風況とプロジェクトマップ
40	図表2-38	南部地域における再エネゾーン（41地域）
42	図表2-40	南部ビクトリア州 洋上風力発電開発区域
43	図表2-41	電力系統の最適化プロジェクト（南部地域）
46	図表2-45	ニュージーランドの風況等

(様式2)

47	図表2-46	ニュージーランドにおける洋上風力発電計画
48	図表2-47	ニュージーランドにおける洋上風力発電コスト予測
49	図表3-1	洋上風力発電設備の類型（浮体式と着床式）
50	図表3-2	風力発電設備の大型化の推移（浮体式と着床式）
52	図表3-4	2023年時点 洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア 上位15件
53	図表3-5	2023年時点 洋上風力発電設備（風車タービン）の市場シェア（※中国系除く）
57	図表3-10	風車メンテナンスに必要な技能・知見（3つの分類）
58	図表3-11	洋上風力発電の導入の流れ（浮体式）
59	図表3-12	浮体式洋上風力発電の諸類型と比較
64	図表3-18	浮体式基礎に関わる特許を保有する上位10企業
74	図表3-27	着床式洋上風力発電におけるコスト構造（LCOE比較）
74	図表3-28	浮体式洋上風力発電におけるコスト構造（LCOE比較）
84	写真	増速機(株式会社石橋製作所HP)
94	写真	着床式基礎ジャケット（日鉄エンジニアリング株式会社HP）
102	写真	SEP船を活用した洋上での風車組立（ひびきウインドエナジー株式会社HP）
112	写真	保守点検作業（株式会社北拓HP）