# 日本の洋上風力の産業化に向けた人材育成の現状と課題
## －ダイヤモンドモデルの視点に基づいて－

北　嶋　　守

### 1. はじめに

経済産業省と国土交通省は，洋上風力発電の導入拡大に加えて，関連産業の競争力強化，国内産業集積，インフラ環境整備などの相互の「好循環」を実現するため，2020 年 7 月に「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」を設置し，同年 12 月に「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」を策定した．このビジョンでは，2030 年までに 10GW，2040 年までに 30～45GW の案件を形成する目標値が掲げられている [1)]．しかしながら，現在，日本の洋上風力産業のためのサプライチェーンの構築は未だ途上にあり，さらに洋上風力は裾野が広く新たな牽引産業になる可能性が高いにも関わらず，その産業化に必要とされる多様な人材の育成も遅れている．

そこで，本研究では，第一に，洋上風力を産業研究の視点から考察している先行研究のレビューに基づいて本研究の目的を示す．第二に，日本の洋上風力の普及促進に影響を与えている 4 つの要因を指摘する．第三に，洋上風力の基礎構造及び種類を説明した上で，着床式洋上風力におけるサプライチェーンの構成要素及び国内調達率を示す．第四に，日本の洋上風力の人材育成への取り組み状況及び業務分野別の必要人材数などを踏まえて，日本の洋上風力の産業化に向けた人材育成の課題について，Porter のダイヤモンドモデルに基づいて考察する．

### 2. 先行研究レビュー

主に洋上風力の産業化に関連した先行研究については，明石（2015）による浮体式洋上風力発電の普及課題に関する資料，迫田ほか（2016）による五島市における浮体式洋上風力発電の拡大と地域活性化に関する研究，上代（2020）による長崎県内での現地調査と欧州の洋上風力発電からの示唆に基づく制度整備に関する研究，北嶋（2021）による日本における洋上風力産業クラスター形成の現状と可能性に関する研究，井上（2022）による洋上風力発電の普及可能性に関する研究，北嶋（2023）による洋上風力を日本の牽引産業にするための条件に関する研究，山口ほか（2024）による秋田県を事例とした洋上風力発電をめぐる地域社会の移行課題に関する研究などがある．

一方，洋上風力の人材育成に関連した提言やレポートについては，寺澤（2022）による洋上風力官民協議会と人材育成策に関するレポート，幸寺（2022）による洋上風力政策と人材育成の重要性に関するレポート，森田（2022）による長崎県の洋上風力人材育成に関するレポート，柿木・牛房（2022）による北九州市の洋上風力人材育成に関するレポートなどがある．

しかしながら，現在，促進地域を中心に進められている日本の洋上風力の産業化に必要とされる人材育成の現状と課題を分析的に考察した研究については未発展である．そこで，本研究では，上記の先行研究の成果を踏まえながら，「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」の策定以降，促進地域において再エネ海域利用法に基づく洋上風力発電の事業化が俄かに開始され，現在，その黎明期にあるとされる日本の洋上風力の産業化に向けた人材育成の課題について，ダイヤモンドモデルの視

点から考察する．

## 3. 日本の洋上風力普及促進の 4 つの要因

本節では，近年，日本における洋上風力の普及促進が加速し始めている要因について，第一に，諸外国の政府目標要因，第二に，諸外国のコスト低減要因，第三に，経済波及効果要因，第四に，日本の政策パラダイム転換要因，以上の 4 つの影響要因について説明する．

### 3.1　諸外国の政府目標要因

第一に，日本に先立ち諸外国では，特に欧州を中心に洋上風力の導入拡大が期待されていることが，近年の日本の洋上風力の普及に影響を与えているものと考えられる．具体的には，図表 1 に示すように，諸外国では洋上風力発電の政府目標発電量が掲げられている．こうした諸外国の目標値の発表を受けて，四方を海で囲まれ豊富な発電量が期待される日本においても洋上風力発電の可能性が急速に高まったものと推察される [2)]．

### 3.2　諸外国のコスト低減要因

第二に，図表 2 に示すように，先行する欧州では，遠浅の北海を中心に落札額が 10 円 /kW を切る事例や市場価格（補助金ゼロ）の事例等が登場し洋上風力発電のコスト低減が進展したことが，日本の洋上風力政策にも影響を与えたものと推察される．特にオランダでは 2018 年以降に「補助金ゼロ」で落札されるプロジェクトが出ており，2020 年にはオランダ Hollandse Kust Noord V の案件が Shell New Energies & Eneco により「補助金ゼロ」で落札されている [3)]．

### 3.3　経済波及効果要因

第三に，経済波及効果要因については，洋上風力発電設備は，部品数が約 1～2 万点に上るため関連産業への波及効果が大きく，地域産業の活性化の核になる可能性が高い．例えば，デンマークの港湾都市，エスビアウ港は，1970 年代から海底油田・ガス開発の拠点として利用されていたが，2000 年代からは洋上風力発電の組立・積出，運用・維持管理の拠点として利用が進んだ港として知られている．

また，浮体式も含めた洋上風力の普及に積極的なイギリスでは，洋上風力関連業界の雇用が既に 32,000 人に達しており，新しい大規模な洋上風力発電所ごとに 20 億～30 億ポンドが投資されている．さらに，雇用は 2030 年までに 10 万人以上に増加するものと予想されており，新たな洋上風力発電プロジェクトへの投資は 2040 年までにイギリスに最大 920 億ポンド相当の経済的機会を生み出すとされている [4)]．

**図表 1　洋上風力発電の各国政府目標（2023 年時点）**

| 地域/国 | 目標発電量 | 達成時期 |
|---|---|---|
| EU | 60GW<br>300GW | 2030 年<br>2050年 |
| ドイツ | 30GW<br>70GW | 2030 年<br>2045 年 |
| アメリア | 30GW<br>50GW | 2030 年<br>2040 年 |
| 中 国 | 112GW | 2040年 |
| 台 湾 | 5. 6GW<br>40～50GW | 2025 年<br>2050 年 |
| 韓 国 | 12GW<br>25GW | 2030 年<br>2040 年 |

出所：経済産業省（2024）より作成.

**図表２　欧州におけるコスト競争力のある電源の登場**

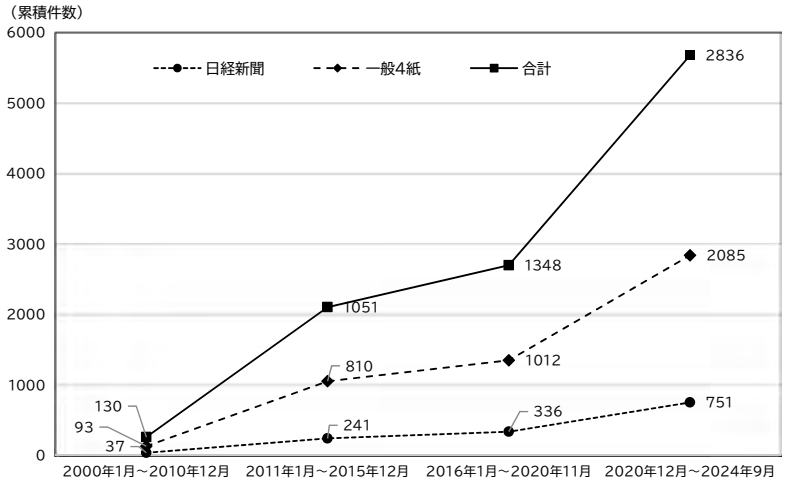
| 国 | プロジェクト名 | 価格<br>€=131.4 円<br>£=155 円<br>※2021 年平均相場 | 運転開始年 |
|---|---|---|---|
| オランダ | The Princess Amalia<br><br>Borssele Ⅲ+Ⅳ | 200EUR/MWh<br>（26 円/kWh）<br>↓<br>54.49EUR/MWh<br>（7.1 円/kWh） | 2008年<br>↓<br>2021 年 |
| オランダ | Hokkandse Kust<br>Noord Ⅴ | 市場価格<br>（補助金ゼロ） | 2023年 |
| オランダ | Hollande Kust<br>Zuid 3 ＆ 4 | 市場価格<br>（補助金ゼロ） | 2023 年 |
| イギリス | Sofia | 44.99EUR/MWh<br>（5.9 円/kWh） | 2024 年 |
| イギリス | Doggerbank<br>Creyke Beck A | 44.99EUR/MWh<br>（5.9 円/kWh） | 2024 年 |
| フランス | Dunkirk | 44EUR/MWh<br>（5.8 円/kWh） | 2026 年 |
| イギリス | Hornsea3,4 | 37.35 ポンド/MWh<br>（5.7 円/kWh） | 2027 年 |

出所：前掲図表と同じ.

### 3.4　日本の政策パラダイム転換要因

第四に，2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う福島第一原子力発電所事故による大規模な地震災害，所謂，東日本大震災の発生は，日本のエネルギー政策のあり方に大きな影響を与え，パラダイム転換をもたらした．図表 3 は，「日経テレコン」を用いて日本経済新聞（朝刊），朝日新聞，読売新聞，毎日新聞及び産経新聞の 5 紙を対象に「洋上風力」で記事検索を行った結果である．この図表から明らかなように，東日本大震災の発生時期が含まれる 2011 年 1 月から 2015 年 12 月の期間に「洋上風力」に関する記事の累積件数は増加傾向を示し，2000 年 1 月から 2010 年 12 月までの時期と比較すると全体で約 8 倍に増加している．さらに，「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」が策定された 2020 年 12 月以降には再び急増し，その累積件数は 2000 年 1 月から 2010 年 12 月までの時期の 21.8 倍にまで拡大している．このように，東日本大震災を契機に日本でも再生可能エネルギーの重要性が高まり，その中でも特に大規模電源（ベースロード電源）としての可能性が高い洋上風力発電を新たな成長産業として位置づけた「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）」が策定されたことにより，近年，日本の着床式洋上風力の建設に向けた具体的な取り組みが全国各地で加速しているものと推察される．

図表 3 「洋上風力」の記事検索結果（累積件数）の推移




出所：「日経テレコン」の結果に基づいて筆者作成

## 4. 洋上風力の基礎構造，サプライチェーン及び LCOE 比率

### 4.1 洋上風力の種類と基礎構造

現在，世界的に建設が進んでいる洋上風力は「着床式」と呼ばれるタイプで，欧米では既にこの「着床式」の技術が確立されている．そのため日本の洋上風力においても第一段階として，海外製の「着床式」による洋上風力の建設が秋田県，千葉県などの「促進区域」において進められている．一方，日本周辺の沿岸海域は水深が急に深くなるといった地形的な特徴を持っているため，日本の洋上風力では「浮体式」と呼ばれるタイプが有効とされている（洋上風力の水深別の「着床式」と「浮体式」の基礎構造と種類については，図表 4 を参照）．

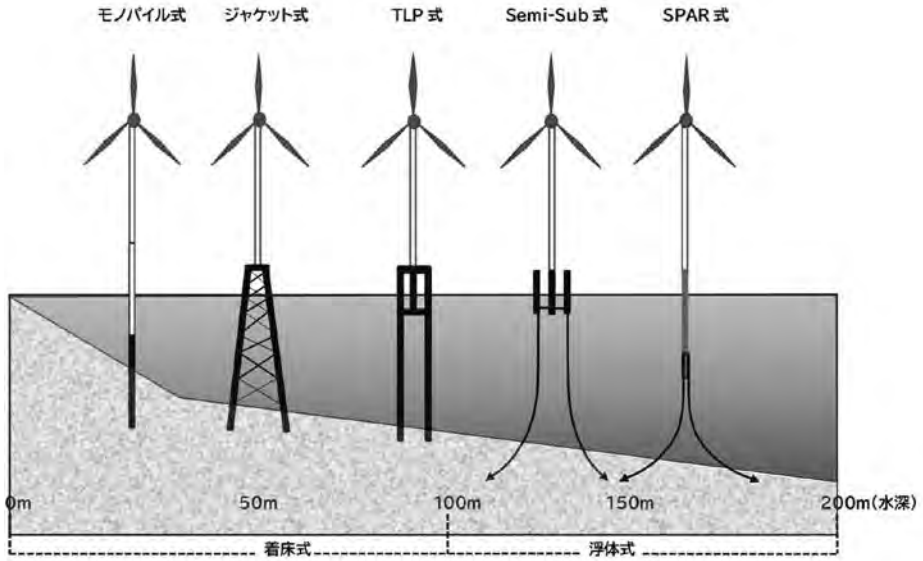
そのため将来的には着床式洋上風力の風車事業から撤退している日本メーカーの参入も期待されており，浮体式洋上風力の機運も徐々に高まってきている．例えば，新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では 2024 年度に浮体式洋上風力の実証事業や技術開発に関する研究テーマを採択した．また，浮体式洋上風力の技術開発を目指す業界団体「浮体式洋上風力技術研究組合」（FLOWRA）が 2024 年 3 月に発足している [5]．

### 4.2 着床式洋上風力のサプライチェーンの構成要素

しかしながら，既述したように，現在，日本の洋上風力は漸く着床式洋上風力が黎明期を迎えたばかりであり，その産業化に向けたサプライチェーンの構築は未だ途上にあると言わざるを得ない．では，着床式洋上風力に必要とされるサプライチェーンの構築に必要な構成要素にはどのようなものがあるのだろうか．そこでサプライチェーンの構成要素を体系化してみると図表 5 のようになる．

着床式洋上風力は陸上風力と異なり，その建設及びメンテナンス等には多種多様な企業の参入が必要となる [6]．図表 5 に示したように，着床式洋上風力では，調査開発，風車製造，基礎構造，電気系統，設置，O&M（オペレーション及びメンテナンス），及び撤去などに関わる多くの企業が必要となる．さらに洋上での設置作業，運用・維持，撤去等には，起重機船，SEP 船，ケーブル敷設船，CTV，SOV，警戒船といった多様な船舶が必要となるため，洋上風力産業は造船業や運航会社にとっても新たなビジネス領域として期待されている．

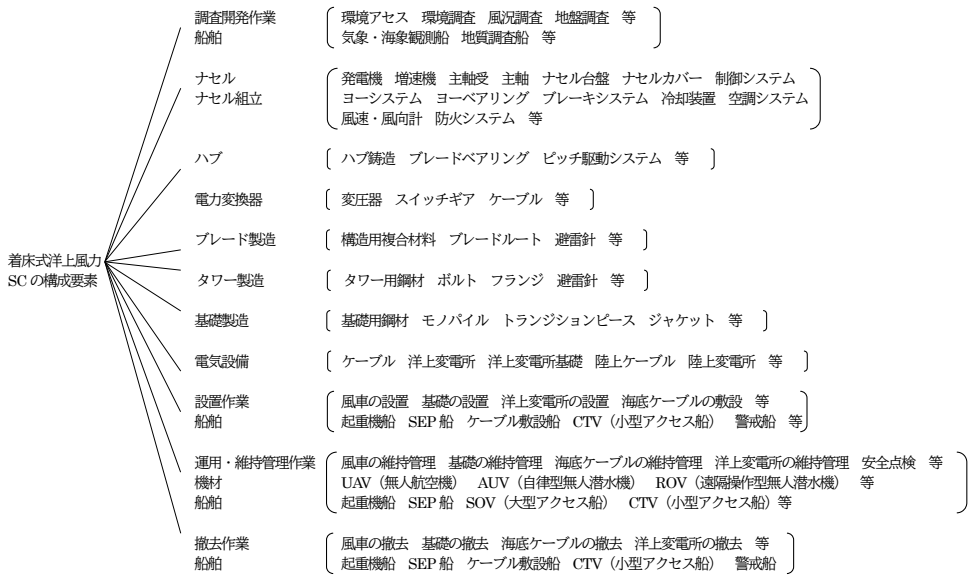
**図表 4　水深別の洋上風力発電の基礎構造の種類**




補足：モノパイル式：水深 30m 未満，1 本杭を打設して基礎を構築，欧州洋上風力の大半がこのタイプ．ジャケット式：水深 30～50m，基礎にモノパイル式よりも頑丈で構造が複雑な鋼管トラス構造を使用．Semi-Sub 式・SPAR 式（浮体式）：水深 50m 超，風車の下に設置した縦長の大型ブイ等の構造物を海底に係留．以上は，三井住友銀行（2018）p.10 を参考に記載.

出所：堺（2013）を参考に筆者作成.

**図表 5　着床式洋上風力におけるサプライチェーンの構成要素**




補足：SEP 船（Self Elevating Platform）：自己昇降式作業台船，CTV（Crew Transfer Vessel）：洋上風力目的特化型交通船，SOV（Service Operation Vessel）：洋上風力保守管理専用作業船.

出所：経済産業省・国土交通省（2020）を参考に筆者作成.

### 4.3　洋上風力のカテゴリー別 LCOE 比率

日本政府は 2040 年までに「洋上風力の国内調達比率 60％」という目標を掲げている．そこで，着床式洋上風力サプライチェーンのカテゴリー別の LCOE（均等化発電原価：Levelized Cost OF Electricity）比率を示すと図表 6 のようになる．この図表から明らかなように，サプライチェーンのカテゴリー別では風車製造の LCOE 比率は全体の 2 割程度を示しているものの，最も比率が高いのは O&M（オペレーション及びメンテナンス）の 3 割強である．また，設置も 1 割強とある程度の比率を示している．そのため，2040 年までに国内調達率 60％を達成するためには，風車製造だけでなく，O&M や設置に関わる国内企業の参入及び人材育成が重要となる．

## 5.　洋上風力の産業化に向けた人材育成の現状と課題

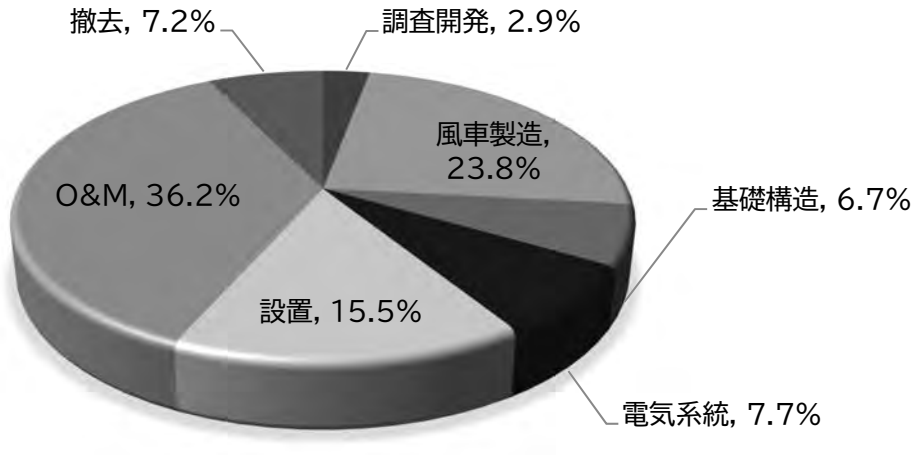
### 5.1　洋上風力の保守管理のための訓練施設

上述したように，2040 年までに国内調達率 60％を実現する上で LCOE 比率が 36.2％と最も高くなっているカテゴリーは O&M（オペレーション及びメンテナンス）である．そのため 2024 年から日本国内では洋上風力の保守管理要員を養成するための訓練施設の開所や建設が積極化している [7]．しかしながら，現在，国内の着床式洋上風力は一部で商業運転が開始されたばかりであるため，2030 年に見込まれる本格導入に向けて修繕や故障に対応できる人材の育成は急務である．なお，図表 7 は 2024 年に開所した主な洋上風力発電の訓練施設（予定を含む）である．

### 5.2　洋上風力の業務分野別の必要人材数

一方，図表 6 に示したように，風車製造と設置の LCOE 比率を合計すると全体の 4 割近くを占めることから，これらの人材育成も日本の洋上風力の産業化にとって重要である．そこで，（一社）日本風力発電協会（JWPA）では，洋上風力のライフサイクルを踏まえた業務分野別に必要な人材数の推計を実施している．その結果を示すと図表 8 のようになる [9]．この図表が示すように，業務分野別に見ると，製造分野では 2040 年にかけて

図表 6　洋上風力サプライチェーンのカテゴリー別 LCOE 比率




注　：LCOE（Levelized Cost Of Electricity，均等化発電原価）とは，発電にかかる費用を総合的に評価する指標で発電所の建設から廃棄まで発電に必要な全てのコストの合計を発電所の生涯発電量の想定値で割ったもので，図中の数値は，BVGassociates（2019）より三菱総合研究所が算出したものである．

出所：経済産業省・国土交通省（2020）p.17 に基づいて筆者作成．

**図表７　2024 年に開所した主な洋上風力発電の訓練施設（予定を含む）**

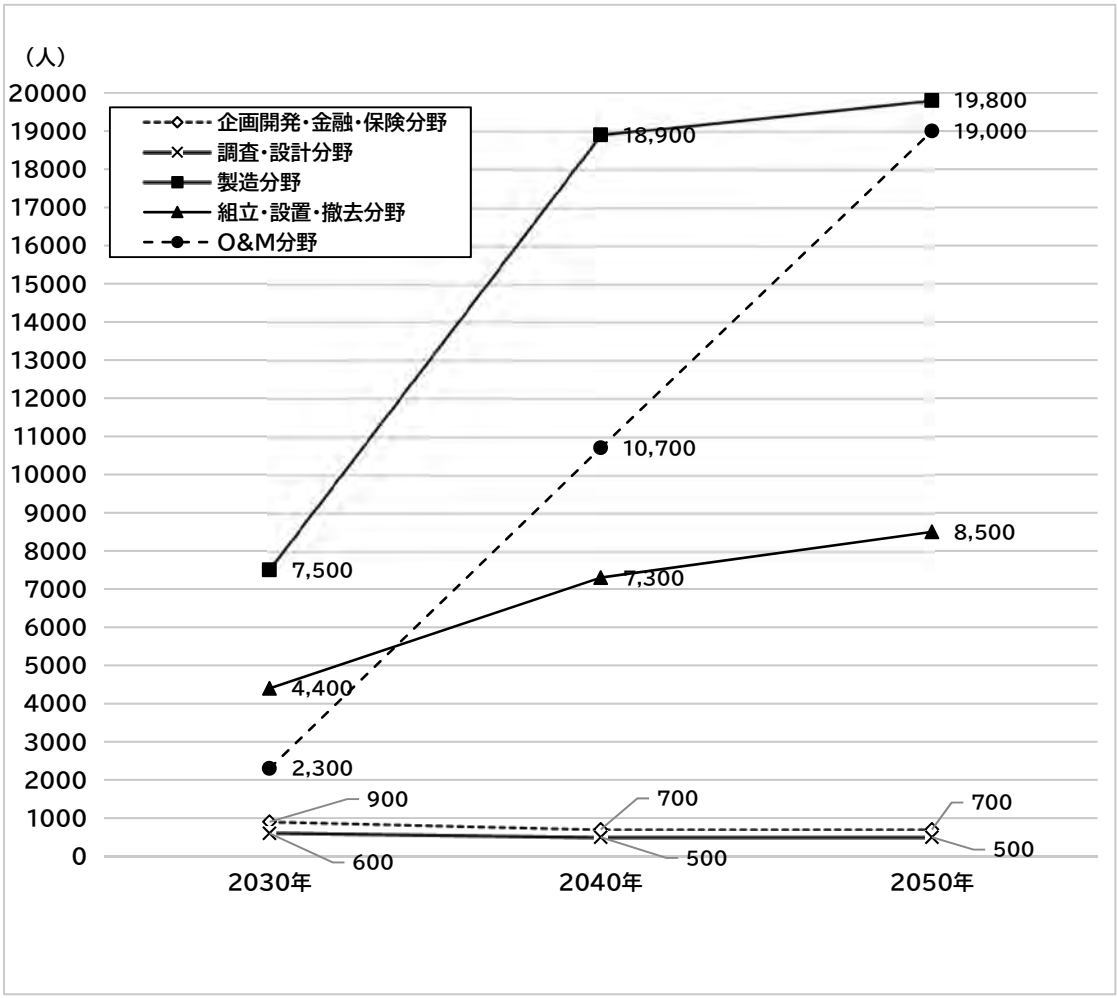
| 設置者 | 場所 | 開所時期 | 概　　要 |
|---|---|---|---|
| ウィンド・パワー・グループ | 茨城県神栖市 | 2024 年１月 | 鹿島臨海部に位置する同社敷地内にトレーニングセンターを開設。洋上風力発電施設の運営・保守点検をする人材育成のため,訓練所では,高所や洋上での作業における基本的な安全対策を学ぶことができる。GWO[8] が定める国際規格に基づき, 発電所でけが人がでた場合の応急処置から,海への転落などを想定した海上生存技術などを総合的に提供。 |
| 日本郵船など | 秋田県男鹿市 | 2024 年４月 | 秋田県男鹿市の男鹿海洋高校の施設を使い作業員や船員の安全訓練を行う「風と海の学校　あきた」を開設。風車の基礎部を模した設備をプールサイドに設け,ボートから乗り移る訓練などを行う。男鹿海洋高校の生徒や近隣の小中学生などにも開放し,将来的な海洋事業人財の育成にも貢献。 |
| 北拓など | 福岡県北九州市 | 2024 年５月 | 国内で初めて洋上風車の基礎と風車タワーの接続部分にあたるトランジションピースを使ったトレーニング設備。同社が有するメンテナンスに関するノウハウと洋上風力発電事業で先行する欧州の事例を参考にし,洋上風力発電特有のリスクを想定したメンテナンストレーニングを実施。 |
| 長崎海洋産業クラスター形成推進協議会 | 長崎県長崎市 | 2024 年11月（予定） | 洋上風力発電施設の建設・保守作業員を育成する訓練施設「NOA（エヌオーエー） TRAINING」が長崎市の伊王島で一部完成。作業従事に必須となるGWOの国際認証資格を取得できる施設としては国内最大規模。2024 年11月から安全訓練を開講。隣に同規模の技能訓練棟が2025年度完成予定。発電現場で機械の据え付けや点検修理を安全に行う技能を養う。 |

出所：各訓練センターの公開情報及び各種新聞情報を参考に筆者作成.

必要とされる人材数は急増するものの，その後，2050 年にかけては増加傾向は弱まる．一方，O&M 分野に必要とされる人材数は，2040 年，さらに 2050 年まで大幅な増加を続けるものと推計されている．以上から，今後，洋上風力では，製造分野に加え，中長期的には O&M 分野の人材育成が必要になるものと推察される．

また，同推計では，作業訓練の対象となる人数

図表 8　洋上風力の必要人材に関する業務分野別推計結果




出所：日本風力発電協会（2023）p.8 に基づいて筆者作成.

についても推計している．図表 9 は，その結果を示したものである．この図表から明らかなように，特に洋上安全作業訓練対象職種の需要が 2050 年までに拡大する傾向が顕著になっている（図表 9 参照）.

図表 9　洋上風力発電に係る作業訓練の需要に関する推計結果

| 必要人材数 | 2030 年 | 2040 年 | 2050 年 |
|---|---|---|---|
| 洋上安全作業訓練対象職種 | 約 3,900 人 | 約 11,400 人 | 約17, 000人 |
| メンテナンス作業訓練対象職種 | 約800人 | 約 4,100 人 | 約7, 800人 |

出所：日本風力発電協会（2023）p.12 に基づいて筆者作成.

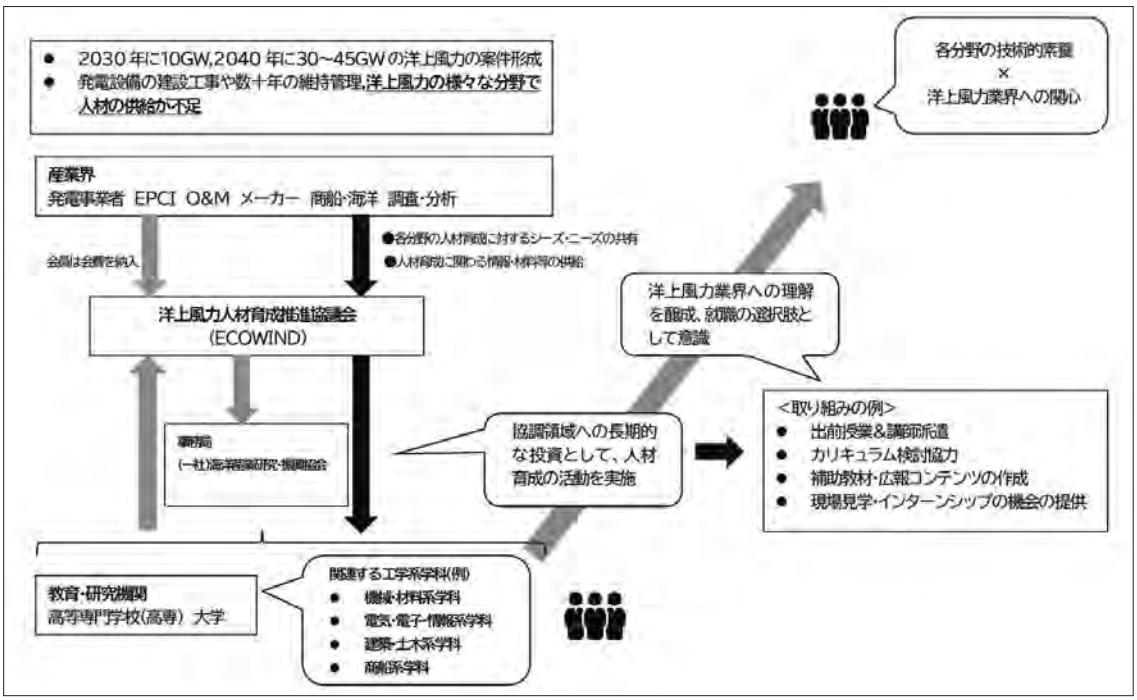
### 5.2　洋上風力人材育成推進協議会

こうした状況を受けて，2024 年 6 月，（一社）海洋産業研究・振興協会は，洋上風力産業の成長を人材育成の観点から支援するため経済産業省の協力の下で産業界と連携・協調し，「洋上風力人材育成推進協議会（Education Council for Offshore Wind）」（以下，略称の ECOWIND と表記）を立ち上げる旨の覚書を締結している．具体的には，ECOWIND に参画する企業及び教育・研究機関と協力して，洋上風力に関わる専門分野のスキルを整理・体系化し，そのスキル毎の基礎知識や実務上の要点をわかりやすく解説する副読本を 2024 年度中に作成するとしている．また，各地の実施主体に対して，ECOWIND が学生と企業をつなぐ活動の橋渡しを行うとしている．

一方，（独法）国立高等専門学校機構（以下，略称の高専と表記）では，「高専発！ Society 5.0 型未来技術人財育成事業」として，次世代の基盤技術となる分野（AI・数理データサイエンス，サイバーセキュリティ，ロボット，IoT，半導体，蓄電池）を対象に人材育成の到達目標やスキルセットの策定，教材の開発といった教育パッケージを構築する「COMPASS 5.0（次世代基盤技術教育のカリキュラム化）」という取り組みを産業界と高専との産学連携によって進めている．

そうした中，2024 年度から新たに COMPASS 5.0 の対象分野として，洋上風力に関わるエネルギー分野が追加され，今後はカリキュラムの策定などの具体的な検討を進める拠点校が選定される予定となっている．そのため，経済産業省においても，こうした高専における洋上風力分野の人材育成の取り組みと ECOWIND の活動が効果的に連携できるようにサポートするとしている．さらに，経済産業省は ECOWIND と緊密に連携しな

**図表 10　洋上風力業界における将来の人材を育成する枠組み**




補足：EPCI とは，Engineering（設計），Procurement（調達），Construction（建造），Installation（現地据付）の略でプラント等の設備を一括請負式の契約で建設する事業．

出所：海洋産業研究・振興協会（2024）を参考に筆者作成．

がら大学等の他の教育・研究機関とも協力して洋上風力産業の人材育成を推進するとしている．

図表 10 は，このような ECOWIND を核とした洋上風力業界における将来の人材を育成する枠組みを示したものである．このスキームから窺えるように，日本の洋上風力における人材育成への取り組みは，日本版 FIT 施行以降，国内各地に多く建設され稼働している大型陸上風力とは異なり，政策サイド，産業サイド，教育・研究サイド，自治体サイドといった複数の異なるアクターによって構成される産業クラスター的な性質を持っているものと推察される [10]．

## 6. ダイヤモンドモデルによる考察

ダイヤモンドモデルとは，Porter が提唱した国と産業の関係を示すフレームワークである [11]．そこで，本研究では，日本の洋上風力の産業化において，その国際競争力を高めるために必要な人材育成に焦点を絞り，日本の洋上風力人材育成のダイヤモンドモデルの描出を試みた．図表 11 はその結果を示したものである．そこで，以下では，この図表に基づいて，ダイヤモンドモデルの構成要素ごとに日本の洋上風力人材育成の特徴と課題について考察する．

第一に，要因条件とは，国の立地条件に応じて利用できる資源の種類を指す．これらの要因は，熟練した労働力，インフラ，資本などによって作られるが，原材料，土地，気象条件など自然にできるものも含まれる．この要素の特徴から洋上風力の人材育成を捉えると，それは洋上風力が建設される地域の資源との関係性が重要になるものと推察される．つまり，地域資源の一種である地元の企業，大学・研究機関が人材育成・供給のための要因条件となる．

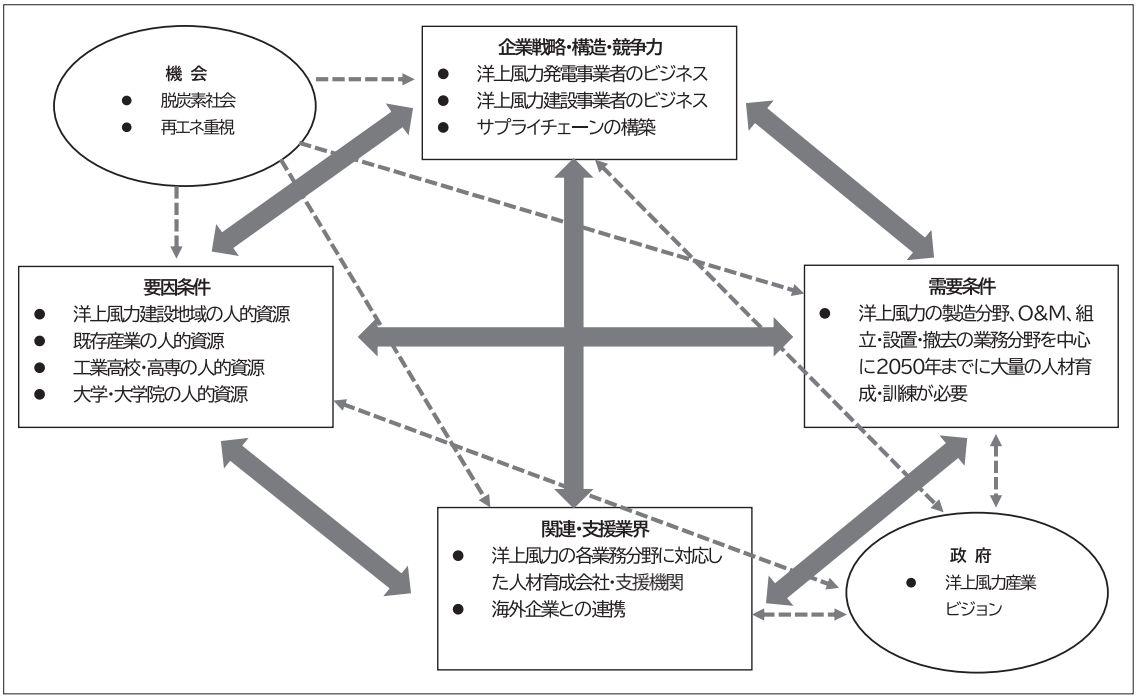
第二に，需要条件とは，国内市場での製品やサービスの需要を意味する．地元の顧客からの需要は企業に品質の向上，革新，成長を促すことになるが，それが企業の迅速なイノベーションを可能にし，結果として国際競争力の向上に繋がる．この要素の特徴から洋上風力人材を捉えるならば，既述したように，日本では 2050 年までに大量の洋上風力人材が必要となるため，人材育成・供給に向けて各地で開設され始めている洋上風力のための訓練施設の充実化・拡充化の推進，教育・訓練のための指導者の育成などが課題となる．

第三に，企業戦略・構造・競争力とは，製品やサービスの品質，顧客サービス，製造技術などの面で業界をどのように改善することができるかを探索することを意味している．洋上風力の人材育成では，洋上風力発電事業者，洋上風力発電建設事業者のビジネスモデルに加え，洋上風力の産業基盤を成すサプライチェーン（部品供給網）を担う中堅中小企業の役割も重要となる．なぜならば，これらの企業群がどのような洋上風力発電を建設し運営するのかといったビジネスモデルが，その製造，設置，メンテナンス等にかかわる訓練施設や高専・大学の人材育成カリキュラムに影響を与えるからである．

第四に，関連産業・支援業界とは，当該産業の成長を促進するための基盤を意味する．企業は多くの場合，顧客に対する付加価値を創造し，より競争力を高めるために，他の企業との提携やパートナーシップを構築している．この視点に基づくと，日本の洋上風力の多様な人材の育成に対応できる業界は未成熟と言わざるを得ない．現在は，陸上風力の人材育成・供給関連企業が洋上風力に参入しているが，将来的には浮体式洋上風力も視野に入れた洋上風力産業向けの人材育成ビジネスが，ベンチャー企業や海外企業の活用も含め，独立した業界になることが必要である．

第五に，この政府とは，ダイヤモンドモデルの他の構成要素を刺激する触媒の役割を果たす機能であり，その産業政策は，関連企業の競争力向上を促し，各種の支援施策によって企業活動をサポートする．この政府の機能を日本の洋上風力に照らし合わせると，まさに「洋上風力産業ビジョン」が策定され，その後，再エネ海域利用法に基づく洋上風力発電の促進地域の事業化が段階的に進めら

**図表 11　日本の洋上風力人材育成のダイヤモンドモデル**




出所：Porter（1990）を参考に筆者作成.

れる中，欧州と比較すると大きく出遅れてはいるものの，ECOWIND を核に洋上風力業界における将来の人材を育成する枠組みが示されたことは高く評価することができる．今後は，洋上風力の人材育成政策に対して，政府は育成プログラムの標準化，地域産業振興策との連携，大学・高専の活用などを強力にサポートしていく必要がある．

第六に，機会については，Porter は特にこの要素には言及していない．しかしながら，ダイヤモンドモデル全体に対してプラスまたはマイナスの影響を与える外部要因として，機会は重要であると考えダイヤモンドモデルに要素として付加したものである．具体的には，自然災害，戦争，金融危機，新型コロナのようなパンデミックなどであるが，近年の自然災害の背景には，地球規模の気候変動問題がある．また，ロシア・ウクライナ戦争，イスラエル・ガザ地区紛争などによる世界的な混乱はエネルギー安全保障にも大きな影響を与えている．その結果，これらの混乱は自国のエネルギーの安定供給体制の重要性を促し，再生可能エネルギーの中でもベースロード電源として期待される洋上風力の産業化にとって“プラスの影響”をもたらしているものと推察される．また，日本国内の地域経済の視点から見た場合，地域産業の再構築，大学・高専の生き残りなどの課題が，洋上風力人材育成の追い風になっているものと推察される．

## 7. むすび

以上，本研究では，日本の洋上風力の産業化に向けた人材育成の現状と課題について，ダイヤモンドモデルの視点に基づいて考察を試みた．現在，日本の洋上風力の促進地域における事業者の決定は第 2 ラウンドを終え，全国各地で着床式洋上風力の建設が進められている[12]．さらに，将来的には日本の沿岸部の海底の地形に適している浮体式洋上風力の建設計画も予定されている．このように，洋上風力は巨大な海洋産業になる可能

性を有しており，四方を海に囲まれた島国日本の優勢性を活かせる分野である．洋上風力は国内電力の安定供給としての役割，すなわち，エネルギー政策としての側面と，日本の新たな牽引産業の形成及び地域経済の活性化といった産業政策の側面の二面性を持っている．故に，ダイヤモンドモデルで示したように，それらを実現するためには，洋上風力に必要な多様な人材育成を大胆かつ迅速に展開するための日本版洋上風力産業クラスターの形成が急がれる[13)]．

## 参考文献


明石健吾（2015）「浮体式洋上風力発電の普及に関する課題について」『公共研究』11（1）：363-376.

井上尚之（2022）「日本における浮体式洋上風力発電に関する一考察」『関西国際大学研究紀要』23：23-36.

海洋産業研究・振興協会（2024）「「洋上風力人材育成推進協議会（ECOWIND エコウィンド）」の立ち上げについて」（2024 年 6 月 21 日）https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240621003/20240621003-1.pdf（2024 年 10 月 10 日閲覧）.

柿木康志・牛房義明（2022）「北九州市における洋上風力人材育成の取組」『風力エネルギー』46（2）：208-209.

北嶋守（2021）「日本における洋上風力産業クラスター形成の現状と可能性：浮体式洋上風力の“準フルセット型”産業構造化に向けて」『機械経済研究』52:1-19.

北嶋守（2023）「洋上風力を日本の新たな牽引産業にするための条件：秋田県のケーススタディを中心に」『産業学会研究年報』38：129-130.

経済産業省（2020）「洋上風力産業ビジョン（第 1 次）概要」（2020 年 12 月 15 日，洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会資料）.

経済産業省（2024）「洋上風力政策の現状」（令和 6 年 3 月）.

経済産業省・国土交通省（2020）「洋上風力の産業競争力強化に向けて」（令和 2 年 7 月 17 日）.

港湾・沿岸域における風力発電推進研究会（2005）「港湾・沿岸域における風力発電推進に関する研究」.

堺　浩二（2013）「欧州の事例から見える我が国洋上発電の課題―着床式施工に焦点をあてて―」『風力エネルギー学会誌』37（2）：137-141.

迫田智沙・佐々木啓輔・山崎裕司・コン・ジョンヒ・濱崎宏則（2016）「五島市における浮体式洋上風力発電商用化の実現可能性に関する予備的考察」『長崎大学総合県境研究』19（1）：22-32.

幸寺玲奈（2022）「風力発電の主力電源化に向けた洋上風力政策の現状および人材育成の重要性について」『日本風力エネルギー学会誌』46（2）：184-185.

資源エネルギー庁省エネルギー（2024）「洋上風力政策の現状」（2024 年 3 月）．https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/S3-METI_HInoue_20240314.pdf（2024 年 10 月 15 日閲覧）.

自然エネルギー財団（2021）「洋上風力発電に関する世界の動向（第 2 版）」（2021 年 6 月）https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/202106_OffshorewindInfo.pdf（2024 年 10 月 23 日閲覧）.

自然エネルギー財団（2023）「分析レポート 日本の洋上風力発電ポテンシャル－領海と排他的経済水域－」（2021 年 11 月）https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_Analysis_JapanOSWPotential.pdf（2024 年 10 月 30 日閲覧）.

上代庸平（2020）「洋上風力発電の促進のための制度整備：長崎県五島市沖における再エネ海域法促進区域の指定に寄せて」『武蔵野大学しあわせ研究所紀要』3：56-81.

新エネルギー・産業技術総合開発機構（2018）『着床式洋上風力発電導入ガイドブック（最終版）』：193-222.

辰巳大介（2000）「ヨーロッパにおける洋上風力発電施設に関する調査」『CDIT』53：42-43.

寺澤千尋（2022）「洋上風力官民協議会と人材育成策の最新動向」『風力エネルギー』46（2）：180-183.

日本風力発電協会（2020）「第 1 回洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会資料 4-1：洋上風力の主力電源化を目指して（2020 年 7 月 17 日）」.

日本風力発電協会（2023）「洋上風力発電事業に必要な人材数の推計」（令和 5 年 10 月）.

福永浩仁（2019）「洋上風力発電の基地港湾デンマー

ク・エスビアウ港」『港湾』96：38-39.
浮体式洋上風力発電推進懇談会（2021）「日本の浮体式洋上風力発電に対する期待と展望－日本の脱炭素を実現する鍵－」（2021 年 9 月）.
三井住友銀行（2018）「欧州洋上風力発電の現況」.
森田孝明（2022）「長崎県の産学官連携による洋上風力人材育成の取組み」『風力エネルギー』46（2）：210-215.
山口 健介，田嶋 智，勝野 智嵩，城山 英明（2024）「洋上風力発電をめぐる地域社会の移行における課題と提言：秋田県を事例に」『環境情報科学』53（2）：55-64.
BVG associates（2019）*Guide to an offshore wind farm.*
Offshore Wind Scotland（2024）*UK Offshore Wind Industrial Growth Plan.*
Porter，M.E.（1990），*The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press,（土岐坤他訳『国の競争優位』（上）（下），ダイヤモンド社，1992）.
Porter，M.E,（1998）*On competition*，Harvard Business School Press,（竹内弘高訳『競争戦略論Ⅱ』ダイヤモンド社，1999）.
von Hippel，E.（1994）”Sticky information” and the locus of problem solving: Implication for Innovation, *Management Science*, 40:429-439.

（注）

1）詳細については，経済産業省（2020）を参照.
2）日本風力発電協会（2020）によれば，日本の 2040 年の 30GW から 40GW の目標値は，着床式洋上風力と浮体式洋上風力双方の導入によって十分発生が可能であると推計されている．また，ほかに，日本の洋上風力発電のポテンシャルの詳細な分析結果については，自然エネルギー財団（2023）を参照.
3）さらに，ドイツでは 2017 年の段階において補助金ゼロで落札されたプロジェクトが出ている．詳細については，自然エネルギー財団（2021）を参照.
4）詳細については，Offshore Wind Scotland（2024）を参照.
5）以上の日本の浮体式洋上風力の動向については，『日刊海事プレス』2024 年 10 月 1 日掲載記事を参照.
6）浮体式洋上風力の建設では着床式洋上風力とはさらに異なる多種多様な企業が必要となる．なお，浮体式洋上風力のサプライチェーンと参入可能性のある分野・業種の概要については，北嶋（2023）を参照.
7）東北地方，関東地方及び九州地方などを中心に 2024 年 6 月時点までに全国で 10 か所近くの訓練施設が計画されており，表 7 に示したように，一部は活動を始めている.
8）風力発電設備の作業者の訓練では，各国の風力発電事業者が設立した国際 NPO「Global Wind Organization（GWO）」が国際基準を定めている．この基準に沿った訓練受講履歴が各国の施設で就業できる条件とされる動きが広がっているため，図表 7 に掲載した日本国内の各訓練センターもこの国際基準に準拠したものになる傾向にある.
9）このライフサイクルとは，カテゴリーとほぼ同義である．なお，この推計は，（一社）日本風力発電協会は，（公財）日本財団の助成を受け，（株）三菱総合研究所と共同で実施したものである．推計結果の詳細については，日本風力発電協会（2023）を参照.
10）産業クラスターの概念については, Porter（1998）を参照.
11）ダイヤモンドモデルの詳細については，Porter（1990）を参照.
12）洋上風力発電の促進地域における第 3 ラウンドの事業者公募は 2024 年 1 月から開始され同年 7 月に締め切られた．公募の結果は、2024 年 12 月に発表される予定である．これらの動向については、『WIND JOURNAL』6（2024 年）を参照.
13）このクラスター形成では，各地域内における情報の粘着性が重要となる．情報の粘着性とイノベーションの関係については，von Hippel，E.（1994）を参照．また，浮体式洋上風力の準国産化に向けたクラスター形成については，北嶋（2021）を参照.