



自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

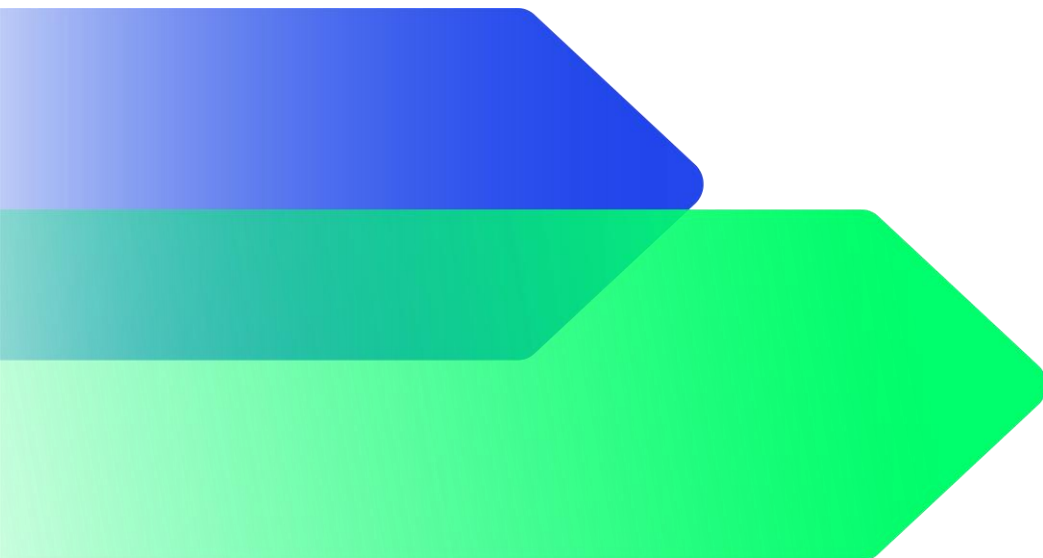


提言書

日本の洋上風力産業 におけるスキル形成 支援のための提言

日本の大規模洋上風力産業拡大のための、海外の事例を参考にしたスキルニーズ評価
と意思決定者への提言

2023年3月



謝辞

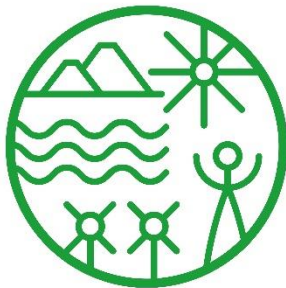
カーボン・トラストは、専門家へのインタビューを含む一次・二次資料から幅広く情報を収集・分析し、本レポートを執筆しています。カーボン・トラストは、本レポートの作成と出版にあたり、時間を割き専門的見地から助言を提供いただいた皆様に感謝いたします。特に、本調査にご協力いただいた多くの組織・企業の皆様に感謝の意を表します。また、この調査を進めるに当たり示唆と協力をいただいた自然エネルギー財団に感謝の意を記します。

なお、本レポートは、著者の独立した見解を述べたものです。

カーボン・トラストとは

私たちの使命は、脱炭素社会への移行を加速させることです。20年以上にわたり気候変動のパイオニアとして、主要企業、政府機関、金融機関と提携し、ネット・ゼロへの取り組みを加速させています。私たちは、クライアントの気候変動に対する野心をインパクトに変えるための専門家ガイドです。

400人の専門家からなるグローバルネットワークをもち、200以上の科学的根拠に基づく目標の設定を支援し、五大陸で3,000以上の組織や都市のネット・ゼロ推進に貢献してきました。



自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

公益財団法人 自然エネルギー財団とは

自然エネルギー財団は、東日本大震災および福島第一原子力発電所の事故を受けて、孫正義（ソフトバンクグループ代表）を設立者・会長として2011年8月に設立されました。安心・安全で豊かな社会の実現には自然エネルギーの普及が不可欠であるという信念から、自然エネルギーを基盤とした社会を構築することを目的として活動しています。



カーボン・トラストの使命は、
脱炭素社会への移行を加速することである。

執筆者：

エロイーズ・バーネット
カーボン・トラスト シニアマネジャー
eloise.burnett@carbontrust.com

ロザンナ・ジャクソン
カーボン・トラスト アソシエイト
rosanna.jackson@carbontrust.com

ウェン・ハン・タン
カーボン・トラスト アソシエイト
wenghan.tan@carbontrust.com

ルーシー・フェリングガム
カーボン・トラスト シニアアナリスト
lucy.fellingham@carbontrust.com

エマ・クロフォード
カーボン・トラスト アナリスト
emma.crawford@carbontrust.com

執筆協力：

斉藤 哲夫
自然エネルギー財団 特任研究員
info@renewable-ei.org

工藤 美香
自然エネルギー財団 上級研究員
info@renewable-ei.org

目次

略語	6
要旨	7
1. 本レポートの背景と対象範囲	10
1.1. はじめに	10
1.2. スキルと訓練の対象範囲	13
1.3. 分析手法	17
2. 日本における洋上風力の位置づけ	18
2.1. エネルギー・経済政策における洋上風力の意義	18
2.2. 市場動向と洋上風力発電事業のパイプライン	21
3. 日本における洋上風力関連スキルの必要性	23
3.1. 日本における洋上風力発電のスキルに係る既存の施策	23
3.2. 日本における洋上風力関連スキル需要の見通し	25
4. 海外市場の主な事例研究	28
4.1. スキル開発におけるホールシステムアプローチの意義	28
4.2. 事例研究の概要とアプローチ	29
4.3. 英国	30
4.4. デンマーク	32
4.5. オランダ	34
4.6. 米国	36
4.7. 台湾	37
5. スキルニーズ対処にかかる分析	40
5.1. 再生可能エネルギーへの労働力移行を公正に進める必要性	40
5.1.1. 労働者における公正な移行の意味	40
5.1.2. 日本における公正な移行	41
5.1.3. 日本における地域労働力の移行	43
5.2. スキル開発の障壁	45
5.2.1. 戦略的な障壁打破	47
6. 結論と提言	48
提言 1	50

提言 2	52
提言 3	54
提言 4	56
提言 5	58
7. 参考文献.....	60
Appendix 1: 分析手法	67
Appendix 2: 障壁の因果関係マップ	69

表

表 1 : 公正な移行に向けた提言と取り組みのまとめ	8
表 2 : 産業界に必要なスキルの範囲 (JWPA「洋上風力スキルガイド」より引用)	15
表 3 : 日本のエネルギー政策の枠組み・関連政策・法律 (JWPA レポート等より引用) ..	19
表 4 : 洋上風力産業のスキルニーズにかかる日本における活動概要.....	24
表 5 : スキル、訓練、労働力にかかる需要見通しの記載がある文献のまとめ	26
表 6 : 英国のアクターによる主要な取り組みの概要	30
表 7 : デンマークのアクターによる主要な取り組みの概要.....	33
表 8 : オランダの雇用ベースライン・レポートから得られた知見と提言	35
表 9 : 米国の雇用に関するベースライン・レポートから得られた知見と提言	36
表 10 : 台湾における地場産業と海外開発事業者の協働	38
表 11 : 因果マップの構造説明	70

目次

図 1 : 洋上風力発電事業のライフサイクルにおけるさまざまなスキルの必要性.....	10
図 2 : スキルニーズの多面的事項 (JWPA「洋上風力スキルガイド」より引用)	14
図 3 : 日本のスキル開発における取り組みの必要性を評価するための分析手法.....	17
図 4 : 日本の電源別発電量 (1990-2021 年)	18
図 5 : 洋上風力導入拡大に資する日本のエネルギー政策の方向性	19
図 6 : 日本における洋上風力発電事業のパイプライン.....	22
図 7 : 日本の意思決定者にとってスキル開発の推進要因となる主要なポイント.....	29
図 8 : 公正な移行プロセスにおける 4 つの重要なステップ.....	41
図 9 : 日本の洋上風力産業の公正な移行にかかる検討の視点	44
図 10 : インタビューで挙げられたスキル課題に関するキーワードのワードクラウド.....	45
図 11 : OPTIO によるスキルニーズ対処に向けた 4 つの R.....	47
図 12 : インタビューと公開資料より得られたキーワードの因果マップ (Mural で作成)	69

略語

4つのR	維持 (Retain) 、再訓練 (Retrain) 、更新 (Renew) 、雇用 (Recruit) の意
経産省	経済産業省
文科省	文部科学省
厚労省	厚生労働省
国交省	国土交通省
DEA	デンマークエネルギー庁
DWIA	デンマーク風力発電産業協会
EQF	欧州資格枠組み
EPRSC	工学・物理科学研究会議
FIT	固定価格買取制度
FOM	ふくしま風力 O&M アソシエーション
GDP	国内総生産
GW	ギガワット
GWEC	世界風力エネルギー会議
GWO	グローバル・ウインド・オーガニゼーション
HRD	人材育成
IEA	国際エネルギー機関
JWEA	日本風力エネルギー学会
JWPA	日本風力発電協会
LCOE	均等化発電原価
MoU	基本合意書
MRI	三菱総合研究所
MTIC	海洋科学技術イノベーションセンター
MW	メガワット
NaMICPA	長崎海洋産業クラスター形成推進協議会
NEDO	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NGO	非政府組織
NREL	米国国立再生可能エネルギー研究所
NSAR	National Skills Academy for Rail
NSTC	日本サバイバルトレーニングセンター
OECD	経済協力開発機構
OPITO	Offshore Petroleum Industry Training Organisation
OSW	洋上風力発電
OWGP	洋上風力発電成長パートナーシップ
OWIC	洋上風力産業委員会
R&D	研究開発
RD&D	研究・開発・実証
REI	自然エネルギー財団
RVO	オランダ民間企業庁
SDG	持続可能な開発目標
STCW	船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約
VET	職業教育訓練
WFO	世界洋上風力フォーラム

要旨

洋上風力は、日本が 2050 年までにカーボン・ニュートラルを実現するために欠かせない重要な産業である。カーボン・ニュートラル社会への移行には、日本における労働力のスキル向上を促進するために、意思決定者による早急な対応が必要である。日本は、カーボン・ニュートラル達成、グリーン・ジョブの創出、再生可能エネルギーによるエネルギーの国内生産拡大のために、海洋産業を発展させる野心的な計画を掲げている。実際に、洋上風力発電市場は、魅力的な政策と競争的な入札制度によって急速に拡大している。2023 年 2 月現在、日本では、50GW を超える洋上風力発電設備が「構想」または「初期計画」段階にあり、約 10GW が「開発区域」の状態である¹。

将来的には、洋上風力発電事業のパイプライン（一連の段階）において、スキルを持つ洋上風力発電従事者に大きな需要が生まれると思われる。したがって、意思決定者の今後の課題は、カーボン・ニュートラル経済を実現するために、労働力のスキル開発イニシアチブを適切に実施することであろう。

主なメッセージ

スキル市場の発展には、優れた協働が必要である

世界のいずれの洋上風力市場においてもスキルは依然として課題であるが、教育・研究を推進するために、政府、産業界、教育・研究施設が緊密な協働と連携を行い、効果的なスキル関連対策に多く取り組んでいる（4 章）。

日本では、協働、連携、教育・研究への取り組みは始まってはいるが（3.1 章 表 5）、カーボン・ニュートラル社会へのスキル移行促進のためには、これをさらに全体的、分野横断的に発展させる必要がある。本レポートの調査で得られた入手可能な公的資料や関係者インタビューの情報によれば、日本の洋上風力発電の技能能力に関する包括的なベースライン調査（現状評価）はまだ実施されていない。また、国や地方自治体のスキル計画も本レポート執筆時点では公表されていない。

スキル計画は、公正な移行とホールシステム（全体システム）アプローチに基づくべきである

洋上風力発電のスキル開発は複雑なテーマであるため、スキル課題解決策の設計には、さまざまな分野のステークホルダーを巻き込んだホールシステムアプローチが必要である。さらに、労働力の移行を促進するためには、ホールシステムアプローチが、地域と人口動態の特徴に沿った「公正な移行」に基づいていなければならない。「公正な移行」の枠組みを用いることで、スキル開発の現状評価、計画、実施、評価における関係者の連携を強化することができる。

意思決定の影響範囲を理解することは、インパクトのある施策実施につながる

短期間における、早急な対応と強力な地域人材育成が必要となるため、国外、地域、国内、地方の各主体の緊密な連携が重要である。意思決定者は、スキル開発活動を日本全国の現場から促進させるために、自らの影響範囲を認識する必要がある。

¹ 洋上風力産業パイプラインデータにおける各段階は、4Coffshore による分類のため、日本で用いられる分類とは異なる可能性がある。詳細は [4Coffshore のデータベース](#) を参照されたい。

スキル課題解決策には、解決すべき問題が明示されている必要がある

スキル開発関連の課題解決により、意思決定者は洋上風力産業におけるスキル課題だけでなく、日本の労働市場改善におけるさらに深刻な障壁にも取り組むことができる。関係者へのインタビューと公開情報のレビューにてあげられた主な障壁（5.2章）は以下の通りである。

- **障壁1**：日本は、高齢化を主な要因として、あらゆる分野で労働力不足に直面していること。
- **障壁2**：洋上風力に対する理解不足、及び商業レベルでの洋上風力産業発展に必要なスキルが不足していること。
- **障壁3**：日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないため、企業や関連機関による新しいスキル開発への投資が抑制されていること。
- **障壁4**：洋上風力に必要なスキル開発における労働文化の障壁として、保守的な企業文化や、現代の働き方変化に伴うスキル開発支援に適應できない企業が存在すること。

洋上風力発電のスキル開発は、他の産業の戦略的アプローチを参考にすべきである

日本の意思決定者は、海外のオフショア石油・ガス労働者に適用されている4R — 維持 (Retain)、再訓練 (Retrain)、更新 (Renew)、雇用 (Recruit) — の枠組みを参考にできる。英国のOPITO (Offshore Petroleum Industry Training Organisation) の4Rによれば、スキル開発における知見は業界を超えて普遍的に利用できるものであり、スキル開発の基本戦略はいずれの業界でも類似している。

提言のまとめ

日本の意思決定者は、公正な移行への取り組みに沿って、日本における洋上風力のスキルニーズに早急に対応するため、以下の提言を考慮することができる。

表1：公正な移行に向けた提言と取り組みのまとめ

公正な移行に向けた提言と取り組み	期間
<p>日本国内の洋上風力にかかるスキル開発の現状を明らかにする</p> <p>➤ 再生可能エネルギーを主体とする経済へと大幅に移行するうえで、スキル開発はその中心を担うものだ、という政府からの「シグナル」が必要である。政府は、産業界の代表や地方自治体などの主要なステークホルダーからの知見をもとに、ベースライン調査を実施し、洋上風力産業とその関係者に対して、現在のスキル開発の状況を明確にすることが必要である。</p> <p>ベースライン（現状評価）</p>	<p>短期的 1～2年</p>
<p>日本の洋上風力スキル向上の方針について意思決定者の計画を伝達する</p> <p>➤ 日本国内における洋上風力のスキル向上のベースライン（現状評価）と並行して、戦略的方針が策定されなければならない。政府、都道府県自治体、産業界は、スキル開発の方向性を明確にするための計画立案への取り組みを公表すべきである。計画は、影響を受けるコミュニティを考慮するホールシステムアプローチと、伝統的に男性主導であった産業への女性の参加を可能にするなどの包摂的多様性に基づくべきである。</p> <p>計画</p>	<p>短期的 1～2年</p>

<p>スキルに関して海外洋上風力市場と足並みを揃える</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 日本国内の洋上風力産業に必要なスキルが明確でないという課題に対して、洋上風力関連の教育・訓練の標準化に直ちに取り組む必要がある。日本は、海外の先進市場の経験を参考にすることができ、例えば、デジタルの「スキル・パスポート」による訓練の標準化が考えられる。 <p style="text-align: center;">実施</p>	<p>短期的 1～2年</p>
<p>日本の洋上風カスキルを近代化し将来を見据えたスキルを育成する</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 日本は、洋上風力セクターにおけるスキル市場を整備し、将来の経済シフト要因に対して備える必要がある。政府、産業界、学界は、グリーン経済を進める上で、日本の現在および将来の洋上風力市場の労働力に、デジタル化と自動化がどのような影響をもたらすか議論すべきである。 <p style="text-align: center;">計画</p>	<p>中期的 3～4年</p>
<p>日本でのスキル開発施策の評価とスケールアップ</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 施策の計画と実施は、監視され評価される必要がある。これにより、意図した目標の達成状況を確認できる。優れたフィードバックシステムがあれば、対策をスケールアップすることができる。 <p style="text-align: center;">評価</p>	<p>長期的 5年以上</p>

1. 本レポートの背景と対象範囲

1.1. はじめに

カーボン・トラストは、自然エネルギー財団（REI）とともに、日本の洋上風力業界に対して、「洋上風力産業ビジョン」（以下、「ビジョン」）²において議論されている人材育成プログラムを促進するべく支援をしている。

本レポートでは、日本の洋上風力産業に必要なスキルを評価し、「ビジョン」及び日本風力発電協会（JWPA）により公表された洋上風力スキルガイド（2022）の目的に資する施策を提案している³。日本政府は、地域サプライチェーンの発展、グリーン・ジョブ⁴と経済活動の創出、さらには洋上風力発電による新たな国内再生可能エネルギー源の確保を目的とし、オフショア・海洋産業の強化に向け野心的な計画を掲げている。

2020年には、経済産業省（経産省）と国土交通省（国交省）により、洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会が設立された。その後、2050年の国の目標であるカーボン・ニュートラルに貢献する、年平均1GW（ギガワット）程度の設置容量を持つ地域を10年間指定する計画を詳細に提示した「ビジョン」が公表された。同ビジョンでは、以下の3つの主要戦略により、2030年までに10GW、2040年までに30～45GWを洋上風力において発電することを目標としている。

1. 魅力的な国内洋上風力発電市場の創出
2. 投資促進、及び国内サプライチェーンの構築
3. 次世代技術の開発と、アジア市場を中心とした国際連携の強化

洋上風力導入への取り組みが急速に加速する中、意思決定者や業界は、洋上風力発電所の建設や維持管理に関する技術的な課題に取り組むだけでなく、社会経済課題も適切に調査し対処する必要がある。これには、洋上風力事業のライフサイクル全体にわたるスキルの必要性評価や、労働者のスキル需要に与える影響も含まれる（図1）。

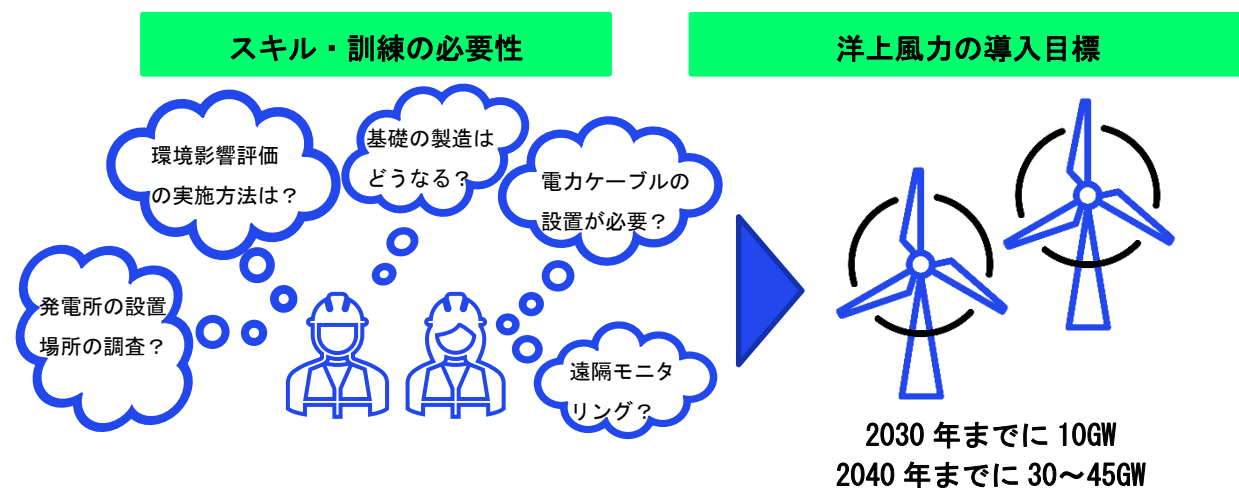


図1：洋上風力発電事業のライフサイクルにおけるさまざまなスキルの必要性

²[洋上風力産業ビジョン（第1次）](#)

³[洋上風力スキルガイド（第1版）](#)

⁴国際労働機関（ILO）によれば、グリーン・ジョブとは「...エネルギーと原材料の消費を減らし、温室効果ガスの排出を抑え、廃棄物と汚染を最小限にし、生態系を保護・回復し、企業やコミュニティが気候変動に適応できるようにする」仕事と定義されている（「[世界の雇用及び社会の見通し 2018年版－仕事でグリーン化](#)」参照）。

本レポートでは、日本の洋上風力産業において議論されているスキル要件の概要を提示し、現在のスキルを取り巻く状況の評価する方法を提案する。また、洋上風力事業のパイプライン（一連の段階）に必要となることで将来的に非常に高い需要が見込まれる関連スキルを整理している。本レポートは、意思決定者が、日本の洋上風力市場の現状を踏まえ、スキルニーズをカーボン・ニュートラル社会への移行を支える重要な要素と捉え、グリーン・ジョブを大幅に増加させることを提案している。

洋上風力におけるスキルは、より広範な経済、政治、教育政策に密接に関連しているため、スキルニーズを単独の戦略や計画だけで解決することは不可能である。そのため、スキル開発における対策とは、スキル、訓練、教育のみを考慮すればよいというものではない。むしろ、労働力の移行の必要性を理解し、包括的に対処されなければならない。つまり、洋上風力のスキルニーズには、スキルがさまざまなシステム（教育システム、政治システム、労働人口、世界の洋上風力パイプライン等）とどのように関連しているかを考慮するホールシステムアプローチを通じて取り組まなければならないのだ。このアプローチに基づくことで（4.1章参照）、意思決定者はビジョンへの道筋をより効果的に描き、インパクトのある施策を実施し、6章の提言に沿って移行を評価することができるだろう。

本レポートの対象者は、洋上風力スキル関連の計画、プロセス、成果実現にかかる権限を持ち責務を負う日本の意思決定者を想定している。ここでいう意思決定者とは、日本における洋上風力事業のスキルニーズに応えるために、本人または組織の行動に影響を与えることができる役割を担う人物を指している。これは多岐にわたる組織のさまざまなリーダーである。例えば、洋上風力産業のスキル不足を解決するためのカリキュラムを策定する権限を持つ教育機関の人物、あるいは企業の経営戦略上のスキルニーズに対処するために、洋上風力における自社の役割と労働力の維持、再訓練、更新、雇用を結びつける戦略を打ち出せる企業の取締役など、各組織におけるさまざまなリーダーが含まれる。

本レポートの目的は、以下の通りである。

- **JWPA スキルガイドで確認された主な事項に基づき**、日本の洋上風力産業におけるスキル開発を改善するための施策を検討し、洋上風力目標を達成するために意思決定者に提言を行うこと。
- 文献レビューとステークホルダーへのインタビューを通じて、**日本における洋上風力関連のスキル開発にかかる現状を評価すること**。本レポートでは、3章において「日本における洋上風力関連スキルの必要性」の概観として調査結果をまとめている。
- 英国、デンマーク、オランダ、米国、台湾の**海外洋上風力市場におけるスキル開発に関する詳細事例を用いて**、ホールシステムアプローチの一環としてスキル関連対策を実施することの重要性を解説すること。また、政府、産業界、地方自治体、教育セクターなど、スキル開発において役割を担う主要関係者や、効果的な連携、教育・研究、協働といった変革の推進要因にも焦点を当てる。
- ホールシステムアプローチに基づき、またスキルニーズを包括的な課題ととらえる「**公正な移行**」の**枠組みを提案すること**。また、公正な移行への取り組みにおいて、効果的な洋上風力関連スキルシステムを構築するために、カギとなる事項を提示する。
- 日本の洋上風力産業発展に不可欠な労働力育成における障壁について、**文献調査およびステークホルダー調査から得られた分析を解説すること**。
- 日本の意思決定者が、公正な移行の枠組みを通じてスキルニーズに応えるうえで、主要な障壁を打破しホールシステムアプローチを促進できるように、**短期・中期・長期にわたって講じるべき対策について提言を行うこと**。
- 洋上風力スキル関連の計画、プロセス、成果実現における権限を持ち責務を負う**日本の意思決定者間の対話を促進するための戦略的文書として資すること**。また、カーボン・トラストと自

然エネルギー財団は、長期的な変革を起こすために、本レポートを用いて日本国内の組織やステークホルダーと直接協力を促進する。

1.2. スキルと訓練の対象範囲

洋上風力市場が国際的に急成長する中、洋上風力における新しく複雑な課題へ積極的に取り組んでいるのは日本だけではない。世界のいずれの洋上風力発電事業においても、スキルは重要なトピックであり課題である。

2022-2026年の世界の風力発電産業における労働力に関する、世界風力エネルギー会議のレポートでは、「...労働者の能力、労働力の可用性、労働環境の安全性をエネルギー移行アジェンダの中心に置く」必要があると述べてられている⁵。

しかし、必要とされる人的資源を、産業界がどのように定量化、定義、分類、対処すべきかの具体的な方法には、依然不透明さが残る。洋上風力発電事業を推進できるスキルを持った労働力を確保することは、ますます大きな課題となっており、産業界には、政府、金融機関、教育セクターなどの他の主要関係者ととともに、スキルの開発と転換を妨げる障壁を共に解消するための更なる努力が求められている。また、職種、必要なスキル、職を得るための方法なども不明瞭である。このように、洋上風力発電に必要なスキルにかかる検討が進められる中で、洋上風力業界全体のスキルの次元を分類、分解、類型化する資料が数多く作成されている。このため、各国の洋上風力市場では、洋上風力発電に必要なスキルの定義と対象範囲設定において、僅かに異なるアプローチがとられている可能性がある。いずれは、国際的に、または各国の業界団体において、スキルニーズを標準化し整合性をとることが求められる。

日本の洋上風力業界が進めるスキル開発アプローチとの整合性を図るため、本レポートは日本風力発電協会（JWPA）などの主要ステークホルダーによる活動を補完することを目的とする。2022年版 JWPA 洋上風力スキルガイドでは、洋上風力セクターにおけるスキルの多面性に焦点が当てられており、産業界、教育機関、若手人材などを、成長が加速するグリーンエネルギー産業に巻き込む必要があることが述べられている⁶。

図 2 は、洋上風力スキルガイド⁷から引用した図であり、スキルの必要性が以下の観点から議論されている。

- **業務分野**：洋上風力発電事業のライフサイクルでは、調査やサイト開発から撤去業務まで、広範な業務分野でのスキルが求められる。
- **必要人材・業務内容**：洋上風力発電所のライフサイクルにおける多様な業務分野では、さまざまな人材要件と業務内容が作成されるが、それらは正確に理解され伝達される必要がある。
- **必要資格とスキル**：労働者と雇用主が、どのように業界内の労働力を維持、再訓練、更新、雇用すべきかについて理解できるように、業務内容や人材要件と資格やスキルを明確に関連付ける必要がある。
- **関連のある産業・職種**：スキルは限られた労働資源であるため、日本国内の関連産業・職業により、洋上風力のスキルニーズをどのように補完できるか検討する必要がある。

⁵[GWEC-GWO-Global-Wind-Workforce-Outlook-2022-2026-1.pdf](#)

⁶[洋上風力スキルガイド（第1版）](#)

⁷[洋上風力スキルガイド（第1版）](#)

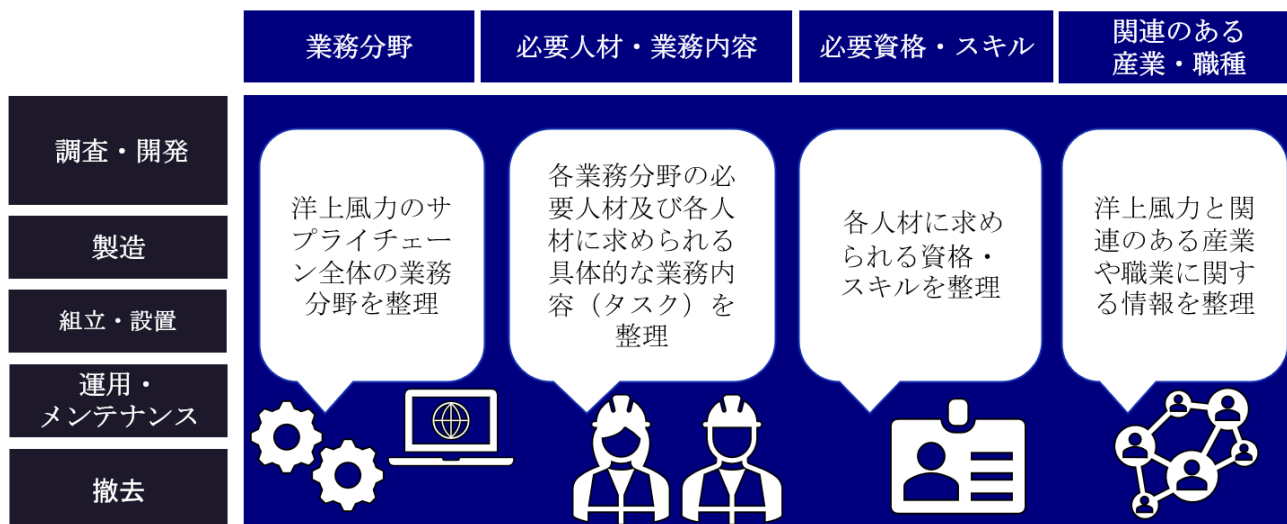


図 2：スキルニーズの多面的事項（JWPA「洋上風カスキルガイド」より引用）

JWPAによるスキルガイドは、読者が洋上風力発電の基本、及び業界で必要とされるスキルを理解するための重要な手引きである。このガイドでは、洋上風力技術に関する情報、事業形成方法、職種一覧、いずれの職種にも共通する業務、日本の洋上風力に関連する親和性の高い産業・職種一覧、洋上風力産業に従事するにあたり必要となる主要資格一覧、参考文献一覧が網羅されている。

本レポートで取り上げる「スキル」の範囲は、事業のライフサイクルにわたって必要とされるスキルとして、JWPAの公表リスト（表 2）に基づく。洋上風力発電事業のライフサイクルに関しても、いくつかの主要な業務分野に分けられる。本レポートでは JWPA による下記の 6 段階分類に基づき議論する⁸。

- 分野横断的業務
- 調査・設計（サイト開発）
- 製造
- 組立・設置
- 運用・メンテナンス
- 撤去

本レポートでは、図 2 で述べたようにスキルの多面性に留意したうえで、表 2 に示す事業分野と主な活動に関連するものを「スキル」と定義する。

⁸ これらの分類は、洋上風力発電事業に関わる活動を定型的にまとめたものであり、人的資源の側面から関係するすべてのスキルを必ずしも網羅していないことに留意すべきである。同様に、組織や市場が異なれば、風力発電事業のライフサイクル分類にも違いが生じる可能性がある。

表 2：産業界に必要なスキルの範囲（JWPA「洋上風力スキルガイド」より引用）

業務分野	主要業務
<p>分野横断的業務</p> <p>調査・設計</p> <p>製造</p> <p>組立・設置</p> <p>運用・メンテナンス</p> <p>撤去</p>	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト企画・開発（全体統括、各種設計・計画策定、調達、財務管理等） ファイナンス関連業務 保険関連業務 風況調査：観測タワー設置、気象・海象観測 海底地盤調査：ボーリング調査、海底地形測量 各種環境調査：鳥類調査、魚類調査、海洋哺乳類調査、陸上環境調査など 設計・エンジニアリング 環境影響評価、地域合意形成、各種許認可取得業務 風車製造 基礎製造 海底ケーブル製造 変電設備製造 その他周辺設備製造 洋上工事作業管理 風車・基礎設置 海底ケーブル敷設 洋上変電所設置 陸上ケーブル敷設、陸上変電所敷設 など 運転管理業務 風車メンテナンス（ナセル内部品点検保守・交換、ブレード点検保守など） 周辺設備メンテナンス（基礎、海底ケーブル、変電設備点検保守など） 人員輸送・船舶手配管理 風車・基礎撤去 海底ケーブル、変電設備等撤去

スキルギャップ、スキル不足、労働力不足という単語は、類似した意味を持ち混同されることが多いが、洋上風力のスキル開発を進める意思決定者は、これらの単語の違いを理解しておく必要がある。これについて、洋上風力産業委員会（OWIC）は、2022年の洋上風力スキルにおけるインテリジェンス・レポート⁹において明確な説明をしている。

- **スキルギャップ**：既存の労働者のスキルの**再訓練**や**更新**によって、埋め合わせができるスキルのギャップ。
- **スキル不足**：既存の労働者のスキル供給では、スキル需要を満たすために**不十分であること**。よって、必要なスキルを持つ人材を多く**雇用する**必要がある状態のこと。これは、人材需要を埋めるための必要スキル・経験・資格を持つ応募者が不足している状況である。
- **労働力不足**：一般的に労働力不足とは、具体的なスキルではなく、**必要な労働人口**の意味において言及される。

これらに対処するためには、人材を**維持**し、労働者のスキル開発を支援することが不可欠である。この詳細については、**維持 (Retain)**、**再訓練 (Retrain)**、**更新 (Renew)**、**雇用 (Recruit)** の4つの「R」として、5.2.1章で取り上げる。もちろん、これまでも日本では、技術進歩と人口の高齢化を背景

⁹OWIC Offshore Wind Skills Intelligence Report - March 2022

に、労働力不足の課題は、以前から経済学者によって議論されてきた¹⁰。但し今後は、洋上風力発電の促進により、人的資源の課題は、スキルギャップやスキル不足にも及ぶことが明らかであろう¹¹。つまり、日本の洋上風力発電産業は、スキルギャップ、スキル不足、労働力不足という3つの課題を抱えることになる。したがって、本レポートにおける「スキルニーズ」とは、これらのスキルギャップ、スキル不足、労働力不足という3つの課題を指し、意思決定者は、それぞれの状況に応じたスキルニーズ課題へ適切に対処する責任がある。

本レポートは、JWPAスキルガイドの主な内容を基に、洋上風力産業におけるスキル需要を調査することで、日本の洋上風力発電における目標達成に資することを目的としている。特に、意思決定者、労働者、主要関係者が、JWPAスキルガイドに示されたスキル、職務、資格を満たすために取るべき手段をより明確に理解できるように、対話を促進するための戦略文書として機能することを狙っている。そのために、以下の章ではまず、洋上風力関連スキルのニーズに応えるために日本が取るべき施策にかかる提言を行なうための、本レポートにおける分析手法とアプローチを記述する。

¹⁰[Changing skill needs in the Japanese labour market | Creating Responsive Adult Learning Opportunities in Japan | OECD iLibrary \(oecd-ilibrary.org\)](#)

¹¹本調査でインタビューを行った日本の現地の洋上風力関係者からも同じ懸念があげられた。

1.3. 分析手法

本レポートの分析手法は、以下の問いに答えることを目的とする。

「日本の野心的な大規模洋上風力発電拡大のために、どの程度スキル開発における対策が必要か」

分析手法は、「投入産出分析」のロジックモデルを基本とする(図 3)。まず初めに日本と海外の主要洋上風力市場を概観し(投入)、次に相対的基準の把握と障壁の評価を行い(分析)、最後に海外事例を参考に日本に適した対策を提言する(産出)。分析手法の詳細は Appendix1 に記載している。

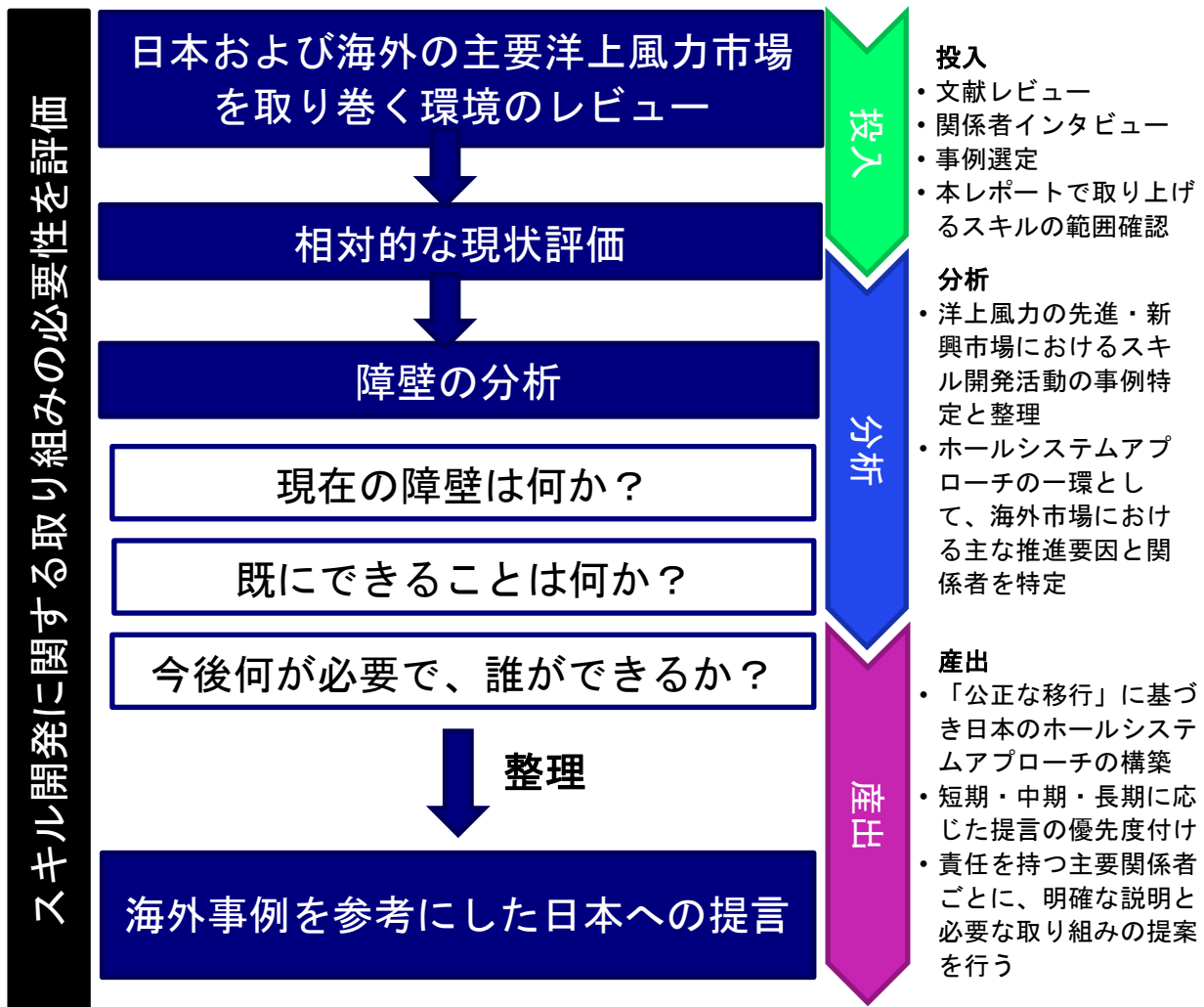


図 3 : 日本のスキル開発における取り組みの必要性を評価するための分析手法

2. 日本における洋上風力の位置づけ

2.1. エネルギー・経済政策における洋上風力の意義

日本のエネルギー政策は、安定供給（または安全保障）、経済性、環境、安全性を柱としている¹²。近年は、高齢化社会、定常的な電力需要、比較的低調な国内総生産（GDP）成長率を背景に、日本のエネルギー需要は減少傾向にある¹³。これは、国内の発電キャパシティが維持されれば、エネルギー需要の減少は、化石燃料の輸入に伴うエネルギー安定供給リスクを最小化できるという意味で重要である。そのため、石炭や天然ガスの輸入依存度を下げるために、再生可能エネルギーへの投資により安定供給を推進する動きが強まっている。化石燃料への依存を減らすことは、再生可能エネルギーの野心的目標の強化にも関連しており、実際に 2021 年の再生可能エネルギー目標は、以前の約 2 倍となっている。「第 6 次エネルギー基本計画(2021)」では、電源構成の 36~38%を再生可能エネルギーでまかなうことを見込み、そのうち 5%を風力により発電することを目標としている¹⁴。これは、再生可能エネルギーにて 22~24%、そのうち 1.7%を風力により発電するという従来の目標から強化されている¹⁵。

一方、日本の電力需要が減少している現状からも、再生可能エネルギーの役割の増大はもったもである。国際エネルギー機関（IEA）のデータによれば、日本の発電量は 2010 年にピークを迎えた後、東日本大震災以降は減少傾向にあり、2021 年には過去 20 年間で最低の 1,000TWh 程度となっている（図 4）¹⁶。また、風力発電（主に陸上風力）は、2011 年から 2020 年にかけて 4,676GWh から 8,654GWh とほぼ倍増している。さらに、2020 年以降は、費用対効果に優れ、土地の確保をあまり必要とせず、高品質の「ベースロード電源」を生産できることが証明されている洋上風力発電への注目が高まっている¹⁷。これらは、日本のエネルギー政策や経済戦略に応じて、政府がエネルギーミックスを段階的に多様化させるうえで、洋上風力が戦略的な手段となることを示している（図 5）。

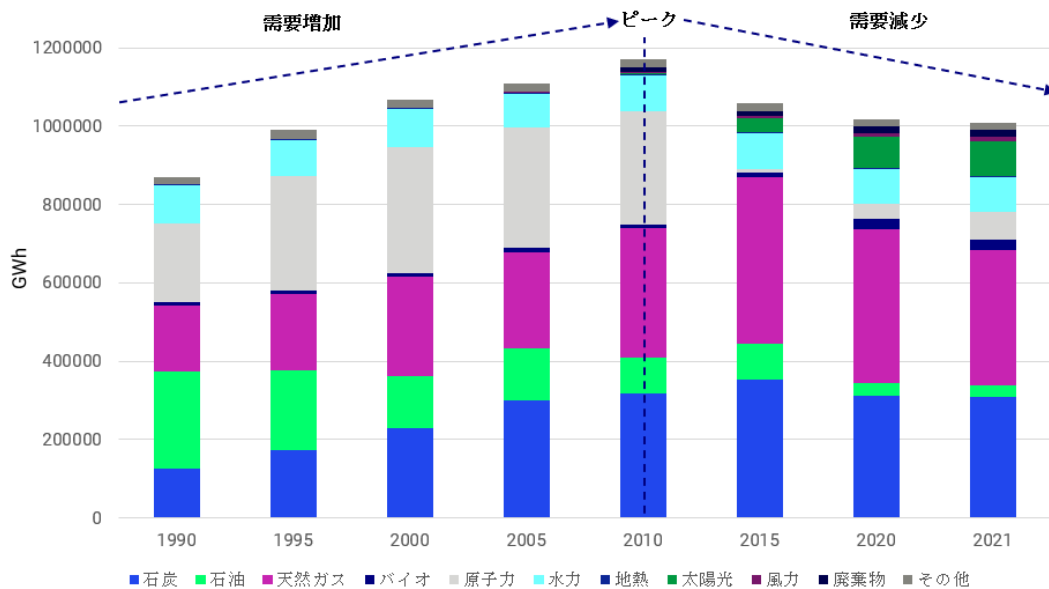


図 4：日本の電源別発電量（1990–2021 年）

¹²[Japan 2021 – Analysis - IEA](#)

¹³[Country Analysis Executive Summary: \(eia.gov\)](#)

¹⁴[エネルギー基本計画の概要 \(meti.go.jp\)](#)

¹⁵[エネルギー市場動 2021 \(nri.com\)](#)

¹⁶[Japan - Countries & Regions - IEA](#)

¹⁷[Offshore Wind Outlook 2019: World Energy Outlook Special Report \(windows.net\)](#)

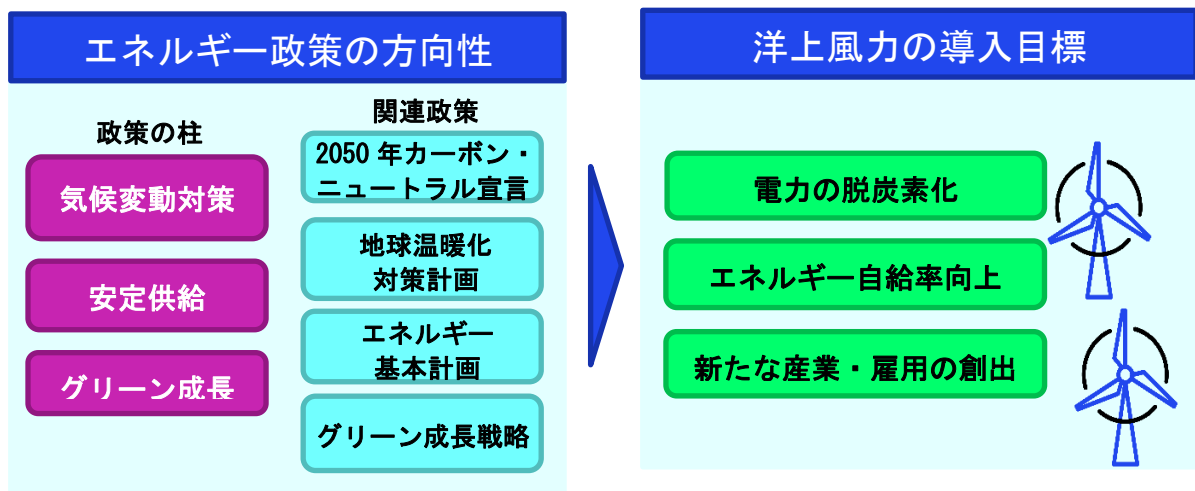


図 5：洋上風力導入拡大に資する日本のエネルギー政策の方向性

なお、再生可能エネルギーへの移行による経済効果としては、2050 年までに日本国内で 63GW 相当の電力が洋上風力により発電されたと仮定すれば、累積 9,409 億円の経済波及効果と 3 万人以上の雇用創出が見込まれる¹⁸。また、自然エネルギー財団から 2022 年に公表されたレポートでは、火力発電による電力量の 10%を洋上風力に代替することで、国内生産において 2,000 億円の純余剰を生み出せると試算されている¹⁹。さらに、火力発電の 10%を洋上風力発電に代替することで、19,000 人の雇用が純増する一方、日本国内の 1,608 万トンの CO₂ 排出を削減できる²⁰。また、洋上風力発電技術は、エネルギー安定供給と経済性の目標達成に加え、日本の持続可能な環境開発目標にも資する、2050 年までのカーボン・ニュートラル達成目標や地球温暖化対策計画において、極めて重要な技術として認識されている(表 3)。日本の電力供給源として、今後さらに再生可能エネルギーが活用されうること踏まえれば、この移行は、国内のスキルと労働力の構成に大きな波及効果をもたらすだろう。しかしながら、スキルニーズやスキル転換実現に向けた計画は、まだ包括的に精査されていないのが現状である。

表 3：日本のエネルギー政策の枠組み・関連政策・法律（JWPA レポート等より引用）

洋上風力市場をとりまく 関連政策・法律	概要
2050 年カーボン・ニュートラル宣言	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年 10 月、日本政府は、2050 年までに CO₂ をはじめとした温室効果ガス排出の実質ゼロ（カーボン・ニュートラル）を目指す「2050 年カーボン・ニュートラル宣言」を発表。 積極的に地球温暖化対策を行うことにより、我が国の産業構造や経済社会を変革し、経済と環境の好循環を作り出していく方針を提示。
地球温暖化対策計画	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化対策推進法に基づく日本政府の総合計画。2021 年 10 月に改訂。 2050 年カーボン・ニュートラルに向けた中期目標として、2030 年度において温室効果ガス排出量の 46%削減（2013 年度比）を目指すこと、さらに 2050 年までに 50%の高みに向けて挑戦を続けることを明記。

¹⁸日本における洋上風力発電開発の社会経済分析(renewable-ei.org)

¹⁹日本における洋上風力発電開発の社会経済分析(renewable-ei.org)

²⁰日本における洋上風力発電開発の社会経済分析(renewable-ei.org)

エネルギー基本計画	<ul style="list-style-type: none"> 2021年10月に第6次エネルギー基本計画が閣議決定。 2030年時点の再生可能エネルギーの電源構成比率を36～38%に引き上げ。風力発電は、陸上風力17.9GW、洋上風力5.7GWの導入を見込む。
グリーン成長戦略	<ul style="list-style-type: none"> 2020年12月、「2050年カーボン・ニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定。 日本が今後尽力すべき14の重要分野を提示し、洋上風力産業をその一つに位置づけ。
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	<ul style="list-style-type: none"> 2018年に「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」、通称、再エネ海域利用法を閣議決定²¹。この法律の重要な成果は、再生可能エネルギー関連法の一つとして、促進区域の占用許可を最大30年間にわたり洋上風力事業者に与えることができるようになったことである。 この法律により、洋上風力発電用地などの再生可能エネルギー事業は、国の法的枠組みを通じて入札にかけられることとなり、業界の信頼性を向上させ、「促進区域」への入札制度が構築された。

²¹[洋上風力発電関連制度 | なっとく！再生可能エネルギー \(meti.go.jp\)](https://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180713001/20180713001.pdf)

2.2. 市場動向と洋上風力発電事業のパイプライン

2018 年以降、2050 年のカーボン・ニュートラル目標や近年の洋上風力市場拡大に向けた政策を通じて、有望なプロジェクトのパイプラインが形成され、市場は徐々に可視化されている。洋上風力（より一般には再生可能エネルギー）に対する価格メカニズムと投資に関しては、2011 年の福島原子力発電所事故以降、戦略的に取り組みが進められていた。しかし、日本の洋上風力のポテンシャルはほとんど活用されておらず、市場の開発は不十分であった。初期段階では、国により、洋上風力発電市場支援を目的とし、固定価格買取制度（FIT）が創設された。日本の着床式洋上風力における FIT 調達価格は、世界加重平均による均等化発電原価（LCOE）の 0.115 米ドル/kWh に対して²²、2014 年から 2019 年まで 36 円/kWh（0.34 米ドル/kWh）と一定で魅力的な高さであった。このように、日本では、高い技術的ポテンシャル（着床式 128GW、浮体式 424GW）と有利な FIT 調達価格が業界内で認識されていたにもかかわらず、許認可取得にかかる行政上の課題や、開発モデル全体の不確実性があった。そのため、市場が拡大できなかった^{23, 24}。

転機は、2018 年の「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」成立により競争入札方式が可能となり、また選定された業者には、30 年間の海域占用の権利が確保されたことである²⁵。入札制度の導入により、市場が業界内で可視化され、開発事業者の参入意欲が高まった。参入意欲の高まりは、公表済みの環境影響評価の増加からも確認でき、同法導入後の 2019 年 8 月にはパイプラインの合計で 12.6GW に達している。また、12.6GW の洋上風力発電プロジェクトは、カスケード効果により最大 3 兆円（290 億米ドル）の資金を同分野と経済全般に対してもたす可能性がある²⁶。したがって、洋上風力は、日本の将来のグリーン経済にとって魅力的な「成長産業」になる。但し、入札制度が導入された後は、着床式洋上風力発電の FIT 調達価格は、2021 年に 32 円/kWh、2022 年には 29 円/kWh に下げられた。さらに、2023 年からは、新規の着床式洋上風力発電事業は FIT の受給が承認されないため、これまでに FIT の認定を受けていない事業は FIT を受給できない²⁷。なお、浮体式洋上風力の FIT 調達価格は、技術が十分に発展していないことを理由に、36 円/kWh に据え置かれている。²⁸

2023 年 2 月時点で、日本では現在、構想と初期計画段階で 50GW 以上の洋上風力発電容量があり、10GW が開発区域の状態である（図 6）。2021 年末までに日本政府は第 1 ラウンドで合計 1.7GW の落札を決定した。2022 年末までには、第 2 ラウンドの入札方式を決定し、合計 4 地点で最大 1.8GW の発電容量を公募する。なお、第 1 ラウンドでは、上限価格が 29 円/kWh に設定された²⁹。一方、第 2 ラウンドでは、秋田・新潟エリアが 19 円/kWh、長崎エリアが 29 円/kWh に設定されている³⁰。経産省は、FIT 調達価格の調整が行われる理由として、モノパイル式基礎かジャケット基礎かといった異なる技術が適用されることをあげている。

²²[Offshore wind projects in Japan attract FDI - Investment Monitor](#)

²³[GWEC-Global-Offshore-Wind-Report-2022.pdf](#)

²⁴[Japan 2021 - Energy Policy Review \(windows.net\)](#)

²⁵[Japan 2021 - Energy Policy Review \(windows.net\)](#)

²⁶[Japanese wind fans bank interest | Reuters](#)

²⁷[再生可能エネルギーの FIT 制度・FIP 制度における 2022 年度以降の買取価格・賦課金単価等を決定します \(meti.go.jp\)](#)

²⁸[再生可能エネルギーの FIT 制度・FIP 制度における 2022 年度以降の買取価格・賦課金単価等を決定します \(meti.go.jp\)](#)

²⁹[akita_noshiro_kouboshishin.pdf \(meti.go.jp\)](#) [akita_yuri_kouboshishin.pdf \(meti.go.jp\)](#)

[chiba_choshi_kouboshishin.pdf \(meti.go.jp\)](#)

³⁰[kouboshishin_20221228.pdf \(meti.go.jp\)](#)

洋上風力産業事業のパイプライン

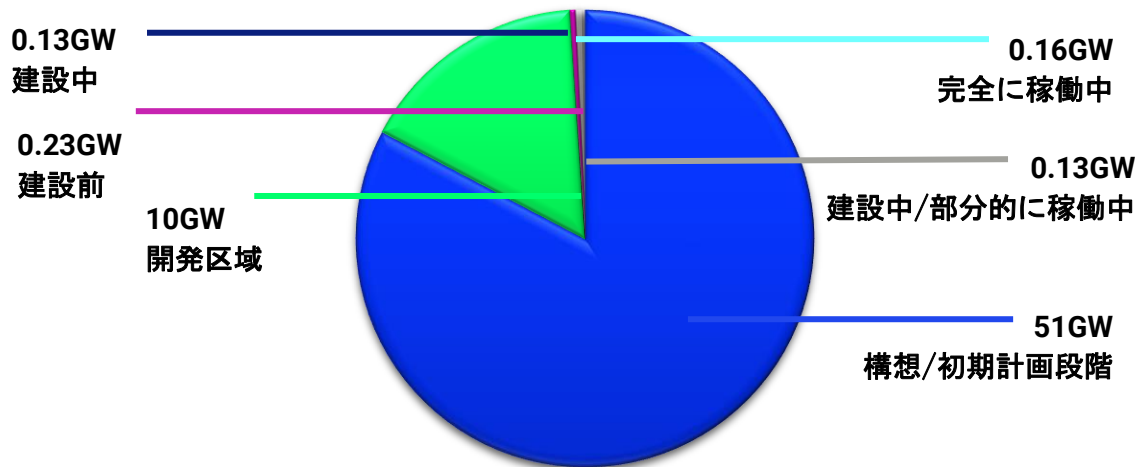


図 6：日本における洋上風力発電事業のパイプライン³¹

商業運転規模の事業における海上工事については、落札日から 6～8 年後に開始されることから、2030 年までには、約 6.6GW の海上工事が開始されると予想される。2040 年のより高い目標値達成のために、2030 年代には洋上風力（浮体式を含む）対策が加速されるだろう。市場調査会社の 4C Offshore は、日本では 2030 年に 6.6GW、2035 年に 14.3GW が商業運転の洋上風力発電によりおこなわれると予測している³²。なお、日本初の大規模洋上風力発電所は、2 つの風力発電所を持つ秋田能代ウィンドファームである。秋田港は 54.6MW の発電キャパシティ、能代港は 84.0MW の発電キャパシティを保有している³³。両発電所は既に商業運転を開始しており、日本の商業用洋上風力発電市場にとって幸先の良いスタートとなった。

現在のパイプラインにおけるプロジェクトは殆ど、まだ構想と初期計画段階にあり、これらの事業のライフサイクルが建設、運用、メンテナンスに移行するにつれて、スキル需要が大幅に増加する可能性がある。実際に、その可能性は、海外の洋上風力産業の規模拡大を参考にしても明らかと思われる。例えば、英国では洋上風力発電の設備容量が 2017 年の 6.4GW から 2032 年には 35GW に増加することに伴い、雇用者も 10,000 人から 36,000 人に増加すると予想されている³⁴。日本では、今後数十年の間に最大 50GW の洋上風力発電を導入する可能性があり、産業界と一般労働者が移行に備えられるように、発電量予測に基づいて関連スキルニーズを精査する必要がある。進めるべき必要な準備については、提言を本レポートの 6 章（結論と提言）で述べる。

³¹ 休眠中、中止された、あるいは実現されなかった提案事業は除く。（出典：4C Offshore データベース、2023 年 2 月）

³² 4C Offshore (2022) Global Market Overview, Q3 2022 Slide Deck

³³ [Japan's First Commercial-Scale Offshore Wind Farm Starts Delivering | Offshore Wind](#)

³⁴ [Aura-EU-Skills-Study-Summary-Report-October-2018.pdf \(aura-innovation.co.uk\)](#)

3. 日本における洋上風力関連スキルの必要性

近年、世界各国の洋上風力産業の成長に向けて、労働者のスキル不足が大きな障壁として認識されているが、これは日本でも同様である。しかし、日本国内では現状、洋上風力発電のパイプラインを支えるスキルニーズに応えるための明確な道筋は未だ確立されていない。勿論、日本政府は、「洋上風力発電人材育成事業」を推進し国内調達と現地雇用を支援すると明言している³⁵。しかし、導入目標のほか国内調達目標の達成のために、今後のスキル関連プログラムは、既存の洋上風力プロジェクト実施地域のスキルの現状を理解したうえで、立案される必要がある。その上で、この現状評価に基づき今後のスキルニーズをモデル化し、労働力の維持、再訓練、更新、雇用を進めるための、適切な手段が講じられるべきである³⁶。

スキルニーズへの対処は、洋上風力発電それ自体の目標達成に不可欠であるだけでなく、日本の経済戦略に不可欠な洋上風力発電産業の役割を担う上でも重要であろう。さらに、経済全体の変革を可能にするスキル戦略は、カーボン・ニュートラルな経済への移行を可能にする主要な推進要因となり、労働者や地域社会によい社会的影響をもたらさう。つまり、大規模洋上風力発電の展開において、構造転換を促進し、必要なスキルを持った人材を育成するためには、主要なステークホルダーの間で緊密な連携が求められるのだ。現在、日本のスキルニーズへの対応は、洋上風力拡大の影響のみに焦点が当てられているが、洋上風力関連分野への労働者を移行させるためには、ホールシステムアプローチがとられなければならない。

3.1. 日本における洋上風力発電のスキルに係る既存の施策

現在入手可能な政策文書、及び本レポート作成のために実施した関係者へのインタビューによれば、日本の洋上風力発電のスキルキャパシティにかかる現状の棚卸しは未だ包括的に行われていないと思われる。そこで本章では、日本国内で現在行われている洋上風力のスキルニーズに関する活動について概要を整理する。表 4 では、日本におけるスキルニーズに対処するために実施された、または実施中の計画、政策、プログラム（「活動概要」と題している）の例を取り上げている。

特筆すべきは、経産省が洋上風力発電産業のスキル開発・訓練に対して、最大 6 億 5,000 万円の補助金を出していること、また、人的資源パイプラインの拡充支援を目的に、さまざまな機関、訓練施設、産業界との協力体制が確立されていることであろう³⁷。また、新たに開設予定の訓練施設では、2024 年から少なくとも年間 1,000 人の専門家養成が目標に掲げられている。³⁸

³⁵[洋上風力産業ビジョン（第 1 次）概要（meti.go.jp）](https://www.meti.go.jp/press/2023/04/23/230423001_001.pdf)

³⁶[洋上風力産業ビジョン（第 1 次）概要（meti.go.jp）](https://www.meti.go.jp/press/2023/04/23/230423001_001.pdf)

³⁷[洋上風力発電人材育成事業費補助金（令和 4 年度事務局公募） | jGrants（jgrants-portal.go.jp）](https://www.jgrants-portal.go.jp/)

³⁸[秋田県に洋上風力発電の総合訓練センターを立ち上げ | 日本郵船](https://www.post-japan.co.jp/press/2023/04/23/230423001_001.pdf)

表 4：洋上風力産業のスキルニーズにかかる日本における活動概要³⁹

主要な政策・アクション	教育・研究	産業界/民間セクター	協力事例
<p>グリーンイノベーション基金</p> <ul style="list-style-type: none"> 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、洋上風力を含むグリーン分野の R&D プロジェクトに 2 兆円を支援。 <p>洋上風力発電人材育成事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省は「洋上風力発電人材育成事業費補助金」として 6.5 億円の人材育成補助金を交付。 <p>洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省、国交省、業界関係者による洋上風力発電官民協議会を設立。 	<p>ふくしま風力 O&M アソシエーション</p> <ul style="list-style-type: none"> 風力発電設備のメンテナンスを担う福島市の研修施設。 <p>九州大学洋上風力研究教育センター</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本において世界最高水準の洋上風力発電の研究・教育拠点形成に貢献することが目的。九州大学は、経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金の採択事業者の一つ。 <p>長崎海洋アカデミー</p> <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を対象とした多様なコースを導入。今後 5 年間で 1,600 名の育成を目指す。長崎大学は、経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金の採択事業者の一つ。 	<p>日本海事協会による教育訓練インストラクター向け認証サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際的な Global Wind Organisation（GWO）の訓練基準に基づき、教育訓練インストラクターの認証サービスを行う。 <p>日本風力発電協会（JWPA）</p> <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を対象とした各種訓練や業界ガイドを作成。 <p>長崎海洋産業クラスター形成推進協議会（NaMICPA）</p> <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を対象とするさまざまな訓練を実施。 <p>日本サバイバルトレーニングセンター（NSTC）</p> <ul style="list-style-type: none"> GWO 認定の海洋サバイバル訓練施設で、専門家に安全教育を提供。 <p>株式会社北拓による点検・メンテナンス訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金の採択企業として、点検・メンテナンスの人材育成サービスを実施予定。 <p>MOL マリン&エンジニアリング(株)と日本郵船(株)による船員教育</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金により、自動船位保持装置と小型作業船における船員訓練を実施予定。 <p>イオスエンジニアリング&サービス(株)による風力発電設備の保守と緊急時の対応処置の訓練</p> <ul style="list-style-type: none"> 秋田にある同社では、GWO の認定を受け、風力発電設備の保守と緊急時の対応処置の訓練を行う。 <p>その他の国際団体による認証</p> <ul style="list-style-type: none"> GWO 安全基礎研修、Offshore Petroleum Industry Training Organization（OPITO）認証研修、船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約（STCW）研修も、日本国内で個人が受講可能。 	<p>九州大学を通じた洋上風力の産学官コンソーシアム</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本における洋上風力発電の実現に向けた産学官の経験を結集。 <p>(株)ウィンド・パワー・グループと台湾風能訓練股彬による国際市場における業界連携</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金の採択事業者として、台湾風能訓練股彬と提携して訓練施設を整備し、2024 年から 1,000 人の訓練を行うことを目標に掲げる。 <p>日本海事協会とマースクによる洋上風力発電設備作業者への訓練や代替燃料船船員教育</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本海事協会とマースク社との間で、洋上風力発電設備作業者への訓練や代替燃料船船員教育に関する MoU が締結。 <p>日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアム</p> <ul style="list-style-type: none"> 次世代の海洋開発分野の技術者育成と海洋エネルギー資源の普及啓発を目的。 <p>官民一体型の取り組み：日本郵船、日本海洋事業(株)、秋田県、男鹿市による訓練施設の設立</p> <ul style="list-style-type: none"> 経産省の 2022 年度洋上風力発電人材育成事業費補助金の採択事業者として、2024 年から年間 1,000 人の洋上風力人材を育成することを目標。

³⁹ カーボン・トラストの調査-インタビューを含むさまざまな資料から得られた情報をまとめており、公的な資料は参考文献に記載している。

3.2. 日本における洋上風力関連スキル需要の見通し

日本における既存の洋上風力関連スキル開発への取り組みを踏まえれば（3.1章）、**スキル、訓練、労働需要の課題をすべて解決するためには、今後やるべきことが多く存在することは明らかと思われ、これはスキル転換にかかる計画が実施されない限り続くであろう。**

日本の労働市場は概して、スキルギャップ⁴⁰、スキル不足⁴¹、労働力不足⁴²の課題に慢性的に直面している。2022年に行われた調査では、日本における企業の半数以上が人手不足を課題としてあげており⁴³、さらに、雇用主の74%が必要な人材確保が困難である（スキル不足）と回答している。洋上風力発電サプライチェーンの重要産業である製造業ではさらに高く、雇用主の82%がスキル不足に直面していることがわかっている⁴⁴。経済協力開発機構（OECD）は労働市場を広範に調査し、日本の労働市場はOECD平均を上回って機能しているが、スキル転換が行われなければ、多くのスキルが役に立たなくなる（スキルギャップ）リスクがあると指摘している。

日本の労働市場は、低失業率と高雇用率の特徴を背景に、労働市場のパフォーマンスはOECDの平均を上回っている。しかし、技術の進歩や人口の高齢化といった構造的な変化は、スキルの供給と需要を変革している。このため、雇用主が適切なスキルを持つ労働者を見つけることや、労働者が自分のスキルに見合った仕事を見つけることがますます困難になるだろう。教育・訓練システムが、変化するスキルニーズに対応するように労働者の能力を開発・適応させなければ、雇用量や包括性、さらには生産性や成長率の面でも、日本の労働市場に悪影響を及ぼす可能性が高い⁴⁵。

OECD（2021）

ここで非常に重要なことは、**洋上風力発電のスキルニーズの発生と対応が、グリーン経済へのより広範な移行の一部としてとらえられ、それが日本の労働市場と関連させて理解されることである。**具体的には、労働市場、経済、新しい洋上風力政策、新しい産業の成長、そして他産業の衰退の間にある相互関係を踏まえた対策を通じて、スキルニーズを解決するための課題に取り組まなければならない。日本では、洋上風力関連労働者のスキル需要見通しに関する具体的なデータ取得が限られているため、表5では、日本全国のスキル需要見通しを論じている資料について概要のみを提示している。なお、提言（6章）では、意思決定者に対して、スキルニーズの見込みに関するデータと定量的情報の取得と蓄積を促している。

⁴⁰ スキルギャップ：既存の労働者のスキルの再訓練や更新によって、埋め合わせができるスキルのギャップを指す

⁴¹ スキル不足：既存の労働者のスキル供給では、スキル需要を満たすために不十分であり、必要なスキルを持つ人材を、代わりに多く雇用する必要がある状態のこと。これは、人材需要を埋めるための必要スキル・経験・資格を持つ応募者が不足している状況とも理解できる。

⁴² 労働力不足：一般的に労働力不足とは、具体的なスキルではなく、必要な労働人口の意味において言及される。

⁴³ [Over half of Japan companies suffering from labor shortage: survey \(kyodonews.net\)](https://www.kyodonews.net/news/2022/07/over-half-of-japan-companies-suffering-from-labor-shortage-survey)

⁴⁴ [Japan's 2022 Talent Shortage \(manpowergroup.com\)](https://www.manpowergroup.com/japan-2022-talent-shortage)

⁴⁵ [Changing skill needs in the Japanese labour market | Creating Responsive Adult Learning Opportunities in Japan | OECD iLibrary \(oecd-ilibrary.org\)](https://www.oecd-ilibrary.org/japan/changing-skill-needs-in-the-japanese-labour-market-creating-responsive-adult-learning-opportunities-in-japan)

表 5：スキル、訓練、労働力にかかる需要見通しの記載がある文献のまとめ

日本における洋上風力発電のスキル、訓練、労働力の需要見通しに関するエビデンス	
GWEC	<p>「Global Wind Workforce Outlook 2022-2026」によると、日本は洋上風力の重要な市場であり、風力発電技術者の大きな需要が見込まれている。2022年から2026年の間に予測される985MWの洋上風力発電所の設置に基づき、建設・敷設段階と運用・保守段階で1,118人の技術者が必要になる⁴⁶。</p> <p>また、日本では2025年に向けてGlobal Wind Organisation (GWO)の訓練を受けた職種の雇用が大幅に増加すると予想されており、適切な準備なくしては対応が困難な可能性がある。</p> <p>なお、「Global Wind Workforce Outlook, 2021-2025」では、GWOの訓練を必要とする労働力のみが当該レポートでは対象となっていたことを記している。つまり、船舶乗組員、基礎工事・ケーブル敷設チームの訓練など、その他のスキルで訓練が必要であるが当該レポートには含まれていない作業領域もある⁴⁷。</p> <p>日本が現在保有する、風力発電の導入目標を達成するために必要な訓練キャパシティは、GWOが定める基準の5~10%である⁴⁸。</p>
REI	<p>2021年に発表されたレポート「洋上風力が日本のエネルギーを支える」では、洋上風力発電施設の建設・設置に適切なスキルを持ち訓練を受けた人材が、国内で2024年には2,150人、2030年には8,600人以上が必要になると試算している。</p> <p>保守・管理に用いられる遠隔自動制御システムに人工知能、ロボット、デジタル化などが適用されるなど技術革新が進む中、データサイエンス、コンピュータ工学、情報技術などの専門家を雇用することが重要になるであろう⁴⁹。</p> <p>REIの2022年「日本における洋上風力発電導入の社会経済分析」によると、洋上風力発電施設の建設により、年間3万から6万人の雇用が創出される。このうち、2万人は建設工事に直接携わる労働者であろう⁵⁰。現在、洋上風力発電システムの建設に適した専門知識やスキルを持つ労働者の数は、この需要水準をはるかに下回っているのが現状である。</p>
経産省	<p>「洋上風力産業ビジョン」において、経産省は洋上風力のスキル、訓練、労働力の需要に関する定性的評価をおこなっている⁵¹。また、洋上風力発電に必要な人材を育成するために、産業界、日本政府、学界が協力する必要性を概説している。これは、以下の観点から有益であろう。</p> <p>1) 投資の促進、安定したサプライチェーンの形成</p>

⁴⁶[Global Wind Workforce Outlook 2022-2026.pdf \(website-files.com\)](#)

⁴⁷[Global-Wind-Workforce-Outlook-2021-2025.pdf \(gwec.net\)](#)

⁴⁸[GWEC-Global-Offshore-Wind-Report-2022.pdf](#)

⁴⁹[洋上風力が日本のエネルギーを支える：大量導入に向けた制度・インフラ・産業 | 報告書・提言 | 自然エネルギー財団 \(Renewable-ei.org\)](#)

⁵⁰[日本における洋上風力発電導入の社会経済分析\(renewable-ei.org\)](#)

⁵¹[洋上風力産業ビジョン \(第1次\) \(meti.go.jp\)](#)

	<p>a. 国内調達を60%にするという目標を掲げており、関連するサプライチェーンと地域雇用を実現するためにも、労働力の地理的条件を考慮し、国内でのスキル開発を進める必要がある。</p> <p>2) 洋上風力発電の人材育成プログラム。</p> <p>a. ビジョンでは、幅広い分野で活躍する人材を支援するための施策の必要性を指摘している。</p> <p>b. 経産省は、産業界が必要とするスキルの棚卸しと、そのスキル習得のための具体策を提示する必要があると述べている。</p> <p>c. 短期的には異業種からの転職や再就職が必要となり、中長期的には新たな人材育成が必要となることが予想される。</p>
JWEA (MRI)	<p>三菱総合研究所 (MRI) は、日本風力エネルギー学会 (JWEA) の学会誌に「洋上風力官民協議会と人材育成施策の最新動向」と題する論文を発表した。MRI は、洋上風力発電市場の加速度的な拡大を支えるために、適切な対策を講じることが急務であることを概説している。</p> <p>MRI は、洋上風力産業ビジョンに基づき、2030 年までに 1 万 2,000 人のスキル労働者が、2040 年までには 3 万人の常勤のスキル労働者が必要になると推定している。これは非常勤労働者を考慮に入れていないため、実際に必要とされる全体的な労働者数はさらに多くなるだろう。また、この記事では、日本政府が「洋上風力人材育成プログラム」(現在国によって検討中)を早急に策定し公表する必要性を強調している。</p>
JWPA	<p>「洋上風力スキルガイド」では、洋上風力発電事業のライフサイクル全体で今後数多くの労働者が必要となることに触れ、日本では未だ、何人の需要が発生するか、正確に予測がされていないことを指摘している⁵²。このガイドでは、職務の種類と、対応が必要となり得る業務の種類について情報を提供している。なお、本レポートの目的で試みているように、今後は各組織が、上記のような職務をこなせる人材をどのように育成・雇用できるか考えられるように、ガイドがさらに明確化される必要がある。</p> <p>2022 年 11 月に GWEC と JWPA が主催した「Global Offshore Wind Summit - Japan」では、洋上風力のスキルや訓練が重要な課題として指摘され、会議でも議論された。</p>

上記の各情報は、さまざまな予想需要値を示しており、それぞれの定量化結果に基づく値の範囲は同じではない。提言 1 で後述するように、事業のパイプラインに応じた正確な需要予測モデルを構築するためには、日本における現在のスキルを包括的に評価することが必要である。

⁵²洋上風力スキルガイド (第 1 版)

4. 海外市場の主な事例研究

本章では、日本における洋上風力産業のスキル開発を支援するための方策について、意思決定者に参考となる知見を提供することを目的として、海外における洋上風力発電市場及びスキルニーズへの取り組みに関する事例を紹介する。洋上風力発電の導入が進んでいる先進市場として、英国、デンマーク、オランダを取り上げる。また、新興市場として、米国と台湾を取り上げる。事例研究は国単位で行い、ホールシステムアプローチを用いて、そのスキル対策を分析している。

4.1. スキル開発におけるホールシステムアプローチの意義

ホールシステムアプローチでは、洋上風力発電のスキル開発といったテーマやトピックを取り上げ、他のセクターやステークホルダーとの関係が、時間経過に伴いどのように間接的・直接的に、特定の結果（ここではスキルギャップ）を生み出すかを理解する⁵³。このアプローチは、問題をより小さな単位に分解して個別に分析し理解しようとする、伝統的な「還元主義」アプローチとは、その性質を異にする。還元主義アプローチは、複雑な課題を扱いやすくする一方で、インパクトや効率が低い（金額に見合う価値が得られない）、共同利益の最大化には繋がらないサイロ化された解決策につながることが多い、あるいは、考慮されない他のセクターやステークホルダーに意図しない影響を与える可能性がある。

スキル開発は、広範な複雑なシステム（教育、政治、経済システムなど）と関連していることから、スキル開発の状況改善には、これらのシステム間の相互作用を意識的に理解し活用しようとするホールシステムアプローチが必要となる。このアプローチを取ることで、異なるシステムからのステークホルダーと共に、スキル開発を推進する、あるいは妨げるさまざまな要因に対する共通理解を深め、洋上風力産業とカーボン・ニュートラルへの移行をより広範に促進するうえで各セクターが持つ役割を明らかにすることができる。ホールシステムアプローチにより、意思決定者は、スキルギャップが教育施設や資金拠出を増やすことで対処できると考えるような、また個別では効果的にはなりにくい、単純でサイロ化した対策から脱却することができる。そしてその代わりに、効果最大化のために、セクターやステークホルダーを超えたより全体の共同作業を通して、補完的介入を行うことができるようになる。

日本の洋上風力関連スキル開発に対するホールシステムアプローチ構築の仕方は、一意に決まるものではないため、本レポートで個別の議論は避ける。その議論の前提として、日本国内の意思決定者は、洋上風力におけるスキル開発を行うために、ホールシステムアプローチが何を意味し、どのように適用させることができるかについて、お互いに意思疎通を図り共通理解の土台を形成する必要がある。本レポートでは、6章の各提言において、ホールシステムアプローチを構築するために、取り得る施策を記載している。ホールシステムアプローチ理解のためのガイダンスとして、本レポートでは、英国国立工学政策センターの「ネット・ゼロへの道：システムアプローチ」⁵⁴を日本におけるスキル開発に適用している。ホールシステムアプローチには、多くの場合、以下が必要である。

- スキルシステム内の相互に関連するアクター（教育セクター、地方自治体、民間企業、政府など）が、一緒に変革を進めること
- システムを構成する異なる要素間の相互依存関係を理解する必要があること
- グリーン・ジョブへの移行を促進するうえで、どこにトレードオフが存在し、どこに機会が存在するかを理解する必要があること

⁵³[Systems Thinking: An introduction for Oxfam programme staff - Oxfam Policy & Practice](#)

⁵⁴[Getting to net zero: a systems approach](#)

- 日本における洋上風力発電のパイプラインを実現するために、強力なスキル開発環境を構築するという全体の目標に向け、関連するすべての体制や要素を整合させること

4.2. 事例研究の概要とアプローチ

事例研究では、スキル関連の計画、プロセス、または成果実現に影響を与えた主な関係者や推進要因を明らかにしている。ホールシステムアプローチの一環としてのスキル開発を推進する主な変革の要因⁵⁵は以下の通りである。

- **連携**：意思決定者は、どのように現状を伝え、またスキル課題への対処計画を立てたのか？
- **教育と研究**：関係者は、スキル開発推進のために、どのように教育や研究を促進したのか？
- **協働**：意思決定者は、スキル開発促進のために、どのような協働を行ったか？

これらの推進要因が一体となることで、スキル市場を部分的に変革することが可能となることが確認されている。しかし、スキルはいずれの国の洋上風力発電市場においても依然として障壁として残っており、どの市場も新たなスキルニーズに完全には対処できていないことには留意しておくべきである。

先進市場の事例研究は、政府、産業界、研究・教育施設などの関係者に対して、コミュニケーション、教育、および協働を推進するうえでの役割と活動について、有益な視点をもたらす。新興市場においては、産業界が大きな変革の要因となり、洋上風力の役割について、政府からのより多くの対話を促していた。事例研究では、ステークホルダーが、その意図にかかわらず、スキル対策をより広範なシステムと関連付けることで、連携、協働、教育などの推進力を通じて、関係者間のより強いモメンタムが生まれることを明らかにしている。一方、関係者間のつながりが弱く、推進要因が効果的でない場合、スキル開発は行き詰まるだろう。事例研究では、主要なアクター（誰が何をしたか）、要因（どのようにスキル課題が解決されたか）、そして取られたアプローチの重要性に着目している。

これらの国際的な事例から成功と失敗を学ぶことで、関係者の責任、変革のステップ、検討されたメカニズムや政策ツール・オプションを明確にし、また比較を行うことができ、日本における洋上風力スキル開発の参考とすることができる。

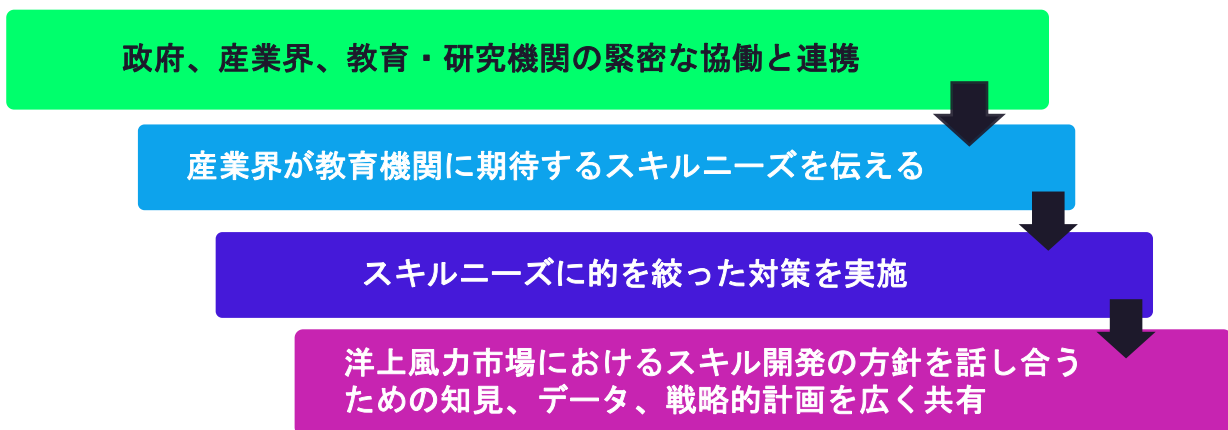


図 7：日本の意思決定者にとってスキル開発の推進要因となる主要なポイント

⁵⁵ 金融の役割など、スキル開発にとって重要な関連要因は他にもあると思われるが、これらの公開資料からの評価は困難であった。

4.3. 英国

英国政府は、洋上風力セクター・ディールなどの政策を通じて、業界のスキルニーズ対応への支援を明確にすることで、スキル開発において包括的なアプローチをとってきた。また、ネット・ゼロや公正な移行の実現に向けて、取り残されるリスクのある人々に対処する「レベリングアップ」戦略が推進されることも相まって、近年のスキル課題への取り組みは加速している。

政府から明確な方針が打ち出されたことで、教育機関、民間セクター、洋上風力産業などの関係者にとっても不確実性が減った。連携、教育、協働に焦点を当てたホールシステムアプローチを用いて、英国における洋上風力のスキル開発障壁はその解決策と、戦略的に関連付けられている。例えば、政府は、技術的スキルの不足について、及び教育システムにより得られるスキルと雇用主が必要とするスキルのミスマッチについて公表した。この問題は、洋上風力産業の国内サプライチェーン強化に向けたスキル構築への取り組みなど、産業レベルの議論へと拡大している。これらのスキル開発課題の対処に向け、英国政府は、T レベル制度を設けることで技術教育と訓練の整合性を高め、継続教育の改革に取り組んでいる。また、セクター・ディール構想の一つとして、洋上風力発電パートナーシップ（OWGP）を設立し、より強力な国内サプライチェーン構築に向けて最大2億5千万ポンドを投資する⁵⁶。OWGPは、助成金や事業転換支援を通じて、洋上風力サプライチェーン構築に関わる企業を支援する。これはその後、企業のスキル向上につながるだろう。

これらは、将来のネット・ゼロ経済に資するものとして、政府、産業界、教育セクターがネットワークを構築し、洋上風力スキルへ対処に向けて協働している明確な証拠といえる。各アクターが果たすべき重要な役割を明確にするために、以下の表ではホールシステムアプローチに沿って、いくつかの主要な施策を記述している。なお、英国の洋上風力産業のスキル開発に正の効果を生み出した要因（連携、教育、協働）について整理している。

表 6：英国のアクターによる主要な取り組みの概要⁵⁷

連携 意思決定者は、現状をどのように伝え、スキル課題に対処する計画を立てたのか？	教育・研究 スキル開発推進において、関係者がどのように教育や研究を促進してきたか？	協働 スキル開発促進において、意思決定者はどのように協働してきたか？
洋上風力セクター・ディール <ul style="list-style-type: none"> 2019年に発出されたディールで、洋上風力産業が政府、既存機関、大学、産業プログラム 	Supergen ORE ハブ <ul style="list-style-type: none"> 2001年に英国工学・物理科学研究会議（EPSRC）によって設立されたプログラム 	政府 <ul style="list-style-type: none"> 英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）は、北海の近隣諸国（9カ国と欧州

⁵⁶[Offshore wind Sector Deal - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk/government/news/offshore-wind-sector-deal)

⁵⁷カーボン・トラストが様々な情報源から調査したものを編集。公的な情報源は参考文献に記載。

と協力して、カリキュラムの開発、業界内および業界を超えた雇用流動性の向上、実習生の増加、Tレベル制度導入のための地域協力を行うことが明記された。

北海移行取引

- 洋上風力関連の雇用を多く生み出す海域である大陸棚にかかるセクター・ディール。北海の労働力は、脱炭素化の目標と整合され、サプライチェーンの変革が進められている。
- 調査では、オフショア石油・ガス業界の現在の労働者の最大 68%が低炭素産業へ移行できるスキルを有していることが確認された。

ビルド・バック・ベター

- 2021年のレポートで、レベルアップ（公正な移行）の必要性と現在のスキルシステムの長所・短所に対処する経済成長計画をまとめた。
- 洋上風力は、グリーン・ジョブの担い手でありネット・ゼロを達成する手段として議論された。

グリーン・ジョブズ・タスクフォース

- 2020-2021タスクフォースは、「グリーン産業革命を推し進めるための10項目」を一部実行した。
- 洋上風力発電容量の増加に伴うスキルニーズと、ニーズへの対処法を詳述したレポートを発表。

で、風力発電などの主要な洋上再生可能エネルギー（ORE）分野の学術研究を主導。

- 資金、施設、ウェブツール、オンライン参加型プラットフォームなどを利用し、学术界、産業界、政策、公的機関の関係者を結びつけ、イノベーションを創出。

教育分野

- 多くの大学が洋上風力関連のコースを設置（プリマス、ハル、ストラスクライド、オックスフォード、エクセター、ダラム、アバディーン、サウサンプトン、エディンバラ大学など）。
- EPSRCは、風力発電の研究者育成を目的に博士号取得を目指す学生へ資金を拠出。
- セクター・ディールの一環として、洋上風力産業で必要とされる高度な専門性を持つ職種に対応するため、より専門的な訓練を提供するTレベル制度を導入。
- セクター・ディールでは、標準カリキュラムの開発を目的に、技術研究所を設立予定。

産業分野

- オーステッドなどの洋上風力発電事業者が、Teach Firstなどの英国における教育パートナーシップに貢献。
- 多くの開発事業者が、若者や一般大衆向けの学習教材を作成し、認知度の向上と業界への人材引き込みに取り組む。

委員会）との協力関係を強化するための枠組みを定めた、英国と北海エネルギー協力の協定に署名。

- 目的の一つは洋上風力の成長支援。この協定により、洋上風力発電のためのスキル開発に対して、より協力的なアプローチが促進される可能性がある。

洋上風力産業委員会（OWIC）

- セクター・ディールの実施を担い、産業界、政策立案者、ステークホルダーとの協働に取り組む。
- 将来の洋上風力産業の労働力要件の分析を行ったスキル・インテリジェンス・レポートの作成を通じて、「人材とスキル」に着目。
- NSAR（National Skills Academy for Rail）と協働し、労働力データを追跡・報告するデータ駆動型スキルモデルを開発し、明確な目標と指標を合意。

洋上再生可能エネルギー・カタパルト

- 洋上再生可能エネルギーのイノベーションセンターとして、英国を代表する研究と専門知識をもって、スキルと知識の開発を支援。
- 洋上風力発電普及の障壁に対処するため、協力的なパートナーシップを推進。また、スキル課題に関する出版物作成や、課題対処に向けたパートナーシップの構築も行う。

OPITO（英国オフィス）

<p>グリーン経済のためのスキル</p> <ul style="list-style-type: none"> 英国政府より 2011 年に公表された、スキルに関する初期計画を記したレポート。主な焦点は、継続教育を担うセクターにおけるスキル供給の改善。 スキル開発の向上には、教育セクターと民間企業の連携、および労働者の継続学習の支援が重要であると指摘された。 グリーン・ディールに対して、1,000 人の実習生を受け入れるための資金を拠出。 	<ul style="list-style-type: none"> 多くの開発事業者が実習制度を利用。 <p>行政機関</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー・スキル・パートナーシップは、ネット・ゼロへの「公正な移行」に資する訓練ネットワークと地域スキルを確立するために、スコットランドの大学が協力し設立した慈善団体。 Northern Ireland Direct は、再生可能エネルギーなどの分野で人材を再教育する「スキルアップ (SKILL UP)」プログラムに資金を拠出。 	<ul style="list-style-type: none"> OPITO は UKCS Workforce Dynamics series を立ち上げ、「Skills Landscape」レポートを 2019 年に発行し、2025 年までの労働力変化を分析した他、石油・ガスのスキルを洋上風力の役割にシフトする必要性を論じている。これにより、採掘産業と再生可能エネルギー産業間のより強力な協働が促進される。 OPITO は、スコットランド政府の Just Transition Fund から、オフショア労働者を認定し、洋上再生可能エネルギー産業と採掘産業間の雇用移動を促進する「エネルギー・スキル・パスポート」の普及支援にかかる資金を獲得。
---	--	---

4.4. デンマーク

デンマークは、1991 年にヴィンデビーに世界初の洋上風力発電所を設置したことから、洋上風力のパイオニアと称されることが多い。しかし、同国は多様な再生可能エネルギー技術を用いており、洋上風力が主要なエネルギー源というわけではない。実際に、他のヨーロッパ諸国と比較すると、デンマークの洋上風力発電の設備容量は 1.7GW と多くない。しかし、オステッド、ベスタス、ランボルなど、世界の洋上風力発電産業の大手企業の多くがデンマークにそのルーツを持つ。したがって、長年にわたり洋上風力発電の工学技術力を発展させてきたデンマークの歴史を踏まえれば、政府、産業界、教育機関は、緊密な関係を築いているといえる。この三者構成モデルは、洋上風力発電産業におけるスキル開発を促進する中で、高度なスキルと専門的役割に重点を置いてきた。これは、風力発電の研究に長年取り組んできたデンマークの大学が、業界のニーズに即した教育コースを設置したことで実現されている。また、デンマークの教育機関は企業と緊密に連携し、専門家ニーズに応えるための支援を行っているため、企業が将来の職員となる人材の育成方法に影響を与えることもできる。

このようにして、デンマークは洋上風力発電産業の複数の主要な関係者（教育、研究施設、産業界）と協力し、高度なスキルを持つ洋上風力発電の専門家を育成するための包括的な道筋を整備している。しかし、デンマークの洋上風力発電市場は、グリーン経済への移行に伴い、より多くの雇用を必要とするようになり、スキルのひずみが生じているのも事実である。そのため、専門的な訓練の規模を拡大するだけでなく、より広範な教育方法を確立することで、より多くの人々を再生可能エネルギーやその他の低炭素分野におけるキャリア構築に促す必要がある。2030 年までに洋上風力により合計 10GW を発電するとい

う日本の野心的な目標と同様に、デンマークは 2030 年までに 7.6GW を追加で発電する目標を掲げていることから、本事例は、高度な専門スキルの開発方法や、カーボン・ニュートラル目標達成に向けたアプローチの拡大の視点を提供することで、日本の意思決定者にとって有益となると思われる。

表 7：デンマークのアクターによる主要な取り組みの概要⁵⁸

<p style="text-align: center;">連携</p> <p style="text-align: center;">意思決定者は、現状をどのように伝え、スキル課題に対処する計画を立てたのか？</p>	<p style="text-align: center;">教育・研究</p> <p style="text-align: center;">スキル開発推進において、関係者がどのように教育や研究を促進してきたか？</p>	<p style="text-align: center;">協働</p> <p style="text-align: center;">スキル開発促進において、意思決定者はどのように協働してきたか？</p>
<p>デンマークエネルギー政策協定 2018 (2020–2024 年)</p> <ul style="list-style-type: none"> この政策では、デンマークが 2050 年までにネット・ゼロを目指すこと、マイルストーンとして 2030 年までに複数の新しい洋上風力発電所を建設することを記載。 デンマークにおいて、エネルギー分野での雇用を創出するグリーン移行の必要性に言及。 <p>気候変動適応法</p> <ul style="list-style-type: none"> 2020 年に成立され、デンマークが 2050 年までにカーボン・ニュートラルを達成することを法的に義務づけ。 この法律には公正な移行条項が含まれており、世界をリードする石油・ガス産業の雇用からグリーン・ジョブへの移行を支援することの重要性が強調された。 <p>デンマークエネルギー庁 (DEA)</p>	<p>教育分野</p> <ul style="list-style-type: none"> デンマークには、デンマーク工科大学、オールボー大学、オーフス大学、南デンマーク大学など、洋上風力発電に特化したコースを持つ専門機関がある。 公的研究プロジェクト、二国間研究プロジェクト、サマースクール、風力発電関連修士号、Industrial PhD、補習訓練、事例研究、キャリアフェア、協働研究プロジェクト、企業訪問、ゲスト講演などを通して、教育分野全体で洋上風力におけるスキル課題に取り組む。 デンマーク風力発電アカデミーは、カスタマイズ型技術訓練コースを開発。 <p>デンマーク風力エネルギー研究コンソーシアム</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究の他、高度技術人材の育成を目的とした、主要大学間のパートナーシップを構築。 	<p>デンマーク風力産業協会 (DWIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> 業界の関係者が集まり、業界のスキルなど共通の課題に対して協力するために、主導的な役割を果たす。 同協会は、デンマーク国内の成功したスキル状況を公表し、産業界と教育機関の協働における成功モデルを強調。 <p>State of Green</p> <ul style="list-style-type: none"> State of Green は官民パートナーシップで、デンマークのグリーンエネルギー転換のためのワン・ストップ・ショップとして機能。このパートナーシップは、（他の主要なグリーン産業の中でも）洋上風力産業を支援するために、主要なステークホルダー間の緊密な協働と連携を促進。 同団体は、デンマークの労働市場におけるグリーンコンピテンシーのマッピング

⁵⁸カーボン・トラストが様々な情報源から調査したものを編集。公的な情報源は参考文献に記載。

<ul style="list-style-type: none"> 2022年のレポートでは、洋上風力は経済の基幹として機能し、国内での目標強化により大きな雇用創出の可能性があると概説。 本レポートでは、ケーススタディを用いて、洋上風力が、Thor 洋上風力発電所での予想雇用にもたらすインパクトについて、社会経済的な評価を行っている。 <p>グリーン・ジョブ・レポート</p> <ul style="list-style-type: none"> デンマークの労働組合により、グリーン移行とグリーン・ジョブの創出可能性に関する評価が発表され、2030年までの10年間で、洋上風力発電により年間約550~2,200人の雇用が創出される見込み。 	<ul style="list-style-type: none"> デンマークの風力発電産業が特定の研究分野に優先的に取り組み、優位に立つための戦略と提言を公表。 研究コミュニティ内のネットワーク活動の基盤として、高度技術人材の育成を支援するための研究・教育活動を調整。 <p>産業分野</p> <ul style="list-style-type: none"> Maersk Trainingのようなデンマークの企業は、洋上風力業界向けに、産業界主導の訓練や講座の提供に積極的である。 	<p>ングプロジェクトなど、国内のスキルニーズ対応プロジェクトを計画。</p>
--	---	---

4.5. オランダ

オランダは、洋上風力の強力な国内政策体系を有する先進市場であったにもかかわらず、スキルと訓練の課題解決に取り組み始めたのはつい最近であることから、日本にとって参考となる事例であろう。オランダ政府は現在、エネルギー生産においてより自立した国づくりを目指している。最近発表された「洋上風力エネルギーロードマップ 2030」において、政府は洋上風力発電のパイプラインを倍増させ、2030年までの発電容量目標を当初の10.3GWから21.0GWに引き上げる目標を掲げている⁵⁹。現在の1.5GWの設置容量に加え、年々その目標容量が高くなることから、オランダはスキルと訓練のギャップを迅速かつ効率的に解消する必要がある。

政府は2019年に、オランダ民間企業庁（RVO）とTKI Wind op Zee（洋上風力ナレッジ・イノベーションのためのトップコンソーシアム）を通じ、将来の洋上風力雇用状況の概要を明らかにするための基礎調査を開始した。5つの建設フェーズを中心として、調査の範囲が設定されている。この調査は、オランダの関係者がさらに教育計画を発展させ、洋上風力産業への将来の雇用流入を促進するために利用されることを目的としている⁶⁰。この事例研究では、オランダの

⁵⁹[Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030 \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/en/publications/additional-offshore-wind-energy-roadmap-2030)

⁶⁰[Employment analysis \(2019-2023\) \(topsectorenergie.nl\)](https://www.topsectorenergie.nl/en/employment-analysis-2019-2023)

関係者が自らのスキルシステム開発において重要であったと強調した取り組みに焦点を当てている。表 8 は、現在も実施中の雇用ベースライン・レポートから得られた知見と提言を記述している。

表 8：オランダの雇用ベースライン・レポートから得られた知見と提言⁶¹

<p style="text-align: center;">連携</p> <p>意思決定者は、現状をどのように伝え、スキル課題に対処する計画を立てたのか？</p>	<p style="text-align: center;">ベースライン</p> <p>ベースラインレポートは、オランダのスキル開発の現状をどのように解き明かしているか？</p>	<p style="text-align: center;">計画</p> <p>ベースライン・レポートの結果に基づいて、アクターは何をする必要があるのか？</p>
<p>オランダの洋上風力発電業界におけるさまざまな活動の雇用分析 (2019～2023 年)</p> <ul style="list-style-type: none"> この調査は、オランダ企業庁 (RVO) と TKI Wind op Zee からの委託で、2019 年から 2024 年にかけて、それぞれ 700MW と推定される洋上風力発電所を 5 基増設した場合の雇用への影響を評価するために実施された。 このレポートでは、基礎構造物の供給、基礎構造物とタービン設置、電力ケーブル設置、設置サポート、ウィンドファーム、運用、タービンメンテナンス、構造物の検査とメンテナンス、メンテナンスとロジスティックスの事業サイクルにおける雇用創出に関する活動を定量化している。 このレポートは、スキルと訓練に関して、関連するアクターが対策を行うための提言で締めくくられている。 	<p>ベースライン</p> <ul style="list-style-type: none"> オランダでは、5 つの建設フェーズで 370 基の風力発電機を建設した場合、累積で 2,480 人の常勤雇用と 320 人の運用・メンテナンス (O&M) の常勤雇用が継続的に生み出されると試算されている。 洋上風力産業の直接雇用は、EQF (欧州資格枠組み) レベル 1～5 に相当するものが多い。 一般的に、必要とされる機能的なコンピテンシーを見ると、既存の教育プログラムは洋上風力発電産業に十分に役立っている。 教育機関と産業界の協力により、専門的なコースや訓練を開発することを検討できるだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> 教育 - 機関は、洋上風力技術者および他のスタッフに向けて、国レベルで教育対策を実施する必要がある。 教育機関と産業界の関係者の相乗効果強化 - 教育機関、専門分野、外国人学生や専門家の教育・訓練の可能性、産業界主導の応用研究が (将来の) 教育・訓練にもたらす可能性などにかかる方法の確立が必要。 人的資本計画の策定 - 産業界は、i) (とりわけ、洋上風力分野のキャリアについて広範な人々の認識を高めることによって) 当分野への学生/専門家を呼び込み、ii) 本分野でのキャリアパスを示し、iii) より具体的に雇用活動 (例えば、業務範囲レベル) と教育レベルとを結び付け、iv) 教育と訓練ニーズを明示するための人的資本計画を策定すべきである。 産業界のインターンシップ/実習制度 - 産業界は、関心を刺激するだけでなく実体験を提供するために、教育の早い段階で学生が当分野に参加できる機会を設けることを検討するべきであ

⁶¹カーボン・トラストが様々な情報源から調査したものを編集。公的な情報源は参考文献に記載。

る（オフショア産業では、会場や高所で作業できる能力が求められる）。

4.6. 米国

米国は、目新しい洋上風力発電市場におけるスキル開発事例として非常に参考となる。洋上風力発電は、近年将来の重要な経済分野として発表され、連邦政府は、この黎明期の産業を推進し洋上風力の世界的リーダーになることを目指している。2030年までに米国は30GWの洋上風力発電を導入し、少なくとも77,000人の雇用を確保することを見込んでいる⁶²。バイデン・ハリス政権は、洋上風力が経済全体の脱炭素化に貢献するという初期計画を立てており、本レポートでも言及している公正なネット・ゼロへの移行に向けたシステム思考への転換⁶³に関連して、洋上風力の役割について述べている（5.1章）。

2022年10月に米国国立再生可能エネルギー研究所（NREL）は、米国の洋上風力発電の労働力に関して、初となる国レベル評価を行った。この評価では、米国の関係者が現状把握のための「現状の」情報取得に有用性を見出している。例えば、この評価では、現在の教育システムはスキルニーズに応えるうえでギャップが大きいことが明らかになっている。また、この評価では、訓練プログラムの標準化、類似セクターからのスキル転換、訓練要件の整合性保持、地域の労働者を育成するためのイニシアチブの構築の必要性など、今後の取り組みとなる「計画」も提示されている。これらの活動はすべて日本の状況にも関連するものであり、本レポートでも、スキル開発のためのベースライン調査（現状評価）と計画の有用性を説明している。

表 9：米国の雇用に関するベースライン・レポートから得られた知見と提言⁶⁴

連携	ベースライン	計画
意思決定者は、現状をどのように伝え、スキル課題に対処する計画を立てたのか？	米国におけるスキル開発の現状評価で何が明らかになったのか？	「US Offshore Wind Workforce Assessment」に従い、アクターが行うべきことは何か？
労働力分析 <ul style="list-style-type: none"> 2022年に米国の国立再生可能エネルギー研究所は、米国の洋上風力産業の労働力ギャップに関する初の国レベルの評価を発表。 	ベースライン <ul style="list-style-type: none"> レポートでは、米国における洋上風力のスキル状況について、洋上風力発電に特化した44のプログラムをレビューし、分析結果を紹介。 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化 - レポートでは、米国では洋上風力産業の安全訓練基準が公式に採用されていないため、標準訓練プログラムと安全証明書に取り組むことが必要であることを強調。

⁶²FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Expand U.S. Offshore Wind Energy | The White House

⁶³20190709 OW Employment NL Report - final v1.2 - online.pdf (topsectorenergie.nl)

⁶⁴カーボン・トラストが様々な情報源から調査したものを編集。公的な情報源は参考文献に記載。

<ul style="list-style-type: none"> この調査では、2024年から2030年にかけて、洋上風力産業は年平均15,000人～58,000人の常勤労働者を必要とする試算。 州レベルのコミットメントにより、洋上風力の可能性が加速されている。主要な州は、カリフォルニア、コネチカット、デラウェア、メイン、メリーランド、マサチューセッツ、ニュージャージー、ニューヨーク、ノースカロライナ、オハイオ、ロードアイランド、バージニア。また、これらの州の多くは、その地域で必要とされるスキル見通しをいち早く公表し、スキル開発への支援を表明している。 	<ul style="list-style-type: none"> また、経済モデルを用いて、2030年までに30GWの洋上風力発電を満たすために、各ステージ（開発、製造・サプライチェーン、港湾・ステージング、海上建設、O&M）において予想される量的スキル需要を概説。ステークホルダーが課題の規模を理解し、問題を明確にするためにはデータが不可欠である。 さらに、労働力ニーズが発生する時期、教育・訓練プログラムの有無、洋上風力特有の労働力要件に基づき、赤・琥珀・緑の色を用いた整合性評価を通じて、予想される主要なギャップを明らかにしている。これらの要素が整合している場合、評価は緑であり、ギャップがない、または問題が解決されたことを意味する。労働力不足に対処するプログラムが全くない、または欠如している場合は、赤の評価となる。 	<ul style="list-style-type: none"> スキルの移転 - レポートでは、海運業など親和性の高い産業から労働者を移行させる必要性を強調。 教育 - 訓練要件と時期を予想需要と整合させること、既存のプログラムを拡大すること、教育部門と産業界のスキル開発を橋渡しすることで教育のギャップを埋めること、他国と協働すること、教育の初期段階から学生に参加してもらうことなどが必要である。 労働者イニシアチブ - 米国の政治・経済政策では、地域の労働力開発に焦点を当て、労働組合と提携し、実習制度を提供し、多様性と包摂性を促進する取り組みを奨励。
---	--	---

4.7. 台湾

地理的に日本に最も近い台湾は、エネルギー需要の多くを石油と石炭の輸入に頼るなど、日本と多くの類似点がある。日本と台湾の洋上風力発電は、ほぼ同時期に開始され、両政府によって、エネルギー自給率向上につながる重要産業として推進されている。また、両国は、洋上風力発電市場のスキルや訓練ニーズ向上に向け、既に協働も行っている（表 4：ウィンド・パワー・グループと台湾ウィンド・パワー・トレーニングの協働）。日本の国内重視政策とは対照的に、台湾はまず開放市場アプローチを採用し、市場が成熟するにつれて徐々にプロジェクトの要件（国内調達比率要件など）を厳しくした⁶⁵。

⁶⁵[Review of recent offshore wind power strategy in Taiwan: Onshore wind power comparison - ScienceDirect](#)

2016年に台湾政府が、国際的に最も高基準で固定価格買取制度（FIT）を設定したことで、台湾洋上風力市場への海外開発事業者の参入が増加した⁶⁶。国内のスキルを高めるため、政府は2017年に海洋科学技術イノベーションセンター（MTIC）を設立し、海洋技術キャパシティの拡大と、自律的な技術およびエネルギーの研究開発を目指した⁶⁷。

台湾の事例は、海洋エネルギーや海洋石油・ガス開発に関する同国内での経験が限られている中で、国内の洋上風力における安全性・能力要件を世界基準に引き上げるために、海外開発事業者を利用して同国の労働者に対して訓練を行ったという有益な知見を示している。この事例は、特に短期間で国際的にも通用する能力の高い国内労働力を育成する上で、地域の産業と海外開発事業者との緊密な連携が重要であることを示唆している。日本の意思決定者は、台湾の事例を参考にし、地域の労働力をスキルアップするために、海外開発事業者を利用し国内の訓練リソースで補完するといった対策を検討することができる。

表 10：台湾における地場産業と海外開発事業者の協働⁶⁸

<p style="text-align: center;">連携</p> <p style="text-align: center;">意思決定者は、現状をどのように伝え、スキル課題に対処する計画を立てたのか？</p>	<p style="text-align: center;">コラボレーション</p> <p style="text-align: center;">スキル開発促進において、意思決定者はどのように協働してきたか？</p>
<p>政府</p> <p>意思決定者が現状を伝え、洋上風力産業のスキルと訓練ニーズに具体的に対処する計画を立てた例は限定的であった。しかし政府は、Industry Pioneer Pilot Programを通じて（洋上風力を含む）新産業の若手労働者を支援することにより、台湾経済の国際競争力を高めることを狙っている。このプログラムでは、15歳から29歳までの若者が洋上風力関連の訓練を受けるための支援とインセンティブが提供される。</p>	<p>台湾の洋上風力産業の労働力開発は、海外開発事業者やマースクなどの企業と協力して、MTICによって手厚く支援されてきた。MTICとマースク社は、台湾でGWO訓練コースを積極的に拡大している。また、MTICはSiemens Gamesa Renewable Energy、オーステッド、ベステック台湾、タイワン・コジェネレーション、Taiwan Marine Heavy Industryと、国内産業向けの訓練を提供するMoUを締結している。一方、オーステッド、Siemens Gamesa Renewable Energy、アラップなどの国際的な組織も、台湾の労働者のための訓練支援に資金拠出・促進支援をおこなっている。以下に例を記述する。</p> <p>国際的な組織または産業界主導の教育・RD&D</p> <ul style="list-style-type: none"> オーステッドは、関心のある学生に対して、ゲスト講義、グリーンエネルギー奨学金、学生支援プログラムを提供しています。 また、開発事業者は台湾でのRD&D協力の機会を提供する。

⁶⁶[Review of recent offshore wind power strategy in Taiwan: Onshore wind power comparison - ScienceDirect](#)

⁶⁷[Maritime Technology Innovation Center\(MTIC\)_MTIC Introduction](#)

⁶⁸カーボン・トラストが様々な情報源から調査したものを編集。公的な情報源は参考文献に記載。

国際的な団体

大使館や省庁などの能力開発組織は、台湾におけるスキルや訓練ニーズに関する調査業務を多く推進。

- オランダ貿易・投資事務所（NTIO）は、国立台湾大学（NTU）と共同で、台湾の洋上風力発電産業のインストラクターを育成するプログラムを開始した。

産業界の意向

- オーステッドは、台湾の技術者が英国の産業界に出向し、洋上風力発電所操業の技術面に関する知識を深め、オーステッドの操業安全基準を学ぶことを目的と研修に資金を拠出した。これは、初の試みとなる出向研修プログラムである。このプログラムでは22名のO&M技術者が研修を受けることを目標としており、最初の10名の風力発電機技術者が既に派遣された。派遣期間は8カ月で、英国に行く前に、技術者たちは台湾で事前研修と語学プログラム、GWOの安全および技術訓練を修了した。
- Siemens Gamesa Renewable Energyは、21名の台湾人社員をデンマークとドイツに15ヶ月間派遣し、風力タービンの製造工程の研修と、ナセルの組み立て訓練を実施する。

地元開発事業者への産業界主導の技術コンサルティング支援

- アラップは、台湾政府から工業技術研究院を通じて委託を受け、現地の開発事業者を支援している。これには、広範な洋上風力訓練コース、技術設計レビュー、品質保証、プロジェクト管理、国際規格に準拠した台湾の洋上風力産業のための技術プロトコルの策定が含まれる。

5. スキルニーズ対処にかかる分析

5.1. 再生可能エネルギーへの労働力移行を公正に進める必要性

日本における洋上風力発電のスキルニーズへの対処は、化石燃料や炭素集約型産業から再生可能エネルギーへの移行、つまり、より広範なエネルギー転換を念頭に検討されなければならない。国際的には、エネルギー転換に求められるスキルの確保は、環境面からも持続可能な経済、社会的包摂性、ディーセント・ワークに資する「公正な移行」をもって議論されるようになってきている⁶⁹。日本では、主要政策文書でリスキングの必要性が言及されているにもかかわらず、カーボン・ニュートラルな社会とグリーン経済を実現するために必要なスキルに関して、公正な移行はまだ十分に議論されていないと思われる⁷⁰。よって、日本の意思決定者が、労働者のスキル開発計画に「公正な移行」の枠組みを適用することを強く推奨する。先進国と途上国はともに、各国が国際的なパリ気候協定（以下、パリ協定）を達成できるような労働力移行を促進する責務を負っている。したがって、本レポートの提言は、ホールシステムアプローチに基づき、日本国内の洋上風力発電スキルニーズに応えるうえでの推進要因と関係者に注目した、公正な移行の必要性を重視するものである。

5.1.1. 労働者における公正な移行の意味

パリ協定では、ネット・ゼロへの道筋において、「国ごとに定められた開発課題の優先度に沿って、労働力の公正な移行や、ディーセント・ワークと質の高い仕事の創出の責務」が考慮されなければならないと述べられている⁷²。その後、多くの国がリスキングの取り組みとエネルギー計画に公正な移行の枠組みを適用しており⁷³、日本政府も同様に、国内外において公正な移行の枠組みを支持している⁷⁴。

公正な移行の概念は、当初は炭素集約型（化石燃料）産業の衰退を背景に、同産業の労働者の生活を保護することを目的に提唱された。その後、再生可能エネルギーや、環境面からも持続可能な経済への移行を包括する概念となった。移行の影響を受けるコミュニティ全体で、それに伴うリスクと利益が公平に管理され共有されるためには、グリーン・ジョブに必要なスキルのみならず、多様な側面を考慮することが不可欠である。公平でまともな仕事と質の高い職を確保し、移行の影響を受けるコミュニティと緊密な社会的対話を行うという公正な移行の原則は、公平で包摂的なグリーンスキルや訓練計画を描くうえで重要である⁷⁵。

⁶⁹[Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all](#)

⁷⁰[2050年カーボン・ニュートラルに伴うグリーン成長戦略](#)

⁷¹[「GX実現に向けた基本方針」が閣議決定されました（METI/経済産業省）](#)

⁷²[Just Transition of the Workforce, and the Creation of Decent Work and Quality Jobs](#)

⁷³[公正な移行-脱炭素社会へ、新しい仕事と雇用をつくり出す](#)

⁷⁴[Inclusive and Equitable Framework for a Just Low-Carbon Transition in Resource-Rich Developing Countries.](#)

⁷⁵[Just Transition of the Workforce, and the Creation of Decent Work and Quality Jobs](#)



図 8：公正な移行プロセスにおける 4 つの重要なステップ

多くの公正な移行におけるスキル行動計画は、下記の 4 つの重要なステップからなる(図 8^{76, 77})。

1. **現状評価** - この段階では、労働者全体の既存スキル、発生しうるスキルニーズ、労働者が生計手段を失う可能性が高い産業が、産業成長要因の評価により特定される。
2. **計画** - 労働力の公正な移行計画では、公平で包摂的かつ透明性のあるプロセスに従い、雇用主と労働者間の効果的なコミュニケーションによる方向性の合意の上で、スキルニーズを満たすために労働者が受けられる支援を明確に計画立てる必要がある。また、計画段階では、スキル・訓練イニシアチブと生活支援事業の間にある相乗効果を特定し生み出すべきであろう。
3. **実施** - 職業訓練とスキル開発のメカニズム、移行において不利な影響を受けた労働者への金銭的補償、社会参加と対話のためのフォーラムなど、公正な移行実現のために利用できる手段が数多く考えられる。
4. **評価** - 評価は継続的になされ、介入策が計画段階で合意された共通の目的を達成していることが確認されなければならない。コミュニティが異なればニーズも異なるため、労働者や組織との「現場」の連携の多くは、国レベルではなく、地域や地方レベルで行われる必要がある。

5.1.2. 日本における公正な移行

日本では、1960年代から続く多くの炭鉱工場が閉鎖され、雇用減少や、政府による労働者支援策が求められる状況につながった歴史があり、労働者は既にエネルギー転換とスキル転換を経験しているといえる⁷⁸。しかし、日本の現在のカーボン・ニュートラル計画では、再度、エネルギー転換とスキル転換という課題に直面している。公正な移行の枠組みは、この大規模な社会経済転換を支援するために設計されている。日本における近年の出版物では、公正な移行の必要性についての言及は限定的で、ネット・ゼロ移行における雇用と地域経済の保護の必要性について言及されている。また、国内の地方自治体や非政府組織（NGO）は、化石燃料や原子力発電業界の労働者雇用や、火力発電所設置からの歳入に多くを依存する自治体への支援の重要性を強調している⁷⁹。日本では夕張のように、エネルギーや経済の課題に対応するために、自治体、労働組合、産業界が化石燃料に依存する経済からの脱却を図った歴史的な例もある⁸⁰。しかし、それ以上に、日本の公正な移行における議論は比較的限定的で、主に環境 NGO や市民社会組織、コミュニティ自身によって推進されているのが現状である。

洋上風力を含む再生可能エネルギーの優先付けと並んで、日本の第 6 次エネルギー基本計画では、エネルギーミックスにおける火力発電の使用量を可能な限り引き下げるという目標が掲げられている。したがって、日本における既存の労働力不足と、現在および将来の労働者を洋上風力産業に移行させる必要性とともに、火力、原子力、鉄鋼、自動車産業など、炭素集約型産業から移行しなければならない労働者にとっても、公正な移行は十分に検討に値するものであろう。また、炭素集約型インフラに大きく依存している自治体は、これらの産業の衰退に伴い税収減に直面するため、地域的な特徴にも配慮が必

⁷⁶[Strong skill action plan needed to transition from coal to renewable energy](#)

⁷⁷[The Transition Plan Taskforce Implementation Guidance](#)

⁷⁸[公正な移行-脱炭素社会へ、新しい仕事と雇用をつくりだす](#)

⁷⁹[Just Transitions in Japan](#)

⁸⁰[Just Transitions in Japan](#)

要である。したがって、スキル開発対策と公正な移行の目的を整合させ、洋上風力を含む再生可能エネルギー産業への移行に向けて、炭素集約型産業の雇用減少を適切に管理できるよう支援する必要がある。

ドイツにおける公正な移行⁸¹

ドイツは、パリ協定に基づき、2045年までにカーボン・ニュートラルを実現するという野心的な気候目標を掲げている。ドイツの電力生産の約4分の1が環境に有害な褐炭を原料としている現状を踏まえ（2017年の数値）、連邦政府は、石炭火力発電を段階的に廃止する必要性を認識している。ドイツのルサティアは、域内最大規模の褐炭鉱区を持ち、地域の労働者の多くを鉱区において雇用している。

ドイツでは、エネルギー移行は「マクロ経済近代化戦略」の一部であり、エネルギー産業全体が構造転換を遂げながら、業界全体の労働者に影響を及ぼしている。よって、労働者の炭鉱労働からの公正な移行に向けて労働者を支援するために、国、州、地方レベルで対策がとられてきた。

計画を周知し、協働を促進するためのステップ

- 連邦政府は、気候保護計画 2050 により取組計画を公表した。
- 複数の資金調達メカニズムが導入されたが、うち一つは地域のアクター向けで、企業、大学、研究機関、市民社会団体の協力により地域イノベーションのポテンシャルを解放する新たなアプローチ開発のために、地域の連合を支援するためのものである。
- 国、州、地方レベルでの社会対話のためのプラットフォームを設計した他、EU 域内の石炭地域の低炭素経済への移行を支援する政策プラットフォーム（Platform for Coal Regions in Transition）の構築にも携わった。

新産業への教育・研究支援ステップ

- 貯蔵技術や低炭素工業プロセスにおけるエネルギー転換の研究を目的とし、地域経済開発イニシアチブが実施された。
- 地元の労働者により、地域経済の特色整理やマーケティングを通して経済発展の機会を活かすための、ボトムアップの取り組みが行われた。

公正な移行には、労働者と利害関係者による参加と対話を可能にする社会フォーラムの設立が基本になる。また、将来のエネルギーシステムに必要なスキルを理解し、スキル開発を支援する施策を早期に実施する必要があるため、効果的な移行には早期の計画が重要となる。なお、移行は、雇用創出、経済の多様化、そしてより広い意味での地域社会の利益実現における重要な機会として位置づけることができる。このような枠組みは、より広範な経済・社会的目標との相乗効果の発見を助長しながら、スキル・訓練事業への取り組みを支援するために人々を巻き込むことにもつながる。

公正な移行への介入は、包摂的で、年齢や性別などの労働者のさまざまな社会的特性も考慮していなければならない。世界的に見ると、再生可能エネルギーの労働者における女性の割合は32%と低い。日本では、女性は労働者の44.5%を占めるが、その半数近く（44.2%）は非常勤や派遣社員であり、経済的ショックに対してより脆弱な立場にある⁸²。スキルプログラムが女性を取り込むうえで、日本のエネルギー業界の労働者における男女格差に対処し解決する機会でもある。介入には、現在と将来の労働者の年齢も考慮されるべきであり、特に地域・地方レベルで、洋上風力開発の大きなポテンシャルを持つ

⁸¹[Case studies from transition processes in coal dependent communities](#)

⁸²[Socio-economic footprint of the energy transition: Japan \(irena.org\)](#)

場所の中には、労働力の高齢化が進んでいる場合があるため、必要なスキルを持つ労働者を、どこでどのように育成するかという議論が必要になる⁸³。

炭素集約型産業から洋上風力発電へのスキルの移転可能性について議論することは、労働者の効果的な訓練・スキル向上・移転において、基礎になる知識を築くことになる⁸⁴。例えば、製造業の仕事は風力発電機の製造に、建設業の仕事は洋上風力発電機の据付に役立つかもしれない。とは言っても、再生可能エネルギーは炭素集約型産業に比べて労働集約度が高いため、積極的な対策を講じなければ、スキル不足に陥る可能性が高い^{85, 86}。室蘭市や北海道では、鉄鋼や港湾など既存のスキルやインフラを活用することで、雇用や地域経済効果をもたらす方法で、再生可能エネルギーインフラを開発する事例が近年みられる⁸⁷。

5.1.3. 日本における地域労働力の移行

移行の計画においては、地域政府が産業界と協力して、地域の産業動向と労働力の人口動態を洋上風力発電のスキルニーズと照らし合わせて、さらなる協調と各地域の将来の経済ポテンシャルを解放することが極めて重要となる（6章提言1）。以下では、一般に入手可能な文献に基づき、公正な移行に関する地域要因の概要を示しているが、これは移行プロセスのベースライン（現状評価）の一部として、労働力・スキルの評価を詳細に共同で行う必要がある。

洋上風力発電開発の機会や、高炭素排出業界の労働者が生計手段を失うリスクの規模は、地域によって異なる。例えば、日本の従来型燃料工場は現在、東京、大阪、名古屋などの人口密集地にあるが、洋上風力の開発候補地は北海道や東北地域にある⁸⁸。世界の傾向と同様に、日本の若者の多くは都市部に移り住み、地方では高齢化、過疎化、雇用機会の減少に直面している。日本の地方では、火力発電所での雇用など、炭素集約的な活動の全労働力に占める割合が比較的大きいため、地域社会における生活基盤の喪失という点で高いリスクに直面している。北陸、九州、東北地方は、洋上風力開発のポテンシャルがある一方、そのような高いリスクを持つ地域でもある。しかし、これらの地域では労働者の平均年齢が高い傾向にあるため、既存の労働者の多くが洋上風力発電産業に移行する前に退職した場合、依然としてスキルニーズの課題が残る。

九州・北陸地方は、製造業が盛んであり、労働人口も比較的若い。そのため、各地域の鉄鋼の役割は、陸上・洋上風力発電の部品製造を通じて、製造業の若年労働者に低炭素分野での安定雇用を提供できると思われる。しかし、北海道の製造業における若年労働者の割合は少ないため、この地域は再生可能エネルギーのポテンシャルが大きいことを考えると、将来的にスキル不足課題が残り得る⁸⁹。つまり、北海道は新しいグリーン・ジョブの数を大幅に増加できるポテンシャルがあるため、鉄鋼製造業の若年労働力だけでは、洋上風力のスキルニーズに応えるには十分でない可能性がある。また、北海道や東北地域では、建設業の労働者の割合が高く、洋上風力開発の機会もあることから、建設業の労働者が洋上風力発電機やインフラの設置にも関わることになる可能性がある⁹⁰。

⁸³ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

⁸⁴ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

⁸⁵ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

⁸⁶ [Just transition.pdf \(unfccc.int\)](https://www.unfccc.int/just-transition/pdf)

⁸⁷ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

⁸⁸ [Socio-economic footprint of the energy transition: Japan \(irena.org\)](https://www.irena.org/Socio-economic-footprint-of-the-energy-transition-Japan)

⁸⁹ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

⁹⁰ [Just transitions in Japan \(thebritishacademy.ac.uk\)](https://www.thebritishacademy.ac.uk/just-transitions-in-japan)

近畿や中国など他の地域は、洋上風力の機会は見られないが、炭素集約業界の労働者が多い。移行がこのような地域にどのような利益をもたらすかを考えることも必要であろう。例えば、近畿と中国地方の製鉄と造船における既存のスキルは、部品の製造を通じて、他の地域の洋上風力産業を活性化できるかもしれない。炭素集約的な業務から再生可能エネルギーへの労働力の移行は他の先進国でも見られ、例えばドイツでは、多くの元造船所の労働者が生計手段を一時的に失ったものの、洋上風力発電所の基地やタワーの建設という新しい仕事を得たという事例がある⁹¹。

地域の労働力とコミュニティが洋上風力の機会から利益を得るためには、労働者のスキルを適切に維持し、必要に応じてスキルを向上させるための強力な地域政策と支援が必要であろう。地域の労働力を支援するためには、上記の地域の若年・高齢労働者の状況を整理する必要がある。その上で、移行可能性の観点から、洋上風力に関連する地域の主要産業（建設や製造など）の傾向を分析することで、さらなる協調により地域の将来の経済的ポテンシャルを解放できる。

エネルギー転換と洋上風力開発のリスクと機会は国内の地域ごとに異なる

公正な移行の枠組みでは、化石燃料産業に従事する労働者の割合の高さ、またそれらの産業と洋上風力のポテンシャルがある地域との結びつきに着目し、リスクと機会、さらにはスキル移転の機会を特定する

多くの地域にとって決定的なリスクは、労働力が既に高齢化しているため、化石燃料産業から洋上風力産業に移行できる労働者の数が制限されることである

これらの地域的要因をより理解するために、政府と産業界は、基幹産業とスキルの評価を実施し、洋上風力産業の発展に反映させるために、現在と将来の労働力のギャップを理解する必要がある

図 9：日本の洋上風力産業の公正な移行にかかる検討の視点

⁹¹ [Just transition.pdf \(unfccc.int\)](#)

5.2. スキル開発の障壁

スキル開発にかかる対策の必要性評価を通して最も適切で効果的な対策を特定するために、本章では、日本の洋上風力産業に必要な労働力を育成するための障壁を評価する。3.1 節で述べたような意欲的な取り組みが、課題解決に向け徐々に行われており、これらの活動は、全国に規模を拡大され、さらに5.1 章で記述した移行の枠組みを踏まえて導入されなければならない。これらのスキル開発に対する障壁の種類を特定するために、主要な文献と資料の分析、および関係者へのインタビューを行った。

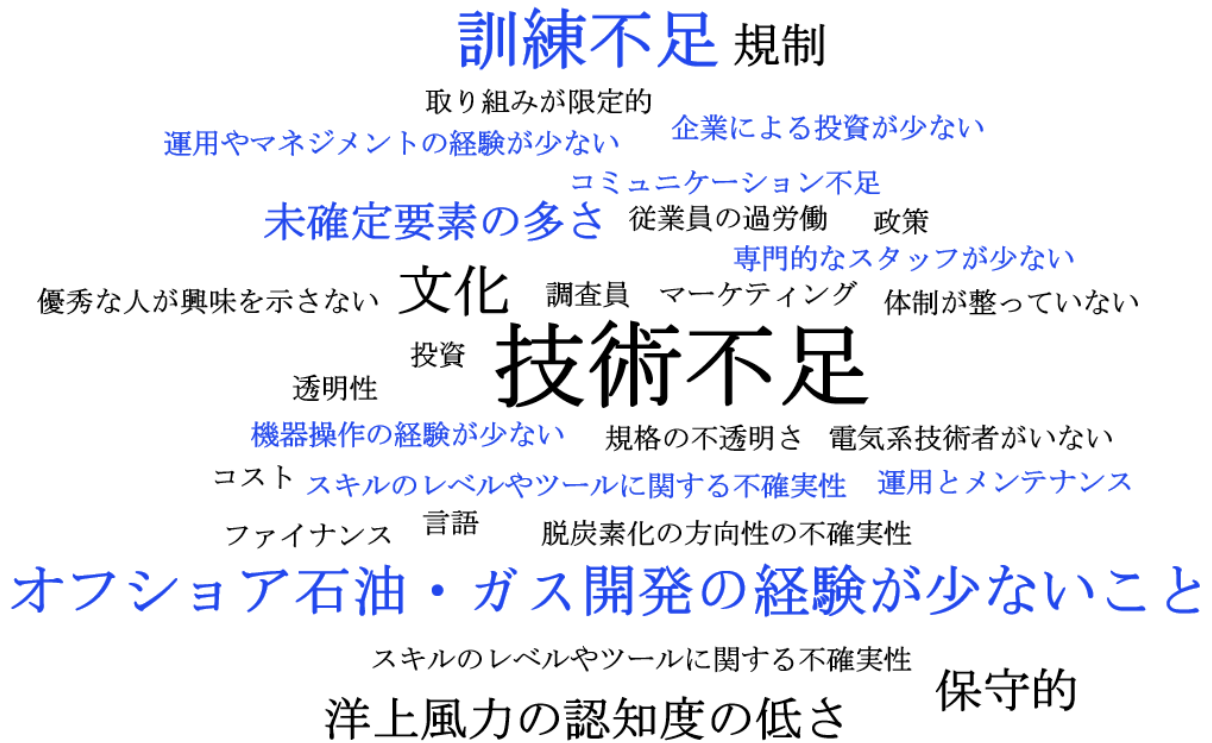


図 10：インタビューで挙げられたスキル課題に関するキーワードのワードクラウド

図 10 は、関係者インタビューにおける「あなたの組織の経験から、日本の洋上風力産業におけるスキル・訓練への取り組みを促進するうえで、現状の課題は何ですか？」という問いに対して、挙げられたキーワードから生成したワードクラウドである。なお、より頻出したキーワードほど、文字が大きく表示されている。上記のキーワードに基づき、いくつかの障壁が密接に関連し、共通性を持つことが明らかであると思われる。例えば、オフショア石油・ガス分野での経験不足は、機器操作の経験が少ないこと、（測量士などの）専門スタッフが少ないこと、オフショア産業における全体的なスキル不足につながっている。因果関係の整理により、本レポートでは、インタビューでの発言との関連性が強い 4 つの主要な障壁（B1-B4）⁹²を特定した。本レポートの提言において、日本の洋上風力発電の労働力育成の成功に向け、どのようにこれらの障壁を克服すべきかに焦点を当てている。これらの障壁の特定プロセスは、Appendix 2 に記述している。

障壁 1：日本における労働力不足

日本は、高齢化を主な要因として、あらゆる分野で労働力不足に直面している。特に、製造業や建設業など、労働者の移行が想定される業種において人材が不足している。労働者は、これらの産業から洋上風力産業に移行することが想定される。また、労働者の高齢化が進み、若年の労働者が必要になる状

⁹²B1～B4 は、バリア（障壁）1～4を意味する

況であったとしても、これらは仕事の場所（地域）にも強く影響されるだろう。つまり、日本の労働市場は人口動態の変化に非常に敏感である。

障壁 2：日本の洋上風力における業界固有の知識や専門性の不足

洋上風力発電に対する理解や、商業レベルでの産業を開発するために必要なスキルが不足している。言い換えれば、再生可能エネルギー分野への取り組みや投資については、改善の余地があると思われる。この業界固有の知識の不足は、英国、オランダ、デンマークなど、他の国々が再生可能エネルギーへの移行に関し積み重ねてきた、関連実績に基づいた業界知識の欠如とも相まっている。つまり、日本には、洋上風力産業の発展に役立てるための、同様のオフショア石油・天然ガス開発実績が乏しいということである。これは、オフショアエネルギー関連産業のスキル開発を実現するための規制と資金調達に対する理解不足と密接に関連している。したがって、これは、体系的な高等教育システムと短期間で専門性育成に特化したモジュールのいずれを推進すればよいのかといった、将来の訓練ニーズに不明瞭さを残すことになっている。国際的な洋上風力発電の訓練基準が不明瞭であることで、この状況はさらに悪化している。

障壁 3：日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないこと

日本における洋上風力産業の将来の方向性と規模がより明確になることで、企業や関連機関による新たなスキル開発への投資が増加すると思われる。今後数十年間にわたる洋上風力発電の見通しを明確にすることは、不確実性を緩和し、労働者への投資を可能にさせる。国内の洋上風力業界に対して方向性を明示し、新たなスキルプログラムを確立するために、日本政府は、洋上風力産業スキル計画を定義し伝達する必要がある。現状では、明確性の欠如が、労働者への投資に対する企業のリスク回避姿勢をさらに悪化させている。企業が人材に投資するうえで、政府の姿勢によって保証されている必要がある。

障壁 4：労働文化における障壁

保守的な企業文化を持つ労働環境では、近年のスキル開発の在り方に、適応できない可能性がある。日本では手続きや官僚主義が依然根深く残っている。新産業の創出に伴う作業、管理、余分な負担が発生することが予想され、企業は新産業への参入に消極的である可能性がある。

また、従来、日本では労働者が生涯にわたって一つの仕事に従事することが一般的であった。この場合、特に確立された既存産業から、労働者を新しい、馴染みの薄い産業に移行させることが課題となる。しかし、現状は変わりつつある。近年では、従来よりも頻繁に転職を繰り返す労働者が増えている。そのため、労働者のスキル向上への投資に消極的な雇用主がいることも想定されるが、これは機会にもなる。企業は、より柔軟な雇用形態を導入し、各企業が個別に直面する共通課題の解決のために、エネルギー業界内部でより広く協力し合うスキル向上アプローチをすることができる。

5.2.1. 戦略的な障壁打破

意思決定者が障壁（B1-B4）に対処する方法を戦略的に理解するために、本レポートは OPITO が英国のスキル労働力に向けて発表した「The Skills Landscape 2019-2025 Route Map」を活用している⁹³。OPITO のレポートは、英国が 2050 年までのネット・ゼロ目標（またはグリーン経済）に取り組むうえで、石油・ガス業界にとって労働力のダイナミクスがどのように変化するかを論じたものである。OPITO の分析は、4 つの戦略的要素を提示している。この 4 つの R は、スキル開発に関する知見が他の産業から得られること、およびスキル開発を支える基本戦略が類似していることを示すために記載している。意思決定者は、各々の状況に応じて 4 つの R を考慮する必要があり、例えば、「会社に所属し、雇用の観点からスキル課題に取り組む責任があるのか？」「自らの業務は、国際・国・地域のどのレベルで、スキル開発に貢献できるか？」と自らに問いかけることができる。つまり、4 つの R は意思決定者がスキル開発戦略において考慮すべきものである。4R とは次のことを意味する。



図 11 : OPTIO によるスキルニーズ対処に向けた 4 つの R

- **維持 (Retain)** : 日本の意思決定者は、どのように既存の労働者のスキル向上とリスクリングを支援できるか？この戦略は、既存の労働者の現在のスキルや能力を維持する。
- **再訓練 (Retrain)** : 洋上風力産業が国際的に発展する中で、日本の意思決定者はどのようにスキル向上ニーズに対処すればよいか？再訓練は、スキルギャップを特定し、そのギャップに戦略的に対処するうえで、既存労働者のスキルを向上させる。
- **更新 (Renew)** : 意思決定者は、産業と社会から将来的に求められる新しいスキルを、労働者が習得できるようにするにはどうすればよいか？更新では、洋上風力発電産業におけるスキル進化や新たなトレンドを特定し、それを現在の労働者に結びつける。
- **雇用 (Recruit)** : 意思決定者は、どのようにして洋上風力業界に人材を呼び込むことができるか？雇用では、異業種への転職、定年退職、労働形態の変更などの要因により、既存の労働力を代替または拡大する。

⁹³[UKCS-Workforce-Dynamics-The-Skills-Landscape-2019-2025.pdf \(opito.com\)](#)

6. 結論と提言

2020年以降、日本はグリーン経済のための政策立案と実施を加速させてきた。この中で、再生可能エネルギー、とりわけ洋上風力は重要な技術であると見なされている。日本は今、2050年までのカーボン・ニュートラル達成に向けた岐路にあり、洋上風力発電事業の明確なパイプラインと、既存スキル市場の変革に取り組む機会に直面している。移行を進めるうえでスキル市場に求められることを理解するために、このレポートは以下の問いを検討した。

「日本の野心的な大規模洋上風力発電拡大のために、どの程度スキル開発における対策が必要か」。

その答えは端的に言えば、早急な取り組みが今求められているということである。日本が洋上風力の野心的目標を達成するためには、意思決定者は、2050年までにカーボン・ニュートラル経済を実現するための構造転換の一環として、洋上風力のスキルを検証しなければならない。本レポートの調査と分析により得られた主要な知見は以下の通りである。

スキル市場の発展には、優れた協働が必要である

第4章の海外事例研究から、再生可能エネルギーを主体とする脱炭素社会及び労働力確保にむけて、公正な移行を実現するためには、関係者間の緊密な協力が必要であることが明らかである。雇用主、政府、労働者などの主要関係者間のスキル開発計画にかかる協力を促進させることは、移行を実現するために極めて重要である。

スキル計画は、公正な移行とホールシステムアプローチに基づいていなければならない

日本における洋上風力発電のスキルニーズに応えるためには、公正な移行に基づき、また人口動態、地形、地域経済や産業の動向を考慮するホールシステムアプローチがとられる必要がある。また、意思決定者は、公正な移行の枠組みに基づく連携を行う必要があり、これはまさに、現状のA地点から理想のB地点に移行するためのスキル開発を考えるというような、スキル開発にかかるベースライン（現状評価）、計画、実施、評価の段階全てで行われる必要がある。

意思決定の影響範囲の理解が、インパクトある実施につながる

本レポートの読者は意思決定者を想定しているが、意思決定者は企業、政府組織、国際機関、地元企業など、さまざまなレベル（地域から国際まで）で、多様な意見・利害を持っている。したがって、意思決定者は、自らの影響範囲を理解し、垣根や意見・利害を超えて他の意思決定者と協力することで、スキル開発活動を地域から日本全体に広げ、また国レベルの計画を地域の活動へ波及させることが重要である。

提言の構成

本レポートの提言は、労働力のダイナミクス、人材要件、経済計画、人口動態、政治にまたがって、スキルを理解するための包括的なアプローチを提供することを意図している。構成は、提言の対象、期間、主要な関係者、対処すべき主な障壁、推奨される対策、海外の参考事例からなっている。

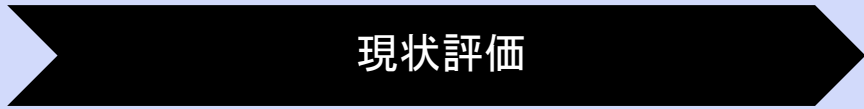
全体の提言 - 提言は、**短期**、**中期**、**長期**の時間軸で分類した。「**提言の対象**」は、提言を検討すべきステークホルダーを包括的な観点から大きく分類している。その上で、「**主要な関係者／組織**」では、提言の推進に責任を持ちうる関係者を具体的にあげている。「**対処すべき主な障壁**」では、5.2章から得られた知見に基づき、スキル開発対策は課題を取り巻く因果関係を考察し、主な障壁に対処するために個別に設計される必要があることを意思決定者に示している。関連して、「**公正な移行のステップ**」は、5.1章で説明したように、ホールシステムアプローチにおける移行に沿った取り組みの分類である。

「概説」では、提言にて取り組もうとしている問題を明確にし、「推奨される対策」では、提言を実行するために必要な取り組みを提案している。最後に、「海外の参考事例」として、海外市場における事例（4章）や文献を紹介し、提言の内容が他の市場ではどのように機能してきたかを解説している。

- **短期の提言**は、最も優先度が高い。これは、スキルパイプラインにおいて特定された緊急のニーズに対して1~2年の期間で行われる必要があるため、可能な限り早急に取り組みを開始する必要がある。短期の提言は、意思決定者が洋上風力産業の現状をより明確に理解し、将来の計画に反映させ、迅速な取り組みを促進するための「現状評価」、「計画」、「実施」を優先に行う。これらの提言は、インタビューと入手可能な文献の分析に基づいているが、インタビュー中においてステークホルダーから、日本の洋上風力のスキル開発の方向性を明確にし、強く推進するため、「推奨される対策」に記載しているような、ベースライン（現状評価）、計画、実施の取り組みが欠かせないと何度も言及された。
- **中期の提言**は、3~4年の期間で行われ、この間に将来の洋上風力産業のためのスキルを近代化し、将来を見据えたスキルとすることが重要である。世界で最も進んでいる英国の洋上風力市場においてさえ、将来の労働力に関する計画はまだ初期段階である。したがって、これは日本にとって機会にも課題にもなり、もし意思決定者が早期に（今後3~4年以内に）計画を立てられれば、日本の将来を見据えたスキル開発システムへと飛躍させることができる。しかし、より持続可能で、技術的に高度かつ効率的な取り組みへの移行が求められているにもかかわらず、スキル開発システムが現在の労働力確保にとどまるならば、スキル開発は課題として残るだろう。
- **長期の提言**は、5年後を見据えたもので、スキル課題に対する施策が計画され実施される際に、意思決定者に対して、意図した目標の達成状況を監視し評価するよう求めるものである。優れたフィードバックシステムがあれば、対策をより大規模に拡大することができる。洋上風力発電のスキル開発を規模拡大するためには、太陽光、陸上風力、水素、船舶用代替燃料など、他の技術の利用を理解するためのさらなる取り組みが必要となる。規模拡大は、グリーンスキル開発計画の一部として包括的に取り組まれる必要がある。

この章の内容は、石油・ガス産業など他の産業で従来必要とされてきたスキル、あるいはカーボン・ニュートラルな世界を実現するための将来のニーズなどに関する国際的な文献に基づき、他のセクターや市場から得られた幅広い知見に沿うものである。

提言 1

日本国内の洋上風力にかかるスキル開発の現状を明らかにする	
提言の対象	国内関係者 - 政府、業界団体、都道府県自治体、洋上風力関連の民間企業
期間	短期、1～2年
主要なアクター / 主な担当組織	<ul style="list-style-type: none"> 日本の政府機関 - 経産省、環境省、国交省、厚労省、文科省 民間セクターの意見も取り込んだ洋上風力業界団体 陸上風力発電の設備があるか、風力と親和性の高い産業を持ち、現時点で洋上風力発電の計画がある都道府県
対応する主な障壁	B1（日本における 労働力不足 ）、B2（日本の洋上風力における 業界固有の知識や専門性の不足 ）、B3（日本の洋上風力産業と脱炭素化における 将来の見通しが明確でないこと ）、B4（ 労働文化 における障壁）
公正な移行のステップ	
概説	B2（日本の洋上風力における 業界固有の知識や専門性の不足 ）と B3（日本の洋上風力産業と脱炭素化における 将来の見通しが明確でないこと ）への取り組みにおいては、再生可能エネルギーを主体とする経済への大幅な移行において、スキル開発はその中心を担うものだ、という「シグナル」を政府がより強く表明することが必要である。政府は、産業界の代表や地方自治体などの主要なステークホルダーからの知見をもとに、ベースライン調査を実施し、洋上風力産業とその関係者に対して、現在のスキル開発の状況を明確にすることができる。この調査には、省庁間においてさらなる関与と調整が求められる。ステークホルダーから提案された推奨される対策は、ホールシステムアプローチの一部として、このベースラインを行うためにも利用でき、B1（日本における 労働力不足 ）および B4（ 労働文化 における障壁）への取り組みに貢献するだろう。
推奨される対策	<p>政府は、将来のエネルギーシステムに必要なスキルを理解するためのベースライン調査を行い、早期対応が必要な事項を特定しなければならない。スキルのベースラインは、労働力調査としてまず国内の既存労働力の規模を推定し、次に発電所敷設予測と運用設備に基づいて労働力需要を計算することで行える。この際、以下が考慮されるべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 洋上風力発電の開発ポテンシャルが高い地域に絞り、海外と日本の労働市場が、これらの地域とどのように結びつくかを精査する（5.1章参照）。 洋上風力と親和性の高い産業における既存の労働力の規模と分類を明らかにする。 高齢化や若者といった人口動態の変化を考慮する。

- 若年・高齢化する労働力の変容、および炭素集約的な仕事からグリーン・ジョブへの労働者の移動を可視化することにより、総体的で、公正な移行への配慮を中心としたものであること（5.1章参照）。
- 洋上風力産業に関連する主要産業（建設業や製造業など）の動向を考慮し、洋上風力産業に求められるスキルニーズと関連づける。

ホールシステムアプローチ

ベースライン調査の他にも、日本国内の洋上風力関連スキルの現状評価のために、短期的な日本の洋上風力産業促進には以下の施策も重要であると、ステークホルダーからあげられた。

- B3（日本の将来の洋上風力産業と脱炭素化の道筋が明確でない）に対処するためには、省庁間のさらなる連携と調整が必要である。現在、日本における洋上風力産業の拡大推進を主に担うのは、国交省と経産省である。しかし、厚労省や文科省など他の主要省庁からは、連携に向けた取り組みや情報があまり見られない。厚労省が労働者と労働力のダイナミクスに影響を与え、文科省が洋上風力の知識を教育部門に効果的に結びつけるなど、両省はグリーン経済のためのスキル開発の現状評価について、重要な役割を果たすことができるだろう。
- 各省庁は、業界団体の協力を得てまず初めに、洋上風力発電に従事する労働者のための情報を国内外から調査しリソースを共有するべきである。リソースには、無料の洋上風力研修ウェブサイトのリンク、洋上風力プロジェクトで使用される機器に関する文書やパンフレット、または洋上風力業務の種類を説明するキャリアウェブサイトなどがある。これらの情報を、日本語の公的ウェブサイトにもまとめるだけでも、現在の洋上風力プロジェクトにおけるスキル開発の課題に直面する組織を支援するための暫定的な措置となる。
- ベースライン活動の一環として、再生可能エネルギーベースの経済への移行に沿ってカリキュラムを評価するために、産業界からの視点も用いて教育部門を見直す必要がある。今後の日本の洋上風力労働市場は、部分的に国際的な労働力に依存することになることから、教育内容は、これまでの知識だけに基づく地域固有の訓練よりも、国際的な洋上風力スキルの習得を目指すべきであり、洋上風力のスキルを日本国内だけに限定することは避けるべきである。
- スキル開発のロードマップに基づき、教育資源やインフラの規模を拡大するための支援メカニズムの必要性を考慮するべきである（OPITOの事例を参照⁹⁴）。
- カーボン・ニュートラルに向けた労働力の広範な移行戦略の一環として、洋上風力におけるスキル開発について議論することが必要であり、日本における現在のリソースを踏まえれば、O&M 訓練施設へのアクセス向上と親和性の高い産業からの人材移転が早急に求められている。

海外の参考事例

米国の洋上風力市場は新しいが、非常に早い段階からスキル開発の必要性に着目し、現在および将来の労働力ニーズの評価を行った（4.6章）。

オランダにおいてもまた、近年強化された洋上風力目標の達成に向けスキル開発に関する早急な行動が求められている中、示唆に富む事例がみられる（4.5章）。オランダと日本は、両国とも洋上風力開発に集中的なアプローチを取っており、洋上風力目

⁹⁴[UKCS-Workforce-Dynamics-The-Skills-Landscape-2019-2025.pdf \(opito.com\)](https://www.opito.com/UKCS-Workforce-Dynamics-The-Skills-Landscape-2019-2025.pdf)

標を達成するために迅速な行動を必要としているという意味で似た境遇にある。オランダ民間企業庁は既に、現状を評価し将来の洋上風力発電の雇用環境を把握するための調査を行っていることは、日本も検討の材料とすべきであろう。

提言 2

日本の洋上風力スキル向上の方針について意思決定者の計画を伝達する

提言の対象	国内関係者 - 政府、業界団体、都道府県自治体、洋上風力関連の民間企業
期間	短期、1～2年
主要なアクター / 主な担当組織	<ul style="list-style-type: none"> 日本の政府機関 - 経産省、環境省、国交省、厚労省、文科省 民間セクターの意見も取り込んだ洋上風力業界団体 陸上風力発電の設備があるか、風力と親和性の高い産業を持っている、現時点で洋上風力発電の計画がある都道府県。
対応する主な障壁	B1（日本における労働力不足）、B2（日本の洋上風力における業界固有の知識や専門性の不足）、B3（日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないこと）、B4（労働文化における障壁）
公正な移行のステップ	計画
概説	日本国内における洋上風力スキル向上の現状評価（ベースライン活動）と並行して、方針も策定されなければならない。ここで、連携戦略計画が、障壁の解消に役立つ。そのため、政府、都道府県自治体、産業界は、スキル開発の方向性を明確にするための計画立案への取り組みを公表すべきである。計画は、影響を受けるコミュニティを考慮するホールシステムアプローチと、女性の産業界への参加を促すなどの包摂的多様性に基づくべきである。
推奨される対策	<p>スキル開発に関する戦略的計画と、それが日本ではどのように行われるのかを伝えるために、スキルロードマップが必要である。可能であれば、ベースライン活動から得られるデータに基づいて連携を行うべきであるが、迅速に行動するためには、仮説に基づく戦略も有効である。ロードマップでは、以下を議論するべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本が世界の洋上風力発電のサプライチェーンにどのように組み込まれ、国際的な能力課題を補完し、あるいは競争していくのか。 スキルニーズに対応するための規模とスピード。これは、教育セクター、官民セクター、政府が変化を受け入れ協力して管理する能力などに依存する。 韓国や中国など、洋上風力発電に高い意欲と能力を持つ近隣諸国との関連で、周辺国の能力を踏まえた日本の位置づけ。

- 「洋上風力産業のビジョン」に示されたように、海外の人材を促進するための適切なメカニズムや法律が整備されていることを示す事例に基づく、海外の人材の役割と必要性。

ホールシステムアプローチ

計画策定の機運を高めるため、日本における洋上風力発電のスキル開発の方向性について、ステークホルダーからは、意思決定者を支援する以下の施策が重視された。

- 産官学は、ロードマップ、目標、マイルストーンを定期的に見直すための、日本国内のスキル計画にかかるプラットフォーム（例 スキル協議会）を強化すべきである。こうしたプラットフォームの一環として、日本の洋上風力産業強化に向けたスキル開発の将来の機会および課題について、主要グループ間の社会的対話が促進される必要がある。
- 洋上風力発電に携わる企業は、自社のスキルニーズを伝えるためにスキル戦略（計画）を策定し、明確な目標とスキル開発への具体的なコミットメントを伴うアクションを提示すべきである。企業が洋上風力における戦略的方向性を明確に理解できていない場合は、産官学との対話の機会を設け、不確実性に対処する必要がある。
- 日本政府と洋上風力産業は、人材誘致と国内での知名度向上のために、業界の価値を伝えるマーケティング戦略を改善することができる。政府は、業界団体の協力を得て、成功例や教訓を広報する必要がある。例えば、福島の実証事業は、浮体式洋上風力プラットフォームの撤去を行った初めての事例の一つであり、海外の洋上風力コミュニティにとって貴重な参考事例となる。

海外の参考事例

英国、デンマーク、オランダ、米国（4章）はいずれも、洋上風力をグリーン経済への移行を支援する重要な分野の1つとして認識し、その一環として、スキル開発課題を解決するための計画を既に持っている。特に、英国における OWIC の役割は、洋上風力に関するスキルニーズを明確にすることによって、ステークホルダーを支援することである。このようなデータは、産業における要求の変化を、企業、スキル提供者、個人に伝え、各関係者がそれに応じて計画を立てられるようにするものである。OWIC の取り組みは、英国政府によっても補完されており、「Build Back Better」レポートでは、雇用予測と、グリーン経済のための教育システムを改善するためのアクションが概説されている。

提言 3

スキルに関して海外洋上風力市場と足並みを揃える	
提言の対象	国内外のステークホルダー
期間	短期、1～2年
主要なアクター / 主な担当組織	<ul style="list-style-type: none"> 国際・国内の標準化団体：GWO、OPITO、STCW 洋上風力発電の業界団体：GWEC、JWPA、JWEA 教育セクター、訓練施設 政府機関：経産省、厚労省、文科省、標準化団体、規制団体
対応する主な障壁	B1（日本における労働力不足）、B2（日本の洋上風力における業界固有の知識や専門性の不足）、B3（日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないこと）、B4（労働文化における障壁）
公正な移行のステップ	実施
概説	<p>多くの企業において、日本の洋上風力スキル市場が国際的なスキル要件とどのように関係するのか不確かであるという状況が、企業や関連組織による労働者のスキルの再訓練や更新への投資を抑制している。</p> <p>表 4 に示すように、国際的な洋上風力の安全訓練は日本で既に受講可能である。しかし、海外および国内の標準化団体は、日本の洋上風力産業に深く関与していないように見られ、逆も然りである。そのような状況では、標準化団体は、地域の状況に最も適した訓練規格（標準）を選択できておらず、国際的な洋上風力産業と協力する必要がある。日本の洋上風力の規模拡大に向け、国内で必要なスキルを明確にするためには、洋上風力関連の教育・訓練標準化に直ちに取り組まなければならない。</p> <p>さらに、英国などの洋上風力発電先進市場と同様に、デジタル・スキル・パスポートの導入は、特定の職種に求められるスキルを標準化できる現実的な解決策である。これは、親和性の高い産業からグリーン・ジョブへのスキル転換にもつながるだろう。</p>
推奨される対策	<ul style="list-style-type: none"> 国際及び国内標準化団体は、訓練にかかる国際規格を共通化するべきである。 国際規格発行の背景には、石油・ガス産業の経験に大きく左右された歴史があり、今後のベストプラクティスを決定するためには、新興および新規洋上風力市場の特色を踏まえて見直す必要がある。つまり、これまでの規格は、新しいオフショア市場にはそぐわないかもしれない。したがって、日本が新規洋上風力市場において迅速な訓練拡大に取り組む場合、日本の団体は国際団体と、現行規格の適合性と適用性を議論する必要がある。これにより、規格や認証の重複をなくし、国際的に既にある規格や認証を新たに各市場で発行することを避けることもできる。さらに、洋上風力技術はあまり発展していない分野であり、世界のスキル開発の標準化に対して日本が協力する必要もある。例えば、日本

は浮体式風力発電技術に強い関心が集まっており、この分野での各国の新たな知見習得に貢献することができる。

- 日本は、労働者が類似の産業または他の市場から移行する場合、デジタル・スキル・パスポート計画を実行すべきである。規格、認証、訓練プロセスが絶えず更新されている現状では、エネルギー分野の多くの政策立案者の間で、デジタル・スキル・パスポートが重複を減らし、異なる規制当局によって発行された類似する訓練認証の支払いや申請に伴う不必要な財政・管理負担を回避することに異論はないだろう。スキル労働者が、認証済みのスキルを証明できる「ワン・ストップ・ショップ」パスポートは、日本におけるスキル開発、および雇用、再訓練、更新手続きを合理化できる。スキル・パスポートは、親和性の高い産業から洋上風力へのスキル転換を促進するための基本となるものである。

ホールシステムアプローチ

本レポートのために行われたインタビューの関係者は、知識共有、協働、教育、横断的取り組みという主要な推進要因に支えられた国際的な洋上風力市場と、スキルに関する足並みをそろえるために、以下の取り組みを提案している。

- 日本で操業する主要な洋上風力発電事業者は、主要な利害関係者との公開フォーラムまたは非公開のよりテーマを絞ったワークショップを通じて、知識共有活動を実施すべきである。洋上風力開発事業者は、洋上風力事業の能力訓練に関する体系化された手順の普及、及び事業のライフサイクルにわたる知見と学習の提供、さらに可能であればスキル要件に関して新規参入企業を支援する資料を提供することができる。
- 国際的な洋上風力市場から入手可能なスキル開発に関する資料に基づき、産業界は率先して、日本向けのガイダンス文書の共同作成を推進すべきである。

海外の参考事例

- オーステッド社のような台湾の洋上風力発電事業者は、国内の大学でセミナーを開催し、同業界へ移転可能なスキルを養う講座を通して、学生を支援している。経験豊富な開発事業者からの知識共有は、地元の労働者のスキルを業界の能力要件まで引き上げるうえで重要であった(4.7章)。
- 「US Offshore Wind Workforce Assessment」では、グローバルな訓練規格を整合させる必要性と、さらに労働者への訓練期待を明確にするために、米国の国内関係者がどの規格を利用するかを公表する必要性を強調している(4.7章)。
- 日本も、洋上エネルギー業界労働者のための、業界横断的なデジタル・パスポートを支援する英国のセクター・ディールを参考できる。2023年末までに、北海の石油・ガス産業の労働者は、すべての訓練と規格資格を一箇所にまとめたデジタル・パスポートを所有することが見込まれており、これにより、洋上風力、水素、その他のエネルギー産業への移行がより容易になる(4.6章)。

提言 4

日本の洋上風力スキルを近代化し将来を見据えたスキルを育成する

提言の対象 (海外のステークホルダーからも知見を取り入れている) 国内のステークホルダー

期間

中期、3～4年

主要なアクター / 主な担当組織

- 日本の政府機関 - 経産省、国交省、厚労省、デジタル庁
- 民間セクターの意見も取り込んだ洋上風力業界団体
- 教育セクター
- 国際的な風力産業団体 - GWEC、WFO

対応する主な障壁

B1 (日本における労働力不足), B2 (日本の洋上風力における業界固有の知識や専門性の不足), B3 (日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないこと), B4 (労働文化における障壁)

公正な移行のステップ

計画

概説

日本は、洋上風力セクターにおけるスキル市場を整備し将来に備えなければならない。これは、新型コロナ禍などの経済シフトを通じて、洋上風力発電産業においてはデジタル化および自動化プロセスが加速したことからも明らかである。

また、炭素集約型の活動を、より持続可能なカーボン・ニュートラルな活動へと移行させることはさらに緊急性を増しており、産業界における仕事の性質も変化していくだろう。

現在、認証の変更、遠隔検査、物流業務のデジタル化は、日常業務の変化よりも速く進んでいるため、労働において必要なスキルの変化のスピードは不均一である。これに対応するためには、既存の労働者の継続的な訓練とスキル向上に焦点を当て、同時に洋上風力産業のより技術的に高度で持続可能なプロセスのために将来の労働者を育成する計画を立てることで、人間中心のアプローチを実現することが必要である。

推奨される対策

政府、産業界、学界は、グリーン経済を進める上で、日本の現在および将来の洋上風力市場の労働力に、デジタル化と自動化がどのような影響をもたらすか検討すべきである。この計画策定プロセスでは、以下を明らかにすることが重要である。

- 洋上風力発電事業のライフサイクルにおいて、デジタル化や自動化が進むと予想される職務の種類：例えば、人工知能や自律型ロボットシステムの利用が進み、陸上での仕事が増加するなど。
- 日本の産業界が短中期的にリードするために特に重要なデジタル・オートメーション分野：例えば、浮体式風力の関連分野。
- スキル開発計画を促進するために、洋上風力産業の労働力関連データへのアクセスを増加させる計画を定めたデジタル化戦略の必要性。デジタル化戦略

では、洋上風力における将来の労働力のデジタルスキル要件に関するビジョンも設定できる。

- 日本が、持続可能な洋上風力発電市場を発展させることにより、カーボン・ニュートラル社会への移行を目指し炭素集約的な活動を削減しようとするうえで、業界の仕事のあり方について。

海外の参考事例


英国は、労働力の近代化にかかる計画について良い参考事例である。政府の「英国イノベーション戦略」は、洋上風力産業の将来には継続的なイノベーションが必要であることを概説している。「人材」は、スキルプログラムを通じて支援されるべき欠かせない柱としてあげられている。

さらに、業界関係者は洋上風力産業の変化に備えており、英国の OREC は、特に O&M 作業においてロボットと自律システムの増加を予想している⁹⁵。Offshore Wind Innovation Hub も、洋上風力におけるロボティクスの存在感が増すことで、作業場所を危険な海上環境から陸上の制御室に移行させ、エネルギーコストを 10%削減できると試算している⁹⁶。このような計画や研究は、日本の意思決定者が将来の労働力に備えるためのスキル開発を計画するうえで役に立つ。

⁹⁵[Creating a robotic A-Team for offshore wind - ORE \(catapult.org.uk\)](https://catapult.org.uk/creating-a-robotic-a-team-for-offshore-wind-ore)

⁹⁶[Quantifying the impact of Robotics in Offshore Wind – Offshore Wind Innovation Hub](https://www.offshorewindinnovationhub.com/quantifying-the-impact-of-robotics-in-offshore-wind)

提言 5

日本でのスキル開発施策の評価とスケールアップ	
提言の対象	スキル計画、プロセス、または成果実現を評価する責任を負う意思決定者によって影響を受ける、すべてのステークホルダー
期間	長期、5年以上
主要なアクター / 主な担当組織	<ul style="list-style-type: none"> 政府、都道府県庁 産業界、官公庁、民間企業 教育セクター、訓練施設
対応する主な障壁	B1（日本における労働力不足）、B2（日本の洋上風力における業界固有の知識や専門性の不足）、B3（日本の洋上風力産業と脱炭素化における将来の見通しが明確でないこと）、B4（労働文化における障壁）
公正な移行のステップ	
概説	<p>意図した目標の達成状況を確認するために、施策の計画と実施は、監視され評価される必要がある。優れたフィードバックシステムがあれば、対策をより大規模に展開することができる。</p> <p>短期および中期の提言を実施することにより、日本は「洋上風力産業ビジョン」を達成するためのスキル開発に取り組むことができる。スキル開発対策の評価措置は、できるだけ早期に実施されるべきであるが、長期的に考えても重要なステップである。</p> <p>さらに、評価手段は、地域の経済成長、多様性と包摂性、炭素集約型産業から再生可能エネルギーへの労働者の移行といった社会的目標に対する施策の有効性を検証するために、利害関係者に説明責任を持たせるものである。洋上風力発電のスキル開発をスケールアップするためには、太陽光、陸上風力、水素、船舶用代替燃料など、他の技術の進歩を理解するためのさらなる取り組みが必要である。スケールアップは、グリーンスキル開発計画の一部として包括的に取り組まれる必要がある。</p>
推奨される対策	<p>民間企業、公共団体、地方自治体、政府機関のいずれであっても、意思決定者は、その計画や行動に対して評価手段を設計する必要がある。検討事項は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> スキル開発制度を評価する。潜在的な将来の労働者の視点から、求められる要件、そこに至る計画、スキル開発促進のための支援制度が明確である必要がある。 カーボン・ニュートラルに向けた国の道筋の中で、取り組みの進捗を考慮し、それに応じて計画や行動を適応させる。

- 日本が化石燃料集約型産業から脱却し、労働力の移行を促進しながら再生可能エネルギーへの移行を継続する方法についての計画に貢献すること。

スキル開発システムのスケールアップを可能にするために、以下のような活動が必要である。

- 出向、インターンシップ・プログラム、技術研修制度など、地域から国レベル、国から国際レベルへの能力開発制度。
- 労働力の量的・質的状况とスキル開発経路について意思決定者に情報を提供する強力なデータ共有能力。これは、例えば、産業界と政府のタスクフォース、ワーキンググループ、またはスキル協議会を通じて達成できる。
- 特定の研究開発への投資、専門教育コース、Industrial PhD(企業の研究により博士号を取得するプログラム)などを通じて、日本が専門スキルを構築できる分野についての検討。
- 海外の国々、例えばアジア諸国や、欧米諸国などとの関わり。これは、国際的な洋上風力産業との連携・協力のもと、日本の洋上風力産業にとって付加価値のある機会の特定を促進するものでなければならない。

海外の参考事例

- 日本は、英国の洋上風力産業委員会（OWIC）のようなフォーラムが、政府と業界の活動を監視している例を参考にできる。OWIC は毎年スキルレポートを公表し、スキルの傾向に関する重要なデータを提供している。こうしたデータは、業界に事業計画への自信を与え、政府にはスキル開発支援のための一定の措置の必要性を訴える根拠となっている。例えば、既存の労働力ではスキルが不足しているというデータがあった際は、教育政策における技術資格の不足を補うための実習制度に議論の焦点があてられた⁹⁷。
- デンマークは、Industrial PhD を通じて洋上風力産業のための専門スキル構築にかかる知見を提供しており、その結果、世界的に名高い洋上風力企業がデンマークから多く生まれている（4.4章）。

⁹⁷ [Offshore wind Sector Deal - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk/government/news/offshore-wind-sector-deal)

7. 参考文献

- 4C Offshore, 'Global Market Overview, Q3 2022 Slide Deck', (12 September 2022), accessed via subscription on 15 Nov 2022
- Agency for Natural Resources and Energy, 'Outline of Strategic Energy Plan', (Oct. 2021), https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf, accessed 19 Dec 2022
- ARUP, 'Chief technical advisor for the offshore wind development program', (2023), <https://www.arup.com/projects/taiwan-offshore-wind>, accessed 10 Sept 2022
- Aura Innovation, 'Skills and Labour Requirements of the UK Offshore Wind Industry', (October 2018), <https://aura-innovation.co.uk/wp-content/uploads/2020/04/Aura-EU-Skills-Study-Summary-Report-October-2018.pdf>, accessed 19 Dec 2022
- BEIS and DfE, 'Green Jobs Taskforce', *GOV.UK* (12 Nov 2020), <https://www.gov.uk/government/groups/green-jobs-taskforce>, accessed 3 Jan 2023
- Chia-nan, L., 'Dutch plan to cultivate wind farm talent', *Taipei Times*, (3 March 2020), <https://www.taipetimes.com/News/front/archives/2020/03/03/2003731967>, accessed 10 Dec 2022
- Danish Energy Agency, 'Offshore Wind Development', (June 2022), https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/offshore_wind_development_final_june_2022.pdf, accessed 12 Sept 2022
- Danish Government, 'Energy Agreement for 2020-2024', <https://en.kefm.dk/Media/C/5/Energy%20Agreement%202018%20a-webtilg%C3%A6ngelig.pdf>, accessed 19 Dec 2022
- Danish Wind Industry Association, 'Profile of the Danish Wind Industry: Denmark – Wind Energy Hub', (Sept 2014), https://winddenmark.dk/sites/windpower.org/files/media/document/Profile_of_the_Danish_Wind_Industry.pdf, accessed 12 Sept 2022
- Danish Wind Industry Association, 'Wind with Miller', (2001), <http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/kids/index.htm>, accessed 10 Jan 2023
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 'Offshore wind Sector Deal', (4 March 2020), <https://www.gov.uk/government/publications/offshore-wind-sector-deal/offshore-wind-sector-deal>, accessed 10 Nov 2022
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 'UK signs agreement on offshore renewable energy cooperation', *GOV.UK* (18 Dec 2022), <https://www.gov.uk/government/news/uk-signs-agreement-on-offshore-renewable-energy-cooperation>, accessed 18 Dec 2022
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 'North Sea Transition Deal', (21 March 2022), <https://www.gov.uk/government/publications/north-sea-transition-deal/north-sea-transition-deal-accessible-webpage#people-skills-2>, accessed 10 Nov 2022
- Department for International Trade, 'The Offshore Wind Industry in Taiwan', (February 2022)
- DFFV, 'About DFFV', (2023), <http://www.dffv.dk/english/about-dffv>, accessed 1 Dec 2022

Dronfield, M., Reynolds, J., 'Floating offshore wind: Risks to project development – people skills, and vocations', (14 June 2022), https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2022/06/PN000484-RPT-002-R6-FOW-Future-People-Skills-Vocations-Report_Issued-Version-002.pdf, accessed 3 Jan 2023

Durkovic, A., 'Japan's First Commercial-Scale Offshore Wind Farm Starts Delivering', *offshoreWIND.biz* (22 Dec. 2022), <https://www.offshorewind.biz/2022/12/22/japans-first-commercial-scale-offshore-wind-farm-starts-delivering/>, accessed 3 Jan 2023

Economic Council of the Labour Movement, 'Green transition can create thousands of new jobs', (24 Feb 2020), <https://www.groenjob.dk/dokumenter/documents>, accessed 19 Dec 2022

Energy Skills Partnerships, 'Our Aims', (2023), <https://esp-scotland.ac.uk/>, accessed 3 Jan 2023

EY, 'Strong skill action plan needed to transition from coal to renewable energy', (14 April 2022), https://www.ey.com/en_in/news/2022/04/strong-skill-action-plan-needed-to-transition-from-coal-to-renewable-energy, (accessed 14 Nov 2022)

Gao, A., Huang, C., Lin, J. and Su, W., 'Review of recent offshore wind power strategy in Taiwan: Offshore wind power comparison', *Energy Strategy Reviews* 38, (Nov 2021), 100747, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100747>

Global Wind Energy Council, 'Global Offshore Wind Report 2022', (June 2022), <https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/06/GWEC-Global-Offshore-Wind-Report-2022.pdf>, accessed 10 Dec 2022

Global Wind Energy Council, 'Global Wind Workforce Outlook: 2021-2025', (May 2021), <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/06/Global-Wind-Workforce-Outlook-2021-2025.pdf>, accessed 20 Nov 2022

GWEC, 'Global Wind Workforce Outlook 2022-2026', Global Wind Energy Council (28 Sep. 2022), <https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/09/GWEC-GWO-Global-Wind-Workforce-Outlook-2022-2026-1.pdf>, accessed 17 Jan 2023

HM Government, 'Skills for a green economy: A report on the evidence', (2011), https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/32373/11-1315-skills-for-a-green-economy.pdf, accessed 10 Nov 2022

HM Treasury, 'Build Back Better: our plan for growth', (3 March 2021), <https://www.gov.uk/government/publications/build-back-better-our-plan-for-growth/build-back-better-our-plan-for-growth-html#foreword>, accessed 10 Nov 2022

Indirect, 'SKILL UP – the flexible skills programme', (2023), <https://www.nidirect.gov.uk/skillup#:~:text=If%20you're%20aged%2018,UP%20%E2%80%93%20the%20flexible%20skills%20programme>, accessed 10 Jan 2023

International Energy Agency, 'Japan 2021: Energy Policy Review', (May 2021), https://iea.blob.core.windows.net/assets/3470b395-cfdd-44a9-9184-0537cf069c3d/Japan2021_EnergyPolicyReview.pdf, accessed 17 Jan 2023

International Energy Agency, 'Japan data explorer, Electricity Generation by source, Japan 1990-2021', IEA Electricity Information 2022 <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/electricity-information>, Documentation: https://iea.blob.core.windows.net/assets/11289187-9898-42b2-a90f-25e1ab6ee7b5/Ele_documentation.pdf, accessed 2 Mar 2023

International Energy Agency, 'Offshore Wind Outlook 2019', (November 2019),
https://iea.blob.core.windows.net/assets/495ab264-4ddf-4b68-b9c0-514295ff40a7/Offshore_Wind_Outlook_2019.pdf, accessed 19 Dec 2022

International Labour Office, 'World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs',
International Labour Organization (14 May 2018), https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_628654.pdf, accessed 17 Jan 2023

International Labour Organization, 'Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all', (2015),
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_432859.pdf. Accessed 12 Nov 2022

IRENA, 'Socio-economic footprint of the energy transition: Japan', (2022),
<https://www.greenpeace.org/static/planet4-africa-stateless/2019/04/52eea778-jt-case-studies-report.pdf>, accessed 19 Dec 2022

JWPA, '洋上風力スキルガイド_第1版' (June 2022), https://jwpa.jp/cms/wp-content/uploads/%E6%B4%8B%E4%B8%8A%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E3%82%B9%E3%82%AD%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89_%E7%AC%AC1%E7%89%88.pdf, accessed 5 July 2022

Kiko Network (地球温暖化防止に取り組む NPO/NGO 気候ネットワーク), '公正な移行－脱炭素社会へ、新しい仕事と雇用をつくりだす', (Sept 2021), <https://www.kiconet.org/info/publication/just-transition-report>, accessed 30 Jan, 2023

Knol, E. and Coolen, E., 'Employment analysis (2019-2023) of various fields of activities in the Dutch offshore wind sector', (July 2019),
<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Wind%20op%20Zee/Documenten/20190709%20OW%20Employment%20NL%20Report%20-%20final%20v1.2%20-%20online.pdf>, accessed 12 Sept 2020

Kyodo News, 'Over half of Japan companies suffering from labor shortage: survey', (11 Nov. 2022),
<https://english.kyodonews.net/news/2022/11/fbc691d031c4-over-half-of-japan-companies-suffering-from-labor-shortage-survey.html>, accessed 1 Dec 2022

LSE Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, 'The Climate Act', (2020),
<https://climate-laws.org/geographies/denmark/laws/the-climate-act#:~:text=The%20Climate%20Act%20sets%20a,and%20reductions%20against%20the%20target.>, accessed 3 Jan 2023

Mabon, I., Chapman, A., McLellan, B., and Huang, Y., 'Just Transitions in Japan', (June 2022),
https://www.thebritishacademy.ac.uk/documents/4130/BA1098_JT_AP_-_Leslie_Mabon_-_Proof_FINAL_-_June_2022.pdf, accessed 19 Dec 2022

Maine Offshore Wind Initiative, '2022 Main Offshore Wind Talent Analytics', (May 2022),
<https://www.maine.gov/energy/sites/maine.gov.energy/files/inline-files/2022%20ME%20OSW%20Talent%20Analysis.pdf>, accessed 20 Dec 2022

ManPowerGroup, 'Japan's 2022 Talent Shortage', (2022),
https://go.manpowergroup.com/hubfs/Talent%20Shortage%202022/MPG_2022_TS_Infographic-Japan.pdf, accessed 19 Dec 2022

Maritime Technology Innovation Center, 'MITC Introduction', (2023), <https://www.mtic.org.tw/EN/Home/Article/fae783a2-c64a-45f3-b74e-52f45de40191>, accessed 20 Dec 2022

Maryland Energy Administration, 'MEA Announces Maryland Offshore Wind Workforce Training Grant Program', (8 Sept 2022), <https://news.maryland.gov/mea/2022/09/08/mea-announces-maryland-offshore-wind-workforce-training-grant-program/>, accessed 21 Dec 2022

METI, 'Vision for Offshore Wind Power Industry (1st)', (15 Dec 2020), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/vision/vision_first_en.pdf, accessed 17 Jan 2023

METI and MLIT, '秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域 公募占用指針', (Nov 2020), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/sentei/akita_noshiro_ko_uboshishin.pdf, accessed 3 Feb 2023

METI and MLIT, '秋田県由利本荘市沖（北側・南側）海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域 公募占用指針', (Nov 2020), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/sentei/akita_yuri_ko_uboshishin.pdf, accessed 3 Feb 2023

METI and MLIT, '千葉県銚子市沖 海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域 公募占用指針', (Nov 2020), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/sentei/chiba_choshi_kouboshishin.pdf, accessed 3 Feb 2023

METI and MLIT, '「秋田県八峰町及び能代市沖」, 「秋田県男鹿市、潟上市及び秋田市沖」, 「新潟県村上市及び胎内市沖」, 「長崎県西海市江島沖」 海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域 公募占用指針', (Dec 2022), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/sentei/kouboshishin_20221228.pdf, accessed 3 Feb 2023

Mey, F., Briggs, C., Dominish, E., Rutovitz, J., Nagrath, K., and Setton, D., 'Case studies from transition processes in coal dependent communities', (2019), <https://www.greenpeace.org/static/planet4-africa-stateless/2019/04/52eea778-jt-case-studies-report.pdf>, accessed 10 Jan 2023

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 'Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030', (21 June 2022), <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2022/07/WOZ-210622022062-Letter-Additional-Offshore-Wind%20Energy-Roadmap-2030.pdf>, accessed 12 Sept 2022

Ministry of Economy, Trade and Industry, 'Renewable Energy Purchase Prices, Surcharge Rate, and Other Details related to FIT and FIP Schemes from FY2022 Onward to Be Determined', (25 March 2022), [Renewable Energy Purchase Prices, Surcharge Rate, and Other Details related to FIT and FIP Schemes from FY2022 Onward to Be Determined \(meti.go.jp\)](https://www.meti.go.jp/press/20220325/20220325001_001.pdf), accessed 19 Dec 2022

Nippon Yusen Kaisha, 'NYK to Establish Comprehensive Training Center for Offshore Wind Power Generation in Akita Prefecture', (13 Oct 2022), https://www.nyk.com/english/news/2022/20220930_01.html, accessed 19 Dec 2022

Nomura Research Institute, 'エネルギー市場動向 2021', エネルギー市場動向 2021', (Oct 2021), <https://www.nri.com/>

/media/Corporate/jp/Files/PDF/knowledge/report/cc/industry_trends/japanreport2021_jp.pdf?la=ja-JP&hash=435015A34F723FC3D1580E9240DC4DBCEB3EC694, accessed 13 Feb 2023

NSAR, 'NSAR's Skills Intelligence Model used to forecast future workforce requirements in Offshore Wind Skills Intelligence Report', (3 Oct 2022), <https://www.nsar.co.uk/2022/10/nsars-skills-intelligence-model-used-to-forecast-future-workforce-requirements-in-offshore-wind-skills-intelligence-report/>, accessed 20 Nov 2022

OECD, 'Getting Skills Right: Creating Responsive Adult Learning Opportunities in Japan' (2021), chap. 1 'Changing skill needs in the Japanese labour market'. DOI: <https://doi.org/10.1787/cfe1ccd2-en>

OECD, 'Inclusive and Equitable Framework for a Just Low-Carbon Transition in Resource-Rich Developing Countries', (16 Feb 2021), <https://www.oecd.org/dev/inclusiveandequitableframeworkforajustlow-carbontransitioninresource-richdevelopingcountries.htm>, accessed 13 Jan 2023

Offshore Wind Industry Council, 'People and Skills', (2021), <https://www.owic.org.uk/people-skills>, accessed 1 Dec 2022

Offshore Wind Innovation Hub, 'Quantifying the impact of robotics in offshore wind', (2022), https://offshorewindinnovationhub.com/industry_insight/quantifying-the-impact-of-robotics-in-offshore-wind/, accessed 21 Dec 2022

OPITO, 'OPITO awarded £5 million through Just Transition Fund to deliver Energy Skills Passport', (12 Oct 2022), <https://opito.com/media/news/opito-awarded-5-million-through-just-transition-fund-to-deliver-energy-skills-passport>, accessed 12 Nov 2022

OPITO, 'Workforce Dynamics: The Skills Landscape 2019-2025', (2019), <https://downloads.opito.com/downloads/Publications/UKCS-Workforce-Dynamics-The-Skills-Landscape-2019-2025.pdf>, accessed 10 Jan 2023

ORE Catapult, 'Creating a robotic A-Team for offshore wind', (20 Jul 2021), <https://ore.catapult.org.uk/blog/robotic-a-team-for-offshore-wind/>, accessed 12 Nov 2022

ORE Catapult, 'Offshore wind economics for beginners', (2022), <https://ore.catapult.org.uk/our-impact/market-analysis-insights/offshore-wind-economics/>, accessed 19 Dec 2022

Orsted, 'Apprenticeships: Committed to helping develop people with the right skills', (2023), <https://orsted.co.uk/careers/early-careers/apprenticeships-trainees/apprenticeships>, accessed 3 Jan 2023

Orsted, 'Education, training and R&D', (2023), <https://orsted.tw/en/about-us/education-training-and-r-d>, accessed 10 Nov 2022

Orsted, 'Orsted send first batch of Taiwanese O&M technicians for training secondment in UK', (5 May 2021), <https://orsted.tw/en/news/2021/05/first-taiwanese-technicians-training-in-uk>, accessed 10 Nov 2022

Orsted, 'Teach First: Inspiring the next generation', (2022), <https://orsted.co.uk/about-us/corporate-responsibility/education/teachfirst>, accessed 19 Dec 2022

OWIC, 'Offshore Wind Skills Intelligence Report', Offshore Wind Industry Council (May 2022), https://www.owic.org.uk/_files/ugd/1c0521_9ffe327ec7da4522b7991226db27fee6.pdf, accessed 17 Jan 2023

Oxfam, 'Systems Thinking: An introduction for Oxfam programme staff', (20 Oct. 2015), <https://policy-practice.oxfam.org/resources/systems-thinking-an-introduction-for-oxfam-programme-staff-579896/>, accessed 26 Jan. 2022

Rampion Offshore Wind, 'Apprenticeship Programme', (2023), <https://www.rampionoffshore.com/contact/careers-with-rampion/apprenticeships/>, accessed 12 Nov 2022

Renewable Energy Institute, 'Offshore wind powers Japan energy: Systems, infrastructure, and industries for mass introduction', (8 Dec. 2020), <https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20201208.php>, accessed 19 Dec 2022

Renewable Energy Institute, 'Socioeconomic Analysis of Offshore Wind Power Development in Japan', (December 2022), https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_SocioEconomicAnalysis_EN.pdf, accessed 3 Jan 2023

RWE, 'Diving into the world of Floating Wind', (2022), <https://www.rwe.com/en/research-and-development/wind-power/floating-offshore-wind/floating-wind-education>, accessed 19 Dec 2022

Sato, W. and Lin, E., 'Japanese wind fans bank interest', *Reuters* (13th March 2020), <https://www.reuters.com/article/japanese-wind-fans-bank-interest-idUSL4N2B637H>, accessed 19 Dec. 2022

Scottish Power, 'Apprenticeship & Training Programmes', (2023), <https://www.scottishpower.com/pages/apprenticeships.aspx>, accessed 3 Jan 2023

Siemens Gamesa, 'Tripling in Taiwan: Siemens Gamesa massively expand offshore nacelle manufacturing activities', (21 Sept 2022), <https://www.siemensgamesa.com/en-int/newsroom/2022/09/092122-siemens-gamesa-press-release-taiwan-offshore-nacelle-manufacture>, accessed 13 Oct 2022

State of Green, 'The future green labour market in the making', (19 May 2021), <https://stateofgreen.com/en/news/the-future-green-labour-market-in-the-making/>, accessed 19 Dec 2022

Stefek, J. et al., 'US Offshore Wind Workforce Assessment', *National Renewable Energy Laboratory* (October 2022), <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/81798.pdf>, accessed 21 Dec 2022

The White House, 'Fact Sheet: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Expand US Offshore Wind Energy', (15 Sept 2022), <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Wind%20op%20Zee/Documenten/20190709%20OW%20Employment%20NL%20Report%20-%20final%20v1.2%20-%20online.pdf>, accessed 20 Dec 2022

The White House, 'Readout of the OSTP event at the Global Clean Energy Action Forum: Systems thinking for a rapid and just net-zero transition', (23 Sept 2022), <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Wind%20op%20Zee/Documenten/201907>

[09%20W%20Employment%20NL%20Report%20-%20final%20v1.2%20-%20online.pdf](#), accessed 20 Dec 2022

Transition Plan Taskforce, 'The Transition Plan Taskforce Implementation Guidance', (Nov 2022), <https://transitiontaskforce.net/wp-content/uploads/2022/11/TPT-Implementation-Guidance-1.pdf>, accessed 2 Dec 2022

United Nations Framework Convention on Climate Change, 'Just transition of the workforce, and the creation of decent work and quality jobs', (26 Oct 2016), <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Just%20transition.pdf>, accessed 3 Jan 2023

US Energy Information Administration, 'Country analysis Executive Summary: Japan', EIA (Oct. 2020), https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Japan/japan.pdf, accessed 17 Jan 2023

Whiteaker, J., 'Offshore wind projects in Japan attract FDI', *Investor Monitor* (August 2020), <https://www.investmentmonitor.ai/sectors/extractive-industries/offshore-wind-projects-in-japan-attract-fdi/>, accessed 19 Dec 2022

Appendix 1: 分析手法

本レポートでは分析手法（1.3章）を、i) 海外の洋上風力市場と比較しながら、日本の洋上風力スキルにかかる既存施策の基本的な考え方を整理すること、ii) 洋上風力産業発展に必要な労働力の開発における障壁を評価し特定すること、iii) 特定した障壁に関して、関連する海外事例を参考に、意思決定者の目的に合うスキル関連施策を提言すること、を目的として設計した。

- **日本及び主要な海外洋上風力産業の動向を評価する** —— 日本及び複数の海外市場における洋上風力スキル計画に関連する政策文書、公的文書、戦略文書等を用いて、デスク調査・文献調査を行った。また、洋上風力スキル開発に関する最近の議論やテーマを盛り込むため、英国マンチェスターや日本の秋田で開催された Global Offshore Wind など、2021 年から 2022 年にかけて開催されたイベントの資料、スピーチ、発表資料も調査対象とした。さらに、事例研究については、英国、デンマーク、オランダの 3 つの洋上風力先進市場と、台湾、米国の 2 つの新興市場を選定し、日本に適用可能と思われる事例を検討した。文献調査から得られた二次データの他、日本における洋上風力の労働力とスキルの状況について、仮説の検証、及び一次情報を収集するために、関係者へのインタビューも行っている。日本と海外市場の関係者に対して、スキル対策をとりまく現状への意見や、どのようなツール・メカニズム・プログラムを進めるべきか、について意見聴取を行った。

ステークホルダーインタビュー

カーボン・トラストは、REI と協力し、洋上風力市場の発展において役割を担う 19 のユニークなステークホルダーを特定するためのマッピング作業を実施した⁹⁸。これらのステークホルダーは、スキルニーズに直面している、あるいは将来直面することが予想される。その上で、洋上風力事業のライフサイクルにおける日本のスキル状況について、これらのステークホルダーの現在の見解を理解するために、以下のカテゴリーのステークホルダーにインタビューを行った。

- 政府機関/公共団体
- 許認可・規制当局
- 法務専門家
- シンクタンク・研究機関
- 教育機関
- 独自の機器製作会社
- 公益事業会社/開発事業者
- 製造メーカー/サプライチェーン企業
- 融資機関・銀行
- 投資家
- 人材コンサルタント
- 保険会社
- 商社
- 建設会社
- 業界団体/貿易団体
- NGO
- コンサルタント会社
- 民間企業（非サプライチェーン・製造業）

マッピング作業を通じて、さまざまな組織から 60 人近い関係者が選ばれた。14 件の詳細なインタビューが行われ、各プロジェクト段階（分野横断的業務、調査・設計、製造、組立・設置、運用・メンテナンス、撤去）ごとに 1~2 名の関係者から参加いただき、スキルの観点において、日本の洋上風力産業の拡大によって影響を受けるであろうさまざまな組織から、包括的見解を得た。

⁹⁸これはステークホルダーの分類を網羅したものではなく、スキル開発を支援するために他のタイプのステークホルダーと関わる必要がある場合も存在する。本分類は、カーボン・トラストと REI の経験に基づくものである。

- **ベースライン（現状評価）を相対的に理解すること** —— 動向評価に基づき、海外市場との比較を通して日本の現状を相対的に理解するために、入手可能なデータと既存のスキル関連研究を調査した（3.1章と4章）。この目的は、洋上風力労働者のスキル評価を包括的に行うためには何が必要かを理解し、組織がスキルニーズに応えるためには何をすべきかを明確にすることであった。ここでは主に、日本で予想されるスキル需要に関する事例の特定と文書化を行うとともに（3.2章）、ホールシステムアプローチに基づくスキル開発の優良事例を整理した。ホールシステムアプローチでは、連携、教育、協働などの主要な推進要因を考慮した取り組みにより、スキルニーズに包括的に対処する必要がある（4.2章）。また、ステークホルダーとのインタビューから得られた情報もベースラインの理解に利用した。
- **障壁の分析** —— 日本が、グリーン経済への移行と洋上風力産業の成長を実現させるうえで、スキル移行がある種の障壁に直面し、意思決定者による、スキル関連の計画、プログラム、または政策実施が妨げられることが想定される。また、そのような戦略を打ち出しても、意図が必ずしも成功に結びつくとは限らない。そこで、カーボン・トラストは、日本におけるスキル開発に関する一次情報および二次情報を分析し、4つの主要な障壁を特定した（5.2章）。障壁特定のために、以下の因果関係マッピングを用いた（Appendix 2）。意思決定者が対策を立てる際には、これらの根本的な障壁に留意しなければならないことを提言にて記載している。本レポートの調査では、障壁の仮説検証において、日本の洋上風力産業にかかるスキル開発活動の拡大を行う上で、現在の課題、さらに行うべきこと、責任を持つ担当者について、関係者に意見を求めた。
- **海外事例からの日本への提言** —— 日本は、洋上風力市場においてはまだ発展途上であるため、スキル開発のための参考となる知見や事例を、海外市場や急成長中の市場の経験から学ぶことができる。但しもちろん、すべての知見やベストプラクティスが日本に適用できるわけではない。ここでは、分析されたデータと事例研究を基に、日本の洋上風力産業のスキルニーズに応えるために、（文脈や社会経済的背景への適合などの）目的に応じた提言を行う。

Appendix 2: 障壁の因果関係マップ

カーボン・トラストは、ステークホルダーとのインタビューや公開資料のレビューを通じて収集した概説（対処すべき問題や課題をまとめたもの）間の関係を分析する因果関係マップを作成した。主要な障壁と適切な介入箇所を特定するために、原因と結果として考えられ得る経路を整理している。

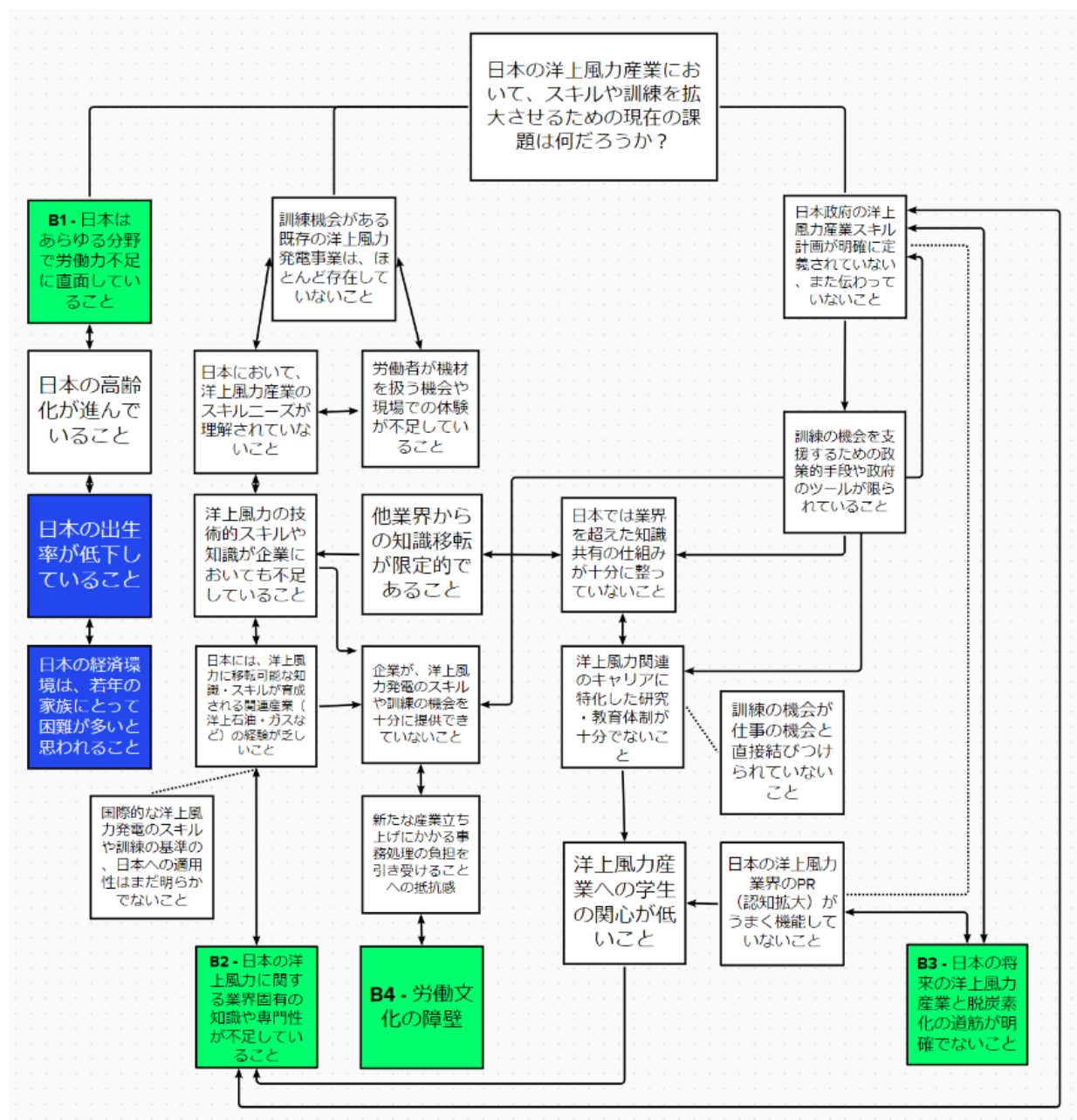
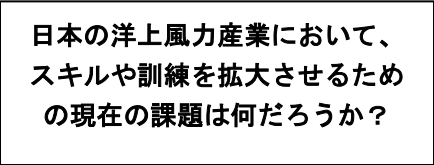
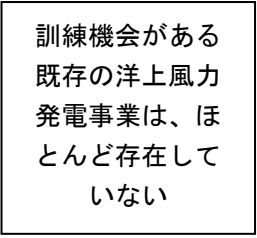

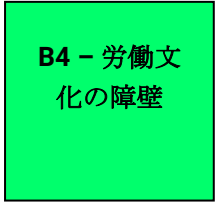
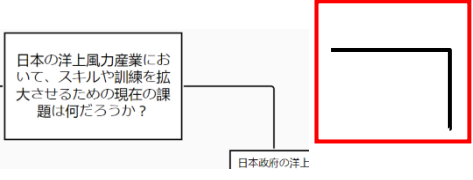


図 12：インタビューと公開資料より得られたキーワードの因果マップ (Mural で作成)

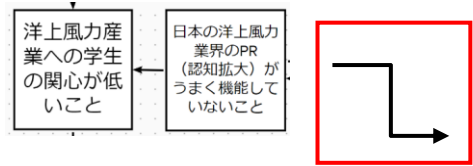
因果関係マップの構造

表 11 は、因果関係マップの各要素を説明したものである。ここで重要な発見は、緑色のボックスは本レポートで特定された障壁で、意思決定者がスキル関連施策を立案する際に意識すべき事項だということである。この障壁（B1-労働力不足など）にはさらなる原因などがある可能性があるが、高齢化の原因という意味では、このレベルの介入に焦点を当てている。なぜならば、ここでは高齢化の解決策を知ることが目的ではなく、労働力不足に焦点を当てることで、意思決定者の意識を労働関連の解決策に向けさせることができるからである。意思決定者は、計画立案の一環（提言 2）として、問題、その原因、影響の関係を理解し、スキル開発にかかる考え方に反映させるために、マッピング技術を利用することもできる。

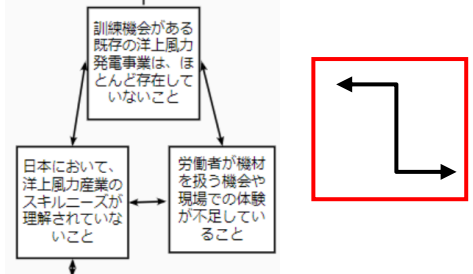
表 11：因果マップの構造説明

説明	例
<p>白色（太字）のテキストは、マップ内のすべてのステートメントに関連する質問である。</p>	
<p>白色の正方形のテキストは、主な問いに対するステークホルダーや公開資料からの情報（答え）である。</p>	
<p>青色のテキストは、ステークホルダーの回答や公開資料以外からの情報に基づき、特定の問いへの答えとして考えられるものを追加的に示したもので、例えば労働力不足につながる高齢化の一つの原因について、記している。</p>	
<p>太字の緑色のテキストは、ステートメントを因果関係のロジックに従って整理したものである。B1～B3 は、調査から得られた既存の問題で、他のステートメントにも関連する重要な障壁と考えられる。B4 - 労働文化の障壁は、「保守的な労働文化」「労働者の大きな負担」「仕事上の大きなプレッシャー」など、いくつかのステートメントを要約した文言である。</p>	
<p>矢印のない黒線は、つながりはあるが、因果関係はないことを示す。これらの線は、白色（太字）のテキストと、ステートメントを提示する最初のテキストとを関連させるために使われる。</p>	

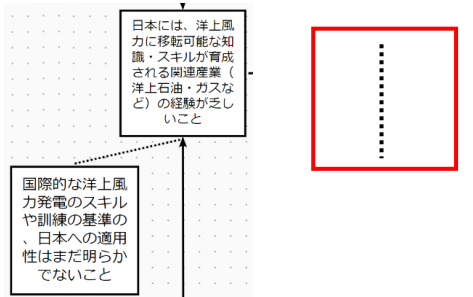
一方向の黒矢印は、その文が前の事象に影響され、効果を引き起こすことを表す。例えば、「洋上風力産業は日本ではPRが不十分」であり、その結果、「この産業への従事に対する学生の関心は限定的」である。



両方向に矢印がある黒矢印は、その問題が他の側面から影響を受け、また影響を及ぼしていることを意味する。例えば、「訓練機会がある既存の洋上風力発電事業はほとんどない」。⇔これはなぜ起こるのか？⇔「日本では洋上風力発電のスキルニーズが理解されていない」「設備や現場を体験する機会がない」ことが、「訓練機会がある既存の洋上風力発電事業が少ない」ことにつながっている。



黒い点線は間接的な因果関係を意味する。例えば、『日本には関連産業の経験が十分でない...』。この問題は、『国際的な洋上風力発電のスキルや訓練が、日本の現状に即しているかは不明である』という別の問題と間接的に関連している。



carbontrust.com

+44 (0) 20 7170 7000

本レポートに記載した情報の正確性については万全を期しておりますが、著者、カーボン・トラスト、その代理人、または請負業者は、その正確さを保証するものではなく、いかなる誤りに対しても責任を負うものではありません。本レポートで使用されている商標、サービスマーク、ロゴ、および著作権は、カーボン・トラストに帰属します。本レポートは、カーボン・トラストの書面による事前の承諾なく、商標、サービスマーク、ロゴ、著作権、またはいかなる専有情報を使用または複製するためのライセンス及び権利を与えるものではありません。カーボン・トラストは、知的財産に関して法令により定められた権利又は法律上保護される利益を最大限行使します。

カーボン・トラストは保証有限責任会社として、イングランドおよびウェールズにおいて会社番号 4190230 で登録されており、登録事務所は以下の通りです。Level 5, Arbor, 255 Blackfriars Road, London SE1 9AX, UK

© The Carbon Trust 2023.無断転載を禁じます。

英国にて 2023 年に出版