

**令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
(洋上風力に係る官民連携の在り方の検討(洋上風力の導入拡大と産業
競争力強化の好循環の実現に向けた検討等)のための調査)**

調査報告書

目次

1.洋上風力人材育成プログラムに係る検討	3
1.1 必要人材数の推計	4
1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査	10
1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査	33
1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討	49
2.浮体式洋上風力の商用化に向けた課題の検討	63
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査	64
2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理	122
3.洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環の実現に向けた課題と解決策の検討	138
3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査	139
3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査	170

1. 洋上風力人材育成プログラムに係る検討

- 1.1 必要人材数の推計
- 1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査
- 1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査
- 1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

1.1 必要人材数の推計

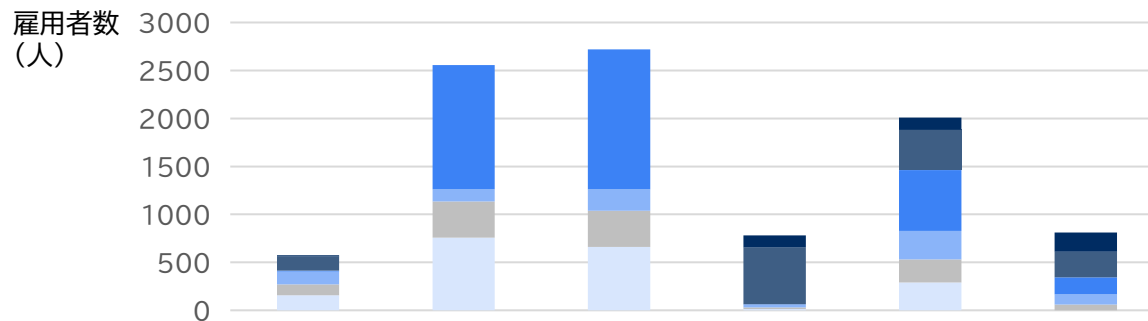
必要人材数(FTE換算)に係る欧州の調査事例

- デンマークの調査事例※¹において、2022年に運用開始する1GWのウィンドファーム(単機容量10MW、離岸距離60km、水深30m)を想定し、洋上風力の開発から撤去までのフェーズ別・職種別の必要人材数(フルタイム当量:FTE)を推計。
 - ・ 主要事業者のCAPEX・OPEXのコストデータや、IRENA等の既存レポートのデータを基に、WindDenmark※²の加盟企業・団体への調査やデンマーク統計局の雇用データ等を用いて推計。
- ライフタイム全体で、9.5人(FTE)/MWの人材が必要になると推計。

※¹ QBIS, “Socio-economic impact study of offshore wind”, 2020年7月

※² デンマークの風力産業に従事する企業や風力設備オーナー等、2,700の企業や団体が加盟する協会。

1GWウィンドファーム導入の必要人材数推計結果(※FTE換算)



- オペレーター
掘削、クレーン、ケーブル敷設、トレンチROV、ジェットシステム等のオペレーター
- 船員
主に、設置、O&M、撤去に従事
- 作業員・技術者
工場や土木工事の従事者や各種技術者等
- エンジニア
電気、電気通信、コンピューター、材料、産業、機械、造船、土木技師等
- 屋外業務の専門家
ロジスティクス、地盤工学、健康・品質、安全、環境、社会、海洋、生物、漁業安全等の専門家
- 屋内業務の専門家
管理、会計、マーケティング、税務、法務・標準化、財務等の専門家

	調査・設計	製造(風車)	製造(周辺設備)	設置	O&M	撤去	合計
■ オペレーター	12	0	0	126	127	202	467
■ 船員	146	0	0	591	418	268	1,423
■ 作業員・技術者	10	1,293	1,459	2	636	176	3,575
■ エンジニア	136	126	222	30	297	106	917
■ 屋外業務の専門家	113	379	378	16	239	61	1,186
■ 屋内業務の専門家	157	757	662	16	291	0	1,882
合計	574	2,555	2,720	781	2,007	813	9,451

※ 四捨五入等の関係で合計数が合わない場合がある。

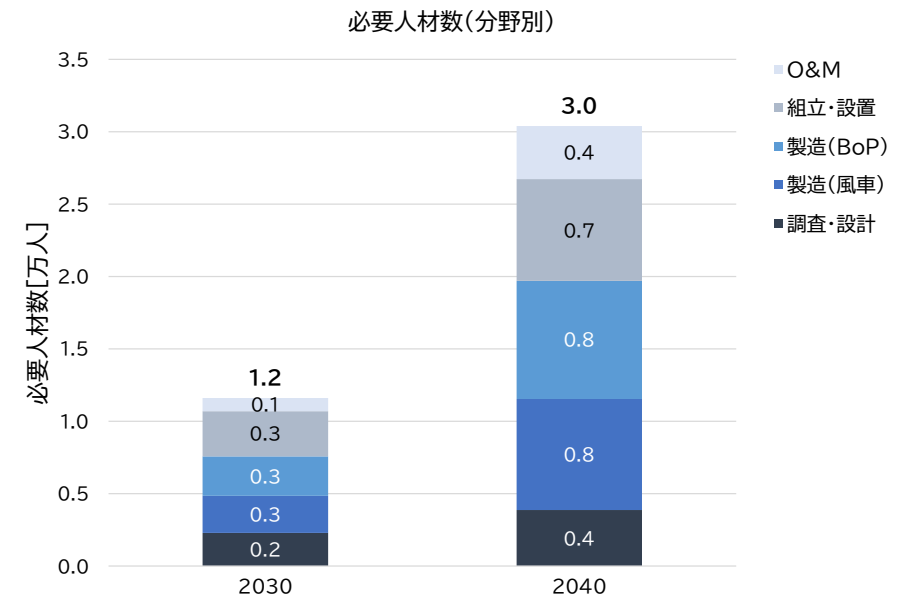
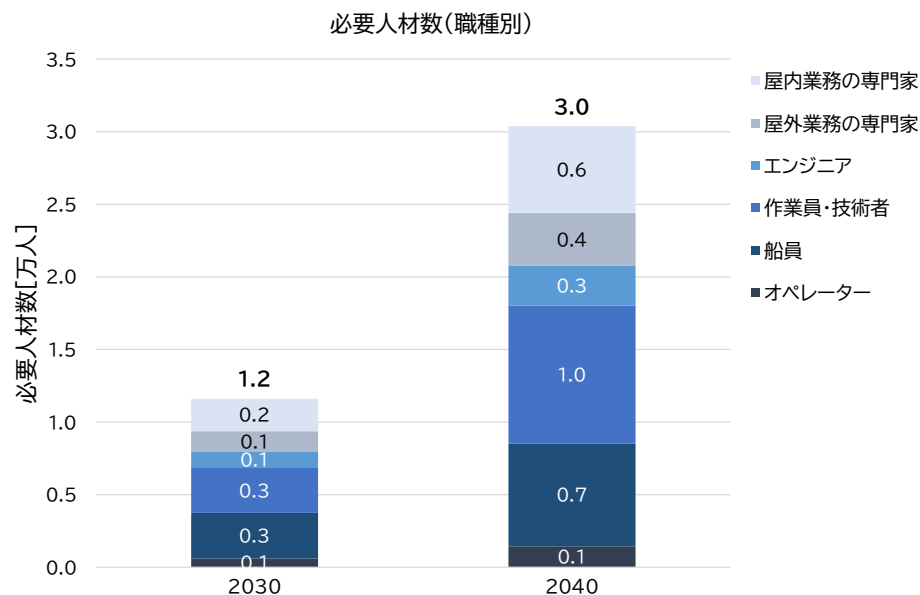
※ O&Mは25年間の合計数。

出所) QBIS, “Socio-economic impact study of offshore wind”, p.29 (2020年7月)を基に三菱総研作成

1.1 必要人材数の推計

必要人材数(FTE換算)推計結果

- 欧州のデータを活用し、日本の導入目標・見通し達成に必要となる、国内外における全必要人材数（当該年断面のフルタイム当量(FTE)直接必要人材数）を簡易推計。
 - ・ 2030年に10GW、2040年に37.5GWの案件形成を想定。2030年はエネルギー基本計画の見通し5.7GWを想定。
 - ・ 2030年までは平均1.5GW/年、2040年までは平均3.5GW/年の案件が安定的に形成されると想定。
 - ・ 欧州と日本の工期、産業の習熟度の差等を考慮。
 - ・ 上記想定に基づくFTE換算の必要人材数であり、実際の必要人材数は、労働条件やパートタイム労働者数、市場形成スピード等により変動する点に注意。
- 2030年断面で約1.2万人、2040年断面で約3.0万人の人材(FTE換算)が必要となる。パートタイム労働や人材流動等を考慮すると本推計値より多くの人材が必要となる可能性がある。



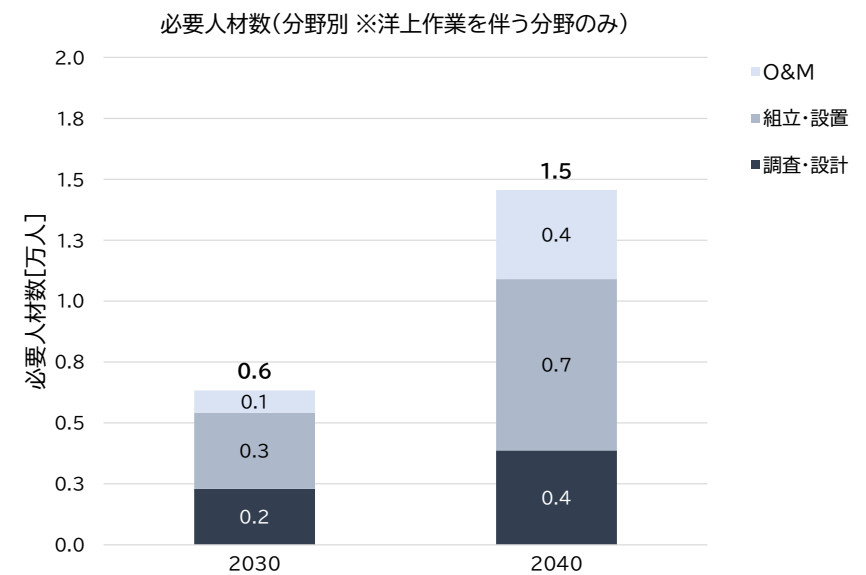
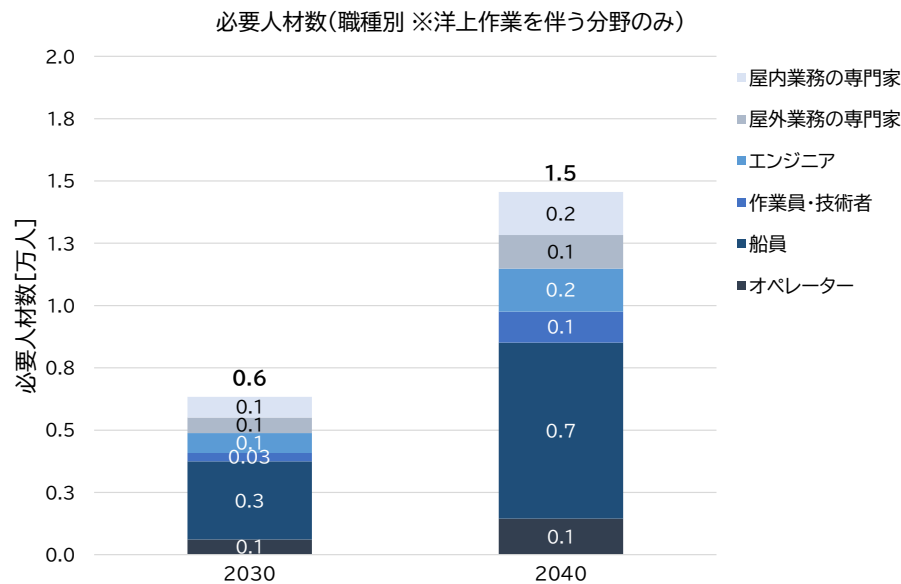
※欧州と日本の工期、産業の習熟度の差等を考慮した簡易試算結果。

※FTE換算の必要人材数であり、実際の必要人材数は、労働条件やパートタイム労働者数、市場形成スピード等により変動する点に注意。

1.1 必要人材数の推計

必要人材数(FTE換算)推計結果:洋上作業を伴う分野のみ

- 欧州のデータを活用し、日本の導入目標・見通し達成に必要となる、国内外における全必要人材数（当該年断面のフルタイム当量(FTE)直接必要人材数）を簡易推計。
 - ・ 2030年に10GW、2040年に37.5GWの案件形成を想定。2030年はエネルギー基本計画の見通し5.7GWを想定。
 - ・ 2030年までは平均1.5GW/年、2040年までは平均3.5GW/年の案件が安定的に形成されると想定。
 - ・ 欧州と日本の工期、産業の習熟度の差等を考慮。
 - ・ 上記想定に基づくFTE換算の必要人材数であり、実際の必要人材数は、労働条件やパートタイム労働者数、市場形成スピード等により変動する点に注意。
- 2030年断面で約0.6万人、2040年断面で約1.5万人の人材(FTE換算)が必要となる。パートタイム労働や人材流動等を考慮すると本推計値より多くの人材が必要となる可能性がある。

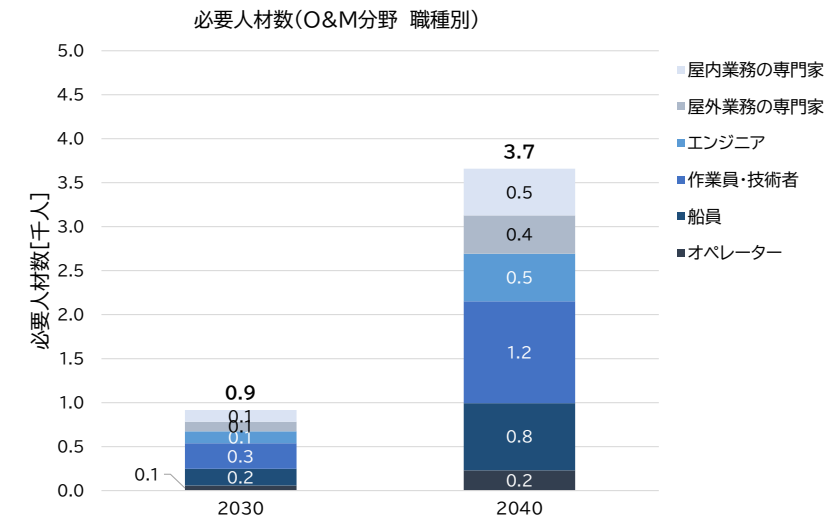
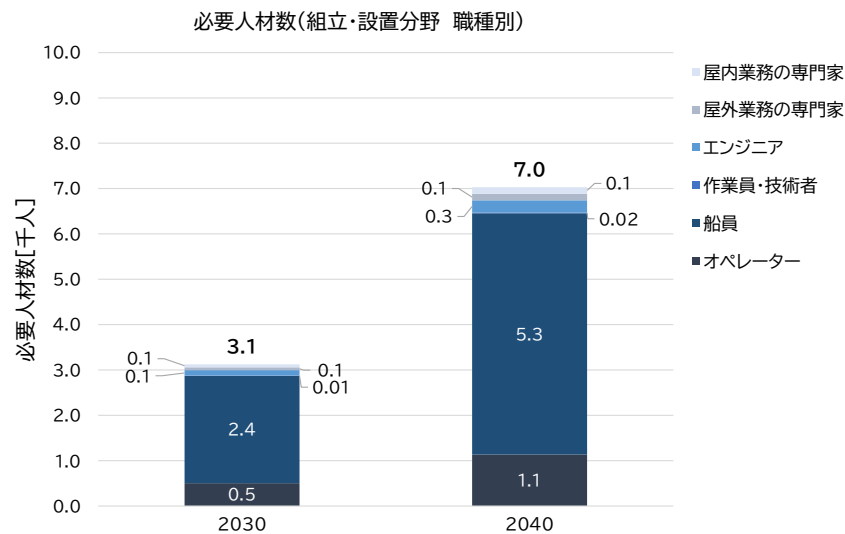
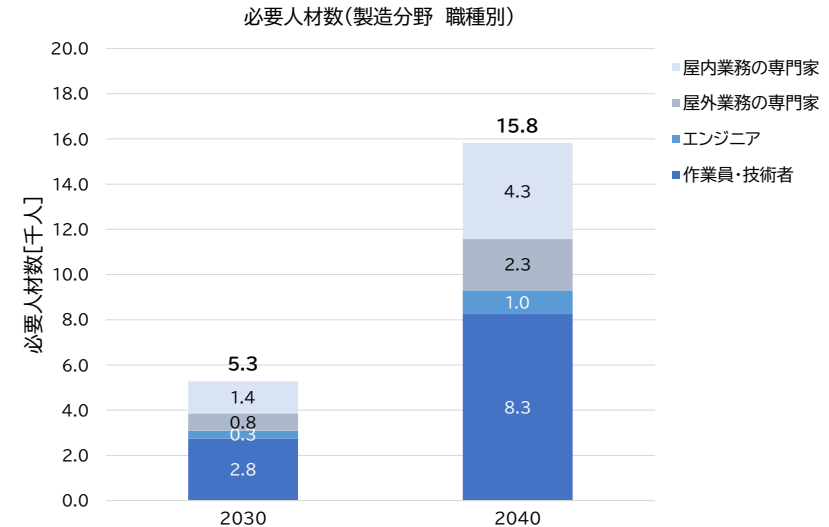
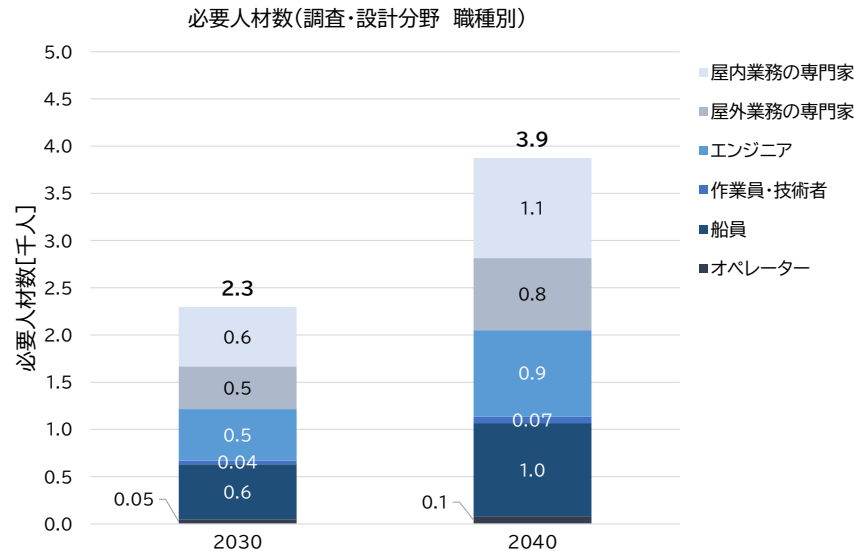


※欧州と日本の工期、産業の習熟度の差等を考慮した簡易試算結果。

※FTE換算の必要人材数であり、実際の必要人材数は、労働条件やパートタイム労働者数、市場形成スピード等により変動する点に注意。

1.1 必要人材数の推計

必要人材数推計結果：分野別・職種別



※日本の導入目標・見通し達成に必要な、国内外における全必要人材数(当該年断面のフルタイム当量(FTE)直接必要人材数)を簡易推計。

※欧州と日本の工期、産業の習熟度の差等を考慮した簡易試算結果。

※FTE換算の必要人材数であり、実際の必要人材数は、労働条件やパートタイム労働者数、市場形成スピード等により変動する点に注意。

1.1 必要人材数の推計

【参考】分野別・職種別の必要人材数推計前提条件

- 必要人材数推計にあたり、①所要期間と②産業の習熟度を考慮。
 - ①所要期間：日本特有の海象(うねり)等による影響を考慮し、設置に係る期間を欧州の2倍程度(2年)と想定。
 - ②産業の習熟度については、欧州における必要人材数の経年変化の分析事例を参考に、2030年までは欧州の2.0倍(製造除く)と想定。2031～2040年は浮体式の導入も考慮して欧州の1.5倍と想定※。
- ※現状日本は欧州の10年前の水準と仮定、欧州の最先端技術の活用効果を見込んで2030年には欧州とほぼ同水準になると想定し、QBIS, “Socio-economic impact study of offshore wind”, p.22(2020年7月)の分析データにおける必要人材数の変化(2013年:約15.8FTE/MW、2022年:約7.5FTE/MW ※O&M含まず)を参考に、2030年までは欧州の2.0倍と想定。
- 上記想定により、2030年まではライフタイム全体で約15人(FTE)/MW、2031年以降は約13人(FTE)/MWの人材が必要になると想定し、必要人材数を推計。

推計の前提条件概要(1GWあたり)

		調査・設計	製造(風車)	製造(周辺設備)	組立・設置	O&M	撤去
項目		- 開発・認可 - 環境調査 - 風況・海象・気象評価 - 地質・水路調査 - エンジニアリング設計 - 仕様・原材料の確定 - ロジスティクス管理	- 風車製造 ナセル等 ロータ タワー - その他(保険等)	- 周辺設備製造 ケーブル 基礎 洋上変電所 陸上変電所 運用拠点 - その他(保険等)	- 基礎設置 - 洋上変電所設置 - 陸上変電所建設 - 陸上ケーブル敷設 - 洋上ケーブル敷設 - 風車設置 - 建設用港湾 - 洋上ロジスティクス	- 運用 - メンテナンス - その他(気象のモニタリング等)	- 風車撤去 - 基礎撤去 - ケーブル撤去 - 変電所撤去 - 撤去用港湾
期間・人材数	欧州想定(2022年)	12-30か月	6か月		6か月	25年	6-36か月
	日本想定※1(～2030)	2年／人材数2倍	1年／人材数1倍		2年／人材数2倍	20年／人材数2倍※2	
	日本想定※1(2031～)	2年／人材数1.5倍	1年／人材数1倍		2年／人材数1.5倍	25年／人材数1.5倍	

※1 欧州における想定所要月数や、事業者ヒアリング等に基づき、三菱総研にて年数に換算。

※2 運転開始後2030年までは2倍、2031年以降は1.5倍に設定。

出所) QBIS, “Socio-economic impact study of offshore wind”, p.15 (2020年7月)を基に三菱総研作成

1.1 必要人材数の推計

【参考】分野別・職種別の必要人材数推計前提条件(日本)

- ウィンドファーム開発・運用に係る所要年数を下記の通り想定。
 - ・ 2030年までは、開発・運用プロセス開始から10年目に運転開始すると想定。
 - ・ 2031年以降は、開発・運用プロセス開始から8年目に運転開始すると想定(オランダの一般的な開発期間と同等)。

～2030年

開発・運用プロセス	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	…
(ゾーニング・合意形成)											
調査・設計											
(入札・許認可等)											
製造(風車)											
製造(周辺設備)											
組立・設置											
O&M											
撤去											

2031年～

開発・運用プロセス	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	…
(ゾーニング・合意形成)											
調査・設計											
(入札・許認可等)											
製造(風車)											
製造(周辺設備)											
組立・設置											
O&M											
撤去											

1. 洋上風力人材育成プログラムに係る検討

- 1.1 必要人材数の推計
- 1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査
- 1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査
- 1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

国内の主要教育・支援プログラムとカバー分野

- 初・中・高等教育における環境学習や概論講座、企業と連携した実機見学会やインターンの開催に多くの自治体・教育機関が取り組んでいる。
- 専門知識を総合的に習得可能な教育プログラムは長崎海洋アカデミーや足利大学が実施。
- 地域の産業育成の観点からは、特にメンテナンス分野に重点が置かれ、メンテナンス人材の認証制度や企業と連携した人材育成プログラムの検討が進められている。

● : 将来人材対象 ● : 社会人対象

分野	秋田県	秋田県立大学	秋田大学	足利大学	いわき市	北九州市	北九州市立大学	国際教養大学	長崎県・長崎大学	弘前大学
環境学習・概論講座	●	●	●	●●	●●	●	●	●	●	●
実機見学会・インターン		●	●		●	●	●	●	●	●
横断的業務	サイト選定・事業計画		●	●●					●●	
	ファイナンス・保険			●●					●●	
	法務			●●					●●	
	系統連系									
	漁業・水産業								●	●
調査・設計	風況調査			●●					●●	●
	海底地盤調査								●●	
	環境影響評価								●●	●
	プラント設計			●●					●●	
製造	風車製造	●	●	●●					●●	●
	基礎製造			●●					●●	
組立・設置	風車・基礎等設置			●●					●●	
	洋上輸送・管理								●●	
運用・メンテナンス	●●	○ 計画	○ 計画	●●	●					

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

国内の主要なトレーニング施設

- 陸上風力発電のメンテナンスを手掛ける各社において、風車実機やナセル等設備を有するトレーニング施設を整備。基本的には社内人材教育用。また、洋上風車実機を有する施設は不在。
- 国内において、安全作業に係るトレーニング認証を受けられる施設は、各トレーニング種類において数か所。STCWは比較的多くの施設でトレーニングを受講可能。

国内の主要なトレーニング施設とトレーニング内容

●: 社会人対象

企業・機関名	所在地	メンテナンス専門 トレーニング	安全作業トレーニング				
			GWO	OPITO	STCW※	IRATA	特殊高所技術
イオスエンジニアリング	青森県	●	●			●	
日立パワーソリューションズ	茨城県、秋田県	●					
北拓	北海道、福島県、福岡県	●					
東北電力	秋田県	●					
日本サバイバルトレーニングセンター	福岡県		●	●	●		
特殊高所技術	京都府						●

※日本サバイバルトレーニングセンターに加えて、海技大学校(各地)、日本船員雇用促進センター(各地)にて受講可能。

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象

社会人対象

【秋田県】風力発電メンテナンス人材育成プロジェクト(風力全般)

- 秋田県では、風力分野における人材と産業育成を目的に、2016年に風力発電メンテナンス人材育成プロジェクトを開始。県内大学・企業、有識者、事業者等によるプロジェクトチームを立ち上げ。
- メンテナンスに必要なスキル・資格の整理や、モデル研修講座の策定等を推進。本プロジェクトの成果により、秋田大学及び秋田県立大学において、風力発電に関連する講座開設を実現。
- 本プロジェクトの発展として、高校生への電気主任技術者出前講座を実施。また、洋上風力メンテナンス産業への県内企業参入に向けた事業の中で人材育成についても支援を実施。

秋田県の主な取組み概要

対象	プログラム	内容
大学生	風力発電メンテナンス人材育成プロジェクト	【2016年度】 ・ メンテナンス従事者のレベルごと(リーダー、作業員等)に求められるスキル、必要となる資格を体系化 ・ メンテナンス作業に関するOJTを含めた効率的な実施体制の確立 ・ 人材育成カリキュラムの策定 ・ モデル研修講座の策定 【2017～2019年度】 ・ 特別講座の開講 ・ 大学、技術専門校において、研修所での実技を含めたセミナーを開催 【2020年度】 ・ 秋田大学、秋田県立大学において風力発電に関する講座を開設(学生向け、社会人対象)
高校生	電気主任技術者出前講座	【2019年度～】 ・ 県内風力発電所に関わる電気主任技術者を県内高校に派遣し、電気主任技術者の仕事や風力発電の現場について講義を実施(秋田工業高校等)
県内企業	洋上風力発電メンテナンス参入支援事業	【2021年度～】 ・ 港湾内や一般海域で具体化しつつある洋上風力メンテナンス産業への県内企業参入に向けた支援を実施(船舶運航や水中設備点検に係る資格取得費、関連機器研究開発費への補助)

出所) 秋田県資料(<https://www.akitaccr.or.jp/cciw/wp-content/uploads/02-3%E2%91%A0%E7%A7%8B%E7%94%B0%E7%9C%8C%E8%AC%9B%E6%BC%94%E8%B3%87%E6%96%99.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>に基づき三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【秋田県】秋田県各大学の取り組み(風力全般)

- 秋田大学と秋田県立大学は、地域における大学振興・若者雇用創出事業に関する計画の一つとして、2022年度から共同教育課程に、「共同サステナブル工学専攻」を設置。
 - ・ 秋田県が持つ再生可能エネルギー(風力(特に洋上風力)、地熱)を活かした電動化社会の構築に関する教育研究を展開。
 - ・ 若者にとって魅力があり、地域の中核的な産業の振興に資する教育研究の活性化を図る。
- また、各大学は、陸上・洋上風力関連企業と連携・協力し、地域における再生可能エネルギー産業の発展に向けた人材育成の取組みを実施する予定。

秋田県内の大学と企業との協定

大学	締結年月	協定	締結先
秋田県立大学	2020年3月	洋上風力発電を通じた人材育成や地域貢献に関する相互連携協力の協定	日本風力開発グループ会社3社 ・ 日本風力開発(JWD) ・ 日本オフショアウインドサービス ・ 秋田オフショアウインドサービス(AOWS)
秋田大学	2021年5月	風力発電分野における産学金連携に関する協定	・ 三菱商事エナジーソリューションズ ・ ウェンティ・ジャパン ・ 北都銀行
国際教養大学	2021年5月	秋田県における人材育成の活性化を目的とした産学金連携に関する協定	・ 三菱商事エナジーソリューションズ ・ ウェンティ・ジャパン ・ 北都銀行

出所) 日本風力開発株式会社サイト (<https://www.jwd.co.jp/info/20200313-2/>) <閲覧日:2022/2/28>

国土交通省港湾局, “洋上風力発電を通じた地域振興に関する 参考事例集について”, p.15 (2021年10月)

地方創生サイト (https://www.chisou.go.jp/sousei/about/daigaku kouhukin/r020131_akita.pdf) “地域における大学振興・若者雇用創出事業に関する計画” p.1,6,9 <閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【秋田大学・秋田県立大学】 共同サステナブル工学専攻(風力全般)

- 秋田大学と秋田県立大学では、サステナブル工学研究の中核となる機械工学から経営工学までにおよぶ広範な知識を基盤とした人材の育成を目指し、「共同サステナブル工学専攻」を設立。
- モビリティの電動化、再生可能エネルギーの利活用、環境配慮設計、省エネルギー・省資源に関する教育研究を行い、サステナブル工学の高度化と社会実装を目指す。
- 再生可能エネルギーに関連する講義を強化し、「風車工学」を授業科目として設定。

共同サステナブル工学専攻の概要



出所)秋田大学・秋田県立大学 共同サステナブル工学専攻サイト(<https://www.sustainable.riko.akita-u.ac.jp/sustainable/education>) <閲覧日:2022/2/28>に基
づき三菱総研一部加筆

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【秋田大学】洋上風力関連企業と連携した人材育成（洋上風力）

- 2021年5月、秋田大学は、三菱商事エナジーソリューションズ、ウェンティ・ジャパン、北都銀行と「風力発電分野における産学金連携に関する協定」を締結。
- 発電事業の運転実績等に関する情報提供や、研究等との連携・協力を通じ、秋田県における再生可能エネルギー産業の発展、研究活動・人材育成の活性化を目指す。

【連携協力の内容】

1. 三菱商事エナジーソリューションズ、ウェンティ・ジャパンによる秋田県内における風力発電所の運転、風況データ等の秋田大学への提供
2. 三菱商事エナジーソリューションズ、ウェンティ・ジャパンによる国内外における風力発電所の運転、風況データ等の秋田大学への提供
3. 秋田大学によるデータ分析、および研究成果に関する外部への発表支援
4. 水素やアンモニアを含む再生可能エネルギー利活用に関する情報交換
5. 再生可能エネルギー分野の人材育成等に関する産学金連携施策の共同検討

出所) 秋田大学サイト (https://www.akita-u.ac.jp/honbu/event/img/mix2868_01_dl.pdf) “秋田大学と三菱商事エナジーソリューションズ、ウェンティ・ジャパン、北都銀行、風力発電分野における産学金連携に関する協定を締結” <閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【秋田県立大学】洋上風力関連企業と連携した人材育成（洋上風力）

- 2020年3月、秋田県立大学と日本風力開発グループ会社3社（日本風力開発、日本オフショアウインドサービス、秋田オフショアウインドサービス）は、「洋上風力発電を通じた人材育成や地域貢献に関する相互連携協力の協定」を締結。
- 洋上風力発電産業の基幹産業化を支え、日本の洋上風力発電事業全体をリードしていく、グローバルな中核人材の育成を目指す。
 - ・ 秋田県立大学にて、計画や開発、運用などの座学を実施。
 - ・ 秋田オフショアウインドサービスが保守を行う風力発電所にて、OJT（現地実践教育）を実施。
 - ・ また、漁業協調などを軸とした地域一体型の洋上風力発電所の研究や地域での活動を実施。

出所）日本風力開発株式会社サイト（<https://www.jwd.co.jp/info/20200313-2/>）＜閲覧日：2022/2/28＞

秋田県立大学サイト（<https://www.akita-pu.ac.jp/oshirase/oshirase2019/6219>）＜閲覧日：2022/2/28＞

国土交通省港湾局，“洋上風力発電を通じた地域振興に関する 参考事例集について”，p.15（2021年10月）

地方創生サイト（<https://www.chisou.go.jp/sousei/about/daigaku kouhukin/r020131 akita.pdf>）“地域における大学振興・若者雇用創出事業に関する計画” p.1,6,9 ＜閲覧日：2022/2/28＞

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象

社会人対象

【足利大学】足利大学風力発電アカデミー(洋上風力)

- 洋上風力発電に関連する専門知識を持った人材育成を目的として、足利大学総合研究センターに「足利大学風力発電アカデミー」を創設。
- 1年間にわたる短期集中講座。月1回90分×4コマ(9:00～17:00の7時間程度)。

足利大学風力発電アカデミーの開催スケジュールと内容(2021年度)

月	題目	内容	月	題目	内容
4	風力発電の世界・日本の動向	- 日本の洋上風力発電の導入目標・進め方 - 世界の大型風車開発の歴史と日本の洋上風力展望 - 着床式・浮体式洋上風力発電の現状と将来動向	10	風車の設計	- 風車の開発・設計の現状と将来動向 - 風車を開発すること(仕事の創造) - 風車設計、風車設計技術の実務
5	法務	- 風力発電事業関連法概論 - 洋上新法 - 風力発電事業のための法務(サイト選定関連、プロジェクト契約、ファイナンス契約、O&M契約等)	11	風況予測・シミュレーション	- リアムコンパクト(流体力学CFDモデル)の誕生と開発経緯、将来展望 - 東芝、日立造船の洋上風力発電に向けた風況評価
6	浮体	- 浮体式洋上風力発電の各種浮体の現状と将来動向 - バージ(ダンピングプール)式、スパー式、セミサブ式浮体	12	洋上風力発電の社会受容性	- 洋上風力における社会的受容性に関する研究紹介 - 洋上風力発電事業と漁業協調
7	O&M	- 世界各国の風車メーカーのO&Mの実情、現状と将来動向 - 国内大型風車のO&Mの実情 - 洋上救難訓練/マリンサバイバル業務について	1	風力事業に対するファイナンスとその課題	陸上・洋上風力事業に対するファイナンスとその課題について
8	風力発電設備と雷	- 風力発電設備と雷 - 風力発電設備の落雷事故、雷対策	3	風力発電の系統接続の課題と解決方法の一例	未定
9	洋上風力発電の設計と設置工事	- 洋上風力発電施設の技術的な諸課題 - 洋上風車基礎の設計・施工について - 洋上風車設置用大型専用船の建造 - 洋上風力建設における施工上の課題	3	国内洋上風力発電案件の現状と今後の予定	未定

出所) 足利大学風力発電アカデミーサイト (https://ashikagahuryoku.com/?page_id=10) <閲覧日:2022/2/28>より三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

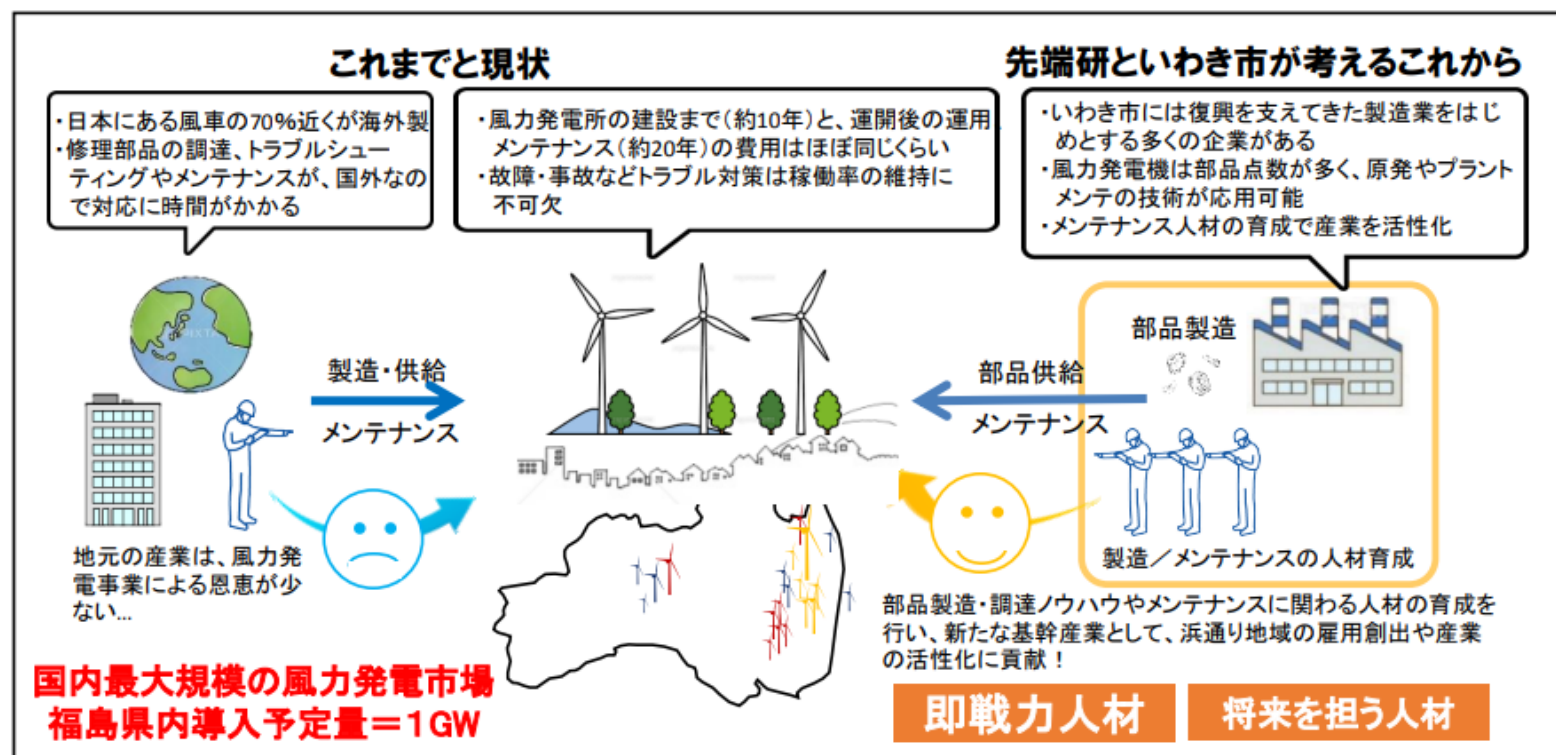
将来人材対象

社会人対象

【いわき市】CENTER for Wind Energy事業(風力全般)

- 2018年3月、いわき市は、東京大学先端科学技術研究センターと環境・エネルギー分野における協定を締結。共同で、風力発電産業の形成に向けた「CENTER for Wind Energy」事業を実施。
 - ・ 震災により多大な影響を受けた産業界の復興を果たすべく、いわき市が目指す風力発電産業の形成に向けた事業。
- 持続可能かつ自立的な産業基盤形成を目指し、地元高等教育機関や産業界と連携しながら、短期、中長期を見据え、将来人材(若者)、即戦力人材(企業)の育成に取り組む。

CENTER for Wind Energy事業の概要



出所) 東京大学サイト (https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/t_z0211_00022.html) <閲覧日:2022/2/28>

第4回 福島浜通り地域の国際教育研究拠点に関する有識者会議 資料2, “大学等の「復興知」を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業の紹介”, p.11 (2019年10月)

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【いわき市】 将来人材の育成(風力全般)

- 将来人材の育成を目的に、初等・中等・高等教育機関と連携して、風力発電に関する企業見学、体験型学習プログラム、講義等を実施。
- その結果、参加中学生の一部には、将来風力発電に関連する仕事に就きたいという意識が生まれた。また、福島工業高等専門学校の受講者には、風力発電業界への就職者も存在。

将来人材の育成プログラム

対象	プログラム	内容	実施例
初等教育	再生可能エネルギー授業	風力発電を始めとする再生可能エネルギーの将来性や導入の意義などを考える機会として、出張講義を実施。	いわき市の取り組み、東大先端研との連携、再生可能エネルギーの重要性等について出前授業(50分)。 【対象】小学5年生70名
中等教育	特別講演、ワークショップ	市が取り組む人材育成、還流の仕組みづくりを官民一体で推進する「いわきアカデミア事業」の一環として、中学校の総合的な学習の時間と連携した特別講演やワークショップを実施。	総合的な学習の時間を活用して生徒たちが取り組んだ内容や行動がSDGsや持続可能な地域づくり、地域の将来像とどのように繋がるかに焦点を当てた特別講演やワークショップを実施。(半日または一日) 【対象】中学生及び保護者(希望者)数百人
高等教育	風力体験学習プログラム	福島工業高等専門学校と連携して、風力発電業界を学ぶ体験学習を実施。学年に応じて内容をステップアップさせ、一連の学習プログラムとして実施。	● 企業見学バスツアー 風力発電産業界で活躍する企業を訪問。業務内容、製品製造過程、風車の構造などについて学習。 【対象】福島高専3年生 約40名 ● 体験型インターンシッププログラム 風力業界を学び、実際に体験する、風車実機を用いた6泊7日の体験型インターンシッププログラム(単位として認定)。 【対象】福島高専4・5年生 計11名
大学・研究等	風力関連講義	風力発電の現状や将来を学ぶとともに、風力発電用風車の構造や仕組みを学習するための講義を実施。	風力発電市場の現状と将来の見通し、発電の仕組み、風車の構造等、風力発電に関する知識を学ぶ講義(年間2コマ)。 【対象】福島高専専攻科1年生(大学3年生相当) 約20名

出所) 東京大学先端科学技術研究センター, “CENTER for Wind Energy Phase I to III”, p.9~12 より三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

社会人対象 【いわき市】即戦力人材の育成(風力全般)

- 産業育成の一環として、地域企業と連携して、産業基盤形成を支える即戦力人材の育成に取り組む。
- 風力市場参入に必要な知識や技術を身に付けるための勉強会・研究会を開催。
- その結果、多くの地元企業が風力発電の現状や参入にあたっての要件などの知識を獲得。また、ある企業は、O&Mの効率化を図るための新技術開発に向けた共同研究開発に着手。

即戦力人材の育成プログラム

開催プログラム	内容	実施例
いわき市版エコプロフィット事業	風力産業に対する興味関心が高く、技術力がある市内企業を招集して、ワークショップ等を実施。 ・ ECO(CO2削減) & PROFIT(利益)を同時達成するための思考体力の獲得 ・ 中長期事業である風力発電産業の事業性イメージを醸成	CO2削減と利益を両立するという視点で、コスト 意識・エネルギー利用・業務効率の見直しや課題解決に繋がる新たな事業手法を模索するワークショップ及び個別コンサルタントを実施。 【第1回】エコアクションを考える 【第2回】エネルギーマネジメント 【第3回】全てのモノの流れ・渋滞の原因を考える 【第4回】廃棄物 【第5回】創エネルギー(風力発電)
勉強会・ワークショップ	風力発電関連産業へ意欲的な企業と連携して、勉強会を実施。 ・ 風力産業の構造や課題 ・ 風力産業への参入に必要な知識や技術力	市場に参入するにあたっての基礎的知識の確認から課題解決に向けて必要な要素などについて、より実践的に議論し、地域自らが地域のことを考える場として、「持続可能な未来社会会議」を開催。 【第1回】講演：ユーラスエナジーホールディングス ワークショップ：課題、地域・立地特性等要素の抽出と共有 【第2回】講演：横浜国立大学 ワークショップ：課題解決に向けた要素の抽出と共有 【第3回】講演：GE Renewable Energy ワークショップ：参入までのマイルストーン作成
市内企業との共同研究開発	大学と市内企業が連携し、風力発電関連技術の共同開発を実施。	東大先端研と連携し、日常点検や定期点検で発見しづらい劣化や異常を遠隔で監視・検知することで、効率的なメンテナンス作業を実現する技術開発を実施。 (ボックス情報システム株式会社)

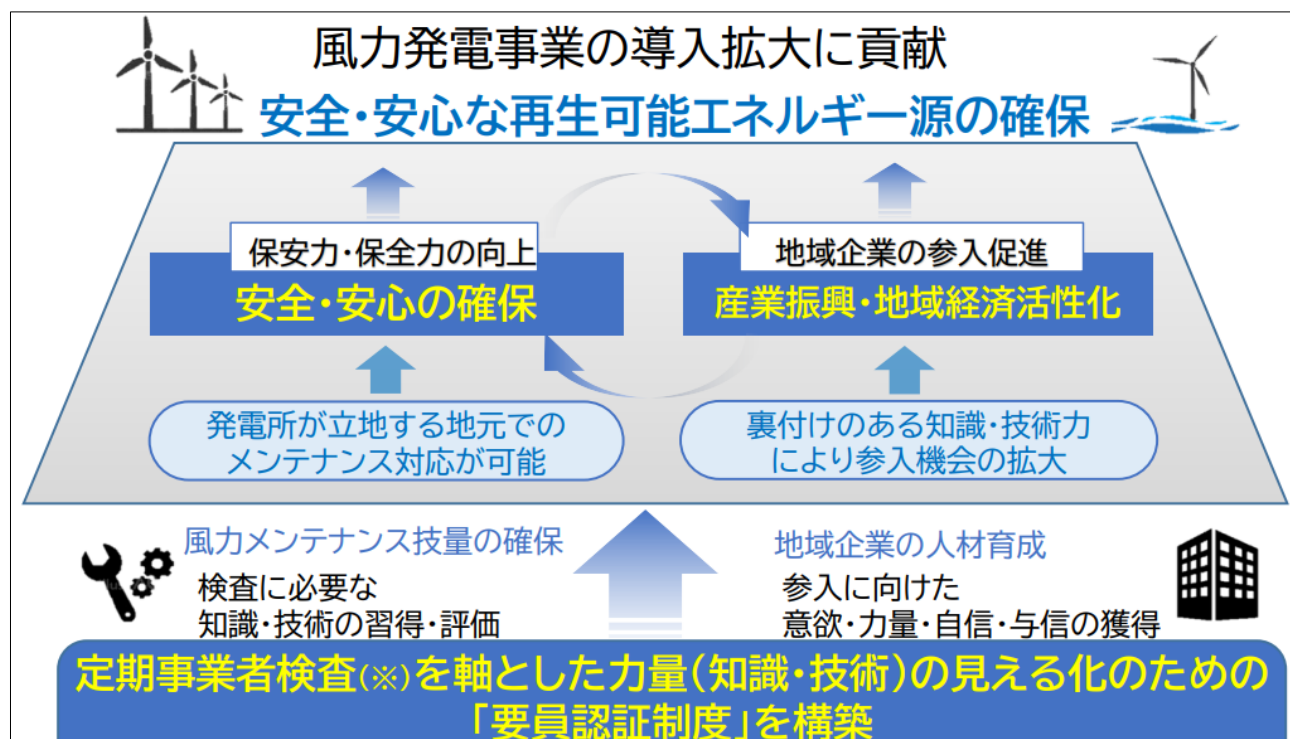
出所) 第4回 福島浜通り地域の国際教育研究拠点に関する有識者会議 資料2, “大学等の「復興知」を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業の紹介”, p.11 (2019年10月)
 東京大学先端科学技術研究センター, “CENTER for Wind Energy Phase I to III”, p.6~8,12, いわき市提供資料より三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

社会人対象 【いわき市】風力発電メンテナンス人材認証制度(風力全般)

- 国内唯一となる「風力発電メンテナンス人材認証制度」の構築・運用に向けた検討を実施。地域企業がメンテナンスに必要な知識・技術を獲得することによる、参入機会の拡大を目指す。
 - 東京大学先端科学技術研究センターと連携して検討を実施。
 - 地域企業参入に関する調査により、長期需要が予測されるメンテナンス分野が有望とされる一方、実際に市場参入するには、適切な知識と技術の獲得と併せて技術・知識の認定を行う制度が必要と判断。

風力発電メンテナンス人材認証制度概要



出所) いわき市サイト (<http://www.city.iwaki.lg.jp/www/sp/contents/1635149026931/index.html>) <閲覧日:2022/2/28>
いわき市・東大先端研, “いわき市風力発電メンテナンス人材認証制度概要”, p.1 (2021年10月)

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

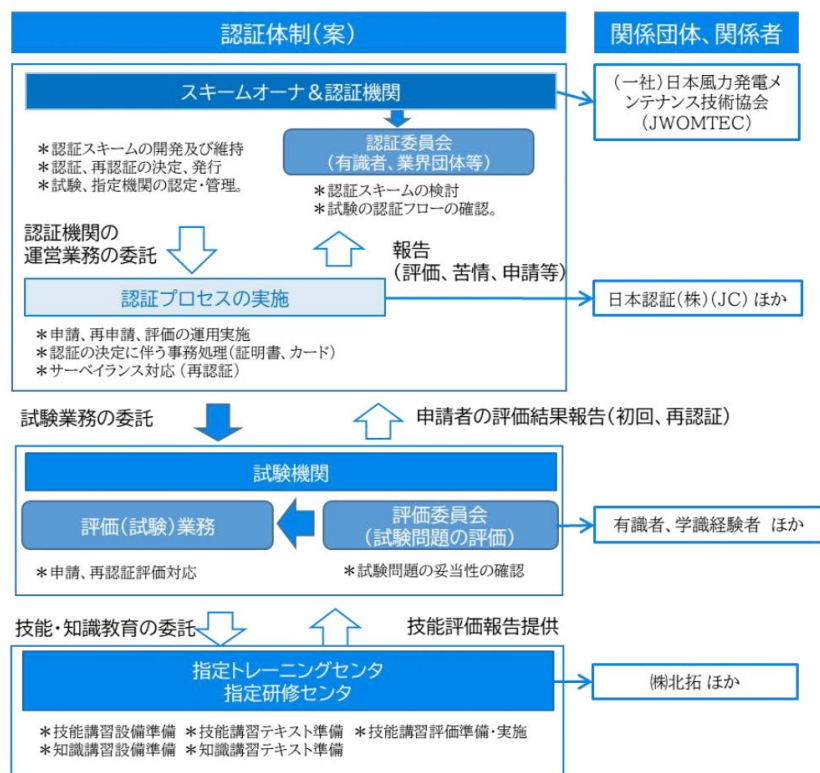
社会人対象 【いわき市】風力発電メンテナンス人材認証制度(風力全般)

- 電気事業法で定められた「定期事業者検査」に関連する業務を対象とした知識・技術に関する要員認証制度を想定。今後、地域企業を対象としたトライアル事業も実施する予定

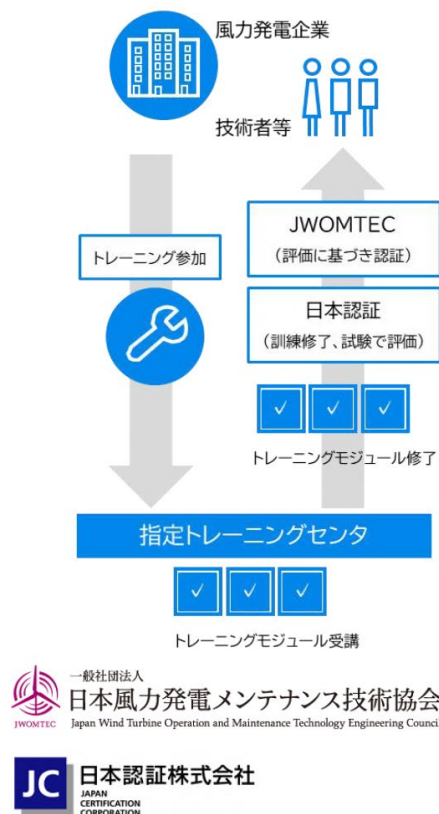
風力発電メンテナンス人材認証制度のスキーム

認証制度・体制の構築

- ・認証機関・スキームオーナー・指定トレーニングセンタ等の体制構築を行う。
- ・認証機関、試験機関に委員会を設置する。



認証制度の仕組み



協力機関	役割
一般社団法人 日本風力発電メンテナンス技術協会	認証スキームの企画・立案・提案等
日本認証株式会社	制度構築・運用に向けた知見の提供等
株式会社北拓	認証に必要なトレーニングの実施・施設の提供等
株式会社東洋設計	制度構築サポート (工程管理、作業管理、最終報告書の作成等)
東京大学先端科学技術研究センター	風力発電に関する専門家の派遣、 風力発電に関する学術的知見の提供等

出所) いわき市サイト (<http://www.city.iwaki.lg.jp/www/sp/contents/1635149026931/index.html>) <閲覧日:2022/2/28>
 いわき市・東大先端研, “いわき市風力発電メンテナンス人材認証制度概要”, p.1 (2021年10月) より三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象

社会人対象

【北九州市】北九州市洋上風力キャンプ(洋上風力)

- 北九州市では、洋上風力発電シンポジウムの開催、高等専門学校の学生に対するインターンシップ、北九州市立大学と連携した講座など、人材育成に向けた支援を実施。
- また、福岡県の「風車メンテナンス技術者育成支援事業」と連携した風車メンテナンスに関する職業訓練や、北九州市風力発電人材育成連絡会などを通じて、人材確保に向けた支援を実施。
- 2022年度からは、「北九州市洋上風力キャンプ」として、全国の自治体や教育機関と連携し、学生や教員向け研修の開催、ワークショップの開催、洋上風力自治体連絡会の開催などに取り組む。

北九州市洋上風力キャンプの概要



取り組み	概要
大学生、高専生、高校生、教員向け研修の開催	◆対象:風力に関心のある全国の大学生、高専生、高校生、教員 ◆期間:3~5日程度 ◆参加者数:100~150名程度 ◆コース:講義+実技・訓練 ◆費用:原則、受講料、交通費、宿泊費は無料
洋上風力関連制度に係るワークショップの開催	◆参加者:教育機関、風力発電関連企業等 ◆テーマ:洋上風力発電導入の加速に向けた制度・支援について
(仮称)洋上風力自治体連絡会の開催	複数の洋上風力先行自治体が、風力人材育成を含めて洋上風力発電導入の加速に資する要望を整理し、国に共同提案

出所)「北九州市グリーン成長戦略」第2回アドバイザリーボード資料2,「北九州市グリーン成長戦略(風力)」, p.5, 2021年7月30日 に基づき三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【北九州市立大学】再エネ関連プログラムの開発(洋上風力)

- 2018年12月、北九州市立大学は、洋上風力発電分野における世界的な拠点で、研究開発や人材育成に取り組んでいるドイツのブレーマーハーフェン大学と大学間協定を締結。
 - 協定内容は、共同研究プロジェクトの実施、各大学の施設・機器の相互利用、再エネに関するワークショップとシンポジウム開催、学生・教員・研究者等の交流、情報の交換。
- 2020年3月、ブレーマーハーフェン大学の副学長、再生可能エネルギー関連の研究者3名が来学し、洋上風力発電、水素エネルギーに関する学術交流、人材育成の教育プログラムの意見交換を実施。ブレーマーハーフェン大学のアドバイスを参考に、洋上風力を含む、再生可能エネルギー関連の人材育成プログラムの開発を推進中。

【ブレーマーハーフェン大学】

ドイツ・ブレーメン州ブレーマーハーフェン市の州立大学。ドイツ国内で初めて風力エネルギー学科を設置。また、2018年9月より、北海周辺の5カ国（英国、オランダ、デンマーク、ドイツ、ベルギー）、11機関と連携し、洋上風力MBAコースも開講中。

再生可能エネルギー関連の人材育成プログラム

学年	実施プログラム
1年次 第1学期	学部共通科目:「環境問題特別講義」、「未来を創る環境技術」
1年次夏休み	未来地域産業インターンシップ(課外3～5日)
1年次 第2学期	環境問題事例研究
2年次	社会学習インターンシップ
3年次	機械工学インターンシップ
4年次	分野横断カリキュラム(洋上風力コース)

出所)北九州市立大学サイト (<https://www.kitakyu-u.ac.jp/departement/education/sdgs/edu04.html>) <閲覧日:2022/2/28>

北九州市立大学環境技術研究所機関誌「環境「創」」第9号 p.9,(2020年10月) (https://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/files/5716/0333/1895/kankyoso_9.pdf)

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【国際教養大学】洋上風力関連企業と連携した人材育成（洋上風力）

- 2021年5月、国際教養大学は、三菱商事エナジーソリューションズ、ウェンティ・ジャパン、北都銀行と「秋田県における人材育成の活性化を目的とした産学金連携に関する協定」を締結。
 - ・ 大学側が、学生には知力向上と人間力強化のための実践の場を提供しつつ、人材育成や地方創生において秋田県へ貢献するという両方の視点で地域企業との連携を模索していたところ、風力発電が盛んで再生可能エネルギーの先進地・秋田県で事業を進める3社との連携に至る。
- 取り組みの最初の一步として、2022年度春学期に、電力・エネルギー全般をテーマとした講座を開設。
 - ・ 上記3社他、オランダ総合エネルギー事業会社 Eneco等の電力会社、海外の風車メーカー、国内外の主要発電設備メーカー、建設工事業者、大口の電力需要家等を特別講師として招聘し、講義を行う予定。
 - ・ ウェンティ・ジャパンと三菱商事エナジーソリューションズが共同で展開する秋田潟上陸上風力発電所の視察等のフィールドワークも実施予定。

電力・エネルギー全般をテーマとした寄付講座の概要

コース	内容
テーマ	電力・エネルギー全般 1)脱炭素化やエネルギー源の多様化、エネルギー転換に代表される社会環境のグローバルな変化 2)国内外の再生可能エネルギー市場の課題と取り組み 3)電力事業を通じた地域共生策 4)再生可能エネルギーを中核とした発電・ネットワーク技術の進展 5)次世代エネルギー関連技術の進展 など
実施時期	2022年度春学期（4月～7月）
単位数	3 単位（1週 150分×15週）

出所) 国際教養大学サイト (<https://web.aiu.ac.jp/aiutopics/50840/>) <閲覧日:2022/2/28>

北都銀行サイト (<https://www.hokutobank.co.jp/news/pdf/20210903-2.pdf>) “産学金連携による国際教養大学への寄附講座の開設について”<閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象

社会人対象

【長崎県・長崎大学】海洋人材育成プログラム(洋上風力)

- 長崎県では、海洋人材の育成に向け、産学官連携による取り組みを実施。高校生や大学生・大学院生に向けたフォーラム・セミナーやワークショップ、サマースクール等を開催し、将来人材を発掘。
- 長崎大学は海洋未来イノベーション機構を開設し、工学研究科、水産・環境総合研究科が連携した横断型の大学院履修プログラムを実施。
- また、主に社会人を対象に、洋上風力の専門知識習得の場として「長崎海洋アカデミー」を開設。

長崎における海洋人材育成プログラム

対象	プログラム	実施機関・団体	内容
高校生	海洋教育フォーラム	公益社団法人 日本船舶海洋工学会	- 海洋教育フォーラムを高校生向けの海洋人材教育に活用 - 長崎大学が企画し、学生メンバーが運営
	長崎海洋伝習所	日本財団	日本財団「海と日本プロジェクト」の一環として、長崎県内の高校生を対象に実施 「洋上風力発電模型による発電体験」のセミナーとワークショップ - 五島での現地視察やROV制作・操作体験
大学生および大学院生	オーシャン・イノベーション・コンソーシアム	日本財団と産(14企業)・学(23大学)・官(4公的機関)が連携した組織	- 海洋開発サマースクール 海外の大学のサマースクールに参加。洋上風力ファーム見学や企業訪問などを実施 - 現場体験セミナー 全国の大学生・大学院生が長崎県五島市福江島に集まり研修
大学院生	海洋未来イノベーション機構 教育プログラム	長崎大学	- 工学研究科、水産・環境総合研究科が連携した横断型の大学院履修プログラムを実施。共通科目(コア科目)は「海洋開発産業概論」(必修2単位) - また、工学・水産・環境が連携した横断型の新たな大学院教育プログラムを検討中。2022年度から導入予定
社会人	長崎海洋アカデミー (NOA)	長崎海洋産業クラスター形成推進協議会	産官学連携による人材育成プログラム(次頁参照)

出所)長崎大学海洋未来イノベーション機構, “洋上風力発電シンポジウム ～これからの発展を支える人材育成に向けて～長崎の取り組み”, p.15～25 (2020年11月)

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象

社会人対象

【長崎県・長崎大学】長崎海洋アカデミー(洋上風力)

- 日本財団、長崎県、長崎県内大学が連携して、海洋開発技術者を育成する「長崎海洋アカデミー」を設立。海外の人材育成機関とも連携し、将来的にはアジアを中心とする人材育成拠点をを目指す。
- 洋上風力発電に関わる内外の関係機関、企業、大学などと連携し、洋上風力発電の学びの場、交流の場、体験の場を提供。3日間の短期学習を提供。
 - ・ 座学その他、ワークショップやグループワークにより理解を深める。
 - ・ グループワークやプレゼンテーション、懇親会などを通じて、業界内の専門家とのネットワークを広げる場を提供。
 - ・ 長崎ならではの現地視察、洋上視察を通じて、実際の環境を体感。

長崎海洋アカデミーの体制図とコース概要



コース	内容
洋上風力発電 総論コース	・ ビジネス知識(マーケットのトレンド、プレイヤー、事業環境、法律、政策等)、技術の基礎知識(計測技術、海洋工学、機械工学、電気工学、施工技術等)の習得 ・ ワークショップ(ミニチュア風車のインストール、エクセルを活用した設計パラメーター変更、発電量計算等)
洋上風力発電 事業開発コース	・ プロジェクトを管理、業務遂行するための一連の知識を習得(ファームのライフサイクル、入札、コンソーシアムの組成、ファームの設計、組立、輸送、収益性管理、HSE等)
ウインドファーム認証とマリンフランチーサーベイ、及び保険・ファイナンスコース	・ 洋上風力建設に必要な認証制度の目的や仕組み、注意点について解説 ・ 保険の仕組みや具体的事故事例について講演 ・ ファイナンス組成やリスクアロケーションの考え方等について講演
基礎構造の選定と洋上施工コース	・ 洋上風力発電の基礎構造を選定し、洋上で施工する方法を習得 - 基礎構造:建設地の水深、海底地盤、気象海象等のデータを基に、最適なものを選定 - 施工:吊り具やハンマーなどの専用機材を用いて効率的に施工
EPCプロジェクト・マネジメントコース	・ EPCプロジェクトの遂行に必要な知識と対応力を、模擬プロジェクトを通じて習得

出所) 長崎海洋アカデミーサイト (<https://noa.nagasaki.jp/>) <閲覧日:2022/2/28>より三菱総研作成

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

将来人材対象 【弘前大学】関連教育の充実・現場体験セミナーの開催(洋上風力)

- 弘前大学では、2016年に理工学部内に「自然エネルギー学科」を創設。風力を含む再生可能エネルギー全般や、エネルギー資源・変換・輸送・貯蔵・利用に関する教育を実施。
- 地域戦略研究所の新エネルギー研究部門では、漁業関係施設での再生可能エネルギー利用の実証実験や、海中騒音が魚類の行動に及ぼす影響に関する実海域での模擬実験を実施している。
- また、日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアムとの共催により、海洋開発分野での活躍を希望する大学生・大学院生を対象に、洋上風力発電を見据えた現場体験セミナーを開催するなど、将来人材の育成に向けた取組みを推進。

風力・海洋エネルギー研究室の研究対象



出所) 弘前大学サイト(<https://www.iri.hirosaki-u.ac.jp/sections/sustainableenergy/offshoreenergyengineering>) <閲覧日:2022/2/28>

洋上風力発電を見据えた現場体験セミナー



出所) 弘前大学サイト(<https://www.iri.hirosaki-u.ac.jp/archives/7074>) <閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

社会人対象 風車実機・ナセル等設備を有するトレーニング施設

- 陸上風力発電のメンテナンスを手掛ける各社において、風車実機やナセル等設備を有するトレーニング施設を整備。基本的には社内人材教育用。また、洋上風車実機を有する施設は不在。
 - イオスエンジニアリング & サービス：EESトレーニングセンター（青森県） ※GWOとIRATAトレーニング認証施設
 - 日立パワーソリューションズ：日立トレーニングセンター（茨城県）、能代トレーニングセンター（秋田県）
 - 北拓：メンテナンス技術員トレーニングセンター（北海道、福島県、福岡県）
 - 東北電力：風力発電設備トレーニングセンター（秋田県 ※整備予定）

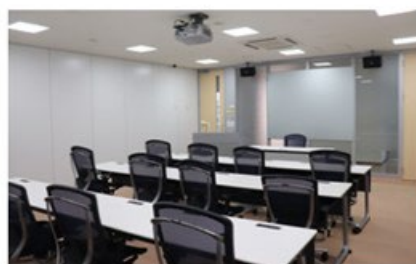
日立トレーニングセンター



E40/600kW風力発電システム(実技訓練用)



訓練設備



研修室

北拓メンテナンス技術員トレーニングセンター



北九州支店



福島支店

出所)日立パワーソリューションズサイト(<https://www.hitachi-power-solutions.com/energy/wind-solar/wind-power/service/index.html>) <閲覧日:2022/2/28>

出所)北拓サイト([http://www.hokutaku-co.jp/Service Locations.html](http://www.hokutaku-co.jp/Service%20Locations.html)) <閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

社会人対象 安全作業に関する主要なトレーニング認証制度

- 洋上作業実施のためには、下記のトレーニング受講と認証取得を求められることがある。
- 特に海外においては、GWOトレーニング認証は、洋上風力開発のファイナンスや保険付保の条件としてデファクトスタンダードとなっており、日本においても取得を求められる可能性がある。

認証機関・条約名	概要
GWO: Global Wind Organization	● 世界の風車メーカーと発電事業者によって設立された非営利団体。 ● 風力発電業界における安全な作業環境の実現を支援するためのトレーニング認証を実施。 ● 認証を受けるためには、GWOが認定したトレーニング施設でトレーニングを受講する必要。 ● 2年に1回更新が必要。
OPITO: Offshore Petroleum Industry Training Organization	● 石油産業従事者の安全な作業標準や作業者の安全教育を普及するための組織。洋上作業における安全確保を目的とする。 ● 世界の海洋資源開発産業でOPITOが策定した作業標準や訓練方法等を使用。 ● 有効期間は4年。
STCW: The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers	● 国際条約であるSTCW条約に基づき、船員の最低限の能力要件達成を義務づけ。条約加盟国政府はこの条約に基づき、船員の教育機関を監督し、能力証明を行い資格証明書の発給を実施。 ● 能力要件やトレーニングカリキュラム等は国際海事機関(International Maritime Organization)が管理。 ● 5年に1回更新が必要。
IRATA: Industrial Rope Access Trade Association	● ロープアクセス技術者の資質向上や新技術の開発などを行っている世界最大規模の技術者協会。 ● ロープアクセス技術のトレーニング認証を実施。欧州では基本的にロープアクセス業務に携わる際には、IRATA資格を必須としている。 ● 3年に1回更新が必要。
一般社団法人特殊高所技術	● 特殊高所技術の資格認証制度と講習会を実施。 ● 橋梁、水力発電関連施設、風力発電関連施設等における点検・調査・非破壊試験・計測・修理・補修・補強等に活用。 ● 1～3年に1回更新が必要(資格種類により異なる)。

出所)Global Wind Organizationホームページ(<https://www.globalwindsafety.org/>)<閲覧日:2022/2/28>

IRATA Internationalホームページ(<https://irata.org/>)<閲覧日:2022/2/28>、トアス株式会社ホームページ(<https://www.ropeclimbing.jp/>)<閲覧日:2022/2/28>

日本サブイバルトレーニングセンターホームページ(<http://n-s-t-c.com/>)<閲覧日:2022/2/28>

イオスエンジニアリング&サービス株式会社「GWO安全トレーニング」(<https://eos-es.co.jp/img/work/training01.pdf>)<閲覧日:2022/2/28>

国土交通省ホームページ「STCW条約に基づく船員の資格証明書等」(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kotsu/bunya/kaiji/stcw.html>)<閲覧日:2022/2/28>

独立行政法人海技教育機構ホームページ「STCW条約第6章基本訓練講習の開始について」(<https://www.jmets.ac.jp/news/n-2017042401.html>)<閲覧日:2022/2/28>

一般社団法人特殊高所技術ホームページ(<https://tkgs.or.jp/>)<閲覧日:2022/2/28>

1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査

社会人対象 安全作業に関する国内のトレーニング認証施設

- 国内において、安全作業に係るトレーニング認証を受けられる施設は、各トレーニング種類において数か所。STCWは比較的多くの施設でトレーニングを受講可能。

安全作業に関する国内トレーニング施設

認証機関・条約名	国内認証施設
GWO	● イオスエンジニアリング＆サービス株式会社(青森県) ● 日本サバイバルトレーニングセンター(福岡県)
OPITO	● 日本サバイバルトレーニングセンター(福岡県)
STCW	● 日本サバイバルトレーニングセンター(福岡県) ● 海技大学校(各地) ● 日本船員雇用促進センター(各地) 等
IRATA	● イオスエンジニアリング＆サービス株式会社(青森県) ● 株式会社ルナビルメンテナンス(東京都) ● 株式会社F(神奈川県) ● トーアス株式会社(兵庫県)
特殊高所技術	● 一般社団法人特殊高所技術協会(京都府)

出所)Global Wind Organizationホームページ(<https://www.globalwindsafety.org/>)<閲覧日:2022/2/28>

IRATA Internationalホームページ(<https://irata.org/>)<閲覧日:2022/2/28>、トーアス株式会社ホームページ(<https://www.ropeclimbing.jp/>)<閲覧日:2022/2/28>

日本サバイバルトレーニングセンターホームページ(<http://n-s-t-c.com/>)<閲覧日:2022/2/28>

イオスエンジニアリング＆サービス株式会社「GWO安全トレーニング」(<https://eos-es.co.jp/img/work/training01.pdf>)<閲覧日:2022/2/28>

国土交通省ホームページ「STCW条約に基づく船員の資格証明書等」(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kotsu/bunya/kaiji/stcw.html>)<閲覧日:2022/2/28>

独立行政法人海技教育機構ホームページ「STCW条約第6章基本訓練講習の開始について」(<https://www.jmets.ac.jp/news/n-2017042401.html>)<閲覧日:2022/2/28>

一般社団法人特殊高所技術ホームページ(<https://tkgs.or.jp/>)<閲覧日:2022/2/28>

1. 洋上風力人材育成プログラムに係る検討

- 1.1 必要人材数の推計
- 1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査
- 1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査
- 1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

海外の取組み事例

- 海外において取り組まれている人材育成策は、主に以下のカテゴリーに分類される。
- 日本においても取り組まれている事項(洋上風力専門教育プログラムやトレーニングサービス、認証制度)に加え、市場参入・進路選択支援など、より幅広い視野での取り組みが進められている。

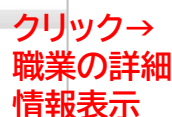
必要施策	海外事例	
	国/地域	概要
必要人材・スキル データ整備	米国 英国	● 米国職業情報ネットワークO*NETでは、風力産業従事者に関する情報についても充実。業務内容を始め、必要なスキル・知識・教育等について整理・記載されている。 ● 英国の洋上風力セクター・ディールは風力産業の労働力をデータ化し将来とのギャップ分析を実施。
洋上風力専門 教育プログラム	米国	● マサチューセッツ州では人材育成の取り組みの一つとして洋上風力専門教育プログラムへの助成を実施。
トレーニング サービス	米国	● マサチューセッツ州では人材育成の取り組みの一つとしてトレーニングプログラムへの助成を実施。GWO等の安全作業に関するものや、洋上風力の建設やO&Mに関する専門トレーニングが含まれている。
人材認証制度 (スキル見える化)	米国 英国	● マサチューセッツ州では人材育成の取り組みの一つとして認証/認証開発プログラムへの助成を実施。 ● 英国の洋上風力セクターディールは洋上の再エネ産業と石油・ガス採掘産業間の雇用の流動性を高めるスキル認証パスポートを開発中。
初・中・高等教育 の拡充	デンマーク 米国	● デンマークでは、風力発電への興味を醸成する学生向けの学習教材をweb上で公開。中等教育向けにはキャラクターと共に楽しく学ぶ教材、高校生以上にはより専門的な内容まで含んだ教材が提供されている。 ● 米国WINDExchangeのHPでは、Wind for schoolsや風力に関する教材・カリキュラムの紹介を実施。
市場参入・ 進路選択支援	米国	● WINDExchangeのHPでは、キャリアパスが視覚的に分かるキャリアマップや、風力の教育プログラムを行っている学校の地図、詳細な職業情報が載っているガイドブックへのリンク等を掲載。 ● 職業情報ネットワークO-netでは、風力産業従事者に関する情報についても充実。(※再掲)

【米国】 必要人材・スキルデータ整備：職業情報整理・公開

- 米国労働省が運営する職業情報ネットワークO*NET¹は、数百個の職業情報が掲載されており、風力産業従事者に関する情報についても充実。業務内容を始め、必要なスキル・知識・教育等について記載されている。
- O*NETにはCareer onestop²へのリンクが掲載されており、そこからその職業に必要なトレーニング、認証プログラム、資格等の情報を閲覧することが可能。

職業情報ネットワークO*NETの概要

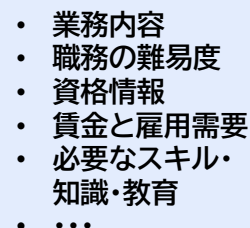
O*NETでの”wind”検索結果



4つの風力産業に関する職業が掲載

- Wind Energy Operations Managers(運転管理者)
- Wind Energy Development Managers(開発管理者)
- Wind Energy Engineers(発電所設計等の技術者)
- Wind Turbine Service Technicians(システム制御等の技術者)

職業詳細情報



「Credentials」に下記にアクセスできるリンクが掲載されている

- 必要なトレーニング情報
- 必要な認証プログラム情報
- 関連する資格情報

必要な認証プログラム情報



出所)

1: O*NET(<https://www.onetonline.org/>) <閱覽日:2022/2/28>

2: careeronestop credentials center(<https://www.onetonline.org/link/credentials/17-2199.10?t=1&st=&q=Go>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【英国】必要人材・スキルデータ整備：労働力データ化・将来推計

- 2019年3月、英国政府と洋上風力産業協議会は洋上風力セクター・ディールを立ち上げ。¹
- セクター・ディールは人材投資グループ(Investment Talent Group)を設立し、専門家の支援を受け洋上風力業界が幅広く多様な人材を確保するための複数の取り組みを実施。²
 - グループには洋上風力分野の大手企業、英国、スコットランド、ウェールズ政府、業界団体、学術機関の代表者が参加
- 取り組みの中で2021年1月、風力業界全体の労働力のデータ化 & 将来必要な労働力を推計。³

英国における労働力データ化・将来推計の取り組み

労働力データ化 & 将来労働力推計の流れ

1. 洋上風力発電業界へのアンケート調査、労働力データの収集を行い、データをNSAR※¹が開発したSkills Intelligence Model⁴にアップロード
 - 労働力データ：年齢、性別、職種、勤務形態、会社、住所等
 - 85社、11,365人のデータを収集(業界の約44%)
2. 労働力データを基に現在(2021年)の総労働力を推計
3. 英国の再エネプロジェクトのデータと産業調査から得た知見から、投資情報に基づき将来必要な労働力を予測。

※1: NSAR(The National Skill Academy Rail)は、英国の鉄道業界に対して、提供サービス向上を目的に労働力の管理・評価・分析を行い、事業判断を支援する公的組織。
(<https://www.nsar.co.uk/aboutus/>) <閲覧日:2022/2/28>

出所)

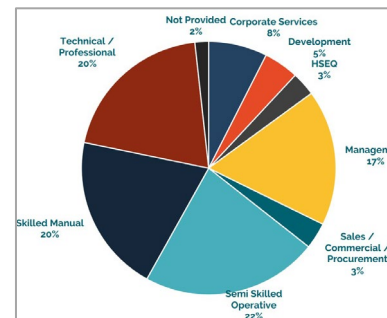
1: Offshore wind industry council(<https://www.owic.org.uk/osw-sector-deal#:~:text=The%20Sector%20Deal%20will%20ensure%20that%20the%20UK,by%202030%20providing%20over%2030%25%20of%20UK%20electricity.>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Gov.UK (<https://www.gov.uk/government/publications/offshore-wind-sector-deal/offshore-wind-sector-deal>) <閲覧日:2022/2/28>

3: Offshore Wind Skills Intelligence Model Report SUMMARY – February 2021 (<https://www.bluegemwind.com/wp-content/uploads/2020/07/OWIC-People-Skills-Survey-2021-26.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

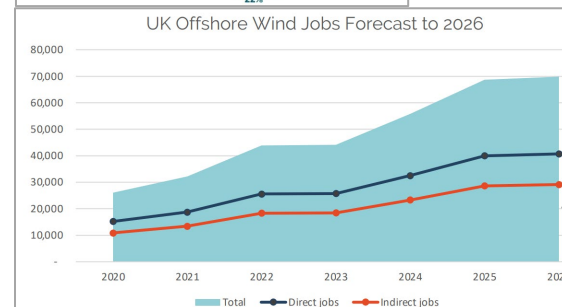
4: NSAR Skills intelligence Model(<https://www.nsar.co.uk/sim/>) <閲覧日:2022/2/28>

(参考)結果をまとめたレポートのグラフ(一部抜粋)³



現在の労働力職種割合グラフ

- ・ この他にも、年代、性別、地域、スキルレベル等様々な切り口での分析を実施



将来の労働力推計グラフ

- ・ 現在: 26,093人
- ・ 投資予測に基づく、必要な総労働力は2026年に69,848人でピークを迎える

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国・MA州】洋上風力専門教育/トレーニング/認証プログラムへの助成

- マサチューセッツ州では、MassCEC※が1.6GWの洋上風力開発の各業務に必要な教育・スキル・資格を踏まえ、人材育成の戦略を提案。¹
 ※MassCEC (Massachusetts Clean Energy Center) : 州のクリーンエネルギー促進機関
- 上記をもとにMassCECは2019-21年の3年間、年毎の目的に沿って洋上風力人材開発プログラムへ助成を実施。助成は州の機関・労働組合・非営利団体・企業・大学に対して行われ金額合計は400万USドルに上る。²
 - マサチューセッツ州で洋上風力プロジェクトの開発を行っているVineyard WindとMayflower Windと協力して実施。
- 助成対象になったプログラムは大きく分けて洋上風力専門教育、トレーニングプログラム、認証プログラムの3つに分かれ、その中でも下記表のように分類される。

マサチューセッツ州における洋上風力人材開発への助成プログラム²

助成対象	プログラムカテゴリ
洋上風力専門教育	● 洋上風力の専門的知識を身に着けるための教育プログラムの提供
	● 洋上風力の基礎的知識を身に着けるための教育プログラムの提供(初等・中等・高等教育が中心)
トレーニングプログラム	● GWO等の安全作業に関するトレーニングプログラムの提供
	● 洋上風力の建設やO&Mの作業に関する専門トレーニングや職業訓練の提供
認証プログラム	● 洋上風力の仕事に従事する上で必要な認証を獲得できるプログラム
	● 洋上風力の仕事に従事する上で必要な認証の開発プログラム

出所)

1: Massachusetts clean energy center (<https://www.masscec.com/2018-massachusetts-offshore-wind-workforce-assessment>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Massachusetts clean energy center (<https://www.masscec.com/Massachusetts-offshore-wind-workforce-development-grants-program>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国・MA州】洋上風力専門教育プログラムへの助成

- MassCECの助成対象には、洋上風力専門教育プログラムが含まれており、洋上風力の専門的知識を身に付けるものや、学生や未経験者向けに基礎的知識を身に付ける教育プログラムが提供されている。

MassCEC の助成対象となった洋上風力専門教育プログラム¹

洋上風力専門プログラムの種類	助成先	助成を得たプログラムの内容
洋上風力の専門的知識を身に付けるための教育プログラム	漁業支援サービス(非営利団体) Fishing Partnership Support Services	- ロードアイランドの漁業センターや漁業センター大学と協力し、洋上風力産業で使用する船舶の安全性および検査に関する業界標準の専門要件を開発 - 副収入を得られる洋上風力の仕事に興味のある漁師に向けて、スキルアップと再教育を実施
	マサチューセッツ大学(Amherst校) University of Massachusetts, Amherst	卒業生・社会人向けに、オンラインの洋上風力専門家認定プログラム(Offshore wind Professional Certificate Program)を開発し、2020年秋より提供
洋上風力の基礎的知識を身に付けるための教育プログラム(初等・中等・高等教育、未経験者向け)	Building Pathways, INC. (BPI) (貧困層向けに建設業界への職業訓練等を提供)	女性、BIPOC、退役軍人、障害者、孤立無援の若者、LGBTQIAコミュニティメンバーの参加者を対象に、洋上風力産業での機会を中心に、建設業での機会を得るための未経験者向け教育プログラムを提供
	ケープコッドコミュニティーカレッジ Cape Cod Community College	- 洋上風力発電のキャリアを学生や社会人に紹介する一連のコースを開発・提供 ✓ 無料のコースや、中学生向けのワークショップ等、早い段階で再生可能エネルギー技術やキャリアに対する認識と関心を高めることが可能
	Self Reliance (再エネに関するトレーニングワークショップを提供している非営利法人)	幼稚園児から高校生までの教育者と生徒に、5日間で40時間の洋上風力産業を紹介する体験学習プログラムを開発・運営
	Xodus Group (エネルギーコンサルタント会社)	インターンシップや見習い制度を通じて、マイノリティや貧困層向けに洋上風力産業に従事する機会を提供する労働力プログラムを開発・提供

出所)

1: Massachusetts clean energy center (<https://www.masscec.com/Massachusetts-offshore-wind-workforce-development-grants-program>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国・MA州】トレーニングサービスへの助成

- MassCECの助成対象にはトレーニングプログラムが含まれており、GWO等の安全作業に関するものや、洋上風力の建設やO&Mに関する専門トレーニングプログラムが提供されている。

MassCEC の助成対象となったトレーニングプログラム¹

トレーニングプログラムの種類	助成先	助成を得たプログラムの内容
GWO等の安全作業に関するトレーニングプログラム	マサチューセッツ海洋大学 Massachusetts Maritime Academy	- 洋上風力向けのGWOの基礎安全トレーニングプログラム(BST)の設立 ✓ プロジェクトに従事する上で必要なシーサバイバルコースを全米で初めて提供 - 乗組員輸送の船舶操縦、ヘリコプター輸送、GWOの上級救助訓練の開発
	Pile Drivers and Divers (州の建設業就労者400人の労働組合)	組合員がマサチューセッツ海洋大学で基礎安全トレーニング(BST)を受けて、GWOの認証が得られるように支援
	ブリストルコミュニティーカレッジ(BCC) Bristol Community College	- BCCの国立洋上風力研究所(NOWI)は、GWOの基礎安全トレーニング(BST)や基礎技術トレーニング(BTT)を学内に設置 - これはBCCでNOWIを発展させていく大きな構想の一部
洋上風力の建設やO&Mの作業に関する専門トレーニングプログラム	生涯学習学校 Martha's Vineyard Adult & Continuing Education, Martha's Vineyard	Bristol Community Collegeと提携して、Vineyardの洋上風力プロジェクトへのO&M従事資格が得られる、住民向け洋上風力技術者認定トレーニングプログラムを提供
	電気技師国際協会(IBEW) International Brotherhood of Electrical Workers	Vineyard Wind IプロジェクトのケーブルサプライヤーであるJDR Cable Systemと提携し、IBEWの訓練施設にて、電気技師向けの高電圧・光ファイバー訓練プログラムを設立
	ベンジャミンフランクリン工科大学(BFIT) Benjamin Franklin Institute of Technology	マサチューセッツ大学(Lowell)と提携して、マイノリティへの支援により、準学士・学士号課程における洋上風力トレーニング受講者の多様性が高まるか検証 ✓ 技術者向けとエンジニア向けのトレーニングが提供される予定

出所)

1: Massachusetts clean energy center (<https://www.masscec.com/Massachusetts-offshore-wind-workforce-development-grants-program>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国・MA州】人材認証プログラム、認証制度開発への助成

- MassCECの助成対象には認証プログラムが含まれており、洋上風力の仕事に従事する上で必要となる認証を獲得できるプログラムや、新しい認証の開発プログラムが提供されている。

MassCEC の助成対象となったトレーニングプログラム¹

トレーニングプログラムの種類	助成先	助成を得たプログラムの内容
洋上風力の仕事に従事する上で必要な認証を獲得できるプログラム	生涯学習学校 Martha's Vineyard Adult & Continuing Education, Martha's Vineyard	・ (再掲)Bristol Community Collegeと提携して、Vineyardの洋上風力プロジェクトへのO&M従事資格が得られる、住民向け洋上風力技術者認定トレーニングプログラムを提供
	Gloucester Fishermen's Wives Development Program (健全な環境と公正な経済を促進する非営利団体)	・ 州の漁業組合とNortheast Maritime Institute(NMI)※海上教育訓練機関と協力し、マサチューセッツに拠点を置く漁業者にNMIの海上専門トレーニングと認証プログラムへの登録を募集し、事前資格を付与
	ブリistolコミュニティーカレッジ ³ Bristol Community College	・ (再掲)BCCの国立洋上風力研究所(NOWI)は、GWOのBSTやBTTの他に、洋上風力に関する認証や準学士号が得られるプログラム・教育を提供
洋上風力の仕事に従事する上で必要な認証の開発プログラム	マサチューセッツ大学(Lowell) University of Massachusetts, Lowell	・ 地域の労働市場および現在の大学レベルの教育内容の分析を通じて、現在の洋上風力発電の労働力調査を行う ・ 上記をもとに、将来必要な労働力とのギャップを埋めるための教育および関連する資格認定を開発
	VINCI VR (VRによるシミュレーショントレーニングを提供している企業)	・ Siemens Gamesaと連携し、VRシミュレーションを使用した、GWOの基礎安全トレーニング(BST)や、重機操作のためのGWOのスリンガー手信号トレーニング(Slinger Signaler Training)の認証を開発

出所)

1: Massachusetts clean energy center (<https://www.masscec.com/Massachusetts-offshore-wind-workforce-development-grants-program>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【英国】スキル見える化・産業間の認証標準化

- 英国の洋上風力セクター・ディールでは、人材投資グループ(Investment Talent Group)を設立し、専門家の支援を受け洋上風力業界が幅広く多様な人材を確保するための複数の取り組みを実施。¹
 - グループには洋上風力分野の大手企業、英国、スコットランド、ウェールズ政府、業界団体、学術機関の代表者が参加
- 取り組みの中で、労働者の認証を行い、再生可能エネルギー産業とガス・石油採掘産業間の雇用移動を促進するパスポート(Offshore Energy Passport)を開発中。
- スコットランドの複数団体も2021年6月、共同で上記のようなパスポート導入を求める声明²を発表している。

スコットランドの団体によるパスポートの導入を求める声明

- この声明は、スコットランドの複数団体(労働組合等)が610人の石油・ガス労働者(洋上)に対して調査を行った結果に基づき出したもの。
 - ・ 調査では回答者の94%がパスポート導入を支持すると回答
- スキル認証を部門横断で標準化しパスポートによりスキルやトレーニング履歴が見える化することで、異なるエネルギー間で職業移動が容易になる。
 - ・ 異なるエネルギー間: 再エネ、石油・ガス、廃炉等
- 労働者の認証更新の手間削減や、トレーニング費用の負担軽減に寄与すると提言。
 - ・ 調査に回答した労働者は、年間平均2,500ドル(1,800英ポンド)以上の教育コストを支払っていた

声明を出した団体代表者によるコメント(抜粋)

“再生可能エネルギーへの迅速な移行を可能にするためには、洋上労働者のスキルと経験が不可欠だが、既に持っている資格と重複しているにも関わらず、自腹で数千ドルを支払うことは期待できない”

“組合員は、特にコロナと石油・ガス価格の下落による景気後退以降、トレーニング費用とトレーニングの重複が大きな問題であると明言している。多くの組合員が余剰人員となり、仕事に就くためにトレーニング証明書や医療証明書を更新するために数千ポンドを支払わなければならない”

出所)

1: Gov.UK (<https://www.gov.uk/government/publications/offshore-wind-sector-deal/offshore-wind-sector-deal>) <閲覧日:2022/2/28>

2: REGZONE news(<https://www.rigzone.com/news/groups-call-for-offshore-training-passport-24-jun-2021-165772-article/>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【デンマーク】初・中・高等教育の拡充:学習サイトの公開

- デンマークでは中等教育(12-14歳)向けに、風力発電の民間企業代表団体(Wind Denmark)により「Wind with Miller」が公開、風力発電に関わる技術・物理をキャラクターと共に楽しく学ぶことができる。サイトには、“Teachers Guide”として、教員向けのガイダンスも用意されている。²
 - デンマーク教育省、環境エネルギー省、風力発電産業協会(Danish Wind Industry Association)も制作を支援
- また、高校生以上向けとして風力発電の業界団体(Danish Wind Industry Association)により、「Guided Tour」が公開、風力発電に関わる専門的な技術や物理が詳細に紹介されている。³

Wind with Miller(中等教育向け)

風車の種類・高さ、風の強さ等を自分で設定し、発電量・風量をシミュレーションするコーナーも

Guided Tour(高校生以上向け)

Wind Energy Resources: Global Winds

How the Coriolis Force Affects Global Winds

The wind rises from the equator and moves north and south in the higher layers of the atmosphere.

Around 30° latitude in both hemispheres the Coriolis force prevents the air from moving much farther. At this latitude there is a high pressure area, as the air begins sinking down again.

As the wind rises from the equator there will be a low pressure area close to ground level attracting winds from the North and South.

At the Poles, there will be high pressure due to the cooling of the air.

Keeping in mind the bending force of the Coriolis force, we thus have the following general results for the prevailing wind direction:

Prevailing Wind Directions

Latitude	90-60°N	60-30°N	30-0°N	0-30°S	30-60°S	60-90°S
Direction	NE	SW	NE	SE	NW	SE

出所)

1: DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION(<http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/core.htm>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Wind with Miller(<http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/kids/index.htm>) <閲覧日:2022/2/28>

3: Guided Tour(<http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/tour/wres/globwin.htm>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】初・中・高等教育の拡充/市場参入・進路選択支援:風力情報プラットフォーム

- 米国エネルギー省の、エネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)が運営するWINDExchangeでは、風力産業の教育・労働力開発を目的に様々なプログラムの開発や情報提供を実施。¹
 - WINDExchange:風力発電情報を共有するプラットフォーム
- 「労働力のトレーニングと教育」「K-12向け教材とカリキュラム」「Wind for schools」「大学風力コンペ」の4つの項目で構成されており、労働者や小・中・高・大の学生向けに職業情報や教育情報が提供されている。

WINDExchangeの「Education and Workforce Development」¹

項目	概要
Wind for schools ※次頁参照 (洋上風力関連教育プログラム)	・ 学生向けに風力の教育プログラムを提供するプロジェクトを紹介。 ・ 高校生や大学生が地方の小中学校に小型風力タービンを設置するプロジェクトコンサルタントとして活躍することで、将来の風力発電従事者の育成を目指す。
K-12向け教材とカリキュラム (共通教育コンテンツの紹介) K-12 Resources and curricula	・ 小・中・高校生向けに風力発電に関する教材やカリキュラムを掲載しているサイトを複数紹介。 ・ これにより、Wind for schoolsの対象外の学校でも風力発電に関する授業を行い、生徒が風力発電について学ぶことが可能。
労働力のトレーニングと教育 (職業情報、教育プログラム情報提供) Workforce Training and Education	・ 風力発電産業の職業に就くためのトレーニングや教育を学ぶことができるコンテンツ。 ・ キャリアパスが視覚的に分かるキャリアマップや、風力の教育プログラムを行っている学校の地図、詳細な職業情報が載っているガイドブックへのリンク等を掲載。
大学風力コンペ (大学生風力コンペティション) Collegiate Wind Competition	・ DOE主催の大学生向け風力コンペティションを紹介。 ・ コンペの内容は、風力発電プロジェクトの計画を立案し、タービンの模型を設計・制作を行い、それを一連の厳しい性能基準に即してテストする、といったもの。 ・ 参加チームは、様々な学生の専門知識を結集し、チームとして最先端の風力エネルギーソリューションを開発。社会に出る前の実践経験を積むことができる。

出所)

1: WINDExchange(<https://windexchange.energy.gov/education-workforce>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】初・中・高等教育の拡充: 洋上風力関連教育プログラムの提供

- DOEは、学生向けに風力の教育プログラムを提供するプロジェクト、“*Wind for schools*”を立ち上げ。¹
- 高校生や大学生が地方の小中学校に小型風力タービンを設置するプロジェクトコンサルタントとして活躍することで、将来の風力発電従事者の育成を目指す。¹
- このプロジェクトの影響で、風力コースの受講や風力関連プロジェクトの実施を選択する生徒は増加しており、それに伴い風力発電の仕事に就くことを選択する学生が増加。²

小型風力タービンが設置された地方の小中学校

- 学校の理科教師がタービンをエネルギー関連のカリキュラム教材として使用。³
- タービンは「生きた実験室」としての役割を担い、数学、物理等の原理を学び、背景を理解する機会を提供。²



←小中学校に設置された風力タービン¹

現在、12州のホストスクールに145機以上の風力タービンが設置されている¹

- タービンのデータはインターネット上で共有され、自分の学校と他の学校のタービンデータを比較可能²
- タービンを持たない学校の生徒でもデータを閲覧し、学ぶことが可能²

Wind Application Centers(WAC)³

- 大学はNRELからカリキュラムや資金の提供を受け、学内の関心ある教員のもとWACを設置。³
 - サウスダコタ州立大学では、機械工学科の講師がWACの監督を担っている。⁴
- 高校生/大学生によるタービン実装カリキュラムを実施し、風力関連のキャリアを目指す技術者やシステムアナリストの輩出を目的としている。³
- 小中学校への技術的・教育的支援も実施。²
 - タービンとデータ収集システムの設置監督
 - 風力とエネルギー利用の分析、設置、許可、土地利用、財務、パフォーマンスデータの分析など
 - 大学のリソースを活用したアイデアの提供

出所)

1: WINDEXchange(<https://windexchange.energy.gov/windforschools>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Wind for schools project curriculum brief(https://windexchange.energy.gov/files/pdfs/schools/wind_for_schools_curriculum_brief.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

3: Wind for schools participation roles and responsibilities(<https://windexchange.energy.gov/windforschools/participants>) <閲覧日:2022/2/28>

4: South Dakota state university(<https://www.sdstate.edu/mechanical-engineering/wind-application-center>) <閲覧日:2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】初・中・高等教育の拡充：共通教育コンテンツの紹介

- WINDEXchangeの、「K-12向け教材とカリキュラム」の項目では、小・中・高校生向けに風力発電に関する教材やカリキュラムを掲載しているサイトを複数紹介。¹
- これにより、Wind for schoolsの対象外の学校でも風力発電に関する授業を行い、生徒が風力発電について学ぶことが可能。

WINDEXchange「K-12向け教材&カリキュラム」ページ

K-12 Resources and Curricula

This page provides a list of wind energy curricula and teaching materials for elementary, middle school, and high school students that can bring wind energy into the classroom, even for students at schools without a wind turbine installation.

Curricula and Lesson Plans

- Wind for Schools Curricula Portal on OpenEd
- 4-H Group Wind Curriculum
- Boise State University Lesson plans, wind energy presentations, videos
- Education Resources from the Energy Department's Energy Efficiency
- CLEAN (Climate Literacy and Energy Awareness Network)
- PBS wind energy lesson plans
- National Energy Education Development Project K-12 wind cur
- TryEngineering: Working with Wind Energy
- WindWise Education Lesson plans, handouts, supporting material
- STEM-Works Wind Energy Activities

Websites

- Wind with Miller (animated website that teaches kids of all ages about
- U.S. Energy Information Agency: Energy Kids
- University of Northern Iowa STEM: free wind energy resources
- National Renewable Energy Laboratory: Wind Energy Basics

Books

- Educators for the Environment: Energy for Keeps (includes a wind energ

Videos

- U.S. Department of Energy: Energy Literacy Videos
- KidWind
 - KidWind Elementary Classroom Teaching Strategies video and gui
 - KidWind Middle School Classroom Teaching Strategies video and
 - KidWind High School Classroom Teaching Strategies video and gu
- TEDEd: A Guide to the Energy of the Earth
- PBS SciGirls: Blowing in the Wind

Wind for schoolsをはじめ、Kidwind※1やNEED※2の資料等、国や民間が公開している風力の学習用カリキュラム・教材を紹介。

- 無料&有料教材掲載サイト
- 学習サイト
- 風力、エネルギー・環境についての本
- 学習動画

※1: Kidwindは民間の風力産業向けトレーニングやカリキュラム・教材を提供している組織で、DOEからの支援を受けている。
(<https://www.kidwind.org/about>) <閲覧日: 2022/2/28>

※2: NEED(National energy education development)は、米国の国家エネルギー開発プロジェクトで、企業や組織等と連携して教育プログラムを開発。
(<https://www.need.org/>) <閲覧日: 2022/2/28>

Wind for schoolsの教材(左記で紹介)

Wind for Schools

Home Curricula Turbine Data Troubleshooting Menu

Wind for Schools Curricula: Wind Energy Lesson Plans for K-16 Educators

Welcome to the Wind for Schools curriculum resources section. This database of lesson plans and related materials is available to help educators learn and teach about wind power. We want to make it easy for educators at all levels to quickly find curricula, activities, and other tools that will help energize students around a wind-powered future and related concepts.

Discover

We offer hundreds of resources on this website, and we hope to add more all the time. Many of these resources have been vetted by a team of dedicated educators. If you do not have experience teaching wind energy lessons, we highly recommend watching the videos and trying one of the Most Popular Activities. If you are looking for a specific lesson, dig into the archives and search by time, cost, or subject matter. If you can't find what you are looking for, send us a note.

Learn

We know that educators need to feel comfortable with new materials before they will share it with their students. To help you better understand wind power, we have organized a variety of resources to help you explore and understand this rapidly growing energy source. Some of these resources may also be appropriate to use with your students.

Share

If you have curricula or customized lessons that you would like to share, please send them to our team. Anyone can contribute materials: teachers, non-profits, or even for-profit companies. Our team will review these materials and if they feel it will be useful to educators, we will post them to the Wind for Schools Portal.

Select Education Level

Elementary K-3
 Elementary 4-6
 Middle School 7-8
 High School 9-12
 College
 Informal

小学生～大学生の教材・カリキュラムが掲載。(↓参考)

- (左下)小学生用の工作キット²
- (右下)高・大学生向けの専門的な仕組みの解説³

Wind Turbine Diagram

Winds generate more electricity. High above ground, winds are stronger and steadier.

There are many different types of wind turbines with different tower and hub heights, as well as varying blade designs and lengths. Wind turbines can be designed to optimize output for specific ranges of wind speed. Turbines typically can generate electricity when winds are between 7 and 15 mph (3.2 to 6.7 m/s). They operate most efficiently, however, when wind speeds fall between 16.3 mph (7.4 m/s).

Wind turbines also come in different sizes, based on the amount of electric power they can generate. Small turbines may produce only enough electricity to power a few appliances in one home. Large turbines are often called utility scale because they generate enough power for utilities, or electric companies, to sell. Most utility-scale turbines installed in the U.S. produce one to three megawatts of electricity, enough to power 300 to 900 homes. Large turbines are grouped together into wind farms, which provide bulk power to the electric grid.

What a Drag—Aerodynamics

Efficient blades are a key part of generating power from a wind turbine. The blades are turned by the wind and spin the rotor drive shaft while, at the same time, they experience drag. This mechanical

Modern Wind Turbines

出所)

1: WINDEXchange(<https://windexchange.energy.gov/k12>) <閲覧日: 2022/2/28>

2: NEED(<https://shop.need.org/products/wonders-of-wind-kit>) <閲覧日: 2022/2/28>

3: NEED(<https://shop.need.org/collections/wind/products/wind-for-schools>) <閲覧日: 2022/2/28>

1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】初・中・高等教育の拡充: 大学生風力コンペティション

- WINDEXchangeの、「大学風力コンペ」の項目では、大学生向け風力コンペティション※1を紹介。
- 内容は風力発電プロジェクトの計画を立案し、タービンの模型を設計・制作を行い、それを一連の厳しい性能基準に即してテストする、といったもの。
- 参加チームは、工学/ビジネス/コミュニケーション/社会科学など、様々なプログラムの学生の専門知識を結集し、チームとして最先端の風力エネルギーソリューションを開発。社会に出る前の実践経験を積むことができる。

2021年の大学風力コンペ(College wind competition)

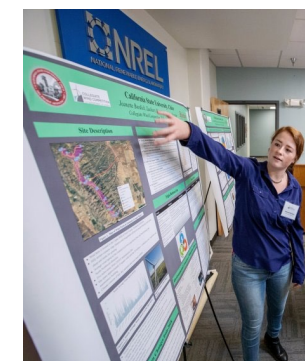
- 主催者は未知のリスクや遅延等、不確実性の高い時代を見据え、「適応性」を課題に組み込み。²
 - リモートでの共同作業や、タービン設計・製造の際のサプライチェーン混乱の考慮が求められた。
- 参加チームは3つのコンテストに出場し、点数を競う。²
 1. プロトタイプコンテスト
 - 力学的に効果的なタービンと負荷の設計・制作を行う。
 2. プロジェクト開発コンテスト
 - 100MWの発電所の敷地計画とエネルギーコスト分析を行う。
 3. コネクション構築コンテスト
 - 風力発電業界や地元コミュニティ、地元メディアと連携して活動内容の広報を行い、より強固なコネクションの構築を行う。
- 2021年度は大学を代表する13チームが出場し、ペンシルベニア州立大学が総合優勝。³

コンペティションの様子⁴



←プロトタイプコンテスト

プロジェクト開発コンテスト



←コネクション構築コンテスト

※1: 2014年にDOEと国立再生エネルギー研究所が設立(<https://www.energy.gov/eere/collegiatewindcompetition/about-collegiate-wind-competition>) <閲覧日:2022/2/28> 出所)

1: WINDEXchange(<https://windexchange.energy.gov/competition>) <閲覧日:2022/2/28>

2: DOE(<https://www.energy.gov/eere/articles/2021-collegiate-wind-competition-teams-prepare-go-virtual>) <閲覧日:2022/2/28>

3: DOE(<https://www.energy.gov/eere/collegiatewindcompetition/about-collegiate-wind-competition>) <閲覧日:2022/2/28>

4: DOE(<https://www.energy.gov/eere/collegiatewindcompetition/collegiate-wind-competition>) <閲覧日:2022/2/28>

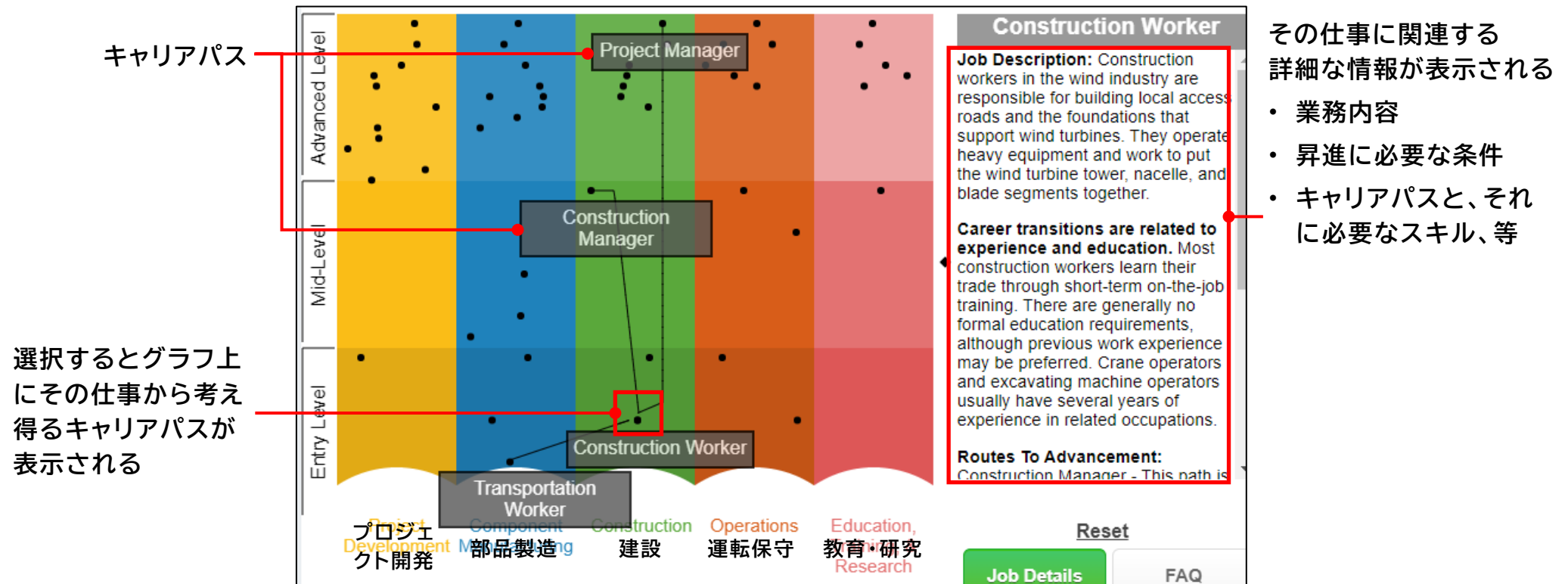
1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】市場参入・進路選択支援:職業情報・教育プログラム情報提供

- WINDEXchangeの、「労働力のトレーニングと教育」の項目では、職業・進路選択をサポートする
①キャリアマップ②教育プログラム一覧③職業見通しハンドブック、等を提供。¹

①風力産業従事者のキャリアマップ²

- 風力産業に関連する仕事が開発/製造/建設/運転保守/教育・研究の5つに分けて網羅的にプロットされており、1つを選択すると、その仕事のキャリアパスや業務の詳細情報が表示される。



出所)

1: WINDEXchange(<https://windexchange.energy.gov/training>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Wind Career Map(<https://www.energy.gov/eere/wind/wind-career-map>) <閲覧日:2022/2/28>に三菱総研一部加筆

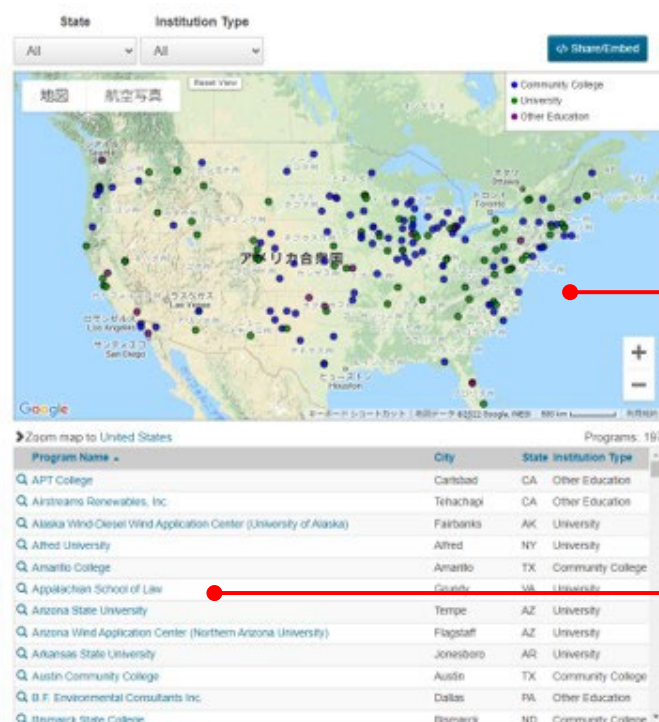
1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査

【米国】市場参入・進路選択支援：職業情報・教育プログラム情報提供

- WINDEXchangeの、「労働力のトレーニングと教育」の項目では、職業・進路選択をサポートする
①キャリアマップ②教育プログラム一覧③職業見通しハンドブック、等を提供。¹

②風力産業の教育プログラムの一覧²

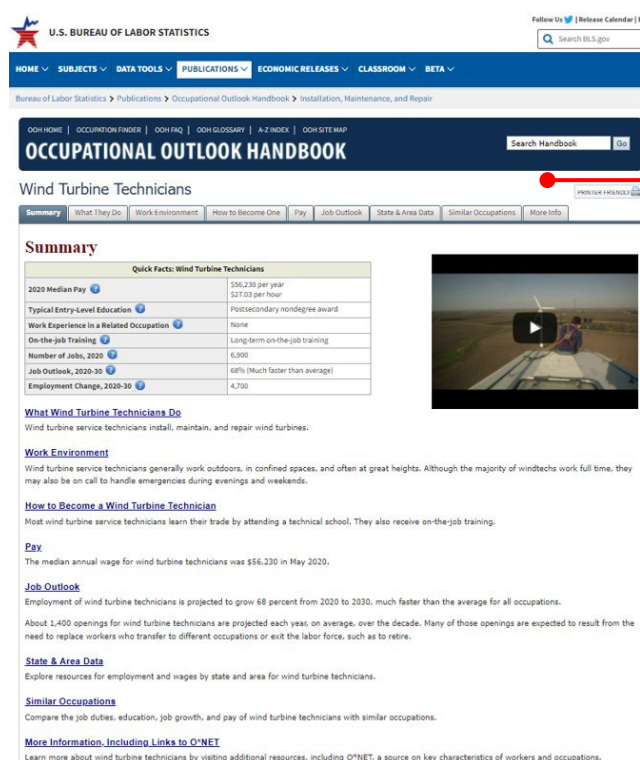
- 教育プログラム(Wind for schools)を実施している施設の一覧と地図が提供されている。



一覧の施設を選択すると、施設情報と拡大された地図が表示される

③職業見通しハンドブック(風力発電技術者編)³

- 米国労働統計局の職業見通しハンドブックにおいて、風力発電技術者の専用ページを提供。



風力発電技術者という職業に関する情報が掲載されている

- 業務内容
- 作業環境
- キャリアパス
- 年収の中央値
- 需要の見通し
- ...

出所)

1: WINDEXchange(<https://windexchange.energy.gov/training>) <閲覧日:2022/2/28>

2: Wind Energy Education and Training Programs(<https://windexchange.energy.gov/training-programs>) <閲覧日:2022/2/28>に三菱総研一部加筆

3: OCCUPATIONAL OUTLOOK HANDBOOK(<https://www.bls.gov/ooh/installation-maintenance-and-repair/wind-turbine-technicians.htm>) <閲覧日:2022/2/28>に三菱総研一部加筆

1. 洋上風力人材育成プログラムに係る検討

- 1.1 必要人材数の推計
- 1.2 風力分野の人材育成に係る国内事例調査
- 1.3 風力分野の人材育成に係る海外事例調査
- 1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力の人材育成を取り巻く現状:総論

- 洋上風力人材の育成は急務である一方、日本洋上風力産業が確立するのはこれからであり、産業の未熟性という課題を抱える中、効果的に人材育成を進めていく必要がある。
- その際、グリーン成長の観点、また洋上風力に限らない労働力不足の課題を考慮することが重要。
- 従って、洋上風力の人材育成を進めていく上では、「産学官・国内外連携」「他産業からの参入・人材移転促進」「海外人材を含めた育成」を視座に入れた取組みを進めていくことが重要。

洋上風力の人材を取り巻く課題や情勢

産業の未熟性

- 市場形成前であり、産学ともに知見・ノウハウが不足
- 洋上石油・ガス産業等の類似の産業基盤が不在
- 社会全体や産業界における洋上風力の認知度が低い

グリーン成長の必要性

- 2050年カーボンニュートラルに向けて、グリーン成長として、洋上風力分野への参入・人材移転促進が有効(例:自動車、火力・原子力など)
- 産業界における洋上風力の理解促進が必要

日本全体の労働力不足

- 洋上風力分野に限らない日本全体の労働力不足の問題
- 親和性の高い産業からの人材移転促進が必要
- 海外人材の活用を含めた人材確保策が必要

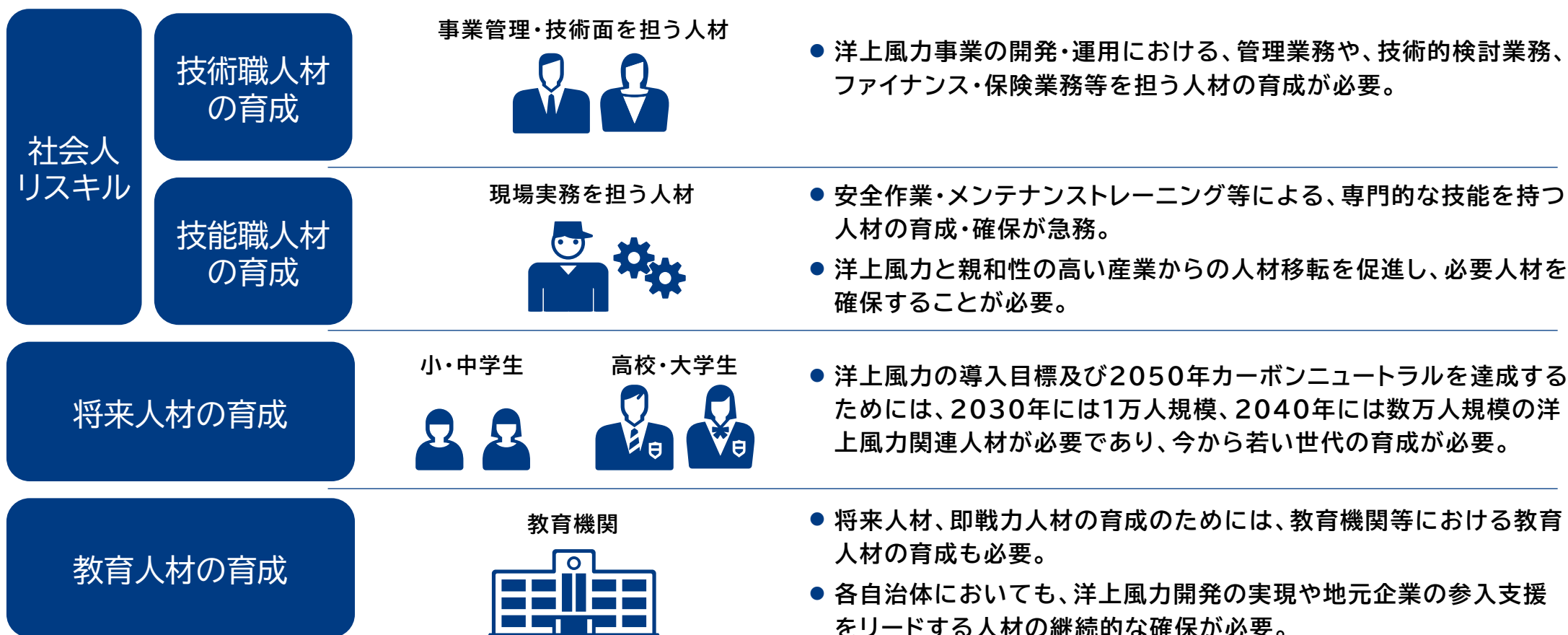
必要な視点

- 産学官連携のもと、国内外知見・リソースを総動員し、効果的な人材育成策を講じること
- 洋上風力産業の理解を深化し、他産業からの参入・人材移転を促進すること
- 海外人材を含めた育成策を講じること

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力の人材育成を取り巻く現状：必要人材カテゴリー

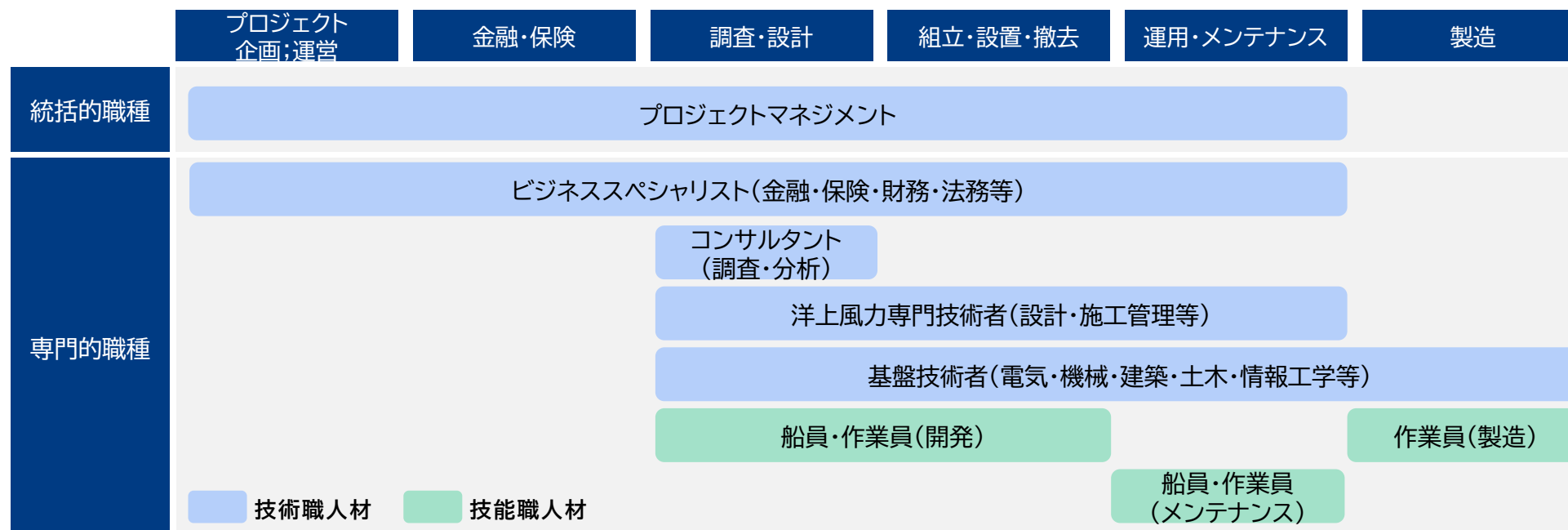
- 洋上風力の急速な導入拡大が進む中、短期的には即戦力となる、技術職人材と技能職人材を確保する必要。他産業からの人材移転を含めた幅広い人材を確保していくことが重要。
- 中長期の目標達成に向けて、足元から将来人材の育成を推進する必要がある。また、そのためには人材育成を行う教育側の人材を支える施策も必要。



1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力開発・運営の必要人材種類

- 洋上風力開発・運営の必要人材種類は8つに大別される。
 - 再生可能エネルギースキル標準(GPSS)の整理を準用し、業界ヒアリング等を通じて、8種類の人材に大別。
- また、事業管理・技術面を担う技術職人材と、現場実務の技能職人材に大別される。



人材種類		役割
技術職	プロジェクトマネジメント	プロジェクトの統括的業務を実施し、他専門職種と協業し発電所建設・運営を主導。
	ビジネススペシャリスト	金融・保険・財務・法務等の専門的知見を基に発電所建設・発電所運営に寄与。
	コンサルタント	調査・設計フェーズにおいて、専門的知見をもとに発電事業立ち上げ時の各種調査等を実施。
	洋上風力専門技術者	調査・設計からO&Mフェーズにわたり、洋上風力の専門的知見を基に発電所の建設・運営に寄与。
	基盤技術者	基盤の技術(電気・機械・建築・土木・情報工学等)の専門的知見を基に発電所建設・運営に寄与。
技能職	船員・作業員(開発)	組立・設置・撤去フェーズにおいて、洋上作業の専門的知見を基に発電所建設・撤去に寄与。
	船員・作業員(O&M)	O&Mフェーズにおいて、O&Mの専門的知見を基に発電所運営に寄与。
	作業員(製造)	製造フェーズにおいて、生産技術の専門的知識を基に風車製造(ナセル、ブレード、タワー)に寄与。

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

【参考】再生可能エネルギースキル標準(GPSS)における職種分類

- 再生可能エネルギースキル標準(GPSS)では、再生可能エネルギー発電事業に携わる人材を、以下の7職種に分類し、各職種に求められる知識体系を整理。

	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所 工事	発電所運営		発電所 撤去
	立地可能 エリア調査	資源状況 調査	実現可能性 検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
統括的職種 (各専門職種 の成果をもと に事業全体に 責任を持つ 職種)	エネルギーアーキテクト (事業設計)									
				プロジェクトマネジメント (事業開発)				プロジェクトマネジメント (事業運営)		
専門的職種 (専門領域の タスクに責任 を持つ職種)	コンサルタント									
		エネルギー技術スペシャリスト (太陽光・風力・木質バイオマス・小水力・地熱)								
		基盤技術スペシャリスト (電気・機械・建築・土木)								
								オペレーション&メンテナンス		
	ビジネススペシャリスト (ファイナンス & コンプライアンス)									

出所)資源エネルギー庁,「再生可能エネルギースキル標準【Green Power Skills Standard:GPSS】 第二部 キャリア・スキル体系編」, p.6, 2014年12月

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

【参考】再生可能エネルギースキル標準(GPSS)における職種分類

- 再生可能エネルギースキル標準(GPSS)では、再生可能エネルギー発電事業に携わる人材を、以下の7職種に分類し、各職種に求められる知識体系を整理。

職種名称	活動事業プロセスと成果または役割
エネルギーアーキテクト	予備調査・詳細検討プロセスにおいて、他専門職種の知見を基に長期的な視野から基本構想を策定し、その基本構想の実現可能性を検討する。また策定した基本構想に基づき発電事業の基本計画を策定し事業性を評価する。
プロジェクトマネジメント	詳細検討・発電所設計・発電所工事プロセスにおいて、基本設計を基に他専門職種と協業し発電所建設を主導する(専門分野:事業開発)。また建設した発電所の安定的な事業運営を実施する(専門分野:事業運営)。
コンサルタント	予備調査・詳細検討プロセスにおいて、専門的知見をもとに発電事業立ち上げ時の各種調査等の実施結果に責任を持ち、エネルギーアーキテクトの基本構想・基本計画の策定に寄与する。また調査結果に責任を持つ。
エネルギー技術スペシャリスト	詳細検討から発電所運営プロセスにおいて、再生可能エネルギー(専門分野:太陽光、風力、小水力、地熱、バイオマス)の専門的知見を基に基本設計・発電所建設に寄与する。また、各事業プロセスにおける担当タスクの実施結果に責任を持つ。
基盤技術スペシャリスト	発電所設計から発電所撤去プロセスにおいて、技術(専門分野:電気、機械、建築、土木)の専門的知見を基に発電所建設に寄与する。また、各事業プロセスにおける担当タスク実施結果に責任を持つ。
オペレーション&メンテナンス	発電所運営・発電所撤去プロセスにおいて、発電所設備の運用(専門分野:オペレーション)・保守(専門分野:メンテナンス)の専門的知見を基に発電所運営に寄与する。また、各事業プロセスにおける担当タスクに責任を持つ。
ビジネススペシャリスト	予備調査から発電所撤去プロセスの全プロセスにおいて、専門的知見(専門分野:ファイナンス、コンプライアンス)を基に発電所建設・発電所運営に寄与する。また、各事業プロセスにおける担当タスクに責任を持つ。

出所)資源エネルギー庁、「再生可能エネルギースキル標準【Green Power Skills Standard:GPSS】 第二部 キャリア・スキル体系編」, p.5, 2014年12月

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

各人材種類のカバ一分野

- 技術職人材は、洋上風力の基盤的知識を保有しつつ、陸上風力等他エネ種の発電事業に係る業務経験や、幅広い産業において必要となる工学系知識・資格や業務経験を、洋上風力分野に応用することが求められる。
- 技能職人材は、船舶、洋上安全作業、風車メンテナンス作業など、洋上土木や洋上風力にフォーカスした専門的資格や技能が求められ、特に類似産業基盤の少ない日本においては、人材確保が課題となる。

分野	基盤知識	ファイナンス		工学系知識					海洋土木/船舶/安全 スキル				O&M スキル	製造/安全 スキル
		保険	PF	建築・土木	電気工学	機械工学	環境工学	情報工学	施工管理	建設作業	船舶運用	洋上HSE		
分野横断	プロジェクト企画 ファイナンス・保険	ビジネス スペシャリスト	● ビジネス ● スペシャリスト						洋上風力専門技術者			●		
調査・設計	風況調査	●		●				●	●		●	●		
	海底地盤調査	●		●				●	●		●	●		
	環境影響評価	●		●				●	●		●	●		
製造	発電所設計	●		●	●	●	●							
	風車製造	●		●	●	●								作業員 (開発)
	基礎製造	●		●	●	●								
組立・設置	風車・基礎設置	●	●	●	●	●	●		●		●	●		
	海底ケーブル敷設	●	●	●	●	●	●		●		●	●		
	洋上輸送	●	●	●	●	●	●		●		●	●		
運用・メンテナンス	ファーム運用	●	●					●			●	●	●	
	風車メンテナンス	●	●		●	●		●	●		●	●	●	
	基礎メンテナンス	●	●		●	●		●	●		●	●	●	

人材種類		求められる知識・スキル
技術職	プロジェクトマネジメント	● 洋上風力の開発・運用の全フェーズに関連する基盤的知識、
	ビジネススペシャリスト	● 他のエネルギー種を含む発電所開発・運用に関連した業務経験
	コンサルタント	● 技術士や環境調査関連の資格、関連する工学的知識
	洋上風力専門技術者	● 洋上風力の開発・運用の全フェーズに関連する基盤的知識 ● 技術士や土木・電気工学関連の資格、HSE(健康・安全・環境)に関する資格
	基盤技術者	● 洋上風力の開発・運用の全フェーズに関連する基盤的知識 ● 洋上風力の開発・運用への応用可能な基盤的学術分野(電気・機械・建築・土木・海洋・情報工学等)の専門的知見
技能職	船員・作業員(開発)	● 洋上作業・機材運用等に必要となる資格や技能講習・特別教育・トレーニングの受講、関連する業務経験・技能
	船員・作業員(O&M)	● 洋上作業・機材運用等に必要となる資格や技能講習・特別教育・トレーニングの受講、関連する業務経験・技能 ● 風車メンテナンス作業に関するトレーニング、関連する業務経験・技能
	作業員(製造)	● 機材運用等に必要となる資格や技能講習・特別教育、関連する業務経験・技能

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

各人材種類のスキル習得方法

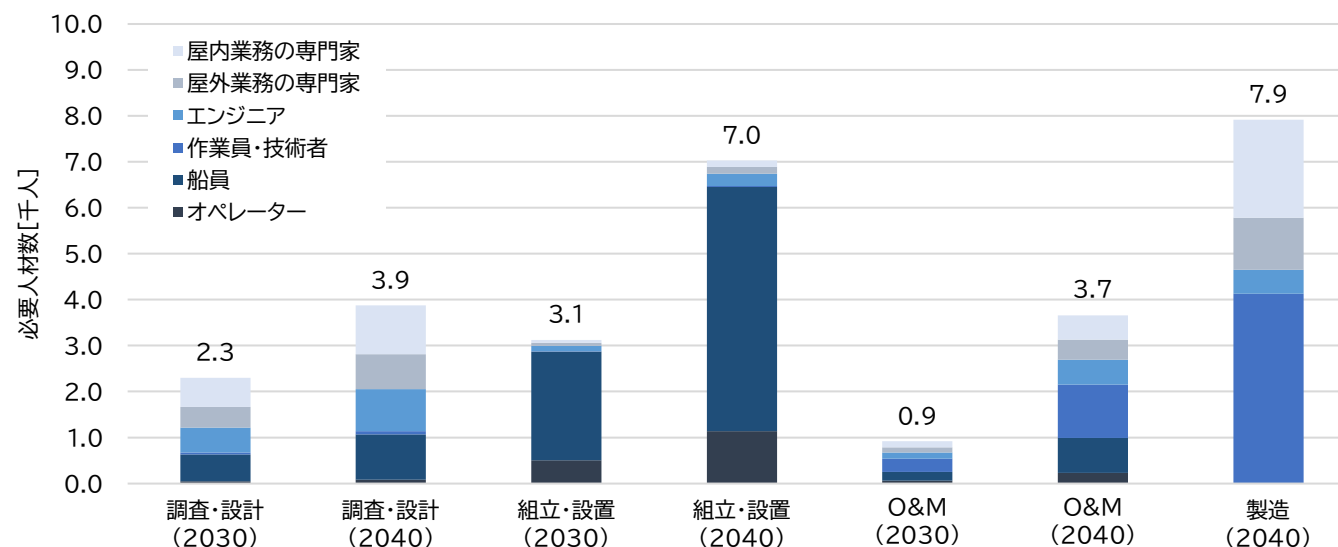
- スキル習得方法は、短期的に現場を担う社会人リスクと、中長期的に市場を支える将来人材育成に大別。
- 社会人向けには、実務に近い専門的知見や、具体的な資格・技能・トレーニング取得が求められる。
- 将来人材向けには、実務を支える基盤技術や学術的知識、即戦力として実務を担うための資格・技能取得が求められる。また、初等・中等教育において、洋上風力を含むエネルギー全般の基礎的知識を習得することが有効。

人材種類		習得方法	社会人リスク(数週間～数年スパン)				将来人材育成(数年～10年以上スパン)			
			専門教育プログラム	法定資格・講習	安全作業トレーニング	メンテナンストレーニング	大学	高等専門学校	工業高等学校	初等・中等教育
技術職	プロジェクトマネジメント		・ 洋上風力開発・運用の全フェーズにわたる基礎的知識				・ 主に工学系、商学系、法律系の専門知識			・ 洋上風力を含む再生可能エネルギーや、エネルギー全般に関する基礎的知識
	ビジネススペシャリスト		・ 洋上風力開発・運用の全フェーズにわたる基礎的知識				・ 主に商学系、法律系の専門知識			
	コンサルタント		・ 洋上風力開発・運用の全フェーズにわたる基礎的知識	・ 技術士や環境調査関連の資格			・ 主に地球環境学、理学等に関する専門知識			
	洋上風力専門技術者		・ 洋上風力開発・運用の全フェーズにわたる基礎的知識	・ 技術士や土木・電気工学関連、HSE(健康・安全・環境)に関する資格	・ GWO等安全作業に関するトレーニング		・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識	・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識		
	基盤技術者		・ 洋上風力開発・運用の全フェーズにわたる基礎的知識				・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識	・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識		
技能職	船員・作業員(開発)			・ 労働安全衛生法に基づく資格・技能講習・特別教育 ・ その他民間資格等	・ GWO等安全作業に関するトレーニング				・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識・技能	
	船員・作業員(O&M)			・ 労働安全衛生法に基づく資格・技能講習・特別教育 ・ その他民間資格等	・ GWO等安全作業に関するトレーニング	・ 風車等実機を用いたメンテナンス作業に関するトレーニング			・ 主に工学系(建設・土木、電気、機械、環境、情報工学等)の専門知識・技能	
	作業員(製造)			・ 労働安全衛生法に基づく資格・技能講習・特別教育 ・ その他民間資格等					・ 主に工学系(電気、機械等)の専門知識・技能	
国内事例			・ 長崎海洋アカデミー ・ 足利大学風力発電アカデミー	・ 全国に所在する認定機関	・ 日本サバイバルトレーニングセンター ・ イオスエンジニアリング&サービス ・ 特殊高所技術	※主に陸上風力 ・ イオスエンジニアリング&サービス ・ 日立パワーソリューションズ ・ 北拓 等	・ 秋田県立大学・秋田大学 ・ 北九州市立大学 ・ 国際教養大学 ・ 長崎大学 ・ 弘前大学 等	・ 複数の高等専門学校において風力関連の技術研究を実施	・ 複数の工業高等学校において風力関連の技術研究を実施 ・ 秋田県(電気主任技術者出前講座)	—

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

各人材種類の必要人材数

- 洋上風力開発・運営の各フェーズで、全ての人材種類が必要となるが、中でも技能職人材である「船員・作業員」の必要人材数が最も多い。
- 技能職人材には、船舶、洋上安全作業、風車メンテナンス作業など、洋上土木や洋上風力にフォーカスした専門的資格や技能が求められ、特に類似産業の少ない日本においては、人材確保が課題となることから、早急な人材育成策が求められる。



人材種類		対応する人材想定	調査・設計		組立・設置		O&M		製造※
技術職	プロジェクトマネジメント ビジネススペシャリスト コンサルタント	屋内業務の専門家	2030年:約600人 2040年:約1,100人		2030年:約100人 2040年:約100人		2030年:約100人 2040年:約500人		2040年:約2,100人
	洋上風力専門技術者 基盤技術者	屋外業務の専門家、 エンジニア	2030年:約1,000人 2040年:約1,700人		2030年:約200人 2040年:約400人		2030年:約200人 2040年:約1,000人		2040年:約1,700人
	船員・作業員(開発)	オペレーター、船員、 作業員・技術者	2030年:約700人 2040年:約1,100人		2030年:約2,900人 2040年:約6,500人		—		—
技能職	船員・作業員(O&M)		—		—		2030年:約500人 2040年:約2,200人		—
	作業員(製造)		—		—		—		2040年:約4,100人

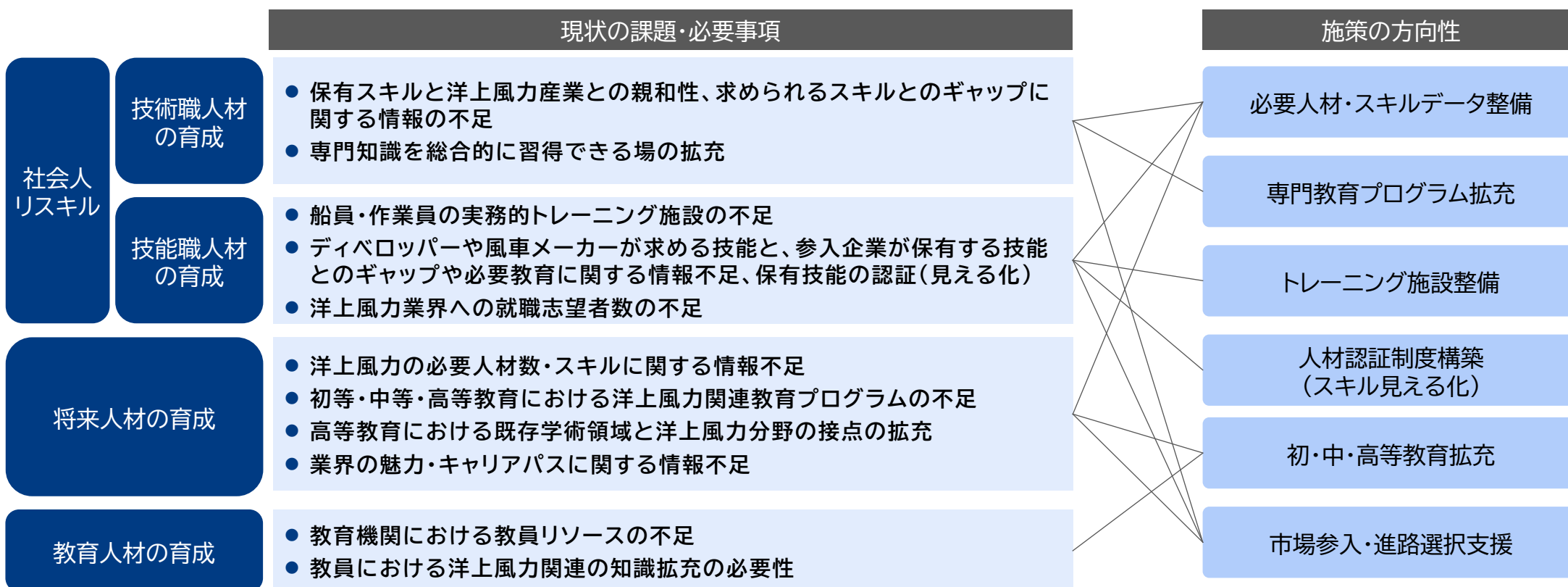
※製造分野の必要人材数の50%が国内人材と仮定した場合の数値

現場作業を担う船員・作業員の必要人材数が最も多い

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

人材育成の課題と施策の方向性

- 企業・自治体・教育機関へのヒアリング調査により、現状の課題と求められる施策の方向性を整理。
- 全カテゴリーに共通して、洋上風力の必要人材・スキルに関するデータ整理が必要。
- 技術職人材に対しては、洋上風力の専門知識を総合的に習得できる教育プログラムの拡充が必要。
- 技能職人材に対しては、安全作業や風車メンテナンスの実践的な技術・経験を習得するトレーニング施設の拡充が必要。また、各人材の技能を見える化し、企業の市場参入を促進するための仕組みが必要。
- 将来人材に対しては、初・中・高等教育の拡充や市場参入・進路選択支援により、人材基盤を強化する必要。
- 教育人材に対しては、教員向けの教材の作成や、教育機関間連携の促進による教員人材の相互補完が必要。



1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力人材育成プログラム案

- 課題と施策の方向性、国内外事例を踏まえ、以下の洋上風力人材育成プログラム案を抽出。

施策の方向性	国内外事例	洋上風力人材育成プログラム案
必要人材・スキルデータ整備	●【米国】職業情報ネットワークO*NET提供(p.38) ●【英国】労働力データ化・将来労働力推計(p.39)	◆ 必要人材・スキルデータ整備 ◆ 既存職業情報提供ツールとの連携
専門教育プログラム	●【日本】長崎海洋アカデミー、足利大学風力発電アカデミー(p.21, 31) ●【米国】洋上風力専門教育・職業訓練プログラムの提供(p.41)	◆ 専門教育プログラムの拡充 ◆ 専門職業訓練プログラムの拡充
トレーニング施設整備	●【米国】GWO等安全作業トレーニングプログラムの拡充(p.42) ●【米国】O&Mトレーニングプログラムの拡充(p.42)	◆ トレーニング施設の整備・拡充
人材認証制度構築 (スキル見える化)	●【日本】風力発電メンテナンス人材認証制度(p.25) ●【米国】風車メーカー連携等による認証プログラム開発(p.43) ●【英国】スキル認証パスポートの開発(p.44)	◆ メンテナンス人材認証制度の整備 ◆ 関連資格・技能見える化
初・中・高等教育の拡充	●【米国・デンマーク】共通教育コンテンツの作成・紹介(p.45,48) ●【日本】全国自治体・教育機関連携による学生・教員向け研修(p.27) ●【デンマーク】教員向けガイドの作成(p.45)	◆ 共通的な教育コンテンツの作成 ◆ 高等教育プログラムの拡充、教育機関間連携の促進 ◆ 初等・中等教育の拡充 ◆ 教育人材向け教材・講習の提供
市場参入・進路選択支援	●【米国】キャリアマップ、教育プログラム一覧、職業ハンドブックの作成、ポータルサイトにおける情報発信(p.50)	◆ 人材育成・職業関連情報の集約・情報発信

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力人材育成プログラム案:詳細

- 短期的には、現場を担う社会人に向けた支援策を優先的に講じる必要。特に多くの人材数を要する技能職人材に対し、安全作業やメンテナンストレーニング設備の拡充が重要。専門教育プログラムの拡充も有効。
- 短・中期的には、即戦力となるポテンシャル人材を増やすため、高等教育の拡充が重要。さらに中長期的に全人材種類の基盤底上げを図るため、初等・中等教育に力を入れることが重要。

時間軸	洋上風力人材育成プログラム案	主体	概要
短期・優先	必要人材・スキルデータ整備	産業界	・洋上風力開発・運用のフェーズ別の必要人材種類と、各人材の業務内容及び求められる資格・スキルについて整理し、ガイドラインを発行。既存職業情報提供ツール(日本版O-net等)との連携を推進。
短期・優先	トレーニング施設の整備・拡充	政府	・安全作業や、風車メンテナンス作業のトレーニングプログラム及び必要設備の整備を支援。 ・国内の既存の取組みを活用し、全国で安定的に人材を育成できる設備・施設キャパシティを構築。
短期・優先	メンテナンス人材認証制度の整備	産業界・自治体	・メンテナンス作業に関するトレーニング受講、必要技能を習得した人材を認証し、資格を付与する制度を創設。 ・安全作業に係る既存資格(GWO等)や風車メーカーが付与する資格との相互認証を推進。
短期・優先	専門教育プログラムの拡充	自治体・教育機関	・洋上風力(または風力全般)開発・運用の全フェーズにわたる横断的かつ専門性の高い教育プログラムを拡充。 ・国内の既存の取組みと連携し、全国で安定的に人材を育成できるキャパシティを構築。
短期・優先	教育人材向け教材・講習の提供	産業界	・主に初等・中等・高等教育の教員向けに教材の作成や講習を実施。 ・共通教育コンテンツの内容やポイントについて解説し、教育人材の基礎的知識の形成を支援。
短・中期	既存職業情報提供ツールとの連携	政府	・既存職業情報提供ツール(日本版O-net等)への、必要人材・スキルデータ整備結果の組み入れを実施。 ・産業界と連携し、必要人材・スキルに関する情報を随時更新。
短・中期	人材育成・職業関連情報の集約・情報発信	政府	・人材育成に関する各種情報(必要人材・スキル、共通教育コンテンツ、キャリアマップ、教育機関やトレーニング施設情報等)を作成・集約し、ホームページで一元的に情報発信。
短・中期	共通的な教育コンテンツの作成	産業界	・初等・中等・高等教育向けの、基礎的な教育コンテンツ及び教員向けのガイダンスを作成し、公開。
短・中期	高等教育プログラムの拡充、教育機関間連携の促進	自治体・教育機関	・各高等教育機関における既存の教育プログラムや、教員人材の強みを活用した、複数教育機関が連携した教育プログラムを作成。また、教育機関間の単位互換制度等の活用により、教育プログラムを全国ネットワーク化。
短・中期	専門職業訓練プログラムの拡充	自治体・教育機関	・工業高等学校・高等専門学校の学生や、中小企業向けに、洋上風力の建設作業やメンテナンス作業に必要な各種資格の取得、トレーニング受講を体系的に支援。
中期	関連資格・技能見える化	政府	・洋上建設作業やメンテナンス作業に従事する人材が保有する資格や技能が見える化し、エンジニアリングシフトの円滑化や労働市場の合理化を実現。(既存検討事例:国土交通省技能労働者の技能の『見える化』WG)
中期	初等・中等教育の拡充	自治体・教育機関	・初等・中等教育の総合学習の時間において、洋上風力を含む再生可能エネルギーやエネルギー全般に関して学ぶ時間を拡充。共通教育コンテンツや教育人材向け講習を活用。

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力人材育成プログラム案:カバーする人材種類

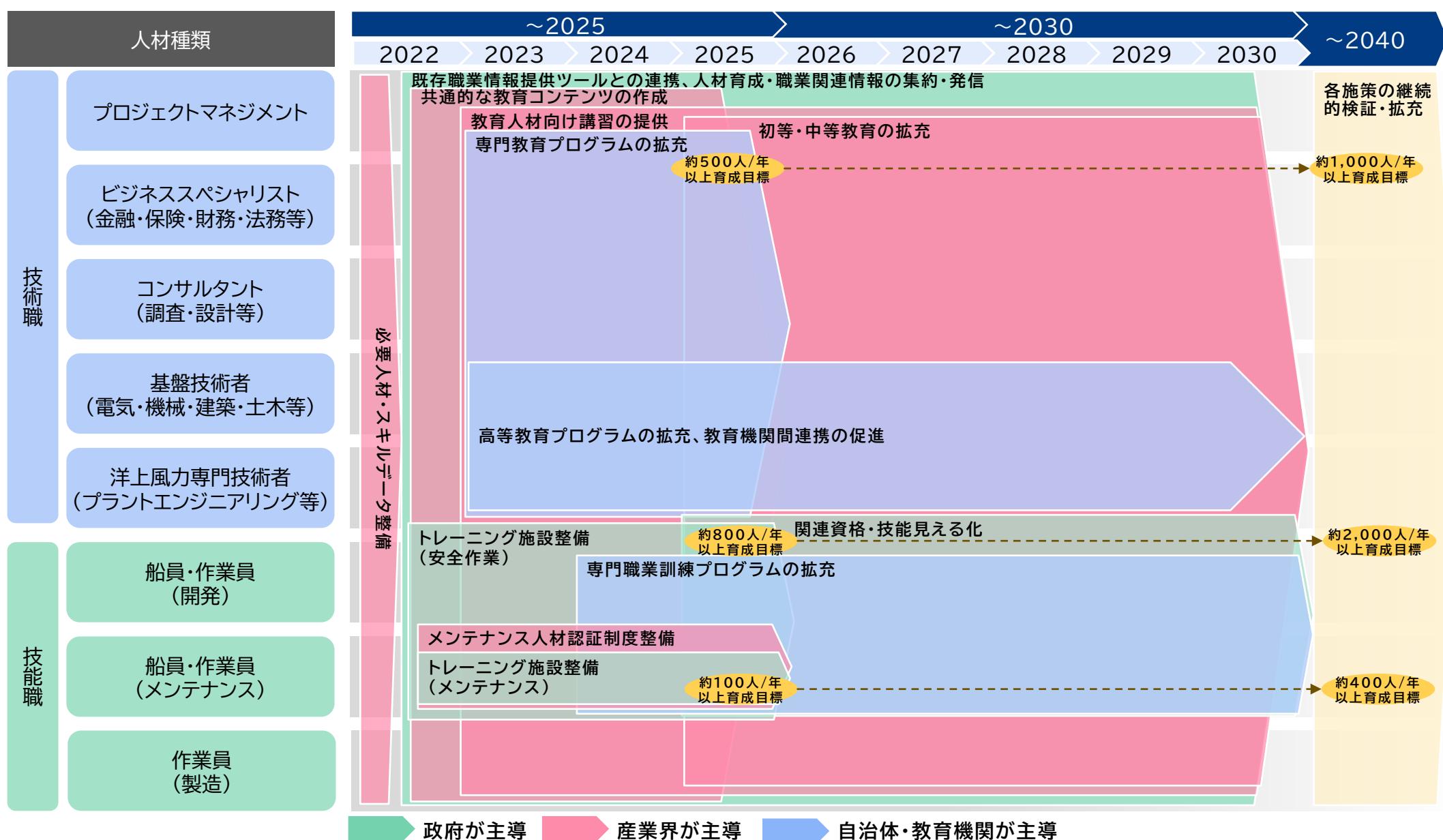
- 全人材の基盤的施策として、必要人材・スキルのデータ整備、それに基づく関連情報発信を強化。
- 技術職人材である船員・作業員の育成に向けて、トレーニング施設の拡充と人材認証制度を確立。
- 幅広い人材に向けて、洋上風力専門教育プログラムを拡充。職業情報提供により企業参入を促進。
- また、将来人材・教育人材育成に向けて、共通教育コンテンツ作成や教育機関間連携を促進。

人材種類		習得方法	社会人リスキル(数か月～数年スパン)				将来人材育成(数年～10年以上スパン)			
		専門教育プログラム	法定資格・講習	安全作業トレーニング	メンテナンストレーニング	大学	高等専門学校	工業高等学校	初等・中等教育	
技術職	プロジェクトマネジメント	✓専門教育プログラムの拡充	✓必要人材・スキルデータ整備				✓共通的な教育コンテンツの作成 ✓教育人材向け教材・講習の提供			✓初等・中等教育の拡充
	ビジネススペシャリスト		✓既存職業情報提供ツールの拡充(日本版O-net等) ✓人材育成・職業関連情報の集約・発信							
	コンサルタント						✓高等教育プログラムの拡充 ✓教育機関間連携の促進			
	洋上風力専門技術者									
	基盤技術者									
技能職	船員・作業員(開発)			✓トレーニング施設整備・拡充 ✓関連資格・技能見える化		✓専門職業訓練プログラムの拡充				
	船員・作業員(O&M)			✓メンテナンス人材認証制度整備						
	作業員(製造)									
国内事例		・長崎海洋アカデミー ・足利大学風力発電アカデミー 等	・全国に所在する認定機関	・日本サバイバルトレーニングセンター ・イオスエンジニアリング&サービス ・特殊高所技術 等	※主に陸上風力、社内教育向け ・イオスエンジニアリング&サービス ・日立パワーソリューションズ ・北拓 等	・秋田県立大学・秋田大学 ・北九州市立大学 ・国際教養大学 ・長崎大学 ・弘前大学 等	・複数の高等専門学校において風力関連の技術研究を実施	・複数の工業高等学校において風力関連の技術研究を実施 ・秋田県(電気主任技術者出前講座)	—	

政府が主導
産業界が主導
自治体・教育機関が主導

1.4 洋上風力人材育成プログラム案の検討

洋上風力人材育成プログラムアクションプラン案



※育成目標人数は、2030年、2040年までに必要となる人材を5年で育成すると仮定した場合の数字。人材の重複は考慮していない点に注意。

2. 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題の検討

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

各国政策・市場・技術開発動向:サマリー

- 浮体式洋上風力の導入目標設定や、入札・開発計画を発表。国内外企業の投資を呼び込み、数十MW～数百MWクラスのプレ商用プロジェクトや技術開発プログラムの推進等により商用化に向けた技術開発を加速化。

		英国	アイルランド	フランス	米国	韓国
導入目標・見通し	洋上風力	40GW(2030年)	5GW(2030年) 35GW(中長期)	6GW(2030年)	30GW(2030年)	12GW(2030年)
	浮体式	1GW(2030年)	30GW(中長期)	—	—	—
主な入札・開発計画		約14.5GW ScotWind Leasing (海域リースラウンド) (2022年実施済)	—	約750MW(3か所) ～2.25GW(最大)	CA州:最大8.4GW (2022年～)	6GW (ウルサン沖)
主な実証・プレ商用プロジェクト ※数十MW以上規模の今後稼働予定のプロジェクト		White Cross(100MW) Llŷr 1(100MW) Llŷr 2(100MW) Salamander(200MW) Erebus(96MW) Valorous(300MW)	—	EFGL(30MW) EolMed(30MW) Provence Grand Large(25MW) Groix & Belle-Ile(28MW)	Gulf of Maine Floating Offshore Wind Research Array(最大180MW) CADEMO(最大60MW) Ideol(最大40MW)	—
技術開発・商用化に向けた主な取り組み		・浮体式のイノベーションを目的とした小規模プロジェクト向け海域リースや、浮体式を含む未成熟技術向けのCfD入札枠を用意 ・イノベーションを促進するための産学官連携プログラムを推進(JIP等)	・国際的な研究開発プログラムへの参画による民間ベースでの取り組みが進む	・計画的な実証プロジェクト(単機～複数機)により知見を獲得 ・実証から得られた知見を浮体式の入札制度やプロジェクト開発に活用	・メイン州やカリフォルニア州等において実証プロジェクトを実施 ・企業や研究機関に対する技術開発補助を積極的に実施	・外資系企業を積極的に招聘 ・産学官連携の技術開発プログラムにより国内企業主体の技術開発も推進

出所) 各国政府資料等より三菱総研作成(※詳細は国別調査結果を参照のこと)

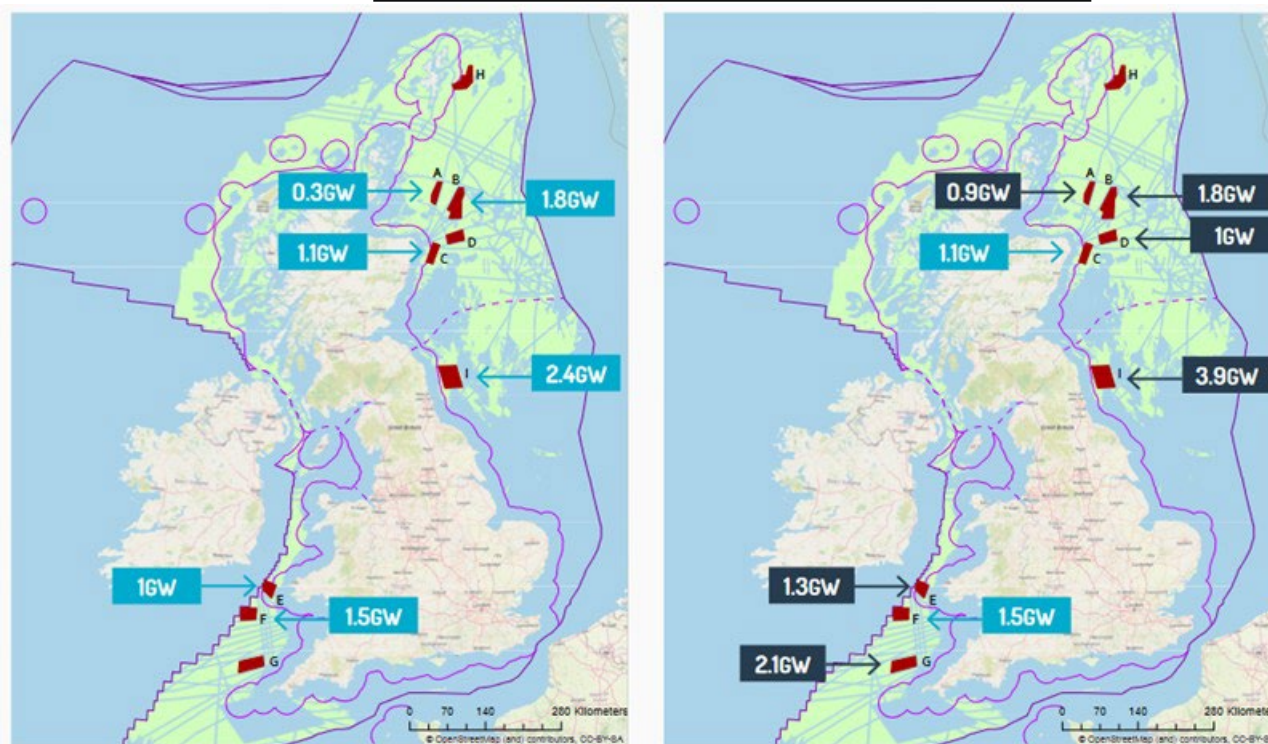
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国:導入目標

- 英国政府は2020年に、洋上風力を2030年までに40GW導入する目標を設定。そのうち1GWは浮体式洋上風力を想定。¹
 - ・ 業界ステークホルダーはこの浮体式洋上風力の目標を控えめと見て、英国政府にさらに野心的な目標を立てるよう呼び掛け。
- 産官学の連携研究プログラムである「Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE)」は、2050年に向けた浮体式洋上風力に適するエリアの特定も実施。²

2050年に向けた洋上風力導入シナリオにおける浮体式洋上風力の設置場所(2040年時点の導入見通し)^注

(左:浮体式合計8GW、右:浮体式合計16GW)



注:左図は2050年までに75GWを導入するシナリオ、右図は2050年までに100GWを導入するシナリオにおける2040年時点の浮体式洋上風力の各地域の導入見通し

出所) Floating Offshore Wind: Cost Reduction Pathways to Subsidy Free, Offshore Renewable Energy Catapult (<https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/01/FOW-Cost-Reduction-Pathways-to-Subsidy-Free-report-.pdf>) P9 <閲覧日: 2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国:浮体式の入札計画(1/2)

スコットランド

- スコットランドの土地等を管理する公益法人Crown Estate Scotlandは、洋上風力向けの海域占有権リース公募 ScotWind Leasingを2020年6月に開始。³
- 本公募は、世界でも現時点で最大規模の浮体式洋上風力の公募。2022年1月17日、Crown Estate Scotlandより事業者選定結果が公表された。⁴
 - 全17サイトに対して合計74件の応札があり、着床式・浮体式を合わせ17件、約25GWの洋上風力開発権が認可された。
 - うち浮体式は半数以上の11件、約14.5GWを占める。
(※着床式と浮体式の混合形式1件を含む)
- スコットランド政府によると、今回のScotWind Leasingの開発により、1GWあたり最低10億ポンドのサプライチェーン投資が行われると想定されている。⁵

ScotWind Leasing選定結果⁴

選定事業者(幹事社)	形式	容量
BP Alternative Energy Investments	着床式	2,907MW
Offshore Wind Power	着床式	2,000MW
Scottish Power Renewables	着床式	2,000MW
DEME	着床式	1,008MW
Ocean Winds	着床式	1,000MW
Northland Power	着床式	840MW
Magnora	混合	495MW
Scottish Power Renewables	浮体式	3,000MW
SSE Renewables	浮体式	2,610MW
Shell New Energies	浮体式	2,000MW
Northland Power	浮体式	1,500MW
Falck Renewables	浮体式	1,200MW
DEME	浮体式	1,008MW
Falck Renewables	浮体式	1,000MW
BayWa	浮体式	960MW
Vattenfall	浮体式	798MW
Falck Renewables	浮体式	500MW

出所)Initial Predictions for Offshore wind Farms in the ScotWind Leasing Round, Offshore Renewable Energy Catapult (https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/03/AiPaper_ScotWind_Predictions_FINAL.pdf) P9<閲覧日:2022/2/28>

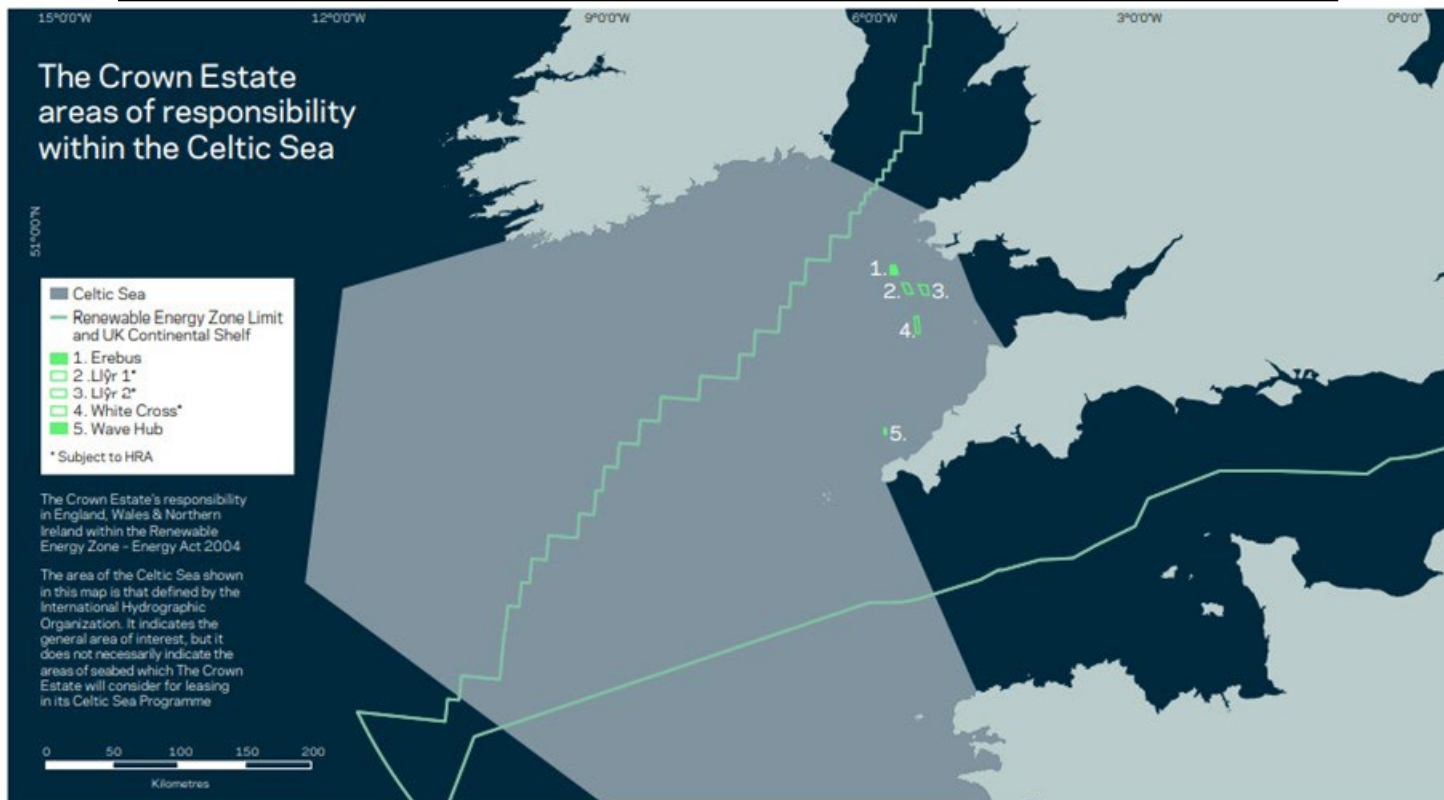
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国：浮体式の入札計画(2/2)

イングランド、北アイルランド、ウェールズ

- 英国の土地等を管理する公益法人Crown Estateは、浮体式洋上風力のケルト海における海域占有権リース公募に関する計画を2021年11月に発表。⁶
 - ・ 本公募は、英国初の浮体式洋上風力専用の海域占有権リース公募となる。
 - ・ Crown Estateは現在業界ステークホルダーと連携し、対象海域と公募の設計に関する検討を行っている。
 - ・ 今後海域の指定を行い、2023年に海域占有権リースの契約を浮体式洋上風力の選定事業者に授与予定。

ケルト海における英国の再生可能エネルギー海域と浮体式洋上風力実証実施予定エリア



出所)Celtic Sea Floating Wind Programme, Crown Estate (<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3975/celtic-sea-floating-wind-position-paper.pdf>)P4
 <閲覧日: 2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国：浮体式実証・プレ商用プロジェクトの動向(1/3)

- 英国では、2つの数十MW浮体式実証プロジェクトが既に稼働済みであり、さらに2020年代後半にかけて運転開始を予定する数百MW実証・プレ商用ファームの開発計画が存在。⁷
- このうち、ErebusについてはCrown EstateのTest and Demonstration プロジェクトとしてリース権益が付与されており、White Cross及びLlŷr 1/Llŷr 2についてはPlan level HRA実施後に、正式にリース契約が締結可能となる。

英国で実施/計画されている浮体式の実証/パイロットプロジェクト

プロジェクト名称	海域	事業者	参考情報	規模
Hywind Scotland ⁸	スコットランド沖	Equinor ^{※1}	● 2017年運転開始	30MW
Kincardine ⁹	スコットランド沖	Cobra	● 2021年運転開始	50MW
Llŷr 1 ¹⁰	ケルト海	Floventis Energy (SBM Offshore及びCiercoのJV)	● Plan level HRA ^{※2} 実施後、海域リース契約を締結可能	100MW
Llŷr 2 ¹⁰	ケルト海		● 最短2025～2026年設置予定	100MW
Erebus ¹¹	ケルト海	Blue Gem Wind (Simply Blue Energy及びShellのJV)	● 2020年8月、海域リース権付与 ● 2026年運転開始予定	96MW
White Cross ¹²	ケルト海	Offshore Wind Limited (Cobra及びFloatation EnergyのJV)	● Plan level HRA ^{※2} 実施後、海域リース契約を締結可能 ● 2026～2027年運転開始予定	100MW
Salamander ¹³	スコットランド沖	Simply Blue Energy	● 2028年運転開始予定	200MW
Valorous ¹⁴	ケルト海	Blue Gem Wind (Simply Blue Energy及びShellのJV)	● 2028～2029年運転開始予定	300MW

※1：同社には、ノルウェー沖の洋上石油・ガスプラットフォームへの電力供給を目的とした88MW浮体式発電所を2022年に稼働させる計画(Hywind Tampen)も存在。

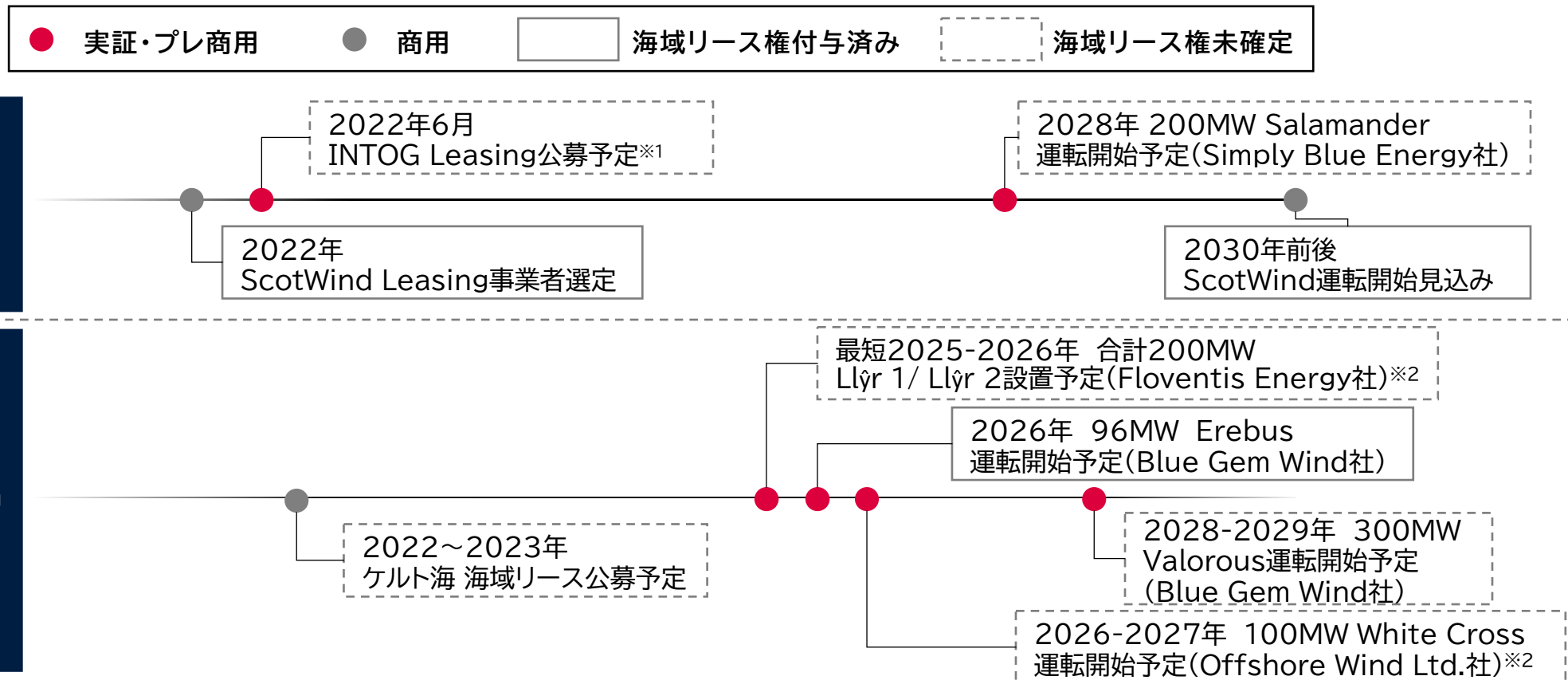
※2：計画レベルでの生息地規制評価(plan-level Habitats Regulations Assessment(HRA))の略。

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国：浮体式実証・プレ商用プロジェクトの動向(2/3)

Stepping-stone方式による浮体式の開発(1/2)

- 英国では、実証フェーズ～プレ商用フェーズ～商用フェーズへと段階的に開発規模を拡大する開発方式(Stepping-stone方式)を採用するプロジェクト計画が存在。¹⁵
- ScotWind Leasingに代表される将来の大規模商用ファーム開発と現在の浮体式プロジェクトを接続し、ローカルサプライチェーン構築の機会獲得や浮体式の技術的リスクの低減を目的として実施。¹⁶



※1:INTOG:Innovation and Targeted Oil and Gas offshore wind leasingの略。詳細は次項参照。

※2:計画レベルでの生息地規制評価(plan-level Habitats Regulations Assessment(HRA))の実施後に、正式に海域リース契約を締結可能。

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

英国:浮体式実証・プレ商用プロジェクトの動向(3/3)

Stepping-stone方式による浮体式の開発(2/2)

- Stepping-stone方式の開発を支える制度設計として、洋上風力のイノベーションやサプライチェーン形成支援を目的とした海域リース制度や、CfD入札での浮体式を含む未成熟技術向けの入札枠が存在。
 - 2022年2月、Crown Estate Scotlandはイノベーション及び石油・ガスセクターの脱炭素化支援を目的とした小規模プロジェクトの海域リース手続き(INTOG leasing: Innovation and Targeted Oil and Gas offshore wind leasing)案を公表。2022年6月より、入札手続きが開始される予定。¹⁷
 - Crown EstateのTest and Demonstration projectとして4海域・約400MWの浮体式実証プロジェクトが存在。さらに、今後の海域リースでは、プレ商用プロジェクト(300~350MW)と商用プロジェクト(最大1GW)の2種類に区分し、サプライチェーン形成及びインフラ開発を支援するために必要な規模とペースで実施する方針を表明。¹⁸
 - CfD Allocation round 4(AR4)では、浮体式を含む未成熟な再エネ技術(潮流発電、波力発電等)を対象とした入札枠が設けられ、着床式とは異なる価格水準・予算でレベニューを担保。浮体式のStrike Price: 122 £/MWh(1ポンド=155円換算で約18.9円/kWh)。¹⁹
- 制度設計と併せて、ScotWindに代表される将来の大規模商用プロジェクトのパイプラインが存在。
 - スコットランド: 2022年1月、ScotWind Leasingで約15GWの浮体式向け海域リース権を付与⁴
 - ケルト海: Crown Estateがケルト海における浮体式向け海域リース計画を公表⁶



レベニースキーム の整備

- CfD AR4では、浮体式を含む未成熟技術を対象とした入札枠を整備
- 着床式とは異なる条件で、浮体式のレベニューを担保



プレ商用ファーム 向け海域指定

- 洋上風力発電のイノベーションと石油・ガスセクターの脱炭素化を目的とした小規模プロジェクトの海域リース手続きが公表
- ケルト海でのプレ商用ファームの海域リースに向けた手続き実施中



商用プロジェクトの パイプライン整備

- スコットランド: 2022年1月、約15GWの浮体式向け海域リース権を付与
- ケルト海: Crown Estateが浮体式向け海域リース計画を公表

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



英国: 主要な技術開発プログラム

- 英国の浮体式洋上風力の商用化に向けた技術開発戦略はイノベーションを重視している。
 - ・ イノベーションは開発・設計・製造・設置・運用の効率化とリスク低減を可能とし、コスト削減のキードライバーになると考えられている。²⁰
- 各分野のイノベーション促進のため、多くの産学官連携プログラムが立ち上げられている。(下表参照)
- 各機関やプログラムにおいて、浮体式のコスト低減に必要なイノベーションや、大きなインパクトを持つ要素として、主に浮体基礎、係留システム、ダイナミックケーブル等が挙げられている。

浮体式洋上風力の主要な産学官連携プログラム

目的	プログラム名	期間	概要
補助金	BEIS Floating Wind Demonstration Programme ²¹	2021年4月～2024年3月	● 浮体式洋上風力における技術・商品の開発を支援する、競争型の助成金制度 ● 浮体基礎、係留・アンカー、ダイナミックケーブルの課題解決に向けた新規技術開発に対して助成金を提供
技術開発	Floating Offshore Wind Centre of Excellence (FOW CoE) ²²	2019年10月～現在	● 業界ステークホルダー、学術機関等を巻き込んだ産官学連携研究プログラム ● 研究プロジェクトを通じて英国における浮体式洋上風力の技術開発を推進
技術開発	Floating Wind Joint Industry Project (JIP) ²³	2016年7月～現在	● Carbon Trustと15の国際洋上風力ディベロッパーから構成される研究イニシアティブで、スコットランド政府が支援 ● 大規模浮体式洋上風力の導入における課題と機会の検討を目指す
企業マッチング	Offshore Wind Innovation Exchange ²⁴	2017年1月～現在	● Knowledge Transfer Network (KTN)が運営する、公的支援による業界横断側プログラム ● 洋上風力に関する課題を持つ企業を、それらの課題の解決策を持つ団体に分野横断的にマッチング
技術ロードマップ作成	Offshore Wind Innovation Hub ²⁵	2017年1月～現在	● 洋上風力のコスト削減と英国における経済波及効果の最大化を目指す団体で、公的支援を受け、ORE CatapultとKnowledge Transfer Network (KTN)が運営 ● 英国における洋上風力の課題とイノベーション優先事項を整理したイノベーションロードマップを作成。産官学で連携し、業界情報を集約した信頼性のあるイノベーションロードマップを作成することで、英国における洋上風力のイノベーション活動のコーディネートを目指す

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



Floating Wind Joint Industry Program (JIP)の概要

- Floating Wind Joint Industry Program(以下、JIP)は、カーボントラストと17の洋上風力関連事業者による共同研究開発イニシアチブであり、商用規模の浮体式ウィンドファーム開発の課題克服のために設立。²³
 - 【参加事業者】英・BP、仏・EDF Renouvelables、独・EnBW、ノルウェー・Equinor、デンマーク・Ørsted、西・Ocean Winds、ベルギー・Parkwind、独・RWE Renewables、英・ScottishPower Renewables、蘭・Shell、英・SSE Renewables、仏・Total Energies、スウェーデン・Vattenfall、独・Wpd、東京電力、東北電力、九電みらいエナジー
- 現在JIPではPhase4まで検討が進んでおり、そのうちPhase3までの検討結果をサマリーレポートとして公表。²⁶

検証項目		Stage 1 (2016)	Stage 2			
			Phase 1 (2017-2018)	Phase 2 (2018-2019)	Phase 3 (2019-2020)	Phase 4 (2020-2021)
政策・規制		○				
コスト感度分析		○				
発電電力量(AEP)の予測						○
連成解析モデルの基準						○
設備	風車に求められる要件			○		○
	浮体基礎の大型化			○		
	電気システム		○	○ ※ダイナミックケーブル		
	係留システム		○		○ ※厳環境下を想定	
施工	インフラ・ロジスティクス		○			
	洋上におけるクレーン作業			○		
O&M	点検・監視技術			○		
	洋上クレーンによる保守				○	
	港湾への曳航による保守				○	
	風車へのアクセス方法					○
技術コンペティション				ダイナミックケーブル	O&M要素技術	

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

 JIPフェーズ1 (1)電気システム

●:技術的な推奨事項・技術開発要素 ●:制度・認証に関する推奨事項

	JIPでの検証結果	JIPで明らかとなった課題	技術開発要素・推奨事項
浮体式変電所	- 揺れが少なく、耐用年数の長い商用浮体式変電所は実現可能 - マイナーな変更のみで、既存電気設備を適用可能	既存電気設備を浮体式変電所に用いるために、実証及び認証基準が必要	- 低コストな浮体式変電所の躯体開発 - モジュラー型変電所の調査 - 海底変電所の実現可能性 - 電気設備の疲労解析 - 電気設備の標準及び試験方法に関するガイドラインの整備
ダイナミックケーブル	柔軟な補強材(Bend Stiffener)の使用により、ケーブル構成を最適化し、十分な耐用年数を実現可能	- 高圧ダイナミックエクスポートケーブルの開発/認証基準の整備 - 生物付着が物理的影響をもたらす懸念が存在	- 中深度での動的荷重及び挙動解析 - 疲労耐性をもつ遮水層[※]及び高強度外装ケーブル(armored cable)開発 - 生物付着自動除去システムの開発 - 曲げ疲労荷重を低減するケーブルアタッチメントの開発 - 高圧ダイナミックケーブルの標準及び試験方法に関するガイドラインの整備
Dry-mateケーブルコネクタ	- 既に調達可能であり利用可能 - 技術の採用可否は、ウィンドファームでのO&M戦略や、運用期間中に想定される大規模修繕の回数に依存	風車からケーブルを一時的に切り離す際の休止手順の整備が必要	風車O&M時のケーブル切り離し手順の開発(※Phase 3で関連事項を検討済)
電気回路・ケーブル埋設	着床式洋上ウィンドファームにおける従来の電気回路・ケーブル埋設と相違無し	特になし	新しいケーブル敷設方法の開発(※Phase 2で検討済)

※原文ではRadial Water Barrierとの表記。

出所) Carbon Trust, "Floating Wind Joint Industry Project -Phase I Summary Report", p.32~40, (2018年5月)

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

 JIPフェーズ1 (2)係留システム

●:技術的な推奨事項・技術開発要素 ●:制度・認証に関する推奨事項

	JIPでの検証結果	JIPで明らかとなった課題	技術開発要素・推奨事項
設計	- 係留故障は起こり得るが、適切な計画により多くの故障要因を回避可能 - 地震による地盤液状化は課題だが、アンカーを深く打ち込むことにより影響を緩和可能	- 疲労荷重に関する理解が不足 - 浮体式ウィンドファーム専用の係留システムの設計基準が必要 100m以下の水深では、深海域と比較して係留及びテンドン設計が困難	- 疲労メカニズムの知見蓄積 - 数値解析と荷重解析ツールの改良 - 浮体式洋上風力のための全般的な認証・標準の整備 - 業界全体でのコンポーネントの標準化 - 困難な海底地盤におけるアンカー設計 60-100mの中深度における経済的な係留システムの開発 - TLPにおける地震の影響の把握 - 環境負荷シミュレーションの精緻化
新しい係留手法	- 様々な係留手法について調査を実施 - 共用アンカー(1アンカーに複数の係留索を繋ぐ工法)にはコスト削減ポテンシャルを確認	共用アンカーの実用化には課題が存在	共用アンカー技術やインターアレイ係留索コンセプトの更なる検証
材料・コンポーネント開発	合成繊維索はコスト低減につながる可能性がある	合成繊維索を長期間にわたって適用する場合には更なる開発が必要	- 合成繊維索の開発及び認証 10MW超風車に対応した大直径係留索及び高強度部材の開発
施工・敷設	- 施工工程のコストインパクトが特に大きい - トップコネクタ(浮体と係留を接続する基礎側の箇所)とアンカーが、敷設作業に影響を及ぼす	アンカリング及び係留作業をシンプルにする新技術が必要	- 施工業者と連携し、浮体基礎開発の初期段階における係留システムの検討 - 大直径係留索及び大型アンカーの敷設能力を有するアンカーハンドリング船の開発
O&M	Oil&gasセクターの技術をそのまま適用可能	Oil&gasセクターの技術は高コストであり、低コストな手法・技術が必要	コスト効率に優れた監視・点検手順や技術の開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

 JIPフェーズ1 (3) インフラ・ロジスティクス

●: 技術的な推奨事項・技術開発要素 ●: 制度・認証に関する推奨事項

JIPでの検証結果

JIPで明らかとなった課題

技術開発要素・推奨事項

港湾 インフラ	低コストなジャッキアップ船を浮体式用に転用することで、港湾部のクレーン能力の制約を緩和できる可能性がある	浮体式の建設に必要な要件(港湾喫水、岸壁エリア、陸上保管エリア、静穏水域、クレーン吊荷能力)を充足する港湾は限定的	- 港湾の必要喫水を低減可能な手法の開発(浮体用ブイ) - 港湾インフラの改良 - 岸壁での高速荷役用の油圧技術
基礎製造・ 組立・積出	浮体基礎の製造は建設フェーズにおける所要時間を決める重要な工程であり、浮体基礎の設計と港湾インフラの双方が、量産化に適している必要がある	ドライドックでの浮体基礎組立では経済性を確立することが難しく、岸壁での量産方法の確立が必要	- モジュールコンポーネント用の高速溶接技術 - 施工時間を短縮するコンクリート敷設技術
風車 アセンブリ	- 風車の組立はコストドライバーとなる。 - 港湾での組立はダウンタイム削減や港湾クレーンを活用可能な点で望ましい - 洋上施工はfloat to float運用や悪天候によるダウンタイム、傭船料など課題は多いが、適切な港湾インフラが存在しない地域では潜在的な活用可能性がある	特になし	効率的かつコスト効率のよい風車組立手順の開発
曳航・設置	- 組立港湾からサイトまでの離岸距離が長距離となる場合、複雑、長時間かつコストのかかる曳航作業が必要 - 気象予測期間(72時間、最大580km)を超える曳航が必要な場合、曳航に影響を及ぼす	アンカリング及び係留作業をシンプルにする新技術が必要	- 係留索・アンカー敷設のロジスティクス - ダイナミックケーブル敷設・取外し技術 - アンカーハンドリング船の技術改良 - 気象予測技術の高度化 - ロジスティクスモデルツールの高度化
O&M	ヘビーリフトによる洋上での運転保守は、いくつかの浮体形式にとっては必須要件	港湾まで曳航する保守方法は、浮体式風力設備と係留・海底ケーブルの取り外し作業の複雑さと港湾インフラが主な課題	- ヘビーリフトによる洋上保守/港湾まで曳航する保守の実現可能性とコストの調査(※Phase 2～3にて検討済) - 浮体へのアクセシビリティ及び作業性の検証(※Phase 4にて検討中)

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



JIPフェーズ2 (1)風車に求められる要件及び浮体基礎の大型化

●:技術的な推奨事項・技術開発要素 ●:制度・認証に関する推奨事項

	JIPでの検証結果	JIPで明らかとなった課題	技術開発要素・推奨事項
浮体式風車に求められる要件	- 着床式で採用されている風車に大幅な改修を加えなくとも、浮体式に適用可能 - ナセル加速度によって生じる荷重が、風車に求められる要件を決定する主な因子 - 風車メーカーによる浮体式の風車要件は、過度に保守的なものではない	- タワーには大きな荷重がかかり、加えて従来の風車制御ソフトウェアではネガティブダンピングが発生するため、それぞれ改修が必要 - 浮体式固有部品への荷重や厳環境下における影響を分析するために、長期的なプロジェクト経験が必要	- 風車メーカーと浮体基礎開発者の連携促進 - 将来的な浮体式専用風車の開発
浮体基礎の大型化	- 風車出力:6MW/10MW/15MWの3種類、浮体形式:セミサブ型、スパー型、バージ型、TLP型の4種類でそれぞれ検証を実施 - 浮体形式を問わず、風車の大型化に伴って浮体基礎に必要なMWあたりの一次鋼材、二次鋼材や係留チェーンやアンカー重量が減少し、それに伴って製造、保管、輸送に必要な場所も減少	大型風車を商用浮体式ウィンドファームに採用することによる浮体基礎への課題は想定されない	特になし

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



JIPフェーズ2（2）洋上におけるクレーン作業

●：技術的な推奨事項・技術開発要素 ●：制度・認証に関する推奨事項

JIPでの検証結果

- ・ 浮体式の設置に利用可能な船舶の選択肢及び経験が限定的
- ・ クライミングクレーンなどの代替リフト技術は、主要部品の保守作業における有望なソリューションとみなされる
- ・ 大型風車の設置に利用可能な船舶が限られている。特に今後の洋上風力施工船においてクレーン吊り荷高さが重要となる。
- ・ 船体動揺抑制装置(Motion compensation system)が開発されているが、浮体式洋上風力特有の要件に焦点を当てた開発ではない

JIPで明らかとなった課題

- ・ 着床式、浮体式用の次世代施行船には、クレーン吊荷能力に加え、十分な吊り荷高さとしリーチを備えたクレーン及び優れた船体動揺抑制装置(Motion compensation system)を備えることが要件となる
- ・ 3D Motion compensationやクライミングクレーンなど有望な代替技術の開発とスケールアップが必要

技術開発要素・推奨事項

<開発事業者>

- ・ 風車メーカーをサプライチェーンに参加させることを奨励し、施工・O&Mが容易な次世代風車の設計に変えていくことを促す
- ・ 着床式洋上風力案件及び浮体式洋上風力実証プロジェクトにおいて、新しい施工技術を試す機会を設ける

<風車メーカー>

- ・ 将来の風車サイズおよび上市時期についてより明確な見通しを公表する
- ・ 次世代風車をより設置しやすいものに変更することを検討する(例:スリッジョイント式タワー、動揺を抑えるバンパー等の補助器具、輸送・施工時における加速度要件の明確化、設置・輸送時のブレード回転を不要とする工法、クライミングクレーンの電力源・クレーン加重箇所の検討)

<基礎開発事業者>

- ・ 浮体式基礎の大きさ及び動揺特性に対する透明性を高めること
- ・ O&M戦略を浮体式基礎の設計に統合させること

ヘビーリフト
船舶・
その他の代
替技術

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



JIPフェーズ2（3）高圧ダイナミックエクスポートケーブルの開発

●：技術的な推奨事項・技術開発要素 ●：制度・認証に関する推奨事項

	JIPでの検証結果	JIPで明らかとなった課題	技術開発要素・推奨事項
ダイナミックエクスポートケーブルの開発・設計	- 洋上風力発電用に製造された高圧ダイナミックケーブルはほとんど存在しない 33kVダイナミックケーブルに影響を与えた多数の障害から、貴重な教訓が得られた（不適切なケーブルハンドリング、ケーブル及びケーブル保護システムの不適切な設計によるケーブル疲労の早期発生）	ケーブルが適切かつ予測可能な強度・耐久性を持つよう、セクション横断的な設計が必要（材質の選択、構成要素のサイズ等）	- 適切なコンダクターの選択 - 高圧ケーブル製造技術の開発 - フルスケール疲労試験を実施するための試験設備の整備 - 海底トランジションジョイントの開発 - 試験・認証制度の整備 - 状態監視技術の開発・実証（ケーブル温度監視システム、ケーブルひずみ監視システム）
ダイナミックエクスポートケーブルの取扱技術	特になし（phase 1にて調査済み）	ダイナミックエクスポートケーブルは通常2層以上のより線外装が施されているため、施工中に過度に曲げたりねじることによってケーブルにねじれを蓄積しないよう、適切なケーブル取り扱い手順・ハンドリング技術が必要。	高圧ダイナミックエクスポートケーブルを安全に扱う取扱技術の改良（例：高い剛性、過度の曲げやねじれに対する耐性に対応したケーブル取り扱い技術）

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

 JIPフェーズ2 (4)点検・監視技術

●:技術的な推奨事項・技術開発要素 ●:制度・認証に関する推奨事項

	JIPでの検証結果	JIPで明らかとなった課題	技術開発要素・推奨事項
点検・監視要件	- 国際的な規制はなく、国により様々な規則を適用し、また船級協会が海洋慣習に基づく規則を提供。多くのガイドラインでは、5年ごとの点検を要求。 - 現行ガイドラインは既に古い内容となっており、多くの団体がガイドラインを更新、新規作成している	現行の保守的なリスク評価を懸念分野として特定	- 年間故障率をベースに係留故障を評価するフレームワークについて、船級協会と合意する必要有 - 船級協会は、他の主要なステークホルダーとともに、係留故障リスクと点検コストを削減する方法について合意に至れるよう関与する必要がある
点検手法及び点検技術	- 先進的な組織において、リスクベースド・アプローチに基づく点検頻度・点検項目の定義の適用を認め始めている。 20～50ユニットの内の1ユニットを代表サンプリングとして点検する手法について、認証協会にて検討が開始 - 状態監視技術の開発に注目が集まる	- デジタルツインを用いた点検やUSV、ROVが有人の点検方法より低コストな解決策になり得る - 係留索の遠隔状態監視では、取得したデータの海中からの転送方法が課題となり、長期的に利用可能な選択肢が限定される 1ユニットを代表として点検するサンプリング方式がもたらすコスト低減ポテンシャルは優れているものの、現在の方法論は抽象的であり、実運用は難しい	- デジタルツイン向けに、状態監視センサーと連携する確率モデルの開発 - 水中センサーへの電源供給システムを含めた、係留システムの遠隔監視設備の開発 - ダイナミックケーブルの状態監視用光ファイバーコアの信頼性向上

※USV: Unmanned Surface Vehicle, ROV: Remotely Operated Vehicleの略。
出所) Carbon Trust, "Phase II Summary Report", p.61 ~67, (2020年7月)

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

JIPフェーズ2 (5)ダイナミックエクスポートケーブル開発のコンペティション

- 2019年4月、FWJIPの一環としてダイナミックエクスポートケーブルの技術コンペティションを開催。5～10年以内に商用規模のプロジェクトに対して、有力なオプションとなる130～250kV高圧ダイナミックケーブルの設計・初期検証・開発を促進することを目的として実施され、2020年3月に第1フェーズが終了。
- 大手ケーブルメーカーやOil&Gasサプライチェーンから以下の5社が選定された。
 - ノルウェー・Aker Solution
 - 日本・古河電気工業
 - ギリシャ・Hellenic Cables S.A.
 - 英・JDR Cable system
 - 中国・中天科技(Zhongtian Technology Submarine Cable)

出所) Carbon Trust, Carbon Trust's Floating Wind Joint Industry Project reveals winners of dynamic export cable competition, 2019年4月17日
(<https://www.carbontrust.com/news-and-events/news/carbon-trusts-floating-wind-joint-industry-project-reveals-winners-of-dynamic>) <閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

 JIPフェーズ3 (1)洋上クレーンによる保守

●:技術開発要素・技術的な推奨事項 ●:制度・認証に関する推奨事項

JIPでの検証結果

JIPで明らかとなった課題

技術開発要素・推奨事項

洋上クレーンによる保守

- 重量物運搬船(Heavy Lift Vessel)、船舶に取り付けたクレーン(Vessel Mounted Crane※起重機船等に相当)、ナセルクレーンの3種類のクレーン手法について評価を実施
- 既存の重量物運搬船のほとんどが、10MW以上の風車をハブ高さ(海面約112m)まで持ち上げられない。
- 船舶に取付けたクレーン(起重機船等)は、あらゆるタイプの基礎とタワーでの運用が期待される
- ナセルクレーンは、特定の基礎形式(フットプリントの小さいスパー、タワー下部にコンポーネントを仮置き可能なセミサブ・バージ)において、より適切な可能性がある
- クレーン配備に要する時間を低減することが、コスト低減の鍵。ナセルクレーンを利用する場合、風車へのクレーン設置・撤去に最大2.5日を要するため、船舶に取り付けたクレーンと比較してコスト高になりやすい。
- 現在、船舶に取り付けたクレーン(起重機船等)が最も適したソリューションだが、他の代替技術についても今後の開発が必要。

- クレーンフックとナセルの相対運動を低減することが、洋上クレーンにおける保守領域の重要な技術的課題である

- 様々な成熟段階にある代替技術のさらなる開発
- 風力発電機の部品の正確なポジショニングに役立つツールとガイドシステムの開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



JIPフェーズ3（2）港湾への曳航による保守

●：技術的な推奨事項・技術開発要素 ●：制度・認証に関する推奨事項

JIPでの検証結果

JIPで明らかとなった課題

技術開発要素・推奨事項

港湾への曳
航による運
転保守

- ・ セミサブ型には有益なメンテナンス手法
- ・ TLP・スパー型に関する課題に取り組んだ技術はほぼ存在しない
- ・ 港湾インフラと陸上クレーンの吊り荷高さが、港湾への曳航による商業ベースでの保守の成功要否の決定要因になり得る
- ・ ダイナミックポジショニングシステム（DPS）を備えたタグボート、船体動揺抑制機能付きギャングウェイを備えたSOVは、精度の高い位置保持と貨物・人員の安全な輸送をおこなうために奨励される
- ・ ケーブル敷設及び回収を不要とする技術により、保守作業時間が大幅に短縮される見込み
- ・ 係留とケーブルの切断・再接続時に、タグボートや船舶利用、海象条件や水深等の特性を考慮することにより、大幅に時間が短縮される見込み

- ・ アレイケーブルの導通を維持するために用いられるケーブルジョイントへの設置時間が、風車の曳航に要する時間よりも長期間に及ぶ
- ・ 海洋条件もしくは部品交換を実施する月の選択が、稼働停止に伴う発電損失に大きな影響を及ぼす
- ・ 最新技術を用いた場合でも、3～10月中に50基の風車の保守作業を完了するために、複数の船舶が必要

- ・ 大型風車や高圧ケーブルに適用するために、ケーブルの接続・切断手順の継続的な開発
- ・ 厳海象条件での曳航に適応した船舶の設計要件の変更
- ・ 発電量を低減させないため、保守に適した陸上クレーンの整備
- ・ より早い設置を可能にし、全体の保守時間低減につながる、一時的なケーブルジョイントの開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



JIPフェーズ3 (3) 厳環境下における係留システム

●: 技術的な推奨事項・技術開発要素 ●: 制度・認証に関する推奨事項

JIPでの検証結果

技術開発要素・推奨事項

全般

- Oil&Gasセクターから既存技術に移転可能だが、厳環境下においては良い技術ではない
- 係留システムの構成要素のうち、素材が最も高い技術開発のポテンシャルがある
- 浮体式用係留システムを開発することで、設置作業の容易化及びコスト削減が期待

- 荷重が設計限度に達した時、軸方向に伸びることが出来る係留索用材料の開発が必要
- 浮体式専用の係留システムの開発
- 全ての土壌や地理的位置の差異を考慮した標準化・設計要件・業界基準の設定が必要

係留技術の開発

- 既存のアンカータイプで十分であるが、浮体式専用のアンカーを開発することで、さらなるコスト削減が可能
- 共用アンカー(※一つのアンカーで複数の係留索を支える手法)の開発可能性が有る
- 単一係留索による係留手法は、インターアレイケーブルの故障、係留索やケーブルの絡み合い、ケーブルの衝突・損傷など、重大な影響を及ぼしかねない
- 共用係留索による係留手法は、設置する洋上設備を減らす可能性はあるが、設置・補修工程がより複雑でリスクが高い
- 係留索と基礎の接続箇所、係留が海底に接触する接地点、掛け金やスィーブルコネクタ等の継ぎ目など、典型的な故障個所の信頼性を向上させることで、潜在的な係留故障の発生を抑制し、HSEリスクを低減
- 軸方向の荷重軽減技術(elastomeric tether、ナイロン、緩衝器などの高弾性コンポーネントや、ポリエステルロープ・チェーン・浮力ブイの組み合わせ)は、浅海域におけるスナッチ荷重軽減に効果的
- 大型船舶に用いられてきた従来のフックアップ技術が最も有益と判断

- 浮体式専用アンカーの開発
- コネクタや掛け金等の典型的な故障個所の部品の信頼性向上
- 係留索への荷重軽減技術の開発
- フックアップ補助装置の開発
- 大規模な商用浮体式ウィンドファームの設置を見据え、アンカーサイズや型の選定に必要となる、正確かつ入手可能な地盤工学的データの整備

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

JIPフェーズ3（4）技術促進のためのコンペティション

- 産業課題を克服する可能性が高い技術を評価・支援するために、2019年9月にスコットランド政府が100万ポンドのコンペティションを開催。4つのテーマを設定し、テーマ別に8件のプロジェクトが選定され、2021年3月まで支援が継続された。
- テーマは以下の通り。
 - ✓ 浮体式基礎条での大型風車部品の交換
 - ✓ 港湾へ曳航する場合の基礎の切り離しと再接続
 - ✓ 係留索、ケーブル、基礎の監視、点検技術
 - ✓ 係留索とアンカーの製造、設置、保守

開発領域	実証事業者
加速度及び動揺データを用いた構造物全体の応力を解析する状態監視ソフトウェア	オランダ・Fugro, 英・AS Mosley, 英・University of Strathclyde
係留索に係る応力とメンテナンス時期を特定する荷重モニタリングシステムの開発	アイルランド・Technology from Ideas, 英・WFS Technologies
係留索の途中に設置され、水中で旋回することで波浪時の浮体基礎の動揺を最小限に抑制する荷重軽減装置	アイルランド・Dublin Offshore
基礎と係留索の間に設置される新型圧力式ダンパー	英・Intelligent Mooring Systems, 英・University of Exeter
3Dプリンターで製作するサクシオンコンクリートアンカー	米・RCAM Technologies, 米・The Floating Wind Technology Company
係留索の張力を調整可能な可変式ロックの開発 (※基礎に設置されるウインチの代用技術)	オランダ・Vryhof
仮設式のナセルクレーンの開発	オランダ・Conbit
港湾への曳航時にダイナミックケーブルを一次的に仮接続し、水中保管可能な接続箱の開発	ノルウェー・Aker Solutions

出所) Carbon Trust (<https://www.carbontrust.com/our-projects/floating-wind-joint-industry-project/floating-wind-jip-phase-iii>) <閲覧日:2022/2/28>
Carbon Trust, “Phase III Summary Report”, p.59 ~62, (2021年)

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

JIPフェーズ4 調査概要

- 2020～2021年にかけて、FWJIPのフェーズ4の調査が実施された。(※サマリーレポートは未発行)

JIPでの調査項目

風車への アクセス方法	• 様々なアクセス方法による、セミサブ、スパー、TLP、バージ型の浮体基礎のアクセスパフォーマンスを推定 • 予想される環境条件におけるアクセス戦略を定義・最適化 • アクセス率による設備利用率への感度を分析 • 浮体式基礎の動揺が洋上作業員に与える影響を把握
発電電力量 (AEP)の 予測	• ウェイクロスとそれに関連する不確実、及び出力へ与える感度を定量化 • 浮体式プラットフォームに設置された風車の推定年間発電量(AEP)予測の開発 • コントローラー最適化とダンピングとのトレードオフ • 浮体式基礎の動揺や基礎形式の差異による発電量への影響を把握
浮体式風車 の評価	• 以前の調査(FWJIP Phase 2)に基づき、機械・電機部品への浮体式特有のリスクに関するメーカーの調査を支援 • 主要サプライヤー、特に風車メーカーと協働するためのフォーラムを支援 • 発電電力量(AEP)予測技術を発展させ、大規模浮体式プロジェクトへの投資の信頼性を高めるための支援、助言及びロビー活動を実施
連成解析 モデルの 基準	• どの荷重条件が浮体式用風車の設計を推進するかレビューを実施 • 荷重条件に関する既存の浮体式風力発電の規則・ガイドライン及び基準についてレビューを実施 • 解析ツールの選択と実行、及び解析実行に奨励される荷重条件に関してベストプラクティスガイダンスを作成 • 浮体式の基準に含められる適切な荷重条件の推奨、及び複数の標準間において基準が不一致である領域をハイライト

出所) Carbon Trust (<https://www.carbontrust.com/our-projects/floating-wind-joint-industry-project/floating-wind-jip-phase-iv>) <閲覧日:2022/2/28>
Carbon Trust, “Phase III Summary Report”, p.64～65, (2021年)

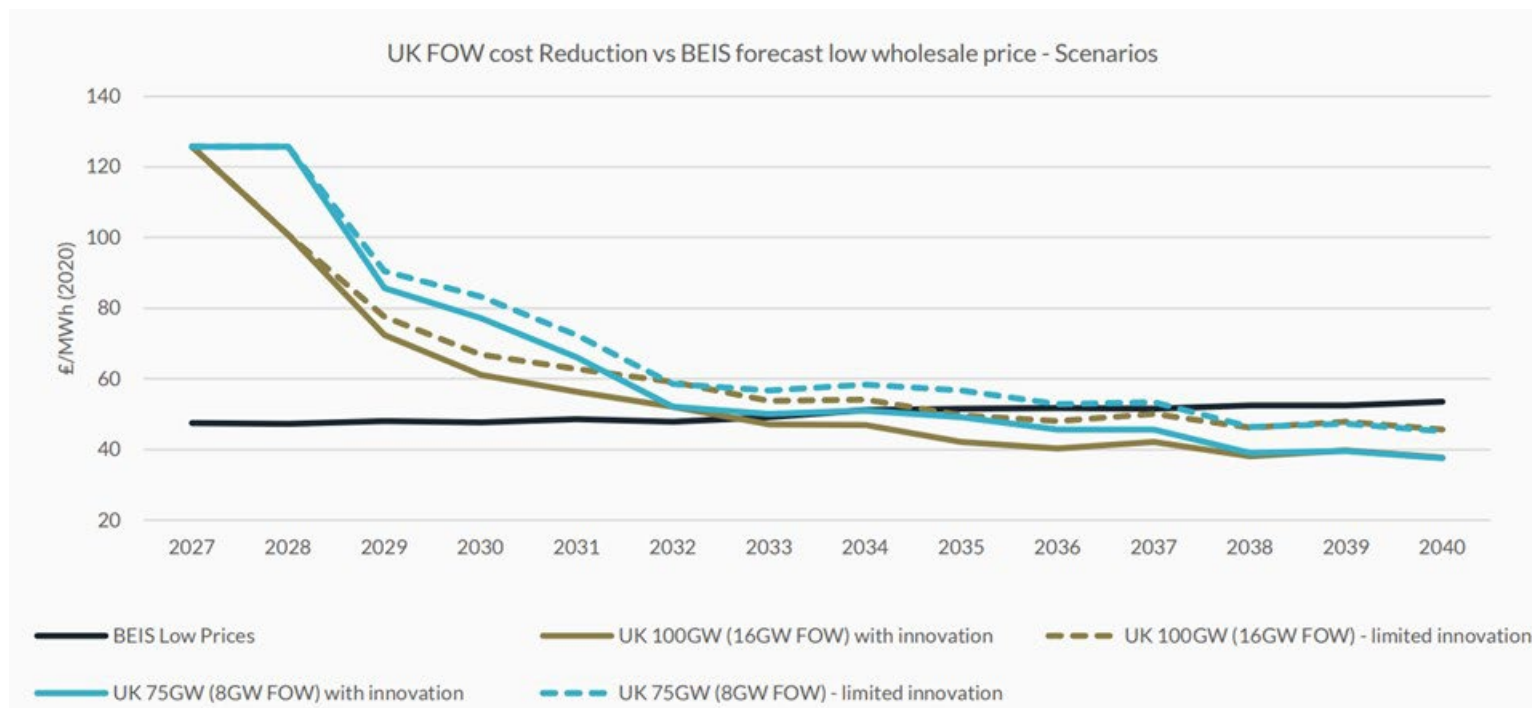
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



英国：浮体式のコスト見通し

- FOW CoEは2021年に、浮体式洋上風力のLCOE削減見通しを発表。
- より大きい市場を形成し、イノベーションが活性化される想定シナリオにおいて、2030年代前半に卸電力市場価格を下回る見通しが出されている。

英国における浮体式洋上風力のコスト低減見通しとBEIS^注による卸電力価格見通し



注：BEIS＝英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



英国：浮体式のサプライチェーン形成に向けた支援策

- 英国では、2019年に官民連携政策「UK Offshore Wind Sector Deal」が発表され、英国内調達比率60%(2030年)の目標や、サプライチェーンへの投資等が挙げられている他、入札の事前資格審査においてサプライチェーン計画(「Supply Chain Plan」)の提示(英国内調達に係る詳細な情報も含む)の義務化がなされている等、サプライチェーンの国内形成を促す基盤政策が整っている。²⁷
- これらの基盤政策のもと、それぞれの地域でサプライチェーン形成等を目的とした様々な団体が立ち上がっている。浮体式洋上風力にフォーカスした取組もなされており、Celtic Sea Clusterといった浮体式専門の団体も形成されている。²⁸



政策側

- 官民連携政策「UK Offshore Wind Sector Deal」²⁷
 - 2030年目標:英国内調達比率60%
 - 最大2.5億ポンドのサプライチェーンへの投資
- 入札の事前資格審査²⁹
 - サプライチェーン計画の提示の義務化(英国内調達の詳細情報を含む)
- 浮体式洋上風力サプライチェーンへの投資³⁰
 - スコットランドとウェールズにおける浮体式洋上風力向けの港湾と工場を対象とした補助金枠1.6億ポンドを設定



産業側

- 地域のサプライチェーン形成を目的とした団体の立ち上げ(以下、浮体式洋上風力関連団体):
 - **Celtic Sea Cluster**(ウェールズ、コーンウォール、シリー諸島)²⁸:地元企業連携を図り地元サプライチェーンを活かすことで浮体式洋上風力の普及を目指す団体
 - **Deepwind Cluster**(スコットランド)³¹:650以上のメンバー(浮体式洋上風力は200以上)が参加するスコットランド最大の洋上風力産業団体
 - **Scottish Floating Offshore Wind Port Cluster**(スコットランド)³²:港湾間のパートナーシップを促進し、港湾の確保と浮体式洋上風力に必要なサプライヤの確保を目指す団体(立ち上げ段階)

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



英国：浮体式のサプライチェーン形成状況

- 基盤政策や浮体式洋上風力に向けた取組を受け、以下の通り具体的な投資が行われている。特に、基礎の量産化に向けた投資が大きい。

投資団体名	投資先					
	浮体基礎	ブレード	タワー	海底ケーブル	トランジションピース	モノパイル基礎
Ardersier Port※	○ (最大3.0億ポンド)					
SeAH Wind ³⁴						○ (2.5億ポンド)
Siemens Gamesa Renewable Energy ³⁴		○ (1.9億ポンド)				
JDR Cable Systems ³⁵				○ (1.3億ポンド)		
Haizea Wind Group ³⁶			○ (1.1億ポンド)			
GRI Industries ³⁷			○ (0.8億ポンド)			
Smulders Projects ³⁴					○ (0.7億ポンド)	
GE / LM Wind Power ³⁸		○				

凡例：

 浮体式

 浮体式・
着床式

 着床式

※Ardersier Portは、浮体基礎開発事業者であるBW Ideolと連携協定を締結し、同港湾の独占利用を保証。³³

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

出所一覧(英国)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

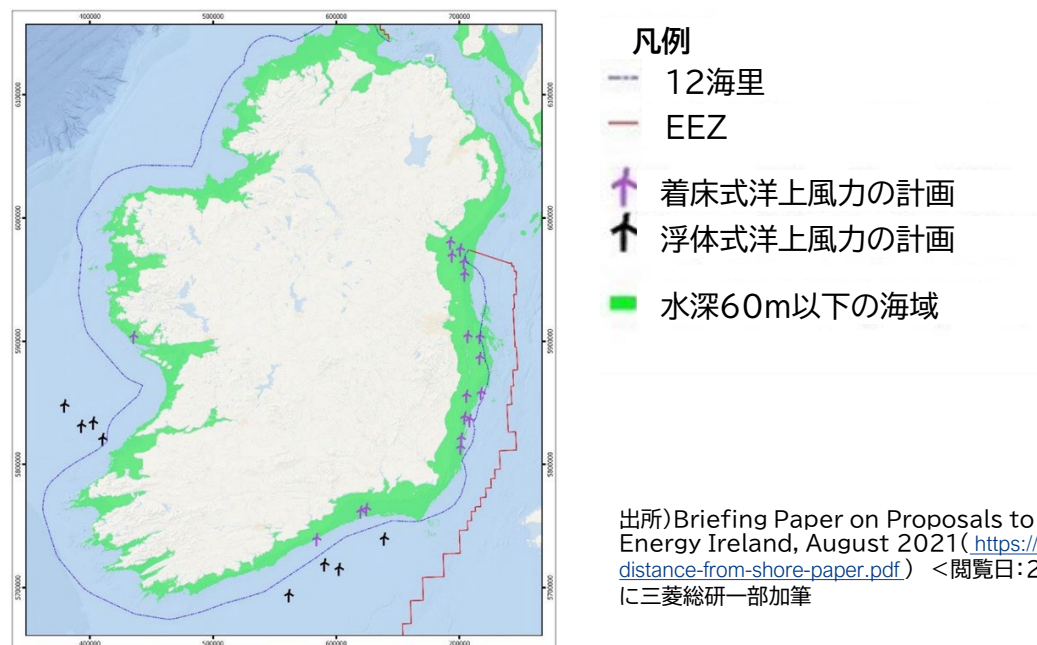
1. 'New plans to make UK world leader in green energy', Press release, Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 6 October 2020 (<https://www.gov.uk/government/news/new-plans-to-make-uk-world-leader-in-green-energy>) <閲覧日:2022/2/28>
2. Floating Offshore Wind: Cost Reduction Pathways to Subsidy Free, Offshore Renewable Energy Catapult (<https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/01/FOW-Cost-Reduction-Pathways-to-Subsidy-Free-report-.pdf>) P9 <閲覧日:2022/2/28>
3. Green light for multi-billion pound investment in Scotland's net zero economy, Crown Estate Scotland, 10 JUNE 2020(<https://www.crownestatescotland.com/news/green-light-for-multi-billion-pound-investment-in-scotlands-net-zero-economy>) <閲覧日:2022/2/28>
4. ScotWind offshore wind leasing delivers major boost to Scotland's net zero aspirations, Crown Estate Scotland, 17 JANUARY 2022(<https://www.crownestatescotland.com/news/scotwind-offshore-wind-leasing-delivers-major-boost-to-scotlands-net-zero-aspirations>) <閲覧日:2022/2/28>
5. Offshore wind development, Scottish Government (<https://www.gov.scot/news/offshore-wind-development/>) <閲覧日:2022/2/28>
6. Celtic Sea Floating Wind Programme, Crown Estate (<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3975/celtic-sea-floating-wind-position-paper.pdf>) P2-3 <閲覧日:2022/2/28>
7. Three new test and demonstration floating wind projects in the Celtic Sea to progress to next stage, Crown Estate (<https://www.thecrownestate.co.uk/en-gb/media-and-insights/news/three-new-test-and-demonstration-floating-wind-projects-in-the-celtic-sea-to-progress-to-next-stage/>) <閲覧日:2022/2/28>
8. World's first floating wind farm has started production, Equinor (<https://www.equinor.com/en/news/worlds-first-floating-wind-farm-started-production.html>) <閲覧日:2022/2/28>
9. Hywind Tampen, Equinor (<https://www.equinor.com/en/what-we-do/hywind-tampen.html>) <閲覧日:2022/2/28>
10. Project: Kincardine offshore wind farm, Principle Power (<https://www.principlepower.com/projects/kincardine-offshore-wind-farm>) <閲覧日:2022/2/28>
11. Harnessing Welsh Energy, Llyr (<https://www.llyrwind.com/>) <閲覧日:2022/2/28>
12. Erebus Floating Offshore Wind farm, Blue Gem Wind, (<https://www.bluegemwind.com/wp-content/uploads/2020/07/EREBUS-NON-TECHNICAL-SUMMARY-Interactive.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>
13. The future of renewable energy, White Cross offshore wind (<https://www.whitecrossoffshorewind.com/>) <閲覧日:2022/2/28>
14. Salamander, Simply Blue Energy (<https://salamanderfloatingwind.com/>) <閲覧日:2022/2/28>
15. Valorous, Blue Gem Wind (<https://www.bluegemwind.com/our-projects/valorous/>) <閲覧日:2022/2/28>
16. FAQs, Salamander Project, What does a stepping-stone approach mean? (<https://salamanderfloatingwind.com/faqs/>) <閲覧日:2022/2/28>
17. Our Projects, Stepping stones to assist the local supply chain, Blue Gem Wind (<https://www.bluegemwind.com/our-projects/>) <閲覧日:2022/2/28>
18. New leasing opportunity unveiled to boost innovation and help decarbonise North Sea, Crown Estate Scotland, 22 FEBRUARY 2022 (<https://www.crownestatescotland.com/news/new-leasing-opportunity-unveiled-to-boost-innovation-and-help-decarbonise-north-sea>) <閲覧日:2022/2/28>
19. Floating offshore wind, Crown Estate, (<https://www.thecrownestate.co.uk/en-gb/what-we-do/on-the-seabed/energy/floating-offshore-wind/>) <閲覧日:2022/2/28>
20. Contracts for Difference Scheme for renewable electricity generation, BEIS, (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1035899/cfd-allocation-round-4-allocation-framework.pdf) P57, 2021年11月<閲覧日:2022/2/28>
21. Unlocking the UK's Floating Wind Potential, Floating Offshore Wind Centre of Excellence, Industrial Leadership, September 2021 (<https://ore.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2021/09/7527-Catapult-Report-%E2%80%93-Industrial-Leadership-FINAL.pdf>) P21 <閲覧日:2022/2/28>
22. BEIS Floating Wind Demonstration Programme, Floating Offshore Wind Demonstration Programme: guidance note, Gov.UK (<https://www.gov.uk/government/publications/floating-offshore-wind-fow-demonstration-programme>) P5 <閲覧日:2022/2/28>
23. Floating Offshore Wind Centre of Excellence, CATAPULT (<https://ore.catapult.org.uk/what-we-do/innovation/fowcoe/>) <閲覧日:2022/2/28>
24. Floating Wind Joint Industry Project, Carbon Trust, (<https://www.carbontrust.com/our-projects/floating-wind-joint-industry-project>) <閲覧日:2022/2/28>
25. Offshore Wind Innovation Exchange, Offshore Wind Innovation Hub, (<https://offshorewindinnovationhub.com/what-we-do/owix/>) <閲覧日:2022/2/28>
26. Offshore Wind Innovation Hub, Offshore Wind Innovation Hub(<https://offshorewindinnovationhub.com/>) <閲覧日:2022/2/28>
27. Carbon Trust, "Phase III summary report - Floating Wind Joint Industry Project", 2021年(<https://prod-drupal-files.storage.googleapis.com/documents/resource/public/FLWJIP-Phase3-Summary-Report.pdf>) p.11 <閲覧日:2022/2/28>に基づき三菱総研作成
28. Industry Strategy: Offshore Wind Sector Deal, Department of Business, Energy and Industrial Strategy, Gov UK, March 2019 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/790950/BEIS-Offshore-Wind-Single-Pages-web-optimised.pdf) P4 <閲覧日:2022/2/28>
29. About Celtic Sea Cluster, Celtic Sea Cluster (<https://celticseacluster.com/>) <閲覧日:2022/2/28>
30. Contract for Difference Allocation Round 4: Supply Chain Plan questionnaire and guidance, Gov.UK (<https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference-cfd-allocation-round-4-supply-chain-plan-questionnaire-and-guidance>) <閲覧日:2022/2/28>
31. 'Scotland and Wales could be home to new floating offshore wind ports thanks to £160m UK government funding, Gov.UK, 30 October 2021, (<https://www.gov.uk/government/news/scotland-and-wales-could-be-home-to-new-floating-offshore-wind-ports-thanks-to-160m-uk-government-funding>) <閲覧日:2022/2/28>
32. Floating Offshore Wind Subgroup, offshore wind Scotland, (<https://www.offshorewindscotland.org.uk/deepwind-cluster/floating-offshore-wind-subgroup/>) <閲覧日:2022/2/28>
33. Scottish Floating Offshore Wind Port Cluster Could Deliver £1.5Bn Boost. Press Release, SSE Renewables, 20 August 2021, (<https://www.sserenewables.com/news-and-views/2021/08/scottish-floating-offshore-wind-port-cluster-could-deliver-1-5bn-boost/>) <閲覧日:2022/2/28>
34. From oil rigs to floating wind - work starts on Ardersier Port transformation, Ardersier Port, Thursday December 2(<https://www.ap.uk/press-release/>) <閲覧日:2022/2/28>
35. Offshore wind, Gov.UK, (<https://www.great.gov.uk/international/content/investment/sectors/offshore-wind/>) <閲覧日:2022/2/28>
36. Offshore wind fuels jobs in North East and boosts UK supply chain, Title Press, SEPTEMBER 28, 2021 (<https://tittlepress.com/world/1183088/>) <閲覧日:2022/2/28>
37. Nigg Offshore Wind, the UK's largest offshore wind tower manufacturing facility, offshore wind Scotland, 8 December 2021(<https://www.offshorewindscotland.org.uk/news-events/2021/december/nigg-offshore-wind-uks-largest-offshore-wind-facility/>) <閲覧日:2022/2/28>
38. US Senate approves \$3.5 trillion spending plan; US calls for first California offshore proposals, .Reuters Events Renewables, Aug 11, 2021 (<https://www.reutersevents.com/renewables/wind/us-senate-approves-35-trillion-spending-plan-us-calls-first-california-offshore-proposals>) <閲覧日:2022/2/28>
39. GE Renewable Energy plans to open new offshore wind blade manufacturing plant in Teesside, United Kingdom, GE, March 10, 2021 (<https://www.ge.com/news/press-releases/ge-renewable-energy-plans-open-new-offshore-wind-blade-manufacturing-plant-teesside-uk>) <閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

アイルランド:導入目標

- アイルランド政府は2050年までにネットゼロの達成を宣言。¹洋上風力導入には大部分を浮体式で補う必要があり、潜在ポテンシャルは30GWと予想。²
 - ・ 世界銀行グループによるとアイルランドには技術的に604GWの洋上風力ポテンシャルがあり、その90%以上が浮体式であると推計。³
- また、アイルランド政府は2030年までに電力の80%を再生可能エネルギーで賄う目標を設定。⁴洋上風力は5GWを目標としている。(5GWの大部分は着床式になる予定)⁵
 - ・ Wind Energy Ireland(旧IWEA)は、浮体式がこの目標達成に貢献できるため、発展を支援するための対策を早急に講じるべき、と提言。⁶

アイルランド沿岸で計画されている着床式および浮体式洋上風力プロジェクト^注



2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

■ アイルランド:浮体式の開発促進に向けた取り組み

- 2021年、Wind Energy Ireland（旧IWEA）は2020年にIWEAが導入目標達成に向けて提唱した内容を基に、浮体式洋上風力開発のために必要となるアクションを提唱。⁷

アイルランドの浮体式洋上風力開発に向けて必要なアクション(Wind Energy Ireland提唱)

種別	概要
法案・許認可	● 環境・気候・通信大臣が、12海里制限を超えるプロジェクトに海域使用許可(MAC)を与えることを認める
戦略立案	● 莫大な浮体式洋上風力の潜在能力を今後数十年にわたりどのように活用していくかを概説するアイルランド政府の明確な戦略を公表する
オークション設計	● 2025年の電力入札に浮体式洋上風力専用枠を用意する(もしくは浮体式洋上風力特定電力入札を開催する) ● 2025年以降の浮体式電力入札の明確なロードマップを公表する
インフラ構築	● 既存の港湾施設を見直し浮体式洋上風力をサポートする能力を評価。主要インフラのアップデートと開発に投資する



下記の内容をもとに提唱

IWEAが提唱したアイルランドの2030年洋上風力導入目標達成に向けて必要なアクション⁸

※IWEA: Irish Wind Energy Association

種別	概要
法案・許認可	● 2020年Q4までに海洋空間計画(MSP)を完成させ、洋上風力のプロジェクト申請を認可可能にする ● 認可プロセスを合理化するために、2021年Q1までに海域計画法案を制定する ● 2021年Q4までに開発者がサイト調査を実施できるように、2030年までに導入を予定している全プロジェクトに対し海底独占権を付与する
外部機関への働きかけ	● 独立計画策定機関(An Bord Pleanála)が1年半で洋上風力の計画申請審査を完了できるよう、リソースを投入する ● 送電事業者(TSO)や独立計画策定機関は、プロジェクトが電力入札後1年半以内に最終的な系統の提供と接続許可を得られるように、当初からプロジェクトに関与する
インフラ構築	● 開発期間短縮のために、資金調達の完了、風力発電所・系統接続の建設を3年以内に行う ● 2025年までに3つ電力オークションを開催する ● 2030年までに5GWの洋上風力を受け入れるために、系統の容量と柔軟性を強化する工事を早急に開始する

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

アイルランド:浮体式の技術開発と商用化に向けた取り組み

- アイルランドには浮体式のために作られた技術開発プログラムは存在せず、商業化を推進する組織や制度も設立されていない模様。
- 浮体式の技術開発に対するアイルランドの貢献は、主に民間企業が国際的な実証プロジェクトや研究プログラムに参加することで為されている。(下記参照)

浮体式に関する主要な技術開発プロジェクト/プログラム

分類	プロジェクト/プログラム名	期間	概要
実証試験 サイト提供	アイルランド国立海洋試験施設の無償提供プログラム ⁹	2021年8月 ～現在進行中	● 洋上再エネ技術の開発初期段階の試験・開発を、洋上に先駆けて実施可能にすることが目的 ● SEAI(Sustainable Energy Authority of Ireland)は、アイルランド国立海洋試験施設を希望者に無償で提供 (保有設備:多方向波水槽、潮流水路、浮体技術のプロトタイプを水槽試験するための電気実験施設、など)
実証事業 (セミサブ型)	The Accelerating market uptake of Floating Offshore Wind Technology ¹⁰ (AFLOWT)	2019年3月 ～現在進行中	● 浮体式の技術的・商業的な実現可能性を実証し、北西ヨーロッパにおけるサプライチェーンを開発することが目的 ● 当初、SEAIの実物大の実証サイトに、SAIPEMの“Hexafloat”(セミサブ型)を用いた浮体式洋上風力の設置を計画。その後実証機の設置はフランスで実施された ● SEAIの敷地はその後も開発され、2023年からは本格的な浮体式実証試験が実施可能になる予定(SEAI、Cork大学、ESBはAFLOWTに継続的に参加)
実証事業 (TLP型)	ハイブリッド型浮体式プラットフォーム開発プロジェクト ¹¹ (Gazelle Wind Power社)	—	● ダブリンを拠点とするGazelle Wind Power社は、TLP(Tension Leg Platform)型と半潜水型を融合したハイブリッド浮体式プラットフォームを開発。カナリア諸島の実証用海洋プラットフォーム(PLOCAN)で使用されている。
技術開発 (係留索)	Floating Wind Technology Acceleration Competition (Carbon trust)	—	● Dublin Offshore Consultantsは、波浪中の浮体の動きを低減する係留索のための負荷低減装置を開発¹² ● TFI Maritimeは応力監視により係留索の予知保全を支援する荷重監視システムを開発¹³
技術開発 (ファーム デザイン)	Integrated Design of Floating Wind Arrays ¹⁴ (IEA内Task)	2021年6月 ～現在進行中	● アイルランドのエンジニアリングコンサルティング会社(Gavin and Doherty Geosolutions)は、IEAタスクにおいて浮体式のLCOEを削減するArray-scaleのイノベーション技術(係留・配線システムの共有、浮体レイアウトの最適化、設置を行う際のロジティクスなど)を研究

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

■ アイルランド:浮体式のコスト見通し

- アイルランドでは2つの研究プロジェクトで浮体式のLCOEモデリングを実施。OPFLOWプロジェクトでは、アイルランドの南海岸・西海岸、EirWindプロジェクトではケルト海・大西洋の海域でそれぞれLCOEを推計。
- 想定時期が先になり、容量が大きくなるにつれてLCOEは低下傾向にあり、また海域の天候条件が悪いほど稼働率が下がり、LCOEは上昇する傾向となった。

浮体式のLCOEモデリングが実施された研究プロジェクト

プロジェクト	期間	概要	地域	想定時期	容量	LCOE推計
OPFLOW プロジェクト ¹⁵	2020年1月～ 2020年7月	● SEAIが資金提供した机上研究で、120MWと300MWの浮体式がアイルランド南・西岸にそれぞれ設置される想定 ● 目的は、アイルランドで浮体式のプレ商用(パイロット)の実施が可能かどうかを確認し、可能な場合は適切なプロジェクト規模と浮体式に適した戦略的な場所を提案すること	アイルランド 南海岸	2025年	120MW	EU€104/MWh
				2028年	300MW	EU€77/MWh
			アイルランド 西海岸	2025年	120MW	EU€131/MWh
				2028年	300MW	EU€97/MWh
EirWind プロジェクト ¹⁶	2018年8月～ 2020年7月	● アイルランドにおける洋上風力開発政策の青写真の提示を目的とした、業界主導の共同研究プロジェクト。 ● アイルランドの洋上風力に関する全国的な知識のギャップの解消を目的に設計 ● 最大18人の研究者と7人の学術スタッフが参加し、データソース、コスト最適化、生態系ガバナンス、市場投入経路などの課題を網羅した25以上の個別の報告書および調査書が作成された	ケルト海	2035年	1GW	EU€63-90 /MWh
			大西洋			EU€75-107 /MWh ※ケルト海よりも 天候条件が悪いた め、LCOEは上昇

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

アイルランド:浮体式のサプライチェーン形成に向けた取組み(1/2)

- Carbon Trustの*Harnessing our Potential*レポートでは、Green Tech Skillnetがスポンサーとなりアイルランドの洋上風力サプライチェーンを評価。入札プロセスにおいてサプライチェーン計画を必須にすべき等、形成に向けた必要なアクションを提唱。¹⁷

アイルランドの洋上風力サプライチェーン形成に向けて必要なアクション(Carbon Trust)

分野	概要
参入支援	- 欧州サプライヤーにアイルランド洋上風力市場への進出を促進し、洋上風力産業における国内調達率を高めるために、様々な港に洋上風力の事業ハブを設置すべき - アイルランドのサプライヤーの洋上風力市場参入を促進・支援するための資金を供与すべき
入札プロセス設計	再生可能エネルギー支援制度における入札プロセスではサプライチェーン計画を必須とし、国内調達率を高めるべき
人材育成	国内における洋上風力専門人材を育成するための、技能開発計画を導入すべき
インフラ構築	アイルランド周辺の様々な港が洋上風力の下部構造を製造するポテンシャルがあるため、それらの開発計画を整理すべき



Harnessing our potential: investment and jobs in Ireland's offshore wind industry (2020/3 Carbon Trust出版)

- アイルランドが洋上風力のサプライチェーンを構築する上で直面する機会と課題を詳細に分析
- 多くの課題が明らかにされているが、実用的かつ達成可能な解決策やアイデアについても提示
- 解決策を実行すれば、2030年までにアイルランドの新規投資における洋上風力発電へのシェアは53%に拡大すると試算

出所) *Harnessing our potential: investment and jobs in Ireland's offshore wind industry*, March 2020
<https://www.carbontrust.com/resources/harnessing-our-potential-investment-and-jobs-in-irelands-offshore-wind-industry>
 <閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



アイルランド:浮体式のサプライチェーン形成に向けた取組み(2/2)

- 政府は洋上風力サプライチェーン形成に向けた取組みを開始し、その中でも浮体式開発支援港湾の特定や教育の場の提供といった、浮体式に関連する取組みを実施。

政府の洋上風力サプライチェーン形成に向けた取組みにおける浮体式に特化した内容

分野	洋上風力サプライチェーン形成に向けた取組み	浮体式に関連する内容
入札プロセス設計	● 再生可能エネルギー支援制度における入札プロセスの草案に、国内洋上風力サプライチェーンの発展を支援する措置を入れ込み¹⁸ ・ 国内調達率は入札プロセスでは評価されないが、落札したプロジェクトは全てアイルランドまたは北アイルランドの港を長期的に利用したO&M業務を行う必要がある ・ 落札者は入札終了後3ヶ月以内に、サプライチェーン計画に関するアンケートに回答する必要がある、そこには現地サプライヤーを利用するための開発者努力の概要と、期待できる国内調達率のレベルを記載する必要がある	● この草案は、その後浮体式プロジェクトを支援するオークションの基礎となる
インフラ構築	● 複数港を洋上風力基地としての開発支援¹⁹ ・ 運輸省は、州の港湾に対して洋上風力プロジェクトの拠点としての適性の評価を実施 ・ 上記を踏まえ、適性のあった複数の港湾開発を支援すると宣言	● 政府は着床式・浮体式プロジェクトを支援する港湾の必要性を認識し、今後2年間にEUのTrans-European Transport Network (TEN-T)からの資金申請に適した港湾を支援すると宣言¹⁹
	● 部門横断的なOffshore Renewable Energy Teamの設立²⁰ ・ 本組織では、サポートすべきインフラ開発や、サプライチェーン形成の機会を特定する予定	—
人材育成	● Enterprise Ireland (EI)による洋上風力クラスタの確立²¹ ・ 英国の業界関係者との連携促進を目的とし、大手洋上風力事業者やアイルランド企業を含む50社以上が参加	● EIはアイルランドの中小企業に着床式・浮体式洋上風力のビジネス機会について教育する会議・ウェビナーを主催²¹

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

出所一覧(アイルランド)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

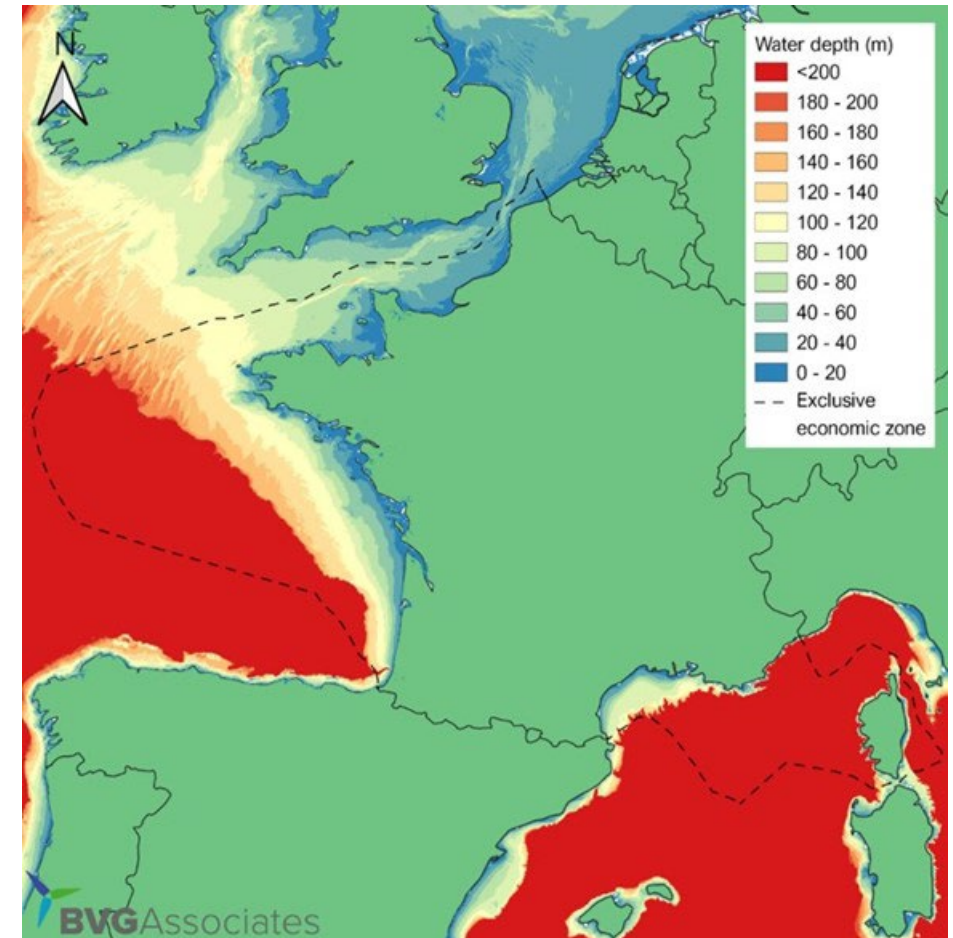
1. Climate Action Plan 2021, Securing Our Future, Government of Ireland, November 2021, (<https://www.gov.ie/en/publication/6223e-climate-action-plan-2021/>)P37 <閲覧日 2022/2/28>
2. Programme for Government, Our Shared Future, Government of Ireland, October 2020(<https://www.gov.ie/en/publication/7e05d-programme-for-government-our-shared-future/>) P35 <閲覧日 2022/2/28>
3. Offshore Wind Technical Potential in Ireland, World Bank Group, June 2021(<https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/06/Ireland-Offshore-Wind-Technical-Potential-GWEC-OREAC.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
4. Climate Action Plan 2021, Securing Our Future, Government of Ireland, November 2021(<https://www.gov.ie/en/publication/6223e-climate-action-plan-2021/take-off/>) P9 <閲覧日2022/2/28>
5. 'Ireland's offshore ambitions are starting to take off', Press release, Wind Europe, 15 October 2021, (<https://windeurope.org/newsroom/news/irelands-offshore-ambitions-are-starting-to-take-off/>) <閲覧日2022/2/28>
Department of the Environment, Climate and Communications, Ireland's National Energy and Climate Plan 2021-2030(<https://www.gov.ie/en/publication/0015c-irelands-national-energy-climate-plan-2021-2030/>)P87-88 <閲覧日2022/2/28>
6. Revolution, A Vision for Irish Floating Wind Energy, Wind Energy Ireland, July 2021(<https://windenergyireland.com/images/files/revolution-final-report-july-2021-revised.pdf>) P3<閲覧日2022/2/28>
7. Revolution, A Vision for Irish Floating Wind Energy, Wind Energy Ireland, July 2021(<https://windenergyireland.com/images/files/revolution-final-report-july-2021-revised.pdf>) P6 <閲覧日2022/2/28>
8. Building Offshore Wind, 70 by 30 Implementation Plan, Irish Wind Energy Association, December 2020(<https://windenergyireland.com/images/files/20201203-final-iwea-building-offshore-wind-report.pdf>) P5 <閲覧日2022/2/28>
9. Lir NOTF ORE Industry Access Programme(<http://www.lir-notf.com/lir-notf-ore-industry-access-programme/>) The facility guideline P2<閲覧日2022/2/28>
10. Accelerating market uptake of Floating Offshore Wind Technology (AFLOWT)(<https://www.emec.org.uk/projects/floating-wind-projects/aflowt/>)<閲覧日 2022/2/28>
11. Gazelle Wind Power(<https://gazellewindpower.com/technology/>) <閲覧日 2022/2/28>
Gazelle Wind Power, Maersk Collaborate on Offshore Floating Wind Pilot Plant, December 15, 2021, north American WINDPOWER (<https://nawindpower.com/gazelle-wind-power-maersk-collaborate-on-offshore-floating-wind-pilot-plant>) <閲覧日 2022/2/28>
12. Load Reduction Device, Floating Wind Technology Acceleration Competition Executive Summary, Dublin Offshore, June 2021(<https://prod-drupal-files.storage.googleapis.com/documents/resource/public/DublinOffshore-LRD.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
13. Autonomous Mooring Line Fatigue Monitoring, Floating Wind Technology Acceleration Competition Executive Summary, TFI Marine and Csignum(<https://prod-drupal-files.storage.googleapis.com/documents/resource/public/TfiCSignumFatigueMonitoring.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
14. 'GDG Secure International Energy Agency Task to Advance Floating Offshore Wind', Press release, Gavin and Doherty Geosolutions, 2 June 2021(<http://www.gdgeo.com/blog/gdg-secure-international-energy-agency-task-to-advance-floating-offshore-wind>)<閲覧日 2022/2/28>
15. OPFLOW Final Report: Options on a Pre-Commercial Demonstration Project for Floating Wind, Sustainable Energy Authority of Ireland, 2020(<http://www.mria.ie/site/assets/files/1117/opflow-final-report.pdf>) P7, 8 <閲覧日 2022/2/28>
16. Blueprint for Offshore Wind in Ireland 2020-2050, A research synthesis, EirWind, July 2020(<https://www.mare.i.ie/wp-content/uploads/2020/07/EirWind-Blueprint-July-2020.pdf>) P10, 11 <閲覧日 2022/12/28>
17. Harnessing our potential, Investment and jobs in Ireland offshore wind industry, Carbon Trust, March 2020(<https://www.carbontrust.com/resources/harnessing-our-potential-investment-and-jobs-in-irelands-offshore-wind-industry>)P5-6<閲覧日 2022/2/28>
18. Draft Terms and Conditions for the First Offshore Wind RESS Competition, Government of Ireland, October 2021(<https://www.gov.ie/en/consultation/f55dc-public-consultation-on-the-draft-terms-and-conditions-of-the-first-offshore-competition-under-the-renewable-electricity-support-scheme-oress-1/>) P56-58 (The Minister for the Environment, Climate and Communications)P39-41 <閲覧日 2022/2/28>
19. Policy statement on the facilitation of Offshore Renewable Energy by Commercial Ports in Ireland, Government of Ireland, December 2021(<https://www.gov.ie/en/policy-information/8f40e-policy-statement-on-the-facilitation-of-offshore-renewable-energy-by-commercial-ports-in-ireland/>) P2,5<閲覧日 2022/2/28>
20. Climate Action Plan 2021, Securing Our Future, Government of Ireland, November 2021(<https://www.gov.ie/en/publication/6223e-climate-action-plan-2021/>)P98<閲覧日 2022/2/28>
21. he Innovation Hub for Offshore Wind, Enterprise Ireland(<https://irishadvantage.com/irish-offshore-wind-technology/>)<閲覧日 2022/2/28>
Significant opportunities for Irish companies in the UK offshore wind industry, Enterprise Ireland(<https://globalambition.ie/uk-offshore-wind-industry/>) <閲覧日 2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス:導入目標

- フランス政府は2050年までにネットゼロの達成を宣言。¹ 2030年までに電力の33%を再生可能エネルギーで賄うことを目指した「2030 National Energy and Climate Plan」を策定。²
- 上記の策定計画の中で、2028年までに洋上風力の設備容量を5.2-6.2GWとする目標を設定。²
 - 浮体式は目標に含まれているが、具体的な数値は設定されていない。
- 浮体式は、深海が岸に近いフランスの西海岸と南海岸（地中海と大西洋の両方）に設置予定。³（右図参照）

フランス沿岸の水深図



出所) Gridded Bathymetric Data 2020 (GEBCO 2020), GEBCO Compilation Group (2020) GEBCO 2020 (<https://fsm-data.sprep.org/resource/gridded-bathymetric-data-2020-gebco2020>) よりBVGA作成

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス：浮体式の入札計画

- 2021年、フランス政府はブルターニュ南方沖で、商業規模の浮体式プロジェクトを対象に、初の浮体式のみで実施される250MWの入札を発表。（入札実施は2022年）⁴
- ブルターニュ南方沖の入札後、時期は未定だが地中海で合計500MWの入札も実施される予定。
- さらに、ブルターニュ南方沖、地中海沖の3プロジェクトにおいて、最大500MWのphase 2計画に向けた検討が進められている。（合計1,500MW）
- 2024年以降は、着床式と浮体式合わせて年間1GWの容量の入札を実施する予定。⁵

フランスで実施/実施が予定されている洋上風力の入札

入札実施	海域	容量	参考情報	着床式 /浮体式
2012年	フランス西海岸6か所 ⁶	2GW	● 地元住民や組織等の反対運動を受け遅延、未稼働 ⁷	着床式
2014年		1GW		着床式
2019年	ダンケルク沖 ⁸	600MW	● 2026年から稼働予定	着床式
2020年	ノルマンディー沖 ⁵	1GW	—	着床式
2021–2022年	南大西洋 ⁵	500MW-1GW	—	着床式
2022年	ブルターニュ南方沖 ⁴	最大250MW	● 参加希望の10社と競争的対話(CD)により、プロジェクトの仕様を定義中(2021年より)	浮体式
未定(上記入札後)	地中海2か所 ⁵	合計500MW	● 2025年から建設、2029年までに稼働予定	浮体式
未定(上記入札後)	地中海2か所 ⁹	最大1,000MW	● Phase 2として、最大500MW×2か所の拡張計画が検討中	浮体式
2023年	未定 ⁵	1GW	—	着床式
2024年	ブルターニュ南方沖 ¹⁰	最大500MW	● Phase 2として、最大500MWの拡張計画が検討中	浮体式
2024年以降	未定 ⁵	年間1GW	—	着床式 /浮体式

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス：浮体式の実証プロジェクト(1/5)

- フランスは7つの浮体式の実証プロジェクトを保有し、稼働済みのもの、開発に向けた資金獲得段階のものが存在。
 - ADEME※¹ Call for Projects：環境エネルギー管理庁(The French Environment and Energy Management Agency)は2015年に募集を発表。4つの浮体式実証プロジェクトへ約3億ユーロの資金提供を実施。¹¹
 - Ocean DEMO program：欧州海洋エネルギーセンター(The European Marine Energy Centre)により管理されたプログラムで、浮体式実証プロジェクトと浮体式技術開発への資金・支援提供を実施。¹²
- 実証から得られた知見は、2021年度以降の商用浮体式の公募入札制度やプロジェクト開発に生かされる。¹³

フランスで実施・計画されている浮体式の実証/パイロットプロジェクト

プロジェクト名称	支援元	海域	事業者(幹事社)	参考情報	規模
Floatgen実証プロジェクト ¹⁴	EUとフランス政府	ビスケー湾	BW Ideolが率いる コンソーシアム	2018年に設置	2MW
EOLINK実証プロジェクト ¹⁵	ADEMEからの支援と「未来への 投資プログラム※ ² 」助成金	ビスケー湾	EOLINK	2022年完成予定	5MW
A EFGL実証プロジェクト ¹⁶	ADEME Call for Projects	地中海	Ocean Winds, Banque des Territoires	2023年完成予定	30MW
B EolMed実証プロジェクト ¹⁷	ADEME Call for Projects	地中海	Qairが率いる コンソーシアム		30MW
C Provence Grand Large 実証プロジェクト ¹⁸	ADEME Call for Projects	地中海	EDFグループ		25.2MW
D Groix & Belle-Ile 実証プロジェクト ¹⁹	ADEME Call for Projects	ビスケー湾	EOLFI、他		28.5MW
浮体式技術の市場導入加速化 実証事業(AFLOWT) ²⁰	Ocean DEMO program	地中海	EMEC、他		6MW

※1 ADEME(The French Agency for Ecological Transition):フランス環境移行庁は地球温暖化と資源枯渇の課題に対する取組を行う公的機関。

※2 未来への投資プログラム(Investments for the Future programme):フランス経済にとって大きな潜在力を持つ分野において、イノベーションと転勤の無い雇用の創出を促進するプロジェクトを支援することを目的として設立されたプログラム。実施はCGIが主導しており、ADEMEを含むいくつかの団体からもサポートされている。

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス：浮体式の実証プロジェクト(2/5)

- 地中海3つ、ビスケー湾1つのADEMEが支援する浮体式実証プロジェクトは、25-30MWと、他の実証プロジェクトと比較して規模が大きく、様々なタイプの風車・浮体の組み合わせでプロジェクトが進められている。
 - 風車はSiemens製、MHI Vestas製。浮体技術はセミサブ型、バージ型、TLP型(スパー型以外)。

ADEMEの浮体式実証プロジェクトにおいて
使用されている風車・浮体技術²¹

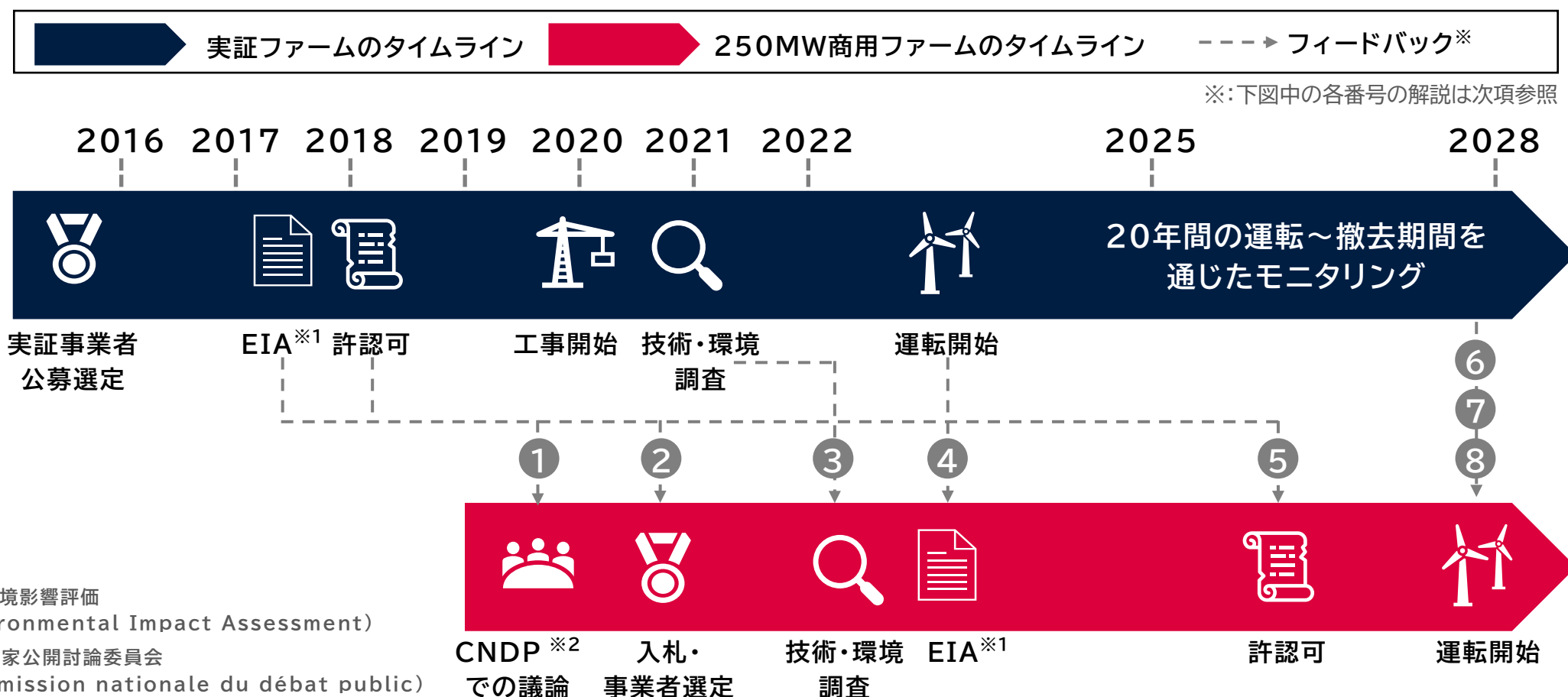
プロジェクト名称	風車	浮体技術
A EFGL実証 プロジェクト	合計30MW MHI Vestas製 10MW×3基	Principle Power製 セミサブ型基礎 (3本鋼製カテナリー係留索)
B EolMed実証 プロジェクト	合計30MW MHI Vestas製 10MW×3基	BW Ideol製 バージ型基礎 (6本ポリエステル製係留索)
C Provence Grand Large実証 プロジェクト	合計25.2MW Siemens製 8.4MW×3基	SBM Offshore製 TLP型基礎 (6本鋼製係留索)
D Groix & Belle-Ile 実証プロジェクト	合計28.5MW MHI Vestas製 9.5MW×3基	Naval Energies製 セミサブ型基礎 (5本鋼製カテナリー係留索)

ADEMEの浮体式
実証プロジェクトのマップ



出所) Débat public • Dossier du maître d'ouvrage Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, ADEME(<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/energies-renouvelables-ademe.pdf>) P.3の画像に三菱総研一部加筆

- フランスでは、浮体式洋上風力に関わる事項を検証し、商用ファーム開発へフィードバックすることを目的とした実証プロジェクトが組成されている。¹³
- 得られた知見は、国家公開討論委員会(CNDP)に参加する利害関係者、許認可行政・入札を担う府省庁、浮体式の入札を検討する事業者、融資を行う金融機関、技術開発を行う産業界など、幅広いステークホルダーに還元。²²



出所) (出所番号21) Débat public・Dossier du maître d'ouvrage Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, ADEME, 2020年7月
(<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/energies-renouvelables-ademe.pdf>) P8<閲覧日 2022/2/28>を基に三菱総研一部加筆

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス：浮体式の実証プロジェクト(4/5)

フランスにおける浮体式洋上風力実証プロジェクトのフェーズ別フィードバック内容と期待される効果²³

項目	フィードバック内容と効果
①	- 実証プロジェクトにおける許認可や環境影響評価(EIA)のフィードバックにより、国家公開討論委員会(CNDP)での具体的なプロジェクト実施内容の説明に役立つ - 実証プロジェクトで実施された内容が、今後の検討材料となる
②	- 実証プロジェクトでの許認可手続きの内容をフィードバックすることにより、浮体式洋上風力への公募入札を検討する事業者が行政側の期待を理解可能 - 実証プロジェクトでの環境調査を踏まえ、政府は公募入札の制度設計を改良することが可能
③	- 実証プロジェクトで得られた行政許認可、技術・環境調査の知見を踏まえ、商用プロジェクトにおいて実施すべき調査項目が明確になる - 長期的には、最適な技術を選択するための指標となる
④	実証プロジェクトでのモニタリング結果は、浮体式風車のモデル解析手法等に反映され、商用プロジェクトにおいて実施される調査・分析精度の向上が期待される
⑤	実証プロジェクトの環境影響評価(EIA)、許認可手続き、モニタリングの結果を通じて、公募入札の担当部局が行政許認可手続きを実施する際に考慮すべき基準が明確となる
⑥	実証プロジェクトの建設から得られる知見をフィードバックすることにより、設置方法や工事に伴う影響及びその対策を検証することが可能となる
⑦	- 採用された部品の信頼性や水中機器の安定性などの技術検証と、期待される性能とコストに関するフィードバックが得られる - 得られたフィードバックによって金融機関がプロジェクトリスクを適切に評価可能となり、ファイナンス費用の低減が期待される
⑧	実証ファームの撤去工程で得られる知見をフィードバックすることにより、商用ファームでの撤去方法や原状回復手法を検討する上での材料が得られる

出所)ADEME, Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, 2020年7月に基づき三菱総研作成

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス:浮体式の実証プロジェクト(5/5)

- 2015年、浮体式実証プロジェクトに係る公募を実施し、計4海域で実証事業者を選定した。事業者による開発を支援するため、補助制度や事業期間20年間にわたる電力買取保障等の整備が実施された。
 - 2015年、The Programme d'investissements d'avenir(PIA:未来への投資プログラム)に基づく入札を実施。4海域における総投資額は約8億ユーロと見込まれ、うち約3億ユーロを拠出して実証プロジェクトを支援。²³
 - 実証プロジェクトは、20年間にわたる電力買取保障が認められる。(2020年4月、関連政令が施行)²⁴
- 制度設計と併せて、将来の商用プロジェクトの入札スケジュールを明確化、浮体式のパイプラインを提示。
 - 2019年、フランス政府は”French Strategy for Energy and Climate”を公表し、2019～2024年度までの着床式・浮体式の公募入札スケジュールを明確化するとともに、2025年度以降は価格及び候補海域に応じて一案件あたり500MW規模の入札を実施すると表明。²⁵



レベニュースキーム 及び補助金の整備

- フランス政府が実施するPIAに基づき、開発費用の一部に対して補助金を交付
- 実証プロジェクト中に発電した電力は、20年間の買取保障が認められ、キャッシュフローの予見可能性向上



プレ商用ファーム 向け海域指定

- 商用ファーム開発における、様々な要素(制度設計、技術検証、事業者のキャパシティ・ビルディング、金融機関におけるリスク評価、風車モデル解析等)へのフィードバックを目的とし、4海域の実証を組成



商用プロジェクトの パイプライン整備

- 浮体式の公募入札スケジュール(規模及び価格)を公表し、予見性を向上

出所) Débat public・Dossier du maître d'ouvrage Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, ADEME, 2020年7月
commissariat général à l'investissement, RAPPORT D'ACTIVITÉ 2016, p.27-28, 2016年

French Strategy for Energy and Climate Multi Annual Energy Plan, Ministère de la Transition écologique et solidaire, p.117, 2019年に基づき三菱総研作成

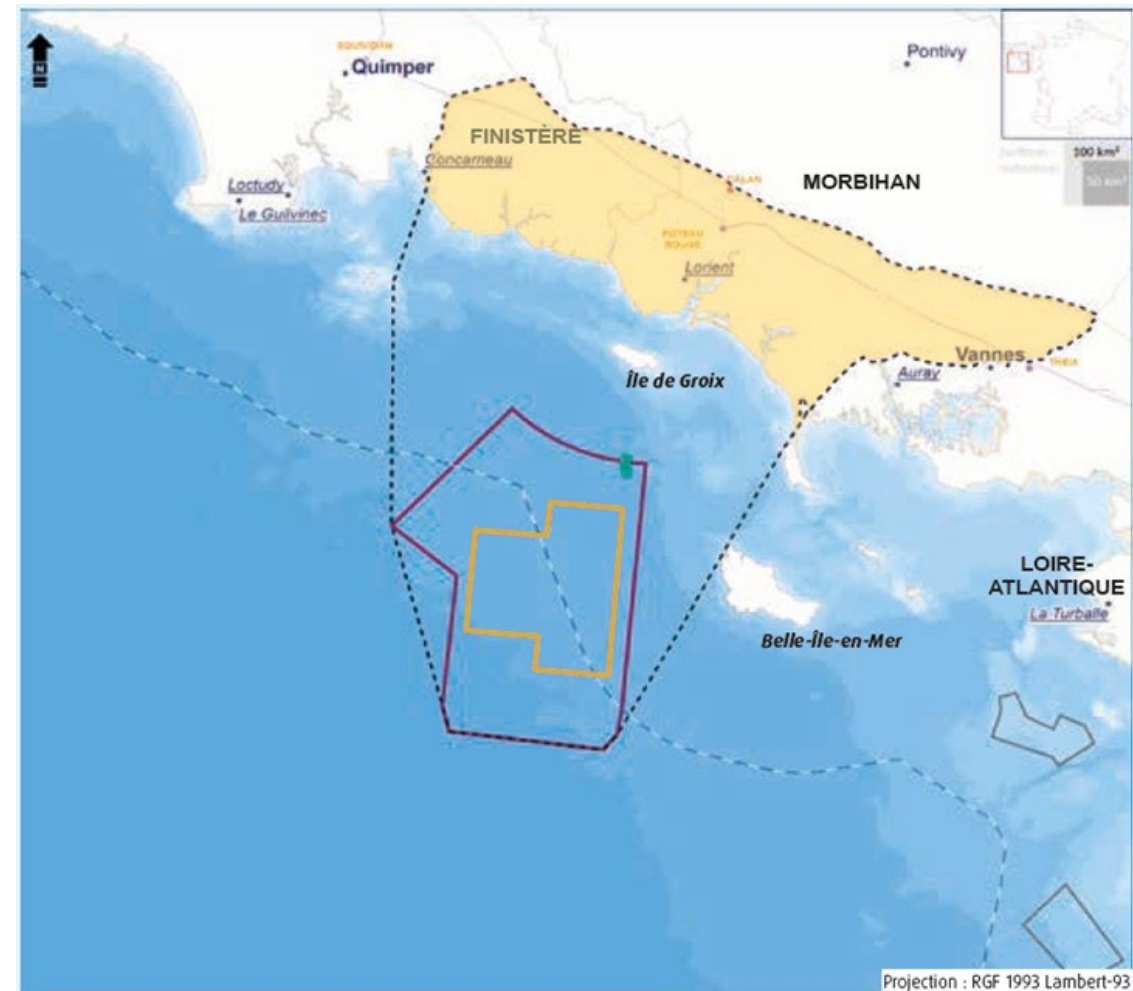
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス:浮体式の商用入札海域の検討状況(1/2)

- 国家公開討論委員会(Commission nationale du débat public)において、ブルターニュ沖で実施される実証の沖合海域へ拡張する形で、入札候補海域(最大750MW)の検討が進められている。²⁶
 - 実証プロジェクト:Éoliennes flottantes de Groix et Belle-Île
 - 開発規模:第1フェーズで250MW(200km²)、及び第2フェーズで最大500MW(400km²)の2区域
 - 現在実施されている競争的対話(仏:dialogue concurrentiel、英:competitive dialogue)を通じて入札海域の更なる絞り込みが行われる

ブルターニュ沖における浮体式商用入札案件の候補海域²⁶

● 実証プロジェクト 「二」 候補海域(陸上・洋上の接続検討領域含む)



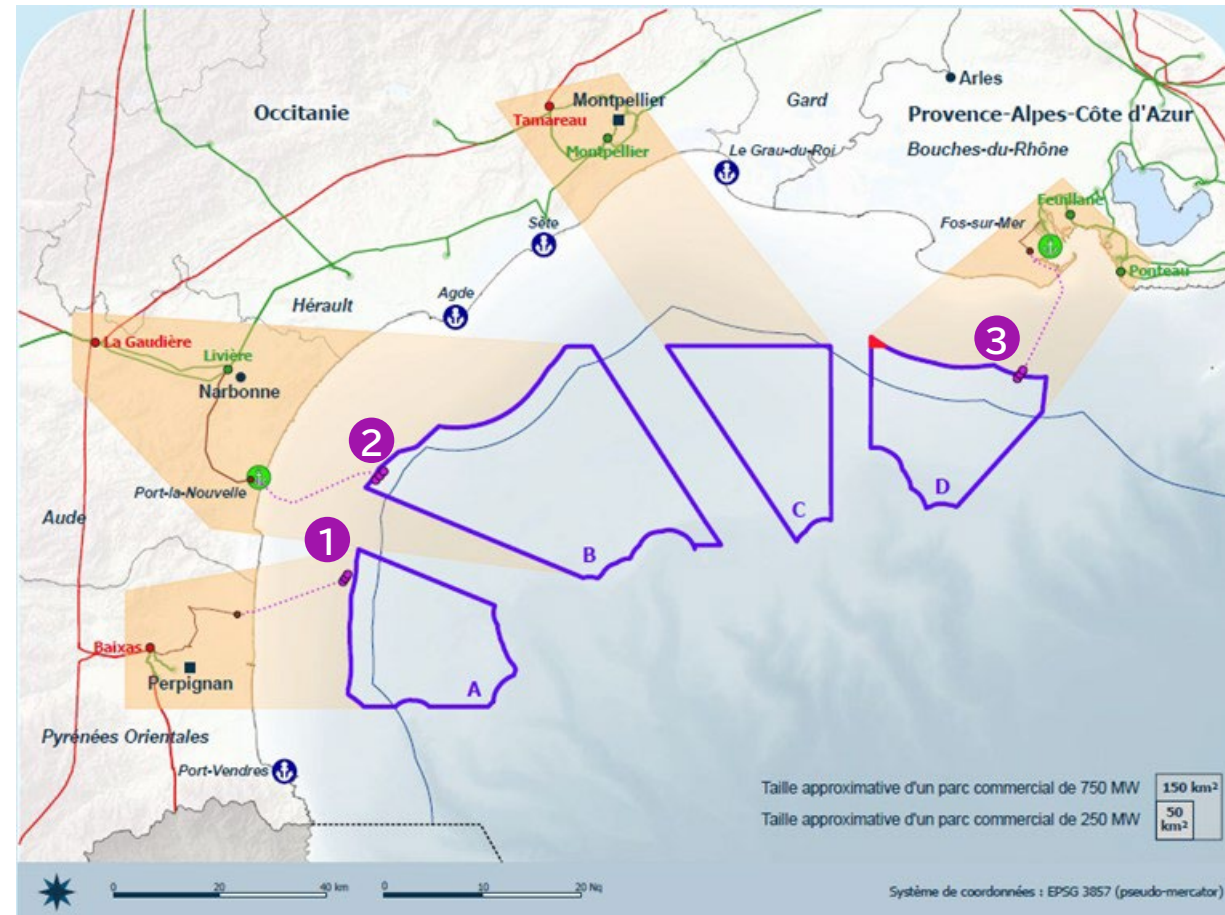
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

フランス:浮体式の商用入札海域の検討状況(2/2)

- フランス政府が公表するFrench Strategy for Energy and Climate Multi Annual Energy Planにおいて、地中海に最大750MWの浮体式洋上風力発電所を2か所開発する計画が存在。²⁵
- 国家公開討論委員会(CNDP)において、地中海で実施される3実証を含む沖合海域を拡張する形で、入札候補海域の検討が進められている。²⁷
 - 実証プロジェクト:①Éoliennes flottantes du golfe du Lion実証, ②EolMed実証, ③Provence Grand Large実証
 - 開発規模:最大750MWの発電所2か所(第1フェーズは250MW、第2フェーズで500MW分を拡張して最大750MW)
 - 今後実施される協議を通じて、候補海域の更なる絞り込みが実施される見込み

地中海における浮体式商用入札案件の候補海域²⁷

● 実証プロジェクト □ 候補海域(検討中)



※27の出所を基に、三菱総研一部加筆

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

出所一覧(フランス)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. The Value for Climate Action, France Stratégie, February 2019, (<https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-the-value-for-climate-action-final-web.pdf>) P17 <閲覧日 2022/2/28>
2. France submits final 2030 National Plan: what's in it for wind?, Wind Europe, April 2020, (<https://windeurope.org/newsroom/news/france-submits-final-2030-national-plan-whats-in-it-for-wind/>) <閲覧日 2022/2/28>
PLAN NATIONAL INTEGRE ENERGIE-CLIMAT de la FRANCE, EU, (https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/fr_final_necp_main_fr.pdf) P5-6,65 <閲覧日 2022/2/28>
3. Status of projects, Minister of the ecological transition, (<https://www.eoliennesenmer.fr/presentation>) <閲覧日 2022/2/28>
4. Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne Débat public Dossier du maître d'ouvrage, ministère de la Transition écologique 2020年7月(<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/DMO-projet-eoliennes-flottantes-sud-bretagne.pdf>)P6<閲覧日 2022/2/28>
5. France sticks to low-end ambition in bottom-fixed offshore wind, RECHARGE, 23 April 2020, (<https://www.rechargenews.com/transition/france-sticks-to-low-end-ambition-in-bottom-fixed-offshore-wind/2-1-796838>) <閲覧日 2022/2/28>
6. Feed-In-Tariffs In Place for Six French Offshore Wind Farms, offshore wind biz, 2018年11月15日, (<https://www.offshorewind.biz/2018/11/15/feed-in-tariffs-in-place-for-six-french-offshore-wind-farms/>) <閲覧日 2022/2/28>
7. France cuts tariffs on controversial offshore wind projects, REUTERS, JUNE 20, 2018(<https://www.reuters.com/article/us-france-windpower-offshore-idUSKBN1JG1N8>)<閲覧日 2022/2/28>
8. EDF-led group wins Dunkirk offshore wind tender, RECHARGE, 17 June 2019(<https://www.rechargenews.com/wind/edf-led-group-wins-dunkirk-offshore-wind-tender/2-1-621247>) <閲覧日 2022/2/28>
9. Projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en MEDITERRANÉE, Commission nationale du débat public, 2021年7月~2021年10月(<https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO-Livret-Technique.pdf>)P2-3<閲覧日 2022/2/28>
10. Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne Débat public Dossier du maître d'ouvrage, ministère de la Transition écologique 2020年7月(<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/DMO-projet-eoliennes-flottantes-sud-bretagne.pdf>)P6<閲覧日 2022/2/28>
11. French Strategy for Energy and Climate Multi Annual Energy Plan, Ministère de la Transition écologique et solidaire (<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/0-PPE%20English%20Version%20With%20Annex%20Q.pdf>)P116<閲覧日 2022/2/28>
12. Ocean DEMO - Demonstration Programme for Ocean Energy Pilot Farms and Supporting Technologies, Interreg North-west Europe Ocean DEMO (<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/oceandemo-demonstration-programme-for-ocean-energy-pilot-farms-and-supporting-technologies/>) <閲覧日 2022/2/28>
13. Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, Government, 2021年5月(https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20210521_AO5-Rapport-post-DP_vf-4.pdf) P10<閲覧日 2022/2/28>
14. Project, FLOATGEN, (<https://floatgen.eu/en/demonstration-and-benchmarking-floating-wind-turbine-system-power-generation-atlantic-deep-waters>) <閲覧日 2022/2/28>
15. 5MW - Pre-commercial demonstrator 3/4th 2020, EOLINK (<http://eolink.fr/en/article-p5mw-en>) <閲覧日 2022/2/28>
16. Enerfip, EFGI (<https://enerfip.fr/placer-son-argent/investissement-eolien/les-eoliennes-flottantes-du-golfe-du-lion/>) <閲覧日 2022/2/28>
Principle Power, Les Éoliennes Flottantes du Golfe de Lion (<https://www.principlepower.com/projects/les-eoliennes-flottantes-du-golfe-du-lion>) <閲覧日 2022/2/28>
17. Eolmed: With the christening of the Eolbio buoy, Qair launches a program to study the biofouling of the future wind farm floats, Qair, 2021.12.10 (<https://www.qair.energy/en/eolmed-christening-eolbio-buoy-launches-study-biofouling-wind-farm-floats/>) <閲覧日 2022/2/28>
EOLMED PROJECT, BW ideol (<https://www.bw-ideol.com/en/eolmed-project>), <閲覧日 2022/2/28>
18. Projects development Emerging energies, EDF Renewables (<https://www.edf-renouvelables.com/en/project-development/other-services/>) <閲覧日 2022/2/28>
19. Groix & Belle-Ile Floating Offshore Wind Farm, POWER TECHNOLOGY, 4 December 2019 (<https://www.power-technology.com/projects/groix-belle-ile/>) <閲覧日 2022/2/28>
'The Groix & Belle-Ile Floating Offshore Wind Farm, a French-Danish partnership in the line-up signs the ADEME financing agreements', Press release, EOLFI, 7 October (<https://www.eolfi.com/en/news/768-The-Groix-38-Belle-Ile-Floating-Offshore-Wind-Farm-a-French-Danish-partnership-in-the-line-up-signs-the-ADEME-financing-agreements>) <閲覧日 2022/2/28>
20. AFLOWT, EMEC (<https://www.emec.org.uk/projects/floating-wind-projects/aflowt/>) <閲覧日 2022/2/28>
21. Débat public • Dossier du maître d'ouvrage Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, ADEME, 2020年7月 (<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/energies-renouvelables-ademe.pdf>) P2<閲覧日 2022/2/28>
22. Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, Government, 2021年5月(https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20210521_AO5-Rapport-post-DP_vf-4.pdf) P20<閲覧日 2022/2/28>
23. commissariat général à l'investissement, RAPPORT D'ACTIVITÉ 2016, (https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2017/03/ra-cgi_2016.pdf)P27-28
24. Débat public • Dossier du maître d'ouvrage Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne, ADEME, 2020年7月 (<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/energies-renouvelables-ademe.pdf>) P1<閲覧日 2022/2/28>
25. French Strategy for Energy and Climate Multi Annual Energy Plan, Ministère de la Transition écologique et solidaire (<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/0-PPE%20English%20Version%20With%20Annex%20Q.pdf>)P116-117
26. Projet d'éoliennes flottantes au sud de la Bretagne Débat public Dossier du maître d'ouvrage, ministère de la Transition écologique 2020年7月(<https://eolbretsud.debatpublic.fr/wp-content/uploads/DMO-projet-eoliennes-flottantes-sud-bretagne.pdf>)P24<閲覧日 2022/2/28>
27. Projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en MEDITERRANÉE, Commission nationale du débat public, 2021年7月~2021年10月(<https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO-Livret-Technique.pdf>)P14-19<閲覧日 2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

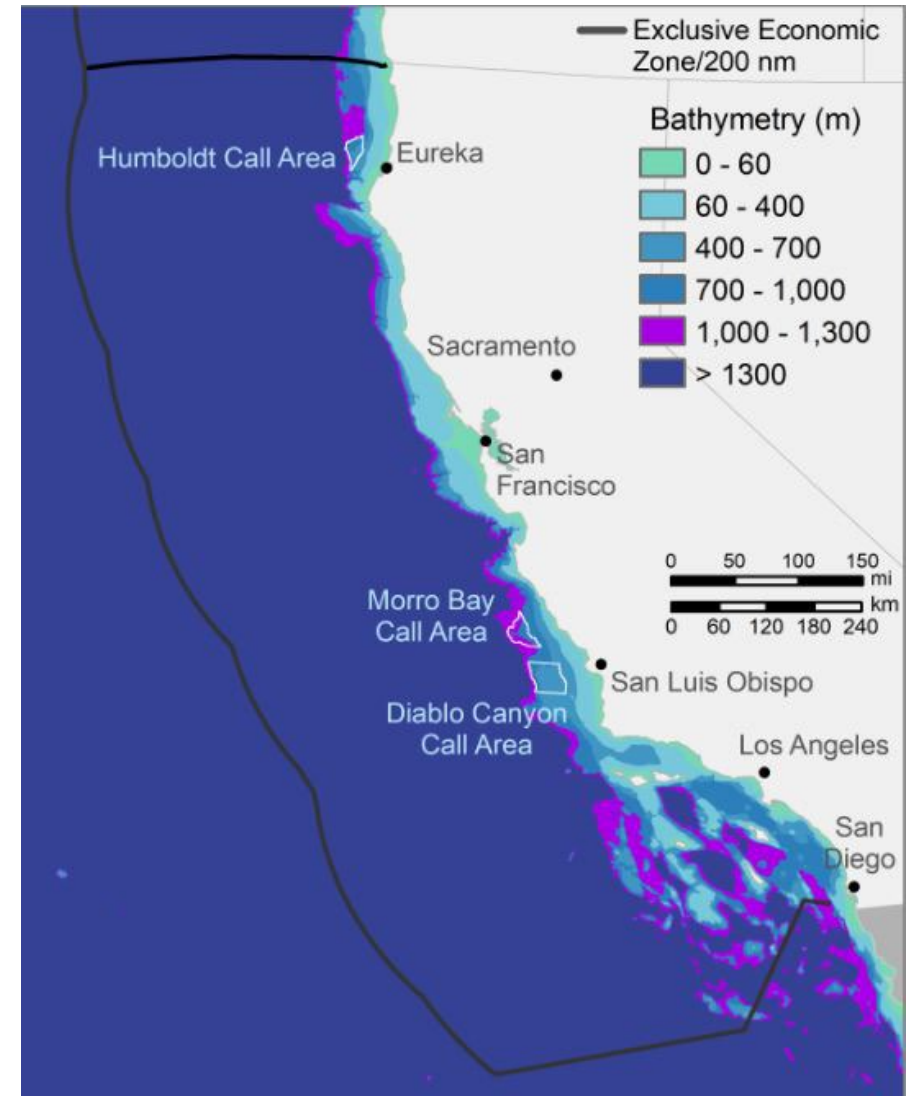


米国:導入目標

米国全体・カリフォルニア州

- 米国政府は2021年に、洋上風力を2030年までに30GW導入する目標を設定。¹ 浮体式に特化した目標は設定されていない。
 - ・ 州ごとに設定された目標を合計すると40GWに達しており、今後導入が大きく前進することが見込まれる。²
- World Bank Groupは米国全体で5,259GWの洋上風力ポテンシャルがあると推定。その半分以上は浮体式洋上風力と想定され、³ カリフォルニア州では200GWのポテンシャルが推定されている。⁴
- カリフォルニア州では洋上風力の目標は設定されていないが、2045年までに電力を100%カーボンフリーにするとしており、そのためには2040年までに10GWの洋上風力が必要と推定されている。⁴
 - ・ カリフォルニア州を囲む海域では水深が深いため(右図参照)、その多くが浮体式洋上風力となることが予想される。

カリフォルニア州海域の水深図



2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

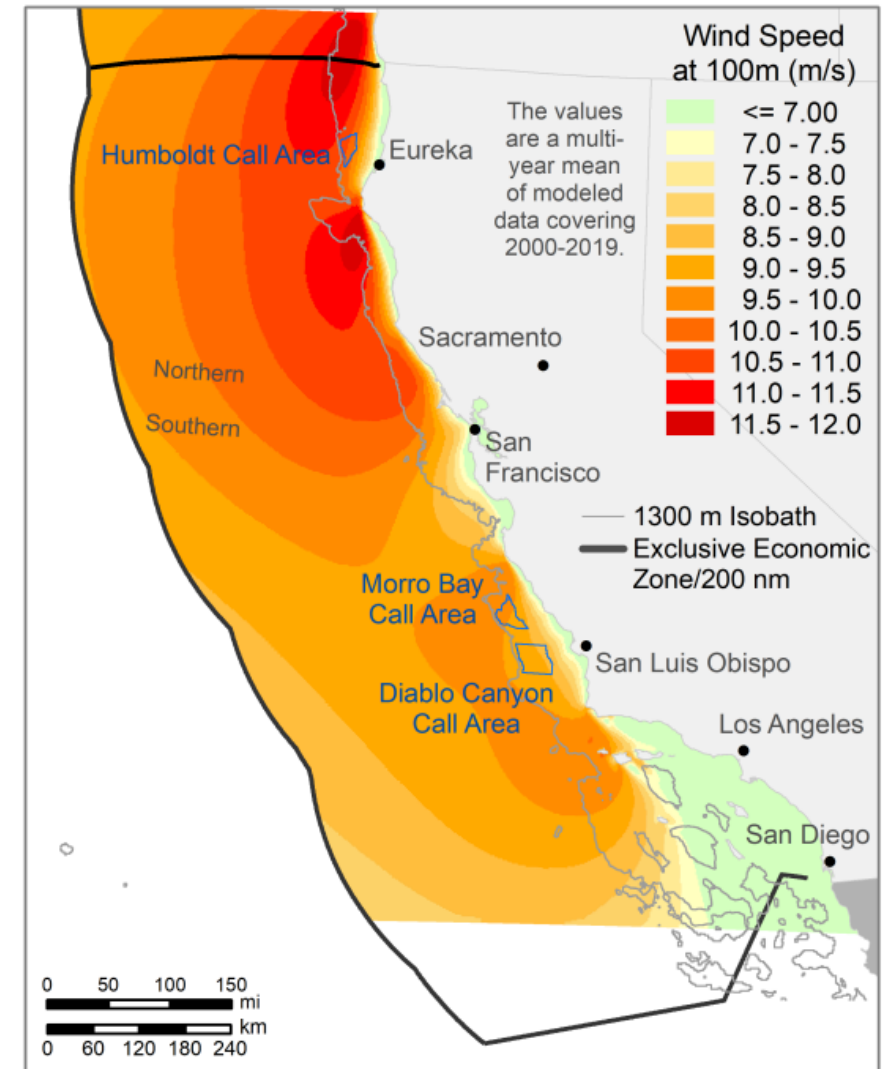


米国：浮体式の入札計画

カリフォルニア州

- カリフォルニア州では以下の3つのエリアが連邦海洋エネルギー管理局（Bureau of Ocean Energy Management : BOEM）によって洋上風力のリースに有望な地域（Call Areas）に指定されている。⁵
 - ・ Humboldt: 水深832m
 - ・ Morro Bay: 水深1,013m
 - ・ Diablo Canyon: 水深640m
- 上記エリアは、8.4GWのポテンシャルがあると推定⁶
- どのエリアも水深60m以上で、浮体式洋上風力が導入されることが想定される。⁵
- これらのエリアのうち、HumboldtとMorro Bayは、WEA(Wind Energy Area)に昇格しており、米国政府はこの2つの海域について、最速で2022年半ばに海域リース入札を行う準備を行っている。⁷
 - ・ WEAは、洋上風力の経済性が高いだけでなく、環境および地域ステークホルダーへの影響の観点からも有望と判断された地域で、BOEMはWEAをリースの競争入札にかけることが可能。

カリフォルニア州海域の風況



2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



米国：浮体式の技術開発と商用化に向けた取り組み

- 米国では、政府系研究支援団体によるプログラム(下記参照)によって、浮体式洋上風力の技術開発に向けて多くの企業や研究機関への補助が行われている。
- どちらのプログラムも様々な技術要素を対象としており、各種の浮体式洋上風力関連メーカー、大学、研究機関等が補助を受けている。(次項参照)

浮体式洋上風力に関する主要な技術開発プロジェクト/プログラム

目的	プロジェクト/プログラム名	期間	概要
技術開発 (浮体基礎、係留・アンカーなど)	National Offshore Wind Research and Development Consortium (NOWRDC) ⁸ ※洋上風力対象プログラム	2018年6月 ～現在	● 米国エネルギー庁(DOE)とNew York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA)によって立ち上げられたコンソーシアムで、米国の洋上風力におけるLCOE削減に向けた産官連携による研究開発を目的とする ● 浮体式洋上風力向けに様々な企業・研究団体・大学に補助を実施 ● 浮体式洋上風力については以下の点に注力 ✓ 係留システムの標準化 ✓ 大型化可能な浮体基礎の開発 ✓ 既存の浮体基礎デザインの米国における適合性評価 (米国の環境、サプライチェーン、港湾インフラ、船舶の利用可能性等) ✓ 大規模ファームの挙動分析(異なる環境・浮体基礎の種類による影響等)
技術開発 (浮体基礎、ソフトウェア・モデル開発など)	Aerodynamic Turbines Lighter and Afloat with Nautical Technologies and Integrated Servo-control (ATLANTIS) ⁹ ※浮体式洋上風力を含む有望技術を対象としたプログラム	2019年8月 ～現在	● 米国エネルギー庁の先進的研究開発を支援するAdvanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)が補助を行うプログラム ● 浮体式洋上風力向けに様々な企業・研究団体・大学に補助を行う

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



【参考】NOWRDCの補助対象技術と団体

- 米国エネルギー庁(DOE)とNew York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA)によって立ち上げられたコンソーシアム「NOWRDC」は浮体式洋上風力向けに、主に浮体基礎と係留・アンカーシステムの技術開発に補助を行っている。(下表参照)¹⁰

浮体式洋上風力の技術開発に向けた補助事業

分野	団体名	団体種類	取組内容
浮体基礎	Esteyco ¹¹	企業	● スパー型コンクリート製浮体基礎の開発
係留・アンカー	Intelligent Mooring ¹²	企業	● 係留システムの実証
	NREL ¹³	研究機関	● 米国のサプライチェーンに適した係留システムの標準化 ● 複数のタービンが一つの係留索に接続できる係留システムの開発
	Principle Power ¹⁴	企業	● 係留システムの最適化に向けたソフトウェアの開発(DeepFarmプロジェクト) ● ポリマー製ばねを活用した係留システムの検証(ShallowFloatプロジェクト)
	Triton System ¹⁵	企業	● らせん状のアンカーシステムの開発
	マサチューセッツ大学 アマースト校 ¹⁰	大学	● 係留システムの最適化とコスト低減
	メイン大学 ¹⁰	大学	● 合成トート係留をデザインと認証
	バージニア工科大学 ¹⁰	大学	● セミサブ型向けのダンパーを活用した係留システムの開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



【参考】ATLANTISの補助対象技術と団体

- 米国エネルギー庁の先進的研究開発を支援するAdvanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)が補助を行うプログラム「ATLANTIS」は浮体式洋上風力向けに、主に浮体基礎、ソフトウェア・モデリング、新たなタービンデザイン(垂直軸型)の開発等に補助を行っている。(下表参照)

浮体式洋上風力の技術開発に向けた補助事業

分野	団体名	団体種類	取組内容
浮体基礎	GE Research ¹⁶	企業	● 12MWの浮体式洋上風力用タービンを支えるTLP型浮体基礎のデザイン
	NREL ¹⁷	研究機関	● 浮体基礎「SpiderFLOAT」の開発
	メイン大学 ¹⁸	大学	● 超軽量・耐食機能を持つコンクリート製浮体基礎のデザイン
ソフトウェア・モデリングの開発	NREL ¹⁹	研究機関	● タービンデザインの最適化に向けたモデリングの開発
	Principle Power ²⁰	企業	● 世界初の浮体式洋上風力に特化したデジタルツインソフトウェアの開発を官民連携で開発・検証・運用を目指す
	ラトガーズ大学 ²¹	大学	● 浮体式洋上風力タービンの最適化ソフトウェアフレームワークの開発
	セントラルフロリダ大学 ²²	大学	● 浮体式洋上風力向け技術の検証に用いるモデリング・シミュレーションプラットフォームの開発
実験データの生成	NREL ²³	研究機関	● 15MWの浮体式洋上風力のデータセットを1:60小型モデルを使用して生成
	WS Atkins ²⁴	企業	● 浮体式洋上風力向けコンピュータープログラムや新たな技術の検証の用いるための実験データの生成
垂直軸型タービン	サンディア国立研究所 ²⁵	研究機関	● 浮体式洋上風力向け垂直軸型タービンの開発
	テキサス大学ダラス校 ²⁶	大学	● 浮体式洋上風力向け垂直軸型タービンの開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



米国：浮体式の実証プロジェクト(1/2)

Gulf of Maine Floating Offshore Wind Research Array

- メイン州は、メイン湾における洋上風力の商用化に向けて、米国初となる浮体式洋上風力の実証研究用サイトのリースを2021年10月にBOEM(連邦海洋エネルギー管理局)に申請した。
- 浮体式洋上風力の技術開発と、海洋環境、漁業、海運、航路等との相互作用について検証する。
- この申請に至るまでに、漁業を始めとした地元ステークホルダとのワークショップ等を複数行っている。

メイン州における浮体式洋上風力実証の概要

項目	内容
目的	● メイン大学(University of Maine)の特許技術の促進* *メイン大学は、VoluturnUSと呼ばれる洋上風力用の浮体式コンクリートハルの設計・開発のパイオニア ● 浮体式洋上風力とメイン州の海洋環境、漁業、海運、航路等との相互作用について調査
場所	● メイン湾(Gulf of Maine)から30マイル離岸
ウィンドファームの規模	● 10~15MW×最大12基 ● 15.2mi²(39.4km²)
予算	● 579.36百万USドル
プロジェクト事業者	● New England Aqua Ventus(Diamond Offshore Wind(三菱商事の子会社)とRWE Renewablesの合併企業) ● University of Maine
スケジュール	● サイト計画:2年以内 ● サイトアセスメント:約2年 ● 許認可:2年以内 ● (2026年に稼働予定)

メイン湾における浮体式洋上風力実証研究サイト予定地(緑部分)



2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



米国：浮体式の実証プロジェクト(2/2)

Vandenberg Offshore Wind Energy Projects

- カリフォルニア州は、現在2件の洋上風力開発に係る申請を受けており、どちらもサンタバーバラ群沿岸海域における浮体式洋上風力実証となっている。
 - ・ 2つのプロジェクトはそれぞれCierco社(CADEMOプロジェクト)とIdeol社(Ideolプロジェクト)が主導。
 - ・ 連邦海域ではなくカリフォルニア州の海域での開発のため、BOEMの申請プロセスとは関連しておらず、BOEMよりも早く運転を開始できる見込みとなっている。(BOEMが2030年頃に対して、本件は2025年頃運転開始予定、次項参照)
- 2021年10月にプレ環境アセス(PEA:Preliminary Environmental Assessment)の結果が公開され、今後はカリフォルニア州の環境アセスプロセス(CEQA:California Environmental Quality Act)が進められる。

カリフォルニア州における浮体式洋上風力実証の概要

項目	CADEMOプロジェクトの内容	Ideolプロジェクトの内容
目的	● 浮体式洋上風力の開発・建設・導入・運用・撤去の実証 ● 浮体式洋上風力の地域サプライチェーンと人材育成 ● 海洋環境等への影響の検証 ● 2種類の浮体基礎*の検証 *Saitec社のコンクリート製バージ型浮体基礎(SATH :Swing Around Twin Hull) 、SBM Offshore社の鉄鋼製TLP	● 浮体式洋上風力の開発・建設・導入・運用・撤去の実証 ● Ideol社のコンクリート製バージ型浮体基礎(Damping Pool ®)の実証 ● 地域経済波及効果の検証 ● 海洋環境等への影響の検証
場所	● サンタバーバラ群沿岸海域(Santa Barbara County coast)から離岸距離3マイル以内	● サンタバーバラ群沿岸海域(Santa Barbara County coast)から離岸距離3マイル以内
ウィンドファームの規模	● 12~15MW×4基(最大60MW) ● 2.5mi²(6.5km²)	● 10MW×1最大4基(最大40MW) ● 5.2mi²(13.5km²)
プロジェクト事業者	● Floventis(CiercoとSBM Offshoreの合併企業) ● Saitec Offshore Technologies ● DEME Offshore	● BW Ideol他
スケジュール	● 環境アセス等による海域利用申請:最短2023年迄 ● 建設準備:最短2025年迄 ● (最短2025/6年に稼働予定)	● 環境アセス等による海域利用申請:最短2023年迄

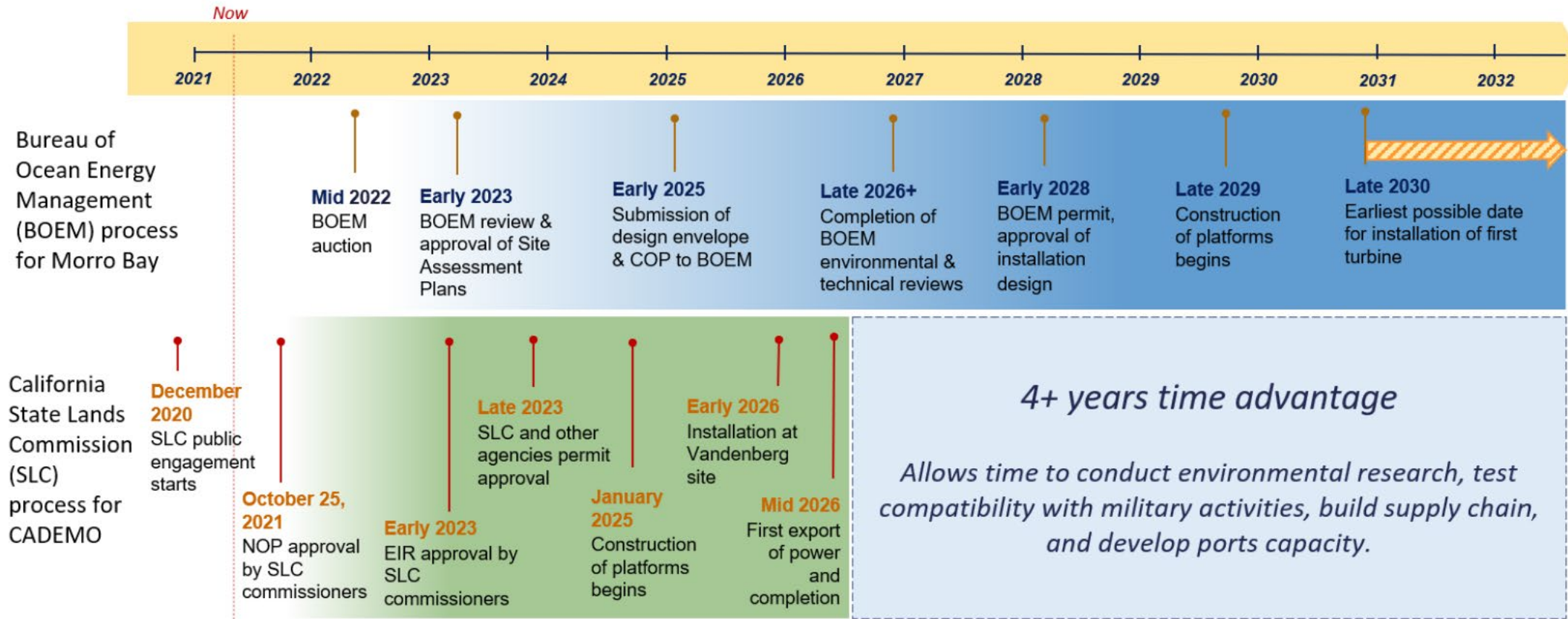
出所) California State Lands Commission (<https://www.slc.ca.gov/renewable-energy/offshore-wind-applications/>) <閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



【参考】カリフォルニア州浮体式洋上風力実証候補地(1/2)

BOEM(連邦海洋エネルギー管理局)とカリフォルニア州の洋上風力リースプロセスのタイムライン案
(上段:BOEM、下段:カリフォルニア州)

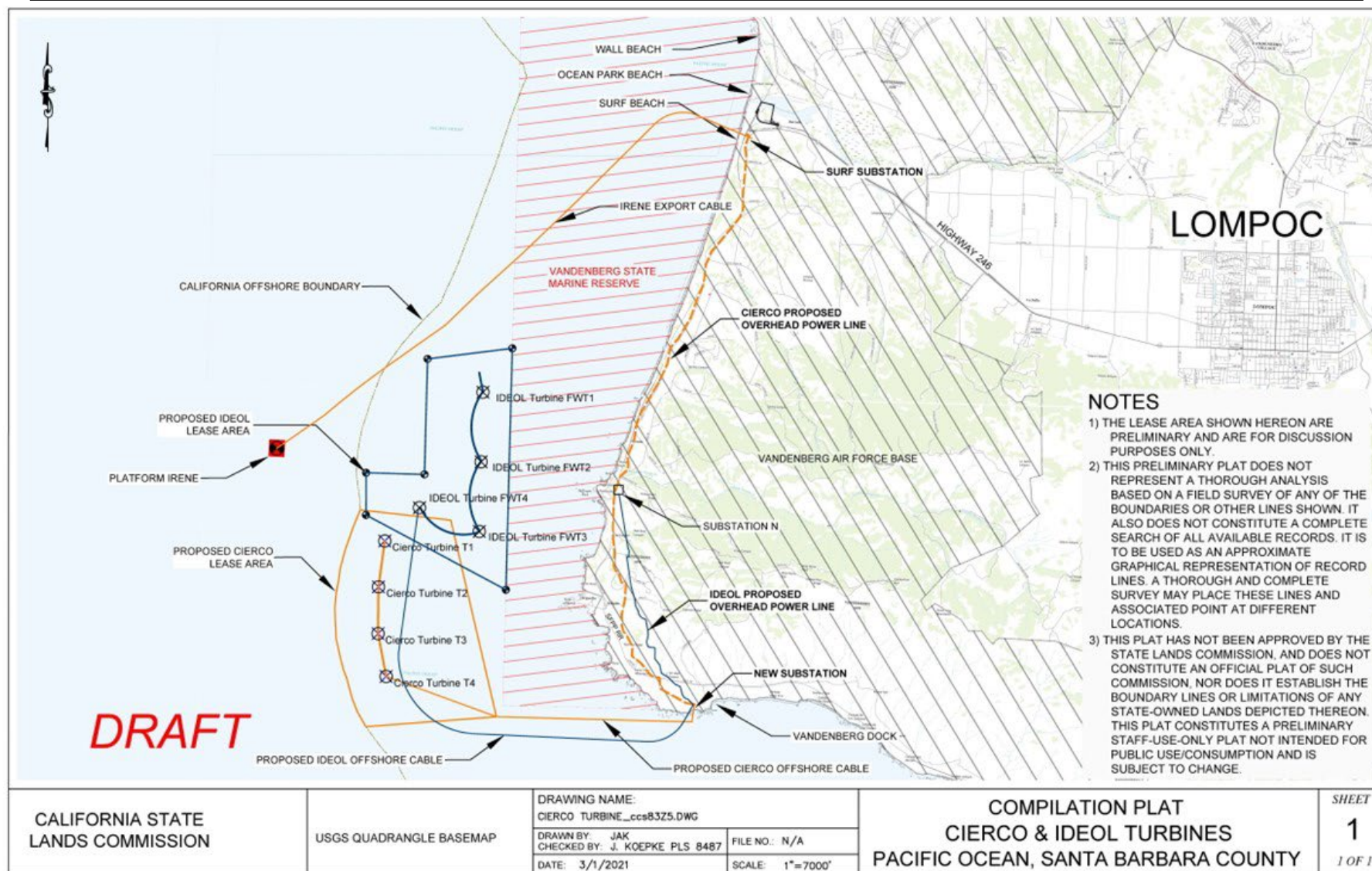


2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



【参考】カリフォルニア州浮体式洋上風力実証候補地(2/2)

カリフォルニアにおける浮体式洋上風力実証候補地(黄色枠:CADEMOプロジェクト、青枠:IDEOLプロジェクト)



出所) Offshore Wind Applications in State Waters, California State Lands Commission (<https://www.slc.ca.gov/renewable-energy/offshore-wind-applications/>) <閲覧日: 2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

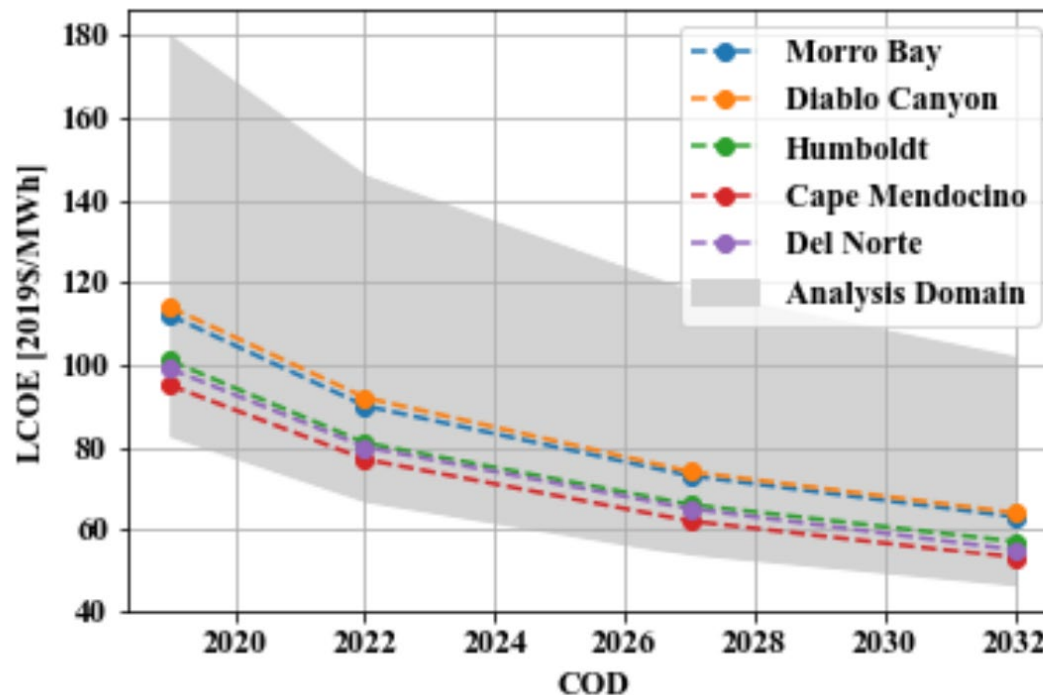


米国：浮体式のコスト見通し

カリフォルニア州

- 米国の国立再生可能エネルギー研究所(NREL)は2021年に、カリフォルニア州における浮体式洋上風力のLCOE削減見通しを発表。
- 2019年から2032年の間で、カリフォルニア州では平均44%LCOEが削減され、2032年までに\$53-\$64/MWhに達することが見込まれている。(年数は運用開始年(COD)を示す)

米国カリフォルニア州の主要エリアにおける浮体式洋上風力のコスト低減見通し



出所) The Cost of Floating Offshore Wind Energy in California Between 2019 and 2032, National Renewable Energy Laboratory, (<https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/77384.pdf>)P74<閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



米国：浮体式のサプライチェーン形成に向けた取り組み

- 米国のサプライチェーン形成については、2021年3月に運輸省(Department of Transportation)が港湾インフラの強化に向けて2億3千万ドル投資することを発表。カリフォルニア州では洋上風力の促進を目的とした業界団体「Offshore Wind California」が2019年に立ち上げられる等、官民ともに取り組みを強化。
- また、今後の施策に対する提言が複数の団体からなされており(下表参照)、サプライチェーンの強化に向けてさらに取り組みが活発化する可能性がある。

米国で提案されている洋上風力サプライチェーン形成に向けた取り組み

分野	提案された洋上風力サプライチェーン形成に向けた取り組み	提案元
インフラ開発	● 税額控除(Tax Credit)を用いたサプライチェーンインフラ開発へのインセンティブ付与 ● 浮体式洋上風力の港湾に必要な要件を特定し、以下のような補助を活用して既存の港湾をアップグレード： ● 運輸省のRebuilding American Infrastructure with Sustainability and Equity Grant ● 連邦海事局のPort Infrastructure Development and Small Shipyard Grant	Offshore Wind Energy Strategies, Department of Energy ²⁷
地域事業者の支援	● 以下のようなベンチャーキャピタル、ローン・投資プログラム・政策を活用した海外事業者の呼び込みと地域事業者の支援(カリフォルニア州)： ● California Clean Energy Fund:再エネイノベーションに特化したベンチャーキャピタル ● California Capital Access Program:スタートアップ企業のローン授与を支援 ● Opportunity Fund Northern California:小規模事業者向けの融資プログラム ● California Competes Tax Credit :地域事業者向けに税額控除を実施	The California Offshore Wind Project: A Vision for Industry Growth, American Jobs Project ²⁸
人材育成	● カリフォルニア州の学術機関等を活用した洋上風力向けの人材育成	

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

出所一覧(米国)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. 'Biden Administration Jumpstarts Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs', Press release, The White House, 29 March 2021 (<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/29/fact-sheet-biden-administration-jumpstarts-offshore-wind-energy-projects-to-create-jobs/>) <閲覧日 2022/2/28>
2. Marine Energy in the United States: An Overview of Opportunities, NREL, February 2021 (https://www.energy.gov/sites/prod/files/2021/02/f82/78773_3.pdf) P7 <閲覧日 2022/2/28>
3. Offshore Wind Technical Potential in the United State of America, World Bank Group, June 2021 (<https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/06/USA-Offshore-Wind-Technical-Potential-GWEC-OREAC.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
4. California's Offshore Wind Electricity Opportunity, USC Schwarzenegger, August 2021 (<http://schwarzeneggerinstitute.com/images/files/OSW-Report.pdf>) P ES-1, ES-2 <閲覧日 2022/2/28>
5. 2020 Offshore Wind Resource Assessment for the California Pacific Outer Continental Shelf, NREL (<https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/77642.pdf>) P7-8 <閲覧日:2022/2/28>
6. California's Offshore Wind Electricity Opportunity, USC Schwarzenegger, August 2021, (<http://schwarzeneggerinstitute.com/images/files/OSW-Report.pdf>) P5-6 <閲覧日:2022/2/28>
7. Biden-Harris Administration Advances Offshore Wind in the Pacific, Press release, Department of the Interior, 25 May 2021 (<https://www.doi.gov/pressreleases/biden-harris-administration-advances-offshore-wind-pacific>) <閲覧日:2022/2/28>
8. Research and Development Roadmap 3.0, National Offshore Wind Research and Development Consortium, June 2021, (<https://nationaloffshorewind.org/wp-content/uploads/Roadmap-3.0-June-30-2021.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>
9. ATLANTIS, Advanced Research Projects Agency – Energy U.S. Department of Energy (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/programs/atlantis>) <閲覧日:2022/2/28>
10. The National Offshore Wind Research and Development Consortium Project List, National Offshore Wind Research and Development Consortium, January 2022, (<https://nationaloffshorewind.org/wp-content/uploads/NOWRDC-Project-List-1.12.22.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>
11. GENERAL OVERVIEW OF THE PROJECT, Telwind Project, (<https://www.esteyco.com/projects/telwind/about-telwind/general-overview/>) <閲覧日:2022/2/28>
12. Quarter Scale Testing of the Intelligent Mooring System for Floating Offshore Wind Platforms, (<https://gtr.ukri.org/projects?ref=92590>) <閲覧日:2022/2/28>
13. The Leading Edge: January 2022 Wind Energy Newsletter, NREL, (<https://www.nrel.gov/wind/newsletter-202201.html>) <閲覧日:2022/2/28>
14. Deepfarm, Principle Power, (<https://www.principlepower.com/expanding-frontiers/deepfarm>) <閲覧日:2022/2/28>
Shallowfloat, Principle Power, (<https://www.principlepower.com/expanding-frontiers/shallowfloat>) <閲覧日:2022/2/28>
15. Triton HAGIS Anchoring System, Triton Systems, (<https://www.tritonanchor.com/about>) <閲覧日:2022/2/28>
16. Control Co-design and Co-optimization of a Lightweight 12 MW Wind Turbine on an Actuated Tension Leg Platform, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/control-co-design-and-co-optimization-lightweight-12-mw-wind-turbine-actuated>) <閲覧日:2022/2/28>
17. Ultraflexible SmartFloating Offshore Wind Turbine (USFLOWT), (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/ultraflexible-smartfloating-offshore-wind-turbine-usflowt>) <閲覧日:2022/2/28>
18. The NASA Floater: 15 MW Ultra-light Concrete Hull with Sea-water Ballast Tuned Mass Dampers, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/nasa-floater-15-mw-ultra-light-concrete-hull-sea-water-ballast-tuned-mass>) <閲覧日:2022/2/28>
19. Wind Energy with Integrated Servo-control (WEIS): A Toolset to Enable Controls Co-Design of Floating Offshore Wind Energy Systems, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/wind-energy-integrated-servo-control-weis-toolset-enable-controls-co-design>) <閲覧日:2022/2/28>
20. Development, Experimental Validation and Operation of a DIGItal Twin Model for Full-scale FLOATing Wind Turbines (DIGIFLOAT), (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/development-experimental-validation-and-operation-digital-twin-model-full>) <閲覧日:2022/2/28>
21. Computationally Efficient Control Co-Design Optimization Framework with Mixed-Fidelity Fluid and Structure Analysis, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/computationally-efficient-control-co-design-optimization-framework-mixed>) <閲覧日:2022/2/28>
22. Model-Based Systems Engineering and Control Co-Design of Floating Offshore Wind Turbines, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/model-based-systems-engineering-and-control-co-design-floating-offshore-wind>) <閲覧日:2022/2/28>
23. The FOCAL EXPERIMENTAL PROGRAM - Floating Offshore-wind and Controls Advanced Laboratory Experiment to Generate Data Set to Accelerate Innovation in Floating Wind Turbine Design and Controls (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/focal-experimental-program-floating-offshore-wind-and-controls-advanced>) <閲覧日:2022/2/28>
24. Scale Model Experiments for Co-Designed FOWTs Supporting a High-Capacity (15-MW) Turbine, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/scale-model-experiments-co-designed-fowts-supporting-high-capacity-15-mw>) <閲覧日:2022/2/28>
25. ARCUS Vertical-Axis Wind Turbine, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/arcus-vertical-axis-wind-turbine>) <閲覧日:2022/2/28>
26. A Low-Cost Floating Offshore Vertical Axis Wind System, (<https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/low-cost-floating-offshore-vertical-axis-wind-system>) <閲覧日:2022/2/28>
27. Offshore Wind Energy Strategies, U.S. Department of Energy, January 2022 (<https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-01/offshore-wind-energy-strategies-report-january-2022.pdf>) P4, 10-11 <閲覧日:2022/2/28>
28. The California Offshore Wind Project: A Vision for Industry Growth, American Jobs Project, FEBRUARY 2019 (<https://offshorewindhub.org/resource/1771>) P23-24 <閲覧日:2022/2/28>

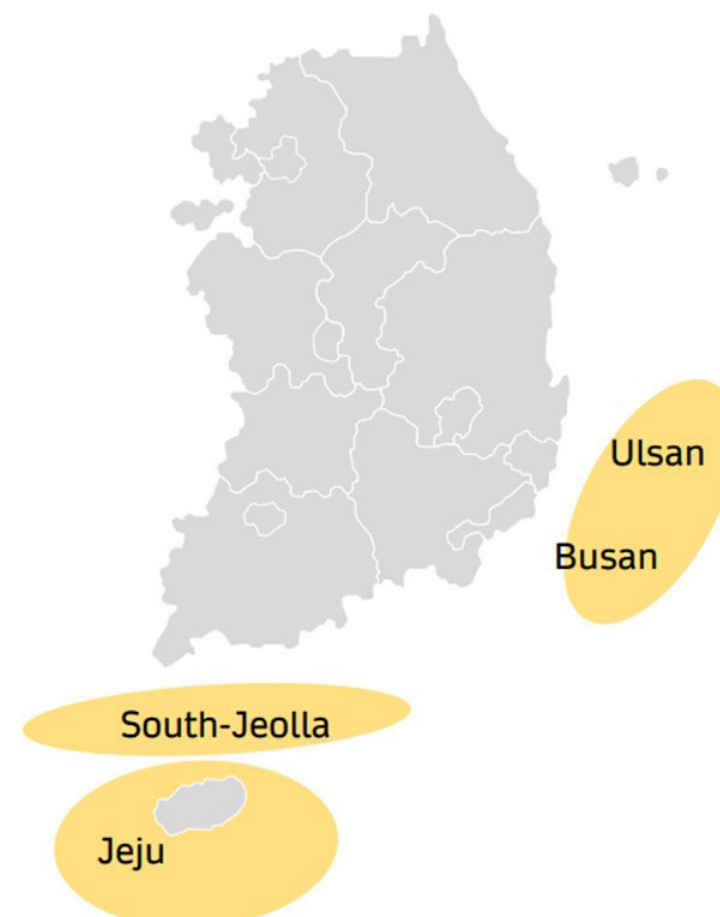
2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



韓国:導入目標・開発計画

- 韓国は2018年に、洋上風力を2030年までに12GW導入する目標を設定。¹
- 浮体式洋上風力に特化した目標は設定していないが、このうち6GWをウルサン沖の大型浮体式プロジェクトが占める予定となっており、外資系企業を含めたGWクラスのファーム開発計画が多数進行中。²
- 韓国の東側および南の済州島付近で、岸から近い距離で水深が深いため、これらの地域での浮体式の開発が想定される。

浮体式洋上風力の開発が見込まれる韓国の主な海域



ウルサン沖で計画中の大型プロジェクト例

開発事業者名	容量 (MW)
Equinor	200
	800
Green Investment Group, Total Energies	1,500
Korea Floating Wind (Ocean WindsとAker Offshore WindのJV)	1,320
MunmuBaram (ShellとCoensHexiconのJV)	1,300

出所)各社ウェブサイト<閲覧日:2022/2/28>

- Equinor (<https://www.equinor.com/en/where-we-are/south-korea.html>)
- Green Investment Group (<https://www.greeninvestmentgroup.com/en/news/2021/gig-and-totalenergies-obtain-ebf-for-koreas-first-floating-offshore-wind-farm.html>)
- Aker Offshore Wind (https://akeroffshorewind.com/?cision_id=53A207A131EAF057)
- MunmuBaram (<http://www.munmubaram.com/>)

出所)South Korea Offshore Wind Energy Development, Korea Wind Energy Industry Association, June 2021 (https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/10/GOWST2021_South-Korea-Offshore-Wind-Energy-Development_PPT_final.pdf) P8 <閲覧日:2022/2/28>

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査



韓国：浮体式の技術開発と商用化に向けた取り組み

- 各学術機関、各企業および産学連携事業にて、浮体式含む洋上風力の開発が行われている。（下表参照）
- 特に大企業では風車と浮体基礎の自国での開発・製造に重きを置いている。また、他国と異なり、韓国では風車と浮体基礎のどちらも風車メーカーが提供するような商品展開を目指している。
 - ただし、開発されている風車サイズは、海外における洋上風力市場の風車サイズより小さい。
 - また、風車供給の実績が限定的であるため、投資家における本技術の受容性に課題がある可能性。

浮体式洋上風力の開発に係る主要な学術機関・企業

団体名	対象技術	概要
ウルサン大学 ³	全般	● 韓国における浮体式の研究を牽引 ● セミサブ型・スパーブイ・円錐ブイ等の検証、浮体式用解析モデルの開発、自律型SOVの開発、自動位置保持装置、船舶の燃料補給基地、12MW風車の開発等を行う
現代重工業 ⁴ (Hyundai Heavy Industries)	浮体基礎	● Korean Register of Shipping and Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering (KRISO)と共同開発した10MW風車向けのセミサブ型浮体基礎を発表
サムスン重工業 ⁵ (Samsung Heavy Industries)	浮体基礎	● 9.5MW風車向けセミサブ型浮体基礎を発表
SK Engineering & Construction ⁶	浮体基礎	● 鉄鋼会社のPOSCOとMOUを2021年4月に締結し、新たな浮体式向け浮体基礎の開発を目指す
斗山(Doosan) ⁷	風車	● Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP)と共同で8MW風車を開発

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

出所一覧(韓国)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. Offshore wind planning document, Ministry of Trade, Industry and Energy, June 2018, (http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=160584&bbs_cd_n=81¤tPage=41&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=) P1<閲覧日 2022/2/28>
2. GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2021, GWEC, September 2021, (<https://gwec.net/global-wind-report-2021/>) P74 <閲覧日 2022/2/28>
3. Government-funded Research Institutions, Ulsan university (<https://global.ulsan.ac.kr/en/CMS/Contents/Contents.do?mCode=MN039>) <閲覧日 2022/2/28>
Hyunkyung Shin's research while affiliated with University of Ulsan and other places, research gate (<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Hyunkyung-Shin-2135070602>) <閲覧日 2022/2/28>
Introduction to the 1.2 GW Floating Offshore Wind Farm Project in the East Sea, Ulsan, Korea, Hyunkyung SHIN Trondheim, Norway January 15, 2020(https://www.sintef.no/globalassets/project/eera-deepwind-2020/presentations/opening_shin.pdf/) <閲覧日 2022/2/28>
4. 'Hyundai Heavy Industries Develops Floating Foundation for 10 MW Wind Turbines', Offshorewind.biz, 28 July 2021, (<https://www.offshorewind.biz/2021/07/28/hyundai-heavy-industries-develops-floating-foundation-for-10-mw-wind-turbines/>) <閲覧日 2022/2/28>
5. 'Samsung Heavy Unveils 9.5 MW Floater, Targets Korea's Giant Floating Wind Project', Offshorewind.biz, 20 July 2021, (<https://www.offshorewind.biz/2021/07/20/samsung-heavy-unveils-9-5-mw-floater-targets-koreas-giant-floating-wind-project/>) <閲覧日 2022/2/28>
6. 'SK E&C and Posco team up on Korean-style floating offshore wind model', Splash247, 9 April 2021, (<https://splash247.com/sk-ec-and-posco-team-up-on-korean-style-floating-offshore-wind-model/>) <閲覧日 2022/2/28>
7. Doosan Heavy Embarks on Development of 8MW Floating Offshore Wind Turbine', Press release, Doosan, 2 august 2021, (<https://www.doosan.com/en/media-center/press-release-view?id=20172321>) <閲覧日 2022/2/28>

2. 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題の検討

2.1 浮体式洋上風力の政策・市場・技術開発動向に係る海外調査

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式の商用化に向けた課題・論点：政策・制度面

- 国内外の動向、関連事業者へのヒアリングにより、浮体式の商用化に向けた課題・必要検討事項を抽出・整理した。
- 政策・制度面では、浮体式の導入目標設定、安全基準・認証制度の合理化、ステークホルダー調整、浮体式に対応した港湾整備等が重要事項として挙げられた。

分野		商用化に向けた課題・論点	必要検討事項
政策・制度	市場形成	浮体式の導入目標設定	● サプライチェーン形成、コスト低減促進に向けた国内外企業の投資促進に必要となる浮体式の具体的な導入目標設定
	制度改善	認証制度の合理化	● 国際規格や海外認証機関のガイドラインや認証プロセス、国内審査体制等を踏まえた国内安全基準・認証制度の課題、改善点の洗い出し ● コンクリート製浮体基礎のための安全基準・ガイドラインの策定
		ステークホルダー調整	● 漁礁効果の定量評価、漁業関係者等との合意形成に活用可能なデータ収集・整理
		環境アセス期間短縮	● セントラル方式等に係る官民協議会の検討加速化
		撤去	● 海底ケーブル、アンカーの残地ルールの整備
	インフラ	浮体式に対応した港湾整備	● 浮体基礎形式、風車仕様、ウィンドファームサイズに応じた製造・保管・施工方法等を踏まえた港湾仕様の検討と整備
		海底直流送電整備	● 世界標準の技術と整合した設備設計
		必要船舶の確保	● カボタージュ規制等に係る官民協議会の検討加速化 ● 設置・建設、O&Mに必要となる船舶の開発・建造支援

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式の商用化に向けた課題・論点:技術面(1/3)

- 事業計画に関して、沖合風況調査手法や地盤調査手法の合理化に向けた技術検証が挙げられた。
- 浮体基礎形式に関して、海域の特性に応じた選択が必要であり、複数形式において量産化を含めた技術開発の必要性が指摘された。

分野		商用化に向けた重要課題・論点		必要検討事項
技術開発	事業計画・LCOE	沖合風況調査手法の開発		● 適切な風速・風向計測手法、乱流強度計測手法に関する検討 ● Floating Lidarの設置による実データ収集、精度・信頼性検証 ● 低コストな計測技術の検討(移設式プラットフォームを用いた風況観測塔など)
		地盤調査手法の合理化(CPT)		● SPTと比較したCPT調査の有効性検証 ● 地盤調査対象とすべき係留ポイント数の検討(コストを踏まえた最適化)
		風車サイズ・風車開発見通し		● 風車大型化が浮体サイズ及び製造設備、建設設備、港湾に与える影響の分析
		日本の自然条件(地震・うねり等)		● 既存実証データの評価・検証 ● うねりによる施工性の制約を踏まえた工法の検討(洋上作業の少ない工法など) ● 日本の海象条件に適合した仕様の作業船の開発 ● 自然条件が類似するアジア・米国への展開を想定した技術開発
	浮体基礎・係留システム	浮体基礎形式・素材	共通	● 技術的検討が進展、かつ国内での大量製造・建設に比較的適した形式の選定
			セミサブ	● 量産性・小型化に優れたセミサブ式浮体の選択 ● 量産化を実現する生産技術と日本の優位性 ● 20MWクラス風車向け浮体基礎のドッグ製造可能性の検討
			スパー	● 大型風車、浮体喫水、開発域の水深、施工技術等との関係による成立性評価
			バージ	● 構造や素材(コンクリート)の工夫による低コスト化、効率的な製造方法の確立 ● 日本の海象条件における揺れの影響を踏まえた成立性評価
			TLP	● 技術開発ステータス、漁業への影響低減を踏まえた技術の有望性評価 ● 地震による係留システムへの影響の把握 ● 日本の海象条件におけるアンカー引抜荷重を踏まえた実現性評価
			その他	● 量産性に優れたその他浮体基礎形式の有望性評価

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式の商用化に向けた課題・論点:技術面(2/3)

- 浮体基礎の量産技術の確立が最重要事項の一つとして抽出され、量産化を支える生産技術は、日本企業が国際競争力を持つ可能性が高いことが指摘された。
- 全体システムに関して、風車と浮体基礎・係留システムの一体設計と評価モデルの確立の重要性が指摘された。

分野		商用化に向けた重要課題・論点	必要検討事項
技術開発	浮体基礎・係留システム(つづき)	浮体基礎量産技術	● 量産を実現する生産技術の抽出・開発 浮体形式・サイズ、製造方法、年間生産量等を踏まえた製造設備仕様の検討 ● 浮体基礎製造のポテンシャルプレーヤーの整理
		係留索・アンカー	● 地震・うねり等を踏まえた設計、地震(液状化現象)による影響評価 ● 生物付着の影響を踏まえた設計、メンテナンス方法の検討 ● 漁業影響の少ないTLP係留の有効性、カテナリー係留の占有面積を踏まえた評価 ● 係留素材(ナイロン、ポリエステル、高弾性コンポートメント)の開発 ● 岩盤地形用ピンパイル式アンカーの低コスト化 ● 砂地地形におけるサクシオンバケット式アンカーの開発 ● 浅海域における係留技術 ● 係留索の脱着/撤去技術の検討 ● 係留形式による海底への影響評価
		風車・浮体・係留システム一体設計	● 風車と浮体基礎の一体的設計によるシステム全体の最適化・モデル確立 ● 一体設計プロセスの効率化・簡略化方法の検討 ● 日本・アジアの特徴(地震・うねり等)を踏まえた設計、浮体基礎寿命予測
	送変電	長距離ダイナミックケーブル	● 数百kVクラスのダイナミックケーブル開発・低コスト化 ● ケーブル設計に必要な挙動解析手法の確立 ● 生物付着の影響を踏まえた設計、メンテナンス方法の検討
		ケーブルコネクタ	● ケーブルコネクタ(ウェットメイト技術)の開発
		洋上変電所	● 数百kVクラスの浮体式洋上変電所における、ケーブル損傷を防ぐ設備設計・接続方法、動揺に耐える変電機器の開発 ● 洋上変電所用基礎(ジャケット式または浮体基礎)の開発 ● 日本・アジア市場における浮体式洋上変電所のニーズ検証 ● 海底変電所の技術課題検証

出所)一般社団法人日本風力発電協会内部資料に基づき三菱総研作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式の商用化に向けた課題・論点:技術面(3/3)

- 組立・設置に関して、風車の大型化や、日本特有の海象(うねり等)に対応した設置作業船の開発が挙げられた。また、港湾利用を最小化する施工方法や、効率的な施工プロセスの重要性が指摘された。
- O&Mに関して、ウィンドファーム現地での部品等補修作業を可能とする技術開発が重要事項として挙げられ、それを支えるインフラとして、洋上メンテナンス手法に応じたメンテナンス船開発の必要性が指摘された。
- また、海底ケーブルや係留索の遠隔状態監視技術や、デジタルツイン・IoT・ドローン等新技術の活用によるO&M作業の効率化が重要事項として挙げられた。

分野		商用化に向けた重要課題・論点	必要検討事項
技術開発	組立・設置	設置作業船	● 15MWクラス風車に対応した設置作業船の開発 ● 日本の海象に対応した耐候性の高い設置作業船の開発 ● 長距離ダイナミックケーブルの敷設に対応したケーブル敷設船の開発 ● アンカーや係留索の大型化に対応したアンカーハンドリング船の開発 ● 大型バージの確保
		港湾利用の最適化	● 港湾利用を最小化する製造・保管・施工方法の検討
		設置プロセスの最適化	● 大量の浮体基礎と風車を効率よく設置可能なプロセスと必要インフラの検証
	O&M	O&M技術	● 沖合のfloater to floaterのO&M技術の開発、大型部品の輸送・吊上能力等検討 ● 風車へのアクセス率向上に係る技術開発 ● 港湾への曳航によるメンテナンス技術の最適化(ウェットストレージ可能な仮設ケーブルジョイントの開発、係留索・ケーブルの着脱方法など) ● 海中におけるケーブルや係留索の遠隔状態監視技術の開発(DTS、DSS等) ● デジタルツイン/IoT/ドローン(空中・水上・水中)等の新技術の活用による沖合におけるO&M効率化の可能性検討
		メンテナンス船	● CTVとSOVの中間クラスの船舶の開発 ● ダイナミックポジショニングシステムをもつ大型補修船舶の開発 ● 洋上メンテナンス手法に応じたメンテナンス船の開発。
	撤去	撤去技術	● 浮体基礎形式別の撤去方法と想定される課題の抽出 ● 撤去における浮体式の優位性検討、撤去を含めた電源間比較

出所)一般社団法人日本風力発電協会内部資料に基づき三菱総研作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式洋上風力発電に関する認証制度

- 浮体式洋上風力の認証制度として、プロジェクト認証と船級登録が存在。
- プロジェクト認証は、風力発電事業の開発プロセスの中で確立された第三者認証制度であり、風力発電所全体もしくは個々の設備における適合性を評価。
- 船級登録は、18世紀頃、船舶に保険付保を行う際に船舶に関わるリスクを評価するために実施された歴史を持つ。船級登録を受けてない船舶は高リスクであることから保険付保が認められない、もしくは運航が認められない場合がある。風力分野ではなじみのない制度だが、洋上石油・ガス分野では海洋構造物の船級登録が要求され、関りの深い制度。

プロジェクト認証と船級登録の比較

	プロジェクト認証(Project Certification)	船級登録(Classification)
認証機関	第三者認証機関	船級協会
概要	風力発電事業で確立された第三者認証制度であり、発電所全体または個々の設備における適合性を評価	- 船舶に保険付保する際に船舶に関わるリスクを評価するため、18世紀に船級登録制度が誕生 - 海洋産業では関わりの深い制度
対象設備	風力発電設備	船舶、潜水艦、洋上石油・ガスプラットフォーム、浮体式洋上風力発電の下部構造物、その他の海洋構造物等
認証の有効性	一度取得することで、認証の有効性が維持	船級を維持するために、船級機関が定める期間ごとに再審査(船級維持検査)が必要

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

国内外におけるプロジェクト認証に関する法規制

- 欧米では、風力発電設備（陸上含む）の安全性に関して、第三者認証機関（DNV-GL、BV等）によるプロジェクト認証を法的に要求する国と、法的に要求していない国がそれぞれ存在。
- プロジェクト認証が法的に要求されていない国であっても、保険会社やレンダー側からの要求、もしくはデベロッパーにおける要件を満たすために、事実上取得が必須。

海外における洋上風力発電設備に対するプロジェクト認証の要否

国名	プロジェクト認証	法規制の内容
日本 	法的義務あり (電気事業法)	洋上、陸上ともに、電気事業法に基づく風力発電設備の技術基準の適合性確認としてプロジェクト認証（※ウィンドファーム認証）の取得が要求される。
デンマーク 	法的義務あり	- 洋上・陸上風力ともにデンマークエネルギー庁の認定を受けた認証機関による風車型式認証の取得、及び設置者に対する風力発電設備全体のプロジェクト認証取得が義務付けられている。 - 法的根拠:デンマークエネルギー庁, Executive Order no. 1773 “Technical certification and servicing of wind turbines”
ドイツ 	法的義務あり	- 洋上風車においては型式認証、プロジェクト認証の取得が義務付けられている。 - 法的根拠:ドイツ連邦海運・水路庁, standard BSH no. 7005 “Standard Design, Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)”
英国 	法的義務無し	陸上・洋上風車におけるプロジェクト認証取得に対する法的義務は無いが、金融機関・保険会社からの要求、もしくはデベロッパーにおける要件を満たすために、事実上取得が要求される。

出所) 経済産業省、発電用風力設備の工事計画の適合性確認体制及び技術基準の見直しについて、p.6、2021年10月公開

ORE Catapult, Floating Offshore Wind – Application of Standards, regulations, Project Certification and Classification – Risks and Opportunities, 2021年12月7日より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

デンマークにおけるプロジェクト認証の規制制度

- 2013年1月、風力発電の技術認証スキームに関する規制(Executive Order no. 73)が公表され、法令に基づくプロジェクト認証の実施が義務付けられている。2020年11月、上記規制が改定され、風力発電の技術認証と運用に関する規制(Executive Order no. 1773)を公表。
 - **Executive Order no. 1773** “Technical certification and servicing of wind turbines”
- Executive Order no. 1773において、ロータ面積(受風面積)200m²以上の風車を採用する場合は、IECRE OD-501に則った風車型式認証に加え、IECRE OD-502に則ったプロジェクト認証が求められる。
- デンマークエネルギー庁の認定を受けた認証機関のみがプロジェクト認証を実施可能であり、認定事業者はデンマークエネルギー庁のホームページに公開される。

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

ドイツにおけるプロジェクト認証の規制制度

- ドイツ連邦海運・水路庁(BSH)が公表する規制(standard BSH no. 7005)に基づき、洋上風力発電における風車型式認証及びプロジェクト認証の取得が義務付けられている。
 - **standard BSH no. 7005** “Standard Design, Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)”
- 同基準では、支持構造物、風車RNA、電力ケーブル、その他ウィンドファームを構成する海洋構造物を対象とし、設計及び構造コンポーネントに関するガイダンスが定められている。
- ウィンドファームの運転申請書類を提出する際に、第三者によるプロジェクト認証を添付する必要がある。

出所)BSH, Standard Design, Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ), 2015年7月28日 より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式洋上風力に関する認証スキーム

- プロジェクト認証は、IEC 61400-22(※2010年発効ー2018年8月31日廃止)、及びIECRE(IEC再生可能エネルギー機器試験認証制度)におけるIECRE OD-502(2018年10月発効)にて規定。
- 第三者認証機関は、IEC規格に基づいてプロジェクト認証ガイドラインを定めており、最新のIECRE OD-502を反映している認証機関も存在する。
- 船級登録については、船級協会がIEC規格を引用しつつ浮体下部構造物・係留システム等に求められる船級登録要件を定めている。

浮体式洋上風力における主な認証スキーム

分類	機関	プロジェクト認証スキーム	適用規格
国際規格 (プロジェクト認証)	IEC	IEC 61400-22 “Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification” ※2018年8月末に廃止	-
	IEC	IECRE OD-502 “Project Certification Scheme” ※2018年10月発効	-
プロジェクト認証	Lloyd’s Register	Guidance Notes for Offshore Wind Farm Project Certification	IEC 61400-22, IECRE OD-502
	DNV	DNVGL-SE-0190 “Project certification of wind power plants”	IECRE OD-502
	日本海事協会	NKRE-SP-0003 “ウィンドファーム認証”	IEC 61400-22 (※JIS C 1400-22:2014でカバー)
船級登録	ABS	ABS 195 “Guide for Building and Classing Floating Offshore Wind Turbines”	IECRE OD-502
	Bureau Veritas	BV NI572 “Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbines”	IEC 61400-22

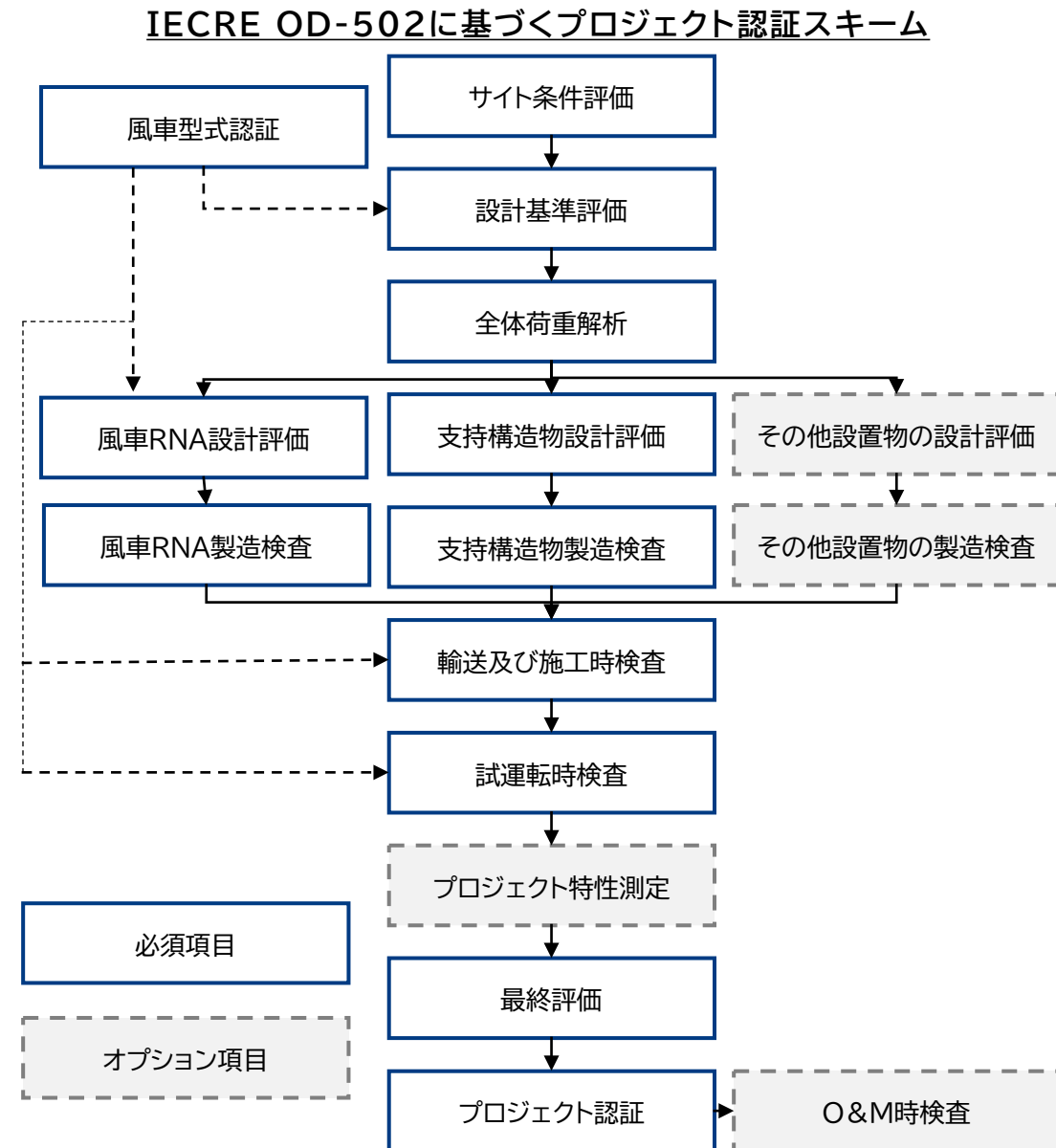
出所) ORE Catapult, Floating Offshore Wind – Application of Standards, regulations, Project Certification and Classification – Risks and Opportunities, 2021年12月7日

日本海事協会、NKRE-SP-0003 ウィンドファーム認証、p.3、2021年10月より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

IECRE OD-502に基づくプロジェクト認証スキーム

- IECRE OD-502のプロジェクト認証スキームは、陸上・洋上ウィンドファーム全体、あるいは変電所やケーブル等の個別設備に関する第三者による適合性評価のプロセスを表している。
- 規格中では、設計、製造、輸送、設置、試運転、操業に関する規格や技術的要求事項に関する手順を整理。
- IECRE OD-502に基づくプロジェクト認証では、IECRE OD-501に基づく風車型式認証の取得、もしくはプロジェクト認証プロセスにおいて型式証明の要件を満たす必要がある。



出所) ORE Catapult, Floating Offshore Wind – Application of Standards, regulations, Project Certification and Classification – Risks and Opportunities, 2021年12月7日より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

日本の認証スキームにおける国際規格の反映状況

- 日本では、日本電機工業会(以下、JEMA)が、IEC 61400シリーズの標準化対応のための委員会を組織し、国際規格案審議への参画や国内規格(JIS)原案作成を担っている。
- JEMAの「風力発電システム標準化委員会」において、IEC 61400-22のJIS規格が発行されている。IEC 61400-22は2018年8月末で廃止されているが、JIS規格については有効とされる。
- 日本海事協会が実施するウィンドファーム認証は、「JIS C 1400-22:風車—第22部:風車の適合性試験及び認証」を引用する形でIEC 61400-22を反映し、最新のIECRE OD-502は未反映。
- 風車設計については、最新のIEC規格では着床式風車及び浮体式風車別の設計要件が定められているが、国内JIS規格については審議中であり、国内認証制度には未反映。

プロジェクト認証に関わるIEC規格及びJIS規格の発行状況(2020年12月時点)

区分		国内規格発行状況	ClassNKにおける反映状況
プロジェクト 認証	IEC 61400-22 Ed. 1.0 (※2018年8月31日で廃止)	JIS C 1400-22:2014 ※JIS規格は有効	反映
	IECRE OD-502	未検討	未反映
風車設計	IEC 61400-3-1 Ed. 1.0 (着床式風車の設計要件)	審議中 (JIS C 1400-3-1:20XX)	未反映
	IEC/TS 61400-3-2 Ed. 1.0 (浮体式風車の設計要件)	審議中 (JIS C 1400-3-2:20XX)	未反映

出所) JEMA、風力発電の標準化における日本の対応(<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/wind/kikaku.html>)、<閲覧日:2022/2/28>
 ClassNK、NKRE-SP-0003 ウィンドファーム認証 (https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/windfarm/NKRE-SP-0003_October2021_Jpn.pdf)、<閲覧日:2022/2/28>

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

ABSにおける船級登録

- ABS 195では、コンクリート製構造物の設計基準、考慮すべき条件として地震荷重が明記されている。
- 検査の項目では、船級維持検査の代替としてのリスクベースド・インスペクションに関する記述が存在。

項目	概要
材料及び溶接: Materials and Welding	金属材料、溶接、コンクリート、係留チェーン、アクセサリ及び合成繊維の各素材について、対応するABSガイダンスもしくはMOU規則に適合した素材であることが開設される。
設計要件: General Design Requirements	- 浮体式基礎の設計において考慮すべき項目が定義・解説される。 - 項目:安全性、設計寿命、環境条件、設計荷重条件及び荷重計算、連成解析、構造設計、位置保持システム、安定性、水密性及び耐候性、構造材料選択・溶接・接続、腐食防止及び腐食制御、同一浮体基礎設計における考慮(特に係留システム)、運用マニュアル
環境条件: Environmental Conditions	- 浮体式風車が設計期間中に曝される環境条件の定義と、考慮すべき条件のパラメータについて解説される。 - 項目:風、波、潮流、その他環境要件(温度、潮汐、空気密度、氷雪、生物付着、地震、海氷、土壌、雷、電力ネットワーク)
荷重: Loads	- 浮体式風車の稼働前、稼働中における荷重の定義及び過重負荷の決定が解説される。 - 項目:設計荷重条件、環境荷重の決定
連成解析: Global Performance Analysis	- 風車、タワー、浮体下部構造物、係留索、アンカー又はテンドン、エクスポートケーブル等を含む浮体式洋上風力全体における荷重に関して考慮すべき項目及び分析方法が解説される。 - 項目:波による動揺・挙動、クリティカルな全体荷重及び全体反応、エアギャップ、モデル試験
浮体基礎の設計: Design of Floating Substructures	浮体式基礎の設計に求められる設計基準と設計方法について、鋼製構造物及びコンクリート構造物の別に解説される。
位置保持システムの設計: Design of Stationkeeping Systems	- チェーン、係留索、アンカー及び関連アクセサリから構成される位置保持システムの定義及び設計上考慮すべき要件、設計基準が解説される。 - 項目:設計条件、鋼製係留索及びテンドンシステム、合成繊維索、アンカー把駐力、実地テスト
復元性、水密性及び耐候性: Stability and Watertight/Weathertight Integrity	- 浮体基礎の復元性において考慮すべき項目・基準、水密・耐候性閉鎖装置及び保護されていない開口部に関する審査規定が解説される。 - 考慮すべき項目:供用前における復元性(曳航フェーズ、設置・試運転フェーズ)、供用後における復元性(非損傷時復元性、損傷時復元性、転倒モーメント)、重量制御
機械、装置及びシステム: Machinery, Equipment and Systems	- 浮体基礎に搭載される機械、装置及びシステムに関する基準が解説される。 - 項目:ビルジシステム、バラストシステム、バンド及び音響、電気システム、消火システム・消火設備、安全対策
検査: Survey	建設・設置・試運転期間中における検査、及び供用期間中の検査に関する規定が解説される。更に、定期点検や船級登録要件に代わるリスクベースド・インスペクション(RBI)の適用に関する規定が盛り込まれている。

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

Bureau Veritasにおける船級登録(1/2)

- BV NI572では、コンクリート材料に関する項目や、設計条件における津波、地震荷重を考慮。
- リスクベースド・アプローチの適用に関するガイダンスが存在。

項目	概要
概論: General	- 浮体式洋上風力の設備等に関する定義、船級登録の概要、関連する国際規格等について解説される。 - 船級登録におけるリスクベースド・アプローチの適用に関するガイダンスが提供されており、船級協会に認可されたリスクアセスメント書類に基づき、従来の船級登録要件を代替することが可能であることが記載される。
材料: Material	- 浮体式洋上風力の建設に用いられる材料選択に関するガイダンスを提供する。 - 項目:温度、鉄・アルミニウム材料、コンクリート
防食: Corrosion	構造物が曝される環境別に大気中、飛沫帯(Splash zone)および水中に分類し、それぞれのエリアにおける防食保護についてガイダンスを提供する。
設計条件及び設計荷重: Design conditions and Loads	- 浮体式風車に適用する設計荷重に関するガイダンスを提供する。 - 項目:設計条件、システム条件、環境条件、設計荷重、外部荷重(風、波、潮流、慣性荷重、氷、津波、地震荷重)、損傷時荷重、荷重ケース
復元性: Stability	- 浮体式洋上風力における復元性及び水密性に関するガイダンスを提供する。 - 項目:考慮すべき条件(風、氷雪、潮流、波)、復元性計算、非損傷時復元性、損傷時復元性
構造設計: Structure Design	- 浮体基礎の構造設計に関するガイダンスを提供する。 - 項目:構造設計の原則、構造強度アセスメント、極限荷重状態(ULS)、疲労荷重状態(FLS)、動作限界状態
浮体寸法: Hull Scantlings	構造物の降伏、座屈、疲労を評価するために行われる構造解析について規定される。
その他構造物: Other Structures	- 浮体基礎以外の関連アクセサリーに関して規定される。 - 項目:アクセスシステム構造、係留システムの補助構造、ヘリコプターデッキ、船体付属品、船体外装
位置保持: Station Keeping	維持保持システム(カテナリー係留、テンションレグシステム、ダイナミックポジショニングシステム)の設計に関するガイダンスを提供する。
土壌及び基礎: Soil and foundation	- 土壌調査及び浮体式洋上風力の基礎に関するガイダンスを提供する。 - 項目:土壌調査、基礎設計
海洋システム: Marine Systems	- 浮体式基礎に搭載される各種システム、装備に関するガイダンスを提供する。 - 項目:ビルジシステム、バラストシステム、電気設備の導入

出所)Bureau Veritas, Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbine, 2019年1月より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

Bureau Veritasにおける船級登録(2/2)

項目	概要
流体力学: Hydrodynamic	- 波と潮流による流体力学的荷重を受ける浮体式洋上風力の荷重及び挙動に関するガイダンスを提供する。 - 項目: 流体力学解析、波浪スペクトル
外部条件: External Conditions	- 浮体式洋上風力の設計に影響をもたらす外部条件に関するガイダンスを提供する。 - 項目: 風、波、その他の海洋条件(潮流、水位、海氷、生物付着)
構造分析: Structural analysis	- 浮体式洋上風力の構造分析に関するガイダンスを提供する。 - 項目: 分析手順、強度解析、疲労解析
風車、機械コンポーネント: Turbine - Mechanical Components	- 流体力学的及び空気力学的影響並びそれらに起因する荷重が風車回転機及び制御機構に伝達される場合の洋上風車(アップウィンド、ダウンウィンド)に適用されるガイダンスを提供する。 - 項目: 機械コンポーネントに与える荷重の影響、設計荷重ケース、機械システム及びコンポーネント
ライフサイクル: Life cycle	- 各フェーズにおける推奨事項や検査項目等のガイダンスを提供する。 - 項目: 製造、輸送・施工、試運転、メンテナンス・検査及び撤去フェーズにおけるドキュメンテーション、マニュアル、現地検査

出所) Bureau Veritas, Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbine, 2019年1月より作成

2.2 浮体式洋上風力の商用化に向けた課題整理

浮体式洋上風力の認証制度改善に向けた論点

- 欧米におけるプロジェクト認証制度や、浮体式洋上風力発電の船級登録ガイドラインの調査結果を踏まえ、認証制度に関する論点を抽出した。
- 最新の国際規格の反映、船級登録におけるコンクリートの基準の明確化及び船級維持検査におけるリスクベースド・インスペクションの適用可否が挙げられる。
 - リスクベースド・インスペクション: リスク評価の概念を取り込み、浮体構造物等の故障・事故リスク評価結果に基づいて検査を行う手法を指す。

区分		認証制度改善に向けた今後の論点
プロジェクト認証		・ IECRE OD-502の国内規格への反映 ・ (公財)日本適合性認定協会におけるウィンドファーム認証機関の認定要件への反映
風車設計基準		・ IEC規格の国内規格への反映及びウィンドファーム認証等への反映 ・ IEC 61400-3-1: 着床式洋上風車の設計要件 ・ IEC 61400-3-2: 浮体式洋上風車の設計要件
船級登録	コンクリート材料	・ 日本海事協会が発行する「浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン」へのコンクリート材料及びコンクリート製浮体に関するガイダンスの追加
	船級維持検査	・ 船舶安全法におけるリスクベースド・インスペクションに基づく船級維持検査の適用可否 ・ 船級協会と産業界との共同による、船級維持検査の代替手法としてのリスクベースド・インスペクションに関する枠組みの検討

3. 洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環の実現に向けた課題と解決策の検討

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

諸外国の入札制度:サマリー

- オランダ・デンマーク・ドイツでは、政府・TSOが海域選定や事前サイト調査、環境アセス等を実施した上で、海域リース権と支援価格を1回の入札で決定するセントラル方式を採用。
- 英国・米国では、政府が海域選定を実施した上で、海域リース権入札を実施し、落札事業者がサイト調査や環境アセス等を実施した上で、支援価格入札に応札するデセントラル方式を採用。
- 海域選定から運転開始までの所要期間は、セントラル方式を取る国が短く、政府が許認可等を主導することによる時間短縮効果が働いていると想定される。

	オランダ	デンマーク	ドイツ	英国	米国(NY州)
入札方式	セントラル方式 ✓ 政府が海域を指定した上で、政府主導で事前サイト調査(風況、海底地盤、海象等)や環境アセス等を実施し、事業者が入札に参加 ✓ 海域リース権と支援価格を1回の入札で同時に決定			デセントラル方式 ✓ 政府が海域指定した上で、海域リース権入札を実施 ✓ 海域リース権を獲得した事業者がサイト調査・アセス・許認可取得を実施し、支援価格入札に参加	
海域選定	政府機関	政府機関	政府機関	政府機関	政府機関
地域合意形成	政府機関	政府機関	政府機関	事業者	政府機関
事前サイト調査	政府機関	TSO	政府機関	事業者	事業者
環境アセスメント	政府機関 ✓ 環境アセスメントの費用は入札前に公示した上で落札事業者負担	TSO/事業者 ※政府が初期的アセスを実施、落札事業者が追加的アセスを実施	政府機関/事業者 ※政府が初期的アセスを実施、落札事業者が追加的アセスを実施	事業者	政府機関/事業者 ※政府が初期的アセスを実施、落札事業者が追加的アセスを実施
許認可手続き	政府機関	事業者	事業者	事業者	事業者
系統確保	TSO	TSO	TSO	事業者	事業者
海域選定～運転開始までの一般的な所要期間	約8年	約9年	約9年	約12年	約12年

出所)各国政府資料等より三菱総研作成(※詳細は国別調査結果を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

オランダの入札制度: サマリー

- オランダは、政府主導のセントラル方式(開発事業者と支援価格を同時に決定)により洋上風力入札を実施。
 - ・ 政府が、洋上風力の開発海域を指定し、環境・社会影響アセスメント(ESIA)および事前サイト調査を実施。
 - ・ 開発海域のリース権および補助金額を決める入札に基づき、開発事業者に洋上ウィンドファーム開発に必要な許可書を付与。
- 政府機関であるオランダ企業庁(RVO)が、環境アセスメントおよび事前サイト調査の実施、入札プロセスの調整に責任を負う。
- 国の系統運用事業者(TSO)であるTenneTが、洋上変電所及びエクスポートケーブル(洋上変電所から陸上までの海底送電ケーブル)の設置責任を負う。
- 開発事業者は、ウィンドファームの建設(アレイケーブルの敷設含む)を実施。

オランダの公募プロセスのフローと一般的なタイムスケジュール

公募プロセス	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年
海域選定								
地域合意形成								
事前サイト調査								
環境アセスメント								
許認可手続き								
入札(海域リース権)					▲			
入札(支援価格)								
系統確保								
系統連系								
建設								
運転開始								

凡例:

- 政府機関が実施
- 系統運用事業者(TSO)が実施
- 開発事業者が実施
- ▲ 開発権の付与

出所)オランダ政府資料等より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

オランダの入札制度:各プロセスの概要(1/2)

公募プロセス	実施主体	概要
海域選定	政府機関	● 政府(The Ministry of Economic Affairs and Climate:MEAC)がオランダ領海内の洋上風力開発海域を指定 － 洋上風力の開発は、指定海域内でのみ可能 － 各指定海域では、1つまたは複数の洋上ウィンドファーム開発が可能 － “Offshore Wind Energy Roadmap” にて、洋上ウィンドファーム開発の可能性があるサイトについて、サイト開発のスケジュール、想定サイト容量、設置・運転想定年を提示¹ － 開発可能性のあるサイトは、海洋空間計画(Marine Spatial Planning)において特定される
地域合意形成	政府機関	● 政府が、開発海域に関する計画策定プロセスを通じて、パブリックコンサルテーションを実施² － 地域のコミュニティは、系統整備に関する計画や“Offshore Wind Energy Roadmap”の決定、開発海域決定(Wind Farm Site Decision:WFSD)の際に参加可能 － WFSDは、公表後、パブリックコンサルテーションと上訴の対象となり、反対意見も検討される。パブリックコンサルテーションや上訴期間の終了後、WFSDの変更または確定かが決定され、その後の上訴は不可
事前サイト調査	政府機関	● RVOが、風況調査や海底調査を含む事前サイト調査を実施 － 考古学調査、地球物理学調査、地盤工学調査、気象調査、海洋調査、不発弾(UXO)調査等を実施³ － 調査データを開発事業者と共有することにより、開発事業者のFEED調査を支援し、プロジェクト計画の最適化や競争入札への参加を促進¹ － 事前サイト調査の実施にかかる期間は約2年^{4,5} ● これまでの入札では、政府がESIAと事前サイト調査の費用を負担。次回の入札では、落札者がESIAの費用を政府に払い戻す制度に変更⁶ － ESIAと事前サイト調査の費用は、入札の約6か月前に公示される － 例:Hollandse Kust (west) のサイトVI・VIIにおける、ESIAと事前サイト調査の費用はそれぞれ13.5百万ユーロ(1ユーロ=130円換算で約18億円)⁶
環境アセスメント	政府機関	● 政府(Netherlands Enterprise Agency:RVO)が環境・社会影響アセスメント(Environmental and Social Impact Assessment: ESIA)を実施 － 洋上ウィンドファーム開発の可能性があるサイトは、海域選定前にESIAを実施、 － ESIAの実施にかかる期間は約2年 ● これまでの入札では、政府がESIAと事前サイト調査の費用を負担。次回の入札では、落札者がESIAの費用を政府に払い戻す制度に変更⁶ － Hollandse Kust (west) のサイトVI・VIIにおける、ESIAと事前サイト調査の費用はそれぞれ約13.5百万ユーロ⁶

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

オランダの入札制度:各プロセスの概要(2/2)

公募プロセス	実施主体	概要
許認可手続き	政府機関	● 開発海域決定(WFSD)は、環境アセスメントおよび事前サイト調査の後、MEACにより公表される ● ウィンドファームの建設には、WFSDに基づく、MEAC大臣による許可書が必要 － 許可書は、ウィンドファームの場所と建設・運転の条件を指定 － 入札における落札者の公表後、直ちに、MEAC大臣が、ウィンドファームの建設、運転、撤去の許可書を付与、許可書は最大40年間有効 － WFSDでは、ある程度柔軟性のあるウィンドファーム設計を出来るよう配慮(風車の数、風車の設置位置、ハブ高、風車と基礎の形式)¹ － 当初計画からの変更にはWFSDの認可が必要
入札(開発事業者・支援価格の決定)	政府機関	● 入札方式は、開発海域のリース権と支援価格を一体化した競争入札⁷ ● RVOが、MEACに代わり、入札制度を調整 ● 最初に、対象サイトに関する入札規則を概説した省令を発行⁸ － 入札時期、ウィンドファームの商業運転の開始期限、最高応札価格とベースになる電力価格、ウィンドファームの最小・最大容量、入札資格基準、入札の順位決定基準 ● MEAC大臣が、入札終了後13週間以内に、落札者を公表。必要に応じて、13週間延長可能 ● 補助金無しと補助金有りの入札を実施 － 最初に、補助金無しの入札を実施し、十分な数の参加者が確保されなかった場合のみ、補助金有りの入札を開始 ● リース期間は最大40年間
系統確保	TSO	● 開発事業者は、系統運用事業者TenneTと、系統接続に係る契約を締結¹ － 接続の遅延が発生した場合、TenneTは、開発事業者に電力販売利益の遅延分や損失分を補償 － 許可書が授与され、接続契約が締結されるまでの期間は、通常9か月
系統連系	TSO事業者	● アレイケーブルは、開発事業者の責任において敷設 ● 送電システム(エクスポートケーブルと陸上・洋上変電所)は、TenneTの責任において敷設・設置¹
建設	事業者	● 落札事業者は、落札後直ちに、ウィンドファームの建設を開始可能¹ － 実際には、許可書を受領後、2年後に設置を開始している模様 ● 許可書では、5年以内の商業運転開始期限を明記⁹ － 許可書を受領後、3～4年後に商業運転を開始していると推測される ● 運転開始期限を守れない場合は罰金の支払いが生じる¹

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

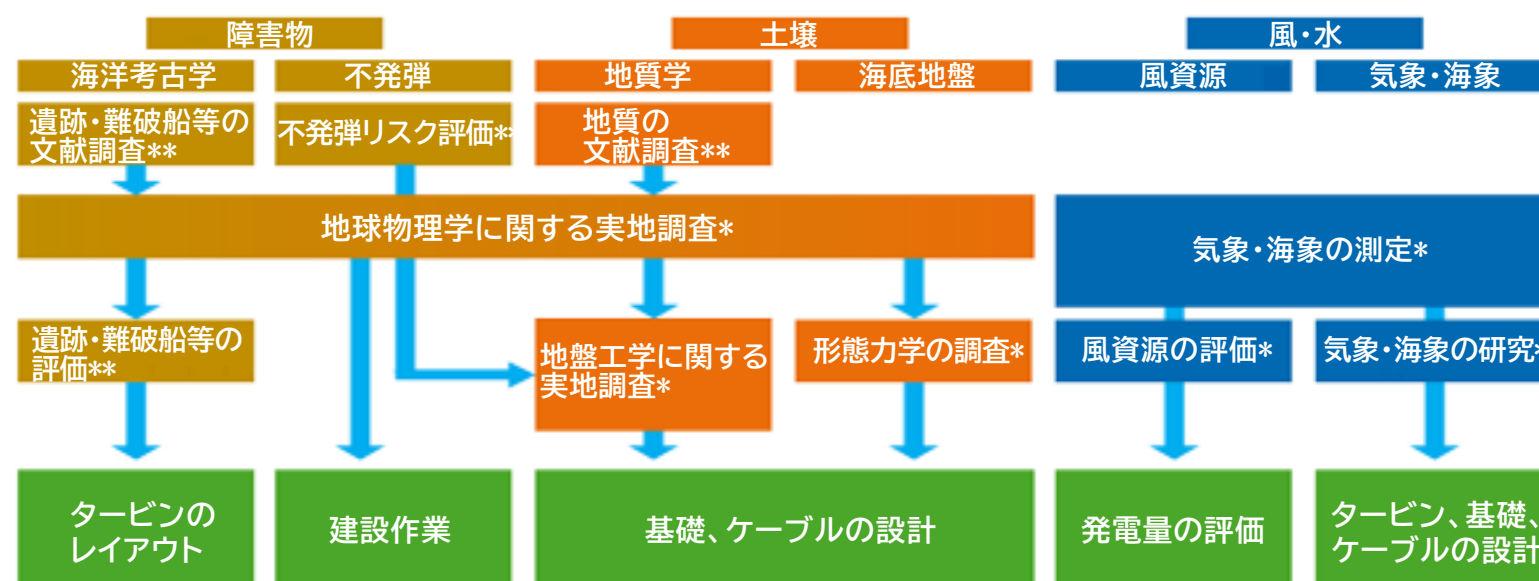
【参考】RVOによる事前サイト調査:概要

オランダ企業局(RVO)による事前サイト調査の概要

- オランダ企業局(The Netherlands Enterprise Agency: RVO)が、候補海域の事前調査を統括。
- RVOは、関係政府機関や専門家等の情報提供を受けて、事前調査の範囲を決定。文献資料調査や実地調査を実施する事業者を公募により調達。調査結果は、認証機関(Det Norske Veritas Germanischer Lloyd: DNV GL)による認証や品質認証を受ける。※

※RVO, “Project and Site Description Hollandse Kust (noord) “, p.7,8 (2019年10月)

RVOによる事前サイト調査の概要



* 認証(Certificated) **品質認証(Quality approved)

出所)RVO, Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone Project and Site Description, 2019年10月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/b33dfb56-07bf-421d-b9f5-68f2cd4c1b02/1570519498hkn_20191008_project%20and%20site%20description-f.pdf.pdf)P21<閲覧日:2022/2/28>を基に三菱総研一部編集

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

【参考】RVOによる事前サイト調査: 詳細(1/3)

障害物・土壌に関する調査

調査事項		概要
1. 文献資料調査	海洋考古学に関する調査 Archaeological desk study	● 飛行機の残骸、難破船、過去の遺跡等の情報収集(場所、サイズ、年代) ● 洋上ウィンドファーム開発における残骸・遺跡等のリスク評価 ● 残骸・遺跡等による影響の緩和策検討 ● 更なる評価が必要か検討し、今後推奨する調査範囲を決定 ● 残骸・遺跡等の観点から、洋上ウィンドファームサイトの調査、監視作業、設置作業、運用作業等において考慮すべき必要要件を特定
	不発弾のリスク評価 UXO risk assessment desk study	● 不発弾が実在することによる、洋上ウィンドファームに関連する作業のリスクや制約を特定 ● 洋上ウィンドファーム建設やケーブル敷布をしないエリアの特定 ● 不発弾の観点から、以下を実施する際に考慮すべき要件を特定 同海域内の別サイトの決定、安全な実地調査の実施、安全な基礎設置、安全なケーブル敷布
	地質学(水深、海底等)に関する調査 Geophysical survey	● 実地調査等の基礎調査(実地調査参照)
2. 実地調査(地球物理学) Geophysical survey		● 水深図、海底表層に関する情報取得 ● 自然による、または人為的な特徴、物、障害物の特定 ● 難破船、パイプライン、ケーブル等の特定・確認 ● 地球物理学・地質学的な地盤モデルの作成 ● 海底面の地質学的な特徴、地震災害、構造複雑性の特定 【使用機器】 マルチビーム音響測深機(MBES)、シングルビーム音響測深機(SBES)、サイドスキャンソナー(SSS)、磁力計(MAG)、サブボトムプロファイラー(SBP)、シングルチャンネル超高解像度スパーカー(SC-UHRS)、マルチチャンネル超高解像度スパーカー(MC-2DUHRS)
3. 海洋考古学に関する評価 Archaeological assessment of geophysical survey results		● 1、2の調査結果を踏まえて、飛行機の残骸、難破船、過去の遺跡等の存在について評価

出所)RVO, Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone Project and Site Description, 2019年10月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/b33dfb56-07bf-421d-b9f5-68f2cd4c1b02/1570519498hkn_20191008_project%20and%20site%20description-f.pdf.pdf)P23-31<閲覧日:2022/2/28>

RVO, Webinar Geotechnical and Geophysical Assessment for Hollandse Kust (noord), 2019年6月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/f23efcb9-8de5-4d2c-9d22-5ad6f1b21b10/1560264567hkw_20190611_fugro%20geophysical%20&%20geotechnical%20sis%20-%20webinar%20hkn%20wfz%2020190613-f.pdf)P8-9<閲覧日:2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

【参考】RVOによる事前サイト調査：詳細（2/3）

障害物・土壌に関する調査

調査事項

4. 実地調査(地盤工学)
Geotechnical survey

概要

● 2の実地調査により作成された地球物理学/地質学的な地盤モデルの強化・更新

● 地下の垂直・水平方向の変化状況について解明

● 事業者が基礎の設計やウィンドファーム建設、ケーブル敷布の検討に必要とする地盤の特性を調査

【土壌の特性調査の方法】

1. 現地海底試験

・コーン貫入試験(CPT)

・間隙水圧消散試験

2. 地盤工学的ボアホール掘削(ダウンホールサンプリング・CPT)

3. 採取したサンプルを用いた室内試験

Hollandse Kust (noord) ウィンドファーム海域(700MW)で実施した測定

地点数	回数	調査方法	備考(海底深度、調査詳細)
78	85	CPT	海底深度2.1～53.0m
21	28	サイズミックCPT	海底深度2.9～52.9m
23	24	Temperature CPT	海底深度3.0～7.5m
38	72	間隙水圧消散試験	CPTストローク内の範囲
28	31 (再ドリル3回)	ボアホール掘削	ダウンホールサンプリング、最深層位まで貫入するサイズミックCPT CPT、目標海底深度60mのオーバーサンプリング 数カ所では、地球物理学的特性を調査するため、深度65m(1回)と深度80mのボアホール掘削(3回)も実施
4	4	ボアホール掘削	CPT、海底深度52mのドリルアウト 目標海底深度60mのオーバーサンプリング
1	1	ボアホール掘削	ダウンホール式サイズミックCPT 目標海底深度60mのオーバーサンプリング
1	1	ボアホール掘削	TenneTの変電所の中心部 目標海底深度100mのダウンホールサンプリング、CPT
4	5 (再ドリル1回)	ボアホール掘削	TenneTの変電所の4隅 目標海底深度100mのダウンホールサンプリング、CPT

出所)RVO, Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone Project and Site Description, 2019年10月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/b33dfb56-07bf-421d-b9f5-68f2cd4c1b02/1570519498hkn_20191008_project%20and%20site%20description-f.pdf.pdf)P32<閲覧日:2022/2/28>

RVO, Webinar Geotechnical and Geophysical Assessment for Hollandse Kust (noord), 2019年6月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/f23efcb9-8de5-4d2c-9d22-5ad6f1b21b10/1560264567hkw_20190611_fugro%20geophysical%20&%20geotechnical%20sis%20-%20webinar%20hkn%20wfz%2020190613-f.pdf)P14<閲覧日:2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

【参考】RVOによる事前サイト調査：詳細（3/3）

障害物・土壌に関する調査

調査事項	概要
5. 海底の形態力学に関する研究 Morphodynamical Desk Study	● 海域の海底の動きに関する研究や、海底の動きやウィンドファームの基礎の種類による洗堀状況・洗堀緩和のための検討事項について説明 ・ 現在の形態力学的な海底の特徴と海底から地下20メートルまでの地質・堆積物について調査・評価 ・ ウィンドファームのライフタイム(今後40年間)にわたる海底の変化を予測し、風車、インターアレイ、ケーブル、プラットフォーム、支持構造の設計・設置、保守をサポート ・ 過去70年間の海底状況を推算し、不発弾に遭遇する可能性のある深さを提示 ・ ウィンドファームの典型的な構造物において想定される洗堀状況、最新の洗堀緩和策と開発海域への適用性について説明 ・ 形態力学をウィンドファームの構造物の配置や洗堀緩和策に活かすためのガイダンスを提供

出所)RVO, Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone Project and Site Description, 2019年10月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/b33dfb56-07bf-421d-b9f5-68f2cd4c1b02/1570519498hkn_20191008_project%20and%20site%20description-f.pdf.pdf)P40<閲覧日:2022/2/28>

海象・気象に関する調査

調査事項	概要
1.気象・海象の測定 Metocean measurement Campaign	● 2基の測定用ブイを設置し、2年間、気象と海象を観測 【測定項目】 ・ 地上30～200メートル間を10段階に分けて、風速・風の向き・乱流・乱入角度 ・ 気温・気圧・湿度 ・ 波の高さ、周期(平均・ピーク)、方向、スペクトル ・ 水深別の速度・方向 ・ 海面温度 ・ 水位
2.風資源の評価 Wind Resource Assessment	● 1の測定データと海域外に設置した測定用マストによるデータを用いて、風資源の評価を実施 ● 開発されるウィンドファームのモデリング、発電量評価、投資対効果の計算に活用
3.気象・海象の研究 Metocean desk study	● 海域の気象・海象の特性解析、通常・極端な気象・海象状況時の風・波・潮流・水位等の分析を実施 ● 海域内、周辺地域や他ウィンドファームの気象・海象データはウェブ上で取得可能、APIも提供 ● 風車、インターアレイケーブル、変電所、基礎の設計・設置・メンテナンスの検討に活用

出所)RVO, Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone Project and Site Description, 2019年10月 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/b33dfb56-07bf-421d-b9f5-68f2cd4c1b02/1570519498hkn_20191008_project%20and%20site%20description-f.pdf.pdf)P46,48, 50<閲覧日:2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

出所一覧(オランダ)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. Dutch Offshore Wind Guide: Your Guide to Dutch Offshore Wind Policy, Technologies and Innovation, Wind & Water Works for The Netherlands Enterprise Agency (RVO), October 2021 (<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/10/Dutch%20Offshore%20Wind%20Guide%202022.pdf>) P15,16,17,19 <閲覧日 2022/2/28>
2. The Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (<https://windopzee.nl/onderwerpen/participatie-educatie/meedoen-besluitvorming/>) <閲覧日 2022/2/28>
3. List of all reports and other deliverables for Hollandse Kust (west), Netherlands Enterprise Agency, December 2021 (https://offshorewind.rvo.nl/files/view/c12333bd-6ccb-4339-9885-6f5905006580/1639387246hkw_20211213_rvo_deliverables%20site%20studies-f.xlsx) <閲覧日 2022/2/28>
4. HOLLANDSE KUST (WEST) WIND FARM ZONE: Certification Report Site Conditions Assessment, DNV-GL for The Netherlands Enterprise Agency (RVO), April 2021 (https://offshorewind.rvo.nl/file/download/ef91a6ad-81d3-45a3-bb74-ce9051a89a77/1618578270hkw_20210416_dnv%20gl_certification%20report%20site%20conditions%20rvo-f.pdf) <閲覧日 2022/2/28>
5. Parliamentary paper 33561 No.42: Letter from the Minister of Economic Affairs and Climate, The Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, March 2018 (<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33561-42.html>) <閲覧日 2022/2/28>
6. Letter to the House of Representatives from the State Secretary for Economic Affairs and Climate Policy, 13 October 2021 ([https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/11/Letter Parliament Ministerial Order granting offshore energy permits sites VI VII Hollandse Kust w est Wind Farm Zone.pdf](https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/11/Letter%20Parliament%20Ministerial%20Order%20granting%20offshore%20energy%20permits%20sites%20VI%20VII%20Hollandse%20Kust%20West%20Wind%20Farm%20Zone.pdf)) P5 <閲覧日 2022/2/28>
7. Key Factors for Successful Development of Offshore Wind in Emerging Markets, Arup in association with BVG Associates on behalf on the World Bank Group, September 2021 (<https://documents1.worldbank.org/curated/en/343861632842395836/pdf/Key-Factors-for-Successful-Development-of-Offshore-Wind-in-Emerging-Markets.pdf>) P35 <閲覧日 2022/2/28>
8. Ministerial Order issued by the Minister of Economic Affairs and Climate Policy on 13 December 2019, no. WJZ/19201387, containing specific rules for permitting of offshore wind energy for Hollandse Kust (noord) Wind Farm Site V (Ministerial Order for the permitting of Offshore Wind Energy Hollandse Kust (noord) Wind Farm Site V), Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, December 2019 (<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
9. Development Framework for Offshore Wind Energy, The Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, May 2020 (<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2020/06/Development%20Framework%20Offshore%20Wind%20Energy%20-%20spring%202020.pdf>) P25 <閲覧日 2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

デンマークの入札制度:サマリー

- デンマークは、セントラル方式(開発事業者と支援価格を同時に決定)により洋上風力入札を実施。
 - ・ 系統運用事業者(TSO)が、入札前に事前サイト調査を実施。
 - ・ 入札にて一番低い応札価格を提示した開発事業者が、サイトの開発権を獲得。
- 国のエネルギー産業と低炭素政策を担う政府機関(Danish Energy Agency:DEA)が、指定海域における指定容量の開発事業者を決める入札を実施。
また、DEAが全ての許認可に対して、一元化された窓口(ワンストップショップ)の役割を担う。
- 入札対象外海域においても開発は可能。ただし、多くの洋上風力開発は入札を通じて実施される。
(※以降のページは入札対象海域のプロセスについて概説)
(参考:入札対象外海域のプロセス概要:Open-Door Procedure)
 - ・ 開発事業者が、DEAに開発を希望する海域と容量を申請。開発事業者が、全てのサイト調査を実施。
 - ・ 開発事業者は、固定の電力価格プレミアムを獲得。
 - ・ 開発事業者が、ウィンドファームの建設と系統接続の構築を実施。

デンマークの公募プロセスのフローと一般的なタイムスケジュール

公募プロセス	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
海域選定									
環境アセスメント									
事前サイト調査									
地域合意形成									
入札(開発事業者・支援価格の決定)									
許認可手続き									
系統確保									
系統連系									
調達・建設									
運転開始									

凡例:

- 政府機関が実施
- 系統運用事業者(TSO)が実施
- 開発事業者が実施
- ▲ 開発権の付与

出所)デンマーク政府資料等より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

デンマークの入札制度:各プロセスの概要(1/2)

公募プロセス	実施主体	概要
海域選定	政府機関	● 政府(DEA)が、洋上風力の開発海域を決定 － 風況、系統接続の可能性、航法・航空航法、自然、景観、資源採掘等、環境・社会・技術的事項の評価を行い、開発海域を特定 － 開発海域の特定後、DEAがその後の調査結果を用いて、海域内のウィンドファーム開発サイトを決定
環境アセスメント	TSO/事業者	● 戦略的環境アセスメント(Strategic Environmental Assessments:SEA)、陸上におけるEIA、洋上におけるEIA、の3種類を実施¹ － TSO(Energienet)が、入札前にSEAを実施 － TSO(Energienet)が、プロジェクト固有の事項に関する陸上におけるEIAを実施 － 落札事業者が、プロジェクト固有の事項に関する洋上のEIAを実施 ● TSOが実施したEIA費用は以前の入札では落札事業者負担²、最新の入札ではSEAの費用は入札で考慮すべき費用から除外とされている³
事前サイト調査	TSO	● TSOが、事前サイト調査を実施¹ － 調査結果は入札参加予定の開発事業者と共有 － 風資源調査、海底の地球物理学・地盤工学調査、気象・海象調査等を実施 ● 事前サイト調査費用は落札事業者負担³ － 例:Thor Offshore Wind Farmにおける、事前サイト調査費用は151百万DKK(1DKK=17円換算で約26億円)で、入札の約5か月前に開示³
地域合意形成	政府機関	● 政府が、開発海域に関する計画策定プロセスを通じて、パブリックコンサルテーションを実施 － 各分野の専門家、ステークホルダーが参画したワークショップの開催や、パブリックコンサルテーション等により合意形成を図りながら計画を策定⁴
入札(開発事業者・支援価格の決定)	政府機関	● DEAが入札制度を調整。入札方式は、開発海域のリース権と支援価格を一体化した競争入札 ● 入札により、DEAが事業者と契約(Concession Agreement)を締結する機会を提供 － Concession Agreementには、ウィンドファームの建設、接続、運用をする権利を定めている － 系統接続契約、電力購入契約も提供される ● 海域リースを含むConcession Agreementの有効期間は30年間

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

 デンマークの入札制度:各プロセスの概要(2/2)

公募プロセス	実施主体	概要
許認可手続き	事業者	● 政府(DEA)がワンストップショップの役割を担い、全ての許認可を付与。他の公的機関との調整も実施^{1,2} ● ウィンドファームの開発・建設・運用には、主に4つの許認可取得が必要² － 事前調査の許可 ✓ 開発事業者がサイトで事前調査を実施する許可 ✓ TSOが入札前に事前調査の大部分を実施するが、開発事業者は、落札後に、プロジェクト固有の事項に関する洋上のEIAを実施 － 建設の許可 ✓ 開発事業者がウィンドファームを建設する許可 － 風力利用に対する許可 ✓ 開発事業者が風力を利用して発電を行うことに対する許可 ✓ 系統接続から通常25年間有効で、延長も可能 ✓ 建設を完了し、DEAの要件に準拠して建設したことの証明が必要 － 発電に対する許可 ✓ 25MW以上の発電設備は本許可が必要 ✓ 系統接続から通常30年間有効で、延長も可能 ✓ 事業者は大規模な発電設備の運用に必要な技術力と経済性を備えていることの証明が必要
系統確保	TSO	● DEAとの契約(Concession Agreement)の一環として、開発事業者は、TSO(Energienet)と系統接続契約を締結 － DEAは、建設許可の付与前に、開発事業者の系統接続計画が承認されていることをTSOに確認 ● デンマークでは、再生可能エネルギーは優先的に系統接続される
系統連系	事業者	● 開発事業者が、送電システムの構築、資金調達、所有、維持管理を実施 － 2021年の入札回では、事業者が洋上変電所、エクスポートケーブル、陸上変電所の一部を担当 － 将来の入札回では、陸上変電所に関する全ても担当予定
建設	事業者	● 開発事業者は、建設許可の取得後、直ちに建設を開始可能 ● 開発事業者は、必要な許認可を取得後商業運転を開始可能 ● 開発事業者は、DEAとの契約(Concession Agreement)に定められた期日より前に建設を開始できない場合、あるいは開発行為を中止した場合は、罰金の支払いが生じる⁵

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

出所一覧(デンマーク)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. The Danish Offshore Wind Tender Model, Danish Energy Agency, November 2020
(https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/the_danish_offshore_wind_tender_model_final.pdf) <閲覧日 2022/2/28>
2. Danish Experiences from Offshore Wind Development, Danish Energy Agency, March 2017
(https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/offshore_wind_development_0.pdf) <閲覧日 2022/2/28>
3. Annex 3.9 Subsidy scheme, award criterion and costs to be included in the tender Thor Offshore Wind Farm, Danish Energy Agency, June 2021
(<https://www.ethics.dk/ethics/eo#/bfb4d610-bfa1-4bfe-8808-6deb212e27cb/publicMaterial>) <閲覧日 2022/2/28>
4. Maritime Spatial Planning Country Information Denmark, European MSP Platform, January 2022 (https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/download/denmark_january_2022_1.pdf) <閲覧日 2022/2/28>
5. Annex 3 Draft agreement on obligation to establish Thor Offshore Wind Farm and connect it to the grid, Danish Energy Agency, June 2021
(<https://www.ethics.dk/ethics/eo#/bfb4d610-bfa1-4bfe-8808-6deb212e27cb/publicMaterial>) <閲覧日 2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査



ドイツの入札制度:サマリー

- ドイツは以前の制度を変更し、現在は政府主導の洋上風力入札を実施。
 - ・ 政府が、海域を選定し、戦略的環境アセスメント(SEA)やサイト調査を実施し、サイト容量と場所を決定。
- 政府(The Federal Maritime and Hydrographic Agency:BSH)が、ESIAの実施、事前のサイト調査、計画許可の付与を担当。
- 政府(The Federal Network Agency:BNetzA)が、リース権および支援価格決定の入札を担当。
- 国の系統運用事業者(TSO)が、洋上変電所から陸地までの送電システム構築を担当。
- 開発事業者は、入札を通じて、系統接続を確保。

ドイツの公募プロセスのフローと一般的なタイムスケジュール

公募プロセス	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
海域選定	■	■							
地域合意形成	■	■							
環境アセスメント	■	■	■		■	■			
サイト調査		■	■		■	■			
入札(開発事業者・支援価格の決定)				▲					
系統確保				■					
許認可手続き					■	■	■		
系統連系※	■	■	■	■	■	■	■	■	■
調達・建設						■	■	■	
運転開始									■

凡例:

- 政府機関が実施
- 系統運用事業者(TSO)が実施
- 開発事業者が実施
- ▲ 開発権の付与

※洋上ウィンドファームの送電システムはTSOが長期にわたり開発しており、個別の洋上ウィンドファーム向けには開発していないためグレーとしている。

出所)ドイツ政府資料等より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

ドイツの入札制度：各プロセスの概要(1/3)

公募プロセス	実施主体	概要
海域選定	政府機関	● ドイツのEEZ内の海洋空間計画(MSP)を担当する政府(BSH)が、サイト開発計画(FEP)を管轄。 ● FEPには、以下が含まれる¹ － 開発海域と入札対象となるサイト － 入札スケジュール － サイトの想定容量 － プロジェクトの運転開始年 － 送電システムインフラの設置場所 ● BSHは、MSPの情報や、一般市民、ステークホルダー、組織、関連機関との協議により、FEPを作成
地域合意形成	政府機関	● BSHが、一般市民からの意見も含めた協議プロセスを通じて、FEPを作成 － 一般市民からの意見は、FEPと環境アセスメントのスコープ決定において考慮される ● 一般市民は、プロジェクトの計画許可プロセスにおいても意見を提出可能
環境アセスメント	政府機関 事業者	● FEP作成と並行して、BSHが初期的な環境アセスメント(戦略的環境アセスメント:SEA)を実施^{2,3} － FEPが環境や社会に与える影響評価、緩和策の特定、サイト選定への情報提供が目的 － MSP策定時の調査データ、研究プロジェクトの結果、文献、関連機関や専門家の評価を基に実施 ● 入札の落札事業者は、開発計画の許認可を得るため、環境社会影響アセスメント(ESIA)を実施
サイト調査	政府機関 事業者	● 政府(BnetzA)がサイト調査を担当(ただし、実際はBSHに委任) ● 調査の大半は、一般入札を通じた委託調査で実施⁴ － 入札対象サイトの適合性の判断や、応札に必要な情報を事業者を提供 － 調査内容は、環境調査、地球物理学調査、地盤工学調査、気象調査、海洋学調査、航行リスク評価 － サイト調査のデータに基づき、BSHが、ESIAとサイトの適合性を示す適合性調査書を公表⁵ － サイトの適合性が確認された場合、サイト調査のデータがBNetzAに提供され、入札情報を提供するオンラインポータルで公表される － サイト調査の費用は、落札事業者が負担 － 例:近年の入札における事前サイト調査費用は5.5～8.2百万ユーロ(1ユーロ=130円換算で約7～10億円)で、入札の約4か月前に開示⁹ ● 入札の落札事業者は、計画の承認を得るために、更に追加的なサイト調査を実施

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

ドイツの入札制度：各プロセスの概要(2/3)

公募プロセス	実施主体	概要
入札(開発事業者・支援価格の決定)	政府機関	● 政府(BNetzA)が入札制度を調整 ● 入札方式は、開発海域のリース権と支援価格を一体化した競争入札 － 最も低い補助金額で応札した開発事業者が落札 ● 入札により、開発事業者に、電力購入契約、系統接続契約、入札サイトの計画許可手続きを行う独占権を提供 ● 2021年2月より、制度を変更し、セントラル方式による入札を開始
系統確保	TSO	● 落札事業者は、洋上系統接続契約を獲得⁶ － TSOが、事業者に送電システムを提供 ● ドイツでは、再生可能エネルギーは優先的に系統接続される
系統連系	TSO	● TSOが、送電システム(洋上変電所、エクスポートケーブル、陸上変電所)の資金調達、建設、運用を実施 ● TSOが系統接続の提供期限を遵守しなかった場合、事業者が負った損害や損失を補償 ● TSOは、全ての洋上ウィンドファームの送電システムを担当するため、系統システム全体の最適化が可能 － ウィンドファームをHVACもしくはHVDCで接続するHVDCハブを構築しているため、複数のウィンドファームからの電力を単一のHVDCシステムで陸地まで送電することが可能 ● TSOは、陸上の電力送電網の建設も実施

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

ドイツの入札制度：各プロセスの概要(3/3)

公募プロセス	実施主体	概要
許認可手続き	事業者	● 政府(BSH)が、ドイツのEEZ内の洋上ウィンドファームの計画許可を担当⁷ － 洋上ウィンドファームが領海内にある場合は各連邦州が計画許可 ● 洋上ウィンドファームの建設・運用には、計画許可(Planfeststellungsbeschluss)の取得が必要。取得手順は、以下の4ステップ 1. 開発事業者は、入札後1年以内に、BSHに計画許可申請を提出 2. 開発事業者は、審査会で、BSHにプロジェクトを説明。BSHは事業者が次回会議で用意すべき文書を決定 3. 開発事業者は、審査会で、BSHから提示された文書を用意。通常以下の文書を用意 ・ 生息地影響評価、航行リスク分析、漁業への影響評価、地球物理学・気象学・海洋学的な状況に関する技術文書、プロジェクトによる環境影響を管理するためのウィンドファームの技術設計および緩和策について詳細に記述されたESIA 4. BSHへ文書提出後、一般市民やステークホルダーは文書に対しコメント可能。その後、公聴会を開催 ・ 調査結果やプロジェクトの影響について、全てのステークホルダーが討論することが可能 ・ 必要であれば、事業者は追加文書を作成・提出 ・ プロジェクトが、輸送の安全性・容易性、国家の安全、海洋環境もしくは公共利益に悪影響を及ぼさないと判断された場合、事業者は計画許可を付与される ● BSHが、25年間の計画許可を付与。通常5年間延長のオプションあり － また、計画許可の一環として、事業者が遵守すべき以下の追加要件が指定される ・ 安全な建設作業の実施、最新の建設技術の利用、安全・保護コンセプトの提出 ・ 照明、レーダー、自動船舶識別装置(AIS)を備えたシステム ・ 出来るだけ環境にやさしい素材や反射防止加工されたコーティングを利用 ・ 衝突を緩和する基礎の利用 ・ 建設中の騒音軽減策や、安全な解体計画の証明の提出
建設	事業者	● 開発事業者は、契約締結後、プロジェクトが予定通り進行していることを示すマイルストーンを守る必要がある ● 期日を満たさない場合、事業者はTSOに罰金を払う。場合によっては、BNetzAは契約を終了する権利を有す⁸

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

出所一覧(ドイツ)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. Site Development Plan 2019 for the German North Sea and Baltic Sea, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, June 2019 (https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Sectoral_planning/Site_development_plan/Anlagen/Downloads/FEP_2019/EN-Flaechenentwicklungsplan2019.pdf?blob=publicationFile&v=2) P17 (Introduction 3) <閲覧日 2022/2/28>
2. Environmental report on the site development plan 2019 for the German North Sea, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, June 2019 (https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Sectoral_planning/Site_development_plan/Anlagen/Downloads/FEP_2019/EN-Flaechenentwicklungsplan2019-Umweltbericht-Nordsee.pdf?blob=publicationFile&v=3) P32 (Introduction 14) <閲覧日 2022/2/28>
3. Environmental report on the site development plan 2020 for the German North Sea, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, December 2020 (https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Sectoral_planning/Site_development_plan/Anlagen/Downloads/FEP_2020/Environmental_report_North_Sea_FEP2020.pdf?blob=publicationFile&v=3) P19 (Introduction 5) <閲覧日 2022/2/28>
4. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Offshore_site_investigations/offshore_site_investigations.html?nn=2044100#download=1) <閲覧日 2022/2/28>
5. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (<https://pinta.bsh.de/2021/N-3.7;jsessionid=FDE1391D72D442139A62CFD361FA61AE?lang=en>) (“Determination of Suitability”、“Environmental Report”参照) <閲覧日 2022/2/28>
6. Offshore Wind Worldwide: Regulatory Framework in Selected Countries, Hogan Lovells, April 2021 (https://www.hoganlovells.com/-/media/germany_folder-for-german-team/broschueren/broschuere_hogan_lovell_offshorewindworldwide_2021.pdf) P87 <閲覧日 2022/2/28>
7. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (<https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Technologien/Windenergie-auf-See/Genehmigung/genehmigung.html#doc153208bodyText1>) <閲覧日 2022/2/28>
8. Bundesministerium der Justiz (http://www.gesetze-im-internet.de/windseeg/_60.html) <閲覧日 2022/2/28>
9. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil, Bundesanzeiger Verlag, May 2021 (https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=%2F%2F%2A%5B%40attr_id=%27bgbl121s0858.pdf%27%5D#_bgbl_%2F%2F%2A%5B%40attr_id%3D%27bgbl121s0858.pdf%27%5D_1645446029523) <閲覧日 2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:サマリー

- 英国は、2段階の洋上風力入札を実施。
 - ・ 英国王室領の管理法人(The Crown Estate、Crown Estate Scotland)が、洋上風力の開発海域を指定し、海底のリース権の入札を実施。
 - ・ 政府(The Department for Business, Energy and Industrial Strategy:BEIS)が発電事業者への補助金額を決める差額決済契約(CfD)制度による入札を実施。
- 開発事業者が、洋上風力の開発において中心的な役割を担う。
 - ・ サイト調査の実施
 - ・ 地域のコミュニティとの協議も含めた環境アセスメントの実施
 - ・ 必要な許認可の取得
 - ・ 国の系統運用事業者(TSO)であるNational Grid ESOとの系統接続の確保
 - ・ 送電システムの敷設・設置

英国の公募プロセスのフローと一般的なタイムスケジュール

公募プロセス	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年
海域選定												
入札(海域リース権)				▲								
サイト調査												
環境アセスメント												
地域合意形成												
系統確保												
許認可手続き												
入札(支援価格)												
調達・建設												
系統連系												
運転開始												

凡例:

-  政府機関が実施
-  系統運用事業者(TSO)が実施
-  開発事業者が実施
-  ▲ 開発権の付与

出所) 英国政府資料等より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(1/6)

公募プロセス	実施主体	概要
海域選定	政府機関	イングランド・北アイルランド・ウェールズ ● 各国の管轄主体が、“The UK Marine Policy Statement:MPS”に基づき、海洋計画策定や管轄海域に関する決定を実施 (管轄主体) － イングランド海域:The Marine Management Organisation (MMO) － ウェールズ海域:ウェールズ大臣 － 北アイルランド海域:The Department for Agriculture, Environment and Rural Affairs (DAERA) ● The Crown Estateが、海洋計画等のデータに基づき洋上風力開発海域を指定 － リース権入札の海域特定には、海象や地形等を踏まえた最適な海域、制約のある海域、対象外の海域を特定後、空間分析やステークホルダーとの調整を実施して決定¹ － 所要期間は約2年 スコットランド ● Marine Scotlandが、スコットランドの管轄海域の海洋計画を策定 ● 政府は、2020年に“The Sectoral Marine Plan (SMP) for Offshore Wind Energy”を公表² － Marine Scotlandが、ポテンシャルや制約の分析、ステークホルダーとの協議を経て、潜在的な開発海域特定を主導 － 所要期間は約2年

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(2/6)

公募プロセス	実施主体	概要
入札(海域リース権)	政府機関	イングランド・北アイルランド・ウェールズ ● The Crown Estateが、海域リース権の入札を実施 － 開発事業者は、投資前にリース権を獲得可能 ● 2019年9月、海域リース権入札 ROUND4を開始³ － The Crown Estateが4つの海域を指定し、当該海域内で入札参加者にプロジェクトサイトを提示するよう要求^{4,5} － リース期間は、2つのプロジェクトのライフサイクルに十分な60年に延長(以前は50年) － 申請評価は、3段階に分けて実施 ✓ 事前資格調査(PQ)(2019年10月～2020年1月) ✓ ITT*ステージ1(2020年4月～2020年11月) ✓ ITTステージ2(2021年1月～2021年2月) *ITT: Invitation to Tender － 2021年2月、6件の落札事業者(合計8GW)を決定 － The Crown Estateは、落札事業者のプロジェクトが保護された海洋生息地へ与える潜在的な影響を評価するために、計画レベルでの生息地規制評価(Habitats Regulations Assessment:HRA)を実施⁶ － HRA完了後、2022年春に落札事業者とリース権契約を締結予定
		スコットランド ● Crown Estate Scotlandが、海域リース権の入札を実施 ● 2020年6月、ScotWind リースラウンドを開始 － Marine Scotlandが15カ所の海域を指定し、当該海域内で入札参加者にプロジェクトサイトを提示するよう要求² － リース期間は60年(2つのプロジェクトのライフサイクルに十分な期間として) － 開発事業者は、サプライチェーンに関与・利用する計画を示すSupply Chain Development Statementの提出が必要。入札評価には使用されないが、リース権を得るには、本計画に記載された内容の25%を実現する必要がある⁷ － 2021年1月、17件の落札事業者(合計約25GW)を決定

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(3/6)

公募プロセス	実施主体	概要
サイト調査	事業者	- 開発事業者が、サイト調査を実施(環境調査、考古学調査、地球物理学調査、地盤工学調査、気象調査、海洋調査、不発弾(UXO)調査) - 所要期間は最低2年
環境アセスメント	事業者	イングランド・北アイルランド・ウェールズ - 開発事業者は、許認可の一環として環境声明書(Environmental Statement:ES)の提出が必要 - 開発事業者は、政府(Planning Inspectorate:PINS)に環境・社会影響アセスメント(Environmental and Social Impact Assessment:ESIA)のScoping Reportを提出可能 - Scoping Reportの提出は法的要件ではないが、許認可の初期段階で潜在的な問題を洗い出し、開発の遅延を防止するため、大半の開発事業者により実際されている - 開発事業者は、地域協議声明書(Statement of Community Consultation)を提出 - ウィンドファーム開発に関して地域コミュニティとの協議方法を提示 - 協議結果はESIAへの情報として利用 - 開発事業者は、環境・社会影響アセスメント(Environmental and Social Impact Assessment:ESIA)を実施 - ESIAは、広範囲にわたる環境や社会的な検討事項による影響を提示するもの。ESのベースとなる⁸ - 所要期間は約3年 スコットランド - UKのESIAプロセスとほぼ同じ、Scoping reportの提出先は、Marine Scotland
地域合意形成	事業者	イングランド・北アイルランド・ウェールズ - 開発事業者が、許認可手続きの前に、法令上の機関、地方自治体、地域コミュニティ、プロジェクトから影響を受ける全ての人と正式にコンサルテーションを実施 - 開発事業者は、コンサルテーション期間中、全ての意見を検討する必要がある - 正式なコンサルテーションは公示され、地域コミュニティは、通常、メール、プロジェクトのウェブサイト、コンサルテーションイベントにて意見提出可能 - 許認可手続き中、一般市民は意見を述べるために登録可能 - 登録した一般市民は、予備的な会議に招待され、意見徴収を実施 - 許認可機関が、徴収された意見を検討 スコットランド - 開発事業者は、許認可手続きの前に、ステークホルダーと正式に協議する必要はないが、Marine Scotlandは、非公式協議を強く奨励 - ESIAレポートと許認可申請については、許認可手続きの一環として、正式なパブリックコンサルテーションを実施⁹

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(4/6)

公募プロセス	実施主体	概要
許認可手続き	事業者	イングランド・ウェールズ ● 100MW以上の洋上windファームは、開発同意命令(Development Consent Order:DCO)の申請が必要 － 政府(Planning Inspectorate:PINS)が、許認可手続きを管轄 － 申請者は、一定程度プロジェクトの内容変更に関する柔軟性を確保することが可能(例えば、申請から設置までの数年間に、タービンサイズを変更可能) － PINSは、必要情報の取得後、18か月以内に審査を完了 － PINSの勧告後、イングランドの場合はBEISの国务大臣(The Secretary of State for BEIS)、ウェールズの場合はウェールズ大臣(The Welsh Ministers)が3か月以内に、許認可を付与するかを決定 ● イングランドの場合は、非行政公共機関(The Marine Management Organisation)が、ウェールズの場合は、政府支援機関(Natural Resources Wales)が開発事業者に、送電システム構築のためのライセンスを付与 ● 政府(Office of Gas and Electricity Markets:Ofgem)が、新規の洋上windファームプロジェクトに必要な発電ライセンスを付与 北アイルランド ● 政府(The Department of Agriculture, Environment and Rural Affairs:DAERA)内のThe Marine Strategy and Licensing teamが洋上windファームの許認可手続きを管轄 スコットランド ● 政府(Marine Scotland)が、許認可手続きを管轄 ● Marine Scotlandの勧告後、スコットランド大臣(The Scottish Ministers)が、離岸距離12～200kmのプロジェクトに許認可を付与するかを決定 ● また、50MW以上の発電所は、“Section 36 of the Electricity Act 1989”に基づき、スコットランド大臣(The Scottish Ministers)の許認可が必要 ● Marine Scotlandが管轄する欧州保護種ライセンス(European Protected Species license)やウバザメライセンスをスコットランド大臣(The Scottish Ministers)が付与⁹ ● Ofgemが、発電ライセンスを付与

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(5/6)

公募プロセス	実施主体	概要
系統確保	事業者	● 開発事業者が、National Gridと接続契約及び建設契約を締結 － 開発事業者による接続申請後、National Gridは3か月以内に接続¹⁰ － 建設契約により、接続が遅延した場合、補助金受領期間が延長される
系統連系	事業者	● 開発事業者が、送電システムの計画と構築に責任を負い、費用を負担
入札(支援価格)	政府	● BEISが、支援価格入札を管轄 ● BEISの所有企業(The Low Carbon Contracts Company:LCCC)が事業者とCfD契約を締結 ● CfD制度の入札により、支援価格を決定 － 卸電力価格が落札価格より低い場合、LCCCが事業者に差額を支払い － 卸電力価格が落札価格より高い場合、事業者がLCCCに差額を支払い － 契約期間は15年 － 2021年4月開始のROUND4では、2025年、2026年に稼働する洋上風力を対象に実施 － 事業者が入札に参加するには、海域リース権、計画認可、系統接続申請が必要 － 300MW以上のプロジェクトは、認定済サプライチェーン計画書(Supply Chain Plan)も必要 － 最も最も安価な応札価格を提示した事業者から順に、予算上限または容量上限に達するまで落札 － 2014年の初回入札から2年毎に実施してきたが、今後は毎年実施される予定 ● CfD制度の入札は、テクノロジーの成熟度(ポット)別を実施され、浮体式洋上風力等の成熟度の低い技術には高い上限価格を設定 － ポット1 成熟技術:廃棄物、水力、太陽光、陸上風力など － ポット2 未成熟技術:浮体式洋上風力、波力、潮流、地熱など － ポット3 着床式洋上風力 － ROUND4の着床式洋上風力の上限価格は£46/MWh、浮体式洋上風力の上限価格は£122/MWh¹¹

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

英国の入札制度:各プロセスの概要(6/6)

公募プロセス	実施主体	概要
建設	事業者	イングランド・北アイルランド・ウェールズ ● リース権契約締結後、開発事業者はプロジェクトの順調な進行を示すために、期限までに以下のマイルストーンを達成する必要がある － 1年半以内に、最初のサイト開発の証明を提出 － 5年以内に、許可申請書を提出 － 10年以内に、必要な許可を全て取得し、リース権を行使 ● 各マイルストーンを達成できない場合、The Crown Estateはリース権契約を解除することが可能 スコットランド ● リース権契約締結後、開発事業者はプロジェクトの順調な進行を示すために、期限までに以下のマイルストーンを達成する必要がある － 3年以内に、scoping report提出の証拠提出 － 6年以内に、Marine Scotlandに許可申請を提出 － 10年以内に、必要な許可を全て取得し、リース権を行使 ● 各マイルストーンを達成できない場合、Crown Estate Scotlandはリース権契約を解除することが可能 共通 ● CfD入札において、最終的な運転開始予定日が設定される ● 運転開始予定日までに運転開始できない場合、CfDの契約期間が削減される ● 最終期限までに運転開始できない場合、LCCCはCfD契約を解除することが可能

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

出所一覧(英国)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. Offshore Wind Leasing Round 4: Regions Refinement Report, The Crown Estate, September 2019
(<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3330/tce-r4-regions-refinement-report.pdf>) P4 <閲覧日 2022/2/28>
2. Sectoral Marine Plan for Offshore Wind Energy, Scottish Government, October 2020
(<https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/strategy-plan/2020/10/sectoral-marine-plan-offshore-wind-energy/documents/sectoral-marine-plan-offshore-wind-energy/sectoral-marine-plan-offshore-wind-energy/govscot%3Adocument/sectoral-marine-plan-offshore-wind-energy.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
3. Offshore Wind Leasing Round 4 Delivering a low carbon future, The Crown Estate, June 2021
(<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3921/guide-to-offshore-wind-leasing-round-4.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
4. Information Memorandum: Introducing Offshore Wind Leasing Round 4, The Crown Estate, September 2019
(<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3378/tce-r4-information-memorandum.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
5. Round 4 Projects Map, The Crown Estate, February 2021 (<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3721/the-crown-estate-offshore-wind-leasing-round-4-selected-projects.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
6. A Guide to Habit Regulations Assessment (HRA) for Offshore Wind Leasing Round 4, The Crown Estate, June 2012
(<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3891/10935-tce-a-guide-to-hra-june-2021-update-v3.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
7. Supply Chain Development Statement – Summary, Crown Estate Scotland (<https://www.crownestatescotland.com/resources/documents/supply-chain-development-statement-summary>) <閲覧日 2022/2/28>
8. Environmental Impact Assessment: Process, Preliminary Environmental Information and Environmental Statements, Planning Inspectorate
(<https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/legislation-and-advice/advice-notes/advice-note-seven-environmental-impact-assessment-process-preliminary-environmental-information-and-environmental-statements/>) <閲覧日 2022/2/28>
9. Marine Scotland Consenting and Licensing Guidance, Marine Scotland
(<https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/advice-and-guidance/2020/02/marine-licensing-applications-and-guidance/documents/guidance/guidance-manual-for-offshore-wind-wave-and-tidal-energy-application/guidance-manual-for-offshore-wind-wave-and-tidal-energy-application/govscot%3Adocument/Guidance%2BManual%2Bfor%2BOffshore%2BWind%252C%2BWave%2Band%2BTidal%2BEnergy%2BApplication.pdf>) P28, 29, 36 <閲覧日 2022/2/28>
10. Connections Offer Process, National Grid ESA (<https://www.nationalgrideso.com/industry-information/connections/your-connections-journey>) <閲覧日 2022/2/28>
11. CONTRACTS FOR DIFFERENCE Methodology used to set Administrative Strike Prices for CfD Allocation Round 4, Department for Business, Energy & Industrial Strategy, September 2021
(https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1016681/cfd-ar4-asp.pdf) P4 <閲覧日 2022/2/28>

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査



米国NY州の入札制度:サマリー

- 米国NY州は、2段階の洋上風力入札を実施。
 - ・ 連邦政府機関(Bureau of Ocean Energy Management:BOEM)が、連邦が管理する海域内の開発海域を指定し、リース権の入札を実施。
 - ・ NY州公益法人(New York State Energy Research and Development Authority:NYSERDA) が、洋上再生可能エネルギー証書(Offshore Renewable Energy Certificate: OREC)の契約を提供する入札を管轄。
- 政府と開発事業者が共同で、洋上風力の開発における責任を負う。
 - ・ BOEMが、地域コミュニティとの合意形成や、許認可手続きの一環として、建設・運用計画(Construction and Operation Plan: COP)の承認を担当。
 - ・ 開発事業者が、サイト調査の実施、必要な許認可の取得、COPの提出を担当。
- 開発事業者が、NY州の独立系統運用者(NYISO)との系統接続を確保。NYISOが、必要とされる送電網増強について調査を実施(調査費用は事業者負担)。その後、開発事業者が、送電網増強の費用を提供し、送電システムを構築。

米国NY州の公募プロセスのフローと一般的なタイムスケジュール

公募プロセス	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年
海域選定												
地域合意形成												
入札(開発事業者の決定)				▲								
サイト調査												
環境アセスメント												
系統確保												
入札(支援価格)												
許認可手続き												
建設												
系統連系												
運転開始												

凡例:

- 政府機関が実施
- 系統運用事業者(TSO)が実施
- 開発事業者が実施
- ▲ 開発権の付与

出所) 米国中央政府、NY州政府資料等より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査



米国NY州の入札制度:各プロセスの概要(1/3)

公募プロセス	実施主体	概要
海域選定	政府機関	● BOEMが、連邦の管轄海域(200海里)と州の管轄海域(3海里)の間で、洋上風力の開発海域の選定を担当¹ － 洋上風力開発に関心のある州に、タスクフォース(Intergovernmental Renewable Energy Task Force)を設立し、関連情報を収集、共有 ● BOEMは、ステークホルダー、州・連邦政府機関と共同して、協議、分析をおこない、洋上ウィンドファーム開発に適した海域を特定² － 最初に関心表明受付(Request for Interest)を行い、開発候補海域に関心を持つ開発事業者を特定 － 関心を持つ開発事業者がいる場合、情報提供受付(Call for Information and Nominations)を実施。開発候補海域を公示し、一般市民やステークホルダーからコメントを収集。また、開発事業者から関心のある海域や関心レベルについて提示を要求³ － BOEMが環境アセスメント(EA)を実施し、開発による潜在的な環境影響を評価、緩和策を検討⁴ － タスクフォース、一般市民、開発事業者からの情報や、EAのデータに基づき、優先的な開発海域を特定⁵ － BOEMが、関心を持つ開発事業者が複数いないと判断した場合、入札なしでリース契約の交渉が可能
地域合意形成	政府機関	● BOEMのオンラインミーティングを通じて、一般市民が開発に関する学習や質問をすることが可能。また、BOEMのウェブサイトを通じて意見することも可能 ● 一般市民は、情報提供受付(Call for Information and Nominations)の際に、開発に対して意見することが可能 ● 海域リースの準備中に数回、パブリックコンサルテーションの機会が存在 ● リース権付与後も、建設・運用計画(Construction and Operation Plan:COP)提出から許認可までの間に2回、開発事業者によるプログラムを通じて、一般の人々が意見提出する機会が存在
入札(海域リース権)	政府機関	● BOEMが、リース権付与の入札を管轄 － この段階で付与されるリース権(Commercial Lease)は、リース海域の開発権ではなく、開発事業者が、リース海域の開発許可をBOEMに求めることが可能な排他的権利 － 実際の開発に進むためには、本リース権に基づき海域のサイト調査等を実施し、BOEMの許可を得る必要⁶ － リース期間は33年(運転開始後に延長申請可能)

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査



米国NY州の入札制度:各プロセスの概要(2/3)

公募プロセス	実施主体	概要
サイト調査	事業者	● 開発事業者は、リース権取得後、1年以内に、BOEMIにサイト評価計画(Site Assessment Plan: SAP)を提出⁷ – SAPには、気象観測タワーやブイの設置、技術テスト等、サイト評価の実施方法について記述⁸ – 実施調査は、環境調査、考古学調査、地球物理学調査、地盤工学調査、不発弾調査 – SAPに記載された現地調査の実施前に、BOEMIによるSAP承認が必要 – SAP承認後、開発事業者は5年間調査を実施可能。通常、調査は2～3年で完了
環境アセスメント	事業者	● 海域選定の際に、BOEMが初期的な環境アセスメント(EA)を実施し、開発による潜在的な環境影響を評価、緩和策を検討 ● 落札後、開発事業者が、BOEMIに建設・運用計画(Construction and Operation Plan: COP)を提出。COPの中で中、環境や人への潜在的影響についても評価
系統確保	事業者	● 開発事業者が、NYISOと接続契約(Interconnection Agreement)を締結¹⁰ – 開発事業者とNYISOによるスコーピング会議の前に、開発事業者が接続請求(Interconnector Request)を提出 – 実現可能性、システムへの影響、年度(他の複数のプロジェクトへ与える全体的な影響、必要な系統増強について調査)について調査 – NYISOが調査を実施し、コストは開発事業者が負担 – 必要な増強費用は、他のプロジェクトとシェア – 調査を完了し、接続契約を締結するまでの期間は約4年¹¹
入札(支援価格)	政府機関	● NY州公益法人(New York State Energy Research and Development Authority: NYSEERDA) が支援価格を決める入札を管轄 ● NY州は、洋上再生可能エネルギー証書(Offshore Renewable Energy Certificate: OREC)メカニズムを採用しており、入札ではORECの支援価格を決定 – 事業者は、NYISOの前日市場で発電電力を販売し、MWhごとに1ORECを発行 – NYSEERDAが、ORECを事業者から購入。 – NYSEERDAは、ORECを州の洋上風力基準(State's Offshore Wind Standards)を満たすためにグリーン電力証書の購入が必要な電力供給事業者に販売 – ORECの購入契約は、20年もしくは25年間¹²

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査



米国NY州の入札制度:各プロセスの概要(3/3)

公募プロセス	実施主体	概要
許認可手続き	事業者	● 開発事業者は、サイト調査完了の6か月前にBOEMに建設・運用計画(Construction and Operation Plan: COP)を提出¹³ － COPの記載内容は、計画されている設備、建設・運用・解体計画や、サイト調査の結果やデータ等 － COPにおいて、事業者はある程度プロジェクトの柔軟性を確保することが可能(例えば、申請から設置までの数年間にタービンサイズを変更する等)¹⁴ ● COPが十分と見なされた場合、BOEMは、環境影響評価書(Environmental Impact Statement:EIS)の準備等、2年間のレビュー・許認可プロセスを開始⁹ － EISでは、COPに記載されたプロジェクトの物理的、生物学的、社会的影響を評価 － 最初の環境アセスメント(EA)、事業者によるサイト調査、パブリックコンサルテーションやステークホルダーとの協議の内容を考慮 ● 最終的なEIS公表後、BOEMはCOPの認可・否認について決議¹⁵ ● COPの認可後、事業者は、設備設計に関するレポート(Facility Design Report)、製造・設置計画に関するレポート(Fabrication and Installation Report)を提出
建設	事業者	● OREC入札において、事業者は、商業運用開始日の提示が必要。早期の開始日設定は、高スコアを獲得する可能性あり¹⁶ － NYSERDAは、開発事業者が商業運用の期日を満たさない場合、OREC契約の終了や損害賠償を請求する権利を有する ● NYISOとの接続契約においては、4年以内の商業運用を規定¹¹
系統連系	事業者	● 開発事業者が送電システムの計画と敷設を実施、費用も開発事業者が負担

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

出所一覧(米国)

以下の情報ソース及び各スライド記載の出所、事業者へのヒアリング等により取りまとめ

1. Energy Policy Act of 2005, United State of America Government, August 2005 (<https://www.congress.gov/109/plaws/publ58/PLAW-109publ58.pdf>) P276 <閲覧日 2022/2/28>
2. Luke Feinberg, New York Bight Auction Seminar, Bureau of Ocean Energy Management , July 2021 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/renewable-energy/state-activities/Luke-Auction-Seminar-NY-Bight.pdf>) P4 <閲覧日 2022/2/28>
3. James Bennett, Outer Continental Shelf Wind Energy Leasing in the New York Bight, Bureau of Ocean Energy Management, September 2020 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/State-Activities/BOEM-Process.pdf>) P8, 9 <閲覧日 2022/2/28>
4. Commercial and Research Wind Lease and Grant Issuance and Site Assessment Activities on the Atlantic Outer Continental Shelf of the New York Bight: Final Environmental Assessment, Bureau of Ocean Energy Management, December 2021 ([https://www.boem.gov/sites/default/files/documents//NYBightFinalEA BOEM 2021-073.pdf](https://www.boem.gov/sites/default/files/documents//NYBightFinalEA%20BOEM%2021-073.pdf)) <閲覧日 2022/2/28>
5. Memorandum for Area ID in the New York Bight, Bureau of Ocean Energy Management, March 2021 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/renewable-energy/Memorandum%20for%20Area%20ID%20in%20the%20NY%20Bight.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
6. Wind Energy Commercial Leasing Process, Bureau of Ocean Energy Management, May 2022 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/about-boem/Wind-Energy-Comm-Leasing-Process-FS-01242017Text-052121Branding.pdf>) P2 <閲覧日 2022/2/28>
7. Guidelines for Information Requirements for a Renewable Energy Site Assessment Plan (SAP), Bureau of Ocean Energy Management, June 2019 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/BOEM-Renewable-SAP-Guidelines.pdf>) P6 <閲覧日 2022/2/28>
8. Site Assessment Plan Empire Wind Offshore Wind Farm Project, Equinor, October 2018 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/State-Activities/NY/SAP-Equinor-Public.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
9. COP Environmental Review Process, Bureau of Ocean Energy Management (<https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/State-Activities/MA/Vineyard-Wind/Environmental-Review-Process.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
10. Transmission Expansion and Interconnection Guide, New York ISO, December 2020 (<https://www.nyiso.com/documents/20142/3625950/UG-21-TEI+Guide-v1.0-Final.pdf/2c727b38-9b4f-1d29-d967-1736d37aca28?t=1608300294768>) <閲覧日 2022/2/28>
11. Request for Limited Waiver and Expedited Action of Empire Offshore Wind LLC, Empire Offshore Wind LLC, October 2021 (https://elibrary.ferc.gov/eLibrary/filelist?accession_number=20211013-5208) P6, 8 <閲覧日 2022/2/28>
12. Purchase of Offshore Wind Renewable Energy Certificates Request for Proposals ORECRFP20-1, New York State Energy Research and Development Authority, July 2020 (<https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00Pt000000NG9LMEA1>) P5 <閲覧日 2022/2/28>
13. Information Guidelines for a Renewable Energy Construction and Operations Plan (COP), Bureau of Ocean Energy Management, May 2020 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/about-boem/COP%20Guidelines.pdf>) P2 <閲覧日 2022/2/28>
14. Draft Guidance Regarding the Use of a Project Design Envelope in a Construction and Operations Plan, Bureau of Ocean Energy Management, January 2021 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/Draft-Design-Envelope-Guidance.pdf>) P2 <閲覧日 2022/2/28>
15. Vineyard Wind 1 Offshore Wind Energy Project Construction and Operations Plan: Record of Decision, Bureau of Ocean Energy Management, May 2021 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/renewable-energy/state-activities/Final-Record-of-Decision-Vineyard-Wind-1.pdf>) <閲覧日 2022/2/28>
16. Purchase of Offshore Wind Renewable Energy Certificates Request for Proposals ORECRFP20-1, New York State Energy Research and Development Authority, July 2020 (<https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00Pt000000NG9LMEA1>) P27 <閲覧日 2022/2/28>

3. 洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環の実現に向けた課題と解決策の検討

3.1 洋上風力の公募制度に係る海外調査

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

諸外国の入札評価:サマリー

- オランダ・デンマーク・ドイツでは、基本的に応札金額により事業者を選定。オランダの補助金無し入札においては、事業者の事業実施能力を総合的に評価し、事業者を選定。
- 英国のScotWindでは、海域リース権入札において、事業者の事業実施能力を総合的に評価し、事業者を選定。
- 米国NY州では、支援価格入札において、事業実施能力、経済波及効果、応札価格を評価し、事業者を選定
- 本調査では、事業実施能力等評価を事業者選定に用いている、オランダ、英国、米国NY州について詳細を調査。

	オランダ	デンマーク	ドイツ	英国	米国(NY州)
価格評価	○ (補助金有り入札)	○	○	○	○
事業実施能力等評価	○ (補助金無し入札)	—	—	○ (ScotWind)	○
概要	海域リース権・支援価格同時入札 ✓ 補助金無し入札では、事業実施能力について最も高い評価を得た事業者を選定。 ✓ 補助金有り入札では、最も低い応札金額の事業者を選定	海域リース権・支援価格同時入札 ✓ 最も低い応札金額の事業者を選定	海域リース権・支援価格同時入札 ✓ 最も低い応札金額の事業者を選定	海域リース権入札 ✓ Leasing ROUND4では落札事業者は応札価格で決定 ✓ ScotWindでは事業者の事業実施能力を総合的に評価し、最も高いスコアを得た事業者が落札 支援価格入札 ✓ 最も低い応札金額の事業者から順に予算上限または容量上限に達するまで落札	海域リース権入札 ✓ 最も低い応札金額の事業者を選定 支援価格入札 ✓ 事業実施能力、NY州の経済波及効果、応札価格を評価し、最も高いスコアを得た事業者が落札

出所) 各国政府資料より三菱総研作成(※詳細は国別調査結果を参照のこと)

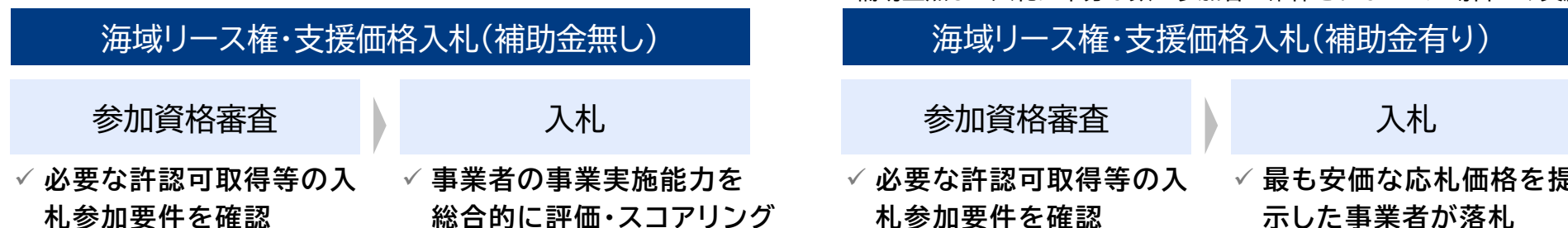
3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

オランダ:入札評価の枠組み

- オランダでは、補助金無しの入札と、補助金有りの入札の2種類を運用。
 - 最初に、補助金無しの入札を実施し、十分な数の参加者が確保されなかった場合、補助金有りの入札を開始
- 補助金無しの入札では、事業実施能力について最も高い評価を得た事業者が選定される。
- 補助金有りの入札では、最も低い補助金額で応札した事業者が選定される。

オランダにおける入札評価の枠組み

※補助金無しの入札に十分な数の参加者が確保されなかった場合のみ実施



出所)オランダ政府資料より三菱総研作成(※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:参加資格基準

- 全ての入札への参加者は、以下の資格基準を満たす必要がある。

入札の資格基準	概要
資本的な実現可能性	● 入札参加者の自己資本が、計画しているプロジェクトへの全投資金額の最低10%(補助金有りの入札)、もしくは20%(補助金無しの入札)あること － 補助金有りの入札参加者で、自己資本が20%未満の場合、20%の残りの部分の資金調達に関して、資金提供者による確証の提出が必要
経済的な実現可能性	● 入札参加者は、プロジェクトに関する費用計画を明記した損益計算書を提出
技術的な実現可能性	● 技術的に実現可能なプロジェクト設計が必要
計画	● 入札参加者は、許可書の付与後、5年以内に確実に商業運転を開始するために、指定されたマイルストーンを含むタイムスケジュールを提出
その他	● 開発海域決定(WFSD)による要件を満たすことが必要

出所)Offshore Wind Energy Update and Outlook 2021, Orrick, July 2021 (<https://media.orrick.com/Media%20Library/public/files/insights/2021/orrick-offshore-wind-energy-update-and-outlook-july-2021.pdf>)
 P20<閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札) (1/16)

Hollandse Kust North:評価基準(概要) <2019年12月-2020年6月>

- オランダは、最近、入札の評価基準を変更。本調査では近年入札が完了したHollandse Kust North入札と、近々入札が実施されるHollandse Kust West入札の評価基準を整理。
- Hollandse Kust Northの補助金無しの入札では、以下の非価格要素(事業実現可能性)を評価。

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準概要
関係者の知識や経験	10点	● コンソーシアムにおける以下の経験を評価 － 洋上風力開発のプロジェクトマネジメントの経験 － 洋上風力用基礎の供給経験 － 洋上風力用基礎の設置経験 － 洋上風力用風車の供給経験 － 洋上風力用風車の設置経験 － 洋上電力系統接続用のケーブル供給経験 － 洋上風車と洋上変電所のケーブル接続経験 － 洋上風力の運用・メンテナンス経験
ウィンドファーム設計のクオリティ	10点	● 系統運用事業者との系統連系に係る協定の締結に係る期間 ※期間が短いほど高く評価
ウィンドファームの容量	10点	● ウィンドファームの総発電容量 ※ウィンドファーム規模が大きいほど高く評価
社会的費用	30点	● 洋上系統の利用効率 － 超過確率P50の年間発電電力量 － 認可取得後ウィンドファームが95%以上利用可能になるまでの期間(最大60か月) ● 将来的なエネルギーシステムへの統合を目的としたイノベーションの促進 － 将来の洋上ウィンドファームによる電力供給のフレキシビリティを向上させるイノベーションの実証 － 実証されるイノベーションに関する知識と経験の共有範囲

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(2/16)

Hollandse Kust North:評価基準(概要) <2019年12月-2020年6月>

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準概要
リスク分析	10点	● 発電電力の経済的収益の変化に関連するリスク － 電力と発電源証明(GO)の価格リスク － 発電電力量および販売電力量のリスク － インバランスコスト － 電力購入者に関連するリスク ● ウィンドファームの建設に関連するリスク － 重要な部品の供給リスク － 輸送および設置リスク ● ウィンドファームの運転に関連するリスク － 洋上での活動 － 発電電力量 － 技術(テクノロジー)の機能性
費用効果を確実にするための施策のクオリティ	30点	● 発電電力の経済的収益の変化に関連するリスクの低減策 － 発電電力と発電源証明(GO)の販売戦略 － 契約のタイプ － 電力購入者の財務の健全性 ● ウィンドファームの建設コストに関連するリスクの低減策 － 設計、製造、輸送戦略 － 最も重要な船舶、設備、人材の確保対策 ● ウィンドファームの運転コストに関連するリスクの低減策 － 運転保守戦略 － 発電電力量の最適化 － 技術(テクノロジー)の機能性に関する保証

出所)RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(3/16)

Hollandse Kust North:評価基準(概要) <2019年12月-2020年6月>

- 非価格要素(事業実現可能性)のうち、評価基準が定量化されていないものについては、下表の採点基準により評価を実施。

一部非価格要素における採点基準

評価結果	採点基準
Excellent, with added value	100%
Very good, with some added value	80%
Good	60%
Very satisfactory	40%
Satisfactory	20%
Moderate	0%

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(4/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

関係者の知識や経験 詳細(10/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
洋上風力開発のプロジェクトマネジメントの実績	3点	開発実績を有するウィンドファームの総容量	- 25MW未満:0点 - 25MW以上:3点
洋上風力用基礎の供給実績	1点	基礎の供給実績	- 10基未満:0点 - 10基以上:1点
洋上風力用基礎の設置実績	1点	基礎の設置実績	- 10基未満:0点 - 10基以上:1点
洋上風力用風車の供給実績	1点	風車の供給実績	- 10基未満:0点 - 10基以上:1点
洋上風力用風車の設置実績	1点	風車の設置実績	- 10基未満:0点 - 10基以上:1点
洋上風車と洋上変電所のケーブル供給実績	1点	ケーブルの供給実績	- 10本未満:0点 - 10本以上:1点
洋上風車と洋上変電所のケーブル接続実績	1点	ケーブルの接続実績	- 10基未満:0点 - 10基以上:1点
洋上風力の運用・メンテナンス実績	1点	運用・メンテナンス実績を有するウィンドファームの総容量	- 25MW未満:0点 - 25MW以上:1点

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(5/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

ウィンドファーム設計のクオリティ 詳細(10/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
系統運用事業者との系統連系に係る協定の締結に係る期間	10点	認可の取消可能期間の終了後、1998年電力法(The Electricity Act 1998)に基づき、申請者が、系統運用事業者の条件※に合意できる時期 ※The Realisation Agreement, The Connection and Transmission Agreement	– 12か月以上:1点 – 6か月以上12か月未満:5点 – 6か月未満:10点

ウィンドファームの容量 詳細(10/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
ウィンドファームの総発電容量	10点	ウィンドファームの建設容量(MW)	– 693MW以上720MW未満:1点 – 720MW以上740MW未満:5点 – 740MW以上760MW未満:10点

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) < 閲覧日:2022/2/28 >

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(6/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

社会的費用 詳細(30/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
洋上系統の利用効率	10点	年間発電電力量の推定P50値	- 年間290万MWh未満:1点 - 年間290万MWh以上300万MWh未満:3点 - 年間300万MWh以上310万MWh未満:5点 - 年間310万MWh以上320万MWh未満:7点 - 年間320万MWh以上330万MWh未満:9点 - 年間330万MWh以上:10点
	10点	認可の取消可能期間の終了後、最長60か月より前にウィンドファームが95%以上利用可能になる時期の見込み	3か月前:2点 9か月前:4点 15か月前:7点 21か月前:10点
将来的なエネルギーシステムへの統合を目的としたイノベーションの促進	7点	将来の洋上ウィンドファームによる電力供給のフレキシビリティを向上させるイノベーションの実証	- イノベーションが市場対応可能になった場合、将来のウィンドファームに及ぼすイノベーションの潜在的影響 - 現在入手可能な最も優れた製品、サービス、プロセスと比較した場合のイノベーションの創意工夫、発明性 - 運用環境下でイノベーションを成功裏に実証可能であることについて示されている範囲 - イノベーション実行中に実証が示す進捗の明確な範囲と確認方法 - 実証によりもたらされる具体的、測定可能、かつ期限を定めた進展の内容、及びそれらが実証中にどのように明らかにされるかに関する明確性 - 実証中にウィンドファーム運用にリスクがないことの保証範囲
	3点	実証されるイノベーションに関する知識と経験の共有範囲	- 知識の共通範囲 - 普及・コミュニケーション計画の質 - 普及・コミュニケーション計画における共有される知識の具体性、測定可能性、期限の明確性の程度 - 特定された目標群の特定範囲とこれに整合した普及・コミュニケーション手段

出所) RVO資料
 (https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf) < 閲覧日: 2022/2/28 >

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(7/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

リスク特定および分析のクオリティ 詳細(10/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
発電電力の経済的収益の変化に関連するリスク	4点	電力および発電源証明(GO)の価格リスク	－ スポット市場における短期的変動 － 長期的な価格変動 － 将来のエネルギーミックスにおける洋上風力の位置づけ
		電力量のリスク	－ 発電電力量および販売電力量の不確実性
		インバランスコスト	－ 短期的なインバランスコスト － 長期的なエネルギーミックスの展開
		電力購入者に関連するリスク	－ 内外電力購入者の財務健全性および関連品質 － 電力購入者による購入額と内外電力購入者との総取引フローとの関係
ウィンドファームの建設に関連するリスク	3点	重要な部品の供給リスク	－ 適切な製造施設の利用可能性 － 特定期間内の製造能力の利用可能性 － 長期リードタイムや生産期間を要する部品の入手可能性
		輸送および設置リスク	－ 適切な設置船の利用可能性 － 専用輸送設備・設置設備の利用可能性 － 使用される輸送・設置設備やウィンドファームの設計の観点における気象関連リスク
ウィンドファームの運転に関連するリスク	3点	洋上における活動	－ 設置時のアクセスのしやすさ － 適切な設備の利用可能性
		発電電力量	－ 長期的な平均風速のリスク － 風速の年間変動と流動性リスクに与える影響
		技術(テクノロジー)の機能性	－ 風車とファーム内ケーブルの利用可能性 － 予防保全コスト － 技術的な故障要因 － 大規模な事後的介入

出所)RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf) < 閲覧日: 2022/2/28 >

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(8/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

費用効果を確実にするための施策のクオリティ 詳細(30/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
発電電力の経済的収益の変化に関連するリスクの低減策	14点	発電電力と発電源証明(GO)の販売戦略	- 販売方法 - 価格設定期間 - インバランスリスクの配分 - 内外電力購入者の基本的な構成
		契約タイプ	- 購入および支払義務の性質 - 市場参照価格との関係
		電力購入者の財務健全性	- 内部保証システム - 購入者の資産内容 - その他の金銭的保証
windファームの建設コストに関連するリスクの低減策	8点	設計、製造、輸送戦略	- 製造・輸送リスクを緩和する設計方法 - 輸送・設置戦略 - 契約戦略、ワークパッケージへの細分化 - サプライチェーンマネジメント分野における経験 - 異なるワークパッケージ間連携のためのリスク管理 - 設計・認証・製造時間(スループットタイム)の管理 - プロジェクト期間中に関連する設計の生産能力の利用可能性 - 商品価格変動、設備価格変動、金利変動への対策
		最も重要な材料・部品の確保策	(所有もしくは契約する)設置船・設備の利用可能性 - 気象リスクや環境条件と船舶・設備の適合性 - スタッフの確保可能性

出所)RVO資料
 (https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札) (9/16)

Hollandse Kust North:評価基準(詳細) <2019年12月-2020年6月>

費用効果を確実にするための施策のクオリティ 詳細(30/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
ウィンドファームの運転コストに関連するリスクの低減策	8点	運転保守戦略	- ロジスティクスの構想 - スタッフの確保可能性 - ウィンドファームのアクセス性を最適化するための設計選択
		発電電力量の最適化	- ウィンドファームの稼働率を最適化するための設計選択 - 発電プロファイルを最適化する方法 - 運用利益・資本バッファの分析、風況変動やウィンドファーム停止時の対応策
		技術(テクノロジー)の機能性に関する保証	- 供給者の可用性の保証 - 予防・事後保全の戦略 - 運用リスク低減のための保険利用方法

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Translation%20Ministerial%20Order%20for%20Permitting%20Offshore%20Wind%20Energy%20Hollandse%20Kust%20noord%20V.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(10/16)

Hollandse Kust West:評価基準(概要) <2021年12月-2022年夏頃>

- Holland Kust West内の2つのサイト(VI、VII)の入札を実施予定。どちらも、補助金無しの入札方式。
- また、各サイト独自の評価基準も設定。どちらの評価基準も、洋上風力産業の成長促進を目的とする。
 - サイトVI:エコロジーに関する評価基準
 - サイトVII:系統統合に関する評価基準

サイトVI、VIIの入札における共通の評価基準

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準概要
許可書への金銭的オファー	20点	● 許可書に対して、5千万ユーロを上限に応札
ウィンドファーム建設の確実性	40点	● コンソーシアムにおける以下の経験および資本力を評価 — 洋上風力開発のプロジェクトマネジメントの経験 — 洋上風力用基礎の供給経験 — 洋上風力用基礎の設置経験 — 洋上風力用風車の供給経験 — 洋上風力用風車の設置経験 — 洋上電力系統接続用のケーブル供給経験 — 洋上風車と洋上変電所のケーブル接続経験 — 洋上風力の運用・メンテナンス経験 — プロジェクト管理責任者の財務健全性 — 親会社の発行する資本力保証
電力供給への貢献度	40点	● 洋上系統に供給される年間正味発電電力量

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20for%20HKWFS%20VII.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(11/16)

Hollandse Kust West:評価基準(概要) <2021年12月-2022年夏頃>

サイトVIの入札に設定された評価基準

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準概要
エコロジーへの貢献度	100点	● オランダの北海海域における生物多様性に貢献する投資促進 － 悪影響を制限する投資、または好影響を促進する投資 － 風車の設計、建設、運転時における投資 － 実証の知識と経験が共有される範囲 ● オランダの北海海域における生物多様性に貢献するイノベーションとソリューションの開発促進 － 革新的なソリューションの開発や実証により、悪影響の緩和、または好影響を促進 － 実証の知識と経験が共有される範囲

出所) RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20HKKWFS%20VI.pdf>) <閲覧日: 2022/2/28>

サイトVIIの入札に設定された評価基準

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準概要
ウィンドファームをオランダの電力システムに統合するための貢献度	100点	● サイトVIIをオランダの電力システムに統合するための投資促進 － 拡張性・柔軟性のある需要の増加に対応可能なサイトVIIの電力供給への投資 － 実施される投資の知識と経験が共有される範囲 ● サイトVIIに加え、既存・今後の洋上ウィンドファームをオランダの電力システムに統合することを促進するイノベーションを促進 － 今後、拡張性・柔軟性のある需要の増加に対応可能な洋上ウィンドファームの電力供給に貢献するイノベーションの実証 － 実証の知識と経験が共有される範囲

出所) RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20or%20HKKWFS%20VII.pdf>) <閲覧日: 2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(12/16)

Hollandse Kust West:評価基準(概要) <2021年12月-2022年夏頃>

- 非価格要素(事業実現可能性)のうち、評価基準が定量化されていないものについては、下表の採点基準により評価を実施。

一部非価格要素における採点基準

評価結果	採点基準
Excellent, with added value	100%
Very good, with some added value	90%
Good	80%
Very satisfactory	70%
Satisfactory	60%
Average	50%
Unsatisfactory	40%
Very Unsatisfactory	30%
Poor	20%
Very poor	10%

出所)RVO資料
(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20for%20HKWWFS%20VII.pdf>) < 閲覧日: 2022/2/28 >

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(13/16)

Hollandse Kust West:(評価基準詳細) <2021年12月-2022年夏頃>

許可書への金銭的オファー 詳細(20/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細
許可書への金銭的オファー	20点	応札価格 (250万€ごとに1点加算) 250万€未満:0点 250万€以上500万€未満:1点 500万€以上750万€未満:2点 750万€以上1,000万€未満:3点 1,000万€以上1,250万€未満:4点 1,250万€以上1,500万€未満:5点 1,500万€以上1,750万€未満:6点 1,750万€以上2,000万€未満:7点 2,000万€以上2,250万€未満:8点 2,250万€以上2,500万€未満:9点 2,500万€以上2,750万€未満:10点 2,750万€以上3,000万€未満:11点 3,000万€以上3,250万€未満:12点 3,250万€以上3,500万€未満:13点 3,500万€以上3,750万€未満:14点 3,750万€以上4,000万€未満:15点 4,000万€以上4,250万€未満:16点 4,250万€以上4,500万€未満:17点 4,500万€以上4,750万€未満:18点 4,750万€以上5,000万€未満:19点 5,000万€以上:20点

出所)RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1_of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20for%20HKWFS%20VII.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(14/16)

Hollandse Kust West:(評価基準詳細) <2021年12月-2022年夏頃>

ウィンドファーム建設の確実性 詳細(40/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
洋上風力開発のプロジェクトマネジメントの経験	3点	開発実績を有するウィンドファームの総容量	25MW未満:0点 25MW以上:3点
洋上風力用基礎の供給経験	1点	基礎の供給実績	10基未満:0点 10基以上:1点
洋上風力用基礎の設置経験	1点	基礎の設置実績	10基未満:0点 10基以上:1点
洋上風力用風車の供給経験	1点	風車の供給実績	10基未満:0点 10基以上:1点
洋上風力用風車の設置経験	1点	風車の設置実績	10基未満:0点 10基以上:1点
洋上電力系統接続用のケーブル供給経験	1点	ケーブルの供給実績 (エクスポートケーブル・インターアレイケーブル)	10本未満:0点 10本以上:1点
洋上風車と洋上変電所のケーブル接続経験	1点	ケーブルの接続実績	10基未満:0点 10基以上:1点
洋上風力の運用・メンテナンス実績	1点	運用・メンテナンス実績を有するウィンドファームの総容量	25MW未満:0点 25MW以上:1点
プロジェクト管理責任者の財務健全性	15点	ウィンドファーム投資額に占める自己資本の割合	20%未満:0点 20%以上40%未満:3点 40%以上60%未満:6点 60%以上80%未満:9点 80%以上100%未満:12点 100%:15点
親会社の発行する資本力保証	15点	親会社は以下要件を満たす親会社保証(Parent Company Guarantee)を発行 - 保証は無条件であること - 保証はオランダの法律に準拠していること - 保証はウィンドファームの全建設期間中適用されていること	1億€未満:0点 1億€以上2億€未満:3点 2億€以上3億€未満:6点 3億€以上4億€未満:9点 4億€以上5億€未満:12点 5億€以上:15点

出所) RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208_1_of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20for%20HKWWFS%20VII.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(15/16)

Hollandse Kust West:(評価基準詳細) <2021年12月-2022年夏頃>

ウィンドファームの電力供給への貢献度 詳細(40/100点)

非価格要素評価項目	配点	評価基準詳細	
ウィンドファームの電力供給への貢献度	40点	洋上系統に供給される年間の正味発電電力量の推定P50値	- 年間300万MWh未満:2点 - 年間300万MWh以上310万MWh未満:8点 - 年間310万MWh以上320万MWh未満:16点 - 年間320万MWh以上330万MWh未満:24点 - 年間330万MWh以上340万MWh未満:32点 - 年間340万MWh以上:40点

出所)RVO資料

(<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20for%20HKWWFS%20VII.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



オランダ:入札評価基準(補助金無し入札)(16/16)

Hollandse Kust West:(評価基準詳細) <2021年12月-2022年夏頃>

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準詳細		
エコロジーへの貢献度 (サイトVIの評価基準)	100点	40点	オランダの北海海域における生物多様性に貢献する投資促進	(30点) — 悪影響を制限する投資、または好影響を促進する投資 — 風車の設計、建設、運転時における投資 (10点) — 実証の知識と経験が共有される範囲
		60点	オランダの北海海域における生物多様性に貢献するイノベーションとソリューションの開発促進	(50点) — 革新的なソリューションの開発や実証により、悪影響の緩和、または好影響を促進 (10点) — 実証の知識と経験が共有される範囲

出所)RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20HKWWFS%20VI.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

非価格要素評価項目	配点 (合計100点)	評価基準詳細		
ウィンドファームをオランダの電力システムに統合するための貢献度 (サイトVIIの評価基準)	100点	70点	サイトVIIをオランダの電力システムに統合するための投資促進	(60点) — 拡張性・柔軟性のある需要の増加に対応可能なサイトVIIの電力供給への投資 (10点) — 実施される投資の知識と経験が共有される範囲
		30点	サイトVIIに加え、既存・今後の洋上ウィンドファームをオランダの電力システムに統合することを促進するイノベーションを促進	(20点) — 今後、拡張性・柔軟性のある需要の増加に対応可能な洋上ウィンドファームの電力供給に貢献するイノベーションの実証 (10点) — 実証の知識と経験が共有される範囲

出所)RVO資料

(https://english.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Appendix%20to%20Article%208.1.of%20the%20Ministerial%20Order%20for%20granting%20offshore%20wind%20energy%20permits%20or%20HKWWFS%20VII.pdf) <閲覧日:2022/2/28>

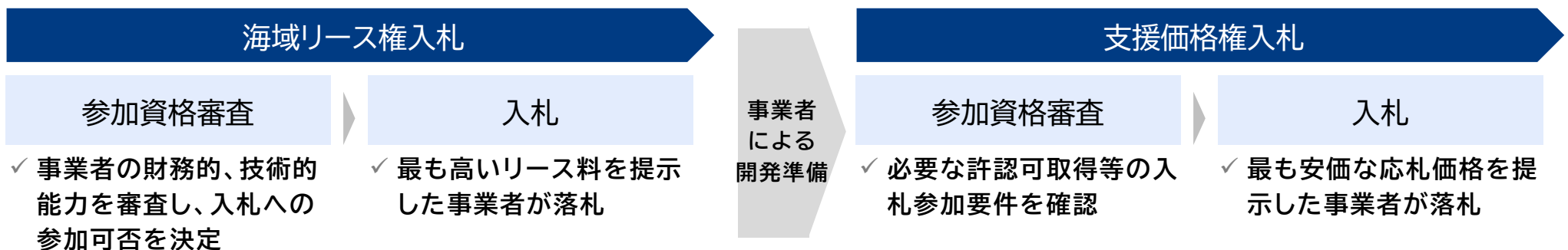
3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



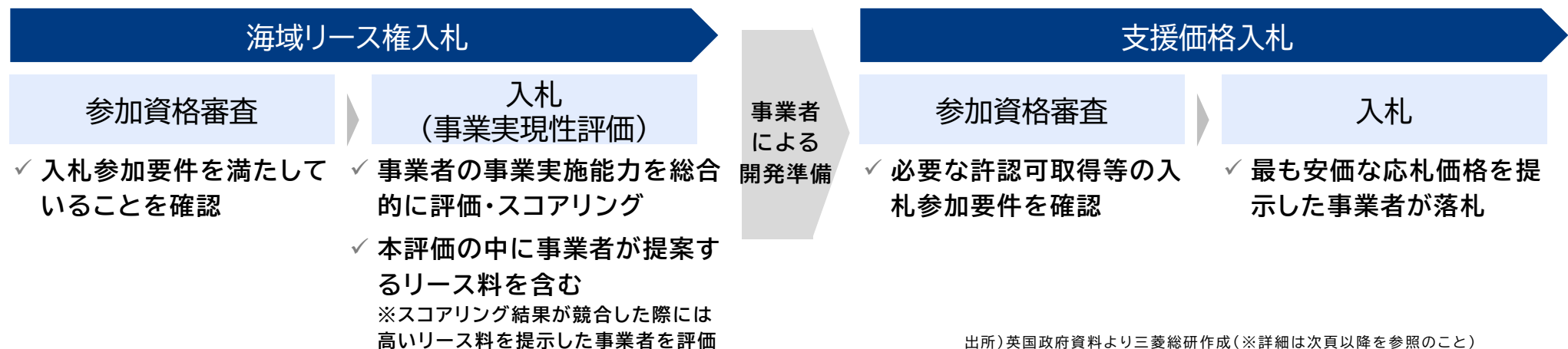
英国：入札評価の枠組み

- Leasing ROUND4では、海域リース権入札において事前資格審査を実施し、財務面・技術面の基準を満たす事業者に入札参加資格を付与。落札事業者は応札価格で決定。
- ScotWindでは、海域リース権入札において、事業者の事業実施能力を総合的に評価し、最も高いスコアを得た事業者が落札。
- Leasing ROUND4、ScotWindともに、支援価格入札(CfD入札)の落札事業者は応札価格で決定。

Leasing ROUND4の枠組み



ScotWindの枠組み



出所) 英国政府資料より三菱総研作成 (※詳細は次頁以降を参照のこと)

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国:参加資格基準(海域リース権入札)

Leasing Round4(イングランド・北アイルランド・ウェールズ) <2019年9月-2022年春頃>

- 全ての申請者は、海域リース権入札参加の適正に関する事前資格審査(Pre-Qualification Questionnaire:PQQ)を受ける。調査結果はスコアではなく、合格か不合格かで提示される。
 - 事前資格審査により申請者の洋上ウィンドファームプロジェクトの遂行能力を確認。
- ITT(Invitation to Tender)Stage1では、プロジェクトの財務力および技術情報を審査。調査結果はスコアではなく、合格か不合格かで提示される。

入札種類	入札の資格基準		概要
海域リース権入札	Pre-Qualification (事前資格調査)	Legal criteria	● 贈収賄禁止、詐欺行為禁止、税務コンプライアンス等に関連する基準で審査
		Financial criteria	● 経済的な信頼性について、以下の基準で審査 — 純資産:7,000万ポンド — 年間平均売上高:6億ポンド — 現金、現金同等物、未使用の融資枠:4,500万ポンド
		Technical criteria	● 洋上ウィンドファーム開発の技術的能力や経験について審査 — プロジェクト管理、許認可手続き、系統接続、環境アセスメント管理の経験や、HSE方針、規制措置について考慮
	ITT Stage 1	Financial criteria	● 以下の提出が必要 — 開発費用計画 — 開発開始から3年間の必要資金をカバーする資本力の証明 — 開発開始から5年間の必要資金をカバーする財源の証明
		Technical criteria	● 以下の提出が必要 — 規定されたサイト制約(容量、密集度、サイトの境界線)に準拠している証明 — 開発における制約や緩和策の特定 — プロジェクトのスケジュール — 適切なHSE管理システムの証明

出所)Information Memorandum: Introducing Offshore Wind Leasing Round 4, The Crown Estate, September 2019
(<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3378/tce-r4-information-memorandum.pdf>)P23,26 <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国:入札評価基準(海域リース権入札)

Leasing Round4(イングランド・北アイルランド・ウェールズ) <2019年9月-2022年春頃>

- ITT Stage2において、海域リース優先交渉権を獲得する事業者を決定。
- ITT Stage2では、マルチサイクル入札方式を採用し、最高価格で応札した事業者を選定。
 - The Crown Estateは、最低7GWの容量を付与するまで、毎日入札を実施。
 - 入札参加者は、年間のMWあたりのオプション料金を入札。オプション料金とは、リース権付与後、洋上ウィンドファームへの最終投資決断(FID)を行うまで、毎年支払う料金のこと(最長10年間)。
 - 各入札回において、最高価格で応札されたサイトが選定される。
 - その後、落札者の資金調達力、入札容量の上限(各事業者3GW以下)、入札海域の上限(各海域3.5GW)、以前の入札回の落札者との重複について審査。
 - 入札は、最低7GWの容量を付与し、4か所の入札海域の内3海域にリース権が付与されるまで実施。

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国:参加資格基準(海域リース権入札)

ScotWind Leasing(スコットランド) <2020年6月-2022年1月>

- リース権入札に参加する申請者は、以下を満たす必要がある。
 - 2万ポンド(27,000米ドル)の申請料(返金なし)の支払い
 - 法人企業であること(英国で登録される必要はないが、選定後のリース契約締結時には、英国の法人企業であることが必要)
 - Crown Estate Scotlandの要件を満たす能力、経験、資金調達能力を証明すること
- スコットランドのリース権入札には、事前資格審査がないため、申請者の適正については、入札評価と同時に判断される。

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国:入札評価基準(海域リース権入札) (1/11)

ScotWind Leasing(スコットランド):評価基準(概要) <2020年6月-2022年1月>

- 以下の7項目について評価。
 - 各項目における申請者の回答に関して、1～3のグレード(Band)で評価を実施(Band3が最高評価)。
 - グレード評価の他、いくつかの評価項目には採点を実施(最高450点)。同順位の申請がある場合、この採点を利用。
- また、申請者は、2,000～100,000 £ /km²の一時金(The Applicant Valuation)を提示。
 - 実際、権利を得るためには、最高額のThe Applicant Valuationを提示する必要がある。
- 申請者の順位付けは、グレード評価、The Applicant Valuation、採点評価で実施。更に同順位の申請が発生した場合、登録時に申請に割り振られた番号で決定。
 - 最高順位の申請に契約が提示された後、このサイトから5km以内のプロジェクトは却下される。
 - 8,600km²の海域を上限として、この評価プロセスを繰り返し実施。

	評価項目	概要
A	基本情報	● 申請者、申請に関する情報
B	プロジェクトコンセプト・密度	● プロジェクトの実現可能性について適切に考慮されているか ● 開発の密度を達成できるか
C	プロジェクトの実施計画	● プロジェクトコンセプトから資金調達・建設可能なプロジェクトを開発していくプロセスを提示しているか
D	能力・経験	● 5つのカテゴリー(HSE、環境、プロジェクト実行、技術的専門知識、品質保証・管理)の能力および経験
E	開発予算	● プロジェクトの開発に必要な費用の内訳
F	財源	● 財務健全性や資金調達の観点から見た、申請者の財源確保能力の妥当性
G	プロジェクトへのコミットメント	● 利用可能と述べた財源が利用でき、プロジェクトの遂行に専念可能か

出所) ScotWind Leasing Seabed leasing for new offshore wind farms Guidance Notes, The Crown Estate Scotland

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（2/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

A：基本情報

評価項目		最高グレード (Band)	概要
A1	コードネーム	-	● 登録申請の返答書で受け取ったコードネーム
A2	地図データファイル	-	● 申請サイトの境界線を示す、図形情報と属性情報をもった地図データファイル
A3	面積	2	● Band2を達成するための条件（該当しない場合はBand1） 20km²以上。20km²未満の場合、評価項目B1で100MW容量達成できることを証明。 860km²未満 - 単一の海域（隣接しない複数の海域でない）、単一の計画エリア内
A4	近接性	2	● Band2を達成するためには、申請サイトの境界が以下であること（該当しない場合はBand1） - 既存のウィンドファームから5km以上離れている - 上記より近接する場合、両事業者が役員会レベルで、申請サイトの近接性に納得している証拠を提出
A5.1	容量	2	● 設置容量(MW)を提示 100MW以上：Band2 100MW未満：Band1
A5.2	第一段階の容量	2	● 段階的建設を予定している場合 - 第一段階の容量が100MW以上：Band2 - 第一段階の容量が100MW未満：Band1
A6	基礎	-	● プロジェクトに使用する基礎の種類
A7	評価金額(The Applicant Valuation)	2	● 申請サイトの£/km ² の評価額(The Applicant Valuation) - 評価額を提示した場合：Band2 - その他：Band1
A8	開発までの期間	-	● 海域リース優先交渉権(Optional Agreement)を得てから開発までの期間(最大10年)
A9	パートナー	-	● 申請に関与する全ての組織と役割(主要申請者と全てのパートナー)
A10	健康と安全に関する有罪判決・	2	● 全組織の健康と安全の記録を提示 - 有罪判決や改善通知等がある場合、または不正情報を提供した場合等：Band1 - 該当なしの場合：Band2
A11	執行通知		
A12	海洋空間計画の海域	2	● 申請サイトが海洋空間計画(Sectoral Marine Plan)のエリア(ラベル)との関係を確認 - 申請サイトの海域に単一のラベル付けがされている等：Band2 - その他：Band1
A13	Supply Chain Development Statement	-	● サプライチェーン開発声明書(Supply Chain Development Statement)の提出

出所) ScotWind Leasing Seabed leasing for new offshore wind farms Guidance Notes, The Crown Estate Scotland, P8-11

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（3/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

B：プロジェクトコンセプト・密度

評価項目		最高グレード (Band)	概要
B1	フィージビリティ調査	2 ※評価項目1、4、5、6、7は一緒に評価	- プロジェクトの実現可能性が確実と認められる場合Band2、確実と認められない場合はBand1 - フィージビリティ調査には以下の記載が必要 - 風力資源評価 - 申請サイトの物理的特徴や既存のインフラについて調査 - 風車やその他インフラの位置やレイアウト - 風力技術の種類、基数、寸法、容量 - 基礎／下部構造の種類 - 電力用の建築物と関連するインフラ - 設置・運用・保守方法 - 設備や装置の監視・制御システム - 環境制約を記載したリスク一覧表（環境アセス（鳥の衝突リスク・景観影響等）やサイト条件（気象・海象等）に関連するリスク）
B2 B3	価値	2	- プロジェクトコンセプトの海域の利用効率(MW/km²)を提示 - 対象海域面積（Option Agreement海域面積）に対するウィンドファーム容量の比率がケースごとの基準（1MW/km²以上など）を満たす場合：Band2 - 基準を満たさない場合：Band1
B4	プロジェクトコンセプトの概要	※評価項目1と一緒に評価	- 以下を含め、望ましいと考えるプロジェクトコンセプト（Preferred Project Concept：PPC）を概説 - プロジェクトの容量 - 対象海域（Option Agreement海域）と場所 - 対象海域（Option Agreement海域）内のウィンドファーム海域
B5 B6 B7	風車・基礎の種類	※評価項目1と一緒に評価	- フィージビリティ調査に含まれる情報の詳細 - 評価項目5：風車のロータ直径、ハブの高さ、定格風速、容量(MW)を提示し、申請サイトへの適合性の証明 - 評価項目6：基礎の種類を提示。また、風車と申請サイトへの適合性の証明 - 評価項目7：サイトの特性、風車・基礎の選択に関して、風車間のスペースを含めた配列のレイアウトを決めるのに考慮した要因を概説
B	全体の評価	2	- 各評価項目にBand1が1つでもあれば、B全体の評価はBand1 - 全評価項目がBand2であれば、B全体の評価もBand2

出所) ScotWind Leasing Seabed leasing for new offshore wind farms Guidance Notes, The Crown Estate Scotland, P12-15

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（4/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

C：プロジェクト実施計画

	評価項目	最高グレード (Band)	概要
C1	プロジェクト実施計画 (洋上)	3 ※評価項目1～3 を一緒に評価	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band3: 詳細かつ重要分野を押さえた優れた内容が記載されている場合 － Band2: 満足のいく内容が記載されているがより詳細な内容や重要分野に関する記載が必要な場合 － Band1: 内容が不十分な場合 ● 主要な認可を取得するまでの、プロジェクトの進め方を記載 － プロジェクト実施計画の主要なステップ － リスク低減策: リスクマトリクス(リスクの図表化)等を提示 － ステークホルダーに関する計画: 開発中に協議する可能性のあるステークホルダーの特定 － チーム: プロジェクト実施チームと認可取得のために予想される役割の概要 － 技術(調査・設計段階): プロジェクト設計に必要な工学的・技術的調査 － 許認可: 必要とされる主要な許認可と取得方法・時期を記載 － 発電市場参加: 発電市場参加に向けたルート・方法の特定 － 系統容量: 必要な系統容量と接続場所(陸上系統接続作業の詳細含む) － タイムラインのガントチャート: プロジェクト開発のタイムスケールと期間
C2	プロジェクト実施計画 (陸上)		● 陸上の系統接続がプロジェクトコンセプトに含まれる場合、陸上系統接続作業について記述 － プロジェクトの概要説明、陸上作業のための工学・技術・環境調査の説明 － 正確な接続場所と詳細が未定の場合、陸上系統接続および認可取得のための方法について概説 － 陸上作業の開発に伴う一般的リスク・固有リスクと軽減方法について概説 － 系統接続に関する全ての事項が考慮されていることを確認することが必要
C3	最終投資決定(FID)に 達するためのプロジェク ト実施計画		● プロジェクトの主要な認可取得からFIDまでに必要となる活動の実施計画 － FIDに至るまでに必要な工学的・技術的・調達要件に関する詳細 － プロジェクトから発電市場参加へのルート・方法(CfDの落札やその他の方法の確保等)、信頼性のある経済モデルの提示等が必要

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（5/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

D：能力と経験

評価項目		最高グレード (Band)	概要
D1 D2	経験値	3	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band3：指定項目の大半をカバーした優れた内容が記載されている場合 － Band2：指定項目の多くをカバーした満足のいく内容が記載されているがより多くの経験値が必要な場合 － Band1：経験値が限定的な場合 ● 評価項目A9で述べた全ての組織の経験について、5つのカテゴリー（HSE、環境、プロジェクト実行、技術的専門知識、品質保証・管理）別に、指定項目（※次頁参照）に関する事項を記載 ● 過去10年間の最大8つの完了プロジェクトに関連する経験について記載可能 （プロジェクトに関する要記載内容） － プロジェクト概要 － プロジェクトを主導したパートナー － その他プロジェクトに関連する組織 － プロジェクトの概要 － タイムスケール、予算 － カバーする経験分野 － プロジェクト遂行成功の結果・評価に関する声明（証拠含む） ● 事業者の経験値を評価する適切な指定項目がない場合は、事業者の判断において追加することも可能（ただし追加がないことが望ましい）
D3	経験年数（Person-years Experience）と経験カテゴリー	2	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band2：全てのカテゴリーにおいて経験年数が基準値以上である場合 － Band1：上記以外 ● 評価項目A9で述べた全ての組織における5つのカテゴリー（HSE、環境、プロジェクト実行、技術的専門知識、品質保証・管理）別の経験年数を提示 （主要記入内容） － 該当するカテゴリー － 関連経験の今回のプロジェクトへの適用可能性（以下の基準で定義） － 高：今回のプロジェクトと同等以上の洋上風力に適用可能 － 中：他の種類の洋上プロジェクトや再生可能エネルギープロジェクト（あらゆる規模）に適用可能 － 低：同様の規模のその他のプロジェクトに適用可能 － 各組織の該当カテゴリーにおける経験年数

出所) ScotWind Leasing Seabed leasing for new offshore wind farms Guidance Notes, The Crown Estate Scotland, P19-28

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国：入札評価基準（海域リース権入札）（6/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

D：能力と経験

評価項目		最高グレード (Band)	概要
D4	能力	3	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band3：プロジェクトに関する深い理解と必要能力の大半をカバーした優れた内容が記載されている場合 － Band2：プロジェクトに関する理解と必要能力の多くをカバーした満足のいく内容が記載されているがより様々な点で強化が必要な場合 － Band1：プロジェクトに関する理解と必要能力が限定的な場合 ● プロジェクト期間に想定する活動の詳細と各活動の完了に必要なとされる能力について記載
D5	人材計画	2	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band2：人材計画が、5つのカテゴリー（HSE、環境、プロジェクト実行、技術的専門知識、品質保証・管理）における必要人材数を十分に理解した内容となっている場合 － Band1：人材計画がプロジェクト遂行に必要な人材数を下回る場合 ● 必要な能力をもつ人材計画を提示 － 直接雇用、契約、または下請けされ、プロジェクト開発を主導、管理、支援する全ての人材の計画を提示
D6	人材確保と将来リスク	3	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band3：全てのリーダー的職位において適した人材（個人名含む）が配置されることを示す優れた内容である場合、かつ将来的な人材リスク低減策を示している場合 － Band2：リーダー的職位に適した人材を配置するための十分な方策が示されている場合 － Band1：リーダー的職位の適切な人材配置方策が示されていない場合 ● 申請者がどのように人材を確保し、プロジェクト期間中の人材リスクを低減するかを記載
D	全体の評価	3	● 各評価項目にBand1が1つでもあれば、D全体の評価はBand1 ● Band3が適用される全項目の評価結果がBand3であれば、D全体の評価はBand3 ● その他の場合、Band2

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（7/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

D：能力と経験（評価時に参照される指定項目）

主要カテゴリー		経験に関するサブカテゴリー	能力に関するサブカテゴリー
1	Health & Safety	- 適格性認定 - アドバイス/コンサルティング - 管理システム - 現場の監視、記録、分析やH&Sに関連する統計の作成 - 組織方針/規則 - リスク評価/管理 - トレーニングの実施	- 管理システム - 出来事の監視、記録、分析やH&Sに関連する統計の作成 - 組織方針/規則 - リスク評価/管理 - トレーニングの実施
2	環境	- アドバイス/コンサルティング - アセスメント対応 例：環境ステートメント(ES)、環境影響評価(EIA)、生息地規制評価(HRA)、水政策枠組み指令(WFD)など - 認可取得対応(ES、EIA、HRA、WFD以外) - 測定/監視 - 組織方針/規則 - 研究 - 調査	- アセスメント対応 例：環境ステートメント(ES)、環境影響評価(EIA)、生息地規制評価(HRA)、水政策枠組み指令(WFD)など - 認可取得対応(ES、EIA、HRA、WFD以外) - 調査
3	プロジェクト実施	- ファイナンス - ガバナンス - 法律 - ロジスティクス - 調達 - プロジェクト管理 - プロジェクトのリスク分析、低減 - スケジュール/計画 - ステークホルダー調整 - 買収/合併 - コンソーシアム - フランチャイズ - 合併事業	- ファイナンス - 法律 - 調達 - プロジェクト管理 - プロジェクトのリスク分析、低減 - スケジュール/計画 - ステークホルダー調整 - 買収/合併 - コンソーシアム - フランチャイズ - 合併事業 - 下請け/外注

出所) ScotWind Leasing Seabed Leasing for new offshore wind farms Guidance Notes, The Crown Estate Scotland, P19-28

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（8/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

D：能力と経験（評価時に参照される指定項目）

	メインの経験・能力	経験に関するサブカテゴリー	能力に関するサブカテゴリー
4	技術的経験	- 航空宇宙/航空工学 - 風車（材料、発電量・風況分析） - 土木（洋上・陸上） - 建設（洋上・陸上） - 計測、制御、自動化 - 電気工学 - 環境科学 - 数学/統計 - 材料科学 - 機械工学 - 製造 - サービス	- 風車（材料、発電量・風況分析） - ケーブル敷設計画/敷設 - 土木（洋上・陸上） - 建設（洋上・陸上） - 電気工学（インフラ） - 計測、制御、自動化 - 基礎/地盤工学 - 流体力学 - ロジスティクス - 製造 - 基礎（浮体式・着床式）
5	品質保証・品質管理	- 監査 - 検査 - 品質保証・品質管理に関連するデータの監視、記録、分析や統計の作成 - 品質保証 - 品質管理 - 品質管理システム - テスト	- 品質保証 - 品質管理 - 品質管理システム

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



英国：入札評価基準（海域リース権入札）（9/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

E：開発予算

	評価項目	最高グレード (Band)	概要
E1	予算の詳細	2	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band2：プロジェクト実施計画(C1・C2)と整合し、内訳とプロジェクト実施計画との関係が明確である場合 － Band1：プロジェクト実施計画(C1・C2)との整合を確認するに十分な内容ではない場合 ● プロジェクトコンセプト、プロジェクト実施計画、人材計画に沿った予算の詳細を提示 ● 予算には、少なくとも以下の費用を含むこと － 陸上・洋上インフラ用の工学的・技術的分野の費用 － 認可取得までのサイト調査(気象・海象、地盤工学、地球物理学、風況等)のデータ照合 － コンセプト設計や認可申請に必要な設計を可能にする工学的設計研究 － 上記の管理 － 陸上・洋上インフラの環境活動や認可取得活動費用 － EIAに関連するサイト調査(物理的、人間・生物学)を含むデータ照合 － 適切な調査含むEnvironmental Statementの作成 － 法的・非法的協議 － 同意書の準備 － 上記の管理 － プロジェクト管理と認可を得るための作業調整 － リスク管理、スケジュール管理、広範にわたるプロジェクト管理のためのオフィス作業 － 健康、安全、環境管理 － 品質管理 － 調達・商業活動 ● 毎年の開発費、プロジェクトの総開発費、スタッフ費(直接雇用、下請けに関わらず)も特定
E2	FIDに至るまでの 予算の概要	2	● 記載内容に応じて評価を付与 － Band2：FIDに達するためのプロジェクト実施計画(C3)と整合している場合 － Band1：FIDに達するためのプロジェクト実施計画(C3)と整合していない場合 ● 全ての開発費を考慮していることを示すために、別途、プロジェクト認可取得から投資決定(FID)までの年間および総予算の概要を提示 ● FIDまでに必要な活動(工学的・環境・プロジェクト管理・財務)に関連する費用について提示
E	全体の評価	2	● 各評価項目にBand1が1つでもあれば、E全体の評価はBand1 ● それ以外は、Band2

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国：入札評価基準（海域リース権入札）（10/11）
ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞
F：財源

	評価項目	最高グレード (Band)	概要
1	要約	—	● 全出資者について記載 ● プロジェクトの資金調達方法(以下の内容を含む) — 必要な資金確保のために行うプロセスの詳細 — 支出のタイミング、金額 — 総サイト開発費 — 各年の開発費の内訳
2	組織	—	● 全出資者について記載 ● 各出資者の責任内訳(総資金に対する各出資者の割合)
3	財源	—	● 各出資者について記載 ● 手元資金やファンドの信頼性、証拠提示
4	財務諸表	3	● 記載内容に応じて評価を付与 — Band3: 出資者の最高営業利益が予算詳細(E1)で示された年間最高支出額の5倍以上の場合 — Band2: 出資者の過去3年間の平均営業利益が予算詳細(E1)で示された年間最高支出額の2倍以上の場合 — Band1: 上記以外の場合 ● 出資者の営業利益に関する情報を記載
5	Dun & Bradstreet	3	● Dun & Bradstreetの格付けに応じて評価を付与 ● Dun & Bradstreetの格付けが、資金調達能力の証明となる場合は要記載
6	財政的能力	3	● 手元資金、取引予定金融機関に基づいて示される財政的能力に応じて評価を付与
7 8	資金調達 (Fundraising)	2	● 資金調達の経験に応じて評価を付与 ● 出資者が外部から資金調達する場合： — 資金提供機関が過去10年間に資金調達した5つのプロジェクトの詳細を提示 — 特に洋上ウィンドファームプロジェクトへの資金調達経験を重視 ● 最近設立され、資金調達実績がない場合： — 他社から雇用された上級職員が過去10年間に資金調達した5つのプロジェクトの詳細を提示
F	全体の評価	3	● 全出資者の評価がBand3の場合、F全体の評価はBand3 ● いずれかの出資者の評価にBand1がある場合、F全体の評価はBand1 ● それ以外はBand2

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国：入札評価基準（海域リース権入札）（11/11）

ScotWind Leasing（スコットランド）：評価基準（詳細）＜2020年6月-2022年1月＞

G：プロジェクトへのコミットメント

	評価項目	最高グレード (Band)	概要
1	コミットメント声明書	2	● コミットメント声明書を提出した場合、Band2 ● 以下の2点に関するコミットメントを提示 － 違法行為がないことへのコミットメント － 持続可能な洋上風力開発に関するコミットメント ● 「持続可能な洋上風力開発に関するコミットメント」において、サプライチェーンを発展させるための活動を行うことを約束することを義務とし、以下へのコミットメントを要求 － 中小企業を含む関連する下請け企業やサプライヤーが、プロジェクトに関連する調達活動に気づくよう、機会を公示 － 単独または他の申請者と協力して、サプライチェーンフォーラムを設立し、積極的に関与。もしくは、サプライチェーンの必要性や機会についての情報提供を確約する協定等を出来る限り効果的に実施 － 関連する経済開発機関と定期的に会合し、地域や企業に関する進捗状況、懸念事項、機会について情報提供 － 可能であれば、CfDの適正審査契約の一つとして提出されたSupply Chain Planの情報をCrown Estate Scotlandに提供
2	準備状況	—	● 回答は必須ではない ● どのように準備段階でコストや時間の節約を達成したかの証拠を提出

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国: 参加資格基準(支援価格入札)

- CfD制度による入札に参加する申請者は、以下を有する必要がある。

入札種類	入札の資格基準
支援価格入札 (CfD)	※以下を保有することが条件 ● 国務大臣(The Secretary of State)に認可されたサプライチェーン計画書(Supply Chain Plan) ● 適切な計画認可書(planning consent) ● 系統接続契約 ● 企業所在地と法人設立の証明 ● 適切な試運転日と技術種類に関する記述(CfD制度で設定されているエネルギー区分との対応)

出所) Contracts for Difference Scheme for renewable electricity generation: Allocation Round 4 Allocation Framework 2021, Department of Business Energy and Industry Strategy, November 2021 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1035899/cfd-allocation-round-4-allocation-framework.pdf) <閲覧日: 2022/2/28>、Contracts for Difference: Generator Guide, Low Carbon Contracts Company, February 2019 (available online at <https://www.lowcarboncontracts.uk/sites/default/files/publications/Contracts%20for%20Difference%20-%20Generator%20Guide%20Feb%202019.pdf>) <閲覧日: 2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査

英国: 入札評価基準(支援価格入札)

- 申請者の評価は、封印入札方式(価格を相互の入札者に提示しない)による、MWhあたりの応札価格のみで決定。
- 応札価格は、政府が設定した応札上限価格を超えない。

出所) Contracts for Difference Scheme for renewable electricity generation: Allocation Round 4 Allocation Framework 2021, Department of Business Energy and Industry Strategy, November 2021 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1035899/cfd-allocation-round-4-allocation-framework.pdf) <閲覧日: 2022/2/28>

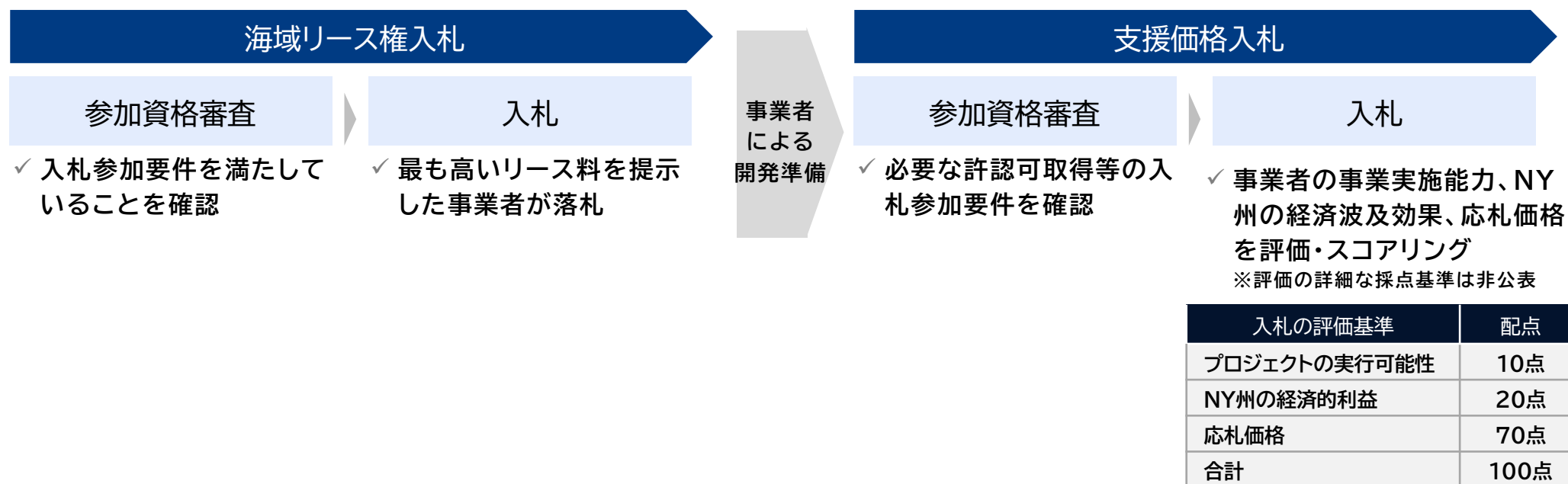
3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



米国NY州：入札評価の枠組み

- 米国NY州では、海域リース権入札の落札事業者は応札価格で決定。
- 支援価格入札においては、事業者の事業実施能力、NY州の経済波及効果、応札価格を評価し、最も高いスコアを得た事業者が落札。

米国NY州の入札評価の枠組み



3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



米国NY州:参加資格基準(海域リース権入札)

New York Bight lease competition <2021年6月-2022年春頃>

- New York Bightのリース権入札において、連邦政府機関(BOEM)は、以下の参加資格基準を設定。
- 参加者は、最初に500万USドルの入札保証金を支払い。落札できなかった場合、返金される。
- 入札は、2022年2月より開始。

入札種類	入札の資格基準	概要
海域リース権入札	法的基準 (Legal criteria)	● 開発事業者は、米国のいずれかの州法に基づき組織された、民間、公的、地方自治体の法人であることの証明を提出 － プロジェクトの所有者は、米国に拠点を置く必要はなく、入札のために、特定目的企業(Special Purpose Company)を設立可能
	財政基準 (Financial criteria)	● 財務健全性を証明するために、以下の提出が必要 － 会社概要(企業名、所在地、設立年、組織構造、事業体の記述) － 銀行照会、監査済みの財務諸表 － リース権取得とその後のプロジェクト期間の資金計画 － 類似プロジェクトにおける資金調達経験の記述 － 過去5年間の破産やマイナスの財務手続きに関する情報
	技術的基準 (Technical criteria)	● 技術的な能力を有することを証明するために、以下の提出が必要 － プロジェクト実施に直接関与する主要担当者についての詳細 － 以前もしくは現在の再生可能エネルギーやその他の電力に関連するプロジェクトの記述 － 過去5年間に申請者に対して取られた法的または規制上の措置

出所)Qualification Guidelines to Acquire and Hold Renewable Energy Leases and Grants and Alternate Use Grants on the U.S. Outer Continental Shelf, Bureau of Ocean Energy Management, May 2020 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/about-boem/Qualification%20Guidelines.pdf>) <閲覧日: 2022/2/28>

New York Bight, BOEM (<https://www.boem.gov/renewable-energy/state-activities/new-york-bight>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



米国NY州:入札評価基準(海域リース権入札)

New York Bight lease competition <2021年6月-2022年春頃>

- 競り上げ方式の入札(Ascending Clock Auction)により、落札者を決定。
- BOEMは、8つの風力開発海域(WEAs)のうち、6つの海域の入札を実施。
 - 全ての風力開発海域の入札を同時に実施。
 - 一度に1つの海域のみ入札可能で、最大1つの海域のみ落札可能。
 - 入札期間中に、入札する海域は自由に変更可能。
- 競り上げ方式の入札方法
 - 各入札の前に、各開発海域ごとに設定された提示価格(asking price)を公表。
 - 入札参加者は、提示価格以上の価格を提示。
 - 入札後、入札管理者が、各開発海域ごとの入札件数を開示し、2件以上の入札があった海域の提示価格が引き上げられる。
 - 入札は、各海域ごとの入札が1件になるまで継続。
- 落札者は、BOEMに保証金の500万USドルを引いた落札額を10営業日以内に支払う必要がある。

出所)Atlantic Wind Lease Sale 8 (ATLW-8) for Commercial Leasing for Wind Power on the Outer Continental Shelf in the New York Bight—Proposed Sale Notice, Bureau of Ocean Energy Management, June 2021(<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/renewable-energy/state-activities/86-FR-31524.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>、New York Bight Commercial Wind Power Lease Sale, Bureau of Ocean Energy Management, July 2021 (<https://www.boem.gov/sites/default/files/documents/renewable-energy/state-activities/NY-Bight-Bidder-Seminar.pdf>) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



米国NY州:参加資格基準(支援価格入札)

New York State second solicitation (2020/21) <2020年10月-2021年1月>

- 2020～2021年に実施されたNY州の洋上再生可能エネルギー証書(OREC)の入札において、NY州公益法人(NYSERDA)は、以下の参加資格基準を設定。
- 2022年の入札も同様の参加資格基準になると予想される。

入札種類	入札の資格基準
支援価格入札 (OREC)	※以下の条件を満たすことが要件 ● 連邦の管轄海域における合計400MWから2.5GWの洋上風力プロジェクト(まだ建設されていないプロジェクト含む)により、洋上再生可能エネルギー証書(Offshore Renewable Energy Certificate: OREC)の発行に取り組むこと。 ● 評価委員会が投資を決断できるような港湾インフラ投資計画(Port Infrastructure Investment Plan)を提出すること。 ● 風力開発海域(Wind Energy Areas:WEA)において、洋上ウィンドファームを開発する権利やオプションを有すること ● ニューヨーク州もしくは隣接する地域と系統連系が可能であること(接続契約(Interconnection Agreements)の締結は必要ないが、接続請求を行っていることが必要) ● 運用規則に準拠すること ● 商業運転の開始日と契約期間を明記すること

出所)Purchase of Offshore Wind Renewable Energy Certificates Request for Proposals ORECRFP20-1, New York State Energy Research and Development Authority, July 2020 ([https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00Pt000000NG9LMEA1\)P13-17](https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00Pt000000NG9LMEA1)P13-17) <閲覧日:2022/2/28>

3.2 入札制度の評価方法に係る海外調査



米国NY州:入札評価基準(支援価格入札)

New York State second solicitation (2020/21) <2020年10月-2021年1月>

- 入札参加者について、以下の3つの基準で評価を実施。
- 評価は、NYSERDA職員や専門家等による評価委員会を実施。評価の詳細な採点基準は非公表。
- 2022年の入札も同様の参加資格基準になると予想される。

入札種類	入札の評価基準	配点 (合計100点)	概要
支援価格入札	プロジェクトの実現可能性	10点	● プロジェクトが商業運用開始日までに稼働できるか － 許認可計画、資金調達計画、事業開発経験、技術提案、開発計画、接続計画、実行可能な商業運用開始日、コミュニティエンゲージメント計画、環境影響緩和計画、景観影響、エネルギー資源評価、炭素排出低減策等
	NY州の経済的利益	20点	● プロジェクトがNY州の経済や地域産業に好影響を与えうるか － 港湾インフラ投資計画(Port Infrastructure Investment Plan:PIIP)と関連する・関連しない経済利益、NY州の洋上ウィンドファーム産業の全体的な成長への機会を提供する活動(サプライチェーン、人材、研究開発等)
	応札価格	70点	-

出所)Purchase of Offshore Wind Renewable Energy Certificates Request for Proposals ORECRFP20-1, New York State Energy Research and Development Authority, July 2020 (<https://portal.nyserda.ny.gov/servlet/servlet.FileDownload?file=00Pt000000NG9LMEA1>)P25-30 <閲覧日:2022/2/28>

二次利用未承諾リスト

報告書の題名：令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（洋上風力に係る官民連携の在り方の検討（洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環の実現に向けた検討等）のための調査）調査報告書

委託事業名：令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（洋上風力に係る官民連携の在り方の検討（洋上風力の導入拡大と産業競争力強化の好循環の実現に向けた検討等）のための調査）

受注事業者名：株式会社三菱総合研究所

頁	図表番号	タイトル
4	図表番号なし	1GWウィンドファーム導入の必要人材数推計結果（※FTE換算）
8	図表番号なし	推計の前提条件概要（1GWあたり）
13	図表番号なし	秋田県的主要な取り組み概要
14	図表番号なし	秋田県内の大学と企業との協定
15	図表番号なし	共同サステナブル工学専攻の概要
16	図表番号なし	風力発電分野における産学金連携に関する協定
17	図表番号なし	洋上風力発電を通じた人材育成や地域貢献に関する相互連携協力の協定
18	図表番号なし	足利大学風力発電アカデミーの開催スケジュールと内容（2021年度）
19	図表番号なし	CENTER for Wind Energy事業の概要
20	図表番号なし	将来人材の育成プログラム
21	図表番号なし	即戦力人材の育成プログラム
22	図表番号なし	風力発電メンテナンス人材認証制度概要
23	図表番号なし	風力発電メンテナンス人材認証制度のスキーム
24	図表番号なし	北九州市洋上風力キャンプの概要
25	図表番号なし	再生可能エネルギー関連の人材育成プログラム
26	図表番号なし	電力・エネルギー全般をテーマとした寄付講座の概要
27	図表番号なし	長崎における海洋人材育成プログラム
28	図表番号なし	長崎海洋アカデミーの体制図とコース概要
29	図表番号なし	風力・海洋エネルギー研究室の研究対象
29	図表番号なし	洋上風力発電を見据えた現場体験セミナー
30	図表番号なし	日立トレーニングセンター
30	図表番号なし	北拓メンテナンス技術員トレーニングセンター
31	図表番号なし	安全作業に関する主要なトレーニング認証制度
32	図表番号なし	安全作業に関する国内トレーニング施設
35	図表番号なし	職業情報ネットワークO*NETの概要
36	図表番号なし	英国における労働力データ化・将来推計の取り組み
37	図表番号なし	マサチューセッツ州における洋上風力人材開発への助成プログラム
38	図表番号なし	MassCECの助成対象となった洋上風力専門教育プログラム
39	図表番号なし	MassCECの助成対象となったトレーニングプログラム
40	図表番号なし	MassCECの助成対象となったトレーニングプログラム
41	図表番号なし	スコットランドの団体によるパスポートの導入を求める声明
42	図表番号なし	Wind with Miller（中等教育向け）
42	図表番号なし	Guided Tour（高校生以上向け）
43	図表番号なし	WINDEX changeの「Education and Workforce Development」
44	図表番号なし	小型風力タービンが設置された地方の小中学校
44	図表番号なし	Wind Application Centers(WAC)
45	図表番号なし	WINDEX change「K-12向け教材&カリキュラム」ページ
45	図表番号なし	Wind for schoolsの教材
46	図表番号なし	2021年の大学風力コンペ(College wind competition)
46	図表番号なし	コンペティションの様子
47	図表番号なし	①風力産業従事者のキャリアマップ
48	図表番号なし	②風力産業の教育プログラムの一覧
48	図表番号なし	③職業見通しハンドブック（風力発電技術者編）
65	図表番号なし	2050年に向けた洋上風力導入シナリオにおける浮体式洋上風力の設置場所（2040年時点の導入見通し）
66	図表番号なし	ScotWind Leasing選定結果

(様式2)

67	図表番号なし	ケルト 海における英国の再生可能エネルギー海域と浮体式洋上風力実証実施予定エリア
72-85	図表番号なし	Floating Wind Joint Industry Program (JIP)の概要
86	図表番号なし	英国における浮体式洋上風力のコスト 低減見通しとBEISによる卸電力価格見通し
90	図表番号なし	アイルランド 沿岸で計画されている着床式および浮体式洋上風力プロジェクト
94	図表番号なし	Harnessing our potential: Investment and jobs in Ireland's offshore wind industry
97	図表番号なし	フランス 沿岸の水深図
100	図表番号なし	ADEMEの浮体式実証プロジェクトのマップ
101	図表番号なし	フランス：浮体式実証プロジェクト
102	図表番号なし	フランスにおける浮体式洋上風力実証プロジェクトのフェーズ別フィードバック内容と期待される効果
104	図表番号なし	ブルターニュ 沖における浮体式商用入札案件の候補海域
105	図表番号なし	地中海における浮体式商用入札案件の候補海域
107	図表番号なし	カリフォルニア州海域の水深図
108	図表番号なし	カリフォルニア州海域の風況
112	図表番号なし	メイン 湾における浮体式洋上風力実証研究サイト 予定地（緑部分）
113	図表番号なし	カリフォルニア州における浮体式洋上風力実証の概要
114	図表番号なし	BOEM（連邦海洋エネルギー管理局）とカリフォルニア州の洋上風力リースプロセスのタイムライン案
115	図表番号なし	カリフォルニアにおける浮体式洋上風力実証候補地
116	図表番号なし	米国カリフォルニア州の主要エリアにおける浮体式洋上風力のコスト 低減見通し
119	図表番号なし	浮体式洋上風力の開発が見込まれる韓国の主な海域
132	図表番号なし	IECRE OD-502に基づくプロジェクト 認証スキーム
134	図表番号なし	ABSにおける船級登録
135-136	図表番号なし	Bureau Veritasにおける船級登録
143	図表番号なし	RVOによる事前サイト 調査の概要