

**欧州における洋上風力に係る
政策及びサプライチェーン整備等の最新動向**
2025年度 JSC特別調査

2026年3月

日本船舶輸出組合
ジャパン・シップ・センター
一般財団法人日本船舶技術研究協会

はじめに

欧州においては、経済安全保障を含むエネルギー政策及び産業政策の両面で、洋上風力を含む再生可能エネルギーが重要視されている。

EUでは、2024年12月にフォン・デア・ライエン欧州委員長の第2次欧州委員会が発足し、脱炭素と安全保障、脱炭素と産業競争力強化の両立に係る施策が進められてきている。また、英国においては、労働党への政権交代があり、再生可能エネルギーへの取組が更に強化されている。

これらの動向を踏まえ、欧州における洋上風力に係る政策について最新の動向を把握しておくことが重要である。

また、浮体式を中心とした洋上風力発電の更なる普及拡大に向け、その製造サプライチェーンの不足などの課題が表面化しており、その対策が具体化しつつある段階にある。

サプライチェーンの不足については我が国においても同様の課題が存在しており、先行する欧州の最新動向を把握しておくことが重要である。

これらを背景に、本調査では、再生可能エネルギーの普及に係る政策動向、欧州における洋上風力プロジェクトの現状、浮体式洋上風力発電施設の建設・維持管理に係るサプライチェーンの現状調査結果などをまとめた。

本調査報告書が関係各位の参考となれば幸いである。

目次

はじめに

1. 欧州における再生可能エネルギーの普及に係る政策動向	1
1.1. 欧州連合（EU）の洋上風力関連政策	1
1.1.1. 再生可能エネルギー指令（RED : Renewable Energy Directive）	2
1.1.2. 電力指令（Electricity Market Directive）	4
1.1.3. 気候変動目標及びその管理に係る法制度	5
1.1.4. 海洋空間計画指令（Maritime Spatial Plan Directive）	7
1.1.5. クリーン産業ディール（Clean Industrial Deal）等の産業政策	10
1.2. 欧州の支援制度と支援対象プロジェクト	20
1.2.1. Horizon Europe	20
1.2.2. EU Innovation Council	23
1.2.3. Connecting Europe Facility Energy（CEF Energy）	24
1.2.4. 復興・強靱化ファシリティ（RRF : Recovery and Resilience Facility）	26
1.2.5. イノベーション基金（Innovation Fund）	27
1.2.6. 近代化基金（Modernisation Fund）	28
1.2.7. 再生可能エネルギー資金調達メカニズム （Renewable Energy Financing Mechanism）	29
1.2.8. 欧州海事・漁業・養殖基金 （EMFAF : European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund）	30
1.2.9. LIFE Programme	31
1.3. 主な欧州連合（EU）加盟国の洋上風力関連施策	31
1.3.1. フランス	34
1.3.2. イタリア	44
1.3.3. ポルトガル	50
1.3.4. スペイン	55

1.3.5.	その他.....	63
1.4.	ノルウェーの洋上風力関連政策.....	65
1.4.1.	政策の枠組み.....	65
1.4.2.	支援措置.....	68
1.5.	英国の洋上風力関連政策.....	72
1.5.1.	英国の環境関連施策の変遷.....	72
1.5.2.	洋上風力の海域への設置に係る施策の枠組み.....	80
1.5.3.	支援措置（CfD）.....	84
2.	欧州における洋上風力プロジェクト、サプライチェーンの動向.....	88
2.1.	欧州における洋上風力プロジェクト.....	88
2.1.1.	世界の洋上風力発電に係る概況.....	88
2.1.2.	欧州の浮体式洋上風力発電プロジェクトの状況.....	90
2.2.	浮体式洋上風力発電所の建設及び関連するサプライチェーン.....	94
2.2.1.	浮体式洋上風力発電所の建設.....	95
2.2.2.	浮体式洋上風力発電所の運用及び維持管理.....	153
2.2.3.	契約の構造（下請け構造）.....	161
2.3.	浮体式洋上風力発電所の建設・維持管理に係る港湾.....	165
2.3.1.	英国.....	166
2.3.2.	フランス.....	175
2.3.3.	ノルウェー.....	177
2.3.4.	スペイン・ポルトガル.....	180
2.3.5.	その他.....	181

2.4.	浮体式洋上風力発電所の建設・維持管理に係る船舶.....	182
2.4.1.	浮体式洋上風力発電プロジェクトで必要となる船舶の仕様と 主な機器等のサプライヤー	182
2.4.2.	洋上風力発電関連船舶で利用可能な税制支援スキーム (Tax Lease Scheme)	187
2.4.3.	船舶の建造に係る支援.....	191
3.	まとめ	194

1. 欧州における再生可能エネルギーの普及に係る政策動向

欧州では、欧州連合（EU）としての脱炭素化に係る目標・戦略及び政策の大きな枠組みが定められており、それらと各加盟国の政策が呼応して、洋上風力を含めた再生可能エネルギーの普及拡大に係る政策が体系化されている。

近年においては、経済安全保障の観点を踏まえた脱炭素と産業競争力強化との両立や、物価高騰等を受けた事業環境の悪化への対応のための新政策や、既存政策の調整などに焦点が当てられている。

本項では、欧州連合（EU）の政策をまとめた上で、EU 加盟国のうち、浮体式の普及が期待され、かつ、制度の整備などの動きがみられるフランス、イタリア、ポルトガル、スペイン等、並びに、EU 加盟国ではない欧州諸国としてノルウェー及び英国について、政策動向をまとめる。

1.1. 欧州連合（EU）の洋上風力関連政策

欧州連合においては、2019年12月に発表した「欧州グリーンディール（European Green Deal）」に基づき、「2050年までの気候中立、温室効果ガス（GHG：Green House Gas）実質排出ゼロの実現」、「経済成長と資源の利用の切り離し（デカップリング）」、「誰も、どの地域も取り残さない気候中立への移行」を掲げ、政策を展開している。欧州グリーンディールの目標は、2021年7月の「欧州気候法（European Climate Law）」により拘束力のある目標として法制化され、中間目標として2030年においてGHG排出量を少なくとも55%削減（1990年比）することも定められた。

ロシアによるウクライナへの侵略を受け、2022年3月にはREPowerEUとして、ロシアの化石燃料依存からの脱却やエネルギー価格高騰への対応等のために、更なる省エネルギー、再生可能エネルギーの導入目標の上積み、再生可能エネルギー由来水素の生産・輸入の拡大などを進めることとした。更に、2023年2月には、米国のインフレ抑制法（IRA：Inflation Reduction Act）を受ける形で、クリーン産業に係る政策を強化する「グリーンディール産業計画」を公表し、ネットゼロ産業法（NZIA：Net Zero Industry Act）による再生可能エネルギー技術を含むネットゼロ技術の域内生産の強化などの施策を進めている。

その後、2024年12月に発足したフォン・デア・ライエン欧州委員長の第2次欧州委員会においては、イノベーション、脱炭素及び安全保障をコア分野として、域内の産業競争力により強い焦点を当てた施策が展開されている。その表れの一つとして、2025年2月の「クリーン産業ディール（Clean Industrial Deal）」では、産業の再興を柱の一つとしている。

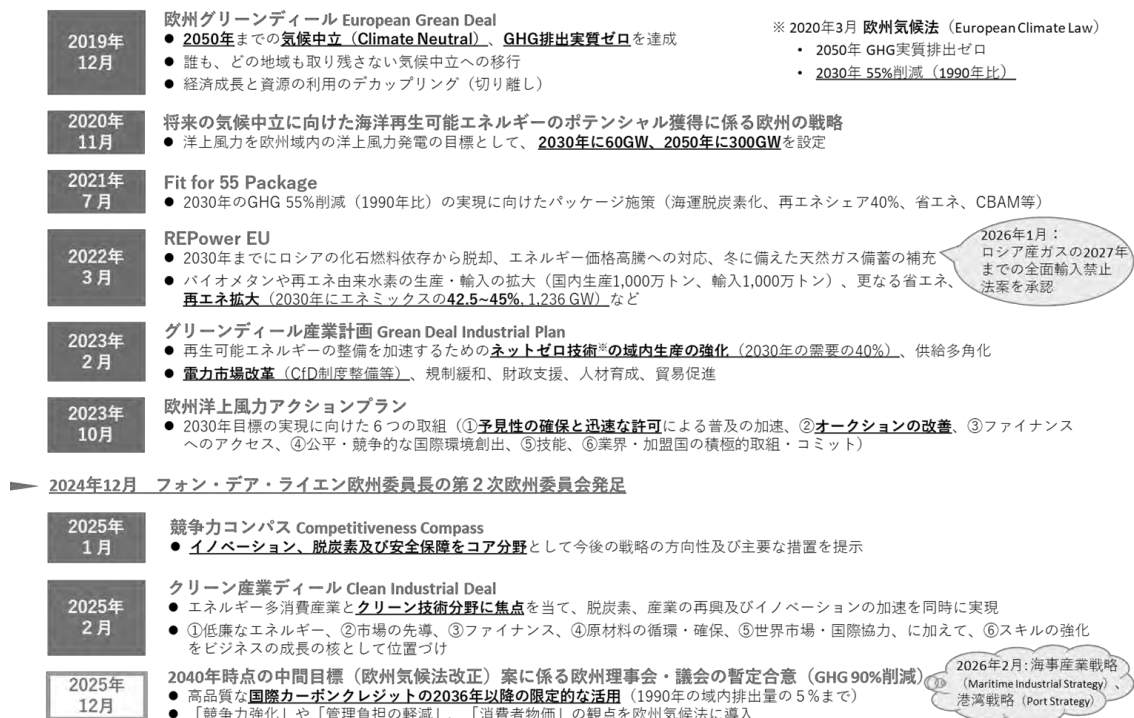


図1 欧州の脱炭素関連の政策体系

本項においては、洋上風力に直接関連する欧州の政策を取り上げる。具体的には、再生可能エネルギー指令 (RED: Renewable Energy Directive) に加えて、入札に係るルールを定める電力指令 (Electricity Market Directive)、欧州の気候変動及びエネルギーに係る目標を定める欧州気候法 (EU Climate Law)、当該目標の管理に係る実施規則 (Regulation (EU) 2018/1999) と国家エネルギー・気候計画 (NECP: National Energy and Climate Plan) について詳述する。

さらに、分野横断的な政策として、ネットゼロ産業法 (NZIA: Net Zero Industry Act)、クリーン産業ディール (Clean Industrial Deal) 及び今後の公表が見込まれる海事産業戦略 (Maritime Industrial Strategy) ・港湾戦略 (Port Strategy) についても触れる。

1.1.1. 再生可能エネルギー指令 (RED: Renewable Energy Directive)

直近では 2023 年に改正が行われた再生可能エネルギー指令 (RED) は、再生可能エネルギー全般についての政策的枠組みを定めるためのものであり、特定の再生可能エネルギー源への言及は少ないが、海洋再生可能エネルギーへの言及はなされており、浮体式・着床式の区別はしていないが、主に洋上風力発電が想定される。

海洋再生可能エネルギーに関して、RED では、主に「①目標 (Target)」、「②インフラ (Infrastructure)」、「③海洋空間計画 (Maritime Spatial Planning)」及び「④許認可 (Permitting)」について規定を行っている。

「①目標」について、RED は 2030 年における再生可能エネルギー全体の普及目標を最終エネルギー消費量全体の 42.5%と定め、45%を目指すこととしている。海洋再生可能エネルギーや洋上風力の割合についての目標は定められていないが、RED の 2023 年改正の前文第 14 項¹において、2020 年に採択された欧州の海洋再生可能エネルギー戦略 (An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future²) が引用されており、その中で、2030 年までに 60GW、2050 年までに 300GW の洋上風力を欧州の海域において導入するという野心的な目標を定めている。

「②インフラ」について、同前文第 14 項において、汎欧州エネルギーネットワーク規則 (Trans-European Network for Energy (TEN-E) Regulation (TEN-E 規則)) が引用されている。同規則は、エネルギーインフラに係る法的枠組みを提供するもので「各海盆 (Sea Basin) において 2050 年並びにそれまでの中間地点として 2030 年及び 2040 年に導入を実現する海洋再生可能エネルギーの量に係る目標に対して協力する旨の非強制的な合意について欧州連合加盟国で結論を出すこと」を要求している。

表 1 各海盆における目標 (2024 年 12 月版と 2023 年 1 月版の比較を含む)

	参加国	2030 (GW)	2040 (GW)	2050 (GW)	
NSOG: Northern Seas Offshore Grids 2023/1/19 2024/12/18	合計	60.3 56.6	134.9-158 168.5	171.6-218 215.9-218.9	
	ベルギー	6	8	8	
	デンマーク	5.3 6.7	10.3 25.9	35	
	ドイツ	26.4 25.9	60 55.9	66 65.9	
	アイルランド	4.5 4.7	13	20 22	
	フランス	2.1 2.6	4.6 8 15	4.6 17 15-18	
	ルクセンブルグ	-	-	-	
	オランダ	16 12	30 50	38 72 70	
	スウェーデン	-	-	-	
	BEMIP Offshore: Baltic Energy Market Inter- connection Plan Offshore Grids 2023/1/19 2024/12/18	合計	22.5 20.2	34.6 41	46.8 57.7
デンマーク	7.9 6.4	7.9 7.2	7.9 7.2		
ドイツ	4.1	4.1	4.1		
エストニア	1	3.5 2	7		
ラトビア	0.4	0.4 2	0.4 5		
リトアニア	1.4	2.8	4.5		
ポーランド	5.9	10.9 17.9	10.9 17.9		
フィンランド	1	5	12		
スウェーデン	-	-	-		
SW Offshore: South and West Offshore Grids 2023/1/19 2024/12/18	合計	5.15-6.15 1.15-2.15	6.7-12.6 9.55-10.55	6.7-20.1 11.05-12.05	
	ギリシャ	2.7 0	10 0.2	17.3 0.2	
	スペイン	0.5-1.5	0.5-1.5	0.5-1.5	
	フランス	0.6 0	1.6 6.5 4.5	1.6 14 6	
	イタリア	4 0.6	4	4	
	マルタ	0.05	0.4 0.35	0.4 0.35	
	ポルトガル	0	0	0	
	Atlantic Offshore Grids 2023/1/19 2024/12/18	合計	12.74-14.26 4-5	21.74-26.06 24-25	29.74-43.06 46.5-51.6
	アイルランド	0.5 0.45	7	15	
	スペイン	0.54-1.56	0.54-1.56	0.54-1.56	
フランス	1.7 1	4.2 7.5 6.5	4.2 16.5 21-25		
ポルトガル	10 2	10	10		
SE Offshore: South and East Offshore Grids 2023/1/19 2024/12/18	合計	8.81 4.41	16.8 16.2	25.9 25.1	
	ブルガリア	0 0.5	0 1.87	0 2.9	
	クロアチア	0.51	1.2	3	
	ギリシャ	2.7 1.9	10 5.6	17.3 11.6	
	イタリア	4.5 1.5	4.5	4.5	
	キプロス	0.1 0	0.1 0	0.1	
	ルーマニア	1 0	1 3	1 3	
	スロベニア	0	0	0	

¹ https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng#rct_14

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:741:FIN&qid=1605792629666>

また、同前文第 14 項では、洋上風力発電の普及に当たっての「③海洋空間計画」の重要性も言及されている。RED 第 9 項においては、各加盟国がインフラ及び海洋空間の利用計画について協力すべき具体的要素が詳述されており、TEN-E 規則第 14 項に従って定められた目標に基づき、関係する加盟国は、送電インフラの技術的・経済的なフィージビリティと実施済みの取組を考慮の上で、公募を通じて実現することを計画している海洋再生可能エネルギーの量についての情報を公表することとされている。

「④許認可」については、TEN-E 規則第 9 項において、「海洋再生可能エネルギーの共同事業に対する許認可の付与手続を促進するため、各加盟国は、許認可を取得するための手続の簡素化・効率化、加盟国間での連携の強化及び適切な範囲での単一の窓口の設定に取り組む」旨が強調されている。また、第 16 a 項においては、海洋再生可能エネルギーの許認可手続に係る上限期間を 2 年間と定めている。その際、例外的な状況においては、6 か月間、許認可手続の延長が可能である旨も定められている。

また、既存施設のタービンの入替え改修（リパワリング）については、許認可手続きは 1 年以内であることが求められる。なお、十分な理由がある場合には、最大 6 か月の延長が可能である。

1.1.2. 電力指令（Electricity Market Directive）

2024 年 6 月に改正された電力指令では、第 19 d 項において、2027 年 7 月 17 日以降に新設に係る投資が決定される風力発電、太陽光発電、地熱発電、貯水池を伴わない水力発電及び原子力発電に対する支援措置は、双方向型の差額決済取引（双方向型 CfD : Two-Way Contracts for Difference）とすることが定められた。同指令の前文第 24 項では、双方向型 CfD は、PPA（Power Purchase Agreement）と共に、海洋開発事業者のリスクを軽減するための方策であり、洋上風力の普及加速に資するものと指摘されている。

双方向型 CfD の制度設計については、欧州委員会が 2025 年 12 月 19 日に、非強制のガイダンス（Commission Guidance on the design of two-way contracts for difference (C/2025/6701)³）を公表している。

当該ガイダンスは、双方型 CfD の利点として、クリーンで豊富に存在するエネルギー（再生可能エネルギー）を、予測可能性と無理のないエネルギー価格水準を長期的に支えつつ、より安価に確保することを実現できる点を指摘している。他方で、双方向型 CfD 制度について、欧州の電力市場が効率的に機能することを確保するとともに、コストを制御可能に維持しながら、支援対象の設備を市場に統合し、また、適正な競争を確保するために、スマート

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52025XC06701&qid=1767881386609>

に設計される必要がある点が強調されている。当該ガイダンスは、各加盟国が、CfD 制度を EU の法制度の中で最大限効果的に設計するための方法を示すものであり、ガイダンスの中で、洋上風力について「双方向 CfD による支援を活用することで、支援を受けないプロジェクトと比較して、3.7 から 5%の資本コストの削減が可能」としている。

ガイダンスでは、スマートな双方向 CfD を設計することが重要とされており、発電量について、実際の発電量を用いるか、又は、事前に想定した値を用いるかなどを考慮して、事業者による稼働率の最大化インセンティブを働かせる工夫などが推奨されている。

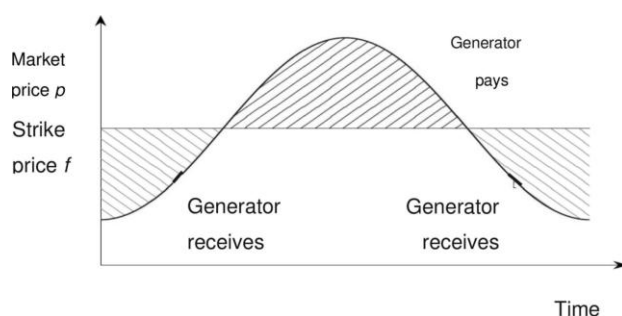


図 2 双方向型 CfD のスキーム

1.1.3. 気候変動目標及びその管理に係る法制度

欧州における気候変動目標は、欧州気候法（Climate Law）において定められており、2050 年に温室効果ガスのネットゼロ排出を実現することとしており、中間目標として、2030 年において GHG 排出量を少なくとも 55%削減（1990 年比）することも定められている。

これに加えて、2025 年 12 月 10 日に、欧州理事会議長と欧州議会議員とが、欧州気候法を改正して、2040 年の気候変動目標を 90%の GHG 排出量削減（1990 年比）とすることに暫定合意した。このうち、5%分は国際的なカーボンクレジットによる達成も可能とされており、残る 85%分については域内（加盟国内）での削減が必要となる。

これらの欧州気候法に基づく目標値については、欧州エネルギー連合のガバナンス規則（Governance of Energy Union Regulation）によって、各加盟国レベル及び欧州連合全体での実現のための手法等が定められている。

同規則の第 3 項では、各加盟国が国家エネルギー・気候計画（NECP: National Energy and Climate Plan）を定めることが規定されており、同計画において、洋上風力に係る取組もカバーされることとなる。

欧州委員会は、各加盟国の NECP の評価を定期的に行っており、最新の評価結果が 2025 年 5 月に公表⁴されており、ベルギー、エストニア及びポーランドからは NECP の提出がなされていない状況であるものの、提出済の 24 か国の取組の評価からは、現状の取組を続けることで、2030 年に 41%、楽観的にみると 42.6%の再エネ普及率が見込めると評価されている。これを RED の目標と比較し、42.5%という義務的な水準に対して概ね各国が必要な対策を講じていると評価しており、また、3分の2以上の加盟国が大きく野心レベルを引き上げたことと評価しているが、その一方で、小幅ながら 1.5%分の不足があることにも言及されている。なお、この水準は、2019 年時点の NECP における 33.1～33.7%と比較して大きな進展となっている。

また、同評価結果においては、許認可の加速化に向けた規定の迅速かつ効果的な取り入れについて加盟国が取組を強化すべきとされていることに加え、欧州連合再生可能エネルギー資金調達メカニズム（EU Renewable Energy Financing Mechanism、1.2.7 参照）の活用促進による洋上風力発電を含めた再生可能エネルギーの普及促進への貢献が期待されており、実際に、複数の加盟国が当該メカニズムを活用していることが前向きに評価されている。当該メカニズムにより、海洋再生可能エネルギーの普及拡大に適した条件を持たない国が、自国よりも高いコスト効率でプロジェクトを行うことができる国に資金提供を行うこと、及び自国に乏しい再生可能エネルギーにアクセスすることが可能となる。

同評価結果においては、自国では洋上風力発電所を設置することが叶わない内陸国のルクセンブルグが、同メカニズムを通じて 5,240 万ユーロの資金を提供した例が挙げられている。これにより、フィンランドとエストニアにおいて、合計 445.65MW の再生可能エネルギー発電施設を建設することが可能となっており、それらの施設は、2027 年から 2028 年にかけて完成予定とされている。

加えて、各国の NECP において、天然ガスの消費削減やエネルギー源の多様化（一部の国では原子力による発電・熱の供給を含む）によるエネルギーセキュリティの強化が位置づけられていると評価している一方で、エネルギーシステムの脱炭素化、発電量が一定でない再生可能エネルギーの導入拡大による電化や気候変更・サイバーセキュリティーなどの脅威に対応するためのインフラの一層の強化の必要性も指摘されている。

⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52025DC0274&qid=1749138488640#footnote48>

表2 各国の NECP における再エネ普及見通し・割当て及び評価等

国名	2023 年普及率	2030 年割当	2030 年見通し	野心レベル
オーストリア	41%	57%	57%	必要十分
ベルギー	14.7%	33%	21.7%	著しく不足
ブルガリア	22.5%	33%	34.9%	僅かに上回る
クロアチア	28.1%	44%	42.5%	僅かに不足
キプロス	20.2%	33%	33%	必要十分
チェコ	18.6%	33%	30.1%	不足
デンマーク	44.4%	60%	58 %	不足
エストニア	41.0%	50%	65%	著しく上回る
フィンランド	50.8 %	62%	62%	必要十分
フランス	22.3%	44%	35%	著しく不足
ドイツ	21.6%	41%	41%	必要十分
ギリシャ	25.3%	39%	43%	上回る
ハンガリー	17.1%	34%	30%	著しく不足
アイルランド	15.3%	43%	43%	必要十分
イタリア	19.6 %	39%	39.4%	必要十分
ラトビア	43.2%	61%	61%	必要十分
リトアニア	31.9%	49%	55%	著しく上回る
ルクセンブルク	14.4%	37%	37%	必要十分
マルタ	15.1%	28%	24.5%	不足
オランダ	17.4%	39%	39%	必要十分
ポーランド	16.6%	32%	32.6%	僅かに上回る
ポルトガル	35.2%	51%	51%	必要十分
ルーマニア	25.8%	41%	38.3%	不足
スロバキア	17.0%	35%	25%	著しく不足
スロベニア	25.1%	46%	33%	著しく不足
スペイン	24.9%	43%	47.9%	上回る
スウェーデン	66.4%	76%	67%	著しく不足
EU 27 各国	24.6%	42.5%	41%	

1.1.4. 海洋空間計画指令（Maritime Spatial Plan Directive）

欧州の海洋空間計画指令（MSP 指令: Maritime Spatial Plan Directive）は、第3項(2)において、海洋空間計画を「関連する加盟国の政府が、環境・経済・社会的目的を実現するために、海洋空間における人為的な活動の分析・管理を行うためのプロセス」と定義している。MSP

指令の目的は、観光、漁業・養殖業、再生可能エネルギー、原材料の採取、船舶の航路や海洋保護などの様々な異なった、互いに競合し得る海域の利用に係る要求の調整についてバランスの取れた枠組を定めることであり、洋上風力と他の海域利用者との共存に係る枠組も規定している。

欧州委員会（EC）は海洋空間計画プラットフォーム（Maritime Spatial Planning Platform）⁵を設立し、加盟国が海洋空間計画（MSP : Maritime Spatial Planning）に係る知見と経験の共有を図っており、洋上風力に特化した項目⁶も設けられている。

海洋再生可能エネルギーに係るインフラについては、TEN-E 規則において法的基盤が定められており、それに基づき、欧州の海洋再生可能エネルギーのスケールアップが可能となる。

そのため、TEN-E 規則では、各加盟国に対して、海洋と陸上両方の送電網について、長期の、協調的で統合された形で計画を行うことを求めている。そのための最初の取組として、加盟国が共同で、優先海域送電網（Priority Offshore Grid Corridors）の各海域に対する 2050 年目標を 2030 年・2040 年の中間的なステップとともに策定し、合意すること、2年ごとに更新することが定められており、当該目標の策定に当たっては、NECP や海域の資源ポテンシャル、環境上の制約、気候変動への耐性、EU 全体の脱炭素に係る義務などの様々な要素を統合することが求められる。

ここで、優先海域送電網は以下の 5 海域で、それぞれ括弧内に列挙された国が関係国とされている。

- ・北海海底送電網 NSOG : Northern Sea Offshore Grids
(ベルギー、デンマーク、ドイツ、アイルランド、フランス、ルクセンブルク、オランダ、スウェーデン)
- ・バルト海エネルギー市場相互接続計画海底送電網
BEMIP offshore : Baltic Energy Market Interconnection Plan offshore grids
(デンマーク、ドイツ、エストニア、ラトビア、リトアニア、ポーランド、フィンランド、スウェーデン)
- ・南方・西方海底送電網 SW offshore : South and West offshore grids
(ギリシャ、スペイン、フランス、イタリア、マルタ)

⁵ <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/>

⁶ <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/msp-resources/co-existence-and-multi-use-activities/offshore-renewable-energy-offshore-renewable-energy>

- ・南方・東方海底送電網 SE offshore : South and East offshore grids
(ブルガリア、クロアチア、ギリシャ、イタリア、キプロス、ルーマニア、スロベニア)
- ・大西洋海底送電網 Atlantic offshore grids
(アイルランド、スペイン、フランス、ポルトガル)

最新の EU としての海洋再生可能エネルギーに係る前述の目標は 2024 年に定められたものであり、各海域の目標を合計すると、2030 年までに 86～89GW、2040 年までに 259～261GW、2050 年までに 356～366GW となる（表 1）。加盟国の中には、政策に不確定要素がある場合があるほか、技術的にも不確定要素があることから、幅を持った数字としているケースがあり、その影響で、合計も幅を持ったものとなっている。

TEN-E 規則に基づく取組の一部として、共通利益プロジェクト（PCI : Projects of Common Interests）と相互利益プロジェクト（PMI : Projects of Mutual Interest）のリストが 2 年毎に作成されることとなっている。複数の国が関わる国境を超えたエネルギーインフラプロジェクトのうち、欧州連合（EU）の気候・エネルギー目標の達成と EU 内のエネルギー市場のスムーズな機能を確保するために不可欠なものが、これらのプロジェクトとして選定されることとなる。PCI は EU 内のプロジェクトを指し、PMI は EU 外の第三国を含むプロジェクトを指す用語である。

PCI・PMI のリストに掲載されたプロジェクトは、EU の CEF（Connecting Europe Facility）による資金面の支援と許認可手続の緩和措置を受けることができる。現行のリスト⁷には、洋上風力発電所に関する系統接続点やサブステーションに係るプロジェクトが複数含まれている。TEN-E 規則は、必要なインフラの建設に対してインセンティブを付与することを通じて、洋上風力発電の普及にも貢献する。

2025 年 10 月に、欧州委員会（EC）は、TEN-E 規則の改正案を公表⁸した。改正案は、系統接続の許可と系統のセキュリティ及び強靱性についての対応を主としている。改正案の中では、海洋再生可能エネルギーについては、2050 年までに最大 360GW の設備容量まで伸びると想定されており、その受入れのためには、系統の大幅な強化が求められる点が指摘されている。改正案については、今後、通常の手続きを経る必要があり、その中で、加盟国及び欧州議会が必要な修正をすることが可能である。

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1041&qid=1712586379310>

⁸ https://energy.ec.europa.eu/document/download/33b1d500-3af5-4add-9ed8-4111a52b9e05_en?filename=COM_2025_1006_1_EN_ACT_part1_v7.pdf

1.1.5. クリーン産業ディール（Clean Industrial Deal）等の産業政策

近年において、2024年12月の新体制発足以降に特に顕著に、欧州委員会は数多くの広範な産業政策のイニシアチブを発表し、EUの産業基盤の強化と競争力強化を図ってきた。そのうちの洋上風力分野に関連性の高いものについて、本項において取りあげることとする。

これらは、2023年に公表された欧州風力アクションプラン（European Wind Power Action Plan）も踏まえたものとなっている。欧州風力アクションプランは、クリーンエネルギーへの移行が、産業競争力の強化と両立しながら進むことを担保することを狙ったものであり、許認可やオークションの設計の改善、ファイナンスへのアクセス、公平・競争的な国際環境、技能、業界・加盟国の積極的取組・コミットに係るアクションポイントを定めている。

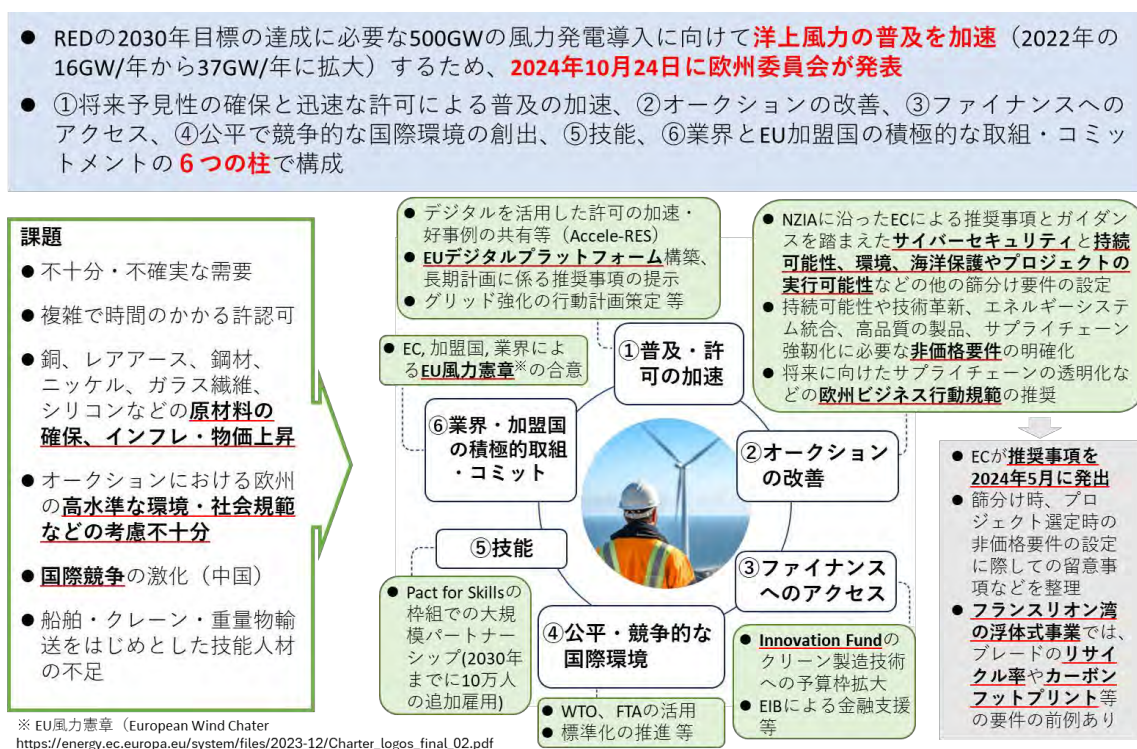


図3 欧州風力アクションプランの概要

1.1.5.1. ネットゼロ産業法（NZIA : Net-Zero Industry Act）

ネットゼロ産業法は、19のネットゼロ技術（Net-Zero Technologies）を特定し、当該技術と需要部品の欧州における生産能力の増強など、競争力強化を図るものである。

具体的には、ネットゼロ技術として、

①太陽光発電・太陽熱技術	⑪水力技術
②陸上・洋上再生可能エネルギー技術	⑫再生可能エネルギー技術（前述以外）
③バッテリー・エネルギー貯蔵技術	⑬熱の伝送網技術を含むエネルギーシステムに関連した省エネルギー技術
④ヒートポンプ・地熱エネルギー技術	⑭バイオ由来ではない再生可能燃料（RFNBO）技術
⑤電解装置・燃料電池を含む水素技術	⑮気候変動・エネルギーソリューションに係るバイオテック
⑥持続可能なバイオガス・バイオメタン技術	⑯脱炭素に向けた変革的な産業技術（前述以外）
⑦CCS（炭素回収貯留）技術	⑰CO ₂ の輸送・利用技術
⑧交通分野向けの充電技術・送電網のデジタル化に係る技術を含む送電網技術	⑱交通分野向けの風力推進・電気推進技術
⑨核燃料サイクル技術を含む核分裂エネルギー技術	⑲核技術（前述以外）
⑩持続可能な代替燃料技術	

が規定されており、洋上風力を含む洋上再生可能エネルギー技術も対象として、2030年までに域内需要の4割以上、2040年までに世界需要の15%以上を生産可能な能力を確保することとしている。

そのため、ネットゼロ産業法は、窓口の一元化や審査の最長期間の設定などを通じたネットゼロ技術の生産能力確保に係るプロジェクトに係る許認可の合理化を図るとともに、各加盟国がネットゼロ技術の製造等に係るプロジェクトに「ネットゼロ戦略プロジェクト（Net-zero Strategic Project）」としての位置づけを与えることを奨励している。支援の内容としては、ファイナンスへのアクセスや許認可・管理手続などに係る優遇も含まれる。

ネットゼロ産業法では、太陽光や洋上風力発電所などの再生可能エネルギーの重要性に鑑み、導入に係るオークションにおいて、持続可能性・強靱性、サイバーセキュリティ、責任のあるビジネス行動規範、プロジェクトをスケジュール通りに完全に実行する能力などの非価格要素の評価を行うことを加盟国に求めており、各国が年間に行うオークションの容量の3割又は6GW以上を対象に、これら非価格要素に係る要件を適用することを義務化してい

る。その実施に向けた施行規則（Commission Implementing Regulation (EU) 2025/1176⁹）では、オークションに係る事前篩分け及び入札後評価についての要件が定められている。

施行規則においては、「客観性・透明性・無差別性の確保」、「技術の市場での成熟度の反映」、「競争を確保しつつ再エネの早期・効率的・持続可能な普及への貢献」、「不当で乗り越えられない参入障壁や過剰なコストを避けた競争的なオークションの確保」、「欧州連合の法規や国際貿易・投資への約束との合致」などの非価格要件が満足すべき基本原則を定めた上で、事前篩分けに係る義務的要件、強靱性への貢献に係る要件、持続可能性への貢献に係る要件の項目を掲げ、それぞれ具体的な評価方法などを規定している。

事前篩分け要件としては、「責任のあるビジネス行動規範（Responsible Business Conduct）」、「サイバーセキュリティ・データセキュリティ（Cybersecurity and Data Security）」及び「プロジェクトをスケジュール通りに完全に実行する能力（Ability to deliver the project fully and on time）」を定め、関連する EU 規則に適合したデューデリジェンスの実施や自主的枠組への参加、関連する許認可等に係る証明書類の提出等を具体的な評価項目として定めている。

強靱性への貢献については、機器等の依存率に応じて、加盟国に対して、入札への参画への条件の設定や評価での考慮を求めている。

具体的には、

①欧州連合が 50%以上のネットゼロ技術に係る最終製品を特定の国に依存するか、又は、連続する 2 年間の平均で 10%ポイントの依存度の増加かつ 40%超を特定の国に依存している場合に、入札への参加又は評価の加点を得るための条件を定めている。再生可能エネルギーの種類によって具体的な要件は異なっており、洋上風力については、最終製品及び 4 種類を超える主たる構成部品、並びにダイレクトドライブのドライブトレイン（発電機を含む）・ギアボックスドライブトレイン（発電機を含む）が、当該特定の国からのものでないことが要件となる。

ここで、「最終製品」や「主たる構成部品」については、実施規則（Implementing Regulation (EU) 2025/1178）¹⁰を参照することとされており、洋上風力については以下の通り規定されている。

⁹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202501176

¹⁰ https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2025/1178/oj/eng

表3 最終製品と主たる構成部品（実施規則の Annex 抜粋）

	ネットゼロ技術のサブカテゴリー	最終製品	主たる構成部品
陸上・洋上再生可能エネルギー技術	洋上風力技術	洋上風力発電タービン	<ul style="list-style-type: none"> - ナセル（アセンブリ） - ローターハブ - メイン・ヨー・ピッチベアリング - ダイレクトドライブのドライブトレイン（発電機を含む）・ギアボックスドライブトレイン（発電機を含む） - 風力タービンの永久磁石 - 風力タービンのギアボックス - ブレード - タワー - 基礎・浮体

②欧州連合が、1つ以上の主要部品の供給の85%以上を特定の国に依存している場合、それらの主要部品の当該国からの調達に85%を超えないことを入札への参加又は評価の加点を得るための条件とすること、などが規定されている。

また、陸上・洋上風力発電技術及び電解装置については、上記①の要件を機能させる前提となる欧州連合としての特定の第三国への依存についての評価が完了していない場合においても、オークションの対象となる最終製品の75%以上について、中国で生産・組立が行われた最終製品又は主要部品に関して、上記①の要件を満たすこと（最終製品が中国製でないこと、及び4種類を超える主要部品が中国製でないこと等）を入札への参加又は評価の加点を得るための条件として要求することを加盟国に求めている。

これは、陸上・洋上風力発電技術及び電解装置について、中国からの輸入への依存に対する著しいリスクがあり、欧州連合の供給のセキュリティへの脅威となり得るとEUが評価していることを踏まえたものである。加えて、中国の生産能力が世界全体の生産の過半を占めており、将来の生産見通しが、中国の国内目標と予見可能な需要を大きく超えていることも指摘されている。（前文13項）¹¹

また、持続可能性への貢献については、事前の篩分け要件、評価に当たっての要素又はその両方での考慮を求められている。ここで、持続可能性への貢献は、カーボンフットプリント、循環型経済、生態系の多様性への影響、エネルギー効率、効率的な水利用・水質汚染の

¹¹ https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2025/1178/oj/eng

回避、大気汚染、イノベーション及びエネルギーシステムの統合に分類されており、それぞれ、計測方法・評価方法等が規定されている。

1.1.5.2. クリーン産業ディール (Clean Industrial Deal)

クリーン産業ディール (Clean Industrial Deal) は、エネルギーコストの高騰と厳しい国際競争に晒される中において、欧州連合の競争力と脱炭素を両面で進めるための計画であり、2025年2月に発表された。

クリーン産業ディールは、脱炭素を産業の成長の原動力とするための対策の全体像を描くものであり、エネルギー価格の低廉化や良質な雇用の創出、企業の成長を実現するための環境整備を含んでいる。

具体的には、脱炭素、クリーンエネルギーへの転換やエネルギー価格高騰への対応、不公平な国際競争条件、複雑な規制などへの対応への支援が急務である鉄鋼や金属、化学工業などの「エネルギー多消費産業」、及び将来の競争力の核となり、産業の変革・循環及び脱炭素が必要である「クリーン技術分野」に焦点を当てて、製造にかかるすべての行程を加速するための対策を示すものである。

「低廉なエネルギー」、「クリーン製品の需要の増大」、「クリーン移行への資金供給 (ファイナンス)」、「原材料の循環・確保」、「世界規模の活動」及び「技能・良質な雇用」を対策の柱としており、それぞれ次に示す取組を進めることとしている。

- 「低廉なエネルギー」：低廉なエネルギーは競争力の基盤であることを踏まえ、低炭素経済への移行を推進しつつ、産業・ビジネス・家計のエネルギー料金を低下させるため、「低価格なエネルギーに係るアクションプラン (Affordable Energy Action Plan)」を2025年2月に採択し、クリーンエネルギーの普及の加速・電化の促進、系統の相互接続を含めた域内電力市場の完成、エネルギーの使用の効率化・化石燃料の輸入への依存の低減を推進
- 「クリーン製品の需要の増大」：「産業脱炭素化促進法」 (Industrial Decarbonisation Accelerator Act) を制定し、公共調達及び企業による調達における持続可能性・強靱性及び欧州製 (Made in Europe) 要件を導入することで欧州製のクリーン製品の需要増大を図るとともに、2026年に「公共調達フレームワーク」 (Public Procurement Framework) を見直し、戦略分野に係る公共調達において、持続可能性・強靱性及び欧州製を選好するための要件を導入
- 「クリーン移行への資金供給 (ファイナンス)」：欧州製のクリーン製造業を支援するために、1千億ユーロ以上の資金を利用可能とする。

具体的には「クリーン産業ディール国家補助フレームワーク」(CISAF: Clean Industrial Deal State Aid Framework)による国家補助の許可の加速を通じた再生可能エネルギーの導入、産業の脱炭素化及び十分なクリーン製造能力の確保、「イノベーションファンド」(Innovation Fund)の強化及び「産業脱炭素銀行」(Industrial Decarbonisation Bank)の提案を通じた、既存のイノベーションファンドとETSの一部及びInvestEUの見直しを通じた追加的な歳入を基にした1千億ユーロの資金提供、「ホライゾンヨーロッパ」(Horizon Europe)におけるクリーン製造業に特化した募集の立ち上げによる研究開発イノベーションの促進、InvestEU規則の見直しを通じた投資を支援するための保証の量の増強とそれを通じたクリーン技術・クリーン交通・廃棄物削減への500億ユーロまでの資金投入

- 「原材料の循環・確保」：産業の鍵となる重要原材料についてアクセスの確保と信頼性の低い供給源への依存の低減を図る必要があり、また、欧州の限定的な資源を最大限活用するために資源循環を脱炭素戦略の中に位置づける必要があることを踏まえた取組を実施。具体的には、欧州企業が共同して需要を統合できる仕組みの構築、欧州重要原材料センター(EU Critical Raw Material Centre)を立上げ、企業を代理して共同で重要原材料を調達して規模の経済と価格・条件の交渉力を強化、循環型経済法(Circular Economy Act)を2026年に採択し、2030年までの24%以上の資源循環を目指す。
- 「世界規模の活動」：信頼できる国際的なパートナーがなくて必要状況となっており、サプライチェーンの多角化や相互利益のある契約の実現のためのクリーン貿易・投資パートナーシップ(Clean Trade and Investment Partnership)の立ち上げ(第一弾として2025年11月に南アフリカと締結)、貿易保護(Trade Defence)その他の措置により国際競争・地政学的な不透明性に晒される欧州の産業が経済的にセキユアであることを担保、炭素国境調整メカニズム(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism)の簡素化・強化による炭素強度の高い製品の製造過程における炭素排出への公正な価格付けなどを実施
- 「技能・良質な雇用」：クリーン技術・デジタル・起業の分野における技能を含めた低炭素経済への移行に必要な技能の構築を支援。具体的には、Union of Skillsの立上げを通じた労働者及び技能開発・良質な雇用創出への投資、Erasmus+による9千万ユーロの資金提供を通じた教育訓練プログラムの強化などを実施

ここで、2025年6月に採択された「クリーン産業ディール国家補助フレームワーク」(CISAF: Clean Industrial Deal State Aid Framework)は、加盟国がネットゼロ産業法(NZIA)に基づく戦略的に重要な産業・技術を支援するに当たってのルールを定めるものであり、③ファイナンスに関する施策の核の一つとして位置づけられている。具体的には、クリーンエネ

ルギーの普及を加速するための対策、エネルギー多消費産業におけるエネルギーコストの負担軽減に資する対策、産業の脱炭素化を進めるための対策、クリーン技術に係る製造能力の確保に係る対策、民間の投資のリスク軽減に資する対策が含まれ、洋上再生可能エネルギー、特に洋上風力は、加盟国が補助を行うことが可能な技術・産業とされている。

また、「産業促進法」(Industrial Accelerator Act、制定に向けたプロセスの過程で「脱炭素(Decarbonisation)」の文言が標題から削除)により、エネルギー多消費産業が国際競争力を維持しながら脱炭素を続けることができるような支援を図ることとしている。また、同法では、脱炭素化された製品の市場の創出を含む対策によって、産業の競争力と生産性を増強し、管理手続を加速化するとともに投資を促進することが計画¹²されている。同法に係る提案は、当初、2025年12月10日に公表される予定であったが、実際には2026年2月25日に延期された。この背景には、加盟国間において、WTOのルールに合致することを前提としながらも、どの程度欧州製を求める制度とできるかについての意見の相違があったことが伺われる。また、名称から「脱炭素」の文言が削除されることとなっており、脱炭素に対する焦点が薄まっていることが想定される。同法において洋上風力への言及はあるものと想定されるが、どの程度の具体的な言及になるかについては、本レポートの執筆時点では明らかになっておらず、制度の焦点は、鉄鋼やアルミニウム、セメント産業などの脱炭素が難しい産業分野にあてられるのではないかという見方も存在している。

2025年7月に欧州委員会から公表された「欧州競争力ファンド」(ECF: European Competitiveness Fund)の設立に係る提案¹³は、2028年から2034年までの欧州連合の次期中期予算計画(MFF: Multiannual Finance Framework)において、欧州連合による重要技術・産業への資金供給のあり方を再編することを目指したものである。同提案の第33項においては、洋上再生可能エネルギーの分野をクリーン移行・産業脱炭素化政策の一部として、支援の対象として位置づけている。ただし、同提案については、今後、その効力を発揮するためには欧州連合加盟国と欧州議会の同意が必要となり、その過程で修正が行われる可能性がある。

¹² https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/14505-Industrial-Decarbonisation-Accelerator-Act-speeding-up-decarbonisation_en

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025PC0555>

- 競争力コンパス（2025/1）において、**2028-34年の次期中期予算計画（MFF: Multiannual Finance Framework）において創設される予定であった欧州競争力ファンド（ECF: European Competitiveness Fund）の案が2025年7月に欧州委員会から公表**
- ECFは、既存のファンド（EU4Health、Digital Europe、European Defence Fund、LIFE programme、Union Space Programme、Union Secure Connectivity Programme）を統合し、**戦略分野・技術の競争力強化を目的としており、Horizon Europeの後継プログラム、Innovation Fundと緊密に連携**
- 総予算は**2,343億ユーロ**。うち凡そ1割の**262億ユーロをクリーン・トランジションに充当**

対象分野

● クリーン・トランジション、産業脱炭素化

- ✓ 欧州の産業の脱炭素化（SME・エネルギー多消費産業を含む）
- ✓ クリーン技術の製造・サプライチェーン
- ✓ 持続可能・循環型・省エネルギー・省水資源・省資源で気候中立、強靱な経済への移行
- ヘルス・バイオ技術・農業・バイオ経済
- **デジタル・リーダーシップ**
（AIを活用したデジタルツイン、サイバーセキュリティ等）
- 強靱性・セキュリティ、**防衛産業**・宇宙

Article 33に以下を含む(a)から(o)の**15分野**が列挙

- (b) **省エネ**、エネルギー貯蔵、デマンドリスポンス、地域送電網、エネルギーシステムのデジタル化、**統合再エネ**、エネルギーリノベーション、熱・冷熱ソリューション・システム・サービス
- (c) エネルギー多消費産業の電化を含む産業、都市（特にエネルギー、交通及び建築物）における**クリーンエネルギー・脱炭素ソリューション**
- (d) 交通の脱炭素化を促進する**持続可能燃料の調達・生産・貯蔵・分配及び利用**
- (e) 自動車・**漁船を含む船舶**・航空機・鉄道等の可動資産を含む**クリーン・マルチモーダル・デジタル・安全な輸送・交通ソリューション**及びインフラ（充電インフラ、**港湾**、高速鉄道等）・システム・オペレーション
- (g) ネットゼロ産業法の戦略プロジェクトへの支援、ネットゼロ技術及びそのサプライチェーンの製造能力のスケールアップ、既存の生産ラインの増強を含む**クリーン技術の製造・サプライチェーン**
- (h) **先進的な製造技術・材料**に係る欧州のイノベーション・産業実装の能力強化
- (i) 持続可能なブルーエコノミー分野（**造船・海運、オフショアエネルギー、海洋調査技術**、ブルー技術及び生態系保全等）の**投資・イノベーション・モダニゼーション**

図4 欧州競争力ファンドの提案の概要

「海事産業戦略」（Maritime Industrial Strategy）及び港湾戦略（Port Strategy）についても、公表が遅れており、レポートの執筆時点においては、2026年2月25日の公表予定となっている。いずれの戦略も法的拘束力を持つものではないが、戦略に基づいて様々な施策が講じられていくことが見込まれる。

いずれの戦略も、洋上風力に限らず、欧州連合の経済と強靱性における海事産業と港湾及び関連するバリューチェーンの戦略的な重要性を強調する広範な方向性を包含したものとなることが想定される。したがって、洋上風力が両戦略のなかで言及されることは見込まれるが、どの程度具体的・詳細なものになるかは、本レポートの執筆時点ではまだ分からない状況にある。参考まで、下図に、ドラギレポートにおける海事関係の記述を抜粋してまとめたものを示す。これも踏まえ、特殊船や洋上風力の浮体式基礎及びそれらに関連する機器装置等は、欧州の造船産業の強化の観点から、海事産業戦略の中での位置づけも行われるのではないかと想定される。

交通分野（抜粋）

現状

- 欧州経済の競争力にとって交通網・流通網は必須
- ネットゼロ経済に向けた移行の重要分野
- 輸送需要増により魅力的な産業
- 将来GX/DXに晒される
- 安全保障と防衛の鍵
- EUの野心的な目標は、脱炭素分野の製品で市場を先導する好機（メタンール燃料コンテナ船で世界を先導など）
- 複雑な船舶や船用機器の市場で世界を先導

課題

- データの未活用
- AIによる自律的な安全・品質、運航、航路最適化、予防保全、燃料削減の可能性
- 中国・韓国による海事分野のデジタル化のリーダーシップを狙った国家補助
- 海運・航空・商用車分野での脱炭素目標達成に必要な莫大な投資（燃料確保、燃料補給設備等）
- 製造業における不公正な競争
国営企業などへの補助等によりアジアの造船業はEUよりも3～4割低価格。市場の97%はアジアが獲得。防衛装備にも影響の可能性
- 中国による港湾等のインフラ投資の拡大
- 欧州の船舶保有シェアの減少、中国は船主に有利なリースを提供
- 人材不足の深刻化、リスクリング

取組

- 官民パートナーシップ・複数国の協力による脱炭素・自律化を図るイノベーションプロジェクトの立上げ：
自動運航船・内航船・洋上風力プラットフォーム技術、再生可能・低炭素燃料などにフォーカス、AI・自動化、サイバーセキュリティ、排出削減を優先分野として技術開発施策の市場投入フェーズへの支援拡大等
- 脱炭素のリスク低減・ファイナンス確保：
脱・低炭素燃料生産の補助、インフラ整備支援等
- 政府調達や輸出信用などを活用した公正な市場の確保：
造船分野で、防衛向けの製造基盤とデュアルユース技術への公的支援とのシナジー活用の可能性、EUのファイナンス・税制支援において欧州製の要件化、再エネプロジェクト向けのファイナンス措置・政策措置を特殊船に拡大

セグメント別の目標の例（造船）

- 現状の産業基盤を維持（より複雑・高付加価値）
- フェリー、エネルギー輸送船、調査船で再度先導
- 浮体技術及び洋上風力の設置・維持管理に係る船舶で世界を先導

図5 ドラギレポートにおける海事関係の記述（抜粋・まとめ）

また、両戦略に関しては、2025年7月15日に、欧州の洋上風力関係の業界団体であるWind Europeが欧州委員会に対する要望書を提出している。要望書においては、洋上風車作業船について、足元の供給量と2030年に向けた需要の見通し、及び発注残の状況などを定量的に評価した上で、戦略に位置づけるべき施策の要望を行っている。

欧州においては、現在、80隻の船舶が洋上風力の建設に従事しているが、そのうち、5隻のみが15MW以上のタービンを取り扱うことができると指摘しており、過去2年間のタービンの新規発注はいずれも14-15MWのサイズであり、それらが、今後3-4年の間に設置されることになると見込んでいる。また、重量物を取り扱えるHeavy Lift Vesselも限られていると指摘している。

欧州の既存船・既発注船をすべて欧州で活用できるのであれば、2030年の洋上風力新設需要を満たす年間10GWから15GWの建設工事が可能であるが、2030年以降の将来需要を満たす15GWの年間工事量を確保するためには、追加で10隻・約40億ユーロのWTIV（Wind Turbine Installation Vessel、洋上風力設置船）への投資が必要となるとしており、海事産業戦略は、船舶の供給を拡大するための適切な投資環境を創出するべきと提言している。

また、洋上における海事関係のオペレーションが、洋上風力発電所のライフサイクルでのGHG排出の15-20%程度を占めていることを踏まえ、海上交通の脱炭素化の支援も行うべきとしている。

これらを踏まえ、海事産業戦略に含めるべき具体的な取組として、以下の3点を提言している。

表 4 現行及び将来の洋上風力作業船の能力 (Wind Europe の見積もり)

構成要素	スコープ	現在の容量	スケール拡大コスト	現状の投資	将来の容量	コメント・仮定条件
船舶	洋上全体	5-10GW		少なくとも €23 億	2028 年までに 10-15GW	将来の建設能力は基礎・タービンの据付能力に制約される。新造船の計画が必要
基礎設置船	洋上	10-15GW	€4.1 億 /GW	少なくとも €15 億 (7 隻)	2028 年までに 10-15GW	現在、10-15 隻が運用中であり、そのうちのいくつかは基礎とタービンの両方の工事に対応可能。1 隻当たり年間 1GW の設置が可能。船舶への投資は 10 年で損益分岐点に至る。
タービン設置船	洋上	5-10GW	€4.4 億 /GW		2028 年までに 10-15GW	現在、5-10 隻が運用中。1 隻当たり年間 1GW の設置が可能。船舶への投資は 10 年で損益分岐点に至る。
ケーブル敷設船	洋上	40-50GW	€1.15 億 /GW	€7.5 億 (4 隻)	2027 年までに 40-56GW	現在、20-25 隻が運用中。維持管理にも利用される。1 隻当たり年間 2GW の設置が可能。船舶への投資は 10 年で損益分岐点に至る。



図 6 着床式洋上風力発電の設置・維持管理に用いられる船舶

1.2. 欧州の支援制度と支援対象プロジェクト

欧州には、洋上風力を含むエネルギーに係る取組への支援を行うプログラムが広範に存在している。本項では、そのうち、洋上風力を対象としている主なものについて、制度と支援対象プロジェクトの例をまとめる。

1.2.1. Horizon Europe

Horizon Europe は、欧州連合（EU）の研究開発支援制度の基幹を成すもので、2027年までの期間を対象としている。事業の実施は、2年ごとに更新されるワークプログラム（Work Programmes）に基づいて行われる。

Horizon Europe は3つの柱からなっており、そのうち世界的な課題への対応と欧州の産業競争力強化を担う第2の柱において、支援対象となる6分野（クラスター）が定められている。

6分野は、①健康、②文化、創造性及び包摂社会、③社会のための市民安全、④デジタル、産業及び宇宙、⑤気候、エネルギー及びモビリティ、⑥食糧、バイオエコノミー、天然資源、農業及び環境からなり、洋上風力関係の研究開発は、主にクラスター5において取り扱われる。

クラスター5の「気候、エネルギー及びモビリティ」においては、気候ダイナミクスに係る理解の向上やエネルギー分野及び交通分野の変革の加速化などを通じて、欧州の気候変動目標に向けた取り組みを前進させる研究開発に対する支援を行っている。それにより、エネルギーや交通分野をより持続可能で、効率的かつ競争力があり強靱なものとすることを狙っている。Horizon Europe においては、毎年、テーマ別の公募が公表されており、洋上風力、送電網の統合、環境影響に係るイノベーションや、次世代の浮体式・着床式洋上風力の実証を含む海洋再生可能エネルギーに焦点を当てた公募も多く存在している。

本レポートの執筆時点で公募中又は公募予定のもののうち、洋上風力に関するものとしては、次のようなものが挙げられる。

- 洋上風力エネルギーの環境影響の理解と最小化（HORIZON-CL5-2026-02-D3-08¹⁴）

公募対象：他の人為的活動と洋上風力発電の導入とを総合した環境影響に係る知見の向上、局所的な調査・フィールドのモニタリングからより広域のスケールへの

¹⁴ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2026-02-D3-08?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=relevance&keywords=renewable&isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>

拡大及び特定の種に特化した調査等からより一般的な生態系への影響の評価への拡大、ライフサイクルでの環境影響の評価のための先進的なモニタリング・モデリング技術の開発・実証、海洋空間計画及び環境影響評価のための機器とモデルの改良、将来の洋上風力発電の拡大に向けたモデリング能力の強化、環境影響の観点からの洋上風力に適・不適な海域の特定の支援、及び、理想的には全体としてポジティブな結果を得るための着床・浮体式洋上風力発電システムの影響を回避・最小化・軽減・補償する戦略と技術の特定・試験・実証、のいずれか又は複数に対応する提案

公募期間：2025年9月16日から2026年2月17日

予算：1,500万ユーロ（およそ500万ユーロのプロジェクト3件）

- 風力エネルギーシステムの信頼性向上及び運用・メンテナンスの最適化（HORIZON-CL5-2026-02-D3-07¹⁵）

公募対象：風力エネルギーシステムの信頼性の向上及び環境影響の低減策の開発・検証、システムの信頼性のより良く推測するための新たな分析方法・演算ツール・故障モード評価の創造、部品及びシステム全体の状態・ヘルスマニタリング技術の発展、計画・予測メンテナンスの改善・自律又は準自動の検査及び修理方法を通じた運用と維持管理の最適化、サイトでの維持管理の際の安全及び効率性を向上させる新たな機器の設計、サイバーセキュリティとデータの共有を強化しつつ相互運用性・意思決定・モニタリング・センシングを拡張する革新的デジタルツールの開発、浮体式洋上風力の場合には、対策にはダイナミックケーブルや係留システム、接続システム（電氣的・機械的）と、海流との複雑な相互影響が含まれ得る。

公募期間：2025年9月16日から2026年2月17日

予算：1,500万ユーロ（およそ500万ユーロのプロジェクト3件）

加えて、洋上風力に特化したものではないが、次の3公募も洋上風力との関連性が高いものと考えられる。

¹⁵ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2026-02-D3-07?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=relevance&keywords=renewable&isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>

- クリーン産業ディールを支える研究開発・イノベーション（気候変動対策のためのクリーン技術）（HORIZON-CID-2026-01-02¹⁶）
- 次世代の再生可能エネルギー技術（HORIZON-CL5-2026-04-Two-Stage-D3-02¹⁷）
- 欧州における再生可能エネルギー技術の競争力を強化するための鍵となるバリューチェーン上の機器類へのターゲティング（HORIZON-CL5-2026-03-D3-01¹⁸）

Horizon Europe の前身の研究開発プログラムである Horizon 2020（2014 年から 2020 年までが対象）における洋上風力発電・海洋再生可能エネルギー関係のプロジェクトには、以下のものが含まれる。

- FLAGSHIP – Floating Offshore Wind Optimisation for Commercialisation
- TiPA – Tidal Turbine Power Take-off Accelerator
- DTOceanPlus – Advanced Design Tools for Ocean Energy Systems Innovation, Development and Deployment
- SATH – New twin floating platform for offshore wind turbines
- OpTiCA – Optimisation of Tidal energy Converter Arrays
- ATLANTIS – The Atlantic Testing Platform for Maritime Robotics : New Frontiers for Inspection and Maintenance of Offshore Energy Infrastructures
- InnoDC – Innovative tools for offshore wind and DC grids
- SEAFLOWER – Strategies for the Exploitation of Anchors for Floating Offshore Wind Energy Reaping
- FLOATECH – Optimisation of floating wind turbines using innovative control techniques and fully coupled open source engineering tool
- PowerModule – Demonstration of the Next Generation Wave Energy Device
- Carbo4Power – New generation of offshore turbine blades with intelligent architectures of hybrid, nano-enabled multi-materials via advanced manufacturing
- FLOTANT – Innovative, low cost, low weight and safe floating wind technology optimised for deep water wind sites

¹⁶ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CID-2026-01-02?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate&isExactMatch=true&status=31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>

¹⁷ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2026-04-Two-Stage-D3-02?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate&isExactMatch=true&status=31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>

¹⁸ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2026-03-D3-01?order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate&isExactMatch=true&status=31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>

1.2.2. EU Innovation Council

欧州イノベーション評議会（EIC：EU Innovation Council）は、Horizon Europe に基づき設立された組織で、画期的な技術やリスクの高いイノベーションに対して、研究の初期段階から市場への投入までの支援を担うものである。

EIC の代表的な施策である EIC Accelerator は、比較的高い TRL（Technology Readiness Level）のプロジェクトに焦点を当て、スタートアップやスピノフを含む中小企業（SME：Small and Medium Enterprise）に対して、補助と出資の両方を提供している。

海洋再生可能エネルギー技術もこの枠組みを活用可能であり、革新的な企業のスケールアップと次世代の解決策の市場への投入を支援している。

2025 年 11 月に採択された 2026 年を対象とした EIC の Work Programme（EIC Work Programme 2026）には、次に掲げる例のように洋上風力を含む再生可能エネルギー分野を対象とした公募が複数含まれている。

● EIC Accelerator Call

公募対象：再生可能エネルギーシステム又はエネルギー貯蔵システムのための先進的な材料の開発（設計、合成、特性評価、アップスケール、生産を含む）に焦点を当てるスタートアップ及び中小企業（SME）

公募期間：1 月 7 日、3 月 4 日、5 月 6 日、7 月 8 日、9 月 2 日、1 月 4 日に締切のある継続的な公募

予算：5,000 万ユーロ

● EIC 欧州戦略技術プラットフォーム（STEP：Strategic Technology for Europe Platform） Scale Up Call

公募対象：3つの対象分野（重要技術）のうちの一つに陸上風力・洋上再生可能エネルギーを含むクリーン・省資源技術を定めている STEP の実施のための取組の一つ。STEP では、重要技術の欧州連合における開発又は製造の支援や、それらのバリューチェーンの保護・強化を実施。

公募期間：2025 年 9 月 16 日から 2026 年 2 月 17 日

予算：3 億ユーロ（1 案件当たりの事業規模 1,000 万から 3,000 万ユーロ）

EIC による支援を受けた洋上風力関係のプロジェクトとしては、次のものが挙げられる。

- Saitec offshore technologies SL¹⁹: 洋上風力のための新たな浮体プラットフォーム



図7 Saitec offShore technologies の浮体コンセプト

- Electricity Distribution Services Ltd: 洋上風力発電所の検査やケーブルのモニタリングのための超音波センシング（動揺・深さ・表面の劣化・フリースパンの計測）
- SeaTwirl AB²⁰: 大水深のための世界初の信頼性の高くコスト競争力のある浮体式の垂直軸風力タービン



図8 SeaTwirl の浮体コンセプト

1.2.3. Connecting Europe Facility Energy（CEF Energy）

CEF Energy²¹は、現代的、持続可能で良く相互接続された汎欧州のエネルギーインフラの開発のための主たる資金提供手段であり、PCI 及び PMI への資金提供を通じて TEN-E 規則の実施を支援する役割を担っている。

¹⁹ <https://saitec-offshore.com/en/>

²⁰ <https://seatwirl.com/>

²¹ https://cinea.ec.europa.eu/programmes/connecting-europe-facility/energy-infrastructure-connecting-europe-facility-0_en

戦略的なエネルギーインフラが欧州連合のために不可欠である一方、経済的には成り立たない場合に、CEF Energy による補助を受けることによって市場の失敗を乗り越えることが可能となる。PCI 及び PMI の事前準備の段階と実行の段階の両方が支援対象となり、主に、調査や技術的な取組に対して補助が行われることとなる。

CEF Energy の支援対象となるためには、2年ごとに更新される欧州連合の正式な PCI・PMI のリストに掲載されることが必要であり、2025年11月に更新された最新のリスト²²には、多くの洋上風力の系統接続プロジェクトが含まれている。

PCI 又は PMI として指定されるためには、欧州連合のエネルギーに係る目標に貢献する必要があり、具体的には、国境を超えたエネルギーシステムの統合、再生可能エネルギーの大規模な導入、電力の安定供給の改善・多角化、競争及び廉価な価格設定を通じた消費者利益の拡大などにつながるものであることが求められる。

PCI 及び PMI への支援を含む今後の公募は、2026年春に開始が予定されており、結果は2027年初に公表される予定である。

加えて、CEF Energy では、複数の加盟国の連携による再生可能エネルギーの導入を促進するため、2021年から2027年の CEF Energy の予算全体の15%から20%を、「国境横断的な再生可能エネルギープロジェクト」(CB-RES: Cross-Border Renewables)の公募枠に充てることとされている。これらのプロジェクトは、欧州の2030年の再生可能エネルギー普及目標の実現に、よりコスト効率の高い方法で貢献することとなる。当該公募枠は、洋上風力や海洋エネルギーなどの革新的な技術を対象としており、応募には、CB-RES ラベルの取得が条件とされている。直近の CB-RES ラベルの取得のための5次公募は、2026年2月5日を締切としていた。

2026年は、合計予算1.5億ユーロで次の2件のCB-RES事業の公募が行われている。

- 国境横断的な再生可能エネルギー作業プロジェクト (CEF-E-2026-CBRENEW-WORKS²³)

公募対象：CB-RES プロジェクトの実施に貢献する作業プロジェクトが対象。
作業プロジェクトには、機器、システム、サービス（ソフトウェアを含む）

²² https://energy.ec.europa.eu/document/download/f3358e26-6bec-444b-8024-05385c28d00c_en?filename=delegated-regulation-second-union-list-projects-common-and-mutual-interest_Annex_en.PDF

²³ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/CEF-E-2026-CBRENEW-WORKS?keywords=CEF-E-2026-CBRENEW&isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate>

の購買、供給及び導入、並びに、CB-RES プロジェクトに関連する開発・建設・設置に係る活動や、CB-RES プロジェクトの導入の受入れや立上げも含む。

公募期間：2026年2月5日から2026年3月12日

● 国境横断的再生可能エネルギー調査プロジェクト（CEF-E-2026-CBRENEW-STUDIES²⁴）

公募対象：CB-RES プロジェクトの実行に向けた準備を含めた CB-RES プロジェクトの実行に貢献する調査が対象。予備的調査、マッピング、フィージビリティ、評価、試験及び実証調査などが対象として想定されており、ソフトウェアやその他の形式による技術支援の手法が含まれる。CB-RES プロジェクトの定義と開発のための事前の活動も含まれ、また、設置場所・海域の調査や財務パッケージの準備などのファイナンスの決定に係る調査も含む。この中には、海底の調査や領域のマッピングも含まれ得る。

公募期間：2026年2月5日から2026年3月12日

1.2.4. 復興・強靱化ファシリティ（RRF：Recovery and Resilience Facility）

2021年に立ち上げられた RRF²⁵は、欧州連合の NextGenerationEU 戦略の中核をなすものとして、6,500億ユーロの資金提供（うち3,590億ユーロが補助、2,910億ユーロが融資）を通じて、Covid-19からの加盟国の回復を助け、また、REPowerEUに基づくロシア産の化石燃料からの脱却などの取組を推進している。

RRFは2026年12月までの制度とされており、それまでの間、加盟国の国家復興・強靱化計画（National Recovery and Resilience Plan）に位置づけられた投資等に対して資金提供を行うこととなる。RRFは、その予算の少なくとも37%以上をグリーン関係の取組に投じることが定められており、支援を受ける各国の計画も、これを踏まえたものとするのが求められる。

RRFにおける洋上風力関係のプロジェクト例としては、以下のものが挙げられる。

²⁴ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/CEF-E-2026-CBRENEW-STUDIES?keywords=CEF-E-2026-CBRENEW&isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate>

²⁵ https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility_en

- Princess Elisabeth Island²⁶– 北海のベルギー沖に位置するベルギー第2の洋上風力発電海域である Princess Elisabeth 海域に設置された洋上風力発電所からの電力をベルギー本土において利用可能とするため、ベルギー沖 45km の地点に人工島を設置して送配電のハブとする取組



図9 Princess Elisabeth Island のイメージ図

1.2.5. イノベーション基金 (Innovation Fund)

イノベーション基金 (Innovation Fund)²⁷は、革新的な低炭素技術の実証に対する資金提供を行う、世界最大規模の支援措置である。イノベーション基金は、EU の排出権取引制度 (EU-ETS: EU Emissions Trading System) における 2020 年から 2030 年までの間の 5,300 万トンの排出権 (CO₂ 相当) のオークションを財源としており、最終的な予算規模は、炭素価格によって異なることとなる。炭素価格が€75/tCO₂e であると仮定すると、2020 年から 2030 年までの期間で、概ね 400 億ユーロの予算規模となる。

イノベーション基金は、競争的な公募を通じて補助対象を選定することとされており、選定に当たっては、温室効果ガス (GHG: Green House Gas) 排出削減効果、イノベーションの度合い、プロジェクトの成熟度、拡大可能性及びコスト効率性が評価される。特定の技術成熟度 (TRL: Technology Readiness Level) の要求はないが、支援対象となるためには、革新的な再生可能エネルギー技術の使用に焦点を当てることが求められる。

2025 年 12 月 4 日に、欧州委員会 (EC) によるイノベーション基金の 2025 年ネットゼロ技術公募 (Innovation Fund 2025 Net-Zero Innovation Technologies Call) が開始された。全体で 29 億ユーロの予算規模で、2026 年 4 月 23 日が公募締め切りとされている。公募は、次の 5 つのカテゴリーに分けられている。

- Innovation Fund 2025 NZT – Large Scale Projects (INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-SP²⁸)

²⁶ <https://www.elia.be/en/infrastructure-and-projects/infrastructure-projects/princess-elisabeth-island>

²⁷ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en

²⁸ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL->

- Innovation Fund 2025 NZT – Medium Scale Projects (INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-MSP²⁹)
- Innovation Fund 2025 NZT – Small Scale Projects (INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-SSP³⁰)
- Innovation Fund 2025 NZT – Clean Tech Manufacturing (INNOVFUND-2025-NZT-CLEAN-TECH-MANUFACTURING³¹)
- Innovation Fund 2025 NZT- Pilot Projects (INNOVFUND-2025-NZT-PILOTS³²)

1.2.6. 近代化基金（Modernisation Fund）

近代化基金（Modernisation Fund）³³は、13の比較的収入の水準が低い加盟国（ブルガリア、チェコ、エストニア、ギリシャ、クロアチア、ラトビア、リトアニア、ハンガリー、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア、スロベニア）に対して、気候中立への移行のための支援を行うことを目的とした制度である。

当該制度によって、エネルギーシステムの近代化と、エネルギー効率の改善についての支援を行うことができる。財源は、イノベーション基金と同様に EU-ETS の排出権の一部（2021年から2030年のオークションの2%）で賄われ、炭素価格が€75/tCO₂eであると仮定すると、570億ユーロの規模となる。

支援対象事業は、欧州全域を対象とした公募ではなく、2年ごとの投資サイクルに基づいて選定される。具体的には、加盟国による欧州投資銀行（EIB：European Investment Bank）へ

LSP?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-

NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate

²⁹ [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-MSP?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate)

MSP?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-

NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate

³⁰ [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-GENERAL-SSP?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate)

SSP?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-

NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate

³¹ [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-CLEAN-TECH-](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-CLEAN-TECH-MANUFACTURING?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate)

MANUFACTURING?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-

NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate

³² [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/INNOVFUND-2025-NZT-PILOTS?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate)

PILOTS?isExactMatch=true&status=31094501,31094502,31094503&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43089234&callIdentifier=INNOVFUND-2025-

NZT&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=startDate

³³ <https://www.modernisationfund.eu/>

の投資の提案の形をとることとなる。EIB への提案に先立つ加盟国による案件選定に当たっては、加盟国による公募を経ることも想定される。

資金提供の形態は当該加盟国が決定することができ、補助、利子補給、保証、融資や出資などの形態が選択可能である。

近代化基金による再生可能エネルギープロジェクトへの支援は、これまでに、ポーランドとスロバキアで実績があるが、いずれも陸上のものであり、まだ海洋再生可能エネルギーの支援実績はない。ただし、洋上風力などの海洋再生可能エネルギーは、すぐに展開可能な技術成熟度に至っており、支援の対象となり得る。

1.2.7. 再生可能エネルギー資金調達メカニズム (Renewable Energy Financing Mechanism)

再生可能エネルギー資金調達メカニズム (Renewable Energy Financing Mechanism) は、任意で活用可能な枠組で、再生可能エネルギープロジェクトの国内招致の用意がある加盟国と、再生可能エネルギーの導入に資金面で貢献することを望む加盟国との間をつなぐものである。本メカニズムを通じた協力を行うことによって、各国及び EU としての再生可能エネルギー普及目標に向けた取組みをより効率的に進めることが可能となる。

ホスト国となる加盟国で行われる新規の再生可能エネルギープロジェクトに対して、資金面での貢献が行われることとなるが、案件の選定は、競争的な提案公募を通じて行われることとされている。具体的には、再生可能エネルギープロジェクトの実施を検討している者が、当該プロジェクトの実施に必要な支援の水準を入札し、公募に係る予算の枠内で、必要な支援の金額が低い順にプロジェクトが選定されていくこととなる。本枠組みにおいては、新たな再生可能エネルギー発電施設の建設に係る投資に対する支援だけでなく、再生可能エネルギーの生産に係るオペレーションに対する支援を選択することも可能である。

公募に当たっては、まず、ホスト国と資金面で貢献を行う国との間での強制力を伴うコミットメントが結ばれることとなり、それを受けて、欧州委員会 (EC) が、1 又は複数回の提案公募を企画する流れとなる。公募の規模については、容量 (MW) のほか、期待される発電量 (MWh) とすることも可能であり、公募に当たっては、予算と公募の規模を合わせて示すこととされている。公募については、特定の再生可能エネルギー源を想定すること、技術中立的に行うことのいずれも可能である。

1.2.8. 欧州海事・漁業・養殖基金（EMFAF : European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund）

欧州海事・漁業・養殖基金（EMFAF : European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund）³⁴は、欧州共通漁業政策（EU Common Fisheries Policy）、欧州の海事政策及び欧州連合の国際的な海洋管理目標を支援する制度として 2021 年から 2027 年までを期間として設置されている。本基金は、水産・海洋資源の持続可能な利用を促進するための革新的な技術への資金提供を行うものであり、持続可能なブルーエコノミーに貢献する場合を中心に、洋上風力などの再生可能エネルギーの開発に係る投資も対象となる。基金による支援は、補助、融資又は調達に係る取組（Procurement Action）の形態をとることが可能とされている。

基金には、加盟国と欧州委員会が共同で管理し、加盟国のプログラムを通じて支出される 53 億ユーロの枠と、欧州委員会が直接管理する 7,930 万ユーロの枠が存在している。海洋再生可能エネルギー分野については、主に、後者の欧州委員会が直接管理する枠の下で資金提供されている。

これまで、本基金の下で、およそ 2,000 万ユーロの資金が海洋再生可能エネルギー分野の革新的なプロジェクトに対して支援されてきた。また、海洋空間計画の開発や海盆の戦略、センサー、腐食・生物付着しづらい材料、コーティング、デジタル化などの関連技術に対して追加予算が投入されている。

現在、洋上風力の開発に係る実施中の公募はないが、過去に EMFAF の支援を受けた海洋再生可能エネルギーには次の例のものが含まれる。

- LEAPWIND ³⁵– Leading Edge Advanced Protection using novel thermoplastic materials and processes for offshore Wind turbine blades
- SATHScale ³⁶– Engineering and upscaling of new floating renewable wind energy platform
- Aeronex ³⁷– Offshore Robotic Wind Turbine Blade Care System
- ATOMS ³⁸– Auxiliary Towable Operation and Maintenance System for offshore wind towers
- NESSIE ³⁹– Advanced materials to tackle erosion in offshore energy, applicable to wave, tidal and wind
- DOCC-OFF ⁴⁰– Project on digitalisation of turbine pitch system, remote monitoring and data collection/analysis

³⁴ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/financing/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en

³⁵ https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/leapwind_en

³⁶ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/how-to-participate/org-details/999999999/project/958938/program/31098847/details>

³⁷ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/how-to-participate/org-details/999999999/project/959016/program/31098847/details>

³⁸ https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/atoms_en

³⁹ <http://www.nessieproject.com/>

⁴⁰ https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/docc_en

1.2.9. LIFE Programme

LIFE Programme⁴¹は、環境保護及び気候変動対策を対象とした支援制度であり、その中に含まれるプログラムの一つである LIFE クリーンエネルギー移行（CET : Clean Energy Transition）プログラムは、再生可能エネルギー及びエネルギー効率の向上を通じた気候中立で強靱な経済への移行を進めることに焦点を当てている。

LIFE CET には、2021年から2027年までの期間に10億ユーロの予算が割り当てられており、地域の洋上再生可能エネルギープロジェクトへの支援を行うことも想定されている。具体的には、地域の再生可能エネルギーに係るコミュニティの開発、地域におけるクリーンエネルギーへの移行に係る戦略及び計画の策定に対しての技術的な支援、地域の持続可能なエネルギーに係るイニチアチブのプロジェクト開発の支援などが対象となり得る。

1.3. 主な欧州連合（EU）加盟国の洋上風力関連施策

本項では、欧州連合（EU）加盟国のうち、浮体式洋上風力発電の普及に向けた取り組みが行われている国、及び期待される国について、洋上風力関連の政策をまとめる。これら EU 加盟国においては、当然ながら、前項までに紹介した EU 全体の政策を踏まえた取組がなされているが、具体的な支援制度の設計などについては、各国の裁量にゆだねられており、それぞれの国が、自国の状況等を踏まえた施策を採っている。なお、ノルウェー及び英国については、EU 加盟国ではないため、別項にまとめることとする。

下の図 10 及び図 11 は、Intelatus Global Partners が、プロジェクトの進捗状況や各国の政策等を踏まえて評価した今後の欧州における国・地域別の浮体式洋上風力発電施設の導入見通しである。これによれば、英国及びフランスが初期需要を牽引し、その後、イタリア、ポルトガル、スペイン、ギリシャなどが伸びていくことが想定されている。また、ノルウェーは、絶対量は多くないものの初期需要の一部を構成し、スウェーデンは、2030 年代後半に大きな需要が見込まれている。

本項では、フランス、イタリア、ポルトガル、スペインに主な焦点を当てつつ、その他の国として、マルタやスウェーデン、ギリシャ、アイルランドなどについても触れることとする。

⁴¹ https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en

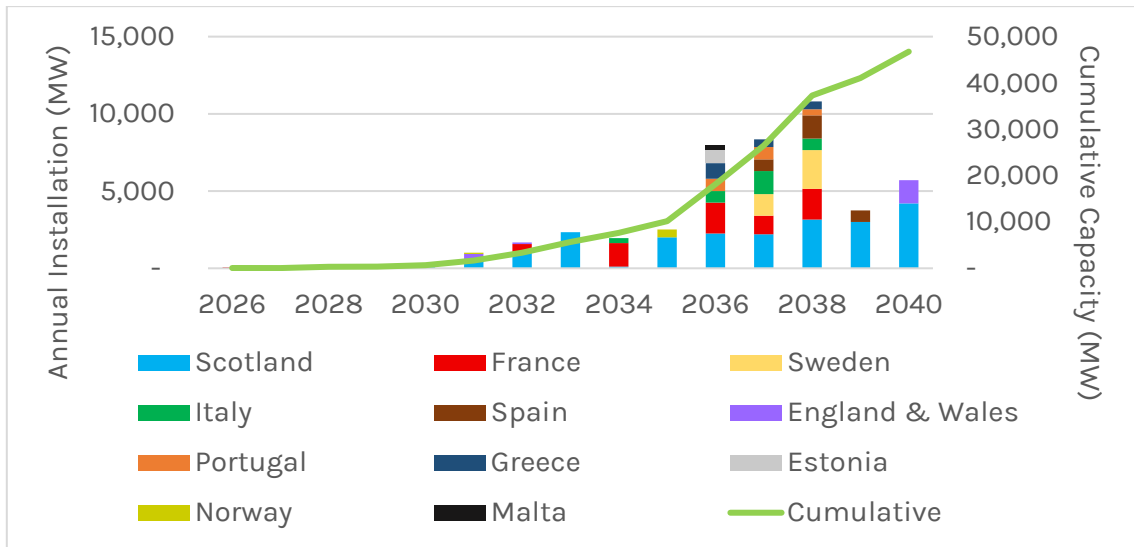


図 10 欧州における国・地域別の浮体式洋上風力発電の新規導入見通し
(Intelatus Global Partners)

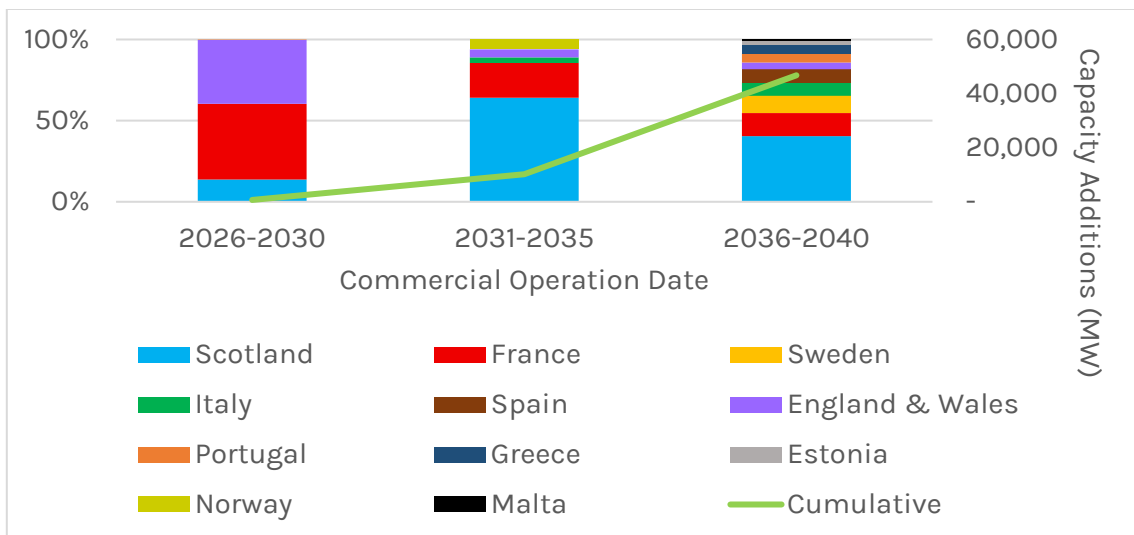


図 11 欧州における浮体式洋上風力新規導入量の国・地域別シェアの推移
(Intelatus Global Partners)

浮体式に限らない洋上風力全体の普及に関し、各国の政府目標を表 5 にまとめた。オランダは、従来 50GW としていた 2040 年目標を 30GW に下方修正するなど、インフレや金利の高止まりなどによるコスト上昇に直面したことを受けた政策の調整などが各国で行われている。具体的には、補助制度の再導入を含めたオークション制度の見直し・調整が進められている。

また、英国、イタリア、フランス、アイルランド、スペインは、政府目標において、浮体式への言及がなされている。

表5 欧州各国の洋上風力に関する政府目標

ドイツ ※主に着床と想定	30GW (2030) 40GW (2035) 70GW (2045)	オランダ ※主に着床と想定	21GW (2030) 30GW (2040) 70GW (2050)
デンマーク ※主に着床と想定	14GW (2030) 52GW (2050)	イタリア	2.1GW (2030) 浮体式を含む 革新技術+5GW
ポルトガル	2GW (2030) その後段階的に +10GW	アイルランド	5GW (2030) 系統接続を前提とし ない浮体式+2GW 20GW (2040) 37GW (2050)
フランス	3.6GW (2030) 18GW (2035) うち浮体式 3.75GW 45GW (2050)	スペイン	3GW (2030) うち浮体式 1-3GW
ギリシャ	1.9GW (2030)	スウェーデン	120TWh (2030) ※30GW 相当
フィンランド	1GW (2030) 5GW (2040) 12GW (2050)	ポーランド	5.9GW (2030) 18GW (2040)
マルタ	50MW (2030) 350MW (2040)	ノルウェー	30GW (2040)
英国	50GW (2030) うち浮体式 5GW		

加えて、洋上風力は各国が共通した海域で開発を行うケースが想定される場所、TEN-E 規則に基づく海盆ごとの目標に加えて、以下のような、沿岸国による共同での目標設定も行われている。

- NSEC : North Sea Energy Cooperation (北海エネルギー協力、2023 年発表)
120GW (2030)、193GW (2040)、300GW (2050) の洋上風力の設置を目標としている。ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、アイルランド、ルクセンブルク、オランダ、ノルウェー、英国が参加。
- Baltic Sea Energy Security Summit (バルト海エネルギーセキュリティサミット、2023)
19.6GW (2030) の洋上風力の普及目標を設定。ポテンシャルは 93GW と見積もり。デン

マーク、ドイツ、エストニア、ラトビア、リトアニア、ポーランド、フィンランド、スウェーデンが参加。

1.3.1. フランス

フランスは、洋上風力のポテンシャルが大きい（業界団体の WindEurope によれば、英国に次いで欧州第2位）が、当該分野の開発は遅く、英国、ベルギー、オランダ、ドイツ、デンマークなど近隣の北西ヨーロッパ各国と比較して取組が遅れている。しかしながら、フランス政府は、近年継続的に当該状況に対応することを表明しており、具体的には、長期間を要する許認可等の手続に対策を講じ、洋上風力に係るオークションの加速化に取り組んでいる。

フランスの 2021 年から 2030 年までを対象とした国家エネルギー・気候計画（NECP）⁴²においては、洋上風力開発をさらに進める計画が示されている。フランスの最終エネルギー消費における再生可能エネルギーの比率は、過去数年の間に増加（2022 年から 1.7%増加し、2023 年には 22.2%となった）しており、それには、まだ小規模であるが風力発電の成長も貢献している。現状においては、2024 年 6 月時点の風力発電の設備容量 23.5GW のうち大半の 22GW を占める陸上風力発電の貢献が大きいものの、洋上風力発電は今後伸びていくことが見込まれている。

具体的には、フランスの NECP によれば、既存の洋上風力プロジェクトとその運転開始時期、海域のリース権を取得済みのプロジェクトを考慮すると、フランスにおける洋上風力発電の設備容量は、2030 年までに 3.6GW に達し、その後、更なる海域・支援措置の公募を通じて、毎年 2GW 程度の増加が見込まれ、2050 年には少なくとも 40GW が導入済となっていることが見込まれるとされている。

1.3.1.1. 戦略、政策目標及び展望

フランスにおける洋上風力の普及目標は、2022 年 3 月にフランス政府と洋上風力発電業界との間で合意された「洋上風力憲章」（Offshore Wind Pact）⁴³において示されている。同憲章においては、2050 年までに 50 以上の洋上風力発電所を建設し、合計で 40GW の洋上風力を導入することを約束している。この 2050 年時点の普及目標は、その後 2023 年 6 月に、フランス政府により 45GW に引き上げられた⁴⁴。洋上風力憲章においては、2035 年時点の中間

⁴² https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en

⁴³ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2022.03.14_pacte-eolien-mer.pdf

⁴⁴ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/eolien-mer#:~:text=Lors%20des%20travaux%20sur%20la,la%20r%C3%A9vision%20de%20la%20PPE>

目標も定められており、18GW の洋上風力発電を稼働することとしている。この野心的な目標の実現に向けては、2025 年以降、毎年、少なくとも 2GW 以上の海域・支援のオークションを行うこととされている。

洋上風力憲章では、合意時点の洋上風力関係の雇用が 5,000 人規模であるところ、15,000 人以上の新規の直接・間接雇用を創出することが期待されている。また、15 年以内に 400 億ユーロを超える投資を生み出すことも期待しており、加えて、2035 年までに 50%のローカルコンテンツを実現することを非強制の目標として定めている。

洋上風力憲章の策定は、ローカルコンテンツ要件などの注意を要する文言が含まれるものの、フランスにおける洋上風力分野の開発見通しを投資家に対して示している点において、業界から必要不可欠な一歩として評価されている。業界の声として、2022 年 3 月に、WindEurope の CEO の Giles DICKSON 氏が「フランスの洋上風力憲章は大きな前進である。産業界が必要としている長期の透明性が提供された。ローカルコンテンツについては、フランス政府として、注意深く進む必要がある。ローカルコンテンツが法的に拘束力があるものとされていないことは良いことである。そうでなければ、コストの高騰と投資の遅延につながるリスクがあった。結局のところ、投資を呼び込むためには、将来の洋上風力の導入量について、明確にすることが重要である」と述べている。なお、同氏は、同時にフランスの電力供給の 11%を占める陸上風力について、「早期の脱炭素に向けた有力なツールの一つ」であり、見過ごされるべきではないとも述べている。

2021 年に立ち上げられたフランス 2030 (France 2030) 投資計画⁴⁵の枠組みにおける先進的な再生可能エネルギー技術及びエネルギーシステムに関する研究開発プログラムである TASE (Systèmes énergétiques et Énergies renouvelables、エネルギーシステム及び再生可能エネルギー) では、NECP 及び洋上風力憲章に位置づけられたフランスの洋上風力の普及目標の実現のために、浮体式洋上風力発電が高いポテンシャルを有していることが強調されている。TASE プログラムは、フランスの技術面の優位性を活かした競争力の高い産業セクターを発展させ、雇用の創出と、エネルギー・産業の独立性の強化を図るとともに、エネルギーと生態学的な移行への大きな貢献をすることを目的としている。

⁴⁵ <https://www.info.gouv.fr/grand-dossier/france-2030-en/understanding-france-2030>

また、フランス本土の4つの海事ファサード（フランス本土が面する海域を①イギリス海峡東部・北海⁴⁶、②北大西洋・イギリス海峡西部⁴⁷、③南大西洋⁴⁸、④地中海⁴⁹に分けて、それぞれ海事ファサードと呼称）に係る地域戦略（DFS: Document Stratégique de Façade Maritime、2025年に更新）において、洋上風力は、不可欠な要素となっている。DFSでは、数年先までの海事及び沿岸海域の管理について明確な目標を定めており、海洋空間計画から海洋生態系の保護、気候変動への適応、港湾・観光・漁業・エネルギー生産の相互協力まで、幅広い課題に対応するものとなっている。

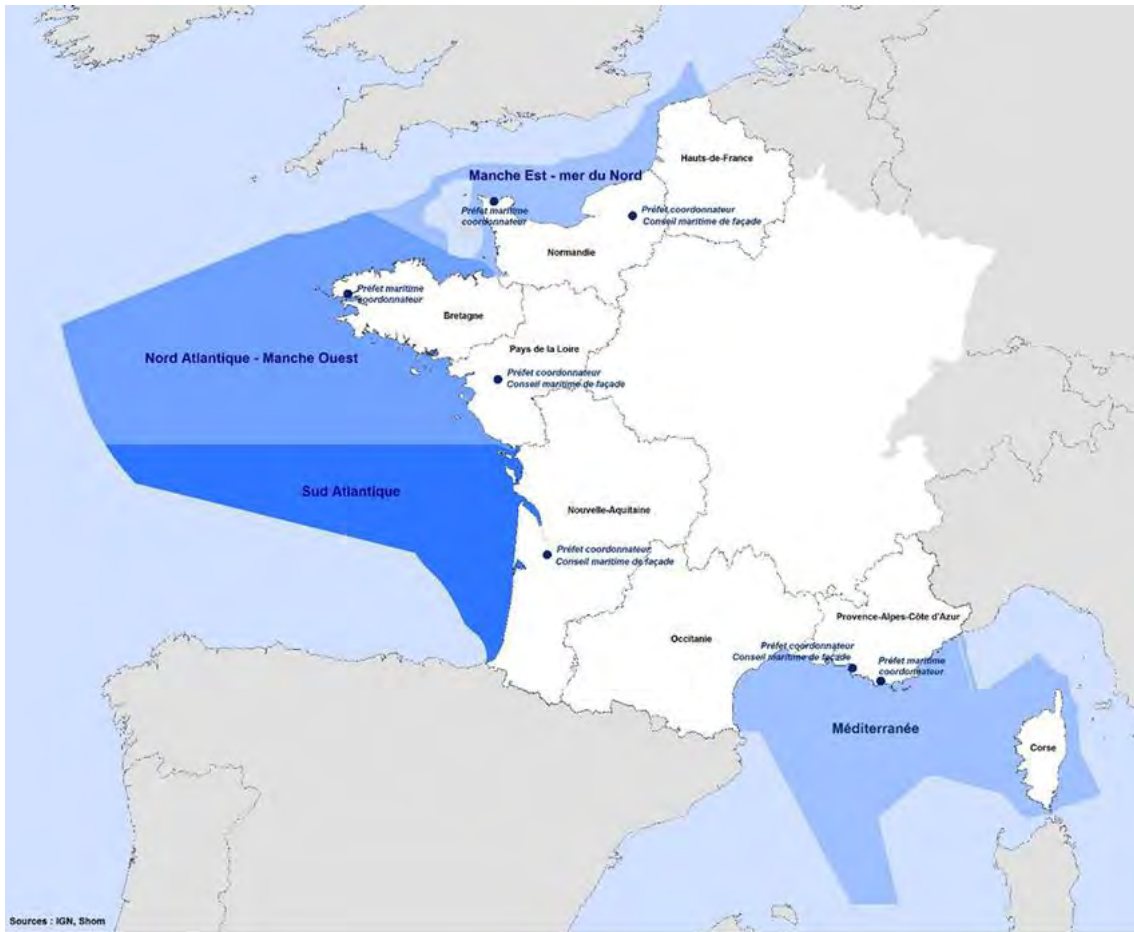


図12 フランスの海事ファサード

⁴⁶ <https://www.dirm.memn.developpement-durable.gouv.fr/document-strategie-de-facade-maritime-dsf-a1262.html?lang=fr>

⁴⁷ [dirm.nord-atlantique-manche-ouest.developpement-durable.gouv.fr/strategie-de-facade-maritime-nord-atlantique-a1694.html](https://www.dirm.nord-atlantique-manche-ouest.developpement-durable.gouv.fr/strategie-de-facade-maritime-nord-atlantique-a1694.html)

⁴⁸ <https://www.dirm.sud-atlantique.developpement-durable.gouv.fr/le-volet-strategie-du-dsf-la-strategie-de-facade-a1465.html?lang=fr>

⁴⁹ <https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html?lang=fr>

フランスの NECP において示されているとおり、フランス政府の洋上風力に係る計画は、実際に「個別のプロジェクトごとの開発という考え方から、総合的な海事ファサードの計画に移行」しており、DFS とその採択に先立つ広範な公の議論に基づくものとなっている。

フランスの NECP においては、最終的に、これら4つの海事ファサードにおいて、2026 年末までに 8-10GW の洋上風力発電の設備容量を追加で割り当てることとし、また、2030 年までに、更に追加で同規模の公募を行う可能性にも言及している。

フランスの6つの海洋再生可能エネルギー産業クラスターから構成されるアライアンスである「France Offshore Renewables⁵⁰」は、フランス政府が決定を覆したり、決定しなかったりしたことによって、投資家にとっての将来の見通しとその確実性が損なわれていることを背景に、フランスの洋上風力とその他の海洋再生可能エネルギーの将来に対する懸念を表明している。2025 年 10 月末に、同アライアンスは、政府による決定の遅れや、プロジェクトの中止による GE Vernova のブルターニュ工場の雇用の喪失、価格シグナルの低下（フランス及び欧州の洋上風力バリューチェーンに課題を生じる発電量 MWh 当たりの価格低下）、複数の海洋ファサードで進められている許認可取得済みの洋上風力プロジェクトが直面している課題などを指摘⁵¹している。

2025 年 11 月にラ・ロシェルで開催されたイベント（海事経済カンファレンス）において、マクロン大統領は、海洋再生可能エネルギー分野が課題に直面していることは認めつつも、業界の声に反応する形で、海洋再生可能エネルギーは「フランスのエネルギー自立と、脱炭素戦略において、戦略的に重要な分野」であると述べている。

フランスの送電網運用事業者である RTE は、2025 年 12 月に公表された 2025 年から 2035 年までの予測⁵²において、電化の遅れによって、浮体式洋上風力発電や新たな原子力発電の整備に係る計画が危機に晒されかねないと指摘している。

RTE の予測においては、初期投資の重さと競争力の観点から、着床式洋上風力発電と、浮体式洋上風力発電を区別しており、「電力システムの中期的な経済最適を考えるに当たり、電力消費が増大しなかったり、増大したとしても小幅に留まった場合、初期投資が大きい設備への投資は抑制的になり、既存施設の寿命延長やより競争力のある分野への短期的な投資が優先されることとなる。新たな原子力発電や浮体式洋上風力発電は、これら優先される分野には含まれない」と指摘している。

⁵⁰ <https://franceoffshorerenewables.fr/>

⁵¹ <https://lemarin.ouest-france.fr/energie/energies-marines/eolien-en-mer-france-offshore-renewables-deploire-linconsquence-des-decisions-de-letat-209c98ba-b66a-11f0-9097-68e77b575996>

⁵² <https://assets.rte-france.com/prod/public/2025-12/2025-12-09-BP2025-resume-executif-synthese.pdf>

1.3.1.2. 政策の枠組み

フランスにおける洋上風力に係る規制の枠組は、2023年に施行された「再生可能エネルギーの生産の加速化に係る法律」（APER : Loi d'Acceleration des Energies Renouvelables⁵³）が中心となっている。同法は、欧州の再生可能エネルギー指令の第三次改正（REDIII）及びREPowerEUに基づく許認可の加速化に焦点を当てた同指令の改正を踏まえたもので、フランスにおける再生可能エネルギープロジェクトに係る許認可手続きを簡素化・加速化することを目的としている。

APERでは、REDIIIに基づき、洋上風力を含めた再生可能エネルギーを優先する区域の特定のための仕組みや環境に係る単一の規制対応機関の原則の確立（以前は複数の許可を続けて取る必要があった手続の合理化・簡素化）、プロジェクト開発のために公的な海域を使う際の免許の付与の仕組みなど、再生可能エネルギー加速区域に係る規定を定めている。

また、APERでは、ボトムアップ型の計画方法に沿って、洋上風力向けの大規模な海域・海洋ファサードごとの計画についても規定している。フランスの海洋空間計画は、現在、広範な公的な議論と影響評価に基づいて定められるDSF及び気候・大気・エネルギー地域・地方計画（PCAET : Plans Climat-Air-Energie Territoriaux）に基づいており、各ファサードにおける公的な議論は、2023年11月から2024年4月までの間にそれぞれ行われた。これらに基づき、今後10年、及び2050年に向けた洋上風力の開発に係る優先海域が特定されている。

これらの優先海域を特定し、プロジェクトをより迅速に評価するに当たっては、地方自治体が重要な役割を果たすことになる。この点は、フランスのNECPにおいて「複数年を対象としたエネルギープログラムの目的を実現するため、地方自治体を早期の段階から巻き込むことで、自治体が特定した加速化区域について、部門レベル・地域レベルで統合する」とされている。

環境影響評価について、再生可能エネルギー加速化区域における洋上風力発電プロジェクトについては、すでにPCAETとDSFによりその実施対象となっているため、免除されることとなる。ただし、NECPでは、PCAETとDSFの評価において特定されていなかった潜在的だが致命的な負の影響が生じる可能性が高いかどうかについて決定するため、いずれにせよ、事前の評価の対象となる旨、及び、国立公園、自然保護区、Natura 2000の指定区域（EUが定める自然保護区）には立地できないことが強調されている。

また、APERは、洋上風力発電所を含む系統連系の側面や、プロジェクトの終盤、発電所の撤去に係る側面に係る規定も行っている。

⁵³ <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000046329719/>

APER を補完するものとして、2018 年に制定された「信頼を基盤にした社会のサービスに係る法律」（ESSOC : Loi pour un Etat au Service d'une Societe de Confiance）⁵⁴が存在し、社会的受容性（Public Acceptance）を確保するために、洋上風力発電プロジェクトやその系統連系に対して、公的な意見公募手続を経ることを要求している。意見公募の具体的な手続については、独立した管理機関である公的な議論のための国家委員会（CNDP : Commission Nationale du Débat Public）が定めている。また同法（ESSOC）では、プロジェクトに係るオークションを落札した事業者による影響評価に先立つ技術面・環境面の調査を国に委任している。これにより、洋上風力プロジェクトの開発事業者は、プロジェクトの可変性を保ったままで許認可の取得が可能となり、プロジェクト開発事業者が一定の柔軟性を持つことができ、選定された海域の特性の変化をより良く考慮することができるようになっている。

更に、2020 年の「公的オークションの加速化及び簡素化に係る法律」（ASAP : Loi d'Acceleration et de Simplification de l'Actoin Publique）⁵⁵は、更に踏み込んで、公的な議論（意見公募）をプロジェクトごとではなく、地域・海事ファサードごとに行うことを可能とするとともに、その対象を複数年を跨いだものとすることも可能として、洋上風力の導入に向けたより統合的な海事空間計画を行うことを、2023 年の APER による正式な DSF の導入に先立って可能とした。ASAP は、プロジェクトに対して抗議が行われた場合の管理手続の短縮化も図っており、大規模な洋上風力プロジェクトの導入加速に貢献している。

2025 年 11 月に、フランスは、新たな布告（Décret n° 2025-1101 du 19 novembre 2025 portant diverses dispositions relatives aux îles artificielles, aux installations, aux ouvrages flottants et aux navires professionnels⁵⁶）を制定し、浮体式の海洋構造物に係る安全管理のルール体系を整備した。具体的には、浮体式洋上風力発電所の設計、開発及び運用、並びにその公共の送電網への接続に係る明確なルールを設定した。同布告では、浮体式の海洋構造物に係る安全要件と、洋上風力発電施設の規模の拡大等それらの構造物に実質的な変更が行われた際のルールについての見直しが行われた。

当該布告に定められた安全要件は、化石燃料ではなく海洋再生可能エネルギーに焦点を当てたものであるが、EU の海洋石油ガスの操業の安全指令（Safety of Offshore Oil and Gas Operations and amending Directive）⁵⁷に定められた海洋石油ガスの操業の安全に係る要件を広く参照したものとなっており、例えば、大規模な海上災害の回避や海洋エネルギー生産施設の安全確保、独立した監査の必要性などが含まれている。

⁵⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037307624>

⁵⁵ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000042619877>

⁵⁶ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000052657111>

⁵⁷ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/30/oj/eng>

1.3.1.3. 支援措置

フランスでは、洋上風力発電プロジェクトへの支援は、競争的な公募（AO :Appel d'Offres）を通じて行われることが一般的である。公募の形式としては、経済的な優位性に基づいて落札者を決定する一般的な入札方法と、競争的対話と呼ばれる、政府とプロジェクト開発者との複数のフェーズに亘る対話を行って落札者を決定する方法とが存在する。公募は、フランスの海事ファサードにおける着床式と浮体式の両方が対象となる。以前は価格要件をベースに公募が行われていたが、最近の公募（第9ラウンド（AO9）及び第10ラウンド（AO10））では、資金調達面・技術面での能力、ローカルコンテンツ、風力発電所の建設・操業でのSMEの活用などの非価格要件も含まれていた。NZIAの要件を踏まえ、非価格要件では、機器類のサプライヤーの多角化に係る要件や重要部品等に係る中国の技術や中国製機器の使用の上限などのサプライチェーンの強靱化に係る要素、洋上での維持管理オペレーションに係るCO₂排出の上限などの持続可能性に係る要件、サイバーセキュリティも考慮される。これらの非価格要件の重みづけについては、本レポート作成時点においてAO9及びAO10の結果が公表されていないため、不明である。

公募の結果、落札したプロジェクトは、インフレ等に対応するためにインデックス化された双方向CfDによる長期の収益の支援を受けることができる。CfDにおいては、開発事業者は、所定の期間において洋上風力発電施設で発電した電力について、リファレンス価格の入札を行う。電力の市場価格（売電価格）がリファレンス価格を下回った場合には、フランス政府がリファレンス価格との差額の補助を行い、売電価格がリファレンス価格を上回る場合には、事業者が政府に差額を支払うこととなる。

フランスの制度においては、送電網運用事業者（RTE）が、系統連携の費用を負担することとされており、プロジェクト開発事業者のリスクが大きく低減される。実事業においては、RTEが海底ケーブルや洋上変電施設（OSS : Offshore Sub Stations）の建設・設置と運用そして保有を行うこととなる。

2011年以降、フランス政府は、海事ファサードに対して、9ラウンドに亘る合計8.65GWの洋上風力発電の公募を行ってきたが、落札したプロジェクトの大半はまだ運用を開始しておらず、フィージビリティ調査や建設中のものが多い。運用を開始済みのものは、8.65GW中、1.5GWに過ぎず、2027年中までに運用開始が期待されるものは、追加で1.5GWである。

上記、現在運用中の洋上風力発電所は、以下の3か所（いずれも着床式）であり、浮体式は実証事業のみが運用中である。

- Saint-Nazaire（北西大西洋）：80基の風車が設置され、合計480MW
- Fecamp（北西大西洋・英仏海峡）：71基の風車が設置され、合計500MW

- Saint-Brieuc（北西大西洋・英仏海峡）：62基の風車が設置され、合計496MW

図13は、これらの公募で落札した洋上風力発電事業及びフランス国内で計画中の事業を示したものである。

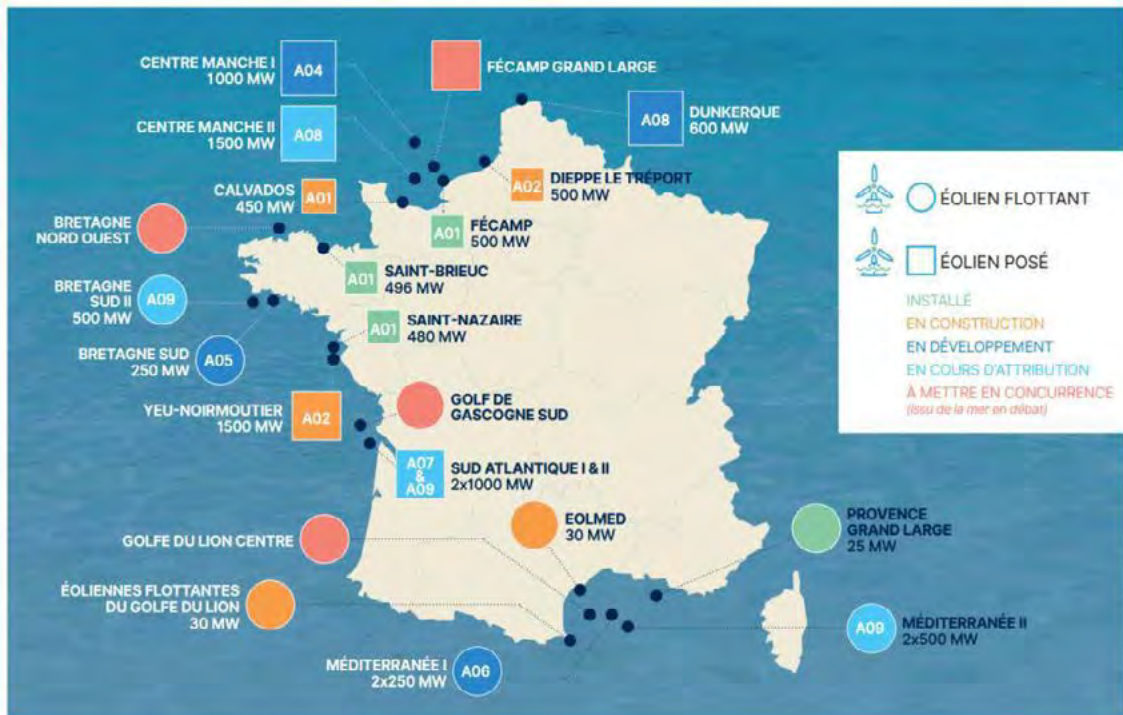


図13 フランスにおける洋上風力発電プロジェクト
(France Renewables, 2025 Report⁵⁸)

直近では、第8ラウンド公募（AO8）を通じてノルマンディー沖（北西大西洋・英仏海峡）の合計1.5GWを、TotalEnergiesが落札している。「Centre-Manche 2」プロジェクトと呼称され、2033年に運用開始見込みである。1.65GWの浮体式を含むAO9については、2032年又は2033年の運用開始を目指し、2025年中の結果の公表が予定されていたが、本レポート作成時点において、まだ結果公表は行われていない。

AO10は、フランスにおける過去最大の公募であり、合計8から10GWの設備容量を計画⁵⁹している。フランス政府は、これにより、2035年目標である18GWの稼働に向けて大きく進展することを期待している。AO10において、フランス政府は、①英仏海峡におけるそれぞれおよそ2GWの2件の着床式洋上風力プロジェクト、②英仏海峡の西岸沖におけるおよそ1.2GWの浮体式洋上風力プロジェクト、③北大西洋沖における1.2GWから2GW規模の浮体式洋上風力プロジェクト、④地中海におけるおよそ2GWの浮体式洋上風力プロジェクトの公募を計画している。しかしながら、本レポート作成時点において、フランスの政治的な混

⁵⁸ https://www.france-renouvelables.fr/wp-content/uploads/2025/10/OBSERVATOIRE_systeme_EnR_2025_VF.pdf

⁵⁹ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000050362918>

乱と 2026 年予算の承認の遅れを受けて、公募の開始は遅延しており、計画は保留となっている。現時点においては、AO10 の公募計画の意見公募を行っているところである。

フランスにおける洋上風力の普及支援には、国家補助（State Aid）が重要な役割を担っている。2025 年 8 月には、クリーン産業ディールとクリーン産業ディール国家補助フレームワーク（CISAF）に基づく、主に浮体式を対象とした洋上風力発電の開発とクリーン技術産業の増強の支援のための 113.4 億ユーロを超える大規模な国家補助の枠組について、欧州委員会による承認⁶⁰を受けている。

これを受け、AO9 の補助の枠組においては、合計 1.65GW（およそ 2.2TWh の発電量）の 3 件の浮体式洋上風力発電所（南ブルターニュ沖 1 件及び地中海 2 件）に対して、最大 113.4 億ユーロの補助を行うことが可能である。AO9 の公募結果については、2026 年の前半の公表が見込まれている。なお、具体的な補助については、双方向 CfD によることとなる。

1.3.1.4. 欧州の連携イニシアチブ

フランスは、その豊富な洋上風力資源を活かすため、様々な協力プラットフォームやイニシアチブを通じて、欧州の隣国と密接に協力している。

北海エネルギー協力（NSEC : North Sea Energy Cooperation）⁶¹は、フランス、ベルギー、デンマーク、ドイツ、アイルランド、ルクセンブルク、オランダ、ノルウェー及びスウェーデンに加えて欧州委員会も参加⁶²する非強制の地域協力イニシアチブ・フレームワークである。NSEC は、対象地域での海底送電網（及び水素網）の開発を支援・促進し、北海に賦存する大規模な再生可能エネルギーポテンシャルを活用することで、欧州のエネルギーセキュリティ、エネルギー価格の低廉化及び持続可能性の目標（エネルギートリレンマ）に貢献することを目指している。2016 年の立上げ以降、NSEC の参加国は、様々な活動を行っており、具体的には、ハイブリッド・ジョイントプロジェクト、許認可、海洋空間計画、環境面での課題、資金調達・支援枠組、長期の送電網・インフラ計画などの課題に焦点を当てたテーマ別の作業部会などを開催している。

⁶⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_1939

⁶¹ https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/high-level-groups/north-seas-energy-cooperation_en

⁶² Brexit に伴う英国の脱退の後、2024 年 10 月に、NSEC の参加国と英国との間で、新たな協力枠組に係る覚書（MoU）が締結（<https://circabc.europa.eu/ui/group/9198696f-e42c-4a88-b4f1-7a1788eb9b7c/library/6eba274d-4cae-4e40-b9b7-c9775812803a/details>）

2023年4月には、NSECの参加者は、共同声明⁶³の中で、北海を「欧州のグリーン発電所」にするという目標に向け、2050年までに300GW以上とする目標及び2030年に120GW以上とする中間目標に合意した。

2025年11月の共同声明⁶⁴では、フランスのエネルギー大臣であるロラン・レスキュールと、NSEC参加国のエネルギー担当大臣は、洋上風力のポテンシャルとともに、市場の圧力とサプライチェーンの制約によるコストの上昇などの喫緊の課題に焦点を当て、それらの課題がある中でも、北海を「洋上の相互接続ハブ」（相互接続された洋上風力発電施設に多くを依ることとなる）とする目標を再確認するとともに、北海における海洋空間計画の相互調整を支援するための計画中の洋上風力に係るデータベースの構築を確認した。

また、2026年1月には、英国及びアイスランドと共同で声明⁶⁵（第3回北海サミット）を発出し、安定し、セキュアで、廉価な海洋再生可能エネルギーの開発の加速化と欧州の産業の世界における競争力強化に協力するというコミットメントを再確認し、国境を超えた送電網の接続に係る投資のリスク低減、物理的攻撃、サイバー攻撃、ハイブリッド攻撃に対するエネルギーシステムの対処力の強化などのための取組とその時間軸を定めるための次の一連の宣言文書に署名をした。具体的な取組の実行に際しては、NSECが主導的な役割を果たすこととされている。

- 強靱で競争力のある欧州のための北海パワーハブの構築に係る指導者による宣言⁶⁶
- 地域の指導者、業界及び送電網運用事業者（TSO）による、送電網・水素ネットワークと当該分野における雇用と技能への投資を通じたエネルギーセキュリティ、競争力及び脱炭素の強化のための北海における共同洋上風力投資憲章（Joint Offshore Wind Investment Pact for the North Seas）⁶⁷
- 洋上風力及び水素プロジェクトの加速化のための国境を超えた計画及び資金調達の改善を含む緊密な協力に係る大臣による宣言⁶⁸

このうち、憲章においては、2050年までに北海における洋上風力発電の設備容量を300GWとする目標を再確認するとともに、英国との連携プロジェクトによりそのうち最大100GWを実現し、システムコストの低減を図ることが宣言され、また、その一環として、

⁶³ <https://northseasummit23.be/en/ostend-declaration/>

⁶⁴ <https://webgate.ec.europa.eu/circabc-ewpp/d/d/workspace/SpacesStore/9c1c85b9-cb2b-404d-bea2-7934cea0cef8/download>

⁶⁵ https://energy.ec.europa.eu/news/commission-welcomes-renewed-commitment-power-clean-independent-and-secure-offshore-energy-north-seas-2026-01-26_en

⁶⁶ https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/M-O/nordsee-gipfel-2026/the-hamburg-declaration.pdf?__blob=publicationFile&v=5

⁶⁷ https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/M-O/nordsee-gipfel-2026/joint-offshore-wind-investment-pact-for-the-north-seas.pdf?__blob=publicationFile&v=6

⁶⁸ https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/EN/Downloads/M-O/nordsee-gipfel-2026/hamburg-declaration-of-energy-ministers.pdf?__blob=publicationFile&v=7

2031年から2040年までの間の北海におけるプロジェクトについて、よりバランスよく分散された計画とするための取組を行い、最大で年間15GWとする欧州による洋上風力の設置能力の構築に貢献することなどが宣言されている。

フランスと他の欧州の国々との間の協力・密接な対話を促進する取り組みとしては、フランス、ドイツとベラルクス3か国（ベルギー、オランダ及びルクセンブルク）により立上げられ、後にオーストリアとスイスが参加することとなった20年来の非強制の地域的な協力枠組みである五か国エネルギーフォーラム（PENTA: Pentilateral Energy Forum）⁶⁹も挙げられる。PENTAは、より広範なエネルギー協力及び市場統合について議論するフォーラムであるが、洋上風力の普及と系統接続、国境を超えた相互接続は、参加国にとって重要なトピックであり続けており、フランスは、NECPにおいて「PENTA参加国は、再生可能エネルギーの統合、送電網の計画、NSECとも協力した海底・陸上の送電網の接続に係る追加的な地域協力と脱炭素化された電力システムへの移行に伴い生じる国境を超えて影響が及ぶ課題への対応を通じた付加価値を追求する」としている。

加えて、フランスは、スペイン及びポルトガルとともに、南西ヨーロッパの電力・ガス相互接続に係るハイレベルグループにも参加している。2015年に立ち上げられたハイレベルグループでは、三か国及び欧州委員会の代表者が一堂に会するだけでなく、各国の規制当局や送電網運用事業者も参加する。2023年12月には、フランス、スペイン及びポルトガルは、①三か国間における電力網の相互接続点の増加、②海洋再生可能エネルギーに係るインフラの開発支援と海洋再生可能エネルギーの普及の加速化、③イベリア半島における再生可能エネルギー由来水素（グリーン水素）のポテンシャルの実現、を協力すべき優先分野として合意する旨の覚書（MoU）に署名⁷⁰した。

1.3.2. イタリア

レポート作成時点においては、イタリアで稼働中の洋上風力発電所は、タラント沿岸の30MWの一か所に過ぎない⁷¹。これまで、相対的に洋上風力発電の普及が進まなかった要因は、気象及び地理的な課題に起因しており、特に水深が深い点が課題となっていた（図14参照）。許認可等に長期間を要するなどの人為的な要因も、洋上風力の早期の普及を妨げてきた要因となっている。他方で、専門家による評価によれば、イタリアは、特に浮体式の洋

⁶⁹ <https://www.benelux.int/en/post/20-years-of-regional-energy-cooperation-the-pentalateral-energy-forum-celebrates-its-anniversary-in-luxembourg/>

⁷⁰ https://energy.ec.europa.eu/document/download/b410eae0-d320-4c43-a7cc-8c0eedfe9d66_en?filename=Signed_MoU_HLG%20SWE.pdf

⁷¹ <https://www.offshorewind.biz/2022/04/22/first-mediterranean-offshore-wind-farm-up-and-running-in-italy/>

上風力について、大きなポテンシャルがあるとされており、大水深の開発を可能とする技術の確立と、適切な政策的支援の枠組の構築が期待されてきた。

現時点において、イタリアでは、合計 84.3GW に及ぶ、およそ 130 件のプロジェクトが計画されている。また、イタリアの洋上風力のポテンシャルは、合計 200GW を超えると見とられている⁷²。ここで、当該 84.3GW のプロジェクトは、送電事業者の Terna（元国営で民営化後もイタリア政府系の組織が株式を保有）に系統接続の要望が出された段階のものであり、海域の利用許可や最終的な開発許可が下りたものではないことに留意が必要である。

イタリアにおいては、系統接続の要望は許認可プロセスの最初期の段階に位置しており、開発事業者は、まず、系統運用事業者に対して、電力網が電力の系統接続を受け入れることができるかどうかを確認することが求められている。その後に、海域の利用許可の取得や環境影響評価を行う必要があり、それらの手続には長期間を要する。

ここ数年の間に、イタリアでは、洋上風力発電の普及を遅らせてきたボトルネックに対応するために、洋上風力に関する政策及び法的枠組が著しく強化されてきたところ、本項においては、それらの動きなどについて詳述する。

⁷² <https://www.windtech-international.com/industry-news/italys-offshore-wind-sector-growth-challenges-and-opportunities#:~:text=Italy's%20updated%20National%20Energy%20and,wind%20farms%20beyond%20territorial%20waters>

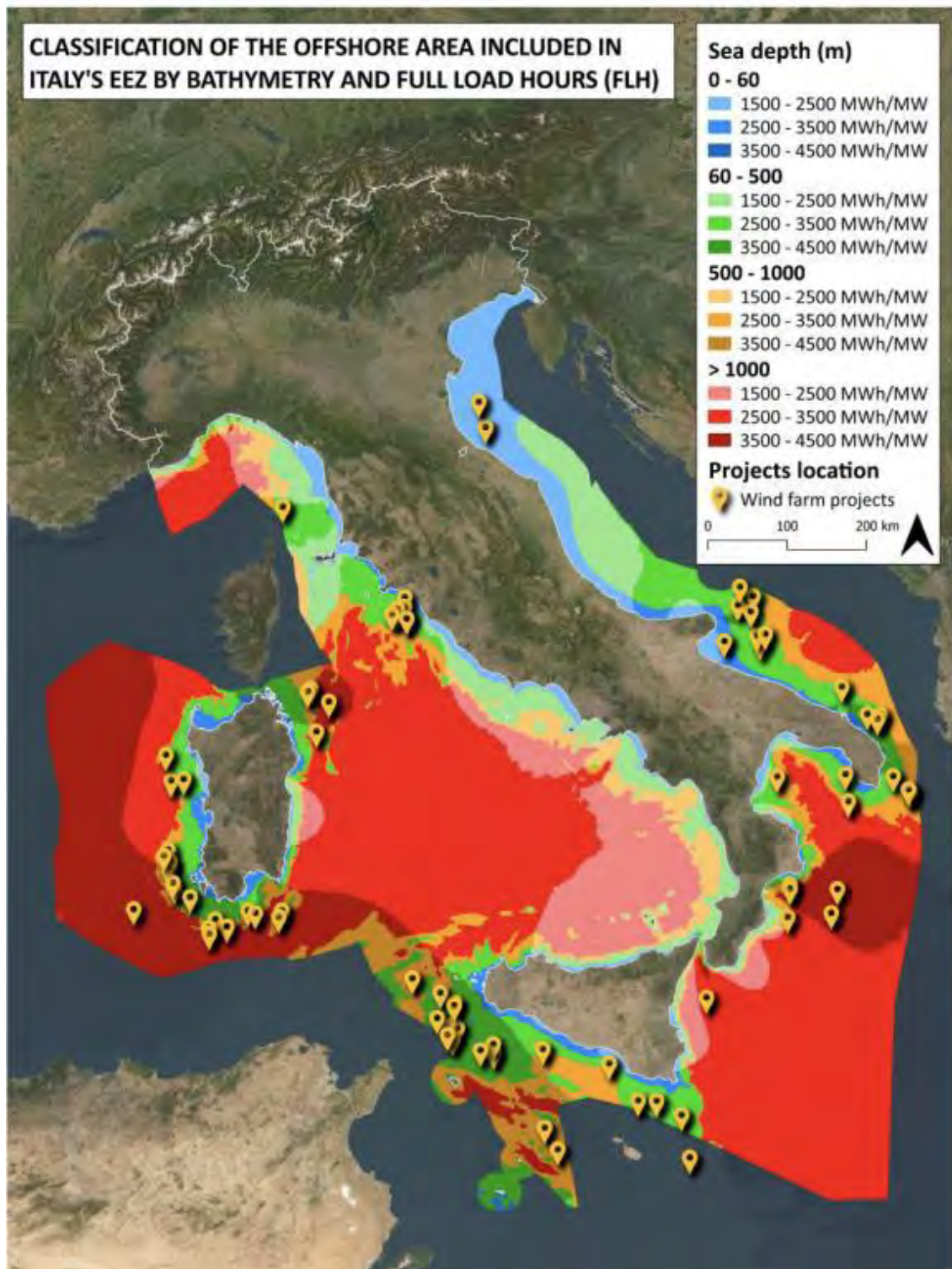


図 14 イタリアの排他的経済水域の水深と風況（SINTEF⁷³, 2024）

⁷³ https://www.sintef.no/globalassets/project/eera-deepwind-2024/posters/societal-impact_igor_galbiati_poster_188_mapping-wind-energy.pdf

1.3.2.1. 政策の枠組み

イタリアにおける洋上風力を含めた再生可能エネルギーに係る政策的枠組については、2024年6月に更新された最新のNECP⁷⁴において記述されている。NECPでは、洋上風力をイタリアの2030年における再生可能エネルギーの普及目標である131GWの実現に向けて主として貢献する電力源と位置付けており、陸上・洋上を合わせた風力発電の導入目標を2030年までに28.1GW、洋上風力については2.1GWとしている。

NECPにおいては、当該目標を実現するための戦略についても記載されており、欠かせないものとして、許認可の簡素化、特に許可手続の加速化を挙げている。また、浮体式洋上風力発電、海洋エネルギー及び営農型太陽光発電といった未成熟技術の普及のための支援スキームを通じたイノベーションの促進や、特に浮体式洋上風力発電に関する複雑な製造及び港湾ロジスティクスに対応できる産業サプライチェーンの確立の重要性も強調している。

イタリアの国家復興・強靱化計画（PNRR : Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza）⁷⁵においても、洋上風力、とりわけ浮体式洋上風力発電が投資と開発に係る重要分野に位置づけられている。

これらNECPやPNRRに位置づけられた重要事項を実施するため、イタリアにおいては、次に示すような包括的な制度の整備を行っている。

1.3.2.1.1. 管理体制・許認可

イタリアにおいては、2024年11月に採択された法令（Legislative Decree 190/2024⁷⁶）により、再生可能エネルギープロジェクトの管理と許認可に係るルールの枠組が整備された。同法令により、洋上風力を含む再生可能エネルギー発電施設の建設及び運用に係る管理体制の改革と簡素化が行われており、300MWを超える大規模な洋上施設については、単一許可手続の対象となることとされ、管理監督権限が、国家（環境・エネルギーセキュリティ省（MASE : Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica））に一本化された。また、同法令によって、EUのREDの再生可能エネルギー加速化区域に準拠した、再生可能エネルギーの導入に係る「加速化区域」（Aree di Accelerazione）の概念が導入された。

洋上施設に関して加速化区域を定めるためには、環境・エネルギーセキュリティ省（MACE）の提案のもとで、インフラ・交通省（MIT: Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti）

⁷⁴ https://commission.europa.eu/document/download/5ef1819e-1c42-446f-91d0-abb9cf7719e8_en?filename=IT_FINAL%20UPDATED%20NECP%202021-2030%20%28English%29_0.pdf

⁷⁵ <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf>

⁷⁶ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/12/12/24G00205/sg>

の同意を得た上で、閣僚評議会の議長（いわゆる首相、Presidente del Consiglio dei Ministri）が、その特定のための政令（Decree）を発出する必要がある。

加速化区域内のプロジェクトについては、一定の条件化での環境影響評価の免除など、手続の一層の簡素化を受けることができる。

1.3.2.1.2. 海洋空間計画

イタリアにおける再生可能エネルギーの導入加速化と手続等の簡素化のための主たる施策としては、2024年6月に採択された適地政令（Decreto aree idonee⁷⁷）が挙げられる。同令は、2030年までに合計80GWの再生可能エネルギー源の新設をするという国家目標について、各地域・自治体の分担を第1-1a項・第2-1項において示している。その上で、各地域等が再生可能エネルギーの立地に適した区域、及び適さない区域を特定する際に活用可能な原則と判断基準を定めている。

洋上風力に関して、同令は、海洋再生可能エネルギー施設が送電網への系統連携を行う地域等が、洋上作業を行う場所に最も近い沿岸区域が立地する地域等と異なる場合についての特別な規定を設けている。そのような場合においては、設備容量の2割について、当該系統連系地点（ランディングポイント）を有する地域に属することとされている（第2-4項）。本規定により、再生可能エネルギーの普及目標の実現に関して、どの地域等に属するかを明確にすることができ、それによって、関係する地域等の計画や許認可等に係る努力を引き出すことが期待される点で、洋上風力の普及に向けて重要な規定となっている。

1.3.2.2. 支援措置

2024年6月に採択された「革新的又は革新があり環境・土地利用の影響低減が可能な高コストのエネルギー源へのインセンティブに係る命令」（Incentivazione degli impianti a fonte rinnovabile innovativi o con costi di generazione elevati che presentino caratteristiche di innovazione e ridotto impatto sull'ambiente e sul territorio、再生可能エネルギーの第2分類命令（Decreto FER 2: Decreto Fonti Energetiche Rinnovabili 2）と通称）は、着床式・浮体式の両方の洋上風力を含む革新的な再生可能エネルギー施設を対象に、競争的な支援スキームを定めている。

具体的には、FER2により双方向CfDの枠組を洋上風力発電向けに導入しており、3.8GWの普及目標に向けて、売電価格の安定性を確保することで、設備の新設のための投資を呼び込むことを目的としている。双方向CfDの枠組は、国家補助の一時的危機及び移行枠組（TCTF:

⁷⁷ https://www.gazzettaufficiale.it/atto/vediMenuHTML?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2024-07-02&atto.codiceRedazionale=24A03360&tipoSerie=serie_generale&tipoVigenza=originario&action=select-all

Temporary Crisis and Transition Framework) に基づき、2024 年 12 月に欧州委員会からの認定⁷⁸を受けており、その中では、まずは 2024 年から 2028 年までの 5 年間の制度として、年間予算が 18.5 億ユーロ、総額で 97 億ユーロとされている。競争的な公募手続に当たっての基本的な料金については、洋上風力発電について、25 年間の運用期間を想定して、185 ユーロ/MWh と設定⁷⁹されている。

2024 年 11 月に FER2 の枠組の運用ルールが公表され、2025 年の入札スケジュールも公表されたが、その中には、洋上風力は含まれず、バイオ及び浮体式太陽光のみであった。

2025 年 12 月に、イタリアエネルギー庁 (GSE : Gestore dei Servizi Energetici) による本枠組に基づく最初の本格的なオークションの結果が公表され、およそ 8.4GW 分のプロジェクトが落札したが、太陽光 (474 プロジェクト、合計 7.7GW) と陸上風力 (29 プロジェクト、合計 940MW) が大宗を占め、洋上風力については、まだ 1 件も、オークションを落札して、補助の資格を得た状態のものは存在していない。3.8GW の設備容量の実現を目指した洋上風力に特化した FER2 に基づく公募については、2024 年末頃から 2025 年までにかけて実施される計画であったが、本レポートの作成時点では、特段のアナウンスはなされていない。業界内においては、2026 年後半の公募を見込む声もある。

1.3.2.3. 産業政策及びバリューチェーン

2023 年 12 月に採択されたエネルギーセキュリティに関する法令 (Legislative Decree No. 181⁸⁰) において、洋上風力のバリューチェーンに関する規定も含まれている。具体的には、同法令は、洋上風力、特に浮体式洋上風力に関する国内の産業サプライチェーンを確立することを目指しており、公営の港湾区域について、浮体式洋上風力発電のプラットフォーム (浮体) と、関連する電気インフラの製造・組立・進水に必要なインフラの整備を行うための場所として位置づけた。産業サプライチェーンの開発を支援することを通じて、同法令は、浮体式洋上風力などの革新的技術を直接的に支援しており、これは、FER2 の主たる支援対象とも重なっていることから、両者が相互に関連することになる。

洋上風力発電に係る国内のサプライチェーンを強化するという目標に沿う形で、イタリアは、クリーン産業ディール国家補助フレームワーク (CIDSAF) に基づく国家補助の枠組みを導入した。具体的には、洋上風力を含むクリーン・革新的技術の製造能力強化に 15 億ユーロが割り当てられている。当該枠組は、2025 年 12 月に欧州委員会から承認⁸¹を得ている。

⁷⁸ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/sl/ip_24_6432/IP_24_6432_EN.pdf

⁷⁹ <https://iea-wind.org/wp-content/uploads/2025/11/Italy.Annual.Report.2024.Publish.pdf>

⁸⁰ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/02/07/24A00786/sg>

⁸¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_2961

洋上風力に関して、当該枠組は、イタリアの企業が、将来の洋上風力発電所、特に巨大な浮体式のプロジェクトで必要となることが見込まれる風力タービンの部品（タワー、大規模ブレード、ナセル部品など）の製造工場の新設・拡張することへの支援も行うこととしている。更には、浮体式洋上風力の組み立てと進水の中心となるような戦略的な港湾ハブの構築も目指しており、これらによって、国内の領域においてサプライチェーンの重要部分を賄えることの担保を目指している。

1.3.3. ポルトガル

1.3.3.1. 政策の枠組み

ポルトガルの洋上風力発電に係る目標は、最新の NECP⁸²及び国家海洋戦略 2021-2030 (Estratégia Nacional para o Mar 2021-2030)⁸³において示されている。

NECP では、再生可能エネルギーの目標として「2030 年までに、容量オークションを通じて、2GW の割当と設置を可能とする環境をつくり、その後、手続きとプロジェクトの成熟度を踏まえつつ、いくつかのフェーズに分けた新たなオークションの実施を通じて、10GW までの新たな容量の割当を行う」こととしている。この目標は、欧州の中でも野心的なものであり、ポルトガルは、洋上風力の普及に関して欧州において最も野心的な国の一つに数えられることとなる。

ポルトガル政府は、その再生可能エネルギー目標である 2030 年までの最終エネルギーの 85%の実現に向けて洋上風力が鍵となる技術であると認識しており、また、2040 年目標であるネットゼロの実現には、欠かせないものと考えている。

NECP では、洋上風力発電の設置に当たっては、環境保護や防衛などの他の要素や漁業、観光、水上交通などの経済活動との調整が欠かせず、また、大水深に伴う課題への対応も必要であるものの、持続可能かつ相互に利益のある形で洋上風力発電プロジェクトの開発を行うことは可能と位置付けている。特に、浮体式をはじめとする洋上風力発電技術の発展によって、設置コスト・運用コストを低減しつつ、発電効率の改善を図ることが可能としている。

他方で、国家海洋戦略は、2021 年から 30 年までの 10 年間の戦略目標を定め、政策的措置を優先的に講じるべき分野を特定している。洋上風力を含む再生可能な海洋エネルギー (Renewable Ocean Energy) もその分野の一つ (PIA 7) として位置づけられている。

⁸² https://cdn.climatepolicyradar.org/navigator/PRT/2024/portugal-updated-final-national-energy-and-climate-plan-necp-2021-2030_22c4e720196c516ab7d352597ec7b7a2.pdf

⁸³ <https://www.dgpm.mm.gov.pt/enm-21-30>

2024年12月には、ポルトガルの内閣が政令（Decree-Law No.26/2024⁸⁴）を採択し、洋上再生可能エネルギーに係る一般的なライセンス付与体制を確立した。当該政令では、空間計画、環境影響評価及び公募に係る手続が定められており、これによって、ポルトガルにおいても、REDとMSP指令の内容が国内の法制度に取り込まれることとなった。同政令においては、天然資源、安全及び海事サービス総局（DGRM: Directorate-General for Natural Resources, Safety and Maritiem Services）が、洋上風力の許認可について中心的な役割をもち、他の所管省庁との調整を図る組織となる旨位置づけている。

同政令は、競争的なオークションを権益の付与に係る主たる手段として位置づけており、入札は、価格に加えて、環境影響の回避や系統の安定化への貢献などの定性的な要件の組み合わせで評価される。支援については、双方向CfDによることが想定されている。

2025年2月には、「海洋再生可能エネルギーへの割当計画」（PAER: Plano de Afetação para as Energias Renováveis Offshore）⁸⁵が公表され、ポルトガルの大西洋沿岸の海域について、浮体式洋上風力と波力エネルギープロジェクトへの海域と容量の割当てが行われた。同計画においては、洋上風力発電の開発に2,711.6km²の海域を割当て、9.4GWの設備容量のポテンシャルを見積もっている。対象海域は、風力資源の利用可能性、水深、陸岸からの距離、環境面での制約及び系統連携の容易性を踏まえて選定されており、Viana de Castelo（0.8GW）、Leixoes（2.5GW）、Figueira da Foz（4.6GW）及びSines（1.5GW）が含まれている。（図15）

ポルトガルでは、2025年4月の命令（Order No 4752/2025⁸⁶）により、洋上風力発電について、一本化され連続的な2段階のオークションのモデルを導入した。同命令では、関係機関に対して、60日以内に公募の提案を準備し、180日以内にオークションのルールを含めた完全な文書を用意するように指示しているが、本レポートの作成時点において、いずれの文書も発出されていない。オークションの対象となる海域は、投資の規模と国内のロジスティクス及び産業の能力を考慮して、400MWから600MWの規模の洋上風力発電所を含むことが予定されている。これら中規模の洋上風力発電所の開発から始めることで、港湾や組立施設などの必要不可欠なインフラの開発を含めた段階的かつ持続可能な洋上風力発電の導入拡大につながることを期待⁸⁷している。

ポルトガルの産業及び港湾開発に係る政策は、NZIAとの整合が確保されており、欧州において、競争力のあるクリーン技術の製造拠点を構築することに焦点を当てている。ポルトガル政府は、浮体式洋上風力発電施設の浮体式基礎の建造、変電施設の組み立て及び専用船の建造への産業投資の促進を目指している。洋上風力の産業及びロジスティクスのハブとしての

⁸⁴ <https://files.diariodarepublica.pt/1s/2024/12/23400/0000200217.pdf?lang=EN>

⁸⁵ <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/resolucao-conselho-ministros/2025-914195020>

⁸⁶ <https://files.diariodarepublica.pt/2s/2025/04/077000000/0004900050.pdf?lang=EN>

⁸⁷ <https://strategicenergy.eu/offshore-wind-portugal-auction/>

整備を進めている Viana du Castelo 港、Aveiro 港及び Setubal 港について、イノベーション支援基金（FAI: Fundo de Apoio à Inovação）⁸⁸及び Compete 2030⁸⁹といった施策を通じた支援を行い、産業の集積を促進している。

空間計画に関して、ポルトガルは、法令（Decree-Law No 38/2015⁹⁰）により、欧州の MSP 指令を取り入れるとともに、閣僚理事会決議（Resolution No 203/2019⁹¹）により承認された国家海洋計画の配置図計画（PSOEM: Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional）に洋上風力を統合している。PSOEM は、洋上風力を含めた海洋に係る活動のための海域を特定しており、プロジェクトの立地への法的な根拠を提供するものとなる。2024 年に行われた PSOEM の更新においては、洋上風力の設置のための海域を指定しており、漁業や海運、環境保護との共存・両立を担保している。当該更新後の PSOEM においては、透明性があり予測可能な海域の割当を支援する環境・交通・社会経済学データの統合も行われている。ポルトガルの環境・エネルギー省（MAE: Ministério do Ambiente e Energia）は、2026 年の早期のタイミングで、これらの洋上風力向けの海域を再生可能エネルギー加速化区域に指定することを考えている旨を表明している。

⁸⁸ <https://www.bpfomento.pt/pt/pt/institucional/fundos-sob-gestao/fundo-de-apoio-ao-financiamento-a-inovacao/>

⁸⁹ <https://www.compete2030.gov.pt/en/home/>

⁹⁰ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/38-2015-66727183>

⁹¹ <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/203-a-2019-127659203>

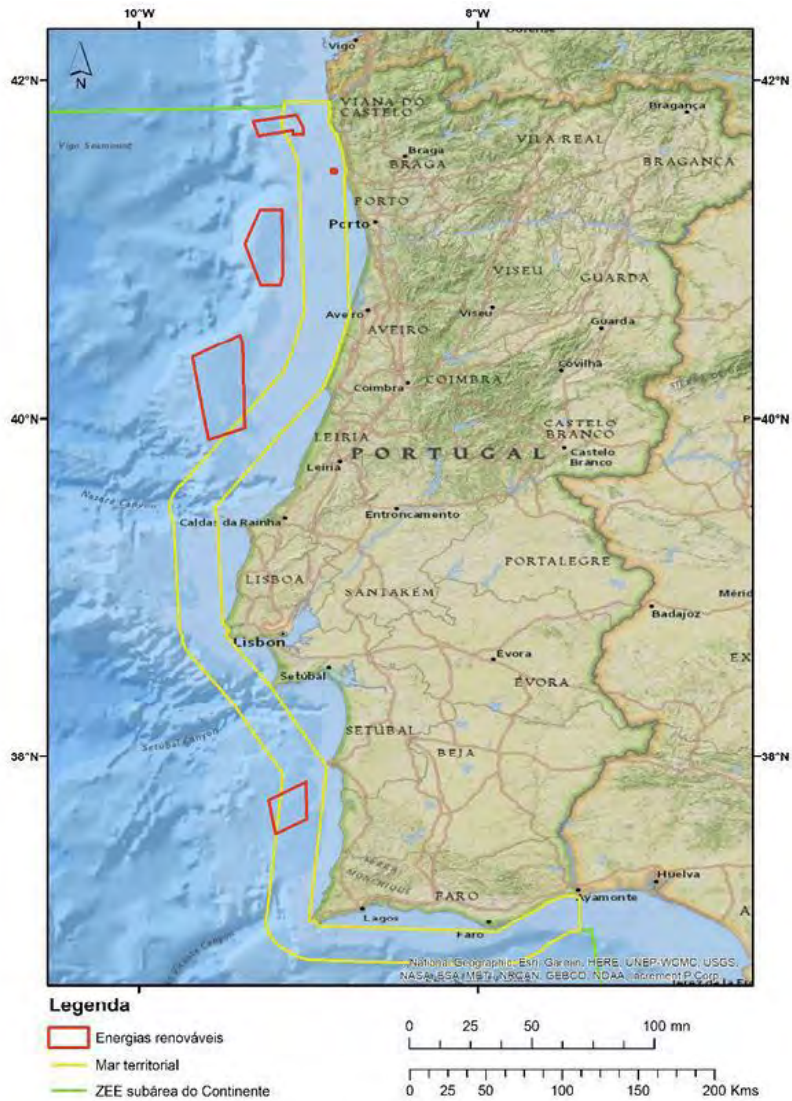


図 15 浮体式洋上風力・波力の割当海域 (PAER)

1.3.3.2. 支援措置

ポルトガルは、国家復興・強靭化計画（PRR : Plano de Recuperação e Resiliência）⁹²において、洋上風力発電向けに大規模な予算の割当をしていないが、送電網の現代化やデジタル化、イノベーション基金の措置を通じて洋上風力の普及にも貢献するテーマであるエネルギー移行をその中に位置づけている。

EU の投資を除くと、ポルトガルは、オークションによる民間資本の導入に多くを依存している。また、関連するインフラ整備やイノベーションの促進に関しては、EU の政策ツールも活用している。

⁹² <https://recuperarportugal.gov.pt/wp-content/uploads/2021/10/PRR.pdf>

ポルトガルにおける初めての洋上風力のオークションは、海域の割当ての後に CfD の契約に係る競争的な入札を行う二段階の一本化された連続的なモデルを用いることが予定されている。入札対象となる設備容量はおよそ 2GW で、系統と港湾の能力に合わせて、それぞれ 400 から 600MW の中規模の洋上風力発電所に分割⁹³される。CfD の設計においては、EU における非価格要件の導入に向けた全体動向を反映して、環境影響や地域経済への貢献、ポルトガルの SME の支援やサイバーセキュリティなどの非価格要件が導入されるものと見込まれている。当該オークションは 2025 年の末までに行われると期待されていたが、報告書の執筆時点において、正式な発表は何も行われていない状況となっている。

1.3.3.3. 産業政策及びバリューチェーン

ポルトガルの陸上風力関連産業は比較的発展している一方で、洋上風力、とりわけ浮体式については、まだ発展途上である。オフショア産業は、大型の浮体式基礎の建造や重量物の吊り上げに係る港湾インフラ、設置、運用、メンテナンスに係る専用船の利用可能性に課題があると認識⁹⁴しており、政策文書や市場分析において、港湾の開発、技能の向上、サプライヤーの集積を強調して行うことが、国内のプロジェクトの実施に必要であり、また、他の大西洋沿岸の市場への輸出の観点でも重要になることが強調されている。

様々な産業分析結果や港湾開発計画⁹⁵において、ポルトガルが投資を集中すべき分野として、大西洋に面した立地と既に確立された海事産業を活かした、浮体式基礎や係留システムの建造・組立、ロジスティクス能力の強化に能力構築のポテンシャルがあるとされている。しかしながら、欧州における他の確立された造船所や港湾との競争や能力強化に必要な資本の大きさを踏まえると、その実現のためには、NZIA やクリーン産業ディール、国家補助フレームワークなどの EU の産業政策とポルトガル自国の支援の活用が必要不可欠⁹⁶と考えられる。ポルトガルの NECP においては「海洋再生可能エネルギーは、高付加価値製品・サービスを成長する世界市場に輸出する競争力のある産業のポルトガルにおける発展につなげることができる可能性があり、それによってバリューチェーンの開発を加速化することも期待される」とされている。

⁹³ <https://strategicenergy.eu/offshore-wind-portugal-auction/>

⁹⁴ https://spea.pt/wp-content/uploads/2025/01/Report-Seabirds-and-Offshore-Wind-Development-in-Portugal_VFinal06Dez2024.pdf

⁹⁵ <https://www.rwe.com/en/press/rwe-offshore-wind-gmbh/2024-09-25-rwe-to-support-port-of-setubal-to-become-a-logistic-hub-for-floating-offshore-wind/>

⁹⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X18303932>

1.3.3.4. プロジェクトの計画と浮体式洋上風力の旗艦プロジェクト

TGS の 4C Offshore のデータによれば、ポルトガルには、24 件の洋上風力プロジェクトが存在⁹⁷するが、実際に運用が開始されているのは、WindFloat Atlantic⁹⁸プロジェクトの 1 件のみである。同プロジェクトは、Viana du Castelo 沖に位置しており、大西洋の環境条件におけるセミサブ型の浮体技術の実証を担っている。同プロジェクトは、3 基の浮体式洋上風力発電装置から構成され、合計 25MW の設備容量で、2019 年に系統連携され、2020 年に送電を開始した。

このプロジェクトの経験を踏まえ、PAER において指定された次期オークションのための海域では、より大型の浮体を、より多い基数設置することを狙い、実証の段階から、商用化準備段階又は商用化段階に進め、最大で 2030 年目標の 2GW の規模とする方針とされている。時間軸が進むにつれて、初期段階の参加者の一部は当該プロジェクトから距離を取っているが、電力事業者、産業コンソーシアム、ファンド及びインフラ企業を含む複数の企業が、ポルトガルの浮体式洋上風力発電事業に関心を示している⁹⁹。他方で、学術的・法律学的研究¹⁰⁰においては、数 GW の浮体式プロジェクトへの急速な規模の拡大は、環境への影響や公衆参加、経済的利益の分配の観点で問題を生じると指摘されており、将来の旗艦プロジェクトでは、広範な利害関係者の参画や透明度の高いガバナンスが求められると提起されている。

1.3.4. スペイン

1.3.4.1. 政策の枠組み

スペインは、最新版の NECP¹⁰¹の 1.4 項「革新的な再生可能エネルギー施設の開発」において、洋上風力を優先事項に挙げ、2021 年 12 月に策定された「洋上風力及び海洋エネルギーロードマップ」(Roadmap Offshore Wind and Marine Energy Spain)¹⁰²の目標を参照している。

同ロードマップは、EU の海洋再生可能エネルギー戦略を踏まえたもので、スペインの海域における洋上風力及びその他の海洋エネルギーの導入に係る戦略的な枠組を定めるものである。ロードマップでは、2030 年までの浮体式洋上風力発電の普及目標を 1-3GW と設定し、更に、その他の海洋エネルギー（波力や潮力など）についても 60MW の目標を定めている。

⁹⁷ <https://www.tgs4c.com/windfarms/portugal> (執筆時点のアクセス)

⁹⁸ <https://windfloat-atlantic.com/>

⁹⁹ https://spea.pt/wp-content/uploads/2025/01/Report-Seabirds-and-Offshore-Wind-Development-in-Portugal_VFinal06Dez2024.pdf

¹⁰⁰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X18303932>

¹⁰¹ https://commission.europa.eu/publications/spain-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en

¹⁰² https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/planes-estrategias/desarrollo-eolica-marina-energias/enhreolicamarina-pdf_accesible_tcm30-538999.pdf

公的資金については、2023年までに少なくとも2億ユーロを投資し、技術開発やインフラ整備などを支援を行うことを想定している。ロードマップでは、洋上風力・海洋エネルギーの導入は、環境に問題を生じることなく、また、海域の他の用途と整合的に進めるべきことが強調されている。

表6 ロードマップにおける2030年目標

	2030年目標	2030年リファレンス
洋上風力	1-3GW	世界全体の浮体式：5-30GW 欧州の浮体式：7GW 欧州の風力（浮体式・着床式）：60GW
海洋エネルギー	40-60MW	世界全体：10GW 欧州：1GW

近年になって、2024年9月の法令（Royal Decree 962/2024¹⁰³）の採択により、それ以前に洋上風力発電の商用化の遅延の原因となっていた制度面の不透明性が大きく軽減された。同令は、海上における再生可能エネルギー発電施設による発電に関する制度的枠組を新たに構築するものであり、すべての商用の洋上風力発電事業に対して、競争的な公募により、単一の制度の下で、再生可能エネルギーへの経済的支援、系統連系の権利、公的な海域の占有許可の優先的な取得に係る権限（ただし、海底面の占有許可については、別途、沿岸法に基づく評価が求められる見込み）を付与することが可能となった。同令は、環境影響の最小化、地域の雇用・産業の創出、他の海域利用との共存、解体に係る計画など、純経済的な要件を超えた社会・環境面での要件の入札への導入についても規定している。公共と民間の対話についても、入札に係るプロセスの一部になり得る。

同令の採択以降、洋上風力の普及に関して、具体的な進展は見られない。2025年後半の時点において、スペインではまだ商用化した洋上風力発電所は存在しない。業界は、同令に基づく最初の政令が発出され、オークションが開始されるのを待つ状況が続いている。業界の利害関係者は、更なる遅延を望んでおらず、スペイン政府に対して、制度に係る明確なスケジュールを示すことを求めている。既に法的枠組み、空間計画、手続面の前提条件は大部分が整っているものの、実際の商用プロジェクトの開発については保留された状態が続いている。

¹⁰³ <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/09/24/962>

1.3.4.1.1. 海事空間計画

欧州の MSP 指令は、法令（Royal Decree 363/2017¹⁰⁴）によって、スペインの法体系に組み込まれており、同令に基づいて、スペインにおける海事空間計画の枠組みが構築されている。同令では、5つのスペインの部分海域（北大西洋、南大西洋、海峡・アルボラン、レバンテ地方・バレアレス諸島及びカナリー諸島）ごとに、それぞれ別の海事空間計画を合計で5つ策定することとしている。

それを受け、スペイン政府は、2023年2月の法令（Royal Decree 150/2023¹⁰⁵）で、5つの部分海域にそれぞれ対応する5つの海事空間計画（POEM：Planes de Ordenación del Espacio Marítimo）を定めた。POEMでは、海域の利用において優先すべき用途に応じた分類を行っており、一般的な活動に用いる優先利用海域（ZUPER：Zonas de Uso Prioritario）と、洋上風力を含めたポテンシャルの高い活動を優先する高ポテンシャル海域（ZAPER：Zonas de Alto Potencial para la energía eólica marina）に分けている。

洋上風力に適した海域である ZAPER は、スペインの管轄下にある海域の約 0.46%、5,000km²に亘っている。ZAPER は、風力資源、水深、送電インフラへの近接性、海域の他の用途との両立に係る要件を満足している。スペイン政府の試算によれば、3GW の普及目標の実現のためには、1,000km²未滿の海域で十分であり、ZAPER は十分な広さを確保できていると考えられる。スペインは大陸棚の面積が狭いため、着床式の洋上風力発電施設を大規模に普及させることは難しく、浮体式洋上風力発電のポテンシャルを探求する必要があると広く理解されている。

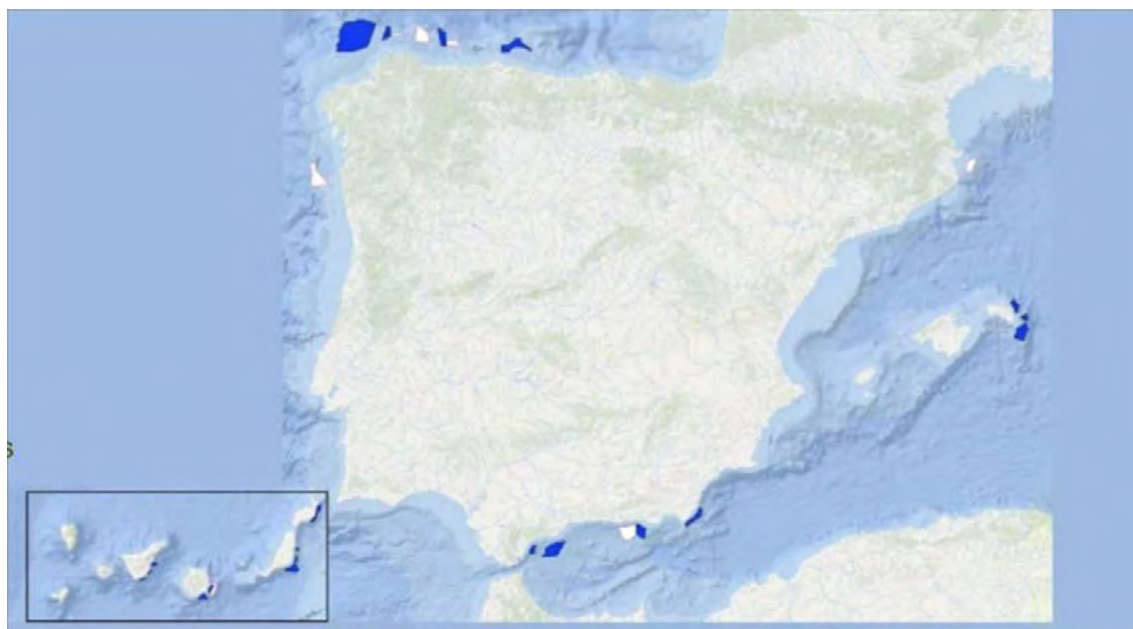


図 16 スペインの ZAPER（青色で示された海域）（MITECO）

¹⁰⁴ <https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/04/08/363/con>

¹⁰⁵ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2023-5704>

欧州委員会（EC）は、スペインの NECP の評価¹⁰⁶において「スペインの NECP は、改正 REDII に整合する形で、EU の 2030 年までの再生可能エネルギーの普及目標 42.5%の実現に適時かつコスト競争力のある形で貢献するためのスペインの政策及び施策について詳細な情報を含んでいる」としているが、一方で、スペインの NECP は「海域のゾーニングについての政策と施策に係る情報を含んでいるものの、許認可の加速化・簡素化のための再生可能エネルギー加速化区域をどのように導入するかについての具体的な情報が含まれていない」とも指摘している。

スペインにおいて再生可能エネルギー加速化区域を設定するためには、スペイン政府の多大な努力を要する。2026 年 2 月 21 日の締切はタイトであり、かつ、スペインにおいては、エネルギー政策、環境保護政策、空間計画の権限が様々な政府組織に分散しており、また、地域計画と環境保護は、自治州と自治体の権限となっている。

本レポート作成時点では上記の締切の直前であるが、スペインにより再生可能エネルギー加速化区域の設定が行われた事実は確認されていない状況である。

1.3.4.2. 産業政策及びバリューチェーン

「洋上風力及び海洋エネルギーロードマップ」においては、スペインの強力な陸上風力のサプライチェーン、確立した造船とその関連産業及び電気システム産業に基づく産業界にとっての大きな事業機会として洋上風力が捉えられている。また、スペインには、プラットフォームや試験海域を含む比較的進んだ海洋エネルギーに係る研究開発と試験に係る基盤が存在しており、海上防衛産業や港湾に係る産業も発展している。また、地元の産業の参画を促す制度の枠組も存在している。

製造・組立及びオペレーションのための港湾施設の改良・再利用、造船分野における新たな修繕・維持管理市場の創出、世界の洋上風力市場での経験を有する国内のエンジニアリング企業による国内市場への関与の拡大などが、主な事業機会として認識されている。

スペインの造船及び港湾産業は、石油ガス産業向けの支援船の経験や、海洋ドローン、オフショア産業向け機器類、特殊船の艀装品分野での強みを活かして、洋上風力分野でも競争力を発揮できるものと見込まれている。

同ロードマップによれば、スペインの造船所は、港湾に近いという立地の優位性や、金属の加工にかかる専門性を活かして、すでに大型のオフショア構造物や風力発電部品の製造に進出を始めている。港湾については、洋上風力部品の大きさや重量に対応するために、載荷

¹⁰⁶ https://commission.europa.eu/publications/commission-assessment-final-updated-national-energy-and-climate-plan-spain_en

重量の大きな船舶のアクセスや広大な貯蔵スペース、クレーンの吊上げ能力、海洋開発専用船の受入れなどのための改良が求められるが、それらの改良を行うことで、洋上風力エネルギーに係るバリューチェーンにおいて、競争力を向上することが期待される。

スペインの洋上風力セクターは、研究開発・イノベーションについて高い能力を有しており、洋上風力に関連した研究において欧州でトップ3に入る投資を行っており、2006年以降、800件を超える知的財産権を保持している。その結果として、陸上の風力については、スペインの国内産業は、そのバリューチェーン全体の供給を行うことができる体制となっている。また、スペインは、浮体式洋上風力向けの革新的な浮体式基礎（プラットフォーム）について、世界最大級の数の設計を開発している。世界で稼働している27種類の浮体の設計のうち、7種類がスペインの保有する知的財産権に基づくものである。それらの多くは、浮体式洋上風力発電のコスト低減を目指した革新的なプロトタイプである。

スペインには、7つのエネルギーに関連した研究開発等に係る施設が存在し、そのうち3つがテストセンターである。それらテストセンターは、洋上風力、海洋エネルギー施設やプロトタイプを海域で試験するために必要な要素を備えている。ビスケー海洋エネルギープラットフォーム（BiMEP: Biscay Marine Energy Platform）¹⁰⁷は、水深50mから90mの実海域での試験海域を保有しており、系統への接続も可能で、浮体式洋上風力発電向けの浮体の実証・検証が可能となっている。また、公共事業に係る研究・実験センター（CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas）¹⁰⁸では、洋上風力発電機やその他の装置の開発促進のため、着床式・浮体式の基礎に係る試験が可能である。また、海洋エネルギーの実験海域であるPunda Langosteira¹⁰⁹は、現時点においては、海洋エネルギー発電装置の技術開発や運用を行うためのインフラを有しているところ、洋上風力のためにも使用できるようにするための許可の見直しが行われている。

1.3.4.3. 支援措置

「洋上風力及び海洋エネルギーロードマップ」においては、スペインの洋上風力プロジェクトが活用できる可能性のある次のような支援の枠組みが列挙されている。

¹⁰⁷ <https://www.bimep.com/en/>

¹⁰⁸ <https://www.cedex.es/presentacion>

¹⁰⁹ <https://www.inega.gal/es/proyectos/zona-experimental-energias-marinas>

1.3.4.3.1. グリーンボンド

スペイン政府は、公的・民間ファイナンス向けにグリーンボンドの市場開発を推進している。グリーンボンドは、環境にやさしい投資案件のファイナンス又はリファイナンスに活用可能である。

1.3.4.3.2. 研究開発・イノベーション支援

スペインの研究開発支援は、CDTI (Centre for the Development of Industrial Technology) がその実施を担っている。CDTI は、プロジェクトの成熟度や市場投入までの道筋に応じて、様々な補助プログラムを用意している。

ここでは、洋上風力発電プロジェクトに係る技術開発において活用できる可能性がある支援メニューを紹介する。

1.3.4.3.2.1. 研究開発補助

研究開発への補助は、次の2種類の仕組みに基づいて行われてきた (2017年から2020年までの総額は、およそ3千万ユーロ)。

部分返済補助

融資期間10年又は15年、据置期間2年から3年の固定金利融資により事業費の85%の資金を供給 (少なくとも15%は事業者の自己資金が必要)。また、支援の総額のうち10%から33%を償還義務のないトランシェとする。

CDTI R&D プロジェクト

- CIEN プロジェクト¹¹⁰：産業界の協力体制によって実施される大規模な研究開発プロジェクトであり、国際的なインパクトを与えるポテンシャルを有する将来の戦略分野の研究に焦点を当てたもの。本プログラムに応募したプロジェクトは、①ビジネスプランの評価、②技術・イノベーションの価値の評価、③プロジェクトのコンソーシアムの能力、④社会経済・環境への影響の評価の4つのカテゴリーの評価基準に基づいて評価される。
- R&D プロジェクト：生産プロセスや製品又はサービスの創出又は相当な改善を目的とした企業による研究開発プロジェクトへの支援。

¹¹⁰ <https://www.cdti.es/en/ayudas/cien>

- Cervera Transfer プロジェクト¹¹¹：国家レベルの技術センターとの協力により、Cervera 最先技術（先進材料、循環型経済、エネルギー移行、スマート製造、健康科学技術、安全で健康な食糧チェーン、深層学習・AI、先端モバイルネットワーク、スマート交通、情報保護、量子コンピューティング）の開発を行う企業による研究開発プロジェクトを支援。

補助

- 科学・イノベーションミッション¹¹²：主な戦略イニシアチブを支援するもので、産業調査に焦点を当てている。スペインの経済と雇用にとって重要な分野における将来の課題に対応するための最新のトレンドや開発、科学技術課題に係る調査が対象。

1.3.4.3.2.2. 革新技術の公共調達

市場化前のプロトタイプを CDTI が購入し、社会ニーズに対応する革新技術（製品又はサービス）の試験を実施する枠組みも存在。開発されたプロトタイプは、スペインの公的機関による検証に供される。プロトタイプは技術検証の目的のみに使用され、商業的な目的には利用されない。

1.3.4.3.2.3. イノベーション補助

市場化に近く、リスクが中程度又は低いプロジェクト（新規技術の活用による競争力強化につながるもの）を対象に支援を行う。支援は、プロジェクトコストの 75%を部分返済補助の形でカバーする（金利は融資期間に応じて変動、小規模な償還義務のないトランシェ（ERDF が協調融資する場合、2%又は 5%））。

1.3.4.3.2.4. 欧州地域開発基金（ERFD : European Regional Development Fund）

欧州地域開発基金（ERFD）は、地域間の均衡を確保することで、EU 内の社会・経済的な結束性を強めることを目的としている。ERFD は、低炭素経済の実現や研究開発イノベーション、デジタル化、SME 支援を促進するものであり、スペインは、ERDF と協調した資金供給をエネルギー多角化・省エネ機構（IDAE : Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía）を通じて行う仕組みを、再生可能エネルギー発電向けに構築している。この枠組みの中で、IDAE は、系統への統合やエネルギー移行に影響される地域への支援に係る EU の最新の要件

¹¹¹ <https://www.cdti.es/en/ayudas/cervera-transfer-rd-projects>

¹¹² <https://www.cdti.es/en/ayudas/science-and-innovation-missions-2025>

に適合する革新的な再生可能エネルギープロジェクトへの支援を行うプログラムの開発を行っている。

支援は、補助の形式で行われ、補助率は支援対象コストの 10%から 80%とされている。支援対象は、各自治州ごとに行われる公募を通じて選定される。総予算は 3.16 億ユーロと想定されており、その一部は、イベリア半島外の既存プロジェクトの支援に充てられることとなる。水素の生産や水素によるエネルギー貯蔵の有無に関わらず、洋上風力発電プロジェクトも支援対象となる要件に合致するが、これまでの支援対象事業に洋上風力発電プロジェクトは含まれておらず、サプライチェーン、製造業、海洋エネルギーの技術開発、電力貯蔵・電力網の統合に焦点が当てられている。

1.3.4.3.2.5. PORT-EOLMEAR

2025 年 7 月にスペイン政府は、洋上再生可能エネルギーのための港湾の改良に 1.6 億ユーロを投資する意向を表明した。

これを受けて新たに立ち上げられた PORT-EOLMER イニシアチブ¹¹³は、IDAE によって管理され、洋上風力・海洋エネルギー分野のためにスペインの港湾インフラの強化を行うためのものとして設計されている。当該イニシアチブは、大規模な洋上風力発電タービンや海洋エネルギー発電施設の建造、組み立て、維持管理に必要なロジスティクスやサプライチェーンを強化することを目的としている。

予算については、1.6 億ユーロを超える補助（EU の NextGenerationEU 基金からスペインの復興・転換・強靱化計画を通じて確保）を、巨大なオフショア部品等を取り扱うことができるような岸壁や後背地及び関連するロジスティクス用施設の新設や改良に対して投じることがを予定している。

支援の条件のうち重要なものとして、支援対象の港湾プロジェクトは、必ず、支援と同規模以上の民間投資を確保する必要がある点である。民間投資は、製造プラントやオペレーション基地などに充てられることが想定されており、少なくとも 10 年間、運用を維持することが要件となっている。また、EU の「Do No Significant Harm (DNSH)」の原則に沿った環境・持続可能性基準に厳格に適合することも求められている。補助対象は、プロジェクトの成熟度やプロジェクトによって実現されるロジスティクス能力の規模、雇用創出などの正の外部影響などの評価項目をもとにした公募による競争を経て選定される。

¹¹³ <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/transicion-ecologica-adaptacion-puertos-energ%C3%ADa-eolica-marina-prtr>

すでに進行中のプロジェクトについても、その開始が 2022 年 2 月 1 日以降であれば対象となり得る。ただし、補助対象となる経費は、応募が正式に IDAE に登録された日以降に生じたものに限られる。

1.3.5. その他

本項においては、EU 加盟国のうち、これまで触れていないが、浮体式洋上風力発電等についての動きがみられるマルタ、スウェーデン、ギリシャ、アイルランド及びエストニアについて、概略をまとめる。

1.3.5.1. マルタ

マルタは、2030 年までに 50MW、2040 年までに 350MW の浮体式洋上風力発電を導入することを目標としている。マルタ政府は、2024 年 12 月に 280MW から 320MW の浮体式洋上風力発電を対象とした同国初となるオークションを開始しており、地元及び地域のデベロッパーが参画している。

オークションの手続は 3 段階に分かれており、予備資格審査（PQQ: Preliminary Qualification Questionnaire）、対話への参加招待（ITPD: Invitation To Participate in Dialogue）及び最良・最終オファー（BAFO: Best and Final Offer）を経て、事業者を選定することとなる。

2024 年 12 月に行われたのは PQQ であり、2025 年 6 月の締め切りまでに 3 事業者が応募した旨公表されている。その後のスケジュールは現時点では公表されていない。

1.3.5.2. スウェーデン

スウェーデンは、正式な洋上風力のオークションのスケジュールを定めていないが、オーランドアポリシーにより、随時の入札を受け付けている。2024 年に、スウェーデン軍は、複数の浮体式を含む 13 件の洋上風力サイトについて拒絶し、浮体式の Poseidon プロジェクト、着床式の Galatea-Galene プロジェクト、Kattegat Syd プロジェクト及び Kriegers Flak プロジェクトのみが認められた。その他、いくつかのサイトについては評価中とされている。

1.3.5.3. ギリシャ

ギリシャ政府は、2030 年までに少なくとも 2GW の洋上風力を導入するという目標を立てているが、現時点までにおいて、まだ公募は行われておらず、海域の付与もなされていない。

当初のプロジェクトは着床式が想定され、その後、中長期的に浮体式に移行していくことが想定される。

1.3.5.4. アイルランド

2022年12月に、海洋再生可能電力支援スキーム（ORESS: Offshore Renewable Electricity Support Schemes）に基づく最初の公募が開始され、2023年6月に、4事業者を選定している。設備容量は合計3.1GWで、平均価格は€86.5/MWhである。

その後、長期的な視点から、海洋空間利用計画（DMAP: Designated Maritime Area Plan）を前提とした第2フェーズの枠組みが2023年3月に構築されており、当該フェーズにおいては、2回の公募が予定されているところ。

第2フェーズにおける第一弾の公募となる ORESS2.1 公募は、900MW の設備容量について、20年間の双方向 CfD（上限€150/MWh）として公募され、2025年12月に、€98.719/MWh で落札されている。

浮体式については、P2X など系統接続を前提としない形で、南西沖において2GWの導入を想定しており、フェーズ3として今後制度の構築と公募が見込まれている。

産業政策については、2024年及び2025年を対象とした洋上風力産業戦略を2024年3月に公表しており、その中で、研究開発に焦点を当てつつ、産業育成に注力する方針を示している。

1.3.5.5. エストニア

Oxan の900MW のAvara 浮体式洋上風力プロジェクトが、エストニアにおける開発権を付与されており、2036年までの運用開始が計画されている。

1.4. ノルウェーの洋上風力関連政策

ノルウェーが接する北海及び大陸棚は、風況の良さと広大な海域によって、世界の中でも洋上風力発電のポテンシャルが最も大きい地域の一つと認識されている。

ノルウェー政府は、2040年までに30GWの洋上風力を導入するために十分な海域を割り当てるという長期目標を定めている。

ノルウェーは、浮体式洋上風力を遠い未来のものとは考えておらず、すでに浮体式洋上風力発電の実証等を進めており、その中には、現時点で世界最大の浮体式洋上風力発電所であるHywind Tampenも含まれている。2025年時点において、Hywind Tampenは、58.4%という非常に高い設備利用率を実現し、95.2%の稼働という高い信頼性を示している。これにより、ノルウェーの環境条件において、浮体式洋上風力技術が良く機能することが証明された¹¹⁴。

さらには、2つの海域が正式にライセンス付与の対象として公表された。一つは着床式向けのSørlige Nordsjø IIで、もう一つが浮体式を想定したUtsira Nordである。ノルウェー初の商用化のための洋上風力のライセンスが、2024年にSørlige Nordsjø IIに対して付与され、ノルウェーで最初の大規模な洋上風力発電向けのライセンス付与済みの海域となった。他方で、浮体式のUtsira Nordについては、ライセンス付与に加えて、国家補助による支援スキームを導入することとした。欧州の自由貿易協定・欧州国家補助のルールに照らして承認された当該支援スキームは、浮体式洋上風力発電のより高い開発コストとリスクに対する支援を提供することを狙っている。

ノルウェーの洋上風力は、パイロット規模から、商用化の初期段階に進みつつある。法的な枠組と、ライセンスラウンド、補助の枠組み及び運用中の最初の洋上風力発電所の存在によって、ノルウェーは、その海洋資源、産業基盤、海洋騎亜発の経験を活かして、今世紀半ばまでに競争力のある洋上風力セクターを構築できる位置にあると考えられる。

1.4.1. 政策の枠組み

ノルウェーにおいて、洋上風力発電施設にライセンスを与える権限は気候・環境省（KLD：Klima- og miljødepartementet）にある。また、技術面については、ノルウェー水資源・エネルギー局（EV：Energi- og vannressursavdelingen）がKLDを支援することとされている。

ノルウェーの洋上風力発電に係る法的枠組みは、2010年の海洋エネルギー法（Havenergilova/ Offshore Energy Act）¹¹⁵に根差しており、同法によって、海域における再生

¹¹⁴ https://www.norwegianoffshorewind.no/news/strong-results-for-hywind-tampen?utm_source=chatgpt.com

¹¹⁵ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2010-06-04-21>

可能エネルギーの開発に係る排他的な権限を国に帰属させている。同法の適用範囲は、海岸線の外側の海域と大陸棚を基本としており、内水への適用も可能とされている。同法によって、海上における再生可能エネルギーの開発に係る法的基盤が整備された。同法は、2020年の海洋エネルギー法施行令（Royal Decree ‘Regulations to the Offshore Energy Act’¹¹⁶）に基づく詳細なライセンス付与及び規制に係るルールによって補完されており、同令により、海域の割当て、環境影響評価、ライセンスの応募及び施設の認可に係る具体的な手続が定められている。

2022年には、海洋エネルギー法の改正¹¹⁷が行われ、2023年1月1日から施行された。同改正により、エネルギー省（Energidepartementet）に同法に基づく海域の公募を公表・招請する権限を与え、また、同省に対して海域の割当ての方法について大きな裁量を与え、より予見性がある公募及びライセンス付与手続を定めた。また、改正後の枠組みにおいては、プロジェクトのライセンス付与の前に環境影響評価及び戦略的環境評価（SEA: Strategic Environmental Assessment）のような基礎的な予測分析を行うこととし、公募手続に当たり、その後の予見性を高めている。

また、2022年10月には、ノルウェーは、エネルギー規制当局を対象に、ライセンス手続を加速化し、改善するための強化プログラムを立上げ、関連予算を1.65億NOK以上積み増した。積み増された予算には、洋上風力とその許認可の手続のために増加した業務不可に対応するための外部専門家の登用及び政府の人員増強のための2,000万NOKが含まれていた¹¹⁸。

現行の制度においては、洋上風力のライセンスは、オークションといった競争的な手続を経て付与されることとされている。入札を行う者は、技術面・金融面の能力、労働安全衛生基準（HSE Standard）への適合を含めた要件に適合することが求められる。

一方で、浮体式洋上風力などの革新的なプロジェクトをはじめとした特殊なケースにおいては、エネルギー省は、価格を基準としたオークションよりも、定性的な非価格要件に基づいて海域の割当てを行うことも可能とされている。これらの非価格要件には、技術的イノベーションや成熟度、持続可能性、産業的価値などを含めることができ、初期段階の技術開発の促進に必要な柔軟性を確保することができる。

¹¹⁶ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2020-06-12-1192>

¹¹⁷ <https://www.regjeringen.no/contentassets/e1061b8edad341d08a98d846bf699897/nn-no/pdfs/prp202120220143000dddpdfs.pdf>

¹¹⁸ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-styrking-150-millionar-kroner-til-raskare-utbygging-av-fornybar-energi/id2932290/>

1.4.1.1. 海域のゾーニング及びプロジェクトへのライセンス付与の状況

2022年に、ノルウェー政府は、海洋エネルギー法に基づいて、Utsira Nord と Sørlige Nordsjø II の2海域について、洋上風力を含む洋上での再生可能エネルギーの開発のためのライセンスの申請対象として公表した。

Utsira Nord は、Utsira 及び Haugalandet の西、ノルウェーの西海岸沿いに位置している。海域は 1,010km² を占めており、水深が平均 267m であるため、浮体式洋上風力に適した海域とされている。

Sørlige Nordsjø II は、南ノルウェー沖の北海、ノルウェーとデンマークとの境界に位置している。海域は 2,591km² を占め、水深は 53m から 70m と比較的浅いため、着床式に適した海域である。当該海域は、最大 3GW の洋上風力発電施設を設置可能と想定されている。



図 17 Utsira Nord 及び Sørlige Nordsjø II を示す地図 (Haavind.no)

これら2海域を対象に、ノルウェー初の洋上風力発電に係る入札が 2023 年 3 月に開始された。

Sørlige Nordsjø II に対しては、ノルウェー政府は、競争的なオークションのモデルを選択した。オークションの結果は 2024 年 3 月に公表され、Ventyr SNII AS 社が海域のライセンスを取得した。これは、ノルウェーとして初めての商用スケールの洋上風力に対するライセンスの付与であり、ノルウェーにおける洋上風力市場の確立に向けて重要な一歩となっている。

Utsira Nord の公募手続は別の経過を辿ることとなった。当該海域は浮体式を想定したものであるため、政府は、その開発プロジェクトを経済的に成り立たせるための支援制度を適用することとした。それを受けて、公募については、最終的に、政府が補助制度を設計して

ESA（欧州貿易協定監視当局、European Free Trade Agreement Surveillance Authority）に通知するために、2025年まで延期されることとなった。

補助制度の適用を踏まえ、公募については、2段階のフェーズを経ることとなった。まずは、定性的な要件に基づく海域の割当が行われ、その後に、次のフェーズとして、第一段階で選定された開発事業者が、政府の補助制度の対象となるためのオークションに参加することとなる。

2025年5月19日に、エネルギー省は、Utsira Nordの公募を正式に再開し、それぞれ最大500MWの3海域を公募の対象¹¹⁹とした。2025年9月15日の締切までに、2つの産業コンソーシアムが応募しており、ノルウェーで勃興する浮体式洋上風力分野に引き続き強い関心が寄せられていることが表れている。その後、2025年12月に、当該2コンソーシアムが、それぞれ当該応募した海域の割当を受けた¹²⁰。これらのコンソーシアムは、プロジェクトに特化した影響評価プログラムを提出し、アセスメントを実施し、ライセンスの申請が可能である。ライセンスの申請については、影響評価の承認を受けてから2年以内に行わなければならないこととされている。

支援制度は、浮体式洋上風力発電プロジェクトに対して、最大350億NOKの公的支援を可能としている（詳細は後述）。

これらの公募に並行して、ノルウェーは、長期的な視点での洋上風力の拡大に向けた取り組みも行っている。VEは、将来の開発ポテンシャルのある追加的な海域の特定した。これらの候補海域のうちの3つ（Vestavind F、Vestavind B及びSørest F）については、現在、環境影響及び海域の利用に係る戦略的な評価が行われている段階にあり、その結果を踏まえて、これらの海域を洋上風力のための海域として公表してよいかどうかの判断が今後行われることとなる。

1.4.2. 支援措置

ノルウェーにおける支援措置の枠組は、以前の初期段階の政策に基づくものから、最近、大きく変化した。

Utsira Nord 海域における浮体式洋上風力発電施設に対しては、ノルウェー政府は、従来の純粋なライセンス付与のモデルのみに依拠するのではなく、専用の国家補助モデルを導入することとした。この資金提供の枠組については、2025年に正式にESAに通知され、浮体式

¹¹⁹ <https://www.regjeringen.no/en/topics/energy/renewable-energy/havvind/utsira-nord/id3052997/>

¹²⁰ <https://www.regjeringen.no/en/whats-new/energidepartementet-vil-tildele-to-prosjektomrader-for-havvind-i-utsira-nord/id3142741/>

洋上風力発電事業者が投資への公的な支援を受けることが可能となった。当該国家補助モデルにおいては、入札の過程において複数のプロジェクトが支援の獲得を巡って競争し、プロジェクトの実現に要する支援の額が最も少ないプロジェクトが勝者となって支援を受けることとなる。ノルウェー政府は、コスト効率性と競争を確保しつつ、初期段階の浮体式洋上風力発電技術の支援を行うことを意図しており、プロジェクトが受けられる補助について 350 億 NOK の上限が設けられている。

Sørilige Nordsjø II 海域の着床式洋上風力発電に対しては、浮体式とは異なった支援の枠組みが採用されている。その枠組みにおいては、開発事業者がプロジェクトの建設及び運用に係る権利を得るために入札を行う競争的なオークションを通じて海域の割当が行われる。Sørilige Nordsjø II を落札した事業者は直接的な公的支援を必要としなかったものの、ESA は、入札の枠組みの設計の一部となり得る CfD のスキームについて、2023 年に承認を行っている。これによって、海域の割当に当たって、引き続き、市場が主導する形での競争に主に依存することとしつつ、着床式洋上風力発電プロジェクトが売電価格の安定性を必要とする場合の選択肢が利用可能となっている。

これらの動きを総合すると、ノルウェーは、以前のライセンスの付与に厳格に基づく枠組みから、競争的な国家補助とライセンスの付与手続を組み合わせた枠組みに移行していることが見て取れる。当該新たな枠組みは、技術の成熟度とコストが主な課題として残されている浮体的洋上風力発電にとって特に重要である。他方で、着床式洋上風力プロジェクトについては、必要に応じて支援スキームを使うことができるものの、市場の条件での競争の準備がより整っている。このように二つの枠組みを用いることで、ノルウェーは、競争性と制度面での透明性を維持しながら、浮体・着床それぞれの技術面・経済面の特徴に応じた支援を設計することが可能となる。

ノルウェーにおいては、洋上風力発電のサプライチェーンや港湾インフラの開発に特化した特定の基金などは存在していない。他方で、それらの用途にも利用可能な公的支援は複数存在している。例えば、ノルウェー政府は一般的な港湾インフラへの補助スキームを運営しており、ノルウェーの港湾の効率化やデジタル化、環境パフォーマンスの改善などへの支援¹²¹を行っている。支援措置は技術中立に設計されており、洋上風力のロジスティクスや重量物の吊上げオペレーション、作業船へのサービスを行うための準備を進める港湾に対する支援を行うことも可能となっている。

¹²¹ https://maritimeoptima.com/maritime-news/norwegian-government-allocates-record-nok-155-million-to-greener-port-projects?utm_source=chatgpt.com

1.4.2.1. Enova

Enova SF¹²²は、2001年に気候・環境省のもとに設立されたノルウェーの国営企業であり、環境にやさしいエネルギーの生産、GHGの排出削減、気候技術ソリューションの開発などを担っている。Enovaの支援プログラムは、初期段階の技術開発から、大規模なエネルギープロジェクトの市場投入に先立つ実証まで、イノベーションについて幅広い支援を提供している。Enovaは以前より洋上風力、特に浮体式洋上風力発電技術への支援に重要な役割を果たしており、代表的な例として、Hywind Tampenへの23億NOKの支援¹²³が挙げられる。最近では、Enovaの役割は、商業化した洋上風力の完全な導入への支援から、技術イノベーションやコスト削減策、パイロット事業から実証事業までの支援に移行してきている。

2024年6月に、Enovaは、浮体式洋上風力発電に特化した新たな支援プログラム¹²⁴を立ち上げた。当該プログラムは、後期の技術開発後期とデモンストレーションを支援対象とし、公募当たり最大20億NOKの事業を採択する予定である。具体的な支援対象としては、浮体式洋上風力技術の成熟、産業スケールの機器の試験、デジタル・系統統合技術の検証、建設・運用コストの低減に焦点を当てることとしている。当該プログラムにより、Enovaは、浮体式洋上風力のバリューチェーンへの支援を大幅に強化したことになる。

Enovaの支援を受けるプロジェクトについては、ノルウェーの領海・EEZで行われるか、又は、ノルウェーの産業の開発に貢献するものでなければならないこととされている。補助対象事業者には、機器のサプライヤーやエンジニアリング会社から、次世代の浮体式基礎、係留技術又は設置技術の開発を行う大規模な産業コンソーシアムまで、幅広く含めることができる。

また、Enovaは、特定の分野に特化していない一般的な技術開発プログラムにおいても、着床式・浮体式の革新的な洋上風力コンセプトに対する支援を、引き続き行うことが可能である。ただし、当該プログラムは、発電への支援に特化するのではなく、より広い産業の能力構築を行うというノルウェーの政策を反映し、海事ソリューション、サブシー技術、デジタル化、水素の統合、系統・海洋ハイブリッドシステムなどの分野横断的なイノベーションに重点を置くこととなっている。

¹²² <https://enova.no/nb/om-oss>

¹²³ <https://breakbulk.com/articles/enova-approves-hywind-tampen-project>

¹²⁴ https://enova.no/nb/bedrift/industri/stottetilbud-innen-industri/konkurransen-om-stotte-til-smaskala-flytende-havvindprosjekter?utm_source=chatgpt.com

1.4.2.2. 研究委員会（Research Council）

ノルウェー研究委員会（RCN: Research Council of Norway）¹²⁵は、洋上風力に係る研究及びイノベーションへの資金供給に対して中心的な役割を果たしている。RCN による支援プログラムは、初期段階の技術開発や実証、海事オペレーション、浮体式洋上風力に係る調査研究及びサプライチェーンのイノベーションを対象としている。プロジェクトについては、その多くが、産業界と研究開発機関（SINTEF、NORCE や NTNU）との連携によって実施されている。

グリーンプラットフォームイニシアチブ¹²⁶は、産業界が主導する大規模なグリーン移行プロジェクト向けの枠組みとして重要である。洋上風力の分野においては、例えば、Vard Group が主導する Ocean Charger プロジェクトへの支援を行っている。同プロジェクトは、海事オペレーションのゼロエミッション化を実現するため、洋上での船舶向けの充電システムを開発している。プロジェクトは 2023 年に開始され、2025 年を通じて継続されている。RCN は当該プロジェクト、オフショア分野の電化に係る旗艦的な実証事業の一つとして位置づけている。

また、RCN は、産業向けのイノベーションプロジェクト（IPN）¹²⁷を通じて、産業界が主導する洋上風力に関連した新技術の開発プロジェクトを支援している。IPN の対象プロジェクトには、研究機関が深く参画することが多い。支援対象となっているプロジェクトには、例えば、Vard Group が主導して SOV 向けの省エネルギー型 HVAC システムを開発する ICHzero プロジェクトや、DOF Management による洋上風力発電タービンのメンテナンスのための新たな吊上・ハンドリングシステムの開発などがある。いずれのプロジェクトも、試験・検証段階まで進行している。

加えて、RCN は、環境にやさしいエネルギー調査センター（FME : Centres for Environment-Friendly Energy Resesarch）¹²⁸を通じて、長期かつ分野横断的な研究への資金提供も行っている。洋上風力に最も関連性が高いセンターは、ノルウェーの国営の洋上風力関係の研究ハブである FME NorthWind で、2021 年から 2028 年まで運営されることとなっている。NorthWind は、浮体式洋上風力発電の浮体式基礎や、海底送電網、環境影響、デジタルソリューション及びコスト削減に係る基盤的な研究を実施しており、Unsira Nord の公募開始に伴い、産業界との連携を拡大した。

¹²⁵ <https://www.forskningsradet.no/en/>

¹²⁶ <https://www.forskningsradet.no/en/financing/green-platform-initiative/>

¹²⁷ <https://www.forskningsradet.no/en/financing/industry/innovation-projects/>

¹²⁸ <https://www.forskningsradet.no/en/financing/what/fme/>

RCN、Innovation Norway 及び Enova が共同で運営する Pilot-E Programme¹²⁹は、短い手続でアクセスできる 3 組織協調的な資金の提供を通じて、エネルギー技術の市場への導入を加速化する役割を担っている。近年の公募においては、浮体式洋上風力発電の開発を支えるデジタル化、海事ロジスティクス、低排出の船舶ソリューションを含む洋上風力に関連付けられたイノベーションへの支援を重視している。

RCN は、洋上風力発電技術の試験に必要な研究インフラへの投資も行っている。海洋エネルギー試験センター (MET Centre)¹³⁰は最も代表的な例であり、RCN の支援を通じて、MET Centre は施設を拡大し、より大きな洋上風力発電施設や先進的なサブシステムシステムの試験が可能となっている。それにより、ノルウェーの海域において、新たなコンセプトをフルスケールで実証することができる。

最後に、RCN は、浮体式構造物、環境調査、サブシーパワーシステム、デジタルツイン、サプライチェーンの開発を含めた洋上風力に関連する幅広いトピックを対象にできる一般的な技術開発補助も継続して提供している。最近の公募は、ノルウェーの洋上風力ロードマップの更新を反映しており、浮体式洋上風力のコスト削減や他の海洋の利用との共存、次の 10 年間に商業化が可能な技術により強く焦点を当てている。

1.5. 英国の洋上風力関連政策

1.5.1. 英国の環境関連施策の変遷

英国は、2020 年 11 月に「グリーン産業革命のための 10 項目の計画 (10 Point Plan)」を発表し、2050 年までの温室効果ガス排出ゼロの達成に向けた政策を示すとともに、洋上風力について、2030 年までに 40GW の導入を行う目標を導入した。

その後、2022 年 2 月のロシアによるウクライナ侵略を受け、エネルギー価格の高騰への対策を含めてエネルギー安全保障の確保が急務となり、同年 4 月に「エネルギー安全保障戦略」を公表し、化石燃料からの脱却及び国産エネルギーの増強のため、洋上風力発電の目標を 2030 年までに 50GW に引き上げるとともに、そのうち 5GW を浮体式洋上風力発電とする目標の導入を行った。

2024 年 12 月に発足した労働党政権においても、洋上風力発電に係る導入目標は維持されており、その後の「クリーンパワー2030 計画」及び「産業戦略」「セクタープラン」にお

¹²⁹ <https://stip.oecd.org/moip/case-studies/2>

¹³⁰ <https://www.norwegianoffshorewind.no/about/initiatives/met-centre/>

いて、再生可能エネルギーの導入を加速する政策を講じるとともに、クリーンエネルギーへの移行を経済成長の柱として位置づけた政策がとられている。

本項においては、これらの施策のうち、労働党政権発足後の政策動向と、「クリーンパワー2030 計画」、「産業戦略」及び「セクタープラン」について詳述する。

2020年 11月	「グリーン産業革命のための10項目の計画（10 Point Plan）」発表 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2050年までの温室効果ガス純排出ゼロの達成に向けた具体的項目 ✓ 風力：2030年までに40GWの洋上風力発電を導入。 	
2021年 10月	「ネットゼロ戦略」発表 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2035年までに電力システムを脱炭素化 	
2021年 10月～11月	英国でCOP26開催、「グラスゴー気候合意」採択 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 世界平均気温の上昇を産業革命前に比べて1.5度以内に抑える努力を追求。 ✓ 排出削減対策がない石炭火力発電の段階的な削減、化石燃料補助金の段階的廃止 ✓ → (英国の政策) 2024年までに石炭火力の廃止 	
2022年 4月	「エネルギー安全保障戦略」発表 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 化石燃料からの脱却と国産エネルギー増強に向けた新たな戦略 ✓ 風力：2030年までに50GWの洋上風力発電を導入（うち5GWは浮体式） 	2022年2月 ロシアによるウクライナ侵略開始
2024年 7月	労働党政権誕生 <ul style="list-style-type: none"> ✓ グリーン産業への移行を経済成長の柱に据える（産業戦略にてクリーンエネルギーを8の成長分野の一つに位置づけ） ✓ 従来目標のストレッチ 電力システムを脱炭素化（2035年→2030年） 	
2024年 12月	「クリーンパワー2030」計画を発表 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 2030年までに電力の95%をクリーンエネルギーに、再生可能エネルギーの導入を加速 ✓ 大規模風力発電の承認権限を大臣に集中。 ✓ グリーン雇用創出と地域投資の促進。 	
2025年 6月	「産業戦略」「セクタープラン」を発表 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 8のフロンティア産業（IS-8）及び基盤産業を支援 ✓ 10年間の長期戦略で産業界による長期的な意思決定を促進 	

図 18 英国における環境関連施策の推移

1.5.1.1. 労働党政権への移行に伴うエネルギー関連施策

労働党政権は、保守党による前政権に比べ、グリーン関連の施策を強化する方針を示しており、実際に、エネルギー関係の公社である「GBE: Great British Energy」の設立や、ネットゼロ産業向けの基金である「NWF: National Wealth Fund」の設立などの施策を政権発足早々に発表し、実行に移すとともに、これらの関連予算についても、厳しい財政事情を踏まえ、当初からのスケールダウンは見られるものの、年間 47 億ポンドを、石油・ガス事業者への Windfall Tax の増税や借入などで確保する方針を示している。加えて、英国炭素国境調達メカニズム（UK-CBAM）による国内産業保護や、UK-ETS の EU-ETS への接続などの施策も進めている。

また、2025 年 6 月に公表した歳出計画（Spending Review）においては、安全保障、保険・公共サービス、経済成長及び国家改革を軸に据え、防衛、NHS（国民保健サービス）及びエネルギーなどへの投資を拡大することとした。

エネルギー部門では、原子力発電、国産クリーンエネルギー及び CCUS（炭素回収・利用・貯蔵）に対する投資を拡大することとし、国産クリーンエネルギーに対しては、83 億ポンドの投資（うち 25 億ポンドは SMR に投資）を行うこととしている。

さらに、安全保障の観点で、デュアルユース技術や供給網の強靱化に資する投資も NWF の支援対象とすることを検討することとした。

1.5.1.1.1. GBE : Great British Energy

GBE は、エネルギー収益を国民に還元するとともに、クリーンエネルギープロジェクトにより良質な雇用を創出することを目的として設立された公社であり、英国のエネルギー安全保障・ネットゼロ相が所有している。

元シーメンス UK の CEO であるユルゲン・マイヤー会長のもと、独立した運営体制とし、独立採算制の組織を目指している。

具体的な業務としては、以下の 5 点の役割を果たすこととしている。

- ①プロジェクト投資：浮体式洋上風力発電や CCUS などの未成熟な技術への投資・保有
- ②プロジェクト開発：
 - クラウンエステートとの連携による開発支援
 - ・ 2030 年までに最大 30GW の海域リース権益を供給し、最大 600 億ポンドの民間投資を喚起
 - ・ 港湾やサプライチェーンへの投資による既存事業の迅速化
 - ・ 開発事業者のリスク低減やリース契約による建設の迅速化陸上・洋上風力の開発初期段階のプロセスの迅速化に係る支援
- ③地域発電計画：地方自治体などと連携し、確立済の技術による中小規模の再生可能エネルギープロジェクトを展開。最大 8GW の再エネ電源を開発し、系統制約を解消
- ④サプライチェーン支援：政府と連携して国内のクリーンエネルギー・サプライチェーンへの包括的な支援を提供
- ⑤Great British Nuclear との連携による原子力産業への支援

1.5.1.1.2. NWF : National Wealth Fund

NWF は、ネットゼロ産業への資金提供を強化し、良質な雇用を創出するために設けられた新たな基金であり、初期投資として政府から 73 億ポンドを出資し、その 3 倍の民間投資を呼び込むことを目指している。

NWF の支援対象における重点 10 分野には、18 億ポンドの投資が割り当てられている港湾整備とサプライチェーンの構築が含まれている。なお、その他の分野としては、15 ポンドが割り当てられるギガファクトリー、25 億ポンドの鉄鋼業の再建、10 億ポンドの CCS、5 億ポンドのグリーン水素などが含まれている。

重点 10 分野以外にも、洋上風力や太陽光などに対して、地域プロジェクトアクセラレーターの枠組において、融資や保証を提供することとしている。

具体的な取組として、2025 年 11 月に、スコットランド北部における浮体式洋上風力発電プロジェクトである Pentland Floating Offshore Wind Farm（CIP が主体となり、日本のユーラスエネルギーや Hexicon も参加する 100MW のプロジェクト）に対して、NWF、GBE 及び Scottish National Investment Bank がそれぞれ最大 5,000 万ポンドずつ出資することを決定した旨が公表されている。

1.5.1.2. クリーンパワー2030 行動計画（Clean Power 2030 Action Plan）

2024 年 12 月に公表された行動計画で、労働党政権の公約である 2030 年における発電のネットゼロ化（電力システムの脱炭素化）を具体化するものである。

行動計画においては、2030 年のクリーン電力の導入に係る包括的な目標の具体化を行っており、次の 2 点を実現することを目標とすることとしている。

- ① 英国で消費される電力の総量と同量以上のクリーン電力を供給すること、及び
- ② 英国で発電される電力の 95%以上をクリーン電力とすること。

この際、柔軟な電力供給体制の確保の観点から、CCUS なしのガス火力の発電容量については、現状維持とすることとしている。

また、行動計画においては、現状と目標との間のギャップの分析もしており、①のクリーン電力の供給量については、2023 年実績で 53%であり、44%ポイントの増強が必要であり、②の発電電力の割合については、2023 年実績は 60%であり、35%ポイントの追加が必要となっている。

加えて、電源種別の別に、現時点における導入済みの設備容量と、導入が確約されている、又は建設中の設備容量、DESNZ の 2030 年時点におけるクリーン電力に係る設備容量のレンジの比較を行っている。導入済みの設備容量と 2030 年時点のレンジについて、表 7 に比較する。

表 7 導入済みの設備容量と 2030 年時点の DESNZ の見通しレンジ (GW)

技術	導入済み 設備容量	DESNZ Clean Power Capacity Range	技術	導入済み 設備容量	DESNZ Clean Power Capacity Range
変動 Variable			柔軟 Flexible		
洋上風力	14.8	43-50	LDES	2.9	4-6
陸上風力	14.2	27-29	蓄電池	4.5	23-27
太陽光	16.6	45-47	インターコネクター	9.8	12-14
基礎 Firm			消費者主導の調整力		
原子力	5.9	3-4		2.5	10-12
調整力 Dispatchable					
低炭素調整力電源 ¹³¹	4.3	2-7			
対策なしのガス火力	35.6	35			

また、洋上風力について、導入が確約されている、又は建設中の設備容量も含めたものを図 19 に示す。これを踏まえると、現状の設備容量と同等程度の新規プロジェクトの実現が必要となる。

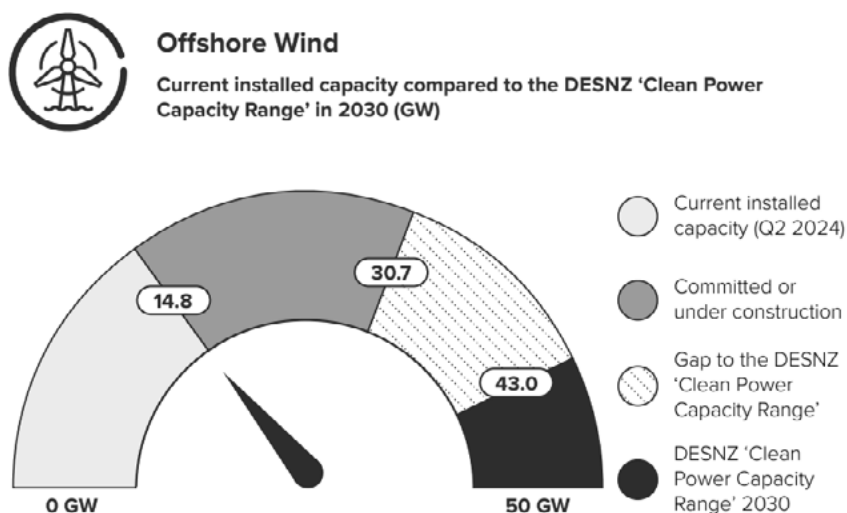


図 19 洋上風力に係る現状と 2030 年時点の DESNZ レンジの比較

¹³¹ バイオマス、発電 BECCS、ガス CCUS 及び水素

クリーンパワー2030 行動計画においては、クリーン電力の目標を実現するためには、2030 年までに、年間 400 億ポンドの大規模投資が必要とされている。

1.5.1.3. 産業戦略（UK's Modern Industrial Strategy）及びセクタープラン（Sector Plan）

英国政府は、2017 年以來の正式な産業戦略となる新たな産業戦略（UK's Modern Industrial Strategy）を 2025 年 6 月に公表した。その中で、成長のポテンシャルが最も高い 8 つのフロンティア産業（IS-8）を特定し、当該分野向けのセクタープランの策定を含め、政策資源を集中投入していくこととしている。

IS-8 は、①先進製造、②クリーンエネルギー、③クリエイティブ、④防衛、⑤デジタル・テック、⑥金融サービス、⑦生命科学及び⑧プロフェッショナル・ビジネスサービスである。このうちの②クリーンエネルギーには、風力、原子力、核融合、CCUS、水素及びヒートポンプが含まれている。

加えて、鉄鋼や化学等の重要原材料・部品を供給する産業や、港湾・電力網など必要不可欠なインフラを管理する産業を「基盤産業（Fundational Industries）」と位置付けて支援対象とし、IS-8 の強靱性の強化を図ることとしている。

産業戦略は、10 年間の長期戦略としており、長期的な視座を提供することで、産業界による長期を見据えた意思決定を可能とすることを狙っている。

産業戦略本体に示された分野横断的な施策としては、図 20 に示す通り、①簡素で迅速・長期安定的なビジネス環境の整備、②英国の都市地域・クラスターへの支援、③官民のパートナーシップを柱としており、IS-8 及び基盤産業向けの電力コスト削減、規制の負担軽減などの取組が含まれている。

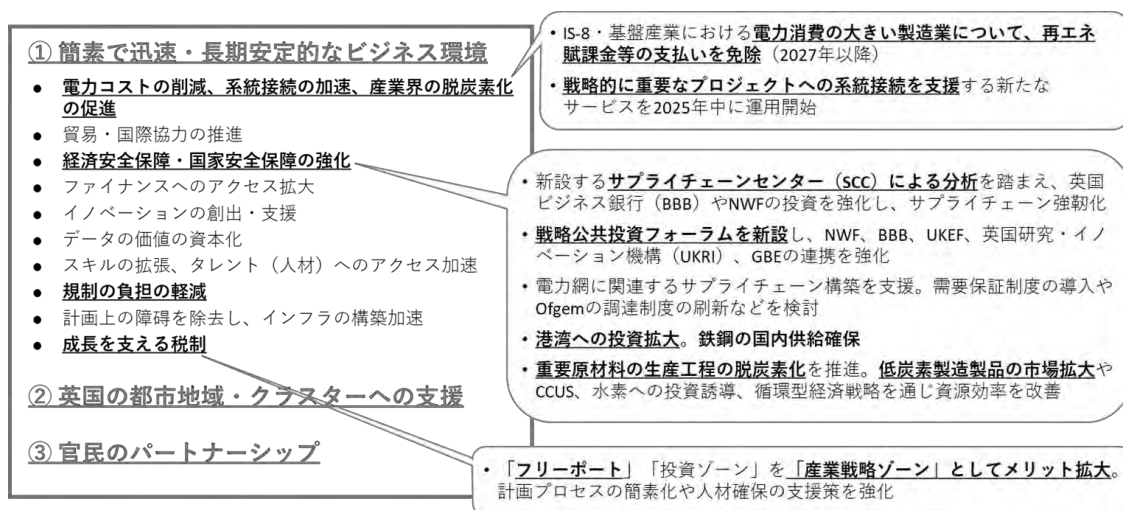


図 20 産業戦略に位置づけられた施策の柱と洋上風力関係の内容

産業戦略の公表に続いて、IS-8 各分野のセクタープランも公表され、クリーンエネルギー産業セクタープランにおいては、洋上・陸上風力、原子力、CCUS、水素及びヒートポンプを重点分野に位置づけた上で、2035年までにクリーンエネルギー産業向けの投資の水準を、現行の2倍の年間300億ポンド以上とすること、及び、既存の目標である2030年までに電力系統の脱炭素化（民間投資だけで年間100億ポンドを要する見込み）を実現することを目標に掲げ、そのための施策方針と具体的な行動計画を定めている。その具体的な内容については、図21に概要をまとめた。

施策方針	行動計画（洋上風力関係）
<p>長期投資の確実性 主要技術（風力、原子力、水素など）に対する長期展開計画の設定</p> <p>民間投資を促す公共投資 GBEのクリーンエネルギーサプライチェーン基金に10億ポンド、NWFに278億ポンド、BBBに256億ポンドを投入</p> <p>投資成長への障壁排除 計画・インフラ法案と国家政策ステートメントを通じて、計画制度における障壁を排除</p> <p>労働力と技能開発の保証 クリーンエネルギー労働力戦略において良好な労働条件を保証</p>	<p>クリーンパワー2030行動計画に沿った目標設定 AR7、8（必要に応じてAR9）にて12GWの洋上風力プロジェクトへのCfD付与</p> <p>Crown Estateと連携した将来の海域リース提案 2030年までに20から30GWのリース権付与（2040年までに建設）</p> <p>CfD改善 90億ポンドの民間投資誘発を目指し将来のオークションスケジュールを公表等</p> <p>関係政府との連携による投資機会の最大化 スコットランドSIM、ケルト海FLOW、Crown Estate/Scotland等</p> <p>サプライチェーンプロジェクトへの協調投資を促進 WInDD Hub、ATTIによるイノベーション促進・市場化</p> <p>Crown Estate Act 2025によるサプライチェーン・港湾インフラ支援 合計4億ポンドの支援 うち0.5億ポンドがSupply Chain Accelerator Programmeによる初期のプロジェクト開発支援、3.5億ポンドがSupply Chain Investment Programmeによる中期の出資支援</p> <p>AR7へのCIB（クリーン産業ボーナス）導入</p>

図21 クリーンエネルギーセクタープランの概要（洋上風力関係）

具体的な行動計画においては、図21に示したものに加えて、洋上風力発電に係るサプライチェーンについて、次項に示すIGPを基礎としたOffshore Wind Industry Council（OWIC）及びCrown Estateの地域成長目論見書（Regional Growth Prospectuses）を支援すること、及びOWIC及びIGPの戦略委員会と協同してサプライチェーンの健全性と成功を測る新たな物差しの導入を図ることなどが位置づけられている。

また、クリーンエネルギー産業セクタープランには、タイムラインも付されており、2024年のCfD第4次公募ラウンド（AR4：Allocation Round 4）以降、2030年のAR12まで、毎年CfDの公募を行うスケジュールが示されている。海域のリース権益に係る公募については、2025年のケルト海における浮体式洋上風力発電向けの海域のリース権益の公募が記載されている。

産業戦略については、その進捗状況を示す報告書が四半期ごとに公表されており、2025年第4四半期の報告書（2026年1月公表）¹³²においては、スコットランドINTOGにおける1GW

¹³² <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-quarterly-update-october-to-december-2025>

の Aspen プロジェクト (Cerulean Winds) が、2025 年に開発許可を英国政府に申請したことが掲載されており、5.9 億ポンドの投資が見込まれる案件として扱われている。

1.5.1.4. 2024 洋上風力産業育成計画 (IGP : Industry Growth Plan)

RenewableUK、OWIC、Crown Estate 及び Crown Estate Scotland は、協力して、2024 洋上風力産業育成計画 (2024 Offshore Wind Industry Growth Plan, IGP) ¹³³を作成し、サプライチェーンの課題に対応し、その能力を拡張することで、着床式及び浮体式洋上風力発電プロジェクトの進行を支援するとともにリスクを低減させると同時に、重要技術の国内市場及び海外市場でのシェアを伸ばすための戦略を示している。

IGP は、その時点における英国のサプライチェーンの能力の現状について現実的な分析を行い、多くの課題や機会を詳らかにしている。

IGP を実行に移すためには、政府の支援 (サプライチェーンの投資リスクの低減や労働力の開発、港湾を含むインフラ投資を可能とする CfD の割当てや、技術開発補助) と業界内の協力体制の構築が必要不可欠である。

IGP の主な成果は、英国が何を自ら製造し、何を購入すべきかについての市場の状況及び英国の強み及び弱みを踏まえた分析である。その結果を受け、洋上風力関連機器は、次の 4 つに分類されている。

① Make (長期的な市場機会が存在し、英国が勝利のための高い能力を有する分野) :

- 先進タービン技術：ブレード及びタワー。IGP は英国における 2024-2035 年の市場規模を 460 億ポンド、世界の市場規模を 1,390 億ポンドと推計。機会をとらえるために必要な投資の規模を 6.3-12.9 億ポンドと見積もっている。
- 工業化された基礎及び下部構造物：大水深に対応した基礎及び係留システム、アンカー。英国における市場規模を 470 億ポンド、世界の市場規模を 2,090 億ポンドと推計。必要な投資規模は、2.2-4.2 億ポンドと見積もっている。また、IGP では、浮体式洋上風力向けに特化した取組も示しており、具体的には、年間 50 基の浮体を組立可能な組立ヤード 1 か所の開発、既存の石油ガス向けの係留・アンカーの製造・マーシャリング能力の 50%の拡張に 2023 年から取組、2030 年までに年間 400 の係留及びアンカーを製造する能力の確保に取り組むこととしている。加えて、IGP は低炭素のコンクリート及び鋼材の生産への投資を通じた基礎・下部構造物の製造への支援の必要性も指摘している。
- 将来型の電気システム・ケーブル：スタティック及びダイナミックアレーケーブル (より大型のタービンに対応するため 132-275kV)、海中エクスポートケーブル、洋上サブステ

¹³³ <https://www.renewableuk.com/media/rqvlqzu0/offshore-wind-industrial-growth-plan.pdf>

ーションの基礎。英国の市場規模を 190 億ポンド、世界の市場規模を 770 億ポンドと推計。必要な投資規模は 2.4-2.8 億ポンドと見積もり。

- スマートな環境サービス：環境影響調査。英国の市場規模を 5 億ポンド、世界の市場規模を 200-440 億ポンドと推計。必要な投資規模は 2-5 億ポンドと見積もり。
- 次世代の設置・維持管理：WTIV、垂直掘削・ケーブルプル、オペレーション、アセット管理サービス、計画維持管理・修繕、維持管理用船舶。英国の市場規模を 710 億ポンド、世界の市場規模を 2,110 億ポンドと推計。必要な投資規模は 1.2-2.6 億ポンドと見積もり。既存のケーブル敷設船のアップグレードや、低排出型の SOV、CTV の導入といった具体的な取組が特定されている。

②Make に向けた育成（大きな市場機会が存在するが、現時点で英国が勝利できる可能性が低い分野）：タービンのドライブトレイン、鋼製・コンクリート製セミサブ浮体、陸上エクスポートケーブル、電気システムの設計、浮体式タービンの設置、浮体の組立、ケーブル敷設船、デコミッショニングサービス

③Buy（国内の能力が低く、市場の価値も低い分野）：ナセル、タービンのヨーシステム・電気システム、HVDC 洋上サブステーションのトップサイド、開発サービス、ジャケットの設置、基礎設置船、アレーケーブル・海中エクスポートケーブルの敷設、陸上エクスポートケーブルの敷設、洋上サブステーションの設置

④Protect（市場機会が小さいが、勝利のための能力が高い分野）：モノパイルの製造、輸送及び設置に関連する着床式関連の能力

さらに、①産業成長ファンド、②国家イノベーションハブ（WinDD: Offshore Wind Innovation Development & Demonstration Hub）、③先進タービン技術研究所（ATTI: Advanced Turbine Technology Institute）の設立を提唱しており、いずれも、産業戦略に要素が盛り込まれている。

1.5.2. 洋上風力の海域への設置に係る施策の枠組み

英国においては、海域のリース権益に係る入札と、支援措置である CfD の入札を分けて行う二段階方式を採用している。図 22 に示すように、開発事業者は、海域のリース権益の入札を行い、ライセンスを付与された後に、開発許可の取得に向けた検討・申請を行い、開発許可を得た上で、実際のリース権益の付与を受け、開発を開始することができる状態となる。支援を必要とせず電力購入契約（PPA）などで事業を進める場合は、CfD の入札を経ずに FID を行うとも可能であるが、支援を受ける場合には、CfD の入札を経て、FID を行い、実際の建設を開始する流れとなる。

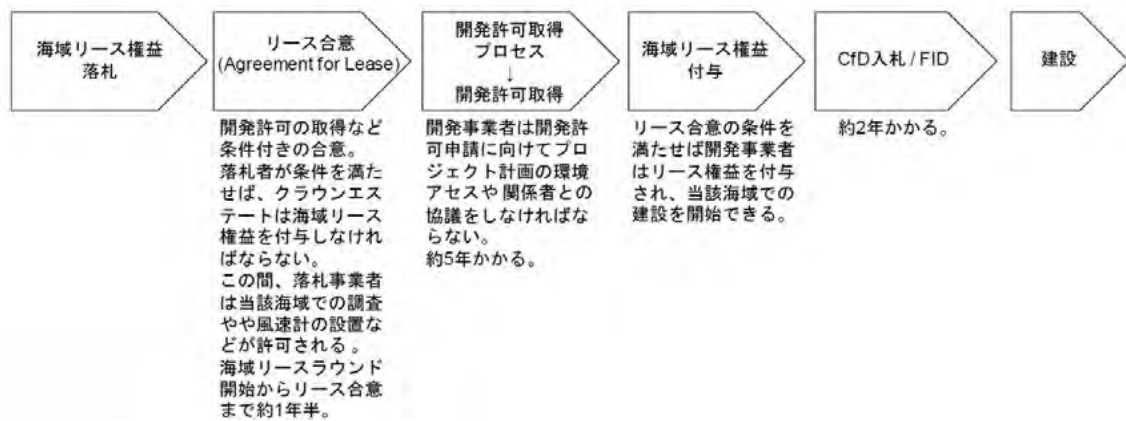


図 22 風力発電プロジェクトの建設までの流れ（英国第 4 ラウンド時の例）（JETRO）

1.5.2.1. 海域のリース権益に係る入札

Crown Estate が管理するイングランド、ウェールズ及び北アイルランドの海域については、2001 年に初めての入札が行われて以降、これまで 5 次に亘るリース権益の入札が行われてきた。

2023 年 12 月に最初の情報が公表され、2025 年 6 月及び 11 月に落札者が決定した最新の第 5 次入札（Offshore Wind Leasing Round 5）は、英国で初めて浮体式のみを対象に実施したリース権益の入札である。ケルト海における洋上風力の商用開発の最初のフェーズに位置づけられるもので、それぞれ最大 1.5GW のプロジェクト開発エリア（PDA : Project Development Area）を 3 か所、合計 4.5GW の海域（図 23）がリース権益の入札対象とされていた。Crown Estate は、260 基以上のタービンが設置され、1,000 基程度のアンカーが使用されるとともに、係留索の総長は少なくとも 300km となることを見込まれ、また、電力ケーブルの総長は 900km 程度に及ぶと見込んでいた。これにより、建造フェーズにおいて 5,300 名の雇用と年間 3 億ポンドの経済効果が見込まれるとしている。

入札については、2024 年 6 月の事前審査質問（PQQ : Pre-Qualification Questionnaire）の審査、2024 年 8 月の第一段階入札の募集（ITT1 : Invitation To Tender stage 1）、2025 年 4 月の第二段階入札の募集（ITT2）を経て、2025 年 6 月に 2 つの PDA について、Equinor 及び Gwynt Glas（EDF Renewables と ESB の JV）がそれぞれ落札した旨の公表、及び 11 月に残る PDA を Ocean Winds が落札した旨公表された。



図 23 Offshore Wind Leasing Round 5 の入札対象海域（Crown Estate）

英国政府は、2023 年 11 月に、ケルト海において、更に 12GW の海域を利用可能とする意向があることを表明している。

なお、スコットランドの海域については、Crown Estate Scotland が管理しており、次項に示す通り、リース権益の入札についても手続が分かれている。

1.5.2.2. スコットランドにおける海域のリース権益に係る入札

スコットランドにおいては、Crown Estate Scotland が海域を管理しており、これまでに大規模な着床式・浮体式洋上風力発電向けのリース権益の入札である ScotWind と、石油・ガス施設へ直接の電力供給及び小規模の浮体式洋上風力の実証プロジェクトを対象とした INTOG の 2 回の入札を実施している。

1.5.2.2.1. ScotWind

ScotWind は、2020 年 6 月に立ち上げられたスコットランドで初めての洋上風力発電向けの海域のリース権益の入札であり、着床式・浮体式の両方を対象に 80 億ポンド超の投資となる可能性があるとしていた。入札に並行して、洋上風力エネルギー向けの分野別海洋計画（SMP : Sectoral Marine Plan）が 2020 年 10 月に公表され、入札の締切は、その後の 2021 年 7 月に設定された。入札者は、サプライチェーンの開発に係る宣言の提出を要求されている（要件は 25%）。

2021年7月には、15の開発対象海域に対して、74件の入札があったことを公表した。審査の結果として、2022年1月に、合計24GWの17件のプロジェクトが海域のリース権益を落札した旨が公表された。

その後、リース権益を落札できなかった者のうち、入札の要件を満たしたものについて、海域を変更して再度申請を行うことができる Clearing Process が2022年4月に開始され、5月に締め切られた。その結果、合計2.8GWの3件のプロジェクトが、Shetlandの海域のリース権益を落札した旨、2022年8月に発表された。

これらの結果、合計で20件、25GW超のプロジェクトが海域を落札したが、その後、海域の統合があり件数が19件となった。また、2025年11月にはShellが撤退し、18件となった。

ScotWindのプロジェクトの現在の状況¹³⁴（2025年1月時点）はOffshore Wind Scotlandにより図24にまとめられている。

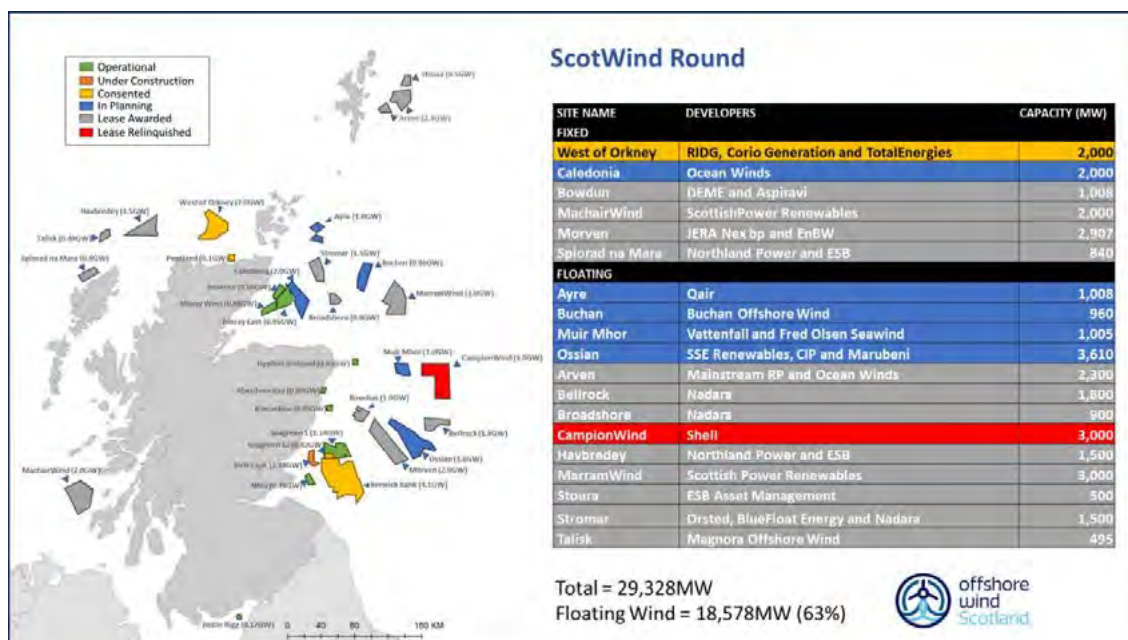


図24 ScotWindのプロジェクトの状況（2026年1月更新）（Offshore Wind Scotland）

1.5.2.2.2. INTOG（Innovation and Targeted Oil & Gas）

INTOGは、2022年8月に立ち上げられた海域のリース権益の入札で、石油ガス生産施設のGHG排出の直接的な削減と、イノベーションの更なる加速を目指したものである。INTOGにおいては、開発事業者は、次の2つのタイプのプロジェクトについて海域の入札を行うこととされた。

¹³⁴ <https://www.offshorewindscotland.org.uk/the-offshore-wind-market-in-scotland/scotwind-leasing-round/>

- IN：100MW 以下の小規模でイノベーティブなプロジェクト
- TOG：石油ガスインフラに直接接続し、電力を供給することで、石油ガスの生産に伴う GHG の排出の削減に資するプロジェクト

公募は 2022 年 11 月に締め切られ、結果として、13 のプロジェクトが権益を落札した旨、2023 年 3 月に公表された。そのうち 5 件が IN プロジェクトで、残る 8 件が TOG プロジェクトであるが、TOG のうち 1 件は海域の利用についての合意に至らず、結果として、TOG は 7 件となり、INTOG 合計で 12 件のプロジェクトが進められている（図 25）。

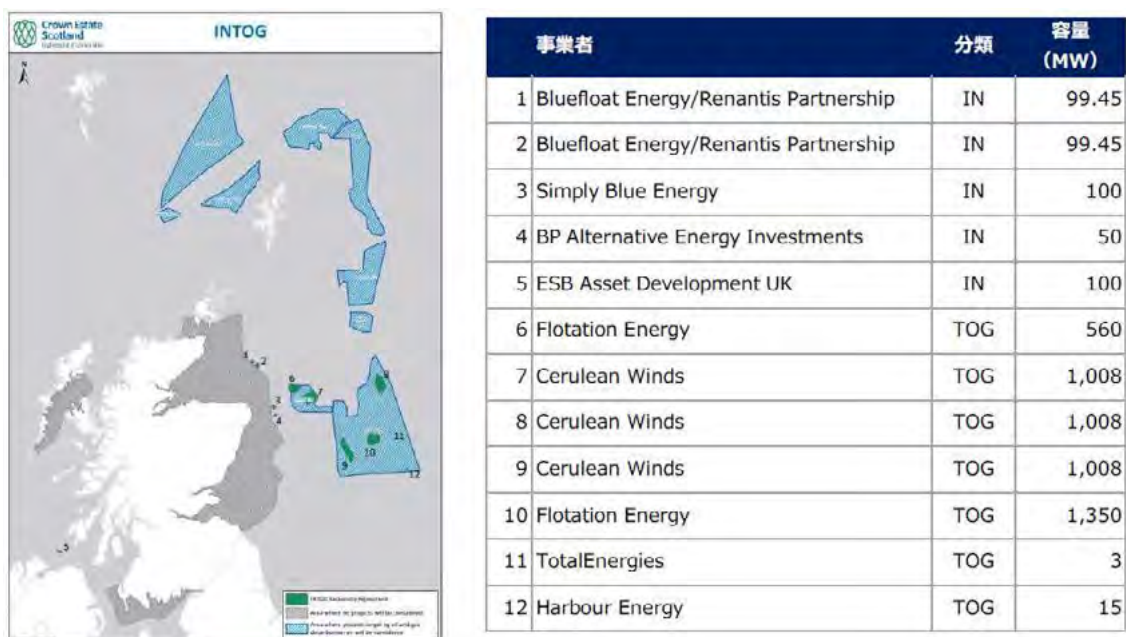


図 25 INTOG プロジェクト (JETRO)

1.5.3. 支援措置 (cfD)

英国においては、これまで第 7 回に亘る CfD のオークションが行われている。2023 年の第 5 回オークション (AR5) では、インフレーション及びサプライチェーンのひっ迫の影響を受け、洋上風力発電プロジェクトによる入札がゼロという事態が生じた。

それを受け、英国政府は、AR6 に向け、2023 年 11 月に支援価格の引き上げを、2024 年 3 月に、それまでで過去最大となる予算（総額 10 億ポンドの割当て、着床式洋上風力発電は 66%、浮体式は 52%の増）を発表した。2024 年 7 月に、労働党政権は、予算の更なる増額（総額 15 億ポンド）を行う旨表明した。

その結果、AR6 では、洋上風力への応札が復活し、また、浮体式洋上風力発電プロジェクトへの英国初となる CfD の適用が行われることとなった。同プロジェクトは、東京電力リニューアブルパワーの子会社である Flotation Energy が手掛ける INTOG の Green Volt プロジェ

クトであり、400MW 分の設備容量に対して、139.93 ポンド/MWh のストライクプライスとなった。

その後、2025 年 7 月には、AR7 の制度設計及び上限価格（ストライクプライス）が公表され、太陽光及び陸上・洋上・浮体式風力発電について、CfD の契約期間を従来の 15 年から 20 年に延長するとともに、上限価格の引き上げも行われた。洋上風力について比較的伸びが大きくなっている。また、2025 年 10 月・12 月に予算が発表され、総額 13.9 億ポンドを割り当てることとされた。洋上風力向けの予算は 10 月に先行発表され、AR6 よりも 2 億ポンドの減とされていた。

Technology Type	ASPs in 2012 prices		ASPs in 2024 Prices		
	AR6	AR7 / AR7a	AR6	AR7/AR7a	AR7/AR6
Solar PV (>5MW)	61	54	85	75	88%
Onshore Wind (>5MW)	64	66	89	92	103%
Tidal Stream	261	266	364	371	102%
Wave	257	277	358	386	108%
Floating Offshore Wind	176	194	245	271	111%
Offshore Wind	73	81	102	113	111%

図 26 AR7 の上限価格抜粋（ポンド/MWh）（JETRO）

また、AR7 から、洋上風力を対象に、持続可能なサプライチェーンへの投資を行う場合に、予算の範囲内で CfD による支援額への上乗せを受けることができる「クリーン産業ボーナス（CIB: Clean Industry Bonus）の制度が導入されている。今後、陸上風力や水素への適用拡大も検討されている。

対象となる投資	支給対象となる業種・企業と条件	予算措置
<ol style="list-style-type: none"> 1. 港湾、次の重要部品の生産・組立・設置を行う施設・工場 2. ブレード 3. ナセル 4. タワー 5. 基礎（トランジションピース等を含む） 6. エクスポートケーブル 7. アレイ・インターアレイケーブル（ダイナミックケーブルを含む） 8. 電気設備 9. 構造的インフラ 10. 陸上インフラ 11. タービンの据付（組立等のためのエリアを含む） 12. 電気・ケーブル敷設（組立等のエリアを含む） 13. 船舶（建造又は造船所での改造） 14. 係留システム 15. 浮体式基礎（製造・組立・一次材料・二次鋼材・コンクリート製造・敷設設備等） 16. 浮体式の組立・マーシャリング施設 	<p>最低基準（CIB Minimum Standard）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 着床式洋上風力発電の場合：発電容量1GWあたり少なくとも1億ポンドの投資 ✓ 浮体式洋上風力発電の場合：発電容量1GWあたり少なくとも5,000万ポンドの投資 <p>さらに次の基準のいずれかを満たす必要：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Investment in Shorter Supply Chain：英国内の経済的に恵まれない地域の洋上風力関連の製造設備、据付企業、港湾インフラに対する投資。 ✓ Investment in more sustainable means of production：科学的根拠に基づく排出削減目標（Science Based Target）を設定済み、またはコミットしている企業が所有・運営する製造設備や据付企業への投資。 <p>※CIBの取得=CfDでの落札の保証ではない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当初の予算額は2億ポンド。 ✓ 想定を上回る申請が寄せられたため、2025年5月に予算を5億4,400万ポンド超に倍増することを発表。 発電容量1GWあたり約2,010万ポンドの補助に相当。 ✓ 浮体式洋上風力向けに一部の予算の確保。 具体的金額は非公表ながら一定額が浮体式向け予算として割当。

図 27 CIB の制度概要（JETRO）

2026 年 1 月に AR7 の入札結果のうち、洋上風力に関係するものが公表された。合計で 8.4GW の設備容量が対象となっており、着床式洋上風力の予算については、予算枠の 9 億ポンドから 17.9 億ポンドに大幅に増額されることとなった。着床式のストライクプライスの平均は 90.91 ポンド/MWh であり、新設のガス火力よりも安価と評価されている（図 28）。

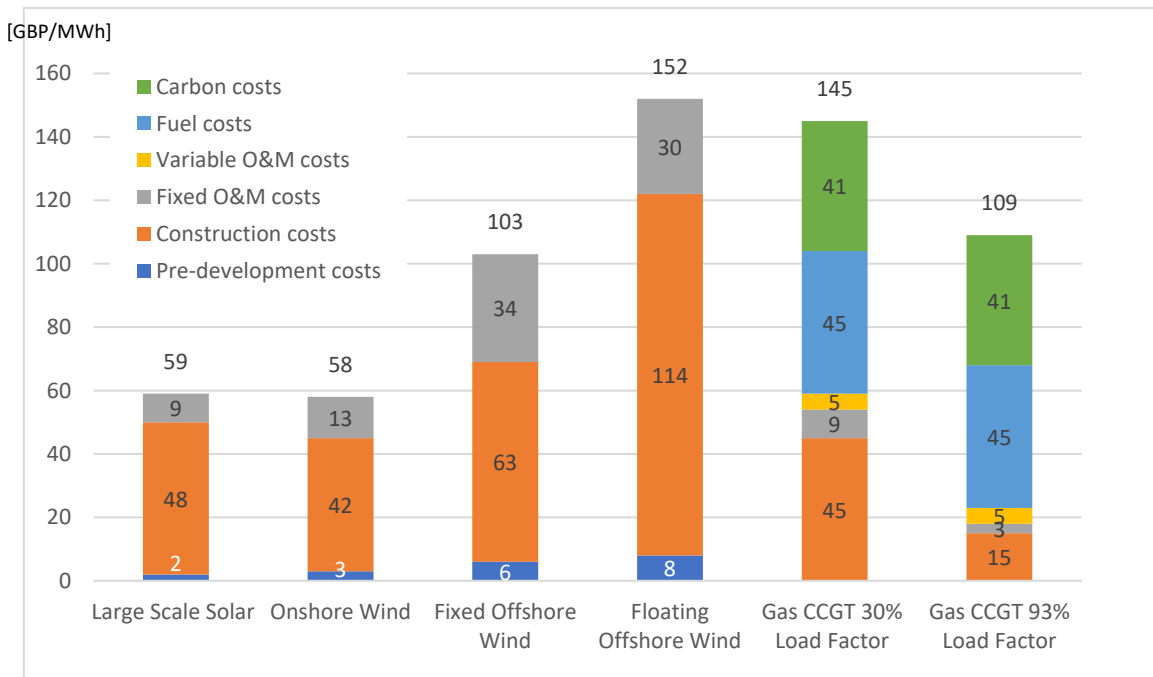


図 28 2030 年に発電を開始する発電所のコスト想定（英国政府）

浮体式については、ウェールズの Erebus プロジェクト（100MW）及びスコットランドの Pentland プロジェクト（92.50MW）が選定された。浮体式のストライクプライスの平均は、214.46 ポンド/MWh であった。

なお、Pentland は CIP が主たる事業者であるが、我が国の Eurus Energy も参画するプロジェクトである。

AR7 の結果を受け、英国政府は、2030 年までの洋上風力発電の普及目標である 43GW に対し、既設 16.6GW、建設段階 11.7GW に AR7 の 8.4GW を加えて、合計 36.7GW となり、目標達成は可能な水準にあると評価している。

2. 欧州における洋上風力プロジェクト、サプライチェーンの動向

2.1. 欧州における洋上風力プロジェクト

本項では、浮体式に限らない世界の洋上風力発電の状況について概況を整理したうえで、欧州における浮体式洋上風力発電プロジェクトの最新の状況についてまとめた。

2.1.1. 世界の洋上風力発電に係る概況

各年の新規の最終投資決定（FID）の金額を見ると、2017 年以降、中国が世界をリードしているが、英国も安定して案件を積み上げている。

また、2015 年から 2025 年までの間の新設容量と、2025 年から 2035 年までの新設容量を比較すると、全体として洋上風力の普及が加速する見通しとなっており、地域別では、欧州で今後大きな伸びが見込まれ、特に、英国において、新規の建設が活発になることが想定されている。英国の見通しには、一部、浮体式洋上風力発電も含まれている。

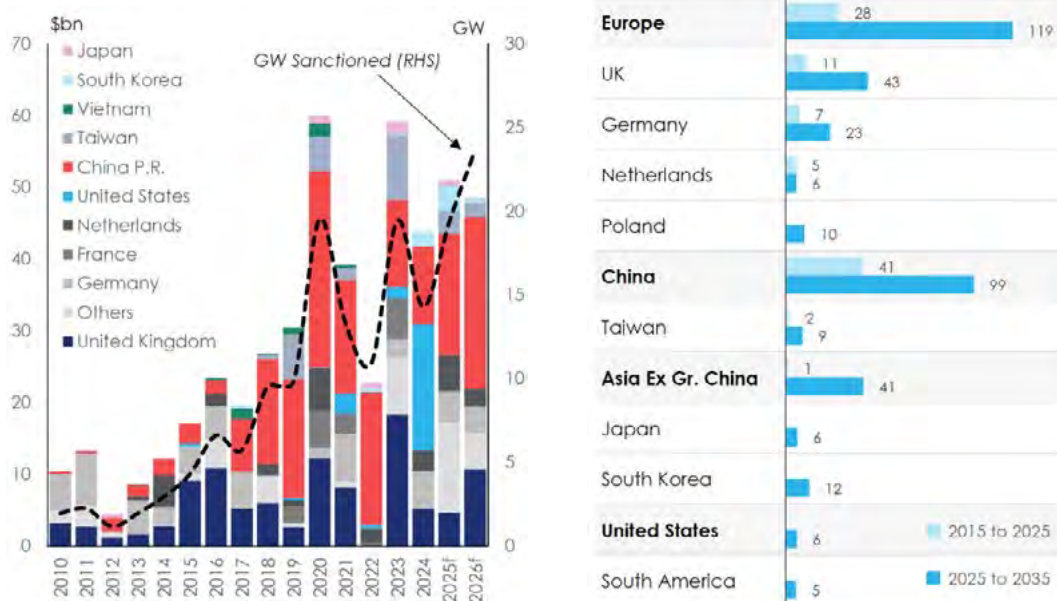


図 29 FID 年別の洋上風力への新規投資額（左）、新設容量（見通し含む）（右）
（Clarkson Research）

近年においては、建設・部品等の費用や高金利などによるコストの増加や、政策支援の不確実性、サプライチェーンの確保などが課題となっており、2023 年の英国、2024 年のデンマーク、2025 年のオランダ、ドイツの入札において洋上風力の応札者がいないなど、洋上風力の普及に向けた調整期にあった。その後、英国では上限価格の見直しや予算の上積みなどの

見直しを行った上で入札を行い、多くの入札者を確保した他、デンマークやオランダ、ドイツでも、補助制度の再導入が行われたり、支援制度の見直しに係る議論が進められている。

他方で、落札等が済み、進行中のプロジェクトにおいても、キャンセルとなるケースが出てきており、2025年は、前年までに比べて英国を含む欧州で多くのキャンセルが生じた。また、Orsted、BP、Equinor や TotalEnergies などが、洋上風力への投資の削減を発表した他、Shell は、すべての新規開発案件を事業レビューの一環で停止することを発表している。

このような状況を受け、Clarkson は、2035年の洋上風力の普及見通しについて、2024年9月の予測と比較して、2025年9月の予測において、大きく下方修正を行っている（図30右グラフ参照）。

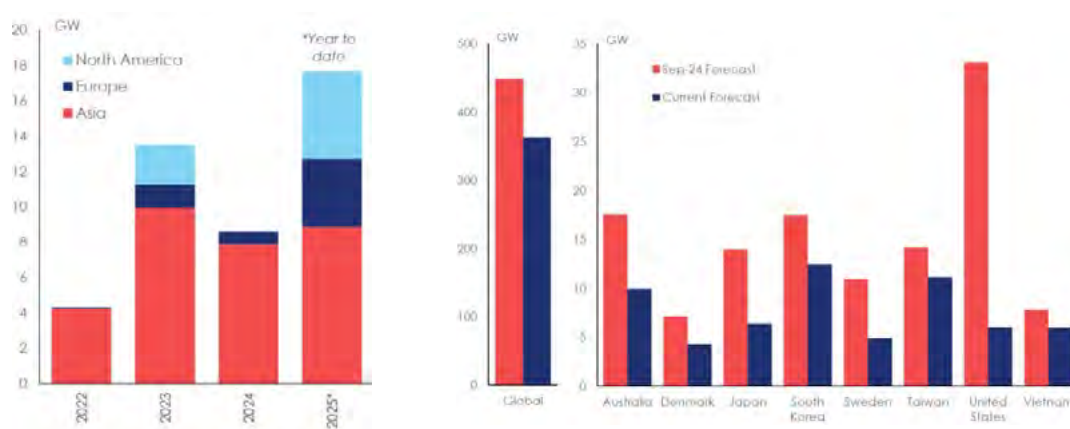


図30 洋上風力発電プロジェクトのキャンセルの状況（左）、2035年の普及予測（右）
(Clarkson)

ただし、風力発電全体としては成長が加速しており、その投資規模についても、洋上石油ガスの半分を超える程度となっている。

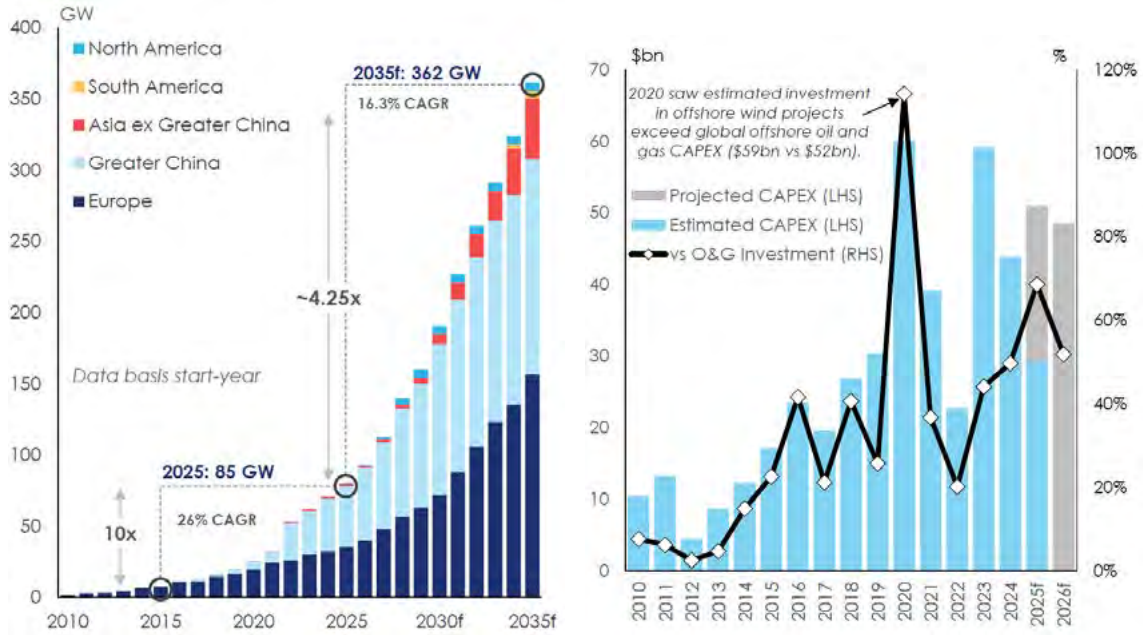


図 31 洋上風力発電の市場拡大 (左)、洋上風力発電と洋上石油ガスの CAPEX (右)
(Clarkson)

2.1.2. 欧州の浮体式洋上風力発電プロジェクトの状況

欧州における浮体式洋上風力発電については、まだ商用化の前の段階であり、運用中のプロジェクトについては、1基又は複数基の実証事業に限られる。他方で、フランスにおいて、新たに複数基での実証プロジェクトが、それぞれ異なる浮体形式を採用する3海域で運用開始・建設中となるなど、プロジェクトの立地国に広がりが出てきている。

また、すでに複数基での実証プロジェクトが稼働している英国においては、2024年及び2026年に結果が公表された第6 (AR6) 及び第7ラウンド (AR7) において、100MW超の規模のプロジェクトが、合計で3件 CfD の対象として選定されたほか、フランスにおいても、100MW超のプロジェクト合計3件が海域のライセンスと CfD の落札をしている。加えて、ノルウェーにおいても、うち1件が補助事業の対象となる500MW級のプロジェクト2件が海域のライセンスを取得しているなど、欧州における浮体式洋上風力発電は、複数基での実証事業のフェーズから、商用化に向けた具体的なプロジェクトが進められる段階に移行しつつある。

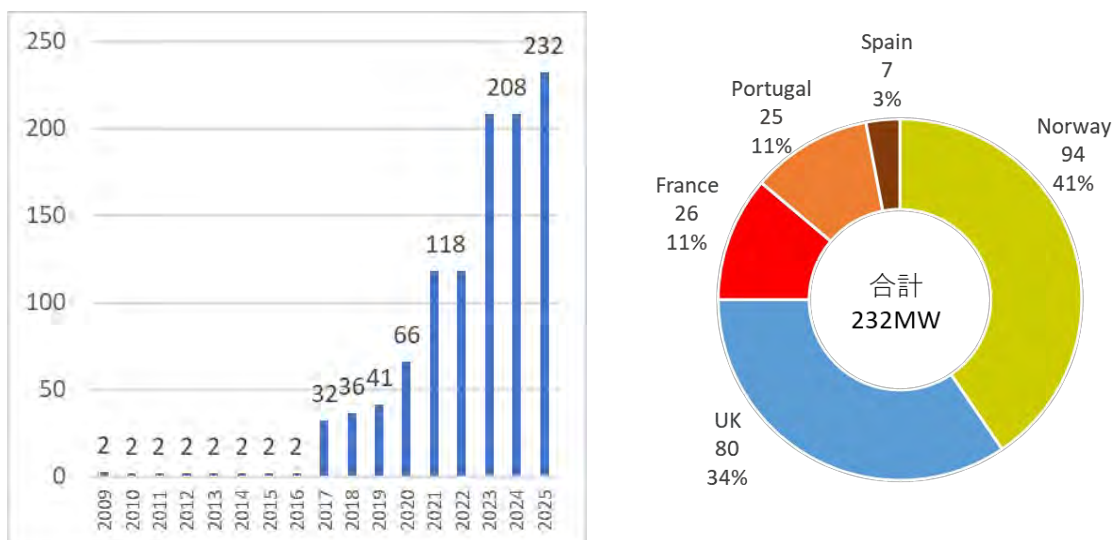


図 32 浮体式洋上風力発電の導入量 (MW) (左)、2025 年末時点の国別導入量 (右)

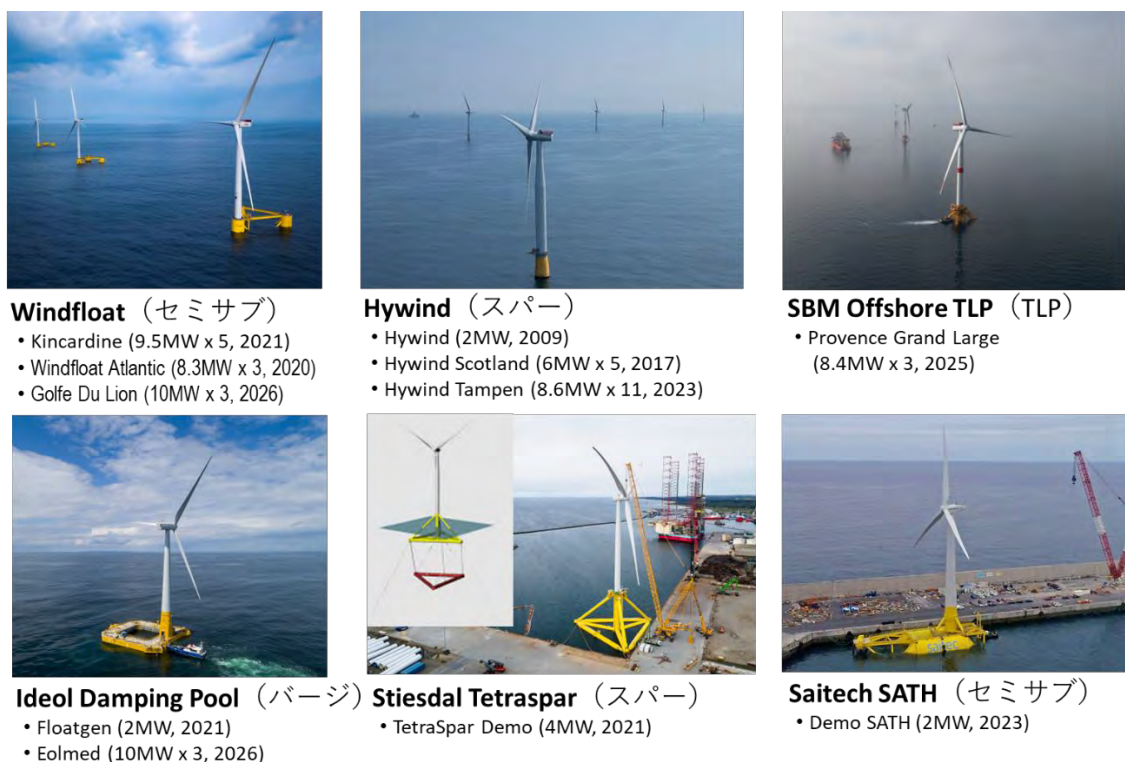


図 33 欧州において稼働中 (一部建設中) の浮体形式

また、Intelatus Global Partners の分析によれば、下図 10 (再掲) に示すように、2036 年以降に普及が加速していくことが見込まれる。

同分析では、2035 年までの期間においては、英国 (スコットランド・イングランド・ウェールズ) 及びフランスが、浮体式洋上風力発電の導入量の大半を占め、2040 年までの期間においても、6 割超を占めるものとされている。これは、英国及びフランスが、浮体式洋上風

力に関して、海域のリース権付与、許認可、支援措置及び系統の計画について、確立した制度を有していることを踏まえている。

英国における不確定要素は、今後の第8ラウンド（AR8）以降の CfD ラウンドにおいて、どの程度の支援が割り当てられるかである。また、ノルウェーは、Utsila Nord については進捗が見られる一方で、それ以外のプロジェクトについては、24GW 程度の設備容量に相当するポテンシャルがある海域が特定されているものの、それ以上の具体的な動きは見通せてない状況である。ノルウェーには、海洋石油ガスの探査及び生産のために、厳しい海象条件の深海での経験を有するサプライチェーンが存在し、欧州の浮体式洋上風力発電の成長において重要な役割を果たすことが見込まれる。

イタリア、ポルトガル、スペイン、ギリシャ及びマルタは、いずれも浮体式を対象に含めた洋上風力のオークションを今後数年の間に実施予定であるが、期待通りに進んでいない状況である。これらの国々は、予測全体の 23%程度を占めるが、2035 年以前の導入量は限定的である。

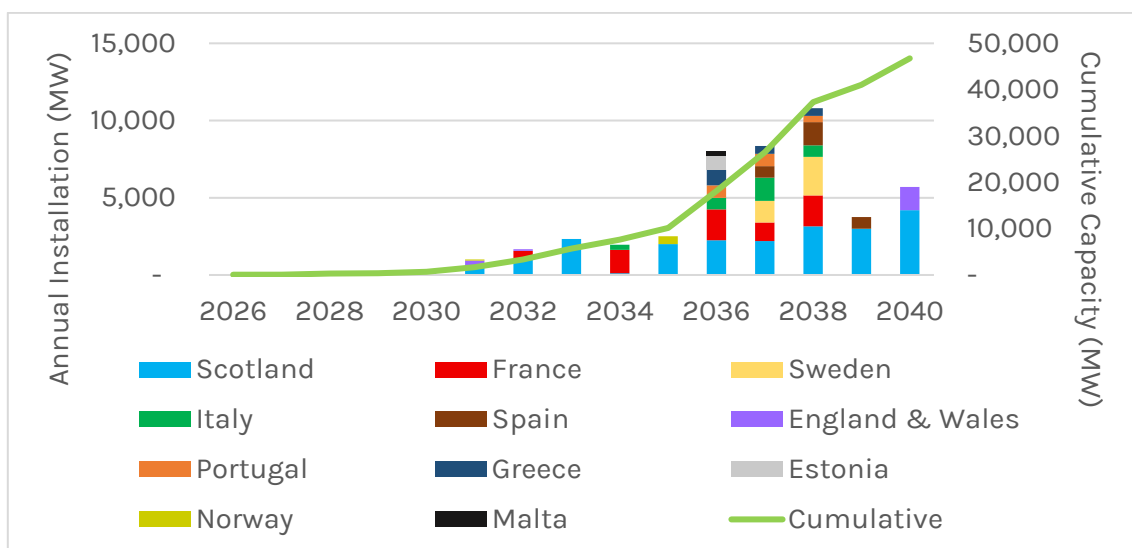


図 10 欧州における国・地域別の浮体式洋上風力発電の新規導入見通し (Intelatus Global Partners)

2.1.2.1. 建設許可申請済プロジェクト

本項では、建設許可を申請済のプロジェクトについて取りまとめる。建設許可を取得済のプロジェクト、その後建設の準備段階のプロジェクト及び建設中のプロジェクトも含む。(ただし、建設が完了したものは含まない。)

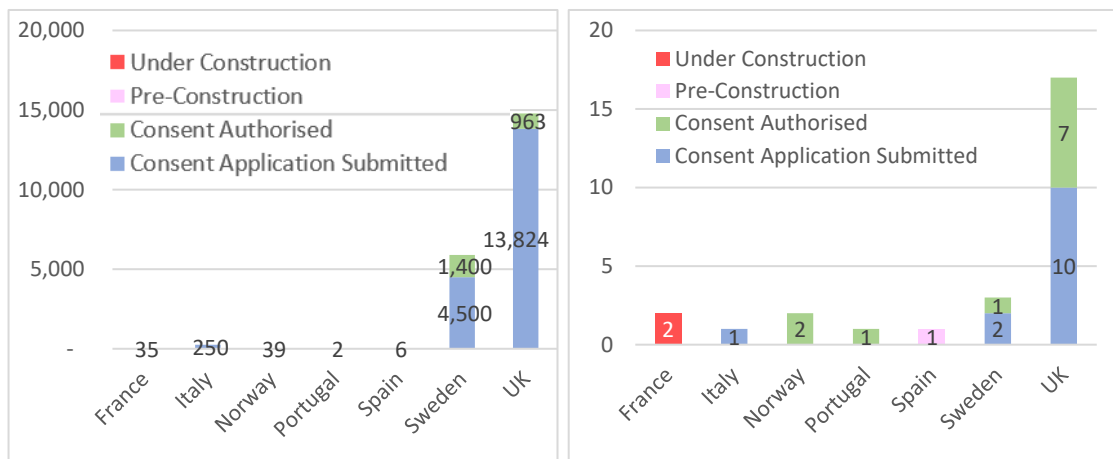


図 34 建設許可申請済のプロジェクト（設備容量（左）、プロジェクト数（右））
(Carbon Turst)

本項に分類されるプロジェクトには、英国の AR6 及び AR7 で CfD を落札した Green Volt (400MW)、Pentland (100MW) 及び Erebus (100MW) も含まれている。それ以外に INTOG、ScotWind の一部プロジェクトも含まれている。

他方で、フランスの AO5 及び AO6 でライセンスと CfD を落札した Pennavel (250MW)、EFLO (250MW) 及び Golfe de Fos 1 (250MW) については、まだ今後プロジェクトの具体化が求められ、本項ではなく、次項に含まれている。

スウェーデンについては、1件当たりのプロジェクトの規模が他国のプロジェクトよりも大きい。プロジェクトの中には、1.2GW の Poseidon Nord が含まれているが、スウェーデンでは、2024年11月に国防の観点から、着床式・浮体式の両方を含む合計14件、32GWの許可申請のうち、Poseidon Nord 以外の13件が、国防上の観点から不許可とされた。

2.1.2.2. 海域のリース権益取得済プロジェクト

本項では、海域のリース権益を取得済のプロジェクトについて取りまとめる。イタリアの件数・設備容量が多いが、イタリアは他の国と制度が異なり、系統接続の要望をプロジェクトの最初期に提出し、その結果をもって、海域のリース権益の取得等を進めることとなり、比較的早期に海域の利用許可を得ることができた可能性がある。

英国においては、INTOG 及び ScotWind のプロジェクトが大半を占める。

また、図 35 にはタイミングの関係で含まれていないが、ノルウェーの Utsira Nord は、昨年 12 月に、3つの公募エリアのうち2つについて落札事業者が決定した。

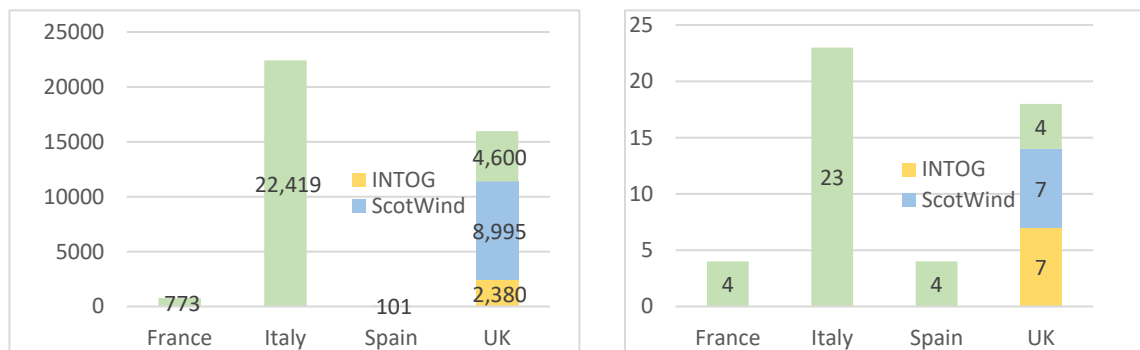


図 35 海域リース権益申請済のプロジェクト（設備容量（左）、プロジェクト数（右））
(Carbon Trust)

2.1.2.3. ポテンシャルプロジェクト

本項では、海域のリース権益の取得にまだ至っていないポテンシャルプロジェクトについてまとめる。イタリア、スペイン、スウェーデンが数多くのプロジェクトを抱えているほか、英国にも比較的多くのプロジェクトが所在している。

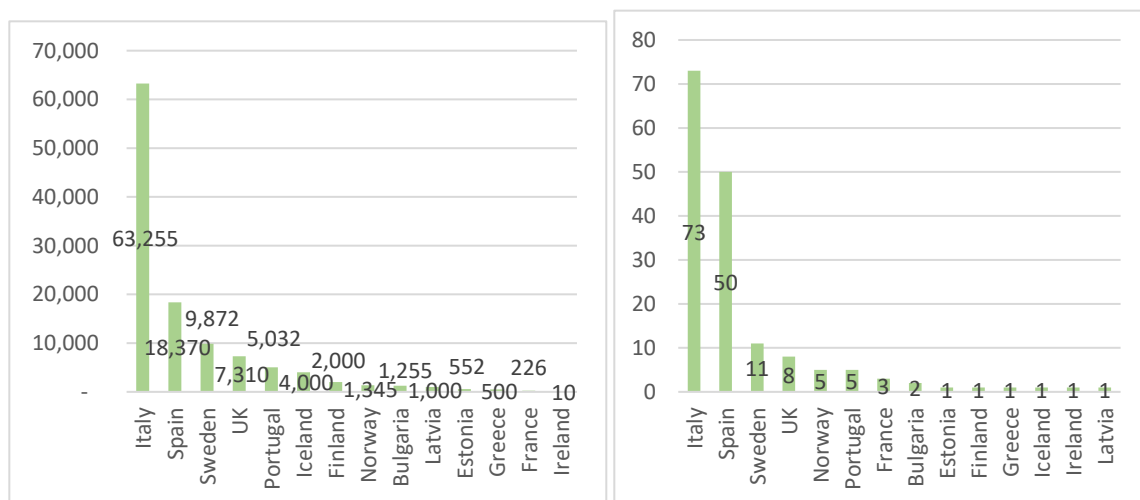


図 36 海域のリース権益の取得に至っていないポテンシャルプロジェクト
(Carbon Trust)

2.2. 浮体式洋上風力発電所の建設及び関連するサプライチェーン

浮体式洋上風力発電は、現在導入済みの最大のプロジェクト（ノルウェーに設置されている 88MW の Hywind Tampen）であっても、商用化前と位置付けられ、まだ発展途上にある。

本項においては、複数基からなる実証事業の建設方法と、サプライチェーンの課題について取り上げる。

浮体式洋上風力発電と着床式の主な違いは係留（位置保持）システムであることから、本項では、係留（位置保持）システムとその設置に係る船舶に特に焦点を当てる。

2.2.1. 浮体式洋上風力発電所の建設

図 37 に、浮体式洋上風力発電の設置に係る 7 つの主な工程を示す。具体的には、（1）構成部品の事前建造・プレキャスト、（2）浮体構造物の進水、（3）タービン（WTG：Wind Turbine Generator）の据付、（4）係留索（及びアレーケーブル）の事前設置、（5）設置海域への浮体の曳航、（6）係留索の浮体への接続、（7）送電開始である。本項では、それぞれについて詳述する。

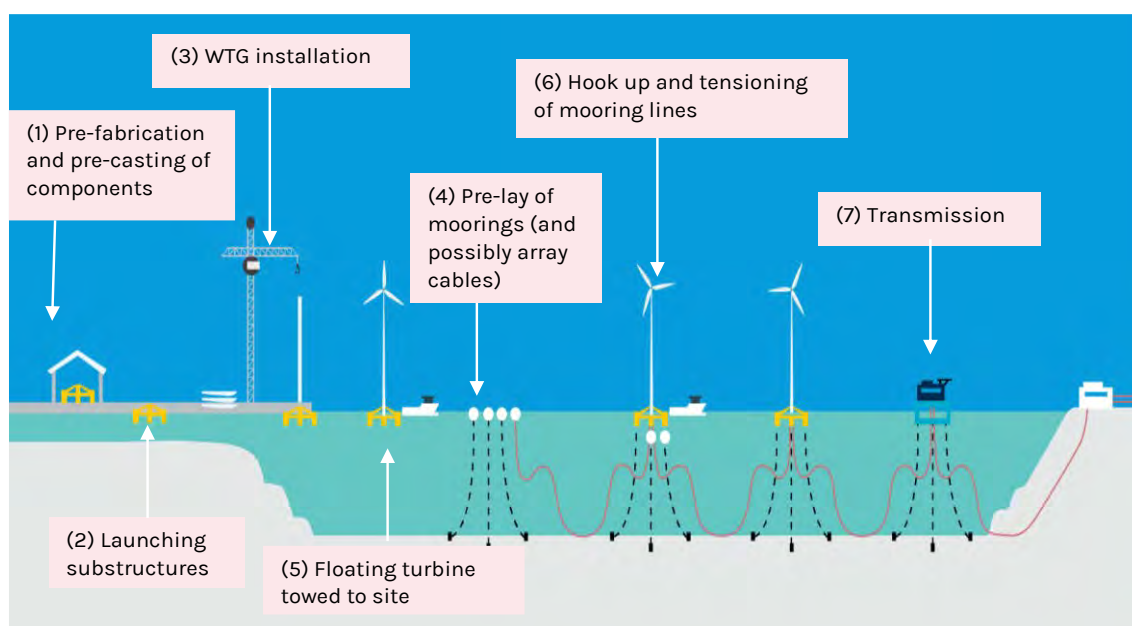


図 37 浮体式洋上風力発電所の建設工程（Intelatus Global Partners）

2.2.1.1. 構成部品の事前建造・プレキャスト（図 37（1））

最初のステップは、浮体式基礎の建造である。

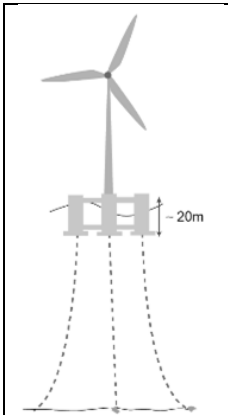
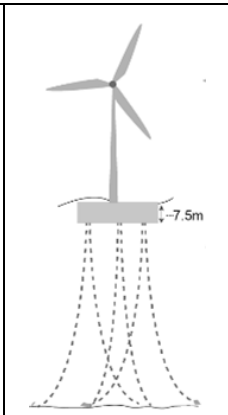
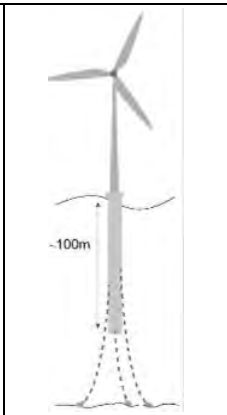
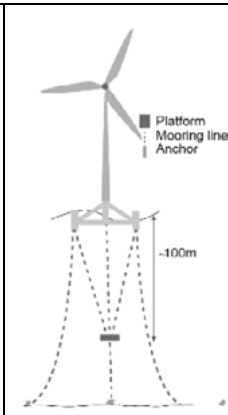
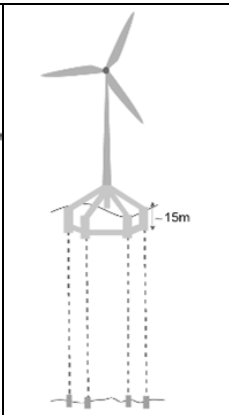
現在、100 を超える様々な浮体コンセプトが存在し、全体に適用可能な単一のコンセプトは確立していない。浮体コンセプトの成熟度は様々であるが、大枠として、①セミサブ（半

潜水式)、②バージ、③スパー (ブイ又は吊下式カウンターウェイト)、④TLP (緊張係留) に分類される。

現時点において、欧州の計画文書からは、鋼製のセミサブが好まれていることが読み取れるが、いくつかのプロジェクトでは、コンクリート製の浮体も選択されている。

表 8 に主な浮体形式を示し、その有利な点と不利な点について概略をまとめた。

表 8 浮体式洋上風力の主な浮体形式 (Intelatus Global Partners)

				
セミサブ (半潜水式)	バージ	スパー (ブイ)	スパー (吊下式カウンターウェイト)	TLP
有利な点 + 確立した技術 (Principle Power Windfloat ほか多数) + 建造・設置が比較的簡単 + 水深への依存度が低い + バラストの追加で安定性を強化可能 + 維持管理に活用可能な甲板スペースを有する	有利な点 + 確立した技術 (BW Ideol、Saitec SATH ほか) + 建造・設置が比較的簡単 + 水深への依存度が低い + 維持管理に活用可能な甲板スペースを有する + 水線面積の拡大で安定性を強化可能 + 地元での建造・コンクリート使用に適する	有利な点 + 確立した技術 (Equinor Hywind、戸田建設浮体) + 建造・設置が比較的簡単 + ヒープの挙動が小さい	有利な点 + 確立した技術 (Stiesdal Tetraspar) + ヒープの挙動が小さい + 組立及び曳航時の喫水が比較的浅い	有利な点 + 確立した技術 (EKWL Float4Wind) + 軽量で小型の浮体構造 + 海底の占有範囲が小さい + ヒープ及びピッチの挙動が小さい + 幅広い水深に適する
不利な点 - 建造に広大なスペースが必要 - 海底の占有範囲が広い	不利な点 - 建造に広大なスペースが必要 - 海底の占有範囲が広い	不利な点 - 構造物が大きくて重い - WTG の据付と運用に大水深が	不利な点 - 運用に大水深が必要なため、適用海域に制約 - 海域の占有範囲が広い	不利な点 - 曳航時に不安定 - 係留システムが高価

ーヒープの挙動が比較的大きい	ーヒープの挙動が比較的大きい	必要なため、適用海域が限定的 ー海底の占有範囲が比較的大きい ー維持管理に活用可能な甲板スペースがない		ー係留索が1本破損した際の影響が大きい ー維持管理に活用可能な甲板スペースが限定的
----------------	----------------	---	--	--

これらの浮体形式は、いずれも、鉄鋼（ロール（巻き加工）による補強、平面パネルによる建造、厚肉管など）・コンクリート（スリップフォーム、プレキャスト、鉄筋コンクリート、ポストテンション方式鉄筋コンクリートなど）のどちらでも建造可能である。鉄鋼製の場合においては、造船と同様の技術によって鋼板を加工するコンセプトや、着床式のモノパイルやタワーと同様の技術により鉄鋼製の径の大径の円筒を用いるものがある。これらは、下請けの金属加工会社で鋼製の部分品を建造したうえで組立工場に輸送して組み上げる場合や、下請けの会社で完成品を建造し重量物運搬船で輸送する場合の両方が考えられる。コンクリート製の浮体は、一般的には、地元での建造・組立により適している。

表9は、現在稼働中又は建設中の複数基からなるパイロット事業・実証事業の浮体形式等をまとめたものである。

表9 複数基からなるパイロット事業・実証事業の浮体形式等

プロジェクト	立地国	運転開始	タービン基数	浮体構造物
Hywind Scotland	英国	2017	5	スパー（鋼製）
WindFloat Atlantic	ポルトガル	2020	3	セミサブ（鋼製）
Kincardine	英国	2021	5	セミサブ（鋼製）
Hywind Tampen	ノルウェー	2023	11	スパー（コンクリート）
PGL	フランス	2024	3	TLP（鋼製）
EFGL	フランス	2025	3	セミサブ（鋼製）
EolMed	フランス	2026	3	バージ（コンクリート）

表9のプロジェクトのうちいくつかについては、最終的に設置される国以外の場所で事前建造が行われておらず、設置国では最終組み立てのみがなされている。組立港に向けての輸送には、バージ等に載せた上での曳航（Dry-tow）と、進水状態での曳航（Wet-tow）のいずれもが利用されている。

例えば、Kincardine プロジェクトにおいては、浮体構造物は、スペインの Navantia 社の Ferrol 造船所からロッテルダムの岸壁に WTG 据付のために輸送された。その際の輸送には、Boskalis 社のバージ（Fjord号、6,000m²の甲板スペース）が使用された。

WindFloat Atlantic プロジェクトの5基のセミサブ浮体のうちの2基は、ポルトガルの Setubal 造船所で建造され、残り1基は、Navantia の Aviles 造船所と Ferrol 造船所（タービン据付）で建造された。

前述のとおり、Kincardine 向けの1基当たり 3,000 トンの重量がある浮体は、5基とも Navantia の Ferrol 造船所で建造されており、フランスの EFGL プロジェクト向けのセミサブ浮体3基については、Eiffage が建造を担った。Eiffage は、PGL 向けの TLP である Float4Wind の鋼構造部分の建造も担っている。

Navantia は、Hywind Scotland のスパー浮体5基の建造も行った。コンクリート浮体の Hywind Tampen は、より複雑な建造工程を経ており、まず、Aker Stord でプレキャストが行われた後に、水深の深い Dommersness 港の基礎組立基地でプレキャストした部分品の接合を行い、Wegerland Gulen 基地港にて、WTG の据付が行われた。

EolMed のコンクリート浮体の建造については、MP Archimed（Ponticelli Freres 社と Matiere 社が半分ずつ出資した EolMed 向けの合弁会社）により、現地で行われている。

500MW から 1GW の商用化プロジェクトの実施に当たっては、15MW の WTG を用いるとすれば、33 基から 66 基の浮体の設置が必要となる。浮体式洋上風力発電の今後の普及見込が前述のシナリオに沿ったものとなり、工事について、現状の気象海象条件による制限が適用されるものとする、製造及びマーシャリングのための施設は大規模なものとなり、かつ、稼働率も高くなるものと見込まれる。他方で、現状においては、そのような規模の施設は存在せず、サプライチェーン上の大きな制約となっている。

鋼製の浮体については、欧州では、CS Wind Offshore、EEW、Smulders を含む Eiffage、Navantia Seenergies、Sif 及び Welcon が、浮体の一部又は全体の建造への関心を表明している。これらの企業の多くが、すでに着床式洋上風力発電の基礎部分の建造に参画しており、Eiffage、Navantia Seenergies 及び Welcon は、浮体式洋上風力の実証やパイロットプロジェクトにおける浮体の建造の経験を有している。

開発事業者も建造能力の不足が課題となると考えており、浮体式洋上風力市場で先導的な立場になる OceanWinds は、Navantia Seenergies との間で建造キャパシティ契約（Capacity Agreement）を締結し、2027 年から 2031 年にかけて、Navantia Seenergies の Fene 造船所及び Puerto Real 造船所において、合計で年間 8 から 12 基の浮体を OceanWinds 向けに建造することを約束¹³⁵している。

¹³⁵ <https://www.oceanwinds.com/news/uncategorized/ocean-winds-will-contract-navantia-seenergies-floating-platforms-and-other-elements-for-offshore-wind-farms/>

また、開発事業者の Odjfell Oceanwind は、Windsteel Technologies JV において、オートメーション・製造事業者の Prodtex と協力関係を結び、Odjfell の Deapsea Star 浮体の大量生産のための工場のコンセプト開発をしている。浮体式洋上風力発電プロジェクトの進捗を踏まえつつ、2030 年までの間に最初の工場を実現することを計画している。

Offshore Wind Scotland は、スコットランドにおける地域の企業支援機関が連携した組織で、スコットランド政府と緊密に連携し、スコットランドの Scotwind 及び INTOG による浮体式洋上風力発電所向けの大規模な海域のライセンスの付与による事業機会を活かしたスコットランドの産業界への投資を支援することを目的としている。Offshore Wind Scotland は、スコットランドで活動するすべての開発事業者と緊密に協力し、開発事業者がローカルコンテンツを確保できるように支援している。

Offshore Wind Scotland 内において、Strategic Investment Model (SIM) ワーキンググループが存在しており、34 件の港湾や製造インフラの整備に係るプロジェクトを進めるための取組を進めている。開発事業者等の関心が高く、最終投資決定 (FID: Final Investment Decision) に近い「優先 (Priority)」プロジェクトが 12 件特定されており、そのうち、5 件が港湾に関するもの、4 件がサプライチェーンに関するもの、1 件が風力発電タービンに関するもので、残る 2 件は対外非公表とされている。この他に、開発事業者の関心が中程度の「進行 (Progress)」プロジェクトが 22 件存在し、開発事業者の支援を得るための活動を続けている。進行プロジェクトの中には、Navantia Seanergies による浮体構造物の建造に係るプロジェクトが 2 件含まれている。そのうちの 1 件は、北海沿岸の Methil 造船所への投資、他の 1 件は、Arnish 造船所とアウター・ヘブリディーズ諸島にあるルイス島の Stornoway 港についての港湾当局との共同開発である。

欧州の造船所・鉄工所の外に目を向けると、日本の造船所のほか、中国、韓国及び Dubai Drydocks、Lamprell などの中東についても、浮体構造物の一部または全部の建造を担うことができる可能性がある。

コンクリートバージ・セミサブに関しては、フランスの BW Ideol が最も活発な活動をしており、すでに小規模のパイロットプロジェクトを運用しているほか、フランス Golfe de Fos1 における実証事業に取り組むとともに、スコットランドでも Scotwind において、Buchan Offshore のライセンスを取得している。同社は、フランスと英国において、地元での浮体建造の事業機会を探索している。

2023 年に、BW Ideol はフィージビリティ調査を行った結果として、スコットランドの Ardesier 港において、年間 1GW 相当の同社の Dumping Pool 浮体の建造が可能であると結論付けた。BW Ideol は、Ardesier 港との間で、港湾内の 34ha の敷地を BW Ideol の浮体式基礎の建

造のために排他的に割り当てることを保証する合意を結んでいる。同港内には、コンクリートの製造プラントも建設される予定とされる。

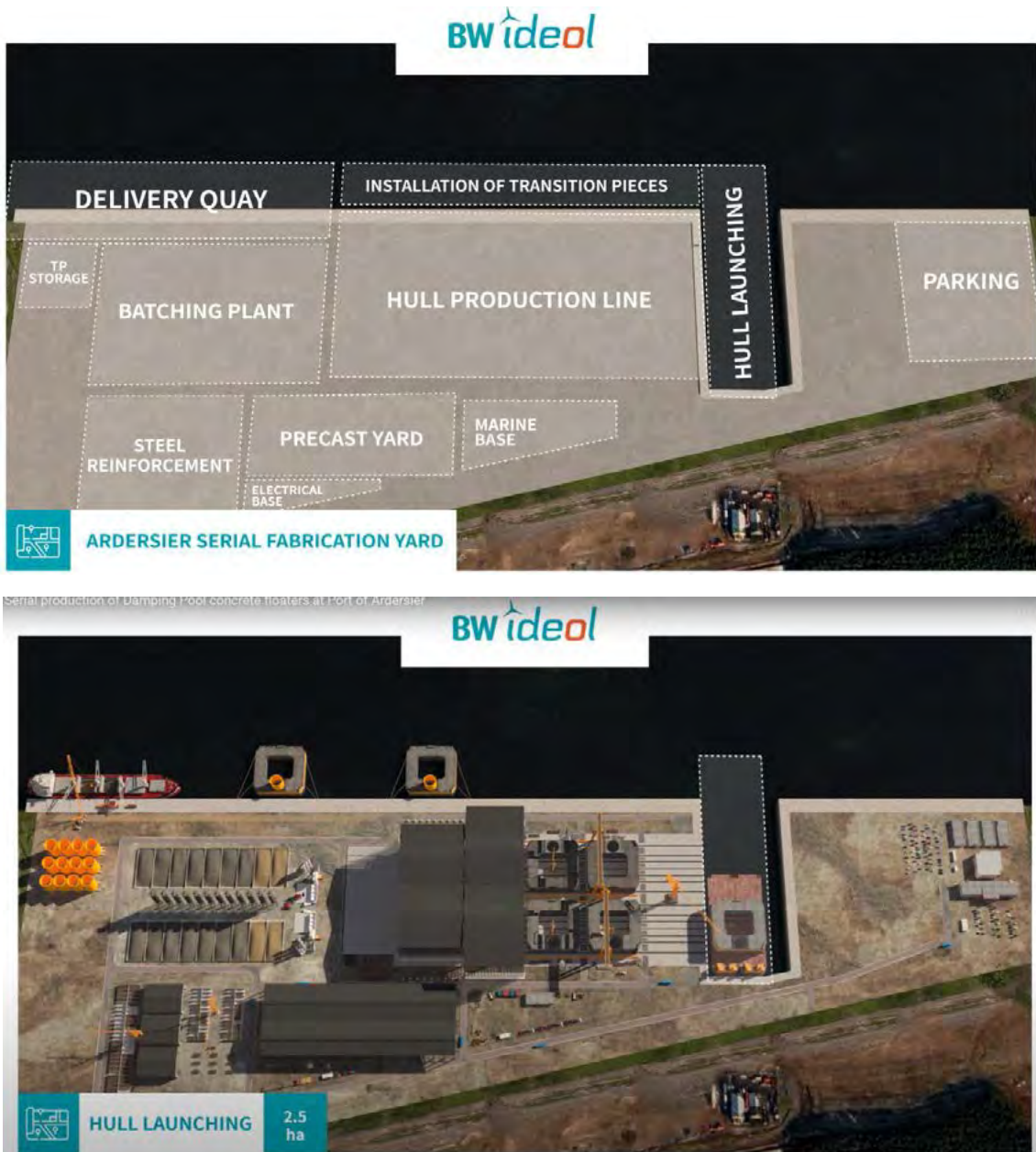


図 38 Ardersier 港の開発イメージ (BW Ideal の Youtube ビデオ¹³⁶)

2024 年には、BW Ideal は、フランス政府の予算措置によるフィージビリティ調査を完了した。当該調査は、南フランス・マルセイユの西に位置する Fos-Sur-Mer に同社のコンクリート浮体の連続建造工場を設立し、ローカルコンテンツの最大化を図るものである。当該工場は、地中海のフランスに属する部分の需要だけでなく、スペイン、イタリア及びギリシャに属する部分もターゲットとしている。これら地中海の需要を、2043 年までに合計 8GW と見込んでいる。2025 年 11 月に、BW Ideal は、本プロジェクト (Fos3F と呼称) が、EC により、

¹³⁶ <https://youtu.be/ibAr3OHorDs>

クリーン製造技術に係るプロジェクトとして Innovation Fund の支援対象に選定され、最大 7,400 万ユーロの支援を受けることが可能となるとともに、STEP シールを付与された旨を発表した。



図 39 Fos-Sur-Mer (Fos3F) のプロジェクトのイメージ (BW Ideol)

さらに、BW Ideol は、浮体式洋上風力発電向けの低炭素コンクリートの供給について、Holcim との間の協力覚書 (MoU) を 2024 年に締結している。

コンクリート製のスパーについては、Hywind Tampen プロジェクトで Aker Solutions が Stord 及び Dommersnes で実証したように、欧州においてはノルウェーのフィヨルドのみで建造・組立が可能となっている。

2.2.1.2. 浮体構造物の進水 (図 37 (2))

浮体構造物の組立と積出しには広大な水域が必要とされ、欧州・英国において、当該作業に適した港湾に限られることが、市場の成長の障壁となっている。

セミサブ浮体の進水のためには、港湾が、11m から 13m の喫水に対応している必要がある。進水に当たっては、基本的には、潜水式のバージやプラットフォームの使用が想定される。例えば、2025 年に行われたフランスの EolMed プロジェクトの浮体の進水には、従来型

の半潜水式のバージである Boabarge35 (124m×31.4m、17,500 トンのキャパシティ) が使用され、2023年に行われた PGL の TLP 浮体の進水には、英国コーンウォールの新興企業 Tugdock のシステム (インターロック式の 120m×120m の半潜水式プラットフォーム、30,000 トンのキャパシティ) が使用された。その他、Bardex の OmniDock (半潜水式プラットフォーム) や OmniLift (造船所向けの進水用プラットフォーム) の活用も考えられる。



図 40 Tugdock システム (Tugdock) (左)、OmniLift (Bardex) (右)

SIM の進行プロジェクトには、セミサブの進水に係るプロジェクトが 1 件含まれている。当該プロジェクトは、PSG Maritime & Logistics が開発を計画している半潜水式の進水用バージであるが、まだ FID に向けては開発事業者から十分な支持を得られていない状況に見える。

2.2.1.3. タービン (WTG) の据付 (図 37 (3))

タービンの据付を行う岸壁については、進水を行う岸壁よりも深い水深が要求され、セミサブに対しては、一般的に 15m 程度の喫水に対応することが必要となる。

2.2.1.3.1. タービンの据付のためのクレーンの不足の可能性

現時点において、欧米のメーカーの最大のタービンは 15MW で、ローターの直径が 240m 程度のサイズである。将来的に、25MW のタービンとなった場合は、ローターの直径は 300m を超えると想定される。ローターの直径が大きくなると、ハブをより高所に吊上げる必要が生じ、750 から 1,050 トンの重量物を 180m 超の高さに持ち上げることが求められる。そのためには、最大級のリングクレーンやクロウラクレーンが必要となる。この要求に応えられるクレーンの数は限られており、追加の投資が必要とされている。

例えば、現時点において設備容量の合計が世界最大の浮体式洋上風力発電所である Hywind Tampen の 8MW のタービン (167m のローター直径、350 トンのナセル重量) の据付に当たっては、Mammoet のリングクレーン PTC200-DS が用いられた。当該プロジェクトは、厳し

い気象条件と岸壁に近接した地点の水深不足に直面し、結果として、岸壁から 140m 離れた場所における吊上げを余儀なくされた。



図 41 Hywind Tampen におけるタービンの据付作業の様子
(Equinor, Jan Arne World, Worldcam)

フランスの3つのプロジェクトのうち2件はクローラクレーンを使用した。EolMed プロジェクトについては、報告書作成時点で情報を得られなかった。

PGL 向けの 8MW のタービンについては、Schmidbauer が同社の保有する中で最大級となる 800 トンの能力を有するクローラクレーンを投入した。当該クレーンのスペックを考慮すると、より大きなタービンへの活用には困難を伴うと想定される。

EFGL 向けの 10MW のタービンについては、Mammoet が 1,600 トンの能力を有するクローラクレーン CC12600 を投入した。

数年前、デンマークの BMS Heavy Cranes は、3,000 トンの能力を有する大重量のリングクレーン HCR-3000 の納入を受けた。当該クレーンは、1,200 トンの重量物を最大 225m まで吊上げることができ、吊上げ高さを抑えることで、最大 3,000 トンまでの重量物（構造物）の吊上げが可能である。当該クレーンは、デンマークの Osterild テストセンターにおいて、ナセルの重量が 1,000 トン程度ある、シーメンスの 21MW の次世代タービンの据付に用いられた。

重量物取り扱い企業は、浮体式洋上風力発電も見据えて、将来のより大重量の吊上げに係る計画を行っている。Sarens は 2018 年に製造された 5,200 トンの能力を有する SGC-250 を運用し、Mammoet は 2024 年に 3,000 トンを 220m の高さまで吊上げ可能な SK6000 を導入し

た。中国では Sinopec Heavy Lifting and Transportation が、複数の設定で運用可能な 14,000 トンのリングクレーンを 2026 年又は 2027 年までに導入することを計画している。14,000 トンの設定においては、5,300 トンの負荷を半径 100m の範囲で吊上げることが可能である。

大重量のクレーンの重要性に鑑み、Offshore Wind Scotland は、Sarens PSG のリングクレーンの開発プロジェクトを、SIM における 10 件の優先プロジェクトの中に位置づけている。これにより、Sarens PSG によるクレーンの新設のための FID を行うための環境整備を行っている。

また、SIM の進行プロジェクトには、スコットランドにおいて重量物の取り扱いを行っている企業によるリングクレーンへの投資プロジェクトが 1 件含まれている。

組立後には、複数の浮体式洋上風力発電施設が、設置海域への曳航を待つ間、水域で保管（Wet Storage）されることとなる。設置作業に適した季節・気象条件があるため、場合によっては、Wet Storage の期間が 4 から 6 か月に及ぶこともある。そのために、十分な広さを持った、外洋の荒天等から保護された海域も必要となる。

2.2.1.3.2. 浮体式洋上風力プロジェクトにおいて用いられているタービン

現時点で運用中又は建設中の複数基からなる浮体式洋上風力発電のパイロット及び実証事業の主要な特徴を表 10 にまとめた。タービンのサイズについては、概ね 10MW 以下となっている。

表 10 複数基からなるパイロット事業・実証事業のタービンサイズ等

プロジェクト	立地国	運転開始	タービンサイズ	タービン基数	タービンメーカー
Hywind Scotland	英国	2017	6.0MW	5	Siemens
WindFloat Atlantic	ポルトガル	2020	8.0MW	3	Vestas
Kincardine	英国	2021	9.5MW	5	Vestas
Hywind Tampen	ノルウェー	2023	8.0MW	11	Siemens
PGL	フランス	2024	8.4MW	3	Siemens
EFGL	フランス	2025	10.0MW	3	Vestas
EolMed	フランス	2026	10.0MW	3	Vestas

2.2.1.3.3. タービンサイズの推移

図 42 の稼働中・建設中・許認可取得済・FID 済の着床式洋上風力発電プロジェクトにおける地域別の平均タービンサイズの推移をみると、全体の動向として、タービンのサイズは大型化してきている。

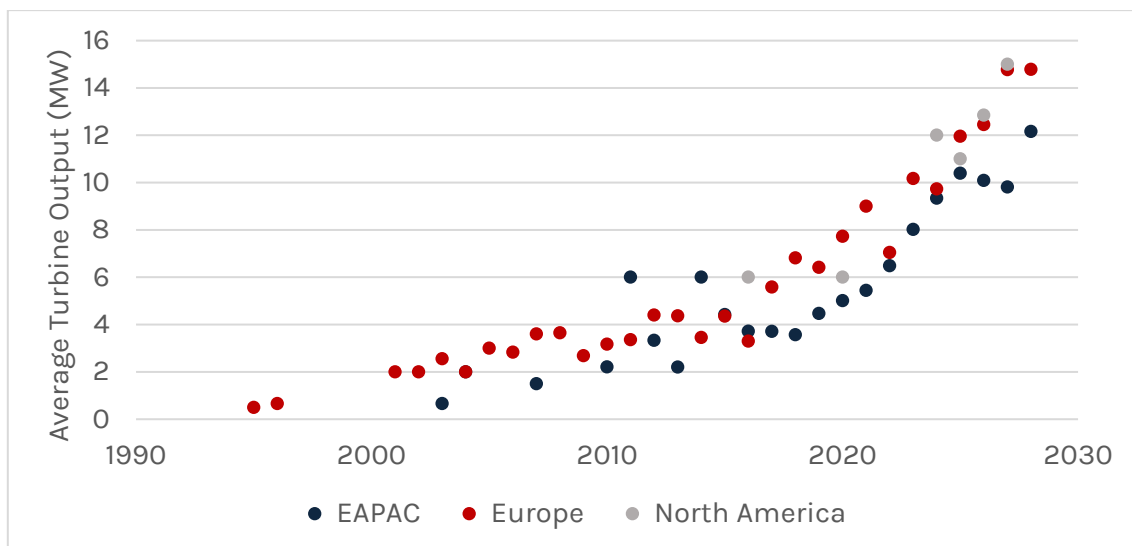


図 42 着床式プロジェクトにおける地域別平均タービンサイズの推移
(Intelatus Global Partners)

欧州においては、タービンサイズの拡大は比較的緩やかになっているが、中国は、短期間に 4-5MW から 15MW 超に急速に拡大している。中国のタービンメーカーは 16-18MW を市場に投入してきており、欧州でも中国のタービンの導入を検討している開発事業者も存在する。

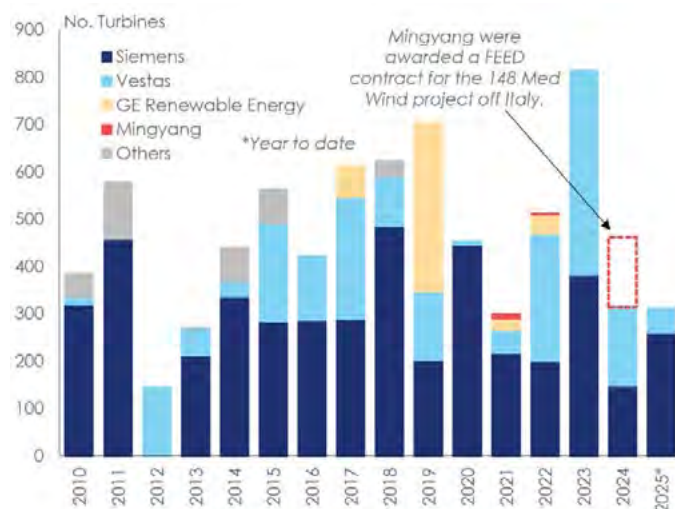


図 43 欧州におけるタービン供給契約の締結者 (Clarkson)

浮体式に目を向けると、まだ普及前の技術であるため、タービンの設置数は着床式に比べて大幅に少ない。現時点において設置済又は建設中の浮体式洋上風力発電向けのタービンで最大のもは 10MW 以下で、ローター径は 180m に満たない。欧州における次世代の商用規模の浮体式洋上風力発電所の計画をみると、タービンの設計として 220m-350m のローター径を想定しており、これは、14MW から 20MW の出力に相当するものと考えられる。FID 済から運用中までの段階の欧州における浮体式洋上風力発電所のタービンサイズ及び基数について図 44 にまとめる。

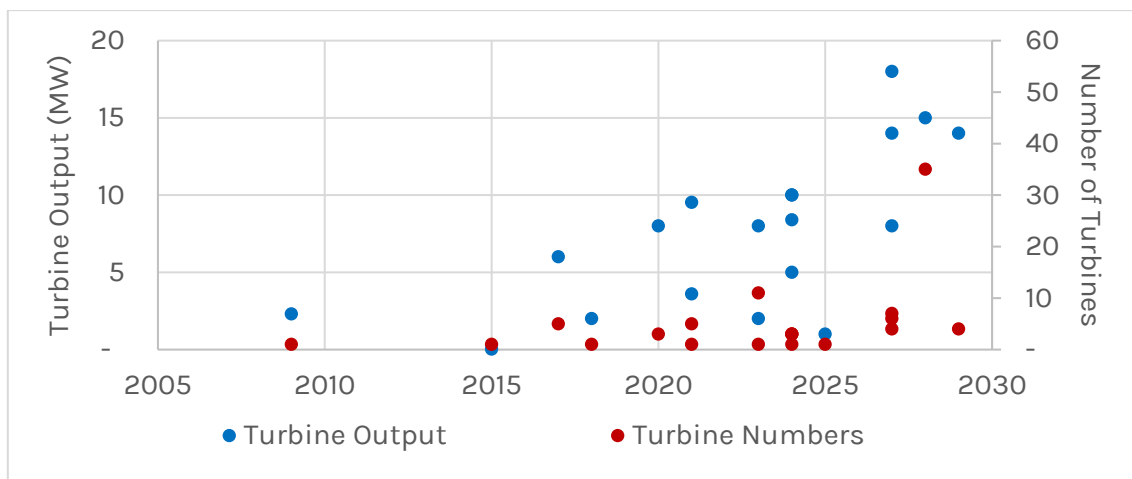


図 44 欧州における FID 後の浮体式洋上風力発電所のタービンサイズ・基数 (Intelatus Global Partners)

2.2.1.3.4. タービンの開発

現在までの商用化された洋上風力発電所は、すべて、水平なローターの回転軸が風の方向に並行となる水平軸のタービン (HAWT: Horizontal Axis Wind Turbine) を用いてきた。HAWT では、一部、2枚翼のものも存在するが、一般的に3枚翼が多い。

比較的未成熟な技術 (スウェーデンにおける小規模 30kW の SeaTwirl S1 浮体の実証のみ) であるが、欧州、米国及び日本において、垂直軸のタービン (VAWT: Vertical Axis Wind Turbine) の浮体式への適用に利点があるかどうかについての関心が寄せられている。回転軸が垂直となる VAWT には、次の利点があると考えられている。

- 重心が低く、浮体構造物のコストの低減が可能、
- 機械的な構造が比較的単純、
- HAWT のような高所でのメンテナンス作業が不要であり維持管理コストの低減が可能、
- HAWT に見られる数 GW のスケールでの後流による効率減少が避けられる。

現在、市場を席捲している HAWT については、タービンの出力を上げるにつれて、ローター径も大きくなる。

ローター径の大きさと、それに伴うハブの高さは、クレーンによる吊上げ能力の要求を左右するため、タービンの据付や主要部品の交換作業において重要な要素となる。

図 45 は、国際的メーカー (欧米メーカー) と中国のメーカーのタービンの開発の推移を示す。図 45 からは、中国のメーカーがローター径 300m 超の 26GW のタービンを市場に投入する計画があることが見て取れる。

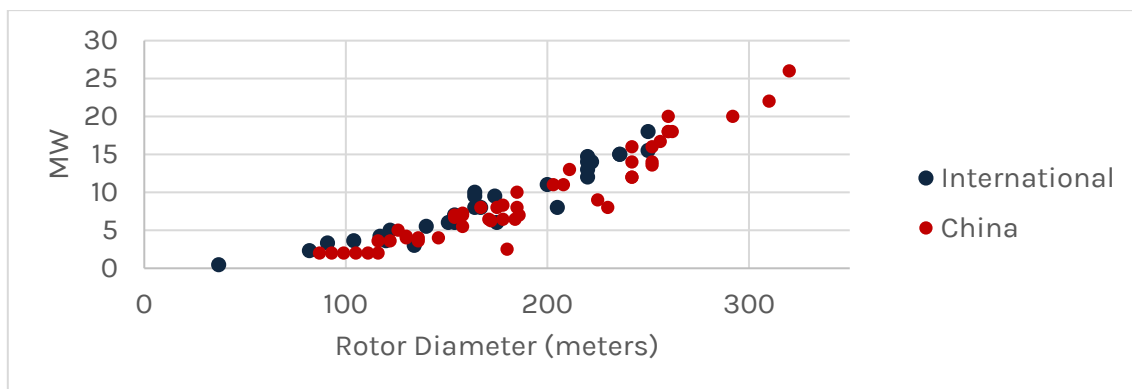


図 45 タービンサイズの推移 (Intelatus Global Partners)

ハブ高さの決定に当たっては、海表面とブレードの先端との間のクリアランスを考慮する必要がある。クリアランスは国によって異なるが、一般的には 25m-35m である。

表 11 に、クレーンの決定に影響を与えるハブ高さの欧米製タービンを前提とした場合における分析を示す。欧州のプロジェクトで試用されるサイズのタービンについて、最小及び最大として想定されるハブ高さが分析されている。

表 11 欧米製のタービンのハブ高さ (Intelatus Global Partners)

タービンサイズ	ローター径	最小ハブ高さ	最大ハブ高さ	リギングの余裕分	フック高さ
3-4MW	114m	92m	108m	15m	107m
5MW	140m	105m	110m	15m	120m
6-7MW	154m	112m	120m	15m	127m
8-10MW	174m	122m	126m	15m	137m
11MW	200m	135m	126m	15m	150m
12-14MW	220m	145m	155m	15m	160m
15MW	236m	153m	152m	20m	173m
18MW	250m	160m		20m	180m

英国及び欧州のいける浮体式洋上風力発電に係る商用化プロジェクトの計画文書をみると、近い将来に欧米製及び中国製のタービンのいずれについても導入の計画があり、出力は 12MW から 20MW 超までとなっている。

これを踏まえると、港湾におけるクレーンは、Ming Yang の MYSE18.8-260 など 18MW の次世代タービンを十分取り扱うことができるように、190m 超の高さが必要になると考えられる。このような吊上げが可能なクレーンは、現時点で極めて限られている。

長期のプロジェクトを考慮に入れると、英国の浮体式洋上風力に係るスコーピング報告書によると、許可に係る設計条件として 320m-350m のローター径が想定されており、それに合わせると、クレーンのフックの高さを 230m-280m とする必要があるが、洋上風力のサプライチェーンにおいて、現時点で、そのようなクレーンは利用することが不可能である。

また、フランスにおいて BayWa が検討をしている 230MW-270MW の Pennavel プロジェクトにおいては、23.3MW のタービンを最大 13 基設置することが設計条件として想定されているが、現時点において市場には存在しておらず、中国のメーカーから調達するものと考えられている。ただし、サプライヤーの選定は 2028 年まで継続される予定であり、まだ決定していないことに留意が必要である。

他方で、2025 年に 25MW のタービンのドライブトレインの試験施設を導入したデンマークの Lindø Offshore Renewable Centre など、欧州の試験研究施設は大規模なタービンのための試験施設の開発に取り組んでいる。

また、タービンの出力を増加させるに伴い、ナセルの重量とサイズも増加する傾向にあることに留意が必要である。メーカーによる差異はあるものの、8-10MW のタービンのナセルは約 350-390 トン、15-16MW のタービンのナセルは概ね 500-685 トンの重量がある。結果として、大型のナセルを吊上げるクレーンについては、より高く吊上げる能力に加えて、より重量の重いものを持ち上げる能力も要求されることとなる。

表 12 15-16MW のタービンにおけるナセル重量 (Intelatus Global Partners)

メーカー	型番	ナセル重量	MW 当たりのナセル重量
Vestas	V236-15.0MW	630 トン	42.0 トン/MW
Siemens Gamesa	SG14-236DD	500 トン	33.3 トン/MW
GE	Haliade-X 15.5MW-250	685 トン	44.2 トン/MW
Ming Yang	MySE16-242	592 トン	37.0 トン/MW

2.2.1.3.5. 欧米のタービンメーカー

欧米のタービンメーカーは浮体式をコアビジネスの領域と見ておらず、着床式向けのモデルの開発を主としているといわれることが多い。

タービンメーカーは、一般的には、タービンの供給、輸送及び設置に責任を持つこととなる。タービンメーカーが供給等する範囲には、ナセル、ブレード、ハブに加えて、浮体に結合され、タービンを載せるタワーも含まれる。タービンメーカーは、保証サービス (Warranty Service) や延長維持管理サポートを提供し、また、CSOV や SOV 及び CTV の用船者でもある。浮体式洋上風力については、まだ開発の初期段階にあることから、タービンメーカーのサービスの範囲も開発段階である。

これまで、欧米のタービンの開発は、欧州及び米国に所在するタービンメーカーが主導してきた。業界再編を経て、現在は、Siemens、Vestas 及び GE の 3 社が市場を支配している。現在、タービンメーカーは、タービンの大型化に必要な研究開発投資へのリターンを

確保することを優先しているように見られており、タービンのサイズは凡そ 15MW で拡大を止めている。

Siemens Gamesa Renewable Energy の洋上風力向けの主力製品は、14MW のダイレクトドライブのタービンで、222m のローター径となる SG14-222 DD タービンである。Siemens は、このタービンの出力増強版である SG14-236 DD の最終試験をしており、同タービンは、15MW の出力を有し、ハブ高さは 145-155m となる。これらのタービンのナセルの重量は 500 トン以上であるが、GE や Vestas と比べて比較的軽量である。

Siemens Gamesa Renewable Energy の親会社の Siemens Energy は、事業の再構築をしてきた。同社にとって、Siemens Gamesa は、過去の陸上風力発電の品質問題や洋上風力分野における厳しい価格競争によって、損失を生み出す部門から抜け出せていない。洋上風力向けの新たなモデルの受注獲得は、同社の経済状況の助けにはなるものの、同社は引き続き、既存の SG14-222 DD タービンの受注の拡大を目標としており、それによって利益を上げることで、初めて、新たな、より大出力のタービンを検討することが可能となる。

Siemens は、21MW のタービンである SG21-276 DD を 2030 年末に向けて開発する計画があり、これは、デンマーク工科大学の Østerild Test Centre における「世界で最も強力な風力タービンのプロトタイプ」の開発に対する 3,000 万ユーロの欧州連合からの補助を踏まえた動きである。しかしながら、Siemens Energy は、ドイツの Cuxhaven、デンマークの Aalborg 及びフランス Le Havre で製造される「SG14 シリーズが、少なくとも 2030 年までの間、主力製品になる」旨公表している。これを踏まえると、21MW のタービンは、少なくとも 2030 年代に入るまでは市場投入されないものと考えられる。なお、21MW のタービンは、135m のブレード長を有し、ナセルは 1,000 トンの重量となると見積もられている。

Vestas は、V236-15.0MW タービンが、予見可能な将来において利用可能な最大出力のものであることを明らかにしてきている。この立場は、大型のタービンの開発に要した投資の回収と、品質の維持に係る懸念、タワー・モノパイルの工場や港湾、クレーンや関連船舶を含むサプライチェーン及びロジスティクスの課題に対応するためのものである。欧州において、Vestas は、デンマーク及びポーランドでナセルを製造している。

Vestas は、15MW のタービン向けのブレード工場を、エディンバラの Forth Green Freeport の一部である Leith Docks に建設するための許可の取得に取り組んでいる。なお、Freeport において、製造事業者は、税制優遇や関税面での支援などを受けられる。

GE Vernova の主力の洋上風力タービンは、GE Haliade-X 12-14.7MW シリーズであり、220m のローター径、685 トンのナセル重量である。2024 年 3 月の投資家向けプレゼンテーションにおいて風力事業の CEO が「Haliade-X 250m ローター機は、我々の次世代の洋上風力タービ

ンである。同機を市場に投入する予定であり、業界をリードするものである」と述べており、これは、18MWを指していると考えられる。しかしながら、GEは、予見可能な将来において、当該洋上風力の市場投入を撤回¹³⁷した。2024年7月に、GEは、2025年から5年間、Haliade X-15.5MW-250、250mのタービン径、15.5MWの出力のタービンの陸上試験をノルウェーのGulen試験設備で実施することを発表した。欧州では、GEは、フランスのSaint Nazaire工場においてナセルの製造を行っている。

欧米のメーカーは、現在、概ね15MWの出力を上限としているが、2023年に公表されたRenwable UKによるFLOW Industry Roadmap 2040¹³⁸などの文書においては、2030年代において、860-1,020トンのナセル重量、130-147mのブレード長となる17-20MWのタービンの出現を予測している。英国や欧州の許認可申請文書においては、概ね、20-25MWのタービンの設置を可能とするような計画条件での許可を求めている。欧米のメーカーが概ね15MWを超えるタービンの開発を減速しているため、中国のメーカーは、欧米のメーカーに追いつくのではなく、タービンのサイズについて、欧米のメーカーを追い越してきている。

2.2.1.3.6. 中国メーカーの動向

Ming Yang Smart Energy (MySE)は、2021年にイタリア向けの初めての中国製タービン(MySE 3.0-135タービン)をTrant Wind Farmに納入した。また、2023年には、日本の富山県入善町の9MWの洋上風力発電所向けにも納入実績がある。また、中国のGoldwindの子会社であるVentus Energyは、2023年に、韓国の365MWのYeonggwang Nakwol着床式洋上風力発電所向けに、64基の5.7MWのタービンの契約を確保した。

ドイツの開発事業者であるLuxcara及びRWEは、権益を取得した海域において、中国製のタービンを使用する可能性について検討を行った。Luxcaraは、最終的にはSiemensを採用することとしたが、途中の段階では、MySEを選択する方向としていた。また、スコットランドのINTOGプロジェクトの一つである560MWのGreen Voltプロジェクトは、プロジェクトへのMySE製のタービンの使用について、英国政府からの意見聴取を行った。ただし、同プロジェクトの電力購入事業者の一つであったCNOOCが計画から撤退したため、MySE製のタービンの使用の可能性は低くなったとも考えられる。

¹³⁷ 2024年11月のFinancial TimesによるCEOのインタビューにおいて最初に表明された。併せて、同社は、新規の洋上風力案件の追求をやめると報じられた。また、CEOは、2022年以降、新規の受注をしておらず、VineyardやDogger Bankなどの既存の受注のみに集中することを確認した。GEは、当該事業分野のモニタリングを続けており、将来、新規受注に回帰する可能性がある。

¹³⁸ https://www.renewableuk.com/media/ezvmvea3/industry-roadmap-2040-building-uk-port-infrastructure-to-unlock-the-floating-wind-opportunity_march-2023.pdf

MySE は、浮体式洋上風力発電向けに二つの MySE タービンを搭載する OceanX 浮体を開発した。OceanX 浮体の最初の実証は、合計 16.6MW（MySE8.2-18 を 2 基搭載）のものであり、Qingzhou IV 洋上風力発電所にて、2024 年 12 月に稼働を開始した。2025 年 10 月の China Wind Power 2025 の場において、MySE は、25MW のタービン 2 基を搭載する 50MW の浮体式プラットフォームの発表を行った。ローター径は 290m で、ハブ高さは 190m となる。また、MySE は、25MW のタービン 1 基を搭載する 3 コラムのセミサブ型の浮体についても発表を行った。

MySE は、欧州において、次の 2 件の潜在的なタービン製造工場と結び付けられている。これらの工場の稼働が開始された際には、英国及び欧州のタービンサイズが 16MW-22MW のサイズにシフトするきっかけになり得る。

- 英国において、MySE は、ScotWind プロジェクトの実行を支援するスコットランドの SIM の優先プロジェクトの一つに挙げられている。優先プロジェクトに対しては、利害関係者は、当該プロジェクトへの支援方法について協力して検討を行う。MySE の提案に対しては、米国のトランプ大統領政権を含めて、反対の声も上がっている。MySE は、現在、Ardersier 港に新設するタービン工場に対して、3 フェーズに分けて最大合計 15 億ポンドの出資を計画している。
- イタリアにおいて、Renexia、MySE と企業・メードインイタリア大臣は、2024 年に覚書を結び、4 段階のフェーズに分かれる 2.8GW の MedWind プロジェクトのために、イタリアにおいて 18.8MW の洋上風力を MySE が製造することを約束した。

2024 年に China Three Gorges の Zhangpu Liuaio フェーズ 2 プロジェクトが完成した。同プロジェクトは 400MW の規模であり、Goldwind の 16MW のタービン 18 基と、Donfang の 13MW のタービン 9 基を採用している。このプロジェクトは、16MW のタービンを系統接続した洋上風力発電プロジェクトとして初めてのものとなる。2024 年 6 月には、Guangdong にある Shantou 試験設備において、Donfang が 260m のローター径を有する 18MW の洋上風力向けタービンを設置した。CSSC Haizhuang も 18MW のタービンを試験しており、Envision は 16.7MW のタービンの試験を行っている。

また、中国の有力な開発事業者である China Three Gorges は、Goldwind の GWH252-16 タービンを用いた 16MW の浮体式洋上風力発電のパイロット事業の準備を進めている。タービン径は 252m で、126m のタワーに搭載され、ハブの重量は 1,300 トンである。

2024 年 10 月の Dongfang による 20-26MW のタービンのナセルの Fuzhou 製造工場での発表は驚きをもって受け止められた。当該タービン H26-313 は、313m のローター径、185m のハブ高さを有しており、2025 年 8 月に陸上試験サイトに設置された。

MySE は、Dongfang に続く 2024 年に 16MW のタービンを系統接続した（ナセル重量は約 590 トン）。MySE は、18MW（260m のローター径）、20MW、22MW 及び 25MW のタービンの開発を進めており、最大でローター径は 310m に及ぶ。2024 年 8 月には、MySE は、20MW のタービンを中国の陸上（沿岸部）に設置した。当該タービンのローター径は 292m であり、その設置に必要となる WTIV のクレーンフック高は、180 から 210m に及ぶ。

CRRC Yongji も 2022 年に、ローター径 260m となる 20MW のタービンの開発を公表している。当該タービンは浮体式洋上風力向けに開発されており、試験機が Shandong にある Dongying 風力試験場に 2025 年 1 月に設置された。実際の浮体式洋上風力発電施設での試験を 2026 年に計画している旨の報道もなされている。

中国メーカーである Sany は、2024 年に、30MW のタービン向けのブレードと、35MW のタービン向けのナセルの試験設備を建設することを公表し、中国の将来の技術開発の方向性を示している。

2.2.1.4. 係留索及びアレーケーブルの事前設置（図 37（4））

2.2.1.4.1. 係留システムの概要

着床式と浮体式の大きな違いは、浮体式は、浮体構造物にタービンが設置されていることであり、それに寄って、動的な複雑性が大きく増している。係留システムは、浮体式風車を海底に接続し、その位置を保持している。一般的に、係留システムは浮体の動揺を許容するのに十分な柔軟性を備えている。

図 46 は、実際に導入され得る複数の係留方法を示している。係留方法は、浮体の種類や気象海象条件、地盤・底質の状況や水深を踏まえて決定される。

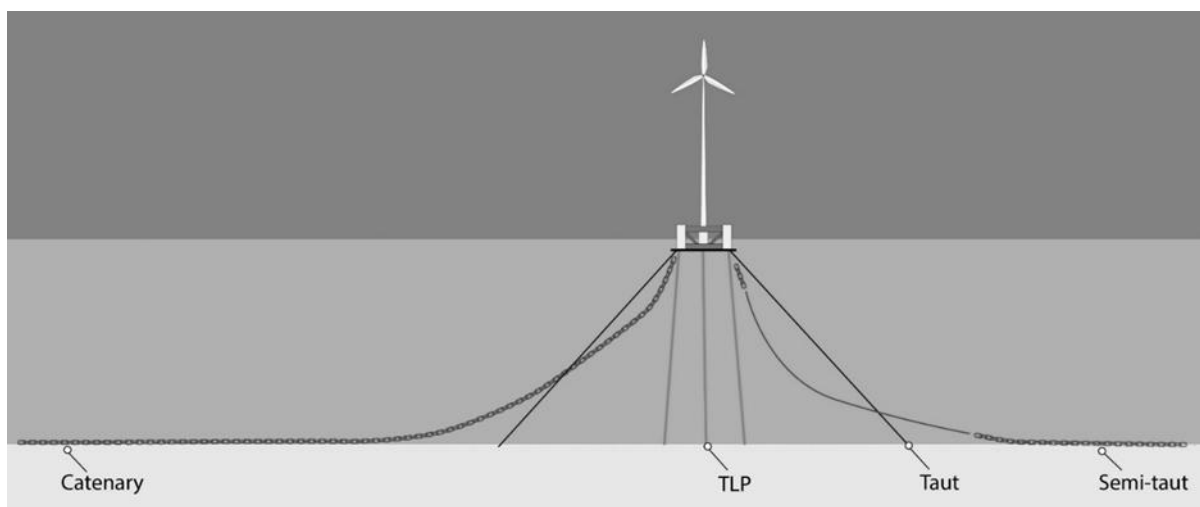


図 46 一般的な係留方法の選択肢（Intelatus Global Partners）

複数基からなるパイロット事業・実証事業における係留システムの概要を表 13 に整理した。

表 13 複数基からなるパイロット事業・実証事業の係留システムの概要 (Intelatus GP)

プロジェクト	水深	係留方法	係留本数/浮体	係留索	アンカー
Hywind Scotland	129m	カテナリ	3	鎖	サクシヨン
WindFloat Atlantic	100m	カテナリ	3	鎖・合成繊維 (HMPE ¹³⁹)	ドラッグ
Kincardine	80m	カテナリ	3	鎖	ドラッグ
Hywind Tampen	300m	カテナリ	1.7 (共有)	ワイヤー・鎖	サクシヨン
PGL	100m	セミトート	6	鎖・ワイヤー	サクシヨン
EFGL	80m	カテナリ	9	鎖・合成繊維 (HMPE)	ドラッグ
EolMed	55m	カテナリ	9	鎖・合成繊維 (HMPE)	ドラッグ

50m から 120m 程度の比較的水深が浅いプロジェクトにおいては、全体を鎖とするか、又は鎖と合成繊維索との組み合わせによるカテナリ係留で、ドラッグアンカーを用いるケースが想定されるが、より深い水深においては、鎖と合成繊維索の組み合わせによるセミトート係留又はトート係留で、サクシヨンアンカーなどの垂直の荷重に耐えられるアンカーを用いるケースが多くなると想定される。底質の状況によっては、ドライブ又はドリル式のパイルアンカーが必要となる。現時点ではブラジルの大水深の石油ガスプロジェクトのみで用いられ、広く利用されているものではないが、大水深の海域においては、魚雷アンカーも選択肢となり得る。

2018 年のカーボントラストによる Floating Wind Joint Industry Project フェーズ 1 のサマリー報告書¹⁴⁰によれば、カテナリシステムは 100m から 250m の範囲の水深に適しているとされている。また、同報告書は、セミトート係留又はトート係留が、鎖によるカテナリ係留と比較して、低コストで水深の影響が少ないとしている。

¹³⁹ 高分子量ポリエチレン (HMPE : High-Modulus Polyethylene)

¹⁴⁰ <https://www.carbontrust.com/our-work-and-impact/guides-reports-and-tools/floating-wind-joint-industry-project-phase-i-summary-report>

係留方法ごとの特徴等について、表 14 にまとめる。

表 14 係留方法ごとの特徴等 (Intelatus Global Partners)

型		係留索	概要	アンカー
多点 係留	Plain Catenary	弛緩係留 - Free hanging Chain	比較的浅い海域に適する。大水深では鎖の重量が課題。海底面の専有面積が広い。	ドラッグアンカーを一般的に使用。垂直負荷アンカー、パイルアンカーも利用可能。
	Multi-Catenary	合成繊維索・鋼製ワイヤーによる緊張部との組合せ	必要に応じて錘も追加される。大水深により適する。合成繊維索・鋼製ワイヤーと鎖との接続金具が必要。	ドラッグアンカーを一般的に使用。垂直負荷アンカー、パイルアンカーも利用可能。
	Buoyant Semi-Taut	混合 - 鎖と合成繊維索又は鋼製ワイヤーに、これらの接続部を海底面から浮かせるための浮きを付加	合成繊維索・鋼製ワイヤーと鎖との間、及び浮きについての接続金具が必要。200m 超の水深に適する。	ドラッグアンカー又は垂直負荷に耐えられるアンカーを使用。
	Taut	緊張状態にある索を使用 - 合成繊維索が一般的。 下部には短い鎖も使用される	大水深・超大水深に適する。TLP もこの形式（高張力鋼製のテンドンは物量の点で非現実的）	垂直負荷に耐えられるアンカーを使用。
一点 係留	SPM CALM ¹⁴¹ 、 SALM ¹⁴² 又は タレット	鎖又は混合	気象海象条件に合わせて浮体の方向を変えることが可能。ブイ又はタレットを使用。	ドラッグアンカーが一般的。垂直負荷アンカー、パイルも使用可能。

¹⁴¹ SPM CALM : Single Point Mooring Catenary Anchor Leg Mooring、

¹⁴² SALM : Single Anchor Leg Mooring

2.2.1.4.2. 浮体式洋上風力発電の係留システムの構成要素

作業船（アンカーハンドリング船、サブシー建設船）の仕様にも影響する様々な考慮事項が係留システムには存在する。輸送・設置が必要となる浮体式洋上風力発電施設の係留システムの構成要素を図 47 に示す。

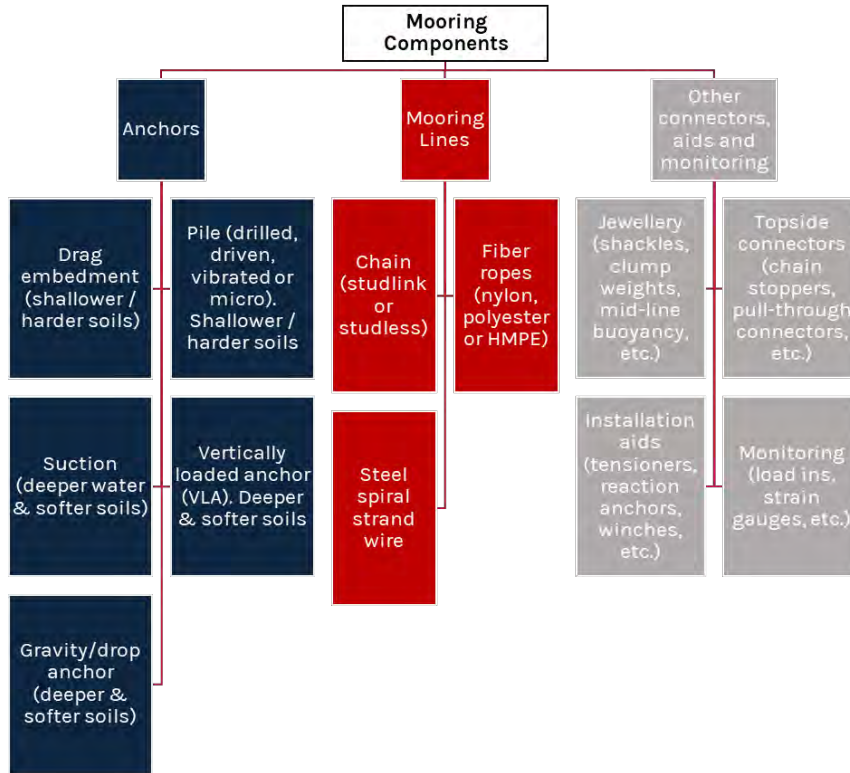


図 47 係留システムの構成要素 (Intelatus Global Partners)

2.2.1.4.3. アンカー

アンカーの選定は、浮体構造物の形式や係留索の配置、コスト、底質、地質（泥、砂、岩盤、沈殿物の有無等や、海底地形やパイプライン・ケーブルなどの他の海底設置物等を踏まえたアンカーの設置位置の制限等）、設置作業に利用可能な船舶、地域の気象海象・環境条件などの要素を考慮して行われる。

浮体式洋上風力発電向けとして、一般的に考えられる係留点の仕様について、図 48 に示す。開発事業者が公表している情報や過去の試験・実証事業等を踏まえると、ドラッグアンカーとサクションアンカーが最も広く使われるものになると考えられる。

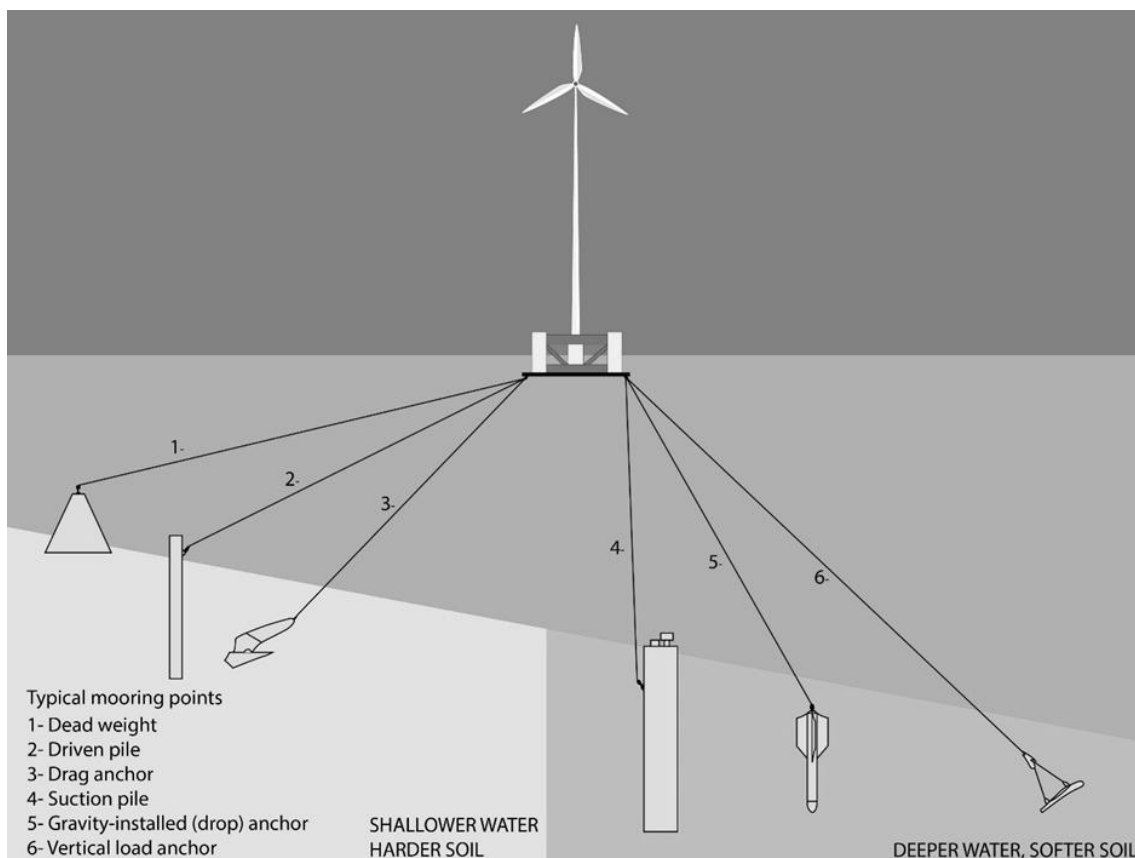


図 48 一般的な係留点 (Intelatus Global Partners)

ドラッグアンカーは、水平に負荷がかかるアンカーで、泥や砂の底質に適している。一方で、サクシヨンアンカーやパイルアンカーに比べて、設置位置の正確性には劣る。ドラッグアンカーの設置には、事前負荷作業 (Pre-Tensioning) が必要となる。ドラッグアンカーの主なメーカーは、Delmar Vryhof (オランダで製造)、Moorest (シンガポールで製造) 及び Intermoor/Acteon (Bruce Anchors は英国の企業であるが、製造は中国に依存) である。

垂直負荷アンカーには、サクシヨンアンカーと垂直負荷アンカー、パイルアンカーが含まれる。

サクシヨンアンカーは、泥の底質において良く機能する。垂直の負荷にも耐えることができ、設置場所の正確性も高い。除去の際には、設置と逆の手順が必要となる。Intermoor/Acteon と DEME/SPT Offshore が主な製造事業者である。

ドライブ型 (杭打ち式)、ドリル型、又はグラウト型のパイルアンカーが、最も幅広い底質に適用可能で、設置場所の正確性も高い。この分野については、Intermoor/Acteon が、専門鉄鋼メーカーである EEW や Hidramar Group との連携により、強みを有している。

重力式アンカーや魚雷アンカーはブラジルなどの大水深の石油ガス開発用浮体で使用されている。ブラジルの DELP Engenharia Mecanica が大手の製造事業者である。中長期的にみて、欧州で魚雷アンカーが必要となることは想定されていない。

開発事業者によって、以下のような革新的なアンカーの設計が検討・評価されている。

- Schottel が主たる開発者となっている Swift Anchor。岩盤の底質に適した、グラウトが不要なセルフドリリング式のロックアンカーであり、カテナリーから TLP システムまで、幅広い用途に活用が可能。水平及び垂直の両方の負荷に耐えることができる。
- Subsea Micropiles による、陸上の小規模パイリング技術の海洋環境への応用。アンカーテンプレートに複数のパイルをドリルし、高い垂直及び水平負荷に耐えられるようにしている。サブシーロボティクス技術を活用し、Mincon が開発した遠隔操作型の海底掘削技術を用いてパイルを設置する。本アンカーの設置には、広い甲板スペースをもつサブシー作業船が必要となる。

英国政府により 2013 年に設立された海洋再生可能エネルギーカタパルト（ORE Catapult: Offshore Renewal Energy Catapult）は、2024 年に、英国の浮体式洋上風力の商用化プロジェクトで利用可能なアンカーの選択肢を評価した報告書 Floating Offshore Anchor Review¹⁴³をまとめている。

同報告書では、英国の大陸棚の底質・地質と利用可能な技術の分析を行っている。報告書では、多様で、かつ、変化する技術的な状況が浮き彫りにされており、船舶の仕様に柔軟性が求められるとともに、それらの船舶の船主や設計者・造船所にとっては、将来に向けて最適な船舶の建造への不確実性を投げかけるものであった。報告書における主な結論を以下にまとめる。

- 生産能力、生産コスト、物理的なサイズ及び設置に必要な特殊作業船のサイズなどの観点から、従来の石油ガス産業で持ちられている係留方法とそのサプライチェーン（ドラッグアンカー、サクシオンアンカー、垂直負荷アンカー、サクシオンプレート、魚雷アンカー、パイルアンカー）は、商用スケールの浮体式洋上風力発電所には、適さない可能性がある。これらの従来型のアンカーの多くは、アンカーハンドラー（AHTS: Anchor Handling Tug Supply Vessel）で設置されるが、サクシオンアンカーとパイルアンカーには、広い甲板スペースと強力なサブシークレーンを有するサブシー作業船が必要となる。

¹⁴³ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/floating-offshore-wind-anchor-review/>

- 既存のアンカーに伴う課題に対応するため、新しく、革新的なアンカーのデザインが開発されている。開発中の技術には、Subsea Micropile（杭打ち又はグラウト）、Swift Anchor（グラウトなしのセルフドリリングロックアンカー）、コンクリートサクシオンアンカー及び重力式アンカーが含まれる。これらの多くは、AHTS 又はサブシー作業船による設置が必要となるが、一部の技術は、より小型の海洋土木工事用船舶での施行も可能である。
- 英国の大陸棚は、様々な種類の底質を有しており、単一のアンカーシステムを全体に適用することは困難。
- アンカーの共有は利用可能な選択肢であるが、その適用に当たっては、従来型のサクシオンアンカー又は杭打ち式のパイルアンカーが必要。これに対応可能な新たなアンカーの開発が期待される。
- アンカーの共有をする場合、15MW のタービンに対しては、ローター径の 9 倍の間隔を設定することで、発電量と係留レイアウトのトレードオフのバランスをとることができる。これは、タービンの間に概ね 2,130m の間隔を空けることに相当。
- 鎖によるカテナリーと、セミトート（鎖及び合成繊維索）の係留システムが、英国における 100m 程度の水深の海域に対する信頼性が高く実際的な選択となる。なお、報告書では、浮体一基あたり 3 本の係留索（167mm の鎖を使用）を用いると想定している。より深い水深（500m 程度）では、120mm の鎖を用いたセミトート係留又は海底付近に 120mm の鎖を用いたトート係留が良く機能する。

2.2.1.4.4. 係留索の事前設置（Pre-lay）及び取付（Hook-up）

係留索の Pre-lay 及び浮体の曳航、係留索の Hook-up には、大型の AHTS 及びサブシー作業船が必要となる。

図 49 において、浮体式洋上風力発電プロジェクトにおけるこれらのオペレーションに係る主な作業工程を示す。維持管理のために港湾に曳航する際には、この手順と同じ内容の作業が、逆の順番で必要となる。

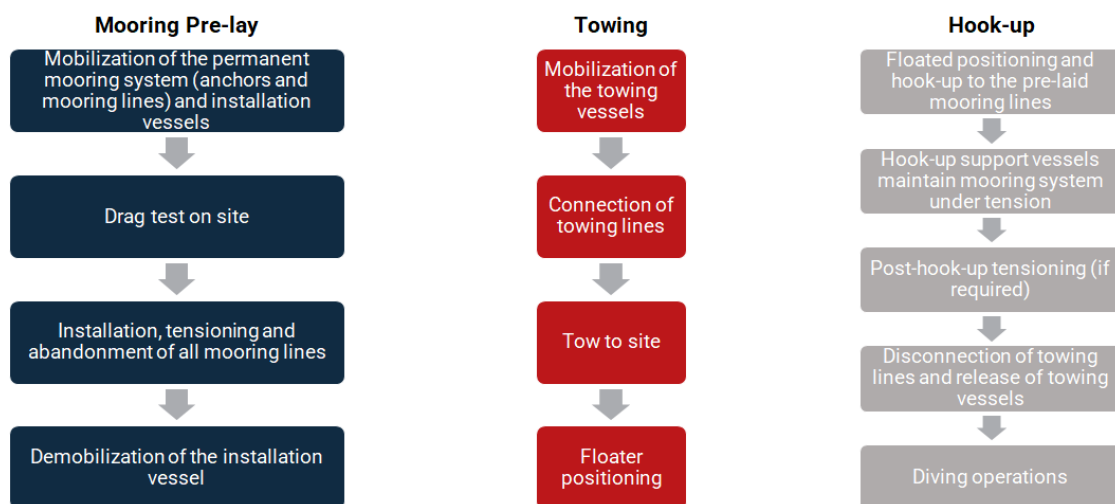


図 49 係留索の Pre-lay、浮体の曳航及び係留索の Hook-up の作業工程 (Intelatus Global Partners)

2.2.1.4.5. 係留システムの特徴

浮体式洋上風力プロジェクトは、少なくとも短期・中期的には、MODU（移動式海洋掘削施設）や大水深の石油ガス開発のために発展した係留システムに係るサプライチェーンに依存することが避けられない。

アンカーの種類が異なると、その大きさや重さも大きく異なり、設置に係る作業船の選定にも大きく影響する。従来の AHTS は、8 から 12 基のドラッグアンカーによって係留される石油ガスの掘削リグを移動するために開発されたものである。

表 15 は、アンカーの種類ごとに考慮すべき一般的な特徴についてまとめている。実際に選定されたアンカーによっては、その大きさや重さが表に記載されたものと異なる可能性もある。また、利用可能な船舶が有する甲板の面積や、陸岸からの距離、気象海象条件によっても、記載された数字と異なる結果となることもあり得る。

表 15 アンカーの特徴 (Intelatus Global Partners)

種類	典型的重量	800m ² の甲板当たりのアンカー数	150 基の設置期間	150 基のコスト (ドラッグアンカー比)
ドラッグアンカー	20-50 トン	12	120-175 日	100
プレート付サクションアンカー	45 トン	7	155-180 日	233
バイルアンカー (ドリル式)	70 トン	5	325-425 日	417
バイルアンカー (杭打ちドライブ式)	125 トン	4	155-215 日	283
サクションアンカー	110-180 トン	3	130-195 日	400
重力式アンカー	900 トン	2	155-275 日	567

Acteon は、カンファレンスのプレゼンテーションにおいて、ドラッグアンカー、サクシオンアンカー、プレート付サクシオンアンカー、パイルアンカー（杭打ちドライブ式）の設置のための船舶の費用を、アンカー 1 基当たり 100,000 から 150,000 ドルと見積もっていた（2022 年の価格水準、150 基のアンカーが設置されると想定）。重力式は 2 倍、パイルアンカー（ドリル式）は 3 倍の費用としている。

また、英国の浮体式洋上風力のパイロット・実証事業のためのスコーピング文書では、ドラッグアンカーの重さを最大 65 トンとしており、表 15 よりも重いものとして見積もっている。

表 15 において、ドラッグアンカーの重量 20 トンは、Delmar Vryhof Stevpris Mk6 アンカーを想定したものである。他方で、Stevpris 及び Stevshark アンカーは最大 65 トンとなる。それらは、20 トンのものと比べて 50%幅広で、15%長いいため、その輸送・格納により広いスペースが必要となる。ここで、浮体式洋上風力発電施設のアンカーの設置作業を効率的に行うためには、少なくとも 800m²の甲板スペースを持った作業船が必要となることを踏まえ、表 15 では、800m²を最小限の甲板スペースとしている。

Delmar Vryhof 及び Moorest が、浮体式洋上風力発電施設のパイロット事業・実証事業におけるドラッグアンカーの供給元として最も多く選定されている。

Delmar Vryhof のドラッグアンカーは、WindFloat Atlantic、Kincardine、Tetraspar、EFGI、ふくしま未来及びふくしま浜風で使用されており、Moorest の製品は、ふくしま新風、響灘、Floatgen、Eolink 及び EolMed（1,210 トンの把駐力を有する 35 トンの MA5S アンカー）で採用されている。

図 50 において、Delmar Vryhof が生産する大型のドラッグアンカー 3 モデルの物理的な大きさと、把駐力試験に必要な負荷を示す。なお、サブシー建設作業コントラクターは、25 トンのドラッグアンカーに対して、少なくとも約 500 トンの把駐力試験を行うことを推奨している。

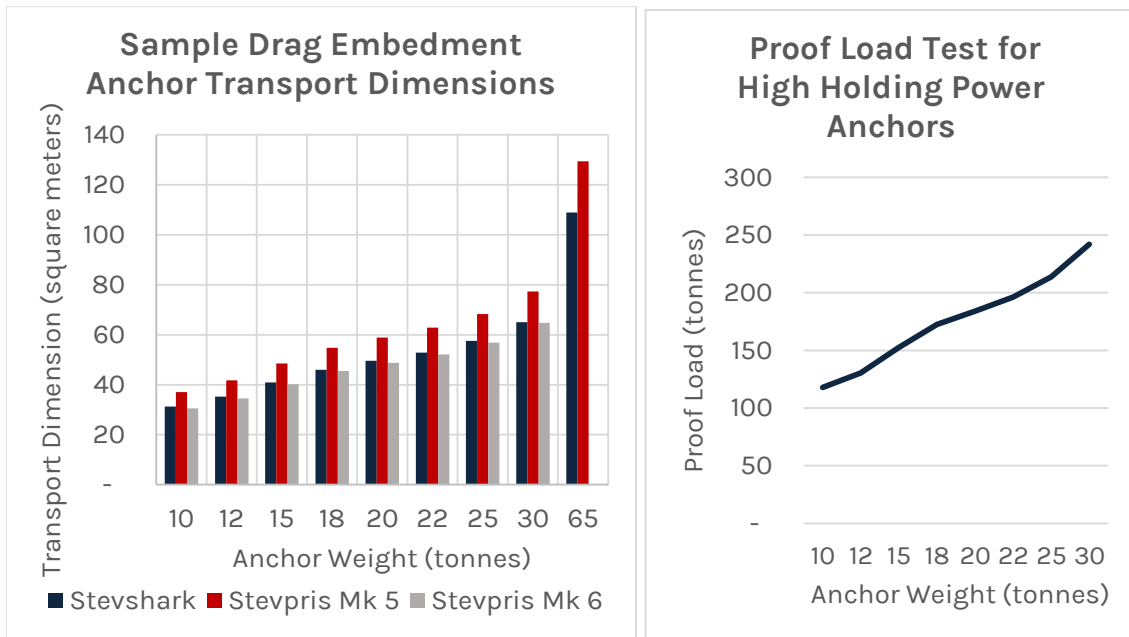


図 50 ドラッグアンカーのサイズと把駐力試験の要求 (Intelatus Global Partners)

把駐力試験の要求の大きさによって、作業船のスペックに次の影響がある。

- 多数のアンカーを輸送するための後甲板スペース。図 50 によれば、65 トンのドラッグアンカー 1 基で 115-125m²の甲板スペースが必要となる。他方で、30 トンのアンカーであれば、60-80m²で済む。
- ボラードプル (BP: Bollard Pull) 能力。図 50 のとおり、30 トンのアンカーでの把駐力試験の要求は 250 トンに及んでおり、AHTS には 250 トンの BP 能力が求められる。

サクションアンカーについては、大型の AHTS 及びサブシー支援船によって設置が可能である。

市場を先導するサブシーコントラクターの DOF は、2024 年 4 月に公表された ORE Catapult の DC07 プロジェクトの報告書 Gigawatt Scale Cable and Mooring Installation Report¹⁴⁴の作成に貢献した。報告書には、900MW の Scotwind 浮体式洋上風力発電プロジェクトを 100m の水深の海域に設置する場合における検討結果がまとめられている。

DC07 プロジェクトにおいては、ScotWind の浮体式洋上風力サイトを代表するものとして、スコットランド北東部にある Iberdrola と Shell の Marram Wind (3GW) を選定した。英国における浮体式洋上風力プロジェクトの大半はスコットランドの西岸沖に位置しており、Marram Wind は東岸の概ね中央に位置しており、また、100m 程度の典型的な水深を有している。具体的には、Marram Wind の水深は 87-118m で、アバディーン沖 75-100km の場所に位置している。開発事業者による当初の環境計画文書によれば、125-225 基の洋上風力ター

¹⁴⁴ <https://fowcoe.co.uk/industry-insights/reports/gigawatt-scale-cable-and-mooring-installation/>

ピンを設置し、サブステーションを通じて、1.5GW ずつ、2か所の連系点（地上）において、系統に接続することとしている。報告書のベースケースにおいては、15MW のセミサブ浮体を 60 基設置することを想定しており、係留については、3本の鎖・合成繊維索のハイブリッド式のカテナリー係留を、サクシオンアンカーに接続することを計画している。サクシオンアンカーは、共有を前提としており、浮体1基当たり、1.7基が割り当てられている。

当該報告書においては、サブシー支援船は、2年間の間に 100 基のサクシオンアンカー（7m の外径）を設置するものと想定されており、4月に開始し5月末に終了するキャンペーン1回あたり全体の半分ずつの量の設置を行うこととされている。ベースケースでは、Skandi Acergy のような大型のサブシー支援船を使用することを想定しており、船舶のスペックとしては、157mの船長、DP3、400トンの動的ヒープ制御（AHC: Active Heave Compensation）クレーンを搭載し、2,100m²の後甲板スペースと 3,000トンの甲板下ケーブルカールセルを有するものとしている。なお、現時点において、世界には、21 隻の同様の規模の 400 トンの AHC クレーンを搭載したサブシー支援船が存在し、そのうち 7 隻が、2,000m² 以上の後甲板スペースを備え、別の 9 隻は、1,850-1,900m²の後甲板スペースを有している。

サクシオンアンカーのサイズとしては、外径 7m を想定しており、サブシー作業船は、各航海において、9 基を搭載することが可能である。

サクシオンアンカーの設置については、複数基からなる浮体式洋上風力発電プロジェクトに係る次の2件の事例を参考とすることができる。

- Hywind Scotland において、サブシー建設作業支援船 Deep Explorer（400 トンの AHC クレーン、1,680m² の後甲板スペース）により、サクシオンアンカーを設置。アンカーは、16m の高さ、5m の外径、100 トンの重量であった。
- Hywind Tampen において、Skandi Skansen により、19 基のサクシオンアンカーの輸送と設置、33本の係留索の設置を実施。アンカーは12-15m の高さで重さは100トンであった。船舶は 250 トンの AHC クレーンを有し、後甲板スペースは 1,070m²であったところ、一回の航海で3-4基のアンカーを運び、設置した。

商用化プロジェクトにおいては、110-180トンのアンカーが使用されると想定される。DOF Subsea のコメントによれば、サブシークレーンは、一定の回転半径、一定の気象海象条件及び一定の深さで負荷を持ち上げるために十分な能力を有することが求められるとされ、例えば、30mの回転半径、2mのうねりで150トンの負荷を持ち上げるためには、250トンのAHCクレーンが必要となる。

2.2.1.4.6. アンカーの把駐力試験

浮体式洋上風力発電施設の設置後における係留システムの把駐力試験は、アンカーの把駐力を示し、係留システムの証明を得るために必要となる。当該作業においては、船舶のスペックとして、BP が重要となる。

最近行われた様々な調査によれば、少なくとも 400 トン以上の把駐力試験が必要とされると見込まれ、大型の浮体式洋上風力タービンには、より強力な 900 から 1,000 トンの試験が必要となる。

当該高負荷を得るために、次に掲げるような方法が用いられる。

- 船舶の BP：現時点で運航中の最大の AHTS は、Island Victory で、32,000kW（42,800HP）の出力により、447 トンの BP を実現している。Island Victory は、2021 年に、2020 年に建造されたセミサブ型の掘削リグ West Bollsta 向けの Delmar Vryhof のドラッグアンカー Stevshark Rex を 440 トンの力で継続的に引っ張ったことで世界記録を生み出している。その次に大きな AHTS は凡そ 400 トンの BP 能力を有する。これらの能力を踏まえると、浮体式洋上風力発電においては、BP のみで把駐力試験をするには、現状の AHTS の BP は小さすぎると考えられる。

図 51 に、大型の AHTS における搭載出力と BP の関係を示す。

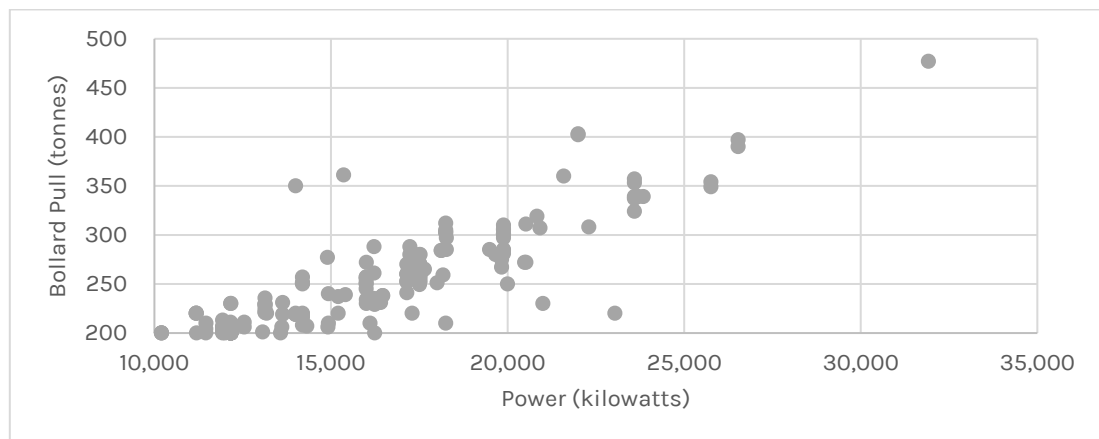


図 51 AHTS の BP と搭載出力の関係 (Intelatus Global Partners)

- リアクションアンカーを船首に接続し、テンショナーを用いずにテンション付加：一時的にリアクションアンカーを船首側に接続したうえで、その反対側の船尾側から係留索を引っ張って海底のドラッグアンカーに負荷をかける方法である。フランスの実証事業である Floatgen プロジェクトにおいては、係留システムは、270 トンの BP を有する AHTS Normand Sapphire によって Pre-lay が行われた。アンカーの把駐力試験には 350 トンの負荷が必要であったため、AHTS の船首からリアクションアンカーを投入することによる対応が行われた。

Damen は、その FLOW-SV 船の設計において、船首部に設けられた扉から、専用のリアクションアンカーを投入することによるクロステンショニングにより 1,000 トンの把駐力試験に対応することを狙っている。

- ボラードブルによるドラッグアンカーの把駐力試験を不要とするように設計されたテンショニングツールの利用：Delmar Vryhof の Stevtensioner や Intermoor/Acteon の Bruce Anchor Tensioner などのテンショニングツールが市場に投入されている。Stevtensioner は、1,250 トンまでの負荷をかけることができ、76-152mm の鎖に対応している。Bruce Anchor Tensioner は、76-120mm の鎖に対応し、垂直の負荷の 3 倍の水平の負荷をかけることができる。

鎖を短縮するクラッチであるこれらのテンショナーを用いるに際しては、アンカーと鎖を片方に接続し、もう片方にリアクションアンカーを逆方向に向かって接続することとなる。テンショナーを繰り返し垂直に引くことによって、必要な引っ張り力が得られるまで、鎖の負荷を追加していくことができる。垂直荷重は概ね水平荷重の 4 割程度で済むため、このツールにより高い水平負荷を得ることができる。

当該負荷をかけるに当たっては、AHTS のウィンチを使うこととなる。ノルウェーにおいて、NTNU が、世界最大の AHTS の一つであり、339 トンの BP を持つ Normand Drott の能力の評価を行っており、同船の持つ 500 トンのウィンチと Stevtensioner によって、同船は、水平荷重の 4 割の垂直荷重をかけることで、最大 1,250 トンの負荷をアンカーにかけられるとされた。この計算を適用すると、400 トンのウィンチを持つ船舶は 1,000 トンの負荷を、350 トンのウィンチを持つ船舶は 875 トンの負荷をテンショナーを使うことで実現できることとなる。

図 52 は、AHTS の最大のウィンチ能力と BP の関係を整理したものである。少なくとも 90 隻の AHTS が 500 トン以上のウィンチ能力を有している。また、当該 90 隻のうち少なくとも 10 隻が、250 トン以上のサブシークレーンを装備している。なお、図 52 には、純粋な AHTS だけでなく、アンカーハンドリングとサブシークレーンの両方の能力を有する洋上建設船も含まれていることに留意されたい。

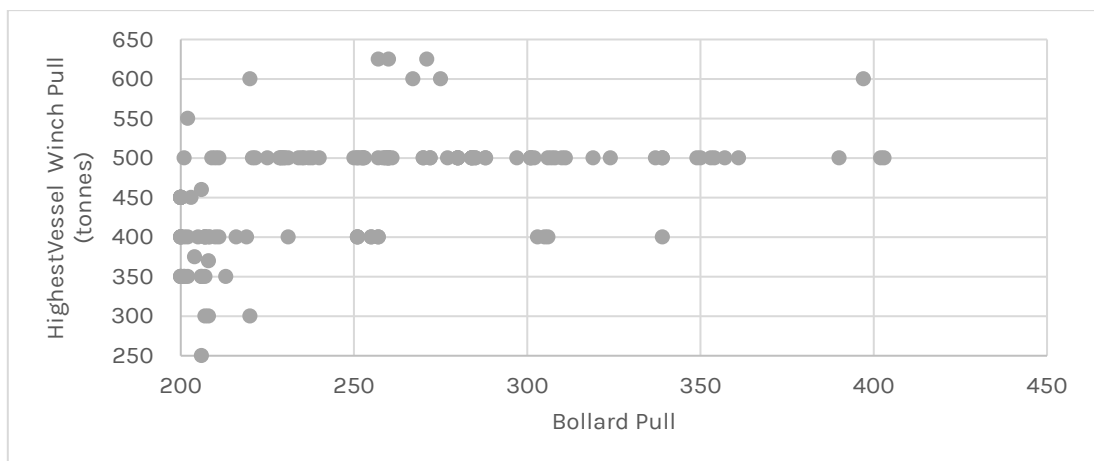


図 52 大型の AHTS の最大のウィンチ能力 (Intelatus Global Partners)

浅海域においては、必要となる垂直の引っ張り力を得るために、水面上に持ち上げられること考えられる。この場合、適切なクレーンを有している前述の 10 隻以外の AHTS は活用できない。サブシー作業船の AHC クレーンによって垂直荷重をかけることができる。

図 53 は、大型のサブシー作業船の数を示している。400 トンを超える AHC クレーンの能力を有する船舶は 40 隻に満たない。

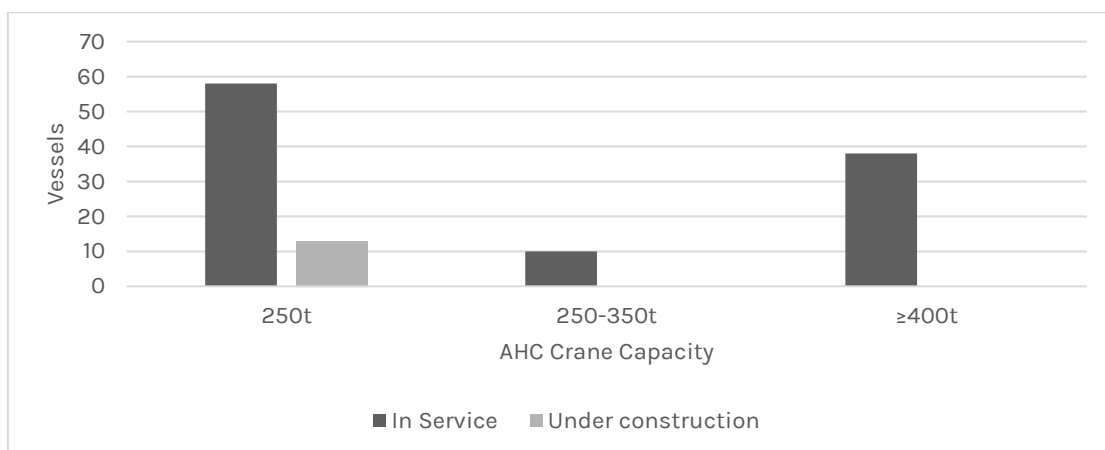


図 53 大型のサブシー作業船 (Intelatus Global Partners)

- 係留索を H リンクに接続し、複数の AHTS を使用：この方法については、浮体式洋上風力に求められる高い負荷の水準を考えると使用される見込みが小さい。

表 16 は、水深 60-80m を想定したドラッグアンカーに係る把駐力試験の方法について、AHTS とサブシー支援船の両方を想定してまとめたものである。ここで、AHTS については、Maersk L-Class を想定しており、250-260 トンの BP と 2 基の 500 トンのウィンチを有することとしている。また、サブシー支援船については、Maersk I-Class を想定しており、400 トンの AHC クレーンを有することとしている。

表 16 ドラッグアンカーの把駐力試験の方法 (Intelatus Global Partners)

船舶	方法	隻数	負荷 (トン)	BP (トン)	ウィンチ・ AHC 能力 (トン)	コスト比
AHTS	単独で牽引	1	250	≧250		1
AHTS	AHTS 2 隻を併用	2	300-500	≧250		1.5
AHTS	AHTS とテンショニングツールを利用 (水深が浅い場合はクレーン使用)	1	500-600		≧500	1.5-2.0
Subsea Vessel	AHC クレーンとテンショニングツール	1	650-1,000		≧400	2.0-4.0
Subsea Vessel	AHC クレーンとテンショニングツール	2	1,000+		≧400	4.0-8.0

前出の ORE Catapult による DC07 報告書では、サクシオンアンカーの代替策が検討されている。その中の一つとして、浮体 1 基あたり 50 トンのドラッグアンカー 6 基を海底から順に、132mm の太さで 840m の長さの鎖と、40m のナイロン繊維索、及び 132mm の太さで 50m の長さの鎖で接続する代替策が示されている。当該ケースにおけるアンカーの負荷試験の要求は 500 トンとして見積もられており、アンカーと鎖、ナイロン繊維索を設置した船舶と同一の船舶が当該試験を実施するものと想定し、2 隻の 300 トンの BP を有する AHTS (広い後甲板とチェインロッカーを有するもの) が、並列で試験を行うこととされている。(それぞれの船舶から 150m、132mm の作業用チェーンを Tri-plate に接続し、当該 Tri-plate を海底につながる鎖に接続)

2.2.1.4.7. 係留索の本数

多くの浮体式洋上風力発電施設は、3 本の係留索による位置保持を基本としているが、4 つの角がある浮体構造物の場合には、4 本の係留索が一般的である。

いくつかのプロジェクトにおいては、2 本又は 3 本の係留索を組み合わせたものを 1 本の係留索の代わりに使うコンセプトを採用している。

これらを考慮すると、3 本の係留索のコンセプトは、1) 1 本の係留索 × 3 条 (合計 3 本)、2) 2 本を組み合わせた係留索 × 3 条 (合計 6 本)、3) 3 本を組み合わせた係留索 × 3 条 (合計 9 本) に分けられる。

係留索の本数の選択は、主に、①係留索の大きさ、②冗長性を考慮して行われる。

2.2.1.4.8. 係留索の切断等

係留索の主たる機能は、浮体の位置を保持することであるが、係留索や関連部品の切断等の不具合が生じることも可能性として考えられる。不具合が帰結する結果については、位置保持システムの性能の比較的小さな変化から、位置保持能力の完全な喪失まで幅広い可能性があり、位置保持能力を失った場合、他の浮体やその他の海洋構造物に損傷を与える可能性もある。

英国のカーボントラストによる Floating Wind Joint Industry Programme は、2023 年に、浮体式洋上風力発電施設の冗長性、信頼性及び完全性に係る報告書¹⁴⁵を公表した。

開発事業者は、冗長性の要求の評価の観点から、係留システムの不具合の発生及びその被害についてのリスクアセスメントを実施する。報告書においては、係留索の不具合についての調査を行い、150m の水深の海域に設置された 15MW のセミサブ浮体におけるシナリオについてのモデルの構築を行った。モデルについては、全体を鎖とした場合と、鎖とポリエステル繊維索とを組み合わせた場合について、それぞれ、1本の係留策を3条とした場合と、それぞれ2本の係留策をまとめて3条とした場合を対象としており、シナリオの評価の結果を踏まえ、報告書には、次のようなことが記載されている。

- 1本の係留索を3条とした場合については、不具合が生じた際に、浮体が位置を保持できない結果、アレーケーブルの切断につながるため、冗長性がないものと考えられる。冗長性を有する係留システムを使うことで、よりリスクを低減できる。
- 製造時の不具合や設置時の損傷など、浮体式洋上風力の係留システムに係る不具合の脅威（Threat）の多くは、石油ガス産業に係る係留システムと共通である。しかしながら、浮体式洋上風力は、より多くの動揺に晒されることで、疲労負荷及び摩耗の脅威（Threat）が高くなる。
- 係留システムについて、リスクベースの検査・モニタリングの仕組みを用いることが推奨される。

ORE Catapult の DC07 プロジェクト（GW 級のケーブル及び係留の設置）の報告書の公表に続いて、ORE Catapult は、異なる係留索がどのように不具合の違いにつながるかについて、鎖によるカテナリ、セミトート（鎖と合成繊維索）、トート係留による3本（3×1）、6本（3×2）、9本（3×3）の係留索からなるシステムを対象に検討¹⁴⁶を行った。

¹⁴⁵ https://ctprodstorageaccountp.blob.core.windows.net/prod-drupal-files/2023-12/FLW_S2P5_MRRI%20Summary%20Briefing.pdf

¹⁴⁶ <https://fowcoe.co.uk/wp-content/uploads/2024/05/FOW-CoE-Implications-of-Different-Mooring-Lines-and-Spreads-Public-Summary-Report.pdf>

当該調査は、100m の水深における英国の浮体式洋上風力サイトに係る具体的なケース（水深 75-100m、離岸距離 75-100km の Buchan を想定したものと思料される）を基に行われ、2本の係留索を3条用いる構成が、冗長性とライフサイクル全体の発電コストとの間のバランスの観点で最も有力と結論付けている。この結論は、DC07 プロジェクトの報告書における、6本以上の係留索を用いた冗長性のある係留システムとすることで、設置作業とライフサイクル全体のオペレーションとに大きな利益をもたらすという記載を補強している。

2.2.1.4.9. 冗長性

カーボントラストの浮体式洋上風力発電施設の冗長性、信頼性及び完全性に係る報告書では、3本の係留索による係留をベースケースとしている。しかしながら、設計者としては、係留索に不具合が生じた際にどのようなことが起こるのかについて関心を有している。

従来型の3本の係留索を利用したを例にとると、

- 1本に不具合が起きても、他の2本が浮体式風力発電装置の位置を保持できる場合、冗長性があると判断される。この場合、浮体1基当たり3本の係留策とすることが妥当である。
- 最悪のケースとしては、1本の係留索に不具合が起きた際、浮体構造物が大きく動き、荷重を増加させた結果、他の2本の係留索や、浮体そのものの損傷につながることも想定され得る。この場合、冗長性が十分ではないため、係留索の追加が求められる。

2024年に ORE Catapult が公表した異なる係留索がどのように不具合の違いにつながるかについての報告書では、900MW の英国の浮体式洋上風力発電所（10本の係留索を用いた15MWの浮体6基）を25年間運用したケースに係る、プロジェクトの全期間を通じた分析が含まれており、その中で以下の事項が報告されている。

- 浮体式洋上風力の開発事業者は、石油ガス分野が有する係留システムに係る豊富な経験から学ぶことはできても、当該経験に依存することはできない。これは、石油ガス分野で良く生じる不具合の頻度を、浮体式洋上風力発電の分野に直接適用できない可能性が高いからである。その理由としては、浮体の数が石油ガスに比べて多いこと、システムの張力に係る要求がことなること、浮体式洋上風力発電施設は通常無人であり、石油ガス分野に比べて不具合時の影響の深刻度が低いこと、浮体式洋上風力発電の係留索のモニタリング装置が発展途上であること、浮体式風車の需要に対応するためにサプライチェーンが急拡大しており、石油ガス分野の係留施設の経験を欠くことがしばしばあること、などが挙げられる。
- 報告書では、不具合のポテンシャルについて、全体に鎖を用いたカタナリ、鎖とポリエステル繊維索のセミトート及び全体にポリエステル繊維索を用いたトートの3つの係留シス

テム、1本×3条、2本×3条及び3本×3条の3つの係留索の構成並びに100m及び500mの二種類の水深に基づいてモデル化している。なお、アンカーは係留システムとしてのモデル化の分析範囲に含まれていない。

- 報告書は「2本×3条の構成が、冗長性の確保とプロジェクトのLCOEの間の妥協点として魅力的に見え、また、この結果は、調査で検討された、鎖によるカテナリ、セミトート及びトート係留システムのいずれにも有効に見える」と結論付けている。
- 加えて、報告書では、冗長性のないシステムのライフサイクル全体のコストは、冗長性のあるシステムの7.5倍大きいと指摘している。プロジェクトコストが高くなる要因としては、アレーケーブルの修繕・交換が挙げられ、資本費と維持管理費の両方に影響する。
- 報告書は、トート係留システムの初期コストは、セミトートやカテナリシステムに比べて著しく低いとしている。
- 冗長性の無いシステムは、修理のために海域に行くことが求められる船舶の需要も増加させる。その結果として、船舶の用船費用が主要なコストセンターとなり、冗長性のあるシステムにおいては、全体のプロジェクトコストの65%である一方、冗長性の無いシステムでは、81%にのぼるとしている。
- 二番目に大きなコストセンターは、すべてのシステム形式において、不稼働による売り上げの損失である。
- 維持管理に係る適切な気象海象ウィンドウは、OPEXの主たる変動要因とされた。

2.2.1.4.10. 共有型の係留システム

複数の浮体でのアンカーの共有については、Equinorがパイオニアになって実証をしてきた。共有をすることによって、プロジェクトに必要となるアンカーの数を減らすことができる。共有されたアンカーについては、サクションアンカー、パイルアンカー又は重力式アンカーが用いられるものと想定される。

EquinorのHywind Tampenプロジェクトにおいては、11基の浮体に、33の係留索（浮体1基当たり3本）が接続され、19基のアンカーにより海底に接続されている。浮体1基当たりのアンカー数は、1.7基となる。図54にHywind Tampenのレイアウトを示す。

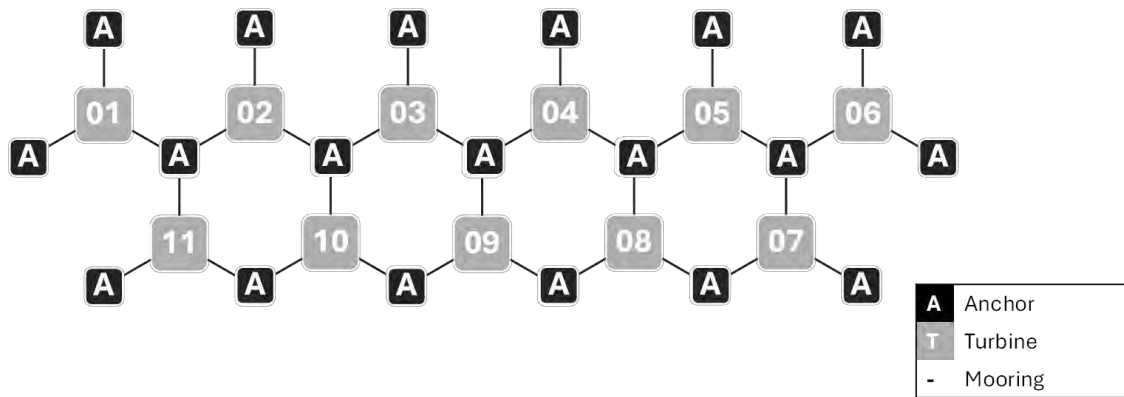


図 54 Hywind Tampen におけるアンカーの共有 (Intelatus Global Partners)

DOF Subsea が一部を保有するエンジニアリング会社である Semar は、更に開発を進め、浮体式洋上風力発電施設の係留に向けて、Honeymooring システムを開発している。同システムのコセプトは、浮体構造物をハニカム形状に配置して共有のブイに合成繊維索又は鋼製ワイヤーで接続するものであり、鎖は用いない。すべてのブイが合成繊維索によるトート係留で海底に係留されている。

ORE Catapult の DC07 におけるベースケースは、ハニカム形状のネットワークにおいて、浮体式洋上風力タービンがアンカーを共有するものと想定している。ベースケースのレイアウトは、12 基のタービンからなるクラスター（クラスター当たり 6 基の連続体二つから構成）5 つから構成される。各クラスターは、36 基ではなく 20 基のアンカーを共有し、1 タービン当たりでは 1.7 基のアンカーを用いることとなる。

図 55 は、報告書のベースケースを構成する 5 つのクラスターのうち、2 つのクラスター（12 基×2）のサンプルを示している。

図 55 のクラスター 1 をみると、クラスターあたり、6 基のタービンで構成される連続体が 2 つ存在している。連続体に含まれるタービンは、それぞれ、およそ 2.5km のアレーケーブルで隣のタービンと接続され、最後のタービンは、長いコレクターケーブルにより、洋上サブステーションに接続されている。クラスターに含まれる 2 つの連続体、12 基のタービンは、20 基のアンカーを共有しており、これは、タービンあたり 1.7 基のアンカーとなり、Hywind Tampen と同じ比率である。

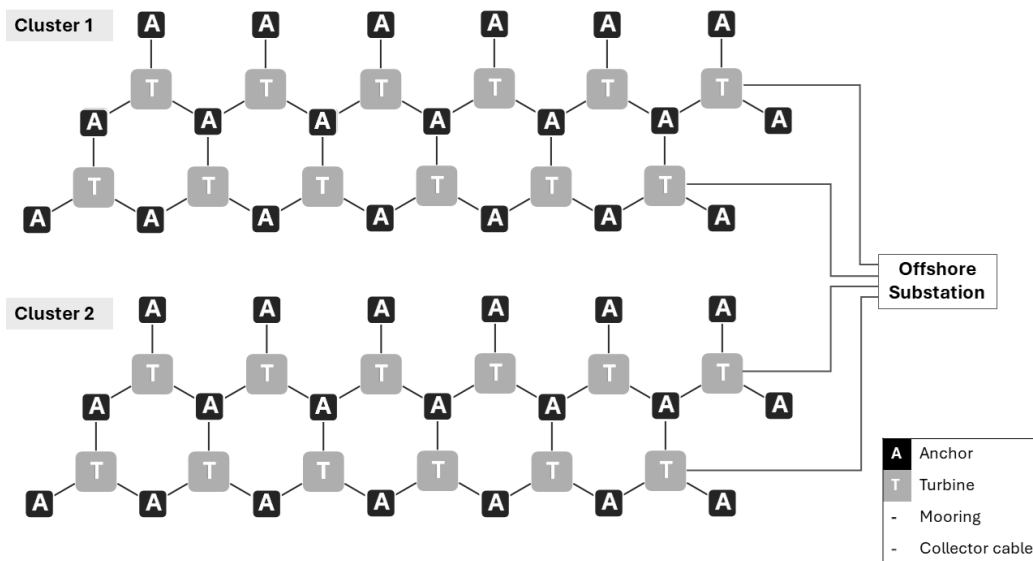


図 55 DC07 のベースケースのレイアウト (ScotWind の想定例)

英国のカーボントラストは、現在、石油ガス分野における係留索の不具合や冗長性に係る知見をどのように取り入れるべきかについての産業連携プロジェクト (JIP: Joint Industry Project) の音頭を取っている。同 JIP は、浮体式風力発電に適した大型の AHTS の数が限られており、その利用可能性についての懸念があることを踏まえたものである。

2.2.1.4.11. 係留用の鎖

係留索の種類には複数の選択肢が存在し、鋼製の鎖と合成繊維索の組み合わせなどの二つの種類の係留索を組み合わせたものもある。

係留に用いる鎖や合成繊維索、鋼製ワイヤーなどの設置には、AHTS が欠かせない。AHTS のスペックとしては、チェーンロッカー及びセカンダリウィンチが作業の柔軟性の観点から重要となる。セカンダリウィンチは、甲板下に設置されることもある。

係留索の事前設置に係る AHTS の需要を左右する鎖のサイズは、必要とされる最小破断強度 (MBS: Minimum Breaking Strength) 及び鎖のグレードに依存することとなる。浮体式洋上風力発電プロジェクトのスコーピング報告書によれば、高い最小破断強度が計画されており、大型の鎖が必要とされる。浮体式の石油ガス生産システムにおける大型の鎖については、市場での調達の可能性の観点から R4 グレードの鎖が一般に用いられている。現時点で市場に存在する AHTS の多くは、これらの浮体式石油ガス生産システムや石油ガス掘削リグ向けの係留システムに合わせた仕様となっていることに留意が必要である。

石油ガス掘削リグ向けには、一般的に、70-90mm の鎖が用いられる。また、AHTS には、中間部分に用いられる合成繊維索のためのセカンダリウィンチの装備も要求される。

浮体式石油ガス生産・貯蔵システムにも、係留システムが必要とされる。ブラジルでは国内で製造可能な 120mm に統一する要件が存在するが、それ以外の地域では、180mm の鎖が用いられている。

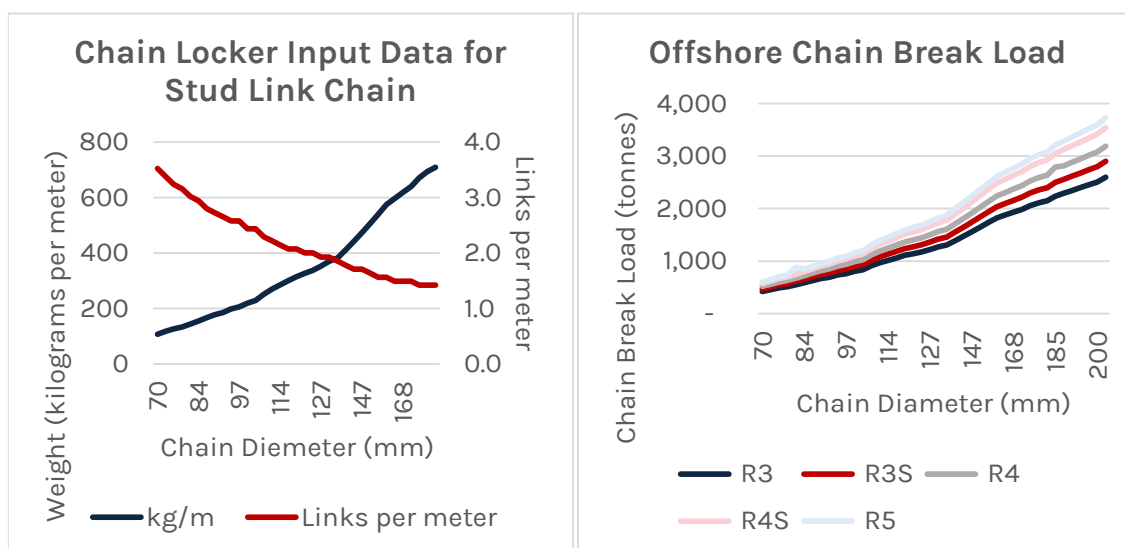


図 56 鎖の径と重量（左）、破断荷重（右）（Intelatus Global Partners）

また、世界を代表する鎖メーカーによれば、鎖の最大径は 240mm に及び得る。

地域別の主要な鎖メーカーの能力について、以下に概略をまとめる。

●欧州：

SOTRA（ノルウェー）は、205mm までの鎖の製造が可能。

Vicinay Marine（スペイン）は、220mm までの鎖の製造が可能。ただし、高強度の R6 グレードの鎖については、最大 150mm までとなる。

Griffin-Woodhouse, GWEC（英国）は、152mm までの鎖の製造が可能。

Ramnas（スウェーデン）は、76mm-165mm の鎖の製造が可能。

●欧州以外：

濱中製鎖（日本）は、162mm までの鎖の製造が可能。

Asian Star Anchor Chain（中国）は、208mm までの鎖の製造実績があり、最大 240mm までの製造計画を持っている。

DaiHan Anchor Chain（韓国）は、180mm までの鎖の製造が可能。

Qingdao Anchor Chain（中国）は、R3/R3S グレードについては 152mm、R4 グレードについては 147mm までの鎖の製造が可能。

Zheng Mao Group（中国）は、R5 グレードを含め、208mm までの鎖の製造が可能。

浮体式洋上風力発電プロジェクトについては、以下のように最大 220mm 程度の鎖を用いることが想定されている。

- Iberdrola は、40mm から 220mm までの鎖を想定。
- Solstad の支援を受けた NTNU による調査によれば、大型の AHTS は、最大 200mm の高強度・超高強度の鎖、120mm の鋼製ワイヤー及び 150mm から 250mm の合成繊維索の輸送及び設置ができることが求められるとされている。
- ORE Catapult による 2022 年の係留システムに係る報告書によれば、60-150m の水深に設置されるセミサブに、全体が鎖からなるカテナリ係留・セミトート係留・浮力付きセミトート係留を適用した場合、152-185mm の鎖が必要となると想定しており、また、DC07 報告書では、175mm の鎖と、40m の長さの 295mm のナイロン繊維索の組み合わせを想定している。
- Hywind Scotland では、132mm の浮体との接続用の鎖と、およそ 750m の長さの 147mm の主係留用の鎖をそれぞれの係留ラインに使用している。
- Kincardine は、100mm 及び 150mm の鎖を使用している。
- Hywind Tampen においては、730m の長さの 130mm の鎖が海底のサクションアンカーと接続される部分に用いられ、3 ラインで合計 2,190m の長さとなる。設置作業に用いられた Skandi Skansen は 1,200m³ のチェーンロッカーを有しており、最大で 4,740m の長さの 130mm のチェーンを格納可能である。
- 英国のスコーピング報告書によれば、開発事業者は、係留索に用いる鎖について、100mm、140mm、152mm 又は 175mm を想定している。

ORE Catapult による DC07 報告書では、ベースケースとして、セミサブ浮体を、上部から、20m の長さの 175mm の鎖、40m の長さの 296mm のナイロン繊維索及び 1,100m の長さの 175mm の鎖の組み合わせから成る係留索 3 条によりサクションアンカーに接続することを想定している（図 57）。しかしながら、当該報告書において、このような鎖の量を取り扱い可能な AHTS は、6 隻しか存在していないと結論付けられており、代替案として、132mm の鎖を用いた 6 条の係留索とする案も提示されている。この量の鎖であれば、65 隻の AHTS が取り扱い可能とされている。

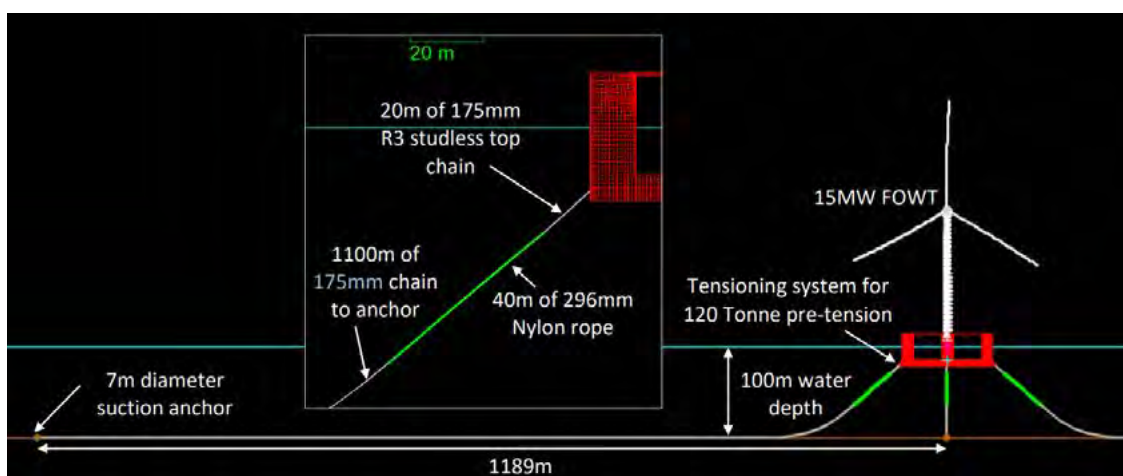


図 57 ORE Catapult DC07 報告書のベースケースにおける係留方法（ORE Catapult）

少なくとも、短・中期的には、浮体式洋上風力発電は、その係留システムの中で、大量の鎖を用いることとなると想定される。AHTS において、鎖は、チェーンロッカー及びウィンチに格納され、大型の AHTS は一般的に 4 から 6 のチェーンロッカーを装備している。

図 58 に、異なるチェーン径に対して、AHTS のチェーンロッカーにより格納可能な量（1,000m のチェーンを何セット）を示している。赤色、灰色及び桃色の線グラフは、3 種類の大型の AHTS について、BP 性能（200-249 トン、250-299 トン及び 300 トン以上）別に、それぞれ平均的に有しているチェーンロッカーの容量を示している。チェーンロッカーについては、最大 75% の容積までチェーンを格納できると想定した。

図 59 は、200 トン以上の BP を有する大型の AHTS におけるチェーンロッカーの容積を示したものである。また、BP の大きさ別に、チェーンロッカーの平均的な容積と最大の容積も示している。

図 60 では、200 トン以上の BP を有する大型の AHTS におけるチェーンロッカーの容積の平均において、最大の格納量を 75% とした場合に、鎖の大きさごとに、どの程度の長さの鎖を格納できるかについて示している。鎖の大きさについては、掘削リグ、浮体式石油ガス生産施設及び浮体式洋上風力を想定した径としている。ここで、すべての AHTS が、検討対象としたすべての大きさの鎖を格納可能と想定している。

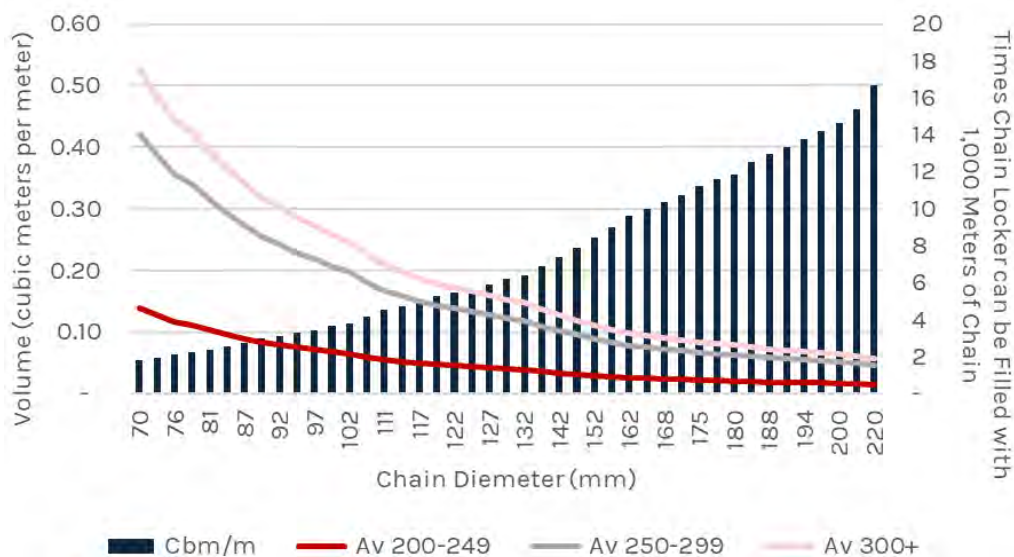


図 58 1,000m の鎖を格納可能なチェーンロッカーの容量 (Intelatus Global Partners)

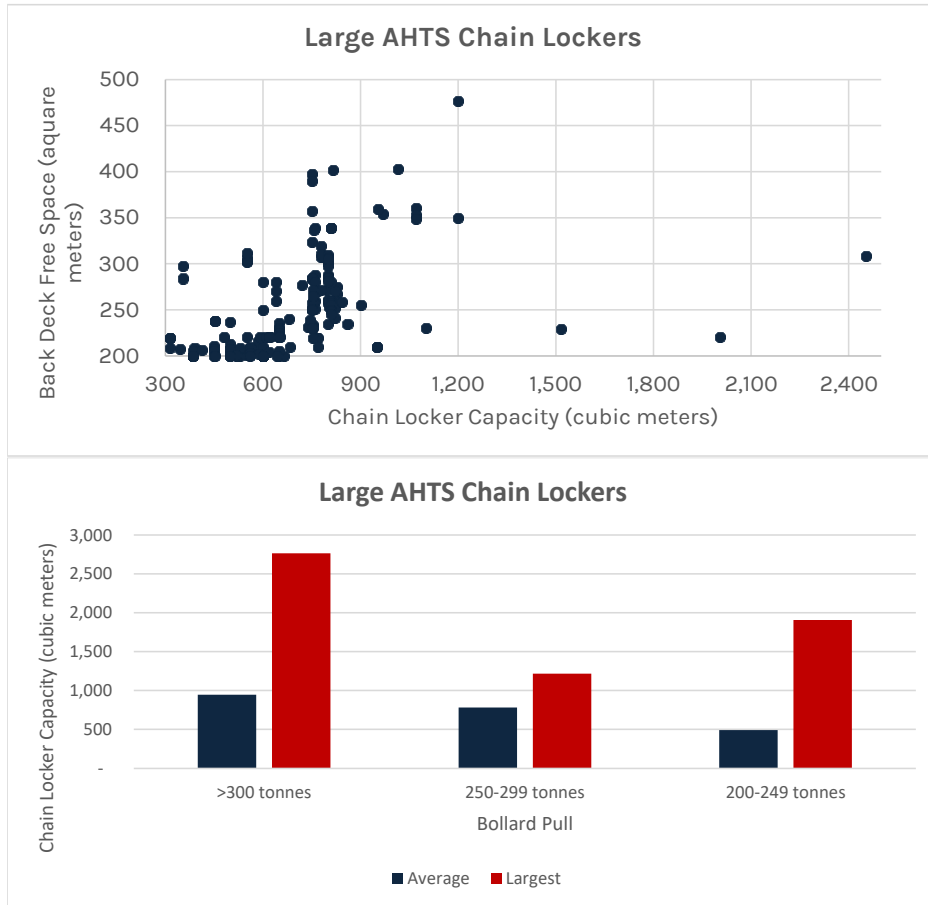


図 59 大型 AHTS のチェーンロッカーの大きさ (Intelatus Global Partners)

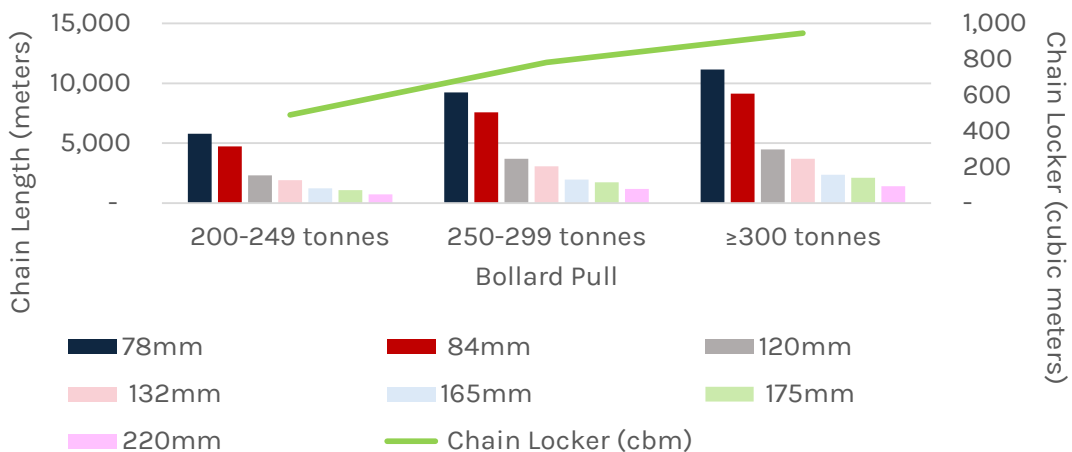


図 60 鎖のサイズ別のチェーンロッカーへの格納量 (Intelatus Global Partners)

前述の量が、実際にどのような意味を持つかについて、現状、世界最大の稼働中の浮体式洋上風力発電所である Hywind Tampen の例を使って説明すると、同プロジェクトにおいて、各々の浮体は、3 条の 955m の係留索によって係留されている。この係留索は、底部から、730m の長さの 130mm の鎖、147m の Bridon Bekaert SPR2+の Spiral Strand ワイヤー及び 85m

の浮体への接続用の鋼製ワイヤーから構成される。すなわち、浮体1基当たり 2,190m の長さの鎖が必要となる。

この長さ 730m、130mm 径の Vicinay 製の鎖は、世界最大規模の AHTS である Skandi Skansen によって海域に輸送され、設置された。同船は 1,200m³ のチェーンロッカーを備えており、75%から 80%の積載率で、130mm 径の 4,850m の鎖を一度に格納可能であり、1度の輸送では、2基分程度の鎖しか輸送・事前設置できないこととなり、11基全体では、6回程度の航海が必要とされる。これは、60基以上の規模の商用プロジェクトには十分ではない。Skandi Skansen を超える基数分（3基分以上）のチェーンを輸送・設置可能な規模のチェーンロッカーを有する AHTS は、POSH Deep C（1,909m³）、Island Victory（2,765m³）など、極めて限定的である。

なお、ORE Catapult DC07 報告書では、次の3つの係留システムのケースについて検討をしている。

●ベースケース：

底部から順に、1,100m の長さ・175mm の径の鎖、40m の長さ・296mm の径のナイロン繊維索及び 10m の長さ・175mm の径の鎖からなる係留索3本

●代替ケース：

840m の長さ、132mm の径の鎖6本をドラッグアンカーに接続

●将来ケース：

2隻の大型の AHTS により設置される、ナイロン繊維索を主とし、底部に短い 175mm 径の鎖を有する係留索。本件の場合、アンカーの共有はできず、サクシオンアンカーの一部の設置には、サブシー作業船が必要となる。

2.2.1.4.12. 合成繊維索及び鋼製ワイヤー

ナイロン繊維索、ポリエステル繊維索及び高分子量ポリエチレン（HMPE）繊維索による係留索は、低重量、高い疲労強度、フットプリントの小ささ、係留索の短縮などのメリットから、大水深の石油ガス開発において広く使われている。他方で、合成繊維索による係留索については、次の課題もある。

●張力をかけ続けることで、一時的に製造時の伸びが除去されること

●永続的な伸びであるクリープは、長期間の張力の付加でしか除去されないこと

合成繊維索の剛性は、数年の運用を経て安定する。事前のエイジングによって剛性を確保する方法も存在する。

図 61 は、ポリエステル繊維索、ナイロン繊維索及び鋼製ワイヤーの特性を示す。

石油ガス産業では、浮体への取り付け後に、浮体に搭載されているテンショニング機器を用いて張力を係留索に付加するクロステンショニングによりこれらの課題への対応を行っている。

しかしながら、浮体式洋上風力発電施設の浮体式構造物は、一般的にはテンショニング機器を搭載しておらず、係留索のライン中に設置されたテンショナーなどの海中テンショニングツールに作業船から永続的な負荷として印加された張力に依存せざるを得ない。このため、船上のウィンチや AHC クレーンの能力が重要になる。将来的には、システムへの再度の張力の付加が必要になる可能性もある。

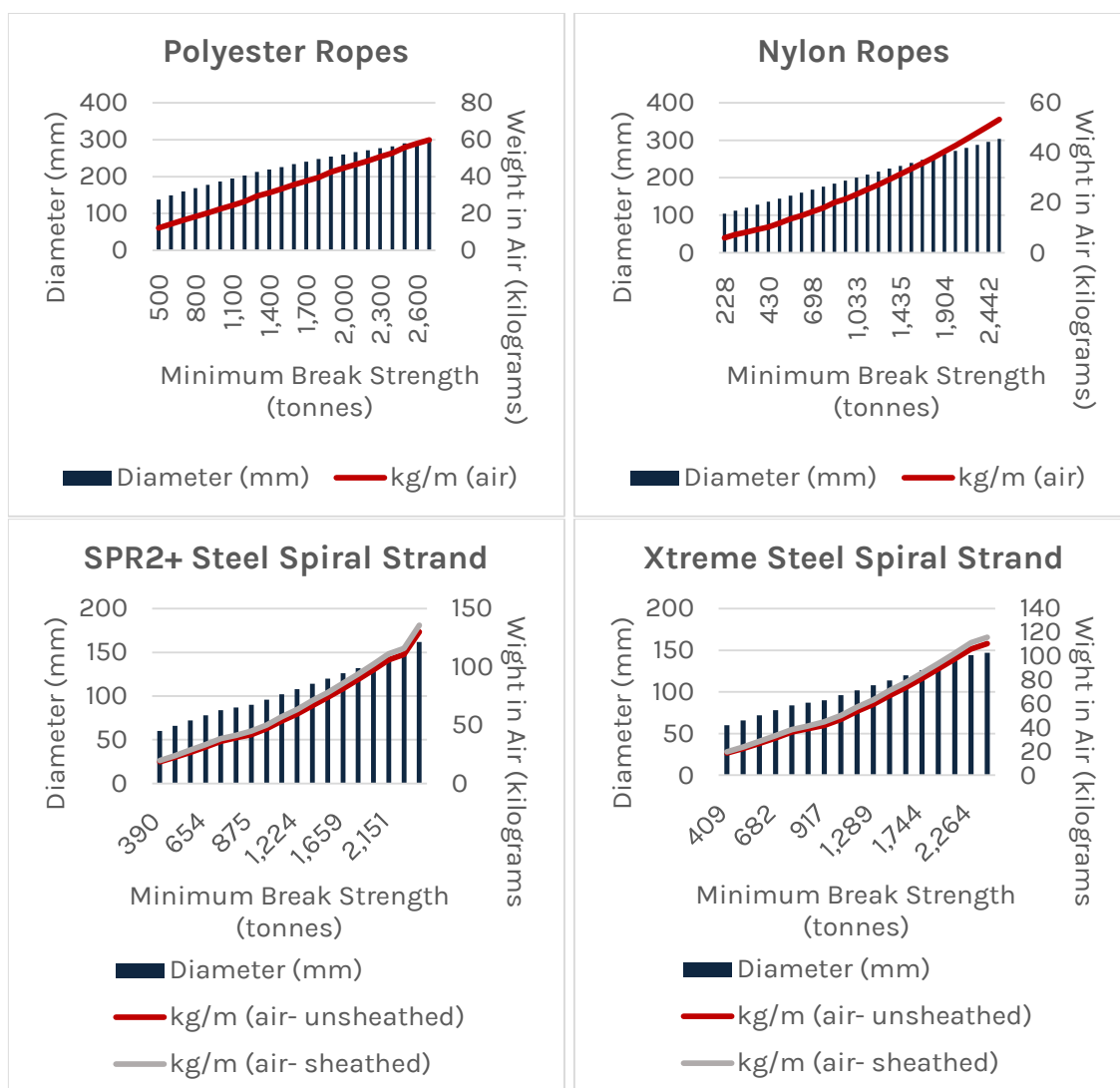


図 61 ポリエステル繊維索・ナイロン繊維索・鋼製ワイヤーの特性
(Intelatus Global Partners)

係留索の事前設置に当たっては、作業の柔軟性が求められる。これは、同等の性能を発揮するものであっても、図 62、図 63 に示すように、繊維索とワイヤーの特性の違いや、繊維索の種類による違い、繊維索のメーカーによる違いが存在するためである。

図 62 では、Lankhorst の CABAL 512 ポリエステル繊維索と、Bridon Bekaert の MoorLine ポリエステル繊維索を比較しており、両者の特性の差が見て取れる。

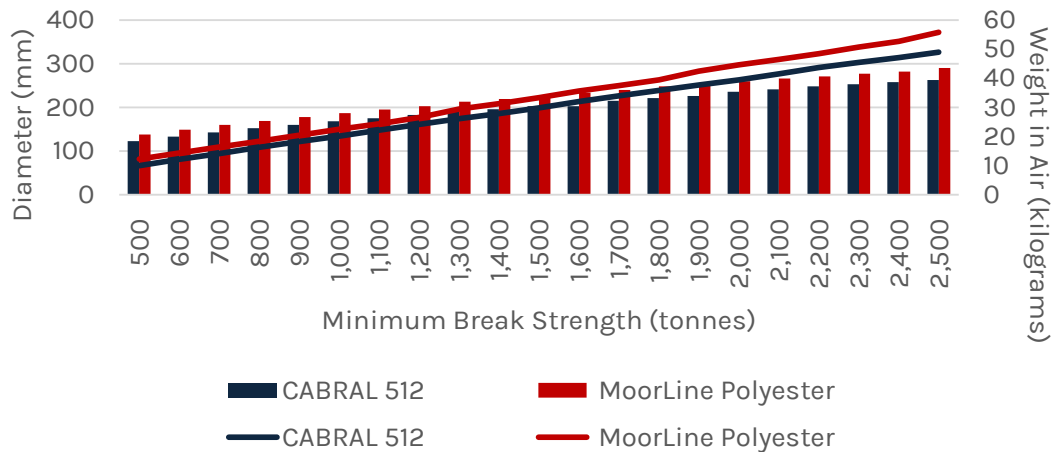


図 62 ポリエステル繊維索の特性 (Intelatus Global Partners)

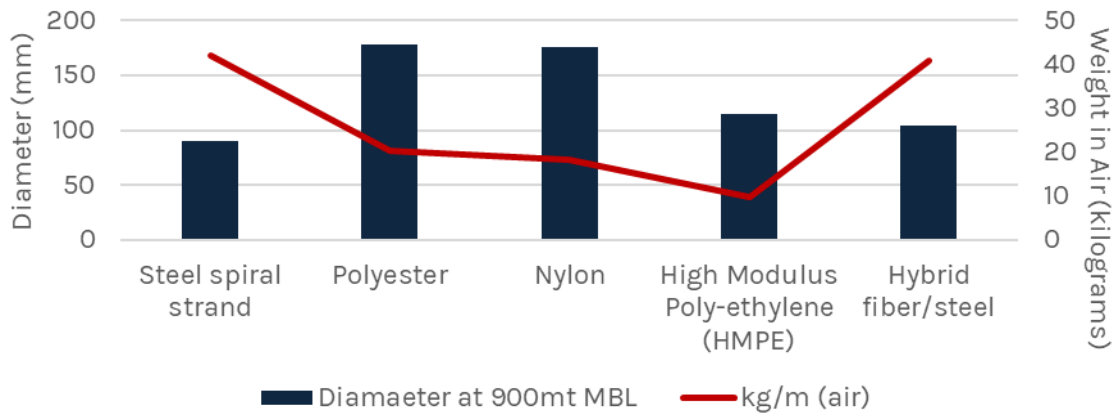


図 63 900 トンの MBS の繊維索・鋼製ワイヤーの特性 (Intelatus Global Partners)

石油ガスプロジェクト向けの合成繊維索や鋼製ワイヤーの取り扱いに係る要求から、セカンドリウィンチを備えた大型 AHTS の開発が進められてきた。当該ウィンチは、大量のワイヤーや合成繊維索を貯蔵し、必要に応じて他のウィンチへ移動させる役割を果たす。AHTS では、一般的に、これらのウィンチは、主ウィンチの上方に置かれるか、又は、甲板下に設置される。

鎖と合成繊維索を組み合わせたハイブリッド式の係留システムの設置例として、スペインの DemoSATH プロジェクトが挙げられる。Maersk Supply Service が、6本の係留索からなる係

留システムの輸送及び設置に係るコントラクターとして選択され、Vicinity の鎖と BEXCO の Manta-Line ポリエステル繊維索及び 6 基の Vryhof Stevpris Mk 5 ドラッグアンカーの海域までの輸送と設置を行った。同社は、240 トンの BP を有する Maersk Mariner を本プロジェクトに投入した。同船は、450 トンのアンカーハンドリングウィンチ 1 基、500 トンの曳船用ウィンチ 2 基及び 170 トンのセカンダリウィンチ 2 基を装備しており、BEXCO のポリエステル繊維索は、セカンダリウィンチに巻き付けて輸送された。

2.2.1.4.13. 後甲板の重要性

係留索の事前設置 (Pre-lay) 及び取り付け (Hook-up) に当たって重要なもう一つの要素として、アンカー、合成繊維索のリールや係留接続器具等を輸送するための後甲板の大きさが挙げられる。合成繊維索の量が多くなってきている傾向を受け、合成繊維索は、甲板下のカーセルや、ウィンチ、仮設のリールなどで運ばれることもある。

図 64 は、BP 能力 200 トン以上の大型の AHTS 及びオフショア建設船 (約 190 隻) の後甲板の面積、及び AHC クレーンの能力が 250 トン以上の大型のサブシー作業船 (約 90 隻) の後甲板の面積を分析したものである。

AHTS についてみると、75 隻以上が、750-850m² の後甲板面積の範囲に集積している。54 隻が 800m² を超える後甲板面積を有し、そのうち 44 隻が 250 トン以上の BP 能力を備えている。

サブシー作業船についてみると、より大きな後甲板面積を持つ船舶が多い傾向にある。30 隻以上の船舶が 1,000-1,500m² の後甲板面積を有し、24 隻が 1,500-2,000m²、14 隻が 2,000m² 超の後甲板面積を有している。

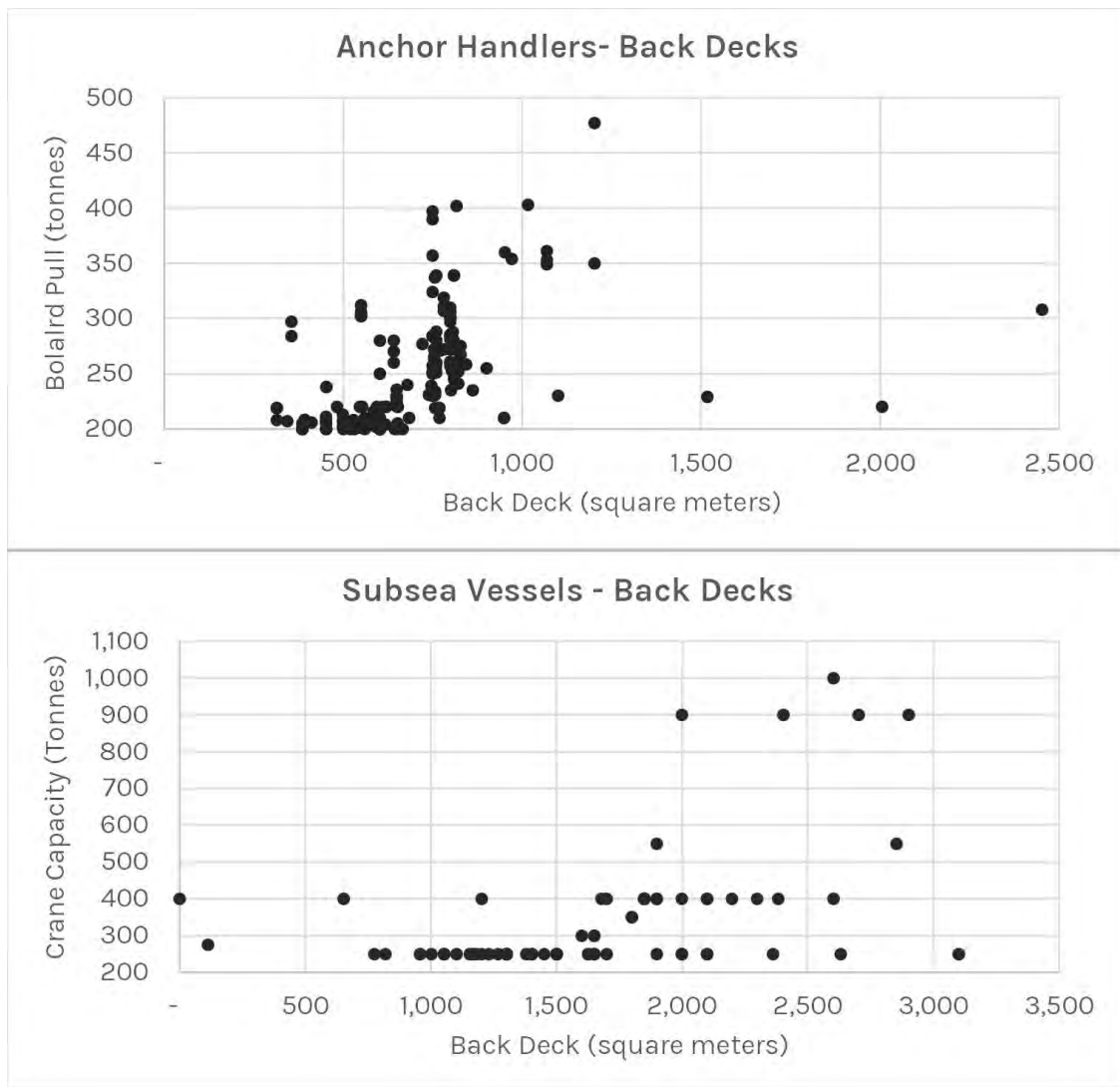


図 64 大型 AHTS (上) 及び大型サブシー作業船 (下) の後甲板面積
(Intelatus Global Partners)

係留の専門企業である Acteon は、40m×20m の甲板 (800m²) に搭載できるアンカーの数についての分析を行っている。その結果をまとめたものが図 65 であり、ドラッグアンカーについては、20 トンの Delmar Vryhof Stevpris Mk 6 を想定したものとされている。Mk 6 には、最大 65 トンまでのサイズがあり、同サイズは、20 トンのものに比べて 50%長く、15%幅広であるため、甲板上でより多くのスペースを必要とする。

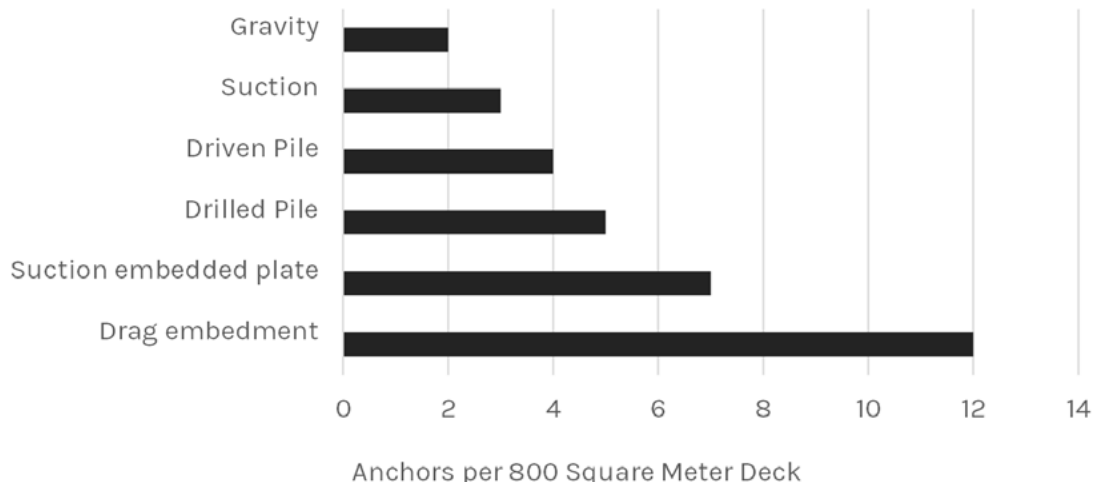


図 65 800m²の甲板に搭載できるアンカーの数 (Intelatus Global Partners)

図 66 は、ORE Catapult の DC07 報告書のシナリオ (60 基の浮体からなる 900MW の浮体式洋上風力発電所) に基づき、係留索 1 本ごとに 1 基のアンカーを設置するとして、浮体当たり 3 基のアンカーとした場合、及び 6 基のアンカーとした場合、並びにサクシオンアンカーを共有する場合について、後甲板の面積が 800m² の場合と、2,000m² の場合において作業に必要な航海の回数を整理したものである。

図 66 からは、広い後甲板を有する船舶を使用することで、作業効率を上げることができることや、一部の開発事業者が、アンカーの設置と係留索の設置にそれぞれ別の船舶を使用することを選択する理由を読み取ることができる。

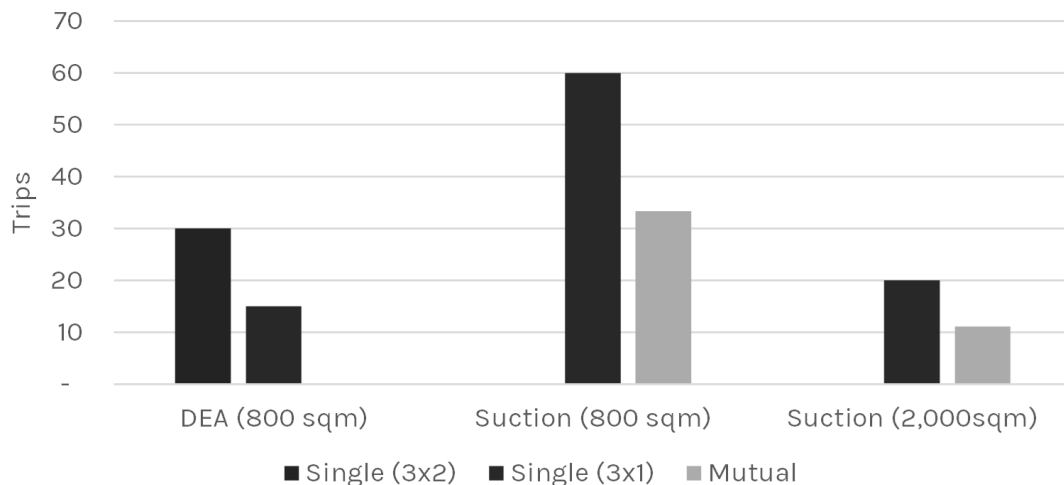


図 66 後甲板のサイズ別、アンカーの数別の所要航海回数 (Intelatus Global Partners)

2.2.1.4.14. アレーケーブル

浮体式洋上風力発電施設は、ダイナミックアレーケーブルにより相互に接続されるほか、サブステーションにも接続されている。これは、スタティックアレーケーブルを用いる着床式洋上風力発電施設との大きな差異である。

図 67 は、ダイナミックケーブルによる Lazy Wave を示している。Lazy Wave は、海中の浮き（黄色部分）で支持されており、スタティックケーブルとの接続が行われるタッチダウン地点までの間に、海底にダイナミックケーブルが直接接触することを避けている。なお、図中の直線は、係留索を示した線である。

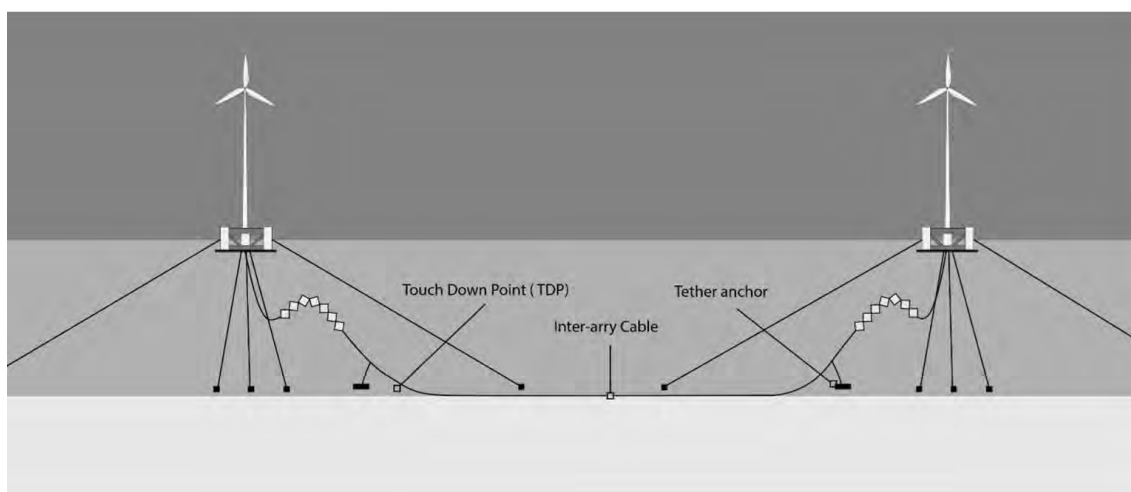


図 67 浮体式洋上風力発電向けのダイナミックアレーケーブル
(Intelatus Global Partners)

スタティックケーブルと同等の電圧レンジ（一般的に 66-132kV）を持つことが想定されるが、ダイナミックケーブルは、より柔軟で、浮体式洋上風力施設の稼働期間中に生じる大きな動きに対応することが必要となる。その結果として、ダイナミックケーブルの方が直径及び重量が 15%程度大きくなり、Offshore Wind Scotland の見積もりによれば、66kV のケーブルで、外径 140mm 以上、重量も 1m 当たり 70kg 以上となる。

着床式と異なるアプローチとして、浮体式洋上風力発電施設は、コネクタやクイックリリースジョイント、（水中に設置してケーブルを支える・持ち上げる）浮き及びケーブル保護施設など様々なケーブル付加物を有するダイナミックインターアレーケーブルシステムに依存している。

浮体式洋上風力発電プロジェクトのアレーケーブルの敷設については、ケーブル敷設時の負荷とダメージを最小限に抑えるため、基本的には、着床式に用いられるような Horizontal Lay システムではなく、サブシー支援船に搭載されるような Vertical Lay システムが必要となる。

浮体式洋上風力発電施設に係るアレーケーブルの設置の方法としては、基本的には、次の2つの方法がある。

- アレーケーブルを乾式貯蔵から設置するためには、先に浮体を設置した後に、ケーブル敷設船による敷設を行う必要がある。
- 湿式貯蔵を採用する場合には、まず、係留索と同様の作業条件下において、アレーケーブルを事前に敷設しておき、後日回収して浮体に接続できるようにしておくこととなる。長期的な傾向として、より効率的に浮体式洋上風力発電所を建設する観点から、こちらの手法が主流になりつつある。

送電系統に接続されるアレーケーブルとタービンとの間の接続に係る手法については、次に挙げるように、複数の選択肢が考えられ、開発事業者が検討している。

- デ이지チェーン：現時点において最も一般的な手法であり、タービンを数珠繋ぎにして、サブステーションにつながる最終接続点に接続する。
- フィッシュボーン：新たな技術でありまだ実証されていないが、すべてのタービンをそれぞれ海中の送電ハブに接続したうえで、当該ハブとサブステーションとを着底式のスタティックケーブルで接続するコンセプトである。
- スター：一定の数のタービンを束ねたクラスターを海中の送電ハブに接続し、当該ハブとサブステーションとを着底式のスタティックケーブルで接続するコンセプト

浮体式洋上風力プロジェクトにおけるアレーケーブルの設置については、表 17 に示されるように Vertical Lay が主流となることが想定される。ただし、既存の着床式のアレーケーブルの設置向けのケーブル敷設船が、ダイナミックアレーケーブルを設置可能とするために、高架式の Horizontal Lay システムを搭載する改造を行うケースも存在する。

表 17 複数基からなるパイロット・市場化前の浮体式洋上風力発電のケーブル敷設方式
(Intelatus Global Partners)

プロジェクト	定格	供給事業者	敷設船	敷設システム
Hywind Scotland	33kV	Nexans	Skandi Acergy	3,000 トンの甲板下カルーセルを備えた Vertical Lay システム
WindFloat Atlantic	66kV	JDR	Deep Cygnus	甲板上のリールを備えた Vertical Lay システム
Kincardine	33kV	Prysmian	Normand Clipper Global Symphony	4,000 トンの甲板上のカルーセルと、リールを備えたシステム
Hywind Tampen	66kV	JDR	Seven Pacific (6 基分)、 Normand Vision (5 基分)	甲板下に 2 基の 1,250 トンのリール及び 3,000 トンのカルーセルを備えた Vertical Lay システム
Provence Grand Large (PGL)	66kV	Prysmian	CLV Atalanti (Asso Subea)	2,250 トンの甲板上のカルーセルを 2 基備えた改造 Horizontal Lay システム

EolMed	66kV	JDR	未定	
EFGL	66kV	JDR	未定 (SDI DEME)	

現状においては、66kVのダイナミックケーブルを事前設置（湿式）することが一般的であるが、将来的には、132kVのケーブルへの移行が計画されている。その際は、当初は乾式貯蔵によって浮体設置後の敷設となり、その後に事前設置（湿式）に移行する段階を経ることが想定される。

浮体式洋上風力発電のアレーケーブルについては、ダイナミックケーブルを用いるために、比較的、曲げの負荷に強いことから事前設置（湿式）の採用が一般的となるものと想定される。事前設置（湿式）の課題としては、エイジングとそれに伴う損傷が起こる可能性の考慮が必要なことである。加えて、現時点における運用実績が比較的限られている点も課題である。66kVの湿式の設計のダイナミックケーブルは、1m当たり55-70kgの重量となり、140mm超の径となる。

海外においては、JDR Cable Systems（66kV及び132kVの両方を供給する英国メーカー）、Prysmian（72.5-245kVのダイナミックケーブルを供給するフィンランド及びイタリアに工場を有する企業）、Nexans（145kVのダイナミックケーブルの生産経験を有する欧州メーカー）、NKT（欧州メーカー）、Hellenic Cable（66kVのケーブルをラインナップするギリシャのメーカー）、LS Cable（韓国のメーカー）などが66kV及び132kVのダイナミックアレーケーブルの開発・製造を計画している。

2.2.1.4.15. 500MWの浮体式洋上風力発電所

2021年にORE Catapultが公表した報告書¹⁴⁷では、次の4種類の500MWの風力発電所を評価して、英国におけるダイナミックケーブルの需要についての分析を行っている。

- 495MW: 15MWのタービン33基を66kVのアレーケーブルで接続
- 504MW: 18MWのタービン28基を66kVのアレーケーブルで接続
- 500MW: 20MWのタービン25基を66kVのアレーケーブルで接続
- 500MW: 20MWのタービン25基を132kVのアレーケーブルで接続

最初のケース（15MWのタービン33基を66kVのケーブルで接続）に関して、報告書において、60-150mの水深におけるシステム構成などについて表18のように整理されている。

¹⁴⁷ https://fowcoe.co.uk/wp-content/uploads/2023/09/7546-Catapult-Report-%E2%80%93-Dynamic-Cables-and-Ancillary-Systems-%E2%80%93-Market-Projections-1.pdf?__hstc=251652889.e26041a2f64f02a29de4a7ba79abee0c.1725440173426.1725440173426.1725440173426.1&__hssc=251652889.1.1725440173426&__hsfp=82456295

表 18 英国における 500MW 級浮体式洋上風力発電所向けダイナミックケーブルシステム
(Intelatus Global Partners)

システム構成要素	要素	必要数	備考
ケーブル	3-core 66kV wet design dynamic cable	33 本	1 本当たり 2.5-4.5km で、合計 85-100km 分必要
インターフェース	Dynamic hang-off termination assembly	59	
インターフェース	Static hang-off termination assembly	7	
インターフェース	Pigtail termination for electrical cores	66	ケーブル当たり 2 つ
インターフェース	Splice box termination for fiber optic cable	66	ケーブル当たり 2 つ
インターフェース	Pull-in head	59	浮体向けに、設置用の治具の一つとして事前設置
インターフェース	Cable tubes	66	浮体向けには I チューブ、サブステーションには J チューブ
防護措置	Dynamic Bend Stiffener	59	浮体へのケーブル接続箇所向け
防護措置	Static Bend Stiffener	7	サブステーションへのケーブル接続箇所向け
防護措置	Cable protection sleeve	59	ダイナミックケーブルが海底に接する部分の摩擦対策
防護措置	Tethers, holdback clamp / anchor	59 (if used)	潮流が強い海域で必要となる可能性あり
浮力確保	Buoyancy module	578-861	水深によって必要性が変化
浮力確保	Ballast module	-	報告書では考慮されず
コネクタ	Subsea connector	59 (if used)	基地港への曳航による大規模修繕向け、スタティックケーブル活用時のオプション
モニタリング	Temperature monitor	-	報告書に含まれていないが必要な可能性が高い
モニタリング	Shape sensor	-	報告書に含まれていないが必要な可能性が高い
モニタリング	Acoustic monitor	-	報告書に含まれていないが必要な可能性が高い
モニタリング	Electrical monitoring	-	報告書に含まれていないが必要な可能性が高い
モニタリング	Moisture ingress sensor	-	報告書に含まれていないが必要な可能性が高い

2.2.1.4.16. 1GW の例

15MW のタービンで構成される 1GW の浮体式洋上風力発電所を例にとると、2,500km のアレーケーブルを用いることが想定され、その重量を 70kg/m とすると、11,500 トン以上のダイナミックケーブルの輸送・敷設が必要となる。

現在、市場に存在する 400 トンの AHC クレーンを有するサブシー支援船をみると、一部の船舶が 7,000 トンの甲板下カールセルの容量を持つが、2,500-4,000 トンの容量が一般的である。4,000 トンのカールセルを想定すると、1GW の浮体式洋上風力発電所の建設のためには、カールセルのみに積載する場合、3 回の航海が必要となる。

甲板下のカールセル以外にも、甲板上のリールにもダイナミックケーブルを積載することが可能である。400 トンの AHC クレーンを有するサブシー支援船の後甲板の面積は一般的に 2,000m² 程度あり、最大 8 基のリールを設置可能である。リール 1 基当たり事前に端末処理された 66kV のダイナミックケーブル 1 本 (2.5km) を積載でき、合計で、約 285 トンの 66kV のダイナミックケーブルを積載可能と想定される。ただし、後甲板には、リールの他に、中間浮き、コネクタ、ジョイント、Hang-off などアレーケーブルのアクセサリの積載にも使われることに留意が必要である。

これらを総合すると、400 トンの AHC クレーンを有する一般的な船舶は、20,000m のケーブルを甲板上のリールに、35,700-51,150m のケーブルを甲板下のカールセルに積載可能であり、合計で、55,700-61,150m、2,785-4,285 トンの 66kV のダイナミックケーブルを積載可能である。

ただし、プロジェクトの実施場所と水深、ケーブルの電圧などがケーブル敷設作業を行う船舶の輸送能力に影響することとなる。

2.2.1.5. 設置海域への浮体の曳航 (図 37 (5))

浮体式洋上風力発電施設の建設過程においては、一般的には、基地港湾で浮体にタービンを据え付けた後で、タービン据付済の浮体を複数のタグボートを用いて設置海域に曳航することとなる。その際、タグボートは、リード、サポート及びセキュリティの 3 つの役割に分割される。

これまでのパイロット事業・実証事業では、リード役を務める主たるタグボートには、概ね 200-300 トンかそれ以上の BP を有する大型の AHTS が用いられている。

2.2.1.5.1. 曳航に用いられるタグボートの要件

ORE Catapult の DC07 報告書のベースケースにおいては、2 年間に亘る 2 回のキャンペーンにより、60 基のタービンの曳航と Hook-up を行うこととしており、そのために、3 隻の大型の AHTS を用いることを想定している。それぞれのキャンペーンは、気象・海象を考慮し、5 月に開始され、9 月の中旬までには終了するものとしている。浮体の排水量を 21,000 トン

と想定しており、リード役を務めるタグボート（AHTS）には、319 トンの BP を有する AHTS Skandi Iceman や 353 トンの BP を有する AHTS Skandi Vega など、少なくとも 300 トンの BP が必要としている。これは、係留索の事前設置に用いられる船舶と同等のものとなり、現時点の市場において 31 隻の AHTS が存在している。

なお、Skandi Iceman 及び Skandi Vega は、いずれも、Equinor の Hywind Tampen プロジェクトにおいて、曳航及び Hook-up の作業に用いられている。これらの船舶は、他のほとんどの大型 AHTS が装備していない、係留索の中間部分に設置されるテンショナー（inline tensioner）の設置に係る仕様を有している点が特徴的である。当該仕様は、具体的には、アンカーハンドリングのためのクレーンの設置点を船尾ローラーの位置に合わせ、垂直の位置を 24 度を超えた位置まで作動可能とすることで、アノードを装備したテンショナーに対して十分なクリアランスを確保するものである。これにより、オフショアクレーンを装備したサブシー建設船を別途使用する必要がなくなる。DOF は、多くの大型 AHTS がアンカーハンドリングのためのクレーンをストッパー（Shark Jaw）・Towing Pin に合わせて設置しており、その結果として、吊上げ高さ及びスターンローラーからのクリアランスを小さくしていると指摘している。このことは、inline tensioner を大規模に設置可能な AHTS の供給の制限となる可能性がある。

沿岸部における曳航及びバラスト注入にはハーバータグの支援が必要となる。ORE Catapult の DC07 報告書におけるベースケースでは、Skandi Emerald のような 200 トン程度の BP を有するタグボートがリード役を担う船舶を支援することが想定されている。200-250 トンの BP を有する船舶は、現在、108 隻存在しており、150-199 トンの BP については、197 隻がその能力を有している。これらは現在、主に石油ガス産業向けに用いられている。

ORE Catapult の DC07 報告書及びそのフォローアップである RP45 報告書では、ScotWind プロジェクト向けの Tow-to-Port（基地港への曳航）による維持管理戦略に言及している。主たる曳航を担う船舶は 300 トンの BP を有する AHTS を想定し、また、200 トン以上の BP を有するタグボートによる支援を受けることを前提としている。報告書においては、潮流と船舶の速力に対して、曳航をリードする船舶にどの程度の BP が要求されるかについての分析を行っており、その結果を表 19 に引用する。当該分析は ScotWind のプロジェクトを想定して行われており、曳航効率は 75%としている。

表 19 必要となる曳航能力 (Intelatus Global Partners)

曳航速度	必要な BP		
	潮流なし	潮流 1 knot	潮流 2 knot
位置保持	80	100	175
1knot	100	175	300
2knot	175	300	500
3knot	300	500	現実的でない
4knot	500	現実的でない	現実的でない

BP が 200 トン以上の大型 AHTS は世界的に数が限られており、190 隻程度しか存在していない。そのうち、300 トン以上の BP を有する船舶は 31 隻で、250-299 トンの BP の船舶は 52 隻、200-249 トンの BP の船舶は 109 隻である。また、これらの船舶のすべてが浮体式洋上風力発電に使用可能というわけではなく、例えば、ブラジルの石油ガス分野で用いられる船舶については、多くが長期契約に拘束されているほか、中国の船舶は、主に国内市場に焦点を当てている。

250 トン以上の BP を有する AHTS は、特別な主機等のシステムが必要で建造コストが高価になることを踏まえ、PR45 報告書においては、300 トンの BP を有する AHTS の代わりに、比較的小型の AHTS を 2 隻使用する選択肢も検討されている。報告書においては、200 トンの BP の AHTS 2 隻をリード役とするとともに、80 トンの BP のタグボートをサポート役として用いることで、Marine Warranty Survey における曳航能力の冗長性に係る要求（曳航索の損傷や船舶の不具合時）を担保できる旨、提案されている。

PR45 報告書における、リード役を務める AHTS 2 隻それぞれに求められる BP の要件を、表 20 にまとめる。

表 20 リード役の AHTS を 2 隻用いる場合の BP 要求 (Intelatus Global Partners)

曳航速度	必要な BP		
	潮流なし	潮流 1 knot	潮流 2 knot
位置保持	50	50	100
1knot	50	100	150
2knot	100	150	250
3knot	150	250	400
4knot	250	400	現実的でない

これまでの実証・パイロットプロジェクトを見ると、使用される AHTS が大型化していく傾向にある。世界の実証・パイロットプロジェクトのリード役の AHTS の能力について図 68 にまとめた。

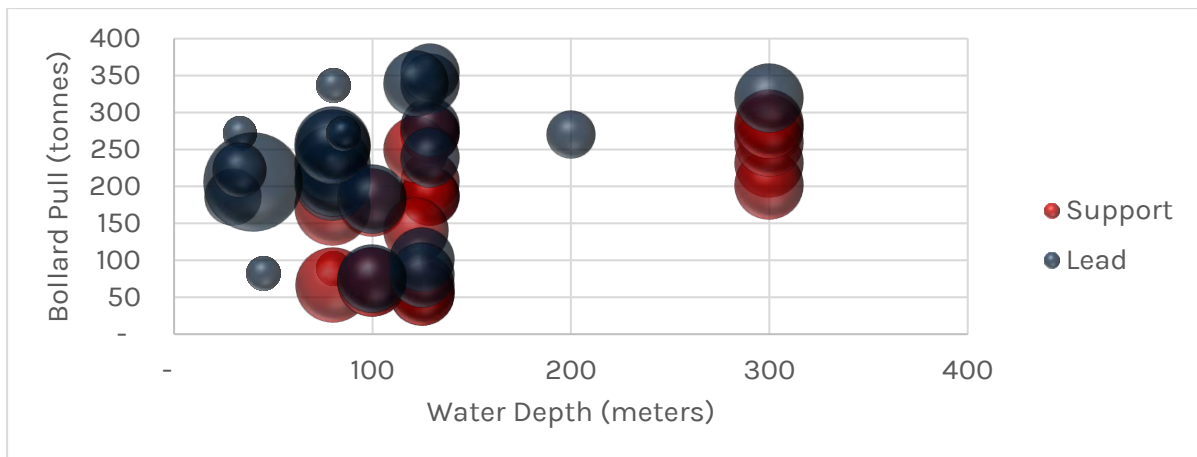


図 68 浮体式洋上風力発電実証・パイロットプロジェクトにおける曳船の要件
(Intelatus Global Partners)

2.2.1.6. 係留索の浮体への接続（図 37（6））

浮体（タービン据付済）が設置海域に曳航されたのちに、係留システム及びアレーケーブルの取り付けが行われる。

石油ガス産業における浮体と、浮体式洋上風力発電との間の主な違いは、後者は、係留索の浮体への取り付け後における、張力の付加・調整の方法である。

石油ガス向けの浮体には、ウィンドラスが設置されていることが一般的であり、係留索の取り付け後の張力の付加・調整に使うことができる。他方で、浮体式洋上風力発電施設には、一般的にはウィンドラスは設置されておらず、AHTS 及びテンショニングツールを用いて張力の付加・調整を行う必要がある。テンショニングツールには、Delmar Vryhof の Stevetensioner や Acteon の Bruce tensioner、Kongsberg の In-Line Tensioner (ILT) などが存在し、これらは、R3 から R6 のグレードの 76mm から 220mm までの径の鎖に適用が可能である。また、Vicinay の ILT 及び Flintstone Technology の In-Line Mooring Tensioner (ILMT) も利用可能である。

多くのケースにおいて、係留索は、Hook-up 後の張力の付加（Tensioning）が必要とされ、400 トンの負荷が必要なケースも多く存在するため、大型の AHTS やサブシー支援船とテンショナーが求められる。

表 21 に、複数基のパイロット・市場化前実証事業において、係留索の事前設置、浮体の曳航及び係留の取り付け（Hook-up）に使用された船舶の分析結果をまとめる。これらのプロジェクトにおいては、世界最大級の AHTS、建設支援船（大型 AHTS であって AHC クレーン及び広い後甲板を有するサブシー作業に適した船舶）及びサブシー船が用いられている。

表 21 複数基のパイロット・市場化前実証事業において使用された船舶 (Intelatus GP)

プロジェクト	事前設置 Pre-Lay	曳航	係留取付け Hook-up
Hywind Scotland	DSV Deep Explorer (400 トン AHC クレーン・アンカー設置用)、 AHTS Normand Prosper (337 トン BP・係留設置用)	AHTS Manta (206 トン BP) ・ Normand Drott (339 トン BP) ・ Normand Ranger (280 トン BP)	AHTS Normand Prosper (337 トン BP)
WindFloat Atlantic	AHTS Horizon Arctic (307 トン BP)	AHTS BB Troll (165 トン BP) ・ Bourbon Orca (183 トン BP)	MPSV Bourbon Emerald (90 トン AHC クレーン) ・ Larissa (150 トン AHC クレーン)
Kincardine	AHTS Boka Falcon (403 トン BP・250 トン AHC クレーン) ・ Horizon Arctic (307 トン BP)	AHTS Atlantic Merlin (230 トン BP) ・ Manta (206 トン BP)	AHTS Nicobar (102 トン BP) ・ Princess (207 トン BP) ・ Manta (206 トン BP) ・ Atlantic Kestrel (230 トン BP)
Hywind Tampen	AHTS Skandi Skansen (349 トン BP)	AHTS Skandi Iceman (319 トン BP) ・ Skandi Vega (353 トン BP) ・ Havila Venus (284 トン BP) ・ Skandi Hera (277 トン BP) ・ Normand Sirius (259 トン BP) ・ Island Vanguard (231 トン BP) ・ BB Octopus (201 トン BP)	←同じ
Provence Grand Large	AHTS Normand Installer (308 トン BP・250 トン AHC クレーン)	Tug VB Surprise (75 トン BP) ・ En Avant 20 (70 トン BP) ・ Multratug 18 (70 トン BP)	AHTS Normand Installer (308 トン BP・250 トン AHC クレーン) ・ Tug VB Surprise (75 トン BP) ・ En Avant 20 (70 トン BP) ・ Multratug 18 (70 トン BP)
EFGL	AHTS Maersk M-Class (250-270 トン BP) ・ Maersk T-Class (165-180 トン BP)	←同じ	←同じ
EolMed	AHTS Horizon Arctic (307 トン BP)	AHTS BB Octopus (201 トン BP) ・ TSM Odet (60 トン BP) TSM Trez (60 トン BP)	AHTS Horizon Arctic (307 トン BP) ・ BB Octopus (201 トン BP)

現在までの浮体式洋上風力プロジェクトは、その浮体及び係留システムの設置に際して大型の AHTS と大きな AHC クレーンを装備したサブシー支援船に依存している。これらの船舶セグメントは、石油ガス分野及び着床式洋上風力発電分野からの需要の増加や十年來の新造船への投資の不足の影響を受けている。

2.2.1.7. エクスポートケーブルの敷設とサブステーション (図 37 (7))

エクスポートケーブルの敷設に当たっては、敷設ルートのクリアランス確保と、敷設前のグラブネル (四ツ目錨) ラン (PLGR: Pre-Lay Grapnel Run) による障害物除去を最初に実施する。

エクスポートケーブルは、一般に、アレーケーブルよりも長く・重く・太いため、より大型のケーブル敷設船が必要となる。アレーケーブルは浮体式洋上風力施設の近辺に敷設されるものであり、比較的ケーブル長も短くなるが、エクスポートケーブルは、洋上風力発電所と、海岸の接続点までの長距離を連続して敷設することを可能とするような大量のエクスポートケーブルを敷設することを前提に設計される。多くの大型ケーブル敷設船は、海岸の接続点に可能な限り近づくため、浅瀬に乗り上げることが可能な仕様とされている。

住友電工は、Cromarty Firth にある Nigg 港に高圧直流送電（HVDC）ケーブルの製造工場を建設中である。同工場では、最大 525kV までの HVDC ケーブルを製造できることとなる予定である。

また、XLCC の Hunterston HVDC ケーブル工場が、Offshore Wind Scotland の SIM における優先プロジェクト（Priority Project）の一つとされている。

2.2.1.7.1. サブシーコレクターハブ

石油ガス市場におけるサブシー分野での経験を活かし、Aker Solution などの企業は、サブシーにおける配電システムの試験を行おうとしている。当該配電システムは、複数の浮体式洋上風力発電施設を接続可能で、配電システムを経由して、海洋又は陸上のサブステーションに送電を行う。

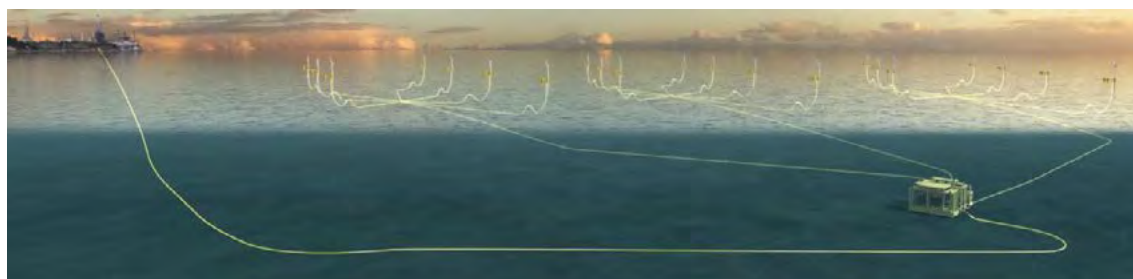


図 69 Aker Solutions の Subsea Collector (Aker Solutions)

サブシーコレクターを用いることにより、タービン不具合時の風力発電所全体の冗長性を確保しつつ、タービン基数当たりのアレーケーブルの本数を削減することが可能である。その結果、ケーブルの敷設に必要な船舶の用船期間の短縮も可能となる。

サブシーコレクターを用いる場合、従来、一般的な一筆書きのアレーケーブルの配置ではなく、星形の配置が採用されることとなる。

Aker Solution は、現在、ウェットコネクターを採用した 66kV のサブシーコレクターについての FEED を行っており、最大 7 基の浮体式タービンを接続できるコレクターの実証事業を、ノルウェーの Karmoy METCentre において 2026 年に開始する計画である。

2.2.1.7.2. サブステーション

実海域における設置実績のある浮体式のサブステーションは、現時点においては、日本において設置されていた Fukushima Kizuna のみである。Fukushima Kizuna は、JMU の横浜造船所で建造されたスパー式の浮体式基礎を用いたサブステーションであり、2013 年に設置された。日立が当該サブステーションの電気設備の供給を担っていた。当該サブステーションは、22kV のタービンからの電力を、66kV に変圧して出力していた。浮体は 132mm の鎖からなる 4 条の係留索で係留されていた。

英国スコットランドの INTOG 及び ScotWind プロジェクトのためのサブステーションについては、それぞれのプロジェクトの計画文書から確認できるところによれば、150m 程度までの水深に対応可能なジャケット式の着床式サブステーションが優勢である。

一方で、浮体式洋上風力プロジェクトのスコーピング報告書によれば、その設計条件において、英国やその他の地域において、浮体式サブステーションやサブシーサブステーションの可能性もあるものとされている。

浮体式のサブステーションが採用される場合、GW 規模の商用洋上風力発電所に必要な規模を考えると、石油ガス産業における大規模な浮体と同様に、大規模なサブステーションが、セミサブ、スパー又は TLP に搭載されるものと考えられる。これらのサブステーションに対しても、係留システムの設置が必要となる。

なお、着床式の洋上風力プロジェクトにおいては、一つの洋上風力発電所が特定の陸上接続点を通じて陸上の送電システムに電力を供給するラジアル配電システムと、送電システムオペレーターが、洋上サブステーションとその先の陸上又は洋上の結節点を調整するネットワーク型の送電システムの両方が想定されている。

2.2.1.7.3. エクスポートケーブル敷設船

エクスポートケーブルには、通常、従来型のスタティックサブシーケーブルが用いられる。浮体式洋上風力発電プロジェクトのスコーピング報告書では、高圧交流送電 (HVAC) と高圧直流送電 (HVDC) を混合したものが示されている。

送電ケーブルのうち、サブステーションに接続される部分については、ダイナミックケーブルが用いられることが想定される。その先に、従来型のスタティックケーブルが接続され、陸上のサブステーションに繋がることとなる。

エクスポートケーブルの敷設船は、HVDC ケーブルの大水深への設置に係る実績がある。最近の事例では、イタリアとシチリア島及びサルディーニャ等を結ぶ MI1 プロジェクトにおいて、500kV の HVDC ケーブルを 2,150m の大水深に敷設した例がある。同プロジェクトにおいては、14,000 トンの容積を有する第二世代のケーブル敷設船である Prysmian の CLV Leonard da Vince が用いられ、Horizontal Lay システムにより敷設された。

洋上風力発電プロジェクトにおいては、陸上のケーブル敷設路の作業が洋上作業に先立って行われることが多く、海底ケーブルとの接続点まで陸側のケーブルを延伸して準備をしておくこととなる。海底ケーブルは、水平方向の岩盤掘削により設置されたダクトを通して陸側に引き入れられ、陸側のケーブルと接続される。その際、ケーブル敷設船に積載されたケーブルは、ダクト内に設置された引き込み用ワイヤ（Pull Wire）と接続される。この作業は、極めて浅い水深で行われることが多く、乗揚げ可能なケーブル敷設船や、ケーブル敷設バージが用いられることとなる。

陸側の接続点に海底ケーブルの端が接続された後で、洋上風力発電所又はサブステーションに向けて、主たるケーブル敷設作業が連続的に行われる。ケーブル敷設中にケーブルシステムの張力を維持することが、オペレーションにおいて重要となる。ケーブルの埋設については、敷設と同時、又は敷設後に行われる。

2.2.2. 浮体式洋上風力発電所の運用及び維持管理

浮体式洋上風力発電所のオペレーションにおいては、浮体式タービンと水面下の係留システム及びアレーケーブルシステムの動揺が、特有の課題となる。

浮体式洋上風力発電施設の大規模修繕に係る調査研究の多くは、石油ガス産業での実績がないタービンの修繕に焦点を当てている。係留システム及びダイナミックケーブルの修繕については、石油ガス分野のサプライチェーンにとって、なじみのある作業である。

タービンの検査・維持管理作業には、検査、ボルトの締付及び摩耗した部品の交換が含まれる。ブレードの検査は、ドローン及びロープを用いた作業員が実施する。着床式の実績によれば、作業員は、SOV、CTV 又はヘリコプターにより移動する。

浮体式洋上風力発電所における定期的なタービンの維持管理・修繕作業は着床式の作業と同様であるが、浮体式と着床式で異なる作業として、タービンの主要部品の交換（Major Component Exchange）が挙げられる。

2.2.2.1. 港湾への曳航 (Tow-to-Port) による主要部品の交換 (Major Component Exchange)

着床式洋上風力発電所においては、タービンの主要部品の交換は WTIV を用いて行うが、浮体式では WTIV を利用することはできない。現時点においては、港湾への曳航 (Tow-to-Port) による維持管理が主流であり、大規模修繕のために、浮体と係留システム、アレーケーブルとの接続を解除した上で、浮体を港湾に曳航する。

Tow-to-Port 方式は、セミサブ及びバージ型の浮体に適している一方、TLP については、本質的に復原性が低いことが、同方式の採用に当たっての課題となる。

現時点で運用中の浮体式洋上風力発電所のうち、少なくとも 2 か所、Kincardine 及び Hywind Scotland において、故障したタービンの修理に当たって Tow-to-Port 方式を適用した実績がある。

港湾の利用可能性もボトルネックとなっている。Tow-to-Port 方式の適用に当たっては、修理を実施可能な適切な港湾の選定と、曳航に適した気象海象条件を満たす期間を見つけることが課題となる。

係留索に Rig Anchor Release (RAR) Quick Disconnecter を設置することによって、Tow-to-Port の実施をしやすくする効果が期待される。RAR は、掘削リグ向けに悪天候に直面した際、速やかに移動できるようにするために開発されたものであり、同様の技術が浮体式洋上風力プロジェクトにも適用可能である。Disconnecter はアレーケーブル向けにも必要であるが、その実現は大きな課題となっている。

2024 年に ORE Catapult の DC07 報告書のフォローアップとして公表された PR45 報告書において、ScotWind の浮体式洋上風力プロジェクト (Marram 洋上風力サイトをリファレンスとして使用) における Tow-to-Port について、次に掲げる点を含めた検討結果をまとめている。

- 大規模修繕の生じる割合は年間 3-10%であり、もし 100 基の浮体式洋上風力発電施設が市場に存在する場合、毎年 3-10 基について、大規模修繕が必要となる。基数が 600 基に増えた場合、市場は 18-60 基の規模となる。
- 2030 年に向けては、大規模修繕は、基本的に Tow-to-Port 方式で行うことになることが想定される。2040 年には、設置海域での大規模修繕を行う手法が実用化され普及することが想定され、Tow-to-Port は凡そ半分の大規模修繕における採用に止まると考えられる。
- 離岸距離 100km の浮体式洋上風力発電施設を Tow-to-Port で修繕し、設置海域に戻すオペレーションは、船舶の適性或港湾の岸壁の利用可能性、気象海象条件にも左右されるが、47 日分の船舶の作業を必要とする。

表 22 は、浮体が港湾内にある間におけるハーバータグの支援、及び気象海象が悪いことに伴う船舶の不稼働を考慮せずに算定した船舶の需要を示している。

ここでは、すべての船舶について、位置保持や航行、緊急時対応のための DP システムの搭載が前提とされている。

表 22 Tow-to-Port による大規模修繕における船舶の需要（日）（Intelatus GP）

	300 トン AHTS	200 トン AHTS	200 トン AHTS	W2W (SOV)	合計
Mobilisation	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0
Transit to site	0.7	0.7	0.7	0.7	2.8
Power Cable Disconnection	-	-	-	1.8	1.8
Mooring line disconnection	1.8	1.8	1.8		5.4
Tow-to-Port	1.9	1.9	-		3.8
Return-to-Site	1.9	1.9	-		3.8
Mooring Connection	1.8	1.8	1.8		5.4
Power Cable Connectiono	-	-	-	1.8	1.8
Power Cable & Turbine Commisioning	-	-	-	2.5	2.5
Retrun to Port	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
Demobilization	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
合計	13.1	13.1	9.3	11.8	47.3

- 十分な BP 性能と鎖の取り扱いに係る能力を有した AHTS については、特に浮体式洋上風力発電の建設に利用可能なものは多くなく、その確保が課題となる。北海の石油ガス産業では、スポット市場での用船が比較的一般的だが、市場へのこれらの船舶の供給は限られてきており、港湾の岸壁においてタービンを修理する期間（4 か日間程度）を含む維持管理キャンペーン期間の全体を通じてすべての AHTS を用船することが必要となる可能性もある。この場合、用船コストは 3 割程度の増加と見込まれる。
- サブシー支援機能を有する W2W 船（250 トンの AHC クレーン及びアレーケーブルの接続のために十分なウィンチを有するもの）が、今後、ケーブルの接続などのために開発される可能性がある。この分野の船舶は比較的不足している。
- 報告書においては、浮体式洋上風力発電施設の修繕を行うための港湾としては、少なくとも 200m の長さの水深 12m 以上の岸壁が必要とされ、当該岸壁は、少なくとも 100 トンのボラード能力、10-15 トン/m² の岸壁の地耐力を有することが求められるとされている。加えて、500-1,000m² の貯蔵エリアも必要となる。
- 対規模修繕を行うに当たっては、陸側において高い能力を有するクレーンが必要となるが、そのようなクレーンの供給は限られており、コストと利用可能性が重要な課題として残されている。
- 報告書において、スコットランドにおける浮体式洋上風力発電所は、北東スコットランドの Nigg 港の修繕基地から 220km 離れた場所に位置するものと想定している。Kincardine や Hywind Scotland のケースのように、近隣において利用可能な修繕基地が無い場合、欧州の修繕基地に曳航する必要が生じる。その際は、例えば ScotWind の Marram サイトから 600km の距離にあるオランダの Rotterdam 港（Kincardine のケースで利用）への曳航が必要

となり、その場合のコスト上昇は3割にのぼるとされている。なお、報告書では、Kincardine のサイトから Rotterdam 港への曳航はおよそ 700km、Hywind Scotland のサイトからノルウェーの Wegerland 港への曳航はおよそ 600km とされている。

2.2.2.2. 浮体上に設置したクレーン

浮体式洋上風力発電施設の浮体上に設置するクレーンとしては、3つのコンセプトが開発されており、技術的成熟度はそれぞれ異なっている。

- タワーに付属する自己吊上げ式クレーン（Self-hoisting tower-based crane）：
ナセルに設置された吊上げワイヤーを用いて設置されるクレーンで、その一部の吊上げのためにナセルに設置されている小型のクレーンを用いる場合も存在。
2024年9月に Vestas により設置海域で行われた Kincardine 洋上風力発電所を構成する浮体の1基（Kin-04）に係る大規模修繕においては、英国 Dragados と、オランダの LiftOff が自己吊上げ式のクレーンである「GenHook」を使用した。



図 70 GenHook による作業の様子 (Offshore Channel.com)

「GenHook」のクレーンは、30トンの吊上げ能力を有し、ナセルの上、最大135mの高さまで設置可能である。作業に当たり、一時的に設置され、風車タービンの発電機の交換作業を実施した。Vestas が既存の発電機をデコミッショニング（切り離し）した後、GenHook が発電機をナセル内から吊上げ、浮体の甲板まで降ろした上で、オフショア支援船に積み込まれた。用船されたオフショア支援船は、Olympic Taurus で、1,060m²の後甲板を持ち、125トンのAHCクレーンを有している。ギアボックスの交換に必要な部品や器具は、オフショア支援船の甲板上に配置され、同船のクレーンにより、浮体上に移送された。新たな発電機についても、オフショア支援船から同船のクレーンにより浮体上に移送され、その後、GenHookにより、ナセル上に吊上げられ、コミッショニングされた。このケースでは、大規模修繕作業のための船舶のMobilisationからDemobilisationまでの期間は、1か月未満に収まっている。

陸上風力の自己吊上げ式クレーン市場を牽引する企業であるLiftraは、DEME Offshoreと協力して、LiftraのLT1500クレーンをベースに、最大120トンのクレーン能力を持ち、最大で250mのハブ高さまで対応可能なソリューションを2027年までに開発し、DEMEの船舶に搭載することを目指している。同ソリューションは、大規模修繕だけでなく、新規建設にも適用されることが想定されている。

英国のカーボントラストは、Floting Wind Joint Industry Projectの報告書の一つとして自己昇降式クレーンを用いた大規模修繕に関するものを2023年に公表している。報告書においては、自己昇降式クレーンが一時的に積み下ろしをする場所として作業甲板を設けておくことの利点が指摘されている。また、自己昇降式クレーンは、ブレード、発電機、ベアリング及びギアボックスの交換に活用可能だが、その中でも、発電機と主ベアリングの交換が最も難易度が高いと指摘している。さらに、自己昇降式クレーンは、浮体の設計によっては適さない場合があることも指摘されている。

- 自己昇降式クレーン（Self-climbling crane）：

自己昇降式クレーンは、タワーに取り付けられ、自身でタワーをナセルまで上がっていくクレーンである。Windspiderが、RWEと協力して、1,200トン超のクレーン能力を持ち、200m超の高さに対応することで、20MW級のタービンにも対応可能なコンセプトを開発中である。



図 71 Windspider が RWE と開発中のコンセプト (RWE)

スペインの KoalaLifter は、2-8MW のタービン向けの自己昇降式クレーンの開発をしている。同社のコンセプトにおいては、吊上げに用いる機器（治具等）やタービン部品については、Barge Master のヒープ制御プラットフォームを装備したバージにより輸送されることとなる。

● プラットフォーム上のクレーン (Platform based crane) :

浮体式洋上風力発電施設の浮体上にクレーンを搭載するもので、例えば、Fled Olsen 1848 は、Floating Maintenance Solution として、セミサブ型に広く適用可能なソリューションを開発している。



図 72 Fled. Olsen 1848 の Floating Maintenance Solution (Fled. Olsen 1848)

2.2.2.3. DP3 重量物船 (Heavy Lift Vessel)

Heerema や Saipem などが保有する世界でも数が限られる大型クレーンを搭載したセミサブ、又は DEME が2隻保有する DP3 インスタレーション船（高い DP 能力及び 600 トンを 150m 超吊上げるクレーン能力を保有）を用いた大規模修繕である。

カーボントラストの Floating Wind Joint Industry Project のフェーズ 2 サマリー報告書では、大規模修繕における大型クレーンを搭載したセミサブや起重機船の使用についての評価も行われている。その結果、現在、市場に存在する船舶では、15-20MW のタービンを1回の吊上げで搭載することはできないとしており、主に、吊上げ高さが制約であると分析している。また、1回の吊上げでこの規模のタービンを搭載するためには、2基のクレーンを搭載した船舶が必要であるとしている。

大水深向けのセミサブ型建設船は、一般的に、大型クレーンを2基搭載している。1基のクレーンでは、最大 6MW までのタービンの搭載が可能と評価されているが、商用プロジェクトではより大きなタービンの使用が想定される。2基を用いると、10MW までのタービン搭載が可能となると分析されている。

2021 年のカーボントラストによるフェーズ 3 報告書では、更なる分析をしたうえで、既存船の多くは 10MW のハブ高さまでの吊上げができないと結論付けている。また、船舶の一例として、Heerema の Thialf を挙げ、その最大吊上げ高さを 129.5m と指摘している。

これらを踏まえると、現実的には、港湾への曳航 (Tow-to-Port) 又は浮体上に設置したクレーンによる大規模修繕が最も現実的な選択肢と考えられる。

2.2.2.4. 浮体構造物と係留システム

技術者による浮体構造物の目視による点検及び海中部分についての ROV を用いた点検により腐食やその他の問題の確認を実施する。

アンカーの状態、係留索及びコネクタの疲労、及び浮力体やテンショナーの状態の検査を含む係留システムの維持管理については、デジタルツインと ROV によるモニタリングと健全性の確認が行われる。

2.2.2.5. ロジスティクスと支援

風車タービンメーカー、EPCIC 及び T&I コントラクター、洋上風力発電所開発事業者・運用事業者による建設作業船の需要の需要に加えて、タービン、浮体式基礎、サブステーション

ン及び海中ケーブルの建設・設置、コミッショニング及びサービスのために、幅広いロジスティクスと作業船の需要が生じる。

石油ガス産業、港湾内の曳航作業に係る産業、海洋土木産業が洋上風力発電の建設・運用にも貢献している一方で、洋上風力に特化した SOV、CSOV 及び CTV の採用が進んできている。

2.2.2.6. 定期的維持管理

浮体式洋上風力発電施設へのアクセスについては、着床式と同様に、CTV、SOV 又はヘリコプターによることになると想定される。現行の CTV の設計については、着床式の基礎との接触時の荷重に基づく排水量の制限が存在するところ、浮体式については、より大きな CTV の設計を採用することも可能である。

2.2.2.7. 大規模修繕

浮体構造物の修繕・維持管理をどのようにするかについて、多くのオペレーターが懸念をしている。大型のタービンはダイレクトドライブとなっており、発電機及びベアリングの交換の難易度がより高いことにも留意が必要である。

洋上風力発電設置船（WTIV：Wind Turbine Installation Vessel、SEP 船）は、海域の水深が WTIV の対応できる限界を超えているか、又は、着床式洋上風力発電分野での需要が高く船舶の確保が難しいことから、浮体式の洋上風力発電プロジェクトには適していないことが多い。

現時点においては、Tow-to-Port 方式による大規模修繕が主流であるが、同方式は、セミサブやバージにはより適している一方で、スパーや TLP への適用は比較的難しい。これまで、Kincardine（セミサブ）の 5 基のタービンのうち 2 基の修繕及び Hywind Scoltand（スパー）の 5 基のタービンすべてについて、Tow-to-Port 方式によるタービンの修繕が行われた実績がある。

他方で、Tow-to-Port 方式の実施に当たっては、作業に適した気象海象条件の確保や適切な港湾・岸壁と必要な吊上げ高さ及び能力を備えた陸上クレーンの確保などの課題が存在する。

これらを踏まえ、設置海域において大規模修繕を可能とするソリューションの開発が進められている。具体的には、ナセル高さに対応した大型のクレーンを有するセミサブや DP3 重量物船の使用や、自己吊上げ式のクレーン、自己昇降式のクレーン、オフショア支援船により浮体式基礎上に設置されるクレーンなどが挙げられる。

2024年夏の終わりに、世界初の設置海域における大規模修繕が、Kincardine の Kin-04 タービンを対象として、自己吊上げ式のクレーンを用いて実施されている（詳細は前述）。

2.2.2.8. 係留索及びアレーケーブル

浮体式構造物の海中部分、係留システム及びダイナミックケーブルの検査及び維持管理についてのルールとその実施方法は、開発が進められている段階であるが、毎年、中間及び5年間ごとに、それぞれ異なる内容の検査が必要となることが想定される。

アレーケーブル及び係留システムの検査、修繕及び維持管理には、サブシー支援船と大型の AHTS が必要となることが想定される。これらの船舶を用いた作業の必要性を低減するために、無人潜水機（UUV : Unmanned Underwater Vehicle、ROV : Remotely Operated Vehicle）や自律潜水機（AUV : Autonomous Underwater Vehicle）、デジタルツイン及び予防保全モデリングなどの活用が検討されている。

2.2.3. 契約の構造（下請け構造）

契約の構造としては、表 23 に示すように、様々な選択肢が採られ得る。これまでのパイロット・実証プロジェクトにおいては、海底ケーブルと浮体式基礎・係留とで契約が分けられることが多い傾向にある。

**表 23 浮体式洋上風力プロジェクトで選択肢となり得る契約構造
(Intelatus Global Partners)**

	エンジニアリング・設計	製造・供給	組立・統合	洋上への設置	維持管理
風車タービン	WTG メーカー	WTG メーカー	WTG メーカー 又は主 EPCI	主 EPCI 又は T&I コントラクター	WTG メーカー
浮体構造物	浮体構造物の 設計会社	主 EPCI 又は 建造サブコン	主 EPCI 又は 建造サブコン	主 EPCI 又は T&I コントラクター	O&M コントラクター又は 風力発電所オペレーター
係留索・ アンカー	主 EPCI 又は EPC	主 EPCI 又は EPC	—	主 EPCI 又は T&I コントラクター	O&M コントラクター又は 風力発電所オペレーター
サブ ステーション	サブステーション EPCI 又は 主 EPCI	サブステーション EPCI 又は 主 EPCI	サブステーション EPCI 又は 主 EPCI	サブステーション EPCI 又は 主 EPCI	O&M コントラクター又は 風力発電所オペレーター

エクスポート ケーブル	エクスポート ケーブル EPCI/EPC 又は主 EPCI	エクスポート ケーブル EPCI/EPC 又は主 EPCI	—	エクスポート ケーブル T&I/EPCI 又は主 EPCI	O&M コントラ クター又は 風力発電所オ ペレーター
アレー ケーブル	アレーケーブ ル EPCI/EPC 又は主 EPCI	アレーケーブ ル EPCI/EPC 又は主 EPCI	—	アレーケーブ ル T&I/EPCI 又は主 EPCI	O&M コントラ クター又は 風力発電所オ ペレーター
陸上ケーブル	エクスポート ケーブル EPCI/EPC 又は陸上 EPCI	エクスポート ケーブル EPCI/EPC 又は陸上 EPCI	—	エクスポート ケーブル T&I/EPCI 又は 陸上 EPCI	O&M コントラ クター又は 風力発電所オ ペレーター
陸上電気施設	陸上 EPCI	陸上 EPCI	—	—	O&M コントラ クター又は 風力発電所オ ペレーター

次に掲げるように、大手のエンジニアリング会社、EPCI 会社及び T&I 会社のいくつかは、浮体式洋上風力発電分野への進出を表明している。

- Aker Solutions：WindFloat Atlantic のセミサブ浮体構造物の開発を行った Principle Power の 5%を所有。親会社の Aker ASA は、スコットランド Arven Floating Wind の海域リース権やスウェーデンで複数の浮体式洋上風力発電プロジェクトを開発する開発事業者の Aker Horizons/ Mainstream の株式を保有。Aker Subsea は、Hywind Tampen の浮体構造物及び係留システムの EPCI を担った。Hywind Tampen では、Aker Solutions と DOF の JV である KDS JV が、風車タービンの据付を含む浮体構造物及び係留の輸送・設置に係る契約を確保した。Aker Solutions は、Deep Ocean 及び Solstad Offshore とともに、Windstaller Alliance のパートナーとなっており、同 Alliance は、設計から建造、風車の据付、設置、運用及び維持管理までのライフサイクル全体のサービスを提供している。Windstaller Alliance は、スペイン DemoSATH プロジェクトの曳航及び係留の接続（Hook-up）も実施した。
- Archer Wind：Moreld Ocean Wind から改称。Ocergy セミサブ浮体プラットフォームの親会社のエンジニアリング及びプロジェクトマネジメント会社。スコットランド INTOG の Culzean プロジェクトについて、開発事業者の TotalEnergies 向けに、EPCI を担うこととなっている。
- Bouygues：フランスの EPC である Bouygues は浮体式洋上風力発電市場向けのコンクリート浮体に注力している。Olav Olsen により開発された OO-Star コンセプトを自社のコンセプトとして推進しているほか、BW Ideol とのパートナーシップも結んでいる。

- **Bourbon** : Bourbon は、WindFloat Atlantic、Floatgen、Kincardine Phase 1 及び Tetraspar において、浮体及び係留の輸送・設置を担っており、この分野で強力な実績を確保している。フランスの EolMed においても、Bourbon は、係留及びアレーケーブルの EPCI コントラクター及びタービンの T&I コントラクターとして選定された。
- **Boskalis** : オランダの EPCI コントラクターである Boskalis は、Kincardine において、浮体をスペインの建造ヤードからオランダのタービン据付施設に運び、その後サイトに輸送した実績がある。また、係留システムの事前設置及び浮体を設置海域に Wet-Tow した後の取り付け (Hook-up) についても実施した。加えて、Kincardine の海域から 2MW の実証機及び係留の取り外し (デコミッションング) も実施した。
- **BW Ideol** : BW Ideol は、プロジェクト開発事業者・共同所有者と浮体の EPCI の両方の役割を担っている。フランス (Floatgen) 及び日本 (響灘) における実績を有しているほか、フランスの EolMed の共同開発事業者の役割を担っていることに加え、スコットランドにおける ScotWind のプロジェクトである 960MW の Buchan のリース権も 2022 年に取得している。
- **DEME** : DEME はベルギーの EPCI コントラクターであり、スコットランドの INTOG プロジェクトの一つである Cerulean Winds のコンソーシアムパートナーとして、Worley が設計する浮体式洋上風力発電所 (NOV が設計し、UAE の Lamprell で建造、Siemens の風車タービンを搭載する浮体) の設置の役割を担うこととなっている。
また、Thistle Wind のパートナーにもなっており、ScotWind のプロジェクトである 2 つのフェーズに分けて導入される合計 1GW の Cluran Ear-Tuath 浮体式洋上風力プロジェクトにおいて、EPCI コントラクターの役割を担うことが見込まれている。
- **DOF Group** : Aker Solutions と DOF Subsea の JV である KDS JV は、Hywind Tampen の浮体と係留の輸送と設置 (タービンの据付を含む) を受託した実績がある。
また、DOF は T&I コントラクターの Maersk Supply Service を 2024 年に買収している。Maersk Supply Service は、Stiesdal と浮体式洋上風力発電プロジェクトに関するパートナーシップを結んでおり、DemoSATH 及び EFGL プロジェクトにおける実績を基に、Maersk Supply Service が、係留・アンカーの EPCI 及び浮体の建造・組立・設置に責任を持つことになっていた。Stiesdal は、Tetra Floating Foundation の設計を行っており、10m の直径、1,000 トンの重量を有する鋼鉄製のシリンダーを港湾での組み立て向けに製造する Welcon などと工業化したプレハブ式のソリューションの開発を行っている。同社は、タービンの組立・据付とサブシーケーブルの EPCI サービスも提供している。

- Ekwil : SBM Offshore と Technip Energies が共同（50%ずつの出資）で設立した合弁会社であり、浮体式洋上風力発電の EPCI を担う専門企業。Float4Wind TLP コンセプトと、Technip Energies の INO セミサブ浮体（3コラム型）を有している。
Technip Energies は、ノルウェーHywind Demo、英国 Hywind Scotland における EPCI の実績を有している。
- Fled. Olsen 1848 : Fled. Olsen 1848 は、着床式風力発電に係る T&I の実績を基に、浮体式洋上風力発電の設置及び維持管理についての幅広いソリューションの開発を行っている。具体的には、タワーに用いられるような鋼管を用いた鋼製のセミサブ浮体である Brunel や、Huisman のクレーンをセミサブ浮体のコラムの一つに設置して大規模修繕を設置海域で行う浮体式の維持管理ソリューション、及びタービン部品を洋上の閉鎖された海域でマーシャリングし、WTIV を用いて浮体上に組み付ける Mobile Port Solution などを開発した。
- Global Marine : Global Marine は、Kincadine の海中ケーブルに係る T&I を担った。また、Hywind Scotland の 5 基のタービンの大規模修繕について、運用管理契約を受託した実績もある。加えて、Hywind Tampen 及び DemoSATH について、マリンワランティサーベイを実施した実績もある。
- Havram Wind : Havram Wind は、EPCI 及び T&I を担うことを目指し、パートナーとの連携を通じて建設作業船や AHTS を含む浮体式洋上風力発電向けの船隊を開発している。
- 現代重工（HHI） : HHI は、着床式及び浮体式の分野において EPCI の能力の構築を図っており、韓国の Donghae Gray Whale 浮体式洋上風力発電プロジェクトについて、Corio 及び TotalEnergies から EPCI を受託している。加えて、英国スコットランドの Scottish Enterprise 及び Highlands & Islands Enterprise と MoU を締結しており、製造拠点の構築を含めたスコットランドにおける浮体式洋上風力の機会を探っている。
HHI は、自社の鋼製セミサブである Hi-Float を開発済である。同浮体は、造船所での建造に適した設計となっている。
- Ocean Installer : Ocean Installer は Moreld 傘下のノルウェーの T&I 及び EPCI コントラクターで、石油ガス産業及び浮体式洋上風力発電において事業を行っている。同社は Equinor と近い関係にあり、Hywind Tampen のアレーケーブルの T&I コントラクターとなっていたほか、Equinor が韓国で行う Firefly Floating Wind プロジェクトの T&I スタディを受託した。同社は、高スペックのサブシー支援船を 2 隻（Normand Vision 及び North Sea Giant）運航しており、Solstad 及び Island Offshore と船舶の供給契約を結んでいる。

- **Solstad Offshore:** Solstad Offshore はノルウェーの船主で、高度な AHTS 及びサブシー作業に特化している。同社は、Windstaller Alliance のメンバーとして、浮体式洋上風力発電の EPCI の獲得に取り組んでいる。同社は、Ekwil Offshore と共に建設作業船の Normand Installer の船舶管理を行っている。
- **Subsea 7:** Subsea 7 は、Hywind Scotland 及び Hywind Tampen の海中ケーブルの T&I を担った。同社は、スペインの係留チェーンメーカーの Vicinay と共に 4 コラムのセミサブコンセプトを開発した Nautilus の株主となっている。
Subsea 7、Technip Energies 及び Samkang M&T のコンソーシアムは、韓国において、504MW の Gray Whale 3 プロジェクトの浮体式基礎、係留及びアレーケーブルの FEED を受託している。また、Subsea 7 は、英国の Salamander Floating Wind プロジェクトの共同開発者となっている。
- **Technip FMC:** Technip FMC は、Hywind Scotland において、風車タービン及び係留の T&I コントラクターを務めていた。同社は 2021 年に分割され、Technip Energies が EPC 及び EPCM に注力し、Technip FMC が海中ケーブルを含めた T&I 及び EPCI に注力することとなった。
Technip FMC は、2021 年に、ノルウェーの開発事業者である Magnora とともに、Magnora Offshore Wind を立ち上げ、浮体式洋上風力発電所のプロジェクト開発を行っている。
Technip FMC は、20 隻の深海建設作業及び同支援船を保有しており、その多くが浮体式洋上風力発電施設に係る作業にも活用可能なスペックを有している。Magnora Offshore Wind は、ScotWind の Talisk 浮体式洋上風力サイトのライセンスを有している。

2.3. 浮体式洋上風力発電所の建設・維持管理に係る港湾

浮体式洋上風力発電所の建設・維持管理には、多様かつ集中的な港湾の利用が必要となる。浮体式洋上風力発電の開発に伴う需要のスケールを踏まえると、港湾のキャパシティが潜在的なボトルネックとなることはかねてより指摘されている。

本項では、欧州の洋上風力市場における主要な港湾についてまとめる。

図 73 は、商用スケールの浮体式洋上風力において必要となる港湾施設とその基本的な要件をまとめたものである。

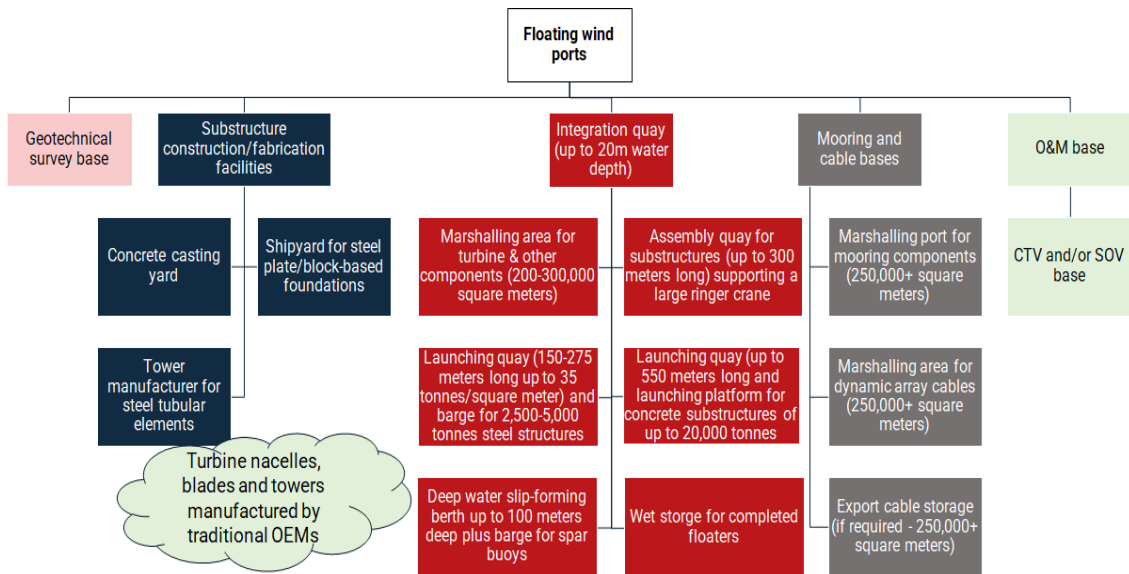


図 73 浮体式洋上風力発電施設の建設・維持管理に必要となる港湾
(Intelatus Global Partners)

2.3.1. 英国

過去に行われた 2 件の英国の浮体式洋上風力発電所（Kincardine 及び Hywind Scotland）における大規模修繕キャンペーンは英国で行われず、十分な水深を有するオランダ及びノルウェーの港湾で行われたが、英国は世界を先導する市場の一つであり、港湾の開発に係る検討も進んでいる。

2023 年の RenewableUK による Floating Offshore Wind Taskforce Industry Roadmap 2040¹⁴⁸は、英国政府の浮体式洋上風力発電の開発目標の実現に向けて必要となる英国の港湾インフラの開発についての検討を行っている。

結論として、浮体式洋上風力発電施設の建造、設置及び運用に係る英国の港湾の既存の開発状況は低位であり、航路及び岸壁の長さ・深さ、製造・組立に利用可能な後背地の面積及び建設・維持管理に利用可能なクレーンの能力などについて多くの課題が残されているとしている。

報告書では、スコットランド及びケルト海での需要を基に、3 から 5 か所の基地港が ScotWind 及び INTOG プロジェクトのために必要とされ、また、ケルト海のプロジェクトのために、更に 2 か所の基地港が必要となるとされている。さらに、少なくとも 4 か所の港湾が浮体式基礎に係る鋼構造物の建造・組立又はコンクリートの製造に求められるとしている。

¹⁴⁸ https://www.renewableuk.com/media/ezvmvea3/industry-roadmap-2040-building-uk-port-infrastructure-to-unlock-the-floating-wind-opportunity_march-2023.pdf

これらの設備への投資は、40億ドル規模と見積もられている。また、報告書においては、インフラの計画のための連携が重要だと推奨しており、連携の取組として、Offshore Wind Scotland の SIM が行われている。

SIM における優先プロジェクトには、次に掲げるものが含まれている。

- Nigg 港 (Cromarty Firth) :同港は、海洋石油ガス分野向けの製造・組立及び修繕ヤードとして豊富な実績のある港湾であり、現在は、三井物産及び商船三井が保有している。同港には、300m×150m の乾ドック、240m の強化された岸壁、1,200m 以上の 12m の深さを有する栈橋、740,000m² の荷下ろし・貯蔵エリア及び17,000m² の製造工場が存在している。ScotWind の着床式及び浮体式プロジェクトの需要に応えるために更なる機能強化を目指している。
- Cromarty Firth 港の拡張 :Cromarty Firth 港は、2025 年 5 月に、英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (DESNZ : Department for Energy Security and Net Zero) から 5,500 万ポンドの FLOWMIS (Floating Offshore Wind Manufacturing Investment Scheme) 補助金の助成対象として発表された。同補助金により、港湾の能力を拡張し、浮体式洋上風力向けに最大 800m の栈橋を整備することを計画している。港湾当局は、補助金に対応する民間資金を銀行や投資家から調達し、2027 年までに工事を完了する必要がある。同港は、コンクリート浮体を受入れ、浮体へのタービンの据付及びタービンのコミッショニングを行うことに焦点を当てている。
- Burntisland Deep Water FOW Facility : Burntisland は、Grangemouth、Rosyth 及び Leith とともに Forth Green Freeport を構成している。Burntisland 及び Leith は、ScotWind 及び INTOG プロジェクトへの支援を行うことを目指している。Burntisland は、浮体式洋上風力発電施設の組立について高い能力を有する施設となることを計画している。
- Aberdeen 港 South Harbour Upgrade : 港湾のアップグレード計画は、浮体式基礎の組立及びタービンの据付のため、栈橋の水深を 750m の長さに亘り 14.5m 程度に浚渫する計画を含んでいる。
- Scapa Deep Water Quay : 風車タービンの製造と、他のサイトから持ち込まれた浮体式基礎への据付を支援することを狙っており、施設の周囲の水深は 15-20m 程度となっている。

Flotta Ultra Deep Water Quay、Fraserburgh New South Harbour、Kishorn、Montrose O&M Energy Hub、Scapa Flow Mega Hub 及び Stornoway Offshore Wind Hub は、SIM の進行プロジェクトに含まれている。これら進行プロジェクトは、優先プロジェクトと位置づけるには、開発事業者からの関心がまだ十分には集まっていないプロジェクトである。

まだ優先プロジェクトにはなっていないが、Kishorn は、Highlands and Islands Enterprise から、2025 年 6 月に 2,425.9 万ポンドの補助を確保しており、Kishorn 港の Phase 1a 拡張計画の一部として、コンクリート製の浮体式基礎の製造インフラの開発を行うことを計画している。

SIM の優先プロジェクトには、Ardersier 港における Ming Yang によるタービン製造工場の計画も含まれている。Ming Yang は、合計 15 億ポンドの投資を三つのフェーズに分けて行うことを計画している。

- フェーズ 1：2028 年の稼働開始を目指し、ブレード及びナセルの製造工場に対して 7.5 億ポンドを投資
- フェーズ 2：英国の浮体式洋上風力プロジェクトを大規模に支援するために工場及びインフラを拡張
- フェーズ 3：制御システム、電子部品及びその他の重要部品の供給のための地元のサプライチェーンの開発

RenewableUK の Floating Offshore Wind Industry Roadmap 2040 では、重要な港湾について、次の二つの類型を示している。

- 浮体式基礎にタービンを据え付けるとともに、設置までの間、組立済みの浮体式洋上風力発電施設を海域貯蔵（Wet Storage）する据付港。浮体式洋上風力発電施設は巨大であることから、設置海域に向けた曳航は低速力で行うこととなるため、気象・海象の予見可能性を確保等する観点から、据付港は設置海域に比較的近いことが重要となる。
- 浮体構造物の部分品（鋼製ブロックやプレキャストコンクリート）を製造したり、組み立てる製造・組立港。製造・組立港で完成した浮体構造物は、上述の据付港に送られることとなる。RenewableUK の報告書では、この工程の多くを英国内で行うことができると想定しているが、実際には、特に鋼製の浮体構造物について、部分組立の多くは、アジアを主とした海外で行われ、英国では主に最終組立を担うことになると考えられる。コンクリート構造物は、英国での現地製造により適していると考えられる。

港湾の技術的要素については、次の想定が可能である。

- 浮体構造物の部分品又は完成品は、組立港では建造されず、他の国内又は海外の工場から持ち込まれる。一つの組立港では、年間 50 基の浮体構造物を製造することが基本となる。他方で、コンクリート構造物については、岸壁の近くの施設において、現場で製造されることが基本となる。
- 浮体構造物の進水は、半潜水式のバージによって行われる。
- 気象・海象条件を考慮して、海域への設置が可能な期間は、1 年間のうち 5 から 6 か月である。

- 1施設当たり、1年間に25基のタービンの浮体式基礎への据付を行うことが基本となる。
- クレーン能力が潜在的なボトルネックとなる。
- 悪天候により設置海域に浮体式洋上風力発電施設を曳航できない場合に備えて、海域貯蔵（Wet storage）の施設が必要となる。

RenewableUK の産業ロードマップでは、二種類のタービンサイズ（17MW 及び 20MW）に対して、浮体式洋上風力発電施設の設置を支援するために重要な2種類（コンクリートと鋼構造で分けると合計3種類）の重要な港湾の類型及び主要なスペックを表24にまとめる。

表24 重要な港湾の類型と主要なスペック（Intelatus Global Partners）

	据付港 (17MW)	据付港 (20MW)	コンクリ 構造物 製造港 (17MW)	コンクリ 構造物 製造港 (20MW)	鋼構造物 製造港 (17MW)	鋼構造物 製造港 (20MW)
設置海域 からの距離	565 km	265 km	—	—	—	—
港湾の入口 の幅	120 m	130 m	120 m	130 m	120 m	130 m
エア ドラフト	—	—	50 m	50 m	50 m	50 m
アクセス 航路の幅	230 m	260 m	230 m	260 m	230 m	260 m
アクセス 航路の水深	15.0 m	16.5 m	13.0 m	14.5 m	13.0 m	14.5 m
陸地面積	200,000 m ²	250,000 m ²	300,000 m ²	400,000 m ²	300,000 m ²	400,000 m ²
据付岸壁 長さ	400 m	440 m	—	—	—	—
据付岸壁 水深	15.0 m	16.5 m	—	—	—	—
進水岸壁 長さ	—	—	520 m	560 m	275 m	275 m
進水岸壁 水深	—	—	8.5 m	8.5 m	8.5 m	8.5 m
浮体構造物 建造期間	—	—	13 週	13 週	6 週	6 週
建造ライン の数	—	—	4	4	6	6

産業戦略では、結論として、現時点では、英国は、スコットランド及びケルト海において、浮体式洋上風力発電の工業的規模での普及に必要な港湾インフラを有していないと指摘し、スコットランドでは、3から5か所の据付港が、ケルト海では、2か所の据付港、さらに4

から6の国内における製造・組立施設が、2030年から2040年にかけての需要に対応するために追加が必要となるとしている。

図74は、ScotWind及びINTOGにおける浮体式洋上風力発電のプロジェクト海域の分布を示したものである。北海の東側沿岸に多くのプロジェクトが集積しており、その他にはShetland沖及びスコットランド西岸にプロジェクトが存在する。

RenewableUKは、現在は石油ガス産業向けの活動を行っているスコットランドにおける12の既存の港湾について、浮体式洋上風力発電向けの潜在的な港湾として特定している。スコットランドとノルウェーは、浮体式風力発電について欧州で最大規模の市場であると同時に、現在、欧州で最も洋上石油ガス開発が盛んな地域であり、浮体式洋上風力に应用可能な港湾や船舶のサプライチェーンも多く存在する。ShetlandとOrkneyは、大水深の施設の拠点となっている。Cromarty Firthエリアは、かつては海洋構造物の製造拠点であったが、現在は、浮体式石油ガス施設のサービス、修繕、維持管理の拠点と係船(Laid up)中の掘削リグの保管場所となっている。Aberdeen及びPeterheadは、石油ガス産業のロジスティクスの拠点となっている。

また、スコットランドの港湾は、貨物、再生可能エネルギー、漁業、フェリー及びクルーズ船の分野でも活発な活動がある。

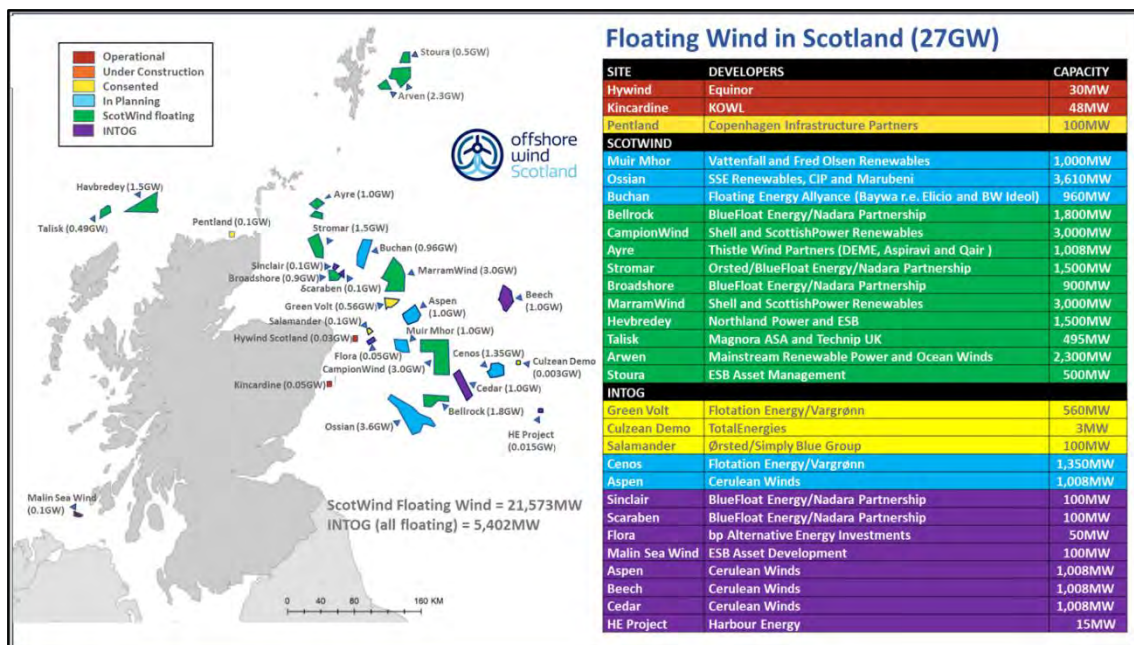


図74 ScotWind及びINTOGにおける浮体式洋上風力発電プロジェクトの海域 (Offshore Wind Scotland)

表25に、スコットランドの浮体式洋上風力発電プロジェクトの開発・維持管理に活用できるポテンシャルのある港湾をまとめた。これらの港湾の中には、輸入関税の免除やドキュ

メンテーションの簡素化などの税制面・関税面の優遇措置が受けられる Green Freeport (Forth Green Freeport 及び ICFGF : Inverness & Cromarty Firth Green Freeport) に指定されているものも存在している。なお、英国で最も大規模な Green Freeport は、イングランドの Teesport である。

表 25 スコットランドの浮体式洋上風力プロジェクトの浮体製造等に活用可能な港湾 (Intelatus Global Partners)

港湾	保有形態	水深 (m)	岸壁長さ (m)	陸地面積 (m ²)	タービン据付、浮体の建造・組立のポテンシャル
Nigg (ICFGF)	私有 (三井物産・MOL)	12	720	230,000	ポテンシャルあり。2021年、当時のオーナーである Haizea 及び Global Energy Group がタワーの製造工場の建設計画を発表
Scapa Deep Water Facility (Orkneys)	自治体保有 (Orkney Island Council)	15	685	180,000	現在開発中。ポテンシャルあり。
Stornoway (Western Isles)	トラスト港 ¹⁴⁹	10	500	290,000	現在開発中。可能性あり。
Kishorn (NW Highlands)	私有 (Ferguson Transport & Leiths)	8	160	450,000	現在開発中。可能性あり。BW Ideol の Damping Pool 浮体をターゲット。
Hunterston (Firth of Clyde)	私有 (Peel Ports)	36	800	130,000	ポテンシャルあり。オーナーの Peel Port は、洋上風力プロジェクトの支援のための再開発計画に 1.5 億ポンドを投資 (2024 年)
Cromarty Firth (ICFGF)	トラスト港	12	800	180,000	ポテンシャルあり。現在 1.11 億ポンドの第 5 フェーズ拡張を実施しており、コンクリートの浮体を受け入れてタービンの据付・コミッショニングを 2027 年までに行えるようにする計画 (FLOWMIS 補助金)。
Ardersier (ICFGF)	私有 (Haventus)	6.5	1,000	570,000	適している。3GW の Cerulean プロジェクトが Ardersier を選定し、拠点港として 4 億ポンドを確保。
Aberdeen (NE Scotland)	トラスト港	9	1,400	130,000	ポテンシャルあり。ただし、空港オペレーション由来の制約の可能性あり。南港の浚渫により水深増。
Dundee (East Scotland)	私有 (Forth Ports Group (PSP Investments))	9	485	170,000	ポテンシャルあり。着床式プロジェクトのマーシャリング・組立港としての実績あり。

¹⁴⁹ 英国議会制定法に基づき設立される独立した公的団体であるトラストによって管理 (港湾の活動による収益は港湾に再投資)

Leith (Firth Green Freeport)	私有 (Forth Ports Group (PSP Investments))	9	120	700,000	ポテンシャルあり。2025年4月に河川沿いの新たな大水深岸壁が開業し、世界最大級のWTIVを受入れ。
Methil (Firth Green Freeport)	私有 (Navantia : Yard/ Forth Ports Group : Port)	10	360	550,000	適している。 NavantiaによるMethil造船所の開発計画による。
Teesport (NE England, UK's Largest Freeport)	私有 (PD Docks (Brookfield Asset Mgmt.))	15	400	500,000	建造・組立に適している。 第2フェーズの拡張を計画中。

現時点で浮体式洋上風力発電施設の建造・組立又は据付に適している港湾はほとんどないが、多くが適切な投資を伴うアップグレードによって対応できるポテンシャルを有している。RenewableUKの産業ロードマップでは、どの浮体コンセプトの建造が行われるか、材料は鋼材とコンクリートどちらになるのかが不明確であることを含め、これらの港湾への投資の実現に当たって、需要の不明確さが課題となっている旨、指摘されている。

また、ORE CatapultのDC07報告書においては、GW規模の浮体式洋上風力発電施設の導入に伴うダイナミックケーブル及び係留システムについて、表26の3つの主要港がScotWindプロジェクトを支えることとなる旨、指摘されている。

表26 ダイナミックケーブル及び係留システムに係る主要港 (Intelatus Global Partners)

港湾	マーシャリング対象	要件
Nigg 港	サクシオンアンカー及び浮体式洋上風力発電施設の海域貯蔵 (Wet Storage)	年間50基のアンカーを貯蔵するために7,000m ² のスペースが必要 海域貯蔵には浮体1基当たり22,000m ² が必要
Montrose 港	係留索	20のチェーン長を貯蔵するには4,000m ² が必要 チェーンは2週間で入れ替わる想定
Hartlepool 港 (Teesport)	アレーケーブル及びコレクター	コレクターケーブル用に80kmのカラーセル能力が必要 年間32基のケーブルリールを貯蔵できる空間が必要

100MWのINTOGプロジェクトであるMalin Sea及び510MWのScotWindプロジェクトであるSouraを開発しているESBは、Shetlandsで活用可能な20の港湾施設のスクリーニングを実施している。その結果を示す報告書¹⁵⁰においては、浮体式洋上風力発電プロジェクト向けに最も適した港湾として、いずれもLerwick Port Authorityが保有するGreenhead Base及びDales Voeを特定している。

¹⁵⁰ <https://zenodo.org/records/13309989>

表 27 Greenhead Base 及び Dales Voe の概要

港湾	岸壁の水深	岸壁長さ	地耐力	貯蔵スペース
Greenhead Base	9.1 m	783 m	33 t/m ²	160,000 m ²
Dales Voe	12.5 m	127 m	60 t/m ²	50,000 m ²

据付、建造・組立に係る港湾のほかに、Montrose 港（トラスト港）など、係留及びアンカーの貯蔵とオフショア船への積込み作業を担う港湾も存在している。Montrose 港においては、主要な係留コントラクターである Acteon（Intermoor）が 3,600m² の倉庫と 2,200m² の製造施設を保有している。ドラッグアンカーの主要メーカーである Delmar Vryhof は、Aberdeen 港を使用している。

ウェールズ及び南西イングランド沖のケルト海のエリアは、既存の洋上石油ガスや着床式洋上風力発電に係るサプライチェーンの恩恵を受けることができず、当該エリアの港湾は、スコットランドに比べて、浮体式洋上風力発電プロジェクトへの適性が低い。また、当該エリアにおいては着床式の実績も存在していない。

ケルト海の浮体式洋上風力発電プロジェクトを支えることができるポテンシャルのある港湾の例を表 28 に示す。スコットランド及び北東イングランドの港湾に比べて、ケルト海の港湾は、タービンの据付能力の確保のためのアップグレードに係るポテンシャルが低い傾向にある。

表 28 ケルト海の浮体式洋上風力プロジェクトの浮体製造等に活用可能な港湾
(Intelatus Global Partners)

港湾	保有形態	水深 (m)	岸壁長さ (m)	陸地面積 (m ²)	タービン据付、浮体の建造・組立のポテンシャル
Belfast Harbour (Northern Ireland)	トラスト港	10	820	400,000	浮体の建造・組立のポテンシャルあり。据付については限定的なポテンシャル。浮体式洋上風力に対応するため今後5年間で3億ポンド超のアップグレードを計画中。Navantia Harland & Wolff 造船所が所在。
Pembroke Port (SW Wales)	トラスト港	10	200	80,000	ポテンシャルあり。ウェールズ政府が浮体式洋上風力発電のポテンシャル検討のために100万ポンドを補助。Equinor 及び Gwyn y Glas が港湾スペースのリースを交渉中。
Port Talbot (SW Wales)	私有 (ABP : Associated British Ports)	12	1,200	600,000	ポテンシャルあり。ABP が Port Talbot を浮体式洋上風力の大規模なハブにする計画がある旨表明。
Holyhead (NW Wales)	私有	7	220		建造・組立にポテンシャルあり。

	(Stena Lines Ports)				
Bristol (West England)	私有 (First Corporate Shipping)	14.5		400,000	ポテンシャルあり。Avonmouth Dock において Bristol Wind Terminal を建設し、浮体式基礎の建造とタービンの据付を行う計画あり。2030年の稼働が目標。
Falmouth (SW England)	トラスト港	8.5	235	56,000	据付にポテンシャルあり。2025年に浮体式洋上風力 'Deck' を含む 1.5 億ポンドの投資計画を公表。'deck' は 290m×30m のデッキで、浮体式基礎の組立及びタービンの据付に使用する計画。
Portland (South England)	私有 (Langham Industries)	12	2,000	40,000	建造・組立にポテンシャルあり。
Tyne (NE England)	トラスト港	13	240	30,000	建造・組立にポテンシャルあり。着床式向けの実績あり。
Able Seaton (East England)	私有 (Able UK)	11	830	500,000	建造・組立にポテンシャルあり。着床式向けの実績あり。
Able Marine Energy Park (East England)	私有 (Able UK)	11	1,350	1,700,000	建造・組立にポテンシャルあり。着床式向けの実績あり。
Harwich (Freeport East)	私有 (Hutchison Port Holdings)				建造・組立にポテンシャルあり。Bathside Bay Development を提案しており、15m の水深の 350m の岸壁と、1,200,000m ² の陸上エリアにより、年間 24 基の浮体式基礎を建造する計画

ウェールズ政府及び ORE Catapult は、ウェールズにおける浮体式基礎の建造能力及び港湾に係る評価¹⁵¹を実施した。その結果をまとめた報告書において、浮体式洋上風力の作業ごとに、アップグレードを行うポテンシャルの高い港湾を次のように特定している。

- 浮体の建造：組立及びタービン据付：Port Talbot にポテンシャルあり。
- 浮体の組立及びタービン据付：Port of Mostyn（北東ウェールズ）、Port Talbot 及び Pembroke Port にポテンシャルあり。
- タービン据付：Port of Holyhead 及び Pembroke Port が最も高いポテンシャルを有する。Port of Mostyn 及び Port Talbot も大規模な投資により可能性あり。
- 係留索とアンカーの接合：Port of Mostyn、Pembroke Port 及び Port Talbot が最も高いポテンシャルを有する。Holyhead Port も大規模な投資により可能性あり。
- 海域貯蔵（Wet Storage）：Port of Milford Haven にポテンシャルあり。

¹⁵¹ <https://www.gov.wales/sites/default/files/publications/2021-09/ports-report-non-technical-summary.pdf>

ORE Catapult の Floating Offshore Wind Centre of Excellence は、Port and Manufacturing Infrastructure Investment Models と題した報告書¹⁵²を 2024 年に公表している。その中で、港湾インフラの開発には 4-10 年を要する点が指摘され、英国が浮体式洋上風力に係る目標を実現するためには、直ちに行動を起こす必要があるとしている。しかしながら、競争性が極めて高く、開発事業者がコストの削減を行う必要があり、それがサプライチェーンにも影響する CfD の枠組み、港湾施設の利用の確実性、他の英国内及び欧州の港湾プロジェクトとの間の投資誘致競争、政府支援の枠組の不在など、港湾投資に係る財務面の実現可能性などの課題が存在している。報告書では、これらに対応するための推奨事項を提示しているが、港湾の開発の遅延は引き続き浮体式洋上風力発電の商用化に係る大きな課題として残されている。

2.3.2. フランス

フランスにおける浮体式洋上風力発電プロジェクトは、北西沿岸と地中海に集中している。既に完了している実証プロジェクト及びパイロットプロジェクトを通じて、浮体式洋上風力発電に用いられる港湾が明らかになりつつある状況にある。

フランス政府は、産業計画に裏打ちされた 110 億ユーロの国家補助について欧州委員会から承認を受けており、浮体式洋上風力発電については、それぞれ 500MW の規模のプロジェクトを 3 件支援することとしている。そのうちの 2 件はいずれも地中海における Narbonnaise Sud-Herault 2 及び Golfe de Fos 2 であり、残る 1 件は大西洋における Oleron 2 Atlantic である。

産業計画においては、浮体式基礎の建造・組立及び維持管理のために、ブルターニュ地方における Brest 港及び Lorient 港の開発、並びに、オクシタニー地方における Port Nouvelle 及び Lorient 港の開発に焦点が当てられている。また、サプライチェーンの内製化にも重点が置かれている。

2.3.2.1. 北大西洋沿岸（北大西洋・イギリス海峡西部海事ファサード）

北大西洋は、地中海と並んでフランスにおける浮体式洋上風力発電の中心地となっている。浮体式洋上風力に係る当面の活動は、AO5 において 250MW の海域を落札した Elico 及び BayWa によるプロジェクト及び AO9 における 400-500MW の South Brittany 1 extension プロジェクトが牽引することとなる。また、その後においては、AO10 の South Atlantic Oleron 2 の公募、Northeast Brittany Floating Wind の公募が浮体式を対象とし得るものである。

¹⁵² <https://fowcoe.co.uk/wp-content/uploads/2024/05/FOW-CoE-PR50-Port-Infrastructure-and-Manufacturing-Investment-Models.pdf>

Brest 港の株主であるブルターニュ地方政府、ブレスト市及び西ブルターニュ商工会議所は、2024 年に、Brest 港を浮体式洋上風力の分野の主要プレイヤーとするために 9 億ユーロを投資する合意に証明した旨公表している。投資には、400,000m² の工業用地の造成と 400m の長さの地耐力の高い岸壁の整備が含まれている。Brest は、Damen Brest、Piriou 及び Naval Group を含む大規模な造船所の拠点でもある。

Lorient 港も地域の浮体式洋上風力プロジェクトをターゲットとしている。同港は係留部品のマーシャリング及び維持管理サービスに焦点を置いている。Lorient には Naval Group の拠点が存在する。

Brest 港及び BOA Offshore は、2025 年 10 月に、BOA Offshore の設備を用いて、港湾の岸壁から浮体式基礎を進水する方法を共同開発する旨公表した¹⁵³。

Saint Nazaire 港は、2016 年及び 2017 年に、Bouygues 及び BW Ideol により、実証機である Floatgen のコンクリート浮体の建造に使われた実績がある。浮体は、岸壁に係留されたバージの上で建造された。

Saint Nazaire には、大規模な造船所であるアトランティック造船 (Chantiers de l'Atlantique) が存在している。同造船所は、着床式の洋上サブステーションの建造及び電気施設の搭載・組立において実績を有しており、浮体式サブステーションのコンセプト開発について、BW Ideol と協力関係を結んでいる。

2.3.2.2. 地中海

これまでの地中海における浮体式洋上風力に係る活動は Marseille-Fos 港と Nouvelle 港が中心となってきた。欧州投資銀行 (European Investment Bank) の支援を受けて、オクシタニー地方は、浮体式洋上風力発電所の建設及びロジスティクスを支援できるよう 3.4 億ユーロを Nouvelle 港及び Sète 港の改修に投資することとしている。

今後の浮体式洋上風力発電プロジェクトにおける浮体式基礎の組立及びタービンの据付作業についても、これらの港湾が担っていくこととなると想定される。

地中海においては、以下の 3 つのパイロットプロジェクトが実施されている。

- PGL (Provence Grand Large) : 浮体式基礎は、Eiffage が、輸入された部材を用いて Marseille-Fos 港において組立を行った。浮体上へのタービンの据付は、港湾区域内の Port Saint Louis du Rhone の Quay Gloria において行われた。

¹⁵³ <https://www.boa.no/boa-expertise/press-release/boa-and-brestport-sign-a-cooperation-agreement-mou-to-explore-innovative-floating-offshore-wind-launching-solutions>

- EFGL (Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion) : PGL と同様に、プロジェクト開発事業者の OceanWinds が Eiffage を浮体式基礎の供給及び組立事業者に選定した。浮体の組立はマルセイユの西に位置する Fos-sur-Mur 港において行われ、タービンの据付は、Nouvelle 港において実施された。

- EolMed : 鋼製の浮体は MP Archimed/Ponticelli により Nouvelle 港において建造され、同港においてタービンの据付も行われた。

これらのパイロットプロジェクトに続き、以下のプロジェクト等が計画されている。

- AO6 では、OceanWinds 及び Banque des Territoires の EFLO (Eoliennes Flottantes d'Occitanie) 並びに EDF Renewables 及び Maple Power の Golfe de Fos 1 が海域を落札しており、それぞれ 230-280MW の規模で、2032 年までに完成する予定とされている。このうち、少なくとも EFLO については、EFGL と同様の港湾の利用戦略をとるものと想定される。

- AO9 においては、AO6 の二つのプロジェクトについて、それぞれ 450-550MW の拡張がなされる予定であり、2034 年の完成が予定されている。

- AO10 においては、合計 5.2GW の浮体式洋上風力発電プロジェクトの公募が行われる予定であり、その中には、大西洋の Bretagne Nord Ouest 及び Golfe de Gascogne、並びに地中海の Golfe de Lion Centre が含まれている。

さらに、2025 年 11 月には、BW Ideol が EU から 7,400 万ユーロの補助を受け、Fos-sur-Mer 港においてコンクリート製の浮体式基礎を建造する工場を建設することが発表された。当該工場は、フランスだけでなく、地中海のスペイン、イタリア及びギリシャのプロジェクトも対象としている。

2.3.3. ノルウェー

2023 年に、Menon Economics が Norwegian Offshore Wind、Export Finance Norway、Invest in Bergen、Invest in Adger 及び Invest in Rogland のための調査¹⁵⁴を実施し、洋上風力発電施設の組立・設置のための港湾の評価を行った。評価対象となった工場は、ノルウェーの洋上石油ガス産業における実績があるものが主となっている。ノルウェーの洋上石油ガス産業は、厳

¹⁵⁴ <https://menon.no/en/projects/feasibility-study-of-assembly-and-installation-ports-within-the-offshore-wind-market-a-norwegian-perspective>

しい気象海象条件におけるジャッキアップやセミサブ掘削リグ、浮体式生産施設、サブシー生産施設及び厳しい気象海象に対応したオフショア支援船で特徴づけられる。

ノルウェーの北から南までをカバーする形で、Menon Economics は、洋上風力発電プロジェクトへのポテンシャルを有する 14 の港湾を特定している。そのうちのいくつかは既に洋上風力発電プロジェクトに参画しており、その他に、洋上風力発電プロジェクトに参画するための開発計画を有する港湾も含まれている。ノルウェーの港湾の最大の優位性は深い水深である。

- **Westcon Helgeland** : 1987 年に設立された工場で、船舶及びリグの修繕を行っている。同社は、工場の岸壁沿いの大水深のエリアで 100m 超の Spar 形式の浮体構造物（コンクリート）のキャスティング及び組立が可能と報告している。工場は、最大 120m×25.2m のドックを含む 2 つのドック、2,300m² の工作棟、20,000m² の野外の貯蔵場所、50m の水深がある 60m の岸壁を有している。
- **Industriområde Orin (Verdal)** : Orin 工業地帯にある重要なアセットは Verdal にある Trondheim 港であり、同港には Aker Solutions Group の一部である 65,000m² の Aker Verdal オフショアヤードを含む多くの産業が集積している。
- **Fjord Base, Floro** : ノルウェー最大の洋上石油ガス産業向けの補給基地であり、浮体式基礎及びタービンの組立・据付を通じた洋上風力事業への参画を目指している。
- **Wegerland** : Wegerland の活動は Gulen 工業港に焦点を当てており、同港では、過去に Hywind Tampen 向けの 11 基の Siemens 製のタービンの Spar 浮体への据付が行われた実績がある。また、同港は、Hywind Scotland の 5 基のタービンの大規模修繕を 2024 年に実施している。同港は、1,200m の岸壁（最大 20m の水深）、145m×105m の乾ドック、及び岸壁に隣接した 1,500m² のスペースを有している。Wegerland は、乾ドックの外で浮体式基礎を組立て、ドックにおいて半潜水式プラットフォームを用いて進水させ、ドックの隣の岸壁を用いてタービンの据付を行う計画を有している。Wegerland は、2020 年に、Huisman との間で 2,600 トンの Skyhook Quayside Crane の導入に係る MoU を結んでいる（ただし、当該クレーンはまだ建設されていない）。
- **Semco Maritime Hanoytange** : ベルゲンから 30km の距離にある同工場は、160,000m² の敷地面積を有している。掘削リグの修繕に適しており、125m×125m の乾ドック、150m の岸壁（うち 90m は水深 16.2m）を有している。Semco の洋上風力サブステーションの組立に係る実績を活かし、ノルウェーの洋上風力プロジェクト向けのサブステーションの建造の受注を目指している。

- Timberbay (Stord) : Aker Stord のヤードを指すと想定される。同ヤードは 318,000m² の敷地面積を有し、1,050 トンのガントリークレーン（115m の高さ、153m の幅）を擁している。
- Windafjord Port : 2032 から 2033 年に完成する計画の Dommersness に位置する洋上風力発電プロジェクト向けの港湾であり、3つの開発計画すべてが実行された際には、70,000m² の面積の敷地、60m の長さ、150m の深さの岸壁を有する予定である。同港は浮体式洋上風力発電プロジェクト向けのタービン及び浮体式基礎のマーシャリングと組立を行うことを目指しているように考えられる。
- Windworks Jelsa : 所有者は現在、採石場である当該施設を、コンクリート浮体の建造・組立が可能でヤードに転換する可能性を検討している。
- Karmsund Wind : 同施設は、110,000m² の敷地と、1,000m の船舶の係留岸壁を有している。浮体式洋上風力発電市場向けの開発計画は有していないが、Utsira Nord プロジェクトにおける利用の可能性を探っている。
- Stavanger Region Havn : 6,000m の岸壁で繋がれた3つの港湾施設に分けられる合計 880 万 m² の港湾区域を有している。その中で、350,000m² の区域と、500m の長さ、15-20m の深さの岸壁を有する Mekjarvik はオフショア向けのターミナルとなっている。将来の開発のために 2 百万 m² を超えるエリアが割り当てられている。
- Rosenberg Worley : Stavanger に位置しており、屋内の製造工場では石油ガスのモジュールを大量に生産している。また、ドック及び大水深の岸壁も有している。
- Port of Lister, Farsund Havn : 15m の水深、130m の長さの岸壁を有している。建設作業船及び維持管理船のサポートを通じた洋上風力分野への進出を目指している。
- Hausvik Energy Yard : 洋上風力向けのマーシャリング及び組立ヤードとしての開発が計画されている。
- Windport : ノルウェーの最南端に位置する港湾であり、洋上石油ガスオペレーションをサポートしている。現状 200,000m² の敷地面積を 1,500,000m² に、現在 400m の岸壁を 2km に大幅に拡張できるポテンシャルがある。港湾区域の水深は 10-50m である。

2.3.4. スペイン・ポルトガル

Navantia Seanergies（Ferrol 港において WindFloat Atlantic のタービン及びセミサブ浮体に係るマーシャリング、組立を実施）を除いた浮体式洋上風力発電プロジェクト向けの港湾開発は、比較的初期の開発段階にある。

2025 年のオランダ政府向けの報告書の一部として、エンジニアリング会社の AFRY は、オランダの企業によるポルトガル及びスペインの洋上風力発電分野における協力の機会について分析¹⁵⁵を行っている。報告書には、大西洋及び地中海の港湾の評価も含まれている。

AFRY による北大西洋の港湾に係る評価の結果を表 29 に示す。

**表 29 浮体式洋上風力プロジェクトに係るポテンシャルのある北大西洋の港湾
(Intelatus Global Partners/ AFRY)**

国	港湾	水深	浮体への 適性	基礎の 建造	タワーの 製造	組立・ 据付	ロジス テイクス
ポルトガル	Viana	8 m	×	×	×	×	○
ポルトガル	Leixoes	6-15 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中
ポルトガル	Averiro	10 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中
ポルトガル	F. Da Foz	6 m	×	×	×	×	計画中
ポルトガル	Setubal	13.5-15 m	○	○	×	計画中	計画中
ポルトガル	Sines	28 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中
スペイン	Bilbao	12-32 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中
スペイン	Aviles	14 m	○	○	○	計画中	計画中
スペイン	Ferrol	10-20 m	○	○	×	計画中	計画中
スペイン	A Coruna	12-25 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中

Setubal の Lisnave は、WindFloat Atlantic のセミサブ浮体のうち、2 基を建造した実績がある。残る 1 基は、Navantia Seanergies Aviles 及びスペインの Ferrol で建造された。Kincardine の 5 基の浮体は、Navantia の Ferrol Fene 造船所で建造され、出荷された。

表 30 は、地中海・南大西洋の港湾に係る AFRY の分析結果をまとめたものである。

**表 30 浮体式洋上風力プロジェクトに係るポテンシャルのある地中海・南大西洋の港湾
(Intelatus Global Partners/ AFRY)**

国	港湾	水深	浮体への 適性	基礎の 建造	タワーの 製造	組立・ 据付	ロジス テイクス
スペイン	Tarragona	13 m	○	計画中	計画中	計画中	×
スペイン	Castellon	8-16 m	○	計画中	×	計画中	×

¹⁵⁵ <https://strategicenergy.eu/wp-content/uploads/2025/07/afry-offshore-wind-spain-and-portugal-market-study-2025.pdf>

スペイン	Sagunto	10-17 m	×	計画中	計画中	計画中	×
スペイン	Cadiz	10-16 m	○	○	×	計画中	計画中
スペイン (カナリー)	Las Palmas	3-18 m	○	計画中	計画中	計画中	計画中
スペイン (カナリー)	Tenerife	5-12 m	×	×	×	×	計画中
スペイン (カナリー)	Aringa	6.5-14 m	×	×	×	×	計画中

Cadiz には、Navantia の Seanergies Cadiz 造船所が立地している。

Castellon の港湾管理者は、浮体式洋上風力向けに大規模な計画を有しており、2024 年末に港湾の代表が「浮体式洋上風力プロジェクト向けに、500,000m² の区域と、875m の連続した、深さ 16m の岸壁を確保し、2028 年から利用可能とする計画である」と表明した。

カナリー諸島の Grandilla 港では、Hidramar が浮体式洋上風力発電施設の進水及びタービンの据付を可能な造船所の開発を計画している。Hidramar は、グラン・カナリア島及びテネリフェ島に造船所を有しており、石油ガス産業向けの検査及び修繕サービスを提供している。Hidramar は Santa Cruz de Tenerife の港湾管理者から 57,448m² の譲許を受けており、これを 250,000m² に拡張する交渉をしている。最初の動きとして、Hidramar は、25,000 トンのシンクロリフトを導入することを計画しており、当初は船舶の修繕プロジェクトに使用し、将来的には、浮体式基礎の進水に使う予定としている。Hidramar は、手続きに時間がかかることに不満を持っている。

2.3.5. その他

2025 年 7 月に、イタリア政府は、シチリアの Augusta 港、並びに南東イタリアの Taranto 港及び Brindisi 港において、洋上風力の製造及び組立ハブを確立するための布告を承認した。2025 年から 3 年間で、総額 7,830 万ユーロの投資を行う計画としている。

オランダの Rotterdam 港は、最大 26m の水深を有しており、スコットランド Kincardine における 5 基の Principle Power のセミサブ浮体の組立に使用された。また、そのうち 2 基の大規模修繕についても、スコットランドにおいて十分な水深を有する港湾がなかったことから、Rotterdam まで曳航して実施された。同港は、洋上風力のマーシャリングターミナルとして、450,000m² の広さの新たな Maasvlakte ターミナルを開発している。

アイルランドの国営鉄道会社である Iarnrod Eireann (Irish Rail) は、2 億ユーロを投資して Rosslare Offshore Renewable Hub を開発する計画文書を政府に提出している。これは、アイルランドで初となる海洋再生可能エネルギー向けに特化したマーシャリング及び維持管理のた

めの港湾施設である。計画が政府により承認されれば、早ければ 2027 年に建設が開始されることとなる。当初はアイルランド海及びケルト海の着床式をターゲットとすることとしている。

2.4. 浮体式洋上風力発電所の建設・維持管理に係る船舶

本項においては、浮体式洋上風力発電所の建設に当たって主力となる船舶、即ち AHTS、サブシー支援船及び W2W 船 (SOV/CSOV) に焦点を当てることとする。加えて、欧州において導入されている船舶の保有に係る税制優遇措置 (タックスリース等) についても整理して取りまとめる。

2.4.1. 浮体式洋上風力発電プロジェクトで必要となる船舶の仕様と主な機器等のサプライヤー

浮体式洋上風力発電プロジェクトへの投入が想定される主な船舶について、表 31 に仕様等をまとめる。

**表 31 浮体式洋上風力プロジェクトで必要となる主な船舶の仕様
(Intelatus Global Partners)**

作業	船舶	主な仕様	主要機器等とメーカー
アンカーの設置	AHTS/オフショア建設船 (OCV)、サブシー支援船	AHTS/OCV は 500 トン以上のウインチを装備 サブシー支援船は 250 トン以上の AHC クレーンを装置 両者ともに 800m ² 以上の甲板 (1,200m ² 以上が望ましい)	アンカーハンドリング・係留ウインチ : Kongsberg、Royal IHC、NOV、Palfinger、MacGregor、Huisman アンカーハンドリングフレーム : Kongsberg、Palfinger スターンローラー : Kongsberg、Palfinger、MacGregor ストッパー (Shark Jaw) : MacGregor、Kongsberg、NOV Towing Pin : Kongsberg、Tugpins、MacGregor、Data Hidrolik
ドラッグアンカーの把駐力試験	AHTS/OCV、サブシー支援船	AHTS/OCV について 250 トン以上の BP 及び 500 トン以上のウインチを装備 サブシー支援船は 400 トン以上の AHC クレーンを装備	同上
係留索の事前敷設	AHTS/OCV	ウインチを 5 つ以上装備 (1 × 特殊、2 × 曳航・アンカーハンドリング、2 × セカンダリ)、大容量のチェーンロツ	同上

		カー、大径の鎖・繊維索のハンドリングが可能な能力、大きな後甲板スペースを装備	
曳航及び係留取付け	AHTS	曳航のリード及び係留取付け (Hook-up) に大型 AHTS (BP300 トン以上)、支援に小型 AHTS (BP200 トン以上)	同上
アレーケータブルの事前敷設	サブシー支援船	垂直敷設システム (VLS: Vertical Lay System)、400 トン以上の AHC クレーン、1,800m ² 以上の甲板スペース、3,000 トンの甲板下クルーセル	AHC クレーン : NOV、Huisman、MacGregor、Kongsberg、Palfinger VLS : REEL IMECA、Huisman、Royal IHC、NOV、MDL、MacArtney ケーブル敷設システム : Remacut/NOV、Royal IHC、Huisman、Parkburn、Altrad Sparrows
アレーケータブルの事前敷設に係る W2W 船による支援	CSOV/サブシー支援船	DP2、W2W ヒープ制御ギャングウェイ、400m ² 以上の甲板スペース、倉庫スペース、120 名分以上の船室、3D モーション制御クレーン (5 トン程度)	エンジン : Caterpillar、Anglo Belgium Corporation、MAN、Yanmar、Daihatsu、MTU 推進機 : Kongsberg、Voith Schneider、Steerprop、Brunvoll、Berg、Schottel ギャングウェイ : SMST、Uptime、MacGregor、Amplemann、VARD Seonics、IMECA、Barge Master、Ultramec 3D モーション制御クレーン : SMST、MacGregor、VARD Seonics、IMECA、Red Rock、Motus、Norcrane、Ultramec、Uptime

2.4.1.1. 浮体式洋上風力に関する作業船の欧州の主要な機器メーカー

表 31 に含まれる欧州の主要な機器メーカーについて、本項において概要をまとめる。

2.4.1.1.1. Kongsberg Maritime

ノルウェーの Kongsberg グループの一部として、幅広い製品・サービスのポートフォリオを有している。

- オフショア船に係る UT シリーズを含む船舶の設計：その中でも、大型 AHTS の UT7800 は最新の設計のうちの一つである。船長 110m の UT7800 は、1,100m² の貨物甲板を有し、2,000m³ のチェーンロッカー、5 基の主ウィンチ、4 基の繊維索設置ウィンチ、クロステニションシステム、アンカーハンドリングフレーム及びオプションとして AHC クレーンと 1～2 基の Work Class ROV を装備している。



図 75 Kongsberg Maritime UT7800 (Kongsberg Maritime)

- 甲板機械及びクレーン：Kongsberg Maritime は、AHTS の甲板機械及び他のオフショア船のクレーンやその他機器の設計と製造を行っている。具体的なシェアを示すデータは公表されていないが、Kongsberg は、大型のアンカーハンドリングウィンチについて、市場をリードしている。Kongsberg が製造する主な甲板機械・クレーンには、
 - －最大 600 トンの Direct Pull までのアンカーハンドリング及び曳航ウィンチ
 - －アンカーハンドリングクレーン（カーゴレールの上で移動可能なもの）及びフレーム
 - －係留索がストッパー（Shark Jaw）から外れた際に鎖やワイヤーを保持・制御し、また、牽引ワイヤーをストッパーの範囲内で動かすのを助けるためのセンターラインに沿った 76-116mm のセンタリングデバイス
 - －最大 4,000m の水深まで対応した ROV の LARS（Launch and Recovery System）
 - －係留索及びアンカーのガイド、保持、船上への引き上げ、海上からの引き上げに用いるストッパー（Shark Jaw）、スターンローラー及び Towing Pin
 - －鎖をチェーンホイールに導くためのチェーンローラー及びガイドが含まれる。
また、Kongsberg は、最大 250 トンまでの AHC 付きのナックルブーム式クレーンの製造も行っている。
- 船橋システム及びコントロールセンター：DP 及びスラストの制御システム、無人・自律制御システム等
- 船舶内の送電系統及びハイブリッドオペレーションシステムを含む電力システム

2.4.1.1.2. Royal IHC

オランダの Royal IHC は、サブシー支援船、ケーブル敷設船及び AHTS の設計を行っている。最大の船型は、400 トンの BP 及び 820 トンのアンカーハンドリングウィンチを有するもので、浮体式洋上風力発電向けに設計された。

Royal IHC は、最大 1,000 トンまでのアンカーハンドリングウィンチの設計及び製造も行っている。また、同社は、オフショア電力ケーブルの敷設に係るテンショナー及びカールセル、リジッド・フレキシブルパイプの敷設システムの設計及び製造も手掛けている。

2.4.1.1.3. NOV

NOV は信頼性のある著名な船舶の設計及び機器のブランドである。

AHTS について、NOV は、アンカーハンドリング・曳航ウィンチ、チェーンプル、スターンローラー、カーゴレールクレーンなどを含むアンカーハンドリング及び曳航の機器の全体を製造している。

NOV は、サブシー支援船向けの AHC クレーンの製造も行っている。

イタリアに拠点を置く NOV Remacut は、ケーブル敷設システムの市場をリードする設計・製造事業者である。また、NOV は 2024 年にカールセル及びケーブル敷設システムの設計事業者である MAATS を買収しており、同社は NOV Remacut に合流した。

2.4.1.1.4. Palfinger

オーストリアの機器メーカーである Palfinger の海事部門は、オフショア及び海事セクター向けのクレーン及びハンドリングシステムを専門としており、250 トンまでのナックルブーム式の AHC クレーン、最大 500 トンの牽引能力をもつ 36-160mm のアンカーハンドリング・曳航ウィンチなどを製造している。

2.4.1.1.5. MacGregor

Triton Group 傘下の海事機器製造事業者である MacGregor は、アンカーハンドリング及び曳航機器のフルパッケージを製造している。製品には最大 600 トンの能力をもつアンカーハンドリング・曳航ウィンチ、250mm までに対応したストッパー（Shark Jaw）（旧 Maersk（現 DOF）や Edison Chousest の船舶に採用）、ガイドピン、スターンローラー、カーゴレールクレーンなどが含まれる。

2.4.1.1.6. Huisman

オランダのクレーンメーカーである Huisman は、250-1,200 トンの大型サブシークレーンの設計・製造を行っている。また、大水深向けの最大級のサブシー建設船及びパイプ敷設船に採用されるような敷設システムについても手掛けている。

2.4.1.1.7. Tugpins

オランダの専門企業である Tugpins は、比較的小型の AHTS 向けに曳航ピン、ストッパー (SharkJaw)、フォーク及び曳航フックを設計・製造している。同社の製品は概ね 25-100 トンの範囲の最大安全作動負荷となっている。

2.4.1.1.8. Data Hidrolik

トルコの企業である Data Hidrolik は、最大 345 トンの最大安全作動負荷を有する曳航ピンと、最大 80 トンの能力の曳航ウィンチを製造している。

2.4.1.1.9. REEL IMECA

REEL 傘下のフランス企業 IMECA は、主にケーブル敷設船向けに、水平・垂直敷設システム、カルーセル及び 7,000 トンまでの能力を持つバスケット、並びにテンショナーを含む、クレーン、ハンドリング及び統合システムの製造を行っている。

IMECA は最大 250 トンのナックルブーム式 AHC クレーン Agilis の製造も行っている。

2.4.1.1.10. MDL (Maritime Developments)

英国の MDL は、係留索やケーブルなどのハンドリングシステムの専門企業で、陸上のスプーリングベースから洋上における敷設機器まで取り扱っている。製品には、係留及びアレーケーブルをサブシー支援船から敷設するためのリールドライブシステムやケーブルテンショナーが含まれる。

2.4.1.1.11. McArtney Offshore Solutions

デンマークの McArtney Offshore Solutions は、ウィンチやハンドリングシステム、LARS を製造している。同社の製品には、比較的小径に対応したカルーセル (CEMAC) やテンショナー、ケーブルエンジンが含まれる。

2.4.1.1.12. Parkburn Precision Handling

英国の Parkburn Precision Handling は、カルーセル、ローディングアーム、トラックドテンショナー及びケーブルエンジンを含むケーブル敷設装置など、幅広い甲板機械の設計・製造を行っている。

2.4.1.1.13. Altrad Sparrows

Altrad Sparrows は、サブシー支援船から係留索やアレーケーブルを敷設する際に用いるリールドライブシステムや、ケーブル敷設をサポートするトラックドテンショナーなどを取り扱うエンジニアリング・サービス企業である。

2.4.1.2. 船舶の新造に向けた課題

商用スケールの浮体式洋上風力発電所は、多数の大規模な浮体を必要とすることから、既存の AHTS やサブシー建設船の船隊では、その数及び性能の面で対応が難しいことが想定される。

他方で、浮体式洋上風力発電所の開発事業者・運用事業者と、船舶のオーナーとは、異なった優先順位を有することが一般的である。前者は、プロジェクトに対して最小限の船舶数を計画する傾向にあり、すべての必要な作業を実行できる船舶を好むことから、船舶のより大型化、及びより強力な出力と機器スペックを志向する。一方の船舶オーナーは、投資リスクを削減するための汎用性を重視する。特定の設計に対して長期の用船契約が確保されないのであれば、船舶オーナーは、投資へのリターンの最大化を確保するため、新造に当たって、船舶のサイズや出力、機器のスペックを制限する傾向にある。

現在の状況では、浮体式洋上風力のニーズに最適化した新造船の建造に対する動機付けが起こらないことが共通理解になりつつあり、少なくとも短・中期的には、浮体式洋上風力発電所の配置や係留システム等の設計において、その建設及び大規模修繕の際に利用可能な船舶を踏まえる必要がでてくることが考えられる。

2.4.2. 洋上風力発電関連船舶で利用可能な税制支援スキーム (Tax Lease Scheme)

本項では、欧州各国において、自国内での船舶建造を奨励するために行われている支援スキームについて整理する。ここでは、調査対象とした国について、Intelatus Global Partner による調査結果を基に、アルファベット順に、国ごとに結果をまとめる。

調査の結果、スペインが、法的には複雑であるものの、小型船に対して最も手厚く、また、実績が豊富な税制支援スキームを有していることが確認された。フランス及びノルウェーについて、これらの国内で大型船又は環境負荷の少ないグリーンな船舶を運航する場合に、魅力的な支援を受けることができる。イタリア及びオランダでは、減価償却又は技術開発税制を通じて、中間的な水準の支援を得ることが可能である。デンマークとスウェーデンにおいては、税制支援よりも輸出金融の方がメリットが大きくなると考えられる。

2.4.2.1. デンマーク

デンマークの輸出投資ファンド（EIFO）は、デンマークで運用される建設作業・維持管理作業船やデンマーク企業が保有し国際貿易に用いられる船舶に対して、保証、融資やその他の形でのファイナンス支援を提供している。このスキームは Cadeler などの WTIV のオーナーや CTV のオーナーが活用している。

10-15%のトン税も利用可能だが、リースの活用は想定されていない。

2.4.2.2. フランス

フランスは、買取オプション付きのリース契約（Contract de Location avec Option d'Achat）を認めている。当該スキームにおいては、金融機関が設立する特別目的会社が船舶の購入に係るファイナンスを行う。

船舶は、オペレーターに対して裸用船され、オペレーターはリース契約の終了時に船舶を買い取る権利を有している。

リースを受ける者（船主）は、加速償却による節税のメリットを、リース代金の割引の形又は買い取り価格の割引の形で得ることとなる。

本スキームを使用することにより、ストラクチャによるが、船舶の初期投資の 10-20%の削減を一般的に期待できる。

本スキームを利用するためには、船舶をフランス国内で建造する必要がある。

本スキームに伴う複雑なストラクチャについては、CIC や BNP Paribas、Credit Agricole などの専門銀行が取り扱うことが一般的である。このストラクチャは、フランス外の企業にはあまり使われていない。

2.4.2.3. イタリア

イタリアには、正式なタックスリーススキームは存在していないが、新技術の導入を促進するための広範なパテントボックスのスキームが存在する。当該スキームにおいては、特定されたアセットから生じる企業の収益の最大 50%について、税の控除を受けることができる。

船舶への適用に当たっては、船主が税法上イタリアの居住者であることと、船舶がイタリア籍であること、及びイタリアの造船所で建造又は改造されることが条件となる。

本税制の利用による一般的なメリットは、船舶の初期投資額の 5-10%程度である。

2.4.2.4. ドイツ

過去に多く利用されていた KG システムは現在その魅力を失った状態にあり、また、洋上風力作業船に活用可能ではない。

2.4.2.5. オランダ

オランダには、タックスリースのスキームは存在しない。

低炭素燃料を採用した船舶や電気推進船など、一定の「グリーン」の要素を持つ船舶については、オランダのグリーン SHIPPING ファンドによるファイナンス支援を受けることができる。

2.4.2.6. ノルウェー

ノルウェーには、従来型のタックスリースのスキームは存在しないが、ノルウェーの企業がオペレーションする船舶、又はノルウェーで建造された船舶については、加速償却を受けることができる。当該加速償却のメリットは、船価の 1-25 %程度である。

また、環境にやさしい船舶については、Enova の補助の対象となり得る。

2.4.2.7. スウェーデン

スウェーデンにはタックスリースのスキームは存在しない。スウェーデンの輸出信用機関である SEK (Svensk Exportkredit) は、そのエミッション削減ポテンシャルに応じて、グリーン船舶などに対して協調ファイナンスを行うことができる。

2.4.2.8. スペイン

複数の SOV オーナーがスペインのタックスリースのスキームを利用している。

Bibby Marine、Edda Wind 及び Esvagt は、2002 年から存在する STL (Spanish Tax Lease) の恩恵を受けている。STL においては、特定の投資ストラクチャが用いられ、当該ストラクチャは、受動的出資者が、主に収入税に係る税制優遇（特定のアセットへの投資を行う場合に利用可能）を狙って、目標とする内部収益率の実現を図るものである。銀行や保険会社、ユーティリティ事業者その他の企業など利益があり、税を支払っている法人が当該受動的出資者となるのが一般的である。

銀行が組成することが一般的である本スキームを活用することで、船主は、スペインの造船所から船価の 20-30%のリベートを受けて、船舶を購入することができる。リベートを割引いた価格で船舶を購入するためには、船主は、造船所から直接船舶を購入するのではなく、EIG (Economic Interest Group) を通じて入手する必要がある。EIG は、銀行により設立されるスペインの法律に基づく投資法人である。STL のストラクチャにおいて、投資家は、税を移転可能な EIG を通じて税制上の利益を得ることができる。当該税制上の利益の一部が、リベートの形で、船主に還元されることとなる。

本ストラクチャにおいて、EIG は、船舶の建造が開始された段階で、リース会社から船舶のリースを受けることとなる。船舶が竣工した段階で、EIG は船主に対して船舶を裸用船し、船主は船舶のオペレーションを開始する。EIG はリース期間の終了時にリース会社から船舶を購入し、船主は、裸用船の契約終了時に EIG から船舶を購入することを、売買オプション (put/call option) によって約束する。

STL においては、建造コストがネットでの税制面の利益として約束されている。EIG に税制面の利益目的で参加する投資家の意思決定権は制限されており、最終的に、投資シェアを船舶保有会社に対して 1 ユーロで売却することが義務付けられている。船主は、タックスリースの契約期間を通じて、船舶の使用をコントロールできることとされており、それに伴う経済的な利益を享受することとなる。

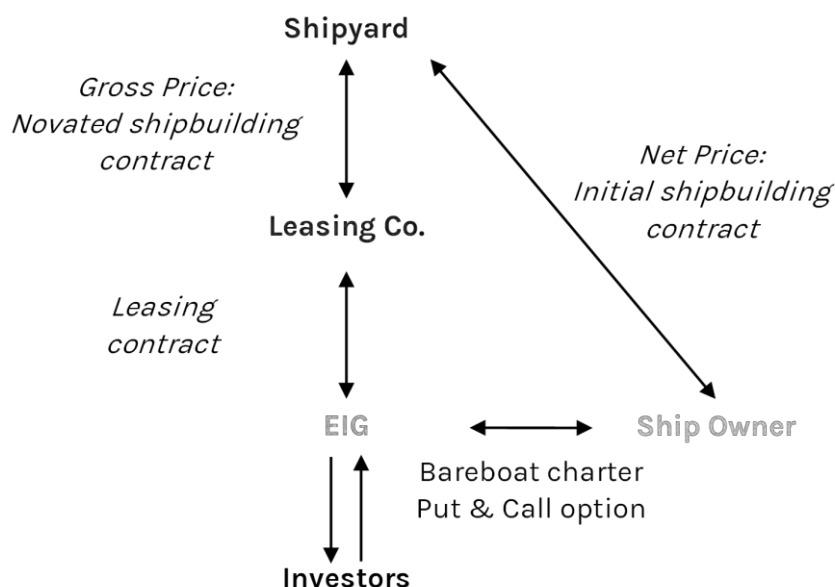


図 76 スペインのタックスリースのストラクチャ (Intelatus Global Partners)

Edda Wind の公表文書を基にすると、表 32 のように、同社が 2020 年及び 2021 年に Balenciaga 及び Gondan 造船所と契約した船舶投資額 (CAPEX) は、4,230-4,750 万ユーロとなっている。これは、1,160-1,340 万ユーロの STL によるファイナンス要素を除いた金額である。Edda Wind は、STL の組成において、Bankinter 及び Banko de Sabadell と連携している。

表 32 における STL の支援額は、船価の 21-22%にのぼる。

表 32 Edda Wind による船舶の購入に係る STL の実績 (Intelatus Global Partners)

船名	契約日	契約上の デリバリー	実際の デリバリー	Gross CAPEX (Euro)	Net CAPEX (Euro)	STL による 資金提供(Euro)
Brint Enabler	2020.1.29	2022.Q2	2022.10.22	53,911,045	42,352,517	11,558,528
Breeze Enabler	2020.1.29	2022.Q2	2022.5.31	59,886,189	46,831,000	13,055,189
Goelo Enabler	2020.1.29	2023.Q1	2024.3.26	53,931,640	42,352,517	11,579,123
Boreas Enabler	2020.1.29	2023.Q1	2023.2.9	60,911,188	47,529,000	13,382,188
Nordri Enabler	2021.3.31	2023.Q3	2023.9.7	60,729,500	47,332,560	13,396,940
Sudri Enabler	2021.3.31	2024.Q2	2024.7.4	60,729,500	47,332,560	13,396,940

2.4.3. 船舶の建造に係る支援

前項において触れたとおり、税制面の支援以外にも、欧州における様々な国が船舶の建造への財務面での支援を行っている。加えて、洋上風力関係船舶の新造の実現を支援する政府のイニシアチブも存在する。

2025 年に、英国の National Shipbuilding Office、Crown Estate 及び ORE Catapult は、英国の造船所における SOV の建造への投資について、技術の観点からビジネスケースの確立を行うた

めの20万ポンドの公募を行った。当該事業の結果は、英国としてSOVを自ら建造すべきか、又は調達すべきかの評価に使われることになる想定される。公募には12の企業が参加し、APCL Cammel Lairdが19.475万ポンドで落札した。CPCL Cammel Laird Groupには、Cammel Laird Birkenhead、Neway、A&P Falmouth 及び A&P Tyne が含まれている。

英国はすでにCTVの建造を行っているが、WTIVやケーブル敷設船などの大型の船舶を建造する造船所は存在していない。SOVの船体は、技術的には、いくつかの英国の造船所で建造可能な範囲に収まっており、洋上風力の維持管理に係るSOVの市場の成長が広く謳われており、公募文書の中では2050年には世界で423隻の市場規模となるとされているところ、英国政府として、国内でSOVを建造し、この市場機会から利益をえることができるかどうかについて検討することを意図しているものと考えられる。

英国の戦略にとっての課題の一つに、ノルウェーの設計会社が強力であることが挙げられる。ノルウェーの設計会社は、SOV/CSOVの設計のうち75-85%を占めている。ノルウェーの設計会社は、設計だけでなく機器の供給についても業務範囲に含むことが一般的である。

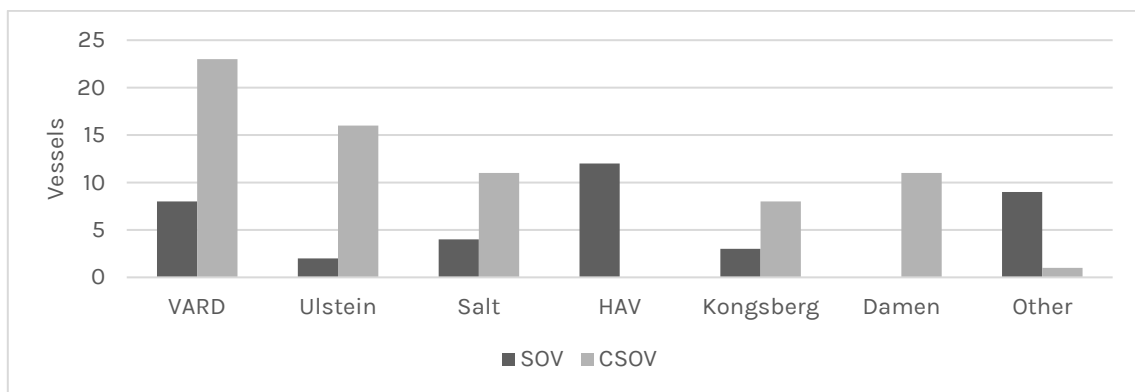


図 77 SOV/CSOV の設計会社 (Intelatus Global Partners)

船舶の建造については、2028年までのデリバリーのうち、凡そ55%の船体をVARD、Cemre、Crist 及び Damen が建造している。

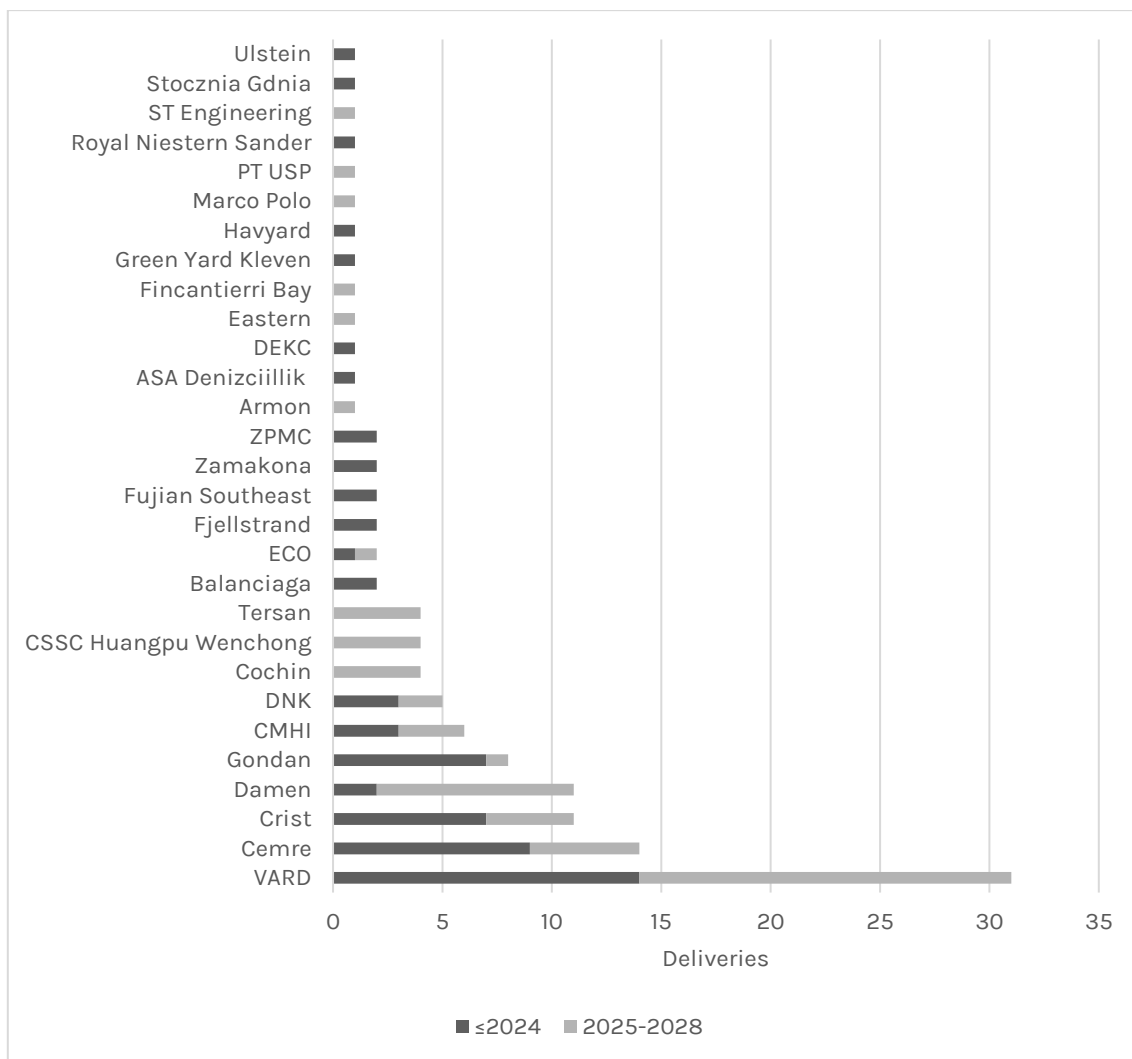


図 78 SOV/CSOV の船体の建造造船所 (Intelatus Global Partners)

3. まとめ

本調査においては、ノルウェー、英国を含む欧州における再生可能エネルギーの普及に係る政策動向、欧州における洋上風力プロジェクト・サプライチェーンの動向などをまとめた。

欧州の政策においては、2024年12月に発足した新たな欧州委員会の体制において、一層、グリーン政策と産業競争力の確保に係る政策の一体性が強まっている。また、2030年が近づいてきており、既存の政策の延長における2030年目標の実現可能性について、加盟国の状況を含めたレビューも行われている。

また、英国においても、労働党政権が発足し、グリーンに係る施策が一層強化されるとどうじに、成長戦略の発表など、産業競争力強化のための施策についても、新たに講じられてきている。

浮体式洋上風力発電の現状を見ると、英国やフランスなど取組が進んだ国において複数基による実証が本格化し、100MW級以上の初期の商用プロジェクトの社会実装が見えてきている。

他方で、サプライチェーン上の課題も顕在化してきており、浮体式洋上風力発電の設置・維持管理等に係る作業の要件を踏まえた対応が求められるところ、本レポートにおいて、具体的な作業内容と必要とされる作業船のスペック等について、詳述を行った。

また、船隊の整備に当たって有効な税制優遇などの措置について、極めて有効性の高いスペインの制度についての調査・整理を行うとともに、その他、中程度の有効性の制度についても、その内容等を整理した。

この報告書はポートルースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

欧州における洋上風力に係る政策及び
サプライチェーン整備等の最新動向
2025年度 JSC 特別調査

2026年（令和8年）3月発行

発行 日本船舶輸出組合
〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-12
日本ガス協会ビル3階
TEL 03-6206-1663 FAX 03-3597-7800

JAPAN SHIP CENTRE (JETRO)
Cheapside House, 138 Cheapside,
London EC2V 6BJ, U. K.

一般財団法人 日本船舶技術研究協会
〒107-0052 東京都港区赤坂2-10-9
大阪ガス都市開発赤坂ビル
TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

