



日本の浮体式洋上風力発電に対する期待と展望

日本の脱炭素を実現する鍵

2021年9月

浮体式洋上風力発電推進懇談会

浮体式洋上風力発電推進懇談会

浮体式洋上風力発電推進懇談会は、日本における浮体式洋上風力発電を推進すべく下記 6 社が始めたグループです。



目次

キーメッセージ	i
1. イントロダクション：浮体式洋上風力発電とは.....	1
2. 導入目標を追い風に加速する世界の開発計画	2
3. 技術基盤は確立され最適化のステージへ	4
4. 日本のエネルギー政策における浮体式の役割.....	6
5. 国内産業発展の可能性と期待される効果.....	8
6. 発電コスト低減への道筋.....	10
7. 日本市場の拡大・開発加速化に向けた重要施策	11
8. 浮体式市場の発展に向けて.....	14
用語・略語集	16
出所・参考資料	17

キーメッセージ

浮体式¹の技術は確立し、2030年までに大規模プロジェクトが運転開始へ

- 洋上石油・ガス産業を基盤として、浮体式の技術は確立されており、コスト低減に向けた技術最適化を進める段階にあります。
- パリ協定における1.5℃目標に向けて、浮体式の重要性が高まり、欧州、米国、韓国等において、2030年までの野心的な導入目標・開発計画の発表が相次いでいます。
- 浮体式市場の予見性向上により、民間の投資が加速化し、多くの企業が市場への参入を表明しています。また、各プロジェクトの開発規模は数百MW～GW規模に拡大しています。

浮体式は日本の脱炭素を実現する鍵

- 着床式と並行して浮体式の開発を進めることにより、2030年温室効果ガス排出量46～50%削減、2050年カーボンニュートラルの早期達成に大きく貢献することが可能です。
- 急峻な海底に囲まれた日本においては、大水深かつ風の強い沖合のポテンシャルが大きく、浮体式によりコスト効率的な洋上ウインドファームの開発が可能になります。さらに、EEZには膨大なポテンシャルが広がっています。
- 浮体式の大量導入に向けて、2030年までのできる限り早期に、浮体式の着実な開発を可能とする産業を確立することが重要です。

浮体式は地域と共生し、国内経済の活性化とグリーン成長に大きく貢献

- 日本は、建設業、造船業、鉄鋼業、化学産業など、浮体式を支える基盤産業が発展しており、国内産業発展の可能性を有しています。
- 浮体式産業の形成により、国内経済の活性化、雇用創出につながり、グリーン成長を実現します。
- 地域・漁業関係者との丁寧な対話により理解を深め、共生策を共に考え、新たな価値の創造を実現します。

産業化と習熟化がコスト低減の鍵

- 浮体式は、コスト最適化を実現し、EEZなど風の強い海域に設置することにより、十分にコスト競争力を持つ電源となることが可能です。
- 発電コスト低減を実現する最大のポイントは、浮体式の大量導入を可能とする国内市場の「産業化」と「習熟化」です。
- これらの実現には、産業界の大規模な投資判断を可能とする、浮体式の大規模かつ長期安定的な市場形成、EEZ開発などに関する制度の速やかな明確化による魅力的な事業環境の形成が必要です。

浮体式市場の発展に向けた提言

1. 浮体式の2030年2～3GW及び中長期導入目標の設定を

- 2030年2～3GWの導入目標、及び2040・2050年の中長期目標の設定を提言します。
- 産業界は案件形成に向けた準備を進めています。2030年までに大規模プロジェクトを運転開始まで到達させ、日本の脱炭素化に寄与することが可能です。

2. 大規模かつ国内産業発展を実現する戦略的な開発計画の推進を

- 浮体式の産業化と習熟化、及び大幅なコスト低減の実現に向けて、2030年までに数百MW～1GW規模の複数の開発計画を策定することを提言します。
- コスト最適化要素と国内産業の強みを生かすポイントを明確にした戦略的な開発計画を策定し実行することにより、国際競争力を持つ国内産業発展を実現することができます。

3. 魅力的な浮体式の事業環境整備に向けた議論の加速化を

- 浮体式専用の検討の場を早期に設定し、導入目標の設定、大規模ファームの開発計画策定、EEZ開発の推進など、事業環境整備に向けた道筋を具体化することを提言します。

¹ 本書では、「浮体式」は「浮体式洋上風力発電」を、「着床式」は「着床式洋上風力発電」のことを指します。適宜巻末の用語・略語集を

ご参照下さい。

1. イントロダクション：浮体式洋上風力発電とは

1.1 洋上風力発電の形式 －着床式と浮体式－

洋上風力発電は、大きく着床式と浮体式の 2 種類に分類されます。着床式は、海底に固定した基礎に風車を設置する方式です。一方で、浮体式は、海上に浮かぶ浮体構造物に風車を設置する方式です。

一般的に、着床式の適地は水深 60m 未満の海域とされています。従って着床式は比較的岸に近い海域に設置されます。水深 60m を超えると、浮体式にコスト優位性があるとされています。浮体式により、大水深の沖合にも洋上風力発電を設置することが可能となります。

1.2 浮体構造物の種類

浮体式ウィンドファームは、風車、浮体構造物、係留索・アンカー、電力ケーブル、変電所等で構成されます。

浮体構造物は、主にセミサブ型、バージ型、スパー型、TLP 型の 4 種類に分類されます(図 1)。

適正な浮体構造物は、設定場所の水深や自然条件、漁業等の社会条件、港湾の仕様により異なります。設置場所の特徴に合わせて、最も経済的な形式が選択されます。

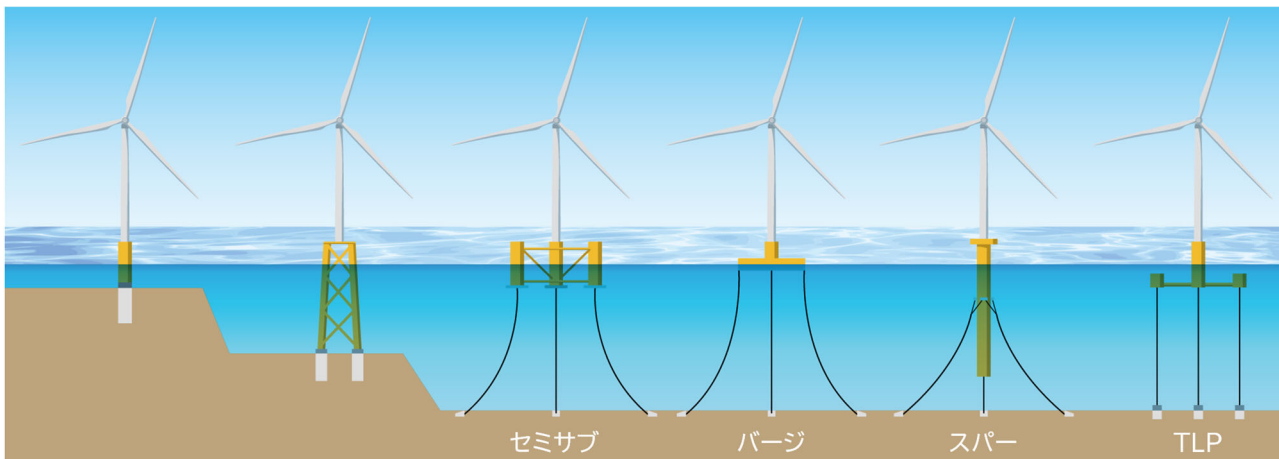
1.3 浮体式の利点

設置環境や技術・インフラの観点から、浮体式には多くの利点があります(表 1)²。

表 1 浮体式の利点

設置環境	<ul style="list-style-type: none">・ 風の強い沖合に設置可能・ 地震の影響をほとんど受けない・ 大水深域にも設置可能
技術・インフラ	<ul style="list-style-type: none">・ 同じ設計の浮体構造物を様々な海域に適用可能なため、量産化が可能・ ジャッキアップ船を用いない設置が可能

図 1 浮体構造物の種類



セミサブ (Semi-Submersible)	半潜水型の浮体構造物
バージ (Barge)	箱舟型の浮体構造物
スパー (Spar)	低重心の円筒状の浮体構造物
TLP (Tension-Leg Platform)	緊張係留で固定する半潜水型の浮体構造物

² 各利点の詳細は、6.2 を参照ください。

2. 導入目標を追い風に加速する世界の開発計画



2.1 各国で相次ぐ浮体式の導入目標と開発計画の発表

脱炭素に向けた浮体式の重要性の高まり

気候変動対策が急務となる中、パリ協定の 1.5℃ 目標では、世界全体の温室効果ガス 2030 年 45% 削減(2010 年比)、及び 2050 年カーボンニュートラル実現を謳っており、世界的にも洋上風力発電のさらなる導入拡大が必要となっています。

欧州の風力業界団体である WindEurope は、2050 年までに 450GW の開発が可能であるとす、野心的な目標を設定しました。そのうち 100~150GW は浮体式の導入により達成するビジョンが示されています³。

着床式に加えて、浮体式の導入拡大が必須であり、浮体式の重要性が高まっています。この状況を受けて、各国政府による浮体式の導入目標や入札計画の発表が相次いでいます。

2030 年までの運転開始を視野に入れた数 GW レベルの導入目標・開発計画の発表

欧州では英国、スペイン、アイルランド、フランス、スコットランド、ノルウェーが積極的な動きを見せています。米国やアジアにおいても、脱炭素社会の実現の切り札として、政府が浮体式の導入の意義を認識しています。

英国は 2030 年までに 1GW、スペインは 2030 年までに 1~3GW の浮体式の導入目標を設定しました。また、アイルランドは、大西洋への長期的な導入ビジョンの作成を発表しています。

フランス、スコットランド、ノルウェーでは、浮体式の入札プロセスが進行しています。先行するフランスでは、2021~2022 年に、250MW 級ファーム 3 か所の入札を予定しており、さらに追加的に 500MW 級ファームの入札計画を検討しています。

米国では、バイデン政権とカリフォルニア州政府が、カリフォルニア沖で 4.6GW の浮体式の開発を進めることを公表しました。またオレゴン州政府は、

³ WindEurope [26]

2030年までに3GWの浮体式導入を目指しています。

韓国政府においても、2030年までに6GWの浮体式の運転開始を目指し、ウルサン沖での大規模な浮体式開発計画を公表しました。

2.2 大規模ファーム開発への民間投資の加速

市場の魅力向上により、民間投資が加速

各国政府の導入目標や開発計画の発表を受けて、企業の投資意欲が急速に高まり、多くの企業が浮体式の開発計画や参入を表明しています。

2030年1GWという導入目標が示された英国においては、浮体式ファームの具体的な開発計画が立ち上がり、英国の産業界は、2030年までに2GWの導入が可能と見込んでいます⁴。

スコットランド沖で進められている、洋上ウィンドファームの開発計画(ScotWind Leasing)では、候補海域の多くが水深の深いエリアであることから、浮体式の開発適地として注目を集めています。

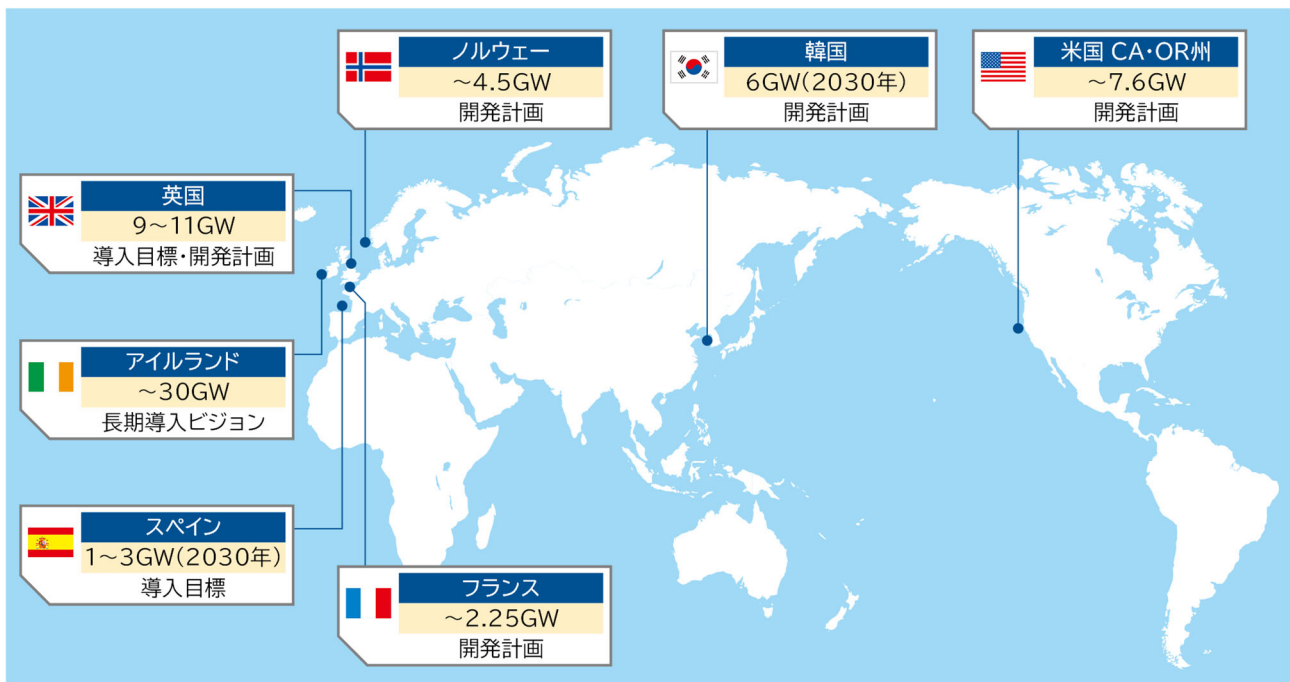
韓国においても、2030年までに6GWという野心的な開発計画の発表を受けて、世界中から高い関心を集めており、多数の企業コンソーシアムが開発計画の具体化を進めています。

開発規模は数百MW～GW規模に拡大

各国政府及び企業における計画は、数基の風車を接続した小規模プロジェクトから、多数の風車群を配置した大規模プロジェクトに舵を切っており、数百MW～GW規模に拡大しています。

これらの動きは、政府が導入目標や、具体的な開発計画(規模・スケジュール)を明確化することにより、市場の予見性が高まり、民間企業の投資促進と開発スピードの加速化につながることを示しています。

図2 浮体式の各国政府導入目標・開発計画



※ノルウェー:着床式を含む最大容量

※フランス:2021年時点で公表・計画されている入札案件の合計

※スコットランド:全15サイトの大半が水深60m以上の海域であり、浮体式の導入が見込まれている

出所)UK Government [1], Ireland Government [2], GWEC [3], Norwegian Government [4], Ministère de la Transition écologique et Solidaire [5], Commission Nationale du Débat Public [6] [7], Offshore Wind Scotland [8], Korea.net [9], Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge [10], The White House [11], Oregon State Legislature [12]

⁴ GWEC [27]

3. 技術基盤は確立され最適化のステージへ

3.1 浮体式は安定的な発電事業が可能な技術水準に

洋上石油・ガス産業で確立された技術基盤

浮体構造物や係留方式など、浮体式に用いられる技術の多くは、半世紀以上の歴史を持つ洋上石油・ガス産業から転用されています。

既に小規模な浮体式ファームにおいて高い設備利用率と長期稼働を実現していること、さらに大規模なファーム開発が進んでいることから分かるように、浮体式の技術基盤は確立されています。

今後は我が国においても既存の技術基盤を活用しながら、コスト低減に向けたさらなる技術最適化と大規模化を進めることにより、コスト競争力を有する発電技術へとステップアップする段階にあります。

着実に稼働する各国の浮体式ファーム

洋上石油・ガス産業が発展し、洋上プラントの開発・運用実績を有する欧州は、この技術基盤を強みとして、2010年代半ばより数十 MW クラスの浮体式ファーム開発を実現してきました。そして、過酷な気象・海象条件の中でも安定的な電力供給が可能であることを証明しています。

2017年に、世界に先駆けて数十 MW クラスのファーム開発を実現したスコットランド・Peterhead

沖の Hywind Scotland(30MW, Equinor)は、運転開始以来一貫して設備利用率 54%以上を達成しています。

2020年にポルトガル沖にて運転開始した WindFloat Atlantic(25MW, Ocean Winds)は、最大クラスの 8.4MW 風車 3 基から構成され、風車の大型化も進んでいます。

スコットランド・Kincardine (50MW)とノルウェー・Hywind Tampen(88MW)が現在建設中で、それぞれ2021年と2022年に運転開始を予定しています。

日本においても、長崎県五島市沖において約 17MW の浮体式プロジェクトの開発事業者が経済産業省及び国土交通省により選定されました。

技術の信頼性はバンカブルな水準に

欧州では、金融機関の融資基準を満たすバンカブルな浮体式ファームが出始めています。

WindFloat Atlantic は、2018年10月に欧州投資銀行と 6,000 万ユーロのプロジェクトファイナンス契約を締結しました⁵。

これは適切なサイト選定、信頼性のある技術の選択、ディベロッパーや施工事業者のノウハウ等が総合的に評価された結果です。この事実は、浮体式は安定的な発電事業が可能な技術水準にあるということを証明しています。

図 3 稼働中・建設中の浮体式ファーム



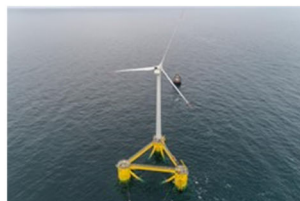
崎山沖2MW浮体式洋上風力発電所(2MW、2013年運開)



Hywind Scotland (30MW、2017年運開)



WindFloat Atlantic (25MW、2020年運開)



Kincardine (50MW、2021年運開予定)



Hywind Tampen (88MW、2022年運開予定)

出所)戸田建設 [13]、Equinor [14]、Ocean Winds [15]、Cobra Group [16]、Equinor [17]

⁵ European Commission [28]

3.2 技術最適化のポイント

浮体構造物と風車の一体設計

浮体式の揺れを出来る限り抑えるため、浮体構造物単体の最適化に加えて、浮体構造物と風車の一体的な設計・開発を進めることが重要です。

浮体構造物だけではなく、風車やその他周辺設備との一体設計も重要な観点です。風車、浮体構造物、係留システム、ダイナミックケーブル等の挙動・負荷を考慮すると同時に、施工性やメンテナンス性、トータルコストを考慮したシステム全体の最適設計によって浮体式洋上風力発電はより洗練された技術へとステップアップします⁶。

浮体構造物の量産化

浮体式は水深や海底地形の影響を受けないため、同じ設計の浮体構造物を様々な海域に採用することが出来ます。そのため、浮体構造物は量産化に適しており、大きなコスト削減効果が期待されています。

浮体構造物の量産化に向けて、連続生産や、製造の自動化技術(自動溶接等)を可能とする設計や、材料の選択、周辺技術(溶接、塗装、防食等)工程の最適化が求められます。

係留・アンカー技術の改良

洋上石油・ガス産業に用いられる浮体式プラットフォームにおいて、係留技術の基盤は確立されています。今後は、コスト低減に向けた以下の技術改良を進めていくことが有効です⁶。

- 軽量かつ耐久性・張力特性に優れた係留索(合成繊維等)の開発
- 合成繊維索と鋼製チェーンからなるハイブリッド係留索の設計・製造
- 浮体構造物、アンカー、係留索の一体的設計による施工効率の向上

長距離・高圧ダイナミックケーブル

浮体式では、海中に浮遊する形で設置されるダイナミックケーブルが必要となる可能性があります。高圧ダイナミックケーブル技術は既に確立され、海外の洋上石油・ガスプラットフォームに使用されています。

今後は、GW規模のファーム向けの超高压ケーブルの開発や、生物付着対策等の技術改良によるコスト削減が期待されます。



⁶ Carbon Trust [29], NEDO [30]

4. 日本のエネルギー政策における浮体式の役割

4.1 変革期を迎えるエネルギー政策と高まる洋上風力発電への期待

急務の気候変動対策と洋上風力発電への期待

気候変動対策は急務であり、脱炭素化に向けた取り組みが世界的に加速化する中、日本においても2030年温室効果ガス排出量46%削減(2013年度比)及び50%の高みに向けた挑戦、2050年カーボンニュートラル達成という目標が打ち出されました。気温上昇を1.5℃に抑えるためには、目標の早期達成や上積みが必要とされています。

これらの目標達成や上積みに向けては、電力部門の早期の脱炭素化と、再生可能エネルギーの大量導入が必要です。

国土の3分の2が森林であり、平地の少ない日本においては、洋上への進出が必須であり、洋上風力発電への期待が年々高まっています。

日本初となる洋上風力発電の導入目標設定

洋上風力発電の主力電源化に向けては、日本市場への民間投資を促進し、産業を育成し、コスト競争力を確立する必要があります。この動きを加速するため、2020年7月、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」(以下、官民協議会)が設立され、官民連携による本格的な議論が開始されました。

本協議会の中で、国による洋上風力発電の野心的かつ具体的な導入目標設定が不可欠であると認識され、第2回官民協議会において、「2030年までに10GW、2040年までに浮体式も含む30~45GWの案件を形成⁷する」という、具体的な導入目標が設定されました。

図4 洋上風力産業ビジョン(第1次)の3つの目標

導入目標	2030年までに10GW、2040年までに浮体式も含む30GW~45GWの案件を形成する
国内調達比率目標	我が国におけるライフタイム全体での国内調達比率を2040年までに60%にする
コスト目標	着床式の発電コストを、2030~2035年までに、8~9円/kWhにする

出所)洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会 [18]

4.2 目標達成に向けて必要となる洋上風力発電の加速化と大量導入

2030年温室効果ガス削減目標を踏まえた導入加速化の必要性

官民協議会において発表された導入目標は、国と産業界が見据える1つのマイルストーンとなります。一方、2030年の温室効果ガス削減目標に向けては、再生可能エネルギー発電の電力量比率を36~38%まで高める必要があります。これは第5次エネルギー基本計画における再生可能エネルギー電力量比率(22~24%)を大幅に上回る水準です。国際公約の確実な達成に向けて、特に伸びしろの大きい洋上風力発電の導入を加速化することが重要です。

2050年カーボンニュートラルに向けてさらなる大量導入が必要に

複数の研究機関の試算によれば、2050年カーボンニュートラルの達成には、洋上風力発電を100GW以上の規模で導入していく必要があることが示されています(表2)。

これは2040年目標の数倍の水準であり、この点を踏まえても、洋上風力発電の導入加速化が急務です。

表2 2050年カーボンニュートラル達成に向けた洋上風力発電の必要導入量

機関	導入容量
国立環境研究所	約80GW~240GW ^{※1}
自然エネルギー財団	63GW~199GW ^{※2}

- ※1 発電量の試算結果を、平均設備利用率を40%と想定した場合の設備容量に換算した数値。2050年の社会変容や技術の違いを踏まえて複数のシナリオを設定しているため、数字に幅がある。
- ※2 グリーン水素を100%国産とする場合と50%輸入とする場合でシナリオを分けているため、数字に幅がある。

出所)国立研究法人国立環境研究所 [19]、公益財団法人自然エネルギー財団 [20]

⁷ 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法に基づく認定量」と定義されており、2030年及び

2040年までの運転開始を前提としたものではない点に注意。

4.3 洋上風力発電のポテンシャルと浮体式の必然性

浮体式の大きなポテンシャル

着床式と並行して浮体式の開発を進めることにより、2030年温室効果ガス排出量 46～50%削減、2050年カーボンニュートラルの早期達成に大きく貢献することが可能です。

日本風力発電協会のポテンシャル推計を見ると、日本の周辺海域は急峻な海底地形であるため、大水深に設置可能な浮体式のポテンシャルが大きいことが分かります。加えて、沖合は風が強く、好風況域のポテンシャルが大きいことが浮体式の大きな利点です。また、離岸距離 30km 以内の比較的陸に近い海域においても、浮体式の適地が存在していることが分かります(表 3)。

さらに、EEZ(排他的経済水域、領海基線より 12 海里～200 海里の間の海域⁸⁾)には膨大なポテンシャルが広がっています。環境省が実施した調査⁹⁾においては、EEZ を含む水深 200m 未満の海域におけるポテンシャルは、離岸距離 30km 以内に限定した場合のポテンシャルの 3 倍に拡大すると試算されています。

IEA は水深 2,000m まで洋上風力発電のポテンシャルを試算しており、日本のポテンシャルは年間総発電量の約 9 倍あると推定しています¹⁰⁾。

表 3 日本風力発電協会のポテンシャル試算値

風速 [m/s]	浮体式のポテンシャル [GW] [※] (水深 100～300m)
7.0-8.0	284
8.0-9.0	128
9.0 以上	12
合計	425

※ 離岸距離 30km 以内、風速年平均風速 7.0m/s 以上、水深：浮体式 100-300m、プロジェクトあたり最低容量約 120MW、必要面積：浮体式 3MW/km² の条件で推計。

出所)一般社団法人日本風力発電協会 [21]

目標達成に向けた浮体式の必然性

電力中央研究所は、領海内(12 海里、約 22km)かつ、利害調整が困難な海域を除いた場合のポテンシャルを、着床式 23GW、浮体式約 90GW と試算しています¹¹⁾。

この試算例に基づけば、2040年 30～45GW の目標は着床式と浮体式双方の導入により達成可能となります。

さらに、2050年カーボンニュートラルに向けて 100GW レベルの導入を実現するためには、浮体式の大量導入が必要です。

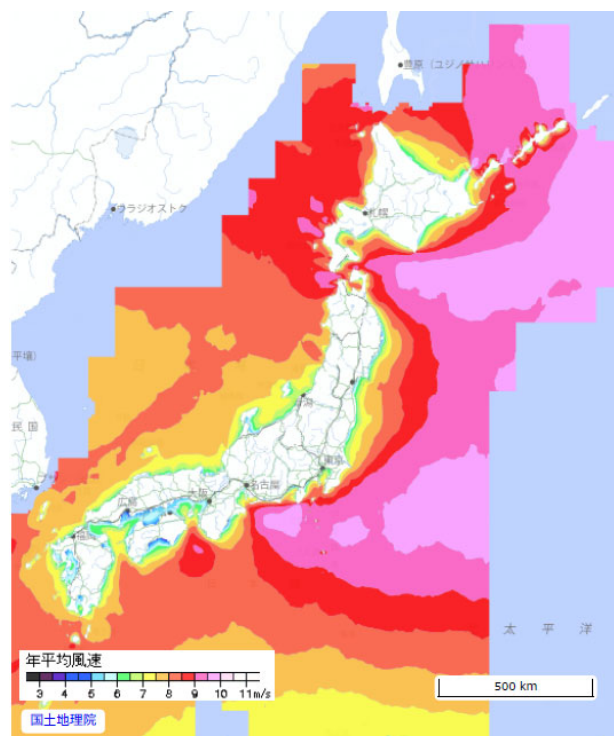
2030年までに必要となる浮体式の産業化

浮体式の大量導入に向けては、2030年までの出来限り早期に、浮体式の着実な開発を可能とする産業を確立することが重要です。

2040年 30～45GW の導入目標達成は、2030年以降、年間 2.0～3.5GW 以上の案件形成を進めていく必要があることを意味します。これは 2030年までに想定されている年間 1GW の案件形成スピードの 2.0～3.5 倍です。この導入スピードを実現するためには、ただちに浮体式ファームの開発を開始し、関連産業を育て、必要なインフラを整備しておく必要があります。

浮体式は将来的に必要となる技術では決してなく、足元から、本格導入に向けた検討を開始することが極めて重要です。

図 5 日本周辺海域の風況マップ



出所)NEDO NeoWins(洋上風況マップ) [22]

⁸⁾ 詳細は巻末の用語・略語集をご参照ください。

⁹⁾ 環境省 [31]

¹⁰⁾ IEA [32]

¹¹⁾ 一般財団法人電力中央研究所 洋上風力導入量 GIS 評価ツール[33]における「設置優先シナリオ」の試算値。

5. 国内産業発展の可能性と期待される効果

5.1 国内産業の強みとポテンシャル

浮体式のサプライチェーンと日本の産業基盤の親和性

浮体式のサプライチェーンは裾野が広く、プロジェクト開発から製造、建設・設置、運用・メンテナンス、撤去のライフサイクル全体にわたり、様々な産業により成り立っています。

全国各地に関連産業を有する日本は、浮体式との親和性が高く、国内産業発展の高い可能性を有しています。

日本は全国的に建設業が強く、造船業が集積しています。加えて、鉄鋼業やコンクリート製造業、化学製品製造業など、浮体構造物や係留索・アンカーに必要な素材分野にも強い基盤を有します。

日本における実証実績と知見

日本は、2010年代より長崎県五島市沖や福島県沖、北九州沖において、スーパー型、セミサブ型、バージ型の浮体構造物を用いた実証を世界に先駆けて実施してきました。多様な浮体構造物の実証実績を有す

ることは、他国と比較した強みの1つです。

実証を通じて、建設工事業、海洋土木工事業、造船業、鉄鋼業など、様々な業種において知見や教訓が蓄積されています。

また、基礎製造や係留索製造など、浮体式市場に高い関心を示している国内企業が存在します。日本は、浮体式の国内サプライチェーン形成と産業化に向けた素地を十分に備えています。

5.2 浮体式がもたらす効果

国内経済の活性化とグリーン成長の実現

浮体式は、浮体構造物、係留索、アンカーに多くの素材(鉄鋼、コンクリート、化学繊維等)を使用します。数百 MW~GW 規模の浮体式ファームになると、素材使用量は数万~数十万トン規模になります。

関連部材を国内的に製造することにより、国内経済及び地域経済が長期にわたって活性化され、地域に新しい産業・雇用創出の機会をもたらします。これは、日本が政策目標に掲げるグリーン成長¹²を実現するものです。

表 4 浮体式サプライチェーンと参入可能性のある分野・業種

主要なサプライチェーン分野		参入可能性のある主要分野・業種	
プロジェクト開発	環境調査	環境アセスメント、海洋調査	
	設計	エンジニアリング、設計コンサルティング	
製造	浮体構造物	本体製造	造船業、プラントエンジニアリング会社、建設工事業
		素材製造	鉄鋼業、コンクリート製造業
		付帯技術	溶接、塗装、防食 関連業
	係留索	本体製造	鉄鋼製品製造業、係留索製造業
		素材製造	鉄鋼業、化学製品製造業
	アンカー	本体製造	造船業、鉄鋼製品製造業、機械加工業
		素材製造	鉄鋼業
海底ケーブル	製造	電力ケーブル製造業	
建設・設置、撤去	洋上施工・管理	土木・海運	海洋土木工事業、建設工事業
		海運・港湾	船舶運航業、浚渫業、港湾土木工事業、港湾運送業
	陸上施工・管理	土木	陸上土木工事業、建設工事業、運送業、クレーン等機器レンタル業
運用・メンテナンス		風力専門メンテナンス業、船舶運航業	

¹²温暖化への対応を成長の機会と捉え、再生可能エネルギーの導入、運輸部門の低炭素化、省エネルギー化等の環境対策を通じて

産業構造や社会経済を変革し、「経済と環境の好循環」を形成する産業戦略。



期待される地域振興

浮体式は、地域経済への貢献が期待されます。

コンクリート製の浮体構造物は、国内調達・製造が見込まれ、地元企業の参入も期待されます。

理想的には浮体構造物の建設・組立は港湾エリアで実施されます。そのため、陸上作業が発生し、地元企業が貢献できる可能性があります。

開発地域では、地元企業に拠点を置くサービス・メンテナンス会社が設立され、地域経済活性化や地域の雇用創出に貢献しています。

また、その他の関連サービス業への好影響も期待されます。欧州では洋上ウィンドファームの開発、建設や運用・メンテナンスに関する活動が、幅広いサービス業にプラスの経済効果をもたらしています。

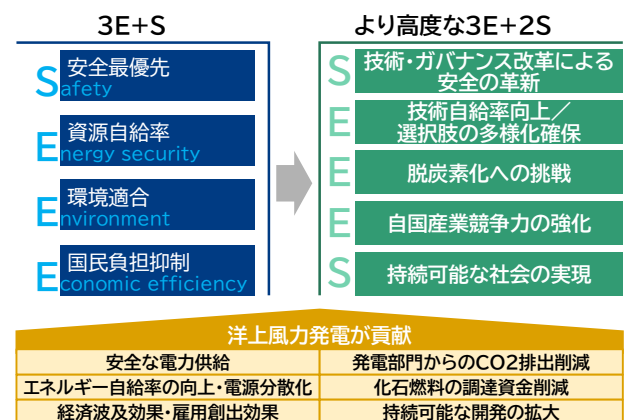
日本の 3E+2S への貢献

浮体式は、安全な電力供給、発電部門からの CO2 排出削減、エネルギー自給率の向上と災害に強い電源の分散化、化石燃料の調達資金削減、経済波及効

果、持続可能な開発の拡大を実現します。

これらは全て、日本政府が掲げるエネルギー政策の基本方針である「3E+S」に、国際的な目標である SDGs の「持続可能性”Sustainability”」を加えた「3E+2S」に直結するものです。

図 6 3E+2S への洋上風力発電の貢献



主所)経済産業省 [23]をもとに作成

6. 発電コスト低減への道筋

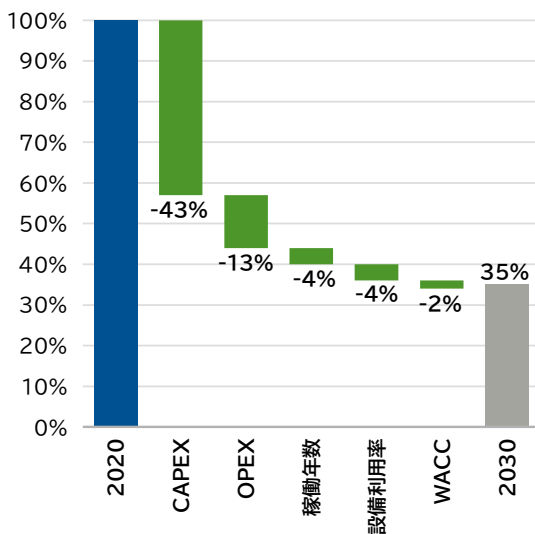
6.1 産業化と習熟化がコスト低減の鍵

欧州主要機関の見通し

欧州の風力発電産業団体である WindEurope は、浮体式の産業化により、2030 年までに 65% の発電コスト低減が可能であると試算しています(図 7)。また、65% の発電コスト低減を可能にする主な要素として、以下の 3 点を挙げています。

- 大規模なプロジェクト開発を可能とする浮体式の産業化と習熟化
- 洋上石油・ガス産業や着床式産業の知見活用
- 浮体式プロジェクト数の増加及び大規模化

図 7 浮体式のコスト低減ポテンシャル分析例



出所)WindEurope [24]より作成

産業化と習熟化が最大のポイント

発電コスト低減を実現する最大のポイントは、大量導入を可能とする浮体式の産業化と習熟化です。

産業化と習熟化を実現するためには、産業界の大規模な投資判断を可能とする、浮体式の大規模かつ長期安定的な市場形成、EEZ 開発などに関する制度の速やかな明確化と魅力的な事業環境の形成が必要です。

年間開発数とファーム規模の拡大の重要性

コスト低減効果を高めるためには、市場全体として浮体式ファームの開発数を増加させること、またファーム規模を拡大することが有効です。

毎年の開発数が増加することにより、コンポーネントメーカーは量産体制を整えやすくなります。また、ファーム規模の拡大により、風車や浮体構造物等の各コンポーネントの調達数量が大きくなり、規模の経済が働きます。建設や運用・メンテナンス時のインフラや人員の稼働率の向上にもつながり、コストのさらなる削減が可能となります。

6.2 発電コスト低減につながる浮体式の特徴

沖合の強く安定した風を捕捉可能

風力発電にとって、強く安定した風は、発電量を増やすための最も重要な要素です。同じ風車でも、風速が上がるほど発電量が大きく増大し、発電コストの低減につながります。

一般に、沖合に行くほど風は強くなり、そして安定します。急峻な海底地形である日本において、沖合かつ大水深の海域に広がる強く安定した風を受けることが出来るのは、浮体式の大きな魅力です。

浮体構造物の量産

浮体式は、海底地形の影響をほとんど受けることなく、同じ設計の浮体構造物を様々な水深に適用可能なため、浮体構造物の量産化が可能です。

浮体構造物の連続製造への移行は、導入コスト低減の大きなポイントとなります。

ジャッキアップ船を用いない設置が可能

浮体式は、港湾で浮体構造物と風車の組立を行った上で、設置海域まで曳航する設置方法が主に想定されます。この場合、洋上で大規模な組立工事が不要となるため、大型のジャッキアップ船に限らず、起重機船やタグボート等を用いた設置作業が可能です。

7. 日本市場の拡大・開発加速化に向けた重要施策

7.1 洋上風力産業ビジョンの深化

市場の魅力高める施策強化の必要性

2020年12月、洋上風力発電の官民協議会で発表された「洋上風力産業ビジョン(第1次)」において、洋上風力発電の導入目標が示され、日本の洋上風力発電市場は大きく動き出しました¹³。

本産業ビジョンでは、導入目標に加え、政府主導のプッシュ型案件形成スキーム(日本版セントラル方式)の導入や、系統・港湾インフラ計画の整備、規制・規格の総点検による事業環境整備、人材育成などの包括的な基本戦略が示されました。これらは、洋上風力発電全体の導入拡大を大きく後押しするものです。

さらなる取組みとして、市場規模と長期安定性を有する、魅力的な浮体式市場の形成に向けた施策の強化が必要です。

官民協議会において検討中の事項

- 導入目標・国内調達比率目標・コスト目標の達成
- 政府主導のプッシュ型案件形成スキーム(日本版セントラル方式)の導入
- 系統・港湾インフラの計画的整備
- 規制・規格の合理化
- サプライヤーの競争力強化
- 人材育成プログラムの策定
- 浮体式をはじめとする技術開発
- 国際標準化・政府間対話等

7.2 浮体式の大規模かつ中長期導入目標の設定

2030年10GW、2040年30~45GWの導入目標において、浮体式の具体的な数値を示し、国と産業界のビジョンを明確に示すことで、浮体式産業の発展を加速化することが可能です。

大規模な将来市場が明示されることにより、浮体式に関心を持つ民間企業の市場参入意欲が向上し、製品・技術開発やサプライチェーン整備への投資を促進させる大きな効果が期待されます。

導入目標は、中長期的にも明確であることが重要

です。2030年、2040年に加えて、2050年カーボンニュートラルに向けた導入目標を提示することにより、長期安定的な市場形成が明確化されます。

7.3 浮体式特有の制度課題と必要方策の具体化

EEZ 開発の加速化やその他課題への対応

EEZ 開発などに関する制度・規制に関しても、国と産業界の議論を早期に開始し、課題と対応策を具体化することが有効です。

日本には国土面積の約12倍の広大なEEZが広がっており、浮体式のさらなる導入に向けては、領海に加えて、EEZに展開していく必要があります。

EEZ 開発に関する制度的課題を早期に把握し、必要方策を検討・実行することで、開発の円滑化を図ることが重要です。

7.4 浮体式を想定した基地港湾開発

洋上風力産業ビジョン(第1次)を踏まえ、将来的な基地港湾の配置や規模に関する検討会¹⁴が設置され、その中で浮体式の開発動向を踏まえた基地港湾の整備も議論されています。

浮体式は、港湾で浮体構造物と風車の組立を行い、設置海域まで曳航する方式が主に想定されています。浮体式の形式によっては、浮体構造物の曳航に十分な水深を港湾に確保する必要があります。

官民が密に協議を行いながら、浮体式の設置に適した港湾整備を着実に進める必要があります。

7.5 洋上人材の育成

洋上風力発電の開発と運用には、ディベロッパー、コンポーネントサプライヤー、建設・土木工事業者、オペレーター、メンテナンス事業者、金融機関や機関投資家など、様々な職業が関わっています。

大量導入には、サプライチェーン全体で数万人規模の人材を育成していく必要があり、特に将来の担い手となる若者への教育推進が重要です。高校、高等専門学校、大学教育等の中で、洋上風力発電産業の理

¹³ 詳細は第4章も参照のこと。

¹⁴ 国土交通省 2050年カーボンニュートラル実現のための基地

港湾のあり方に関する検討会 [34]

解を深め、魅力を伝えていくための取組みを、官学産が連携して進める必要があります。

加えて、安全に対する講習を実施し、健康・安全・環境(HSE; Health, Safety and Environment)の意識を醸成することも重要です。

7.6 地域・漁業との共生

共同関係を構築する海洋空間デザイン

浮体式の設置場所である海は、多様なステークホルダーが関わる複雑かつ重要な空間です。関係者間の対話を通じて、共同関係を構築できる海洋利用の在り方を協議し、デザインしていくことが非常に重要です。

欧州では、海洋空間を利用するステークホルダーを特定し、協調利用に向けた意見調整を行うプロセスとして、海洋空間計画(Maritime Spatial Planning)が用いられています。

日本においても、海域に関わるステークホルダー間の共同関係を構築する海洋空間デザインを推進することが重要です。

対話を通じた共生策と新たな価値の創造

地域・漁業関係者との丁寧な対話により理解を深め、共生策を共に考え、新たな価値の創造を実現することが可能です。

対話にあたっては、漁業が行われている海域や用いられている漁法、地域の観光産業と海域との関りなどを深く理解し、尊重した共生策を追求することが重要です。

また、効果的な共生策は、漁獲量の増大や新たな雇用の創出、地域の活性化と成長につながります。

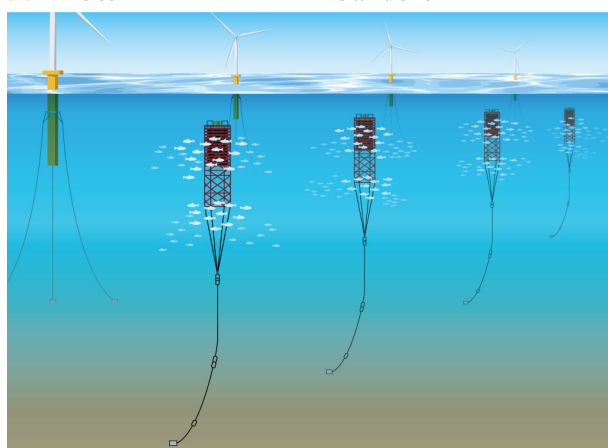
共生策例①：魚礁効果

浮体式に期待される漁業への好影響として「魚礁効果」が挙げられます。魚礁効果については各国で検証が行われており、魚種等により効果は様々です。

長崎県五島市沖の浮体式風車においては、基礎部に底魚類用の魚礁、海面部に浮魚礁が設置され¹⁵、集魚効果が確認されています¹⁶。

また、沖合の浮体式ファームが稚魚育成の場となり、沿岸漁業の振興につながる可能性があります¹⁷。

図 8 浮体式ファーム周辺への浮魚礁設置イメージ



出所)一般社団法人 海洋産業研究会 [25]より作成

共生策例②：養魚・養殖の場の創出

浮体式との併設により、新たなタイプの養殖の場を創出することが出来ると考えられています。例えば、浮体に自動で給餌する装置を設置し、魚類を飼集させて新たな漁場を形成する案が構想されています¹⁸。

フランスやスペインにおいて浮体式と養殖設備の併設を図る実証検討が行われています^{19,20}。

欧州では、持続可能な漁業の実現を目指す取組みの一環として、沖合に設置した設備(フィッシュファーム)で魚を養殖する取組みが進められており、このような設備に対して浮体式から電力供給を行うことも想定されます。

共生策例③：海洋データの収集と活用

浮体式の設備を活用して、海洋データを収集し、漁業に活用していくことも一案です。

例えば、基礎部に水温、塩分、流向・流速、波高、波向等を測定するセンサーを設置し、リアルタイムデータを始め漁業に活用できる海況情報を発信していくことが考えられます¹⁶。

¹⁵ 一般社団法人海洋産業研究会 [35]

¹⁶ 一般社団法人海洋産業研究会 [25]

¹⁷ 株式会社東京久栄 [36]

¹⁸ 福島洋上風力コンソーシアム [37]

¹⁹ MISTRAL [38]

²⁰ MARIBE [39]

漁業・地域共生に向けて

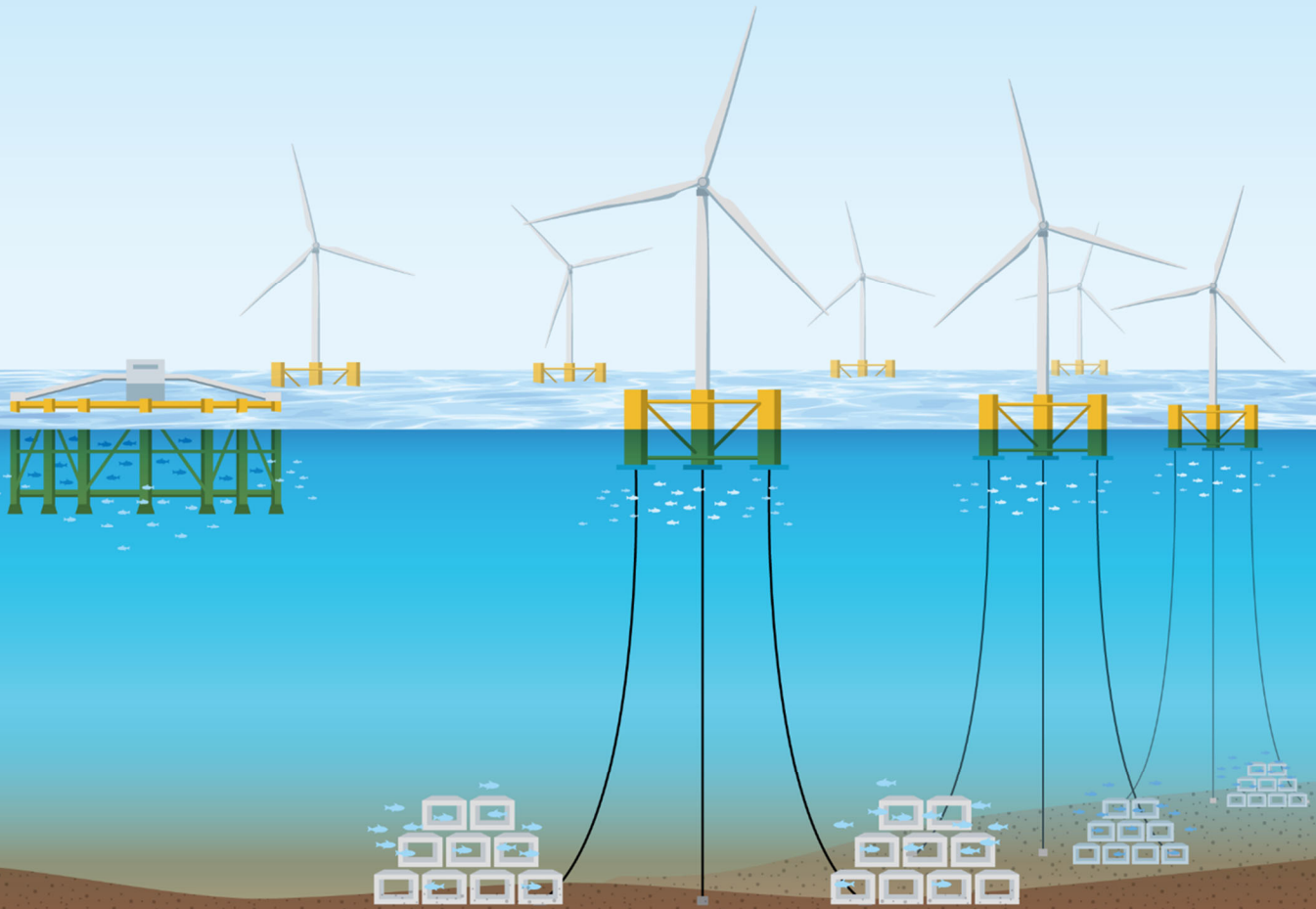
- 1 ステークホルダー間の対話の場の形成
- 2 地域・漁業関係者への深い理解と配慮に基づく共生策と開発計画の創出
- 3 地域・漁業関係者に新しい価値を生み出す共生策と開発計画の創出

漁礁効果・養殖等による共生策

- 人工漁礁構築による稚魚育成の場の提供
- 自動給餌装置の設置による魚類の増集
- 深海水の揚水による海域肥沃化
- 洋上養殖設備への電力供給

事業計画における共生策

- 対話に基づく事業計画の策定
- 漁業実施海域への建設回避、発電所周辺での漁業許可・漁船の通過許可
- 環境調査とデータ分析の科学的根拠に基づく、漁業影響に配慮したプラント設計



データ収集・分析による共生策

- 基礎部へのセンサー設置（水温、塩分、流向・流速、波高、波向等）によるリアルタイムデータの収集・発信と漁業への活用

電力事業への参画による共生策

- 漁業関係者等の発電事業への出資参画
- プラントの建設、運用・保守業務への漁業者参画、地域雇用の創出

8. 浮体式市場の発展に向けて

浮体式市場の発展に向けた提言

1. 浮体式の2030年2~3GW及び中長期導入目標の設定を
2. 大規模かつ国内産業発展を実現する戦略的な開発計画の推進を
3. 魅力的な事業環境整備に向けた議論の加速化を

8.1 浮体式の2030年2~3GW及び中長期導入目標を

2030年2~3GWの導入目標の設定を

2030年2~3GWの導入目標、及び2040・2050年の中長期目標の設定を提言します。

2030年の温室効果ガス削減目標、及び2050年カーボンニュートラルの早期達成に向けて、浮体式の導入拡大は不可欠です。

産業界は、案件形成に向けた準備を進めています。2030年までに大規模プロジェクトを運転開始まで到達させ、日本の脱炭素化に寄与することが可能です。

2040・2050年の中長期導入目標設定を

2050年カーボンニュートラルの早期実現に向けた中長期導入目標設定も重要です。

2040年30~45GWの目標に占める浮体式の導入量を明示するとともに、2050年の導入目標を設定することで、毎年数GW規模の長期安定的な市場形成が明確化され、浮体式市場の魅力がさらに高まります。

8.2 大規模かつ国内産業発展を実現する戦略的な開発計画の推進を

2030年までに数百MW~1GW規模の複数プロジェクトの開発を

浮体式の産業化と習熟化、及び大幅なコスト低減の実現に向けて、2030年までに数百MW~1GW規模の複数の開発計画を策定することを提言します。

浮体式の技術は確立しており、安定的な電力供給が可能な技術であることを証明しています。また、産業化と習熟化が実現すれば、大幅なコスト低減が可能です。

国内産業発展を実現する戦略的な開発計画の推進を

浮体式の開発を推進するにあたり、官民が連携して、国内産業発展を実現する戦略的な開発計画を策定することを提言します。

これまでに確立された技術を活用しながら、さらなるコスト最適化要素は何か、アジア圏特有の台風等の環境要素に対応するために有効となる技術改良要素は何か、その中で国内産業の強みを活かすポイントは何かを明確にし、戦略的な開発計画を立てることで、国際競争力を持つ国内産業の発展を実現することが出来ます。

8.3 魅力的な事業環境整備に向けた議論の加速化を

浮体式の本格導入に向けた総合的な議論の早期開始を

浮体式専用の検討の場を早期に設定し、導入目標の設定、大規模ファームの開発計画策定、EEZ開発の推進など、事業環境整備に向けた道筋を具体化することを提言します。

浮体式の大量導入に向けた課題を総合的に議論し効果的な施策を講じることで、2030年までの大規模浮体式ファームの開発、さらに2030年以降の本格的な導入拡大を実現することが可能となります。

意欲高く準備を整える産業界

産業界は高い意欲を持ち、国と連携して国内産業育成とコスト低減の好循環を実現し、日本のエネルギー政策とグローバルな気候変動対策に貢献したいと考えています。



用語・略語集

用語	解説
アレイケーブル	ウィンドファーム内の風車を洋上変電所に接続する電力ケーブル。
アンカー	海上で浮体構造物の位置を保持するために、係留索をつないで海底に沈める錨(いかり)。
EEZ	排他的経済水域(Exclusive Economic Zone)の略。領海の外側で領海基線から 200 海里までの海域。EEZ では、沿岸国に対して一切の漁業及び鉱物資源に対する排他的な主権的権利と海洋汚染を規制する権限等が認められている。
蛸集	魚礁等に魚類が集まっている様子。
曳航	タグボート等の船により他の船や浮体構造物等を引いて航行すること。
カーボンニュートラル	温室効果ガス(CO ₂ 、メタン、一酸化二窒素、フロンガス)の排出量から、森林等による吸収量及び CO ₂ 回収・貯留等による除去量を差し引いた合計をゼロにすること。
魚礁	天然の岩や人工構造物等を、隠れ場、産卵場、餌場等にして魚が集まっている箇所。
kW・MW・GW	電力の単位。1,000kW=1MW。1,000MW=1GW。
緊張係留	海底面に固定されたアンカーと浮体構造物を弾性部材で接続し、発生する張力によって浮体構造物の係留力を得る方式。
係留索	海上で浮体構造物の位置を保持するための鋼製チェーンや合成繊維索を用いたロープ。
スパー	低重心の円筒状の浮体構造物。
設備利用率	発電設備が 100%稼働した場合に得られる発電電力量に対する、実際に得られた発電電力量の割合。風力発電の発電電力量は天候に左右され、風が吹かない時間帯も存在するため、設備利用率は 100%を下回る。
セミサブ	セミサブマージブル(Semi-submersible)の略。半潜水型の浮体構造物。
船級登録	技術基準に基づき、船体・機関等を検査し、登録(入級)する仕組み。日本においては、タワー、浮体構造物、係留設備が船舶安全法の対象となり、認証機関による船級登録審査が必要。
ダイナミックケーブル	海底に固定せず、海中に浮遊する形で設置される海底ケーブル。
着床式洋上風力発電	海底に固定した基礎に風車を設置する方式。本書では「着床式」と略して記載。
TLP	テンションレグプラットフォーム(Tension Leg Platform)の略。半潜水型の浮体構造物を緊張係留で固定する型式
日本版セントラル方式	案件形成に必要な風況調査、海底・海象調査、系統確保等を国が主導して実施する仕組み。
バージ	箱舟型の浮体構造物。
把駐力	アンカー(錨)を下ろしたとき、アンカーが海底をしっかりと掴む力とアンカーと浮体構造物をつなぐ係留索が海底に横たわったときに、係留索と海底に生じる摩擦抵抗の和。
発電コスト	発電設備のライフサイクル全体(プロジェクト開発、製造、建設・設置、運用・メンテナンス、撤去)に要した費用を、発電設備の生涯発電量で除した数値。一般に割引率や資金調達コストを考慮する。
FIT	固定価格買取制度(Feed-in Tariff)の略。再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度。
浮体式洋上風力発電	海上に浮かぶ浮体構造物に風車を設置する方式。浮体構造物は係留索とアンカーにより固定される。本書では「浮体式」と略して記載。
浮体構造物	浮体式洋上風力発電の構成要素で、風車を設置する土台となる。主にセミサブ型、バージ型、スパー型、TLP 型の 4 種類に分類される。
プロジェクトファイナンス	特定の事業(プロジェクト)に対して融資を行い、事業から生み出されるキャッシュフローを返済の原資とし、債権保全のための担保も対象事業の資産に限定するファイナンス手法。
洋上石油・ガス産業	海底に埋蔵されている原油・天然ガスを探査し、生産設備等のインフラ整備及び採掘・生産する産業。
領海	領海基線(領海の幅を測る基準となる線。通常は、干満により海面が最も低くなったときに陸地と水面の境界となる線)から 12 海里以内(約 22.2km 以内)の水域。

1. UK Government. New plans to make UK world leader in green energy. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.gov.uk/government/news/new-plans-to-make-uk-world-leader-in-green-energy>.
2. Ireland Government. Programme for Government Our Shared Future. 2020年5月. ページ: 35.
3. GWEC. GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2021. 2021年9月9日. ページ: 108.
4. Norwegian Government. Norway opens offshore areas for wind power. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/norway-opens-offshore-areas-for-wind-power/id2705986/>.
5. Ministère de la Transition écologique et solidaire. French Strategy for Energy and Climate Multi Annual Energy Plan. 2019. ページ: 117.
6. Commission nationale du débat public. Compte Rendu du Débat Public Éolien en Flottantes au sud de la Bretagne. 2020. ページ: 8.
7. Commission nationale du débat public. PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE ET LEUR RACCORDEMENT: L'essentiel pour comprendre le projet. 2021年7月12日. ページ: 2.
8. Offshore Wind Scotland. Scotland Offshore Wind Market. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.offshorewindscotland.org.uk/scottish-offshore-wind-market/>.
9. Korea.net. Remarks by President Moon Jae-in at Strategy Presentation for Floating Offshore Wind Farm in Ulsan. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.korea.net/Government/Briefing-Room/Presidential-Speeches/view?articleId=198309>.
10. Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge. El MITECO saca a información pública la propuesta de Hoja de Ruta de la Eólica Marina y las Energías del Mar. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.miteco.gob.es/en/prensa/ultimas-noticias/el-miteco-saca-a-informacion-publica-la-propuesta-de-hoja-de-ruta-de-la-eolica-marina-y-las-energias-del-mar/tcm:38-529100>.
11. The White House. FACT SHEET: Biden Administration Opens Pacific Coast to New Jobs and Clean Energy Production with Offshore Wind Development. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/05/25/fact-sheet-biden-administration-opens-pacific-coast-to-new-jobs-and-clean-energy-production-with-offshore-wind-development/>.
12. Oregon State Legislature. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://olis.oregonlegislature.gov/liz/2021R1/Measures/Overview/HB3375>.
13. 戸田建設. Haenkaze.com. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://haenkaze.com/>.
14. Equinor. World's first floating wind farm has started production. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.equinor.com/en/news/worlds-first-floating-wind-farm-started-production.html>.
15. Ocean Winds. Multimedia Resources. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.oceanwinds.com/media/multimedia-resources/>.
16. Cobra Group. Kincardine Offshore Floating Wind Farm. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.grupocobra.com/en/proyecto/kincardine-offshore-floating-wind-farm/>.
17. Equinor. Hywind Tampen. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://www.equinor.com/en/what-we-do/hywind-tampen.html>.

18. 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会. 洋上風力産業ビジョン(第1次). 2020年12月15日.
19. 国立研究開発法人国立環境研究所. 2050年脱炭素社会実現の姿に関する一試算. 2020年12月14日. ページ: 39.
20. 公益財団法人自然エネルギー財団. 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会第34回 資料3-2 2050年カーボンニュートラルへの提案-自然エネルギー100%の将来像. 2020年12月14日. ページ: 4.
21. 一般社団法人日本風力発電協会. 第1回洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会資料4-1 洋上風力の主力電源化を目指して. 2020年7月17日. ページ: 14.
22. NEDO. NeoWins(洋上風況マップ). (閲覧日: 2021年9月30日.)
https://appwdc1.infoc.nedo.go.jp/Nedo_Webgis/top.html.
23. 経済産業省. 新しいエネルギー基本計画の概要. (閲覧日: 2021年9月30日.)
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703_01.pdf.
24. WindEurope. Getting fit for 55 and set for 2050 Electrifying Europe with wind energy. 2021年6月. ページ: 18.
25. 一般社団法人海洋産業研究会. 洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言 第2版. 2015年6月. ページ: 11,18,21.
26. WindEurope. Our Energy, Our Future. 2019. ページ: 69.
27. GWEC. GLOBAL WIND REPORT 2021. 2021年3月. ページ: 30.
28. European Commission. EU loan helps kick-start construction of floating wind farm off the coast of Portugal. (閲覧日: 2021年9月30日.) https://ec.europa.eu/info/news/eu-loan-helps-kick-start-construction-floating-wind-farm-coast-portugal-2018-oct-19_en.
29. Carbon Trust. Floating Wind Joint Industry Project Phase 2 Summary Report. 2020年7月. ページ: 38-47.
30. NEDO. 洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ. 2021年4月1日. ページ: 8.
31. 環境省. 令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書. 2020年3月. ページ: 150, 153.
32. IEA. Offshore Wind Outlook 2019. 2019年. ページ: 51.
33. 一般財団法人電力中央研究所. 洋上風力導入量 GIS 評価ツール. (閲覧日: 2021年9月30日.)
<https://www.denken-serc.jp/rpg/offshore/>.
34. 国土交通省. 2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会(第1回) 資料3. 2021年5月18日年. (閲覧日: 2021年9月30日.)
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan.tk6_000073.html.
35. 一般社団法人海洋産業研究会. 洋上風力発電と漁業協調・地域振興について. 2018年12月. ページ: 14.
36. 株式会社東京久栄. 沿岸生態系を考慮した洋上風力発電施設周辺域における新規漁場の創出案. ページ: 2.
37. 福島洋上風力コンソーシアム. 福島復興浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業. (閲覧日: 2021年9月30日.)
<http://www.fukushima-forward.jp/pdf/pamphlet.pdf>.
38. MISTRAL. THE CASE OF FRANCE - BLUE BUSINESS PLAN COMPETITION. (閲覧日: 2021年9月30日.) <https://mistral.interreg-med.eu/no-cache/news-events/news/detail/actualites/the-case-of-france-blue-business-plan-competition/>.
39. MARIBE. UNLOCKING THE POTENTIAL OF MULTI-USE OF SPACE AND MULTI-USE PLATFORMS. 2016. ページ: 22.

著作権

本書の著作権は浮体式洋上風力発電推進懇談会に帰属します。本書を利用する際は、非商業目的の使用、引用、その他法令で認められる方法によりご利用ください。

免責事項

本書は浮体式洋上風力発電に関する情報提供を目的としており、読者の個別事情を考慮していません。本書の作成時点で入手可能な情報及び経済、市場、その他の状況に基づき作成しており、最新の動向を反映していない場合があります。また、掲載する情報の正確性、完全性、有用性、安全性あるいはご利用の目的に添ったものであるかについて、一切保証するものではありません。掲載情報の利用により生じるいかなる結果、損害、損失等について一切の責任を負いません。

写真提供

表紙: Equinor, Hywind Scotland

第2章: Ocean Winds, WindFloat Atlantic

第3章: Equinor, Hywind Scotland

第5章: 戸田建設, はえんかぜ (撮影者: 西山芳一)

第8章: 戸田建設, はえんかぜ (撮影者: 西山芳一)

作成支援

株式会社三菱総合研究所

日本の浮体式洋上風力発電に対する期待と展望

日本の脱炭素化を実現する鍵

2021年9月

浮体式洋上風力発電推進懇談会

