

離島への 浮体式洋上風力発電 導入検討の手引

2024年6月



環境省

Ministry of the Environment

表紙の写真について

撮影地：長崎県五島市崎山沖

風 車：はえんかぜ

（最大出力 2,000kW、ハブ高さ 56m、ローター直径 80m、水面上の高さ：96m）

撮影者：西山 芳一

目次

はじめに 1

- ① 背景 1
- ② 本手引の趣旨 2
- ③ 対象とする地域 2
- ④ 想定する事業 2
- ⑤ 想定される読み手 2
- ⑥ 留意点 3

手引の位置付け 4

第 1 章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方 5

(1) 離島における脱炭素化の考え方 5

- 1) 離島の環境面、社会面の特徴 5
 - ① 離島を取り巻く環境と再エネ導入の必要性 5
 - ② 離島の土地利用について 6
 - ③ 離島の系統について 6
- 2) 離島の地域特性と再エネの導入ポテンシャル 9
- 3) 再エネの導入適性と特徴 11

(2) 離島への浮体式洋上風力発電導入による効果 15

- ① 浮体式洋上風力発電について 15
- ② 離島への浮体式洋上風力発電導入による効果 16

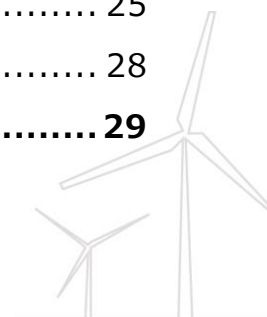
第 2 章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ 20

(1) 全体の流れ 20

(2) 取り組む内容 22

- 1) ステップごとの取り組む内容 22
 - ① ビジョンの明確化 22
 - ② 理解醸成 23
 - ③ 机上調査～実地調査（風況観測以外） 23
 - ④ 風況観測（洋上観測） 25
 - ⑤ 施設導入（1基～数基） 25
- 2) 自治体が主体的に取り組むべき内容 28

(3) 導入検討ステップと第 3 章の対応 29



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点	31
(1) 合意形成について	31
1) ステークホルダーの把握	31
① ステークホルダーの把握	31
② ステークホルダーの立場の把握	34
2) 合意形成の手法の選定	35
① 合意形成の手法	35
② 協議会の設置	36
③ 合意形成に関する事例紹介	36
3) 合意形成を行うに当たってのステップごとの配慮事項	42
① 「①ビジョンの明確化」における配慮事項	42
② 「②理解醸成」のステップにおける配慮事項	43
③ 「③机上調査～実地調査、④風況観測」のステップにおける配慮事項	44
④ 「⑤設備導入」のステップにおける配慮事項	44
(2) 候補海域について	46
(3) 事業性の考え方について	50
1) 事業性の考え方について	50
① 事業性を評価する際の留意点	50
② 資金調達について	51
2) 地域のエネルギーの有効利用について	52
① エネルギーマネジメント	52
② セクターカップリング	54
(4) 人材育成等について	55
終わりに	59
参考資料	60
引用文献	77

コラム一覧

コラム 1 地域脱炭素化の施策検討の流れ	14
コラム 2 事例：（五島市）浮体式洋上風力を選んだ理由	16
コラム 3 事例：（五島市）五島市における産業創出及び既存産業への波及効果	17
コラム 4 事例：（五島市）浮体式導入による脱炭素化以外の多様なメリット	18
コラム 5 事例：（五島市）洋上風力発電施設等の集魚効果	19
コラム 6 事例：（五島市）実証事業への応募と企業誘致	26
コラム 7 事例：（久慈市）久慈市沖海域における民間事業者との共同風況調査	27
コラム 8 事例：（山形県）都道府県の協議会との連携による合意形成	37
コラム 9 事例：（五島市）キーパーソンによる円滑な合意形成（2/2）	39
コラム 10 事例：（ロードアイランド州）研究者がハブとなる合意形成	41
コラム 11 事例：（五島市）水産部局との連携	42
コラム 12 事例：（五島市）住民から寄せられる質問とその対応	45
コラム 13 事例：（西海市）ゾーニング	48
コラム 14 事例：事業単体の評価ツール、考え方	50
コラム 15 事例：（五島市）建設会社から風車メンテナンス会社へ	56
コラム 16 事例：（長崎県）洋上風力に関わる人材育成の取組	57

作成に当たり検討いただいた委員

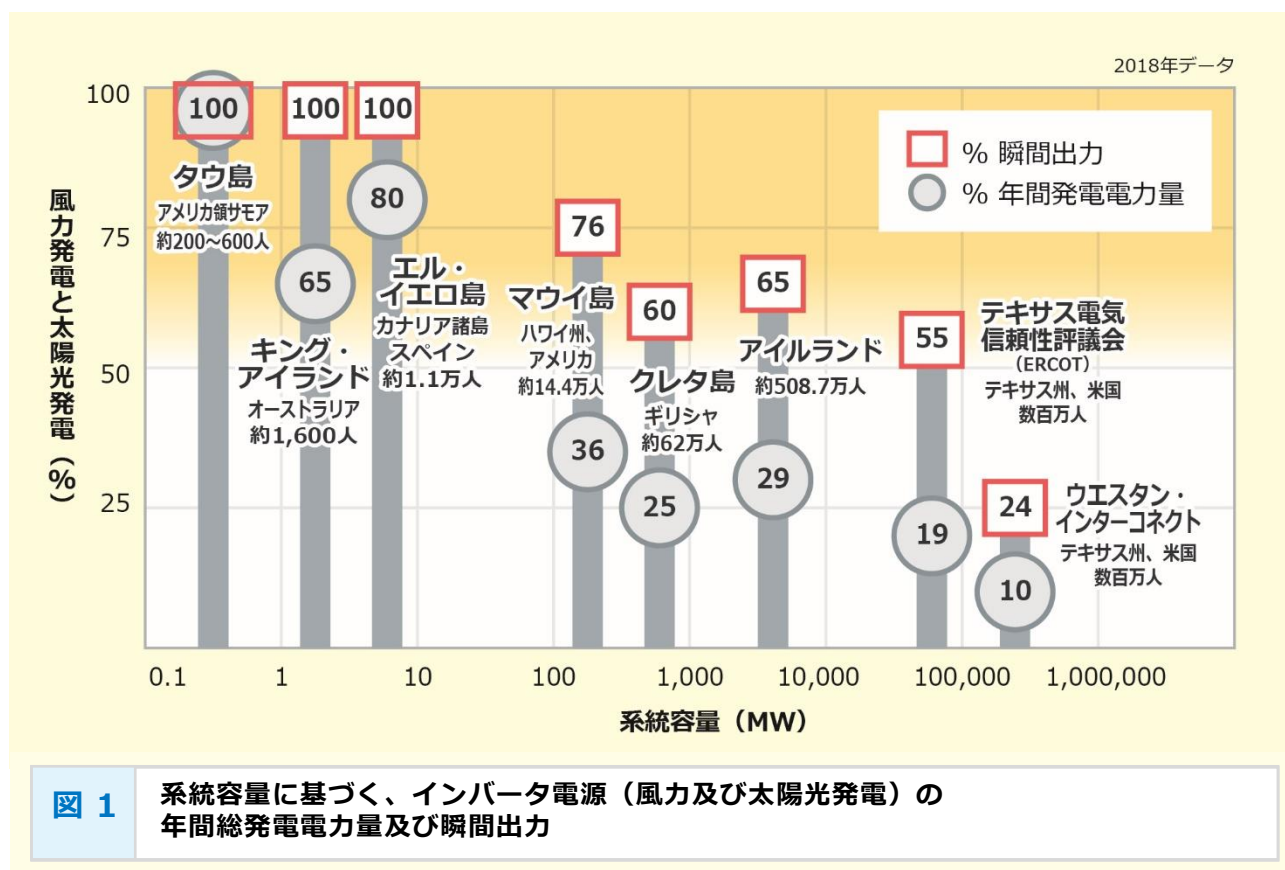
芦刈義孝	一般社団法人エネルギー・地方創生ネットワーク協議会代表理事
飯田 誠	東京大学先端科学技術研究センター特任准教授
上田嘉紀	株式会社脱炭素化支援機構取締役専務執行役員CIO
北澤大輔	東京大学生産技術研究所教授
佐藤 郁	一般社団法人オフショアウィンドファーム事業推進協会副代表理事
鈴木伸予	一般社団法人グリーンファンド秋田事務局長
中原裕幸	神奈川大学海とみなと研究所上席研究員
村井靖孝	五島市総務企画部未来創造課課長
安田 陽	京都大学大学院経済学研究科特任教授

はじめに

① 背景

2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、現在、主に化石燃料を用いて発電を行っている離島においても脱炭素化が必要であり、再生可能エネルギー※¹（以下「再エネ」という。）の導入拡大が求められています。IPCCによると、外部コスト（環境コストを含む）が考慮される場合、再エネの生産は、全体として社会的な観点から他のエネルギー生産よりも利益があるとされています。[1]、離島にとって再エネの導入は、脱炭素化に資するのみならず、地域経済活性化に貢献するほか、エネルギーの外部依存性が低減し自立することによる災害時のレジリエンス向上や、再エネを生産し使用することによる離島産商品の価値向上にもつながります。

また、国際的には、再エネ100%といった脱炭素化の取組を、意思決定が比較的早い離島地域で先行して達成し、それをモデルとしてより広範な地域に展開していくという潮流があり（図1）、日本でも離島で先行して取り組むことは、我が国全体の脱炭素化の促進に資するものと考えられます。



注1：縦軸は、2018年の同期交流電力系統における風力発電と太陽光発電が、瞬間出力に占める割合（□）と、年間総発電電力量に占める割合（●）を示す。横軸は、離島・エリアの系統の規模を示す。

2：離島・エリアの下の人数は、およその人口規模を示す。

3：テキサス電気信頼性評議会は、テキサス州全体の9割近い電力量を扱う送電事業者を指す。系統が近隣の州と連系しておらず、大陸にありながら孤立系統であるという特徴がある。ウエスタン・インターコネクトは、米国西部の電力系統を指す。

出典：National Renewable Energy Laboratory [NREL], "Research Roadmap on Grid-Forming Inverters",

(2020年) [2]より作成

※¹ 再生可能エネルギーとは、太陽光、風力、地熱、中小水力、バイオマス等の自然の力によってエネルギー源が絶えず供給され、温室効果ガスを排出せず、継続して利用することができるエネルギーです。

我が国においては、2030年度までに見込まれる洋上風力発電の導入量として5.7GW（政策対応強化ケース）[3]としており、洋上風力の中でも、浮体式洋上風力は、着床式よりも水深の深い海域において導入が可能であるため、日本における導入拡大が期待されています。また、離島においても周辺海域の水深が急激に深くなる地域もあることから[4]、地域によっては浮体式洋上風力の導入が適することが考えられます。

環境省は、長崎県五島市の沖合において、商用規模の浮体式洋上風力発電施設の実証事業を実施し、台風等様々な天候にも耐えうる浮体式洋上風力発電施設を実用化しました。今後はこれらの知見・実績を基に普及展開を図っていく段階にあります。

② 本手引の趣旨

離島において浮体式洋上風力発電施設を導入することは、太陽光発電設備の導入等と比べて事業規模が大きいため関係者の範囲も大きく、また、漁業関係者等といった多様な関係者との合意形成が重要であることから、その実現においては自治体の主体的な参画が必須になります。他方、自治体が多様な関係者との合意形成に主体的に取り組む際の留意点に着目した公開資料は少ない状況にあります。

以上のことから、本手引では、離島への浮体式洋上風力発電施設の導入拡大を目指し、過去の実証事業等で蓄積された知見等を基に、浮体式洋上風力発電施設の導入を検討する離島の自治体が、都道府県や事業者等と連携しながら取組を行う際のポイントや注意点等をまとめました。

③ 対象とする地域

本土と電力系統が繋がっていない、電気事業法^{※2}が定める「離島」を主な対象とします。

また、本土と電力系統が繋がっている離島、将来的に本土と電力系統がつながる可能性のある離島の場合や、離島でない地域であって「海洋再生可能エネルギー発電施設の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」（以下、再エネ海域利用法という。）に基づく促進区域への指定を検討しない場合^{※3}又は港湾法に基づく港湾区域への導入を検討しない場合^{※4}にも参考になるものと考えます。

④ 想定する事業

離島において、再エネ海域利用法に基づく促進区域への指定や、港湾法に基づく港湾区域への洋上風力発電の導入を検討せず、地産地消できる規模の浮体式洋上風力発電の導入を検討する場合を想定しています。

⑤ 想定される読み手

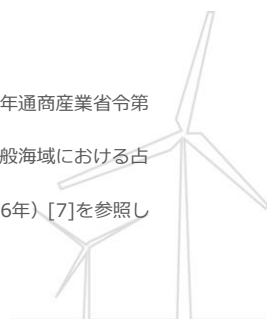
浮体式洋上風力発電施設の導入に関心のある離島の自治体を主な読み手と想定しています。また、離島の自治体にとって浮体式洋上風力発電施設の導入に取り組む上で連携することが望ましい、都道府県も読み手として想定します。

さらに、離島の脱炭素化に取り組む発電事業者や、浮体式洋上風力発電施設の導入に関心のある一般の方にも参考になると考えています。

※2 電気事業法（昭和三十九年法律第七十号）第二条第八号イにおける「経済産業省令で定める離島」は、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）第三条の二のとおり、同施行規則の別表第一に示す離島を指します。

※3 再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定を検討する場合、海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン[5]、一般海域における占用公募制度の運用指針[6]（経済産業省・国土交通省、2019年）を参照してください。

※4 港湾法に基づく洋上風力発電の導入を検討する場合、港湾における洋上風力発電の占用公募制度の運用指針（国土交通省港湾局、2016年）[7]を参照してください。



⑥ 留意点

本手引は、環境省で実証を行い商用化に結び付けた五島市沖の浮体式洋上風力発電施設の事例において得られた知見などを基に作成しています※⁵。浮体式洋上風力発電の導入に当たっては、地域ごとに状況が異なり、地域の特性に合わせた対応をする必要がある点に留意して、本手引を参照する必要があります。

また、本手引に記載の情報は2024年3月時点のものであり、地域で導入を検討する際は、出典等を参考に最新の情報を入手して下さい。

※⁵ 五島は電気事業法上の「離島」には当てはまりませんが、環境省で実証を行った、五島市沖の浮体式洋上風力発電は、再エネ海域利用法を適用せずに地産地消ができる規模の風力発電を導入した事例であるため、本手引の作成に当たり参考としました。

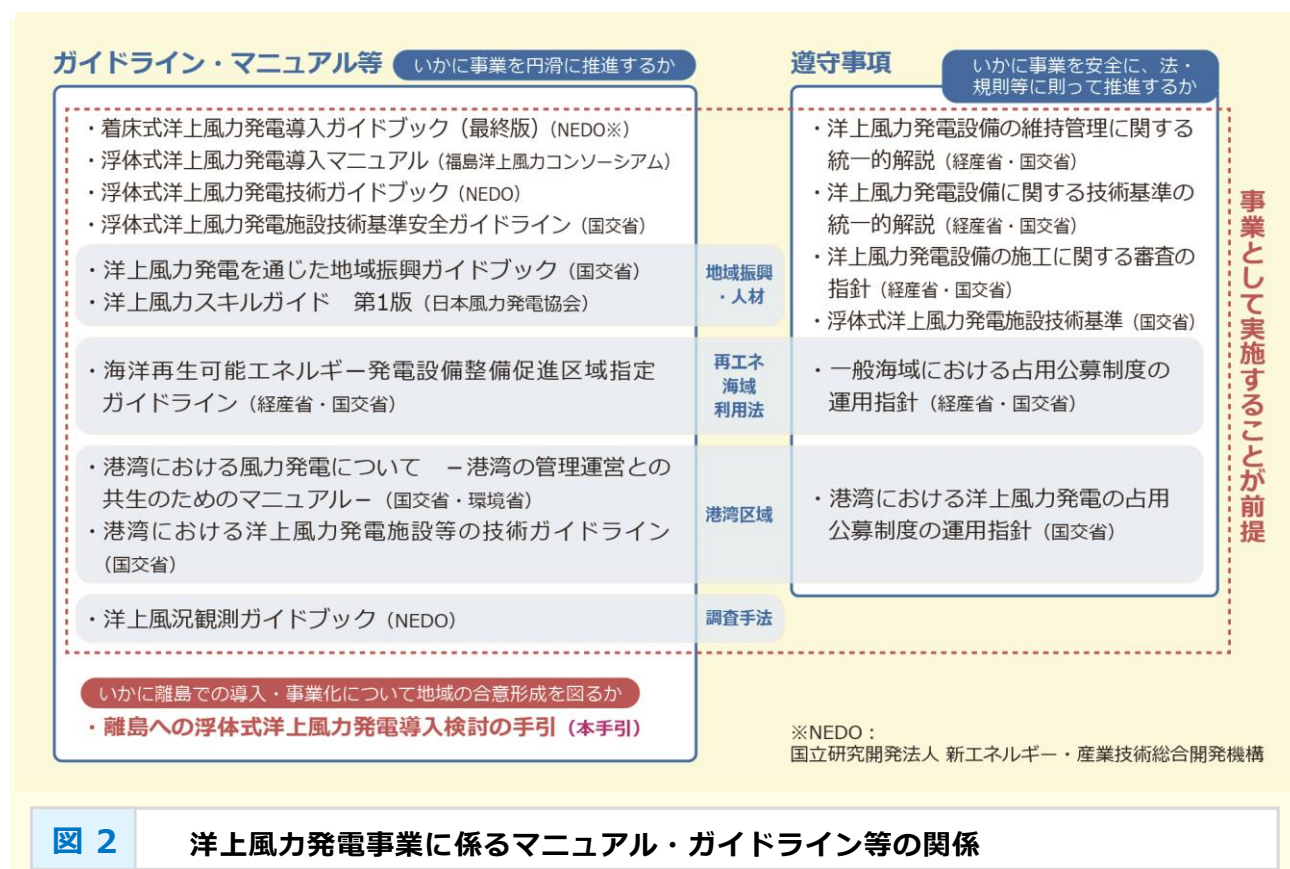


手引の位置付け

本手引は、離島に浮体式洋上風力発電施設を導入することを検討する場合の流れや地域の合意形成について参照したい場合に活用してください。

また、本手引では、洋上風力発電施設に関するマニュアル等について、「遵守事項」と、遵守事項以外に当たる「ガイドライン・マニュアル等」に分けて整理しています。「遵守事項」は、法令等の規則に基づき、洋上風力発電施設を設置・運用するに当たり必要な措置についての解説や方針を示したものと位置づけられ、「ガイドライン・マニュアル等」は遵守事項を踏まえて事業者が事業を実施する上での留意点等について整理したものや具体的な手続の仕方、基準等に対する解釈等をまとめたものです。「遵守事項」は、浮体式洋上風力発電施設の設計や、施工、維持管理に関する法令等の規則を確認したい場合や、浮体式洋上風力発電施設を一般海域又は港湾区域において占用公募制度を活用したい場合に参照してください。「ガイドライン・マニュアル等」は、着床式又は浮体式それぞれの導入実証事業等に基づく知見や、地域振興、人材育成、風況観測等に関して推奨事項・事例などを知りたい場合に参照してください。

他の遵守事項やガイドライン・マニュアル等^{※6}に対する、本手引の位置付けは図 2のとおりです。本手引では、離島に浮体式洋上風力発電施設を導入する時に配慮することが望ましい事項について、特に利害関係者（ステークホルダー）との合意形成に特に重点を置いて、事例を交えながら紹介しています。他のガイドライン・マニュアル等との大きな違いは、第2章において事業ステップを示し、関係者との合意形成の状況によっては事業を取りやめることも選択肢としている点が挙げられます。関係者との合意形成をいかに進めていくかについて、具体的な取組内容や配慮事項等は、第3章を中心に本手引を参照してください。



※6 参考資料1 既存マニュアル・技術指針等に一覧を掲載しています。



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

(1) 離島における脱炭素化の考え方

本節では離島を取り巻く環境の特徴を紹介します。離島の脱炭素化を進めるに当たっては、地域の実情や解決したい地域課題を踏まえて、導入に適した再エネの組合せを考えることが大切です。

1) 離島の環境面、社会面の特徴

① 離島を取り巻く環境と再エネ導入の必要性

離島を取り巻く環境や現状について、次のような特徴が挙げられます。

- 内燃力発電を中心とした電力供給：ほとんどの離島では、温室効果ガス排出量が多い内燃力発電を中心とした電力供給が行われています。
- エネルギー供給のリスク：大型化する台風や津波等の災害による停電、またその長期化に対して不安を抱えている離島があります。
- 地域の維持・活性化：多くの離島では、地域産業活性化、雇用対策、高齢化対策など様々な地域課題を抱えています。
- 高コストなエネルギー供給構造：電力供給に関連して、燃料自体の価格高騰や燃料輸送にコストが掛かることから、島内で供給するエネルギーが社会的に高コストになっています。

上述のような特徴を踏まえると、次に示すとおり、離島において再エネを導入すること（再エネ自給率を向上すること）により得られるメリットとして、脱炭素化が進むこと、災害時・停電時においてもエネルギー確保の可能性が見込めること、エネルギーに係るコストを低減できることが挙げられます。



再エネ自給率向上による脱炭素化

化石燃料に代わり、温室効果ガスを排出しない再エネの導入を拡大していくことで脱炭素化につながります。



災害時・停電時のエネルギー確保

災害等により島内が停電したり、燃料供給が滞ったりして内燃力発電所が運転できなくなったような場合でも、再エネによりエネルギー供給を継続することができます。



エネルギーコストの低減

外部から燃料を輸送して供給していたエネルギーを地産のエネルギーに置き換えることで、エネルギー供給の社会的なコストの低減や、域内での資金循環による地域経済の活性化につながります。また、エネルギー事業を行う上で地域の資本を活用することにより、地域経済の一層の活性化につながります。

出典：環境省「離島における再エネ自給率向上ガイド（2023年3月）」[8]を基に作成



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

② 離島の土地利用について

離島の陸域には、限られた平地に住宅等が集まっていることで、住宅との離隔を取れる未利用地は少ないことが多いです。離島の陸域のうち、一般に開発が難しいと考えられるエリアの割合は次のような状況となっています。

- ・自然公園に指定されている面積の割合：平均46%
- ・森林が占める面積の割合：平均50%
- ・急傾斜地が占める割合：平均46%

(NEDO「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019年版(2019年)」[9]に従い傾斜15度以上を急傾斜とした。)

出典：令和3年度浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業委託業務（早期普及に向けた調査・検討等事業）報告書、

環境省、2022[10]

また、離島であるがゆえ、生物が本土とは異なる独自の進化を遂げ、固有種が生育・生息する離島が多いという特徴もあり、国立公園、国定公園、都道府県が定める自然公園や世界遺産、ジオパーク等に指定されている地域も多いです（固有種の例：図3）。自然公園等においては、希少な種や生態系の生育・生息環境を保全するという観点のみならず、景観が重要な構成要素となる場合もあります。したがって、大規模開発を伴う場合等には、開発制限の有無の確認や、法や条例に基づく環境影響評価等が必要となります。

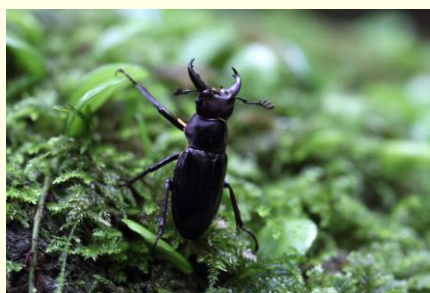


図3 離島固有種の例：ミクラミヤマクワガタ

提供：（一社）御蔵島観光協会[11]

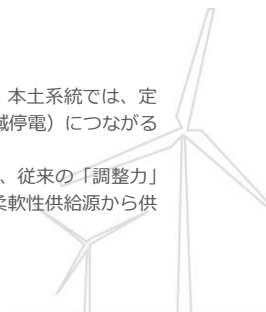
③ 離島の系統について

電気事業法における離島は、本土と電力系統が接続されていない独立系統であるため、既存系統に再エネ電源を新規に接続するに当たっては、本土とは異なる工夫が必要です。

例えば、電気は通常は貯めておくことができないため、消費電力量（需要）と発電電力量（供給）のバランス、すなわち需給バランス^{※7}をとることが大切です（同時同量）。図4に示すとおり、離島は系統の容量が比較的小さいため、需給バランスを維持しながら再エネ電源を接続するには、柔軟性^{※8}を確保することの重要性が高いと言えます[8]。多くの離島で主な電源として電力供給を担っているディーゼル発電といった内燃力発電は、その出力を下げる可以降低の下限（最低出力）と最大出力の差の範囲で柔軟性を供給することができます。実際には需要量を考慮し、柔軟性を供給しています。

⁷ 需給のバランスが崩れると周波数が変動しますが、周波数を監視しながら周波数制御を行うことにより需給のバランスを維持します。本土系統では、定められた周波数範囲から逸脱すると発電機や負荷がトリップし、さらに需給のバランスが崩れ、最悪の場合ブラックアウト（大規模広域停電）につながる恐れがあります。

^{※8} 柔軟性(flexibility)または系統柔軟性(grid flexibility)とは、国際エネルギー機関(IEA)や国際再生可能エネルギー機関(IRENA)が提唱する、従来の「調整力」や「予備力」の上位概念であり、①調整可能な電源、②エネルギー貯蔵、③連系線、④デマンドレスポンスなど、系統内のさまざまな柔軟性供給源から供給できる系統全体の変動を管理する能力のことを指します[12]~[14]。



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

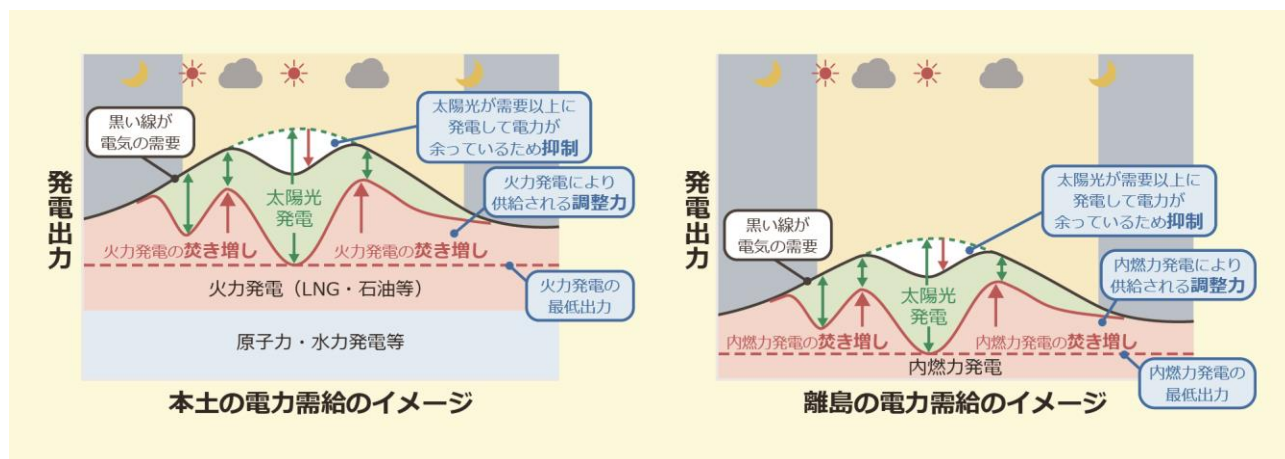


図4 電力供給のイメージ（本土、離島）

注：電力供給のイメージを単純化するため、本図では再エネ電源として太陽光のみ図示している。

出典：資源エネルギー庁、「出力制御対策パッケージについて」（2023年）[15] 基に作成

また、内燃力発電の柔軟性を補うものの一つとして、蓄電池が挙げられます。図5に示すとおり、蓄電池は、余剰電力を貯めることができ、電力が不足する場合放電を行うことで、柔軟性としても活用できます。

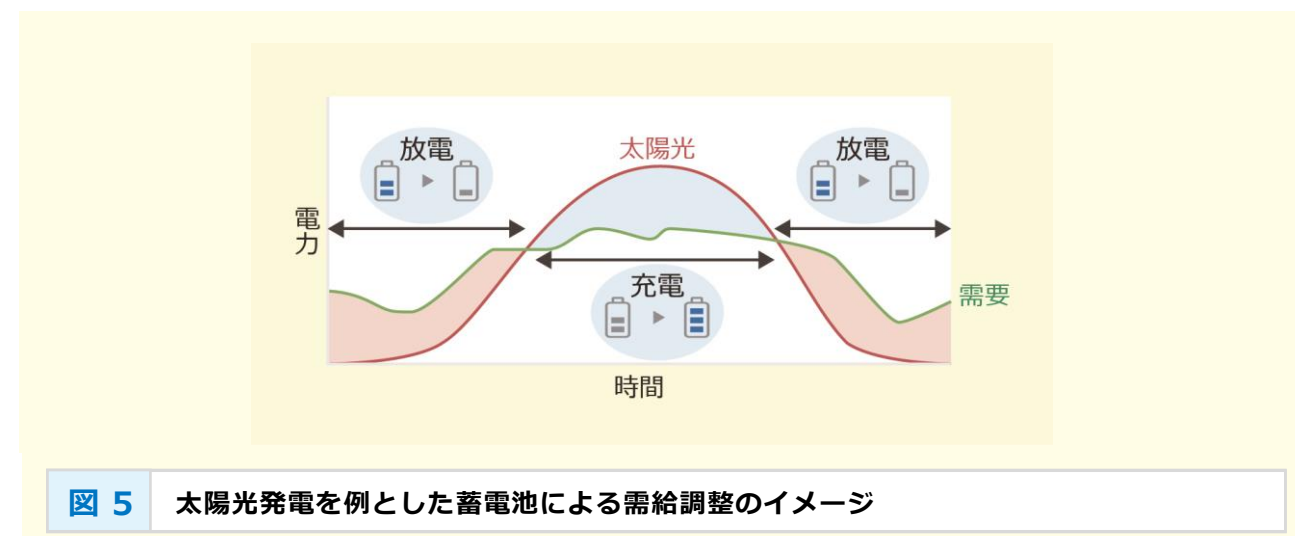


図5 太陽光発電を例とした蓄電池による需給調整のイメージ

したがって、離島の系統に再エネ電源を接続する等の設備構築にあたっては、内燃力発電の柔軟性に加え、蓄電池の活用等も含めたエネルギーマネジメントにより需給バランスを調整することにも留意することが重要です。

国内で稼働する火力発電については、最低出力は50%程度で運用されており、2024年にその引き下げについて適用を目指すこととされています[16]。また、離島で稼働する内燃力発電について、10MW程度の場合は、起動・停止時間が30分程度との報告や[17]、最低出力20～50%程度で運用されている事例があります。

一方で、国際的な直近の動向としては、内燃力発電は表1に示すとおり、本土系統で多く用いられている汽力発電機やタービン発電機よりも出力変化率が高く、最低負荷率が低いといった特徴があり、

第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

最低稼働時間や起動コストも低く、非常に高い柔軟性を提供することが可能です。その点では本土系統よりも再エネを導入しやすいと考えられます。

表1 電源種ごとの柔軟性の比較

			起動時間	起動コスト	最低 負荷率	効率性	効率性	平均出力 変化率	最低稼働 時間	最小ダウン タイム
				(USD/MW)	(%)	(負荷率 50%)	(負荷率 100%)	(% 公称 電力/分)		
火力発電	石炭	平均的な 設備	2～10 時間	>100	25～40%	43%	40%	1.5～4%a	48 時間	48 時間
		改修後	80 分～ 6 時間	>100	10～20%	43%	40%	3～6%a	8 時間	8 時間
	褐炭	平均的な 設備	4～10 時間	>100	50～60%	40%	35%	1～2%a	48 時間	48 時間
		改修後	75 分～ 8 時間	>100	10～40%	40%	35%	2～6%c	8 時間	8 時間
ガスタービン	CCGT	平均的な 設備	1～4 時間	55	40～50%	52～57%	47～51%	2～4%a	4 時間	2 時間
		改修後	30 分～ 3 時間	55	20～40%	52～57%	47～51%	8～11%c	4 時間	2 時間
	OCGT	平均的な 設備	5～11 分	<1-70	40～50%	35～39%	27～32%	8～12%	10-30 分	30-60 分
		改修後/ 先進施設	5～10 分	<1-70	20～50%	35～39%	27～32%	8～15%	10-30 分	30-60 分
内燃力発電	ICE	平均的な 設備	5 分	<1	20% ユニット毎	45～47%	45～47%	>100%	<1 分 未満	5 分
		改修後/ 先進設備	2 分	<1	10% ユニット毎	45～47%	45～47%	>100%	<1 分 未満	5 分

注1：CCGT（combined-cycle gas turbines、コンバインドサイクルガスタービン）はガスタービンと蒸気タービンの組合せ、OCGT（open-cycle gas turbine、オープンサイクルガスタービン）はガスタービン単独、ICE（internal combustion engine、内燃機関）は内燃機関による発電設備を指す。

2：柔軟化とは、既存の発電施設を改修することで、より柔軟な調整を可能にすることを指す。

3：起動時間について、施設が冷えた状態（停止からの時間が48時間以上）から起動する方が、施設が温まっている状態（停止からの時間が8時間未満等）から起動する場合に比べて、起動時間が長い。

出典：IRENA, “FLEXIBILITY IN CONVENTIONAL POWER PLANTS INNOVATION LANDSCAPE BRIEF”, (2019) [18] を翻訳

そこで、離島で柔軟性を提供する電源を脱炭素化していく観点としては、内燃力発電を環境負荷の少ない燃料（バイオマス含む）も利用できるものに更新することやコージェネレーション（熱電併給）化して総合エネルギー効率を高めること、再エネ導入量を増やしていく観点としては、最低出力10～20%程度で運用できるものに更新することが考えられます。また、ディーゼル発電から段階的にガスタービン発電に置き換えることが考えられます。ガスタービン発電で使用する燃料を、当面は入手しやすい灯油等にするとしても、徐々にグリーン水素やグリーンアンモニアといったグリーン燃料にすることにより、最終的に柔軟性の脱炭素化が可能になります^{※9}。

※9 NEDOのグリーンイノベーション基金事業として、ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発実証が進められている[19]。
<https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101502.html>



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

2) 離島の地域特性と再エネの導入ポテンシャル

我が国における再エネ導入ポテンシャル量は、表2のとおり、再エネ種ごとに比べると、洋上風力発電で大きいと試算されています。洋上風力発電のみならず、太陽光や陸上風力発電についても、導入ポテンシャルが大きい地域もありますが、一定の条件で設備の配置間隔や利用率等を仮定した上で試算を実施している性質上、更なる制約の考慮や住民の意向など、実際に導入する場合は留意が必要です。

表 2

太陽光発電、地熱発電、陸上風力発電、洋上風力発電（着床式、浮体式）の離島全体への総導入ポテンシャル量（GWh/年）

令和元年度推計結果 (令和元年度再生可能エネルギーに関するソーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務結果)			
再エネ種	区分	推計値②※2 (シナリオ1（低位）～シナリオ3（高位）)	
		設備容量 (万kW)	発電量 (億kWh/年)
太陽光	住宅用等※3	3,815～11,160	471～1,373
	公共系等※3	17～29,462	2～3,668
	計	3,832～40,622	473～5,041
陸上風力		11,829～16,259	3,509～4,539
洋上風力		17,785～46,025	6,168～15,584
中小水力		321～412	174～226
地熱		900～1,137	630～796

注1：導入ポテンシャルは全自然エネルギーのうち、様々な制約を考慮して全国で一律に推計したエネルギー資源量であり、推計値②は全自然エネルギーから次の内容を考慮して国土面積等から機械的に算出したもの。

- ・現在の技術水準で利用困難なもの
- ・法令土地用途などによる制約があるもの
- ・設置に係る費用と売電価格を考慮して制約があるもの

2：低位なシナリオ（FIT価格よりも低い売電価格）～高位なシナリオ（FIT価格程度）に分けて推計している。

3：住宅用等：商業施設、オフィスビル、マンション、戸建住宅等。

公共系等：庁舎、学校、公民館、病院、工場、工業団地、最終処分場、河川敷、港湾、公園、農地等

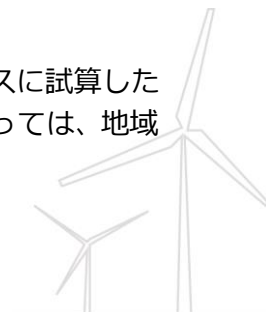
4：推計値②においては、以下の内容等を考慮していない。全ての導入ポテンシャルが発現するものではなく、実際の導入に当たっては、更なる制約の考慮や地域との共生の確保など留意が必要。

- ・自治体や農業・漁業関係者、地域住民との共生の確保 等
- ・航路や海上訓練区域等、オープンデータ化されていない社会的制約
- ・再エネ導入に不可欠な系統の空き容量
- ・ポテンシャルを具現化するためには、大型蓄電池の電力ネットワークへの配備、再エネ導入に係るコストにも配慮が必要 等

出典：環境省「REPOS（再生可能エネルギー情報提供システム）」より作成（2024年3月）[20]

また、離島の人口規模及び年間電力需要量に対応した設備容量の規模の目安について試算した結果は、図6のとおりです。離島ごとの電力需要量の全てを単一の再エネで賄うと仮定した場合の試算結果であるため、実際に導入できる量とは異なる点に注意が必要ですが、事業規模を想定する際の参考として掲載します。

なお、図6に示す離島の設備容量のイメージは、あくまでも離島の電力需要量をベースに試算したものであり、離島への導入規模を規定するものではありません。事業規模の検討に当たっては、地域の需要増の計画や実態に合わせて検討することが必要です。



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方



図6 離島の人口規模及び年間電力需要量と再エネ設備容量のイメージ

注1：各離島の年間電力需要量は、2018年の環境省「自治体排出量カルテ」（2018年）[21]から人口按分により求めた。人口は、公財日本離島センター「2019離島統計年報」（2021年）[22]を参考とした。

- 2：太陽光発電の設備容量（MW）は、年間電力需要量（MWh/年）/設備容量MW当たりの年間予想発電電力量（MWh/年/MW）により推計した。設備容量MW当たりの年間予想発電電力量は、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」（2023年6月修正）[23]に基づき、1,215（MWh/年/MW）と仮定した。
- 3：風力発電の設備容量は、年間電力需要量（MWh/年）/24（時間）/365（日）/設備利用率（%）により推計した。設備利用率は、NEDO「NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版（PDF版）」（2013年）[24]に基づき、一律に30%（洋上風力発電相当）と仮定した。
なお、陸上・洋上の別や、着床式・浮体式の形態の別については本整理では考慮していない。
- 4：地熱発電については、ポテンシャルの偏在性が大きいことから、本整理の対象外とした。
- 5：設備容量について、例えば風力で100MW程度の場合、10MW機を10基程度や、12MW機を8～9基程度といった規模に相当することを示す。

出典：環境省「自治体排出カルテ」（2018）、公財日本離島センター「2019離島統計年報」（2021年）、
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」（2023年6月修正）、
NEDO「NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版」（2013）



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

3) 再エネの導入適性と特徴

一般的な離島の陸地には、利用されていない平地が少なく、陸地における再エネ導入の適地が少ないことが考えられるため、基本的に再エネ導入の第一歩としては屋根置き型の太陽光発電の検討が挙げられます。新たな開発を必要としないまとまった土地が市街地から離れたところに立地している場合には、土砂災害など防災面での懸念が比較的小さいことから、地上設置型の太陽光発電を大規模に導入することが可能と考えられます。また、新たな開発を必要としないまとまった土地が市街地から離れたところに立地し、かつ風況も良い場合は、陸上風力発電を導入することが考えられます。地熱のポテンシャルがある場合は、開発可能な土地を精査した上で掘削等の調査を行い、地熱発電を導入することが可能と考えられます。海域の風況が良い沿岸の場合は着床式洋上風力発電を導入することが考えられます。沿岸における騒音や景観等に特に配慮したい場合は、より深い水深でも設置することができ離岸距離を取ることが可能となる浮体式洋上風力発電を導入することが考えられます。このように、地域特性とそれに適すると考えられる再エネを図7に、また、離島の地域特性を踏まえた各種の再エネの特徴を表3に示します。

このように、立地ごとに再エネの導入適性は異なることから、それぞれの特徴を理解し、各離島に適した再エネを導入する必要があります。その際は、単一の再エネ種を選択するよりも、地域特性を踏まえて組合せることが大切です。また、どのような方法で脱炭素化するかという地域ビジョンをあらかじめ検討することも大切です。

また、離島の脱炭素化に向けて、離島の地域特性や再エネの特徴を踏まえ、複数の再エネを含む最適な電源構成とするためには、再エネの導入ポテンシャルや地域の電力需要量等を把握し、加えて地域課題の解決につながる再エネ導入の事業性を検討します。事業性の検討では、費用便益分析^{※10}等を実施することが望ましいと考えられます。再エネの導入自体が、地域における産業創出・雇用創出につながり得ることから、地域として目指す将来像やビジョンを明確化し、その達成に向けた脱炭素化の施策の一つとして再エネ導入シナリオを検討することが大切です。

地域の脱炭素化に向けた施策の検討方法については、コラム1 地域脱炭素化の施策検討の流れ(P.14)を参照してください。



図7 各種の再エネの導入適性のイメージ

太陽光について、建物設置型（屋根置き）については基本的にどの離島でも導入が進んでいくことを想定し、ここでは地上設置型の太陽光発電を積極導入していく場合に注目すべき地域特性として整理しています。また、水力発電及びバイオマス発電は、多くの離島で賦存量が小さいと考えられるた

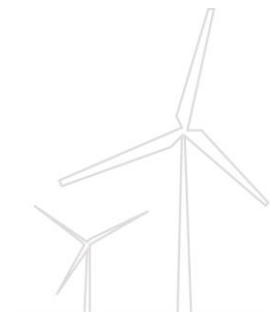
※10 費用便益分析（Cost Benefit Analysis, CBA）については、参考資料2「費用便益分析に基づく再エネ導入効果の検証事例」を参照して下さい。

第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

め、横並びで比較する対象外としています。太陽光発電の離島への導入については、環境省「離島における再エネ自給率向上ガイド」（2023年3月）[8]も参照してください。

表3 離島の地域特性を踏まえた再エネの特徴の一例

	太陽光	地熱	陸上風力	着床式洋上風力	浮体式洋上風力
設置場所	・平野部や屋根、壁などの未利用スペースに設置できる[25]。 ・離島では急峻な地形や国立公園等、開発制限が多く、大規模な設地可能箇所が少ない[26]。 ・耕作放棄地、未利用地等があれば、屋根置きに比べて大規模設置できる。	・温泉資源等熱源のある山岳地等に多く立地[25]。 ・エネルギー源が地熱であるため、基本的には化石燃料のように枯渇のおそれがなく、長期供給が望める場所に設置可能である[25]。	・主に平野部に多く立地[27]。 ・特に離島では風況の良い場所が急峻な地形や国立公園等、開発制限が多いエリアに重なるため、設置可能箇所が限られやすい[26]。	・水深 50m 以浅の設置に適する。 ・周囲の水深が深くなる傾向がある離島においては、設置可能箇所が限られやすい[28]。 ・島方向から吹く風は島で風が遮られるため、風況が弱く設置が制限される可能性がある。	・水深 50m 以深の設置に適する[28]。 ・様々な海底の状態や水深が深い海域の風力資源を利用できる[29]。
ポテンシャル	・地上に加え建物等にも設置可能なためポテンシャルが陸地に広く分布する[25]。	・ポテンシャルの分布は極めて限定的。	・太陽光と比較して導入ポテンシャルが大きい。 ・ポテンシャルの分布は限定的[25]。	・太陽光、陸上風力より導入ポテンシャルが大きい。	・着床式洋上風力より導入ポテンシャルが非常に大きい。
発電の仕組み	・太陽の光エネルギーがシリコンや化合物の半導体に当たり日射強度に比例して発電する。	・マグマの熱で温められた地熱流体（地下水等）を地熱貯留槽から取り出し、タービンを回転させて発電する。	・風の力を利用して風車を回し、風車の回転運動を発電機を通じて電気に変換し発電する。		
発電条件	・夜間は発電できない[25]。 ・降雪など天候等によって発電できない期間が生じる[25]。	・夜間も発電できる[25]。	・夜間も発電できる[25]。 ・無風・暴風、落雷等により発電できない期間が生じることがある。		
コスト	・再エネの中でも小さい規模で小さい費用から導入できる[30]。	・熱源を確実に掘り当てられるとも限らず、掘削調査含め導入コストが大きい。	・大規模発電できれば、発電コストが火力並みであるため経済性を確保しやすい[25]。 ・洋上風力に比べて、小さい費用になる傾向がある[30]。	・大規模発電できれば、発電コストが火力並みであるため経済性を確保しやすい[25]。 ・浮体式洋上風力に比べて、小さい費用になる傾向がある[30]（SEP 船等が必要となる）。	・大規模発電できれば、発電コストが火力並みであるため経済性を確保しやすい[25]。 ・再エネの中でも導入費用がかかる傾向がある[30]（起重機船等が必要となる）。



第1章 離島の脱炭素化及び浮体式洋上風力発電導入の考え方

	太陽光	地熱	陸上風力	着床式洋上風力	浮体式洋上風力
環境影響	・傾斜地の大規模な地形改変を伴う場合、土砂災害等のリスクが上がる可能性がある[31]。 ・景観、反射光への影響が及ぶおそれがある[32]。	・温泉や景観への影響が生じるおそれがあることから、温泉事業者等の関係者や国立公園等との調整が必要となる可能性がある[25]。	・景観、騒音、シャドーフラッカー、バード・バットストライクの問題が生じるおそれがある[32]。	・景観、騒音、風車の影、鳥類・コウモリ類・海生生物への影響が及ぶおそれがある[32]。 ・沿岸漁業への影響が及ぶおそれがある[33]。	・景観、騒音、風車の影、鳥類・コウモリ類への影響が及ぶおそれがある[32]（岸から離れる分、影響は小さくなる可能性がある[29]）。 ・海生生物への影響が及ぶおそれがある[30]。 ・沿岸漁業への影響が及ぶおそれがある[33]（岸から離れる分、許可操業漁業者等、調整が必要な漁業者が多くなる可能性がある）。
その他	・架台等について、塩害[34]への対策が必要。	・発電で生じる高温蒸気・熱水の再利用もできる[25]。		・魚礁効果が生じる可能性がある。	・魚礁効果が生じる可能性がある。 ・方式によっては※11、組立て、設置、撤去が、着床式に比べて容易なものがある[29]。

注1：ポテンシャルについては、環境省「REPOS（再生可能エネルギー情報提供システム）」[20]から読み取った結果に基づき特徴を整理した。

2：本表は、各再エネについて、離島へ小規模に導入する場合を想定した特徴の一例として整理した。

出典：経済産業省「なっとく！再生可能エネルギー」（2023年2月閲覧）[25]

令和3年度浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業委託業務

（早期普及に向けた調査・検討等事業）協議会（第2回）資料2[26]

資源エネルギー庁「「もっと知りたい！エネルギー基本計画③ 再生可能エネルギー（3）

高い経済性が期待される風力発電）」（2024年1月閲覧）[27]

NEDO「浮体式洋上風力発電技術ガイドブック」（2018年）[28]

内藤克彦「「No.276浮体式風力発電」京都大学大学院経済学研究科再生可能エネルギー経済学講座」（2021年11月）[29]

日本エネルギー経済研究所「2030年・2050年の脱炭素化に向けたモデル試算」（経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会

基本政策分科会（第50回会合）資料）（2022年9月）[30]

SOMPOリスクマネジメント株式会社「太陽光発電所の土砂災害リスク」（2022年）[31]

発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する

指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の

保全のための措置に関する指針等を定める省令（平成十年通商産業省令第五十四号）[32]

NEDO「洋上風力発電に係る漁業影響調査手法検討 報告書（2020年）」[33]

三菱電機「各地域における塩害地域の目安」（2023年12月閲覧）[34]

地域調査業務採択自治体へのヒアリング結果 を基に作成

※11 スーパー型は水深の深い海域で組み立てることが基本となるが、セミサブ型等は、出荷港湾で組み上げ、設置ポイントまで普通のタグボートで曳航していくことが基本であるため、比較的容易とされる。



コラム 1 | 地域脱炭素化の施策検討の流れ

地域の脱炭素化を進めるには、地域として目標とする計画とその実現のために実行性の高い施策検討が必要です。実行性の高い施策検討は、地域課題、現状把握、資金調達、実行体制などの要素を織り込みながら進める必要があります。再エネ導入を含む、地域脱炭素化に向けた施策については、下の流れで検討することが考えられます。

1) 地域の課題の把握

地域の将来像と、その実現に当たって解決すべき課題、解決の方策について整理します。

2) 地域の現状の把握

地域の現状を把握するため、環境省の支援メニュー、公共施設などへの太陽光発電設備などの導入調査支援や、REPOS（再生可能エネルギー情報提供システム）等を活用して調査します。地域の電力需要については、離島供給を担う送配電事業者との協議により、提供を受けることが考えられます。

3) 資金調達の検討

様々な補助制度について調査を行い、有用可能な制度があれば活用します。

4) 実行体制の検討

活用し得る再エネの導入ポテンシャルと電力需要量を踏まえ、導入する再エネ（場合によってはその組合せ）や導入スキーム等について検討します。

この4つの各プロセスを繰り返し検証することで、実行性が高く効果的な施策検討を行うことが可能となります。なお、再エネ導入に係るシナリオ検討については、EMSの導入も含めた経済・技術モデルを利用した例^{※12}があります。



図 8

脱炭素化により地域課題解決を目指す事業の検討の流れ

出典：環境省地域脱炭素チャンネル「脱炭素地域づくり 最初のステップ」（2023年）[35]

※12 参考資料3「経済・技術モデルによるエネルギーシナリオ検討事例」、参考資料4「地域循環共生圏と地域経済循環分析について」を参照して下さい。



(2) 離島への浮体式洋上風力発電導入による効果

本節以降では、再エネ種のうち、浮体式洋上風力発電の導入の検討について記載します。

① 浮体式洋上風力発電について

浮体式洋上風力発電は、海中に浮かぶ浮体（基礎）に風力発電機やタワーを搭載して、係留システムで位置を保ちながら発電を行う発電方法です。着床式洋上風力発電と比べると、浮体式洋上風力発電では、浮力や波、流れ、風等による様々な外力の影響を受けるという特徴があります。

そのため、浮体及び係留システムの設計、製造及び設置にはコストが掛かる一方で、水深50mより深い海域や、海底の底質についても係留形式によってはある程度幅広く対応可能であることから、着床式に比べると活用できる風資源のポテンシャルが大きいと考えられます。

浮体の形式についても、図 9 に示すように、バージ型、TLP型、セミサブ型、スパー型など様々なタイプがあり、バージ型及びTLP型では50m超、セミサブ型及びスパー型では100m超の水深が適するなど、それぞれ適合する海域の特徴が異なります。

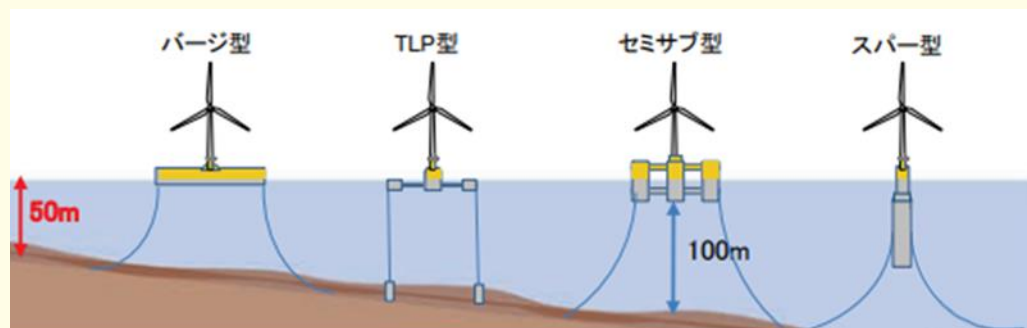


図 9 浮体式洋上風力発電施設の形式別概要図

出典：国土交通省「令和4年版 国土交通白書」（令和5年6月）
<<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r03/hakusho/r04/pdf/kokudo.pdf>> [36] を基に作成

また、着床式洋上風力発電施設は、海底に基礎を打設する時に大きな騒音・振動が生じますが、浮体式洋上風力発電施設で海底に設置するのは係留システムの一部のみであるため、騒音・振動の問題は生じにくいと考えられます。また、係留を解けば撤去ができるタイプが多い点も、着床式と大きく異なる点の一つです。なお、設置（建て起こし）においては、起重機船といった大型船舶の他、浜出船（半潜水型スパッド台船）の活用も考えられます。

浮体や係留の形式、その設計に係る考え方については、洋上風力発電施設検討委員会「洋上風力発電施設に関する技術基準の統一的解説」（令和2年3月版）[37]等を参照してください。また、浮体式洋上風力の導入について検討することとした理由に係る事例については、コラム 2 事例：（五島市）浮体式洋上風力を選んだ理由（P.16）を参照してください。



コラム 2 | 事例：（五島市）浮体式洋上風力を選んだ理由

環境省の実証事業として日本で初めて浮体式洋上風力発電の海上設置を経験した五島市の関係者に、当時浮体式洋上風力発電に関する事業の実施に自治体として踏み切った背景について伺いました。

・浮体式洋上風力について、実証事業実施前の当初は、環境や生活に影響があるのかどうかは不明な状態でした。しかし、一般的に洋上風車であれば陸域の住居や畜舎等と距離が離れているので、**騒音等の懸念は少なく、また、もし想定外の事態が起きた場合でも、浮体式であれば簡単に撤去でき、原状復帰が可能な事業**と考えられたので、実証事業の受入れを決めました。

・五島では、農林水産業及び観光業が基幹産業となっています。一方で、人口減少の抑制が課題となっているので、洋上風力発電については、**水産業の振興につなげ得ることと、新たな産業や雇用を確保できること**を期待し、世界遺産登録等と並んで4大プロジェクトの一つとされました。

（五島市関係者ヒアリング結果より作成）

② 離島への浮体式洋上風力発電導入による効果

浮体式洋上風力発電は、関連する産業の裾野が広く、また建設の段階や、その後20年程度にわたり運転段階でO&M（Operation & Maintenance：運転・保守）作業も生じることから、大きな経済波及効果や、再エネ関連企業の数及び従業員数が増加するといった雇用創出効果が生まれると考えられます。

また、浮体式洋上風力発電を観光資源とした視察ツアーにより、観光業や、人員輸送に漁業関係者が参画すること等による新たな産業創出も期待されます。

このように様々な側面で経済波及効果が見られることで、地域経済循環の活性化やSDGs達成につながるといった、脱炭素化以外のメリットが得られると考えられます。具体的な産業創出及び既存産業への波及効果や多様なメリット等については、コラム 3 事例：（五島市）五島市における産業創出及び既存産業への波及効果（P.17）、コラム 4 事例：（五島市）浮体式導入による脱炭素化以外の多様なメリット（P.18）を参照してください。

また、設置した浮体が浮き魚礁の役割を果たし、様々な生物が定着して生物多様性が向上し、集魚効果が生じることで、地域によっては漁業へ好影響が及ぶ可能性があります。集魚効果についてはコラム 5 事例：（五島市）洋上風力発電施設等の集魚効果（P.19）を参照してください。



コラム3 | 事例：（五島市）五島市における産業創出及び既存産業への波及効果

五島市において、集合型の浮体式洋上風力発電施設（ウィンドファーム（以下「WF」という。))を導入する場合の経済波及効果について試算したところ、市内企業が受注に関わる割合は、建設段階では浮体式洋上風力発電の製造ヤードの造成は6割以上、浮体の製作では最大3割程度、O&Mの段階では最大8割程度と予想されました。

また、再エネ関連企業（浮体式洋上風力以外の潮流発電等も含む）の企業数及び従業員数は、平成28年から令和4年までの6年間で2倍以上にまで成長しています（表4）。

五島市ではさらに、福江商工会議所が中心となり、二酸化炭素排出量ゼロの達成を目指す企業の国際枠組みに倣って独自の認定制度「五島版RE100(Renewable Energy 100%)」を2021年に創設し、脱炭素を付加価値とした差別化による五島産の製品やサービスの販路拡大につなげています（図10）。RE100でコミットする目標は、通常日本においては遅くとも2050年までに100%を達成する目標とすることが必要ですが、五島版RE100では計画策定後5年以内の目標達成について宣言することが求められます。

（五島市関係者ヒアリング結果から作成）

表4 再生可能エネルギー関連企業の従業員数（五島市内）

事業者名	主な再生可能エネルギー事業内容	H28 従業員数（人）	H29	H30	H31	R2	R3	R4
A社	風力発電事業	4	4	7	7	6	14	15
B社	風力発電事業	1	1	1	1	1	1	1
C社	保守・メンテナンス業務	30	29	30	33	32	48	51
D社	保守・メンテナンス業務	-	5	6	7	7	7	7
E社	保守・メンテナンス業務	-	-	14	16	16	2	1
E社	施工提案・技術開発	4	6	6	7	6	6	4
G社	潮流発電関連事業	-	8	9	9	15	12	12
H社	小売電気事業	-	-	2	2	2	2	2
I社	小売電気事業	-	2	2	5	5	2	2
合計		4社 39	6社 55	9社 77	9社 87	9社 90	9社 94	9社 95

出典：五島市提供資料



図10 五島版RE100宣言書と認定証

出典：福江商工会議所Webサイト（2023年8月閲覧） [38]

コラム 4 | 事例：（五島市）浮体式導入による脱炭素化以外の多様なメリット

五島市では、一般社団法人五島市観光協会（図 11）及び一般社団法人五島列島観光コンベンションビューロー（図 12）が浮体式洋上風力発電施設の視察の申込サイトを開設し、通年で視察を受け入れています。2013年度から2022年度までの10年間に、合計で9,198名が浮体式洋上風力発電の視察に訪れています。

（出典：五島市提供資料）



図 11 風車ツアーの紹介サイトの例(1)

出典：一般社団法人五島市観光協会Webサイト（2023年12月閲覧）[39]



図 12 風車ツアーの紹介サイトの例(2)

出典：一般社団法人五島列島観光コンベンションビューローWebサイト（2023年12月閲覧）[40]

また、「第2期五島市まち・ひと・しごと創生人口ビジョン・総合戦略（令和2年度～令和6年度）」では、再生可能エネルギーに関する施策として「①海洋再生可能エネルギー実用化支援」と「②再生可能エネルギーを活用した地域振興」を掲げています。浮体式洋上風力発電の取組はこれらの施策に含まれ、取組の実施は、下に示すSDGsの脱炭素化以外の目標達成にも寄与します。



コラム5 | 事例：（五島市）洋上風力発電施設等の集魚効果

五島市での浮体式洋上風力発電の実証事業では、運転開始後の2,000kW実証機と、その周辺に設置した浮き魚礁及び沈設魚礁において、集魚効果を調査しました。さらに、風車稼働の影響を確認するため、設置した魚礁において運転時と非運転時の集魚効果を調べました（図13）。

実証機では、付着生物が付きやすい塗料を採用した結果、タカベやメジナ類等が集まる様子が確認されました。また、実証海域に設置した浮き魚礁及び沈設魚礁では、運転時であっても魚類の集まる様子が確認され、集魚効果があることが示唆されます。

なお、風力発電を複数設置するWFを設置した場合、WFからのスピルオーバー効果^{※13}が期待されるため、それを強化するには、周辺に浮き魚礁や沈設魚礁等を設置することが望ましいです。



実証機周辺の魚群

提供：（一社）海洋エネルギー漁業共生センター



浮き魚礁周辺の魚群

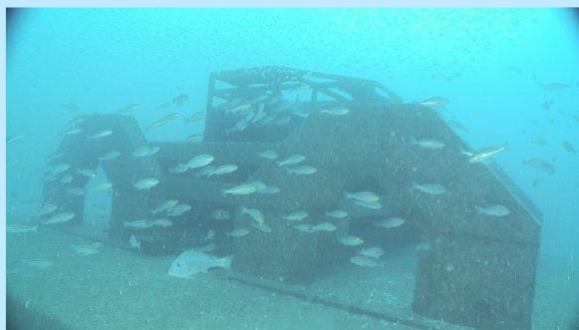


図13 浮体式洋上風力発電実証事業における集魚効果の調査時の状況

出典：（上段左）（一社）海洋エネルギー漁業共生センター、（上段右および下段）環境省「平成27年度浮体式洋上風力発電実証事業委託業務成果報告書」（平成28年3月）[41]

※13本手引においては一定区域内で増殖した水産資源が周辺海域に湧きだしていく効果のことを指す。WFの外縁海域での漁場形成、漁獲量増加が期待できます。なお、WF内における操業範囲については、事業ごとに設定する必要があります。なお、海外の洋上風力発電施設における集魚効果については、参考資料5 「海外における風力発電施設と集魚効果」を参照してください。

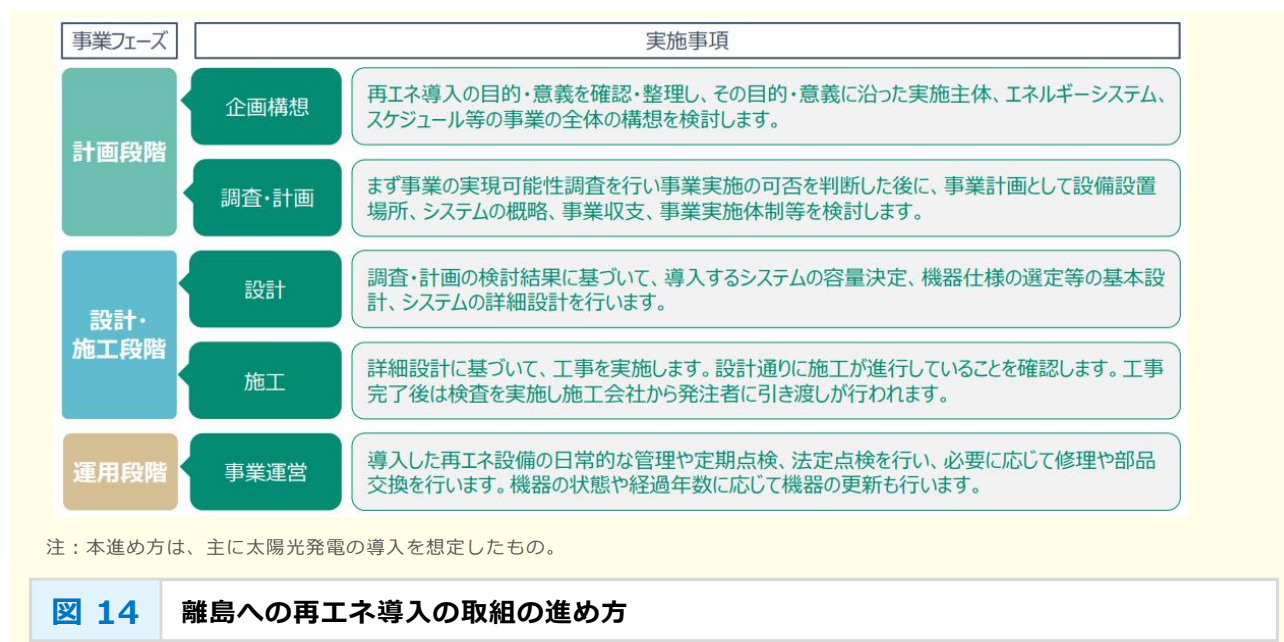


第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

(1) 全体の流れ

本章では、主に離島における浮体式洋上風力発電施設導入検討に当たりステップごとに取り組むべき事項を整理しています。

離島で再エネを導入することを想定した取組の進め方の手順の一例を図14に示します。「計画段階」「設計・施工段階」「運用段階」の事業フェーズの順に各実施事項を実施する必要があります[8]。

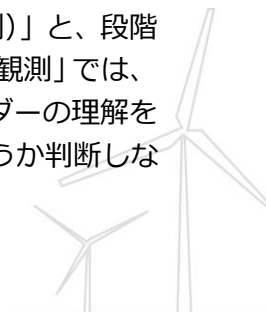


出典：環境省「離島における再エネ自給率向上ガイド」（2023年3月）[8]

浮体式洋上風力発電施設の導入検討に当たって、図14の手順と同様の進め方が想定されますが、浮体式洋上風力発電施設は多様なステークホルダーとの合意形成が特に重要になると考えられるため、離島を想定した浮体式洋上風力発電の導入検討フェーズと合意形成のステップのイメージについて、図15に示します。ステークホルダーとの合意形成にあたり、理解醸成を重視する観点から、次の五つのステップで、小規模に開始することが考えられます。

- ①ビジョンの明確化
- ②理解醸成
- ③机上調査～実地調査（風況観測以外）
- ④風況観測（洋上観測）
- ⑤施設導入（1～数基）

自治体として導入検討に取り組むに当たっては、「ビジョンを明確化」し意志表明することにより、「理解醸成」、「机上調査」を経て、洋上及び海底の「実地調査」の実施につながります。「実地調査」及び「風況観測（洋上観測）」では、「海底地盤調査」、「海象調査」、「風況観測（洋上観測）」と、段階が進むごとに、海域の占有範囲及び期間が増えます。特に浮体を活用した洋上での「風況観測」では、大きな浮体構造物が1年以上海域を占有します。これらのステップごとにステークホルダーの理解を醸成するとともに、受容性を把握し、自治体として先のステップに移ることが適切かどうか判断しながら進めていくことが大切です。



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

なお、本資料では、再エネ海域利用法に基づいて浮体式洋上風力発電の導入を行う事業は想定していません。また、環境影響評価法（平成九年法律第八十一号）に基づく規模要件^{※14}（第1種事業：出力50MW以上、第2種事業：出力37.5MW以上50MW未満）より小規模な事業を想定しています。環境影響評価法又は都道府県等の環境影響評価条例の対象となる場合は、検討時に環境影響評価のスケジュールについても考慮する必要があります。事業の検討フローの関係や、項目ごとの調査・検討の流れ等については、福島洋上風力コンソーシアム「浮体式洋上風力発電導入マニュアル」（2022年3月改訂）[42]を参照してください。法や条例の対象とならない場合も、p.24に記載のとおり、浮体式洋上風力発電事業の事業特性に基づき、自然環境調査の実施が望まれます。

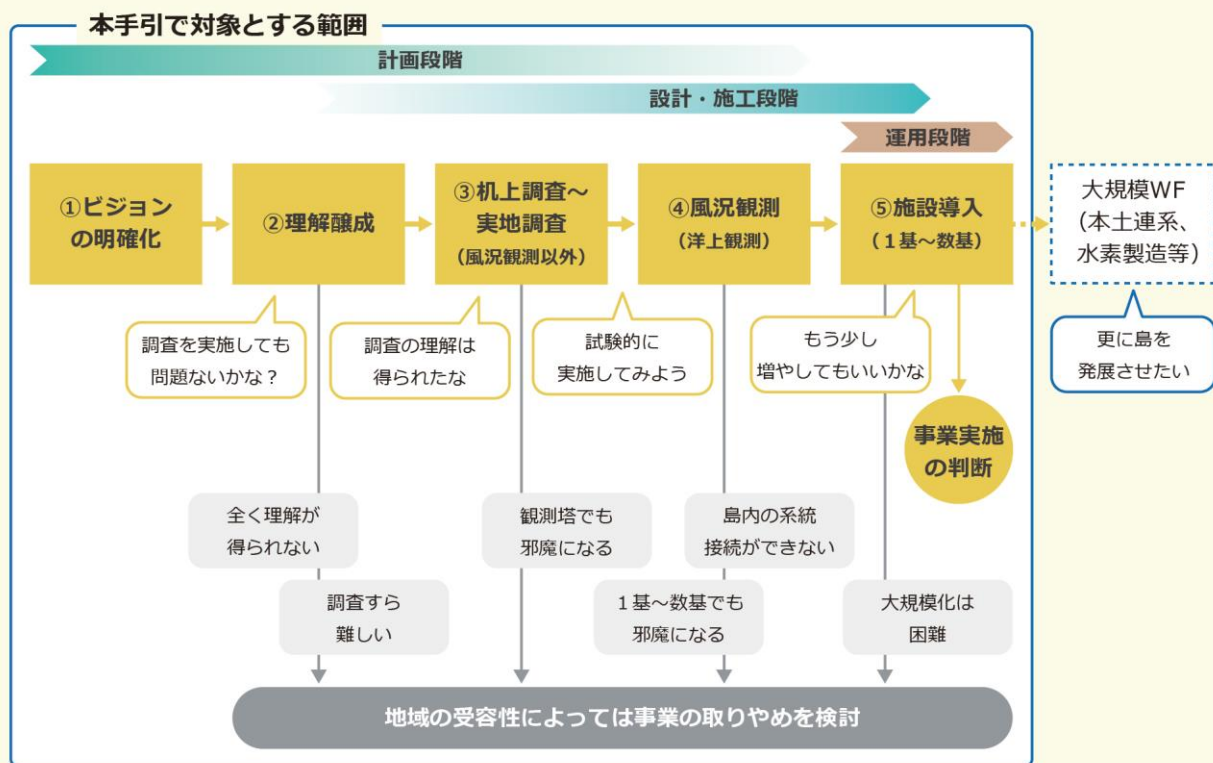


図 15 離島への浮体式洋上風力発電導入検討と合意形成のステップのイメージ

※14 環境影響評価法（平成九年法律第八十一号）第二条第二項の政令で定める事業については、環境影響評価法施行令（平成九年政令第三百四十六号）別表第一を参照してください。



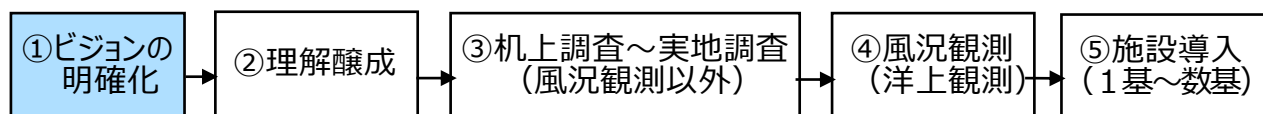
(2) 取り組む内容

1) ステップごとの取り組む内容

本節では、図15に示した離島への浮体式洋上風力発電の導入検討と合意形成のステップに基づき、ステップごとに取組む内容について説明します。

各ステップのうち、特に「①ビジョンの明確化」と「②理解醸成」については、自治体が主体的に取り組むことが重要なステップとなります。③以降については、具体的な調査及び検討等の実施主体は事業者となることが考えられますが、実施に当たっての地域や関係機関等との調整や取組の方向性等については、自治体が主体となって見定めていくことが必要です。

① ビジョンの明確化



検討のスタート段階では、自治体としての将来像やビジョンを明確にすることが大切です。また、その策定・実現においては、都道府県等関係機関との連携体制を構築しておくことが必要です。

i ビジョンの明確化

島の課題を踏まえて、自治体として実現したい将来像・ビジョンを明確化し、その実現に向けて課題をどのように解決すべきかを整理します。また、なぜ島に浮体式洋上風力発電が必要なのか、なぜ浮体式洋上風力発電が適していると考えられるのか、浮体式洋上風力発電の導入がどのように地域の課題解決に貢献するか等を説明できるように整理します。整理することにより、自治体としての地域課題解決と脱炭素化の取組を関連付けて浮体式洋上風力発電の導入の検討を進めます。

地域課題とその解決に向けた取組の意思決定の事例については、コラム6 事例：(五島市) 実証への応募と企業誘致(P.26)を参照してください。

ii 都道府県との連携

離島に浮体式洋上風力発電を導入するに当たって、自治体は、以下の点からその自治体を包括する都道府県と連携する必要があります。そのため、まずは所属の都道府県のエネルギー部局にビジョンを伝え、関係を構築していきます。

離島への浮体式洋上風力発電施設の導入に向けた計画等が、包括する都道府県のエネルギーに係る計画等と整合している必要がある。

ステークホルダーとの調整に関して、候補海域によっては、候補海域を含む地域に限らず、同都道府県内の近隣地域や同都道府県外の遠方の地域の者がステークホルダーとなり得るため、都道府県の協力、さらには国の協力が必要となる場合がある。

候補海域を含む地域に限らず、同都道府県内の近隣地域においても洋上風力の計画等がある場合、その調整状況等を考慮する必要がある。

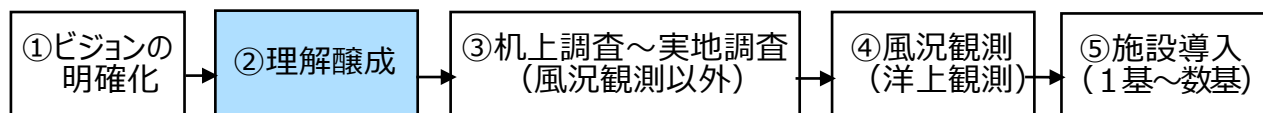
iii ビジョンの公表

また、明確にしたビジョンを公表し、事業者とのマッチングの推進を図ります。公表する方法の例や事業者とのマッチングの必要性・重要性については、「2) 自治体が主体的に取り組むべき内容」を参照してください。



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

② 理解醸成



発電施設の導入検討に先立ち、現地での調査（②及び③）を実施することについて、地域の承諾を得ることが必要です。そのため、「①理解醸成」は自治体が主体となって、自治体として考える地域の将来像と地域のステークホルダーのメリット・デメリットを含めた思いを丁寧にすり合わせていく大切な段階にあたります。

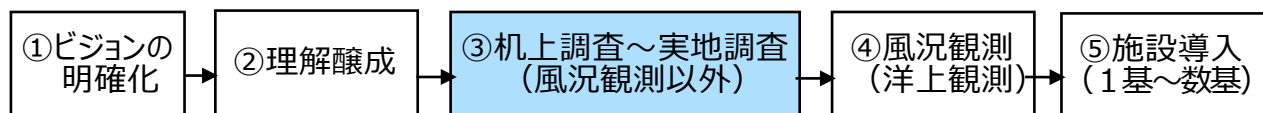
浮体式洋上風力発電の事業特性から、漁業者は重要なステークホルダーの一つです。漁業者が懸念していることや期待していること等について、漁業者にとってのメリット・デメリットは何かという視座に立ち、丁寧に聞き取り、誠意をもって対応することが大切です。

漁業者を含むステークホルダーに対して、勉強会やワークショップなどを通して理解醸成を図る中で、例えば視界に入る浮体式洋上風力発電施設の圧迫感の程度といったステークホルダーの声を聞き、検討に取り入れていきます。

また、学校の授業と関連づけて児童や学生を対象とした啓発の場を持つことも、長期的な地域の理解醸成の観点から大切です。合意形成に係る、ステークホルダーの特定や調整の進め方といった具体的な留意点等は、第3章「(1)合意形成について」を参照してください。

なお、電気事業法第十七条3に基づき、離島の電力供給の最終責任は一般送配電事業者が担うこととなっています。また、それぞれの離島で自然環境や産業、電力系統の様相が大きく異なるため、離島の脱炭素化の実現や、浮体式洋上風力発電の導入を実現性のある事業とするためには、事業の計画段階から一般送配電事業者に相談することや、継続して協議しやすい関係を構築することが必要です。関係構築の一例としては、地域の脱炭素化やレジリエンス強化のための検討を目的とした包括協定を結ぶことが挙げられます。

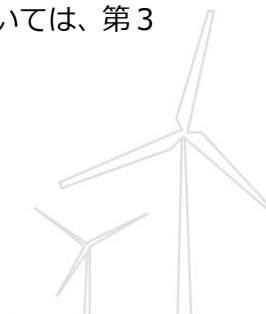
③ 机上調査～実地調査（風況観測以外）



机上調査では、候補海域の選定に向けて、海象、風況、自然環境及び海域利用の状況等について調査を行います。机上調査の結果等をステークホルダーに説明し、理解を得ることができれば、海底地盤、生態系、海象（波浪・潮流）等の調査を行います。調査する具体的な項目は、地域の状況や事業の規模等を踏まえて検討します。調査項目や、関連法令等については、福島洋上風力コンソーシアム「浮体式洋上風力発電導入マニュアル」（2022年3月改訂）[42]等を参照してください。

i 机上調査

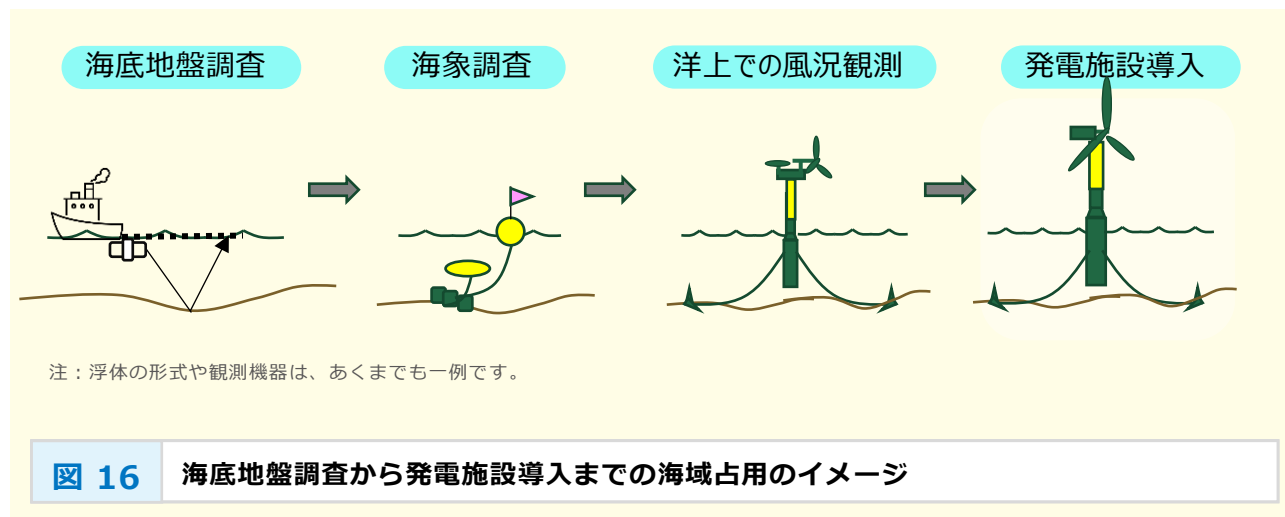
環境アセスメントデータベース(EADAS:Environmental Impact Assessment Database System)で関係法令等に基づく規制や指定状況を把握するほか、漁業の操業実態や遊漁船業及びマリンレジャー等による海域の利用実態について漁業者や水産試験場への聞き取り等も行い、海域の具体的な利用状況について把握することが大切です。机上調査を実施する項目や参照する資料等については、第3章「(2) 候補海域について」を参照してください。



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

ii 海底地盤調査

海底の地形、地質、地層といった状況について、音波探査船等により調査します。調査において海域の占用を伴わないので、現地調査の中では、最も調査実施の合意を得やすい内容となります。海底地盤調査から、海象調査、風況観測、浮体式洋上風力発電施設の導入までの過程における、海域占用の度合いが変遷するイメージについて、図16に示します。



iv 景観調査

候補海域をある程度絞り込んだ後、主要な眺望点からの風車の見え方について、フォトモンタージュの作成等により調査等を行います。専門家の意見も参考にしながら、選定する眺望点や受容できる見え方等について、ステークホルダーと検討を行います。ステークホルダーと受容できる見え方について検討する際には、VR機器の活用も考えられます。

v 自然環境調査

法や条例等に基づく環境影響評価等を実施するため、浮体式洋上風力発電事業の事業特性に基づき、自然環境に関する調査等を行います。とりわけ、洋上風力発電事業の環境影響については、風車の立地場所等によるところが大きいので、適正な環境配慮の確保のために早い段階での調査が重要となります。一般的な調査項目としては、鳥類、コウモリ類、魚類、海棲哺乳類、ウミガメ類、藻場・珊瑚礁等が想定されますが、地域特性や想定する事業規模に応じて適切に調査する必要があります。既存文献のほか、地域の自然環境に詳しい専門家やエコツアー等に関わるガイド、自然保護団体等にヒアリングして概況を把握した上で、必要に応じ適切な調査方法で現地調査を行います。

法アセスあるいは条例アセスの対象外の小規模事業を対象とした自主アセスについては、一般社団法人日本風力発電協会「小規模風力発電事業のための環境アセスメントガイドブック（JWPA環境アセスガイドVer.2.1）」（2023年1月）[43]等を参照してください。

なお、自然環境に関する調査結果は、地域のステークホルダーに向けた合意形成のため適地選定にも活用することができます。

vi 海象調査

潮流や波浪について調査を行います。電気事業法等の法令に基づく、洋上風力発電施設の構造等の審査のため、海洋上に観測機器を設置して通年で海象調査することが必要です。海域を設備が一部占用することへの受容性の醸成にもつながります。

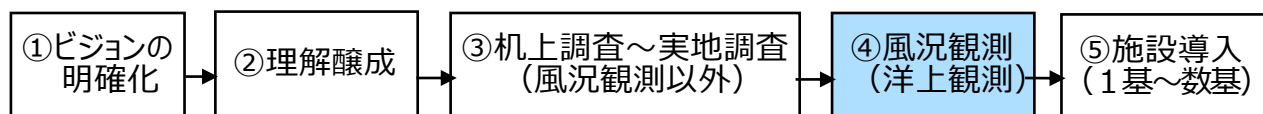
海洋上に観測機器を設置する上では、海域の占用に係る申請や、海上保安庁管区海上保安部等への届出・申請について確認が必要です。



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

なお、洋上観測では、船舶の接触等により機器が漂流したり水没したりすることがあります。観測機器にGPS機能を搭載し、遠隔で位置を把握できるようにすることや、定期的に観測データを確認しデータ喪失のリスクに備えることが望ましいです。

④ 風況観測（洋上観測）

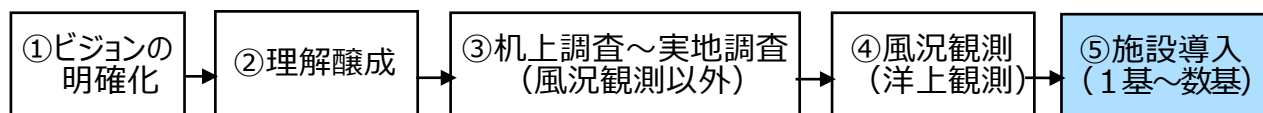


風況観測は、事業性の検討や風車設計条件の検討、電気事業法第四十八条に基づく工事計画届等の許認可の取得^{※15}等のため実施します。観測期間は、データ精度確保等のため、1年以上とする必要があります。風況観測の実施方法等については、NEDO「洋上風況観測ガイドブック」（2023年3月）[44]等を参照してください。

海域に風況観測塔（風況観測マスト）を浮体で設置する風況観測を行うことにより、海象調査機器と比べ、さらに大きな浮体構造物が海域を一定期間占有する状況を浮体式洋上風力発電施設の導入前に経験する機会となります。陸域からのライダー等による観測も可能ですが、海域を占有する構造物に対する地域の受容性の醸成のためには、浮体を用いた観測の実施が望まれます。観測コストなどの観点から海域での観測が難しい場合には、調査海域に応じた陸域の地点を選定した上で、陸域から観測を行います。

風況観測は、調査の中でも大きなコストを要する項目であることから、自治体と民間調査会社が連携して共同調査を行うセミセントラル方式による調査を行うことも考えられます。具体的な調査事例については、コラム 7 事例：（久慈市）久慈市沖海域における民間事業者との共同風況調査（P.27）を参照してください。

⑤ 施設導入（1基～数基）



⑤施設導入では、発電電力量と電力需要量の両方を検討し、事業化に向けた方針を検討します。③～④の調査結果から、発電電力量の予測を行うとともに、島内の電力需要量や需要家の負荷曲線等を調査し、電力需要の特性を整理します。また、電力需要の整理を行う際に、電気自動車（以下「EV」という。）や水素製造等、再エネ電力を用いたエネルギーマネジメントについても①のビジョンに合わせて検討及び整理します。

③～④の調査結果や島内の電力需要量の調査結果を踏まえ、浮体や係留設備、陸域施設等について検討します。その上で、負荷率^{※16}や設備利用率^{※17}等も考慮して売電単価を検討します。また、上述の想定の中で、補助金や交付金等の制度の活用必要性等について検討します。

次に、これらの検討内容を踏まえながら、以下のような項目について検討し事業化に向けた方針を固めます。

※15 発電施設の出力規模等により取得の必要性は異なるため確認が必要です。

※16 負荷率は、ある期間中の最大需要電力に対する、同じ期間中の平均需要電力の割合です。

※17 設備利用率は、ある期間中、発電設備を定格出力で運転し続けたと仮定した場合の発電電力量に対する、発電設備がその期間中に実際に発電した電力量の割合です。



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

- 電力会社との連携方法
- 事業方針（事業主体、建設・維持管理等の体制、スキーム、事業規模、事業期間等）
- 地域振興策（固定資産税の取扱い、観光資源化、設備の製造や維持管理業等地場産業の活用等）

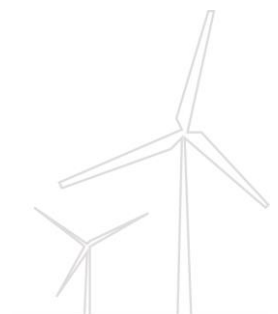
その後、浮体式洋上風力発電施設を設計・製造し、設置（建設）します。試運転を経て、O&Mの体制も整えた上で、商用の運転を開始します。また、運転期間終了後の撤去費用等を、運転により得られた利益から積み立てる等により確保していきます。

五島市が浮体式洋上風力発電の実証事業を始めた
そもそものきっかけは？

コラム 6 | 事例：（五島市）実証事業への応募と企業誘致

当時、五島市では3年連続でコールセンターの誘致に成功していましたが、公共事業減少の影響により、人口流出が続いていました。人口増のためには公共事業に替わる雇用の場を創出する必要があり、浮体式洋上風力発電にはその可能性が感じられたため、実証事業を推進しました。

（五島市関係者ヒアリング結果）



コラム 7 | 事例：（久慈市）久慈市沖海域における民間事業者との共同風況調査

岩手県久慈市では、浮体式洋上風力発電の導入可能性検討の一環として、民間事業者による共同風況調査を行っています（令和6年3月時点、図 17）。自治体と民間調査会社が連携して、共同調査を行う発電事業者を募り、複数の民間発電事業者からの出資によって共同調査を行う形としています。

また、この調査とは別に環境省事業（浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業（以下「地域調査業務」という。））を受託し、陸上風況観測を実施しており、その観測データは、久慈市における地域に裨益する再エネ導入の事業検討を促すため、久慈市を通じて広く発電事業者に提供することとしています。（久慈市関係者ヒアリング結果）

風況調査（2/2）

参考：海上風況観測

洋上でのハブ高の風況データを取得するために**発電事業者による共同調査**で洋上観測を実施する。対照地点として陸上マスト・ライダー観測を併設する。

■実施内容

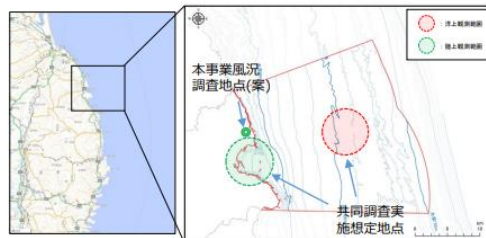
- ・久慈市沖海域1地点でフローティングライダーによる観測を実施
- ・対照地点として、港湾区域において陸上マスト・ライダー観測を併設
- ・時期は、本事業の陸上風況調査期間に合わせて実施

■進捗状況

- ・仕様確定、調査計画書作成中
- ・陸上観測用地占有申請の相談中（県振興局）・設置手法検討中



フローティングライダー例（AXYS社資料）



<https://www.city.kuji.iwate.jp/>

- 8 -

久慈市

出典：久慈市「第4回久慈市沖浮体式洋上風力発電検討委員会 資料4 これまでの進捗（2022年）」[45]

図 17 久慈市沖における民間事業者との共同風況観測の概要



2) 自治体が主体的に取り組むべき内容

浮体式洋上風力発電施設の導入は、事業コストが大きく掛かること、設計や施工等の面で技術的な難易度が高いこと等から、自治体だけで事業を推進することは非常に困難です。そこで、事業者と、長期にわたり検討を重ねながら実現に向けて取り組むことが必須となります。

浮体式洋上風力発電施設の導入検討に当たっては、前述のとおり、自治体だからこその取組みとして、**図15**に示した「企画構想」の早い段階で自治体としての「浮体式洋上風力発電施設を導入していきたい」という方針を確立することと、それに基づく地域との合意形成を主体的に進めることが最も重要です。

また、それぞれの地域の状況を踏まえ、地域のビジョン等を公表することについてはステークホルダーの合意が得られた段階で公表することにより、事業者とのマッチングにつなげることが必要です。併せて、ステークホルダーや事業者の混乱を避けるため、自治体が事業者の窓口となり合意形成を主体的に進めることを表明することも大切です。例えば、令和3年に改正された地球温暖化対策の推進に関する法律（平成十年法律第百十七号）に基づく地方公共団体実行計画や再エネ導入目標といった自治体が策定する環境・エネルギー・まちづくりに関する計画等の中に、浮体式洋上風力発電施設の導入の意向を記載することが考えられます。本資料で想定する事業規模においては、事業者とマッチングする法的な枠組みはないため、自治体が発信し事業者とのマッチングを図ることが重要となります。

第2章（2）1）ステップごとの取り組む内容に沿って行う場合、自治体は、まず「①ビジョンの明確化」に取り組むことが重要になります。自治体として取り組む意義と目標を明確化したら、自治体を包括する都道府県との連携体制を構築し、ビジョンの実現に向け当面の予算と調査等の実施者について検討します。その際に、国や都道府県等の浮体式洋上風力発電施設の導入を支援する制度について活用を検討します。

次に、「②理解醸成」に主体的に取り組めます。自治体として目指す明確なビジョンと、それを達成することが地域に裨益するという信念をもって地域の合意形成を進めながら、「③机上調査～実地調査（風況観測以外）」「④風況観測（洋上観測）」を行うため、ステークホルダーとの調整も進めていきます。これら調査の実施や海域選定に向けては、漁業者等と議論のできる関係性を構築し、調整を進めて行く必要があります。一般的に調査に向けた調整は自治体を中心となって進め、調査自体は事業者が主体となって実施することとなります。

「⑤設備導入（1基～数基）」に向けて、島内の電力需要量の把握、発電電力量の予測や発電単価の検討等を通じた採算性を含めた事業性の評価を事業者が主体的に行い、自治体としては、その検討結果等の把握に努めます。また、関連情報を事業者へ提供します。

その上で、自治体が策定した計画等に基づきながら、自治体が主体的に浮体式洋上風力発電事業の方針（主体、スキーム、規模など）を検討し、事業者との調整を行います。また、関連政策（商業・観光業振興、EV化、水素製造等）との連携も検討します。決定された浮体式洋上風力発電事業の方針の中で、事業者は詳細を検討し、事業実施に取り組めます。



(3) 導入検討ステップと第3章の対応

次の第3章では、**図15**で示したステップに対して横断的な検討が必要となる、特に重要なポイントとして、(1) 合意形成、(2) 候補海域、(3) 事業性の考え方の三点について取り上げます。前述の導入検討ステップ①～⑤と第3章で取り上げるポイント(1)～(3)との関係は、**図18**のとおりです。また、自治体及び事業者の取組内容と、第3章の対応については、**表5**も参照してください。

なお、④以降の建設・運転・O&Mの進め方については、参考資料6 建設から運転・O&M・撤去までの工程を参照してください。

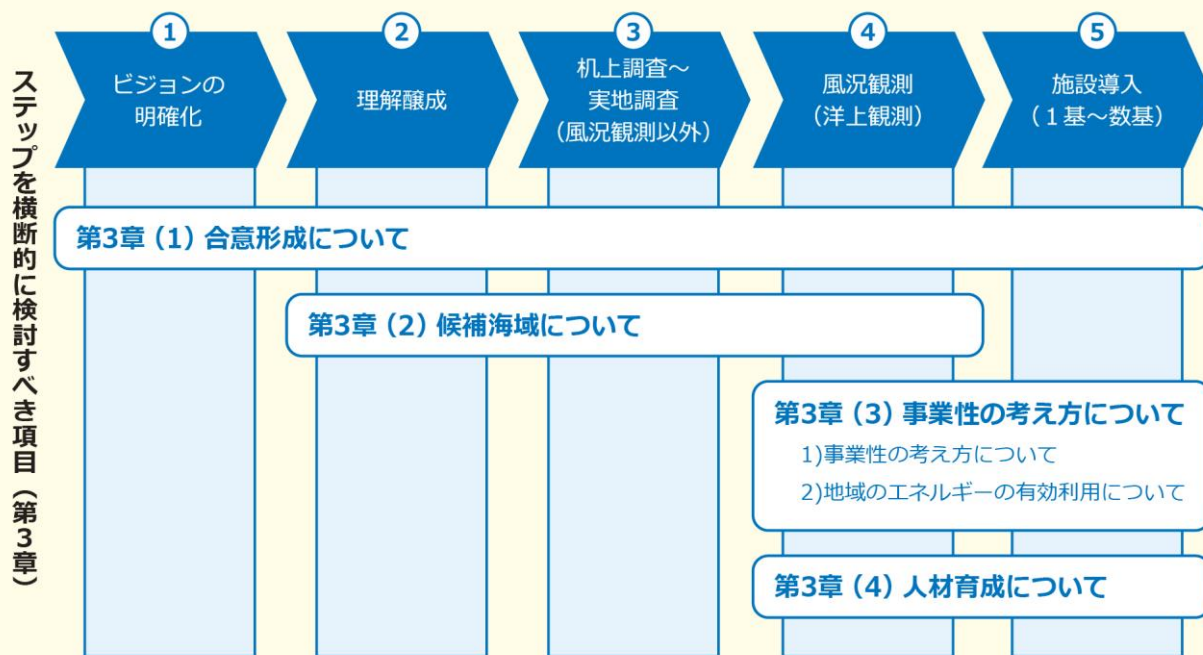


図18 離島への浮体式洋上風力発電導入ステップと検討項目の対応



第2章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討の流れ

表 5

離島への浮体式洋上風力発電導入検討における主体別取組内容

		計画段階				
		設計・施工段階				
		運用段階				
主体	ステップ	①ビジョンの明確化	②理解醸成	③机上調査～実地調査 (風況観測以外)	④風況観測（洋上観測）	⑤施設導入（1基～数基）
自治体		■ビジョンの明確化 ・島の課題の整理 ・島の将来像・ビジョンの明確化 ・地域課題解決と関連付けた浮体式洋上風力発電の導入検討 ■都道府県との連携 ・都道府県との連携関係の構築 ・包括する都道府県のエネルギー関連計画の確認 ■ビジョンの外部発信	・想定海域の海域利用に係るステークホルダー（漁業者、他の洋上風力発電事業計画等）の確認 ・ステークホルダーが考えるメリット・デメリットの把握とそれへの対応 ・普及啓発イベントによる長期的な視点での理解醸成 ・一般送配電事業者との事業構想の相談、連携関係の構築	・ステークホルダーへの調査計画等の説明、理解醸成 ■机上調査 ・関係法令等に基づく規制や指定状況、海域利用実態 等 ■実地調査 ・関連情報の事業者への提供 ・観測結果等の把握	■風況観測 ・ステークホルダーへの調査計画等の説明、理解醸成 ・関連情報の事業者への提供 ・観測結果等の把握	■事業性の評価 ・事業者における検討結果等の把握 ■事業化の検討 ・事業の大枠の方針の検討（事業主体、スキーム、規模など） ・事業者との調整 ・関連情報の事業者への提供 ・関連政策との連携 ■施設導入
事業者	第3章との対応 (1)合意形成について (2)候補海域について (3)事業性の考え方について (4)人材育成について		・自治体への協力（理解醸成に関連する情報の自治体への提供等）	■机上調査 ・関係法令等に基づく規制や指定状況、海域利用実態 等 ■実地調査 ・海底地盤調査 ・景観調査 ・自然環境調査 ・海象調査	■風況観測 ・観測機器の設計・製造 ・観測機器の設置、観測、撤去	■事業性の評価 ・発電電力量の予測 ・島内の電力需要特性の整理 ・売電単価の検討 等 ■事業化の検討 ・事業主体等 ・関連事業との連携 ・地域振興策 等 ■施設導入 ・設計 ・施工 ・試運転 ・運転（撤去費確保）

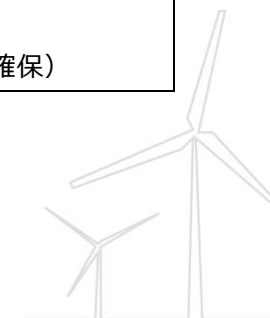
第3章との対応

(1) 合意形成について

(2) 候補海域について

(3) 事業性の考え方について

(4) 人材育成について



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

(1) 合意形成について

前述の図 18でも示したとおり、離島への浮体式洋上風力発電施設の導入検討を進める際には、①～⑤の全てのステップで横断的に検討すべき項目として、「合意形成」が挙げられます。

合意形成とは、多様な利害関係者（ステークホルダー）の間で、意見交換や協議等を通じて、合意を図ることをいい、あらゆる事業等においてその実施に係る意思決定の重要な要素となっています。

そのため、離島への浮体式洋上風力発電の導入検討を進めるに当たっては、「ステークホルダーの把握」を行い、事業を進める中でそれぞれのステークホルダーがどのような意見をもっているのか等を調査した上で、目的や状況に応じた「合意形成の手法の選定」を行い、ステップごとに合意形成を図っていくことが重要です。

1) ステークホルダーの把握

① ステークホルダーの把握

合意形成を行うに当たっては、まず地域や事業の特性等を踏まえ、関係するステークホルダーが誰かを把握することが重要です。

関係するステークホルダーの把握には、例えば事業ごとに想定される課題や懸念事項等をまず検討し、その課題を解決するためのパートナーは誰であるかを考えてみることも有効です。

漁業者等の海域利用者の把握に当たっては特に留意が必要です。図 19のように漁業者等の海域利用の形態は様々であり、同一の海域でも時期、時間、推進ごとに入り組んでいます。その利用状況の把握に当たっては、地先の漁業権漁業^{※18}のみでなく、許可漁業（都道府県や農林水産大臣）の漁業者をはじめ自由漁業（許可等が不要で操業可能）についても広く考慮する必要があります。

その際には、水産行政を担う都道府県と連携し、対応を行う必要があります。

※18 漁業権漁業の一種として、免許を受けたものが排他的に操業することが認められた区域である、共同漁業権の区域が設定されています。



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

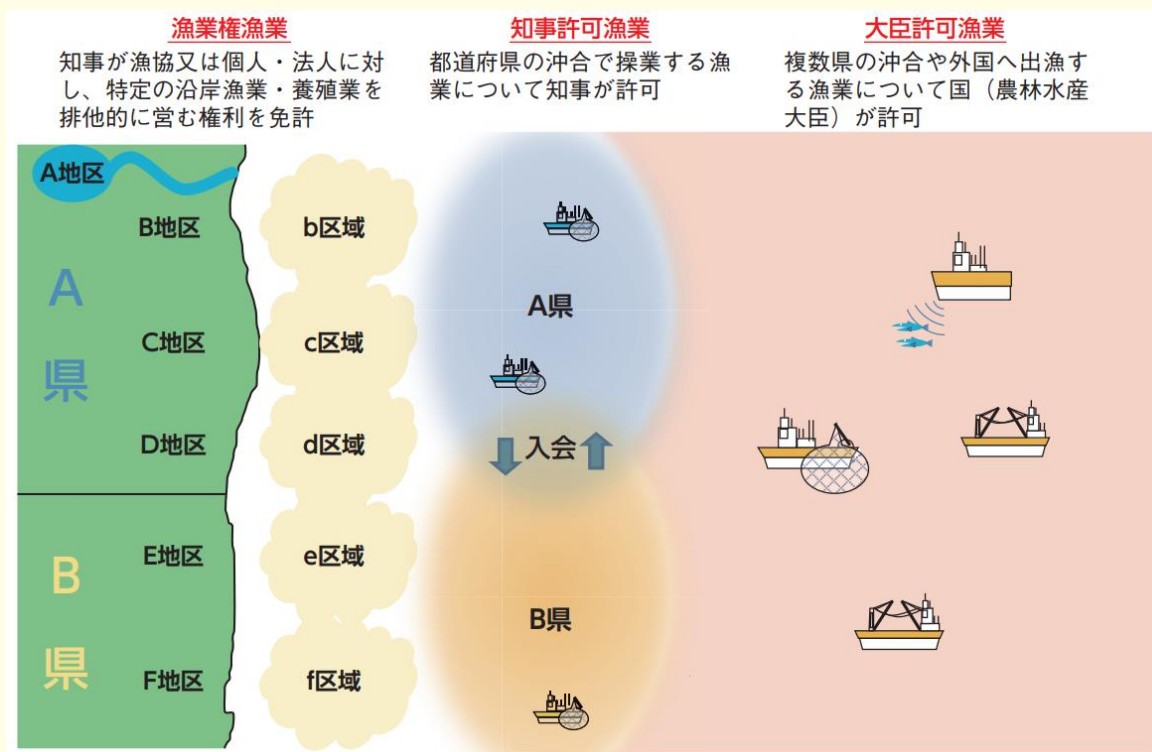


図 19 漁業権制度及び漁業許可制度の概念図

出典：水産庁「令和3年度水産白書」（2022年）[46]

<<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R3/attach/pdf/220603-6.pdf>>

次ページの表6に、離島における自治体にとって合意形成が必要になる可能性が大きいと想定される分野、ステークホルダー、想定される調整等の例について示します。

浮体式洋上風力発電事業に係る合意形成において、特に重要なステークホルダーと考えられる漁業者に対しては、漁業者にとってのメリット、デメリットを整理した上で、どのように協調していける可能性があるかについて議論を重ねることが必要となります。WFにおいては、洋上風力発電の事業者と漁業者がWin-Winの関係となるようなWFの在り方が漁業協調策として検討されており、例えば、リアルタイムでの海況情報の提供や、地域の水産関連製品の販売促進に係る支援等が挙げられています。漁業協調策については、再エネ海域利用法に基づく法定の協議会での協議の状況を参考としてください[47][48]。

本手引で想定する事業規模を踏まえると、漁業協調策の実施やそれに向けた検討を行うに当たっては、浮体式洋上風力発電の事業者だけでなく、都道府県や自治体も協力して、効果的な実施内容について検討することが考えられます。



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

表6 離島自治体にとっての浮体式洋上風力事業に係るステークホルダー等の例

合意形成が必要な分野	ステークホルダー (課題解決のパートナー)	想定される調整上の留意点
上位自治体の協力	都道府県（再エネ担当）	・都道府県で策定するエネルギーに係る計画等との調整、必要に応じて国との調整。
	都道府県（再エネ担当以外）	・必要に応じて先行利用者の海域利用状況等の聞き取り。当該地域のみでなく、近隣地域との状況や今後の方針を把握した上での調整。 ・海域の占用許可に関する確認。
地域受容性の醸成	地域住民	・風車の倒壊等、安全面に関する懸念や、景観への影響、環境への影響への懸念等。
海上の安全確保	海上保安部等	・海上で事故が発生した際の対応マニュアルの作成、確認の依頼。
海域利用・港湾利用、船舶交通	海域利用者（地元の漁業協同組合・漁業者）	・漁業への影響。
	海域利用者（地元の漁業者以外の海域関係者）	・海域利用への影響。
	広範に漁業を営んでいる漁業関係団体	・漁業への影響。
	漁法ごとの漁業関係団体	〃
	港湾管理者	・船舶航行への支障有無、風車設置のための港湾の利用に係る調整。
	地方運輸局	・船舶航行への支障有無の確認。
	海域利用者	・船舶航行や海底ケーブルへの支障有無の確認。
	海運事業者	・船舶航行への支障有無の確認。
地域の特性に応じた、海域利用に係る調整	国立公園・国定公園	（必要に応じて）候補海域から除外すべき海域の調整。
	都道府県立自然公園	
	世界遺産	
	ジオパーク等	
	防衛省（自衛隊・在日米軍）、気象庁	
島内の系統接続協議	一般送配電事業者	・系統接続、海底ケーブルの設置等に関する技術面の調整。
	発電事業者	
地域のエネルギー利用	エネルギー関係団体（石油卸売事業者、燃料小売事業者等）	・発電したエネルギーの活用に関する調整。 ・内燃力発電施設への燃油供給事業者の理解。
地域の産業振興	商工会関係者	・既存産業への影響。
	観光業関係者	・風車設置に伴う眺望景観への影響。
	建設業関係者	・風車設置及び設置後の補修点検作業等の対応可否に関する確認。
	その他地元組織	（必要に応じて）調整。
自然環境への影響	鳥類等に関する有識者	・渡り鳥の渡りルートへの影響等。

出典：福島洋上風力コンソーシアム「浮体式洋上風力発電導入マニュアル」（2022年3月改訂）[42]を基に作成



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

② ステークホルダーの立場の把握

合意形成を進めるためには、把握したステークホルダーが図20に示す社会的受容性の類型^{※19}において、それぞれどの立場（①支援、②承認、③拒否、④反対）なのかを把握することが重要です。

反対の意を表明する方がいる場合、何に対して懸念があるかを丁寧にひもとく、解決することが大切です。公式の協議の場以外にも、定期的に情報共有する場を持ち、時間をかけて理解を得ることが考えられます。

また、立場が見えにくい「②承認」と「③拒否」のステークホルダーが誰なのか、また、その人数の規模感も把握し、その人たちをいかに「①支援」のフェーズに近づけていくことができるかが、社会全体の受容性を高める上では重要です。

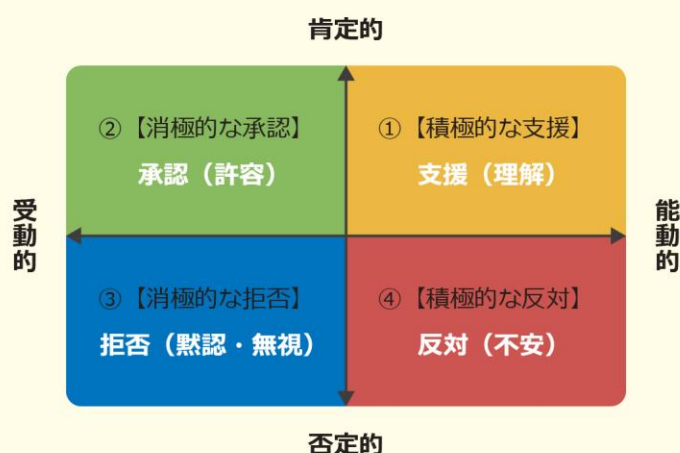


図 20 社会的受容性の類型

参考：西城戸誠「再生可能エネルギー開発と地域社会の受容性」、小嶋聡・西城戸誠・辻英史（編著）

『フィールドから考える地域環境〔第2版〕』ミネルヴァ書房（2021年3月）[49]、ヒアリング結果に基づき作成

※19 開発行為に対する地域社会の受容のパターンは、「肯定的」-「否定的」という評価軸と、「能動的」-「受動的」という行動の軸の組合せによって4つの受容性の類型が想定できます。事業者側の観点では、「①支援」や「②承認」という状態が望ましく、逆に「③拒否」と「④反対」は、開発によるコンフリクト（対立、衝突、緊張など）が潜在的にも顕在的にも存在していることになり、望ましくない状態と考えられます。



2) 合意形成の手法の選定

① 合意形成の手法

地域で合意形成を図っていくための手法は図21、表7に示すとおり複数存在し、「協議会」、「個別ヒアリング・調整」、「有識者等ヒアリング」、「説明会」、「アンケート」、「パブリックコメント」、「ワークショップ」等が考えられます。状況に応じて最適な手法を選択することが大切です。

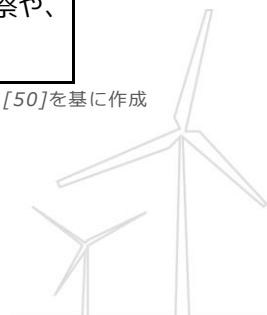


図 21 合意形成の手法のイメージ

表 7 合意形成の手法の例

方法	概要・特徴
協議会等	多様な主体が集まり、一つのテーマについて議論する。
個別ヒアリング・調整	住民や環境保全団体、先行利用者等に個別に情報共有及び意見聴取する。
有識者等ヒアリング	有識者等から専門的見地からの助言や情報提供を得る。
説明会	対象が広範・多数に及ぶ場合の情報提供や意見聴取を行う。
アンケート	ある特定の対象（住民、事業者、先行利用者等）に広く意見聴取する。
パブリックコメント	住民や事業者等の幅広い関係者・関係機関から広く意見聴取する。
勉強会・ワークショップ	勉強会等の開催により関係者・関係機関の理解を深めることができる。ワークショップでは、少人数のグループごとにあるテーマで意見を出し合い、多様な立場の方と議論を重ねていく。
普及啓発イベント	協議会等構成メンバー以外にも、広く地域住民、先行利用者等を対象とする。
JFF（共同事実確認方式）	地域や全国で活動する環境保全団体等と連携し、調査・分析・評価を行う。
他地域との交流・現地視察	実際に発電施設が導入されている地域を訪問し、稼働している施設の視察や、地域との関わり等について現地の関係者・関係機関と意見交換を行う。

参考：環境省「地域脱炭素のための促進区域設定等に向けたハンドブック（第3版）」（2023年3月）[50]を基に作成



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

② 協議会の設置

合意形成の手法としては、状況に応じて選択することが必要ですが、特に多様なステークホルダーが存在する地域では、浮体式洋上風力発電の導入を推進していくためには、ステークホルダーが漏れなく参画し、対話を重ねていく場として「協議会」等の場を設置し、運用していくことが、合意形成を進める上で重要と考えられます。これによりステークホルダーが意見を出しやすくなることが期待されます。

また、協議会の運営に当たっては、ステークホルダーに対して協議プロセスや議論の透明性・公平性を確保することが重要であり、協議会は公開での開催、若しくは会議後に議事録を公開することなどが考えられます。協議会による合意形成の事例については、コラム 8 事例：（山形県）都道府県の協議会との連携による合意形成（P.37）を参照してください。

③ 合意形成に関する事例紹介

ビジョンの実現に向け自治体を中心となって進めることに加え、人的ネットワークを活かして各ステークホルダーに所属する様々な立場の人たちをつなぐような人材（以下「キーパーソン」※20）という。）を探し、協力を得られるように働きかけることも大切です。自治体がキーパーソンと連携して地域での合意形成を行ったことにより、円滑に進んだ事例もあります。キーパーソンを介した合意形成の事例については、コラム 9 事例：（五島市）キーパーソンによる円滑な合意形成（P.39）を参照してください。

また、アメリカで初めて洋上風力発電を導入したロードアイランド州では、大学の研究者が中立な第三者として自治体と地域をつなぎ、洋上風力発電を導入するブロック島における合意形成を進めました。研究者がハブ※21となった合意形成の事例については、コラム 10 事例：（ロードアイランド州）研究者がハブとなる合意形成（P.41）を参照してください。

※20 「キーパーソン」とは、各ステークホルダーと元々信頼関係を構築しており、協議において意見の不一致があった場合にも仲立ちし、合意形成を円滑に進められるような存在をイメージしています。

※21 「ハブ」とは、各ステークホルダー同士をつないでネットワーク化していく存在をイメージしています。コラム10においては、ハブとなった人物が地域のキーパーソンであるという側面以上に、第三者的な立場でステークホルダーと議論した点を重視したため、ハブという表現を用いています。



コラム 8 | 事例：（山形県）都道府県の協議会との連携による合意形成

山形県では、促進区域の指定や、促進区域における海洋再生可能エネルギー発電事業の実施に関して必要な協議・情報共有を行うことを目的とした「再エネ海域利用法に基づく協議会」※22が設置されており、経済産業省資源エネルギー庁及び国土交通省港湾局と共同で開催しています。

また、「再エネ海域利用法に基づく協議会」とは別に、一般海域における洋上風力発電の在り方に係る地域の合意形成に向け、課題の抽出や対応策等の議論を行うとともに、関係者間の理解促進に資する調査研究を行うことを目的とした、県が主催する「地域協調型洋上風力発電研究・検討会議」等が設置、開催されています。

また、「地域協調型洋上風力発電研究・検討会議」の部会として山形県遊佐町には「遊佐沿岸域検討部会」、酒田市には「酒田沿岸域部会」が設置されており、部会で合意した地域における脱炭素化に向けた施策の考え方を基に法定協議会で協議がなされる等、法定協議会と相互に有効に機能しています。これらの会合では地元の漁業者等も積極的に発言しており、合意形成が進められています（図 22）。

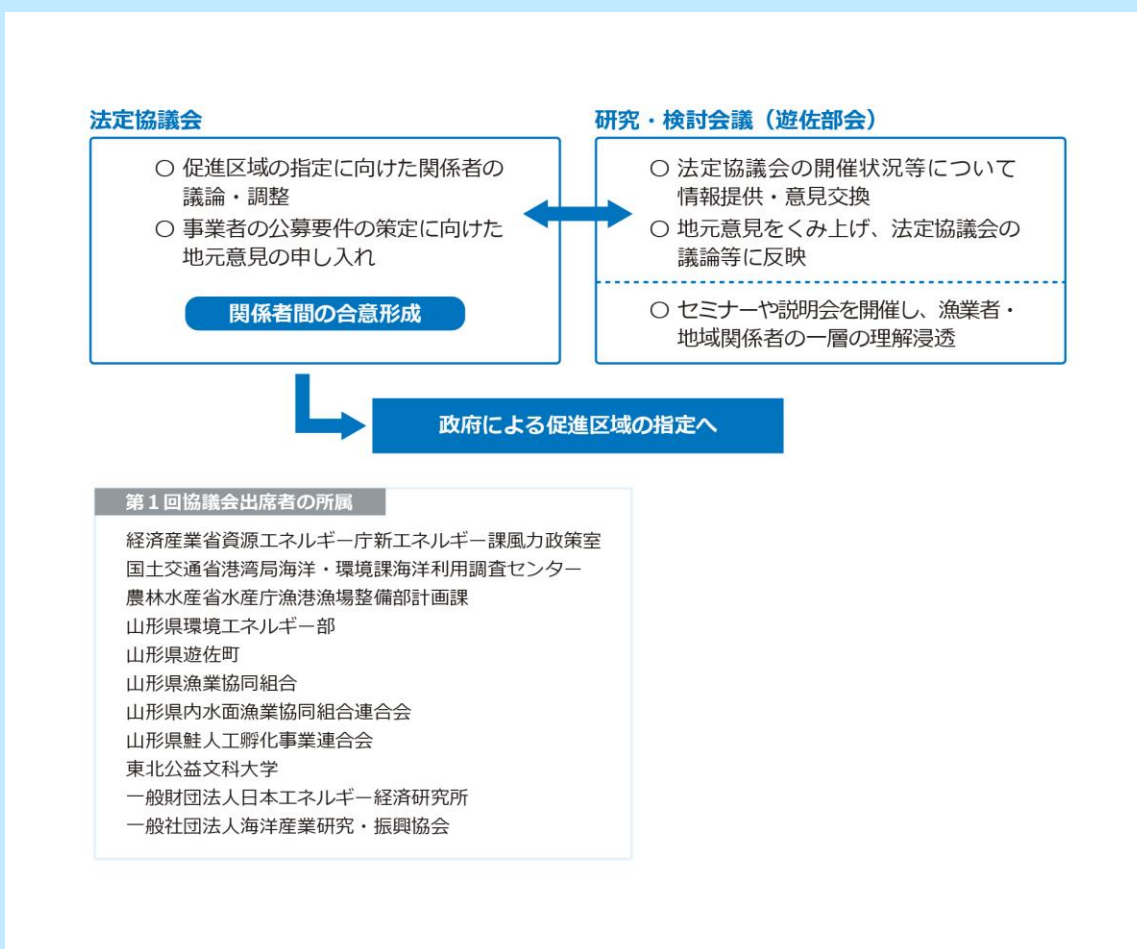


図 22 「法定協議会」と「研究・検討会議」の連携

参考：山形県「令和3年度第1回遊佐沿岸域検討部会（2021年9月22日開催）資料2-1」（2021）[51]、資源エネルギー庁「第1回山形県遊佐町沖における協議会名簿」（2022）[52]を基に作成

※22 参考資料 7 「再エネ海域利用法」を参照して下さい。

コラム9 | 事例：（五島市）キーパーソンによる円滑な合意形成（1/2）

合意形成を進める順番について、五島市を例に紹介します。

合意形成を図るに当たり、前提として地方自治体と事業者が信頼関係を構築することが大切です。その上で、まずは地先の漁業者とのコミュニケーションを取ることが重要です。組合長（図23の①）との意見交換の後、組合長の同意を得られたら、組合員（同②）との合意形成に移ります。地先の漁業者の合意が得られたら、地先の漁業者が関わる漁法ごと等の漁業団体及び都道府県レベルの漁業団体、また必要に応じ知事・大臣許可の漁業団体といった広域で操業する漁業者と調整します（同③）。また、地先の漁業者から合意を得られたら、漁業者以外の海域利用者等との調整も進めます（同④）。

五島市での合意形成では、市議会議長を経験した代表理事組合長がキーパーソンとして各関係者をつなぎ、円滑な合意形成が図られました。同一の自治体職員が事業の立上げから長期にわたり地域との合意形成を行ったことにより、キーパーソンとの連携も強固なものとなり、円滑な合意形成が進んだといえます。

なお、漁業者との調整においては、補償等について市や事業者から提示はせず、漁業振興基金を設立することとしています。五島市における浮体式洋上風力発電の導入に向けた取組と、各取組段階でどのような合意形成を図ったかについて、次ページの（2/2）に示します。

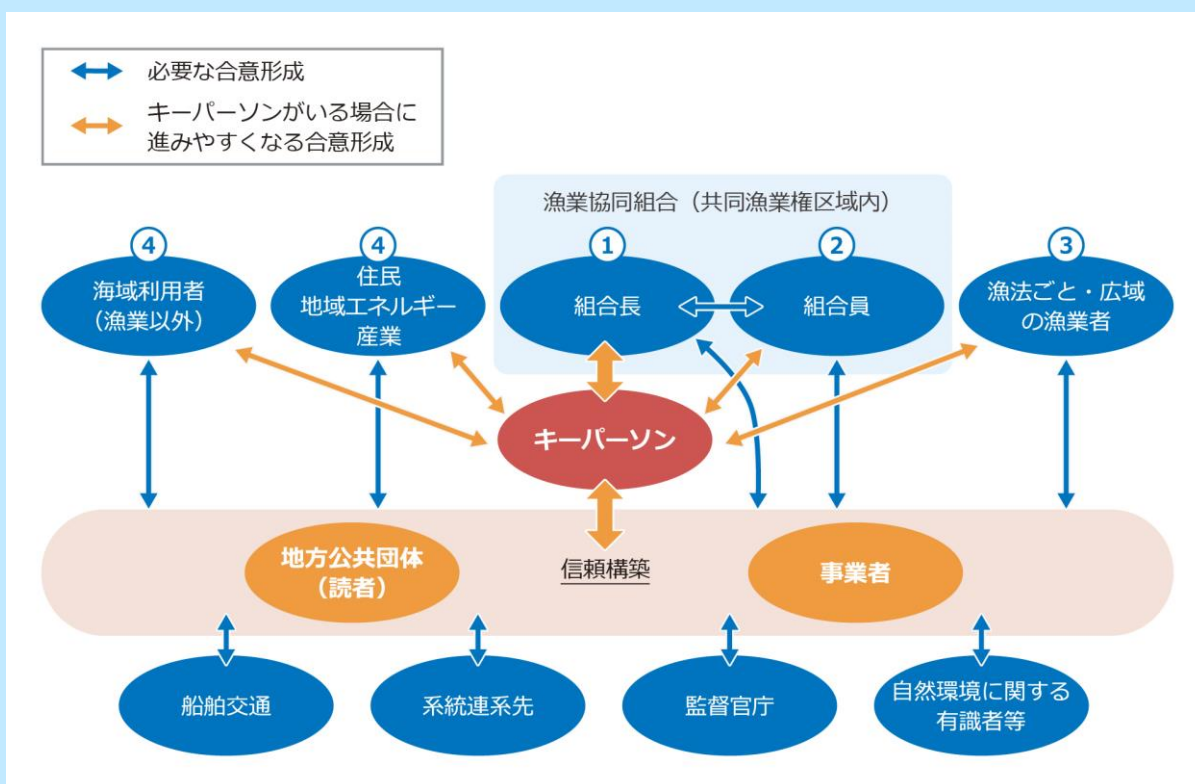


図23 五島市における浮体式洋上風力発電に関するステークホルダーの関係



コラム9 | 事例：（五島市）キーパーソンによる円滑な合意形成（2/2）

平成22年から五島市で共同研究を開始し（図24）、まず実証海域として柁島沖（共同漁業権の区域内）を選定しました。その際、漁業協同組合（以下「漁協」という。）の合意を得るに当たり、地元の2つの地域（伊福貴、本窯）と合意形成を図りました。

その後、平成27年に共同漁業権外の海域である崎山沖（大臣許可及び県知事許可漁業権の区域内）へ実証機を移設する際、五島市におけるキーパーソンである五島漁業協同組合の代表理事組合長の協力を得て五島市管内の三つの漁業協同組合及び組合長会に移設の計画について説明し、実証試験の結果を示したことにより一定の理解を得られ、この段階での大きな反対はありませんでした。

大臣許可及び県知事許可の漁業者との調整については、実証事業段階ではもともと大臣許可及び県知事許可の漁業者が操業していない範囲でエリアを選定したので、操業との調整は生じませんでした。大臣許可及び県知事許可漁業権の区域内へ移設する段階では、上述のとおり、大日本水産会や全国漁業協同組合連合会との打合せには代表理事組合長、五島市、長崎県が同席し、経済産業省と水産庁も参加を依頼した上で事前説明を行い、事業について理解を得ました。



図24 五島市における実証事業の流れ

写真出典：「崎山沖2MW浮体式洋上風力発電所」（リーフレットより）[53]



表 8 五島市の浮体式洋上風力発電事業の取組段階ごとの合意形成の実施状況

年	段階	ステークホルダー	合意形成の実施状況、各立場や移行状況等
2010 年 (平成 22 年)	海域選定	五島ふくえ漁協 漁業権管理委員会 伊福貴地区長・住民 本窯地区長・住民	■ 漁協（五島ふくえ漁協） ・ 梶島の漁業権管理委員会のメンバーの合意が得られれば了承する立場であった。 ■ 漁業権管理委員会 ・ 共同漁業権について協議する漁業権管理委員会は、地元住民（伊福貴地区、本窯地区）からの合意が得られれば、了承する立場であった。 ■ 地元住民（本窯地区） ・ 地元住民は事業による漁業や身体等への影響について懸念を表明したが、地区長は将来を見据えて賛成していた。 【五島市の対応】 ・ 浮体式は着床式よりも環境影響が小さいと考えられること等を説明の上、重大な問題が生じた場合には施設を取り払うことを条件として提示し、最終的に本窯地区の地元住民から合意を得られた。
2012 年 (平成 24 年)	小規模試験機の設置（梶島沖、1/2 スケール、100kW）		■ 地元住民（伊福貴地区） ・ 当初、実証機の設置には反対の立場を示す地元住民が目立った。一方で、地元住民は島の人口減少や高齢化等、将来について懸念を抱く地元住民もいた。
2013 年 (平成 25 年)	実証機の設置（梶島沖、2,000kW）		【五島市の対応】 ・ 反対意見に対して浮体式の導入は雇用機会の確保等、島が抱える課題解決のチャンスであること等を説明するなど一つ一つ丁寧に回答し、理解を得る努力をした結果、担当職員の「できることはやりましょう」というスタンス・熱意に共感を得て、合意を得た（反対から、承認・許容の立場に移行）。
2015 年 (平成 27 年)	実証機の移設（崎山沖、2,000kW）	関連する各漁協等	【五島市の対応】 ・ 共同漁業権外への移設に際し、許可をとるべき関係者を県の五島振興局に確認した結果、五島市管内の 3 漁協、組合長会（下五島の 3 漁協及び上五島の 8 漁協（当時）から成る会議）に説明する必要があることがわかった。 ■ 五島市管内の 3 漁協、組合長会 ・ 不安が全くないわけではないが、実証試験の結果（漁獲量調査の結果等）から、環境や漁業等への影響は少ないと認識したと思われる。そのため、大きな反対はなかった。 【五島市の対応】 ・ 集魚効果を疑問視していた一部の漁業者に対して、従前と同様に漁場を確保できること等を丁寧に説明し、合意を得た。報道関係者への説明の場では、漁業者に説明したこと以外は説明しなかった。 ■ 全国漁業協同組合連合会、大日本水産会 ・ 利害関係にはないと考えられたが国内で初めての浮体式洋上風力発電導入事業であったため、協議した結果、「関係漁業者の範囲としては、五島の地先の漁業者が受け入れるのであれば問題ないのではないか」という話があり、五島の関係者だけで話を完結できた。

(五島市関係者ヒアリング結果等から作成)

コラム 10 | 事例：（ロードアイランド州）研究者がハブとなる合意形成

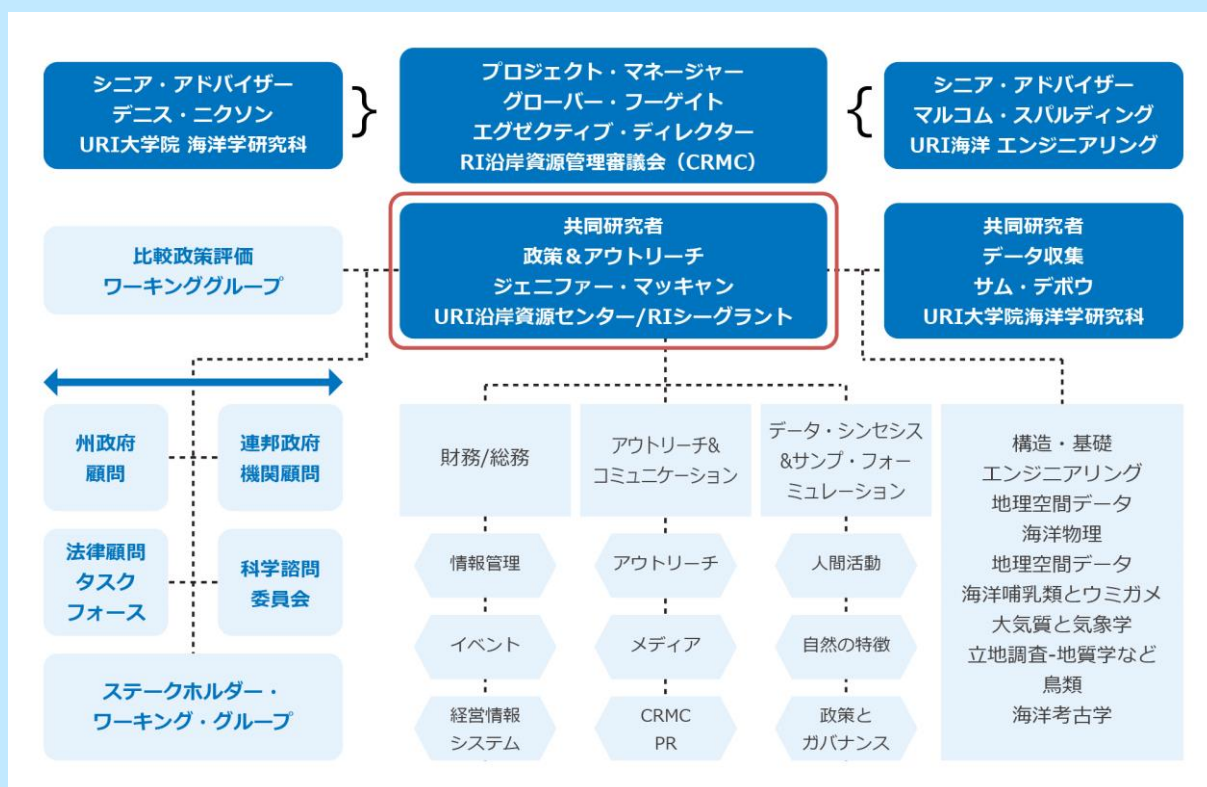
米国で初めて洋上風力発電を導入したロードアイランド州では、導入検討に先立ち、海洋の利用の在り方についての計画づくりを行いました。

計画づくりにおける原則として、次のようなことが挙げられます。

- ・情報は透明性のある形で整理・公開する（Web、メーリングリスト、ポッドキャスト等）
- ・全てのステークホルダーが計画づくりに早期に参画できる機会を確保する。
- ・既存の活動（漁業、レクリエーション、観光、交通、自然環境等）を尊重する。
- ・科学的な手法に基づく意思決定、順応的管理の確立 等

ステークホルダーとの合意形成に当たっては、大学の研究者が事業者とステークホルダーの間に入り、ハブとなって、客観的に立地調査等に関するデータを整理・評価しながら地域の意見をまとめました（図 25）。

大学では、設立当初から州の沿岸管理に関する委員会に対し助言や協力を行っており、沿岸の利用者と研究者をつなぐ働きを担ってきた経緯があることから、ステークホルダーとの元々の関係性を最大限活用するとともに、必要に応じ1対1での対話の場も選ぶなど、相手に応じて最適な手法を組合せて対話を行いました。



注1：赤枠は、合意形成においてハブの役目を果たした研究者グループを示す。

2：チャート図の各組織名の和訳にあたっては、徳永「米国における海洋再生可能エネルギー開発と海洋空間計画の役割：ロードアイランド州海洋特別エリア管理計画を例として」（2016年）[54]を参考とした。

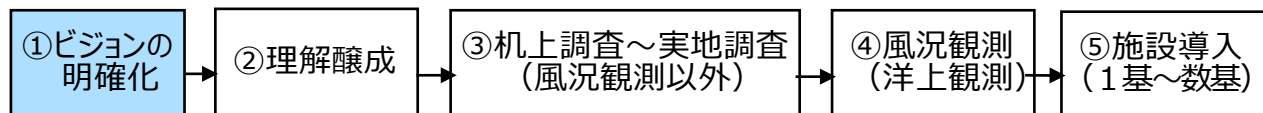
図 25 関係者のチャート

出典：McCann and Schumann, "The Rhode Island Ocean SAMP_A Practitioner's Guide", (2013年) [55]を基に作成

3) 合意形成を行うに当たってのステップごとの配慮事項

本節では、円滑な合意形成を行うに当たって、図 15 に示す離島への浮体式洋上風力発電導入検討と合意形成のステップごとに、配慮すべき事項について紹介します。

① 「①ビジョンの明確化」における配慮事項



i 庁内の実施体制の整備

庁内の連携として、地球温暖化対策部局や環境保全部局が連携するのみならず、農林水産事業者等の先行利用者との関係が深い部署（コラム 11 事例：（五島市）水産部局との連携を参照）や、再エネ導入の実施に必要な許可等を所管している部署等、幅広く連携することが重要です。

そのためには、庁内で、自治体として取り組むという意志決定と取り組む目的の共有が重要であり、「①ビジョンの明確化」のステップにおいて、庁内の合意を図っておく必要があります。

ii 道府県との連携（再掲）

離島に浮体式洋上風力発電を導入するに当たって、自治体は、以下の点からその自治体を包括する都道府県と関係を構築する必要があります。

- 離島への浮体式洋上風力発電施設の導入に向けた計画等が、包括する都道府県のエネルギーに係る計画等と整合している必要がある。
- ステークホルダーとの調整に関して、候補海域によっては、候補海域を含む地域に限らず、同都道府県内の近隣地域や同都道府県外の遠方の地域の者がステークホルダーとなり得るため、都道府県の協力、さらには国の協力が必要となる場合がある。
- 候補海域を含む地域に限らず、同都道府県内の近隣地域においても洋上風力の計画等がある場合、その調整状況等を考慮する必要があります。

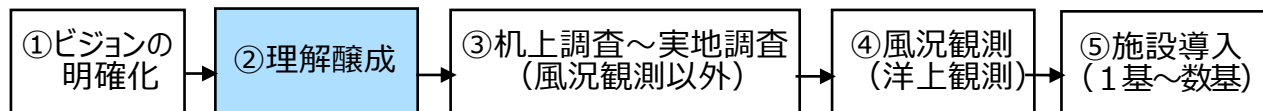
コラム 11 | 事例：（五島市）水産部局との連携

五島市が漁業者と協議や調整を行う際には、開発関係部局に加えて水産関係部局の職員も同行していました。漁業者との協議や調整に当たっては、担当職員（開発関係部局）の信頼関係の構築に加え、既に面識のある職員（水産関係部局）と漁業者の信頼関係も活用することが、円滑な合意形成を行うために重要と考えられます。

（五島市関係者ヒアリング結果から作成）



② 「②理解醸成」のステップにおける配慮事項



i 関係者との信頼関係の構築

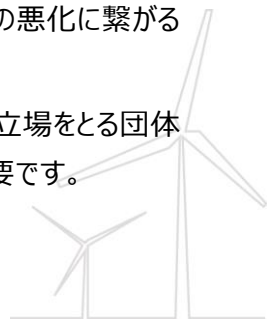
事業を円滑に進めていく上では、関係者の理解醸成を深め、関係者間で信頼関係を構築していくことが重要です。そのためには、以下に示すように「行政職員の熱量」や、「シナリオ、手順等の検討」等が配慮すべき事項等として挙げられます。

- 行政職員の熱量：関係者との信頼関係を構築していくためには、自治体職員がステークホルダーと対話を重ねるのではなく、熱量をもって「一緒に取り組む」という姿勢を示すことが重要です。そのためには、「①ビジョンの明確化」のステップにおける配慮事項でも示したとおり、自治体内で、自治体として取り組むという意志決定と実施目的の共有が重要です。
- シナリオ、手順等の検討：ステークホルダーとの信頼関係を構築していくためには、どのように合意形成を進めるか「シナリオ」を検討することも重要です。まずは地先の漁協との対話を開始すること等が考えられます。
- 事業者の継続性：事業についてステークホルダーの理解を得るには、事業者が事業途中で変わることなく継続的にステークホルダーとの関係性を構築し事業を進めていくことが重要です。調整に当たっては、地域の状況をよく把握している自治体職員が主体的に事業者等と調整を進める必要があります。

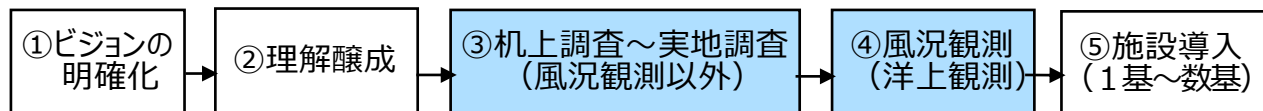
ii 情報の収集・発信

ステークホルダーの理解醸成を深めていくためには、必要な情報を収集し、発信していくことが重要です。そのためには、以下に示すように「メリットとデメリットの提示」や、「情報発信のタイミング」等が配慮すべき事項等として挙げられます。

- メリットとデメリットの提示：洋上風力発電事業の推進に当たっては、まず「漁業との共存・共栄が必要不可欠である」ことを念頭に置くことが重要です。また、理解醸成を図るには、「地域への経済効果」及び「地域の雇用創出」等が地域にとってのチャンスであることをステークホルダーに示すことが有効です。一方で、ポジティブな情報だけではなくネガティブな情報を合意形成の早い段階から提示する必要があります。
- 情報発信のタイミング：情報の提供については相手やタイミング等に十分気を配る必要があり、地元への情報提供や通知には漏れや遅れが無いようにすることが大切です。「報道を見て初めて情報を知る」ことがあると、ステークホルダーから不信感を持たれることが危惧されます。一方で、ステークホルダーから疑問点や懸念点が生じた場合は、時間が経過してしまうと関係性の悪化に繋がるため、速やかに対応することが重要です。
- 聞き取りの対象者の検討：合意形成における意見の収集に当たっては、反対の立場をとる団体等の意見も幅広く聞き取ること、多様な立場の意見を聞き取るようにすることが重要です。



③ 「③机上調査～実地調査、④風況観測」のステップにおける配慮事項



i 調査の実施

調査の実施に当たっては、以下に示すように「調査内容の検討」や、「調査結果の共有」等が配慮すべき事項等として挙げられます。

- 調査内容の検討：浮体式洋上風力発電施設の設置に伴い魚類、海生生物、鳥類などへの影響評価をしている事例はありますが、他地域の結果が導入を検討している当該地域にも該当するか否かについては当てはまるかは、留意が必要です。調査内容の検討に当たっては、地元住民の懸念事項を払拭できるような調査の実施を心掛けます。
- 調査結果の共有：調査の結果は、漁業者等への報告会やシンポジウム等で積極的に情報発信を行い、理解を得ていくことが重要です。
- 漁業への影響：調査を行う際には、漁業に支障が出ないように配慮する必要があります。調査の内容や結果を丁寧に伝えるなど、漁業関係者と信頼関係を築くことも重要です。

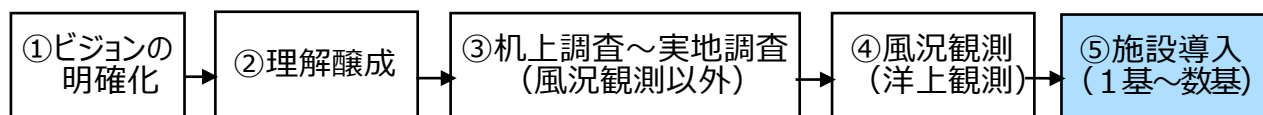
ii 漁業関係者との調整

可能な限り漁業への影響が少ない場所で事業を行うため、都道府県の水産部局からの協力が必須となります。

水産部局の管理している漁業や水産部局を通じて国で管理する漁業について確認することで関係する漁業者や漁業団体を特定し、その上で都道府県のエネルギー部局と説明等に向けた調整を進めます。

なお、関連する漁業団体との調整について、地域調査業務を実施した自治体に聞き取りを行ったところ、漁業団体への「説明会」や「意見交換会」の実施や、必要に応じて「現地視察」や「懇談会の開催」等を行っています。

④ 「⑤設備導入」のステップにおける配慮事項



i ステークホルダーの不安・懸念の払拭

設備導入の段階においても、ステークホルダーからの懸念事項や不安の声が寄せられる可能性があります。丁寧に懸念点を把握して対応するほか、設備導入によって明らかになった事業の効果等について調査し情報開示したりすること等が重要です。地域の住民から実際に寄せられた質問の例については、コラム 12 事例：（五島市）住民から寄せられる質問とその対応を参照してください。



コラム 12 | 事例：（五島市）住民から寄せられる質問とその対応

住民から寄せられた質問とその対応について、五島市では次に示すものがありました。

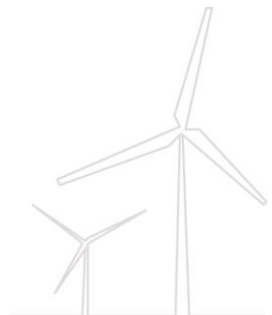
- 洋上風力発電施設の実証開始当初、導入に伴う人体への影響や漁業資源への影響が懸念されました。

実証事業の中で環境調査を行ったこと、また、実証事業による施設の設置に伴う集魚効果が見られたことにより、人体や漁業へ大きな影響はないことについて一定の理解を得られました。

- 「電気料金は安くなるのか」という質問が多く寄せられました。

再エネによる電気の販売の仕組みについて説明の上でご理解いただき、必ずしも大幅に安くなるわけではないことに対してもご理解を求めているところです。

（五島市関係者ヒアリング結果から作成）



(2) 候補海域について

候補海域を選定するに当たっては、環境保全を優先するエリア等を設定するゾーニングによる情報収集を行った上で、合意形成を図っていきます（図26、図27）。

情報収集としては、海底地形、気象、海象、風況、生物の分布・利用状況、漁業者・防衛関連施設等の海域の利用状況等の把握が必要です。防衛関連施設等との調整については詳細を後述します。

また、具体的な手法等については、環境省「風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第2版）」（2020年3月）[56]等を参照してください。

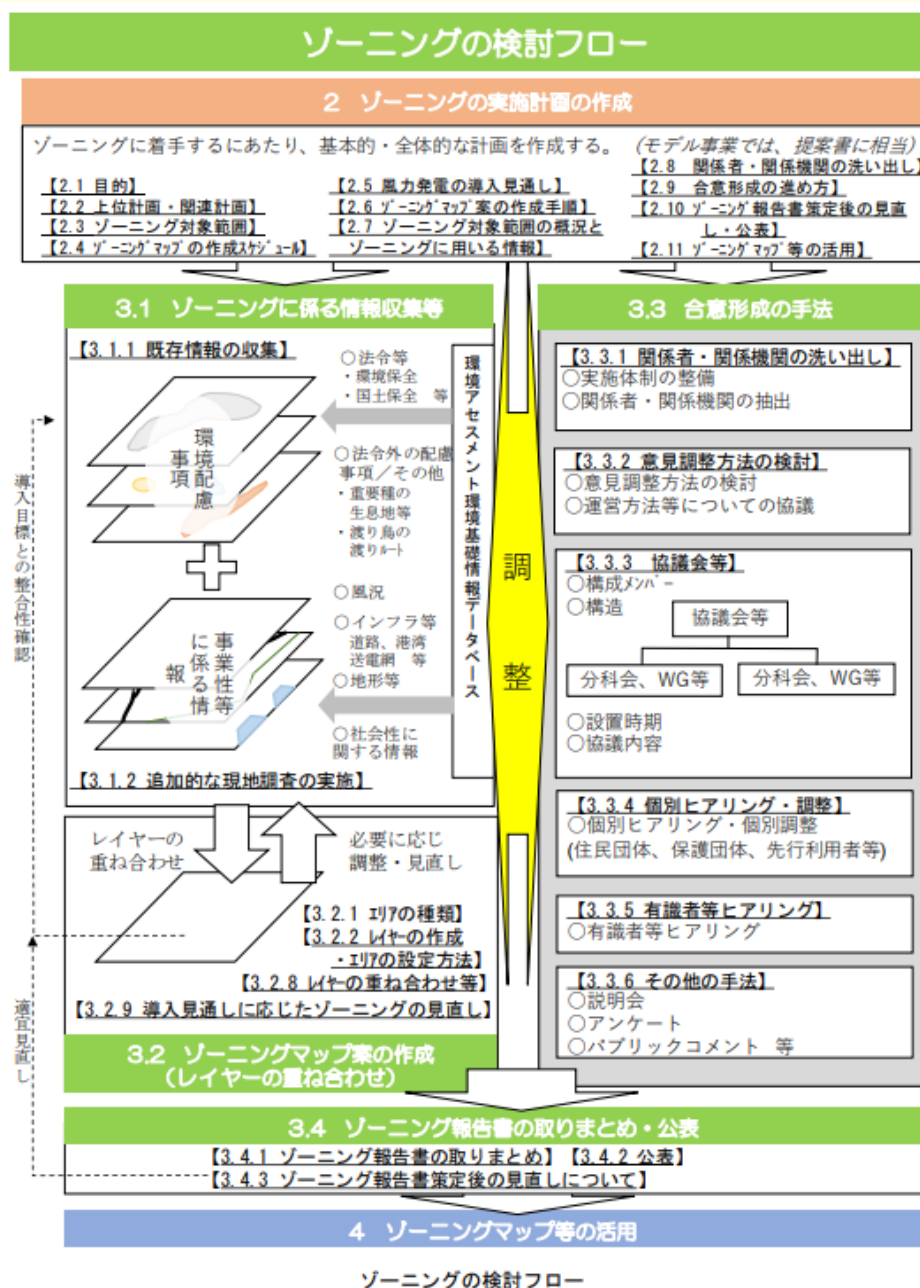
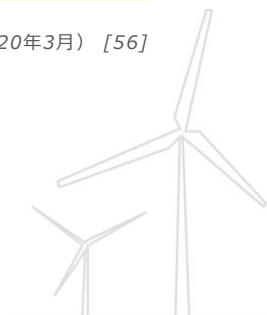
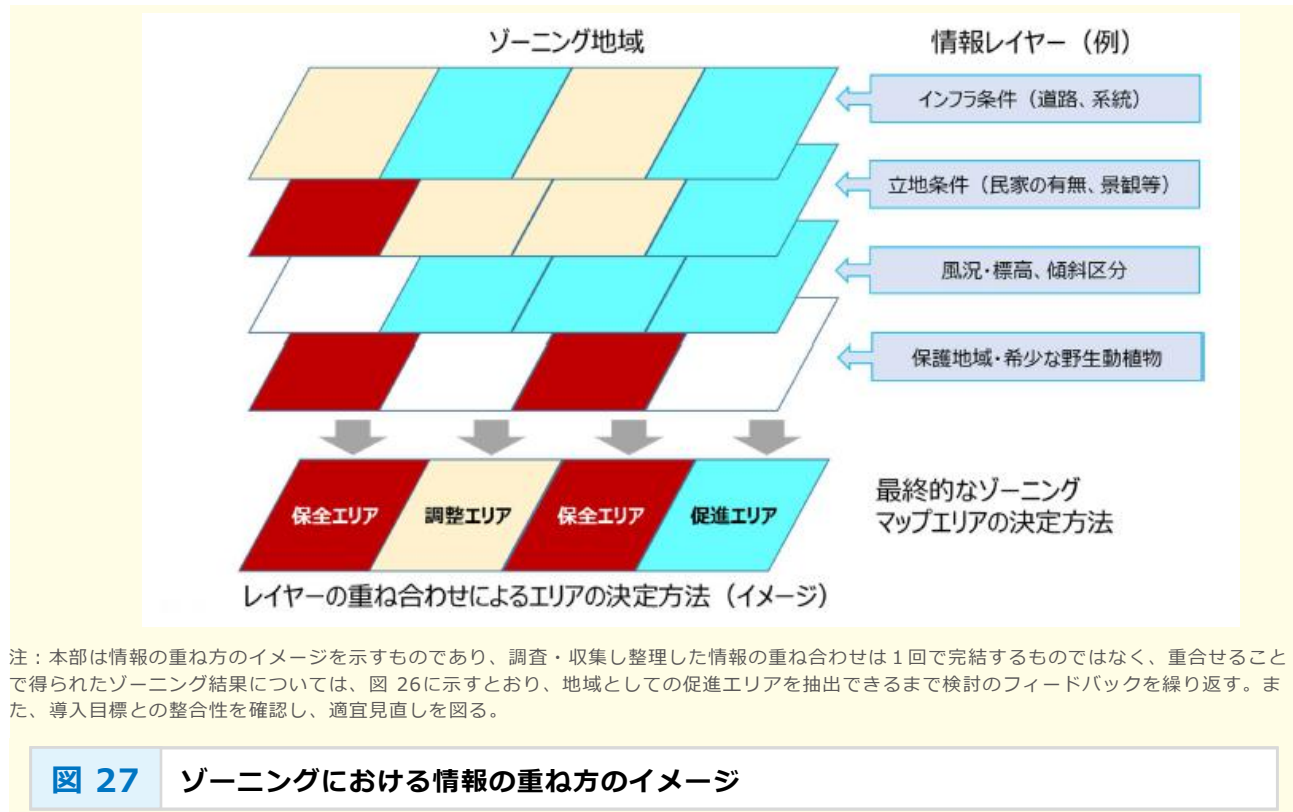


図26 ゾーニングの検討フロー

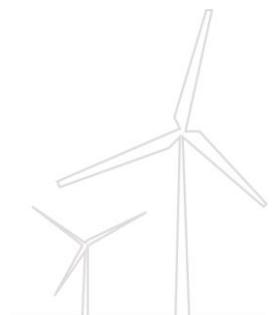
出典：環境省「風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第2版）」（2020年3月）[56]



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点



出典：環境省「風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第2版）」（2020年3月）[56]より作成



コラム 13 | 事例：（西海市）ゾーニング

長崎県西海市では、平成28～29年度の2か年にわたって環境省「西海市風力発電等に係るゾーニング計画」を受託し、平成30年3月に計画書を西海市のWebページにて公表しています（図29～図30）。

ゾーニングの検討にあたっては、図28の手順でゾーニング計画の検討が行われ、「候補エリア」から漁場や航路、世界遺産候補構成資産からの眺望景観といった条件に該当するエリアを除外した上で、地域の合意が得られた地区を「事業推進エリア」として選定しています。

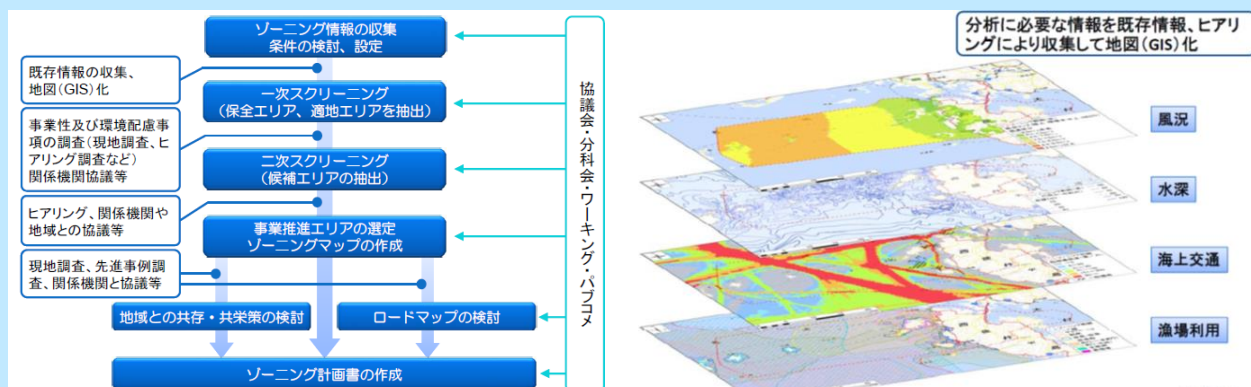


図 28 ゾーニング情報の収集

図 29 「事業推進エリア」の抽出

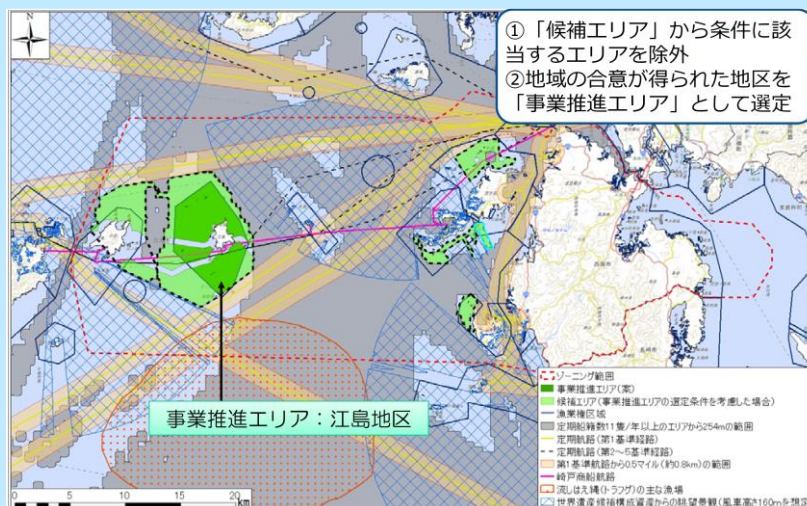


図 30 情報の重ね合わせによる事業推進エリアの抽出結果

出典：環境省「報告会資料「西海市風力発電等に係るゾーニング計画【報告】」（2018年3月29日）[57]
<https://www.city.saikai.nagasaki.jp/shisei/shinoseisaku/3/10/2857.htm>



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

防衛関連施設との調整について、風力発電施設は、自衛隊・在日米軍のレーダーなどの防衛関連施設等やその通信状況などに大きな影響を及ぼす可能性があります。

風力発電施設による安全保障への影響を回避し、自衛隊・米軍の円滑な運用の確保と風力発電の導入促進の両者を両立するため、風力発電施設の建設・建て替えを計画する場合は、事業計画を作成する段階で防衛省へ相談することが必要です。

事前相談は、図31に示す風車情報入力シートへ事業に関する風車の情報を記入の上で、風車情報入力シートが掲載されているサイト上の送信フォームに添付することで行います※23。

風車情報入力シート

各機関連絡先： 内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室
国土交通省水管理・国土保全局河川計画課
気象庁大気海洋部観測整備計画課
防衛省防衛政策局運用基盤課

のセルのみご記入ください
事業計画作成や手続き等に支障をきたすことがないようにご相談させていただくことを目的としております。
可能な限り早期にご連絡をお願いいたします。

項目は7までありますので、お気を付けてください。

1 事業者名等

2 事業名 (仮称でも構いません)

3 風車を設置する自治体名 都道府県名 (可能であれば区市町村名まで。洋上の場合は関係自治体)

4 風車毎の緯度経度・標高 (現時点での想定で結構です。ブレード先端幅W1については、不明であればブレード最大幅W1の1/2と仮定して影響評価を行います。)

No.	緯度(北緯を10進数で記入) Latitude	経度(東経を10進数で記入) Longitude	標高 [m] (a)Altitude of Site	風車機種 WT Model	メーカー Manufacturer
1	35.658620	139.745450	0.0	△△	〇〇
2					
3					
4					
5					
200					

5 風車の概略位置を示す地図 (防衛省のみ) ファイル添付をお願いします。4の設備のおおよその位置確認に使います。ファイルサイズは1Mbyte未満で、ファイル形式はpdf等の一般地図は、前項4に記載する風車の番号とそれぞれの位置を明記した詳細図面のほかに、事業計画の位置を明記した広域図面 (次シートの以下、防衛省に提出いただく場合に可能な範囲で記載をお願いします。また、今後防衛省から問合せをする可能性がありますので、ご承知おきください。)

6 作業予定等

①立地調査	〇年〇月〇日～×年×月×日
②風況調査	〇年〇月〇日～×年×月×日
③環境アセスメント (全体スク)	〇年〇月〇日～×年×月×日
④工事開始	〇年〇月〇日
⑤使用予定の作業用クレーンの高さ、風車の高さの推移	〇年〇月〇日～×年×月×日
⑥運転開始	〇年〇月〇日

7 計画の状況

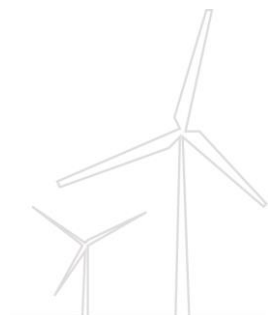
①事業者選定・計画認定 (再エネ海域利用法15・17条、港湾法37条の5・37条の6)等の状況	選定事業者選定〇年〇月〇日 公募占用計画認定〇年〇月〇日
②FIT認定 (再エネ特措法9条)等の状況	事業計画認定〇年〇月〇日
③工事計画届出 (電気事業法4条)	設置工事届出受理〇年〇月〇日

図 31 風車情報入力シート

出典：防衛省「風力発電設備が自衛隊・在日米軍の運用に及ぼす影響及び風力発電関係者の皆様へのお願い」(2023年7月25日更新) [58]

<https://www.mod.go.jp/j/approach/chouwa/windpower/index.html#sec08>

※23 フォームの変更の有無等については、適宜防衛省Webサイトで最新の情報を確認する必要があります。



(3) 事業性の考え方について

第2章(2)の1)で浮体式洋上風力発電の導入にあたってステップごとに取り組む内容を記載した中で、④施設導入のステップで事業化に向けた方針を検討する内容を例示しました。本節では、離島の地域特性と浮体式洋上風力発電事業の事業特性を踏まえた事業性に対する考え方や、事業性を考える上で重要な視点となる地域のエネルギーの有効利用について説明します。

1) 事業性の考え方について

第2章(2)の2)で、浮体式洋上風力発電事業の採算性を含む事業性の評価は事業者が主体的に行い、自治体はその検討結果を把握することとしています。離島への導入については、イニシャルコストが大きいという特性から、小規模の場合、各種の補助制度を活用しても、浮体式洋上風力発電事業単体で採算性を確保することは困難となる場合があります。そこで、事業者が検討した採算性を含めて事業性を評価する際には、次に示す留意点や資金調達における工夫が考えられます。

① 事業性を評価する際の留意点

自治体職員が事業性を評価する際には、浮体式洋上風力発電事業の採算性だけでなく、④施設導入のステップで検討する内容に示されているとおり、浮体式洋上風力発電施設の導入により地域経済の裾野が広がる場合などの地域振興といった広範な利益も含めた評価を行うことが重要と考えられます。浮体式洋上風力発電施設の導入事業の採算性にとらわれない、地域への多様な経済効果については、コラム3事例：(五島市) 五島市における産業創出及び既存産業への波及効果(P.17)及びコラム4事例：(五島市) 浮体式導入による脱炭素化以外の多様なメリット(P.18)も参照してください。

キャッシュフローによる事業性評価や事業性リスクについては、NEDO「着床式洋上風力発電導入ガイドブック最終版(2018年3月)」[59]等の資料を参照してください。事業単体の採算性については、コラム14事例：事業単体の評価ツール、考え方(P.50)を参照してください。

コラム 14 | 事例：事業単体の評価ツール、考え方

風況調査結果から、事業性を検討する際、事業単体の事業性を評価する場合は、一般社団法人低炭素投資促進機構「分散型エネルギーシステム構築ガイドブック」(2019年3月)が参考になります。

下の項目についての考え方や、簡便に分析するために活用できるツール等(図32)が紹介されています。

- 事業実施時のコスト構造
- 評価指標、
- 簡易的な収支予測 など

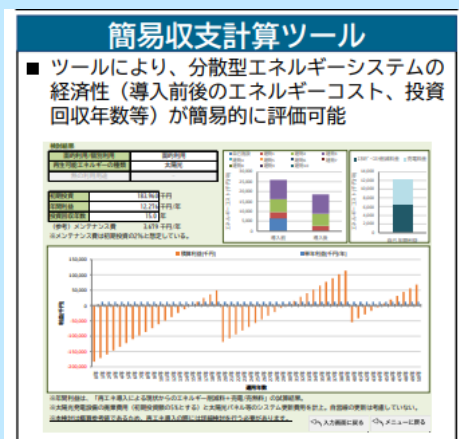


図 32 簡易収支計算ツール

出典：一般社団法人低炭素投資促進機構「分散型エネルギーシステム構築ガイドブック」(2019年3月) [60]

第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

② 資金調達について

離島への発電施設の導入事業における資金の調達方法について、環境省「離島における再エネ自給率向上ガイド」（2023年3月）[8]において整理されている次の方法が考えられます。また、事業者と協議の上で、事業者が応募できる補助金や交付金の活用も有効です。

- 離島において再エネ導入を図る場合は、補助金や交付金（以下「補助金等」という。）を活用することが一般的に多くみられます。補助金等は、**地域活性化や脱炭素化、災害時のレジリエンス向上等**の取組の一環として再エネ導入を図る場合に支援が受けられます。また、本土の地方公共団体と比べ、**離島の地方公共団体向けに補助率が高くなっている補助金等**もありますので、そのような補助金等を中心に活用可能性を検討するのがよいでしょう。**都道府県の補助金等や、都道府県が利用できる国の補助金等**を活用する方法も考えられるため、**都道府県に相談する**のも一つの方法です。
- 補助金等で支援を受ける分以外の資金について予算の確保が必要になります。地方公共団体においては、**過疎対策事業債**もあわせて活用する方法もあります。
- 公共事業を実施するための手法の一つとして建設・運営等に民間の資金やノウハウを活用する**PPP/PFI 事業**として再エネ事業を実施する方法も考えられます。

出典：環境省「離島における再エネ自給率向上ガイド」（2023年3月）[8]

地域脱炭素化の支援策については、地域脱炭素のための様々な取組（設備導入支援、人財支援、地方財政措置等）に対する関係府省庁の主な支援ツール・枠組みを取りまとめた、環境省「支援メニュー等-脱炭素地域づくり支援サイト^{※24}」[61]を参照してください。

※24 <https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/supports/#local> を参照してください。また、支援メニューのうち、地域脱炭素推進交付金（脱炭素先行地域づくり事業・重点対策加速化事業）については、参考資料9「地域脱炭素推進交付金（脱炭素先行地域づくり事業・重点対策加速化事業）」を参照してください。



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

2) 地域のエネルギーの有効利用について

浮体式洋上風力発電施設を導入し、地域のエネルギーの有効利用について検討するに当たっては、風力発電が変動電源であること、また、本土のように大きな系統に接続されていないことを踏まえると、突発的な需要の増減に対応するために、需要を予測又はリアルタイムで把握し、計画的に需要量と供給量の調整を行う（柔軟性を確保する）ことができるようにしておくことが必要です。そのため、システムにより地域のエネルギー・マネジメントを行うことをあらかじめ計画しておくことや、需要喚起の観点からセクターカップリングの推進等により電化率を高めることも重要です。また、エネルギー・マネジメントやセクターカップリングにより、系統全体を管理するという考え方も重要です。

なお、内燃力発電の柔軟性を補うものの一つとして、エネルギー貯蔵システムが挙げられます。エネルギー貯蔵システムにはコストの安い順に、温水貯蔵、フライホイール、電気自動車(EV)の充放電、定置型蓄電池、水素貯蔵などがあり、離島の産業や環境に合った選択肢を選ぶことが大切です。

① エネルギー・マネジメント

エネルギー・マネジメントシステム（Energy Management System（以下「EMS」という。））には、地域全体のエネルギーを管理するシステムであるCEMS（Cluster／CommunityEMS）（図33）、太陽光発電システムや蓄電システムなどの分散型電源を統合する管理システムの総称であるDERMS（Distributed Energy Resource Management Systems）等があります。



注：葛尾村スマートコミュニティにおけるCEMSは、地域内の電力需要・供給の最適化、太陽光発電と蓄電池を効率的に運用するための制御システムとして位置付けられている。

図33 地域におけるCEMSの位置付けイメージ

出典：葛尾村「葛尾村スマートコミュニティとは」（2021年6月）[62]

<<https://www.katsurao.org/soshiki/21/katsuraosumakomikaisi.html>>

エネルギー・マネジメントの方法の一つに、デマンドレスポンス（Demand Response, 以下「DR」という。）があります。DRとは、需要家側エネルギー・リソースの保有者もしくは第三者が、そのエネルギー・リソースを制御することで、電力需要パターンを変化させることです[63]。電力系統の容量が小さい離島に変動電源である再エネを導入するに当たっては、電気のピーク需要のタイミングで需要機器の出力を下げることで需給バランスを取ったり（下げDRの一例）、再エネ発電による余剰電力を蓄電池の充電によって吸収（上げDRの一例）したりすることで供給量を平準化するという運用が重要になります。

DRの例としては、宮古島における取組が挙げられます。大きな河川がない宮古島では、地下ダムから水を汲み上げて農業用水として使うための仕組みを利用する上で電力消費が発生していました。この仕組みも自動制御されたDRによる運用コントロールの対象とすることで、電力需給バランスを取る

第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

上での柔軟性の一つとしてシステムに組み入れています（図34）。このように、農業や、観光業が盛んな離島であればホテル等の施設を含む観光業関連施設といった既存産業分野における電力需要をDRにより運用することでエネルギーマネジメントを図ることが考えられます。



図34 離島におけるデマンドレスポンスの例（宮古島市）

出典：宮古島市企画政策部エコアイランド推進課「宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業～持続可能な島づくりの取り組み～」
(2020) [64]

EMSの構成等については、参考資料12「エネルギーマネジメントについて（3つの効果）」、一般社団法人低炭素投資促進機構「分散型エネルギーシステム構築ガイドブック」（2019年3月）[60]等を参照してください。

第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

② セクターカップリング

エネルギーマネジメントを行う中で、電力需要の創出や需要の平準化といった観点から、これまでは電力を活用してこなかった分野（以下「セクター」という。）と電力をつなげるセクターカップリングの推進も重要です。

セクターカップリングとは、複数の分野の事業を組合せることを指し、個々の事業だけでは得られない脱炭素化、防災性向上、地域経済貢献、また、事業収支改善などの効果が得られます。一般的には熱部門や運輸部門と電力部門の相互結合など部門を超えたエネルギー需給構造の最適化をし、電力系統の柔軟性高めることを指し、環境面以外の社会的効果や事業収支改善効果も含まれます。エネルギーマネジメントやセクターカップリングにより、系統全体を管理するという考え方が重要です。

例えば、内燃力発電をコジェネレーション化し、地域熱供給や公共設備・農業設備などの特定施設への熱供給を行うことにより、エネルギー効率を高めるとともに、高い柔軟性が供給できます。離島系統の需給に合わせ、需要が少ない時間帯に温水をつくり貯熱槽に貯めておくことにより、数時間～数ヶ月のエネルギー貯蔵が可能となり、特に冬季の厳寒期のピーク需要をピークカットもしくはピークシフトすることが可能です。熱供給により、従来化石燃料を用いていた暖房を減らすことができ、熱部門での脱炭素を促進することもできます。

また、島内の乗用車やバス・トラックをEVに置き換えることは運輸部門での脱炭素を促進することにつながりますが、同時にEVの充放電をデマンドレスポンスの一種として需給調整に活用することで、運輸部門からの高い柔軟性を島内系統に供給することも可能です。小田原市では、図35に示す事例のように、EVカーシェアリングと再エネ等を活用した地域新電力によって、余剰電力をEVの蓄電に利用することで電力需要の変動を平準化し、発電した再エネを有効的に使う環境を整えることで、再エネ導入規模の拡大につなげるといった取組を行っています。

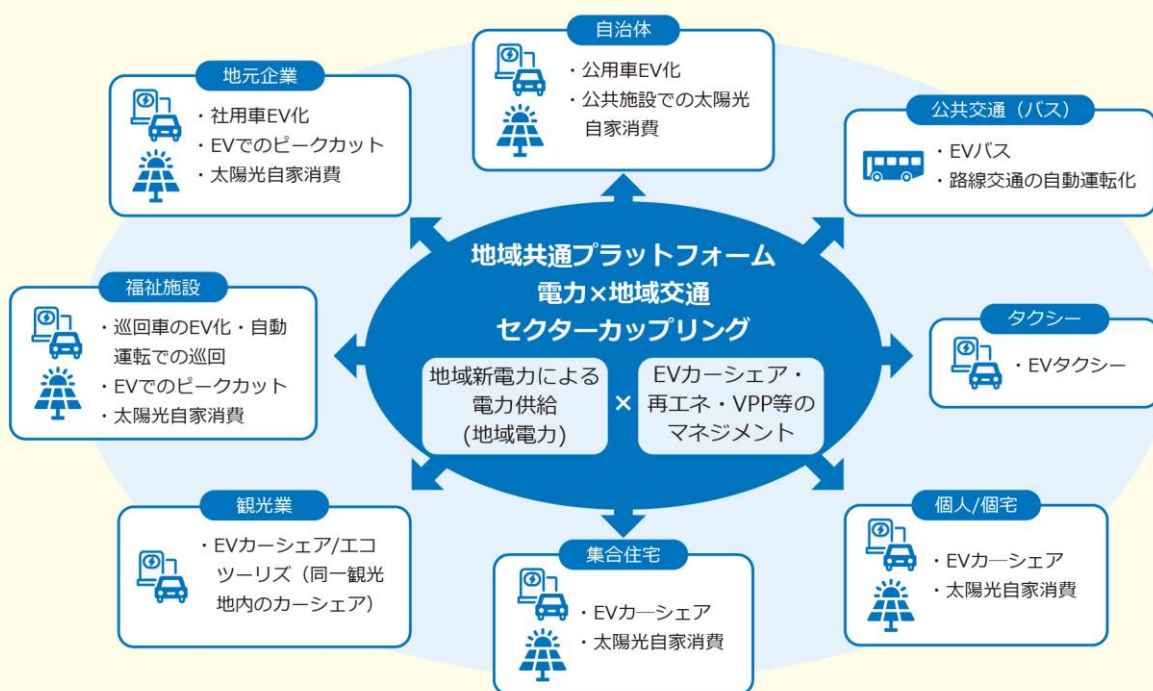


図 35 セクターカップリングによって目指す将来像の例（小田原市）

出典：環境省「環境ビジネスの先進事例集「8. 湘南電力株式会社／株式会社REXEV（2/2）」

（2022年3月）[65]より作成

(4) 人材育成等について

洋上風力発電施設は、設置から約20年間発電に係る運転を行うことから、製造や建設のみならず、運転期間中のO&Mの担い手を確保することが必要です。O&Mの担い手としては、信頼できるメンテナンス業者と提携することが大切です。離島においては、突発的なトラブルへの対応が必要になった際に、本土からO&Mを担える技術者をタイムリーに招くのは天候や海況等の条件から難しい場合があるため、島内での人材確保が重要になります。確保に当たっては、既存産業に従事する人材の活用という視点のほか、島内だけでなく島外から新たに人材を獲得するといった視点も有効です。さらに、地域産業振興を見据えるとメンテナンスのうち基礎的な部分は地域の人材で対応できるよう、人材育成にも先行投資する視点が大切です。

また、国産の風車を選定することによりメンテナンスできる技術範囲や供給可能な部品の国産割合が増すと考えられることから、地域及び国内におけるサプライチェーンの構築において、より有利に働くと言えます。

地域におけるO&Mに係る産業育成や人材育成についての事例は、コラム 15 事例：(五島市) 建設会社から風車メンテナンス会社へ (P.56) 及びコラム 16 事例：(長崎県) 洋上風力に関わる人材育成の取組 (P.57) を参照してください。洋上風力の各業務分野(調査・設計、製造、組立・設置、運用・メンテナンス、撤去)で必要となる人材や具体的な業務内容、また、各人材に対しての必要資格・スキル、関連のある産業・職種については、一般社団法人日本風力発電協会「洋上風力スキルガイド(第1版)」(2022) [66]を参照してください。

また、自治体として、外部の人材・組織と新しいつながりを構築する機会としては、ネットワーキングイベントへの参加が考えられます。例えば、環境省が主催する地域脱炭素ネットワーキングイベントは、地域脱炭素推進に取り組む意向のある地方公共団体と脱炭素に関連する豊富な経験・ノウハウ・知見を有する企業の協働を目的とし、双方の人的ネットワークを構築することを目的に開催され、実際に複数の自治体で協業につながった例が見られます。このような機会を活かして、人的ネットワークを構築するとともに、自治体が自ら参加することにより脱炭素化に向けたビジョンの実現に向けて、浮体式洋上風力発電の導入検討に必要な知見を得ることで、自治体としてのスキルアップにもつながるものと考えられます。



図 36 環境省地域脱炭素ネットワーキングイベントの開催状況(2022)

出典：環境省「令和4年度 地域脱炭素推進のためのネットワーク構築委託業務～地域脱炭素ネットワーキングイベント～」昨年度の様子(2022年11月) [67]



コラム 15 | 事例：（五島市）建設会社から風車メンテナンス会社へ

五島市では、地元の建設会社である有限会社イー・ウィンド（長崎県五島市）が、五島市内で稼働していた陸上風力発電施設のメンテナンスを島内企業で担う必要性が生じたことから、風車のメンテナンス事業に業態を転換し、現在では五島市内の洋上風車のほか、国内の複数の風力発電所の風車の定期点検も担っています（図 37）。

国内風車の点検を主に扱い、それまで国内になかった風車のメンテナンス人員のスキルに関する基準作りも行いました。

各地域でのメンテナンス事業者の育成も手掛けており、風車の実機を使ったメンテナンス実習を行えることが特徴です。（詳細はコラム 16 事例：（長崎県）洋上風力に関わる人材育成の取組を参照してください。）



図 37 ロープワークによる重機を用いないブレード点検の様子

出典：イー・ウィンドWebサイト <<https://e-wind.jp/>> [68]



コラム 16 | 事例：（長崎県）洋上風力に関わる人材育成の取組

◆期限付で正社員登用した上での人材育成の取組

風車のメンテナンスに関わる人材を新たに育成するには、その間の費用をどのように捻出するかが課題になる傾向にあります。そこで、イー・ウィンドでは、正社員として3年間採用の上で研修し技術を磨く、「E-WIND人材育成コース」を設けて、人材育成に取り組んでいます（図 38）。



図 38 E-WINDアカデミーの概要

出典：イー・ウィンドWebサイト <<https://e-wind.jp/>> [68]

◆体系的な知識獲得と実践的な洋上作業研修の取組

長崎海洋産業クラスター形成推進協議会による長崎海洋アカデミー（以下「NOA」という。）は、洋上風力発電に関する広範かつ専門的な知識をまとまって得られる講座を開設しています（表 9）。着床式だけでなく浮体式に特化したコースもあり、自治体職員の受講実績もあります。

また、今後はO&Mに関わる人員育成として、洋上での作業に関する国際的な資格制度に基づくコースも開講予定です。長崎県内の離島に整備予定の施設では、洋上タワーとCTV（作業員輸送船）を用いた、洋上での乗り移り訓練も可能であり、実践的なスキルの習得の場となることが期待されます。



第3章 離島への浮体式洋上風力発電導入検討に当たっての留意点

表 9 NOAで開講中の講座一覧

長崎海洋アカデミーの開催コース（A-0以外は）全て2日間、定員20名のハイブリッド開催		
C: 連携 コース	A-0 半日・入門コース	自社開発中 洋上風力発電に関する歴史と社会的背景、事業の流れ、必要な手続き、国内外の最新の動向を学ぶコース。
	A-1 総論	オランダ DOBアカデミーをベースに日本市場向けにアレンジ 洋上風力産業の業務遂行に必要な知識を俯瞰的に幅広く、十分な深さで習得するためのコース。
	A-2 事業開発	オランダ DOBアカデミーをベースに日本市場向けにアレンジ プロジェクトを管理、業務遂行するための洋上風力の開発から撤去まで一連のプロセスを学ぶコース。
	A-3 ウィンドファーム認証とマシントランシーサーベイ、及び保険・ファイナンス 2日間	日本海事協会、東京海上日動、三菱UFJ銀行が講師。認証や保険、リスク、ファイナンス等を短期間で習得。
	A-4 浮体式洋上風力発電コース	オランダ浮体技術企業Vryhofとの共同開発 浮体式洋上風力発電のエリア選定、調査、設計、製造、施工、メンテナンス等を学ぶ。
	A-5 洋上風況観測・解析と発電量予測コース 2日間	神戸大学との共同開発 売電収入、安全性に直結する風況海象データの取得方法と解析方法を最新の理論に基づいて学ぶ。
	C-1 海底地盤調査・解析と洋上施工	洋上施工の方法と留意点、使用される施工船、専用器具、環境影響への緩和策等を事例紹介を交えて習得。
	C-2 EPCプロジェクトマネジメント	エンジニアリング協会とその会員企業より提供 プロジェクト全体の進め方や不測事態への対応など、想定したプロジェクトによるケーススタディで習得。
	C-3 洋上風力発電におけるHSE基礎コース	エンジニアリング協会とその会員企業より提供 日本国内で洋上風力発電プロジェクトを安全に進めるために、どんな準備をしておかなければならないかについて学ぶ。
	C-4 送電システムの基礎コース	エンジニアリング協会より提供 海底ケーブルの線路設計、製造、施工に至る一連の現状技術の紹介と今後の課題、動向について学ぶ。



NPO法人 Nagasaki Marine Industry Cluster Promotion Association
長崎海洋産業クラスター形成推進協議会

1

出典：長崎海洋産業クラスター形成推進協議会提供資料

NOA Webサイト <<https://noa.nagasaki.jp/>> [69]

終わりに

2050年のカーボンニュートラルに向け、離島においても地域脱炭素化を達成するためには、再エネの導入について検討することが必要です。離島の再エネ電源の導入は、脱炭素化に資するのみならず、地域経済活性化に貢献するほか、エネルギーの外部依存性が低減し自立することによる災害時のレジリエンス向上等にも繋がります。離島は沿岸から水深が深くなる、沖合の風況資源が豊かであるといった特徴を有しているため、浮体式洋上風力発電施設の導入に適性があると考えられます。

電力系統の観点から、離島という規模の小さな独立系統に変動電源である浮体式洋上風力発電を接続しても系統を安定させるためには、新たな柔軟性供給源の発掘が重要です。また、比較的小さな電力需要と浮体式洋上風力発電からの電力供給のバランスを取るには、積極的なセクターカップリングによる需要の創出とデマンドレスポンスによる地域のエネルギーマネジメントが重要となります。

離島への浮体式洋上風力発電施設の導入を検討する上では、理解醸成は重要となる観点から、本手引ではステークホルダーの適切な把握と合意形成を丁寧に記載しました。具体的には、①ビジョンの明確化、②理解醸成、③机上調査～実地調査（風況観測以外）、④風況観測（洋上観測）、⑤施設導入（1基～数基）の五つのステップを設定しました。読者として想定した自治体が主体的に取り組む内容は、特に①ビジョンの明確化および②理解醸成のステップです。③机上調査～実地調査（風況観測以外）～⑤施設導入（1基～数基）でも、自治体が引き続きステークホルダーとの合意形成を図りながら、明確にしたビジョンに照らして事業者の取組を支援し、事業者の調査・検討結果を踏まえて判断することが必要になります。

ステークホルダーを適切に把握して協議を進めるに当たっては、導入検討の初期段階で自治体としてのビジョンを明確化し、都道府県や一般送配電事業者との協議・連携体制を構築することが重要です（①ビジョンの明確化）。次に、発電施設の導入検討に先立ち、現地での調査を実施することについて、ステークホルダーとの合意を形成していきます（②理解醸成）。現地調査の合意を形成できたら、机上調査、実地調査を行います（③机上調査～実地調査（風況観測以外））。実際の事業のイメージにより近い、洋上に観測塔を建てることに合意が得られたら、④風況観測（洋上観測）を行います。観測結果等から、事業性を検証し、事業スキーム等を検討の上で、⑤施設導入に移ります。

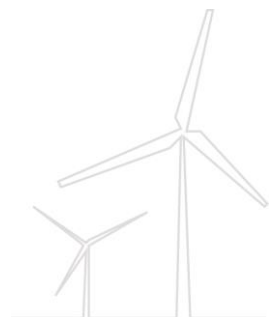
小規模～中規模な浮体式洋上風力発電による事業化を検討するに当たって、本手引の公開時点での導入コストからは、事業スキームの構築に当たって、国や都道府県等の支援の活用について検討することも重要な視点となります。また、事業性を評価するにあたっては、事業の採算性だけでなく、離島の中の関連産業の振興や漁業への効果を含めて検討する必要があります。

浮体式洋上風力発電は、他の再エネ電源と比較してステークホルダーが多いことから、導入を検討する自治体が合意形成の主体となりステークホルダー等と連携しながら進めていくことが大切です。本手引は、地産地消型の浮体式洋上風力発電の導入を検討する自治体に対して、過去の実証事業等で蓄積された知見等を基に、ステークホルダー等と連携をしながら再エネ導入を行う際のポイントや注意点をとりまとめております。地域それぞれの特性を考慮しながら丁寧な合意形成を行い、導入に向けた検討を行うことに際して、本手引が参考となれば幸いです。



参考資料

- (1) 既存マニュアル・技術指針等
- (2) 費用便益分析に基づく再エネ導入効果の検証事例
- (3) 経済・技術モデルによるエネルギーシナリオ検討事例
- (4) 地域循環共生圏と地域経済循環分析について
- (5) 海外における洋上風力発電施設と集魚効果
- (6) 建設から運転・O&M・撤去までの工程
- (7) 再エネ海域利用法と洋上風力発電の導入
- (8) 港湾法と洋上風力発電の導入
- (9) 地域脱炭素推進交付金（脱炭素先行地域づくり事業・重点対策加速化事業）
- (10) 離島の電気事業制度、電気料金に係る仕組み
- (11) 離島の電気事業への参入イメージ
- (12) 離島における洋上風力発電導入の将来像
- (13) エネルギーマネジメントについて（3つの効果）



1 既存マニュアル・技術指針等

No.	資料名	種類	発行者	発行年	着床式	浮体式	概要
1	洋上風力発電施設の維持管理に関する統一的解説	遵守事項	洋上風力発電施設検討委員会（経済産業省、国土交通省）	2019	○	○	洋上風力発電施設等を維持管理する際に必要な事項について解説。
2	洋上風力発電施設に関する技術基準の統一的解説	遵守事項	〃	2020	○	○	洋上風力発電施設等が適合すべき基準について、各法の統一的な考え方を解説。
3	洋上風力発電施設の施工に関する審査の指針	遵守事項	〃	2020	○	○	洋上風力発電施設等の施工に関する審査の観点を解説。
4	浮体式洋上風力発電施設技術基準	遵守事項	国土交通省（海事局）	2020 改正		○	浮体式洋上風力発電施設を設計するにあたって考慮しなければならない技術基準。
5	一般海域における占用公募制度の運用指針	遵守事項	経済産業省（資源エネルギー庁）・国土交通省（港湾局）	2022 改訂	○	○	占用公募制度の具体的な運用方針を記載。
6	港湾における洋上風力施設等の技術ガイドライン（案）	ガイドライン	国土交通省（港湾局）	2015	○		港湾管理者が洋上風力発電施設等の導入において、検討及び審査を行う際の技術的な判断基準。
7	港湾における洋上風力発電の占用公募制度の運用指針	遵守事項	国土交通省	2016	○		港湾への洋上風力発電の円滑な導入に取り組む港湾管理者の参考となる指針。
8	海洋再生可能エネルギー発電施設整備促進区域指定ガイドライン	ガイドライン	経済産業省（資源エネルギー庁）、国土交通省（港湾局）	2021 改訂	○	○	促進区域の指定の基準や手続について、具体的な考え方や実際の運用方針を記載。
9	洋上風力発電を通じた地域振興ガイドブック	ガイドライン	国土交通省（港湾局）	2022	○	○	国内外の港湾における、洋上風力に係る地域貢献策。
10	洋上風力スキルガイド第1版	ガイドライン	日本風力発電協会	2022	○	○	洋上風力産業に関わる人材の育成に向けて、必要な業務内容と求められるスキルについて取りまとめた手引書。
11	洋上風況観測ガイドブック	ガイドライン	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以降、「NEDO」）	2023	○	○	事業計画及び風車設計に必要な風況観測を実施する実務者を対象に、洋上風況観測の推奨方法として取りまとめ。
12	浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン	ガイドライン	国土交通省（海事局）	2023 改訂		○	浮体施設及びタワーを安全に設計できるよう実設計者が実務的に適用できる技術的解決策について取りまとめたもの。
13	事業計画策定ガイドライン（風力発電）	ガイドライン	資源エネルギー庁	2023 改訂	○	○	事業者に対し遵守が求められる事項、適切な事業実施のために推奨される事項についての考え方を記載。
14	着床式洋上風力発電導入ガイドブック（最終版）	ガイドライン	NEDO	2018	○		着床式発電事業の流れ、必要となる許認可・手続を整理。
15	浮体式洋上風力発電技術ガイドブック	ガイドライン	NEDO	2018		○	浮体式洋上風力発電施設の設計を進める上で、推奨される技術的アプローチを紹介。
16	港湾における風力発電について－港湾の管理運営との共生のためのマニュアル	マニュアル	国土交通省（港湾局）、環境省（地球環境局）	2012	○		港湾管理者及び風力発電事業者を対象とした、港湾区域への洋上風力導入に当たり必要な標準的な手順。
17	風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第2版）	マニュアル	環境省	2020	○	○	陸上・洋上における風力発電導入のためのゾーニング手法についてのマニュアル。
18	浮体式洋上風力発電導入マニュアル	マニュアル	福島洋上風力コンソーシアム	2022 改訂		○	浮体式発電事業の流れ、必要となる許認可・手続を整理。



2 費用便益分析に基づく再エネ導入効果の検証事例

再エネ発電事業によって、新たに産まれる地域経済への付加価値を計測する地域経済付加価値分析（Regional Value-added Analysis、以下「RVA」という。）を行った事例では、地元出資額の割合が高いほど地域経済への付加価値も大きくなることが報告されています（図 39）。

この手法を参考に、秋田県が港湾内における洋上風力発電事業の計画（単基出力4,200kWの風車を能代港に20基、秋田港に13基の計33基を建設する計画、合計出力は約14万kW、総事業費は約1千億円。秋田県が事業者公募。）による経済効果を試算したところ、最も導入規模が小さいエリアでも、総合効果が270億円（直接効果：190億円、間接効果：80億円）という結果が得られました。また雇用創出効果は、総合効果が2,645人（直接効果：1,954人、間接効果：691人）と試算されています（表 10）。

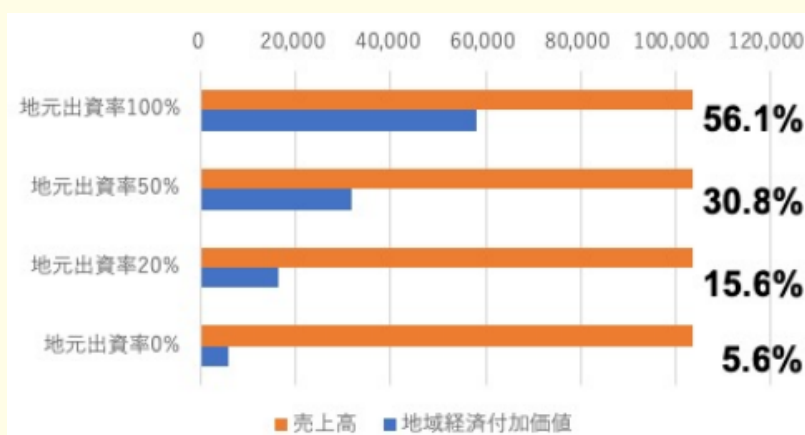


図 39 事業運営段階における洋上風力RVA比較

出典：山東晃大「地域と共生する再生可能エネルギーにおける地域経済付加価値分析に関する研究～地熱発電と洋上風力発電の導入促進に向けて～（Dissertation 全文）」（2021年3月）[70]

表 10 港湾内に係る経済波及効果試算

港湾内（秋田港及び能代港）	建設工事	運転・保守	撤去	計
経済効果		20年累計	年当たり	
総合効果	12,418 百万円	11,978 百万円	599 百万円	26,989 百万円
直接効果	8,516 百万円	8,671 百万円	434 百万円	18,966 百万円
1 次波及効果	2,396 百万円	1,646 百万円	82 百万円	4,469 百万円
2 次波及効果	1,506 百万円	1,661 百万円	83 百万円	3,555 百万円

港湾内（秋田港及び能代港）	建設工事	運転・保守	撤去	計
雇用創出効果		20年累計	年当たり	
総合効果	1,153 人	1,210 人	61 人	2,645 人
直接効果	811 人	924 人	46 人	1,954 人
1 次波及効果	214 人	144 人	7 人	391 人
2 次波及効果	128 人	142 人	7 人	300 人

出典：秋田県「第2期秋田県新エネルギー産業戦略（改訂版）」（2022年3月）[71]

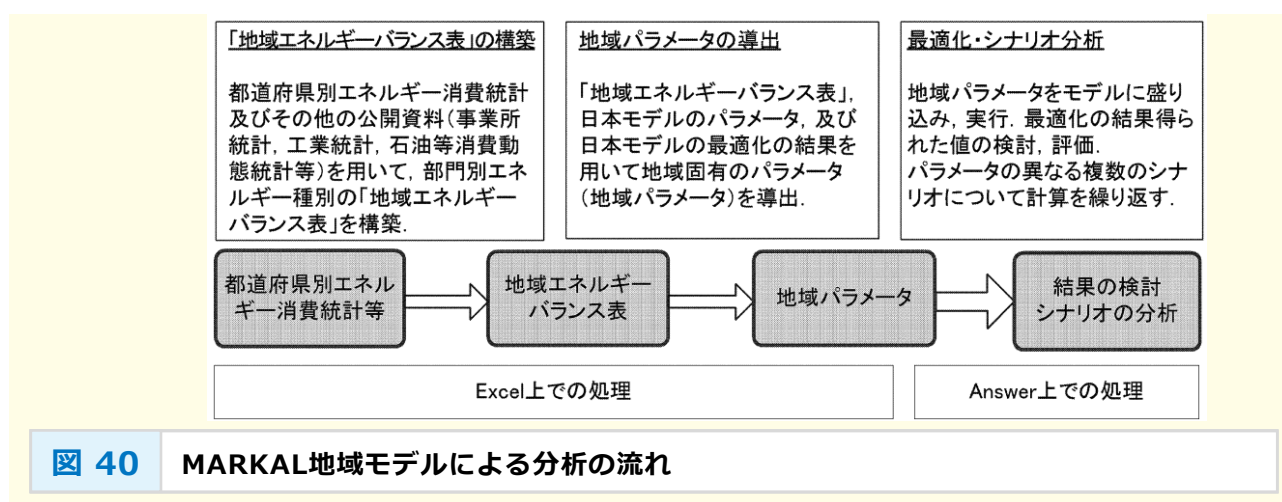


3 経済・技術モデルによるエネルギーシナリオ検討事例

地域への再エネの導入量やそのバランスについて検討するモデルには、経済学をベースにしたモデルによるトップダウン型の考え方と、技術的・工学的なモデルを用いたボトムアップ型の考え方の大きく2種類があります。

経済学に基づくモデルは、エネルギー価格等をパラメーターとして、エネルギー消費量や生産量等の関係性を分析するものになります。一方、技術的・工学的なモデルは、個々のエネルギー技術を詳細に描写することで、低コスト又は低負荷な将来社会の実現に向けた最適なエネルギーや技術の組合せを分析するものになります。後者の考え方に基づくエネルギーシナリオの分析の考え方の例を、**図40**に示します。

地域におけるエネルギーシナリオの検討事例としては、東京都に関する事例が元木と小坂（2010）[72]から報告されている他、スウェーデンやイタリア等では大学と自治体が協力してエネルギー計画の研究を行い、これを基に計画づくりが進められていると考えられます。



出典：元木悠子、小坂弘行「MARKAL地域モデルを活用した自治体の長期エネルギーシナリオに関する検討－東京都の温暖化対策を題材に－」（2010年）[72]



4 地域循環共生圏と地域経済循環分析について

地域資源を活用して環境・経済・社会を良くしていく事業（ローカルSDGs事業）を生み出し続けることで地域課題を解決し続け、自立した地域をつくとともに、地域の個性をいかして地域同士が支え合うネットワークを形成する「自立・分散型社会」のことを「地域循環共生圏」といいます（図41）。地域循環共生圏の創造にあたっては、地域のステークホルダーが有機的に連携してネットワークを形成し、地域の現状や課題、資源の見つめなおしや、地域のありたい姿の共有を行い、ローカルSDGs事業を生み出し続けることが重要です。

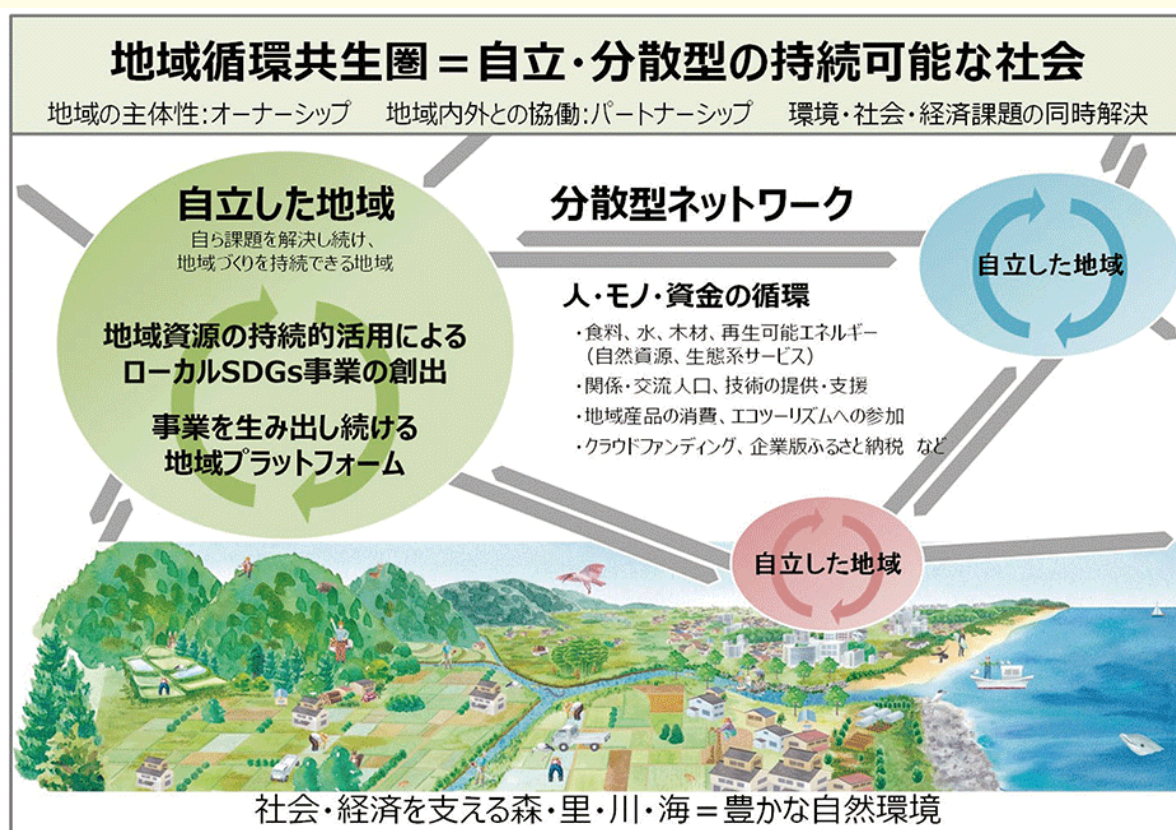


図 41 地域循環共生圏のイメージ

出典：環境省「しる | 環境省ローカルSDGs 地域循環共生圏」（2024年2月閲覧）[73]

地域経済の全体像や、所得の流入・流出、地域内の産業間取引（循環構造）を把握する手法に「地域経済循環分析」があります。地域経済循環分析を活用して地域の「お金の流れ」を把握し、地域で経済が循環する構造にしていくことで、地域循環共生圏を目指した持続可能な地域づくりにつながります。

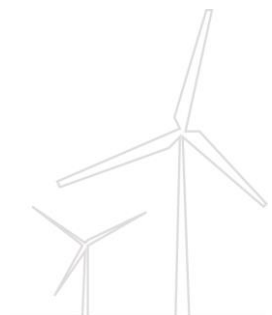
環境省は、このような分析を、あらかじめセットされたデータを用いて自動で行う「地域経済循環分析自動作成ツール」を提供しています（図42）。地域におけるエネルギー代金の流出額や、産業ごとのCO2排出量といった脱炭素に関するデータも含まれているため、地域裨益型の再エネ導入の検討・合意形成にも活用できます。また、洋上浮力発電含む再エネ等の環境施策等がもたらす経済波及効果を、市区町村ごとにシミュレーションしたレポートが出力される、経済波及効果分析ツールも提供しています。



図 42 地域経済循環分析の出力結果のイメージ

出典：環境省「地域経済循環分析」（2023年11月閲覧）[74]

<<http://chiikijunkan.env.go.jp/manabu/#a-manabu-bunseki>>



5 海外における洋上風力発電施設と集魚効果

北海では洋上風力発電施設周辺における漁業活動が推進されており、「WinWind」等のプロジェクトでは、施設周辺で元々行われていた漁に代わる漁に関する検討が行われました。

例えば、発電施設が魚礁として機能したことで増加したと推測されているヨーロッパイチョウガニを対象とした、船舶のいかりを付ける箇所におもりを付けた容器を設置して行う漁が施設や漁業者へのリスクの小さい漁法として提案されています。

図 43 に示すようなヨーロッパイチョウガニの市場に関する分析も行われ、ヨーロッパイチョウガニは発電施設建設後も経済的に成立していることが示されました。また、発電施設周辺におけるカニ漁が増加傾向にあることから、発電施設周辺へのカニのスピルオーバー効果の存在が推察されました。

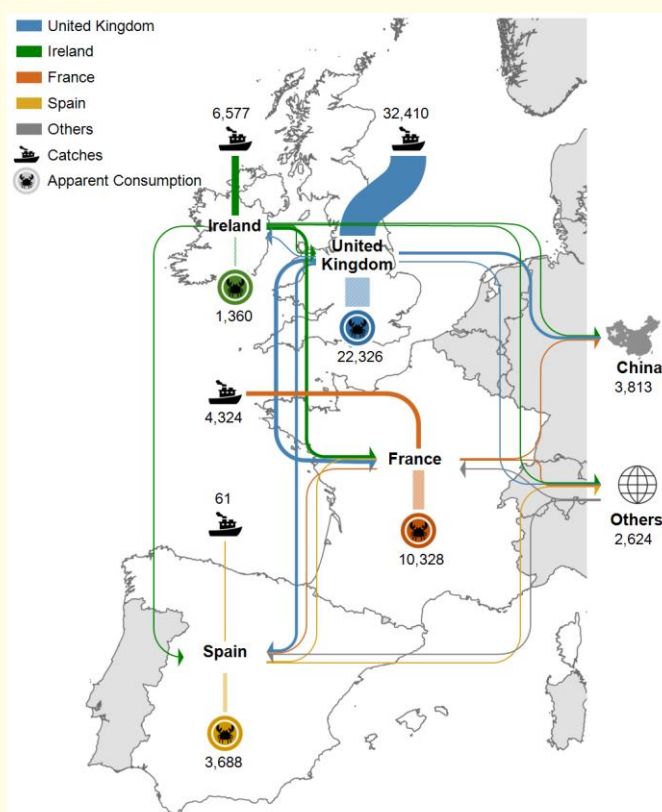


図 43 北海沿岸国（英国、アイルランド、スペイン、フランス）におけるヨーロッパイチョウガニの獲量・消費量・輸血量（2017年）

出典：Thunen Institute of Sea Fisheries, "Impact of the use of offshore wind and other marine renewables on European fisheries", (2020年) [75]

Stelzenmüller et al., "Sustainable co- location solutions for offshore wind farms and fisheries need to account for socio- ecological trade-offs", (2021年) [76]



6 建設から運転・O&M・撤去までの工程

本手引では主に1基～複数基の導入までを扱いますが、その建設からO&M、撤去・解体までの流れは表 11のように整理されます。

表 11 洋上風力の建設から運転、O&M、撤去・解体までの工程

フェーズ	主な内容
建設工事	○ 安全対策を含む施工計画を策定し、漁業関係者、港湾関係者、地元関係者、船主等を含めた海域利用者に対して事前説明を行う。その後、海域を管理している都道府県・関係市町村、海上保安部等に相談し、関係法令に則した手続きを行い、建設工事に着手する。 ○ 発電施設を係留させる。その後、試運転にて、使用前自主検査を行なった後、使用前安全管理審査の合格をもって、運転開始となる。 (許可申請・届出等については、事業規模・発電機の出力規模等を考慮して必要な内容を確認すること。)
O&M (運転保守)	○ 発電事業を効率的かつ効果的に行うため、メンテナンスにおける契約、保険、実施体制等を含むメンテナンス計画を、電気事業法及び船舶安全法上の手続きを踏まえて策定する。 ○ 実際のメンテナンスでは、法令点検・自主点検によるものや定期的なメンテナンスのみではなく、修繕等の工事を伴う場合は、工事の態様によって、適切な許認可を申請することになる。
撤去・解体	○ 発電事業の終了とともに、浮体式洋上風力発電施設を撤去する。撤去においても施工計画段階と同様、安全対策を含む撤去計画を策定し、漁業関係者、港湾関係者、地元関係者に対して事前説明を行う。 ○ その後、海域を管理している都道府県、関係市町村、海上保安部等に相談し、関係法令に則した手続きを行い、撤去工事に着手する。また、廃棄物処理法に沿って、撤去した発電施設等は、産業廃棄物として適切に処理を行う。

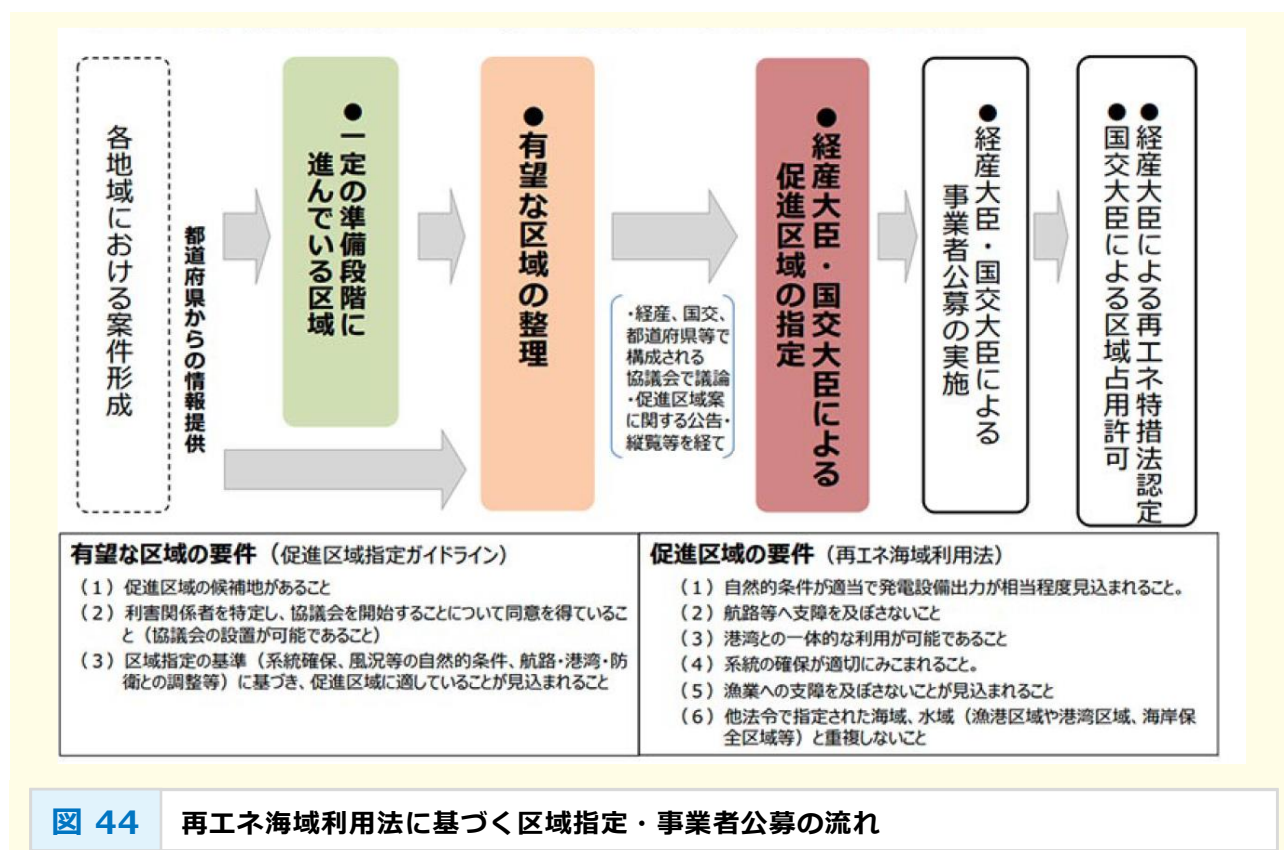
出典：福島洋上風力コンソーシアム「浮体式洋上風力発電導入マニュアル」（2022年3月改訂）[42]



7 再エネ海域利用法と洋上風力発電の導入

再エネ海域利用法は、海外でコスト低下が進み、再エネの最大限の導入と国民負担抑制を両立する観点から重要な洋上風力発電が、①海域の占用に関する統一的なルールがない、②先行利用者との調整の枠組みが存在しない、という課題により導入が進んでいなかったことを受け、これらの課題の解決に向け成立した法律です。

本法に基づく、具体的な手続の流れは、図 44のとおりです。本制度については、経済産業省のWebサイト等²⁵から、必ず最新の情報を入手してください。



出典：経済産業省資源エネルギー庁、Webサイト「なっとく！再生可能エネルギー」（2023年8月閲覧）[25]

<https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/index.html>

*25次のサイト等を参照して下さい。資源エネルギー庁、webサイト「なっとく！再生可能エネルギー」
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/seido.html



8 港湾法と洋上風力発電の導入

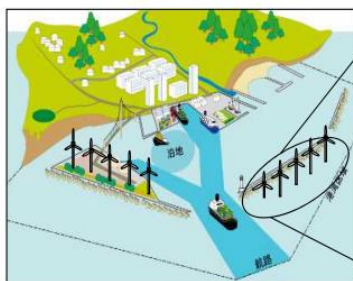
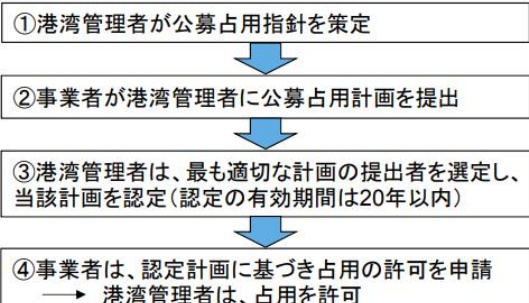
海洋基本計画（2013年4月、閣議決定）では、海洋再生可能エネルギーの利用促進について、管理者が明確になっている海域である港湾区域においては、先導的な取組として洋上風力発電の円滑な導入に取り組むことが記されました。

これを受けて、港湾区域における長期間にわたる占用の許可について、施設の維持管理等にも配慮しつつ、占有者を適切に選定する基準及びその手続の明確化を図る必要があったことから、港湾法の一部を改正する法律（平成28年法律第45号）が施行され、港湾区域における占用公募制度が創設されました。この占用公募制度は、港湾の機能を維持しつつ港湾区域等の有効活用を図るため、当該区域の占用予定者を公募により決定する制度です。

本法に基づく、具体的な手続の流れは、図45のとおりです。本制度については、国土交通省のWebサイト等²⁶から、必ず最新の情報を入手してください。

●公募による占用許可手続の創設

・長期間にわたり港湾区域内の水域等を占用する施設（洋上風力発電施設等）の設置に関する手続を創設。



港湾への風力発電の導入イメージ



洋上風力発電施設

図 45 港湾法に基づく事業者選定の流れ

出典：国土交通省、「港湾法の一部を改正する法律の概要（占用公募制度関係）」（2024年2月閲覧）[77]

※26 次のサイト等を参照して下さい。国土交通省、webサイト「港湾区域における洋上風力発電」
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_mn6_000005.html#naiyouC



9 地域脱炭素推進交付金（脱炭素先行地域づくり事業・重点対策加速化事業）

離島への浮体式洋上風力発電の導入について、事業性改善に大きく寄与すると考えられる制度として、地域脱炭素推進交付金が挙げられます。概要について、表 12 に示します。

本交付金については、環境省のWebサイト等から、必ず最新の情報を入手してください。

表 12 地域脱炭素推進交付金の内容

事業区分	地域脱炭素移行・再エネ推進交付金		特定地域脱炭素移行 加速化交付金
	脱炭素先行地域づくり事業	重点対策加速化事業	
交付要件	○脱炭素先行地域に選定されていること (一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成等)	○再エネ発電設備を一定以上導入すること (都道府県・指定都市・中核市・施行時特例市： 1MW以上、その他の市町村：0.5MW以上)	○脱炭素先行地域に選定されていること
対象事業	(1) CO2排出削減に向けた設備導入事業（①は必須） ①再エネ設備整備（自家消費型・地域共生・地域裨益型） 地域の再エネポテンシャルを最大限活かした再エネ設備の導入 (公共施設への太陽光発電設備導入はPPA等に限る) ・再エネ発電設備：太陽光、風力、中小水力、バイオマス 等 ・再エネ熱利用設備/未利用熱利用設備：地中熱、温泉熱 等 ②基盤インフラ整備 地域再エネ導入・利用最大化のための基盤インフラ設備の導入 ・自営線、熱導管 ・蓄電池、充放電設備 ・再エネ由来水素関連設備 ・エネマネシステム 等 ③省CO2等設備整備 地域再エネ導入・利用最大化のための省CO2等設備の導入 ・ZEB・ZEH、断熱改修 ・ゼロカーボンドライブ（電動車、充放電設備等） ・その他省CO2設備（高効率換気・空調、コジエネ等） (2) 効果促進事業 (1)「CO2排出削減に向けた設備導入事業」と一体となつて設備導入の効果を一層高めるソフト事業 等	①～⑤のうち2つ以上を実施（①又は②は必須） ①屋根置きなど自家消費型の太陽光発電 (公共施設への太陽光発電設備導入はPPA等に限る) (例：住宅の屋根等に自家消費型太陽光発電設備を設置する事業) ②地域共生・地域裨益型再エネの立地 (例：未利用地、ため池、廃棄物最終処分場等を活用し、再エネ設備を設置する事業) ③業務ビル等における徹底した省エネと改修時等のZEB化誘導 (例：新築・改修予定の業務ビル等において省エネ設備を大規模に導入する事業) ④住宅・建築物の省エネ性能等の向上 (例：ZEH、ZEH+、既築住宅改修補助事業) ⑤ゼロカーボン・ドライブ ※2 (例：地域住民のEV購入支援事業、EV公用車を活用したカーシェアリング事業) ※2 再エネとセットでEV等を導入する場合に限る 〔①⑤は国の目標を上回る導入量、④は国の基準を上回る要件とする事業の場合、それぞれ単独実施を可とする。〕	民間裨益型自営線マイクログリッド事業 官民連携により民間事業者が裨益する自営線マイクログリッドを構築する地域（特定地域）において、自営線に接続する温室効果ガス排出削減効果の高い主要な脱炭素製品・技術（再エネ・省エネ・蓄エネ）等の導入を支援する。
交付率	原則 2 / 3 ※1 ①（太陽光発電設備を除く）及び②について、財政力指数が全国平均（0.51）以下の地方公共団体は3/4、②③の一部は定額	2 / 3 ～ 1 / 3、定額	原則 2 / 3 ※1
事業期間	おおむね 5 年程度		
備考	○複数年度にわたる交付金事業計画の策定・提出が必要（計画に位置づけた事業は年度間調整及び事業間調整が可能） ○各種設備整備・導入に係る調査・設計等や設備設置に伴う付帯設備等は対象に含む		

注：本交付金は、商用化され、導入実績がある設備を支援対象とするため、実証段階を終え、販売実績があることが前提となります。

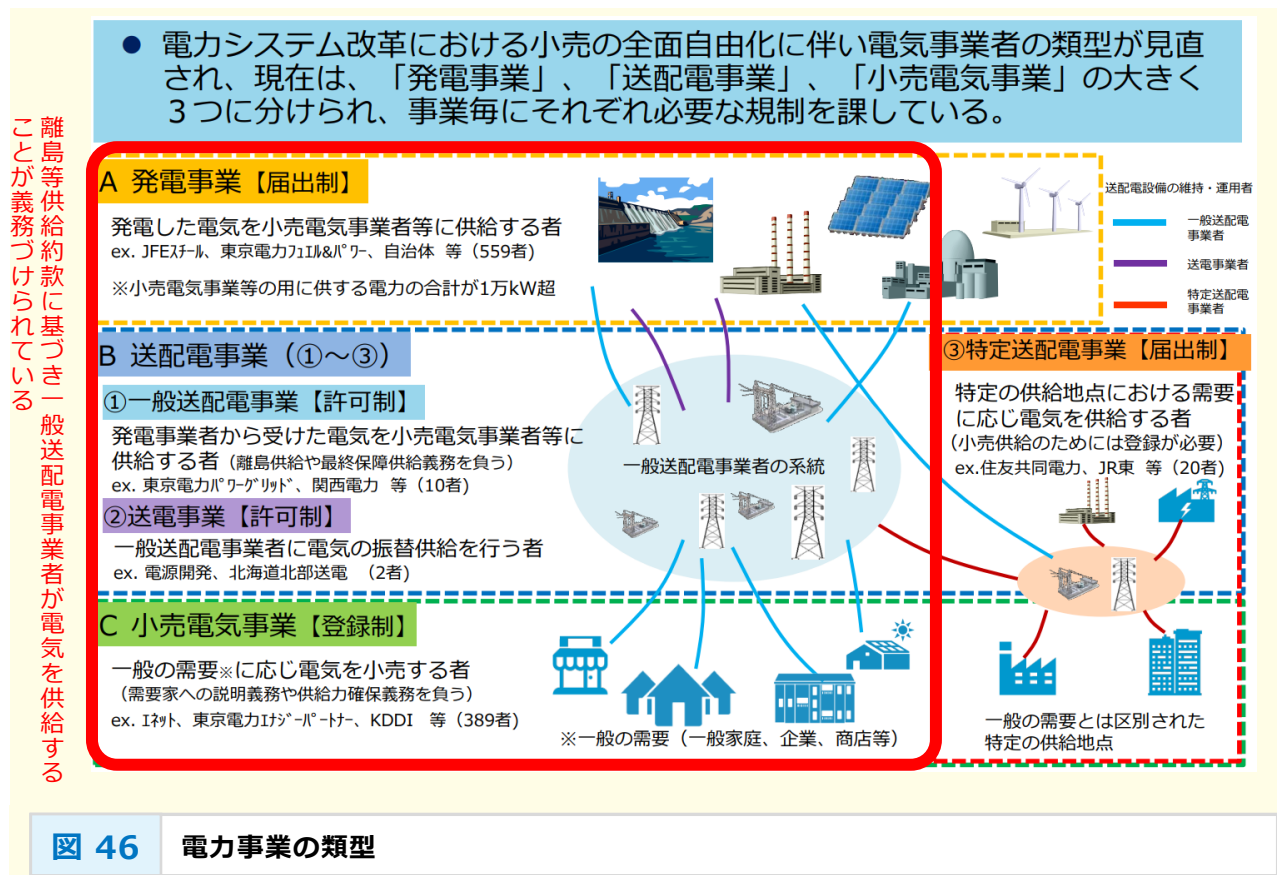
出典：環境省「地域脱炭素の推進のための交付金（地域脱炭素移行・再エネ推進交付金、特定地域脱炭素移行加速化交付金）」（2023年）
[78]



10 離島の電気事業制度、電気料金に係るしくみ

電気事業法により、一般送配電事業者は、離島等供給約款を定め、離島の需要家に対して電気を供給する義務があります（図46）。離島供給においては、本土よりも燃料の輸送費等で発電にコストがかかることから、離島ユニバーサルサービス調整制度が設定されており、離島供給に係る燃料費の変動分を、全ての利用者（本土・離島）の電気料金に反映させ、負担が小さい形で広く回収する仕組みとなっています。この制度によって、離島においても本土と同じ水準の電気料金で電気を利用することが可能となっています。

離島等供給約款において、一般送配電事業者の供給する電気の利用者に対する、電気の料金や、供給条件について定めています。一般送配電事業者は、経済産業大臣の認めにおいて離島等供給約款を定めており、変更にあたっては届け出を行う等の法定の手続を踏む必要があります。



注：図中の関西電力について、現在は関西電力送配電株式会社が送配電事業を担っている。

出典：資源エネルギー庁「電力供給の仕組み（2016年4月以降）」（最終更新日2020年9月2日）[79]に赤枠・赤字を加筆

11 離島の電気事業への参入イメージ

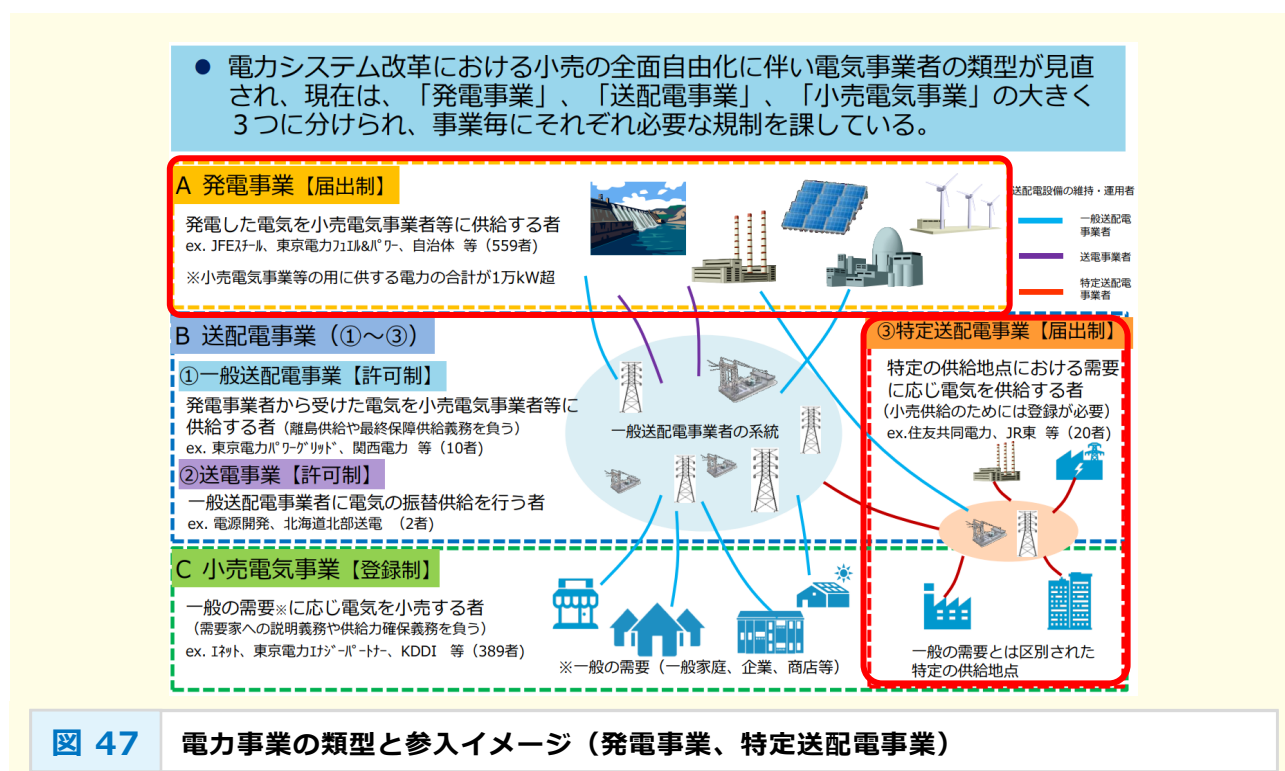
離島の電気事業への事業類型別参入イメージと想定される課題等について紹介します。

① 発電事業

発電した電気を一般送配電事業者へ供給（売電）する形が想定されます（図 47）。発電コストが内燃機より高く経済的インセンティブがはたさづらいケースが多い、離島の系統の規模が小さい等のため接続できないといった、事業性の面で課題があります。

② 特定送配電事業

自営線により需要家を特定した小売供給を行います（特定供給、図 47）。自営線の整備、大規模需要家が島内にいるかどうか、事業性の面で課題があります。



出典：資源エネルギー庁「電力供給の仕組み（2016年4月以降）」（最終更新日2020年9月2日）[79]に赤枠を加筆

③ 配電事業

一般送配電事業者が所有する配電網を譲渡又は貸与を受けて配電系統の運用（電力量調整供給や周波数維持等）を行う事業で、中立性が必要です。離島内の特別高圧の送電線、変電所も運用します。電力量調整供給や周波数維持等を実施する能力といった技術的な課題の他、マイクログリッドを組むだけの需要があるか等、事業性の面で課題があります（図 48）。



参考資料

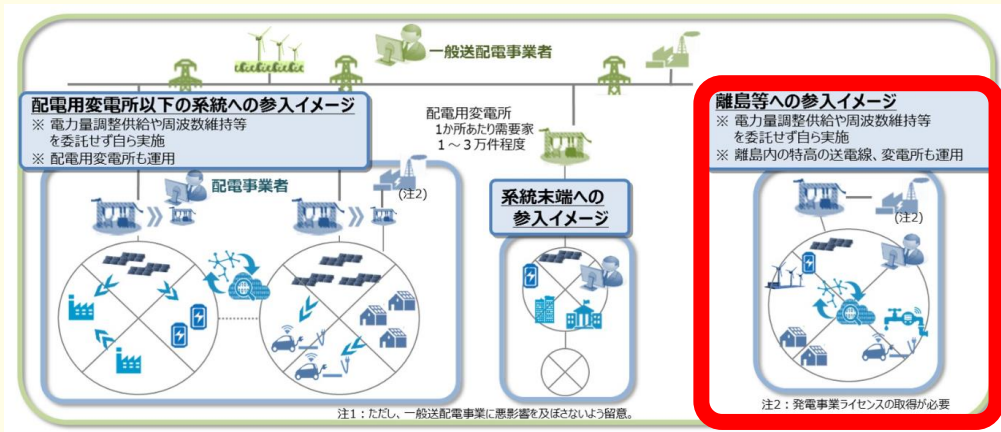


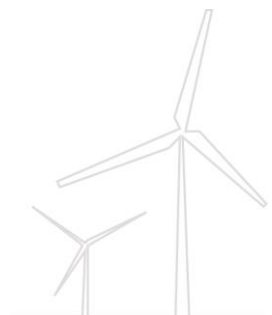
図 48 離島等への参入イメージ（配電事業）

出典：資源エネルギー庁「総合資源エネルギー調査会基本政策分科会「持続可能な電力システム構築小委員会第二次中間取りまとめ」

一部抜粋」（2021年8月）[80] に赤枠を加筆

④ 小売電気事業

離島に参入する小売電事業者がいる場合は、一般送配電事業者から切替が可能です。



12 離島における洋上風力発電導入の将来像

米国アラスカ州のコディアック島では、マイクログリッドにより再エネ自給率を高める取組が進められています。

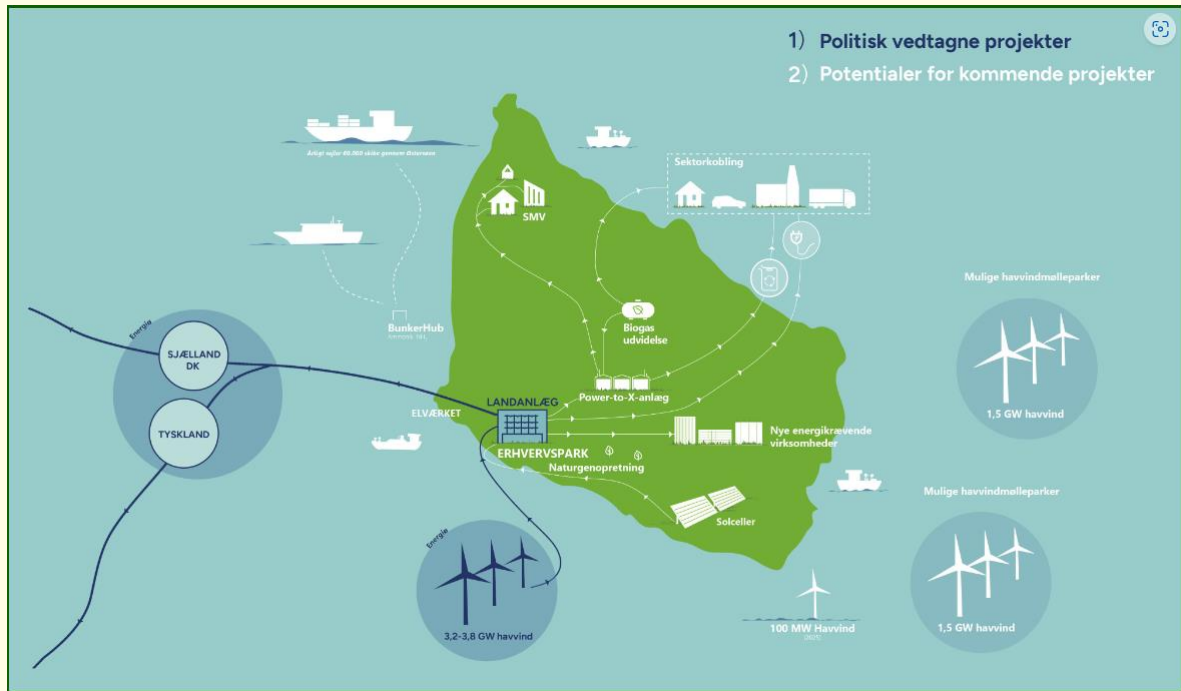
米国アラスカ州のコディアック島は、電力系統が元々は米国本土の系統と孤立しており、系統連系するには送配電コストが高く、島内のディーゼル発電では発電コストを抑えることができないという課題がありました。現在、コディアック島は独立したマイクログリッドが形成されており、水力発電所や風力発電所、エネルギー貯蔵システム、ディーゼル発電機を組み合わせた構成となっています。再エネは変動性の電源であるため、Liイオン電池のようなエネルギー貯蔵技術を組み合わせ、需給バランスを効率的に維持することが必要となります。コディアック島のマイクログリッドには、フライホイールと蓄電池を組み合わせた電力系統安定化システムが導入されており、同島の港湾施設の電力の電圧や周波数の安定化、エネルギーの貯蔵システムの延命化を図り、より収益性の高い再エネ導入を実現しています。

同システムは、アラスカ州アンカレッジの沖4kmに位置するファイアー島周辺の17MWの洋上風力発電への活用も目指しています。フライホイールは、短周期で変動する風力発電の電力を安定させ、蓄電池は長周期の電力安定・蓄電に使われます。蓄電池の容量は500KWh、最大出力2MWです。このシステムにより、アンカレッジの住民30万人の電力安定共有の大幅な改善を目指しています。

また、デンマークのボーンホルム島では、大型のWFと接続し、デンマーク本土や近隣諸国への再生可能エネルギーの直接供給のみならず、グリーン燃料への変換も担うエネルギー島の建設計画が進展し、2030年完成を目指して計画が進められています（図 49）。

現在、いずれの離島も孤立系統ではありませんが、離島における洋上風力の導入に関する一つの将来像として紹介します。



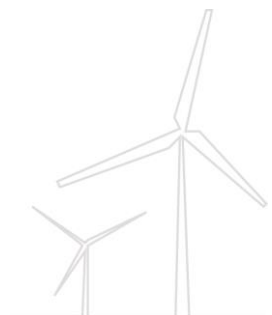


注：デンマーク・ビジネス振興委員会のウェブサイトは、さまざまな当局や利害関係者からの情報を集めたもので、主にエネルギー・アイランド・ボーンホルム・プロジェクトの責任者であるデンマーク・エネルギー庁と、ボーンホルムの南にある将来の風力発電所をつなぐインフラの責任者であるデンマークの TSO、Energinet からの情報が掲載されています。

図 49 ボーンホルム島のエネルギーアイランドのイメージ図

出典：デンマーク・ビジネス振興委員会「Energy Island Bornholm」（2023年9月閲覧）[82]

<<https://www.energiobornholm.dk/en>>



13 エネルギーマネジメントについて（3つの効果）

エネルギーマネジメントを行うことで、大きく3つの効果が得られると考えられます。

1) エネルギー使用状況の見える化

エネルギーの使用状況の「見える化」を図ることによる、エネルギーの無駄遣いや省エネの余地の発見につながります。また、リアルタイムで表示することにより、利用者の意識を高め、エネルギーの効率的な使用を促進できます。なお、電気と比べて熱の計測は手間やコストが掛かるため、最適な計測ポイント選定が重要です。

2) 設備運用の高効率化

太陽光発電や風力発電などの自然変動型の再生可能エネルギーを利用する場合、供給設備側の制御が困難なため、需要側機器の制御に加えて蓄電池や電気自動車、蓄熱槽やヒートポンプ給湯機などの蓄電、蓄熱設備を活用することも考えられます。供給側設備の稼働率や効率の向上に加え、系統電力停電時等におけるBCPの強化にもつながります。

3) 設備設計の最適化

エネルギー使用状況や設備運転状況の実態把握による、エネルギー供給設備の最適な容量を計算することができます（更新時などに最適容量設計を行うことでダウンサイジングが可能となり、設備更新費用の削減や負荷率向上による設備の高効率な運転につながります。）

また、設備の運転データの計測・分析による、設備の劣化状況などを踏まえた最適な更新時期の見極めが可能となります。

出典：一般社団法人低炭素投資促進機構「分散型エネルギーシステム構築ガイドブック」（2019年3月）[60]



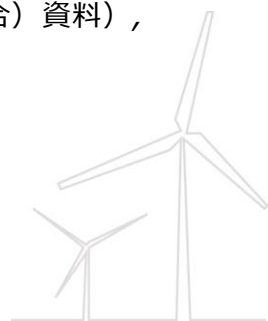
引用文献

- [1] Arvizu, D., T. Bruckner, O. Edenhofer, S. Estefen, A. Faaij, M. Fischedick, G. Hiriart, O. Hohmeyer, K. G. T. Hollands, J. Huckerby, S. Kadner, Å. Killingtveit, A. Kumar, A. Lewis, O. Lucon, P. Matschoss, L. Maurice, M. Mirza, C. Mitchell, W. Moomaw, J. Moreira, L. J. Nilsson, J. Nyboer, R. Pichs-Madruga, J. Sathaye, J. Sawin, R. Schaeffer, T. Schei, S. Schlömer, K. Seyboth, R. Sims, G. Sinden, Y. Sokona, C. von Stechow, J. Steckel, A. Verbruggen, R. Wiser, F. Yamba, T. Zwickel, 2011: Technical Summary. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA..
- [2] Lin, Yashen, Joseph H. Eto, Brian B. Johnson, Jack D. Flicker, Robert H. Lasseter, Hugo N. Villegas Pico, Gab-Su Seo, Brian J. Pierre, and Abraham Ellis. 2020. Research Roadmap on Grid-Forming Inverters. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-5D00-73476. <https://jpn01.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.nrel.gov%2Fdocs%2Ffy21osti%2F73476.pdf&data=05%7C02%7C%7C33dc5681caa64de5631408dc2d1132dd%7Cec3aa4063a754d779a5f3a7467f1cd1b%7C0%7C0%7C638434799090462057%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IjEhaWwiLCJXVCI6IjMnO%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=e%2Fz1ykotskZiWN2YtfqgRGaMPIF5c%2FC9WZZ8d%2FLqwu4%3D&reserved=0>.
- [3] 資源エネルギー庁, “2030 年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）,” 2023.
- [4] 大橋と中野, “波力発電技術の開発,” 2014.
- [5] 経済産業省、国土交通省, “海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン,” 2019.
- [6] 経済産業省、国土交通省, “一般海域における占用公募制度の運用指針,” 2019.
- [7] 国土交通省港湾局, “港湾における洋上風力発電の占用公募制度の運用指針,” 2016.
- [8] 環境省, “離島における再エネ自給率向上ガイド,” 2023.
- [9] NEDO, “地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019 年版,” 2019.
- [10] 環境省, “令和 3 年度浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業委託業務（早期普及に向けた調査・検討等事業）報告書,” 2022.
- [11] 東京都環境局, 御蔵島の動植物, [アクセス日: 12 2023]
- [12] IRENA, “再生可能な未来のための計画：変動性再生可能エネルギー（VRE）発電を拡大するための長期モデル分析とツール、国際再生可能エネルギー機関、アブダビ”, 2017. <https://www.env.go.jp/earth/report/h30-01/ref01.pdf>



引用文献

- [13] IEA Wind TCP Task 25（国際エネルギー機関風力技術協力プログラム第 25 部会）、「ファクトシート No.1 風力・太陽光発電の系統連系, NEDO 訳」 2020.
https://www.nedo.go.jp/library/ZZFF_100033.html
- [14] Danish Energy Agency（デンマーク・エネルギー庁）、「電力システムの柔軟性, ステートオブグリーン訳」, 2021.
<https://stateofgreen.com/jp/publications/dea> レポート：電力システムの柔軟性/
- [15] 資源エネルギー庁, 「出力制御対策パッケージについて」, 2023.
- [16] 資源エネルギー庁, 再生可能エネルギーの出力制御の抑制に向けた取組等について, 2023.
- [17] 荻田, 「宮古島市全島 EMS 実証事業に見る島嶼型エネルギーマネジメント」, 2017.
- [18] IRENA, 「Innovation landscape brief: Flexibility in conventional power plants, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi」, 2019.
- [19] NEDO, 「グリーンイノベーション基金事業「燃料アンモニアのサプライチェーン構築」に着手」, 2022.
- [20] 環境省, 「REPOS（再生可能エネルギー情報提供システム）」, 2024.
- [21] 環境省, 「自治体排出量カルテ」, 2018.
- [22] 公財日本離島センター, 「2019 離島統計年報」, 2021.
- [23] 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」, 2023.
- [24] NEDO, 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書第 2 版（PDF 版）」, 2013.
- [25] 経済産業省, 「なっとく！再生可能エネルギー」, [アクセス日: 12 2023].
- [26] 「令和 3 年度浮体式洋上風力発電による地域の脱炭素化ビジネス促進事業委託業務（早期普及に向けた調査・検討等事業）協議会（第 2 回）資料 2」, 2021.
- [27] 資源エネルギー庁, 「「もっと知りたい！エネルギー基本計画③ 再生可能エネルギー（3）高い経済性が期待される風力発電」」, [アクセス日: 01 2024].
- [28] NEDO, 「浮体式洋上風力発電技術ガイドブック」, 2018.
- [29] 内藤克彦, 「「No.276 浮体式風力発電」京都大学大学院経済学研究科再生可能エネルギー経済学講座」, 2021.
- [30] 日本エネルギー経済研究所, 「2030 年・2050 年の脱炭素化に向けたモデル試算（経済産業省資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（第 50 回会合）資料）」, 2022.
- [31] SOMPO リスクマネジメント株式会社, 「太陽光発電所の土砂災害リスク」, 2022.



引用文献

- [32] 経済産業省, “発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令,” 1998.
- [33] NEDO, “洋上風力発電に係る漁業影響調査手法検討 報告書,” 2020.
- [34] 三菱電機, “各地域における塩害地域の目安,” [アクセス日: 12 2023].
- [35] 環境省, “地域脱炭素チャンネル「脱炭素地域づくり 最初のステップ」,” 2023.
- [36] 国土交通省 “令和4年版 国土交通白書,” 2023.
- [37] 洋上風力発電施設検討委員会, “洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説,” 2020.
- [38] 福江商工会議所, “福江商工会議所 Web サイト,” [アクセス日: 12 2023].
- [39] 一般社団法人五島市観光協会, “五島市・浮体式洋上風力発電「はえんかぜ」視察ツアー,” [アクセス日: 12 2023].
- [40] 一般社団法人五島列島観光コンベンションビューロー, “浮体式洋上風力発電見学ツアー,” [アクセス日: 12 2023].
- [41] 環境省, “平成27年度浮体式洋上風力発電実証事業委託業務成果報告書,” 2016.
- [42] 福島洋上風力コンソーシアム, “浮体式洋上風力発電導入マニュアル,” 2022.
- [43] 一般社団法人日本風力発電協会, “小規模風力発電事業のための環境アセスメントガイドブック (JWPA 環境アセスガイド Ver.2.1) ,” 2023.
- [44] NEDO, “洋上風況観測ガイドブック,” 2023.
- [45] 久慈市, “第4回久慈市沖浮体式洋上風力発電検討委員会 資料4 これまでの進捗,” 2022.
- [46] 水産庁, “令和3年水産白書,” 2021.
- [47] 資源エネルギー庁, “「第3回秋田県男鹿市、潟上市及び秋田市沖における協議会（令和4年6月24日（金））」参考資料3 洋上風力発電による地域・漁業振興策事例集,” 2022.
- [48] 資源エネルギー庁, “「第4回山形県遊佐町沖における協議会（令和5年3月29日（水））」参考資料1 洋上風力発電に係る漁業協調策・漁業振興策等に関する対応方向の概要 令和3年2月（改訂）」,” 2023.
- [49] 西城戸誠, “再生可能エネルギー開発と地域社会の受容性,” 2021.
- [50] 環境省, “地域脱炭素のための促進区域設定等に向けたハンドブック（第3版）,” 2023.



引用文献

- [51] 山形県遊佐町, “「令和 3 年度第 1 回遊佐沿岸域検討部会（2021 年 9 月 22 日開催）資料 2-1 再エネ海域利用法に基づく協議 議会」、「山形県地域協調型洋上風力発電研究・検討会議」、「遊佐沿岸域検討部会」,” 20213.
- [52] 資源エネルギー庁, “第 1 回山形県遊佐町沖における協議会名簿,” 2022.
- [53] 戸田建設株式会社, “崎山沖 2 MW 浮体式洋上風力発電所,”.
- [54] 徳永ら, “米国における海洋再生可能エネルギー開発と海洋空間計画の役割：ロードアイランド州海洋特別エリア管理計画を例として,” 2016.
- [55] McCannM. &and. Schumann, “The Rhode Island Ocean SAMP_A Practitioner’s Guide,,”, 2013.
- [56] 環境省, “風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル（第 2 版）,” 2020.
- [57] 西海市, “報告会資料「西海市風力発電等に係るゾーニング計画【報告】」,” 2018.
- [58] 防衛省, “風力発電設備が自衛隊・在日米軍の運用に及ぼす影響及び風力発電関係者の皆様へのお願い,” 2023.
- [59] NEDO, “着床式洋上風力発電導入ガイドブック最終版,” 2018.
- [60] 一般社団法人低炭素投資促進機構, “分散型エネルギーシステム構築ガイドブック,” 2019.
- [61] 環境省, “支援メニュー等-脱炭素地域づくり支援サイト,” 2023.
- [62] 葛尾村, “「葛尾村スマートコミュニティとは」,” [アクセス日: 12 2023].
- [63] 資源エネルギー庁, “VPP・DR とは,” [アクセス日: 01 2024].
- [64] 宮古島市企画政策部エコアイランド推進課, “宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業～持続可能な島づくりの取り組み～”, 2020.
- [65] 環境省, “環境ビジネスの先進事例集「8. 湘南電力株式会社／株式会社 REXEV（2/2）」,” 2022.
- [66] 一般社団法人日本風力発電協会, “洋上風力スキルガイド（第 1 版）,” 2022.
- [67] 環境省, “令和 4 年度 地域脱炭素推進のためのネットワーク構築委託業務～地域脱炭素ネットワークイベント～,” 2022.
- [68] イー・ウィンド, “イー・ウィンド Web サイト,” [アクセス日: 12 2023].
- [69] NOA, “NOAWeb サイト,” [アクセス日: 12 2023].
- [70] 山東晃大, “地域と共生する再生可能エネルギーにおける地域経済付加価値分析に関する研究～地熱発電と洋上風力発電の導入促進に向けて～(Dissertation_全文),” 2021.
- [71] 秋田県, “第 2 期秋田県新エネルギー産業戦略期秋田県新エネルギー産業戦略,” 2022.



引用文献

- [72] 元木と小坂, “MARKAL 地域モデルを活用した自治体の長期エネルギーシナリオに関する検討－,” 2010.
- [73] 環境省ローカル SDG s , “しる | 環境省ローカル SDGs -地域循環共生圏-,” [アクセス日: 02 2024]2023.
- [74] 環境省, “地域経済循環分析,” 2023.
- [75] T.I.o.S.Fisheries, “Impact of the use of offshore wind and other marine renewables on European fisheries,” 2020.
- [76] V. Stelzenmüller, “Sustainable co- location solutions for offshore wind farms and fisheries,” 2021.
- [77] 国土交通省, “港湾法の一部を改正する法律の概要（占用公募制度関係） ,” [アクセス日: 02 2024].
- [78] 環境省, “地域脱炭素の推進のための交付金（地域脱炭素移行・再エネ推進交付金、特定地域脱炭素移行加速化交付金） ,” 2023.
- [79] 資源エネルギー庁, “電力供給の仕組み（2016 年 4 月以降） ,” 2020.
- [80] 資源エネルギー庁, “総合資源エネルギー調査会基本政策分科会「持続可能な電力システム構築小委員会第二次中間取りまとめ」一部抜粋,” 2021.
- [81] ABB, “ABB to enable integration of renewables in Alaskan island microgrid,” 2014.
- [82] デンマーク・ビジネス振興委員会, “Energy Island Bornholm,” [アクセス日: 12 2023].

離島への浮体式洋上風力発電導入検討の手引

発行年月 発行 令和 6 年 6 月

環境省 地球環境局 地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室

TEL 03-5521-8339 FAX 03-3580-1382

<https://www.env.go.jp/index.html>

