

電力中央研究所 研究資料

NO. Y19502

再エネ海域利用法を考慮した
洋上風力発電の利用対象海域に関する考察

2019年 11月

一般財団法人 電力中央研究所

IR

CRIEPI

Central Research Institute of
Electric Power Industry

再エネ海域利用法を考慮した 洋上風力発電の利用対象海域に関する考察

尾羽 秀晃^{*1} 永井 雄宇^{*2} 豊永 晋輔^{*3} 朝野 賢司^{*4}

^{*1}社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 特別契約研究員
^{*2}社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 主任研究員
^{*3}社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 協力研究員
^{*4}社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 上席研究員

背景

2019年4月に再エネ海域利用法^{注1)}が施行され、内水を含む領海を対象に、洋上風力発電（以下、洋上風力）の長期占有のための手続き、および利害関係者との調整の枠組みが整備された。洋上風力の導入ポテンシャル^{注2)}は、環境省による調査^{注3)}に基づけば、我が国周辺の海域で約1,400 GWとされている。しかし、環境省調査と同法に基づく「促進区域」^{注4)}が対象とする海域は異なる。例えば、前者では陸地から30 km未満としているのに対し、後者は領海（22.2 km）を超えない範囲である。そのため、同法の施行を考慮し、洋上風力の利用対象となる海域面積を把握することが重要である。

目的

本研究では、再エネ海域利用法が規定する促進区域の指定に関する各要件、および同法に向けた促進区域指定ガイドライン^{注5)}（以下、ガイドライン）で示されている考え方を踏まえ、促進区域の指定を受ける対象となる海域を「対象海域」と定義し、地理情報システム（GIS）を用いることで、その面積を明らかにする。その上で、対象海域の中から促進区域の指定を受ける際に、利害関係者との調整が必要と考えられる海域の特徴について、漁業、船舶、景観の観点から明らかにする。

主な成果

1. 再エネ海域利用法・ガイドラインを参考にした洋上風力の対象海域の面積推計

本研究では、領海・内水を対象に、再エネ海域利用法が規定する6つの要件（自然条件、航路等への支障、港湾との一体的利用、電線路との電氣的接続、漁業への支障、他の法律により規定される水域との重複）を踏まえて、対象海域を抽出した（表1、図1）。例えば、自然条件の要件（第8条第1項第1号）については、ガイドライン上の記載を踏まえ、年間平均風速7.0 m/s以上の海域を対象とした（環境省調査は同6.5 m/s）。また、航路等への支障に関する要件（第8条第1項第2号）については、海上保安庁から取得した自動船舶識別装置(Automatic Identification System, AIS)の年間航行データ（主に中型船以上の船舶が該当）を基に、500 m四方内に31隻/月（1隻/日相当）以上が航行する海域を主要な航行ルートであると想定し、対象から除外した。

以上により、領海・内水（約430,000 km²）から、洋上風力の対象海域を抽出すると、その面積は53,665 km²（領海・内水の約12%）と推計された（図2）。これは、環境省調査で洋上風力が開発可能とされた海域（141,276 km²）の約4割となる。

また対象海域を、着床式風車の設置に適した水深60 m未満の海域と、浮体式風車の設置に適した水深60 m以深200 m未満の海域に分類すると、各海域面積は22,372 km²、および31,293 km²となる。

2. 利害関係者との調整が必要な海域の特徴

対象海域 (53,665 km²) の中から促進区域の指定を受ける上では、利害関係者からの合意を得る必要がある。仮に対象海域の全てで合意が得られる仮定を置いた場合、北海のウィンドファームの配置 (6.0 MW/km²) に基づき、面積を洋上風力の設備容量に換算すると、着床式風車 134.2 GW、浮体式風車 187.8 GW の合計 322.0 GW となる (表 2)。

しかし、実際には利害関係者からの合意を得ることが困難な海域があるため、設置可能となる洋上風力の設備容量を推計するためには、漁業や主要航行ルート外の船舶数、離岸距離などを考慮する必要がある。そこで、これらの観点から利害関係者との調整が必要な海域の特徴を評価した。

- (1) 漁業：対象海域 (53,665 km²) のうち、着床式風車については 64%、浮体式風車については 34%の海域で漁業権が設定されている。漁業権が設定されている海域においては、漁業権者の承諾なしの開発が困難であるため、実際に洋上風力が利用可能かは、漁業権者との調整に依存する (図 4)。
- (2) 主要航行ルート外の船舶：AIS 搭載船が 1-30 隻/月航行している場合、週 1 便の定期運航船の航行ルートや、船舶の衝突防止時に航行されている海域である可能性があるため、海運業者との調整が必要になる場合がある。船舶通行量が少ない海域に洋上風力を設置するとした場合、船舶通行量の上限閾値に応じて促進区域の指定を受けられる海域は減少し、特に浮体式風車については半減する可能性がある (図 5、図 6)。
- (3) 景観：地方公共団体による洋上風力の適地評価や、海外での洋上風力の海域選定では、景観を理由に一定の離岸距離が考慮されている事例を踏まえると、陸地から近い場所では、地域住民との調整が必要になる場合がある。そのため、陸地から数 km 離れた場所のみに洋上風力を設置するとした場合、離岸距離の下限閾値に応じて促進区域の指定を受けられる海域は大きく減少する。(図 7、図 8)。

今後の課題

対象海域の中から促進区域を指定する際の判断基準や、利害関係者との調整の在り方については、現段階では必ずしも明確になっていない。実際に洋上風力が利用可能となる海域面積を推計する上では、今後の議論や動向を踏まえた評価が必要とされる。

- 注 1) 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律 (平成 30 年法律第 89 号)。
- 注 2) エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量と定義されており、「種々の制約要因に関する仮定条件」を設定した上で推計される。
- 注 3) 環境省「平成 27 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」を指す。同報告書では、離岸距離 30 km 以上の海域、年間平均風速 6.5 m/s 未満の海域、水深 200 m 以深の海域、自然公園の海域公園を開発不可条件とし、洋上風力の導入ポテンシャルを 1,413 GW と推計している。
- 注 4) 再エネ海域利用法の下で、我が国の領海及び内水の海域のうち、同法内の基準に適合する一定の区域を「海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域」として指定することができる旨が規定されている。
- 注 5) 資源エネルギー庁「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 年 6 月 11 日)。

表1 本研究において洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方

再エネ海域利用法上の規定	促進区域指定ガイドラインにおける記載事項	本研究で洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方 ^{*1}	
第8条第1項第1号 気象、海象その他の自然的条件が適当であり、発電設備を設置すればその出力の量が相当程度に達すると見込まれること。	設備利用率30%以上を確保するため、平均風速7m/sが事業性の目安になるといわれている。	年間平均風速7.0m/s未満の海域 ^{*1}	ガイドライン記載の風速を参考とした。
	着床式洋上風力発電を念頭に置いた場合、水深30m以浅の区域は事業性が高いと考えられる。	水深200m以深の海域	将来的に浮体式の設置がされることを想定し、大陸棚外縁に達するとされる水深200m以深の海域を洋上風力の利用対象外とした。
第8条第1項第2号 当該区域及びその周辺における航路及び港湾の利用、保全及び管理に支障を及ぼすことがないこと。	大型の船舶が頻繁に通行する海域は避け、当該海域と適切な離隔距離が確保可能であると見込まれること。	AIS搭載船が31隻/月以上航行する海域	1隻/日以上 の通行量に相当するため、大型船の主要な航行ルートとした。また、地方公共団体による適地選定で考慮された通行量のうち、最大側（青森県）でもある。
第8条第1項第3号 設備の設置及び維持管理に必要な人員及び物資の輸送に関し当該区域と当該区域外の港湾とを一体的に利用することが可能であると認められること。	発電設備の効率的な設置及び維持管理が可能と見込まれる範囲内に基地となる港湾があること。基地となる港湾は、適当な耐荷重の岸壁及び適当な耐荷重、広さのふ頭用地を有すること。	—	海域の特定が困難なため、本研究では考慮しない。
第8条第1項第4号 電気事業者が維持し、及び運用する電線路との電気的な接続が適切に確保されることが見込まれること。	事業者が電力会社との間で接続契約を締結している場合や、事業者等が系統接続を確保する蓋然性が高い場合。	離島の周辺	離島の周辺においては、系統接続が困難と考えられるため、各旧一般電気事業者の離島供給約款の対象となる島の周辺海域を原則として除外した ^{*2} 。
第8条第1項第5号 漁業に支障を及ぼさないことが見込まれること。	関係漁業団体を含む協議会において、発電事業の実施による漁業への支障の有無を確認する。	—	海域の特定が困難なため、本研究では考慮しない。
第8条第1項第6号 漁港の区域、港湾区域、港湾法の規定により都道府県知事が公告した水域、海岸保全区域、低潮線保全区域、低潮線保全法の規定により国土交通大臣が公告した水域と重複しない。	関係行政機関の長に対し、左記の区域との重複がないかを確認する。	海岸保全区域	ガイドラインに記載された海岸保全区域を除外とした。低潮線保全区域については、面積が小さいため未考慮とした。ただし、港湾と漁港については、促進区域の指定対象外であるが、それぞれ港湾法と漁港漁場整備法が管轄するため、例外的に対象海域に含めた
第3条 海洋環境の保全、海洋の安全の確保その他の海洋に関する施策との調和を図りつつ、海洋の持続可能な開発及び利用を実現することを旨として、国、関係地方公共団体、海洋再生可能エネルギー発電事業を行う者その他の関係する者の密接な連携の下に行われなければならない。	後記(1)から(3)の事項について、配慮すべき事項の有無やその内容について関係行政機関の長に確認する ^{*3} 。 (1) 海洋環境の保全 (2) 海洋の安全の確保(航空路等) (3) 海洋に関する施策との調和(海底ケーブル、電波等)	自然公園	海洋環境や環境保護を目的に指定されており、海洋環境の保全に適合しない。
		在日アメリカ合衆国軍の海上訓練区域	射撃訓練などを行う区域であり、防衛上の観点から特に調整が困難と考えられる ^{*4} 。

*1 NEDOの風況マップであるNeoWinsを使用し、地上高さ100mの風速とした。

*2 北海道では北方領土周辺、沖縄では沖縄本島以外の全ての離島を「離島の周辺」として扱った。

*3 促進区域指定ガイドラインに記載されている項目のうち、面積が小さいと考えられる項目(海底ケーブル、低潮線保全区域など)については未考慮とした。

*4 海上自衛隊射撃訓練等区域については、主に離岸距離22.2km以遠に設定されているため、本研究では未考慮とした。

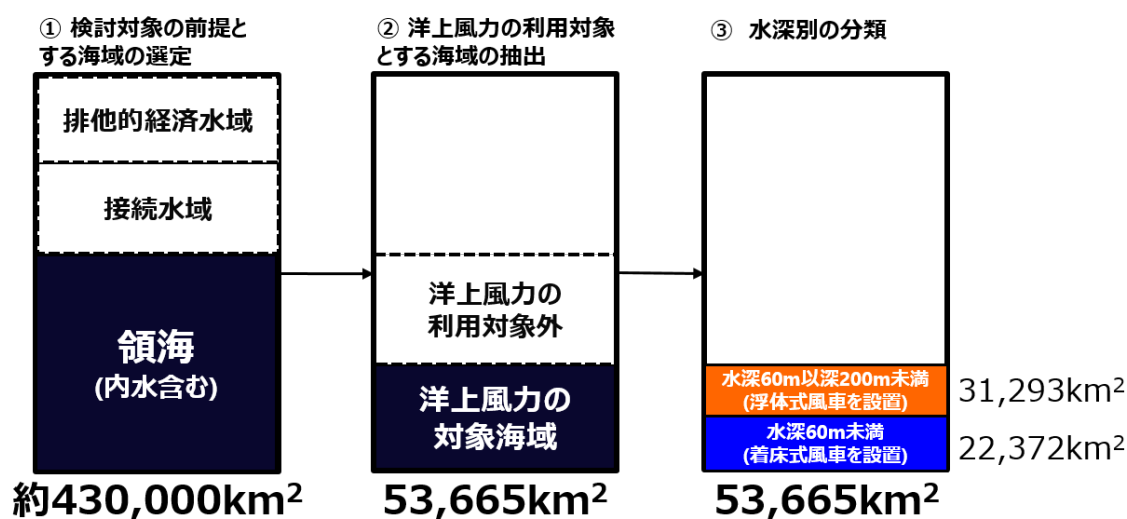


図1 洋上風力の対象海域の特定と海域の分類

海域	面積[km ²]
洋上風力の利用対象	53,665
洋上風力の利用対象外 (離島の周辺以外*1)	156,333*3
年間平均風速7.0m/s未満	(77,658)
水深200m以深	(42,182)
AIS搭載船通行量31隻/月以上	(72,789)
海岸保全区域	(4,749)
在日アメリカ合衆国軍の海上訓練地域	(2,472)
自然公園	(15,505)
洋上風力の利用対象外(離島の周辺*2)	約220,000
合計	約430,000

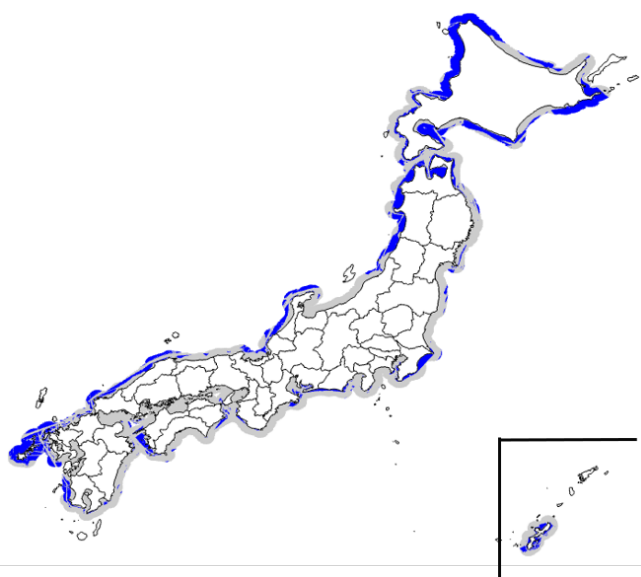


図2 洋上風力の対象海域

- *1 「離島の周辺以外」は、北海道、本州、四国、九州（五島列島含む）、沖縄本島から離岸距離12海里(22.2km)未満とした。
- *2 「離島の周辺」の海域については、GISデータの整備を行っていないため、海上保安庁が公開している領海・内水面積から逆算して面積を推計した。
- *3 内訳となる海域は互いに重複するため、各海域の合計値と一致しない。

表2 対象海域の面積を洋上風力の設備容量へ換算した値* [GW]

(対象海域の全てで利害関係者からの合意が得られる仮定の下、6.0 MW/km²で換算した値)

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	合計
着床式	65.0	23.5	8.7	6.1	1.8	1.4	3.1	2.8	16.3	5.5	134.2
浮体式	67.1	29.5	1.6	1.5	15.1	3.2	19.6	7.4	38.0	4.7	187.8
合計	132.1	53.0	10.3	7.6	16.9	4.6	22.7	10.2	54.3	10.2	322.0

*一般送配電事業者のエリア別。

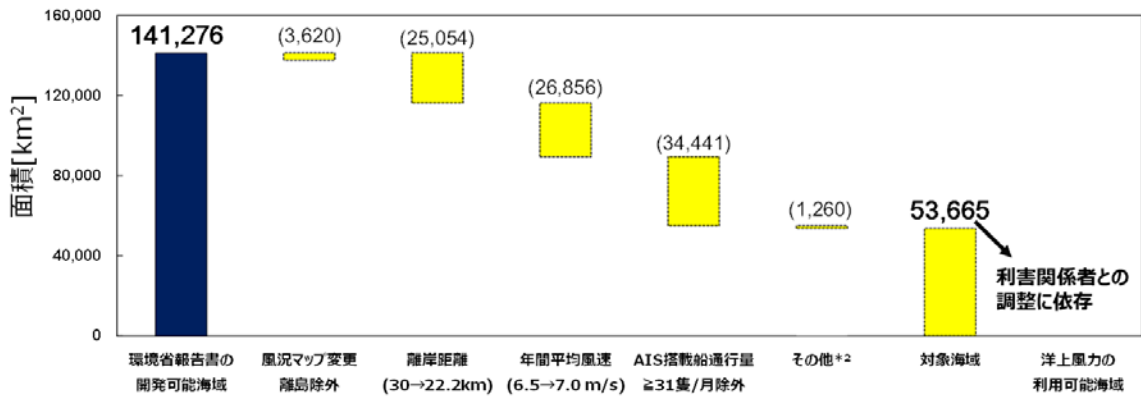


図3 本研究の対象海域と環境省調査で開発可能とされた海域の比較^{*1}

*1 内訳は図中の左から右方向へ順に制約を加えた場合の数値を示し、制約順により変動する場合がある。
 *2 海岸保全区域と在日アメリカ合衆国軍の海上訓練区域の除外を指す。

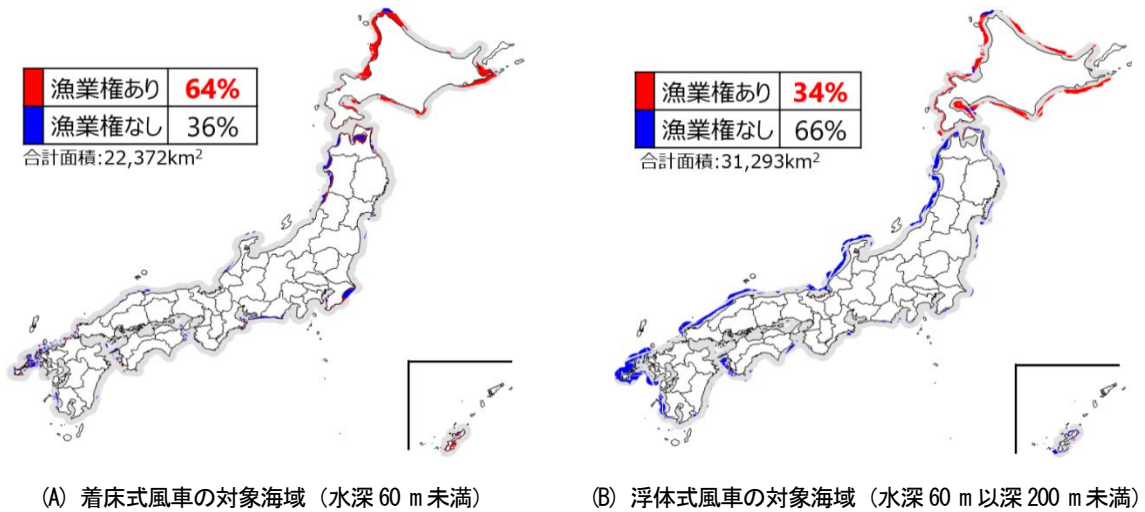


図4 漁業権が設定されている海域

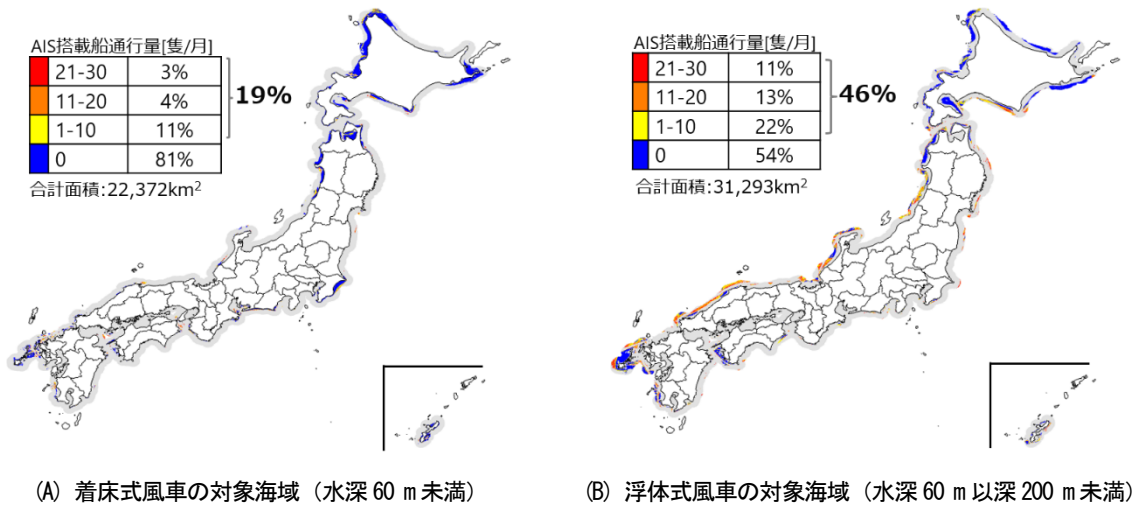


図5 AIS搭載船が通行する海域

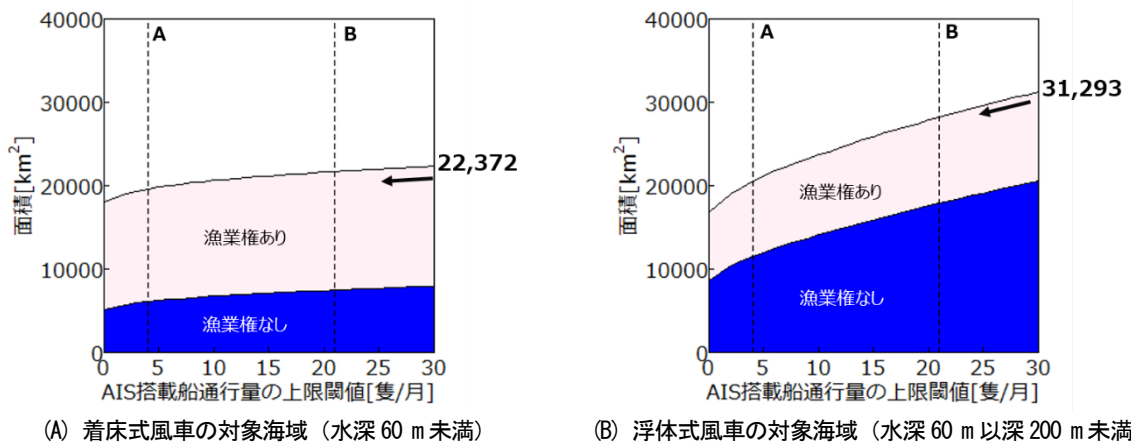
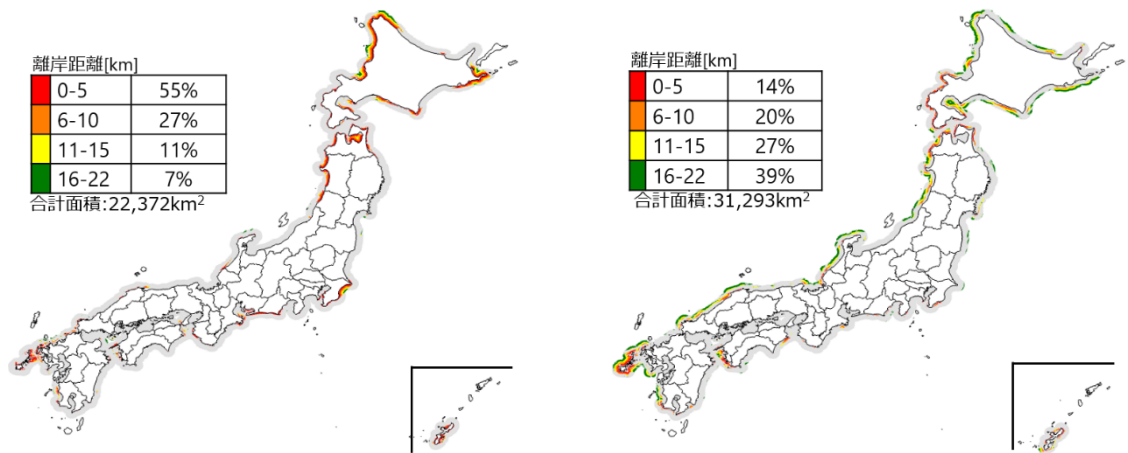


図 6 AIS 搭載船通行量の上限閾値別の海域面積

A: 週 1 隻に相当する通行量(4 隻/月)。

B: 西海市・新上五島町における洋上風力の適地評価において考慮された上限閾値(21 隻/月)。



(A) 着床式風車の対象海域（水深 60 m 未満）

(B) 浮体式風車の対象海域（水深 60 m 以深 200 m 未満）

図 7 離岸距離別の海域の分類

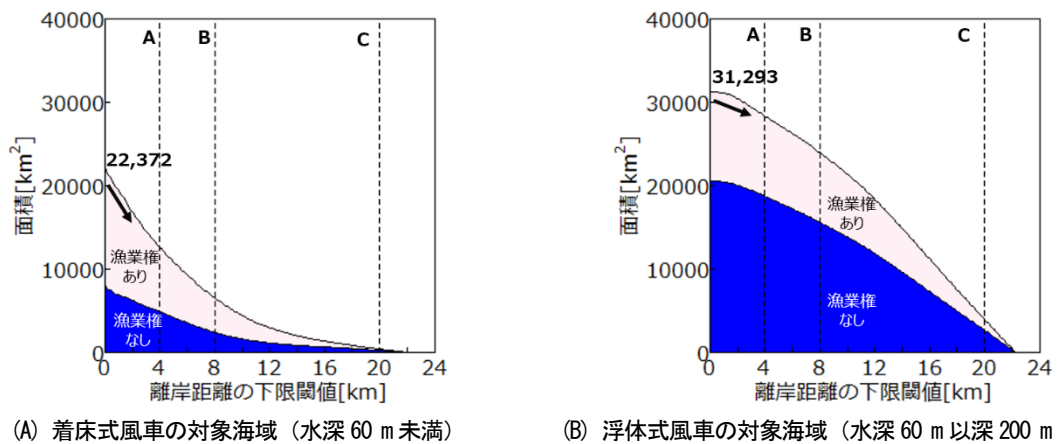


図 8 離岸距離の下限閾値別の海域面積

A: 高さ 140m の風車を設置した際に、垂直見込角が 2°（環境省「国立・国定公園内における風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン」で「眺望への支障の可能性あり」とされる）に達する距離(4 km)。

B: 同垂直見込角が 1° に達する距離、および英国（第 2 回の海域選定）で考慮された離岸距離(8 km)。

C: IEA の技術ポテンシャル評価で考慮された離岸距離の下限閾値(20 km)。

IR

CRIEPI

**Central Research Institute of
Electric Power Industry**

研究資料

再エネ海域利用法を考慮した 洋上風力発電の利用対象海域に関する考察

(一財) 電力中央研究所 社会経済研究所

特別契約研究員 尾羽 秀晃
主任研究員 永井 雄宇
協力研究員 豊永 晋輔
上席研究員 朝野 賢司

2019年11月

電力中央研究所

© CRIEPI

1

電力中央研究所

目次

1. 背景と目的	3
2. 洋上風力発電が設置可能・困難な海域に関する考え方のレビュー	
(1) 日本の地方公共団体におけるゾーニング	10
(2) 諸外国における洋上風力発電の立地を促進する区域	17
3. 洋上風力発電の対象海域の評価	
(1) 洋上風力発電の対象海域の考え方	23
(2) 地理情報システムを用いた対象海域の面積推計	32
4. 洋上風力発電の対象海域に関する考察	
(1) 単位面積あたりに設置可能な洋上風力発電の設備容量	40
(2) 利害関係者との調整が必要な海域	46
(3) 自然条件の不確実性	57
(4) 生態系への影響評価に関する課題	60
5. 結論	63
参考文献	65
補論	71

© CRIEPI

2

1. 背景と目的

本研究の背景

- ◆ 温室効果ガスの大規模削減に向けて、洋上風力発電(洋上風力)に関する期待が高まっている。
- ◆ 洋上風力の設置にあたり、他の発電設備と同様に、各種の施策や、利害の調整が図られる必要がある。しかし、港湾や漁港といった管理主体が明確な海域とは異なり、港湾法などの法規制を受けない海域(一般海域)においては、これまで管理主体が不明確であり、利害調整も困難であった。
- ◆ 2019年4月に「**再エネ海域利用法**^{*1}」が施行され、洋上風力に係る海域の利用を促進するための手続^{*2}や、先行利用者との調整の枠組みが整備され、我が国の領海及び内水の海域のうち、同法内の基準に適合する一定の区域を「**海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域**」(**促進区域**)^{*3}として指定することが可能となった。
- ◆ これを受け、促進区域の指定に向けた検討が現在進められている。しかし、促進区域の指定にあたっての判断基準となる具体的な項目や、利害関係者との調整の在り方については、現時点では必ずしも明確になっていない。そのため、同法の基準に適合する促進区域や、同区域を考慮した**洋上風力の利用対象となる海域**がどの程度存在するかは明らかとなっていない。

*1 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（平成30年法律第89号）

*2 手続の詳細については、補論を参照。

*3 促進区域の具体的な考え方については、「海洋再生可能エネルギー発電設備促進区域指定ガイドライン」[1]にて規定されている。

「促進区域」の指定プロセス

再エネ海域利用法に基づく「促進区域」の指定プロセスとして、以下のような全体像が示されている。

1. 国による既知情報の収集
(促進区域の指定の基準などに関わる情報など)
2. 第三者委員会の意見も踏まえ、有望な区域を選定

同法上の規定に基づき、「促進区域」の指定を受ける対象となる海域の絞り込み。
→ 本研究ではこの海域を洋上風力の対象海域*と定義し、評価の対象とする。

3. 協議会の設置
4. 促進区域の指定について協議
5. 利害関係者を含め促進区域案について合意
6. 第三者委員会における促進区域の基準への適合性評価を踏まえ、促進区域案を決定

対象海域のうち、利害関係者から合意が得られた場合に、促進区域案として決定される。

7. 促進区域案について公告し、意見聴取
8. 関係行政機関の長への協議、関係都道府県知事・協議会の意見を聴取

9. 促進区域の指定

「促進区域」に指定される海域は、以上のプロセスを得た海域となる。

* 実際の指定プロセスでは、第三者委員会の意見を踏まえて選定されたものを「有望な区域」としているが、同区域と区別するため、独自の定義を行った。

既往研究レビュー(1)

環境省「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報」[2]

- ◆ 環境省は、我が国における再生可能エネルギーの賦存量、導入ポテンシャル*及びシナリオ別導入可能量の推計を行っており、最新の調査(2015年度)では、洋上風力の開発可能面積を141,276km²とし、同海域における導入ポテンシャルを1,413GWと推計している(離島含む・10MW/km²で試算)。
- ◆ 導入ポテンシャルの推計にあたり、「開発不可条件」として、自然条件と社会条件、法制度などが考慮されている。しかし、再エネ海域利用法制定前の調査であるため、環境省調査と同法に基づく促進区域が対象とする海域は必ずしも整合していない。例えば、前者では離岸距離30km未満としているのに対し、同法が対象としている海域は、内水を含む領海(12海里 = 22.2km以内)とされている。

表 洋上風力の導入ポテンシャル推計に係る開発不可条件

	項目	開発不可条件
自然条件	風速区分	6.5m/s未満
	離岸距離	陸地から30km以上
	水深	200m以上
社会条件： 法制度など	法規制区分	国立・国定公園 (海域公園)

* エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量と定義され、「種々の制約要因に関する仮定条件」を設定した上で推計される。なお、陸上風力と地上設置型太陽光発電の導入ポテンシャルについては、電力中央研究所報告(Y18003)にて報告済[3]。

既往研究レビュー(2)

国際エネルギー機関(IEA)“Offshore Wind Outlook”[4]

- ◆ IEAは、離岸距離20-300km、水深0-2,000mの海域を対象に、我が国における洋上風力の技術ポテンシャル(Technical potential)を**9,074TWh/year**と推計している。
- ◆ しかし、対象範囲の大部分は、再エネ海域利用法が対象とする領海・内水(22.2km以内)を超えた、接続水域(44.4km以内)と排他的経済水域(370.4km以内)となっている。

表 IEA[4]による洋上風力の技術ポテンシャル [TWh/year]

水深 (< 60m)	沿岸側	30
	沖合側	13
水深 (60-2,000m)	沿岸側	2,223
	沖合側	6,808
技術ポテンシャル		9,074

沿岸側(Near shore): 20-60km

沖合側(Far shore): 60-300km

既往研究レビュー(3)

環境省以外の研究などにおいても、再エネ海域利用法を考慮した研究はこれまで行われていない。

表 洋上風力の発電量評価などに関する既往研究・既往調査

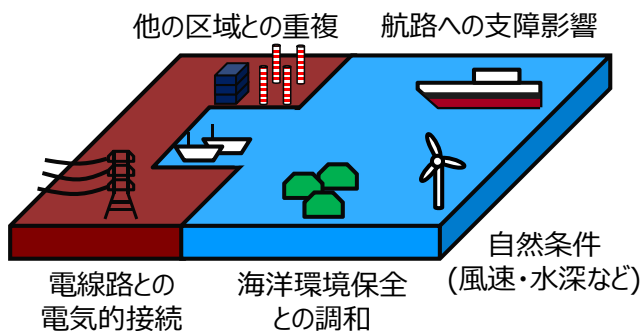
文献	範囲	概要
永井[5]	全国 18地点	全国18地点における風況観測記録より、各観測地点における発電量を評価し、沿岸における有望地点を検討。
大澤[6]	伊勢湾	風況シミュレーションにより、2MWの風車を水深20m以浅の海域に設置した場合の年間発電量を評価。また、海況シミュレーションにより、流速や波高などの特性を評価。
菊池[7]	銚子沖	2.4MWの風車を建設する場合の年間発電量を評価し、モノパイル型着床式風力発電設備が、内部収益率8%を確保するために必要な買取価格と補助金水準を試算。
Yamaguchi[8]	関東	メソスケール気象モデルを用いた風況データと、社会的制約(自然公園・漁業権・港湾)を考慮した場合の年間発電量を評価。
斎藤[9]	全国	環境省報告書を基に、電力エリア別の系統制約を想定した場合の年間発電量を評価。
日本風力 発電協会[10]	全国	年間平均風速7.0 m/s以上、水深10-40m、約20km ² 以上のまとまったエリアを確保できる海域を選定し、着床式風車の導入ポテンシャルを試算。
日本風力 発電協会[11]	全国	環境省調査(2011年度版)を基に、年間平均風速の下限閾値を7.0m/s以上(着床式風車)、7.5m/s以上(浮体式風車)とし、離島を除いた場合における導入ポテンシャルを試算。

本研究の目的

本研究では、再エネ海域利用法の対象範囲である領海・内水に洋上風力が設置されることを前提とし、以下の2点から洋上風力の対象海域に関する検討・評価を行う。

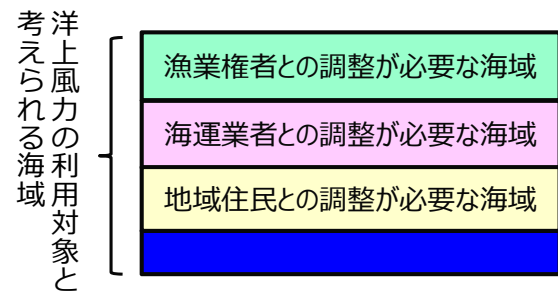
Q1. 洋上風力の利用対象となる海域(対象海域)はどの程度あるか？

→ 地理情報システム(GIS*)を活用し、再エネ海域利用法における促進区域と、指定されるプロセスでの考え方を踏まえ、洋上風力の利用対象となる海域の面積を推計する。



Q2. 対象海域のうち利害関係者との調整が必要な海域はどの程度あるか？

→ 漁業や船舶、景観等の関係について考慮した上で、促進区域の指定にあたり、利害関係者との調整が必要と考えられる海域の特徴を把握する。



* Geographic Information Systemの略で、地理情報に関する各種データを解析するツールを差す。

2. 洋上風力発電が設置可能・困難な海域に関する考え方のレビュー

- (1) 日本の地方公共団体におけるゾーニング
- (2) 諸外国における洋上風力発電の立地を促進する区域

地方公共団体による洋上風力のゾーニング

- 地方公共団体の中には、環境省の「風力発電に係るゾーニング実証事業」や自主的取り組みによって、洋上風力の導入促進に向けた促進エリアや、環境保全を優先することが考えられるエリア等を示した**ゾーニングマップ**を作成をしている例がある。
- これらゾーニングマップの考え方は、再エネ海域利用法を考慮した洋上風力の対象海域について検討する上で参考になると考えられる。

表 ゾーニングマップを作成している地方公共団体の一例*

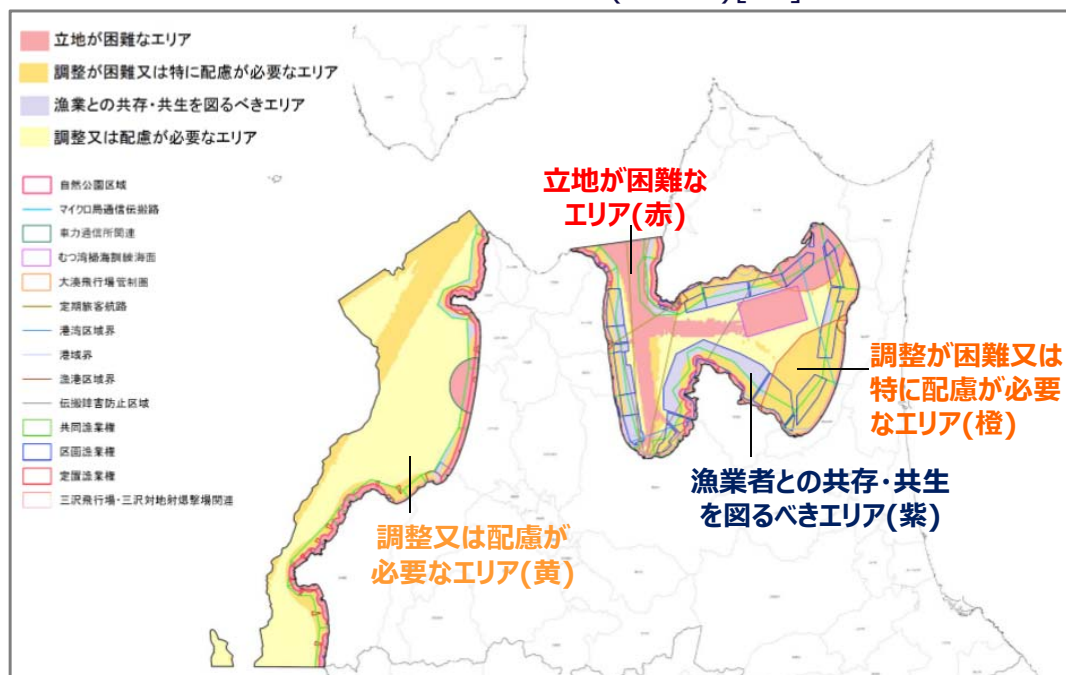
エリア	地方公共団体	事業採択年度	マップの作成状況	文献
北海道	北海道石狩市	2017年度	検討段階	[12]
東北	青森県	2017年度	完了(2019/3)	[13]
	秋田県	(自主的取り組み)	完了(2016/4)	[14]
	岩手県久慈市	2018年度	検討段階	[15]
	宮城県	2016年度	検討段階	[16]
中部	静岡県浜松市	2017年度	検討段階	[17]
四国	徳島県鳴門市	2016年度	完了(2018/5)	[18]
九州	長崎県西海市	2016年度	完了(2019/3)	[19]
	長崎県新上五島町	2017年度	完了(2019/3)	[20]

* 2019年8月時点で各地方公共団体のWebサイトで、資料等が確認できたものを抜粋して記載。そのうち、最終報告書等が確認できたものについては、「完了」と記載している。

地方公共団体による洋上風力のゾーニングの例

作成されたゾーニングマップでは、様々な種類の海域のレイヤーを重ね合わせることにより、洋上風力に適した海域や、洋上風力を設置する上で調整が必要となる海域をマッピングしている。

表 ゾーニングマップの一例(青森県)[13]



洋上風力の設置が困難とされた海域

ゾーニングの評価が完了した地方公共団体においては、洋上風力の設置が困難な海域、もしくは適地選定時において除外すべき海域として、以下のような要件を示している。

表 洋上風力の設置が困難/適地選定において除外すべきとされた海域の要件*1

	青森県[13]	秋田県[14]	鳴門市[18]	西海市[19]	新上五島町[20]
法規制区分	自然公園の範囲内	自然公園とその周囲5km以内	—	海域公園の範囲内	自然公園の範囲内
船舶の通行	船舶通行量31隻/月以上*2	船舶航行分布域*3	—	船舶通行量21隻/月以上の海域とその周囲254m以内*3	船舶通行量21隻/月以上の海域とその周囲254m以内
離岸距離	騒音	500m以内	—	670m以内	800m以内
	景観	—	—	810m以内	重要な眺望点*4からの視認範囲
漁業権	—	区画・定置漁業権	区画・共同漁業権	定置網・養殖業	漁業権内
その他	①車力通信所関連 ②むつ湾掃海訓練海面 ③大湊飛行場管制圏 ④マイクロ局通信伝搬路 ⑤空港制限表面区域 ⑥伝搬障害防止区域	①底引き網禁止ラインの陸側 ②漁礁・藻場 ③港湾	①航空制限表面区域 ②緊急確保航路 ③藻場 ④伝搬障害防止区域	①米軍施設制限水域 ②港則法航路 ③検疫錨地 ④海上インフラ ⑤海岸保全区域 ⑥伝搬障害防止区域	①航空制限表面区域 ②航路から0.5マイル内 ③洋上射撃訓練区域 ④海上インフラ ⑤定期船航路 ⑥貯蔵船曳航・緊急放出時のタンカー航路

*1 2019年8月時点で最終報告書等が確認できたものを比較。また、地方公共団体により定義が異なる。

*2 実際には、海域毎にその制約の度合いが異なる。

*3 具体的な船舶通行量の考え方についての言及はない。

*4 世界遺産候補の構成資産として重要な眺望点を指す。

具体的なゾーニングの考え方(1) 船舶の通行への影響

- 船舶の通行への影響については、主にAIS*を搭載した船舶の通行量を基準として判断されており、概ね**1日に1隻の通行量が考慮**されている。
- AIS*搭載船は、国際航海に従事する300総トンを超える中型船以上の船舶などが該当し、漁船などの小型船などは含まれない場合がある。

表 船舶の通行への影響の考え方

青森県[13]	新上五島町[20]
<ul style="list-style-type: none"> 陸奥湾においては、青函航路等複数の航路がある上、台風時などに船が避難する場所となっている。そのため、AISを搭載した船舶が31隻/月以上する通行する海域は「立地が困難」と判断。 陸奥湾以外のAISを搭載した船舶が31隻/月以上通行する海域と、陸奥湾のAISを搭載した船舶が1-30隻/月通行する海域は「調整が困難または特に調整が必要」と判断。 	<ul style="list-style-type: none"> 長崎海上保安部及び佐世保海上保安部と協議し、AISを搭載した船舶が2016年に21隻/月以上通行していた海域は候補海域から除外。 倒壊影響距離を考慮し、「港湾における洋上風力発電施設等の技術ガイドライン」に基づき、離隔距離として254mを設定。 定期船航路のうち第1基準経路にあたる航路、貯蔵船曳航、および備蓄石油の緊急放出時のタンカー路については、その両側0.5マイル(約0.8km)は候補海域から除外。

* 自動船舶識別装置(Automatic Identification System)を指す。

具体的なゾーニングの考え方(2) 騒音や景観への影響

騒音や景観への影響については、騒音や景観に関する各ガイドラインや、過去に苦情が発生した範囲等を参考に離岸距離が定められている。

表 騒音や景観への影響

	青森県[13]	鳴門市[18]	西海市・新上五島町[19][20]
騒音	NEDO「風力発電導入ガイドブック」、環境省の導入ポテンシャル評価、県が独自に設定したガイドラインの規定から、 離岸距離500m を求める。	騒音に関わる環境基準のA類型（住宅）の基準である、騒音が45dbとなる距離として、 離岸距離670m を求める。	環境省「風力発電所に関わる騒音・低周波音の実態把握調査」において、騒音・低周波に関する苦情の96%が原因となる風力発電設備の800m以内の住居などからであったことから、 離岸距離800m を求める。
景観	-	海岸から風車を見た場合の角度（垂直見込角）を計算し、「圧迫感を受けるようになる」角度である、垂直見込角が10°以下となるような距離として、 離岸距離810m を求める。	世界遺産候補の構成資産として重要な眺望点となる場所から、風車160mの高さを見た場合の角度を計算し、垂直見込角が0.5°未満となるような距離を求める*。

* 環境省「国立・国定公園内における風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン」[21]に基づく。具体的な離岸距離は記載されていないが、スライドNo.16で示す方法で計算すると、約18kmに相当すると考えられる。

具体的なゾーニングの考え方(3) 景観の考え方

景観の考え方については、環境省ガイドライン[21]を参考とし、海岸から風車を見上げた際の角度(垂直見込角)を基準に、必要な離岸距離を計算している。

図 見込角の考え方の概念図

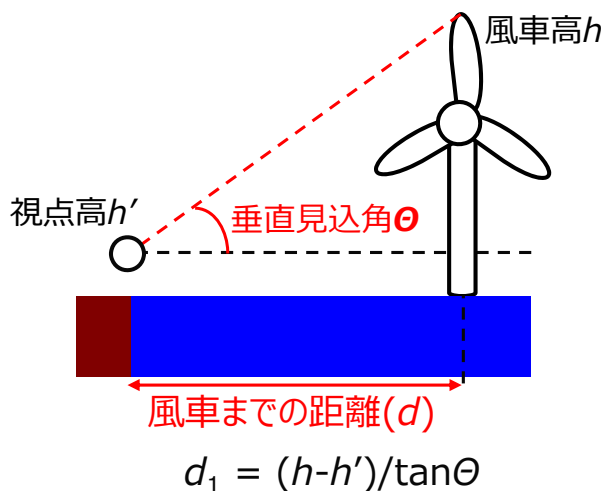


表 環境省ガイドラインにおける垂直見込角と眺望への支障の関係[21]

見込角	見え方(高さ70mの鉄塔の場合)
20	見上げるような仰角にあり、圧迫感も強くなる。
10-12	眼いっぱい大きくなり、圧迫感を受けるようになる。平坦なところでは垂直方向の景観要素としては際立った存在になり周囲の景観とは調和しえない。(鳴門市の基準)
5-6	やや大きく見え、景観的にも大きな影響がある。架線もよく見えるようになる。圧迫感はあまり受けない。
3	比較的細部までよく見えるようになり、気になる。圧迫感は受けない。
1.5-2	シルエットになっている場合にはよく見え、場合によっては景観的に気になりだす。シルエットにならず、さらに環境融和と塗色がされている場合には、ほとんど気にならない。光線の下限によっては見えないこともある。
1	十分見えるけれど、景観的にはほとんど気にならない。ガスがかかって見えにくい。(風力発電施設が主眺望方向に介在する場合、1-2°で「眺望への支障の可能性あり」)
0.5	輪郭がやっとわかる。季節と時間（夏の午後）の条件は悪く、ガスのせいもある。(西海市・新上五島町の基準)

* 本表はUHV送電特別委員会環境部会立地分科会「景観対策ガイドライン（案）」よりの引用。本表は鉄塔を基準としたものであり、大規模なwind farmを想定した場合には、より厳しくなる場合が想定される。

2. 洋上風力発電が設置可能・困難な海域に関する考え方のレビュー

- (1) 日本の地方公共団体におけるゾーニング
- (2) 諸外国における洋上風力発電の立地を促進する区域

諸外国における洋上風力の立地を促進する区域 —離岸距離との関係—

- 欧州・中国では、洋上風力の立地を促進する、あるいは立地を禁止する区域を定める際、**立地を認める離岸距離は数km以上**とされている。
- これは、**我が国のゾーニングと比較すると厳しい条件**となっている。ただし、欧州・中国においては、数km以上離れていた場合においても、遠浅である点が我が国と異なる。

表 欧州・中国における洋上風力の立地が原則として認められる離岸距離^{*1}

国 ^{*2}	離岸距離	出典
英国	Round1(2001): 制約なし ^{*3}	[22]-[24]
	Round2(2003): 8 -13km以上	
	Round3(2010): 12海里(22.2km)以上	
ドイツ	12海里(22.2km)以上	[25]
中国	10km以上	[26], [27]
デンマーク	12.5km以上	[28]
オランダ	12海里(22.2km)以上	[29]

*1 表中の離岸距離を下回る場所において、例外的に洋上風力の立地が認められた事例も一部存在する。

*2 2018年時点における各国で洋上風力が設置された設備容量順。

*3 英国の洋上風力の立地を促進する区域のうち、最初期のもの(Round1)は、試験的事業として実施され、離岸距離については考慮していない。

海外の事例(1)：英国

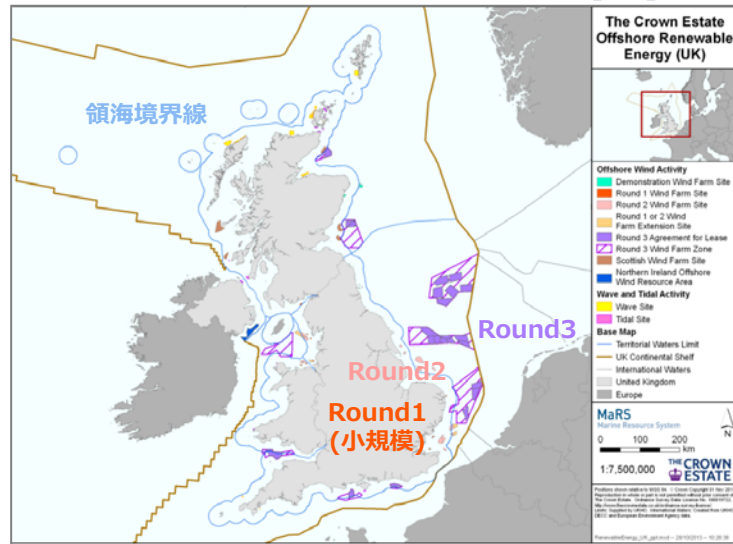
英国では、洋上風力の立地を促進する区域の指定を計3回(Round1 - 3)実施している。

Round 1: 立地を促進する区域に離岸距離の制約を設けなかったため、立地は沿岸部に集中した。ただし、住民による景観紛争も発生した[22]。

Round 2: GISによる景観シミュレーションに基づき、離岸距離8-13 km以上の海域を指定した[23]。

Round 3: ウィンドファームの大規模化による景観などへの影響の懸念から、離岸距離12海里(22.2km)以上の海域を指定した。

図 英国における洋上風力の促進区域[24]

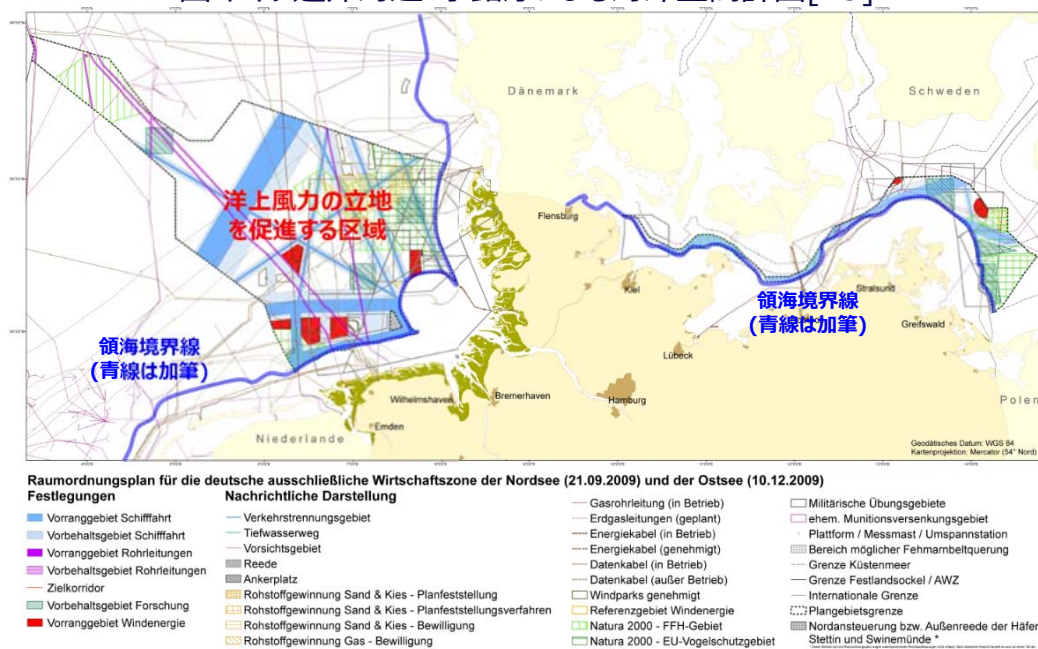


* 12海里以内の促進区域も一部含まれる。

海外の事例(2)：ドイツ

ドイツでは、連邦海運・水路庁による海洋空間計画において、離岸距離12海里(22.2km)以上を洋上風力の立地を促進する区域として指定している。

図 ドイツ連邦海運・水路庁による海洋空間計画[25]



海外の事例(3)：中国

中国では、主にエネルギー部門を管轄する国家能源局と、国家海洋局の調整の結果、洋上風力の設置には漁業や海上交通路の確保を考慮しつつ、**離岸距離10km以上の海域に設置することを原則**している[26][27]。

中国の「海上風力開発建設管理法」第七条[26]による規定(仮訳)

第七条

洋上風力発電は「生態文明建設」に従い、洋上風力の開発度合いと資源環境への負荷レベルを考慮する必要がある、離岸距離10km以上、水深10m以上(干潟の幅10km以上の場合)の海域に設置することを原則とする。

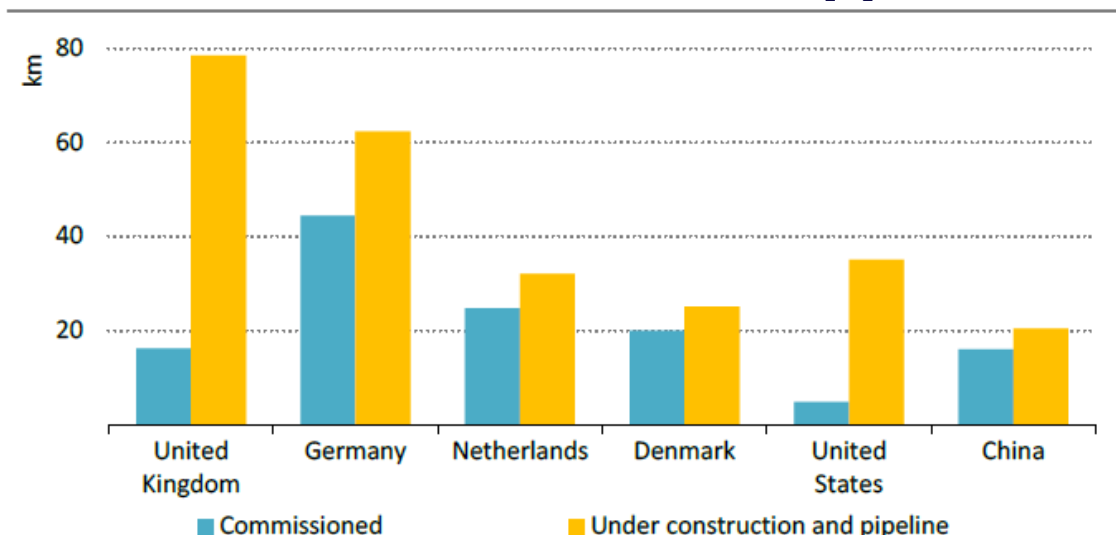
海洋自然保護区・海洋特別保護区・自然歴史遺跡保護区・重要漁業水域・河口・港湾・湿地・渡り鳥飛来地・生息地などの重要でかつ脆弱な生態区域、および生態保護区における、洋上風力の設置を禁じる。

(原文)第七条 海上风电场应当按照生态文明建设要求，统筹考虑开发强度和资源环境承载能力，原则上应在离岸距离不少于10公里、滩涂宽度超过10公里时海域水深不得少于10米的海域布局。在各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、滨海湿地、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及划定的生态红线区内不得规划建设海上风电场。

海外における平均離岸距離

IEA[4]の分析に拠れば、現在建設中の洋上風力は陸地から遠い場所へ設置される傾向にあり、**平均で20km以上の離岸距離**が確保されている。

図 洋上風力の国別の平均離岸距離[4]



Offshore wind farms have been moving into deeper waters, amid a trend of increasing project sizes, that have impacted offshore transmission design as well as foundations

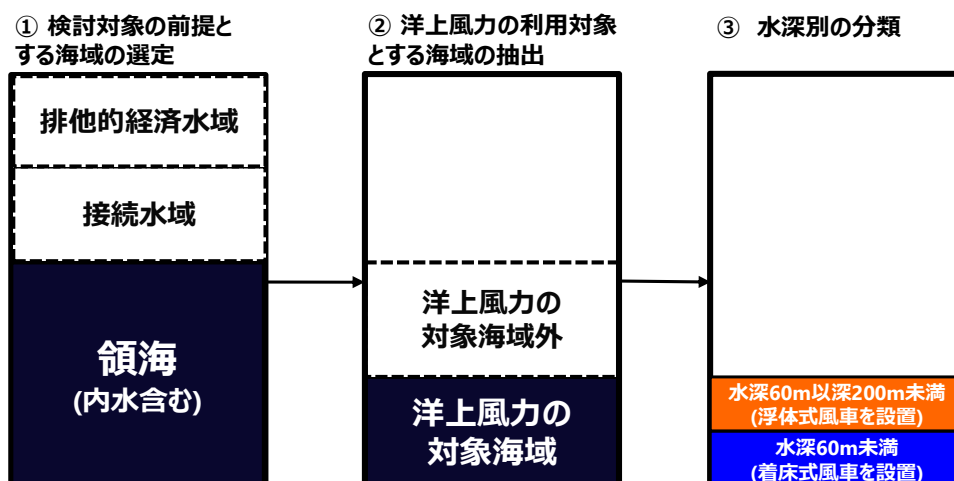
3. 洋上風力発電の対象海域の評価

- (1) 洋上風力発電の対象海域の考え方
- (2) 地理情報システムを用いた対象海域の面積推計

洋上風力の対象海域の考え方

本研究では、以下のような過程で、洋上風力の対象海域の検討を行った。

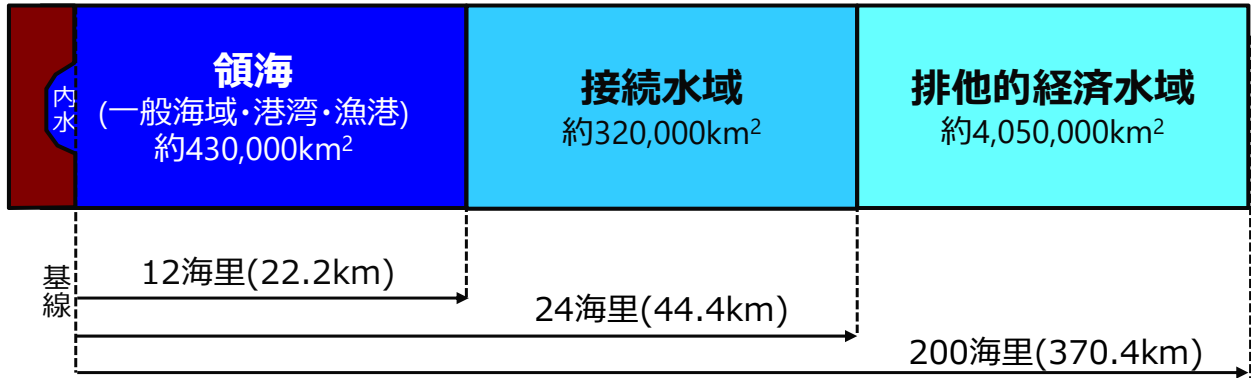
- ① 再エネ海域利用法が対象とする、領海・内水を検討対象の前提とする。
- ② その中で、再エネ海域利用法上の「促進区域」の考え方を参考に、「促進区域」の指定を受ける対象となる海域を抽出する。これを本研究における**対象海域**とする。
- ③ この海域を、着床式風車の設置に適した水深60m未満の海域と、浮体式風車の設置に適した水深60m以深200m未満の海域に分類する。



① 検討対象の前提とする海域の選定

- ◆ 再エネ海域利用法では「我が国の領海及び内水の海域」のうち、同法で規定された一定の要件の下で指定された区域を「促進区域」の対象としている。
- ◆ 欧州においては、洋上風力の立地を促進する区域として、領海(12海里)を超える離岸距離を設定している事例も存在する。しかし、領海を超える範囲(接続水域、排他的経済水域)については、再エネ海域利用法の対象となっていない。
- ◆ したがって、本研究においては**離岸距離が12海里までの海域^{*1}を検討対象の前提**とし、接続水域と排他的経済水域は対象としない。

図 海域の種類^{*2}



*1 内水がある海域や、周辺に離島がある海域においては、(基線の内側からの)離岸距離が12海里以上でも領海である場合があるが、本研究では未考慮とした。
 *2 面積については、海上保安庁[30]の統計値を引用した。

② 洋上風力の対象海域の抽出(1)

再エネ海域利用法の規定と、「海洋再生可能エネルギー発電設備促進区域指定ガイドライン(ガイドライン)」[1]の記載事項を参考に、以下を除いた海域を洋上風力の対象海域とした。

表 本研究で洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方

再エネ海域利用法 第8条第1項の規定	ガイドライン[1]の記載事項	本研究で洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方	
(第1号) 気象、海象その他の自然的条件が適当であり、発電設備を設置すればその出力の量が相当程度に達すると見込まれること。	設備利用率30%以上を確保するため、平均風速7m/sが事業性の目安になるといわれている。	年間平均風速 7.0m/s未満 (地上高100m) の海域	ガイドライン記載の風速を参考にした。また、経済産業省と国土交通省の「中間整理」[31]において、促進区域案の決定時には主としてNEDO作成の風況マップ(NeoWins)を活用するとしているため、同風況マップにおける風速を基準とした。
	着床式洋上風力発電を念頭に置いた場合、水深30m以浅の区域は事業性が高いと考えられる。	水深200m 以深の海域	将来的に浮体式風車の設置がされることを想定し、大陸棚外縁*に達するとされる水深200m以深を利用対象外の海域とした。
(第2号) 当該区域及びその周辺における航路及び港湾の利用、保全及び管理に支障を及ぼすことがないこと。	大型の船舶が頻繁に通行する海域は避け、当該海域と適切な離隔距離が確保可能であると見込まれること。	500m四方内に AIS搭載船が 31隻/月以上 通行する海域	主に中型船以上の船舶が1隻/日以上通行しており、主要な航行ルートとなっている可能性が高い。また、地方公共団体によるゾーニング評価で考慮された通行量の最大側の値(青森県)でもある。

* 大陸の周辺には平坦な海底が存在し、その外縁で傾斜が増大し、深海に達している。この傾斜変化部を大陸棚外縁という。

② 洋上風力の対象海域の抽出(2)

表 本研究で洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方

再エネ海域利用法 第8条第1項の規定	ガイドライン[1]の記載事項	本研究で洋上風力の利用対象外 とした海域とその考え方
(第3号) 設備の設置及び維持管理に必要な人員及び物資の輸送に関し、当該区域と当該区域外の港湾とを一体的に利用することが可能であると認められること。	発電設備の効率的な設置及び維持管理が可能と見込まれる範囲内に基地となる港湾があること。基地となる港湾は、適当な耐荷重の岸壁及び適当な耐荷重、広さのふ頭用地を有すること。	-
(第4号) 電気事業者が維持し、及び運用する電線路との電気的な接続が適切に確保されることが見込まれること。	事業者が電力会社との間で接続契約を締結している場合や、事業者等が系統接続を確保する蓋然性が高い場合。	離島の周辺
(第5号) 漁業に支障を及ぼさないことが見込まれること。	関係漁業団体を含む協議会において、発電事業の実施による漁業への支障の有無を確認する。	-
(第6号) 漁港の区域、港湾区域、港湾法の規定により都道府県知事が公告した水域、海岸保全区域、低潮線保全区域、低潮線保全法の規定により国土交通大臣が公告した水域と重複しない。	関係行政機関の長に対し、左記の区域との重複がないかを確認する。	海岸保全区域

*北方領土、沖縄県の本島を除く離島については、離島供給約款の対象でない場合もあるが、例外的に周辺の海域を利用対象外とした。

② 洋上風力の対象海域の抽出(3)

表 本研究で洋上風力の利用対象外とした海域とその考え方

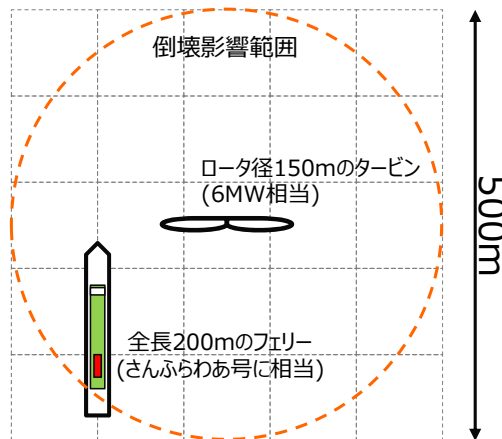
再エネ海域利用法 第3条の規定	ガイドライン[1]の記載事項	本研究で洋上風力の利用対象外 とした海域とその考え方
海洋環境の保全、海洋の安全の確保その他の海洋に関する施策との調和を図りつつ、海洋の持続可能な開発及び利用を実現することを旨として、国、関係地方公共団体、海洋再生可能エネルギー発電事業を行う者その他の関係する者の密接な連携の下に行われなければならない。	後記(1)から(3)の事項について、配慮すべき事項の有無やその内容について関係行政機関の長に確認する*1。 (1) 海洋環境の保全 (2) 海洋の安全の確保(航空路等) (3) 海洋に関する施策との調和(海底ケーブル、電波等)	自然公園
		在日アメリカ合衆国軍の海上訓練区域

*1 航空路・海底ケーブル・電波に関する要件については、対象となる範囲が小さいと考えられるため、本研究では未考慮とした。

*2 海上自衛隊射撃訓練等区域については、主に離岸距離12海里以遠に設定されているため、本研究では未考慮とした。

② 航路への支障影響の考え方

- 西海市と新上五島町のゾーニング評価では、風車の倒壊影響範囲を考慮し、AIS搭載船が実際に通行したルートからの離隔距離(254m)を設けている。
- 本研究では、2014年1~12月におけるAIS搭載船通行量の緯度・経度情報を海上保安庁より入手し、**500m四方内におけるAIS搭載船通行量が31隻/月以上(1隻/日相当)**の海域を、主要な航行ルートであるとし、洋上風力の対象海域から除外した。
- SOLAS条約*によってAIS搭載が義務付けられている船舶は以下であり、小型船は含まれない場合がある。
 - 国際航海に従事する300総トン数以上の全ての船舶
 - 国際航海に従事しない500総トン数以上の全ての船舶
 - 全ての旅客船

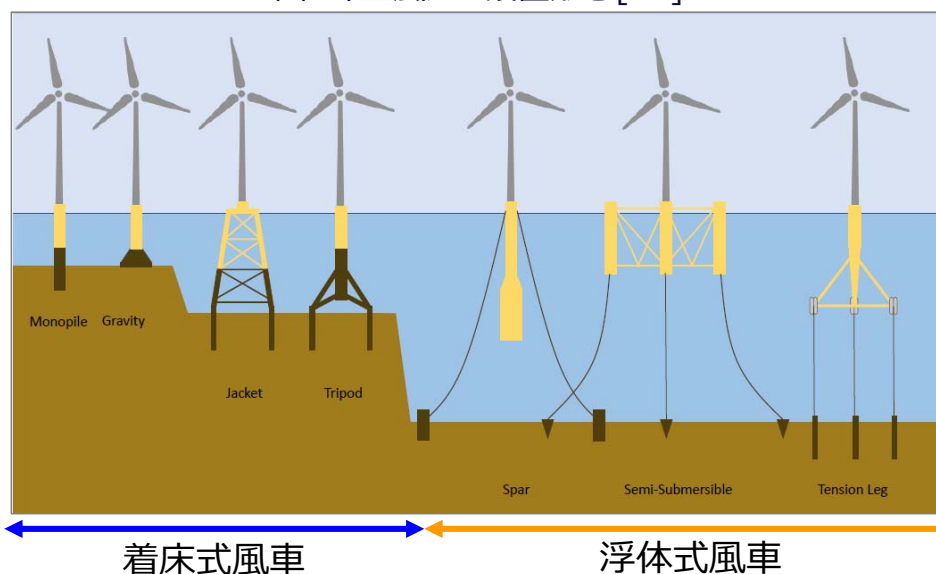


* 海上における人命の安全のための国際条約(International Convention for the Safety of Life at Sea)。

③ 水深別の分類

本研究においては、水深60m未満の海域には欧州などで多数の導入実績のある着床式風車を、水深60m以上の海域には現在実証段階の浮体式風車をそれぞれ建設するものとした。

図 洋上風力の設置形態[32]



*着床式風車の対象とする水深は文献により異なる。本研究では、英国の洋上風力を促進する海域選定(着床式風車の設置を想定)における、水深の要件(0-60m)を参考とした[33]。

環境省調査の前提条件との比較

本研究で洋上風力の対象海域を抽出した際の条件を、環境省調査[2]における開発可能海域の前提条件と比較すると、離岸距離の上限を12海里(22.2km)へ減少させている点や、主要な航行ルートとした海域などを除外している点が異なる。

表 本研究における洋上風力の対象海域と環境省の開発可能海域の比較

	本研究	環境省[2]	備考
離岸距離	0 - 22.2km	0 - 30km	本研究では領海を超えない範囲を対象しているため、離岸距離12海里(22.2km)未満とした。
風況マップ	NeoWins (20年間平年値*1)	WinPas (2000年)	本研究では経済産業省と国土交通省「中間整理」[31]で記載されている風況マップを使用。
年間平均風速	7.0m/s以上	6.5m/s以上	本研究では、促進区域指定ガイドライン[1]の記載を参考とした。
水深	200m未満		
離島の周辺	除外	シナリオ	環境省[2]の(平成25年度版)では、北海道本島・本州・四国・九州(五島列島除く)・沖縄本島周辺の導入ポテンシャルをシナリオ値として計算している。
自然公園	全区域を除外	海域公園*2を除外	
船舶への影響	AIS搭載船通行量 31隻/月未満	—	
海岸保全区域	除外	—	—
在日アメリカ合衆国軍 の海上訓練区域	除外	—	

*1 1995年～2014年の20年間の平年値。

*2 自然公園のうち、主に海中の景観を維持するために指定された公園。

3. 洋上風力発電の対象海域の評価

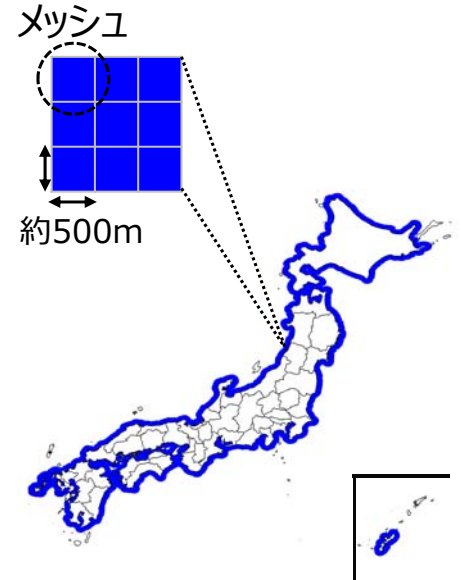
- (1) 洋上風力発電の対象海域の考え方
- (2) 地理情報システムを用いた対象海域の面積推計

海域面積の評価方法

我が国の海域を4次メッシュ(約500m四方)に分割した上で、海域利用などのデータを整備し、地理情報システム(GIS)によって各海域の面積を推計した*。

表 本研究にて整備したメッシュデータ

要素	諸元
水深	<ul style="list-style-type: none"> 日本海洋データセンター(J-EGG500)の水深データ[34]
年間平均風速	<ul style="list-style-type: none"> NEDO NeoWinsにおける高さ100m地点における年間平均風速[35]
船舶通行量	<ul style="list-style-type: none"> 海上保安庁提供の2014年1月-12月のAIS搭載船の船舶通行量[36]
離岸距離	<ul style="list-style-type: none"> 本研究にて計算
各区域の有無	<ul style="list-style-type: none"> 国土数値情報[37]を用いて各区域のデータを二値データ化 自然公園・海岸保全区域・港湾・漁業権は国土数値情報のデータを面データに換算後にメッシュに格納 上記以外については本研究にて整備
都道府県	<ul style="list-style-type: none"> 対象メッシュに最も近い都道府県とした



* 本研究では、UTM座標系(第53帯)で面積を推計した。

日本の領海・内水の特徴(風速・水深)

年間平均風速が7.0m/s未満の海域は沿岸沖に多く存在している。また、領海内であっても沖合で水深200m以深に達する場合があります、特に太平洋沖で多く見られる。

図1 年間平均風速7.0m/s未満の海域

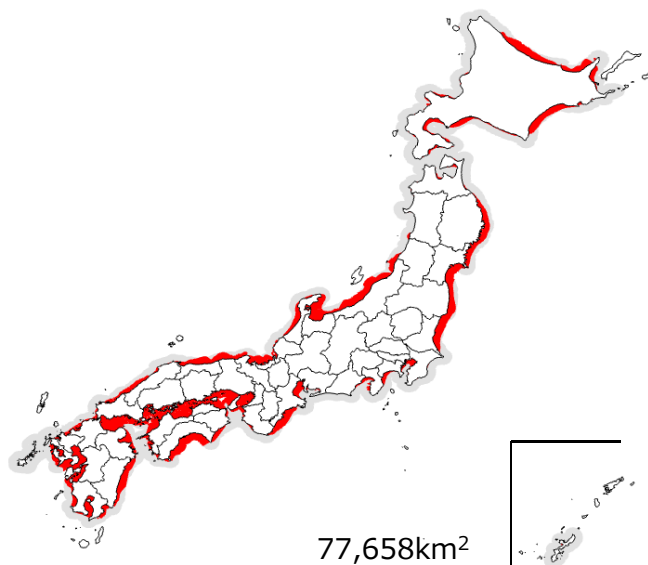
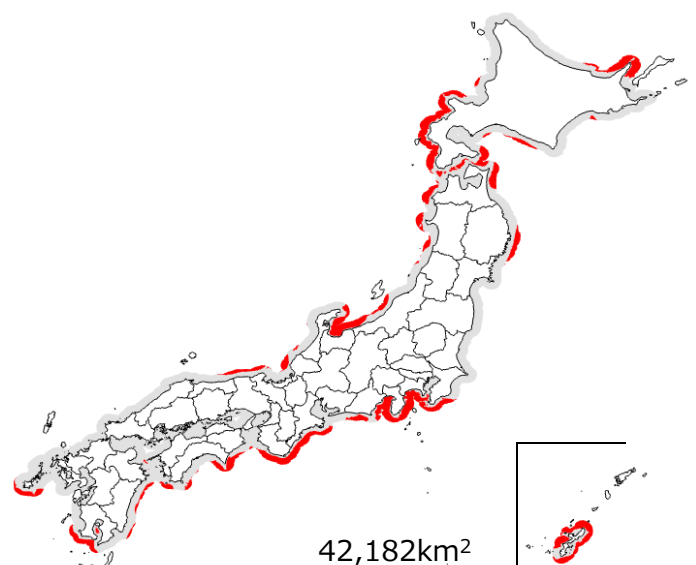


図2 水深200m以深の海域



4次メッシュ上に元データのポイントデータが含まれない場合には、周囲8メッシュに存在する水深値の平均値で補完した。

日本の領海・内水の特徴(船舶・自然公園)

AIS搭載船が31隻/月以上通行する海域は、太平洋側を中心に多く存在する。
一方、自然公園については、沿岸に近い一部の海域のみが指定されている。

図1 AIS搭載船31隻/月以上の海域
(主要な航行ルートとした海域)

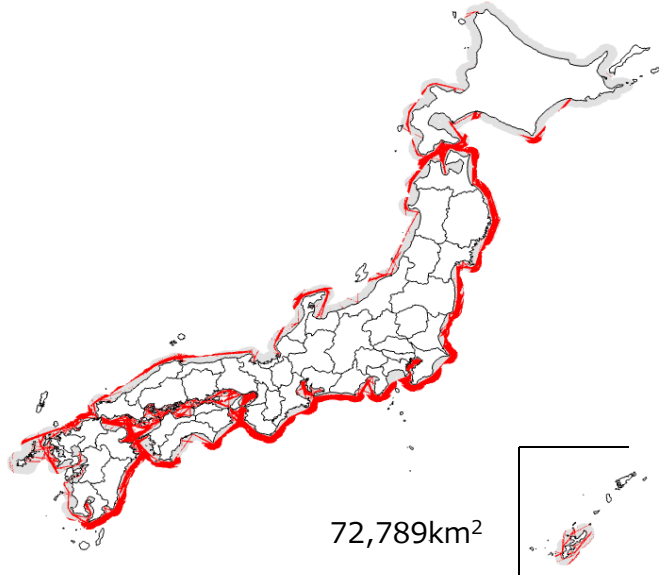
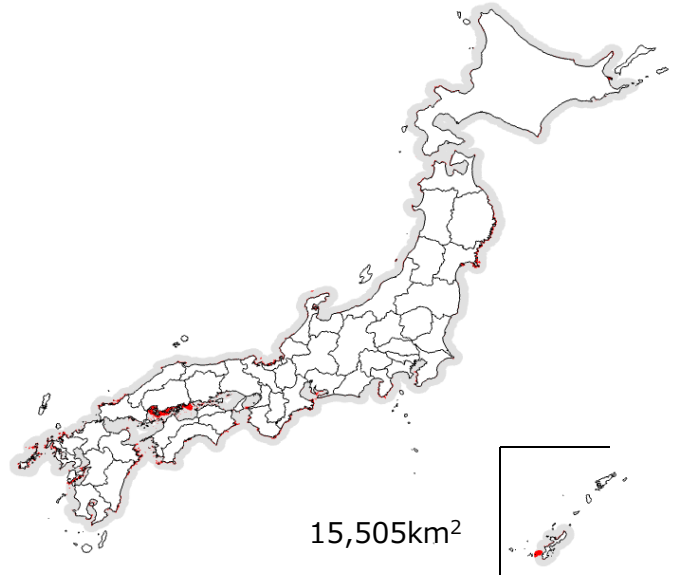


図2 自然公園



4次メッシュ内に複数のポイント(緯度・経度データ)が含まれる場合、各メッシュにおける船舶通行量の最大値を適用した。

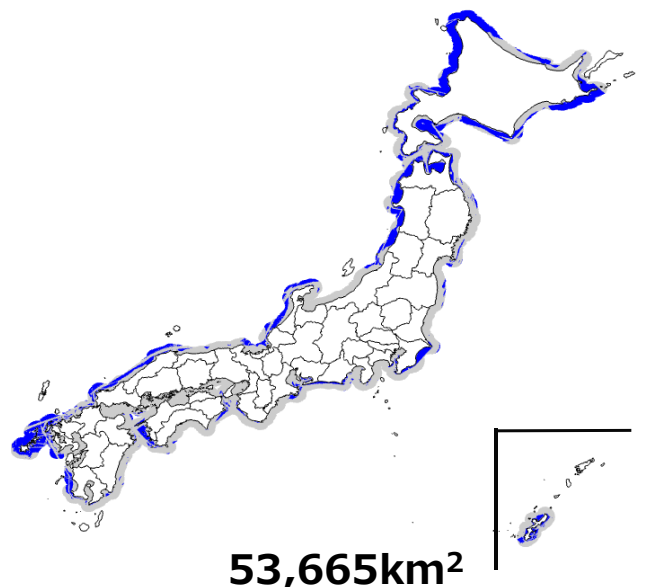
洋上風力の対象海域の面積

我が国の領海・内水(約430,000km²)のうち、約半分は系統連系が困難な離島の周辺*¹である。
また、離島周辺以外であっても、風況条件が悪い海域や、主要な航行ルートとした海域が多くを占めるため、洋上風力の対象海域は**53,665km²**(領海・内水面積の**12%**)となる。

表 領海・内水における各海域の面積の内訳

海域	面積[km ²]
洋上風力の利用対象	53,665
洋上風力の利用対象外 (離島の周辺以外* ¹)	156,333* ³
年間平均風速7.0m/s未満	(77,658)
水深200m以深	(42,182)
AIS搭載船通行量31隻/月以上	(72,789)
海岸保全区域	(4,749)
在日アメリカ合衆国軍の海上訓練地域	(2,472)
自然公園	(15,505)
洋上風力の利用対象外(離島の周辺* ²)	約220,000
合計	約430,000

図 洋上風力の対象海域



53,665km²

*1 「離島の周辺以外」は、北海道、本州、四国、九州(五島列島含む)、
沖縄本島から離岸距離12海里(22.2km)未満とした。
*2 「離島の周辺」の海域については、GISデータの整備を行っていないため、
海上保安庁が公開している領海・内水面積[30]から逆算して面積を推計した。
*3 内訳となる海域は互いに重複するため、各海域の合計値と一致しない。

水深別の対象海域

洋上風力の対象海域(53,665km²)のうち、着床式風車の設置に適した水深60m未満の海域は**22,372km²**と推計された。一方、浮体式風車の設置に適した水深60m以深200m未満の海域は**31,293km²**と推計された。

図1 水深60m未満の海域

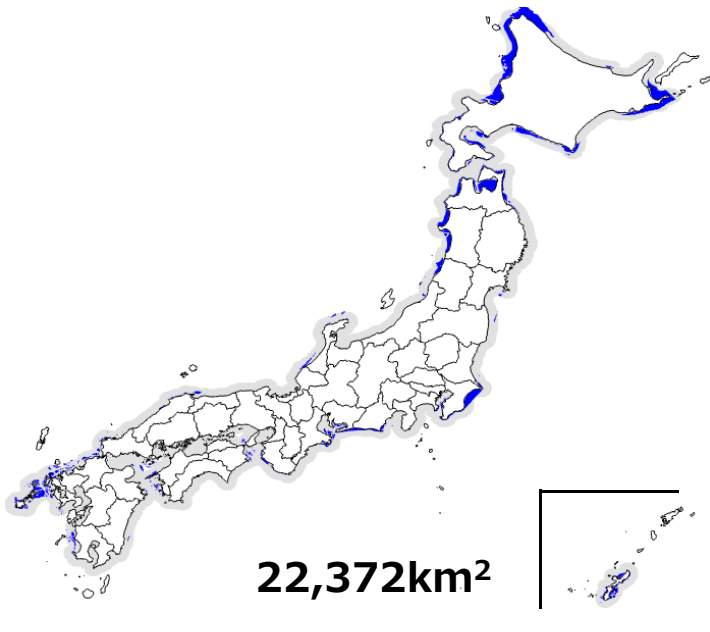
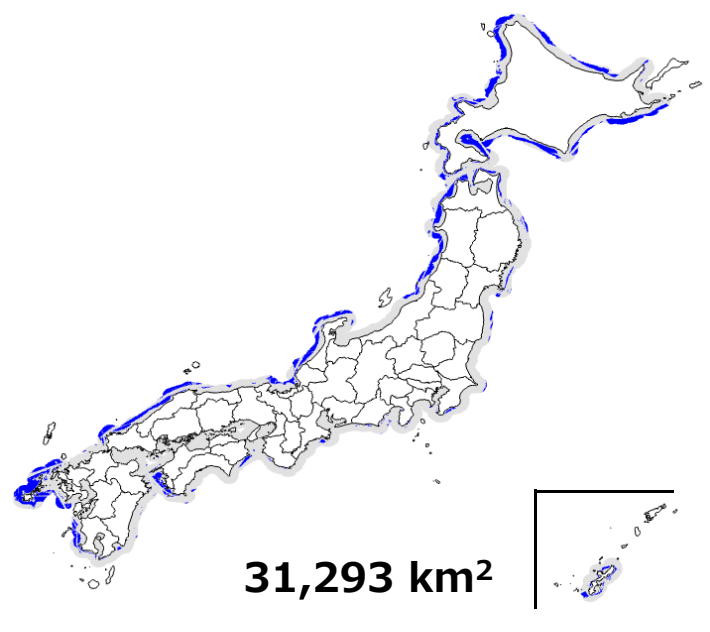


図2 水深60m以深200m未満の海域



再エネ海域利用法における「有望な区域」との比較

再エネ海域利用法において、「有望な区域」(2019年7月30日)とされた海域*は、いずれも本研究で定義した**対象海域(水深60m未満)**に含まれる。

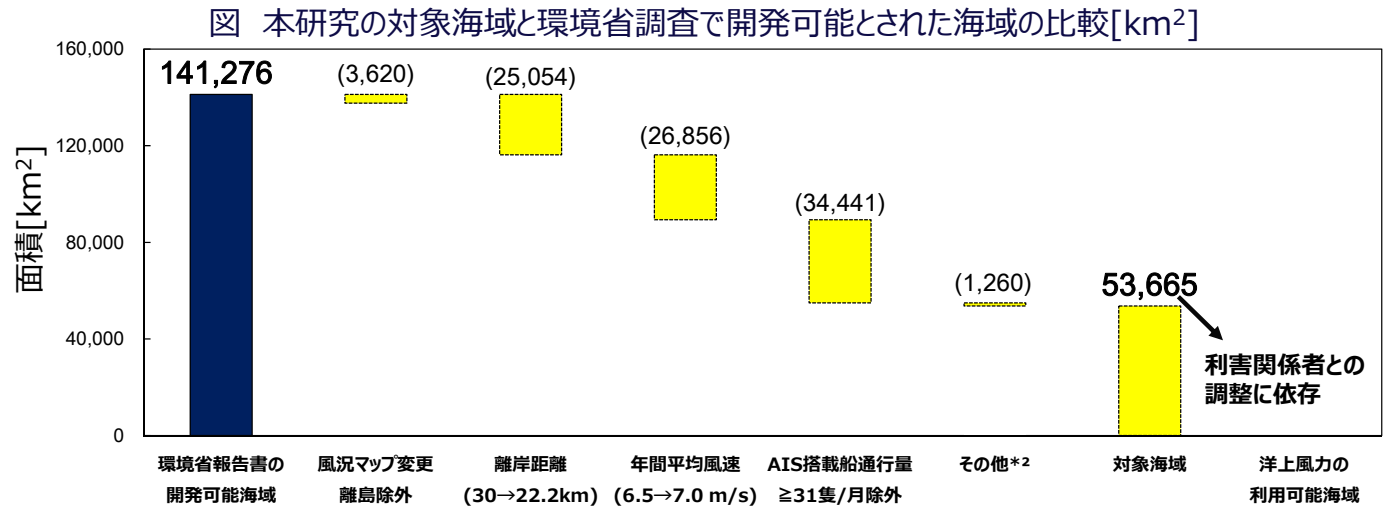
図1 水深60m未満の対象海域と再エネ海域利用法における「有望な区域」



* 再エネ海域利用法に基づき、第三者委員会の意見も踏まえて選定された区域(スライドNo.73を参照)。着床式風車の設置を前提としているため、本研究で定義した水深60m未満の対象海域と比較した。

本研究の対象海域と環境省調査で開発可能とされた海域の比較

- 本研究では、洋上風力の対象海域の面積を53,665km²と推計した。これは環境省調査[2]で洋上風力が開発可能とされた海域面積(141,276km²)の約4割程度となる。
- この要因は、再エネ海域利用法の施行を踏まえ、離岸距離を縮小したことや、航路への支障などを考慮したことなどによる。



*1 内訳は図中の左から右方向へ順に制約を加えた場合の数値を示し、制約順により変動する場合がある。

*2 海岸保全区域と在日アメリカ合衆国軍の海上訓練区域の除外を指す。

4. 洋上風力発電の対象海域に関する考察

- (1) 単位面積あたりに設置可能な洋上風力発電の設備容量
- (2) 利害関係者との調整が必要な海域
- (3) 自然条件の不確実性
- (4) 生態系への影響評価に関する課題

単位面積あたりに設置可能な洋上風力の設備容量

- 環境省[2]の評価では、1 MWタービンを $10D \times 3D^{*1}$ で配置することを想定し、陸上風力発電の導入ポテンシャル評価と同様に $10\text{MW}/\text{km}^2$ で換算を行っている。しかし、洋上風力は水面上に設置されることや、大型の風車が設置される点などで、陸上風力と特徴が異なる。
- 一方で、確認できた欧州の既往研究では、ウインドファームの実績や、洋上における風車後方の乱流による影響を考慮し、単位面積あたりに設置可能な洋上風力の設備容量を **$4.6\text{--}6.0\text{MW}/\text{km}^2$** としている。これは**環境省の前提条件と比較して小さい値**となっている。

表 既往研究における面積あたり設置可能な洋上風力の設備容量の想定

文献	対象地域	想定値 [MW/km ²]	考え方
Wind Europe [38]	欧州	5.36	ロータ直径 $D = 212\text{m}$ のタービン(2030年時点を想定)を、 $9D \times 6D$ で配置することを想定。
Ecofys [39]	北海	5.0	オランダBorsseleにおけるウインドファームの実績が $4\text{MW}/\text{km}^2$ (特定の許可された範囲では $6\text{MW}/\text{km}^2$)であったことを参考。
DEA [40]	デンマーク	5.4	15MW 風車を想定。不確実性を考慮し、 $4.9\text{--}5.9\text{MW}/\text{km}^2$ とした場合の導入ポテンシャルも評価。
NREL [41]	米国	5.1	ロータ直径 155m のタービンを $7D \times 7D$ で配置する想定。
ECN ^{*2} [42]	オランダ	4.66(10MW風車) 5.06(15MW風車)	洋上における風車後方の乱流による影響を考慮し、収益が最大となる配置をシミュレーションで計算した値に基づく。
Baltic LINes ^{*2} [43]	北海 バルト海	6.0 5.5	実際のウインドファームの実績値(平均値)。

*1 D はロータ直径を差し、風下に対してロータ直径の10倍、風上の垂直方向に対してロータ直径の3倍の間隔を設けることを意味する。

*2 面積あたり設備容量について分析を行った文献であり、導入ポテンシャルの評価を行ったものではない。

洋上風力の設備容量への換算値

- 仮に洋上風力($53,665\text{km}^2$)の対象海域の全てで合意が得られる仮定を置いた場合、北海のウインドファームの配置($6.0\text{MW}/\text{km}^2$)に基づいて面積を洋上風力の設備容量に換算すると、着床式風車 **134.2GW** 、浮体式風車 **187.8GW** の合計で **322.0GW** となる。
- しかし実際には、対象海域の中から促進区域の指定を受ける上で、利害関係者との調整が困難な海域が存在するため、設置可能となる洋上風力の設備容量はさらに減少する。

表 対象海域の面積を洋上風力の設備容量に換算した値[GW]

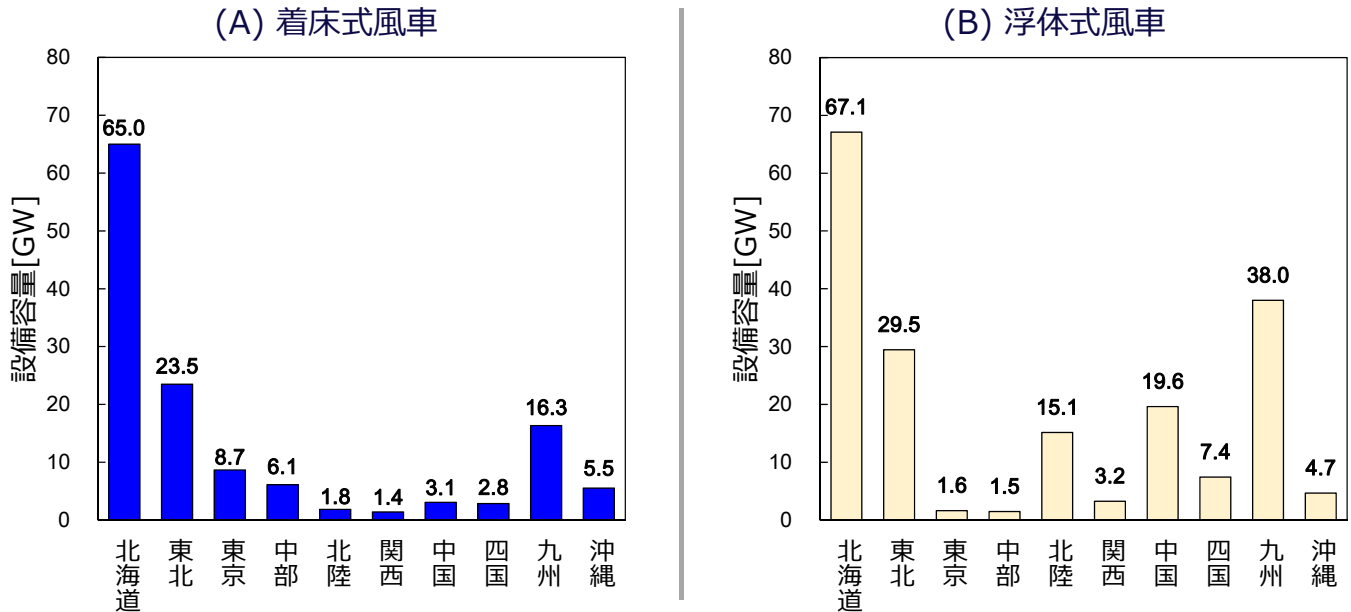
単位面積あたり 設備容量	着床式風車	浮体式風車	合計	備考
$10\text{MW}/\text{km}^2$	223.7	312.9	536.7	環境省[2]の評価における前提条件。1 MWタービンを $10D \times 3D$ で配置することを想定。
$6.0\text{MW}/\text{km}^2$	134.2	187.8	322.0	確認できた既往研究の最大側の条件で換算。 北海のウインドファームの実績値(平均値)。
$4.66\text{MW}/\text{km}^2$	104.3	145.8	250.1	確認できた既往研究の最小側の条件で換算。 北海(オランダ周辺)の風況条件で、風車後方の乱流による影響を考慮し、収益が最大となる配置をシミュレーションで計算した値に基づく。

* 着床式風車と浮体式風車の設備容量は、対象海域($53,665\text{km}^2$)のうち、水深 60m 未満の海域面積である $22,372\text{km}^2$ と、水深 60m 以深 200m 未満の海域面積である $31,293\text{km}^2$ より換算した。

一般送配電事業者のエリア別の設備容量(換算値)

対象海域の面積を6.0MW/km²で設備容量に換算した場合、一般送配電事業者のエリア別の設備容量は以下となる。着床式風車・浮体式風車ともに、**北海道・東北・九州**において、対象海域が多く存在する。

図 一般送配電事業者のエリア別の設備容量(対象海域の面積を6.0MW/km²で換算)[GW]

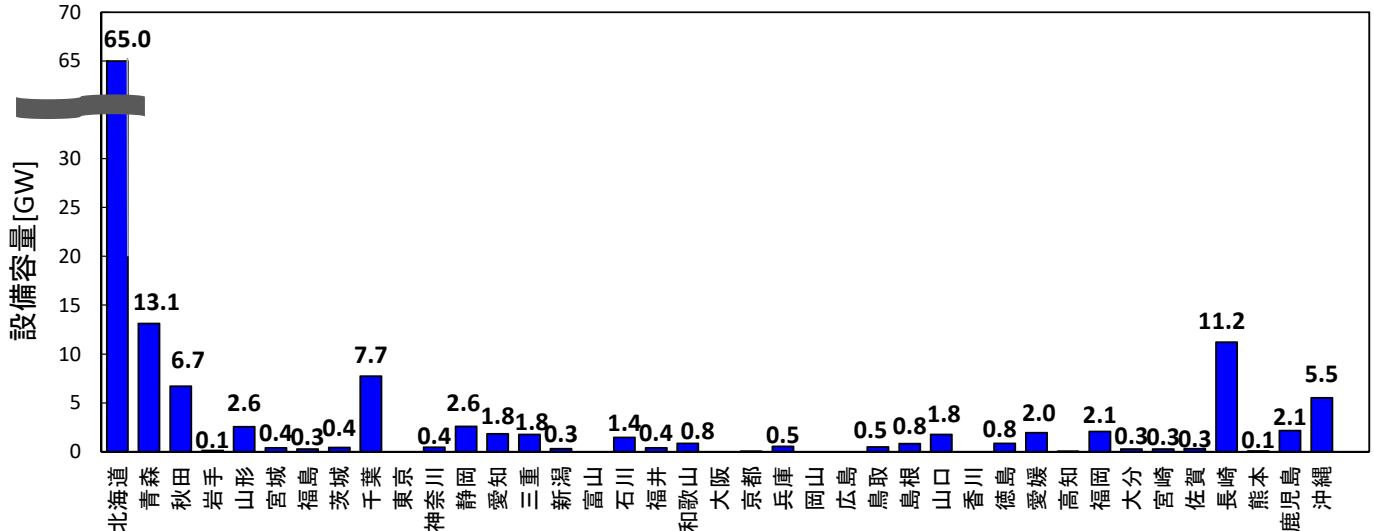


* 対象海域の全てで利害関係者からの合意が得られる仮定の下で換算した値。

都道府県別の着床式風車の設備容量(換算値)

対象海域の面積を6.0MW/km²で設備容量に換算した場合、都道府県別の着床式風車(水深60m未満の海域が対象)の設備容量は以下となる。着床式風車の対象海域は、**北海道・青森・長崎**の近くに多く存在する。

図 都道府県別の着床式風車の設備容量(対象海域の面積を6.0MW/km²で換算)[GW]

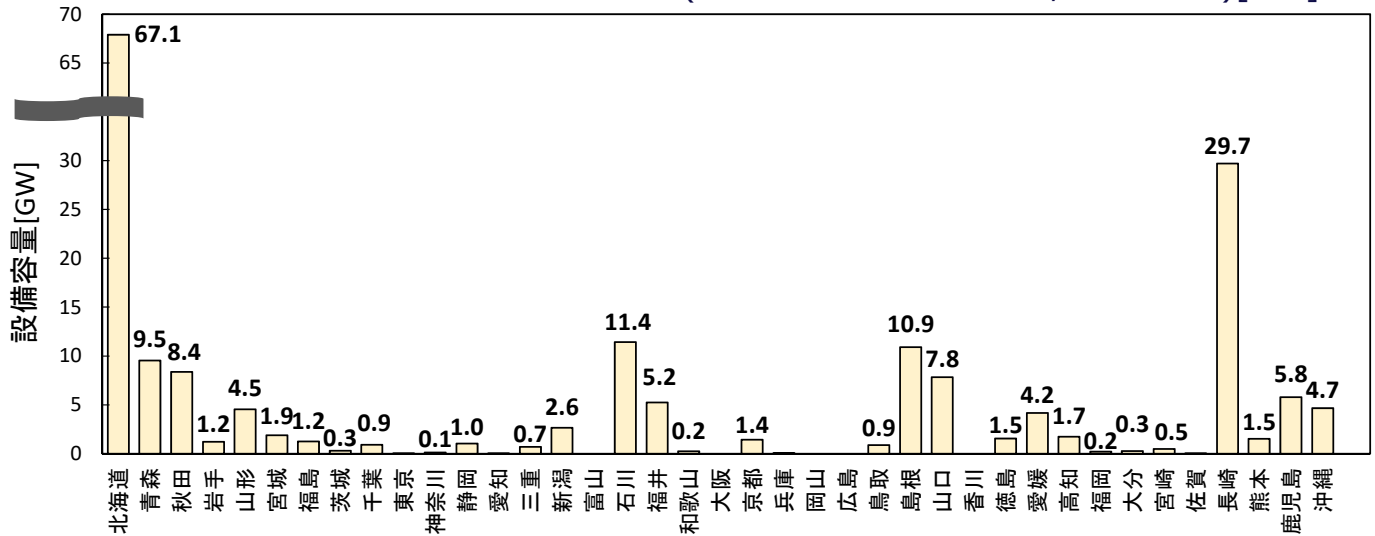


* 海に面していない都道府県は含まない。
 * 0.1 GW未満の都道府県については数値の記載を省略した。
 * 対象海域の全てで利害関係者からの合意が得られる仮定の下で換算した値。

都道府県別の浮体式風車の設備容量(換算値)

対象海域の面積を6.0MW/km²で設備容量に換算した場合、都道府県別の浮体式風車(水深60m以深200m未満の海域が対象)の設備容量は以下となる。
着床式風車の対象海域は、**北海道・長崎・石川**の近くに多く存在する。

図 都道府県別の浮体式風車の設備容量(対象海域の面積を6.0MW/km²で換算)[GW]



- * 海に面していない都道府県は含まない。
- * 0.1 GW未満の都道府県については数値の記載を省略した。
- * 対象海域の全てで利害関係者からの合意が得られる仮定の下で換算した値。

4. 洋上風力発電の対象海域に関する考察

- (1) 単位面積あたりに設置可能な洋上風力発電の設備容量
- (2) 利害関係者との調整が必要な海域
- (3) 自然条件の不確実性
- (4) 生態系への影響評価に関する課題

利害関係者との調整が必要な海域

- 本研究において洋上風力の対象海域は、領海・内水のうち12%存在するものの、実際には利害関係者からの合意を得ることが困難な海域が存在する。
- 実際に設置可能となる洋上風力の設備容量を推計するためには、漁業や主要航行ルート外の船舶数、離岸距離などを考慮する必要がある。

表 利害関係者との調整が必要な海域

海域	考え方
漁業権が設定されている海域	漁業法により、漁業権に影響を及ぼす範囲での開発行為に対し、漁業権者は損害賠償請求権に加え、妨害行為に対する差止請求権を有している。そのため、漁業権者の承諾なしに開発行為を行うことは困難である。
AIS搭載船が1-30隻/月通行する海域	1日1隻未満の通行量であるため、主要航行ルートではない可能性があるが、中型船以上の船舶が実際に通行している海域であり、週1便の定期運航船の航行ルートや、船舶同士の衝突防止時に運行される海域となっている可能性がある。そのため、促進区域の指定にあたり、海運業者との調整が必要になる場合がある。
沿岸に近い海域	陸地からの距離が短い沿岸側の海域においては、景観や騒音、生態系などへの影響が懸念され、海外においては陸地から数km離れた海域を、洋上風力の立地を促進する海域としている。そのため、促進区域の指定にあたり、地域住民との調整が必要になる場合がある。

漁業権との関係

漁業権に影響する区域においては、漁業権者の承諾なしに、洋上風力の開発を行うことが困難であるため、漁業権者との調整が不可欠となる。

漁業権の特徴

継続性

国・都道府県が許可を行い、その権利は5-10年間とされる。
実際には、漁業者の生活安定の見地から事実上自動的に更新されており、**永続的に継続**される。

漁業権の妨害行為に対する権利

漁業法第23条により漁業権は物件とみなされ、土地に関する規定が準用されることが規定されている。漁業権者は、漁業権に影響する区域における妨害行為に対する損害賠償請求権を持ち、補償に関する合意が成立しない場合には、差止請求権による差し止めを行うことができる。

漁業補償の性質

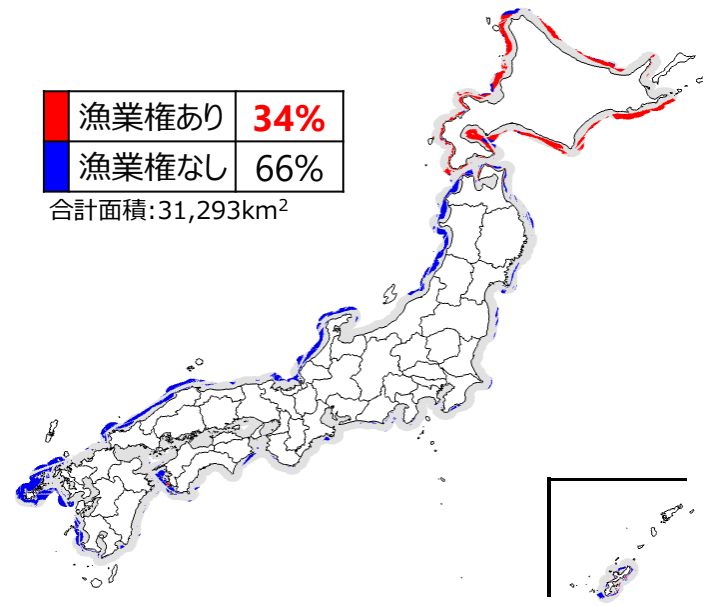
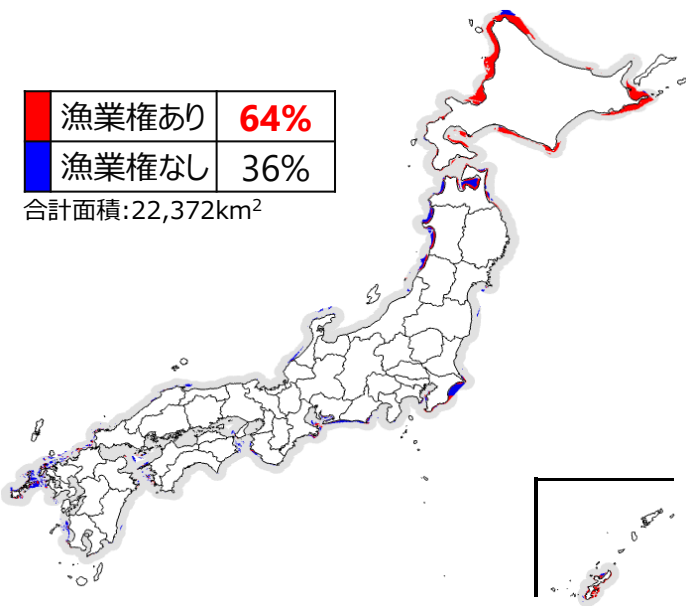
漁業法第26条第1項、第29条により、漁業権の譲渡や貸付は禁止されている。
また、漁業権者は差止請求権があることから、無許可で開発行為を行い、事後的に損害を賠償する対応は不可である。
そのため、漁業権者の承諾なしに、漁業権に影響する区域における開発を行うことは困難である。

① 漁業権が設定されている海域

洋上風力の対象海域のうち、着床式風車については**64%**、浮体式風車については**34%**が**漁業権が設定されている海域と重複**する。これらでは、漁業権者との調整が必要である。

図1 着床式風車の対象海域
(水深60m未満)

図2 浮体式風車の対象海域
(水深60m以深200m未満)

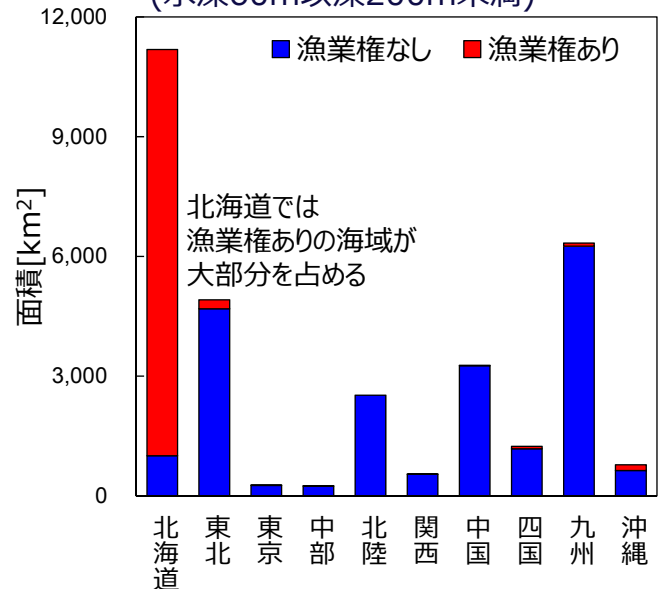
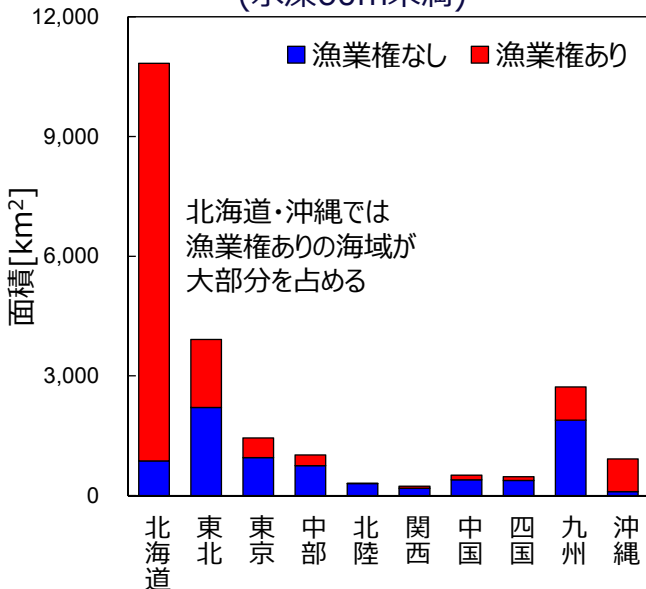


① 漁業権が設定されている海域(電力エリア別)

洋上風力の対象海域は、北海道に多く存在しているものの、そのうちの大部分の海域では**漁業権が設定されているため、北海道では漁業権者との調整が特に重要**となる。

図1 着床式風車の対象海域[km²]
(水深60m未満)

図2 浮体式風車の対象海域[km²]
(水深60m以深200m未満)



* 一般送配電事業者のエリア別

② AIS搭載船が通行する海域

浮体式風車の対象海域は、着床式風車の対象海域と比較してより沖合側に存在するため、AIS搭載船が通行する海域と多く重複する。そのため、海運業者との調整が必要となりやすい。

図1 着床式風車の対象海域
(水深60m未満)

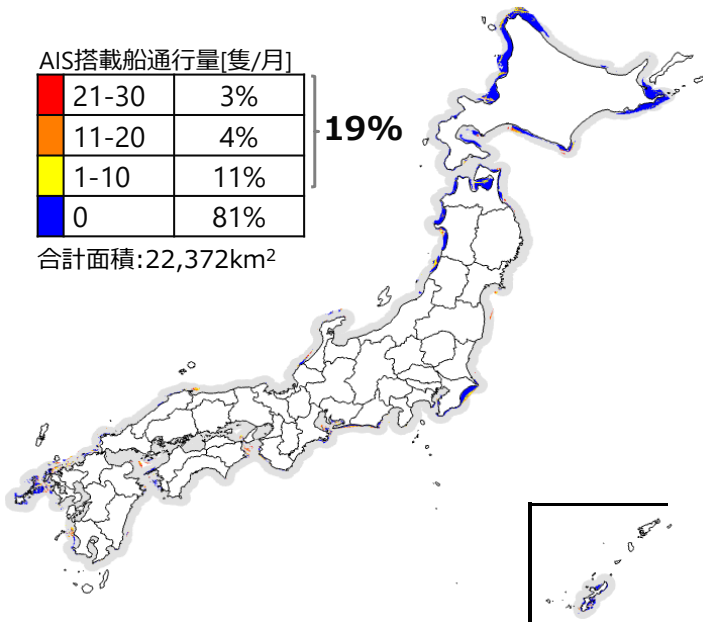
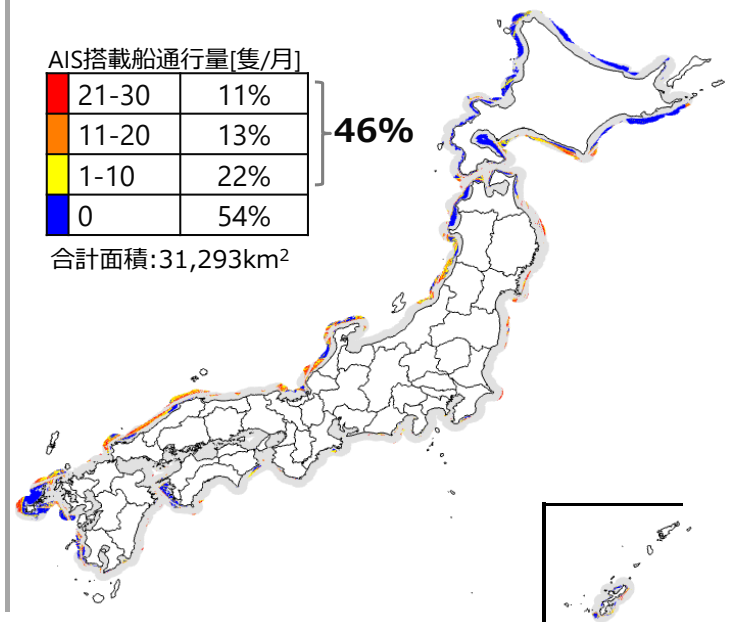


図2 浮体式風車の対象海域
(水深60m以深200m未満)



② AIS搭載船通行量別の海域(電力エリア別)

浮体式風車の対象海域のうち、AIS搭載船が通行する海域は、**北海道以外のエリアでも多く重複する。**

図1 着床式風車の対象海域の面積[km²]
(水深60m未満)

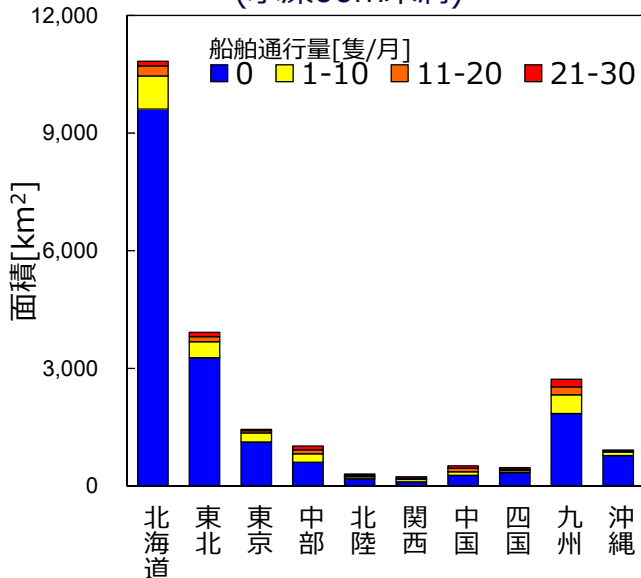
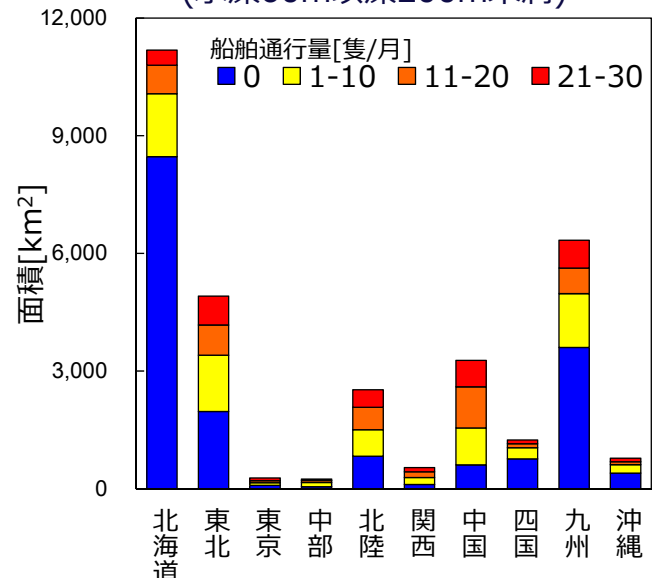


図2 浮体式風車の対象海域の面積[km²]
(水深60m以深200m未満)



* 一般送配電事業者のエリア別

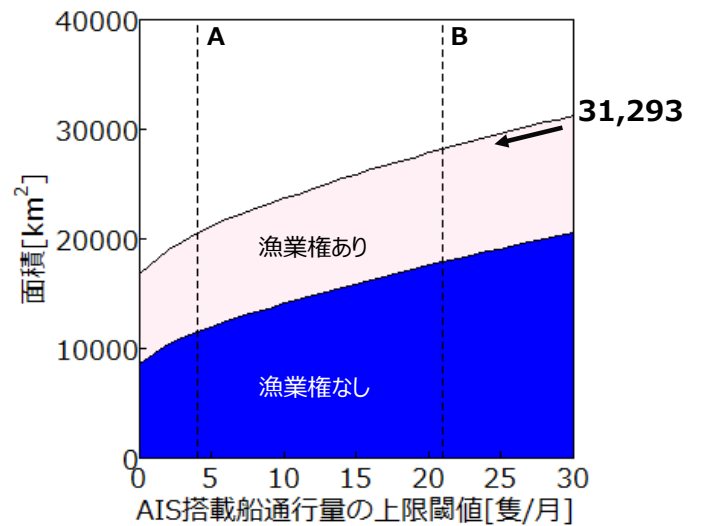
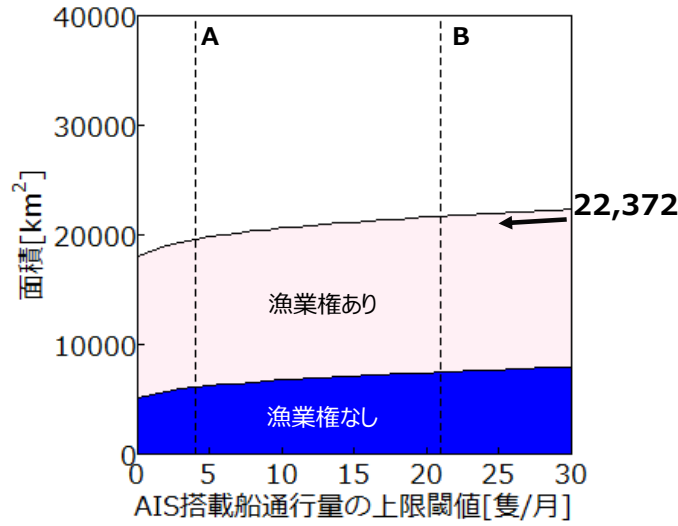
② AIS搭載船通行量の上限閾値別の海域面積

AIS搭載船通行量がより少ない海域に洋上風力を設置とした場合、特に浮体式風車については、促進区域の指定を受けられる海域が大きく減少する。

図 AIS搭載船通行量の上限閾値別の海域面積[km²]

(A) 着床式風車の対象海域
(水深60m未満)

(B) 浮体式風車の対象海域
(水深60m以深200m未満)



A: 1隻/週に相当する通行量(4隻/月)。

B: 西海市・新上五島町のゾーニング評価において考慮された上限閾値(21隻/月)。

③ 離岸距離別の海域

着床式風車の対象海域は、浮体式風車と比較してより沿岸側に存在するため、地域住民との調整が必要になる場合がある。

図1 着床式風車の対象海域
(水深60m未満)

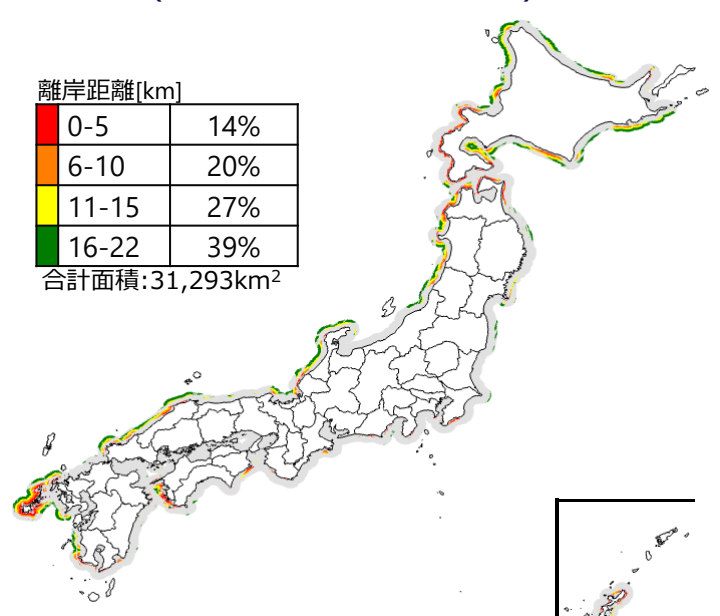
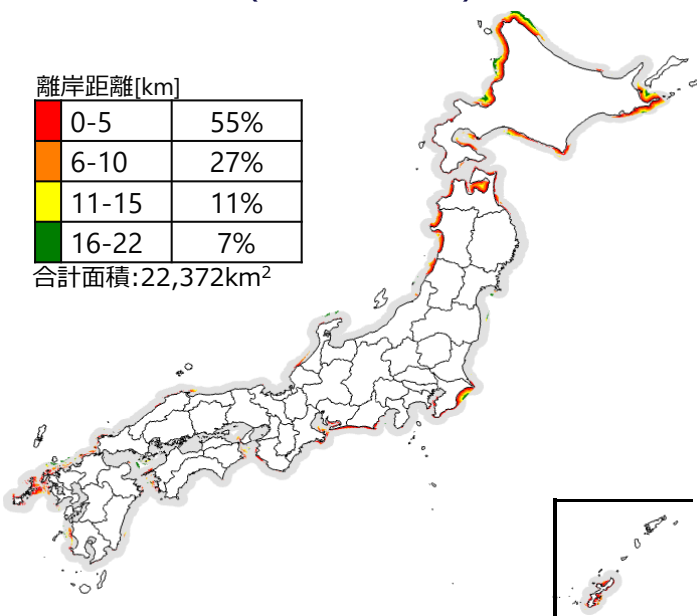
図2 浮体式風車の対象海域
(水深60m以深200m未満)

離岸距離[km]	
0-5	55%
6-10	27%
11-15	11%
16-22	7%

合計面積: 22,372km²

離岸距離[km]	
0-5	14%
6-10	20%
11-15	27%
16-22	39%

合計面積: 31,293km²



③ 離岸距離別の海域(電力エリア別)

着床式風車の対象海域については、エリアに依らず陸地から近い場所に対象海域が多く存在し、離岸距離が11km以上離れた場所には、対象海域はほとんど存在しない。

図1 着床式風車の対象海域の面積[km²]
(水深60m未満)

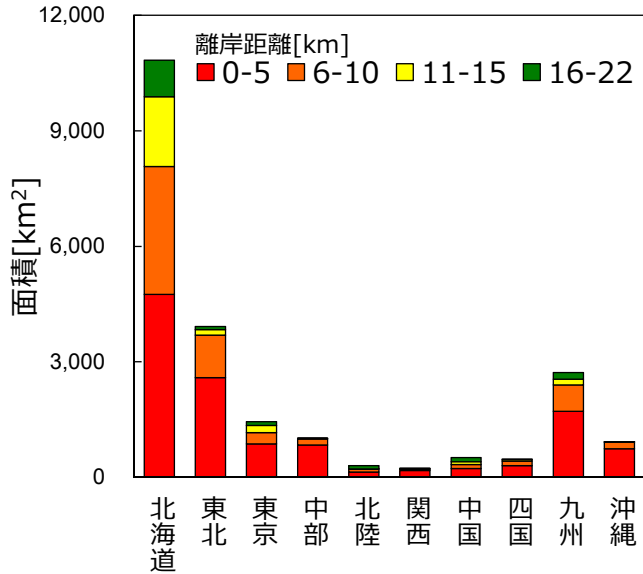
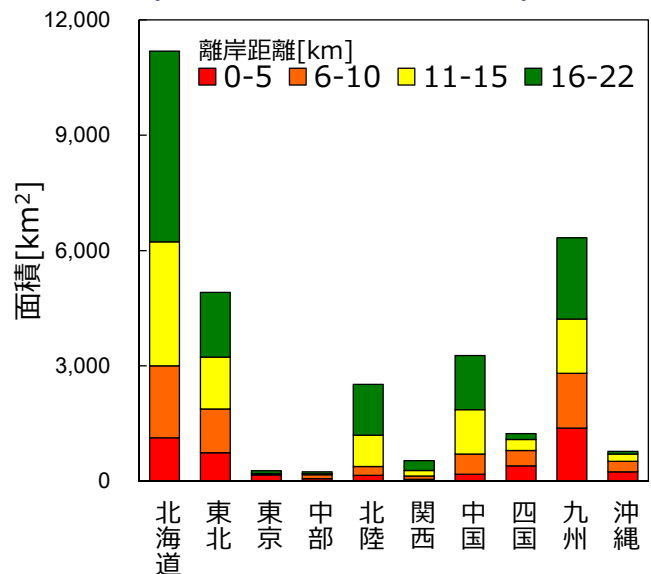


図2 浮体式風車の対象海域の面積[km²]
(水深60m以深200m未満)



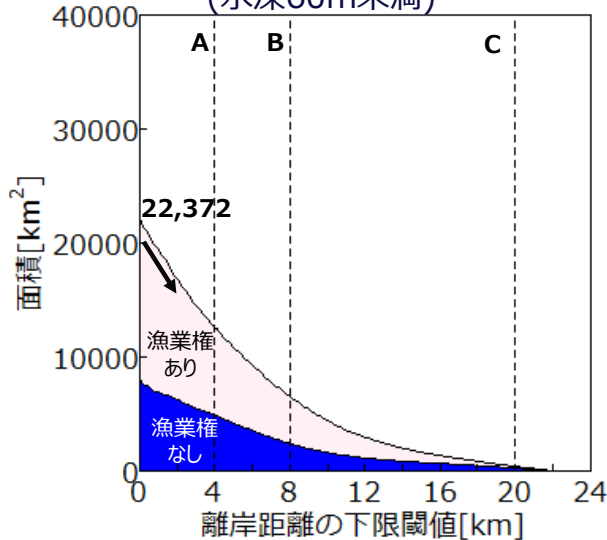
* 一般送配電事業者のエリア別

③ 離岸距離の下限閾値別の海域面積

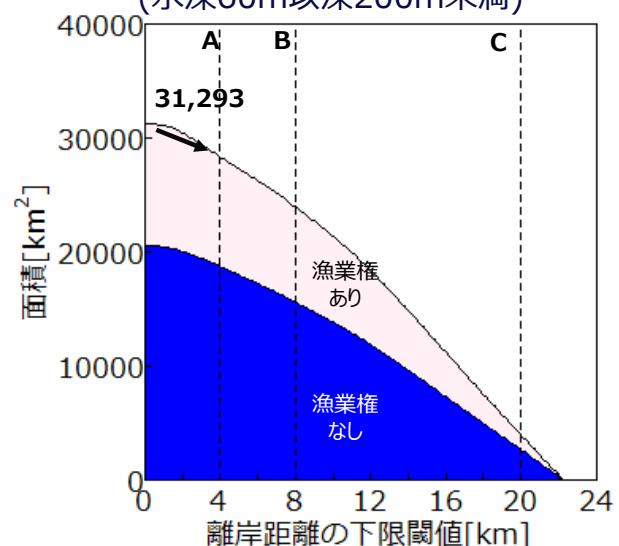
景観や騒音などへの影響を考慮し、陸地から数km離れた場所のみに洋上風力を設置とした場合、特に着床式風車については、促進区域の指定を受けられる海域が急激に減少する。

図 離岸距離の下限閾値別の海域面積[km²]

(A) 着床式風車の対象海域
(水深60m未満)



(B) 浮体式風車の対象海域
(水深60m以深200m未満)



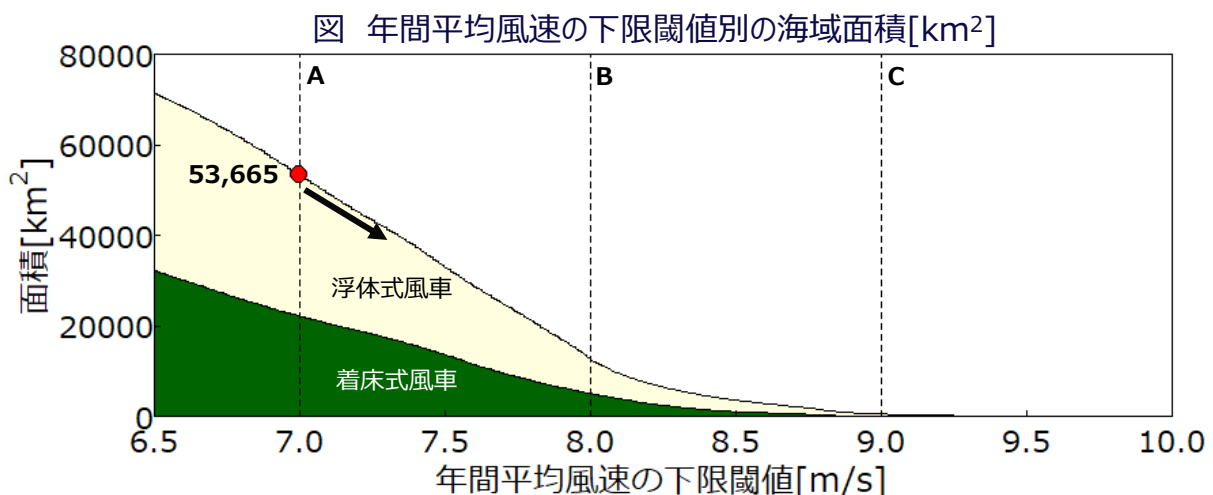
A: 高さ140mの風車を設置した際に、垂直見込角が2°(環境省ガイドライン[21]で「眺望への支障の可能性あり」とされる)に達する距離(4km)。
 B: 同垂直見込角が1°に達する距離・英国(Round2)で考慮された離岸距離(8km)。
 C: IEAの技術ポテンシャル評価[4]で考慮された離岸距離の下限閾値(20km)。

4. 洋上風力発電の対象海域に関する考察

- (1) 単位面積あたりに設置可能な洋上風力発電の設備容量
- (2) 利害関係者との調整が必要な海域
- (3) 自然条件の不確実性
- (4) 生態系への影響評価に関する課題

自然条件の制約の不確実性(風速)

- 洋上風力の導入量世界第1位の英国において、実際に洋上風力の立地を促進する海域として指定された場所では、年間平均風速が約9.0m/sであった*。
- 我が国では、年間平均風速がより高い海域のみに洋上風力を設置するとした場合、閾値に応じて対象となる海域は大きく減少し、**同9.0m/sを超える海域はほとんど存在しない。**



A: 促進区域指定ガイドライン[1]記載の年間平均風速(設備利用率30%の目安とされている風速)(7.0m/s)。

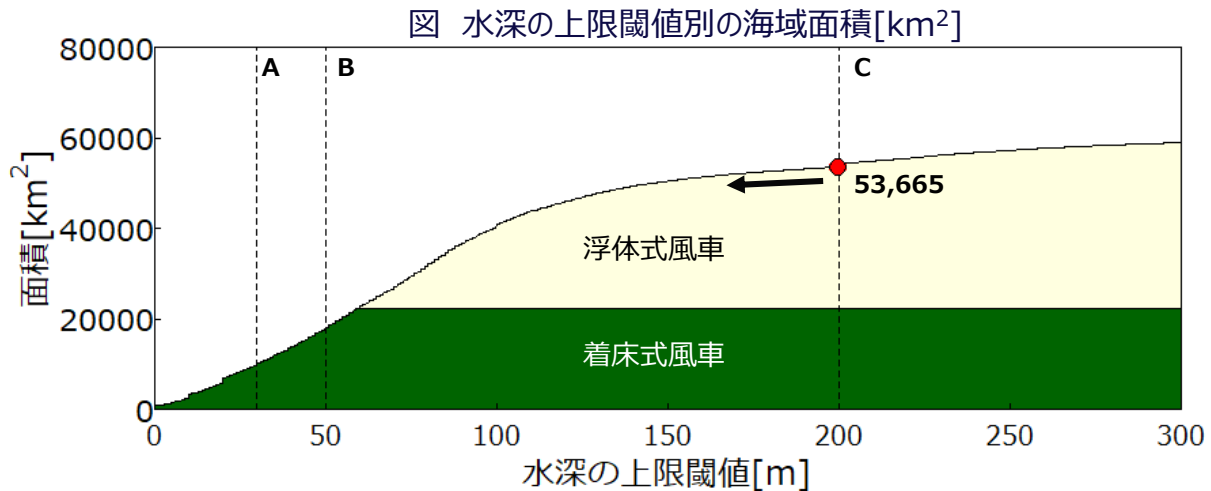
B: WindEurope[38]のポテンシャル評価の下限閾値(8.0m/s)。

C: 英国のRound3の9サイトにおける平均値(9.0m/s)。

* 高さ10mにおける風速分布のワイブル係数[44]を基に、高さ100m地点の年間平均風速を試算した。

自然条件の制約の不確実性(水深)

- 本研究では、浮体式風車の設置を想定し、水深200m未満の海域までを対象海域としたが、浮体式風車は現在実証段階であり、実際に設置されるかは技術成熟に拠る。
- 欧州で導入された風車の81.5%は、水深30m未満の海域に適したモノパイル式風車であるが[45]、我が国においては**この形式の風車が設置可能な海域は限られる**。



- A: モノパイル式風車・重力式風車の水深限界とされている水深(30m)。
 B: 環境省の導入ポテンシャル評価[2]における着床式風車の水深上限(50m)。
 C: 大陸棚外縁に達するとされている水深(200m)。

4. 洋上風力発電の対象海域に関する考察

- (1) 単位面積あたりに設置可能な洋上風力発電の設備容量
- (2) 利害関係者との調整が必要な海域
- (3) 自然条件の不確実性
- (4) 生態系への影響評価に関する課題

洋上風力が生態系の行動に影響を与えた事例

- 英国のRound1で建設されたScroby Sandsウィンドファームでは、風車の建設によって海砂が生じ、**海鳥であるアジサシ類やハイロアザラシなどの行動に影響を及ぼした事例**が報告されている[46][47]。(海砂が採餌や繁殖場所となる一方、別の場所では数が減少)
- また、洋上風力の建設時の騒音による魚類への物理的損傷(出血など)や、水質汚染による生息地の損失などの、生態系に対する様々な影響が指摘されているものの、その検証は必ずしも十分に行われていない[48]。そのため、洋上風力を立地・運用する上では、**生態系への影響評価が重要**とされる。

図 ウィンドファームの建設により形成された海砂[47]



Plate 1. Aerial photograph (7th October 2004) of the Scroby Sands offshore sandbar ~2 km to the south of the wind farm with A the main haul-out of grey seal (some of which are visible in the photograph), B the area favoured by harbour seal in most years and C the subsidiary sandbar that emerged in 2004 and was only used by harbour seals in that year.

生態系への影響評価の課題

- 洋上風力が海鳥へ与える影響評価の研究として、船舶などから海鳥を観察し、海鳥の数や衝突リスクなどを考慮した風力発電感受性指標(**WSI***)を用いてマッピングを行ったものがある。
- 促進区域の検討を行う上で、このような評価は一つの参考情報となり得るが、我が国における評価事例は少なく、**生態系への影響評価手法などについては今後の課題**とされる。

図1 Gartheらのリスクマップ(ドイツ)[49]

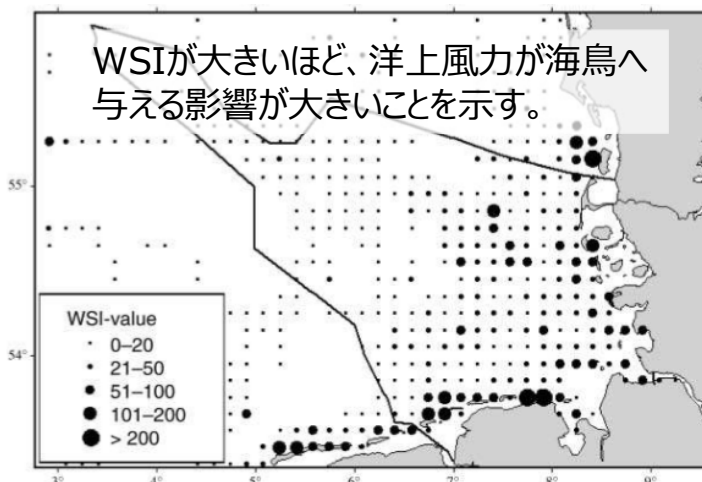
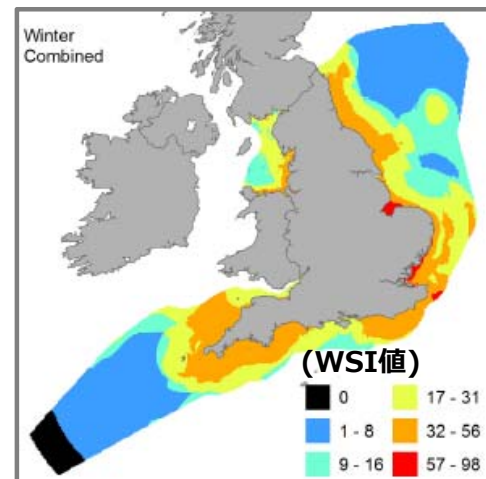


図2 Bradburyらのリスクマップ(英国)[50]



* Wind farm sensitivity indexの略称。

5. 結論

結論

本研究では、洋上風力の対象海域の面積を推計し、利害関係者との調整が必要となる海域の特徴を評価した。

- ◆ 我が国の領海・内水(約430,000km²)のうち、洋上風力の対象海域の面積は**53,665km²**(領海・内水の12%)と推計された。これは、環境省調査(2015年度)において、洋上風力が開発可能とされた海域面積(141,276km²)の**約4割**となる。
- ◆ 対象海域のうち、水深60m未満の海域は22,372km²、60m以深200m未満の海域は31,293km²となる。仮に対象海域の全てで合意形成が得られる仮定を置いた場合、これら面積を6.0 MW/km²で洋上風力の設備容量に換算すると、着床式風車**134.2GW**、浮体式風車**187.8GW**の合計**322.0GW**となる。
- ◆ しかし、対象海域のうち、着床式風車については64%、浮体式風車については34%が**漁業権が設定されている海域と重複**する。これら海域では、漁業権者との調整が必要となる。さらに、船舶通行量が少ない海域や、陸地から離れた場所のみに風車を設置とした場合、船舶通行量や離岸距離に応じて、**促進区域の指定を受けられる海域は大きく減少**する。

対象海域の中でも、促進区域の指定にあたり利害関係者との調整に依存する海域が多くを占めており、実際に洋上風力が利用可能な海域は限られている。今後の長期エネルギー需給の検討においては、このような点を十分考慮し、現実的な導入目標の策定を行うことが重要である。

参考文献

参考文献(1)

- [1] 経済産業省, 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年6月11日.
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/new/information/190611a/pdf/guideline.pdf
- [2] 環境省, 平成27年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書, 2016.
<https://www.env.go.jp/earth/report/h28-03/index.html>
- [3] 尾羽秀晃, 永井雄宇, 朝野賢司, 土地利用を考慮した太陽光発電および陸上風力の導入ポテンシャル評価, 電力中央研究所報告(Y18003) .
- [4] International Energy Agency, Offshore Wind Outlook 2019: World Energy Outlook Special Report, 2019.
<https://webstore.iea.org/offshore-wind-outlook-2019-world-energy-outlook-special-report>
- [5] 永井紀彦, 勝海努, 岡島伸行, 隅田耕二, 久高将信, NOWPHASデータより推定した洋上沿岸域での風力発電の可能性, 海洋開発論文集, 2001, Vol. 17, p.19-24.
- [6] 大澤輝夫, 小林智尚, 安田孝志, 伊勢湾における海況特性を考慮した洋上風力発電のポテンシャル検討, 海岸工学論文集, 2004, Vol.51, p.1266-1270.
- [7] 菊池由佳, 石原孟, 洋上風力発電所の構造特性及び社会条件を考慮した洋上風力エネルギーの導入可能量評価, 風力エネルギー利用シンポジウム, 2012, Vol34, p.330-333.
- [8] A.Yamaguchi, T.Ishihara, Assessment of offshore wind energy potential using mesoscale model and geographic information system, Renewable Energy, 2014, Vol 69, p.506-515.
- [9] 斎藤哲夫, 占部千由, 荻本和彦, 2050年に向けた日本のエネルギー需給検討: 風力発電の導入量推定(その2), 第36回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 2018, p.165-168.
- [10] 一般社団法人日本風力発電協会, 洋上風力発電の導入促進に向けて～特に洋上風力新法に係る課題と要望～, 2018.
http://jwpa.jp/k5u8z6e6/gfif4vk/180316_offshore_request.pdf
- [11] 一般社団法人日本風力発電協会, 風力発電導入ポテンシャルと中長期導入目標 V4.3, 2014.
<http://jwpa.jp/pdf/2014-06dounyuumokuhyou.pdf>

参考文献(2)

- [12] 石狩市, 風力発電ゾーニング計画書(案), 平成31年2月13日第6回委員会資料.
<http://www.city.ishikari.hokkaido.jp/soshiki/kikaku/34027.html>
- [13] 青森県, 青森県洋上風力ゾーニングマップ.
https://www.pref.aomori.lg.jp/sangyo/energy/wind-energy_zoning.html
- [14] 秋田県, 第2期秋田県新エネルギー産業戦略, 平成28年3月.
https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000010638_00/2_senryaku.pdf
- [15] 岩手県久慈市, 風力発電に係るゾーニング事業.
https://www.city.kuji.iwate.jp/syoukouka/shoukonousei-g/hatsuden_zoning.html
- [16] 宮城県, みやぎ洋上風力発電等導入研究会(平成28年, 29年度)活動報告書.
<https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/670823.pdf>
- [17] 静岡県浜松市, 浜松市風力発電ゾーニング計画書(案)及び風力発電ゾーニングマップ(案).
https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/shin-ene/wind_power/zoning_iken.html
- [18] 徳島県鳴門市, 鳴門市における洋上風力発電のゾーニング(適地評価)結果について.
https://www.city.naruto.tokushima.jp/kurashi/kyodo/kankyoyoyojo_furyoku/index.html
- [19] 長崎県西海市, 西海市風力発電等に関するゾーニング計画(詳細).
<https://www.city.saikai.nagasaki.jp/shisei/shinoseisaku/3/2857.html>
- [20] 長崎県新上五島町, 新上五島町風力発電等ゾーニング計画.
<https://official.shinkamigoto.net/cmd/data/entry/benri/benri.03712.00000016.pdf>
- [21] 環境省, 国立・国定公園内における風力発電施設の審査に関する技術的ガイドライン, 平成25年3月29日.
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16511>
- [22] J.Szarka, R.Cowell, G.Ellis. P.A. Strachan, C.Warren, Learning from Wind Power: Governance, Societal and Policy Perspectives on Sustainable Energy, Springer, 2012, p.87-88.

参考文献(3)

- [23] BMT Cordah Limited, Offshore Wind Energy Generation: Phase 1 Proposals and Environmental Report For consideration by the Department of Trade and Industry.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/194363/offshore_wind_SEA_final.pdf
- [24] N.Everington, The Crown Estate An Overview of UK Offshore Mineral Activity, 2013.
<https://dredging.org/media/ceda/org/documents/presentations/ceda-uk/ceda-uk-2013-12-03-everington.pdf>
- [25] Federal Maritime and Hydrographic Agency, Maritime spatial planning.
https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Maritime_spatial_planning/maritime_spatial_planning_node.html
- [26] 国家能源局, 国家海洋局关于印发《海上风电开发建设管理办法》的通知, 国能新能[2016]394号, 2016年12月29日, (中国語).
http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201701/t20170104_2417.htm
- [27] Carbon trust, Offshore Wind in China Sharing the UK's policy experience, 2014.
<https://www.carbontrust.com/media/510538/carbon-trust-offshore-wind-policy-report.pdf>
- [28] Danish Energy Agency, Energy Policy Toolkit on Physical Planning of Wind Power Experience from Denmark, 2015.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/physical_planning_of_wind_power.pdf
- [29] The Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment the Dutch Ministry of Economic Affairs, Policy Document on the North Sea 2016-2021, 2015.
<https://www.government.nl/documents/policy-notes/2015/12/15/policy-document-on-the-north-sea-2016-2021-printversie>
- [30] 海上保安庁, 日本の領海等概念図.
https://www1.kaiho.mlit.go.jp/JODC/ryokai/ryokai_setsuzoku.html
- [31] 経済産業省, 国土交通省港湾局, 「総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 洋上風力促進ワーキンググループ」「交通政策審議会港湾分科会環境部会」合同会議 中間整理, 2019年4月.
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/yoyojo_furyoku/pdf/20190422_report.pdf

参考文献(4)

- [32] E.Dornhelm, H.Seyr, M.Muskulus, Vindby-Aserious Offshore Wind Farm Design Game, *Energies* 12(8), 2019.
- [33] The Crown Estate, Offshore Wind New Leasing Stakeholder Engagement Event 15th November 2018.
<https://www.thecrownestate.co.uk/media/2785/crownestate-res-usr-red-hq-h-j-jsze-desktop-20181115-osw-new-leasing-stakeholder-engagement-published.pdf>
- [34] 日本海洋データセンター, 500mメッシュ水深データ (J-EGG500) .
https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/index_j.html
- [35] NEDO, NeoWins (洋上風況マップ) .
http://app10.infoc.nedo.go.jp/Nedo_Webgis/top.html
- [36] 海上保安庁, 海洋状況表示システム (GIS分析用データは海上保安庁より提供) .
<https://www.msil.go.jp/>
- [37] 国土交通省, 国土数値情報ダウンロードサービス.
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- [38] WindEUROPE, Unleashing Europe's Offshore Wind Potential, 2017.
<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Unleashing-Europes-offshore-wind-potential.pdf>
- [39] ECOFYS, Translate COP21 2045 outlook and implications for offshore wind in the North Seas – Public report –, 2017.
<https://northseawindpowerhub.eu/wp-content/uploads/2017/10/Translate-COP21-Public-report-July2017-final.pdf>
- [40] Danish Energy Agency, Technology Data for Energy Plants for Electricity and District heating generation, August 2016, 2016.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_catalogue_for_el_and_dh_-_aug_2016_upd_oct18.pdf
- [41] W. Musial, D. Heimiller, P. Beiter, G.Scott, C.Deaxl, 2016 Offshore Wind Energy Resource Assessment for the United States, Technical Report NREL/TP-5000-66599, 2016.
<https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/66599.pdf>

参考文献(5)

- [42] B.H.Bulder, G.Bedon, E.T.G. Bot, Optimal wind farm power density analysis for future offshore wind farms, ECN-E—18-025, 2018.
<https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--18-025>
- [43] Baltic LINes, Capacity densities of European offshore wind farms, 2018.
<https://www.msp-platform.eu/practices/capacity-densities-european-offshore-wind-farms>
- [44] S.Hogg, C.Crabtree, UK Wind Energy Technologies, 2016, p.7-9.
- [45] WindEUROPE, Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2018.
<https://windeurope.org/about-wind/statistics/offshore/european-offshore-wind-industry-key-trends-statistics-2018/>
- [46] M.Perrow, Wildlife and Wind Farms – Conflicts and Solutions: Offshore: Potential Effects, 2019.
- [47] E.R.Skeate, M.R. Perrow, J.J.Gilroy, Likely effects of constructions of Scroby Sands offshore wind farm on a mixed population of harbor Phoca vitulina and grey Halichoerus grypus seals, *Marine Pollution Bulletin* 64. 2012, p.872-881.
- [48] 風間健太郎, 洋上風力発電が海洋生態系におよぼす影響, 保全生態学研究, 2012, p.107-122.
- [49] S.Garthe, H.Ommo, Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index, *Journal of Applied Ecology*, 2004, p.724-734.
- [50] G.Bradbury, M.Trinder, B.Furness, AN.Bankes, RWG Caldow, H.Duncan, Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms, *PLOS ONE* 12(1), 2014, p.1-17.
- [51] 経済産業省, 再エネ海域利用法における今後の促進区域の指定に向けて有望な区域等を整理しました, 2019年7月30日.
<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190730001/20190730001.html>
- [52] 経済産業省資源エネルギー庁, 国土交通省港湾局, 再エネ海域利用法の運用開始に向けた論点整理—促進区域指定と事業者選定について—, 2018年12月25日.
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/yojo_furyoku/pdf/001_03_00.pdf

(最終アクセス日:2019年11月5日)

補論

再エネ海域利用法における手続

再エネ海域利用法における手続

- ◆ 基本方針の作成（第7条）
 - ・ 内閣総理大臣が、海洋再生エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用を促進するための基本方針の案を作成し、政府が、基本方針を閣議決定
⇒閣議決定（2019年5月17日）
- ◆ 促進区域の指定（第8条）／公募占用指針の策定（第13条）
 - ・ 経済産業大臣及び国土交通大臣が、領海・内水面のうち、一定の区域を海洋再生可能エネルギー発電設備の整備を促進する区域として指定
⇒指定にあたってのガイドラインの作成（2019年6月11日）
⇒「有望な区域等」の整理（2019年7月30日）
 - ・ 指定された促進区域における公募の実施及び海域の占有に関する指針を作成
⇒一般海域における占有公募制度の運用指針の作成（2017年6月11日）
- ◆ 公募占用計画の提出（第14条）
 - ・ 選定を希望するものが提出
- ◆ 事業者の選定（第15条）／公募占用計画の認定（第17条）
 - ・ 選定を受け、FIT法に基づく認定申請⇒認定
- ◆ 占用許可（第10条）
 - ・ 30年を越えない範囲（更新時も同様）

再エネ海域利用法における「有望な区域等」の整理

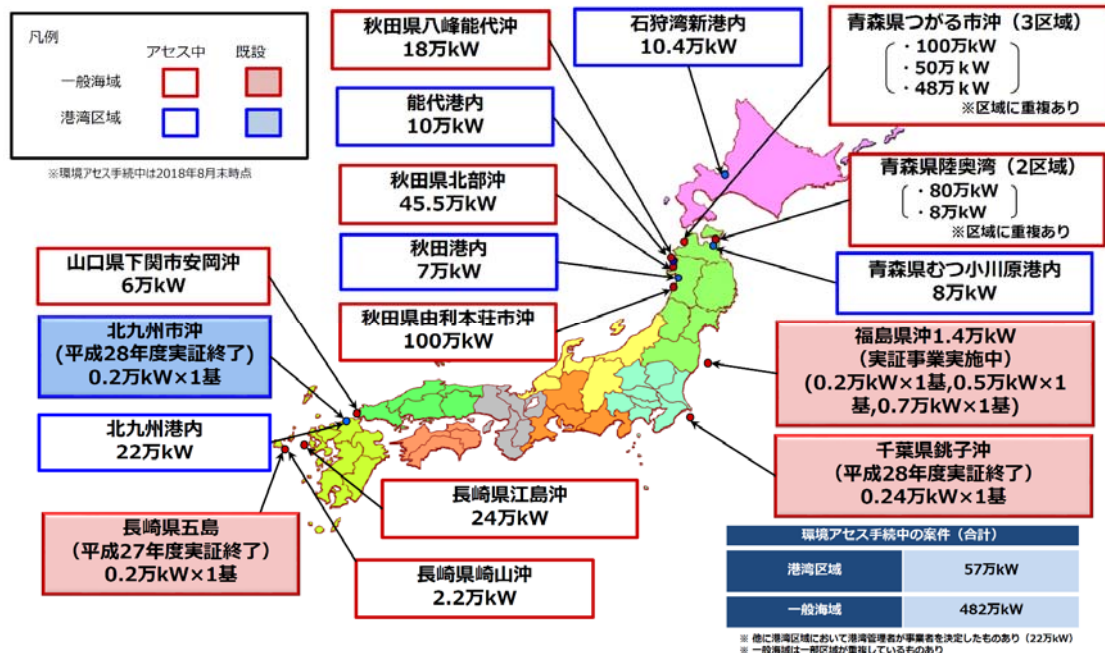
- 2019年7月30日、経済産業省（資源エネルギー庁）と国土交通省は、再エネ海域利用法における今後の促進区域の指定に向け、「既に一定の準備段階に進んでいる区域」11区域を整理。
- このうち4区域については、「有望な区域」として、協議会の組織や国による風況・地質調査の準備を直ちに開始している[51]。

「既に一定の準備段階に進んでいる区域」		
「有望な区域」	「有望な区域」以外の区域と今後の進め方における留意事項	
<ul style="list-style-type: none"> 秋田県能代市、三種町および男鹿市沖 秋田県由利本荘市沖（北側・南側） 千葉県銚子市沖 長崎県五島市沖 	秋田県八峰町および能代市沖	有望な区域であるため、今後の地元合意などの環境整備の進捗状況に応じ、可及的速やかに、協議会の組織や国による風況・地質調査の準備を開始する。
	秋田県潟上市沖	有望な区域であるため、今後の地元合意などの環境整備の進捗状況に応じ可及的速やかに、協議会の組織や国による風況・地質調査の準備を開始する。
	青森県沖日本海（北側）	利害関係者の特定及び調整が必要である。
	青森県沖日本海（南側）	利害関係者の特定及び調整が必要である。
	青森県陸奥湾	利害関係者の特定及び調整が必要である。また、防衛面への配慮からの制約を受ける区域である。
	新潟県村上市・胎内市沖	系統の確保、利害関係者の特定及び調整が必要である。
	長崎県西海市江島沖	世界遺産との関係において問題が生じないよう整理することが必要である。

既設・環境アセスメント実施中の発電設備

現在環境アセスメント実施中の洋上風力発電設備については、一部港湾内に存在するものの、今後は一般海域における設置が中心になることが予想される。

図 既設及び環境アセスメント実施中の発電設備[52]



IR

CRIEPI

**Central Research Institute of
Electric Power Industry**

[不許複製]

編集・発行人 一般財団法人 電力中央研究所
社会経済研究所長
東京都千代田区大手町1-6-1
e-mail src-rr-ml@criepi.denken.or.jp

著作 一般財団法人 電力中央研究所
東京都千代田区大手町1-6-1
