

洋上風力発電に関する航行安全確保の取組み等



左図：ミドルグロン洋上風力発電所
・デンマーク・スウェーデン間の水深約5メートルの海域
・2MW風車20基を設置

令和5年2月6日
(公財) 日本海事センター企画研究部
研究員 坂本尚繁

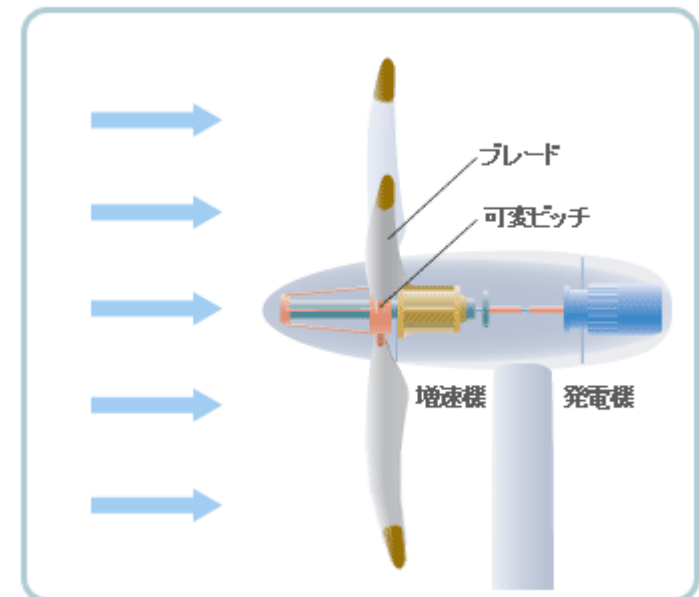
当センターのこれまでの洋上風力発電調査の概要

- 当センターでは洋上風力発電に関わる海運業界の基盤強化を視野に、国内外の動向などを調査。
- 英国海事分野の動向として、①航行安全確保の枠組み、②船舶の安全基準、③洋上風車設置船のDPオペレーターの育成、の3点に注目した調査報告書を2020年5月に公表。
→ 『英国海事分野における洋上風力に関する動向調査報告書』
(<https://www.jpmac.or.jp/file/522.pdf>)
- ①台湾動向調査として、台湾の関連法政策の整備状況・主要プロジェクトの概況、②航行安全調査として、航行安全確保に関する日英両国の取組み、の整理を行った調査報告書を2021年8月に公表。
→ 『令和2年度 洋上風力に関する動向調査』
(<https://www.jpmac.or.jp/file/1636074690411.pdf>)
- 「洋上風力発電への海運業界の進出と将来展望」をテーマとした第4回JMC海事振興セミナーを2022年10月に開催。

風力発電の必要性

- 風力発電：風の力を利用して風車を回して電気に変換する発電方法で、風車で生産される発電量は風速の3乗かつローター径の2乗に比例。ただし必ずしも洋上風車の定格出力が大きければ良いわけではなく、設置地点の風況に合わせて最適の風車は変わりうる。
- 風力発電は太陽光発電と異なって昼夜を問わない発電が可能であり、また自然のエネルギーを活用することから、CO2などの温室効果ガス（GHG: greenhouse gas）を発生しないクリーンな再生可能エネルギーとされる。
- 発電用の風車を陸地ではなく洋上に設置するのが洋上風力発電。

風力発電の仕組み



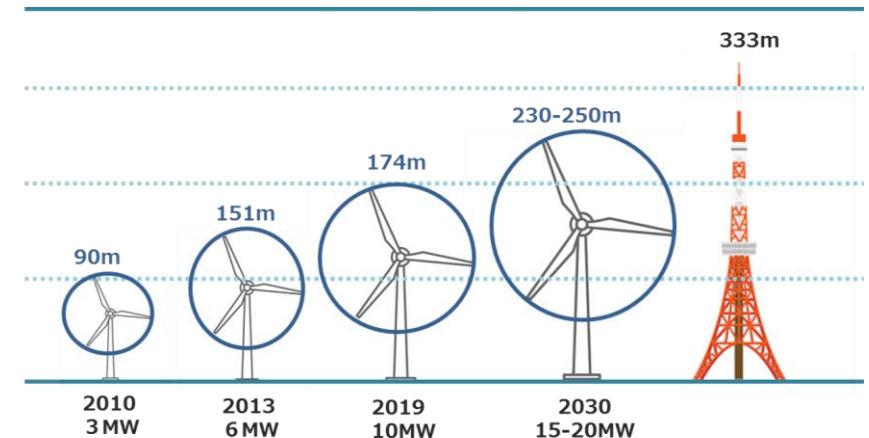
(出典)新エネルギー財団ホームページ

陸上から洋上への発展の背景

- 洋上での風車の設置は、陸上に比べ比較的安定して強い風が吹くため、**安定した電力供給が可能**（2020年の欧州の陸上風力の設備利用率25%に対し、洋上風力は42%）
- 洋上では輸送や設置に関する規制が少ないため、**風車の大型化や大量設置が可能**であり、それに伴って**コストの削減も可能**に。
 - 2022年の日本の買取価格は陸上が16円/kWh、洋上（着床式）が29円/kWh、事業用太陽光が10円/kWh。
 - 10MW級の洋上風車の場合、ブレード1枚の長さは約80~95m（風車の直径は164~193m）、タワーの全長は約90m、基礎を含めた重量は約2100t
 - 大規模な洋上風力発電所の発電容量は、原発1基分に相当。（例えば10MW風車×100基=1GW）

- 日本で洋上風力発電は「大量導入やコスト低減が可能であるとともに、**経済波及効果**が期待されることから**再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札**」とされる（第6次エネルギー基本計画（2021年））。

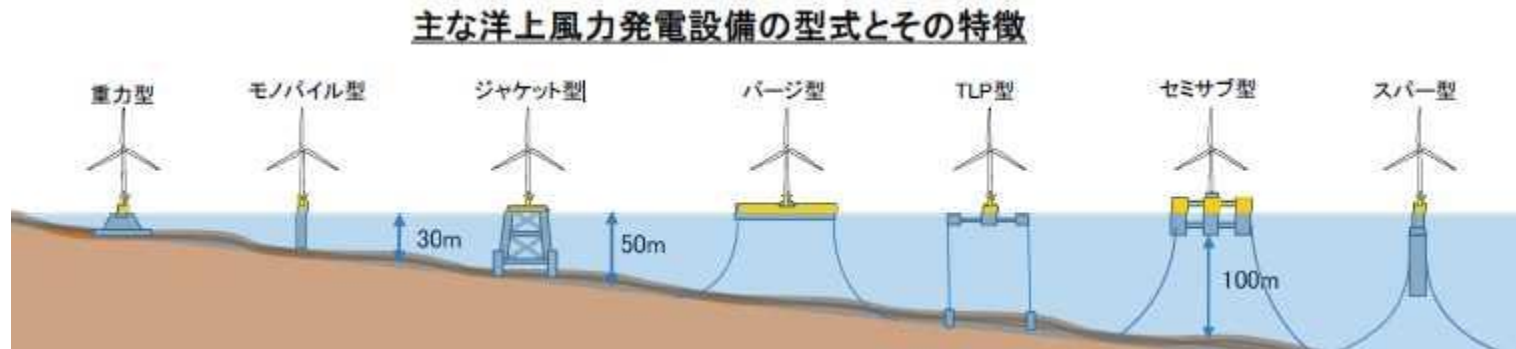
洋上風車の大型化



(出典)経産省資料

洋上風車について

- その基礎構造から着床式と浮体式に大別。
- 着床式は風車を海底に設置した支持構造物（基礎）に固定する方式で、水深 50-60m より浅い海域で用いられる。
- 代表的な基礎の形式としては、モノパイル式、ジャケット式および重力式。モノパイル式および重力式は水深 30m 以下の海域、ジャケット式は水深 30-60m の海域に設置。
- 浮体式は海中に浮かべた浮体式構造物に風車を設置して海底に係留する方式で、水深 50m～200mの海域に設置。



洋上風力発電所について①

- 洋上風力発電所は発電機である洋上風車に加え、洋上サブステーション、海底ケーブル（インターアレイケーブル・エクスポートケーブル）、陸上変電所などから構成。

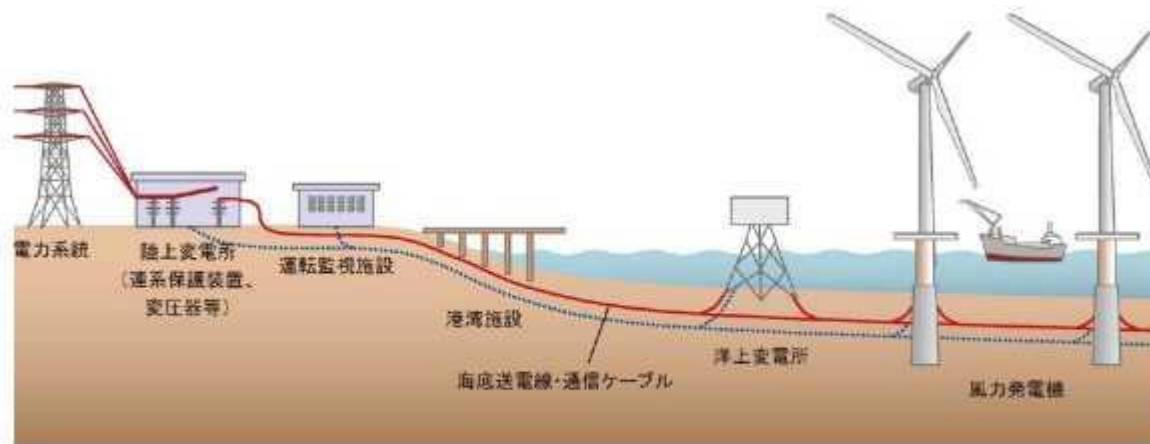


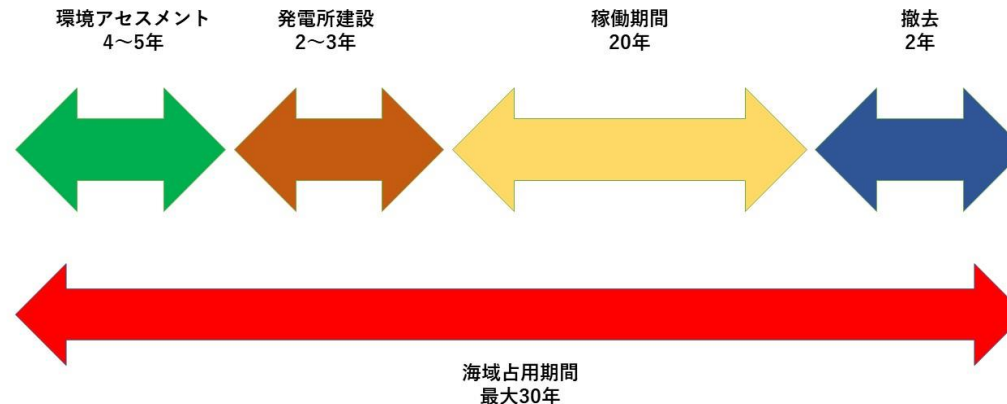
図6 一般的な着床式洋上風力発電設備の構成要素
(NEDO (2014) : 再生可能エネルギー技術白書 第2版)

- 設置の際に調査を要する自然条件：風況、台風や落雷等の気象条件、海象条件（海底地形・水深、底質、海潮流、波浪および海水）、および海生生物など。
- 他の海域利用者（航路・漁業・軍事・その他沖合インフラ）など社会条件も考慮。
- 設置地点の風況に合わせてサイズやブレードのバランスが最適となる洋上風車を設置。

洋上風力発電所について②

- 稼働後の洋上風力発電所は、**継続的なメンテナンスが必要**（運転・保守費用は**ライフサイクルコストの約30%**）。現在は故障時の修理メンテナンスより、オンライン状態監視技術等も用いた予防メンテナンスが主流。
- 洋上風力発電の一般的な事業計画・期間は、事業者選定後の**環境アセスメント**（4～5年）、**発注・建設**（2～3年）、**稼働**（20年）、**撤去**（2年）で、合計**約30年間**。

洋上風力発電の一般的な事業計画・期間



- 電力システムの制約、電力需給バランスの確保の必要などから、**水素生産**や**蓄電池**の活用も有用。

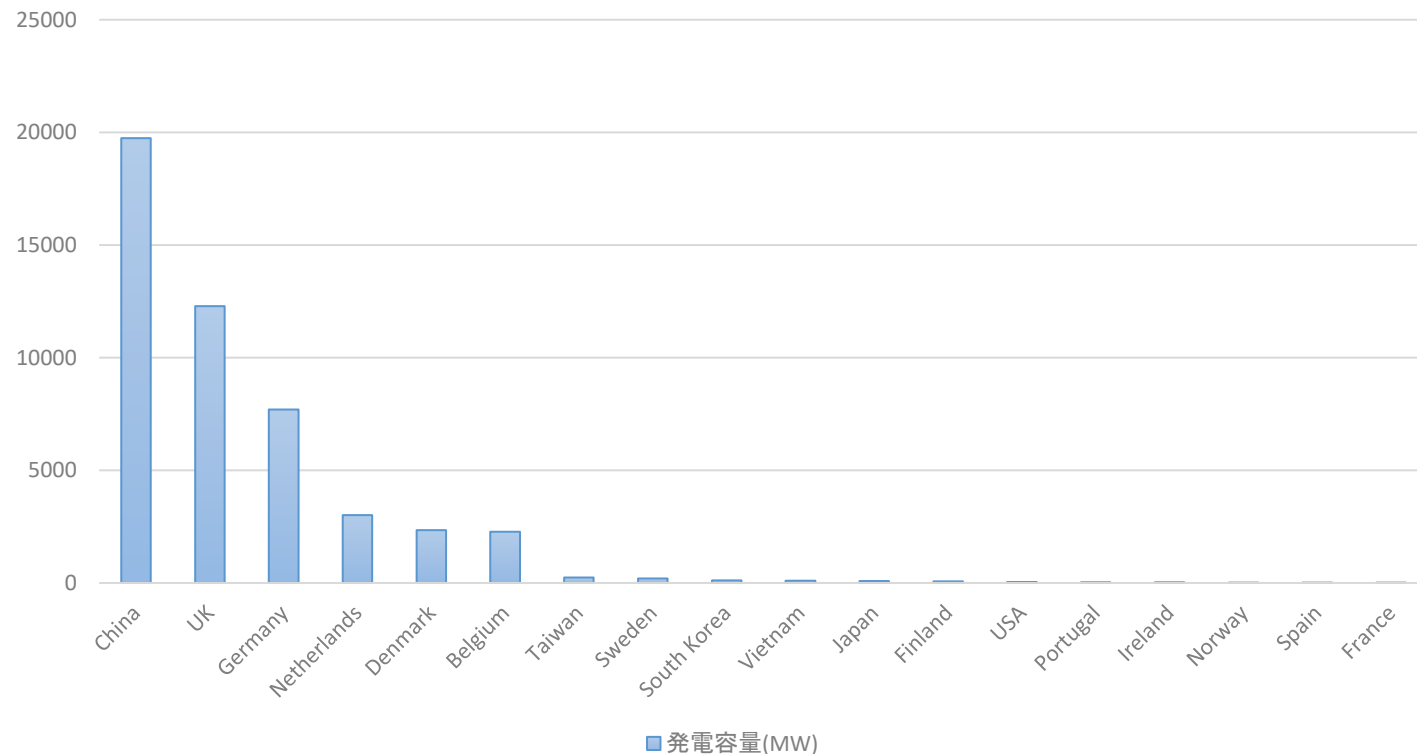
洋上風力発電に関する海外の動向①

- 気候変動抑制のため温室効果ガス削減を各国に求めるパリ協定のもと、多くの国（日本を含む）が2050年までのカーボンニュートラル（GHG排出量実質ゼロ）の実現を表明して、再生可能エネルギーの導入を拡大。
- 現在、風力発電が全世界の再生エネルギー由来の総発電容量に占める割合は26.9%程度、洋上風力発電は全体の1.8%程度
- 洋上風力発電の導入量は2012年→2021年で10倍以上に（5.3GW→55.6GW）
- 国際エネルギー機関（IEA）のGHG排出実質ゼロに向けたシナリオによれば、2050年の世界の総発電容量のうち、再生可能エネルギーが約80%、風力発電は25%。

洋上風力発電に関する海外の動向②

- 2021年に中国が国別の導入量で英国を抜いて世界1位に。
- 北海沿岸諸国（英国（2位）、ドイツ（3位）、オランダ（4位）、デンマーク（5位）、ベルギー（6位））を合わせた導入量は、全世界の半分以上を占める。

2021年の世界の洋上風力発電容量(国別)



洋上風力発電に関する海外の動向③

- 欧州における洋上風車の供給はシーメンス・ガメサ（ドイツ・スペイン）とヴェスタス（デンマーク）で92%を占めるほか、欧州の洋上風力の導入容量の17%をオーステッド（デンマーク）、10%をRWE Renewables（ドイツ）が占めるなど、**欧州の一部企業が大きく先行**。
- 近年欧州では、洋上風力の落札額が10円/kWhを切る事例や補助金なしでの事例も出現、今後も風車の大型化等を通じて、**コスト低減の進展**の可能性あり。
- 欧州委員会は2020年にEU全体で2050年までに洋上風力発電を300GWに拡大する目標を設定。
- **北海は風況が良く、遠浅の海底地形が広がる**洋上風力発電の適地であり、さらに北海沿岸諸国は、長年の北海油田の開発を通じ、**オフショア産業の経験を豊富に蓄積**。
- ドイツ・オランダ・デンマーク・ベルギーは2022年に、2050年までに洋上風力発電の発電容量を現在の10倍（150GW）に拡大することを目指す協力協定を締結。

洋上風力発電に関する英国の状況

- 2021年までに**12.3GW**の洋上風力発電を導入（世界第2位）。
- 2022年には世界最大となるホーンシー2洋上風力発電所（1.3GW、英国東岸89km）が稼働開始。ドッガーバンク洋上風力発電所（3.6GW、英国東岸130km）の建設が開始。
- 英国周辺の海底は遠浅で、これまで設置された風車は主に**着床式**。（近年では浮体式の設置も進展）
- 政府は**2030年までの設備容量の拡大目標を40GWから50GWに強化**（うち5GWは浮体式）、計画承認期間の短縮を検討（最大4年→1年）
- 英国では2003年に完成したノースホイル洋上風力発電所以来、洋上風力発電に関する経験を豊富に蓄積し、洋上風力発電に関する法規制等についても官民の経験を踏まえたアップデートを適宜実施。
- 2022年には洋上風力発電の人員の海上輸送に関する規制を緩和。
※12名（通常の旅客輸送と同じ規制）→総員60名

英国の洋上風力発電所



(出典)クラウンエステートHP

洋上風力における英国海事沿岸警備庁(MCA)の役割

- 海事沿岸警備庁 (MCA) は、英国運輸省傘下の行政機関で、航行安全・海難救助等を所管。洋上風力発電に係る航行安全対策にも関与。
- MCAは洋上施設周辺の航行安全に係る指針を定め、航行安全を含む各種の評価や安全水域の設定など洋上風力計画のプロセスにおいて開発事業者と協議を行い、許可当局を含む他の政府部門に助言を行う。発電事業の開発許可権限そのものは有しない
- 航行安全確保指針は航行安全確保に関する実質的な基準として機能すると同時に（事業計画と指針との適合性はケースバイケースで評価）、官民の協議のベースとしても機能。
- 指針は英国における経験の蓄積や技術の発展・慣行を踏まえて随時改訂・詳細化。
 - 事業者側に対する指針の最新版はMGN654^(注)（2004年制定, 2008年, 2016年, 2021年改訂）
 - 船舶側に対する指針の最新版はMGN 372 Amendment 1（2008年制定、2022年改訂）

(注) MGNは海洋指針通達 (Marine Guidance Note) の略。

- MGN654 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/980898/MGN_654_-_FINAL.pdf)
- MGN 372 Amendment 1 (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1115722/MGN372_Amendment_1.pdf)

英国における航行安全確保の取組み①： 航行安全法制等の概要

- 英国では洋上風力発電事業を申請する事業者に対し、航行安全の確保につき、法令上、一定の要件が存在。
- 2004年エネルギー法（注1）：国際航行に不可欠と認められた航路帯の使用の妨げとなり得る活動は不許可。（99条）
- 2008年計画法（注2）：事業申請前に利害関係者等との協議が必要。（42, 44条）
- 加えて、海事沿岸警備庁（MCA）の指針が、航行安全確保に関する実質的な基準を設定。

（注1）再生可能エネルギーの振興や、原子力廃止措置機関の設立等を定めた法律。
（ <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2004/20/contents> ）

（注2）大規模インフラプロジェクトの許認可手続き・調整枠組み等を定める法律。
（ <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/29/contents> ）

英国における航行安全確保の取組み②： 海域の事前調査及びリスク評価

- 事業計画の段階で、船舶の航行や漁業等の活動を含む海域の利用状況の実態調査を実施。
- 調査ではAISデータのほか、レーダーや目視によるデータも必要。（AISを搭載しない小型船舶も確認するため）
- 調査結果を踏まえて航行安全のリスクを評価（NRA）。
- リスク評価の際にはシミュレーション分析も実施。
- 洋上風力発電所の設置に伴う従来の航路の変更・迂回（小型船による大型船航路の使用を含む）から生じるリスクも評価。

海域利用の実態調査で 考慮すべき要素

- ・航行する船舶の数、種類、サイズ
- ・漁業等の非輸送利用
- ・港湾へのアプローチ
- ・IMOの分離通航方式における通航路等の位置
- ・近接海域における漁場、軍事演習場、海底ケーブル、海底資源開発用の施設、浚渫物廃棄場等の利用状況

英国における航行安全確保の取組み③： 設置海域と航路の離隔距離

- 洋上風車を設置する **海域と航路との離隔距離** は、以下のテンプレートを参照しつつ、海域ごとの事情も踏まえて、ケースバイケースで判断される。
- 判断の際には、気象・海象の影響や、小型船の数、海底ケーブルの存在、レーダー等への影響、海域に特有の事情なども考慮する。

風車設置海域と航路の距離	考慮すべき要素	リスク	風車設置の許容性
<0.5nm (<926m)	<ul style="list-style-type: none"> ・Xバンドレーダーへの干渉 ・陸上レーダーに複数のエコーを生成する可能性 	非常に高い	・許容されない
0.5nm ~ 1nm (926m ~ 1852m)	<ul style="list-style-type: none"> ・船舶の行動範囲(船舶サイズ・操縦性) 	高い	<ul style="list-style-type: none"> ・リスクがALARPレベルの場合は許容される
1nm ~ 2nm (1852m ~ 3704m)	<ul style="list-style-type: none"> ・IMOの航路指定措置との最小距離 ・Sバンドレーダーへの干渉 ・自動衝突予防援助装置等への影響 	中程度	<ul style="list-style-type: none"> ・(ALARPレベルの場合)追加のリスク評価とリスク緩和策の提示が必要
2nm ~ 3.5nm (3704m ~ 6482m)	<ul style="list-style-type: none"> ・IMOの航路指定措置との推奨距離 ・国際海上衝突予防規則(COLREG)の遵守 	低い	※ALARPは「合理的に達成可能なできるだけ低い」の略。
>3.5nm (>6482m)	<ul style="list-style-type: none"> ・航路の反対側の風車との最小隔離距離 	低い	・広く許容される
>5nm (>9260m)	<ul style="list-style-type: none"> ・分離通行帯の出入り口からの最小距離 	非常に低い	

英国における航行安全確保の取組み④： 発電所海域における洋上風車の配置

- 風車は船舶が航行しやすいように、原則**格子状**に並べて配置。
- 風車間の間隔は、緊急時に**へりが通行可能な距離**を確保。
- 風車が船舶の視界を遮ったり、海岸線等を覆い隠さないよう配慮して配置。
- 風車の羽の最下端と最高水面の間の距離は、**最低22メートル**を確保。
- 大規模な発電所海域の内部に航行用の通航路を設置する際は、通航船舶が計画航路から20度以上の偏差が生じる可能性も考慮。
- 衛星システム・AIS等通信システムへの電波障害、レーダーの反射・死角の発生等による船舶・船員への影響、ソナーへの干渉・音響ノイズなどに関して検討。

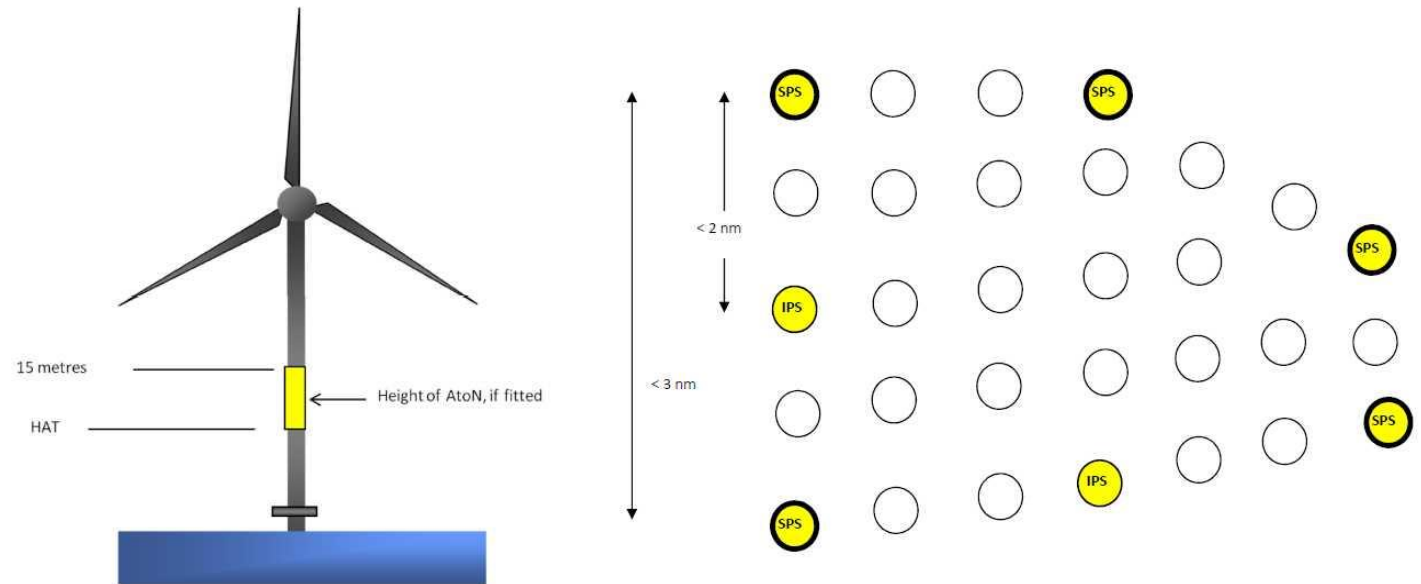


英国における航行安全確保の取組み⑤： 発電所設置工事の際の安全対策

- 設置工事開始の際、必要に応じて以下の安全対策を実施。
 - 周辺を航行する船舶・船員への周知
 - 航路標識を配置、工事海域での航路を指定
 - 警備船を配備、設置海域をモニタリング
 - 緊急時には、事業者とMCAで策定する緊急時対応協力計画に従って対応
 - 船舶の侵入を禁止する安全水域を風車設置地点の周囲に設定（500メートル。稼働時は50メートル）
- 完成後、英国水路局に発電所の位置データを提出し、海図に反映。

英国における航行安全確保の取組み⑥： 洋上風力発電所の視認性の向上

- 国際航路標識協会のガイドライン（注）を参照し、洋上風車の視認性を向上。
 - 最高水面から15メートルを黄色に塗装。
 - 発電所外周の隅などには航路標識を設置。（光達距離は5海里以上）
 - 必要に応じて霧中信号や、レーダー反射器も設置。
 - 個々の風車には、夜間も150メートル程度の距離で確認できる（照明による）英数字のプレートを設置。



（出典）IALA Recommendation O-139

（注） https://vasab.org/wp-content/uploads/2018/06/2013_IALA_Marking-of-Man-Made-Offshore-Structures.pdf

英国における航行安全確保の取組み⑦： 洋上風車周辺を航行する船舶側の取組み

- 船舶は、予め洋上風車の塗装や航路標識、海図、安全情報等を十分に確認し、**航行安全規則を守って**航行。
- 洋上風車周辺を航行する際、以下の要素を踏まえて予め**リスクを評価**。

風車の間隔	風車のサイズにもよるが、風車間は500m以上の間隔が空いている。
水深	現時点で稼働している大部分の発電所は60m未満の水深に立地するが、今後、100mを越える水深の海域に浮体式の発電所が設置される可能性がある。
海底の変化	風車が付近の海底の洗堀や堆積物に影響を与えている可能性がある。
潮流	風車が局地的に潮流を妨害して、近くに渦を発生させる可能性がある。
他の船舶	風車の保守・安全に従事する船舶や、操業中の漁船と遭遇する可能性があり、警戒が必要。風車の影や夜間は特に注意を要する。
海岸の目印	風車の存在により海岸の目印が不明瞭となる場合があり、船の位置を他の手段で確認する必要が生じ得る。
変電所	発電所エリアの内外には変電所も設置される。変電所と陸上を繋ぐケーブルにも注意が必要。
移動の程度	浮体式風車など浮体構造物は気象条件や機器の種類に応じて一定程度移動するので考慮が必要。

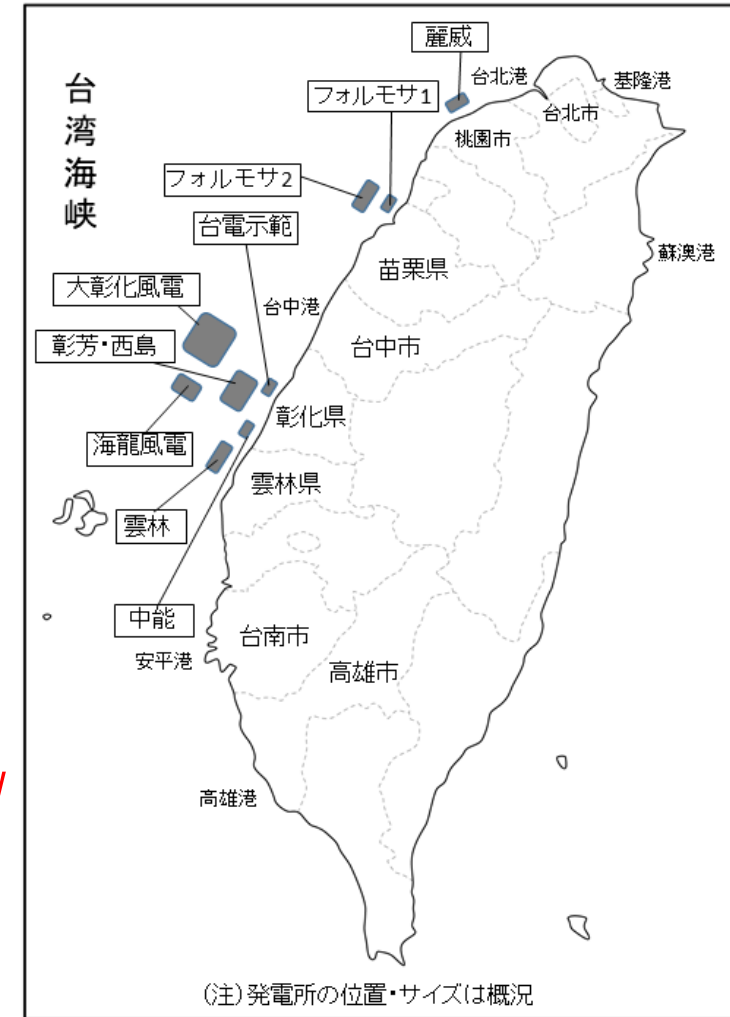
英国における航行安全確保の取組み⑧： MCAの実験結果に基づく注意事項等

- MCAは過去の実験に基づき、洋上風車による船舶の通信機器や航行システムへの影響について、注意を喚起。
 - 国際VHF・GPS・AIS・携帯電話等への影響は最小限。ただし風車との位置関係次第で、UHF等のマイクロ波システムには一部遮蔽による影響あり。
 - 風車はレーダーに表示されるが、風車まで約1.5海里以内の近距離では、多重反射やサイドローブによる偽像も発生する可能性あり。
 - 風車至近を航行する際、船舶は安全速度や見張りに関するルールを慎重に遵守。見張りの際には、レーダー以外からの情報も考慮。
- 風車から生じる回転効果も、風の流れを変え、船舶に影響を及ぼす可能性あり。

洋上風力発電に関する台湾の状況①

- 2021年までに**237MW**の洋上風力発電を導入（世界第7位）。
- 2022年はコロナ禍で工事が遅延していた大彰化発電所（計 900MW）
 - ・ 雲林発電所（640MW）等の設置が進展。台湾初の浮体式となる海碩発電所計画（1.5GW）が環境影響評価の予備審査に合格。
- 風況がよく遠浅の海底が広がる台湾海峡側の領海（商船や漁船等の先行利用あり）に、主に**着床式**風車を設置。
- 洋上風力発電の積極的な導入拡大を図る政府は、2025年までに**5.6GW**の洋上風力を導入し、2026年から2035年まで毎年1.5GWずつ新規導入を行う目標を策定（**2035年までに設備容量20GW**を超える計算）

台湾の洋上風力発電所



洋上風力発電に関する台湾の状況②

- 政府は、洋上風力発電を「示範（モデル）」「潜力（ポテンシャル）」「區塊（ブロック）」の3段階で導入する開発戦略を策定。
 - 2019年に台湾初の洋上風力発電所フォルモサ1（128MW）が稼働（示範フェイズ）
 - 2021年には區塊フェイズの詳細を公表。
- 現在の潜力フェイズ以降では、発電事業者に洋上風力発電産業の国産化への協力を要求。
 - 国産化の対象分野は漸次拡大の予定。（現在はタワー、基礎構造等）
- 再生可能エネルギー開発法、洋上風力発電モデル事業インセンティブ規則をはじめとする関連法令を整備。
- 2021年より船舶法の一部改正も検討。
 - 洋上風力発電の人員の海上輸送に関する規制（通常の旅客輸送と同じ12名）の緩和案を含む。

台湾における航行安全確保の取組み①: 航行安全確保に関する概要・動向

- 台湾で発電事業者は事業申請の際、**船舶安全評価報告**を交通部に提出する。

航行安全評価報告に 含むべき要素

- | | |
|---------------|--------------------|
| ・風力発電所の位置 | ・発電所設置後の航路標識等の配置計画 |
| ・海底ケーブルの経路 | ・緊急時対応計画 |
| ・風車等の数、設置間隔 | ・モニタリング計画 |
| ・周辺海域の航路 | ・航行実態調査とリスク分析 |
| ・周辺の港湾等との位置関係 | |

- 政府は洋上風車など海洋施設の設置に対応するため、2018年に航路標識条例^(注)を改正。
 - 海洋施設の設置の際は周囲に**安全水域を指定**し、**航路標識を設置**し、航行および施設の安全を確保する適切な措置を講じることを規定。
- 2017年に台湾海峡横断の指定**航路を修正**。
- 2021年に彰化県沖（洋上風力発電所の設置計画が多数進展）の南北方向の**航行可能水域を施行**。同航行可能水域の航行指南を策定。

(注) <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0070030>

台湾における航行安全確保の取組み②： 航行安全規範の概要

- 交通部航港局が2019年に制定した洋上風車設置海域における航行安全規範（注）で、洋上風力発電所海域周辺での航行安全を確保する各種対策を規定。
 - 事業者：
 - 関係者（漁業関係者含む）への情報周知（工事着工1ヶ月前まで）
 - 発電所の位置データの当局への提出
 - 作業船の航海計画の提出（2週間前まで）
 - 航路標識の設置
 - 作業動向をVTSへ逐次報告
 - 警備船での現場海域での安全喚起
 - モニタリング
 - 船舶：
 - AIS・VHF無線の装備・活用
 - 本安全規範で指定された航路での航行
 - 航行安全法規の遵守
 - 航海計画の慎重な検討（発電所海域周辺以外の航路の検討を含む）

（注） <https://www.motcmpb.gov.tw/Information/Detail/86e785c3-26d1-43d1-a303-2c088c54547f?SiteId=1&NodeId=10095>

洋上風力発電に関する日本の状況①

- 日本の洋上風力発電導入量は、全世界の洋上風力発電導入量の0.18%（2021年）
- 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（**再エネ海域利用法**）を2019年4月より施行。
 - 漁業者や海運など海域の先行利用者との調整の枠組みを含む**一般海域における占用公募制度**を定める法律
 - 国が洋上風力発電事業を実施可能な**促進区域**を指定し、**公募を行って事業者を選定、最大30年間の長期占用**を可能とする。
- 他に電気事業法、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（**再エネ特措法**）、港湾法、環境影響評価法などが洋上風力発電に関係。
 - 電気事業法の技術基準への適合性につき経済産業省が審査。（港湾関係の基準と合わせて「**統一的解説**」で審査基準を具体化）
 - 再エネ特措法はFIT制度を基礎づけ。
 - **港湾法**は改正により**占用公募制度**や**埠頭の長期貸付**を規定。

洋上風力発電に関する日本の状況②

- 2050年カーボンニュートラル目標、洋上風力発電導入目標（2030年までに10GW、2040年までに30～45GW）を設定（2020年）。
- グリーン成長戦略（2020, 2021年）の14の重点分野の1つが洋上風力（+太陽光・地熱）
 - 洋上風車等設備への税制支援あり（税額控除又は特別償却）
 - 産業界は、①国内調達比率を2040年までに60%、②着床式の発電コストを2030～2035年までに8～9円/kWhの目標を設定
- 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）にグリーンイノベーション基金（2兆円）を設置。「洋上風力発電の低コスト化」がグリーンイノベーション基金のプロジェクトの1つに。
 - 第1段階：要素技術の開発
 - ①次世代風車技術開発事業
 - ②浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業、
 - ③洋上風力関連電気システム技術開発事業
 - ④洋上風力運転保守高度化事業
 - 第2段階：浮体式洋上風力の実証事業
- 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会が「洋上風力産業ビジョン（第1次）」を策定（2020年）、「洋上風力の産業競争力強化に向けた技術開発ロードマップ」を公表（2021年）。

洋上風力発電に関する日本の状況③

- 再エネ海域利用法に基づき、毎年度、**一定の準備段階に進んでいる区域**と**有望な区域**を指定・整理し、公表。協議会における同意を経て、経産大臣・国交大臣により**促進区域**を指定。その後両大臣により事業者を公募。
- 港湾区域**での洋上風力設置を規定する**港湾法**の下でも、秋田港・能代港や石狩湾新港では既に発電所の設置工事が進展。

再エネ海域利用法の案件形成状況



促進区域、有望な区域等の指定・整理状況
(2022年9月30日)

区域名	
事業者選定済	①長崎県五島市沖 (浮体)
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖
	③秋田県由利本荘市沖
	④千葉県銚子市沖
	⑤秋田県八峰町・能代市沖
	⑥長崎県西海市江島沖
促進区域	⑦秋田県男鹿市・湯上市・秋田市沖
	⑧新潟県村上市・胎内市沖
	⑨青森県沖日本海 (北側)
	⑩青森県沖日本海 (南側)
	⑪山形県道佐町沖
	⑫千葉県いすみ市沖
	⑬千葉県九十九里沖
有望区域	⑭北海道檜山沖
	⑮北海道若宇・南後志地区沖
	⑯北海道島牧沖
	⑰北海道松前沖
	⑱北海道石狩市沖
	⑲佐賀県唐津市沖
	⑳富山県東部沖
	㉑福井県あわら市沖
	㉒福岡県響灘沖
一定の準備段階に進んでいる区域	㉓岩手県久慈市沖 (浮体)
	㉔福井県あわら市沖
	㉕福岡県響灘沖
	㉖佐賀県唐津市沖
	㉗富山県東部沖 (着床・浮体)

日本における航行安全確保の取組み①： 再エネ海域利用法における規定

- 再エネ海域利用法
 - 促進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さないこと（8条1項2号）
 - 関係漁業者の団体ほか利害関係者が、所管大臣（経済産業大臣・国土交通大臣）・関係都道府県知事が組織する協議会に参加（9条2項3号）
- 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
 - 再エネ海域利用法 8条1項2号につき
 - 大型の船舶が頻繁に通航するような海域を避け、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。
 - 開発保全航路及び緊急確保航路の区域と重複しないこと、また周辺港湾への大型の船舶の入出港に著しい支障を及ぼすものではないと見込まれること。
 - 促進区域内における発電設備の設置又は維持管理に係る船舶の通航が適切に確保できると見込まれること。
 - 調査は船舶航行データ（AIS データ）の整理、都道府県が保有する情報の収集などを行う

日本における航行安全確保の取組み②： 海域の事前調査、交通への影響の検討

- 船舶交通及びその他の水域利用の実態調査
 - 実態把握の方法：レーダーを用いた船舶航行実態の把握（目視での船型・船種等の確認を含む）、AISデータ解析、水域利用者の団体などに対する聞き取り調査、船舶入出港データの解析、別途の目的で実施された船舶交通実態調査等の結果等の組み合わせによる。
 - 考慮すべき事項：船舶の船種・船型別の船舶交通実態、漁船・遊漁船・プレジャーボート等による水域利用実態、季節・月・旬・曜日・時間帯別の交通・利用実態、AIS非搭載船の存在、管制水路・指定錨地等船舶交通規制の内容・航行援助施設の配置、海難発生の実態、および港湾利用状況等の変化に伴う将来的な船舶交通の状況変化の推定
- 船舶交通に及ぼす影響の検討の際に留意すべき事項
 - 洋上風力発電設備等の諸元、配置、設置場所、設置間隔、識別表示及び遠隔監視・制御を含む運転方針、運用体制
 - 主たる船舶交通が発生する場所と洋上風力発電設備等の設置場所との距離
 - 洋上風力発電設備等が操船者の視覚に及ぼす影響
 - 洋上風力発電設備等がレーダーその他の電子航行機器に及ぼす影響
 - 船舶による荒天避泊の可能性
 - 影響の検討に際しては、専門家の助言や港湾関係者の意見を踏まえるほか、必要に応じて追加の詳細調査の実施やシミュレーション手法の利用なども考慮

（港湾における洋上風力発電施設等の技術ガイドライン【案】）

（洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説）

日本における航行安全確保の取組み③： 航路との離隔距離、発電所の規模・配置

- 航路と洋上風車との離隔距離
 - 洋上風車と港湾施設等との離隔距離：洋上風力発電設備等の破壊モードを考慮した倒壊影響距離を確保
 - 一般海域：定期航路や一定の船舶が頻繁に航行する航路（航跡等を基に検討）から一定の離隔距離を確保することや、災害時の緊急物資輸送に利用される航路等を考慮。
- 洋上風力発電所の規模や洋上風車の配置
 - 当該海域の自然条件、港湾及びその周辺海域の社会的条件、港湾施設の利用状況、港湾及び港湾に隣接する地域の保全等を考慮して、港湾の開発・利用・保全との一体性を鑑み、総合的に判断
 - 特に、船舶の航路筋あるいは既設の海底ケーブルやパイプライン等の敷設状況等も踏まえつつ、洋上風力発電設備等の設置位置の周辺海域の利用を阻害することの無いよう、港湾管理者が洋上風力発電設備の配置や規模を適切に判断

（洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説）

日本における航行安全確保の取組み④： 設置工事の際の安全対策、視認性の向上等

- 施工前に海域や港湾の利用実態を十分に調査・把握
- 動態観測の実施、必要に応じた損傷防止対策
- 漁業等の利用者との調和のため、海域の先行利用者に対し説明や調整を実施
- 関係機関等と協議の上、工事海域を設定し、浮標灯等により明示
- 事前に関係機関及び周辺住民等へ周知

(洋上風力発電設備の施工に関する審査の指針)

- 緊急時対応計画を策定
- 設備の視認性を高めるため塗色を採用し、夜間や視界制限状態における視認のため灯火を設置、個別の設備を特定する標識板を設置 (IALAガイドラインを例示)

(洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説)

- 海図への反映等のため海上保安庁へ情報を提供

(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施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針)

日本における航行安全確保の取組み⑤： 船舶側に適用される法令等

- 船舶は基本的に海上衝突予防法を遵守して航行する。
- 港内においては港則法が適用される。
 - 港長は、船舶交通の安全のため必要があると認めるとき、特定港内において航路又は区域を指定して、船舶の交通を制限し又は禁止することが可能。（39条）
- 東京湾・伊勢湾・瀬戸内海においては、海上交通安全法も適用される。（現在は洋上風力発電所を東京湾・伊勢湾・瀬戸内海に設置する計画動向なし）
- 洋上風車設置海域を特に想定した航行安全ガイドライン等は、現在のところ未制定。

英国・台湾・日本の航行安全確保の取組み(まとめ)

航行安全確保の枠組み	英国	台湾	日本
大型船の主要航路を避ける必要	○	○	○
利害関係者との事前協議	○	△	○
海域利用状況の事前調査や航行リスクの分析評価を踏まえた建設計画の作成	○	○	○
船舶の航路と洋上風車の離隔距離の具体的指針	○	×	△ ^(注)
洋上風車による船舶のレーダー等機器や船員の視覚などへの影響を検討する必要	○	△	○
航路標識の設置や洋上風車の視認性を高める塗装等の必要、発電所の海図への反映	○	○	○
設置工事の際の事前の周知・注意喚起等の必要	○	○	○
事業者と当局の緊急時対応計画の作成	○	○	○
発電所設置海域での安全水域の設定	○	○	×
船側における基本的な航行安全ルールの順守	○	○	○
洋上風車設置海域での航行安全に関する詳細なガイドライン文書の制定	○	○	×

(注) 洋上風車と港湾施設等との離隔距離につき具体的な基準を設定。
一般海域については一定の離隔距離を確保する必要のみ規定。

(当方調査による整理)

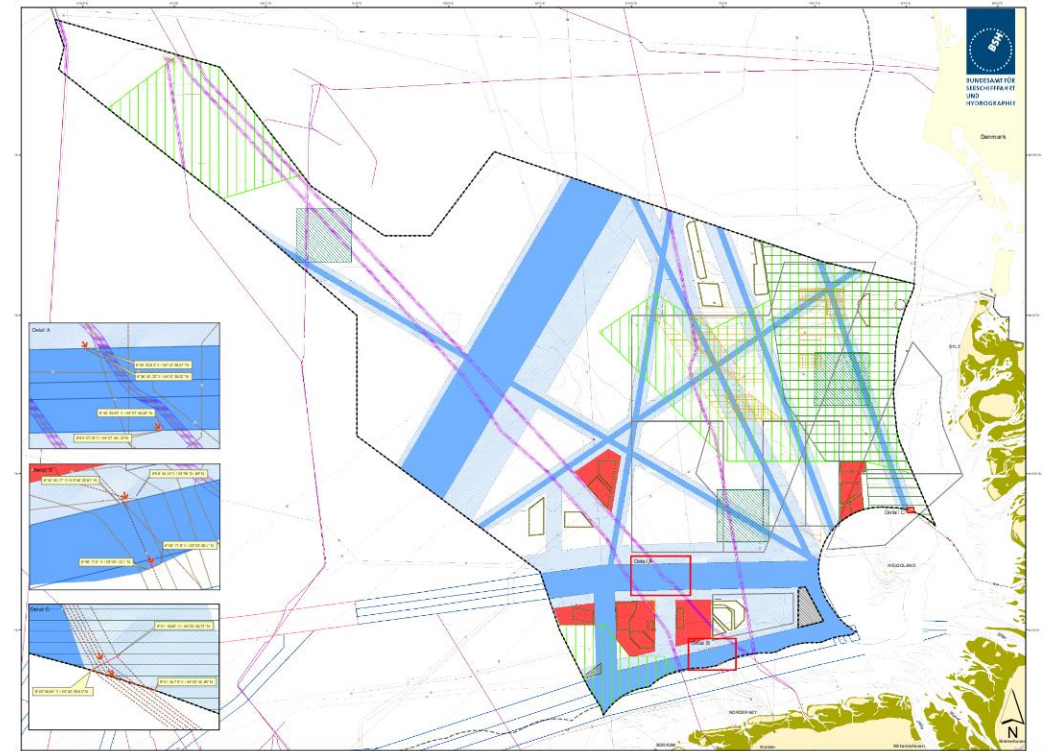
その他欧州における取組み①(ドイツ)

- 欧州の北海沿岸では排他的経済水域 (EEZ) を含む沖合での洋上風力発電所の設置が進展、航行安全の確保が必要。
- ドイツでは**海洋空間計画** (注) を踏まえ各優先区域を設定 (右図の**青**が航行、**赤**が洋上風力発電)。
 - ドイツでは空間整序法に基づき洋上風力発電所海域内での**船舶の航行を禁止**。
 - ドイツ連邦水路・海運局の指針によると、洋上風力発電所と分離通航帯の間には**少なくとも2海里および標準500mの安全水域**が必要。洋上風力発電所と船舶の航行海域の間には**2海里および500mの安全水域**が目安 (他の条件も考慮して調整)。

(注) 海洋空間計画は、ユネスコ政府間海洋学委員会 (UNESCO IOC) が推進し、EUも加盟国に指令で策定を求めている、海洋の利用に係る利用関係者間の合意形成の枠組み。

(<https://ioc.unesco.org/our-work/guidance-marine-spatial-planning>)

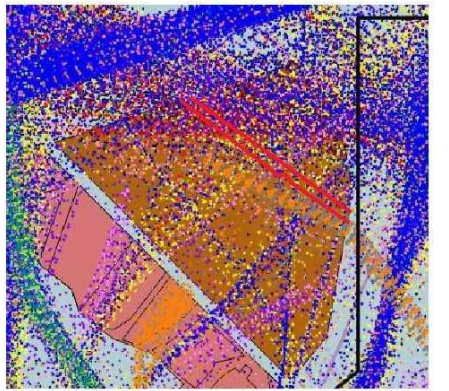
【ドイツの北海EEZにおける海洋空間計画(抜粋)】



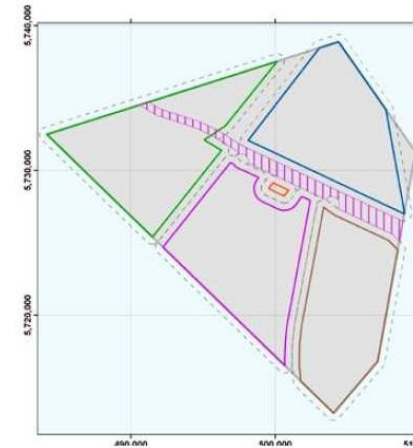
(図の出典:EUウェブサイト)

その他欧州における取組み②(オランダ)

- オランダも海洋空間計画を策定。
- オランダでは洋上風力発電所と航路の離隔距離として原則 2 海里（または船舶が衝突回避のための旋回運動が可能な距離）以上を確保。
- 発電所海域内の航行は原則禁止（全長 24m 以下の小型船に限り、日中の航行が可能）。
- EEZの輻輳海域の発電所設置計画海域と発電所海域内の航行路をIMOで承認した例。



At proposed PA "Wind Farm Borssele" and proposed area to be avoided (to be determined) "Wind Farm Borssele corridor"



(図の出典: Borssele Wind Farm Zone)

(図の出典: NCSR3-3-5)

まとめに代えて

- 洋上風力発電では、各国それぞれ海域特性や海域に係る事情、政策方針、導入拡大の段階等において相違が存在しており、航行の安全確保についてもそれぞれの状況を踏まえた措置を策定・運用。
 - 英国では長年の経験に基づく詳細なガイドラインを実質的な基準として運用しつつ、最終的にはケースバイケースで判断。
 - 台湾では早期の導入拡大を図る観点から、航行安全規範を含む法政策の整備が迅速に進展。
 - 日本では洋上風力発電の導入促進や海域の多様性の観点から、各地での検討の幅を広く持たせた枠組みが柔軟に運用。
 - 欧州の一部の北海沿岸諸国では、国際基準を参照しつつ、発電所海域内の航行禁止や航路の変更を伴う発電所海域の設定など規制的な取り組みも実施。
- 今後日本で洋上風力発電の更なる拡大が予想されるため、風況や海域特性などの自然条件、利害関係者との調整などの状況を踏まえ、海外の事例を参考に、航行安全ガイドラインの制定や安全水域の設定、海洋空間計画の一層の検討など効率的かつ安全確保に資する取り組みの検討が進むことが期待される。