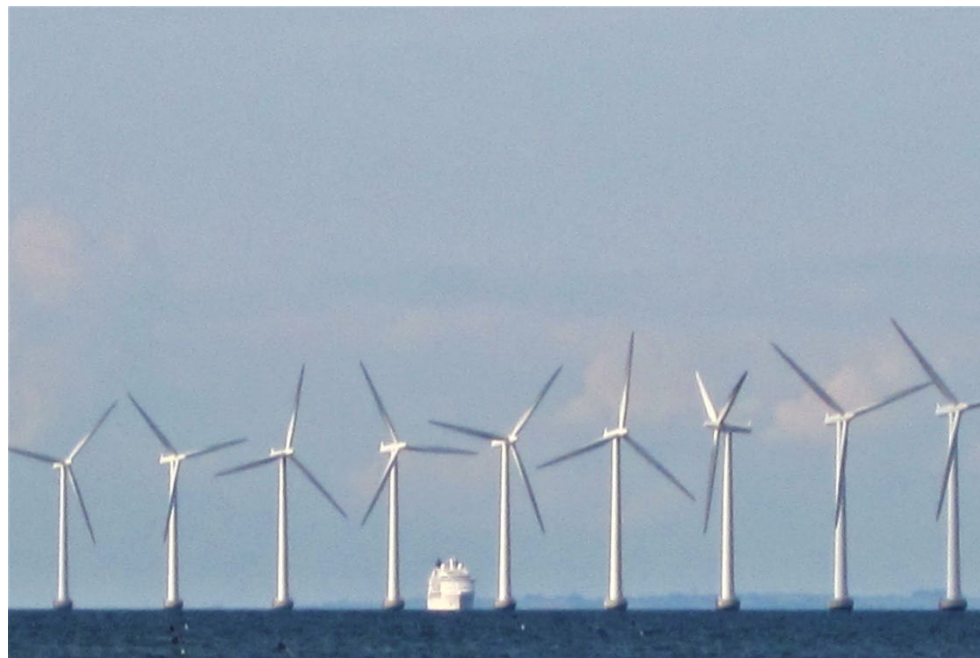


海外における航行安全確保の取組等の動向



(デンマークの洋上風力発電所)

令和4年10月12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>)

洋上風力発電に関する英国の状況①

- 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（4年→1年）。

英国の洋上風力発電所



(出典)クラウンエステートHP

洋上風力発電に関する英国の状況②

- 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則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） → 60名
- 航行安全確保に関する海事沿岸警備庁（MCA）指針もこれまでの経験を踏まえて整備・改訂。
 - 事業者側に対する航行安全確保指針は2021年に改訂（MGN654）（注）。
 - 船舶側に対する航行安全確保指針（MGN372）は改訂に向け現在パブコメ中。

（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）
- MGN372（https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/940185/MGN_372.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より具体的な事実上の基準を設定。

（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、以下の表を参照しつつ、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、船舶の計画航路から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。

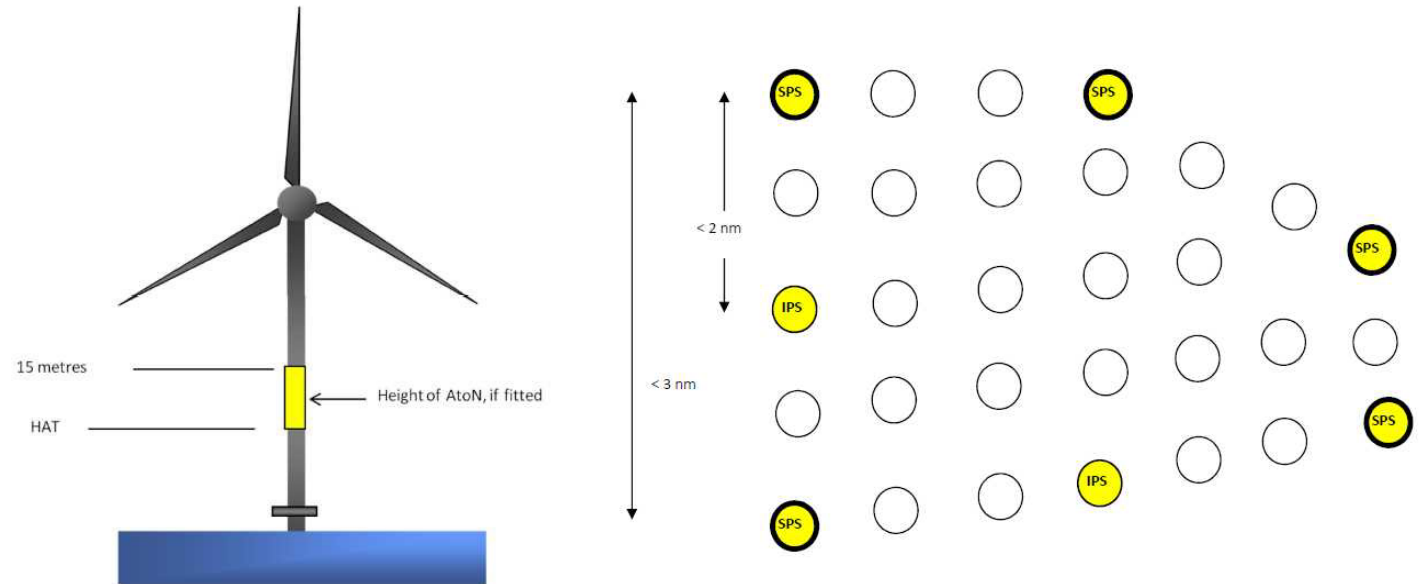


英国における航行安全確保の取組み⑤： 発電所設置工事の際の安全対策

- 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**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	現時点での発電所は水深の浅い場所に設置されるが、今後、水深の深い場所で発電所が設置されれば、大型船の航路にも影響を及ぼす可能性がある。
海底の変化	風車が付近の海底の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。

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

- 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。
 - 2021年には「區塊（ブロック）」フェイズの詳細を公表。
- 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**。

(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>

英国・台湾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
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	○	×
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有無	○	○

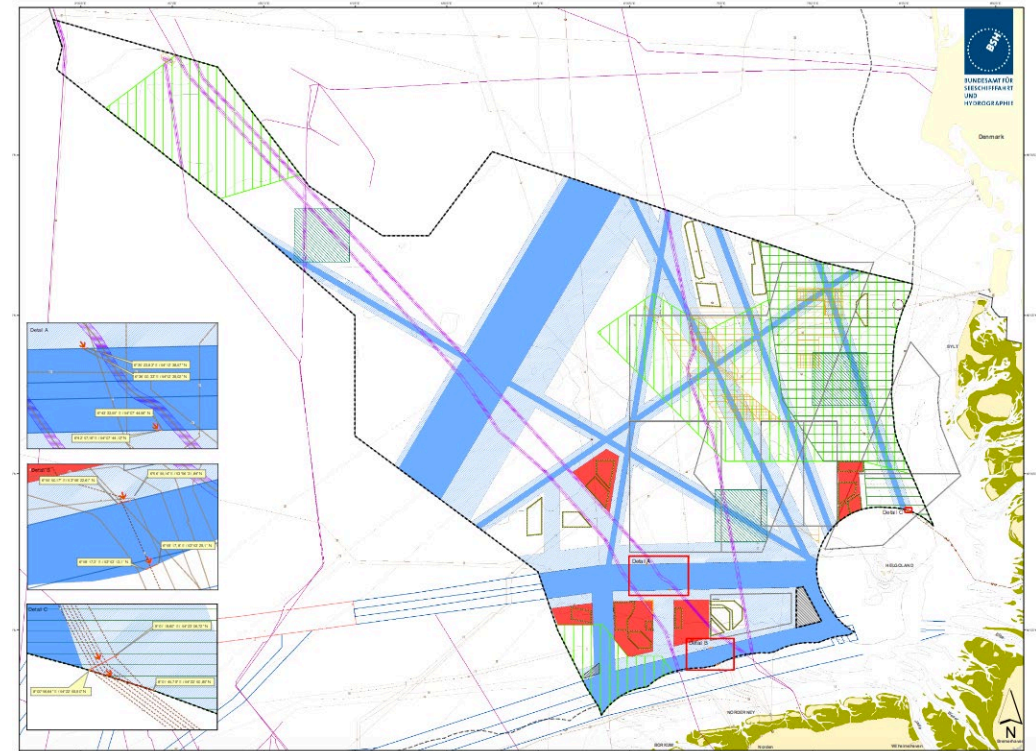
その他海外における動向①(ドイツ)

- 欧州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・海運局による洋上風力発電所の基本設計要件として、洋上風車等施設と航路の離隔距離に**2海里および標準500mの安全水域を確保**。

(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>)

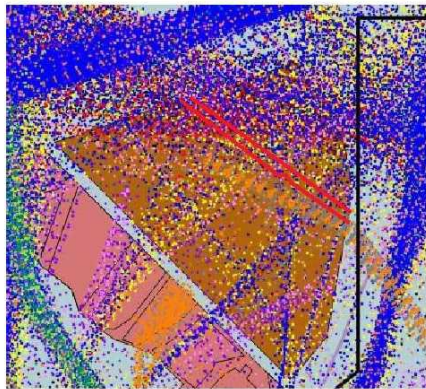
【ドイツの北海EEZにおける海洋空間計画(抜粋)】



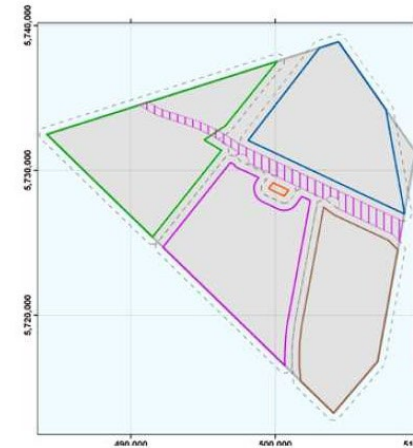
(図の出典:EUウェブサイト)

その他海外における動向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）。
- 輻輳海域における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。
 - 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、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。