

【特集 海事産業の未来への展望と課題】

《研究論文（査読付き）》

## 洋上風車周辺海域における船舶航行の安全確保に向けた取組み

坂本尚繁

（公益財団法人 日本海事センター）

### 目次

1. はじめに
2. 洋上風力発電事業の計画段階に係る取組み
3. 洋上風車の建設・稼働段階に係る取組み
4. 結びに代えて

#### 1. はじめに

気候変動抑制のための温室効果ガス削減の施策として、再生可能エネルギーへの注目が各国で進む中で、英国をはじめとする欧州諸国を中心に洋上風力発電設備の導入が拡大している。日本では領海及び内水の海域（一般海域）の占用を可能とする再エネ海域利用法（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）が2019年4月より施行されており、洋上風力の計画的・継続的な導入拡大を図るとの経済産業省・国土交通省の方針のもと<sup>1</sup>、同法（8条）に基づいて、海域の占用を可能とする促進区域の指定が長崎県五島市沖等各地で進められていることから、今後、洋上風力発電事業の進展が予想される。

洋上風力発電設備（洋上風車）を建設し運用していくには、環境への影響など様々な点の考慮が必要となる。そのような注意点の一つとして、洋上風車の周辺海域での航行の安全確保があげられる。洋上風車の設置予定地の周辺海域には、定期船や漁船、プレジャーボート等の先行利用者が存在している場合があり、その際、洋上風車の設置により海難リスクが高まらないよう、各海域の状況に応じた安全確保の取組みが重要となる。同時に、洋上風車周辺海域での航行の安全確保は、洋上風車の建設・メンテナンスに従事する特殊船・作業船の安全な運用のためにも必要である。本稿では、英国および日本における洋上風車周辺での航行の安全確保にかかる事業計画段階および建設・稼働段階での取組みについて紹介・整理を行い<sup>2</sup>、若干の考察を試みる。考察においては両国の取組みの共通点や相違点を取り上げるとともに、注目を要する英国以外の欧州諸国の関連動向についても適宜

<sup>1</sup> [https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/yojo\\_furyoku/dl/kassei/sangyou/01\\_docs03.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/kassei/sangyou/01_docs03.pdf)、2020年10月22日アクセス。なお、政府は7月17日開催の官民協議会で年間100万kwの洋上風力発電設備導入を5～10年間続ける必要性を指摘したとされる。日本経済新聞（2020年7月17日）。

<sup>2</sup> 洋上風力全般にかかる英国の動向については、日本海事センター『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』2020年、参照（<http://www.jpmac.or.jp/information/?id=795>、2020年10月22日アクセス）。

紹介したい。

## 2. 洋上風力発電事業の計画段階に係る取組み

### 2. 1 英国の取組み

世界最大の洋上風力発電設備容量（2019 年末時点で 9.7GW）を有する英国では、日本に先行して、領海や排他的経済水域での洋上風力発電事業の経験が蓄積しており、海事沿岸警備庁（MCA）による洋上風車周辺での航行安全確保に係る指針も、そうした海域での実際の経験や課題を踏まえる形で改訂を重ねてきた<sup>3</sup>。そこで本節では、航行の安全確保に係る MCA 指針の内容を中心に、英国における取組みの紹介を行う。英国では世界最大規模のホーンシー洋上風力発電所等の建設にあたって、以下で紹介する枠組みに沿って、利害関係者との協議や航行安全リスク評価などの取組みが行われている<sup>4</sup>。

英国では、洋上風車周辺の航行安全の確保のため、2004 年エネルギー法（Energy Act 2004）により、所管大臣は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を許可してはならず、また、同航路帯の使用を妨げるに至らない場合であっても、許可を与える際は、航行への妨害や危険が及ぶ範囲とその性質を考慮しなければならないとされる（同法第 99 条）<sup>5</sup>。同規定により、大型船の主要な航路はできるだけ避ける形で洋上風車の設置予定地が設定・調整されることとなるため<sup>6</sup>、洋上風車周辺での航行安全の確保は、専ら小型の漁船やプレジャーボート、洋上風車の作業船を対象とした問題となる。また、100MW 以上の大規模な洋上風力発電施設の場合、開発事業者は 2008 年計画法（Planning Act 2008）に基づき、許可申請前に利害関係者等との協議が義務付けられている（同法 42, 44 条）。

その上で、洋上風力発電事業の開発事業者は許可申請に際し、環境影響評価とともに航行安全リスク評価（Navigational Risk Assessment (NRA)）を実施して、その結果を申請書と併せて計画審査庁に提出する。MCA による航行安全確保に係る指針（MGN 543）<sup>7</sup>が、NRA の実施や風車の配置計画等の申請の際に考慮すべき事項を具体的に示している。

開発事業者は NRA を行うため、まず、洋上風車の設置予定海域における船舶通航の実

<sup>3</sup> 2020 年 1 月から 4 月にかけて改訂案へのパブリックコメントを募るなど現在も改訂を検討中（2020 年 7 月現在）。MCA は許認可プロセスの中で、本稿で以下紹介する指針に沿って、開発事業者や他の政府部局と綿密な協議を行い、時には必要な助言を与えるなど、事業の調整・サポートの役割も担っている。MCA が出す詳細な指針はこうした官民協議のベースとして、航行安全リスクの低減に貢献している。

<sup>4</sup> 例えば Hornsea Project 3 の航行安全リスク評価書は以下で閲覧可能。 [https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010080/EN010080-000582-HOW03\\_6.5.7.1\\_Volume%205%20-%207.1%20-%20Navigational%20Risk%20Assessment.pdf](https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010080/EN010080-000582-HOW03_6.5.7.1_Volume%205%20-%207.1%20-%20Navigational%20Risk%20Assessment.pdf)、2020 年 10 月 22 日アクセス。

<sup>5</sup> 同規定の表現は国連海洋法条約（UNCLOS）60 条 7 項を踏まえたものである。UNCLOS の同規定は沿岸国の側に解釈の幅を与える規定振りとなっているとの懸念を表明する学説もある（Chircop A. & L'Esperance P., "Functional Interactions and Maritime Regulation: The Mutual Accommodation of Offshore Wind Farms and International Navigation and Shipping," *Ocean Yearbook* 30, p.461）。なお、英国の洋上風力事業に関しては、イングランドではビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）大臣が、スコットランドではスコットランド所管大臣がそれぞれ許可権限を持つ。以下の英国法に関わる記述は、イングランドを念頭においたものである。

<sup>6</sup> オランダでは国際海事機関（IMO）の承認を得て航路を変更した（交通分離スキームの導入含）ケースもある。<https://www.noordzeeloket.nl/en/functions-and-use/scheepvaart/>、2020 年 10 月 22 日アクセス。

<sup>7</sup> MGN は海洋指針通達（Marine Guidance Note）の略。

態調査を行う（MGN 543 Annex 1）。調査は許可申請の前 12 か月以内に行い、予定海域を航行する全ての船種を対象として、少なくとも 28 日以上を対象とする必要がある<sup>8</sup>。調査に際しては、船舶自動識別装置（AIS）を搭載しない小型の漁船やプレジャーボートなどが存在することから<sup>9</sup>、AIS から得たデータのみならず、レーダーや目視に基づくデータも要求される。実態調査では、予定海域に固有の問題・事情を考慮するために、航行する船舶の数・種類・サイズ、漁業等の非輸送利用、国際海事機関（IMO）が採択した分離通航方式における通航路等の位置、管轄権の適用関係、および近接海域における漁場・軍事演習場・海底ケーブル・海底資源開発用施設・浚渫物廃棄場等の利用状況などを調査対象に含める。

以上の調査結果に基づき事業者は、洋上風車周辺海域での航行がどの程度可能かの評価を行う<sup>10</sup>。この時、実態調査による実測データとともに、シミュレーション分析による風車設置後の航行分布予測データも必要となる。現在のところ英国では、費用便益評価は必ずしも必要とされていない<sup>11</sup>。NRA は、様々な船舶が異なる気象・海象条件に応じて、風車設置海域の内外を航行できるかどうか、という点に照らして行われる<sup>12</sup>。

航路と洋上風車設置海域との間に安全な距離が確保されているかどうかは、英国では表 1 の基準を参照して評価される（MGN 543 Annex3）。ただし、同基準は全てのケースに一律に適用されるものではなく、最終的な判断はあくまでケースバイケースで行われる。その際、通航する船舶のサイズ・操船特性・容積や、気象・海象の影響、救援を要する船舶が機関故障に陥った場合、漁船等の航行密度とそれら船舶が大型船の航路まで押し出される可能性、海底ケーブルの存在、レーダー干渉といった要素が考慮される。

さらに開発事業者は、洋上風車設置予定海域内での個々の風車や変電所等の配置について検討を行う（MGN 543 Annex 2）。英国では風車設置海域内の航行が可能であり、また、MCA が同海域内外での捜索救助（SAR: search and rescue）活動を行うため、船舶や SAR 用ヘリコプターが通行可能なように風車等を配置する必要がある。そのため事業者は、航行や SAR 活動への影響分析を含む位置特定評価を行う。その際、風車配置のリスクの評価は、NRA の結果を基に行われる。風車や洋上変電所等の構造物は、ヘリや船舶へのリスクを最小化するため、列に並べて配置する。英国では、船舶や航空機が潮流や天候に応じて複数の通航ルートを確認できるよう、さらに、隣接する発電所を連続して通過できるよう、格子状に並べて配置することが求められる。風車間の幅は、緊急時にヘリが通過でき

<sup>8</sup> 28 日ルールは IMO の FSA（Formal Safety Assessment: IMO において安全規制等の策定・改訂を審議する際に用いられる評価手法。ハザードの特定、リスク評価、リスク軽減策の検討、費用便益評価、意思決定のための提案、の 5 ステップから成る）に含まれない英国独自の要件とされる。

<sup>9</sup> 海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）は、①国際航海に従事する 300 総トン以上の船舶、②全ての旅客船及び③国際航海に従事しない 500 総トン以上の貨物船に AIS 搭載を義務付ける。

<sup>10</sup> オランダでは政府の側が NRA を行ったうえで事業者の募集を行っている。Mehdi, R. A., Schröder-Hinrichs, J-U., Overloop, J. v., Nilsson, H. & Pålsson J., “Improving the Coexistence of Offshore Wind Farms and Shipping: an International Comparison of Navigational Risk Assessment Processes”, *WMU J Marit Affairs* vol. 17, 2018, p.413.

<sup>11</sup> 費用便益評価は、事業に要するコスト（費用）と期待される結果（便益）の収支に関する分析評価。

<sup>12</sup> 英国では要求されていないが、ドイツではこの時、船舶の種類・サイズ・速度・気象条件・洋上風力発電所の場所やレイアウト等の要素を考慮して、船舶とタービンの衝突事故をモデル化し、確率を計算することも求められている（op.cit., p.410）。

表 風車設置海域と航路との距離に基づく風車設置の許容性

風車設置海域と航路の距離	考慮すべき要素	風車設置の許容性
<0.5nm (<926m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ X 帯レーダー干渉</li> <li>・ 陸上レーダーに複数のエコーを生成する可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 許容されない</li> </ul>
0.5nm - 3.5nm (926m - 6482m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 船舶領域（行動範囲）</li> <li>・ 分離通航帯までの距離</li> <li>・ S 帯レーダー干渉</li> <li>・ 自動衝突予防援助装置等への影響</li> <li>・ COLREG の順守</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リスクが ALARP レベルの場合は許容される</li> <li>・ (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</li> </ul>
>3.5nm (>6482m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航路の反対側の風車との最小隔離距離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広く許容される</li> </ul>

(注) ALARP は「合理的に達成可能なできるだけ低い (as low as reasonably practicable)」の略。

(出典) MCA, MGN 543 (M+F) を基に作成

るよう、少なくとも 500m の間隔を確保するとされるが、近年の風車の大型化に伴って、今後より広い間隔が必要となる可能性もある。加えて、風車等が船舶の視界を遮ったり、海岸線等を覆い隠したりしないように配置を行わなければならない。

加えて事業者は、洋上風車等が与え得る悪影響、例えば、衛星測位システムや全世界海上遭難安全システム (GMDSS)・AIS 等の通信システムに対する電波障害、レーダー反射・死角等の発生による船舶等への影響、ソナー干渉、音響ノイズ、コンパス等の航行システムに作用する電磁場などの影響に関する検討結果を示すことも求められる。

## 2. 2 日本の取組み

日本においても洋上風車周辺の航行安全確保は、洋上風力発電事業を計画・実施するにあたり、注意を要する点の一つとなると考えられる<sup>13</sup>。以下では再エネ海域利用法制定後の日本における航行安全確保枠組みの整理を行うが、これまでのところ日本における洋上風力導入・稼働事例は、実証実験プロジェクト等小規模なものが中心であり、英国等で稼働しているような大規模洋上風力発電所については、今後再エネ海域利用法の下で導入が進むと予想される<sup>14</sup>。

一般海域での長期占用制度を導入した再エネ海域利用法は、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 (同法 8 条 1 項 2 号)、漁

<sup>13</sup> 再エネ海域利用法 12 条が「何人も、促進区域内海域において、みだりに、船舶、土石その他の物件で国土交通省令で定めるものを捨て、又は放置してはならない」と規定していることから、日本では洋上風車建設海域内の航行が原則禁止されていないことが確認できる。

<sup>14</sup> 小規模な実証実験プロジェクトの事例ではあるが、公開情報で銚子沖での洋上風力発電事例における航行安全確保の取組みが確認できる。同プロジェクトでは、洋上風車等設置海域が 500t 以上の船舶の航路から十分に離れていることを「航路誌」で確認の上、近隣の漁船・ヨット・プレジャーボートの安全を確保するため、航路標識法および国際航路標識協会の勧告に準拠して、灯火標識の設置、風車タワー基部の塗装、音波標識 (濃霧の際の対策) の設置を行った。(https://www.nedo.go.jp/content/100890004.pdf、2020 年 10 月 22 日アクセス。) また、脚注 15・17 も参照。

業に支障を及ぼさないことが見込まれること（同項5号）を、当該促進区域指定の基準としてあげている。さらに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する<sup>15</sup>。

同法に基づく「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について（基本的方針）」は、洋上風力発電事業は漁業、貨物船又は旅客船の航行その他の海洋の多様な開発及び利用に関する施策との調和を図る必要があり、支障があると見込まれる区域は、促進区域の指定の案に含めないとする。関係都道府県知事・協議会から支障があるとの意見が出された際には、所管大臣はその意見を十分に尊重し、当該案のまま促進区域の指定を行うことはない<sup>16</sup>。航路については、促進区域の指定を立案する際に所管大臣は、関係行政機関の長と協議し、関係首長等の意見を聴いて、航路との十分な離隔距離の確保等を図る。海洋レジャーを含む海洋の多様な開発利用については、関係首長等の意見を聴いて十分に配慮を行う。

経済産業省資源エネルギー庁・国土交通省港湾局等が取りまとめた「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（指定ガイドライン）」では、再エネ海域利用法8条1項2号の基準につき、大型船航路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こと<sup>17</sup>、周辺港湾への大型の船舶の入出港に著しい支障を及ぼさないこと、発電事業従事船舶の通航が適切に確保できること等の具体化がなされている。これらの基準の充足は、AIS データと自治体が収集した情報をもって確認される。同項5号の基準については、関係漁業団体を含む協議会で発電事業の実施による漁業への支障の有無を確認して、漁業に支障があると見込まれる場合には促進区域の指定は行わないが、漁業への支障の有無の確認は、当該区域における洋上風力発電事業と漁業との協調・共生についての観点も踏まえて行うとされている。同基準の充足は、協議会等において確認される。

以上の一般的な枠組みの下で、日本においてもまず事業計画段階で航行安全確保に向けた各種取組みが行われる。専ら港湾における洋上風力発電施設に係る文書であるが、国土交通省港湾局の「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】」によれば、船舶交通の実態調査は、レーダー（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り行うことができるとされる。船舶交通・その他水域利用の実態把握は、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

<sup>15</sup> 再エネ海域利用法制定以前の検討事例でも、プロジェクト毎に航行安全委員会を設置して検討を行っている。例えば岩船沖や北九州沖の検討事例が公開情報で確認できる。

岩船沖：<http://114.179.15.45/uploaded/attachment/25051.pdf>、2020年10月22日アクセス。

北九州沖響灘：<http://seikaibo.ecweb.jp/storage/honbu-pdfdata/H27-6hibiki.pdf#search=%27%E6%B4%8B%E4%B8%8A%E9%A2%A8%E5%8A%9B+%E8%88%AA%E8%A1%8C%E5%AE%89%E5%85%A8+%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%27>、2020年10月22日アクセス。

<sup>16</sup> 特に漁業については、協議会の設置の前にも、漁業の操業について支障がないことを関係漁業団体等に十分に確認し、支障を及ぼすことが見込まれる場合には、促進区域の指定は行わないとされている。

<sup>17</sup> 秋田港・能代港における検討事例でも、適地設定の段階で大型船航路を避ける方針を取っている。

[https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive\\_0000007961\\_00/pdf4.pdf](https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000007961_00/pdf4.pdf)、2020年10月22日アクセス。

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を考慮する。

続いて、船舶航行実態に関する調査の結果を踏まえて洋上風車の建設による船舶交通に及ぼす影響を検討する場合があるとされる。経済産業省と国土交通省が開催した洋上風力発電施設検討委員会の「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説（技術基準の統一的解説）」（令和2年3月版）によれば、船舶交通への影響の検討を行う際には、洋上風車等の諸元・配置や設置場所等・遠隔モニタリングを含む運転方針等、主要な航路と洋上風車設置予定地との距離、洋上風車が船員の視覚・レーダー等電子機器に及ぼす影響、荒天避泊の可能性等に留意する。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を考慮するとよいとされている。

航路と洋上風車との離隔距離については、風車と港湾施設等との離隔距離の基準が具体化されている（「技術基準の統一的解説」2.10節(1)）。ここでの離隔距離の基本的な考え方は、想定を超える災害等で風車等が被災した際に港湾機能の停滞を防止するために、港湾施設等と十分に離隔をとって風車の設置を行うというものである。したがって、洋上風車と港湾施設等との離隔距離は、基本的に、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する<sup>18</sup>。このうち、洋上風車と水域施設等（港湾法上の航路を含む）との離隔距離の場合は、風車後方の乱流範囲か風車の破壊モードを考慮した倒壊影響距離のより大きい方、洋上風車と港則法上の航路・管制水路・指定錨地等との離隔距離の場合は、泊地等で錨泊する場合の錨鎖の伸出量も考慮しつつ破壊モードを考慮した倒壊影響距離、浮体式洋上風車の場合は、浮体式風車の想定移動範囲の外側に、風車後方の乱流範囲か風車の破壊モードを考慮した倒壊影響距離のより大きい方が、確保される。

洋上風力発電所の規模や洋上風車の配置については、海域の自然条件・社会的条件、港湾施設の利用状況や地域の保全等を考慮して総合的に判断をする必要があり、特に、航路や海底ケーブル等の敷設状況等も踏まえて、周辺海域の利用を阻害しないように判断を行う（「技術基準の統一的解説」2.10節(2)）。さらに、洋上風力発電設備の下部構造や基礎は、魚礁効果など周辺の海域利用と調和できる可能性もあることから、可能な限りこれらを考慮した構造とすることが望ましいとされる。加えて「指定ガイドライン」も、洋上風車の配置計画につき、発電設備が適切な機能を発揮できるよう発電設備間の離隔距離を適切に確保することを、8条1項2号の基準の具体化の一部としてあげている。

一般海域においては、これらに加えて、航路からの離隔距離を確保し、災害時航路を考慮する（「技術基準の統一的解説」2.10節(3)）。

## 2. 3 考察

以上に紹介・整理した英国と日本の洋上風車周辺海域の事業計画段階における航行安全確保に向けた枠組みを比較することで、両者の共通点および相違点を確認することができる。

---

<sup>18</sup> 洋上風車の基礎が杭式の場合は、想定した破壊モードの破壊箇所から洋上風車の最上端までの高さと同じ距離、重力式の場合は、基礎マウンド上面から洋上風車の最上端までの高さ、滑動距離を加えたものとされる。

共通点としては、計画段階における航行実態調査やリスク評価を踏まえた建設計画の作成という基本的な考え方、大型船の主要な航路を避けつつ船舶の航路と洋上風車の離隔距離を確保する必要性、洋上風車等が建設されることで船舶のレーダーや船員の視覚等に与える影響の考慮があげられる。

同時に相違点もある。たとえば英国と異なり台風・地震など激甚な災害の多い日本では、災害時の安全性を考慮することが安全確保の枠組みに組み込まれている。次章で述べる緊急対応計画への反映のほか、水域施設等と洋上風車との離隔距離確保の考え方などに、日本の事情が反映されていると考えられる。一方で日本と地理的条件が異なる英国では、リスクを合理的に達成可能な低いレベルで受容する ALARP の概念が、安全性の評価基準の中で用いられている<sup>19</sup>。

なお、上述のように日本においては港湾施設等と洋上風車との離隔距離につき、災害時の安全性を考慮した具体的な基準が示されており、港湾区域外の一般海域における航路と洋上風車の離隔距離についても、一定の離隔距離を確保するとの指針が示されている。今後、洋上風力発電所の数が増加するにつれて、航路に近傍する海域での洋上風力発電事業が構想されるようになった場合、海域によっては、航路と洋上風力発電所の離隔を図る上でより具体的な数値基準が有益となる可能性も考えられる。このとき、英国等における取組みが一つの参考となることが考えられる<sup>20</sup>。

この点につき、英国以外にも具体的な基準を示した欧州諸国の事例がある。例えば、ドイツの連邦水路・海運局による洋上風力発電所の基本設計要件では、洋上施設と海運航路の離隔距離は 2 海里 + 標準 500m の安全水域を確保するとされる<sup>21</sup>。またオランダは、従来、発電所と航路の離隔距離として 2 海里を確保するものとしていたが、『洋上風力エネルギー白書』で、離隔距離につき改めて具体的な計算を行った。同白書では、400m 級の船舶が発電所を右舷側にする際には 1.87 海里、左舷側にする際には 1.57 海里、300m 級の船舶が発電所を右舷側にする際には 1.54 海里、左舷側にする際には 1.24 海里的距離がそれぞれ必要であり、これを確保可能な離隔距離を置くものとされる。これらの数値はそれぞれ

<sup>19</sup> ALARP の概念とは、「安全か安全でないか」の二分論ではなく、「広く受容される領域」「受容（我慢）できる領域（ALARP 領域）」「受容されない領域」の 3 つの領域で安全を考えるものであり、ALARP 領域は、そのリスクが許容されるわけではないが、ある便益を確保するために、リスクが適切に制御されるとの条件の下、当該リスクを受容（我慢）できる領域とされる（中村昌允「日本と欧米との安全管理について」『安全工学』50 巻 5 号、2011 年、280 頁）。ALARP の概念は、英国では安全衛生庁（HSE）の提唱によって 1999 年重大事故災害管理規則（COMAH: Control of Major Accident Hazards Regulations）に規定されており、日本でも厚生労働省の「危険性又は有害性等の調査等に関する指針 同解説」や経済産業省の「リスクアセスメント・ハンドブック（実務編）」等に採り入れられている。ただし同「危険性又は有害性等の調査等に関する指針 同解説」の【施行通達】では、低減されるリスクの効果に比較して必要な費用等が大幅に大きいなど、両者に著しい不均衡を発生させる場合であっても、死亡や重篤な後遺障害をもたらす可能性が高い場合には、リスク低減措置を実施すべきものとの規定がなされており、英国に比べ厳格な基準が導入されているといえる。日本原子力学会は「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会 中間報告」で、ALARA（ALARP）は「便益とそのために払う犠牲との比較において、説明性があり社会通念として受け入れられるまでリスクを低くする」との意味と理解すべきであり、社会に受け入れられ、関係者から尊重されることで ALARA の概念が適切に具現化されると述べている。これら日本における ALARP 概念の利用事例に鑑みれば、日本においても ALARP 概念を利用するものの、ALARP 概念の捉え方については英国と異なる面を含む可能性があると考えられる。

<sup>20</sup> 洋上風力発電施設導入促進の観点からはケースバイケースや検討の幅をもたせた基準が重要であり、この点でも、具体的な基準を示しつつ最終的にはケースバイケースとする英国の指針が参考となりうる。

<sup>21</sup> MarCom WG 161 report – 2018, p.77. 安全水域については後述。

旋回径（船の全長の6倍にあたる距離）に500mの安全水域と、右舷側の様子を見極めるための0.3海里を足したものであり、旋回径は船が衝突回避を行う上で最大の空間を要する行動である旋回運動を想定したものである<sup>22</sup>。

### 3. 洋上風車の建設・稼働段階に係る取組み

#### 3.1 英国の取組み

計画段階に係る各種取組みに加え、発電所の建設・稼働・撤去の各段階につき、各種安全対策・緊急対策が事業者側および船舶側において必要となる。計画段階における取組みと同様にMCA指針が、英国における同対策の具体的内容を示している。

洋上発電所の建設に際し開発事業者は、緊急時に備え、MCAとの緊急時対応協力計画を作成する（MGN 543 Annex 5）。緊急時対応協力計画の詳細とテンプレートはウェブ上で入手可能であり<sup>23</sup>、作成に際してはMCAの指針に従う必要がある<sup>24</sup>。緊急時対応に係るハザードは、洋上風力発電所の存在に起因する船舶の衝突・座礁・転覆等のほか、洋上風力発電所の設備の事故・故障（火災や爆発等を含む）、保守管理作業時の船舶及び人員の事故、洋上風力発電所周辺での船舶起因の油流出等の環境損害などがあげられる<sup>25</sup>。

また、以下の各種取組みが行われる（MGN 543 Annex 2,4）。建設開始14日前に、海上安全情報の周知や、付近を航行する船舶の船員への通告がなされる。安全水域が設定される場合は、航路情報や国際VHFによる航行警報放送によって周知がなされる<sup>26</sup>。安全水域は事業者の申請または所管大臣の判断に基づき、所管大臣によって設定される（2004年エネルギー法95条）。英国の2007年電気規則によれば<sup>27</sup>、施設の建設・拡張・設置船によるメンテナンス・解体時には500メートル、通常稼働時は50メートルの範囲内で設定される（利害関係者との協議が必要）<sup>28</sup>。安全水域内への侵入は原則的に禁止される。

さらに建設時から発電所の撤去に至るまで、航路標識が配置される。標識の配置は、国際航路標識協会（IALA）のガイドラインに沿って行われる<sup>29</sup>。建設時には浮標が用いられ、建設後は浮標の代わりに灯火が配置される。風車にはIALAのガイドラインに沿って視認

<sup>22</sup> White Paper on Offshore Wind Energy; Partial review of the National Water Plan Holland Coast and area north of the Wadden Islands, 2014, p.18.

<sup>23</sup> <https://www.gov.uk/government/publications/offshore-renewable-energy-installations-orei>, 2020年10月22日アクセス。

<sup>24</sup> [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/762365/OREI\\_SAR\\_Requirements\\_v2.0.pdf#search=%27Offshore+Renewable+Energy+Installations%3A+Requirements%2C+Advice+and+Guidance+for+Search+and+Rescue+and+Emergency+Response%27](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/762365/OREI_SAR_Requirements_v2.0.pdf#search=%27Offshore+Renewable+Energy+Installations%3A+Requirements%2C+Advice+and+Guidance+for+Search+and+Rescue+and+Emergency+Response%27), 2020年10月22日アクセス。

<sup>25</sup> [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/372597/NRA\\_Methodology\\_2013.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/372597/NRA_Methodology_2013.pdf), 2020年10月22日アクセス。

<sup>26</sup> 国際VHF放送は12時間ごとに行われる。航路情報は事業者や港湾当局が発表するものに加え、英国水路局が毎週発表するものがある。

<sup>27</sup> The Electricity (Offshore Generating Stations) (Safety Zones) (Application Procedures and Control of Access) Regulations 2007

<sup>28</sup> 加えて近年、設置船は使用しないが大型のSOVを使用するメンテナンスの際には、150メートルの安全水域の設定が可能となった。

<sup>29</sup> 国際航路標識協会（IALA）Recommendation O-139 参照。

性を確保する塗装が施され、個別の識別（ID）マーキングも行われる。

また、建設海域では航路が指定され、警備船も配備されるほか、AIS や船舶通航管理システム（VTS）<sup>30</sup>、国際 VHF 等を用いたモニタリングも行われる。海洋管理センター（MCC: Marine Coordination Center）が建設当初からモニタリングに従事し、風車稼働後は航行に関する助言や海上での作業許可、緊急時の連絡調整などを行う。

発電所の建設後は英国水路局に発電所の位置データが提出され、海図に反映される。発電所海域内・洋上風車間の航行は原則可能だが<sup>31</sup>、IMO 一般通則に基づく航路の指定が検討される可能性もある<sup>32</sup>。

洋上風車周辺の航行安全確保に係る取組みは、船舶側においても必要となる。まず洋上風車の周辺を航行する場合に限られず、前提として、船舶は海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約（COLREG）や海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）の関連規定を順守する必要がある。洋上風車周辺を航行する際に船舶に求められる取組みは、MCA の指針に具体化されている（MGN 372）。船舶は洋上の発電所を確認するため、洋上風車の塗装・航路標識・海図の確認を行う。

加えて英国では洋上風車周辺の航行を行う際に、船舶側が自ら航行リスクを評価することを求められる。MCA の指針は、洋上風車周辺の航行を計画する際に考慮すべき要素と、実際に航行する船舶に必要・有用な情報を示している。航行リスク評価の際に考慮すべき要素としては、風車との間隔・水深・海底の変化・潮流・小型船・海岸の目印・変電所がある。

また、MCA の指針では洋上風車が通信機器や航行システムに影響を与える可能性が指摘され、注意が喚起されている。MCA が過去に行った実験では、国際 VHF・全地球測位システム（GPS）受信機・AIS・携帯電話等への影響は最小限だったが、UHF 等のマイクロ波システムは遮蔽による妨害効果を受けたとの結果が示されている。風車はレーダーエコーを生じさせるが、障害となる反射エコー・サイドローブエコーも約 1.5 海里の距離で生じさせ得るため、これらの干渉エコーが生じる場合、COLREG 規則の確実な順守や、VTS・AIS 等レーダー以外の機器から得た情報の活用が必要とされる。さらに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もある。

大型船の場合は、発電所から少なくとも 2 海里離れた航路設定が望ましいとされる。英国では洋上発電所海域の内部の航行が原則可能だが、MCA の指針では、船舶には、①施設海域を迂回する、②施設海域の端を航行する、③慎重に風車の列の間を通過するという 3 つの選択肢があり、いずれを選択するかは船舶の特性（船舶の種類やトン数、操作性など）や気象・海象等によるものの、十分な空間があるならば、施設海域を迂回する選択が

<sup>30</sup> SOLAS 条約第 V 章第 12 規則では、陸上から船舶の通航を管理するシステムについて規定されている。近年はレーダーに加えて AIS も活用されている。

<sup>31</sup> 例外的に発電所海域内の航行を規制した事例もある。ランビオン洋上風力発電所（サセックス沖合 13 キロの発電所）の開発許可命令では、実際に航行権（Public rights of navigation）が取り消された。（<http://www.legislation.gov.uk/uksi/2014/1873/made>、2020 年 10 月 22 日アクセス。）

<sup>32</sup> SOLAS 条約第 V 章第 10 規則及び IMO 決議 A.572(14)では、船舶が集中する水域等での分離通航方式等の航路指定方法が規定されている。なお決議 A.572(14)は、2016 年の決議 MSC.419 (97) により、洋上風車等の設置を行う際には航行の安全への影響を考慮することを各国政府に求める 3.14 節が追加されることが採択されている。

最善であるとしている。

### 3. 2 日本の取組み

日本でも、発電所の建設・稼働・撤去の各段階に係る各種安全対策・緊急対策が必要である。「再エネ海域利用法施行規則」は、洋上風車など海洋再生可能エネルギー発電設備の基準として、当該設備が船舶からの視認性を向上させるための措置その他の船舶の航行に支障を及ぼさないための措置を講じたものであることを規定している（同規則5条）。さらに海洋再生可能エネルギー発電事業を行う者は、事業の実施にあたり、船舶航行の安全を確保するため、発電設備の視認性の確保等の措置を講じるとともに、海図への反映等のために海上保安庁への情報提供を行うこととされている（「基本的方針」）。

洋上風車の視認性の向上方法や灯火標識については、設備の視認性を高めるための塗色の採用や、夜間や視界制限状態における視認のための灯火の設置、個別の設備を特定できる標識板の設置を行うことが望ましいとされている（「洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（維持管理に関する統一的解説）」（令和2年3月版）および「技術基準の統一的解説」）。これら措置を実施する具体的な参考としては、英国同様にIALAのガイドラインに基づく方法が例示されている。さらに浮体式洋上風車については、航行する船舶が設備の存在を識別できるよう位置情報システムを搭載することが望ましいとされる。洋上風車等に設置する航路標識の詳細は、海上保安庁の「航路標識の設置及び管理に関するガイドライン」にも反映されている。

加えて洋上風力発電施設検討委員会の「洋上風力発電設備の施工に関する審査の指針」（令和2年3月版）は、洋上風車等の建設工事を行う際の、海域・港湾利用者との調和の確保や工事海域の安全対策の指針を規定している。洋上風車の建設の際は、重量物を扱う重機の稼働や作業船の係船等が港湾利用等に影響を及ぼし得るため、海域を利用する多様な船舶の安全確保が重要となり、事前の海域・港湾の利用状況の把握に基づく港湾海域利用・港湾施設への影響の最小化が必要となる。管理の上ではモニタリングの実施や損傷防止対策も考慮する。さらに漁業等の先行利用者への説明・調整が要求される。また工事海域の安全対策として、浮標灯等による工事海域の明示や、関係機関・周辺住民等への事前周知、作業の一部が他の施設の近傍となる場合は、その所有者との安全性の確認が必要となる。

さらに洋上風力発電施設検討委員会の「維持管理に関する統一的解説」が、事業者は緊急時対応計画を策定すべきこと、および計画に記載すべき内容を示している。緊急時とは自然災害（台風・波浪・地震・津波・落雷）のほか、設備の事故（火災・船舶との衝突・ケーブル等の切断）および故障、点検修繕時の事故、公害等への対応、緊急時の設備の稼働停止要請への対応、その他（部外者の内部への侵入・作業船の事故）が想定されている。緊急時対応計画には、関係機関（港湾管理者・地方整備局港湾事務所・経済産業省・国土交通省・海上保安部署等）との連絡体制や、捜索救助・発電施設の部材回収の手順など緊急時における対応手段、緊急時対応訓練の実施について記載するものとされる。

また、日本においても、洋上風車周辺を含む航行安全確保に関し、船舶側にかかる法律がある。日本の海上における船舶の衝突を予防し、船舶交通の安全を図ることを目的とした基本的な法律が、COLREGの国内法である海上衝突予防法であり、海洋にある船舶はこ

れを順守する必要がある。さらに特に船舶の航行安全に係る特別法として、海上交通安全法と港則法があげられる。

海上交通安全法は輻輳海域における特別の交通方法を定め、危険を防止するための規制を行う。具体的には、輻輳海域に航路を定め（2条1項および別表）、当該航路全般およびそれぞれにおける詳細で具体的な航法を定めている。ただし本法の適用対象は東京湾・伊勢湾・瀬戸内海とされる（1条2項）。洋上風車の設置予定地は原則的に大型船の主要な航路を避けることとされており、洋上風車周辺を航行する船舶に海上交通安全法がかかる可能性は現在のところあまり大きくないと考えられる。

港則法は港内を適用対象としており、港内における船舶交通の安全等を図ることを目的とする。港長は同目的のため様々な権限を与えられており、特定港内・境界附近での工事・作業に対する許可権限と同許可に関する船舶交通の安全上必要な措置の命令権限を有するほか（31条。43条により特定港以外の港についても準用）、船舶交通の安全のため必要がある際に、特定港内において航路又は区域を指定して、船舶の交通を制限又は禁止することができる（39条。43条により特定港以外の港についても準用）。したがって洋上風車の設置予定地の近傍に位置し、建設工事の拠点を担う港においては、港長が当該洋上風力発電事業によって必要が生じた場合に命じる航行安全確保措置や航行規制措置が、洋上風力事業従事船を含む船舶にかかる可能性がある。さらに洋上風車そのものが港内に建設された場合、洋上風車の建設によって航行の安全を確保する上で必要となった各種措置が（航行規制を含みうる）、洋上風車周辺を航行する船舶にかかる可能性もある。もっとも、再エネ海域利用法は港湾区域外の一般海域に洋上風車を建設するための海域占用を可能とした法律であるため<sup>33</sup>、港内を適用対象とする港則法に定められた港長の航行安全に係る権限が、今後想定される洋上風車の設置予定地全てをカバーするわけではない。

加えて、日本では、洋上風車が建設された海域を特に想定した特別の航行ルールを定める法律や規則・ガイドライン等は、現在のところ制定されていない。

### 3.3 考察

以上の建設・稼働段階における英国および日本における取組みについても、両者の共通点と相違点を確認することができる。

共通点としては、建設・稼働時の航路標識や洋上風車の視認性を高める塗装の必要、当局との緊急時対応計画の作成、建設時における注意喚起等の必要、および船側におけるCOLREG等基本的な航行安全ルールの順守があげられる。

相違点もある。英国では安全確保のため、洋上風車の建設時・大規模メンテナンス時に500メートル、通常稼働時に50メートル等の安全水域が設定される。英国で安全水域は、2004年エネルギー法のもとで領海・排他的経済水域（EEZ）を問わず設定される。他方、安全水域は国連海洋法条約（UNCLOS）にも規定があり、洋上施設から500メートルの範囲内で設定可能と規定されるが<sup>34</sup>、この規定はEEZに係る条文の中に位置する。日本の国

<sup>33</sup> 日本では再エネ海域利用法の制定以前から、港湾法の改正に基づく占用公募制度により港湾区域内で洋上風力発電設備の導入促進が図られていた。

<sup>34</sup> UNCLOS 第60条 4-7項を参照。

内法においても安全水域に係る法律は存在するが（海洋構築物等に係る安全水域の設定等に関する法律）、この法律は UNCLOS の安全水域に係る規定を国内法化したもので、現在の再エネ海域利用法では区域指定の対象外となる EEZ のみを適用対象としている<sup>35</sup>。

また、英国・日本ともに洋上風車間（発電所海域内）の航行を原則禁止していないと考えられるが、この点につき、異なる政策をとる国も存在する。例えばドイツでは、洋上風車間の航行は禁止されている。オランダでも洋上風車間の航行は原則認められていなかったが、2018 年に、AIS を搭載して洋上風車から 50m の離隔距離を維持するとの条件付きで、日中に限り、全長 24m 以下の小型船の通航が許可された<sup>36</sup>。日本に関しては、港湾区域内に設置される洋上風車の周辺海域において、状況に応じて港則法に基づく航行規制がかけられる可能性が考えられるが、再エネ海域利用法で洋上風車の建設のための占用が可能となった港湾区域外の一般海域に対しては、航行規制が及びうるのは海上交通安全法の適用対象となる一部海域に限られる。

#### 4. 結びに代えて

本稿では、英国と日本における洋上風車周辺海域での航行安全確保の取組みを紹介・整理し、若干の考察を行った。両国にはそもそも海域特性・海域に係る事情等において相違が存在しており、本稿で確認した英国と日本、あるいは欧州諸国における取組みの相違点が、必ずしも喫緊の課題の存在を意味しているわけではない。一方で、日本においては、一部で、主要な航路等を避けた場合、現行法の下での洋上風力の適地は領海・内水の一部に限定されるとの見方や<sup>37</sup>、洋上風車海域内での船舶同士の衝突の蓋然性を分析した上で、航行制限措置の必要性を示唆する見方も見られる<sup>38</sup>。今後の日本における洋上風力発電事業の導入拡大の状況にもよるが、国内の事情・特性を踏まえた日本独自の取組みとともに、諸外国の安全確保の取組みが参考になることが考えられる<sup>39</sup>。この点、英国でも、近年、洋上風力発電所の増加・大型化に伴う従来の航路の変更・迂回のため、大型船航路の使用に伴う衝突リスクの増大や、燃費効率の悪化・GHG の排出増加等が懸念されるなど状況は日進月歩であり<sup>40</sup>、英国における安全確保に向けた取組みの進展については、今後も注視を続けていきたいと考える。

<sup>35</sup> 再エネ海域利用法の適用対象を領海から EEZ へ拡大する重要性の指摘もある。（参議院国際経済・外交に関する調査会『国際経済・外交に関する調査報告（中間報告）』2020 年、45 頁）

<sup>36</sup> Code of Conduct for a Safe Passage through Windfarms, 2018. なお、釣り竿の使用は可能とされるが、錨泊やトロール網の使用は禁止される。

<sup>37</sup> 尾羽秀晃・永井雄宇・豊永晋輔・朝野賢司「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」『電力中央研究所研究資料』Y19502、2019 年。

<sup>38</sup> 河島園子・伊藤博子・木村新太「交通流解析に基づく洋上発電設備への衝突危険性の検討」『日本航海学会論文集』第 136 巻、2017 年、80 頁～87 頁。

<sup>39</sup> 日本で有望とされる浮体式風車の場合、適地が着床式と比較して沖合側となることで、海運業界との調整が必要となっていく可能性も指摘されている（尾羽ら（2019）「前掲研究資料」（脚注 37）参照）。また「技術基準の統一的解説」2.10 節(1)には、浮体式風車の場合における港湾施設等との離隔距離の確保について本稿の中で既に紹介した記述があるが、港湾区域外の沖合（一般海域内）での航路との離隔距離における浮体式の考慮についても、今後一定の整理が必要になる可能性がある。

<sup>40</sup> 英国船協の記事参照。 <https://www.ukchamberofshipping.com/latest/uk-chamber-welcomes-new-offshore-wind-developments-raises-concern-navigational-safety/>、2020 年 10 月 22 日アクセス。