

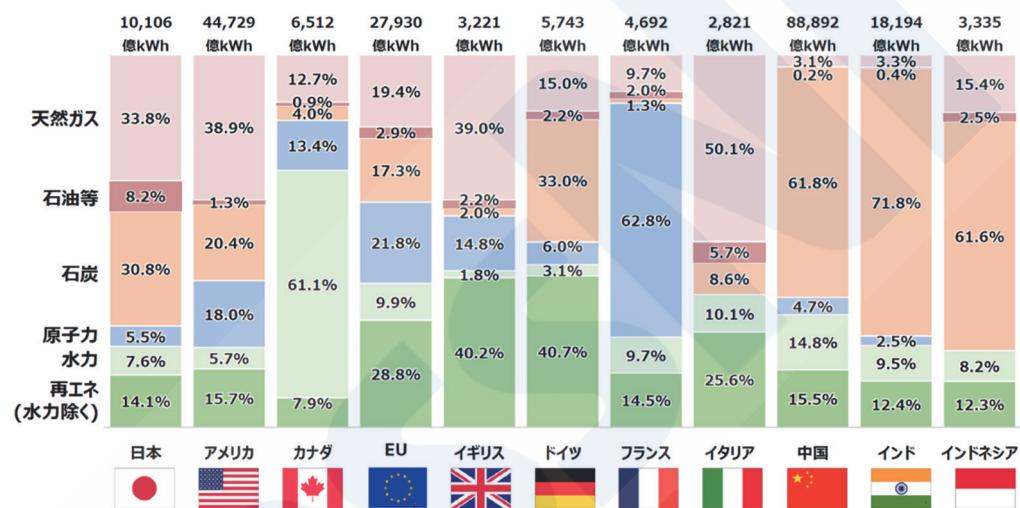
洋上風力の展望と関連する作業船の安全に関する本会の取り組み

認証本部 再生可能エネルギー部

1. 国内の洋上風力発電の展望

現在、世界はエネルギー供給の8割強を化石燃料に依存しているが、近年の地球温暖化に端を発すると思われる異常な集中豪雨等、苛烈な気象事象の頻発を背景として、温室効果ガスの排出を削減する為、先進国等においては、再生可能エネルギーへのシフトが喫緊の課題となっている。

欧州諸国の中には再生可能エネルギー発電（水力を除く）の比率が既に電源構成の40%前後に達している国も複数ある（図1）。風力発電は欧米諸国において最も普及している再生可能エネルギーであり、イギリス、ドイツ等では、発電電力量に占める風力の割合が2割を超えるところまでに達している。



出典：IEA World Energy Balances（各國2022年の発電量）、総合エネルギー統計（2022年度確報）をもとに資源エネルギー庁作成

経済産業省 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第59回（令和6年7月23日）資料1 P38

図1 各国の電源構成の比較 (2022年)

一方、2023年度における日本の再生可能エネルギー発電（水力を除く）の比率（速報値）は総発電量の15.3%であった。一般に新エネルギーと呼ばれる太陽光、風力、バイオマス等については、太陽光発電が9.8%、バイオマスが4.1%、風力は1.1%にとどまっている。

こうした状況に鑑み、2025年2月に、政府においてまとめられた第7次エネルギー基本計画においては、水力も含めた再生可能エネルギーの比率を2040年度に4～5割程度に引き上げる方針が示され、風力についても4～8%程度まで比率を高めることとされている（表1）。これまで、日本における再生可能エネルギー普及の先陣をきってきた太陽光については、引き続き、ペロブスカイトの様な新形式の発電手段導入により発電能力引上げが期待されているが、これとともに大きな期待が寄せられているのが洋上風力である。

表1 第7次エネルギー基本計画に基づく再生可能エネルギーの導入見込み

	2023年度 (速報値)	2040年度 (見通し)	
エネルギー自給率	15.2%	3~4割程度	
発電電力量	9854億kWh	1.1~1.2兆kWh程度	
電源構成	再エネ 太陽光 風力 水力 地熱 バイオマス 原子力 火力	22.9% 9.8% 1.1% 7.6% 0.3% 4.1% 8.5% 68.6%	4~5割程度 23~29%程度 4~8%程度 8~10%程度 1~2%程度 5~6%程度 2割程度 3~4割程度
最終エネルギー消費量	3.0億kL	2.6~2.7億kL程度	
温室効果ガス削減割合 (2013年度比)	22.9% ※2022年度実績	73%	

出典：第7次エネルギー基本計画の概要 p.9

https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20250218_02.pdf

日本における本格的な洋上風力開発は、漁業権との関係が既に整理されている港湾区域からスタートし、現在は一般海域に開発の中心が移りつつある。また、これらを洋上風車の基礎の形式で分類すると、風車支持構造物が直接海底に固定される着床式となっている。しかしながら、日本沿岸はこの分野で先行する北欧の海域と比べて、沖に出ると水深が急に深くなり、着床式の設置海域は限定されるため、2030年代以降においては、浮体構造物上に風車を搭載し、チェーン等でこれを係留する浮体式の開発に大きな期待が寄せられている（図2）。

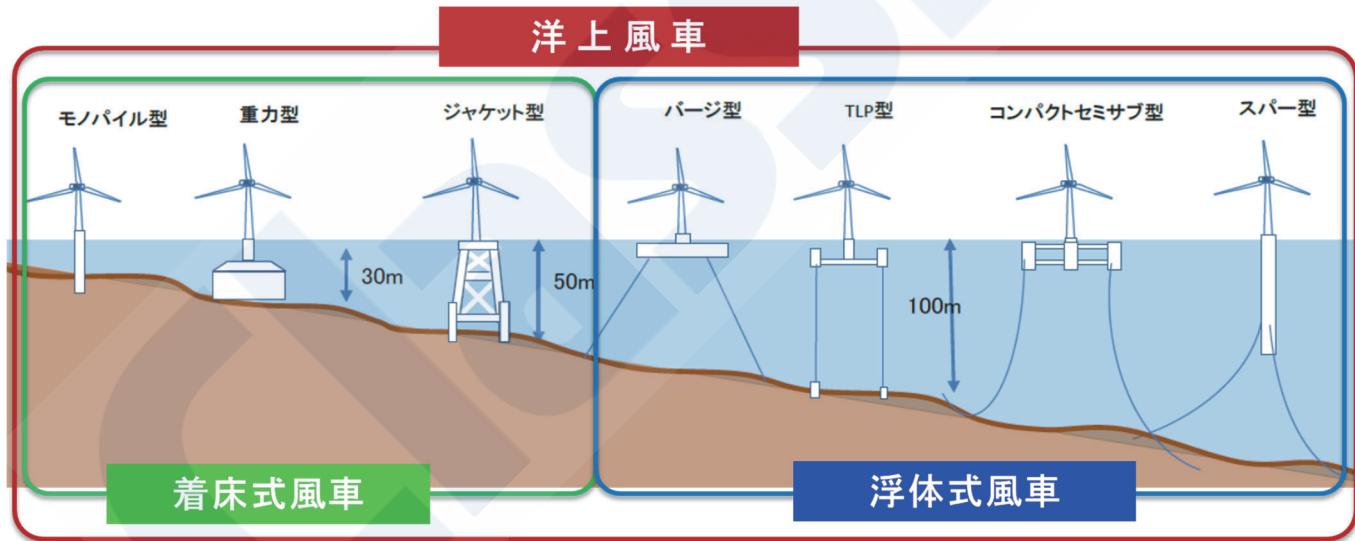


図2 洋上風車の設置方式

ちなみに、日本が風力開発等の権利を有する排他的経済水域（EEZ）は、約450万平方キロメートルと世界第6位の広さであり、国土面積（陸地）の11倍以上に相当し、その洋上空間には膨大な風力エネルギーが賦存している（図3）。日本のエネルギー安全保障の観点からも、こうした国産エネルギーの開発は重要であり、このため、排他的経済水域に洋上風力発電施設の設置を可能とする再生可能エネルギー海域利用法の改正法が2025年6月3日に国会で成立した。

さらに、同年8月には、経済産業省・国土交通省が中心となってまとめられた「洋上風力産業ビジョン（第2次）（洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会）」においては、2040年までに30~45GWの洋上風力案件形成を行うこと、うち、15GW以上を浮体式とすること、これらに向けて2029年度中を目途に大規模浮体式洋上風力の案件を形成すること等が、目標として掲げられている。

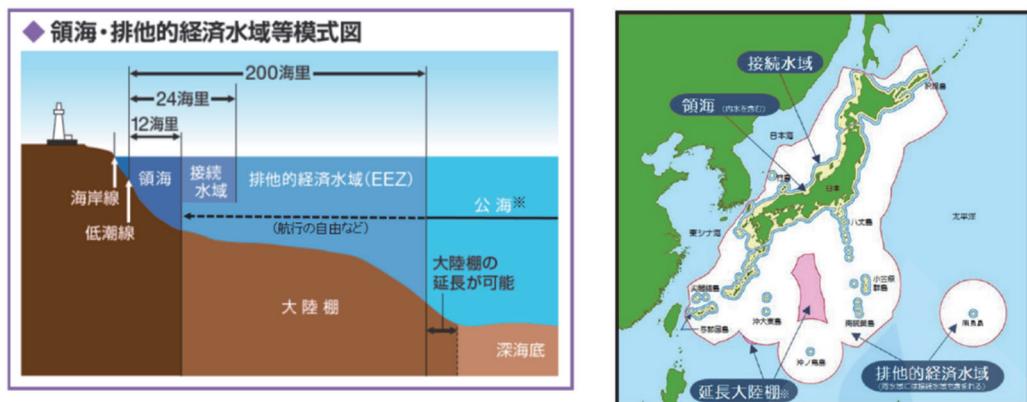


図3 日本の排他的経済水域 (EEZ)

一方、洋上風力発電所の設置工事には、風車部品や支持構造物の輸送、基地港湾での仮組み立て、基礎の設置工事、ケーブルの敷設工事、風車の搭載工事など様々なステージがあり、これらの作業に対応した様々な船舶が必要となる。洋上風力発電所の主な建設工程、作業船の種類と用途をそれぞれ図4及び図5に示す。



図4 洋上風力発電所の建設工程

作業船名称	用途
SEP (Self Elevating Platform)	洋上風車の基礎部品や風車部品の据付作業等を洋上で行う自己昇降式作業台船
CTV (Crew Transfer Vessel)	洋上風車に作業員や資材を輸送する通船
SOV (Service Operation Vessel)	メンテナンス技術者を複数の洋上風車に派遣するために、多数の宿泊設備を持ち、一定期間洋上での活動が可能なオフショア支援船
CLV (Cable Laying Vessel)	洋上風力発電所内の風車間やそれらと洋上変電所、陸上を繋ぐ電力ケーブルの敷設及び埋設作業を行う作業船
AHTSV (Anchor Handling Tug Supply Vessel)	浮体式洋上風車の曳航・設置、係留設備の敷設、資材輸送を行う多目的船

(写真出典)以下の各社HP等より。

SEP: 清水建設、CTV: NYK、東京汽船、SOV: 商船三井、CLV: 東洋建設、AHTSV: KLINE Offshore

図5 作業船の種類と用途

2. 作業船安全対策の必要性の高まり

前章で述べたとおり、国のエネルギー政策に基づき洋上風力の建設が本格化しつつあり、実際の建設工事にあたっては多くの作業船が使用され、長期間にわたって重量物や長尺物の洋上での取り扱いが必要になる。また、今後は排他的経済水域にまで建設工事のエリアが拡大し、より遠い、より水深の深い海域での作業が増えしていく見込みである。既に、これまでの洋上風力開発関連の工事において、重大事故やインシデントが散見されていることを勘案すると、今後、作業船の安全対策は、これまでにも増して重要になると考えられる。

なお、日本の洋上風力開発には、欧州で実績のある海外の開発事業者、コンストラクターなども関わっており、これらの企業の中には、オイルアンドガス産業の経験を踏まえた国際的な安全管理手法の導入を望む声や、国際的な安全基準や自社の安全基準に照らして、日本で使用する作業船の安全レベルを評価したいとの要望もある。これに対して、日本の作業船関係者の間では、安全管理はそもそも請負側の責任で行うものであり、慣れない国際的な管理手法での評価に対して戸惑いを示す意見もある（図6）。

国内企業	海外企業
<ul style="list-style-type: none"> ■ 今まで大きな事故は無かったし、安全管理は工事側のマター。 ■ 余計な手間はなるべくかけたくない。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発注者も安全管理の責任を負う。 ■ 日本の船舶関連法規に慣れていない。 (非自航船は、検査非適用で、船員の配乗要求も無いなど)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 国際的な管理手法で要求される項目に慣れていない。 ■ 海外方式の検査を受けたことがなく、不安。言葉の壁もある。 ■ 海外の企業の要求が高く、対応に苦慮。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日本の作業船（台船含む）の安全性・健全性の評価が難しい。 ■ 国際基準や自社基準との相違点を確認したい。

図6 安全管理に対する国内及び海外関係者の考え方

船舶の安全向上への貢献を第一の使命とする本会としては、海外事業者の意図するところを理解する一方で、日本の作業船関係者の意見にも配慮しつつ、両者の考え方のギャップを埋めて、日本の作業船の安全管理向上に寄与するとともに、国内の洋上風力工事における傭船を円滑化していくことが必要と考えている。

船級登録船の場合は、船級検査により、船体・機関・船上機器の健全性を確認するとともに、ISMコード適用船の場合は、運航管理についても本会が審査を行っているが、内航の作業船の場合は、船級登録船であってもISM認証を取得していない船や、そもそも非自航の起重機船等のように船舶検査非適用の船が多いのが実態である。

こうした実情に鑑み、本会においては、昨年より、「マリン・アシュアランスサービス」と称する新しい業務サービスに取り組んでいる。本サービスは、船体などの構造・設備等全般を主な対象とする船級検査と異なり、作業手順や作業判断基準を対象として、操縦者などの経験・資格の確認や搭載設備の管理・運用の状態などを、プロジェクトごとの傭船契約の前に傭船する者の目線で評価するものである。次章において、新サービスの概要をご説明する。

3. 本会のマリン・アシュアランスサービスについて

3.1 概要

マリン・アシュアランスサービスには、General Ship InspectionとDP Operation Assessmentの二種類の業務がある。

①General Ship Inspection

【目的】

作業船の安全管理・運用状況を一定の基準に照らして第三者評価し、傭船者の判断に資する。

【業務内容】

特定の作業に従事することを前提に、操船者の資格や履歴、作業マニュアル、搭載設備の管理・運用の状況を、傭船者の目線（作業の確実な実施、潜在的な事故リスクの有無）で評価する。使用する基準の違いにより、以下の三つに分類される。

- 1) International Marine Contractors Association (以下、IMCA) eCMID検査
- 2) 依頼事業者の社内基準等への適合性評価
- 3) 国際規格等を基にした本会独自の評価

なお、IMCA eCMID検査は、石油ガス、再生可能エネルギー業界のコンストラクター、事業会社、教育機関、船級協会など約700社で構成される国際団体IMCAが運用する船舶安全管理システムの検査制度であり、図7の流れに沿って行われる。

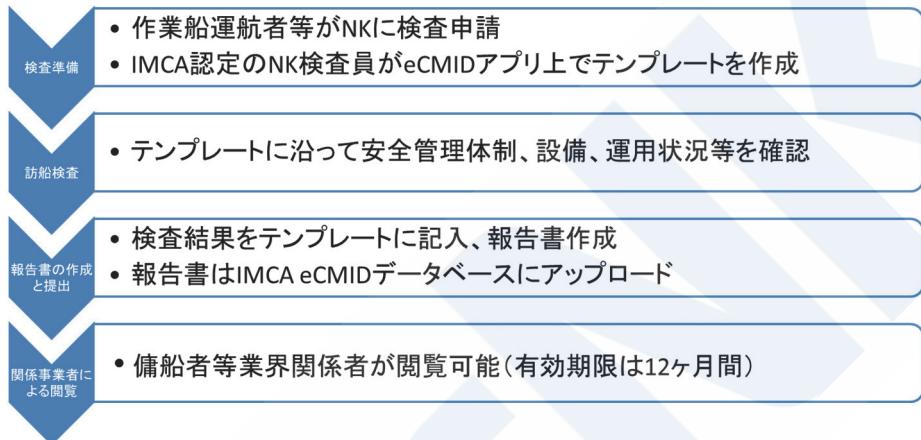


図7 IMCA eCMID検査の流れ

なお、IMCA eCMID検査は、IMCAが業務経験等を審査し認定した検査員のみが行うことが可能となっており、現在、本会にはIMCAの認定を受けた検査員が2名在籍している。日本語及び英語での対応が可能である。

作業船運航者等の方から本会に検査の申請を頂くと、認定検査員がeCMIDアプリケーション上で当該船舶の船種等の情報を入力しテンプレートを作成する。そのうえで、申請者の方と日程を調整、訪船して船舶の安全管理体制、設備を確認し、報告書を作成する。報告書はIMCA eCMIDデータベースにアップロードされ、関係者はこれを閲覧することが可能である。有効期限は12ヶ月となっている。IMCA eCMIDの確認項目は図8のとおりである。

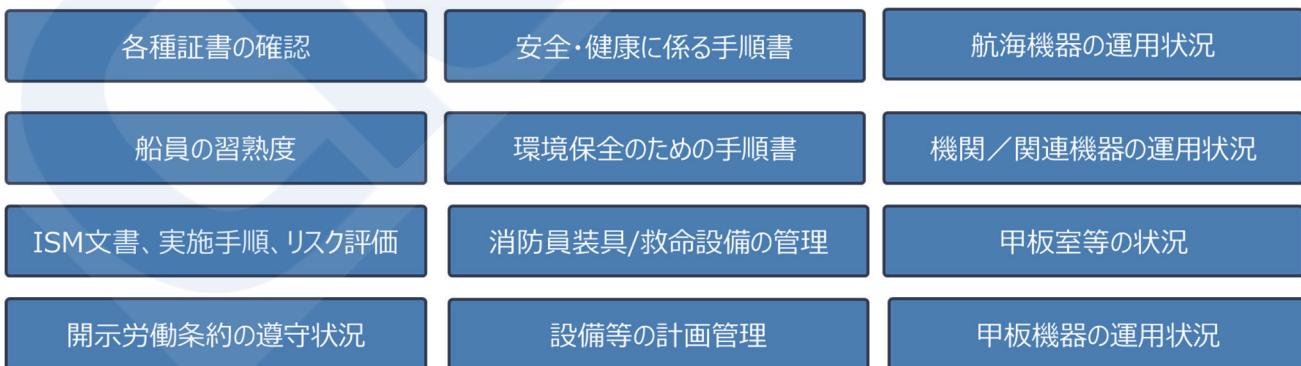


図8 IMCA eCMID 検査の確認項目

②DP Operation Assessment

【目的】

ダイナミックポジショニングシステム（DPS：船位保持装置）は建設対象物との適切な離隔距離を保つ工事を行ったり、ケーブル敷設作業においてはケーブルに過度な張力をかけることなく定められたルートに敷設したりするため、洋上工事において極めて重要な機能である。万一、DPSに異常が発生し、船位保持

が正確に行えなくなると、施工中の風車基礎に作業船が衝突したり、人員が他船等への移動中の場合には、最悪の場合は落水事故や挟まれ事故にもつながるおそれがある。

DPSについては、船級登録船の場合、検査にて確認しているが、検査は一定の間隔で定期的に行うものであるため、検査後、機器の状態に変更が生じていたりすることもありうる。DP Operation AssessmentではDPSの運用・管理体制を第三者評価し、傭船者の判断に資する。

【業務内容】

DPSの運用管理体制や対象作業に対して十分な検討・対策が講じられていることを確認する。例えば、万一、設備に不具合が生じた場合の対応を意識した運用・管理がなされているか等について確認する。

3.2 マリン・アシュアランスサービス実施状況と結果に基づくフィードバック

昨年来、本会では洋上風力関連工事における傭船候補の船舶に対するマリン・アシュアランスサービスを実施してきた。本稿では、その実施結果を踏まえて、国内の関係者の方々に、安全向上の参考に資すると思われる事項をフィードバックすることとしたい。

3.2.1 General Ship Inspection結果の全般的な傾向

本稿執筆時点までに、本会は10隻の船のGeneral Ship Inspectionを行っており、その結果、フィードバックした方がよいと思われる点は以下の通り。

- ◆ 当該船舶の運航実態、作業内容を勘案した安全運航管理体制が整えた方がよい（非自航船の場合）。
- ◆ 作業実施記録を適切に作成し、それを確実に保管した方がよい。
- ◆ 機器の保守・整備を計画的に行い、その記録を適切に残した方がよい。

以下に、審査項目毎に典型的な事例を述べる。

①リスク評価の実施

作業の安全確保のためには、危険を伴う個々の作業について、万一作業中に何らかの予期せぬトラブル等が生じた場合、その結果、どのようなリスクが連鎖的に起こりうるかを想定したうえで、リスクの連鎖を断ち切るための対策を講じることが重要である。

このため、General Ship Inspectionでは、「個々の作業時のトラブルに起因して発生する事故の影響や対策の検討（＝リスク評価）が行われているか」を確認することとしており、具体的には、以下の項目をチェックしている。

- ✓ リスク評価が必要となる作業の定義、リスク評価の記録。
- ✓ 実際に作業を行う者が参加しているか（署名）。
- ✓ 危険因子特定、危険度評価、対策実施後の危険度再評価の有無。



その結果、今まで検査した中で、約80%（10件中8件）の事例に基づくフィードバック事項は、以下のとおりである。

- ◆ 当該船のリスク評価のFormを定めておくこと。
- ◆ リスク評価に関する手順書のみならず、作業員への教育資料及び教育の記録も定めておくこと。
- ◆ 各作業について危険度評価及びリスク低減策の立案を行った場合、対策実施後の再評価も行うこと。

日本では、安全対策というと、資格の保持や、過去の事例に基づいて策定された安全ルールの遵守といった観点から考える傾向があるが、実際の作業実施環境や手順等に即してフレキシブルに未然予防策を検討し、潜在的なリスクを下げておくことが重要である。

②緊急時対応手順書

万一、重大な事故、火災、爆発、座礁、海洋汚染事故等が起きてしまった場合に、慌てずに本船のおかれた状況や設備を活用して速やかに災害の拡大防止を図るため、緊急時対応手順書を策定しておく必要がある。本会は、検査に際して、以下の項目をチェックすることとしている。

- ✓ 本船に特化したEmergency Procedureを準備しているか。
- ✓ 乗組員は内容を確認・理解しているか。



その結果、今まで検査した中で、約80%（10件中8件）の事例に基づくフィードバック事項は、以下のとおりである。

- ◆ Emergency Procedureを定めるとともに、手順の有効性を確認する観点からも緊急対応訓練を行うこと。
- ◆ 乗組員がEmergency Procedureを確認した際には、記録（署名）を残しておくこと。
- ◆ 消防員装具やその他の救命設備は、すぐ使用できる状態にて保管しておくこと。
- ◆ 消防員装具／救命設備の手引書は、常に船上に備え置きしておくこと。

全般的な傾向としても述べた通り、当該船舶の実態に即して、具体的なイメージを持ちつつ、これを緊急時対応手順書に取り込めるかが重要となる。また、手順書作成という行為そのものの完了で良しとするところなく、これを緊急事態下で如何に確実、速やかに実施していくかを考慮しておくことが重要である。

③作業許可システム (Permit to Work)

作業を行う際には、万一の事態に備えて組織として十分な対策が講じられていることを確保するとともに、状況を共有し、同時並行的に行う作業が潜在的なリスクを増大するような場合には、全体の作業を俯瞰できる立場にある者がこうした事態を回避する必要がある。このような観点から、導入が必要とされているのが作業許可システムである。本件については、検査に際して、以下の項目をチェックすることとしている。

- ✓ 作業許可システムが本船にあるか。
- ✓ 作業許可システムを必要とする作業が明記されているか。
- ✓ 各作業許可システムの記載項目は妥当か。
- ✓ 作業許可システムの運用記録が管理されているか。

その結果、今まで検査した中で、約80%（10件中8件）の事例に基づくフィードバック事項は、以下のとおりである。

- ◆ 当該船の実態に即した作業許可システムを設定しておくこと。
- ◆ 作業許可申請書には作業の内容に加えて、安全確保に係る対策を記載しておくこと（例えば、火気作業で見張りを立てておくこと等）
- ◆ 作業許可申請書に記載された事項が確実に行われたことを記録として残しておくこと。

日本では、施工を担当する人が施工安全確保にも責任を持ち、施工現場の判断で工事着手を決める場合もある。こうした運用がなされ、これまで大きな問題が生じていなければ、別途、安全管理担当セクションの承認を必要とすることを煩雑に感じられる場合もあると思うが、洋上風力建設工事の様な大規模プロジェクトになればなるほど、工事の安全確保を現場対応も含めて専門のラインで管理していくことが重要になると考える。

④ロックアウト／タグアウトシステム

ロックアウト／タグアウトシステムとは、作業中に、行ってはいけない操作がなされないように物理的な防止措置や、誰にでもわかる視覚的な措置を講じるという意味であり、一般に、作業許可システムと併用する。

例えば、「中間弁交換」作業に際して、仕切弁が操作できないように施錠（ロックアウト）したり、「電気工事」作業に際して、ブレーカーを遮断し、“工事中につきブレーカーを入れてはいけない”旨の、タグの貼り付け（タグアウト）をしたりすることである。本件については、検査に際して、以下の項目をチェックすることとしている。

- ✓ ロックアウト／タグアウトシステムが導入されているか。
- ✓ ロックアウト／タグアウトの記録が残っているか。
- ✓ ロックアウト／タグアウトと、作業許可システムがリンクして運用されているか。

その結果、今まで検査した中で、約90%（10件中9件）の事例に基づくフィードバック事項は、以下のとおりである。

- ◆ ロックアウト／タグアウトシステムをヒューマンエラー抑止のために有効活用すること。
- ◆ ロックアウト対象の物の管理者を定めておくとともに、管理の記録を残しておくこと。

ロックアウト／タグアウトシステムは、人が誤りを犯しやすいものであるということを前提としたシステム



ムであり、洋上風力の建設工事のように大規模化し、工事に従事する人が増えれば増えるほど、その重要性は高くなる。

3.2.2 DP operation Assessment Service結果の全般的な傾向

本稿執筆時点までに、本会は4隻の船のDP operation Assessment Serviceを行い、乗組員の資格・経験の確認、書類審査として、DPオペレーションマニュアル、DPチェックリスト、Activity Specific Operating Guideline (ASOG)、緊急時対応手順書等が作成・使用されていることの確認、また、要望に応じDP Trialへの立会を実施し、本船の冗長性・乗組員のパフォーマンスをTrialにて評価、レポートにて報告を行った。その結果及びこれらに基づくフィードバック事項は以下のとおりである。

- ◆ 書類審査で、過去12ヶ月以内のDP Trial実施記録を確認できなかった船について、洋上DP Trialに立会し、各機器の冗長性、乗組員の習熟度を確認した。
- ◆ DPオペレーターの資格がIMCAガイドラインの要求〔Nautical Institute又はDNV認証のDP Certificateを必要とする〕を満たしていないケースが多かった。しかしながら、日本における本格的なオフショア工事の実績が未だ少なく、オペレーターの操縦実績時間をNautical Instituteの要件に適合させることは難しい場合が多いと考えられる。このため、本会としてはIMCAガイドラインとは別基準を設定し、本会が認証したトレーニングコースの修了証明書やDPメーカー発行のオペレーター証明書等も資格として認めている。
- ◆ 1当直中のDPオペレーターは、不測の事態等に備えて複数名を配置すること。

4. おわりに

本稿では、具体的な事例も交えてマリン・アシュアランスサービスの概要と実施結果の一端をご紹介した。当該サービスを受検された方から、

- ・国際的な安全管理基準・規則の考え方と照らし合わせて、本船が改善すべき点が具体的に明らかになった。
- ・今まで使用していなかった“作業許可システム”，“ロックアウト／タグアウト”，“リスク評価”等、安全運航につながるツールの有用性を知ることができた。

との感想も頂いている。また、本会が審査したことで、海外企業が日本の作業船の傭船に至ったケースもあった。

今後も、マリン・アシュアランスサービスを通じて、欧州の事業者が考える国際作業船のスタンダードと日本の沿岸作業船のギャップを埋め、傭船者と作業船所有者、オペレーターの間の意思疎通と安全向上に努めていきたい。

以上