

WG1 機関室の電動化・自動化の環境整備（状態監視検査・M0船） 活動計画



背景・課題

- カーボンニュートラル実現・労働環境改善から、他産業と同様に内航海運でも電動化・自動化が注目され、ハイブリッド電気推進・船内装置オール電化・船内作業デジタル化の技術開発が進展。
- 船舶の電動化・自動化製品は、これまでの機械製品と異なり、劣化・負荷が少ない、状態把握がし易い等の特性を有しており、従来の定期的な開放検査（TBM）から状態に基づく検査周期の設定（CBM）への転換が必要。
- 機関室の電動化・自動化は、機器操作に加え整備その他作業の削減が期待され、機関区域無人化船（M0船）も技術に即した見直しが必要。
- 検査基準・技術基準の検討は、電動化・自動化で先行する自動車・プラント分野からの技術フィードバック・製品コモディティ化により、技術開発の促進に加え製品の安定供給・コスト低減も期待。
- このため、関連基準の整備等により、機関室の電動化・自動化の環境整備を実施。

事業計画

- | | | |
|------|--------------|------|
| 実施期間 | フェーズ0 2025年度 | 課題整理 |
| 予算 | 約XX百万円 | |
- 事業内容
- 省エネ/高効率・省スペース・高出力を実現する永久磁石（PM）モーター、水冷インバーター等の機関室の電動化・自動化のコア技術を対象に次を検討。
- ①状態監視検査基準の検討
 - 電動化・自動化技術の調査（船舶・他産業）
 - 状態監視技術の調査（船舶・他産業）
 - 検査基準案の作成（NKのCBMガイドの適用）
 - ②機関区域無人化船（M0船）の基準の検討
 - 電動化・自動化システムの概念設計
 - 機関室内の作業分析
 - 技術基準案の作成
 - ③課題解決策の検討
 - ハイブリッド型EV船、船内電力システム、機関室作業ゼロシステムの開発要素

WG1 機関室の電動化・自動化の環境整備（状態監視検査・M0船） 活動計画



バッテリー活用のハイブリッド電気推進船
出典：上野トランステック
<https://www.uyeno-group.co.jp/news/109>



バッテリー活用の船内電化船
出典：内航ミライ研究会・SIM-SHIP
<https://www.7151000.jp/>



電気推進船
出典：アジアパシフィックマリン
<https://www.ap-m.co.jp/business/#ship>



ClassNK CBMガイドライン (第2.0版)

3章 状態監視保全の対象機器及び手法の選定指針

本章では、2.1で述べた状態監視保全を行う対象機器（又はその構成部品）及び状態監視保全の手法の選定方法について概説する。状態監視保全が、状態監視保全を行う場合には、状態監視保全と比較して同等の安全性を有していることが重要である。また、船舶によっては状態監視を行う設備の導入を検討する上で、費用対効果も重要となる。そこで、上述の選定方法の一助として、船舶によって受け入れがたいリスクを効果的に低減させる観点、すなわちリスク削減に重点を置いた事例を参考として紹介する。

3.1 状態監視保全の対象機器

本章では、状態監視保全の対象機器の選定方法を概説する。状態監視保全は、表3.1で示したように設備による不稼働期間の短縮や稼働率向上が期待できるため、このようにリスク（以下、不稼働リスクという）を制御する手段と捉えることができる。不稼働リスクは、深刻度（Severity Index）と発生頻度（Frequency Index）を用いて順位付けをすることができ、一例として、表3.1及び表3.2に、深刻度と発生頻度の階級値にリスクの階級をそれぞれ示す。

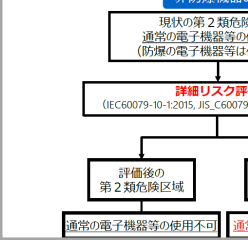
SD値	運航への影響	損失額
5	主機駆動不可：運航、廃機、廃棄	10,000,000,000円 (100億円)
4	主機駆動不可：機器製造業者による修理が必要	1,000,000,000円 (10億円)
3	船員が運転は可能：二次被害が発生し、機軸製造業者による修理が必要（停泊10日）	100,000,000円 (1億円)
2	運転可能：二次被害防止のため、速やかに主機を停止し修理が必要（停泊10日）	10,000,000円 (1,000万円)
1	運転可能：機軸の一部が破損され、船員が修理などに制限があり、適宜な時間に修理が必要（停泊1日）	1,000,000円 (100万円)

図3.1 フォルトツリー解析の例

③ 防爆規制の合理化（ガイドラインの策定）

- IoT 機器を活用してプラント内のビッグデータを収集・分析・活用するため、プラント内のセンサーやタブレット等の電子機器の安全な使用の拡大に向けたガイドラインを策定。

【最新のIEC規格】を用いて第2類危険箇所（防爆エリア）を再評価
 ・プラント事業者は、防爆指針に基づき、第2類危険箇所（防爆エリア）を設定するが、実態上は、プラント内設備の存する区域全体を第2類危険箇所として設定することが多い。
 ・最新のIEC規格により、危険箇所の詳細な設定方法が示されている。これに従い、現状の第2類危険箇所を再評価することで、現行の防爆指針が定める保安レベルを低下させることなく、第2類危険箇所を精緻に設定する。



④ CBMへの転換（現状の開放検査周期のルール）

- 開放検査とは、設備（塔、貯槽等）を停止し、設備の内部から目視検査、非破壊検査等を行い、設備の健全性確認を行うもの。定められた周期で実施されている。
- 認定事業者・スーパー認定事業者に対しては、民間規格（KHK/PAJ/JPCA S 0851）に基づいて、開放検査周期の設定手順が定められている。具体的には、設定損傷パターンを分類し、運転中に安全を維持できるかを評価し、開放検査周期を定めることとしている。
- 一般の事業者の周期は基本3年、認定事業者・スーパー認定事業者は最大12年と限定されている。

開放検査周期設定の手順 (KHK/PAJ/JPCA S 0851(2014))

Step1 損傷パターンの分類

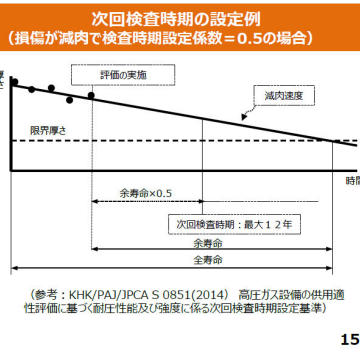
- 設備の材質、設計時の運転条件（圧力、温度、流量、流体成分等）、検査記録等から設備の損傷パターンを特定
- 損傷パターンの分類：①減肉（各種腐食等）、②クリーブ損傷等、③応力腐食割れ等

Step2 運転中に安全を維持できるかの評価

- 特定された損傷パターンが余寿命予測可能であるかを判定
- 運転開始後、2回以上の開放検査実績を踏まえ、5回以上の肉厚測定用のデータを用いて余寿命（あとどれくらい保つか）を算定

Step3 開放検査周期決定

- 余寿命×0.5（or 0.8 検査時期設定係数）= 次の開放検査時期（ただし、最大12年と限定されている = TBM）



状態監視保全の対象機器及び手法の選定指針

CBM関連情報：NK「CBMガイドライン」
出典：日本海事協会
<https://www.classnk.or.jp/hp/ja/index.html>

CBM関連情報：経済産業省「スマート保安」
出典：経済産業省
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/smart_industrial_safety/index.html

WG2 荷役作業ゼロシステムの開発（タンク等洗浄自動化等）

活動計画



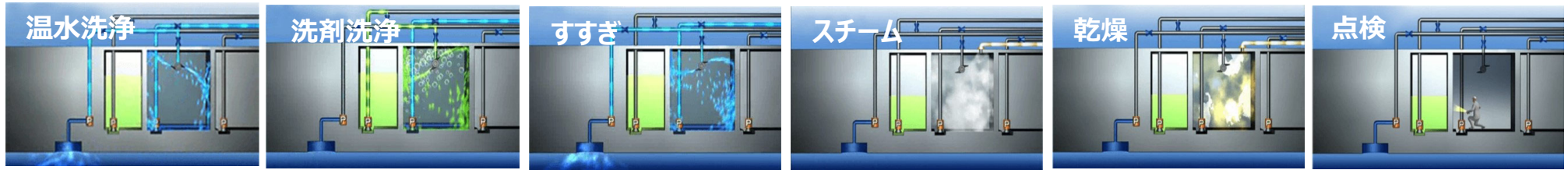
背景・課題

- 内航ケミカル船は、200種を超える物質を輸送し、荷揚げの際は、積み荷が変わる場合や高品位・高純度の製品に積み替える場合に備え、コンタミネーションや不測の化学変化・変質により積み荷に損害が生じないように細心の注意でタンク、配管、ポンプ等を洗浄し残液を完全除去する必要がある。
- タンク等洗浄の手順としては、温水洗浄、洗剤洗浄、清水すすぎ、スチーム、乾燥、通風を行い、その後、乗員がタンク内に入り、残液を拭き上げ、残液回収、洗浄状態の確認を行うものであり、確認のためにタンク内に入る前には作業者の安全確保のためにガス検知器による計測、落下防止のハーネスの使用、防護服・マスクの着用が必要。
- タンク等洗浄は、作業環境が厳しい中での労働負荷が高い作業だが、タンク等の構造上、作業の容易化が困難で、乗員の経験に負うところが多い。
- このため、課題解決する新技術の導入等により、可能な限りタンクに船員が入らないことを実現するタンク洗浄等の自動化等の開発を実施。

事業計画

- | | | |
|------|--------------|------|
| 実施期間 | フェーズ0 2025年度 | 課題整理 |
| 予算 | 約XX百万円 | |
- 事業内容
- ①ケミカル船のタンク等洗浄の実態調査
 - 洗浄方法の決定手順、作業手順/作業量
 - 洗浄の課題抽出（規制対応含む）
 - ②ケミカル船のタンク等洗浄の確認検査の実態調査
 - 洗浄後の船員による確認作業の手順/作業量
 - 荷主/外部機関の検査実態/基準
 - 洗浄確認の課題抽出（規制対応含む）
 - ③課題解決策の検討
 - 洗浄方法：作業支援AIアプリ 等
 - 洗浄作業：洗浄ロボット、タンク構造・配管等
 - 確認作業：リモート計測、点検ドローン等
- ※可能なものは、年度内から先行開発に着手。

WG2 荷役作業ゼロシステムの開発（タンク等洗浄自動化等） 活動計画



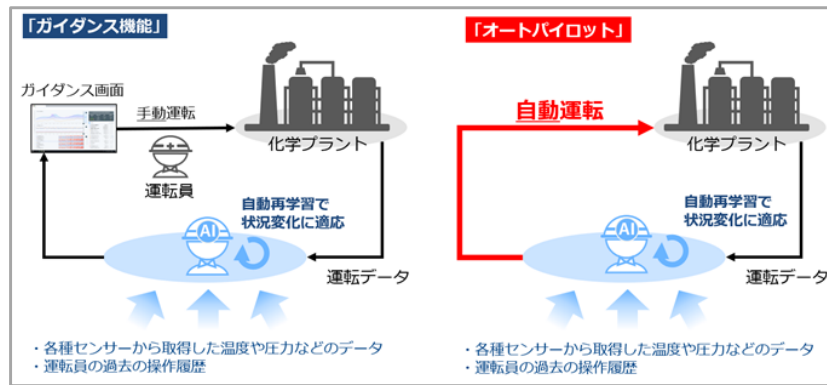
タンク洗浄の手順

出典：MOL Chemical Tankers <https://www.molchemtankers.com/sustainability/safe-operation/?lang=ja>



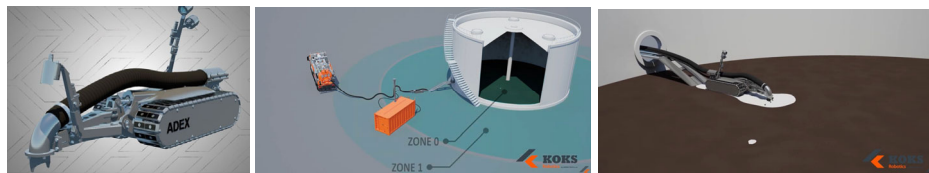
タンク洗浄の点検・仕上げ作業

出典：東幸海運 youtube <https://www.youtube.com/watch?v=uuw8jWwbf0M>



化学プラント管理でのAI活用

出典：横川SS/NTT <https://it.impress.co.jp/articles/-/24374>



陸上タンク洗浄でのロボット活用

出典：EUプロジェクト <https://www.youtube.com/watch?v=Q3UneSDBLB4>



プラント・橋梁等の点検ドローンの活用

出典：ブルーイノベーション https://www.youtube.com/watch?v=v74F_IetJpQ



統合型非接触液面レベルセンサー

出典：キーエンス <https://www.keyence.co.jp>