

PS-21 機関点検支援システムの他分野への適用

海洋リスク評価系 * 石村 恵以子
知識・データシステム系 沼野 正義、疋田 賢次郎

1. はじめに

船舶の安全運航において機関の定期的な点検と整備は欠かせないものである。定期的な巡回点検は予め決められた項目について数値計測をはじめ、音、振動、外見などについて確認し、点検結果を記録、保存するものである。巡回点検はセンサー設置などによる自動化も進んでいるが、点検者による現場確認作業も欠かせないものとなっている。機関室の点検作業は騒音、振動、高温、かつ船体動揺等、過酷な条件下での作業となる。また、点検結果は手書きで記録され安全運航のエビデンスとして本船に保存されており、多くの場合保守計画や異常の早期発見などに有効活用されていないのが現状である。そのため、内航小型船舶を対象に、機関の巡回点検を対象とした、両手作業を妨げず、騒音対応の音声ガイダンスによる機関点検支援システム（以下本システム）を開発した。

本システムは内航小型船舶の機関の巡回点検支援を目的としたもので、本船の機器構成や配置に合わせたシナリオを作成し、タブレット端末やスマートフォン（以下端末）からガイダンスによる支援を行い、点検結果を電子的に記録し共有するものである。本システムのシナリオとこれに含まれるガイダンスを変更することにより、点検作業以外の作業、そして船舶以外の分野にも適用可能と考えた。また、シナリオとガイダンスに様々な作業の熟練者のノウハウを盛り込むことで、様々な作業や分野での技能伝承の一助にもなると考えた。

本稿では内航小型船舶用に開発した本システムの概要をまず示し、次に、他分野への適用について述べる。さらには技能伝承として使用するための要件について述べる。

2. 機関点検支援システムの機能とその特徴

本システムは従来の紙と筆記用具を携行しての点検に対し、あらかじめ点検対象となる機関用に作成した点検シナリ

オをインストールした端末を携行し、点検を実施するものである。本システムは端末で点検者のレベル別に必要なガイダンスを提供、点検結果を入力・保存し、本船以外の陸上管理部門等とも点検結果の共有を可能とするものである。点検結果はトレンドグラフとしての表示も可能であり、時系列の変化を把握する事により、保守計画への寄与も期待される。作業フローを図1に示す。

2. 1. 1 概要

本システムは点検作業を作業順に点検シナリオとしてステップごとに書き下し、点検者のレベルに合わせた支援を行うものである。Android OS 搭載の端末に専用ソフトウェア（アプリ）をインストールし、対象となる点検シナリオを読み込み、点検者がアプリのガイダンスに沿って点検を実施し、結果を入力していくものである。点検項目毎に点検内容は外見の確認、漏れなどの有無、数値（圧力、温度、水位）など様々であるが、項目毎にひとつのリスト（点検機器の設置場所、点検時の注意事項、点検種別及び閾値）として設定し、アプリのメインルーチンでリスト順の処理とすることにより、機器の増減や種々の確認内容に対応する事が容易となる。点検が数値となるものは閾値を設定することにより、異常の早期発見や誤入力防止にもなる。点検結果は電子的に保存され、蓄積された点検結果はトレンドグラフによる時系列的な確認も可能である。また、他の端末や PC でも点検結果は保存可能であり、本船以外に陸上管理部門などとの共有も可能となる。

従来の巡回点検はメモ書きし、その後事務室などで点検簿に転記することが多かった。初任者の場合は点検機器の配置や計測値の妥当性など、熟練者からの指導が必要な場面が多い。ただ、昨今の状況では指導に時間が取れないのが実情である。それに加え、熟練者であっても点検結果の転記に時間を要すことや、転記ミスの可能性もある。さらには熟練者で



図1 機関点検支援システムの作業フロー

あっても、本船赴任後に点検機器の配置を覚えるのにある程度の期間を要する。

本システムは点検機器に関するガイダンスとして、熟練者に対しては機器名のみをガイダンスするが、赴任直後の熟練者に対しては設置場所のガイダンス、また、初任者に対しては加えて計測時の注意点などをガイダンスすることにより、OJT・技能伝承的な役割を果たすことも期待される。確実な機器の確認が求められる場合は IC タグを機器に設置し、IC タグリーダーで読み込んで機器現場確認を行うことも可能である。

2. 1. 2 巡回点検と保守整備作業への適用例

巡回点検は基本的に決まった点検項目を点検順序に沿って点検を実施する定型業務である。しかしながら点検項目数が多いため、初任者などには点検機器の場所の案内や点検時の注意事項に関する支援が必要となる。それらを考慮し、準備するシナリオの内容を表1に示す。

表1 巡回点検作業のシナリオ内容

項目	点検項目	点検種別	閾値	移動ガイダンス	点検時のガイダンス	分岐作業
内容	名称	数値か状態か	上下限値	点検機器や計測機器の設置場所	点検者技能レベル別注意点等	異常時の対応：保守作業、記録作業等

表1中の移動ガイダンスと点検時のガイダンスは熟練者に対しては提供しないことで、熟練者を煩わさずに初任者に適切な支援の実行が可能である。点検項目の増減時には増加した場合はシナリオに追加し、撤去した場合は削除することで対応する。また、点検順序を変える場合はシナリオ中の点検機器リストの順序を変更することで対応する。叩き台を予め作成しておけば、その後は現場でリストの増減や変更を行うだけで実際の巡回点検作業に対応可能なため、プログラミング等の専門知識が無くても現場での対応が可能である。

保守整備作業には標準的な作業手順はあるが、全ての作業を行うというより、状況を見てどの作業を行うか判断する。そのため、定型的な巡回点検作業に比べて作業手順が複雑となる。保守整備作業の支援は状態の記録、状態に応じた保守作業手順の提示、実施作業の記録（使用部品の数量等含む）、動作確認方法の提示と実施の記録、それら一連の作業の支援及び実施作業の記録を行う事で、保守点検作業の作業支援と実施報告書の作成支援となる。

巡回点検支援を基本とし、一般的な保守整備作業を本システムに導入する場合のシナリオ内容を表2に示す。

表2 保守整備作業のシナリオの内容

実施項目	使用工具・部品	使用部品	詳細情報	結果	分岐作業
内容	工具名、部品名、保管場所	部品名・規格と数量	画像手順	良好、不良	状態に応じた作業を実行

初任者には保守整備作業に当たって必要な使用工具や部品、さらにはその保管場所に関するガイダンスを行う。実際の保守整備作業は、どんな保守整備作業を行ったかの記録と、実際に使用した部品等を記録することにより保守整備作業の報告書と成る。部品の使用の記録からは在庫管理等への活用も可能である。保守整備作業中は状態を写真やメモにより記録することも多いが、それらの作業実行のシナリオを表3に示す。

表3 作業中の記録作業に関するシナリオの内容

記録種別	記録内容	分岐作業
写真かメモか	記録した写真やメモ	記録を続行 元の作業に戻る 違う作業（保守等）の実行

3. 他分野への適用

2章に示したとおり、本システムは逐次作業が主となる定型作業にも、分岐が多く発生する保守作業等の作業にもシナリオを拡張することにより対応が可能である。

このため、船舶以外の分野での作業であっても、本システムでは作業をシナリオとして定義し、そのシナリオに沿って作業を実行し、その結果を記録することで適用可能と考えた。船舶分野でも同様であるが、まずはシステムで使用するシナリオの叩き台を作業手順書から作成し、その後、現場での調整作業を経て完成させることを基本とする。シナリオの叩き台をアプリ内にインストールし、熟練者はアプリのガイダンスに従って実際の作業を行い、シナリオを修正（内容の修正以外にも順序の変更も含む）する。アプリ内にシナリオの修正が実行可能な機能を支援システムに付与することにより、シナリオがより容易に実態に即したものにカスタマイズできる。

シナリオ修正機能の処理は以下のとおりである。

1. シナリオの実行
2. シナリオに沿った要素作業の実行
3. 要素作業の可否（分岐、加除、順序変更）
 1. 問題がない場合は3.へ
 2. 問題がある場合は修正後3.へ
4. 次の要素作業実行

4. まとめ

内航小型船舶を対象とした機関点検支援システムの概要を述べ、応用例として保守点検作業への適用例と、他分野に適用するためのシナリオ編集機能について述べた。本システムは作業手順書を基にシナリオを作成し、実際の作業に合わせて逐次シナリオを修正することにより、単純な作業にも複雑な作業にも適用することが可能となる。

参考文献

- 1) 疋田他、機関点検支援システムの開発と適用、海上技術安全研究所報告第16巻第1号、2016