



2024年度

「舶用品整備における品質管理高度化に向けたデジタル技術の開発」

報告書

2025年3月

一般社団法人 日本船舶品質管理協会

目 次

1。事業目的	1
2。事業目標	1
3。推進体制	2
4。開発体制	2
5。2024年度事業内容及び成果	3
6。まとめ	7
7。謝辞	7

別添1 2024年度 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会 委員名簿

別添2 2024年度 事業の実施予定表

別添3 膨脹式救命いかだの整備のDX化の報告

別添4 GMDSS 救命設備の整備のDX化の報告

別添5 GMDSS 救命設備の整備記録作成に必要なデータ測定器の開発

別添6 AI活用技術に関する調査研究の報告

別添7 2024年度 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会 議事録

1. 事業目的

当会では、2017年度以降、船用工業におけるAI・IoTを活用した「品質管理の高度化」に取り組んできた。

2018年度以降は、日本財団の助成事業として、「品質管理の高度化に関する調査研究」（2018～19年度）、「品質管理の高度化に関するシステム構築」（2020年度）、「鋳造品等検査技術の開発」（2021～22年度）の事業を進めてきており、AI・IoT化に係る要素技術の確立に一定の進展があったものと考えられる。

当会会員におけるAI・IoT等デジタル技術の普及状況については、大手製造事業者ではデジタル化の取組みをしている事業者が大半であるが、中小企業が大半の船用品整備事業者では相対的に事業規模が大きい一部の事業者がPC、タブレットを使用しているレベルに留まっている。

本事業は、このような状況において、船用品整備事業者の業務効率の向上、ヒューマンエラーの抑制等を通じた品質水準の向上に寄与するデジタル技術の開発と普及を目的とする。

2. 事業目標

船用品整備事業者の現状は、高齢化や人材不足によるヒューマンエラーの増大が危惧されており、業務効率や品質水準の維持・向上などの課題を解決する方策として、デジタル技術の活用が期待されているところである。

具体的には、最新のデジタル技術を活用すれば、整備プロセスのミスの削減、整備記録作成の簡素化が可能となることに加え、経営面でのメリット創出にも期待が寄せられており、統計として信頼性の高い整備物件管理システム（以下「管理システム」）の構築が求められている。

整備記録のデータベースへの入力については、PCやタブレットを使って直接管理システムに入力をしている整備事業者が2/3程度、残りは郵送された整備記録を当会の指導技師が入力している。しかしながら、手書きで作成した整備チェックリストを基に整備記録を作成しているため、記入ミスが多く、データベースとしての信頼性を確保するためには相応のマンパワーが必要となっている。

このため、既存の管理システムを刷新し、整備技術者のヒューマンエラーを防止するためのツール（タブレットを想定）を開発するとともに、整備事業者のニーズに応える統計解析ツールを備えた新たな管理システムを構築することを目標とする。

3. 推進体制

事業の推進体制は、「船用品整備品質管理高度化技術開発委員会（委員長：清水悦郎東京海洋大学学術研究院教授）」を設置（3回/年）し、事業の進め方等について審議・検討を行った。

2024年度の委員会の開催状況は次のとおりである。

- 2024年8月2日 第1回 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会
議題：1) 委嘱委員の確認
2) 委員長の選出
3) 事業の推進計画について
4) 技術開発の進捗状況について（報告）
5) 今後のスケジュール
- 2024年12月11日 第2回 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会
議題：1) 前回委員会議事要旨(案)の確認
2) 船用品の整備に関するデジタル化（DX化）事業の中間報告
3) 2025年度の事業計画(案)について
- 2024年3月12日 第3回 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会
議題：1) 前回委員会議事要旨(案)の確認
2) 船用品の整備に関するデジタル化（DX化）事業の完了報告

4. 開発体制

（1）開発主体（事務局）

日本船舶品質管理協会： 総務・会計・委員会の運営・報告書のとりまとめ等

（2）研究開発委託先

- ① 海上技術安全研究所
膨脹式救命いかだ等の整備における品質管理高度化に向けたデジタル技術の開発
- ② 海上技術安全研究所
GMDSS 救命設備の整備における品質管理高度化に向けたデジタル技術の開発
- ③ 株式会社西日本フジクラ
GMDSS 機器整備の測定データを直接管理システムに転送できる機能を持つ測定器の開発
- ④ 株式会社 オフィス S.K.Y
船用品整備における品質管理高度化に向けた AI 活用技術に関する研究

5. 2024年度事業内容及び成果

(1) 膨脹式救命いかだ等の整備における品質管理高度化に向けたデジタル技術の開発

① 信頼性の高い管理システムの設計、試作及び調整

本事業において新たに開発する整備アプリ・システムに求められる機能要件を以下のように定めた。

- オンラインによる前回整備記録の取得機能
- チェックシートに基づく整備結果の入力機能
- 前回整備記録、データベースに紐づいた自動入力による手入力の最小化
- 入力内容を反映した整備記録など、各文書の出力機能及びデータベースへの登録機能
- データベースの統計処理機能

上記機能の達成のために「WEB アプリ」と「端末アプリ」の2種類のアプリを開発した。WEB アプリでは、主に整備記録の管理を行うことを目的としており、WEB ブラウザを介してアクセスする。当該アプリより前回整備記録をダウンロードするとともに、整備の結果をアップロードし、他社とデータ連係を行う。

WEB アプリはサーバーメンテナンスなどの例外を除き、常時利用可能なため、整備技術者は任意のタイミングで整備記録を閲覧することが可能となった。

② タブレットを活用したデータ入力により整備技術者をサポートするツールの開発

端末アプリ（アプリ名：KRAKEN）では、チェックシートの項目に基づき整備の結果を入力し、その内容に基づき整備記録などの各文書（*.html）を出力する。加えてWEB アプリに登録するためのデータファイル（*.csv）を出力し、これをWEB アプリに読み取らせることによって転記の手間を省略の上、サーバーに整備の結果を登録する。

開発は Visual Studio を用いた C++/CLI によってコーディングを行い、GUI は一般性を考慮して Windows Form Application を選定している。

開発した新整備アプリ・システムに対する事業場への理解を進めるとともに、実際にこのアプリ・システムを利用する整備技術者からの要望等をフィードバックすることを目的として、全国各地をまわり、説明会を開催した。8箇所の拠点にて説明会を開催し、新整備アプリ・システムの使用方法を周知した。さらにこの新整備アプリ・システムの利便性を高めるために説明会にて提案された整備技術者からの要望を極力取り入れ、アプリを随時更新した。

③ 整備手順や記載・転記ミス等ヒューマンエラーを防止する技術の開発

膨脹式救命いかだ等の整備には、規定の個数の艀装品が装備されているかを確認する作業がある。数個程度の艀装品であれば問題ないが、大型の救命いかだに装備される救難食糧などは数十個に及ぶため、数え間違いといったヒューマンエラーが生じかねない。

画像認識技術によってこれら艀装品点数を自動的にカウントすることにより、作業効率の向上やヒューマンエラーの防止が期待できる。この画像認識技術は他

にも索類の点検時における欠陥や変質といった異常の見落としを防止することも期待される。この画像認識技術については海技研クラウドにて近日中に公開予定である Quality-AI が利用可能である。ただし、十分な精度を有する画像認識には膨大な学習データが必要であり、これを用意できるのか、加えて特に艀装品点数の確認では AI が算出した艀装品点数を整備の結果として認めて良いのかといった技術的・法的問題が課題としてある。

(2) GMDSS 救命設備の整備における品質管理高度化に向けたデジタル技術の開発

① 信頼性の高い管理システムの設計、試作及び調整

現行システムの機能を踏襲することを基本とし、以下のような機能を有するシステムを構築した。

- 現行システムと同様のマスター（共通して管理、使用する基本データ）管理機能（船舶情報や GMDSS 機器の型式情報等を管理する）
- オンラインによる前回整備記録の取得機能
- マスター情報を参照して整備記録を作成する機能（手入力作業によるミスを軽減する）
- 入力内容を反映した整備記録など、各文書の出力機能及びデータベースへの登録機能
- データベースの統計処理機能

上記システムを構成する「WEB アプリ」と「サポートツール」の2種類を開発した。

WEB アプリは、膨脹式救命いかだと同じクラウドシステム（インターネットを介してアクセスする「キントーンアプリ」）とし、整備記録の管理を行うことを目的とする。

点検・試験前にインターネットに接続できる事務所等の環境で、WEB アプリを使用して、船舶情報や GMDSS 機器の機器情報などを事前に入力する。サーバーメンテナンスなどの例外を除き、常時利用可能なため、整備事業者は任意のタイミングで整備記録を閲覧することが可能となった。

② 整備技術者をサポートするツールの開発

サポートツールは、シールドルーム内での GMDSS 機器の点検・試験結果を記録する際に使用する。WEB アプリを使用して事前入力したデータ(*.csv)を本サポートツールに書き込んで作業を行う。

サポートツールは、以下に掲げる機能を有し、ヒューマンエラーの防止が期待できる。

- シールドルーム内での GMDSS 機器の点検・試験結果を記録する機能
- 試験器から出力された結果を基に、整備記録の様式にあわせて自動計算（例えば、周波数計測結果を周波数偏差結果にする）を行う機能
- GMDSS 機器（EPIRB、SART、双方向無線電話）の整備記録を基に、総括表、整備済証明書などの文書を自動作成する機能
- WEB アプリ（キントーンアプリ）に整備記録を登録するためのデータファ

イル (*.csv) を自動作成する機能
来年度は、GMDSS 試験機器からのデジタルデータを取り込む改修を行う予定である。

(3) GMDSS 機器整備の測定データを直接管理システムに転送できる機能を持つ測定器の開発

① データ転送方式の選定

データ転送方式は、以下の検討を行い、CSV 方式を選択し、ハードウェア、ソフトウェアの開発を行った。従来の GMDSS 整備用測定器は、印字出力として他の機器との接続も容易で汎用性が高いシリアル通信方式 (RS232C、通信速度 9600bps) を使用している。

このシリアル通信方式を利用して測定データを送信するために、CSV 配列で送出しパソコンで使用できるシリアル通信方式で受信し、CSV ファイルに変換するための変換ソフトとして通信ソフト (以下、「Tera Term」という) を採用することとした。

「Tera Term」は最もポピュラーで、Windows 環境にて動作し、シリアル通信にも対応しており、安定した通信ができる方式である。この CSV 送出及び CSV ファイル化を実現するためのハードウェア、ソフトウェアを開発した。

② 測定器のハードウェアの開発

測定データを整備システムに自動転送するため、従来の GMDSS 整備用測定器に対し以下の制約条件を考慮しハードウェアの開発を行った。

- 筐体の加工を避ける
大幅な筐体加工を行った場合、筐体に新たに端子を取り付けるなどのパネル等に加工が必要となりリスクが生じる上、パネルを新造品に交換することで追加コストが発生するため、極力追加加工を避ける方法とした。
- パソコンとの接続は有線接続で行う
無線接続での検討も行ったが、GMDSS 救命設備は電波を発射する機器であり、これらの機器の測定への悪影響を避けるため、有線接続方法を採用した。また、有線接続方式とすることにより、従来の測定器にすでに搭載されているプリンタ端子を用いて RS232C、9600bps の信号が利用できる利点もある。

③ 対象測定器のソフトウェアの開発

測定データを「Tera Term」にて CSV ファイルに変換し、整備システムに測定データを送り出すソフトウェアを開発した。

このソフトウェアは、従来の測定器の印字ボタンをトグルスイッチに交換し、このトグルスイッチを操作することで測定データを送り出せるものである。

EPIRB からの送信信号である 406MHz 帯及び 121.5MHz のデータについては、EPIRB の機種 (短メッセージ用、長メッセージ用、AIS-EPIRB 用) ごとに CSV 用測定データを送り出すソフトウェアを開発した。

また、双方向無線電話装置からの送信信号である 156.8MHz は、1 台 3 チャンネル分（16ch、17ch、18ch）の測定データを最大 3 台まとめて、CSV 用測定データを送り出すソフトウェアを開発した。

対象となる現行型の測定器に関して検討し、ハードウェア及びソフトウェアを改造及び新プログラムの追加により対応できることを確認した。

（４） 船用品整備における品質管理高度化に向けた AI 活用技術に関する研究

① 整備記録の新管理システムの基本設計支援としてのコンサルテーション

AI 技術の活用の観点から新管理システムの基本設計における助言を行った。特に、データベースに入力するデータの標記、入力ミスの防止の観点からの基本設計支援を行った。

② 整備記録記載におけるヒューマンエラーの調査、膨脹式救命いかだ及び GMDSS 救命設備の整備技術指導書の調査

ヒューマンエラー防止の観点から、膨脹式救命いかだ整備技術指導書・GMDSS 救命設備データベースに入力されるテキストデータや実態調査に記述されている膨大なテキストデータに適した AI 技術を調査した。

記述された内容を理解し、論理的な検索ができるようになればヒューマンエラー防止につながると考えた。最も適した AI 技術としては、GMDSS 救命設備においては、ChatGPT などの生成 AI で用いられている大規模言語モデル（世界中で使われているあらゆる言語を事前に学習した言語処理データベース）を用いた構文解釈手法を用いて、膨脹式救命いかだにおいては、表記の揺れの処理と技術指導書の自動解析・論理検索が可能なオントロジーの 2 点であるとの結論に至った。

③ ヒューマンエラー防止のための AI 技術に関する調査・AI 技術による整備技術指導書前処理の実装、ヒューマンエラー防止のためのオントロジーの試作と検証

上記②の調査結果を受けて、GMDSS 救命設備データベースへの実際の入力データに表記の揺れやミスを吸収するソフトウェアを開発した。

また、200ページ以上に上る、膨脹式救命いかだ技術指導書のテキストデータを入力とし、記載されている文章から自動的に主語や動詞、目的語などを検出・分類する前処理ソフトウェアを前述の大規模言語モデルを用いて作成した。

さらに、整備技術指導書の各ページに使用されている個々の単語とそれに対応する大分類、及びそれらの互いの関係性を、実際に使われている動詞に着目して関係づけるオントロジーファイルを自動生成するソフトウェアを作成した。

生成されたオントロジーによって、どの専門用語が、互いにどのような動詞（関係性）をもって使われているか検索できるようになり、将来的には、整備技術指導書の内容を質問によって自動的に回答できるようなシステムに繋がる基礎ができた。

6. まとめ

船用品整備事業場において、高齢化や人材不足によるヒューマンエラーの増大が危惧されており、業務効率や品質水準の維持・向上などの課題を解決する方策として、デジタル技術の活用が期待されているところである。

2024年度事業においては、主として、船用品整備事業場のヒューマンエラーの防止に寄与するアプリやツールに関する調査研究を実施し、膨張式救命いかだ、GMDSS 救命設備の整備については、デジタル化の導入に目途がついたこと、研修会・説明会を利用して、システム構築段階から開発したツール・アプリなどを多くの整備士に体験していただいたことは大きな成果である。

ヒューマンエラー防止の AI 技術として、以下のソフトウェアを作成した。残念ながら、現時点では、作成されたオントロジーは初歩的なもので、用語同士や関係同士の親子関係や意味的な包含関係の実現への道は遠いが、将来的には、技術指導書の内容を質問によって自動的に回答できるようなシステムに繋がる基礎の基礎ができた。

- ChatGPT で使われている大規模言語モデルによるデータベースの入力データの誤記や表現の揺れを自動的に吸収するソフトウェア
- 膨張式救命いかだ整備技術指導書に記載されている内容を専門用語や一般的な名詞とそれらの関係を動詞に着目して構造化されたオントロジーファイルを自動生成するソフトウェア

7. 謝辞

結びに、本技術開発にあたり、日本財団をはじめ、国土交通省、海上技術安全研究所及びご協力いただいた管理システムに関係する製造並びに整備事業場の皆様に多大なご指導ご支援を賜りましたことを厚く御礼申し上げます。

2024 年度

船用品整備品質管理高度化技術開発委員会

委員名簿

2024年度 船用品整備品質管理高度化技術開発委員会名簿

	氏名	所属	役職
委員長	清水 悦郎	国立大学法人東京海洋大学 学術研究院	海洋電子機械工学部門 教授 博士(工学)
副委員長	島田 雅司	島田燈器工業(株)	代表取締役社長
委員	平方 勝	(国研)海上技術安全研究所	デジタルトランスフォーメーション プロジェクトサブリダー 上席研究員
"	西 紀美男	アール・エフ・ディー・ジャパン(株)	技術部 技術部長
"	日高 健治	(株)泉屋商店	代表取締役
"	金田 俊太郎	金田商事(株)	代表取締役
"	村上 博史	(株)シモセン	代表取締役
"	綱田 幹人	綱田工業(株)	代表取締役社長
"	玉城 敏幸	(株)中幸船具店	代表取締役
"	熊沢 泰生	ニチモウ(株)	海洋営業部 部長 兼 研究開発室 室長
"	栄 俊樹	日本無線(株)	マリンシステム品質保証部 船用通信システム品質保証グループ長
"	板倉 拓也	藤倉コンポジット(株)	引布加工品事業部 事業部長
"	岡本 大正	船田産業(株)	代表取締役社長
"	園本 竜也	古野電気(株)	船用機器事業部 営業企画部 部長補佐
"	上原 浩巳	(株)マリン・インターナショナル	代表取締役社長
"	黒森 博志	三菱電機ディフェンス & スペーステクノロジーズ(株)	東部事業部 電子技術部 次長
"	湯浅 成人	湯浅工業(株)	代表取締役
"	小森 愛一郎	(株)横浜通商	横浜支店長
官関 庁係	平瀬 利明	国土交通省	海事局検査測度課 専門官
開発 担当 者	小沢 匠	(国研)海上技術安全研究所	産業システム系 物理システム 研究グループ研究主任
	加瀬 究	(株)オフィスS.K.Y	技術部長
	菅 哲郎	西日本フジクラ(株)	取締役 資材部長

2024 年度 事業の実施予定表

