



2021 年度日本財団助成事業  
AI 活用による短納期船の設計期間短縮手法の開発  
事業報告書

2022 年 3 月

一般社団法人日本中小型造船工業会

CAJS

## 目次

はじめに .....	1
1. 事業の活動概要 .....	2
2. AI による設計工数予測 .....	3
3. AI 設計期間管理システムの開発 .....	7
おわりに .....	11

## はじめに

大型船の市場は LNG、コンテナ船、大型バルクを中心に需要が回復しつつある。一方、中小型船の市場は部分的に回復傾向が見られるものの、鋼材価格上昇等の影響もあり、全般的には厳しい状況が続いている。中小造船所は経営を維持するためには、少ない商談を契約まで結びつける必要があり、そのためには設計から引渡しまで短納期で建造しなければならない。しかし、鋼材加工から引渡しまでの製造期間は工場のリソースの能力に大きく依存することから短縮することは難しく、納期短縮のためには設計期間を短縮せざるを得ない。

設計期間について、これまでは熟練設計者が受注状況に合わせて経験と勘で短い設計期間でも成立する設計工程を立てていたが、熟練設計者の退職により適切な短い設計工程が立てられず、製造工程に混乱を引き起こしている。また、設計工数及び設計期間の算定に過去の経験（日報等のデータ）が活用しきれていない、設計全体の最適化できていないという課題がある。

当会では 2020 年度日本財団助成事業「中小造船所への新しい設計工程管理手法の導入」の中で、姉妹船の設計期間の予測をテーマに設計工程計画作成への AI 活用を検討した。その検討結果では、設計工程管理システムのデータから作成した教師データにより AI で設計工数の予測が可能であること、また、その設計工数に設計手順を加えることで設計期間を求めることが可能であることが分かった。

そこで、本事業は 2020 年度日本財団助成事業の検討結果を活用し、2 ヶ年計画で AI による短納期船の設計工数の予測及び適切な設計工程を作成する AI 設計期間管理システムを作成することとし、設計期間を本システム導入前と比較して 30%短縮することを目指す。初年度に当たる 2021 年度は、AI による設計工数予測及び設計工程作成のため、事業参加会社の各種データを収集・整理・分析し、AI 設計期間管理システムを開発した。

詳細は各章を参照されたい。

## 1. 事業の活動概要

### 1.1 事業実施体制

本事業では、事業参加者による検討会の下に、事業参加者別に事業参加者、AI 専門家、事務局から構成される WG を設置し、事業参加者から教師データ作成のためのデジタルデータの収集し、設計手順について意見交換を行った。

### 1.2 AI 設計期間管理システムの開発

本事業では、AI による設計工数予測及び設計工程を作成する AI 設計期間管理システムを開発することを目的としている。事業参加者にとって使い勝手が良いシステムとすべく、事業参加者からの意見や要望を取り入れられるよう、今年度はベーシック版と改良版の 2 回に分けてリリースした。

ベーシック版では設計手順からテンプレート、工程計画、初期計画を作成する機能を有し、設計工程作成の一連の流れを事業参加者が確認し、使い勝手について事業参加者からの要望を収集した。

改良版ではベーシック版に事業参加者からの要望対応に加え、AI による設計工数予測機能を搭載し、作業開始日を入力すると予測した設計工数から設計手順に沿って 1 隻分の設計工程を作成することができるものとなっている。

## 2. AI による設計工数予測

### 2.1 人工知能 (AI) の活用

現時点では、AI は何でもできる技術ではなく限定的なレベルの技術である。このような AI を「特化型 AI」と呼び、機械学習がメインである。AI が人間のように知能をもって、すなわち目的 (意図) を達成するために想像性をもって情報収集し、計画、判断、推論を行えるような、すなわち本当の意味での AI、いわゆる汎用型人工知能は実現していない。したがって、現行 AI はツール (手段) であり、AI を使える人材 (AI 人材) が、現行の AI では何ができ、何ができないかを正しく理解すること、AI をどのように活用すると課題を解決できるかをフォローしなければならない。

予測を行うにあたって対象となる物理モデルが数式モデルによる記述やプログラミングによる記述が困難な問題については、実績データを収集することによって、その特徴を捉えられる、すなわち帰納的に推論する手法の一つとして、AI (機械学習) による問題解決手法がある。現在、様々な用途で AI を活用しているが、AI (機械学習) が行っていることは、大きく分けると予測、分類 (クラスタリング) である。本事業においては、様々な要因によって大きく変化する設計工数を予測することに AI を適用する。

経験的・帰納的手法によって予測を行うには、人間のほうで経験的な関連性のある程度想定した上で、関連あるデータを蓄積していくことから始める。経験的とは、ある程度同じような作業の繰り返しが起きる場合に、統計的に評価できることを意味する。統計学と機械学習 (特化型 AI) は、本質的には、「データとデータの間も最も当てはまりのよい数学的な関係性を推定する」ところが同じとみなせることから、現行 AI は統計ツールの一つともいえる。現行の特化型 AI が人間の習慣的行動を予測できるのも、行動 (データ) の中から統計的にあるパターン (習慣) を見つけ出し、そのなかから計算によって予測することができるからである。統計学と AI (機械学習) 手法は似ていることから、AI は、蓄積されるデータとデータの間関係が、経験的なパターンを繰り返すような問題に適している。

経験則を基に、どのような関係性が表現できるか、すなわち、収集したデータとデータの関係性をどのように表現すると、より高い精度で予測することが可能か、これが帰納的推論をベースにしたデータ駆動型 AI の特徴である。従来の演繹的なアルゴリズム (プログラミング) をベースにしたシミュレーションと異なる点である。システム上に表現するモデルは、現実世界を「よく模擬してつくられた」ものにしていく必要があるが、それが完璧に現実世界の仕組みと一致することは困難である。可能な限り、現実世界の本質を表現したモデルを作成することが予測を行う上で重要なテーマとなってくる。

現行の特化型 AI の活用において価値を發揮するには、質の良いデータを多様でかつ大量に保持することが鍵になるといわれる。業務系システムに保存されるデータが蓄積され、それらのデータを組み合わせて組織内で活用し、業務変革につながることを期待できる。データに裏付けられた原因分析、将来予測が行え、客観的・科学的に評価できるようになること

は、AI活用の重要なポイントである。このように、データ（記号）から価値を生み出す（情報処理）行動に転換していくことが、AIに期待される場所である。このようなAIをデータ駆動型AIと呼ぶ。

本事業では、このようなデータ駆動型AIの特徴を生かして、目的とする設計リードタイムの短縮に向けたシミュレーションにおいて、データ駆動型AIにより設計工数を求めていくことに活用する。また、今後、データ駆動型AIを有効に機能させるためには、現行のAIが特化型AIであることから、ユーザー側にAIを活用する人材（以下、AI人材という）がデータ整備からメンテナンスまでを担うことも必要になってくる。

## 2.2 AIモデルの検討

AIシステムのコアにあたるAIモデルを考える際に重要となってくることは、AIシステムで何をさせたいのか、それを実現するために、「何をデータとして与えて、何をデータとして出力するのか」を検討することである。AIモデルは、与えられたデータから、分析や予測などの結果を出力する数学的に表現されたモデルである。

手順としては、①予測や分析したいデータを収集し、必要に応じて前処理を行うことから始める。②データセットを含めたAIモデルの検証を行う。図2-1は、AIの活用にあたって一般的に行われる手順である。

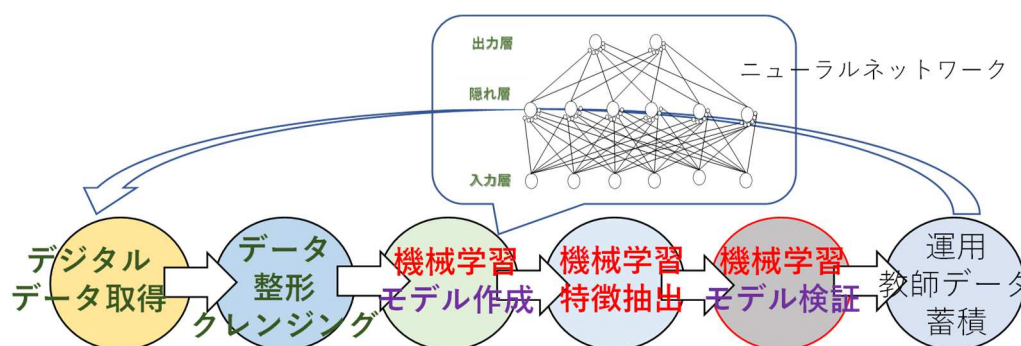


図 2-1 AI 適用にあたって一般的手順

## 2.3 AIモデルの検証

ある課題を解決するための一連の手順や計算方法にあたるAIモデルのアルゴリズムは、分類や予測したいデータによって変わる。

AIモデルの代表的なものに、ニューラルネットワーク（多層パーセプトロン 図2-2）がある。入力層、出力層のパラメータ設定、隠れ層の層数、ユニット数等ニューラルネットワークの構造を機械学習のモデル作成段階で検討する必要がある。機械学習モデルを決定した後は、図2-3に示すとおり学習曲線を参照しながら学習モデルの検証を行い、教師あり学習であればデータを蓄積していき、予測精度を上げていくことになる。

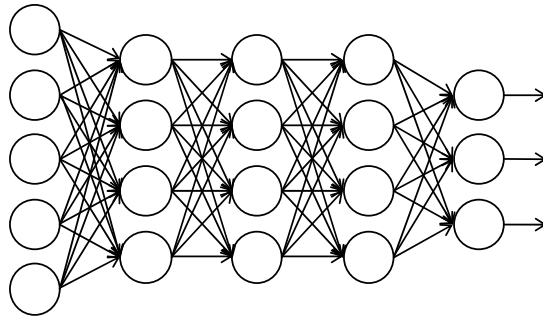


図 2-2 多層パーセプトロンタイプのニューラルネットワーク

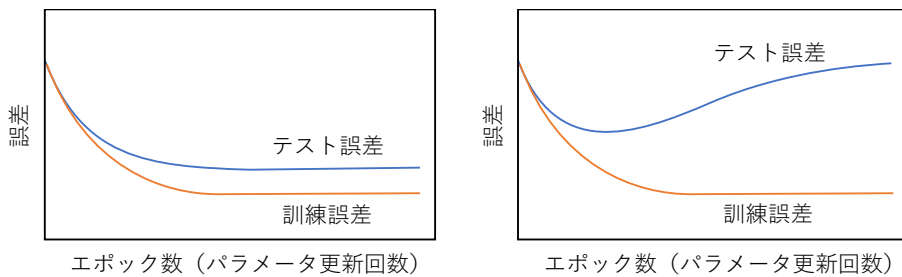


図 2-3 学習曲線

#### 2.4 AI を活用した作業工数学習・予測の検討

AI モデル検討用にテストデータを用意し、データのクレンジング処理、AI モデルの教師データセットの用意、機械学習のモデル作成、モデル検証の一連の手順を行った。

まずは、データのクレンジング処理として、作業工数の実績を調査した。図 2-4 に一例としてある設計作業の作業工数を箱ひげ図を示す。箱ひげ図では、データがどのくらいの範囲でばらついているかを見るのに適している。

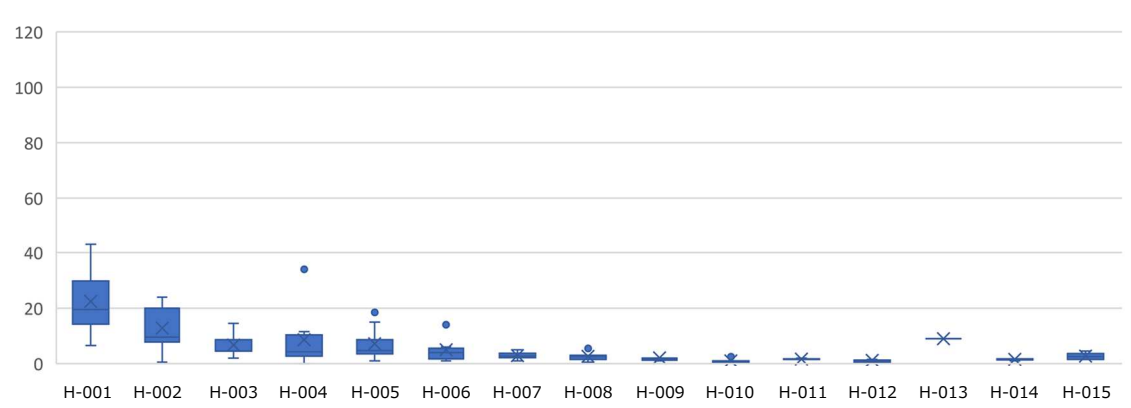


図 2-4 設計作業工数の箱ひげ図

AI モデルはニューラルネットワーク（多層パーセプトロン）とした。また、教師データとして、訓練データと検証データを一定割合に定めて、テストデータは訓練データと検証データで使用したものも使用した。図 2-5 に作成した AI モデルによる予測工数と実績工数の誤差を示す。

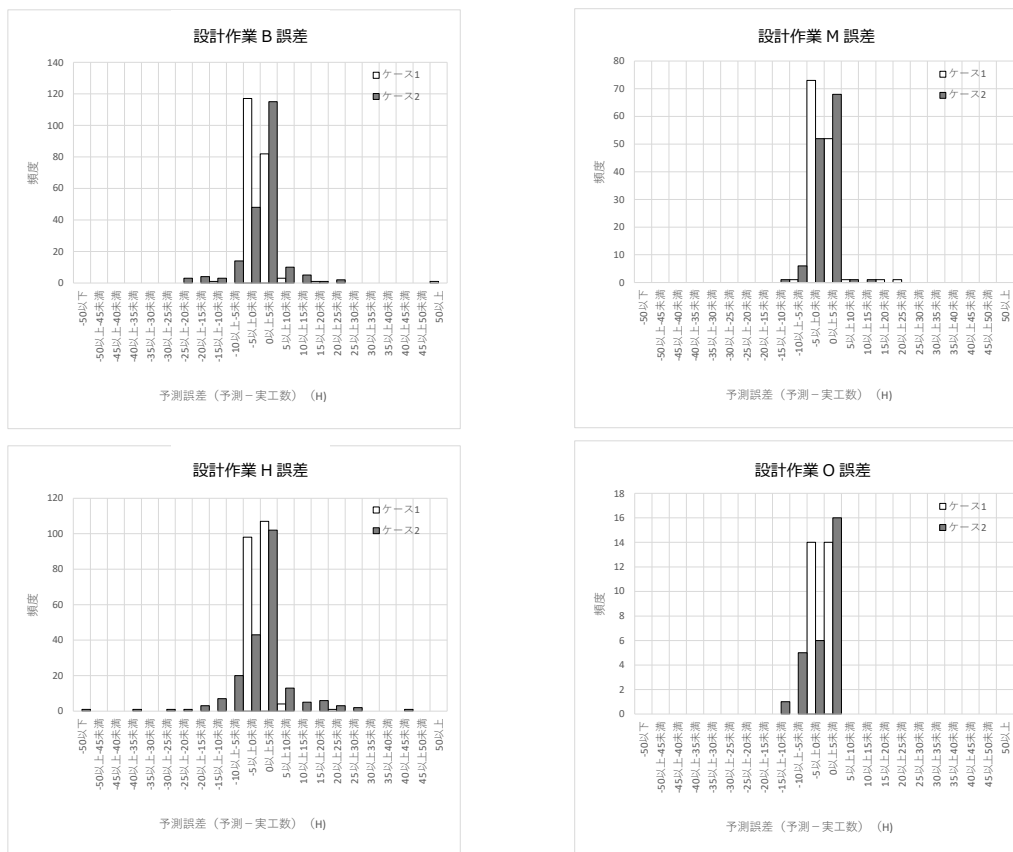


図 2-5 予測誤差



### 3. AI 設計期間管理システムの開発

#### 3.1 AI 設計期間管理システムの概要

AI 設計期間管理システムは、各工程に対する工数を予測する AI 工数予測機能を有し、AI によって予測された工数と登録された設計手順に沿って適切な設計工程を作成する。本システムを使用した作業フローを図 3-1 に示す。

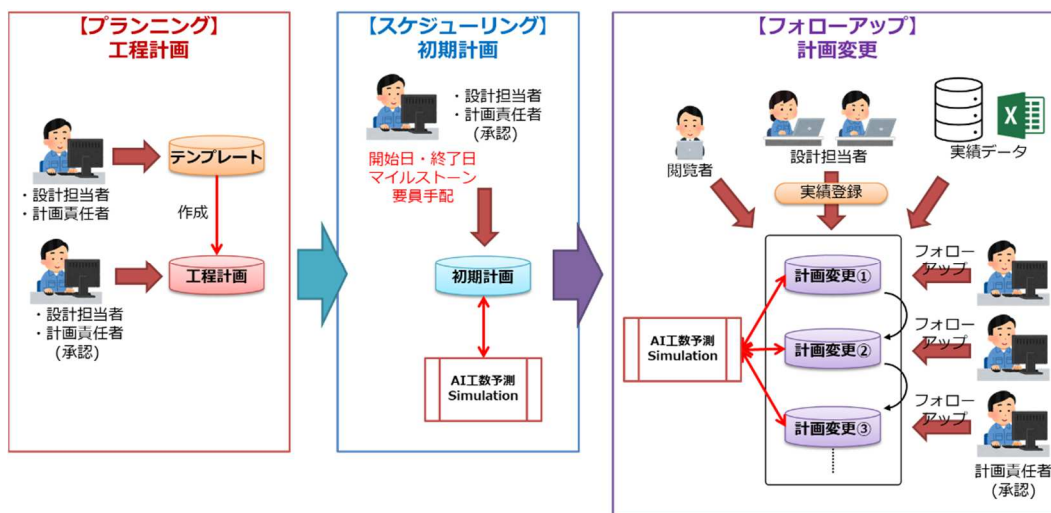


図 3-1 AI 設計期間管理システムを使用した作業フロー

AI 設計期間管理システムの動作環境を図 3-2 に示す。本システムはクライアント・サーバー型、スタンドアロン型のいずれにも対応可能なものとなっている。

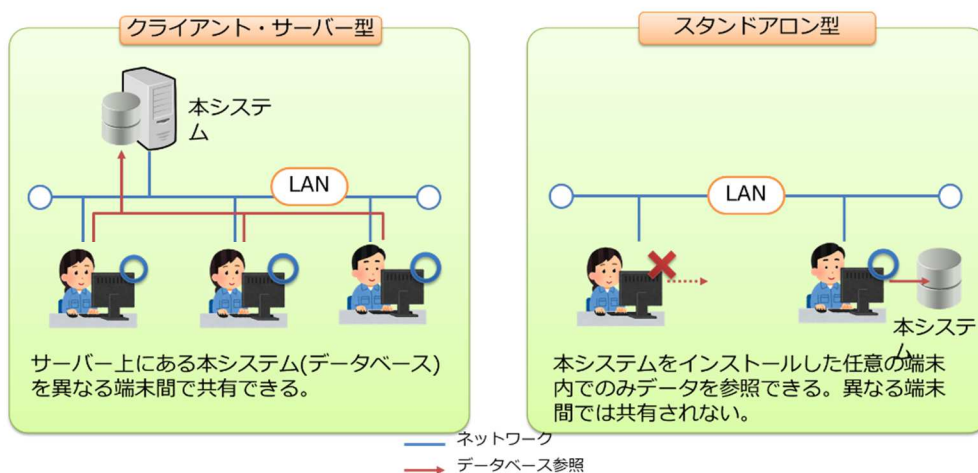


図 3-2 AI 設計期間管理システムの動作環境

### 3.2 AI 設計期間予測システムベーシック版

ベーシック版では、設計手順からテンプレート、工程計画、初期計画を作成する機能を搭載した。

テンプレート機能には船種別、船級別、旗国別に設計手順及び各工程の標準工数（標準工数は空欄でも可）を登録することができる。最初に登録されたテンプレートの中から、設計工程を作成する番船に最も近いテンプレートを選択する。

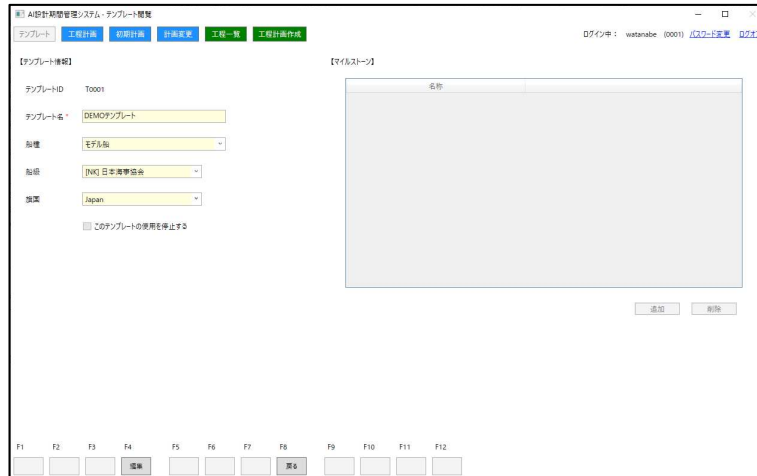


図 3-3 テンプレート編集画面

工程計画では、船番、船主名を登録することができる。

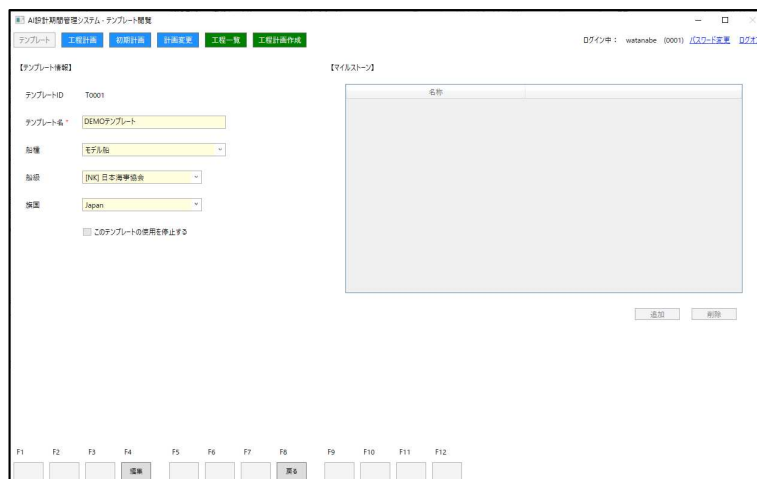


図 3-4 工程計画編集画面

初期計画では、工程計画で登録した情報に加え、当該番船の線表節点、作業開始日（設計開始日）、マイルストーン（提出日）を登録することができる。

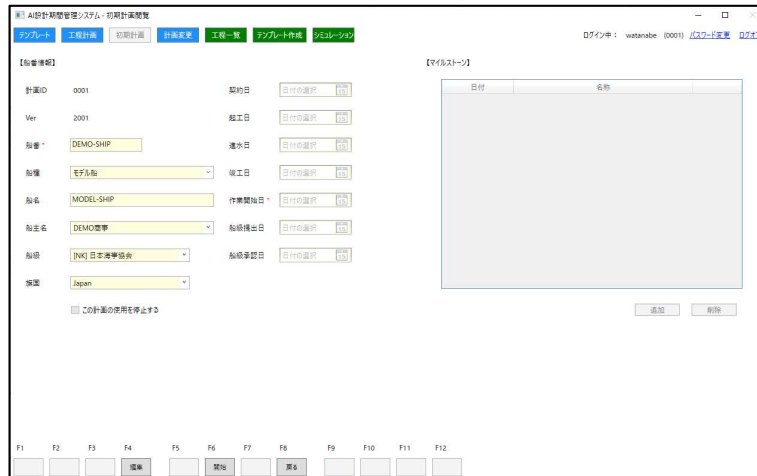


図 3-5 初期計画編集画面

### 3.3 AI 設計期間予測システム改良版（β版）

改良版（β版）では、ベーシック版に AI による各工程の設計工数予測機能、その工数と設計手順を基に設計工程を作成する機能を搭載した。

テンプレートで標準工数が登録されていない（＝空白）工程については、AI 学習モデルが当該工程の設計工数を予測し、表示する。予測した設計工数の評価はユーザーが行い、修正が可能となっている。



図 3-5 設計工数予測機能画面

設計工程作成機能として、初期計画画面で作業開始日を入力すると、与えられた工数（標準工数または予測工数）及び設計手順を基に、各工程の最早開始日、最早完了日、最遅開始日、最遅完了日等を計算し、表示する。すなわち、作業開始日から最後の工程の完了日までの設計リードタイムを自動で算出する。



## おわりに

本事業では、設計期間の30%短縮を目標にAI設計期間管理システムの作成に取り組んでいる。本年度は、以下を実施した。

- ・ 事業参加会社から設計工数及び設計工数に関与するデータを収集・整理・分析した。
- ・ 上記のデータからAIが学習するための教師データを作成した。
- ・ 教師データを学習したAI学習モデルを作成した。
- ・ AI学習モデルを搭載したAI設計期間管理システムを作成した。

その結果、AIにて予測した設計工数を基に1隻分の適切な設計工程を作成するAI設計期間管理システムを構築することができた。

次年度では、引き続き事業目標達成に向け、継続して事業参加者からデータを収集、分析するとともに、AI学習モデルの改善を行いAI予測精度の向上を図る。また、AI設計期間管理システムのデータ入力簡素化や各種出力機能の改善機能、複数隻船の設計負荷を考慮した設計期間の変化予測機能、短納期船の適切な設計工程計画作成機能等を搭載し、AI設計期間管理システムを完成させる。

さらに、事業参加者が自社でAI設計期間管理システムを継続的に使用できるよう、AI専門家による教師データ作成のための講習会、事業参加者が実践した結果の添削指導を実施することとしている。

以上