



2022 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

2023 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. 設計期間管理システム	6
3. AI 設計作業工数学習・予測アプリと教師データ作成	12
4. 設計期間短縮手法	18
おわりに	22

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、中小型船の市場は一部の船種や船型で回復傾向が見られるものの、鋼材価格上昇等の影響や海外造船所による中小型船の建造量増加があり、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、船台またはドックに空きが生じないようにすぐに建造に取り掛かる必要があり、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、設計全体の最適化が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、また、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。2 年度目に当たる 2022 年度は、継続して事業参加会社が今後継続して本システムが活用できるよう、追加で事業参加会社の各種データの収集・整理・分析を行うとともに、AI 設計期間管理システムの機能を拡充し、本システムを完成させ、各社 1 隻分の設計工程の表示及び設計期間の算出を本システムで行った。また、AI に学習させる教師データの作成方法や学習方法等について講習会（AI ワーキンググループ）を実施した。

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、初年度に引き続き、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ワーキンググループ（WG）を設置し、事業を実施した。

1.2 検討会

本事業を遂行するにあたり、2 回の検討会を行った。それぞれの概要を以下に示す。

【検討会】

第 1 回検討会

日付：2022 年 5 月 24 日（火）

形式：オンライン

概要：

2022 年度事業計画及び設計期間管理システム仕様（案）説明し、承認された。

第 2 回検討会

日付：2023 年 3 月 10 日（金）

形式：オンライン

概要：

2022 年度事業実施内容報告、設計期間管理システム完成版の説明及び審議した。

1.3 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。

本システムは、入力された設計手順等より設計工程をアローダイヤグラムで表示、クリティカルパスの計算、設計期間の算出が行える「設計期間管理システム」と AI が日報等から作成された図面作業別の教師データを学習し、図面作業別に設計工数を予測する「AI 設計作業工数学習・予測アプリ」の 2 つから構成されている。

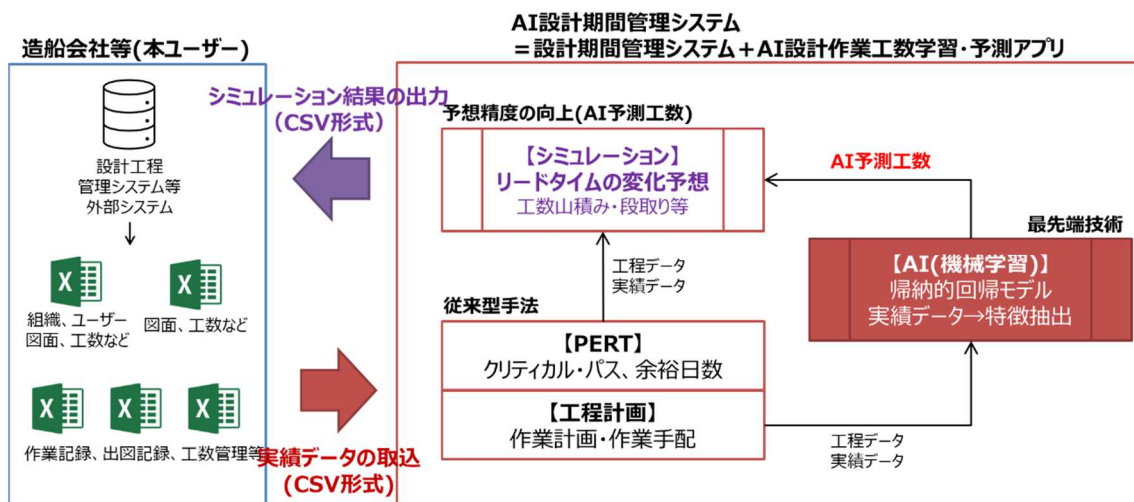


図 1-1 AI 設計期間管理システム構成図

【設計期間管理システム】

事業参加者にとって使い勝手が良いシステムとすべく、初年度開発した設計期間管理システムに事業参加者からの意見や要望を踏まえ機能の改善を行い、完成版を作成し、リリースした。

今年度の主な改善機能として、シミュレーション機能がある。これは、入力された図面作業の手順と工数（標準工数または AI 予測工数）から求めた設計工程を、ユーザーがリソースの負荷状況を確認しながらその手順の調整を行い、設計期間の変化を確認できるものである。そのため、ユーザーが手順を調整するにあたりリソースの負荷状況を可視化した画面を追加した。また、ユーザービリティ向上を目的として画面遷移及びアローダイアグラム表示の改善を行った。なお、今年度の開発機能の詳細を第 2 章に記載する。

また、完成版のシステム開発状況のレビュー会を以下のとおり実施した。

1 回目システムレビュー会

日付：2022 年 11 月 24 日

形式：オンライン

参加者：事業参加者、システムベンダー、AI 専門家

概要：

2022 年度システム仕様に基づき開発機能及び変更点を説明した。

- ・ 計画フェーズの変更
- ・ カテゴリ/図面作業のユーザーインターフェースの変更
- ・ 外部データ (CSV) 取込機能 等

2 回目システムレビュー会

日付：2023 年 1 月 12 日

形式：オンライン

参加者：事業参加者、システムベンダー、AI 専門家

概要：

2022 年度システム仕様に基づき開発機能及び変更点を説明した。

- ・ シミュレーション機能
- ・ 負荷状況確認（ヒートマップ表示）機能
- ・ 外部システム用データ（CSV）出力機能
- ・ 各種マスタの変更点 等

WG レビュー会

日付：2023 年 1 月 26 日

形式：オンライン

参加者：事業参加者、システムベンダー、AI 専門家

概要：

パイロットテスト実施に向けシステム完成版の操作説明を行った。

- ・ テンプレート画面
- ・ 作業計画画面
- ・ シミュレーション画面 等

【AI 設計作業工数学習・予測アプリ】

AI 設計作業工数学習・予測アプリでは、教師データの学習、AI 予測モデル作成、設計作業別工数の予測の一連の作業が行えるものとなっている。事業参加者別に AI ワーキンググループ（WG）を 2 回実施し、AI 設計作業工数学習・予測アプリの操作方法や教師データ作成の講習を行った。

第 1 回 WG

日付：

- ・ 2022 年 7 月（3 社）
- ・ 2022 年 9 月（3 社）
- ・ 2022 年 11 月（4 社）

形式：個別対面式

概要：

AI 専門家による AI 講義、教師データ作成説明を行い、AI 設計作業工数学習・予測アプリ及び教師データ作成補助 Excel を配布した。予め AI 専門家が用意した教師データの学習、AI 予測モデルの作成、設計作業工数の予測の演習を行った。また、設計期間管理システムβ版で算出された設計工程について意見交換を行った。

- ・ データサイエンスと AI について

- ・ 受領データの分析／設計工程のモデル化と意見交換
- ・ 設計作業工数学習・予測アプリと教師データ作成にあたって

第 2 回 WG

日付：2023 年 2 月（事業参加会社全社）

形式：個別対面式

概要：

AI 専門家による 2 回目教師データ作成説明会を実施した。教師データ作成をサポートする追加 Excel の説明、各社が設計作業工数予測のための教師データを作成するにあたっての助言を行った。また、設計期間管理システムパイロットテストについて説明した。

- ・ 教師データ作成説明おさらい
- ・ 今後の AI 設計作業工数学習 & 予測作業について（追加教師データ作成 Excel 説明）
- ・ まとめ

2. 設計期間管理システム

2.1 設計期間管理システムの概要

設計期間管理システムは、予めユーザーによって登録された設計手順と入力された設計作業工数から適切な設計工程を作成する。設計期間管理システムを使用した作業の流れを図 2-1 に示す。

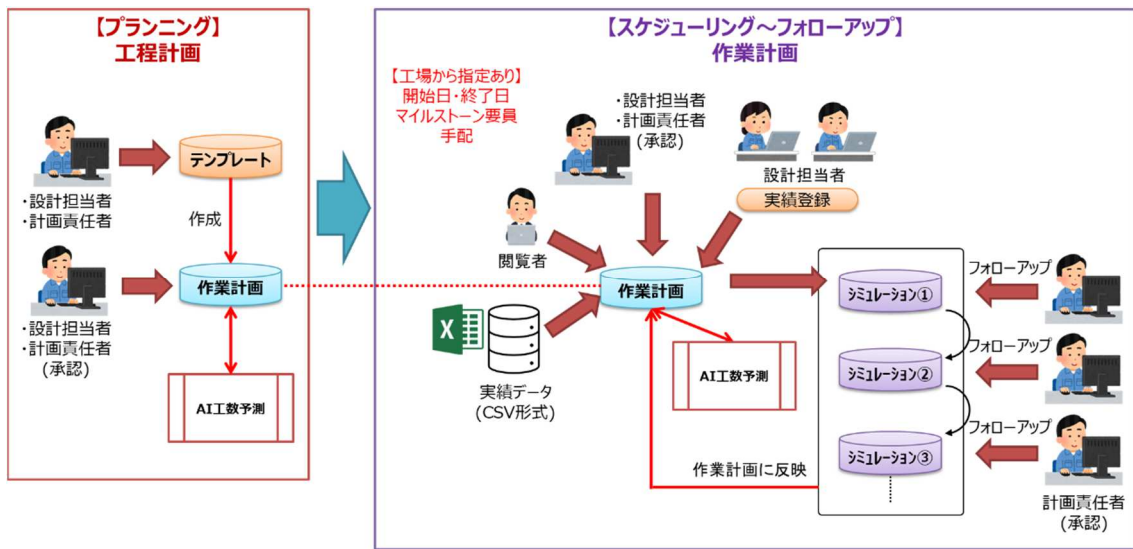


図 2-1 設計期間管理システムを使用した作業の流れ

設計期間管理システムの動作環境を図 2-2 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。

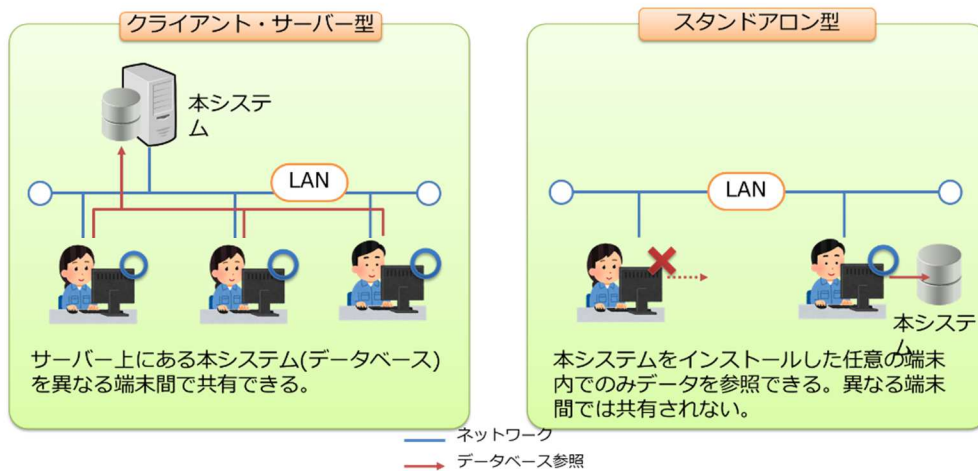


図 2-2 設計期間管理システムの動作環境

2.2 設計期間管理システムの機能

設計期間管理システムはテンプレート、作業計画、マスタ管理、システム設定の機能を搭載した。

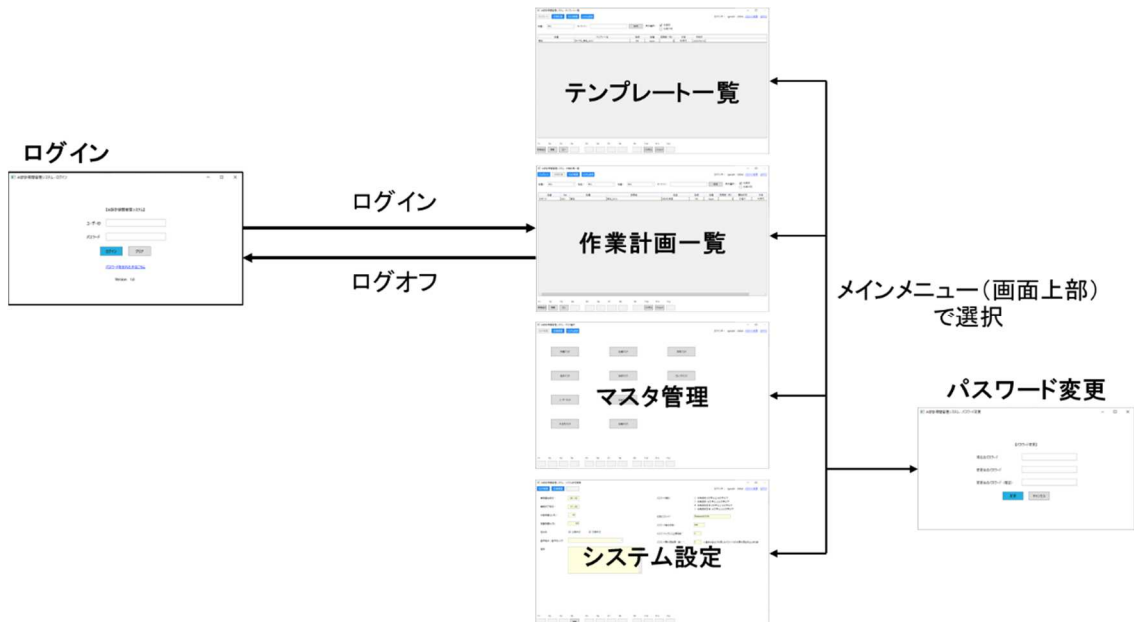


図 2-3 機能構成

【テンプレート】

テンプレート機能には設計工程の雛形となる標準的な設計工程を登録することができる。テンプレートに登録された設計工程を活用して、固有番船の設計工程を作成することができる。

The screenshot shows the 'テンプレート一覧' (Template List) screen. At the top, there are tabs for 'テンプレート', '作業計画', '利用中/予約/未開始', 'マスタ管理', and 'システム設定'. The current user is 'Administrator (admin)'. Below the tabs, there are search filters for '船種' (Ship Type) set to 'ALL' and a 'キーワード' (Keyword) field. A '検索' (Search) button and '表示選択' (Display Selection) options (checked for '利用可' and unchecked for '利用不可') are also present. The main area contains a table with the following data:

船種	テンプレート名	船級	船種	図面数 (枚)	状態	作成日
客船	サンプル_客船_0010-20230125104917	NK	Japan	0	利用可	2023/03/07
客船	サンプル_客船_0010-20230125104917-20230323175431	NK	Japan	0	利用可	2023/03/23

At the bottom of the screen, there are function keys F1 through F12, with specific actions assigned to F1 (新規追加), F2 (開覧), F3 (コピー), F10 (CSV取込), and F11 (CSV出力).

図 2-4 テンプレート一覧画面

【作業計画】

作業計画機能では、固有番船の設計工程を作成することができる。船主や船種、要求仕様等に合わせて設計作業を入力（または、テンプレートを活用した場合は取捨選択）し、各設計作業に対して工数の入力や人員を配置することでクリティカルパス及び負荷状況を求め、求めたクリティカルパスや負荷状況は画面上で図として確認することができる。また、クリティカルパスや負荷状況を確認後、設計手順の変更や人員配置を見直し等による設計期間の予測をシミュレーションでき、シミュレーション結果を保存することが可能となっている。

No	作業種別	所属カテゴリ	作業略称	作業名称	対応マイルストーン	担当部署	担当者	外注先
1	カテゴリ		CT_01	カテゴリ_01	マイルストーン_01			
2	カテゴリ		CT_02	カテゴリ_02				
3	図面作業	カテゴリ_01	TSK_01_01	図面作業_01_01				
4	図面作業	カテゴリ_01	TSK_01_01-3D-	図面作業_01_01-3D-				
5	図面作業	カテゴリ_02	TSK_02_01	図面作業_02_01				

図 2-5 作業計画画面

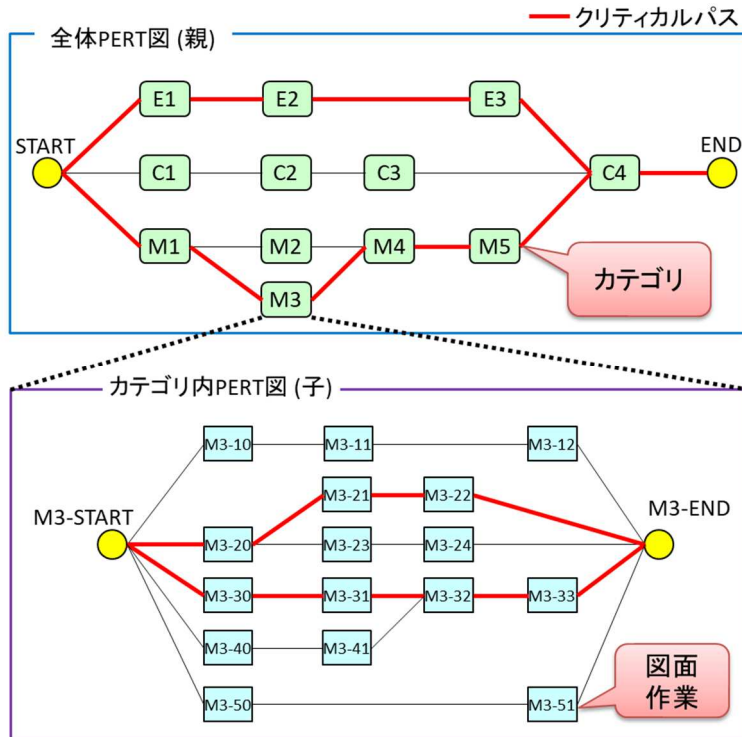


図 2-6 設計作業クリティカルパス (イメージ)

船番	図面作業番号 図面作業名	計画工数 実績工数	部署 担当者(社内)	外注先	実績働日数	開始予定日 最早開始日	終了予定日 最遅終了日	2023年 03月1週	2023年 03月2週	2023年 03月3週	2023年 03月4週	2023年 03月5週	2023年 04月1週	2023年 04月2週	2023年 04月3週
20230308173122	7	10.0	設計部*船殻 watanabe		1.2	2023/04/01	2023/04/04	予定						10.0	
	作業_01_01					2023/04/01	2023/04/12	実績							
20230308173122	8	25.0	設計部*船殻 tanaka		3.1	2023/04/01	2023/04/06	予定						25.0	
	作業_01_02					2023/04/01	2023/04/12	実績							
20230308173122	9	60.0	設計部*船殻 yamada		7.5	2023/04/01	2023/04/12	予定					40.0	20.0	
	作業_01_03					2023/04/01	2023/04/12	実績							
20230308173122	10	10.0	設計部*船殻 igarashi		2.5	2023/04/21	2023/04/25	予定							
	作業_02_01					2023/04/21	2023/04/25	実績							
20230308173122	11	20.0	設計部*船殻 watanabe		2.5	2023/04/13	2023/04/18	予定							16.0
	作業_02_02					2023/04/13	2023/04/18	実績							
20230308173122	12	37.5	設計部*船殻 tanaka		4.7	2023/04/18	2023/04/24	予定							
	作業_02_03					2023/04/18	2023/04/24	実績							
20230308173122	13	10.0	設計部*船殻 igarashi		2.5	2023/04/21	2023/04/25	予定							
	作業_03_01					2023/04/21	2023/05/19	実績							
20230308173122	14	40.0	設計部*船殻 yamada		5.0	2023/04/12	2023/04/19	予定							24.0
	作業_03_02					2023/04/12	2023/04/26	実績							
20230308173122	15	30.0	設計部*船殻		3.8	2023/04/12	2023/04/18	予定							24.0

図 2-7 作業負荷状況

【マスタ管理】

マスタ管理機能では、以下のデータをマスタとして登録することができる。各マスタは CSV ファイルでの取込が可能となっている。

- 所属マスタ
- 拠点マスタ
- ユーザーマスタ
- 外注先マスタ
- 船種マスタ
- 船級マスタ
- 船主マスタ
- 船籍マスタ
- 図面マスタ
- カレンダーマスタ



図 2-8 マスタ画面遷移

【システム設定】

システム設計機能では、業務開始時刻、業務終了時刻、休憩時間等の業務に関する設定やパスワード管理等が行えるものとなっている。

AI設計期間管理システム - システム設定画面

ログイン中: igarashi (0004) [パスワード変更](#) [ログアウト](#)

業務開始時刻 * 08:00

業務終了時刻 * 17:00

休憩時間(分/日) * 60

業務時間(分/日) 8.0

定休日 土曜日 日曜日

基準地点 (基準カランダ) [dropdown]

備考

パスワード規則 *
 半角英数 8文字以上16文字以下
 半角英数 16文字以上32文字以下
 半角英数記号 8文字以上16文字以下
 半角英数記号 16文字以上32文字以下

初期パスワード * password1234

パスワード有効日数 * 999

パスワード入力ミス上限度数 * 3

パスワード再利用制限 (数) * 3 ※過去の画面で利用したパスワードのうち再利用も停止とする数

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12

[] [] [] [編集] [] [] [] [] [] [] [] [] []

図 2-9 システム設定

3. AI 設計作業工数学習・予測アプリと教師データ作成

3.1 データ駆動型 AI とその役割

第三次 AI ブームで AI（以下、第三世代 AI という）に対する期待が大きくなっている。特に、大量のデータから機械的に特徴を抽出して、予測・分類する、深層ニューラルネットワークの活用が広がっている。実績データを活用して予測・分類するために活用する AI のことをデータ駆動型 AI という。

第三世代 AI は人間を超えた万能なレベルではない。第三世代 AI は、人間のように目的をたて、想像性をもって情報を収集し、計画、判断、推論を行えるレベルではない。限定した目的で利用するため、特化型 AI と呼ばれる。したがって、第三世代 AI は目的に応じて特化したツール（手段）であり、AI を使える人材/AI を使う人材が求められる。AI を使う人材は、第三世代 AI では何ができ、何ができないかを正しく理解する必要がある。その上で、AI を使う人材が、AI をどのように活用するか、そのためにどのようなデータを収集するかを計画しなければならない。図 3-1 に、AI を使う人材とデータ駆動型 AI の役割分担を示す。

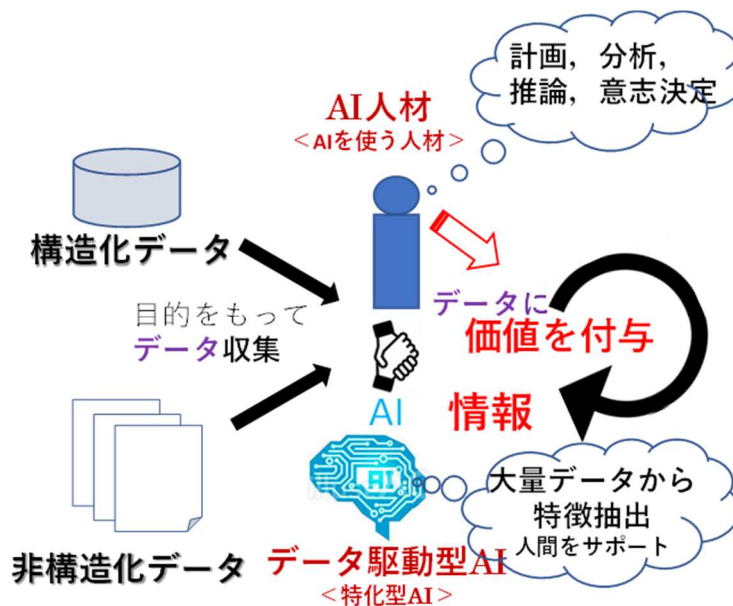


図 3-1 AI を使う人材とデータ駆動型 AI の役割

人間の<行動>には、経験的な側面、習慣的な側面がある。経験的な側面とは、ある程度同じような作業<行動>と見込まれる場合、過去の作業<行動>をベースに作業<行動>することである。また、習慣的な側面とは、作業<行動>が繰り返し行われることである。このような作業<行動>が繰返され、かつその痕跡がデータとして保存されていれば、そのデータから作業<行動>を一定レベルで予測できる。経験的であり、かつ、習慣的であるほど、統計的に評価できる。すなわち経験的で習慣的な作業<行動>は統計的に分析できたり、将来を統計的に予測できたりすることを意味する。

人間（あるいは集団）の行動は、ある程度同じような作業の繰返しになる傾向がある。毎回の行動が、厳密には異なっているとしても、おおよそ似た条件〈前提条件〉であれば、似た行動〈結果〉となる。この行動には、行動の属性、すなわち、行動にかかった時間等も含まれる。手足の動かし方など細かい動作は違っていても、行動の全般的傾向を把握できる時間のような属性値は、マクロな視点で見ると、統計的な傾向として説明できることを意味する。例えば、似た前提条件で作業を行う場合、納得できる範囲で作業時間が予測できる。また、このような作業時間をベースに計画を立てることも多い。つまり、統計・確率的に処理できる。また、その対象モデルの規模が大きくなるにつれて、結果属性は正規分布に近づいていく。

統計学も機械学習（特化型 AI）も、データとデータ間の最もあてはまりのよい数学的な関係性を推定している。そのため、機械学習（特化型 AI）は、分類・予測できる統計ツールともいえる。第三世代 AI が人間の習慣的行動を予測できるのは、行動（データ）の中に相関が見られる場合、そこから統計的パターン（特徴）を抽出できるからである。このように観測されるデータに相関が見られれば、計算によって予測することができる。ただし、第三世代 AI は、一般的な統計ツールよりも、よりあてはまりの良い数学的な関係性を推定できる機能を持っているために、活用の範囲が広い。

このように、第三世代 AI が行動（データ）の中に相関を見つけるにも、データを AI に与えてやらなければならない。どのようなデータを集めれば、データの中に相関が見られるか、現時点においては、人間の経験に依るところが大きい。

図 3-2 は、AI を使う人材に求められる力を模式化したものである。例えば、どのようなデータを収集するか、収集したデータの統計処理、分析的な素養、情報処理、人工知能などの情報科学系の知恵を理解し、使う力、すなわちデータサイエンス力を保有する人材が求められる。業務上の課題をデータ駆動のアプローチで分析すること、そのために統計解析ツールを扱うことが必要になることもある。分析に必要なデータ収集・加工技術を保有し、モデルの精度を追求しモデルをベストな状態に管理することなども求められる。その他、課題背景を理解した上で、ビジネス課題を整理し、解決する力、すなわちビジネス力が求められる人材も社内では必要である。さらに、データサイエンスを意味ある形に使えるようにし、実装、運用できるようにする力、すなわちデータエンジニアリング力も求められる。

企業の日々の事業活動で発生するデータは、多様化・大量化の一途をたどっている。統計や AI（機械学習）を活用してデータを分析し、その結果から業務改善など新しい価値を生み出すには、データの状況及びドメインの知識が必要である。

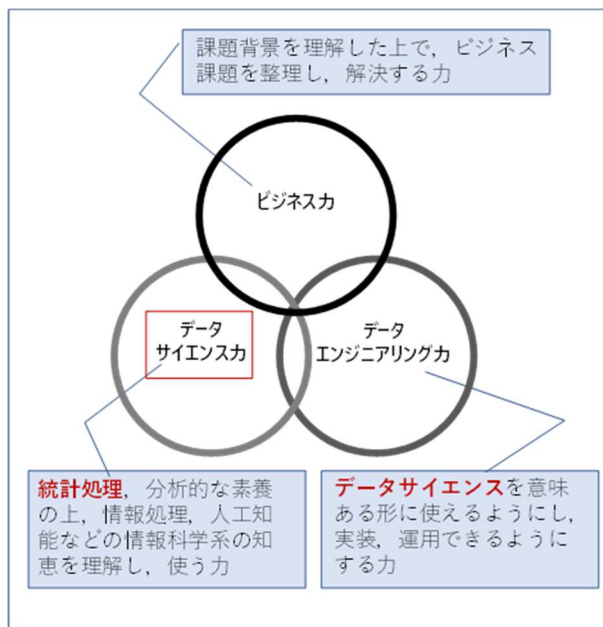


図 3-2 AI を使う人材に求められる力

3.2 設計作業工数の予測

データ駆動型 AI で学習・予測させる対象は、設計作業に対応する設計工数である。教師データを用意するにあたって、各社が保有している作業日報システムの記録（データ）を活用した。

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）モデルとした。多層パーセプトロンタイプのニューラルネットワークは、予測を行うような回帰問題や判別を行うような分類問題に使用される。このニューラルネットワーク（図 3-3）は、順伝播（入力ユニットから出力ユニット）に信号が流れる時は、予測・推論を行い、学習を行う時は、逆伝播（出力ユニットから入力ユニット）に信号が流れ、教師データと予測結果の誤差が小さくなるように計算が進行する。

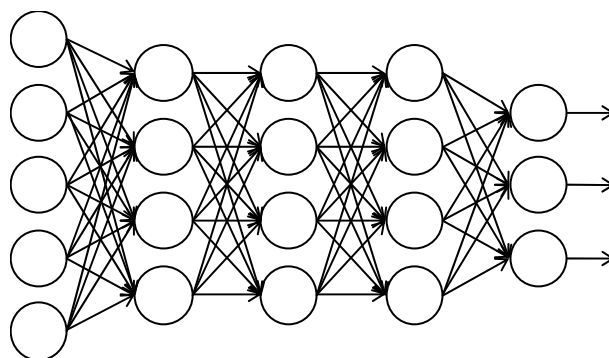


図 3-3 多層パーセプトロンタイプのニューラルネットワーク

3.3 AI 設計作業工数学習・予測アプリ

AI 設計作業工数学習・予測アプリ（以下、NN_DMH）について説明する。図 3-4 は、アプリを起動した画面である

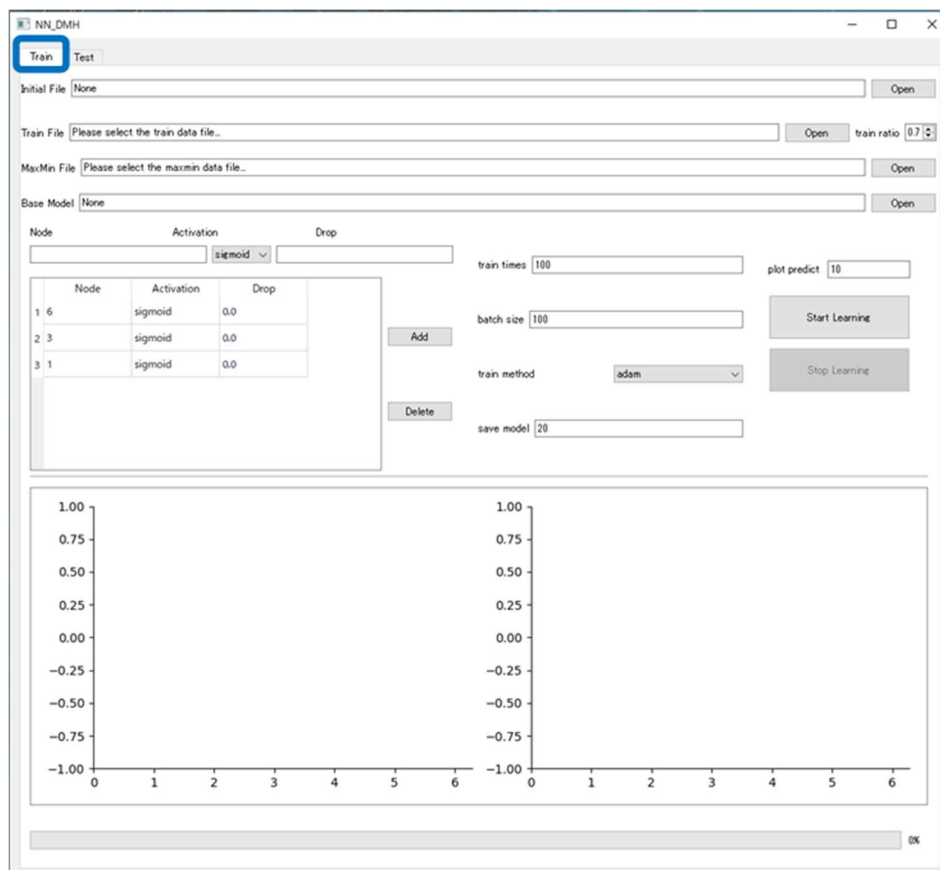


図 3-4 NN_DMH 起動画面

本アプリでの計算は、学習モード（Train モード）とテストモード（Test モード）で行う。図 3-5 に示すように、画面左上のタブでモードを切り替える。

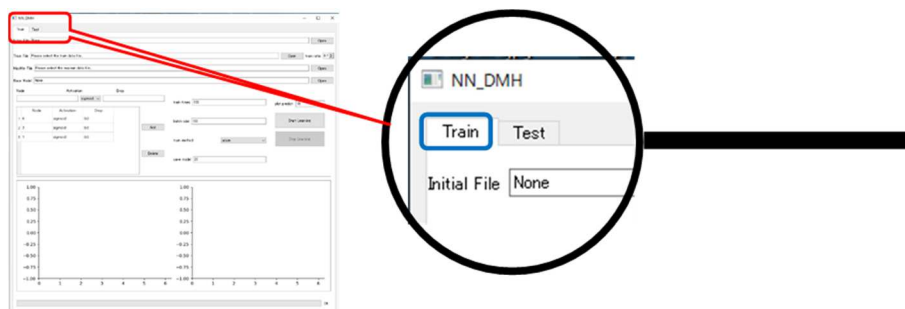


図 3-5 NN_DMH 計算モード

学習モードとは、学習に必要な各種データの保存先を指定し、アプリに学習させるモードである。

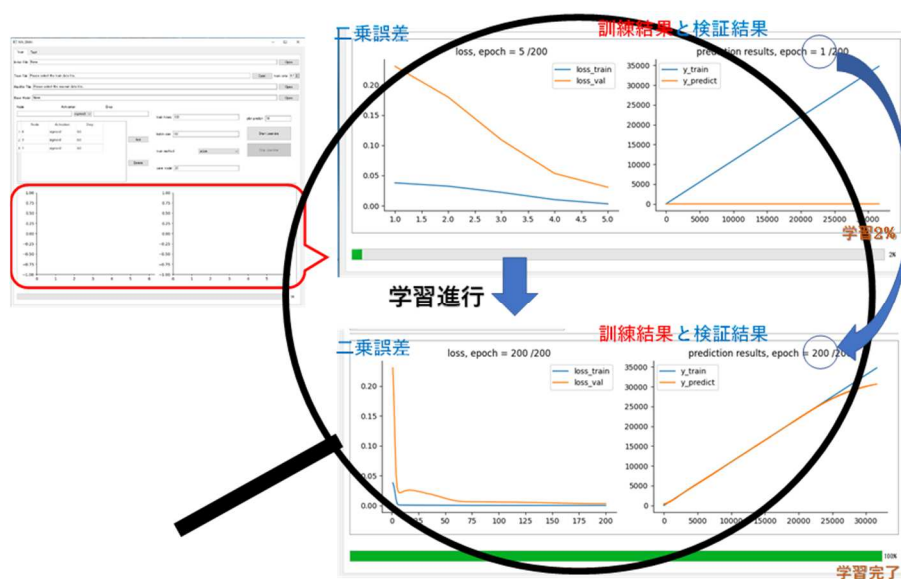


図 3-6 学習中画面

テストモードでは、学習モードで学習させた AI モデルに対して予測（テスト）するものである。予測計算の途中では、図 3-7 に示すように設定した全てのモデルを順番に計算実行する。

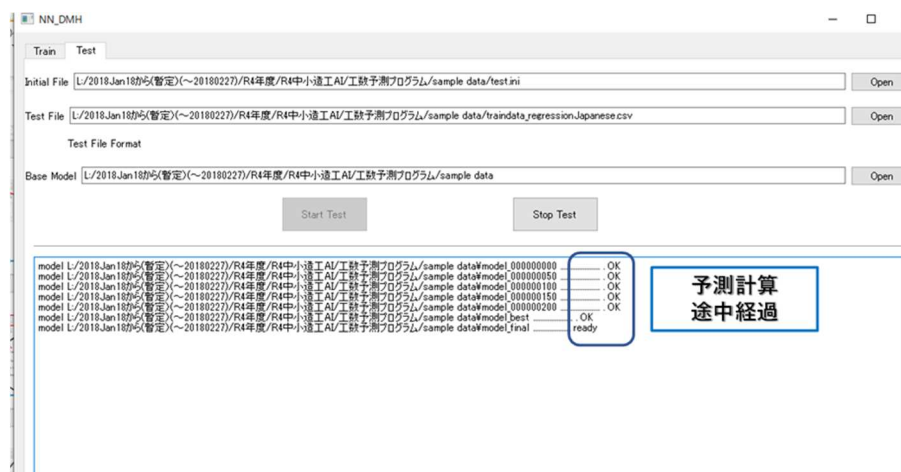


図 3-7 予測（テスト）中画面

3.4 教師データ作成

教師データ作成の流れを図 3-7 に示す。日報データから予測対象となる項目に対して作業工数を集計し、データ整形（クレンジング）を実施する。データのクレンジングを行うために箱ひげ図を作成して、外れ値を求めた。図 3-8 内に赤丸で囲んだデータが外れ値である。これはエクセル機能を利用して自動的に求めている。外れ値をデータから削除するか否かは、人間が判断する必要がある。

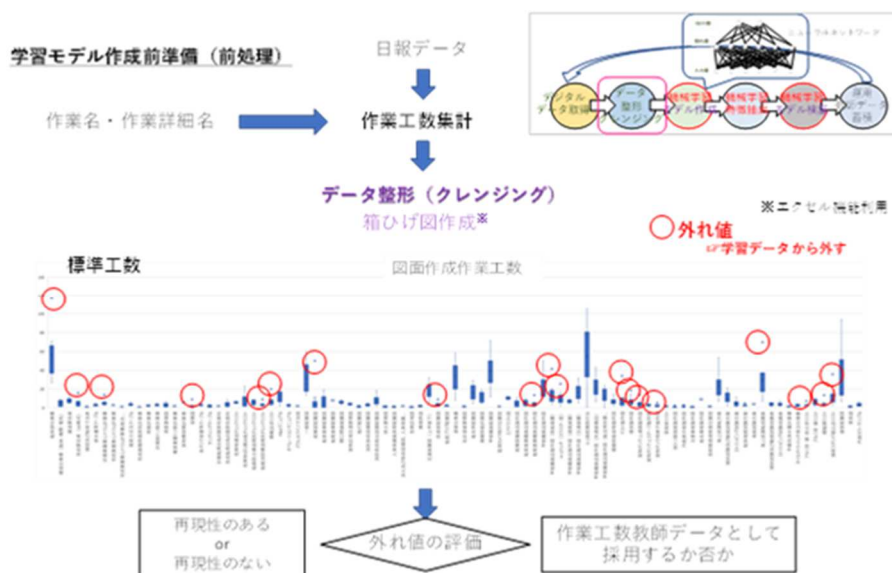


図 3-8 教師データ作成の流れ

4. 設計期間短縮手法

4.1 設計工程フロー

本事業では、納期遅れをなくすために、作業工程（作業の流れ）を計画段階で可視化し、作業担当者の負荷を考慮しながら、実現可能でより全体最適化を図った日程計画が立てられるシステムを目指した。

造船設計では膨大な数の設計図面作成作業があることから、ある程度まとまった作業をカテゴリとして表現した。そのイメージを図 4-1 に示す。そして、場合によってはカテゴリ単位でマイルストーンを設定した。これは、現実的には 1 隻の日程計画だけでは十分ではなく、事業所全体の大日程から制約に影響を受けるためである。

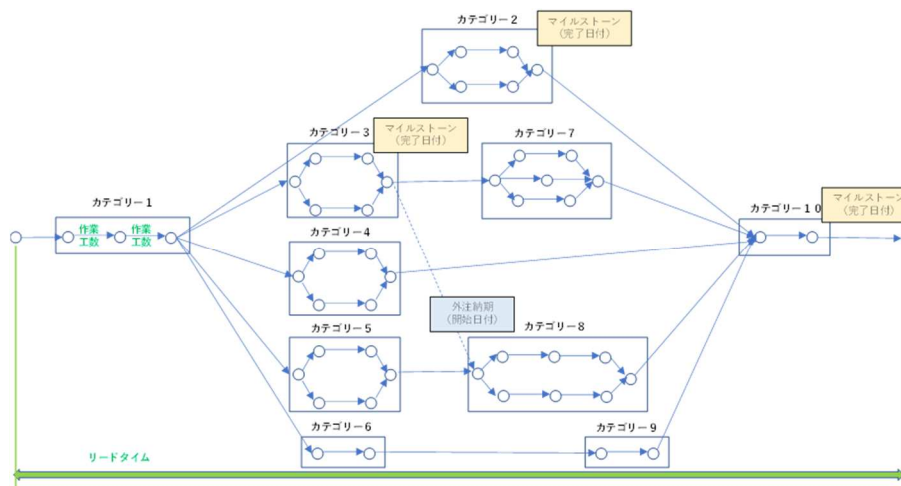


図 4-1 設計工程フローのイメージ

4.2 設計期間短縮手法

設計期間を短縮する手法はいくつもある。設計期間の短縮化を検討する場合、一般的には「時間」と「コスト」の間に存在するトレードオフの関係を考慮しなければならない。設計期間を短縮するための方法を以下に挙げる。

(1) 連続的な工程の依存関係を並列的なものに変更する

工程の依存関係が、先行作業が終了してから後続作業を開始すると、全体工程としては、先行作業の時間と後続作業の時間の両方を合わせた期間が必要になる。そこで、工程計画のなかで、工程の依存関係を精査して、必ずしも先行作業が完了してからでなくても後続作業を開始できるものがあるかを検討する。

(2) 長期間の工程を短期間の工程に分解し同時に実行する

長期間の工程が存在する場合、さらに短い期間のタスクに分割することを検討する。短い期間の工程に分割した後、それぞれを別のリソース（担当者）に割り当てるなど、同時並行で作業を実行できるか否かを検討し、可能であれば実行する。

(3) 工程の工数（計画値）を削減する

工程の工数（計画値）そのものを再度検討する。当初の工数（計画値）が実際の工数より大きくなっているようなことがあれば、可能な限り削減する等、合理的に見直すことが必要である。本システムでは、工程の工数（計画値）を、データ駆動型 AI を用いて予測（計画）していく。運用初期においては予測工数のばらつきが大きくなることも考えられるが、データの蓄積に伴ってばらつきが小さくなり、合理的な工数（計画値）に近付いていくことが期待される。

(4) 工程にリソース（担当者）を追加する

各工程に割り当てるリソース（担当者）を追加することで期間を短縮することができる。すなわち、1つの工程を同時並列的に進めることができる。

(5) 作業を外注する

作業を外注する（スコープを縮小する）ことで、リソース（担当者）にかかる負担を減らす。

(6) 全体最適化となるように可視化シミュレーションする

組織ごとに最適化する工程管理を、組織を横断した工程管理に変更する。そのため、各タスク（各船舶の設計）管理を全タスク（全船舶の設計）管理に拡張すべく、工程短縮を目的とした可視化シミュレーションを実施する。

(7) 作業を自動化（効率化）する

各工程のタスク処理を自動化する（新しいシステムを導入する）ことで、期間の短縮化を図る。それによりクリティカルパスに変化が現れ、結果として作業開始から作業終了までの設計期間が短縮されることになる。特定の作業について自動化することは可能であるが、多岐にわたった設計業務全体（例えば、新たな CAD システムを導入するなど）を自動化するのは、経営判断を伴うなど課題も多い。設計データ、仕様書、部品データ、現場における指示書、建造実績情報、取引先情報などの設計・建造情報を一元管理するシステムである PLM(Product Lifecycle Management)システムの導入により、フロントローディングを実現することも期間を短縮化させる方法の一つと考えられる。

4.3 設計期間短縮に向けた検討

4.2 で述べた設計期間短縮手法のうち、次の 3 手法による設計期間短縮を事業参加会社のデータを基に AI 設計期間管理システムにてシミュレーションし、検討した。

- (1) 連続的な工程の依存関係を並列的なものに変更する
- (4) 工程にリソース（担当者）を追加する
- (5) 作業を外注する

- (1) 連続的な工程の依存関係を並列的なものに変更する

後続の作業を二つに分割して，作業 1 が終了するのを待たずに先行して作業を行うようにした．分割後の作業名は，先行して行う作業を作業 2（Preliminary）とした．作業 1 が終了したのを受けて完了させる作業を作業 2（Final）とした．なお，変更前の作業 2 の工数は 39.5 時間とし，変更後の作業 2（Preliminary）の工数は 39.0 時間，作業 2（Final）の工数は最終確認のみの簡単な作業とし 0.5 時間と分割した．作業 2（Preliminary）を開始するタイミングは，作業 1 の開始タイミングに合わせた．これは，異船主同型船ですでに作業 2 の図面があり，これを基に作成することを仮定した．作業 1 が終了するのを待たずに作業 2 を開始できると仮定している．

シミュレーションの結果，変更前の全作業を対象とした設計期間は 43 日であったのに対し，変更後の全作業を対象とした設計期間は 36 日となり，期間が短縮した．

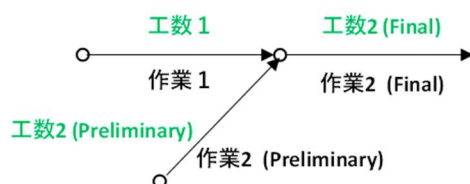


図 4-2 連続的な工程を並列的なものに変更（変更後）

- (4) 工程にリソース（担当者）を追加する

作業 1 を 2 名で分担した．変更前の作業 1 の工数を 39.5 時間とした．変更後の作業 1 を作業 1-1 と作業 1-2 と作業名を変更した．それぞれの工数を 20.0 時間と 19.5 時間とした．これは，設計者 A が他の作業に時間を割かざるを得ず，設計者 B が作業を分担すると仮定している．

シミュレーションの結果，変更前の全作業を対象とした設計期間は 43 日であったのに対し，変更後の全作業を対象とした設計期間は 41 日となり，期間が短縮した．

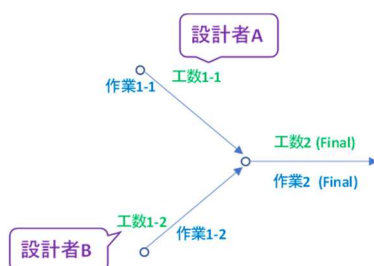


図 4-3 作業工程リソース（担当者）を追加（変更後）

(5) 作業を外注する

カテゴリー内の複数作業の内、一部（作業 1）を外注した。ここでは、作業 1 の変更後工数をゼロとした。これは、現在でも多用されているように、外注を仮定したシミュレーションである。

シミュレーションの結果、変更前の全作業を対象とした設計期間は、43 日であったのに対し、変更後の全作業を対象とした設計期間は 39 日となり、期間が短縮した。

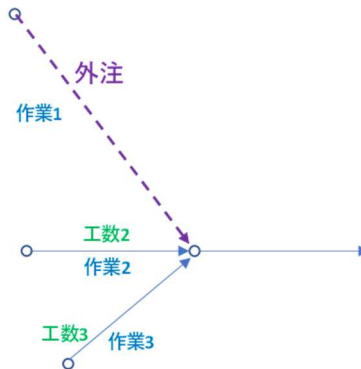


図 4-4 作業を外注する（変更後）

以上の 3 手法によるシミュレーションの結果、43 日であった設計期間を 30 日に短縮され、短縮率が約 30.2%となった。本事業では、本手法により設計期間を 30%以上短縮することを目標としており、目標を達成することができた。

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だ。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設計期間管理システムを完成させた。
- ・ AI設計作業工数学習・予測アプリの操作方法や教師データ作成の講習を行った。

また、本事業参加会社の事業開始前と開始後の日報を比較すると、事業開始後の日報は、図面作成作業（青）と改正作業（橙）が増え、作業不明（灰色）が減少したことが確認できた。本事業を通じてデータドリブンの重要性が認識されたものと思われる。また、継続して日報データを取り続けることにより、教師データの基となるデータが蓄積され、学習モデルがより精度の良いものになることを期待する。

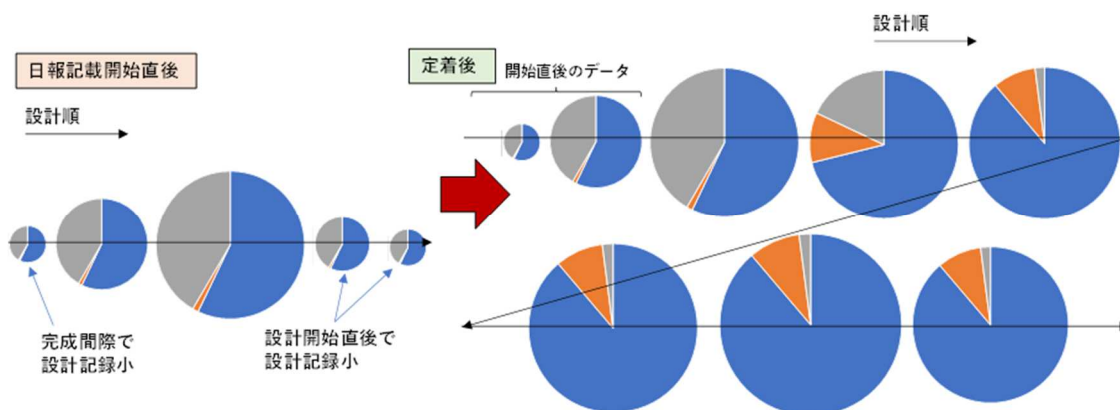


図5 設計作業工数の推移（イメージ）

以上

この報告書はポータルレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。
この報告書を複製すること、第三者へ貸与することを禁止します。

2022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

2023年（令和5年）3月発行

一般社団法人 日本中小型造船工業会 技術部

〒100-0013

東京都千代田区霞が関 3-8-1

虎ノ門三井ビルディング 10階

TEL : 03-3502-2062