

BARI-SHIP 2025
IMABARI MARITIME FAIR



海上技術安全研究所セミナー



デジタルシップヤードの実現に向けて～ 仮想建造シミュレーションとデータ駆動型造船

令和7年5月22日

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
構造・産業システム系/DXPT 谷口 智之



BARI-SHIP
IMABARI MARITIME FAIR

デジタルシップヤードの目標と挑戦

船殻組立工程の建造シミュレーション

艀装品の取付シミュレーション

MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型造船DX

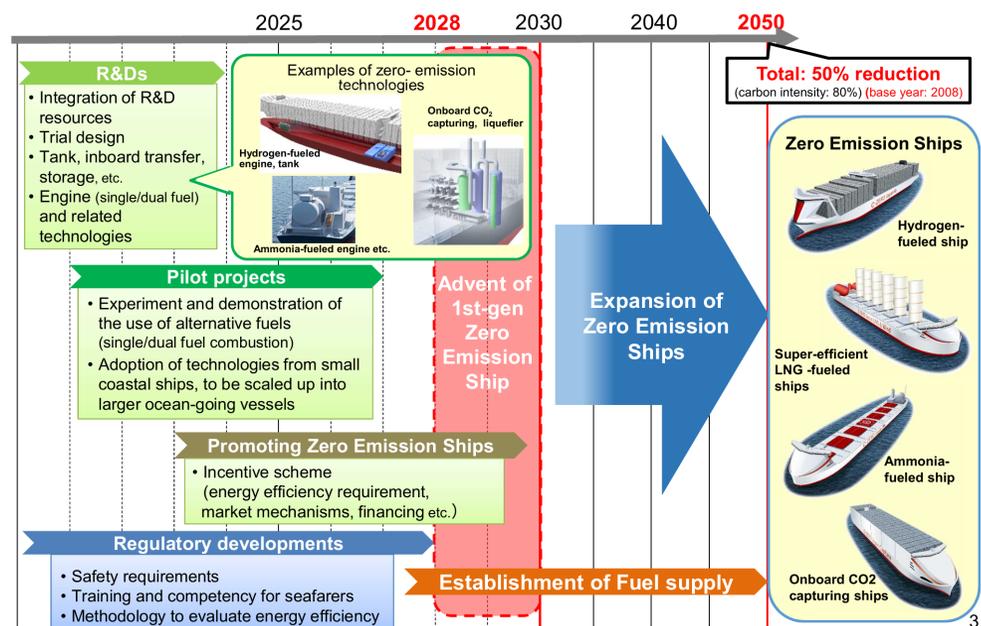
まとめ

デジタルシップヤードの目標と挑戦

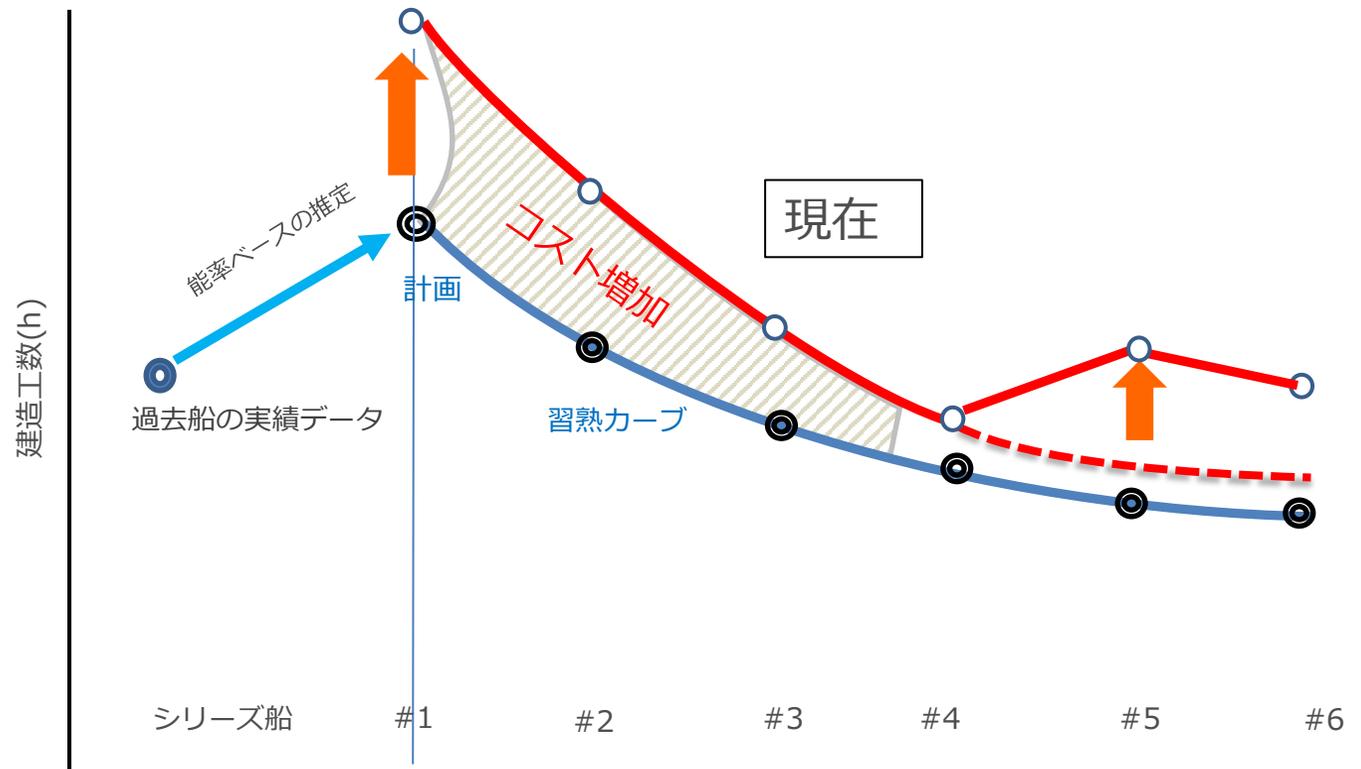


製品の複雑化、より効率的な製品開発と製造へ

- 代替燃料、ゼロエミッション、自律運航など
- 要求や仕様変更に対応
- 設計対応だけでなく、それを効率よく建造すること

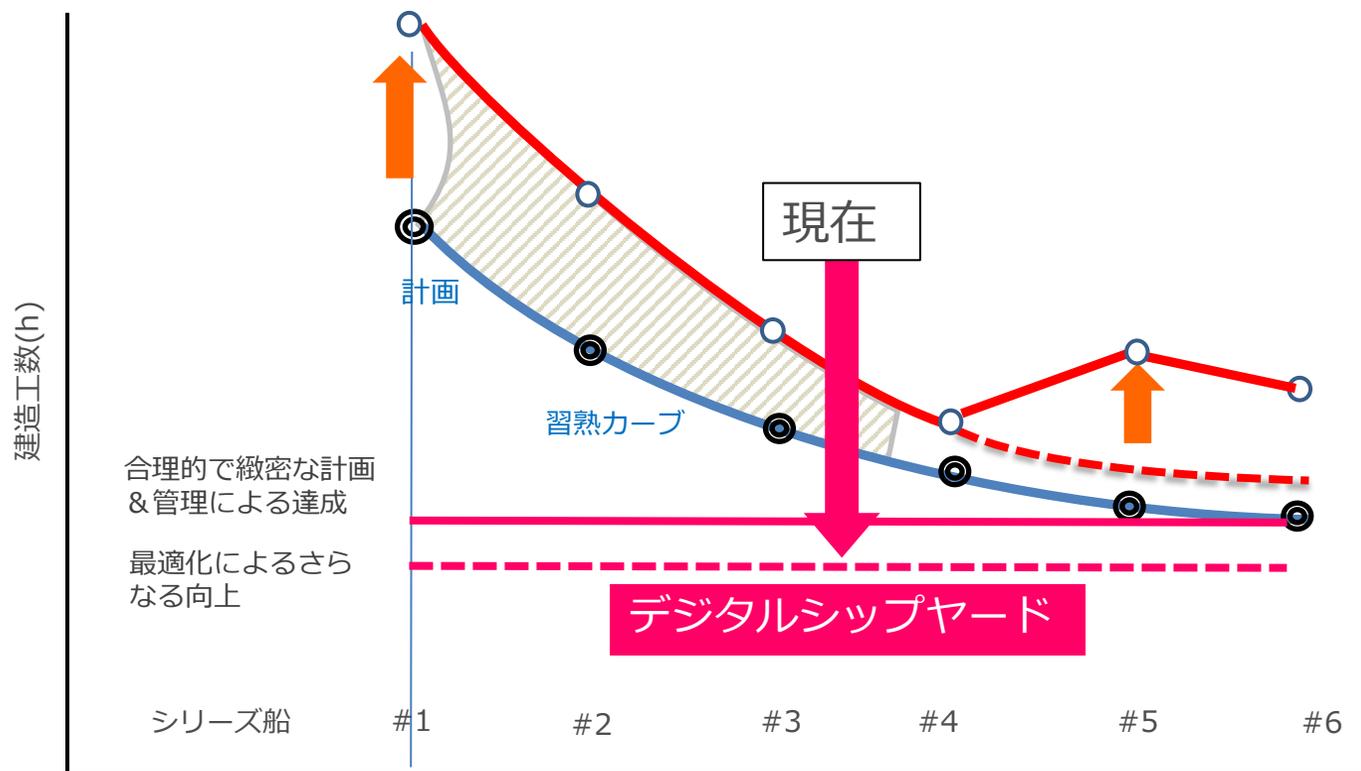


造船所の抱える課題



- 新船の建造コストが悪化しやすい
- 設計ミスによる現場の手戻り
- 建造船のデータが揃わない、整理されていない、手間がかかる。
- 品質問題による工程の乱れ
- ベテランが臨機応変に依存

デジタルシップヤード：
すべてが数値表現され、すべて数値計画され、すべてが計画通りに完結する



事前に合理的で緻密な計画を立てる。

- ⇒ 建造シミュレーション技術
- ⇒ 配管取付シミュレーション

製造・工程情報のデジタル化

- ⇒ MBOM・BOPの作成・自動生成

(PLM等によるデータマネジメント)
(品質デジタル化)

試作が困難であるため、バーチャル
エンジニアリングの重要性が高い

デジタルシップヤードの目標と挑戦

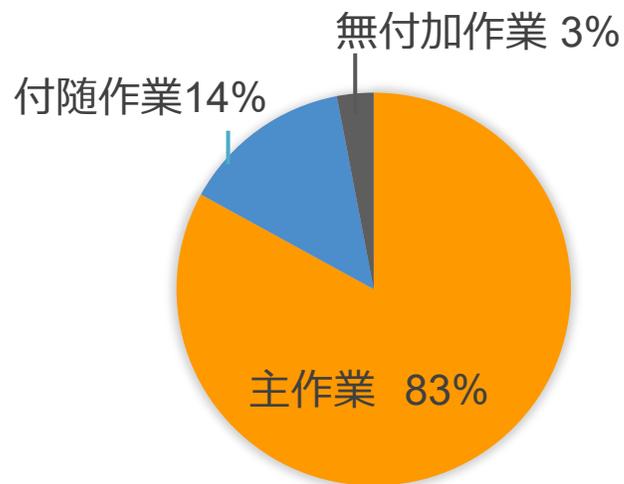
船殻組立工程の建造シミュレーション

艀装品の取付シミュレーション

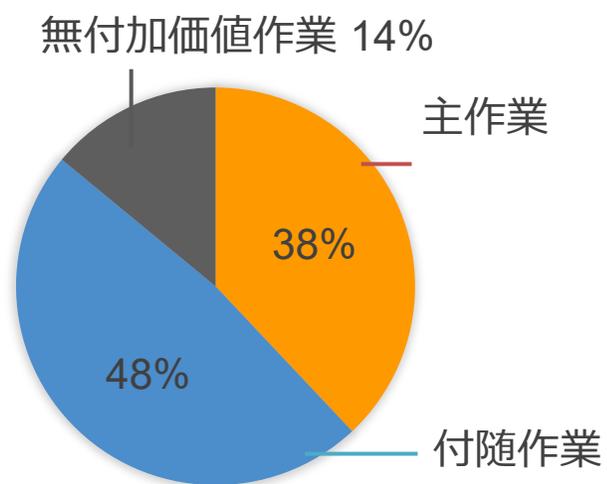
MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型造船DX

まとめ

自動車



造船

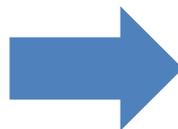


空間的な制約



造船業の作業の特徴

- 付随作業が主作業よりも多い
- 作業者が同一製品に同時に集まって作業を行う。
- 空間的な制約がある



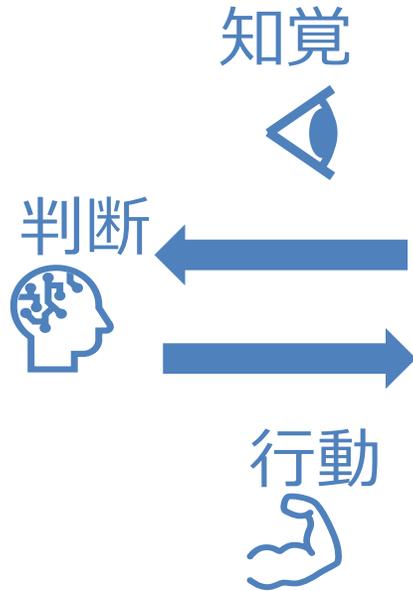
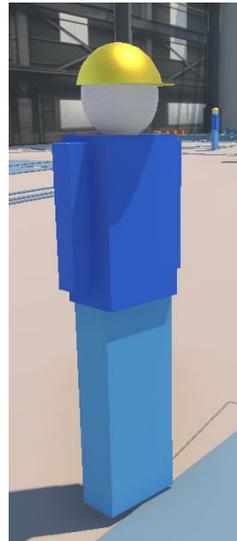
合理的なシミュレーションのためには

- 付随作業まで緻密にモデル化
- 複数作業者をマルチエージェントで数値的に表現
- エージェントが空間的な制約を考慮して動く。

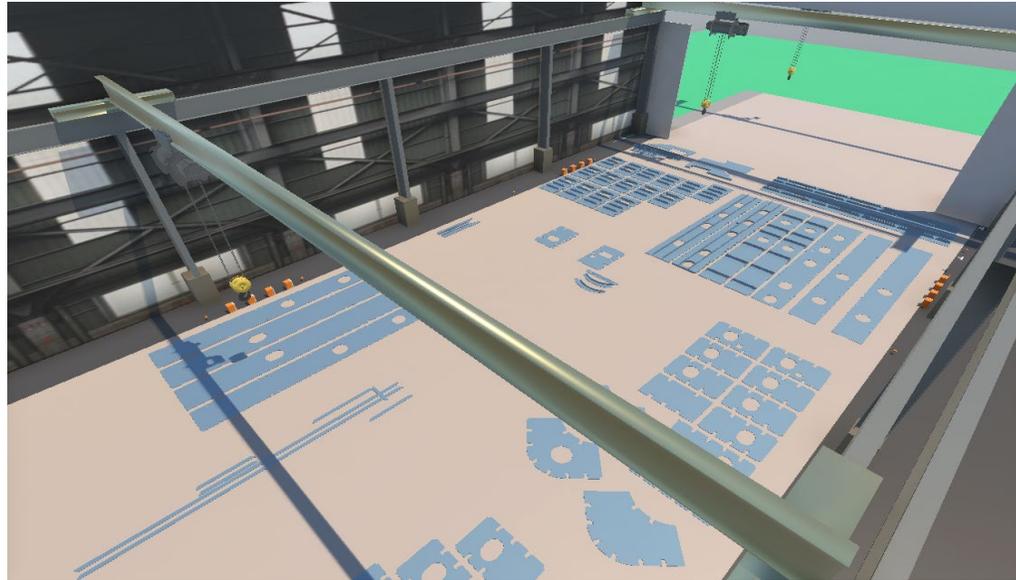
マルチエージェントに基づく建造シミュレータ



作業者(エージェント)



バーチャル工場(環境)



BOM
BOE
BOP

BOM(Bill of Materials) ⇒ 設計・製造部品表

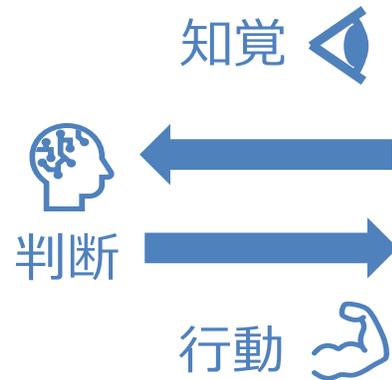
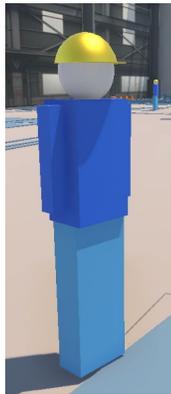
BOE(Bill of Equipment) ⇒ 設備情報

BOP(Bill of Process) ⇒ 製造プロセス情報

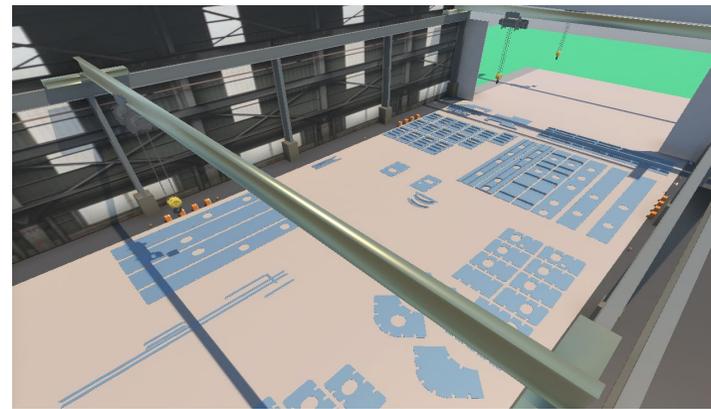
マルチエージェントに基づく建造シミュレータ



作業者(エージェント)

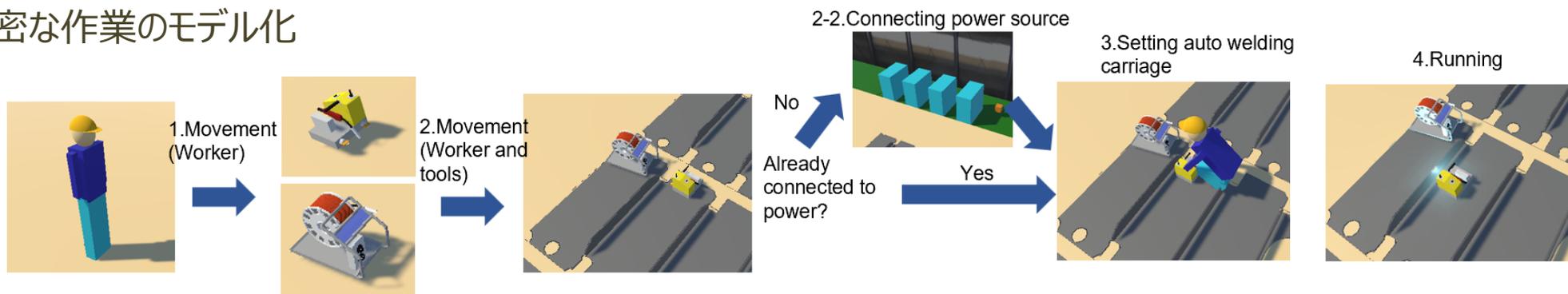


バーチャル工場(環境)



BOM
BOE
BOP

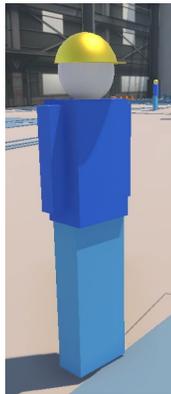
緻密な作業のモデル化



マルチエージェントに基づく建造シミュレータ



作業者(エージェント)



判断

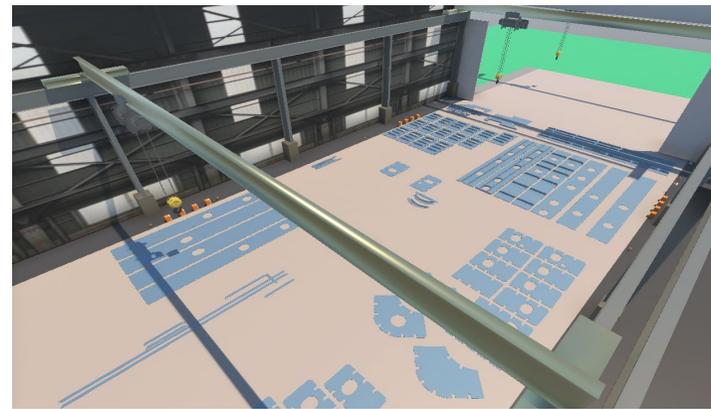


知覚 



行動 

バーチャル工場(環境)



BOM

BOE

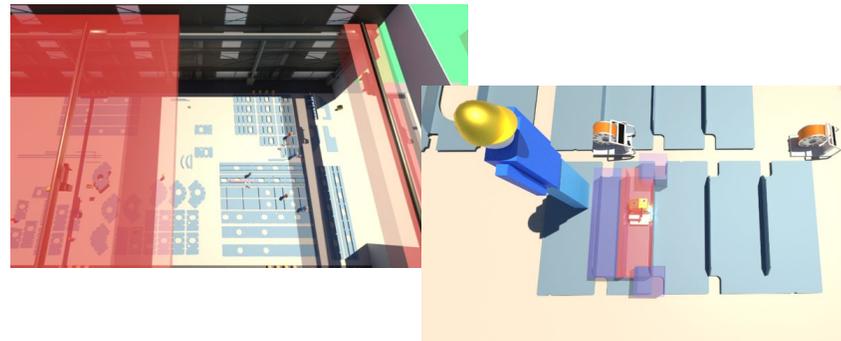
BOP



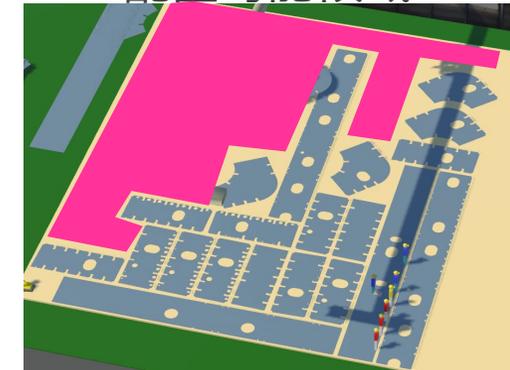
歩行可能な3D経路



クレーン同士、台車同士の干渉



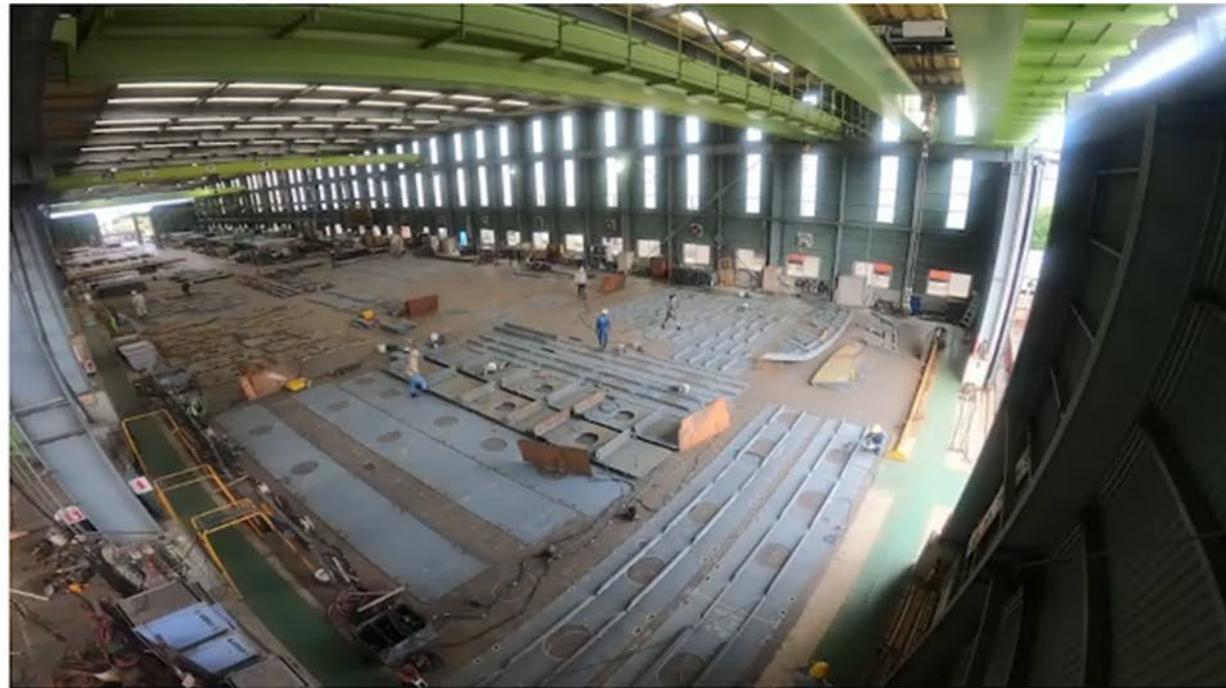
配置可能領域



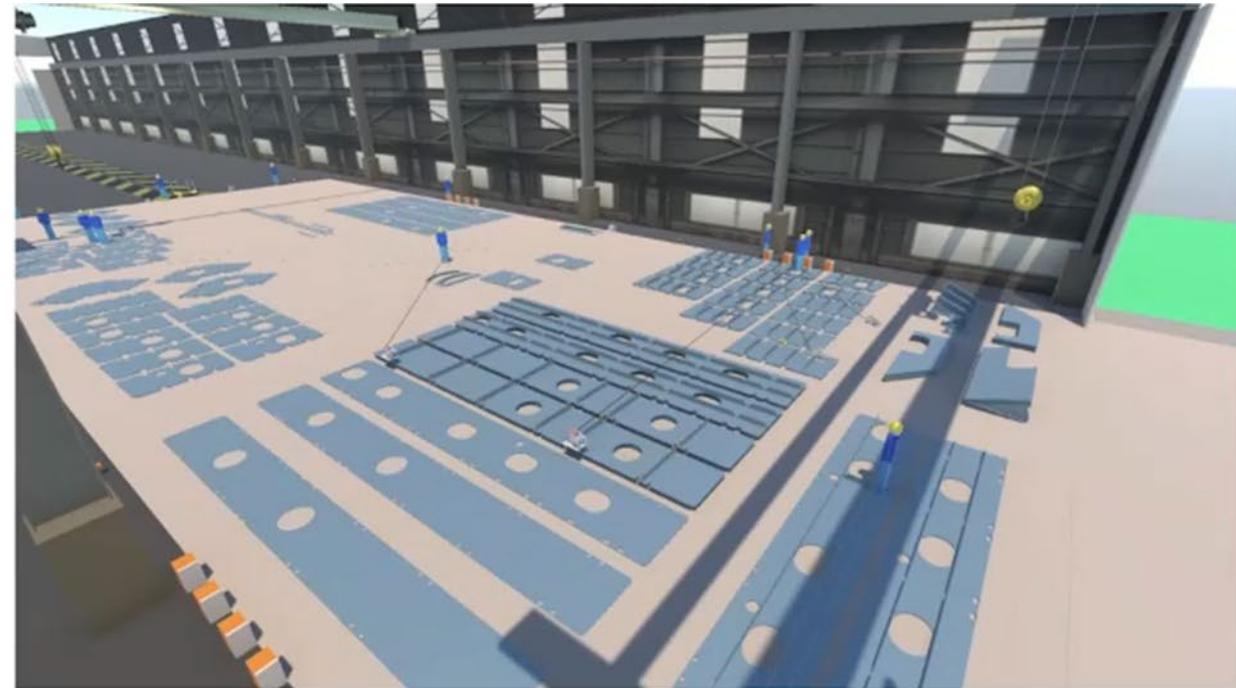
建造シミュレータの計算結果



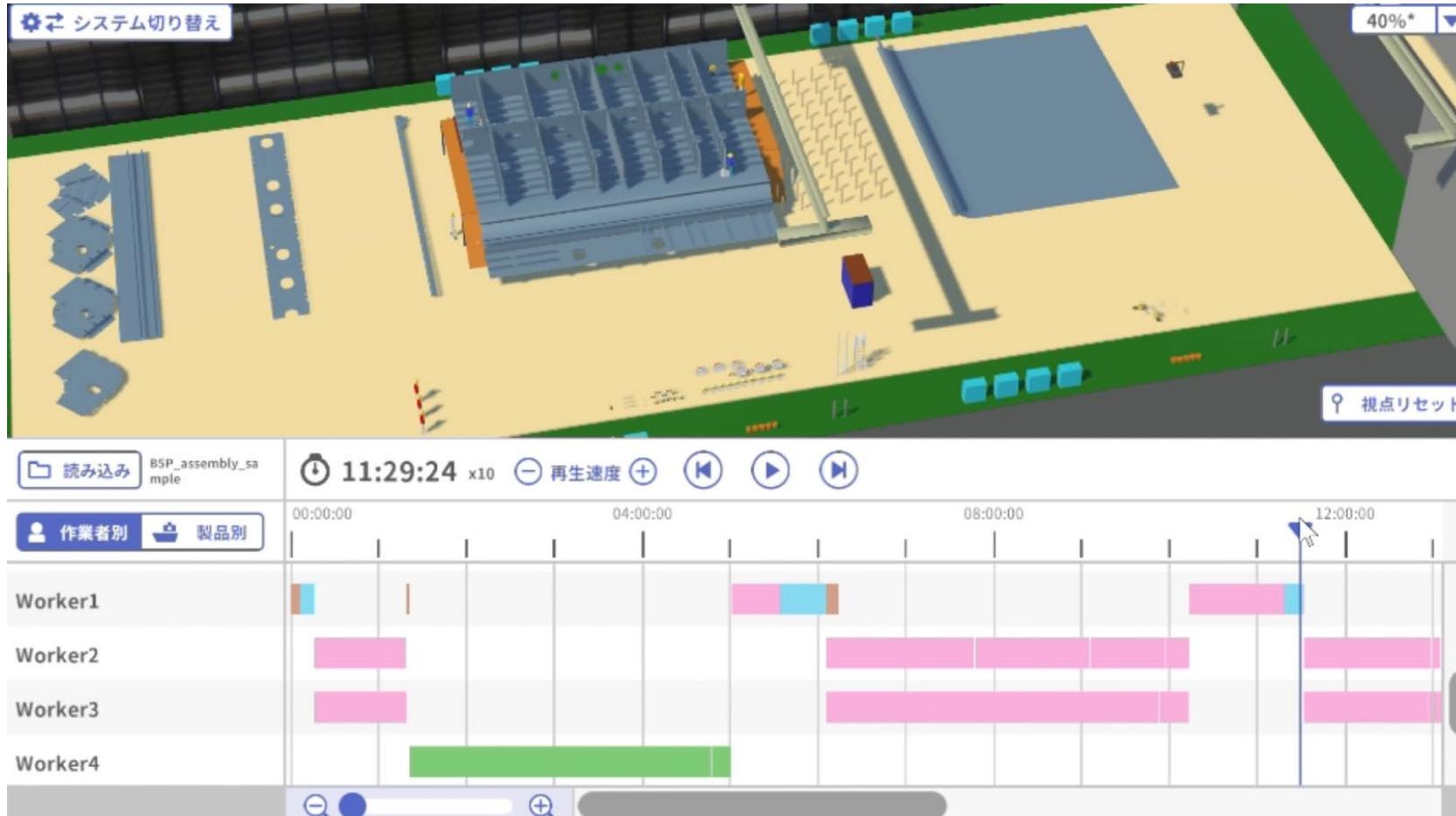
実作業状況



シミュレーション



建造シミュレータの計算結果



- ・新設計でも緻密な工数を見積り。
- ・付随作業を含めた最適な作業手順の検討など

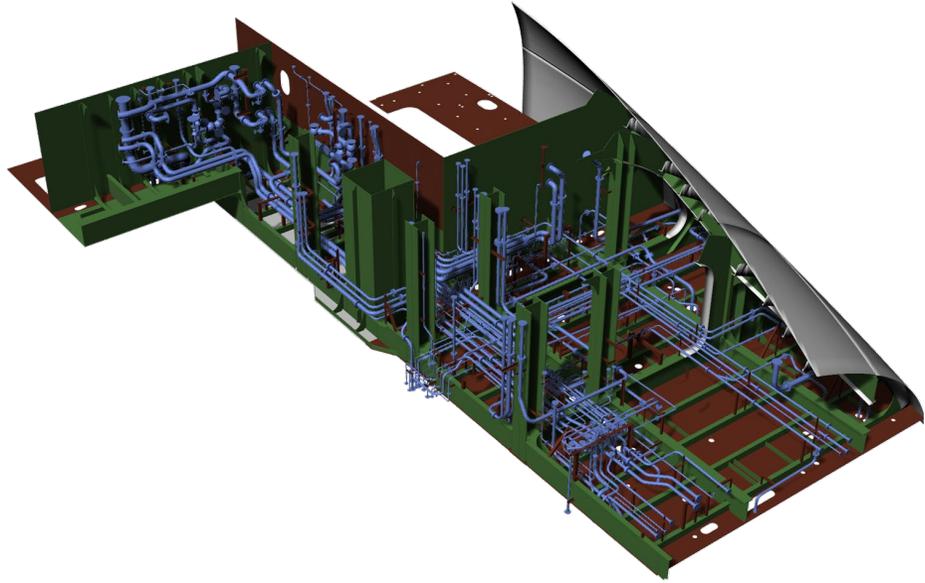
デジタルシップヤードの目標と挑戦

船殻組立工程の建造シミュレーション

艀装品の取付シミュレーション

MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型造船DX

まとめ



代替燃料船など艤装品が増える傾向に。

事前に合理的で緻密な計画を立てたいが、

- 艤装品は点数が多く、正しく作成することは大変
- 干渉を正確に考慮しないと正しい手順は得られない。

順番によっては入りにくくなる、干渉して入らない。

現場の臨機応変に大きく依存する。

合理的なシミュレーションのためには

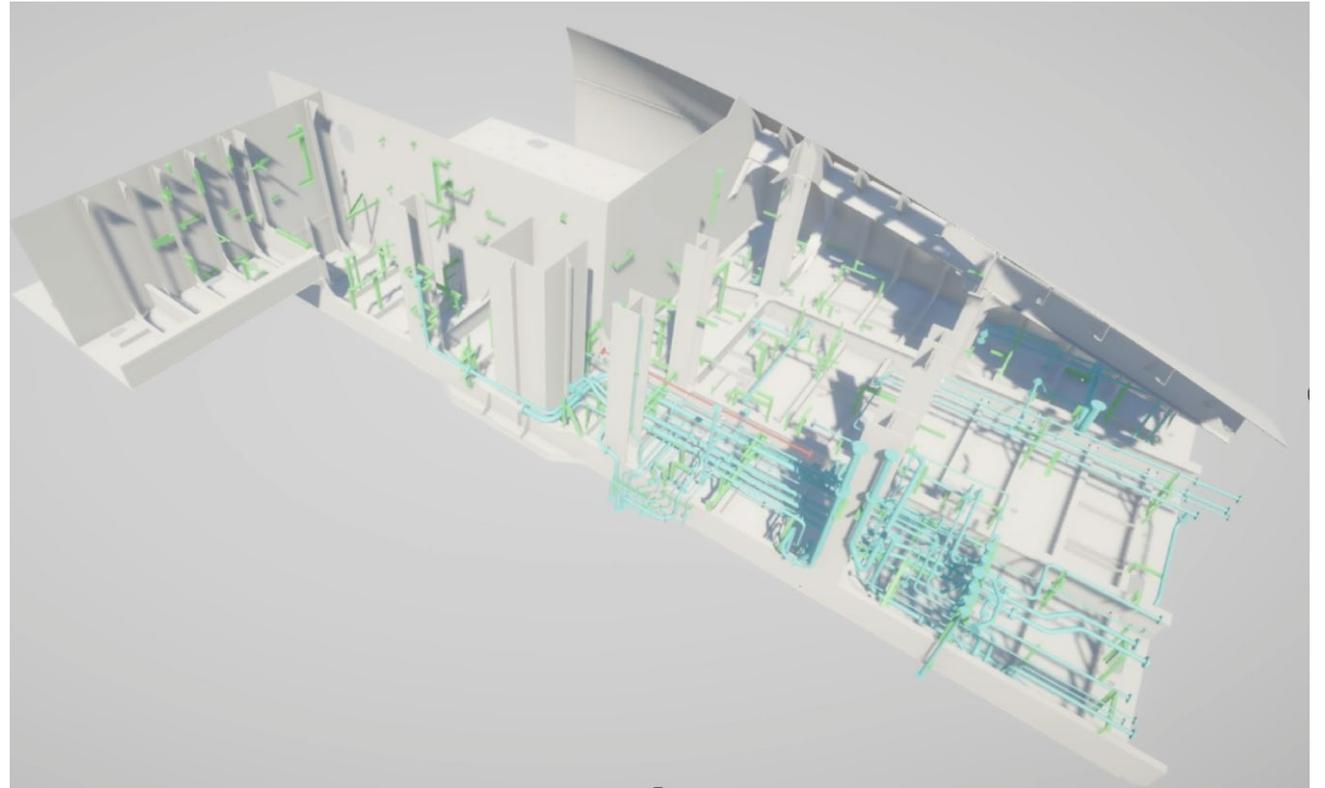
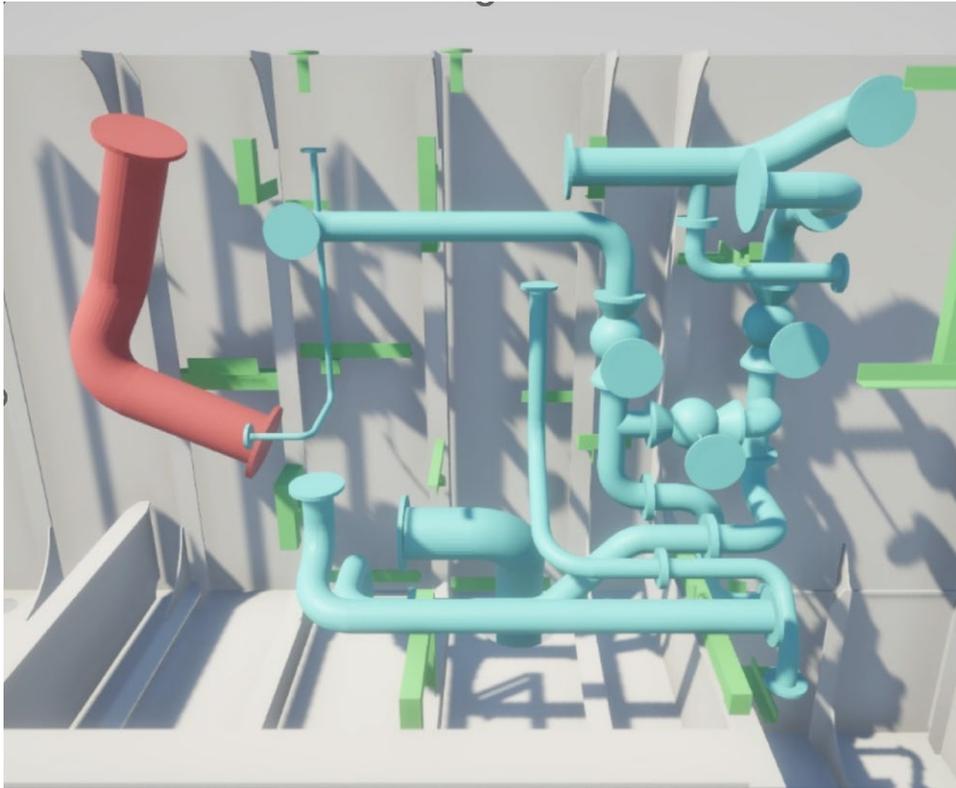
干渉が無いパス 干渉なく、無理なく組立てることができる。

部品の自立性 サポートで支えられている。組立途中で宙に浮いていない。

作業効率 移動経路の最小化、あちこち移動しなくて済むように。

計算効率 計算結果を得るまでにかかる時間、長すぎない。

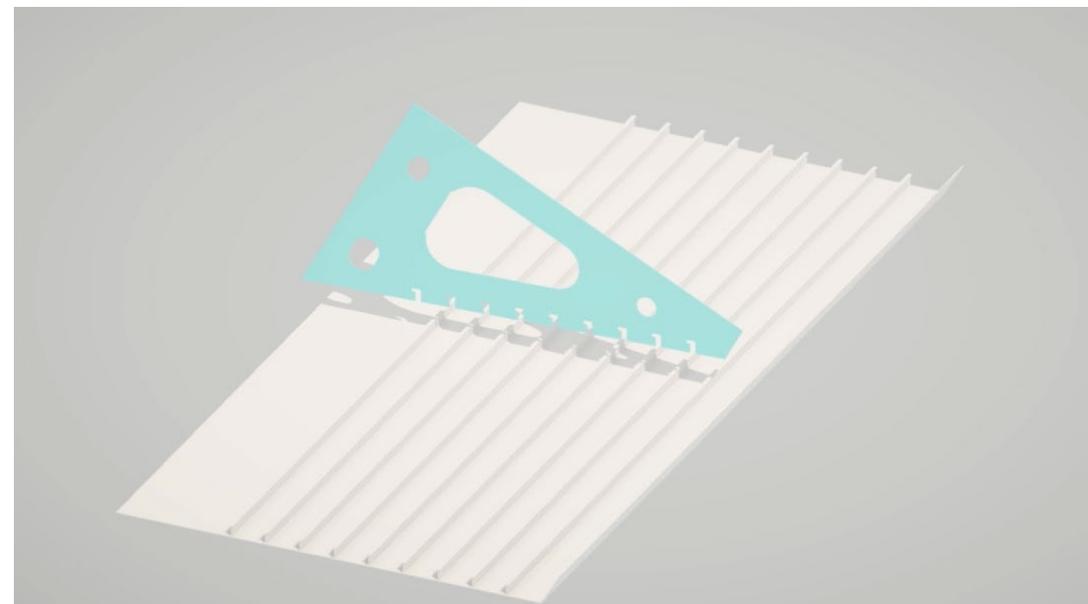
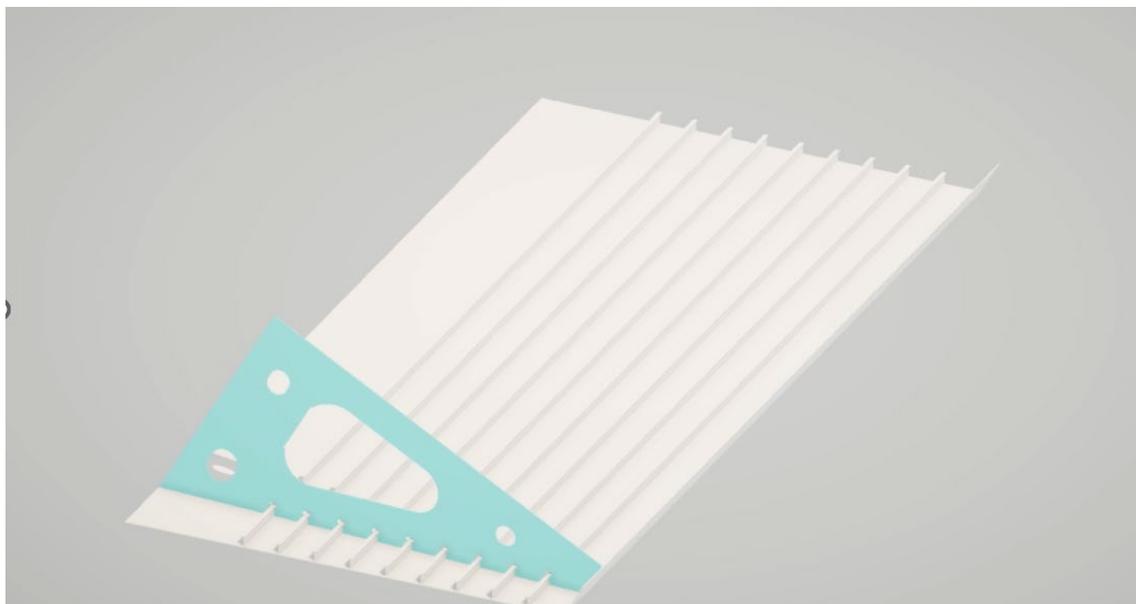
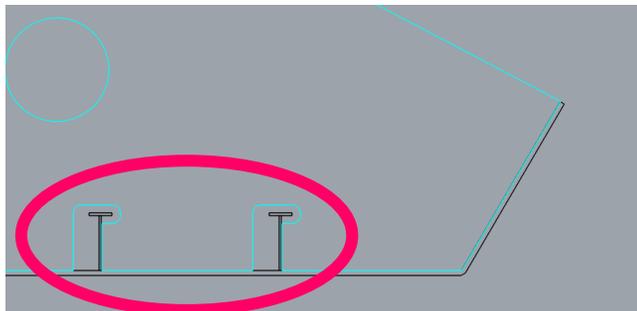
艙装品の取付シミュレーション



計算時間：1時間以内

- 設計CADから形状と簡単な属性情報を渡せば計算が可能。
- 干渉を考慮した取付シミュレーションと取付手順を自動生成。
- 設計段階で事前に生産性を評価可能に

船殻部品の取付シミュレーション



船殻の形状の違いを緻密に考慮、組立手順全体への影響も評価可能。

デジタルシップヤードの目標と挑戦

船殻組立工程の建造シミュレーション

艀装品の取付シミュレーション

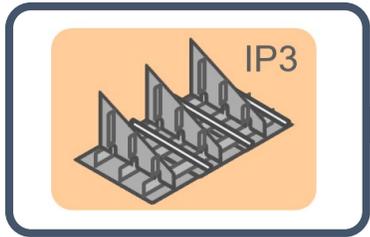
MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型造船DX

まとめ

MBOM・BOPのデータ駆動型造船DX



E-BOM : 設計部品表

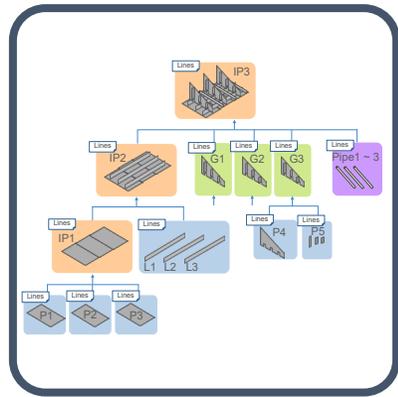


BOE : 設備情報



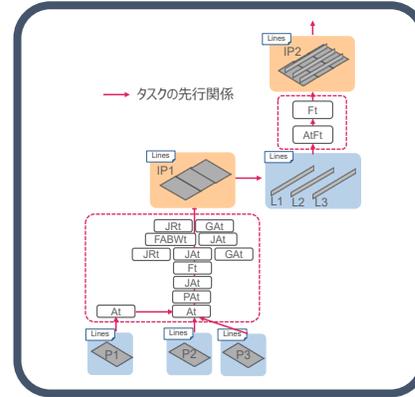
限定的もしくは現場任せ

M-BOM : 製造部品表

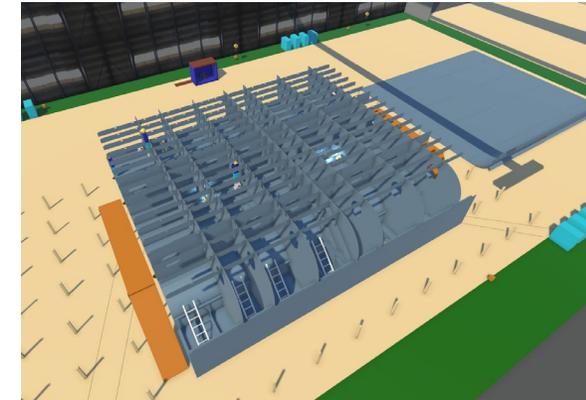


現場任せ

BOP : 製造プロセス情報

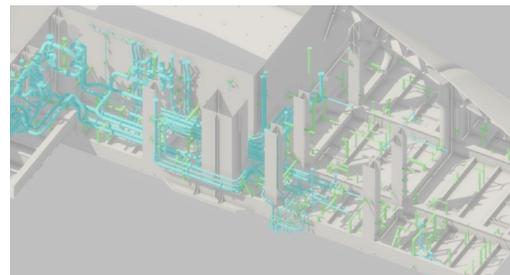


サイバー空間 (建造シミュレータ)



工作・計画
に反映 ↓ ↑ 再現
↓ ↑
フィジカル空間

サイバー空間 (艤装シミュレータ)



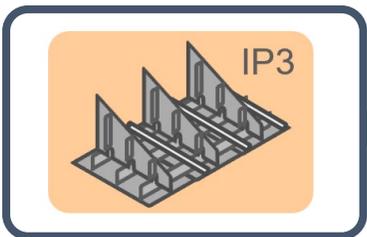
MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型の製造DX

*浅川造船株式会社様 データ、映像のご提供

MBOM・BOPのデータ駆動型造船DX



E-BOM : 設計部品表

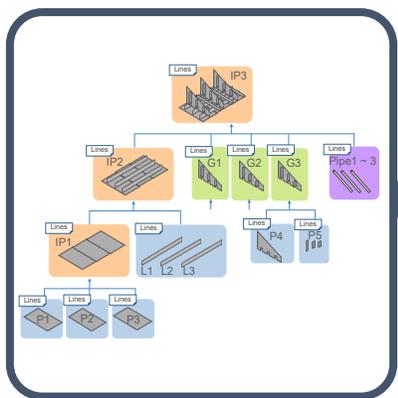


BOE : 設備情報



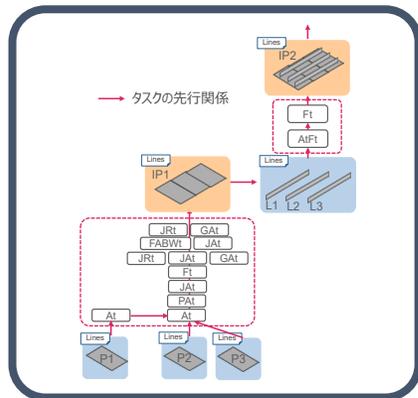
限定的もしくは現場任せ

M-BOM : 製造部品表

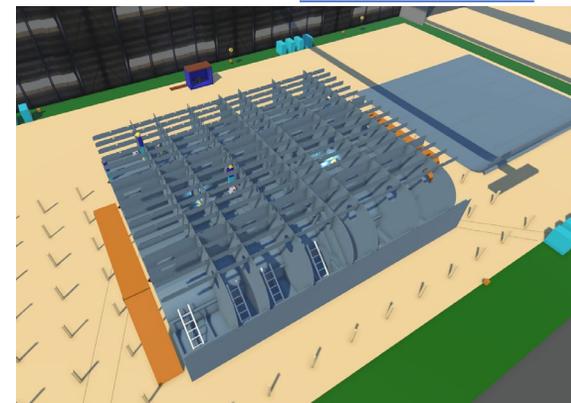


現場任せ

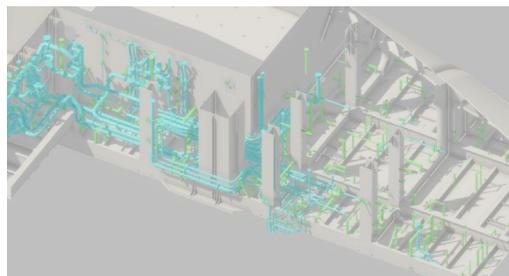
BOP : 製造プロセス情報



サイバー空間 (建造シミュレータ)



サイバー空間 (艤装シミュレータ)



設計段階において、施工性を考慮し、現場での手戻りのない設計へ

小ロット単位での管理 & 現場仕分けをなくす

緻密な工数推定

小日程レベルの積み上げによる緻密な中日程計画

詳細作業指示 (3D) & 合理的な進捗率の把握

最適な作業方法の検討

スケジュール連携による平準化

工作・計画に反映

再現

フィジカル空間

モニタリング技術との連携・フィードバック



MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型の製造DX

*浅川造船株式会社様 データ、映像のご提供

MBOM・BOPの編集および自動生成



The screenshot displays a software interface for editing and automatically generating MBOM (Material BOM) and BOP (Bill of Process). The interface is divided into three main sections:

- 3D Model View (Top Left):** Shows a 3D model of a component with a grid overlay. A dropdown menu lists line items: B5P_mod2_line280 through B5P_mod2_line286. The view is titled "Fitting" and shows a zoom level of 67%.
- Task Flow Diagram (Bottom Left):** A flowchart showing the relationship between tasks. It includes boxes for "BaseP_B5P_mod2_1 (Fitting)", "Sub_B5P_mod2_1 (Weld)", "Sub_B5P_mod2_2 (Weld)", "Arrange", and "Arrange&Fitting". Arrows indicate dependencies between these tasks.
- Task Configuration Panel (Right):** Titled "タスク機能の編集" (Edit Task Function). It contains the following fields:
 - 中間製品名称 (Intermediate Product Name): AssyP_B5P_mod2_1 (Product Name: B5P_mod2)
 - グループ名称 (Group Name): Fitting (checked)
 - タイプ (Type): Fitting (checked)
 - 対象 (Target): B5P_mod2_line280, B5P_mod2_line281, B5P_mod2_line282
 - 作業用ファシリティ (Facility): WireFeeder 1 WeldingTorch 1 WelderPower...
 - 固有パラメータ (Inherent Parameters): 相対速度 (Relative Speed) set to true, 指定値 (Specified Value) set to 0.01.

Buttons at the bottom include "整理" (Organize), "BOP自動生成(beta)" (BOP Automatic Generation (beta)), "+タスク作成" (+ Create Task), "+先行関係を追加" (+ Add Precedence), "タスク完了" (Task Complete), and "閉じる" (Close).

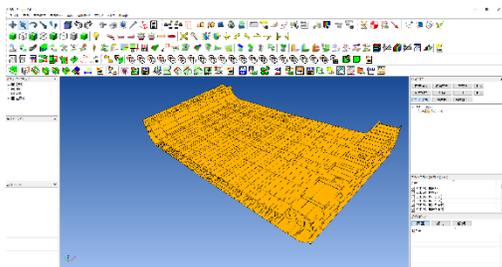
基礎研究をアプリケーションの形で社会実装へ

*浅川造船株式会社様データのご提供

ユースケースのイメージ



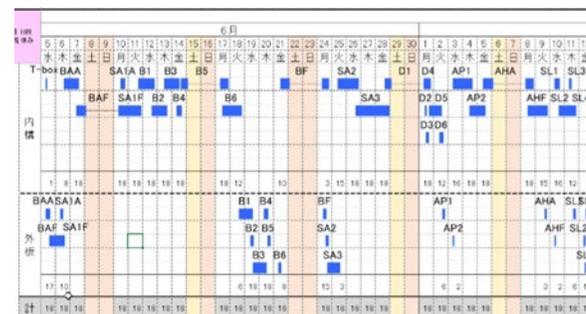
詳細設計CAD



MBOM/BOPエディタ + 自動生成 & シミュレーション



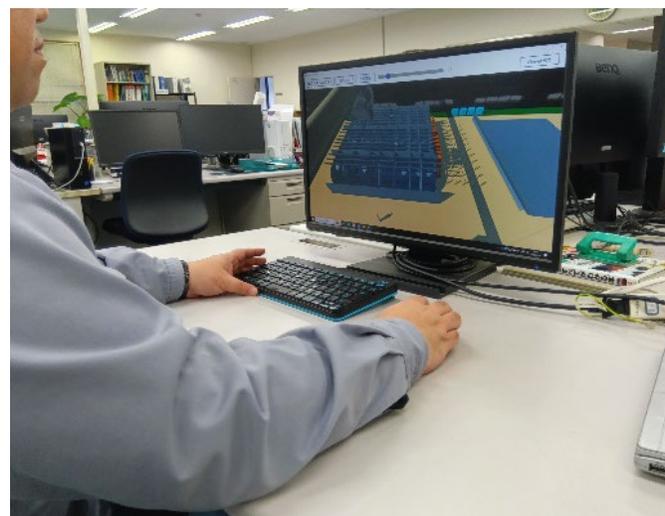
BOP単位でスケジュール & 目標スコアを提示



進捗管理画面 (自社開発)



CADの中間フォーマットからコンバータにより読み込み可能な形式に変換



ブロックの大組工程に対しても細かな目標スコアを提示し、管理できるように。

現在取組を実施中

デジタルシップヤードの目標と挑戦

船殻組立工程の建造シミュレーション

艀装品の取付シミュレーション

MBOM・BOPを起点としたデータ駆動型造船DX

まとめ

デジタルシップヤード：
すべてが数値表現され、すべて数値計画され、すべてが計画通りに完結する

- ・ 事前に合理的で緻密な計画を立てる。
- ・ 製造・工程情報のデジタル化

今後について

- ・ シミュレーションを用いたサイバーフィジカルシステムの強化
- ・ AI・機械学習を活用した最適化・計画支援
- ・ 統合データプラットフォームによる一貫したデータ管理
- ・ 自動化・オートメーションの基盤へ

フィジカル空間



写真：浅川造船株式会社様ご提供

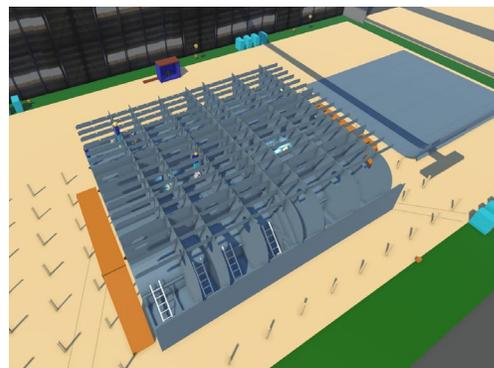
再現



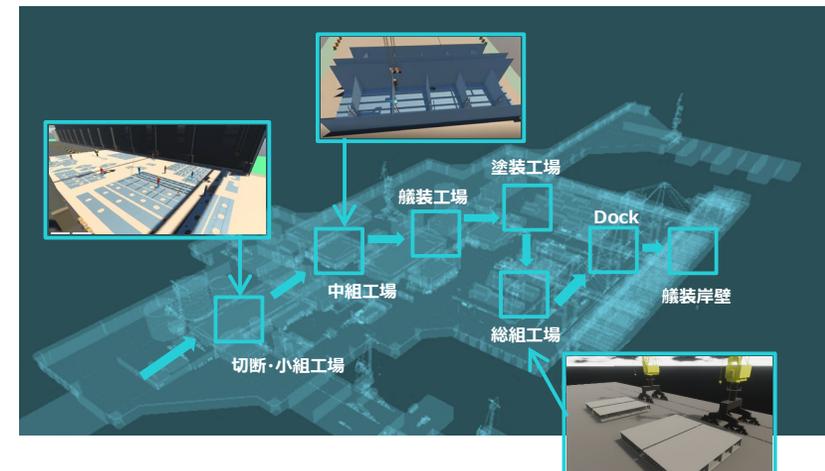
工作・計画に
反映



サイバー空間 (建造シミュレータ)



全体工程への拡張



ご清聴ありがとうございました



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute

