



# 第23回 海上技術安全研究所研究発表会



## DX造船所の実現に向けた研究開発

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

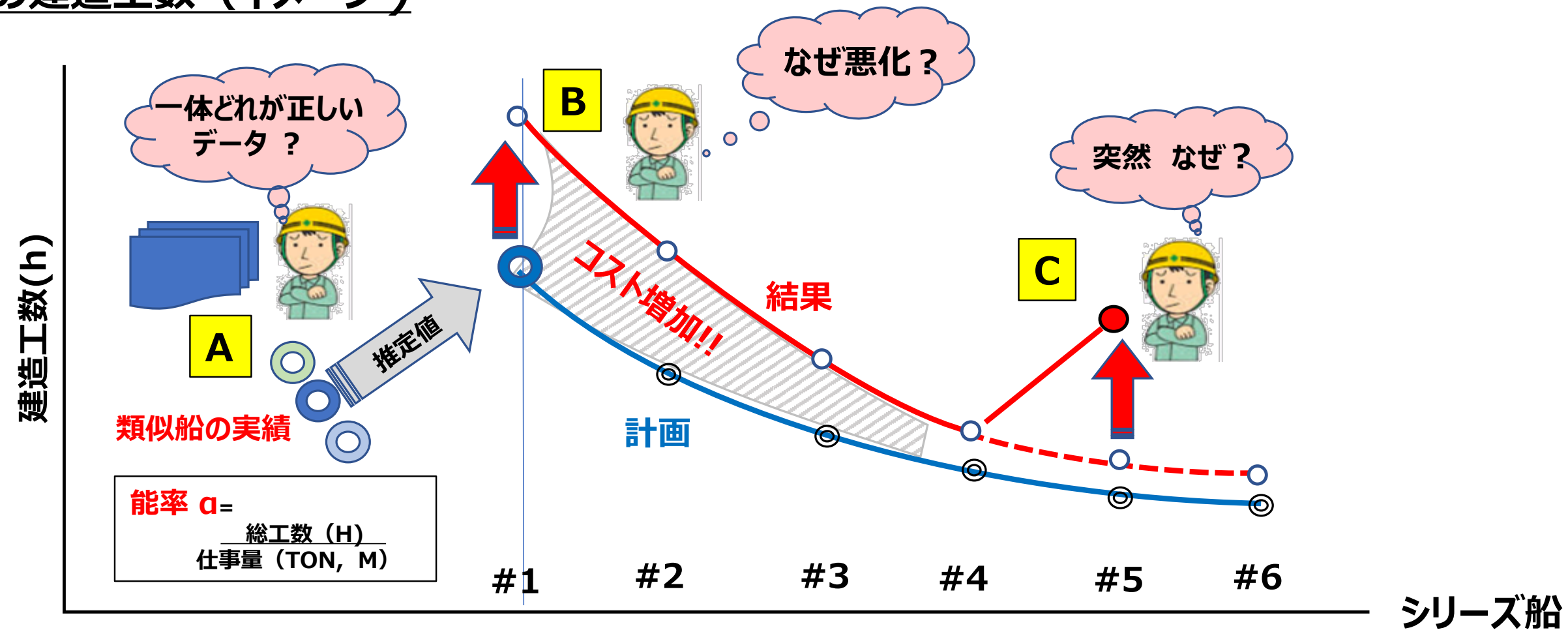
構造・産業システム系

松尾 宏平 谷口 智之 津村 秀一 松尾 剛

- 海技研の「デジタルシップヤード」のコンセプト
  - － 課題認識と解決のためのアプローチ
  
- デジタルシップヤードの関連研究
  - － 設計－製造のデータ連携に関する研究
  - － 建造シミュレーション技術に関する研究
  
- 第2期中長期計画で実施する研究

## デジタルシップヤードの目標 ～造船所では何が起きているか～

### シリーズ船の建造工数（イメージ）



- A: 過去の類似船実績データ（能率）が整理されていない、建造船の情報も十分でない
- B: 新船の建造コストが悪化する（計画が過小?）、物量×能率で求めることに限界?
- C: 後続船で（環境が変わると）工数が暴れる・・・品質問題?

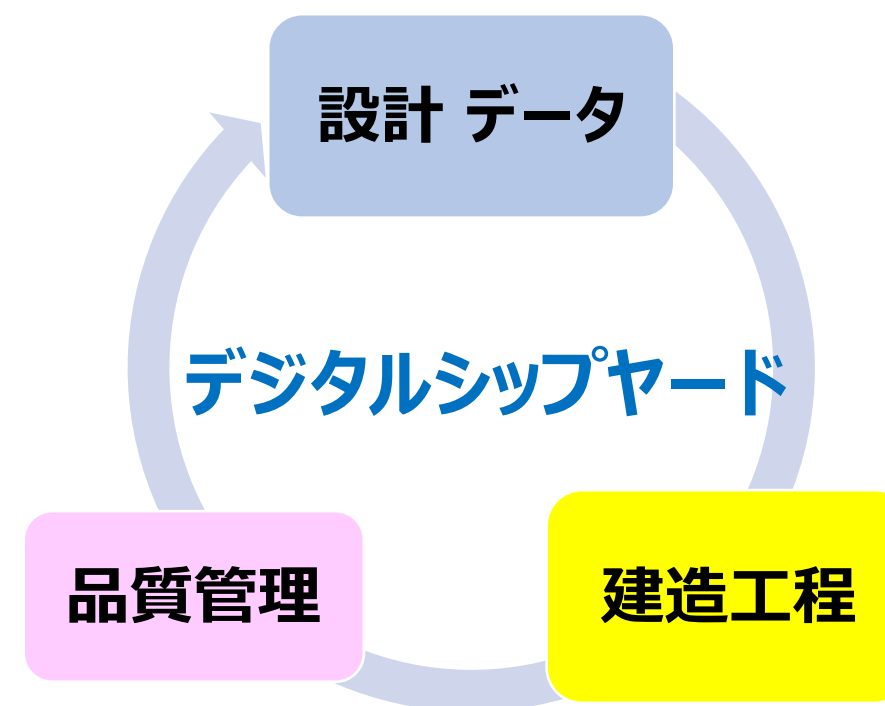
## デジタルシップヤードの目標 ～造船所の問題を解決するために～

造船所の抱える問題：

- A 実績データが使いにくい、新船のデータがない
- B 新船の建造コストが悪化しやすい
- C 品質問題による工程の乱れ

挑戦

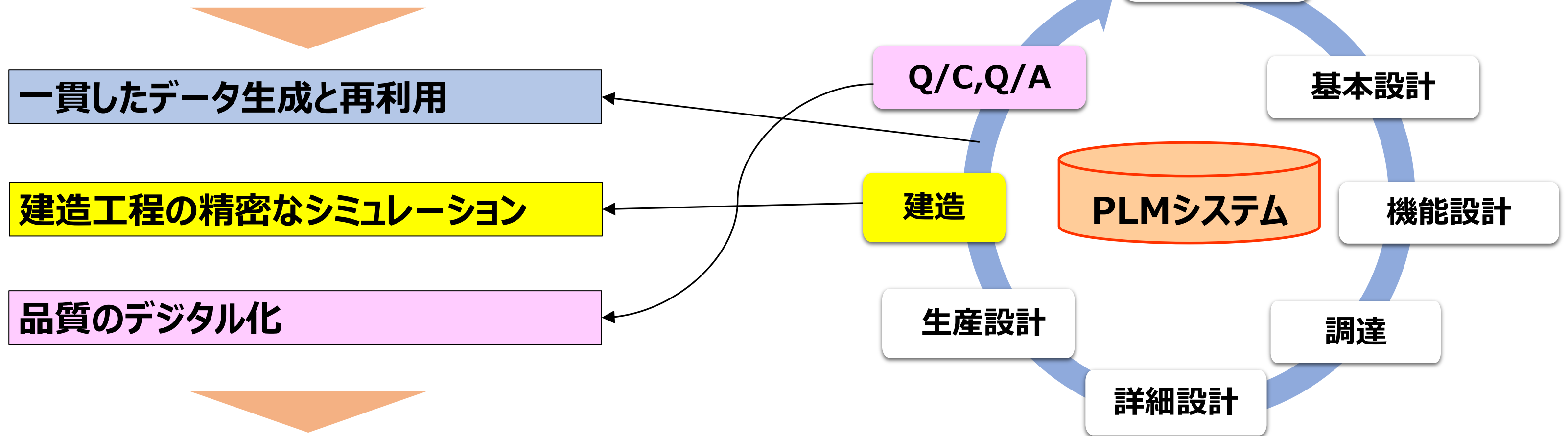
徹底した数値化と見える化！



デジタルシップヤード：  
全てを数値的に計画し、数値的に管理し、納期/品質/コストを計画通り達成すること

## デジタルシップヤードの目標と挑戦

### データ/建造工程/品質 の完璧な見える化



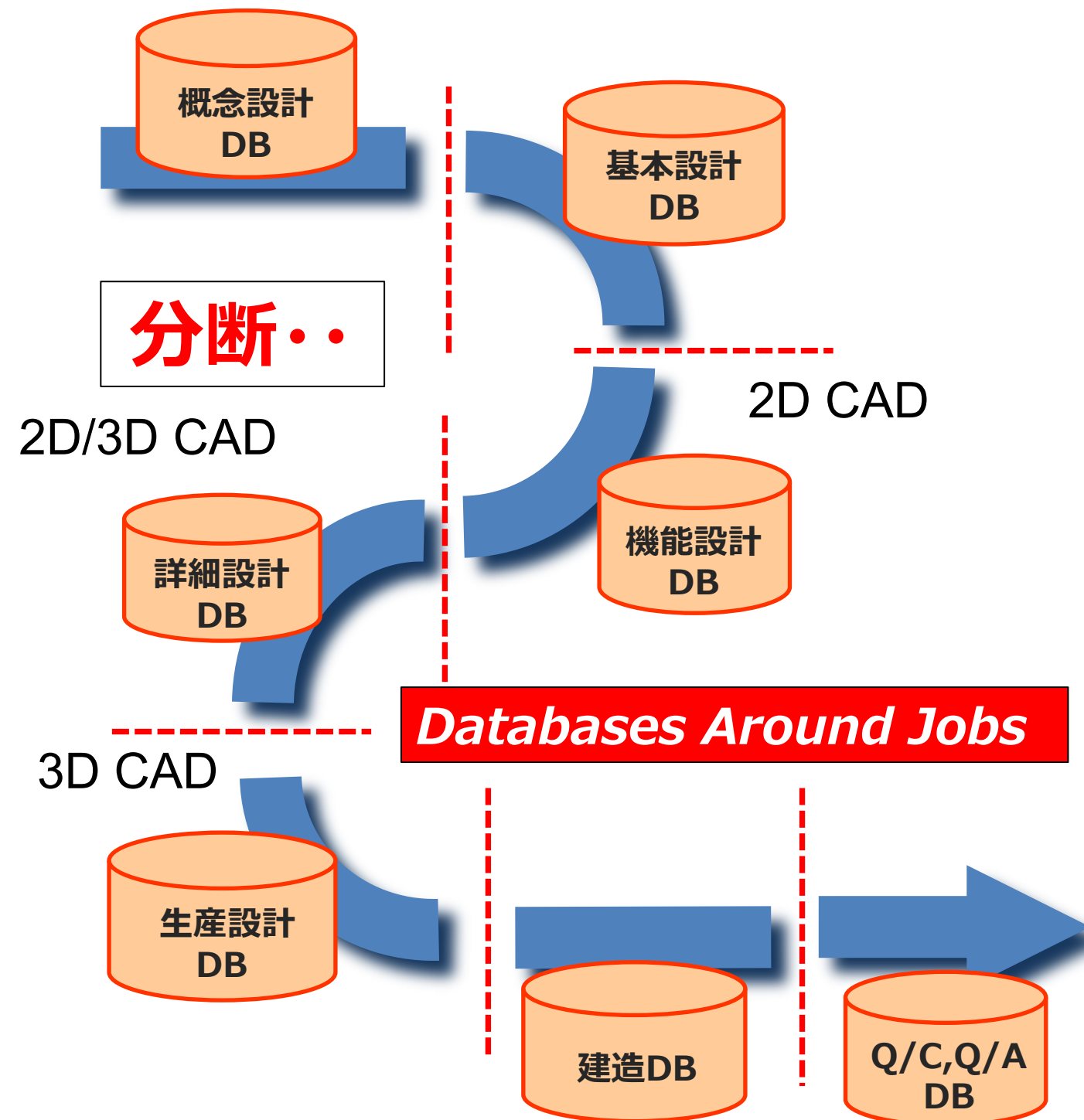
上記の挑戦の達成によって、納期/品質/コスト を計画通り達成する！

# デジタルシッパードの関連研究

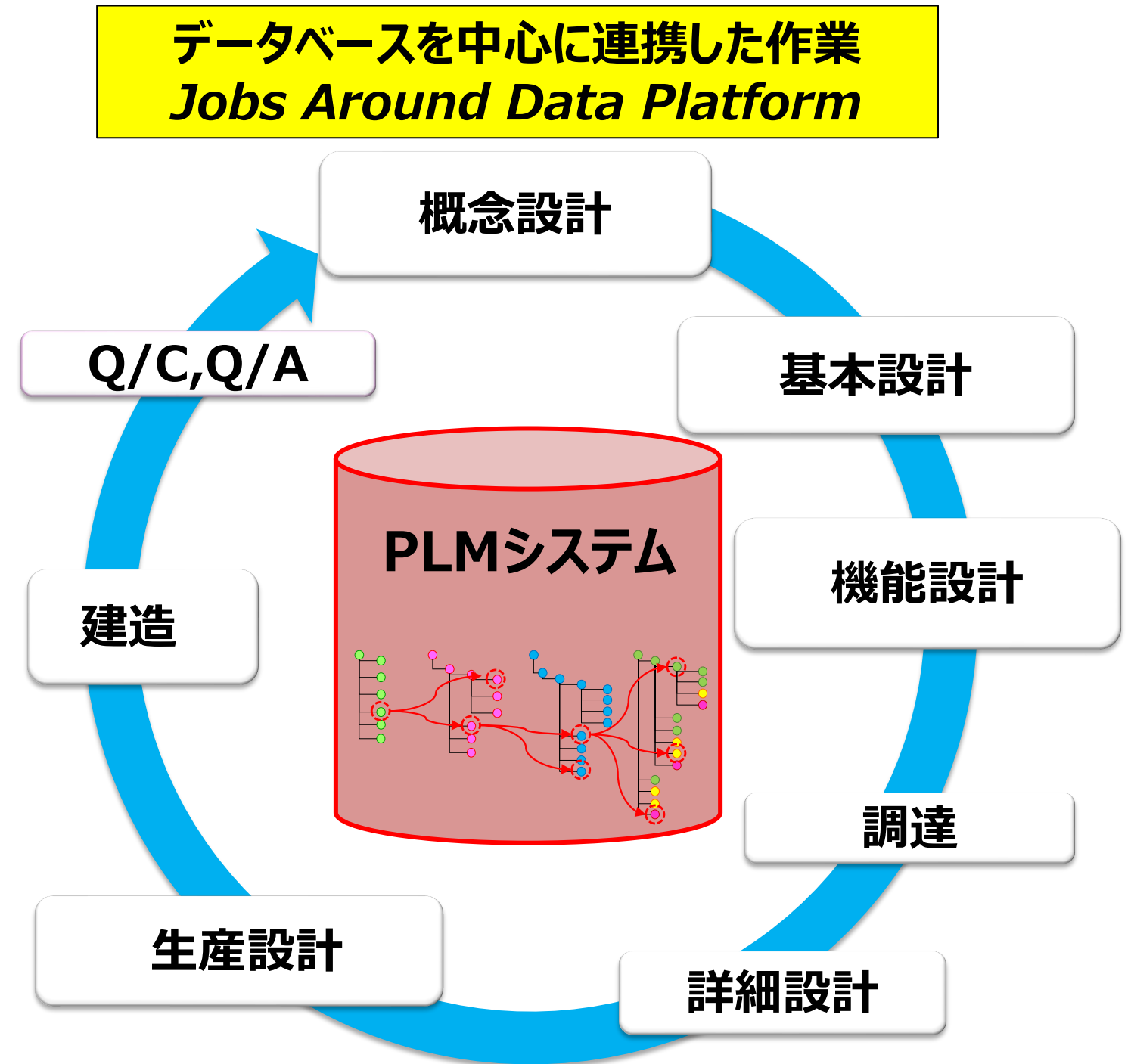
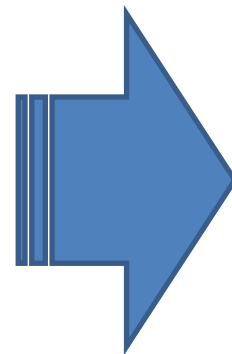
## ～設計－製造のデータ連携に関する研究～



### なぜ 実績データの利用が難しいのか？



連続性!!



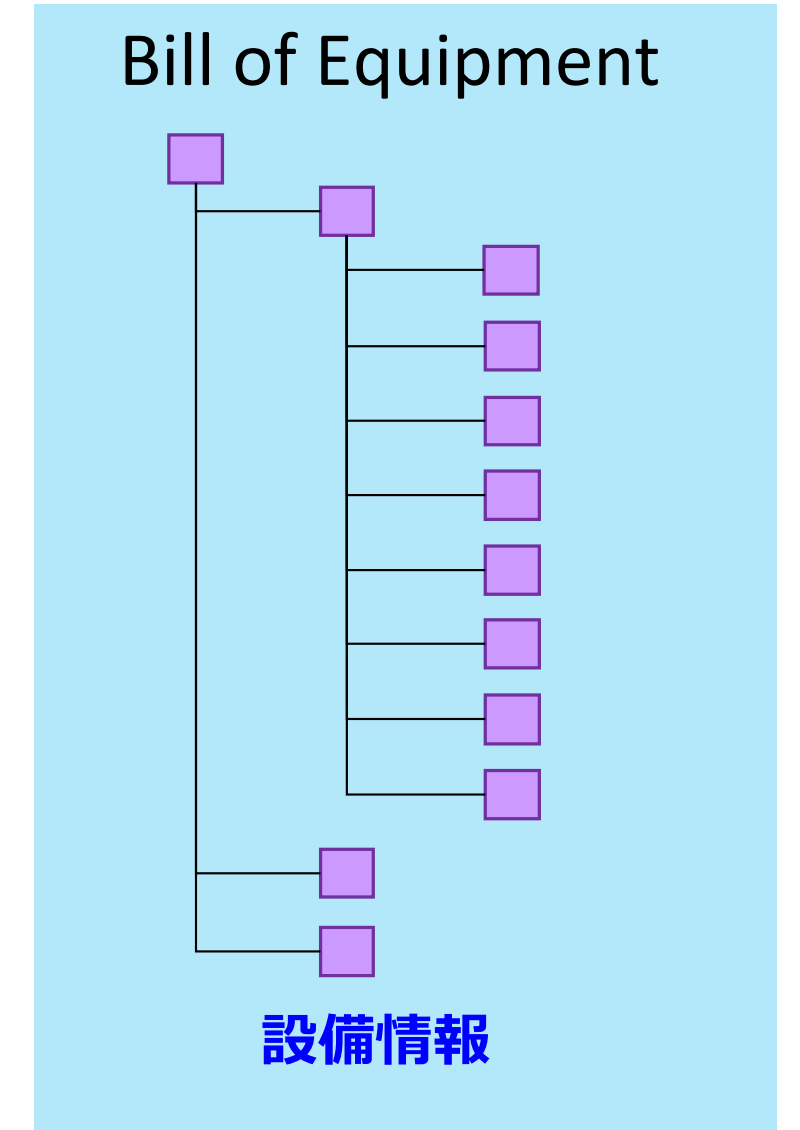
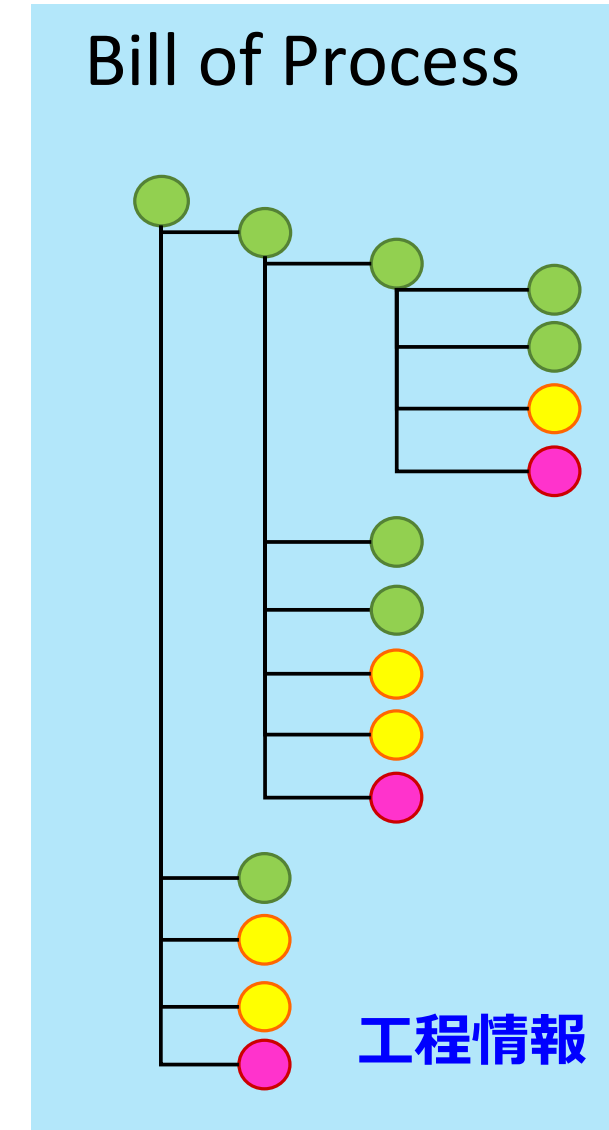
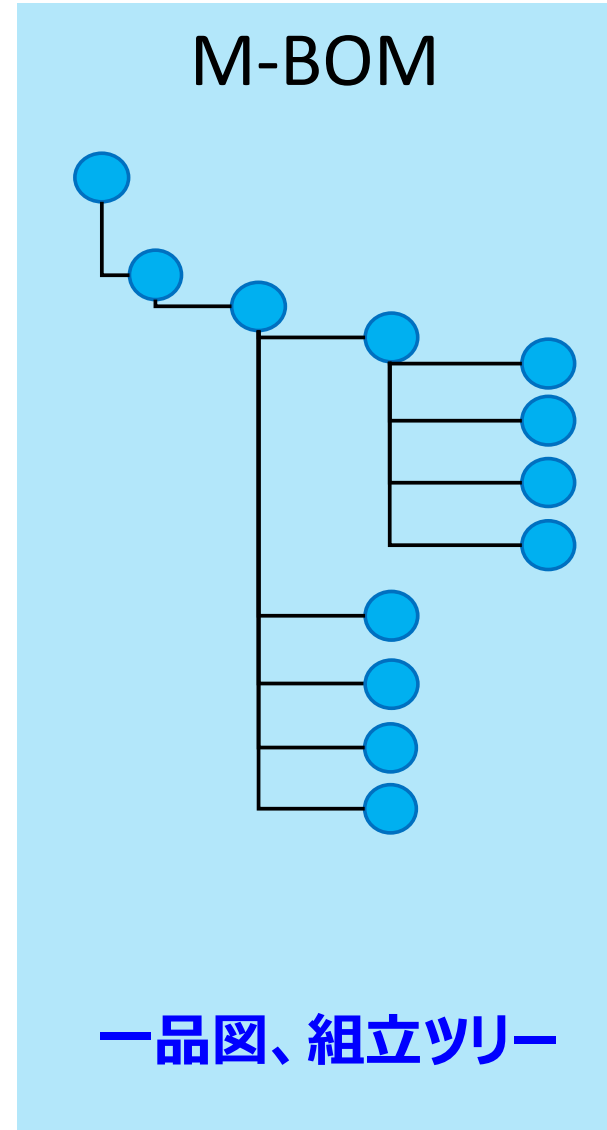
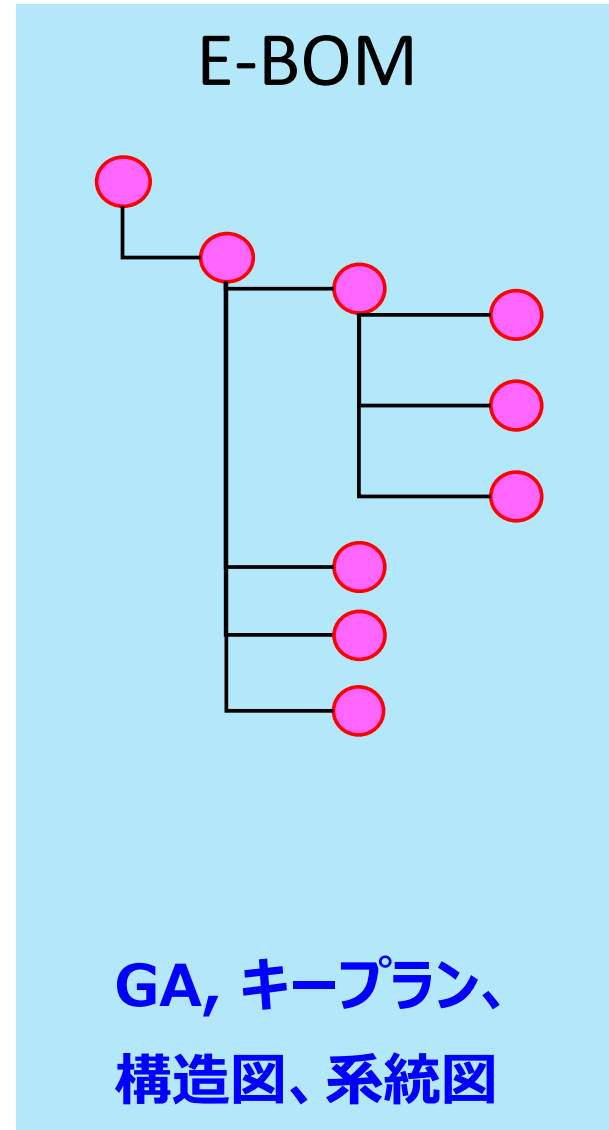
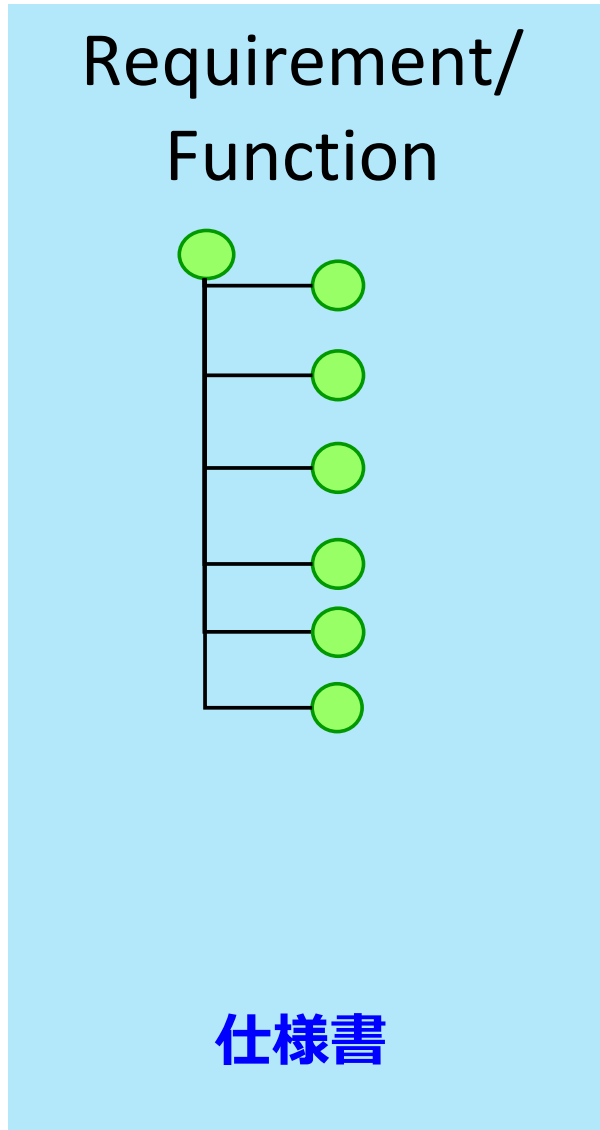


# デジタルシッパードの関連研究

## ～設計－製造のデータ連携に関する研究～



### BOM/BOP の体系でデータ管理



BOM: Bill of Materials  
BOP: Bill of Process  
BOE: Bill of Equipment

## 建造シミュレーション

製品と工程を定義するので建造シミュレーションのような精緻な検討が可能。引合時の精密な検討も可能。

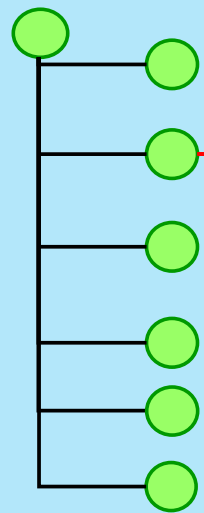
## 着完管理、進捗管理、実績データ収集

BOPの粒度で製造現場への作業指図、生産管理を実施。社内で進捗状況を共有。工程混乱、遅れの外乱を見つける。

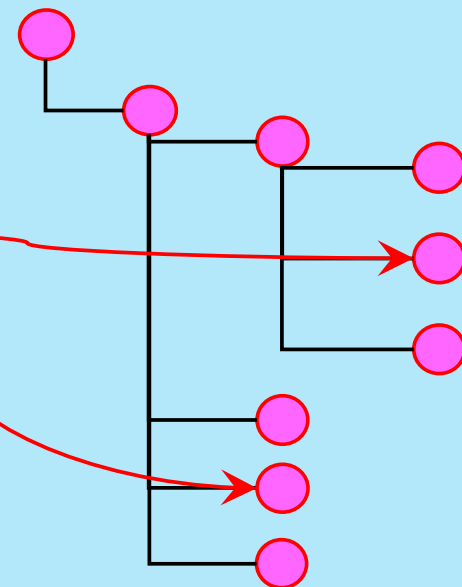
## 品質管理

製品-工程を紐づけてデータ管理。これに製造現場からの品質データを紐づけて管理可能。実際の品質分布と統計解析による原因究明など。

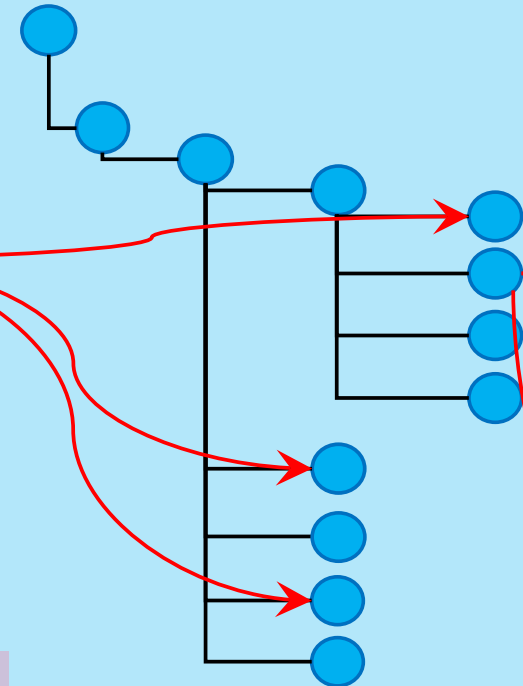
### Requirement/ Function



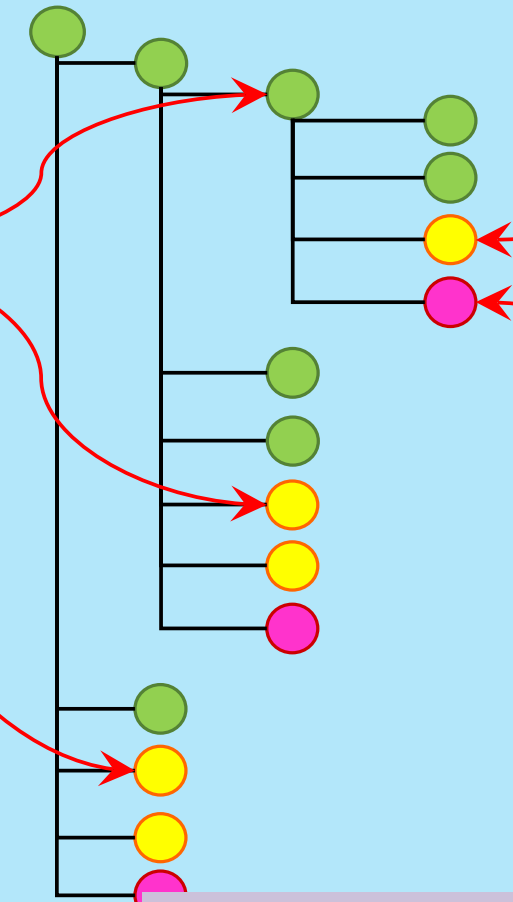
### E-BOM



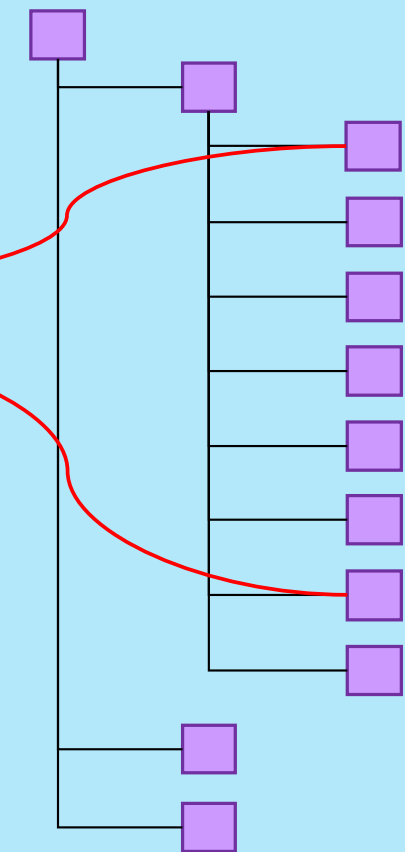
### M-BOM



### Bill of Process



### Bill of Equipment



### 流用設計

前番船のデータを利用することで次番船のデータを生成する。

### 設計プロセス管理

データフローを定義しているので設計プロセスを管理できる。各プロセスに設計者の割当や承認手続き等ができる。

### 変更影響の可視化

データがリンクしているので変更の影響箇所がすぐに分かる

### 実績の収集

設計プロセス単位で設計の進捗管理、工数管理ができる。

### 設計の自動化/省力化

将来的には各データフロー間について設計情報を自動生成する機能を構築できる。

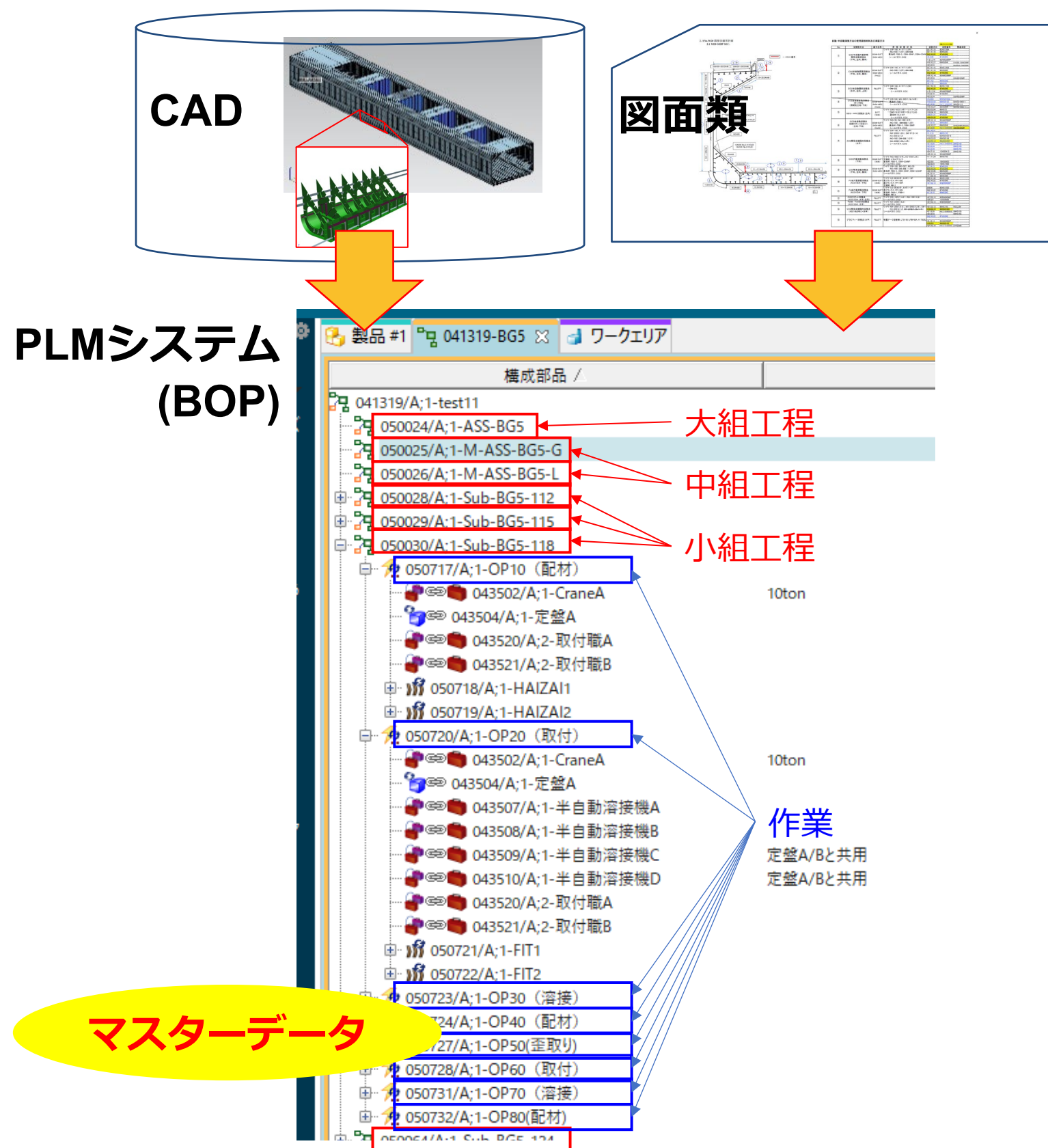
### 重複作業、ミスがなくなる

PLMのデータをマスターとして設計するため。

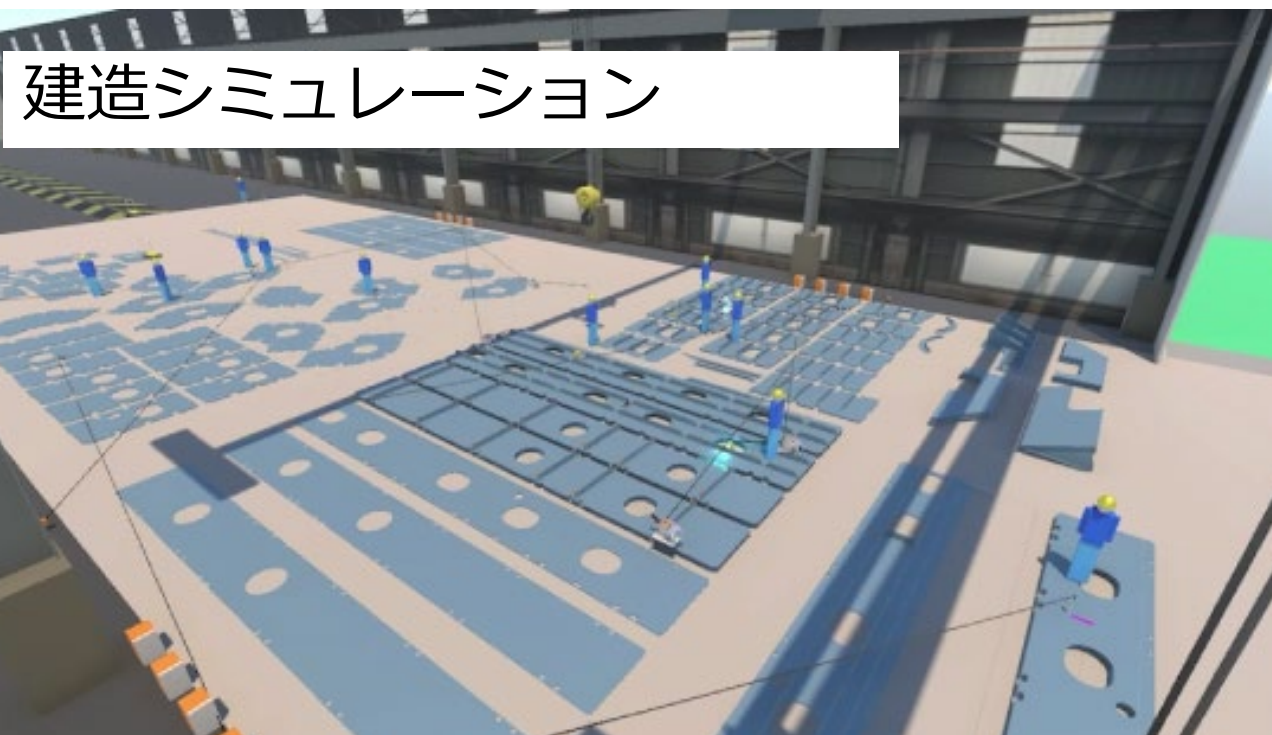
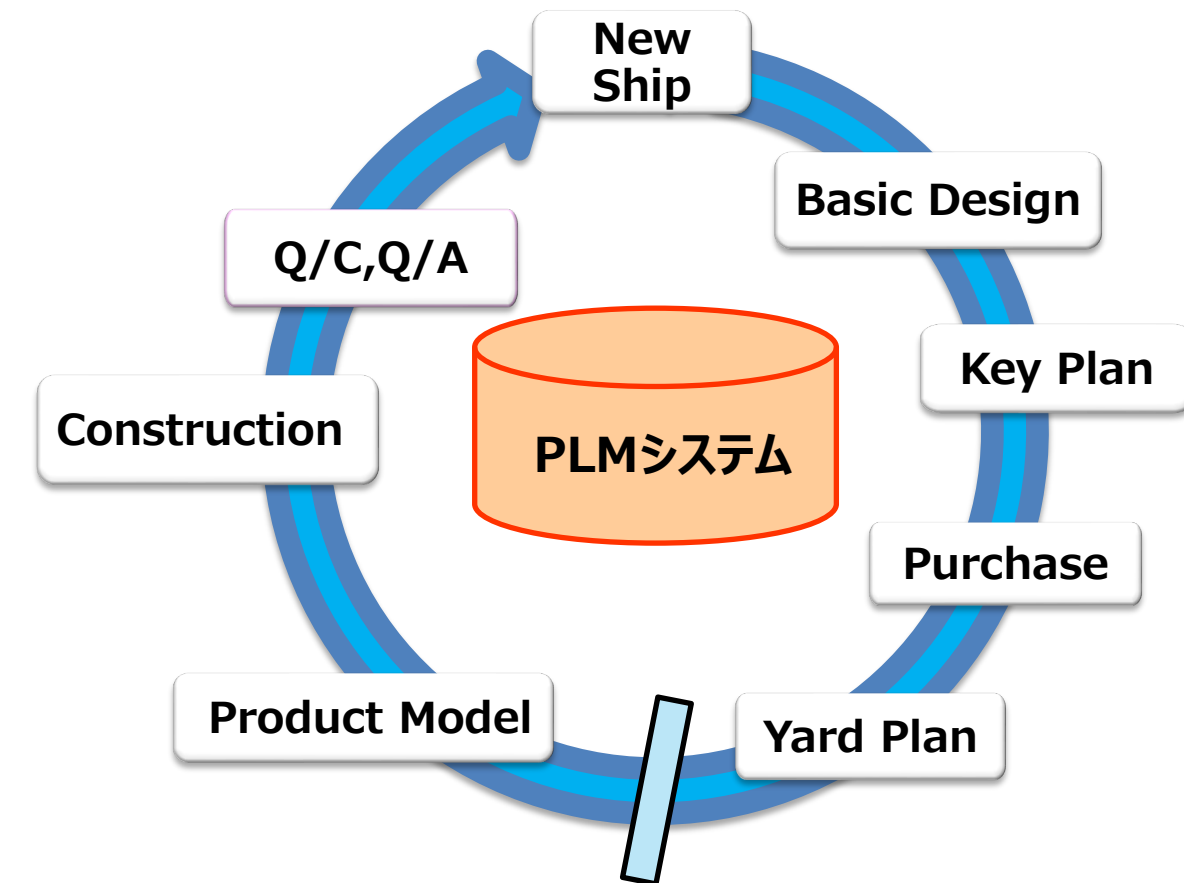
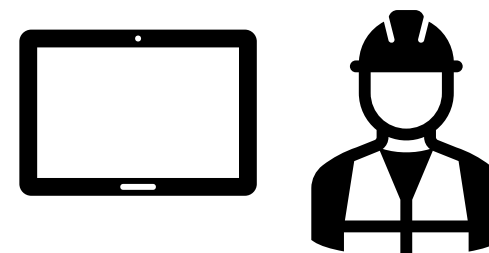


# デジタルシッパードの関連研究

## ～設計－製造のデータ連携に関する研究～



現場への製造指図



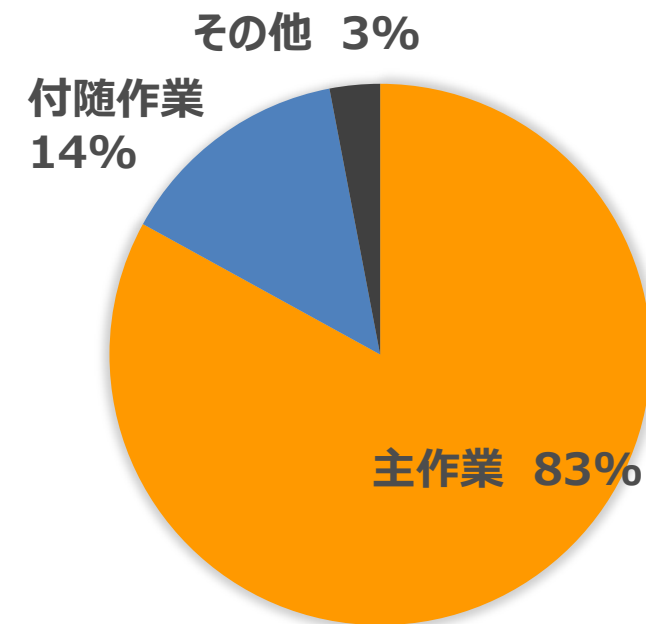
# デジタルシッパードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～



## ライン作業



[https://ikidizunigazo.blogspot.com/2020/12/hd\\_84.html](https://ikidizunigazo.blogspot.com/2020/12/hd_84.html)

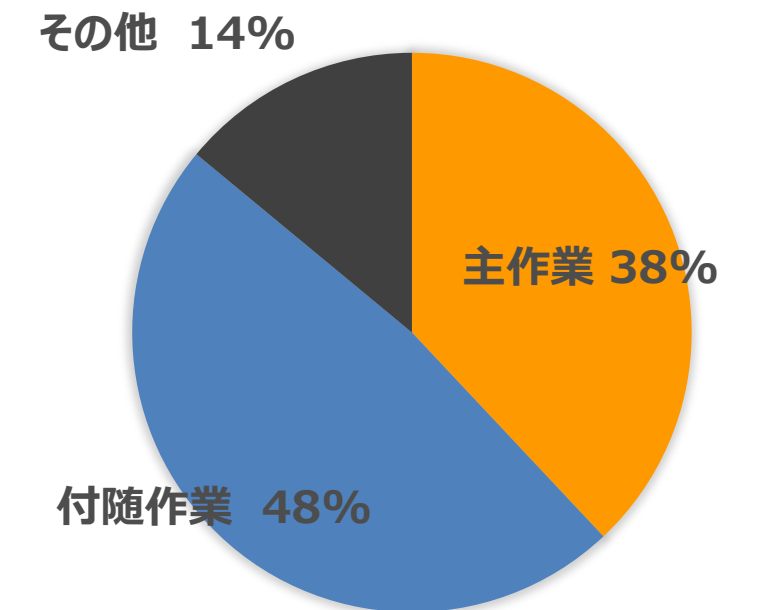


経営管理 第10回：改善活動とIE 藤本隆宏  
実践トヨタカンバン方式，関根憲一

## 造船所

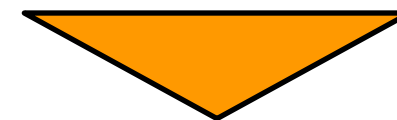


浅川造船株式会社 ご提供



日本中小型造船工業会 平成28年度日本財団助成事業「中小造船業への新しい生産管理手法の導入による人材活用」

	ライン生産工場	造船工場
作業の標準化	可能 (主作業率 83%)	困難(主作業率 38%)
作業者の位置	ほぼ固定位置	3次元的に移動
作業の精密な再現	既に実現済	現在可能なものはない!!



主作業・付随作業の分解と、プロダクトモデル内での作業の精密な再現。  
作業者の自律判断と行動を再現できる「作業者モデル」の導入

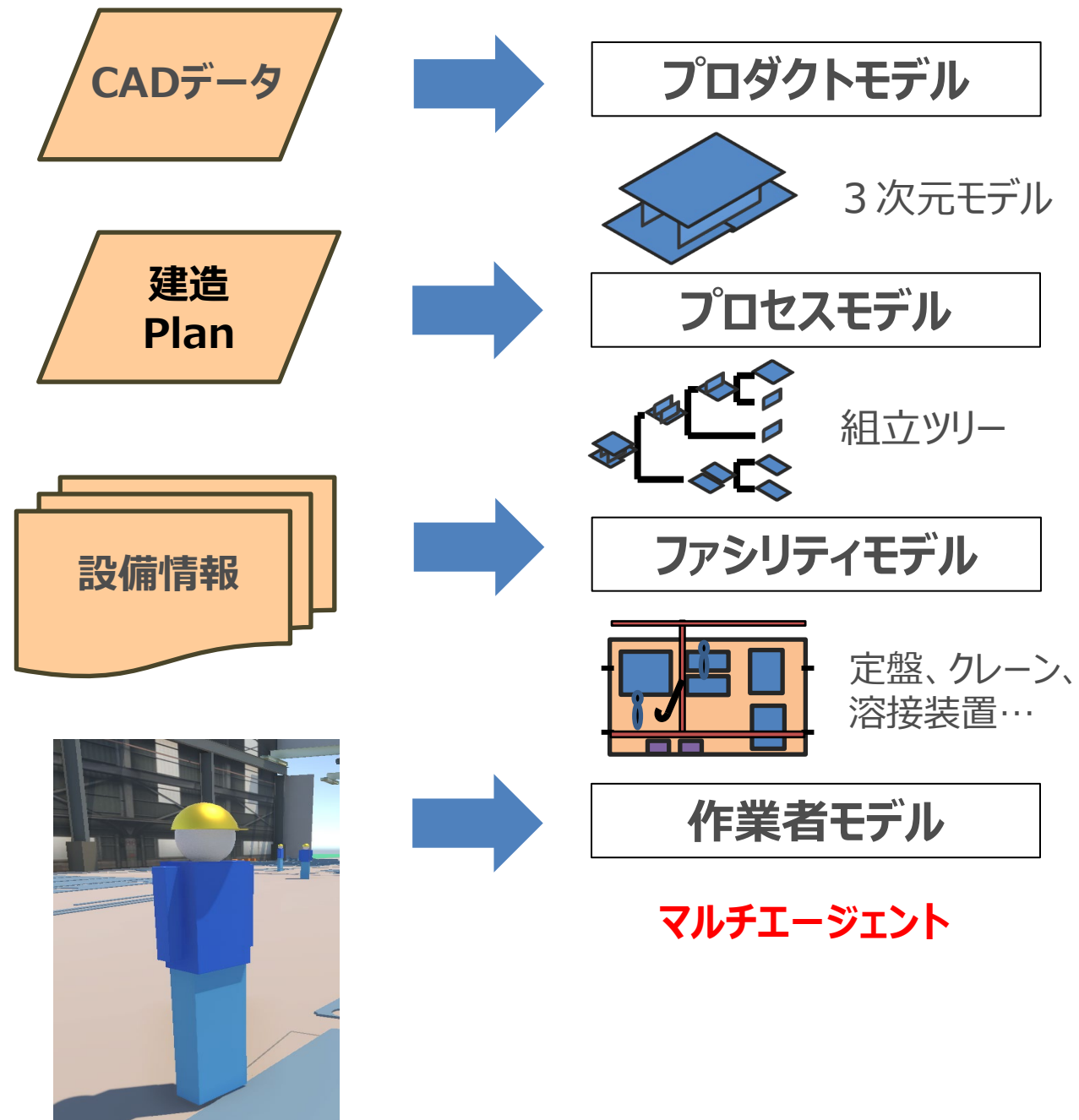




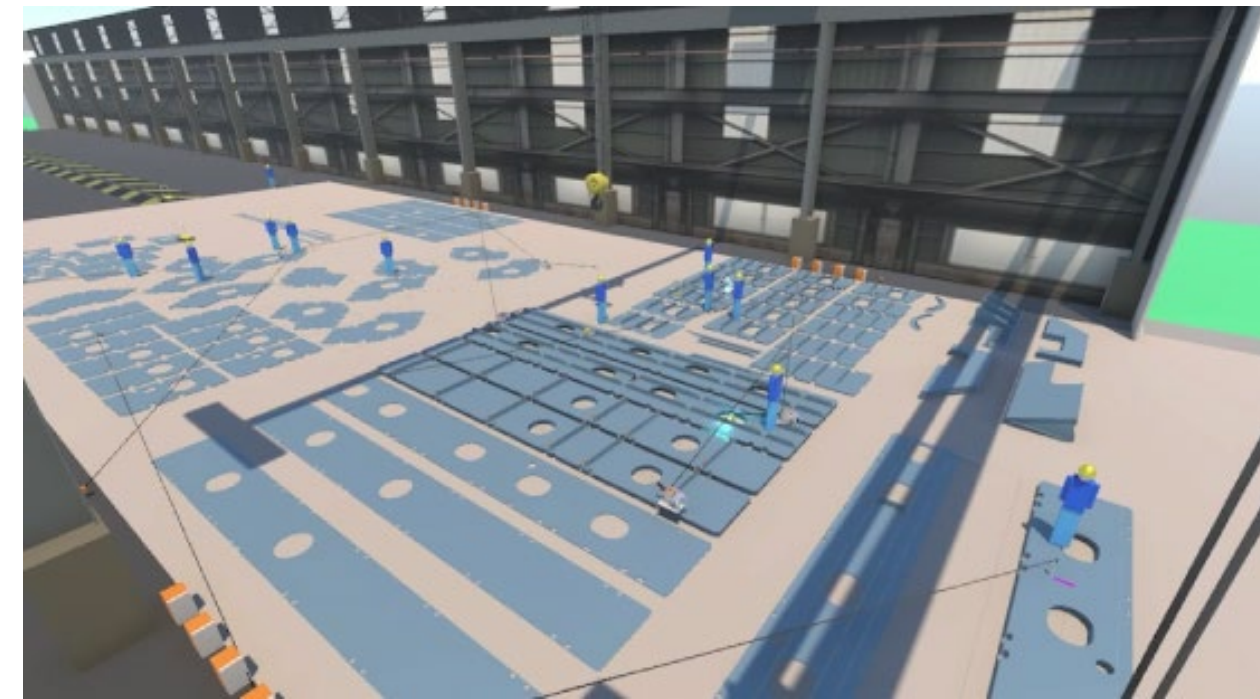
# デジタルシッパードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～



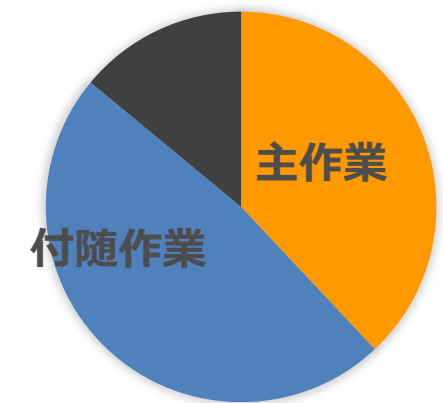
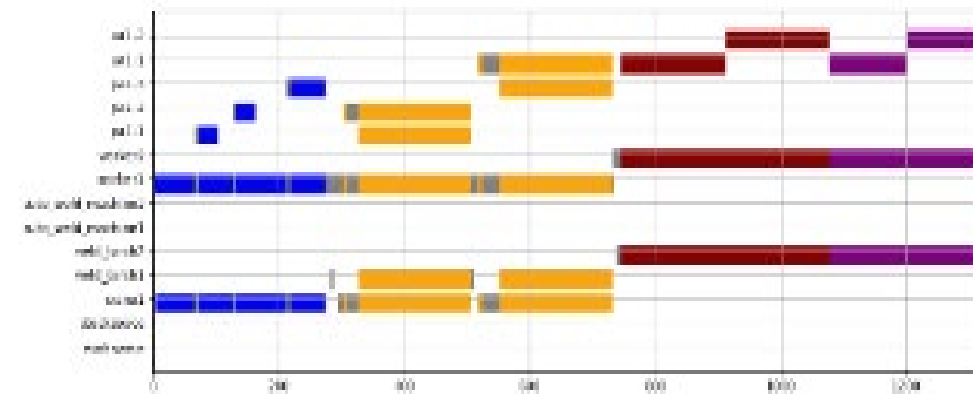
## 建造シミュレーションのしくみ



主作業・付随作業・その他 を分解して作業を精密に再現!!



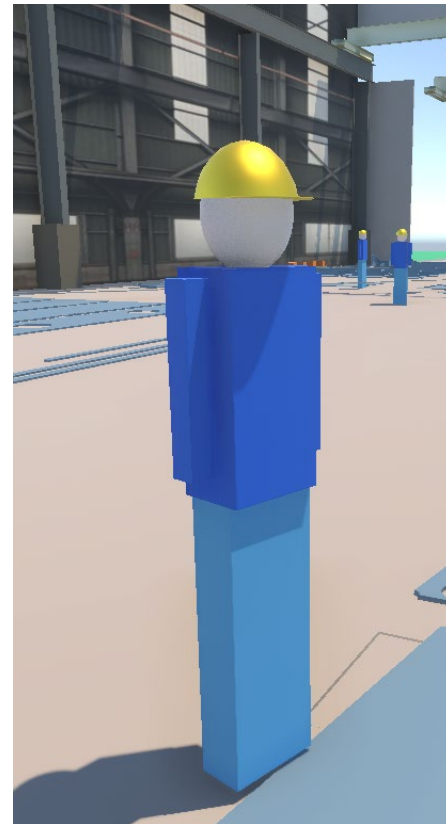
詳細ガントチャート



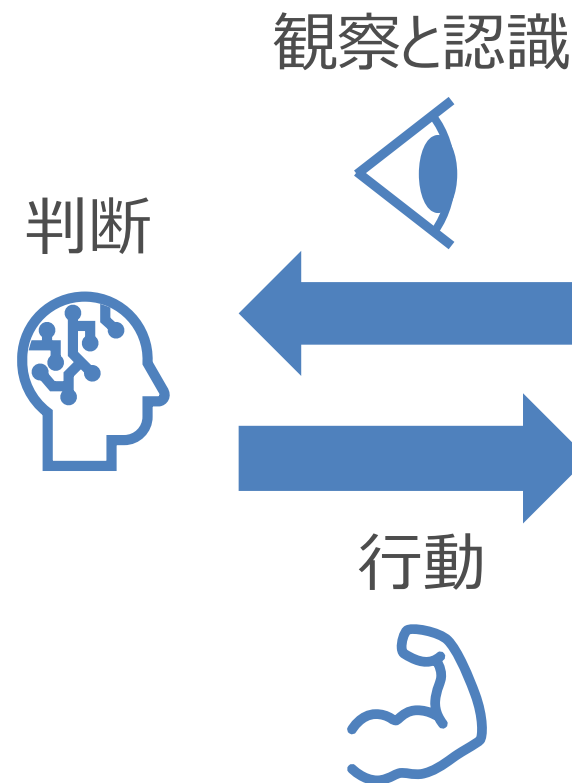
「時間 = 能率 \* 物量」ではなく、全ての作業を精密に再現したうえで  
そのトータル時間を計画工数とする考え方。

## マルチエージェント技術

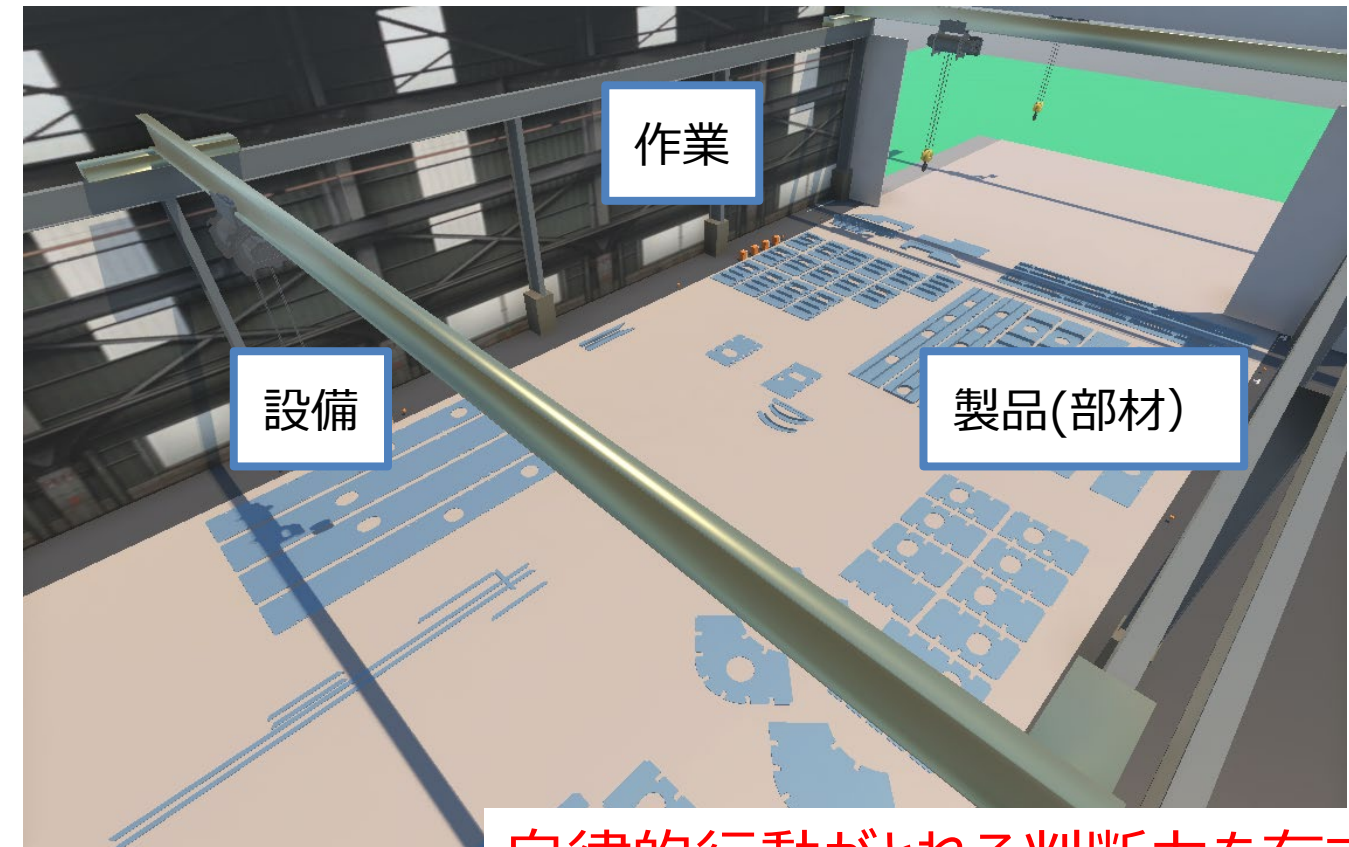
### 作業者（エージェント）



造船作業向けの  
エージェントを開発



### バーチャル工場（環境）



自律的行動がとれる判断力を有するため  
作業者モデルに細かな動作指示は不要。  
最小のINPUTでシミュレーションが可能。

作業者モデルは環境を観察し、  
作業内容、場所、使用工具・設備、部材の搬送先などを自律判断しながら指示された作業を実行。



# デジタルシップヤードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～

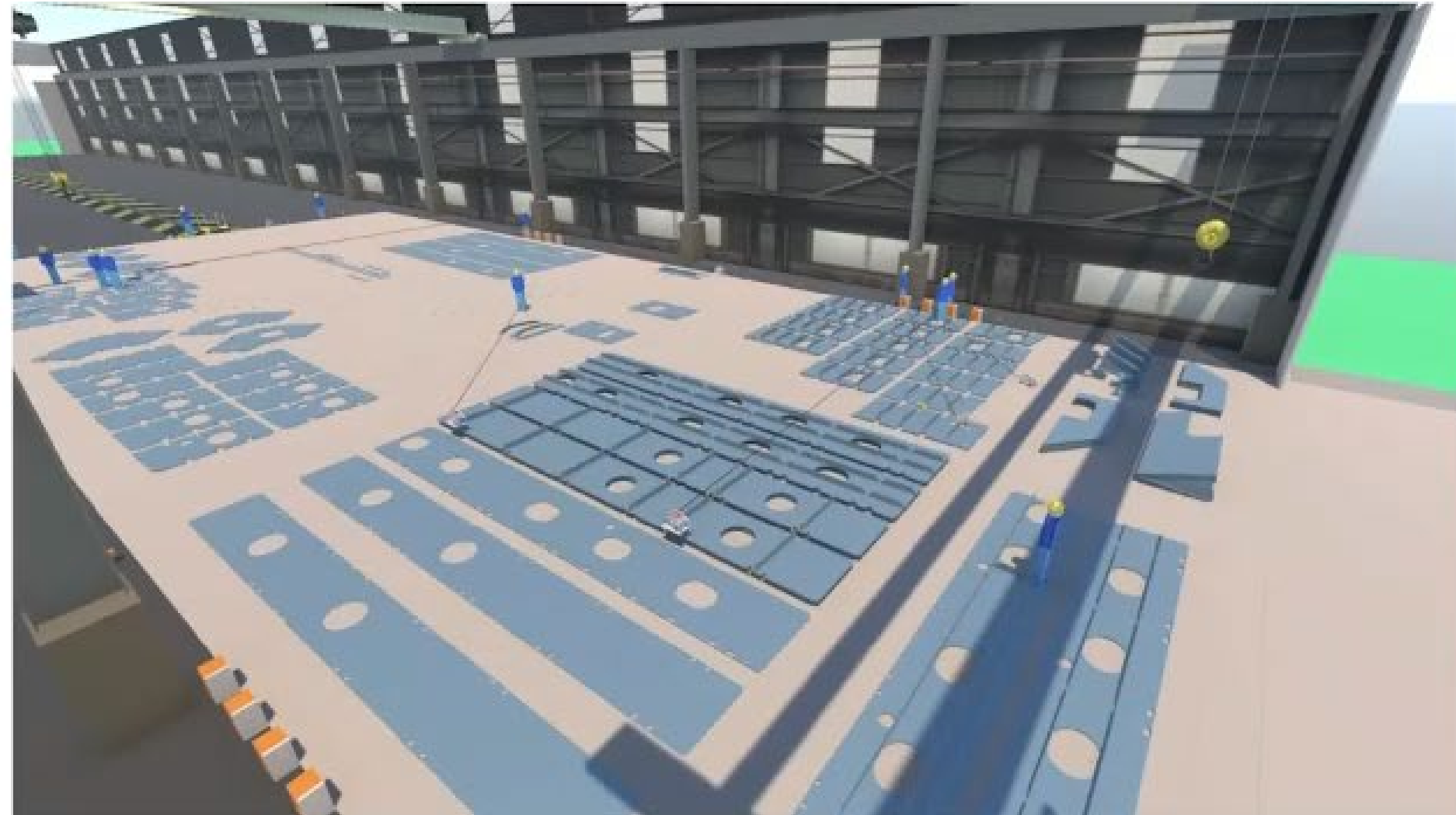


## 内業小組工程の例

### 実作業状況



### シミュレーション



浅川造船株式会社ご提供

工数算定の精度UPに加え、

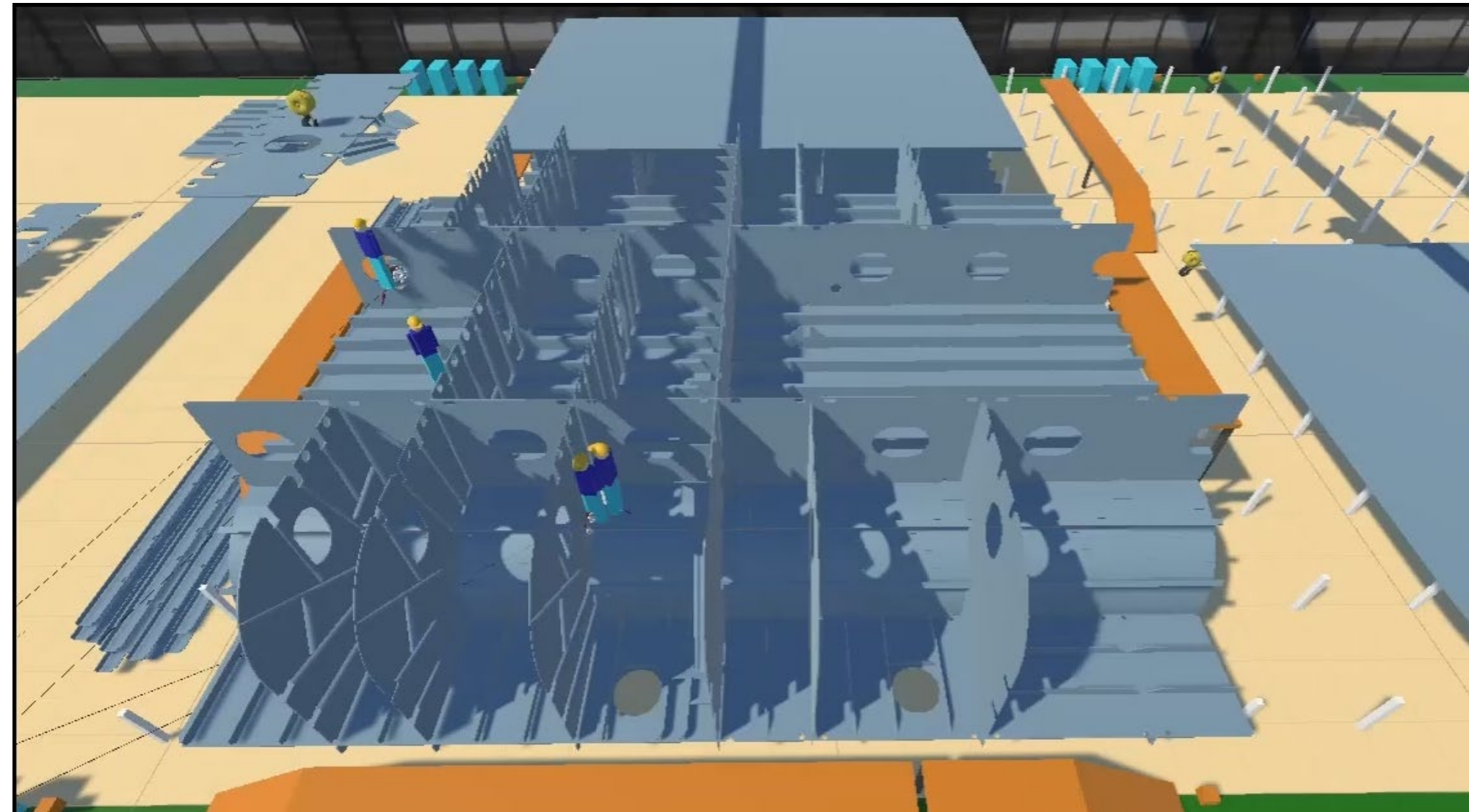
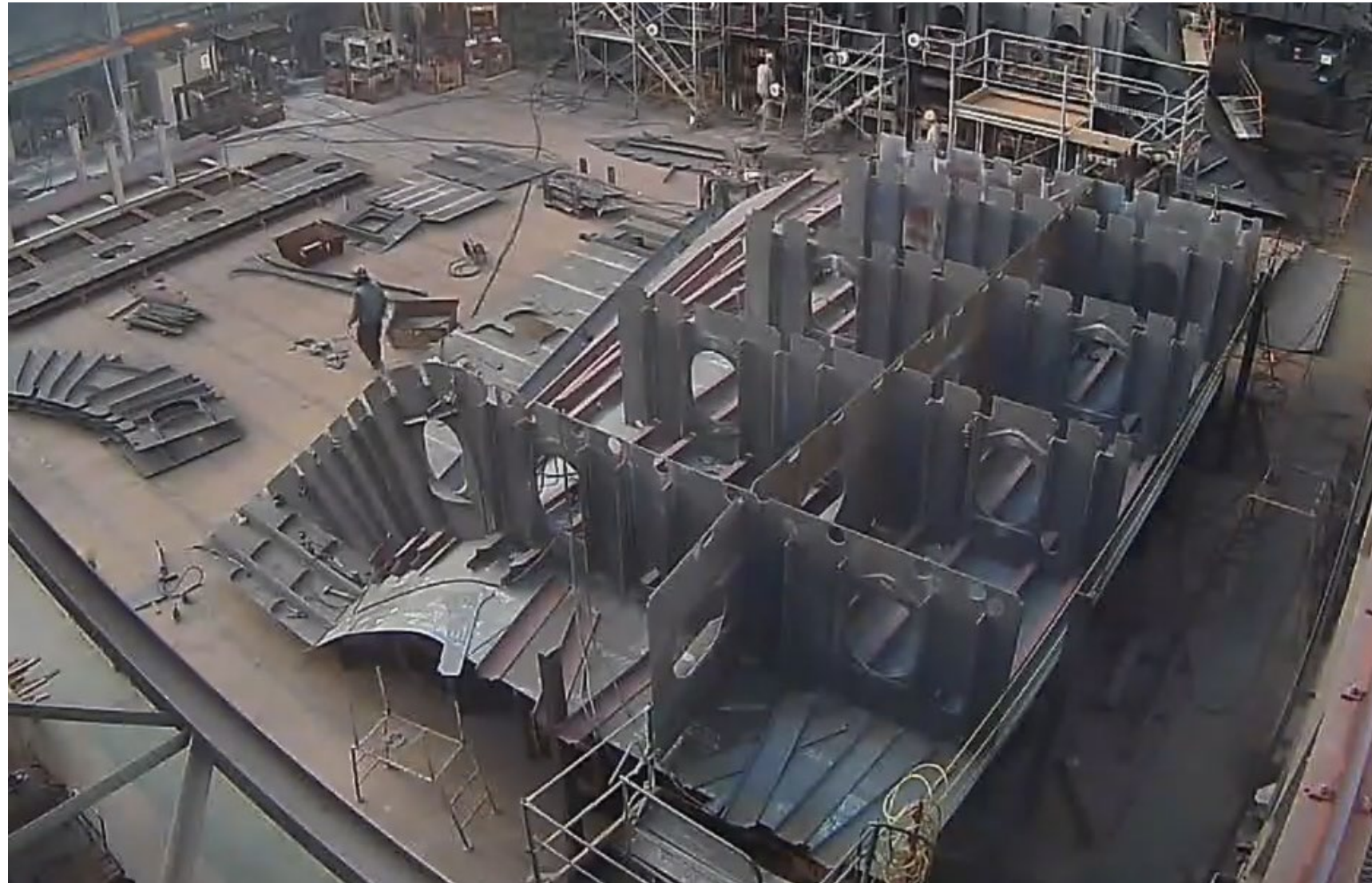
- ・作業開始前に現場の状況を完全に再現できる → 段取りの徹底！
- ・作業モニタリングとの比較で違いを発見 → 改善の種！



# デジタルシップヤードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～



## 大組工程の例



浅川造船株式会社ご提供

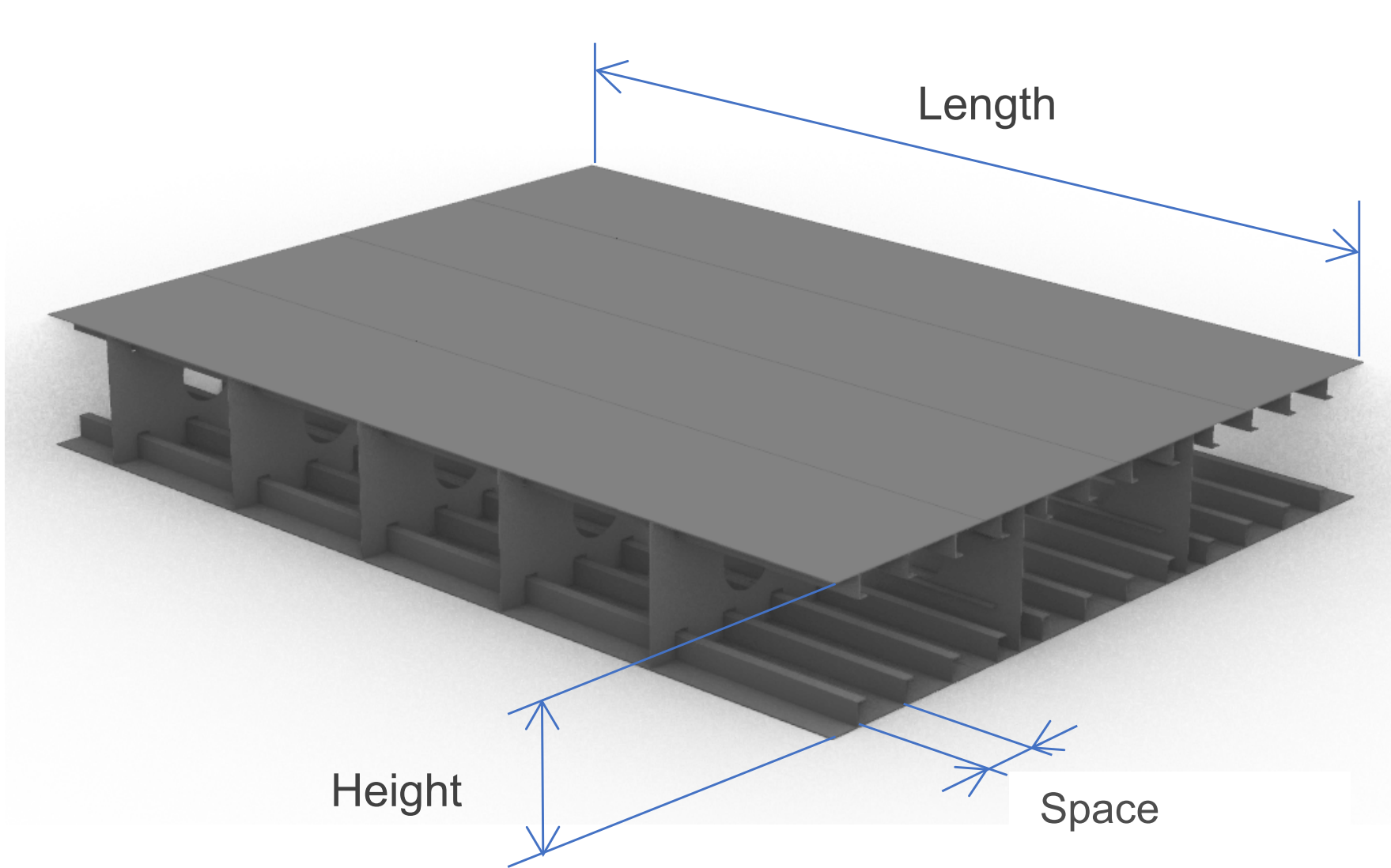
造船作業につきものの移動、治工具の取り回し、段取りなどは  
予め作業者モデルに教え込み、自律判断。



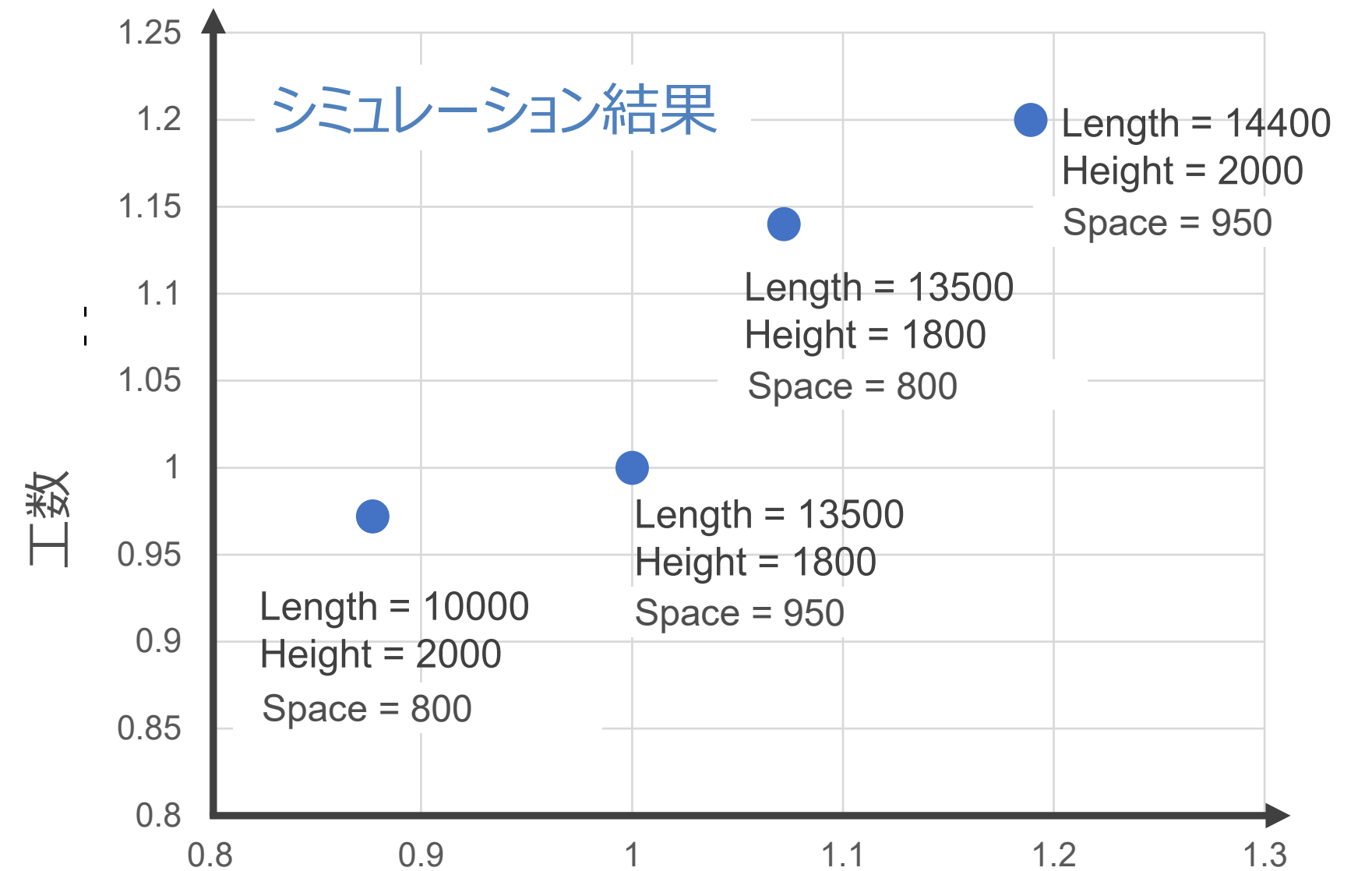
# デジタルシッパードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～



物量と工数は必ずしも比例しない！  
建造シミュレーションによって、ブロック個体に応じた工数等が出せる。



仮想的な平行部ブロック  
(パラメトリックモデリング)

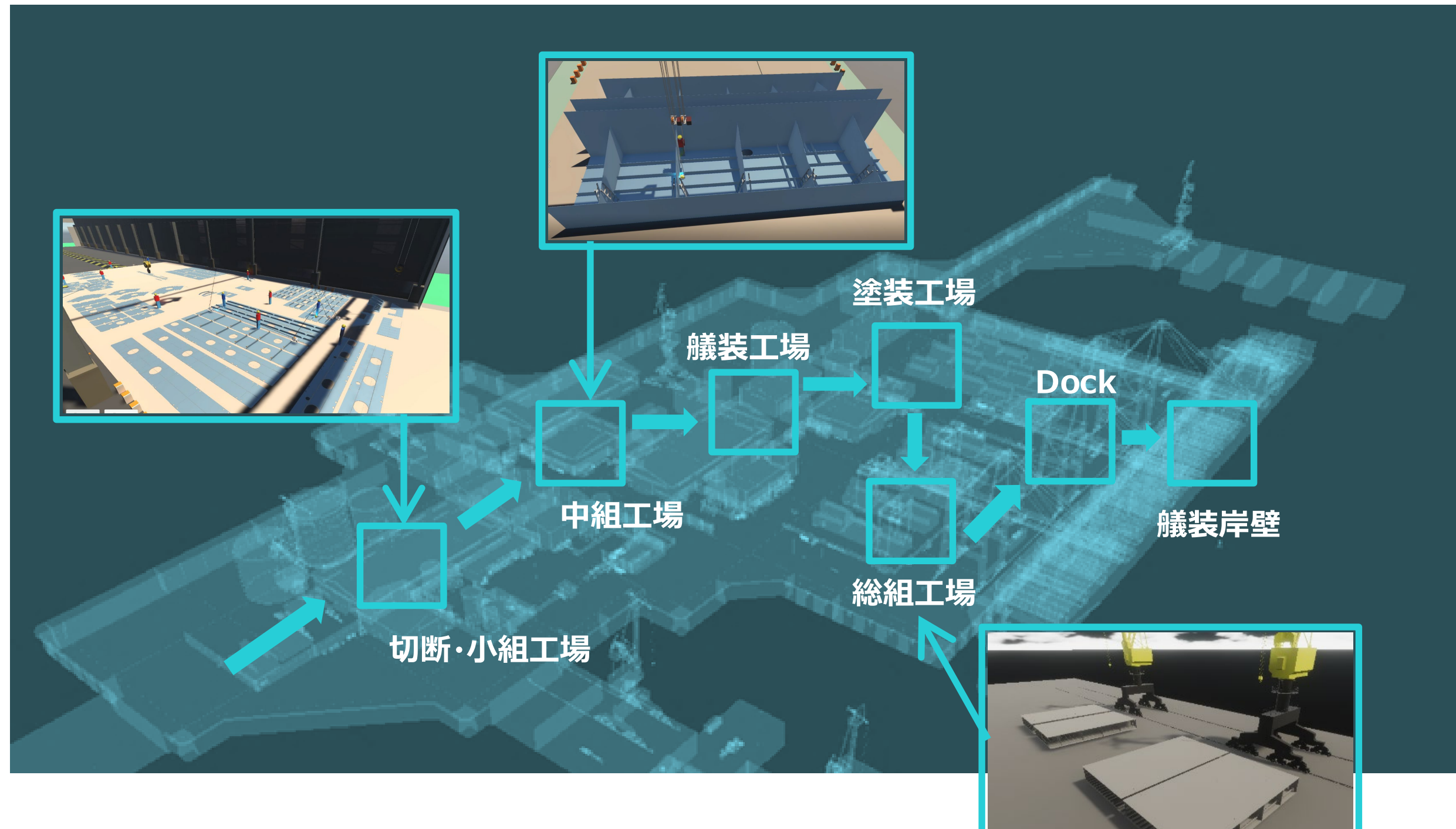


大組の総溶接線長

# デジタルシップヤードの関連研究 ～建造シミュレーション技術に関する研究～



## 造船所全体への拡張イメージ



船殻だけでなく、艀装、塗装も含めて造船所全体に拡張の予定  
バーチャル工場の完成！ ➡ 建造デジタルツインの実現

# 第2期中長期計画で実施する研究 ～デジタルシッパードの具体的な造船イメージ～



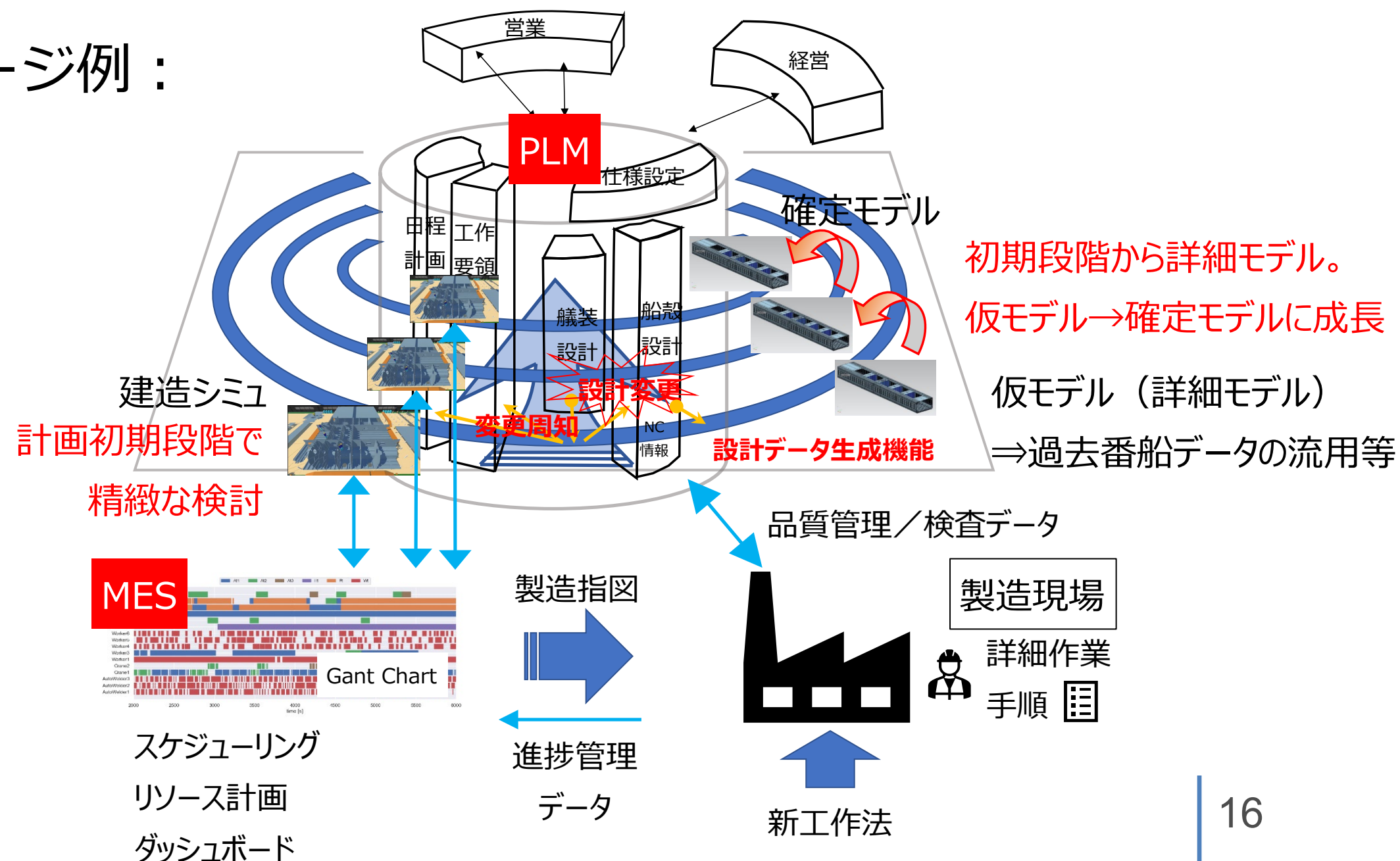
デジタルシッパード：

全てを数値的に計画し、数値的に管理することによって、製品開発における納期/品質/コストを計画通り達成する。そのため、船舶の設計、建造を通して、船舶のモデルベース開発体制を構築する。

デジタルシッパードの具体的なイメージ例：

## 水平的な製品開発スパイラル

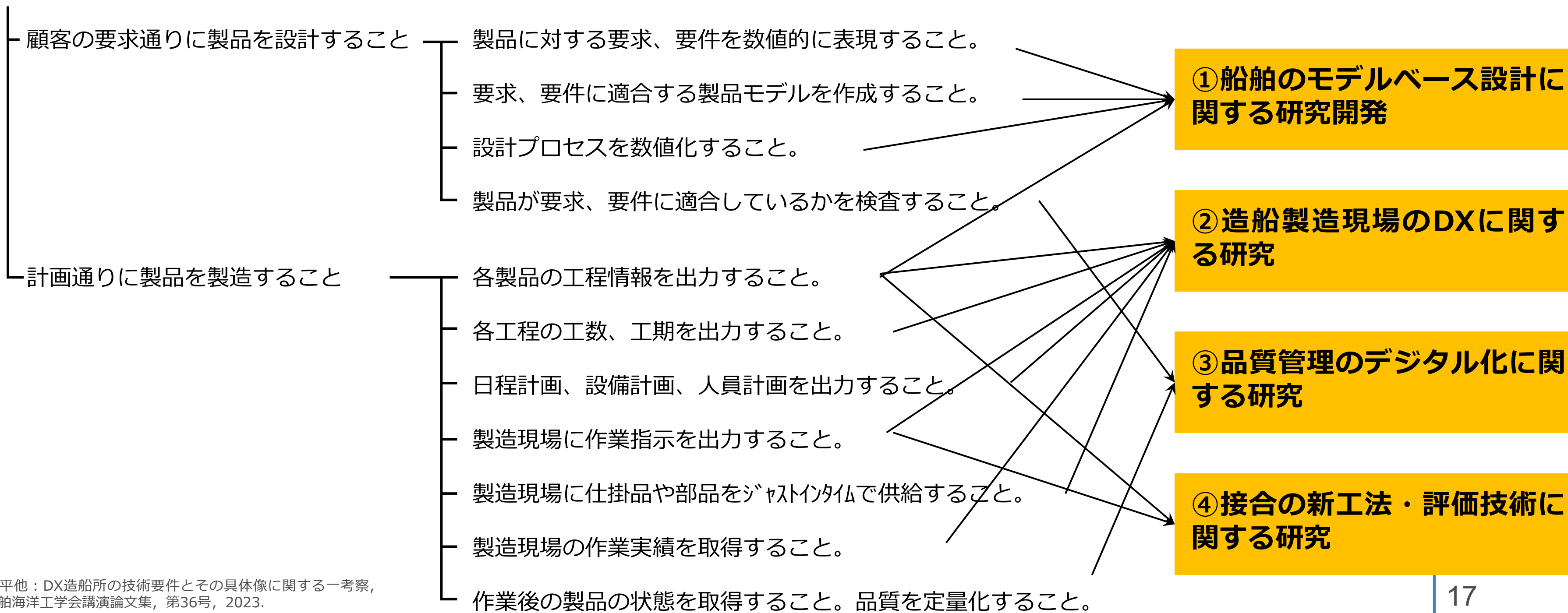
- ・ 計画初期段階から詳細モデルで検討。
- ・ 各部署が設計変更を同時検討 (水平的)。
- ・ 仮→確定モデルにデータ成長。
- ・ 計画初期から詳細な生産計画を検討。
- ・ 設計変更管理、設計データ生成機能。
- ・ PLMシステムをプラットフォーム。





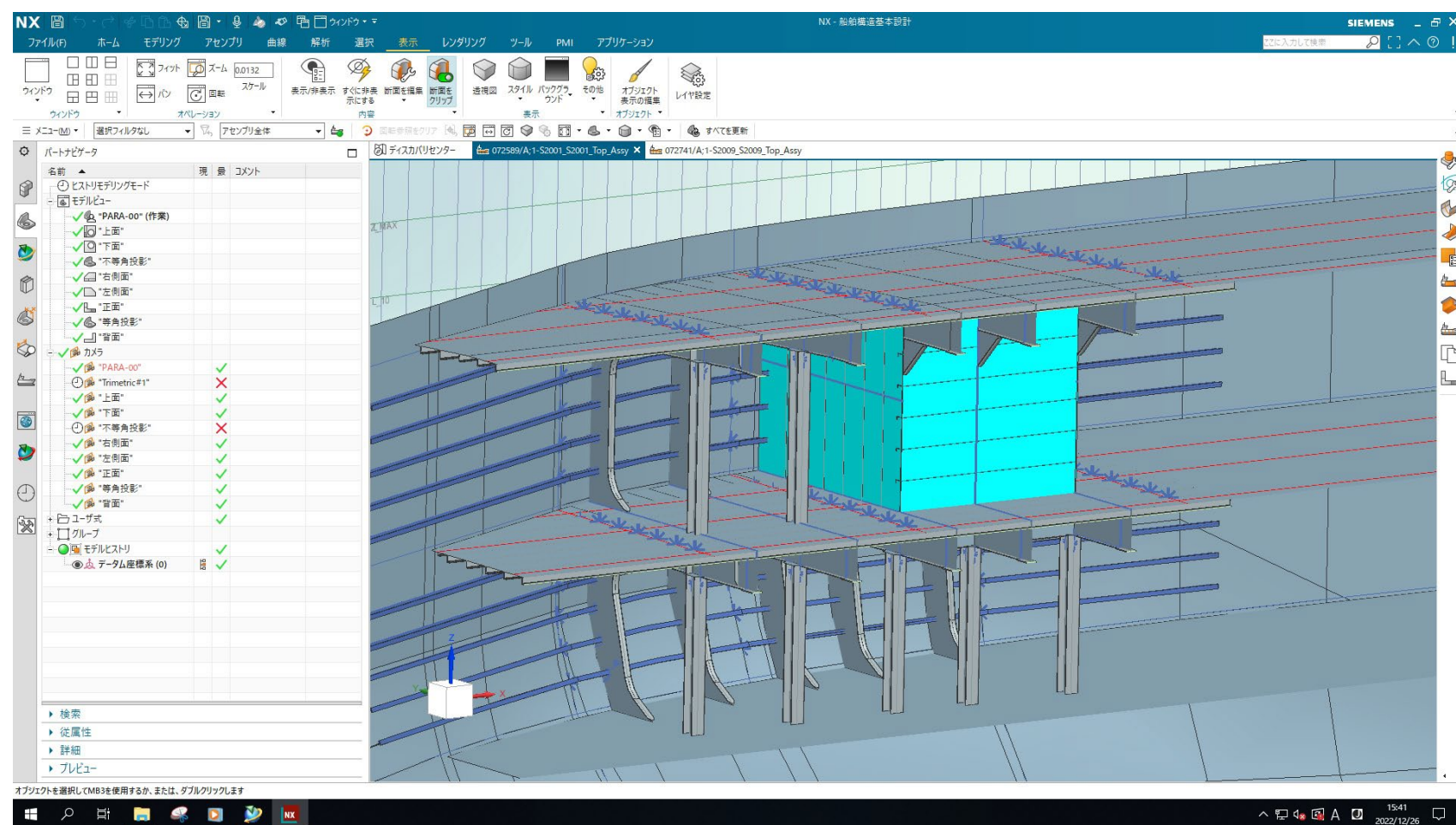
## デジタルシップヤードを実現するための研究開発

### デジタルシップヤード



## ① 船舶のモデルベース設計に関する研究開発

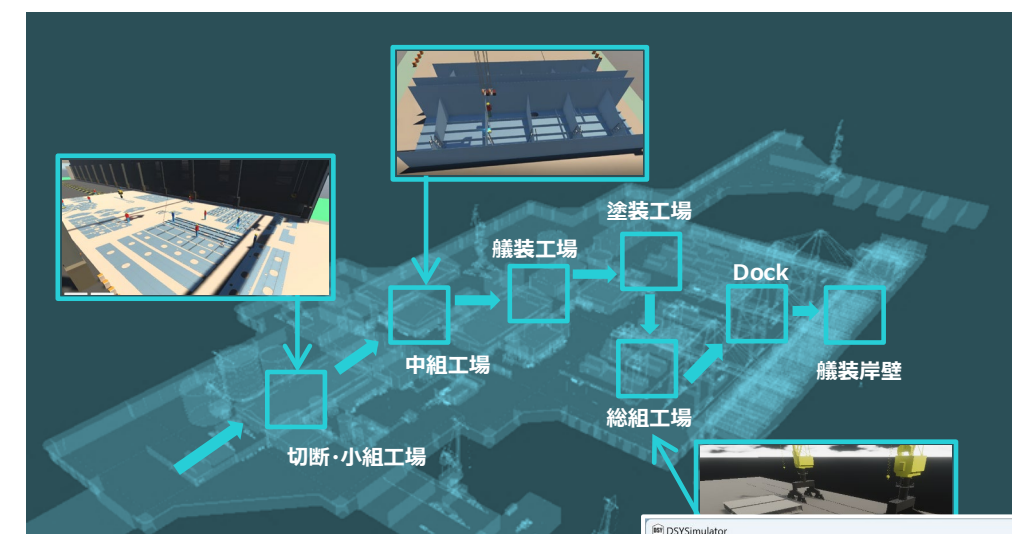
- 造船PLMシステムに関する研究
- 設計データ生成に関する研究



3次元モデルベースの流用設計の事例

## ② 造船製造現場のDXに関する研究

- 建造シミュレーション技術の研究
- 工程計画・管理システムの研究

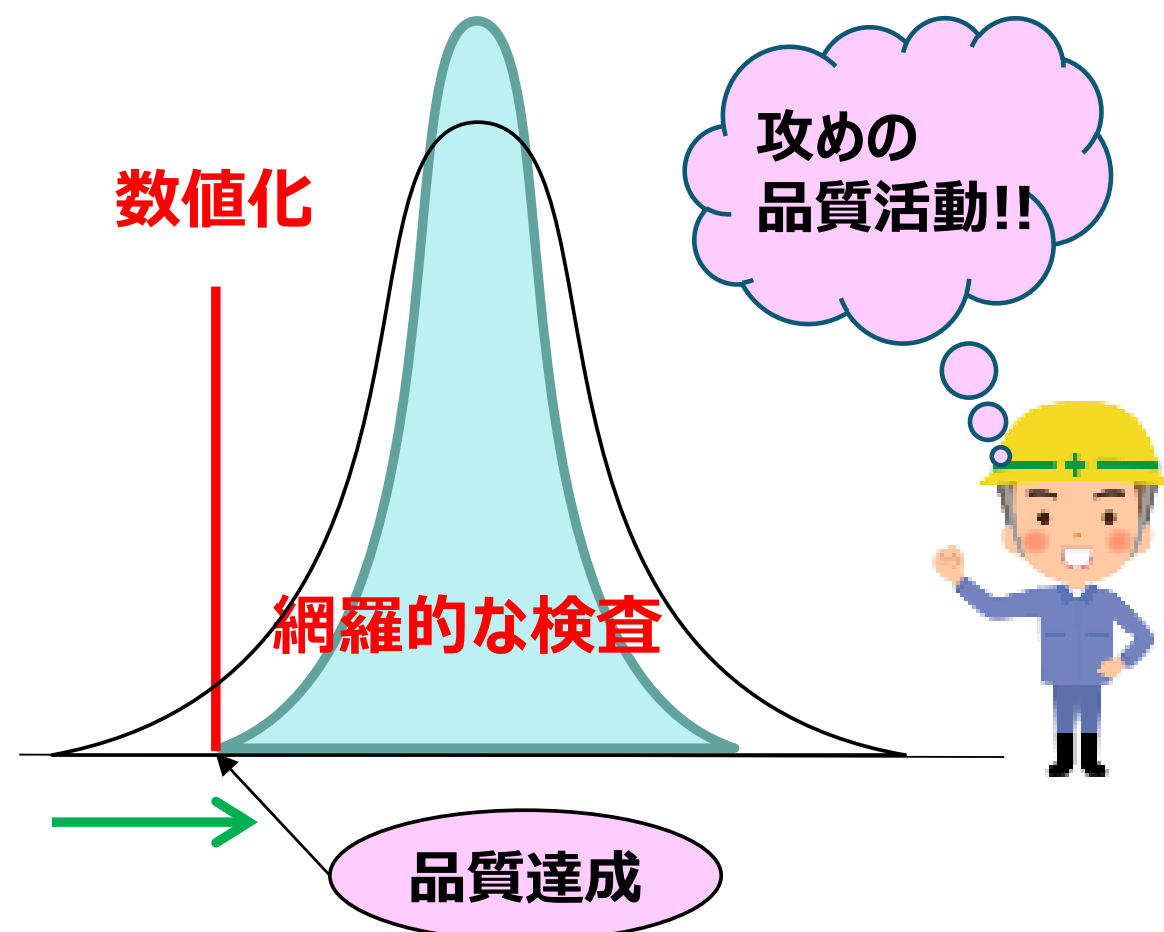


DSY Builder のイメージ



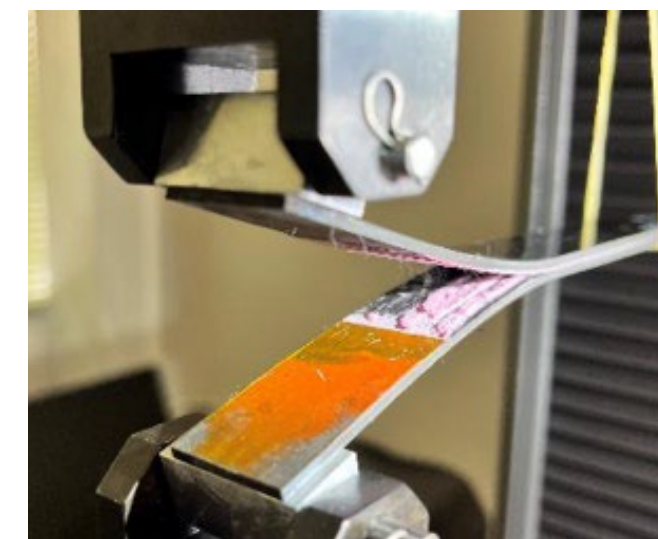
## ③品質管理のデジタル化に関する研究

- 溶接ビード品質マネジメント手法の開発
- ブロック寸法品質マネジメント手法の開発
- 品質デジタル化を前提としたPLMの検討

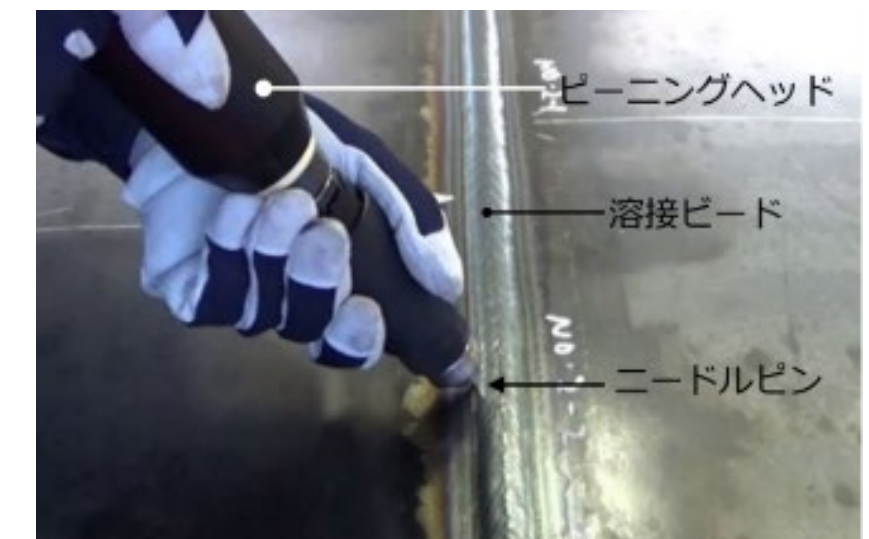


## ④予防保全高度化のための接合の新工法・評価技術に関する研究

- 接合部の疲労損傷・腐食・破壊挙動の検証
- 代替施工法・代替材料による作業効率評価
- 新工法の提案及び評価指標の高精度化
- 標準化・ガイドラインへの波及



接着部の新評価手法



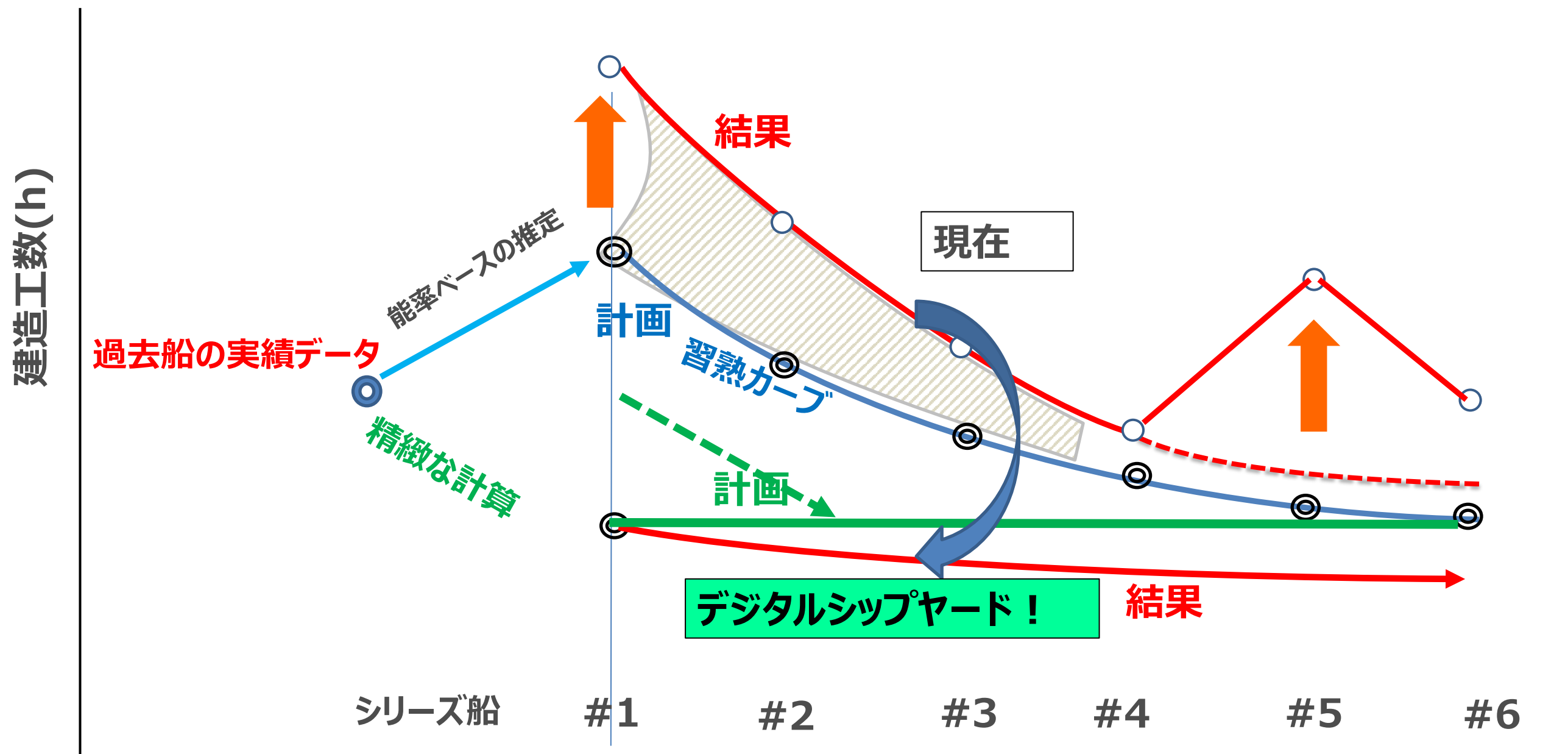
新しい施工法

(例：ニードルピーニング)



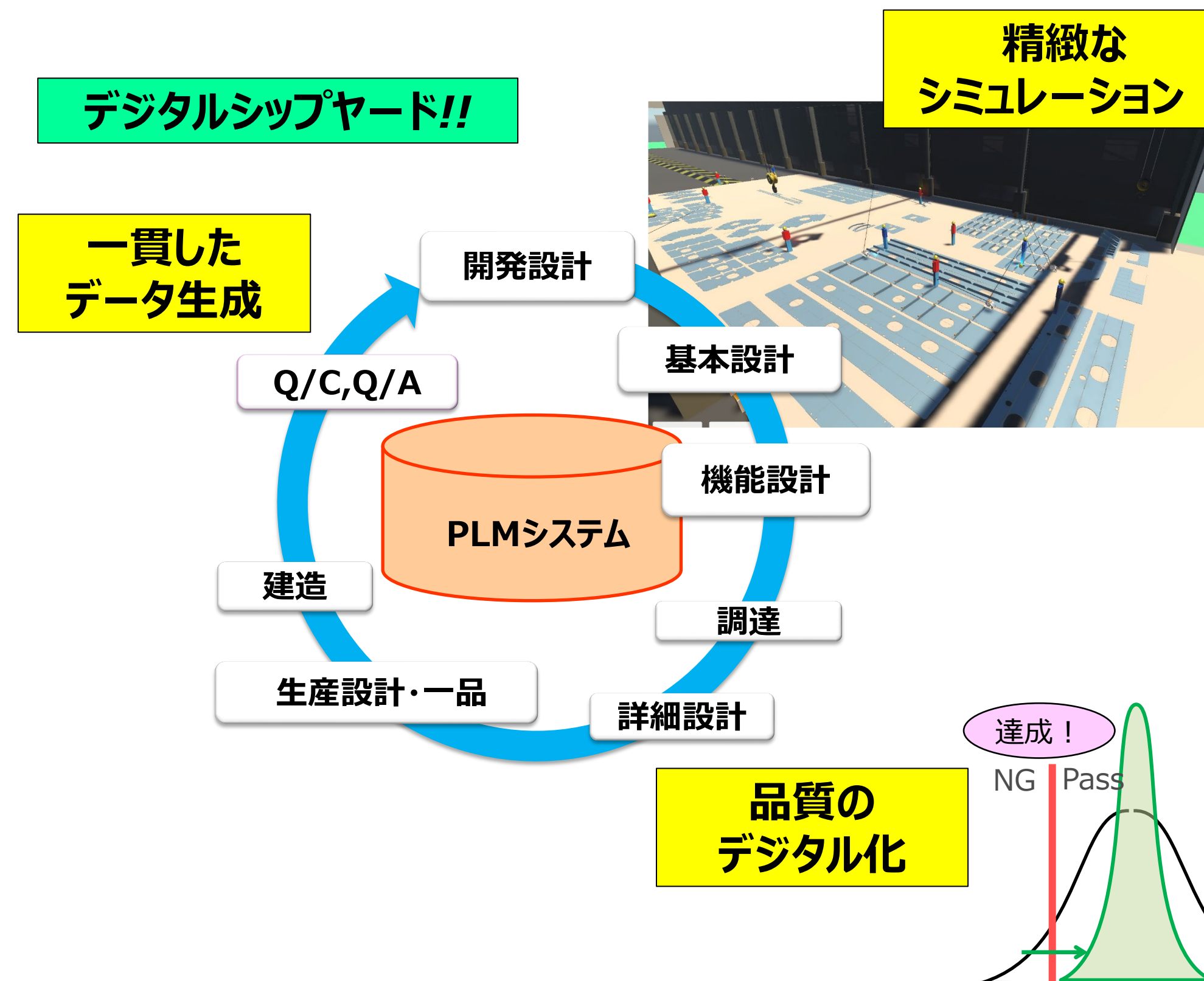
## デジタルシップヤードにおける建造工数のイメージ

### シリーズ船の建造工数（イメージ）



1番船から最大習熟効果を実現!!

## デジタルシップヤードが実現するもの



### 海事産業の効果

#### 造船所は

- ✓ 競争力強化
- ✓ リードタイム短縮
- ✓ 効率的設備投資

#### 船主・船級・船用工業界は

- ✓ 高い信頼性（納期・コスト）
- ✓ 常駐監督不要
- ✓ 効率的FBや O&Mへの適用
- ✓ 設備・設計の改善

海技研のPLATFORMで  
共同研究を!!

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

