

## 船舶産業DX・SC最適化検討委員会

### ⑥ サプライチェーン全体の最適化等の実現に向けた戦略の検討等 ～欧州・韓国造船所の取組みとその背景～



## 前回の討議の振り返りと本日の位置づけ

- 前回第2回の委員会では、主に中国の造船所におけるDXの取組みとその背景にある人手不足の説明を行った
- それに対し、ご参加いただいた委員からは以下のようなご意見をいただいた
  - ✓ 中国だけでなく、欧州の取組みも調査が必要である
  - ✓ DXだけでなくサプライチェーンの取組みの調査も必要である
  - ✓ そもそも環境対応船の開発など、他のテーマも目白押しな中で何のためにDXに取り組むのか判断ができない
- そこで本日第3回の委員会では、欧州・韓国での取組みと効果、及び改めてその背景にある危機感について説明を行った上で、データ連携を進めるために何をすべきか、その前提として何のためにデータ連携を進めるかを討議したい

## 本日の趣旨

- 欧州でも中韓の造船業でも、人手不足に苦しみ中、追い打ちをかけるように顧客からの細かなカスタマイズや短納期要求は高まる一方で、事業継続に向けて相矛盾する事態への対処を求められている
- その対処として、欧州や中・韓の造船所は航空機産業や自動車産業を手本とし、部品・手順の標準化やモジュール設計など、従来の延長線上の取り組みに加えて人手に頼らずコンピューターを活用する方法を模索している
- その一つが引き合い設計からの3Dモデルの活用で、欧州や中国では3Dモデルを起点に、EBOM/MBOMを介して生産設計へとつながる流れを構築し、契約を締結するまでになるべく細かく仕様を詰めるための努力を行っている
- とある欧州の造船所では、引き合い設計時に顧客の要望を3Dモデルのパラメーターに落とし込み、プログラムに総当たりで検討させ、それまで8人で2か月かかっていた引き合い設計が、わずか1人で1週間で終わるまでに進化を遂げた
- これまでのサプライチェーン事業で、部門内のデータ連携やデジタル化は一定進んできた。今後日本の海事産業全体でデータ連携を進めるには、部門を跨いだデータ連携やその前提となる各社の業務標準化が避けて通れない
- 今までのやり方でも建造できるのに、あえてヒトとカネをかけて海外勢がデータ連携の取組みを進めるのは、かつてない勢いで進む労働力不足と新たな環境対応にあるが、この経営環境の変化はすべての日本の造船所に当てはまるわけではない。海事産業全体でデータ連携を進める意味合いを今一度議論させていただきたい

# アジェンダ

国内外の造船業が置かれている事業環境と経営課題

海外の造船所の対策

我が国の造造・造船のデータ連携・DXの進め方（議論用素案）

# 船主/船社の競争優位の源泉とニーズ

令和元年「革新的造船技術の展開に向けた船舶産業におけるデータ連携に関する調査研究業務」報告資料抜粋

顧客は船価だけでなく、仕様変更の柔軟性や引き渡しまでのリードタイムの短縮を求めている

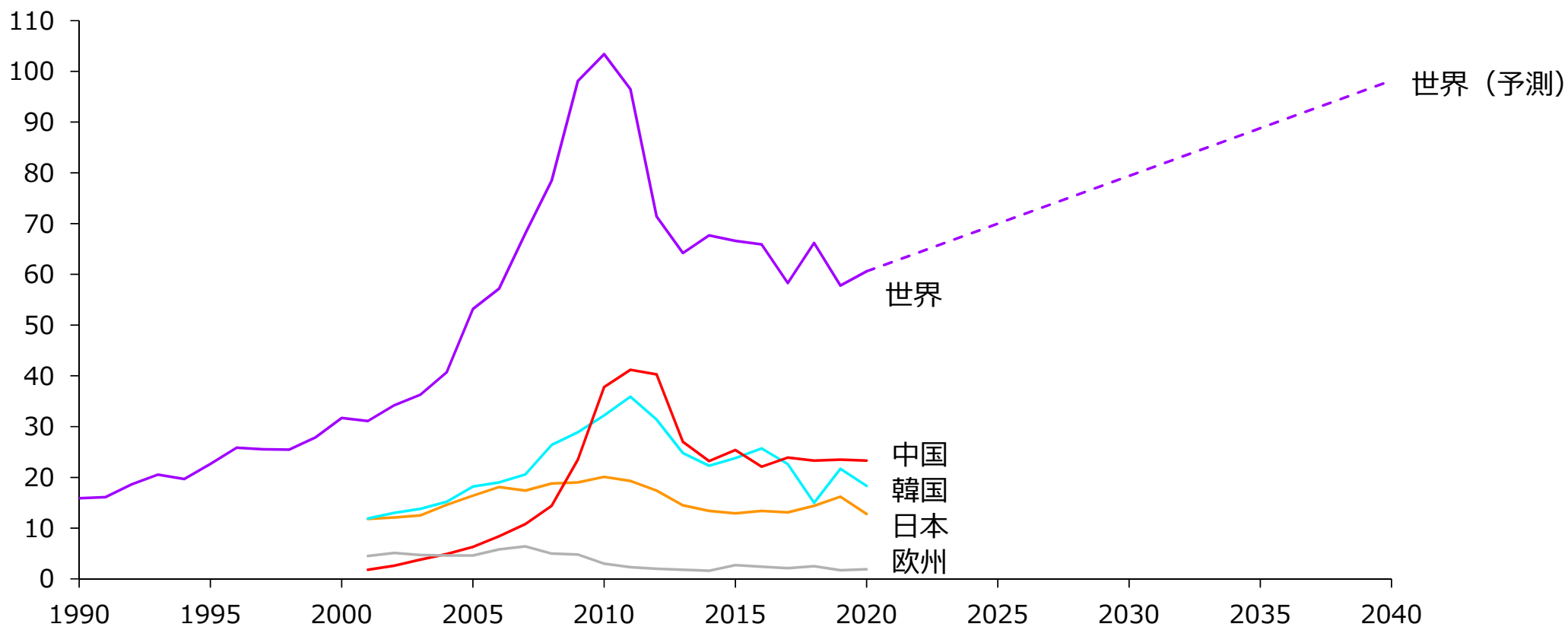
	アセットオーナー	海運事業者	特殊船オペレーター <sup>1</sup>
主な船種	バルカーなどを保有し、海運事業者に貸し出す事業者 例：ギリシャや瀬戸内の船主 中型バルカー等	主に自ら船を所有し、定期航路で物流を担う事業者 例：MOL、NYK他 LNG船、コンテナ船、タンカー等	客船や海洋構造物など、先に該当しないオーナー 例：CCS他 大型客船・海洋構造物等
ビジネスモデル	船の購入費・維持費を海運事業者からの傭船料で回収する	船の購入費・維持費を物流事業の収益で回収する	船の購入費・維持費をホテル事業で回収する
顧客	世界の海運事業者	製造業全般、発電事業者等	旅行者等
商材	船そのもの	物流サービス	顧客体験
船へのニーズ (初期投資以外)	世界どこでも使える程度に汎用的で、維持管理費が低いこと	燃費を含む維持管理費が安く、納期が短いこと	自らの理想を作り上げてくれつつ、納期が短いこと
ビジネスリスク	船が傭船されず、遊んでしまうこと	利用状況のボラティリティが高い	旅行者が来てくれないこと
船でのヘッジ	船の汎用性を高め、傭船事業者の間口を広げる	運航開始までの期間を短く、かつ想定航路での維持管理費を下げる	想定される旅行者の国民性に合わせ、船内をカスタムする
造船所の選定要因	船価	船価 仕様変更の柔軟性 リードタイム	船価 仕様変更の柔軟性 リードタイム

<sup>1</sup> 客船の場合を例示

# 建造トン数の推移と予測

船の建造需要は過去30年間、中国の爆発的な立ち上がりなどもあったが、世界の経済成長に伴い順調に成長してきている

新造船建造量 [百万総トン]



# 国内外における造船就業者数の推移

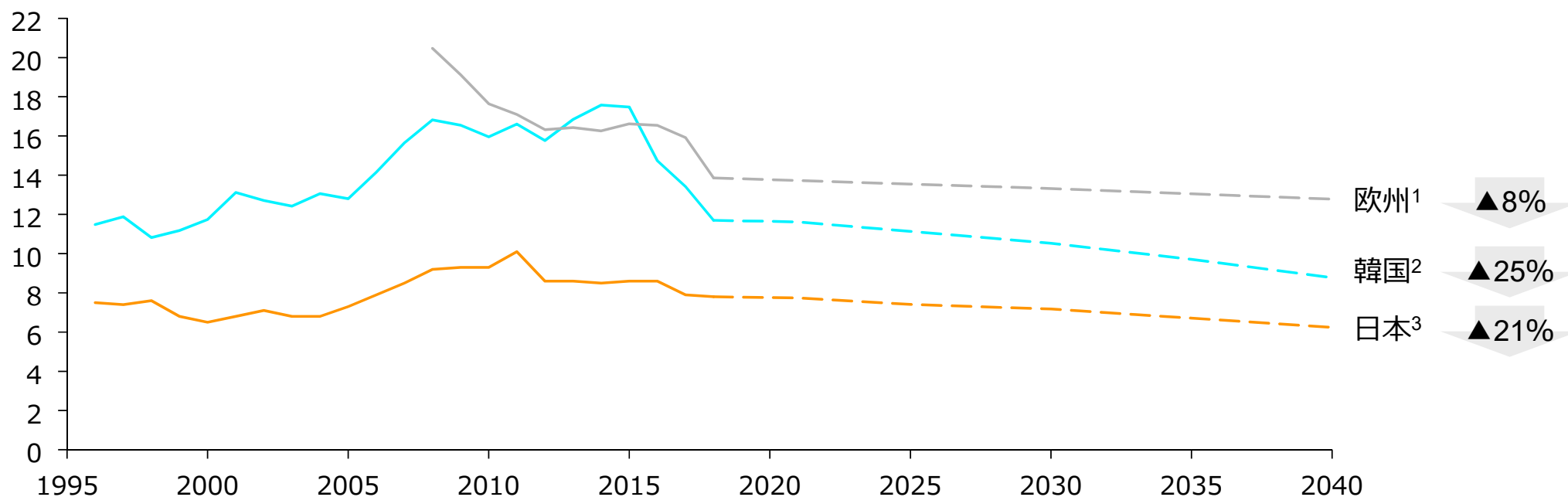
一方、造船就業者数は日本のみならず世界中で減少の一途をたどっている。新環境技術対応などが求められ、従来よりも設計や建造に工数が必要になる中で、これまでと同じ造船では立ち行かない可能性がある

造船就業数推移

就業者数推移

(2020年比、予測)

造船就業者数[万人]



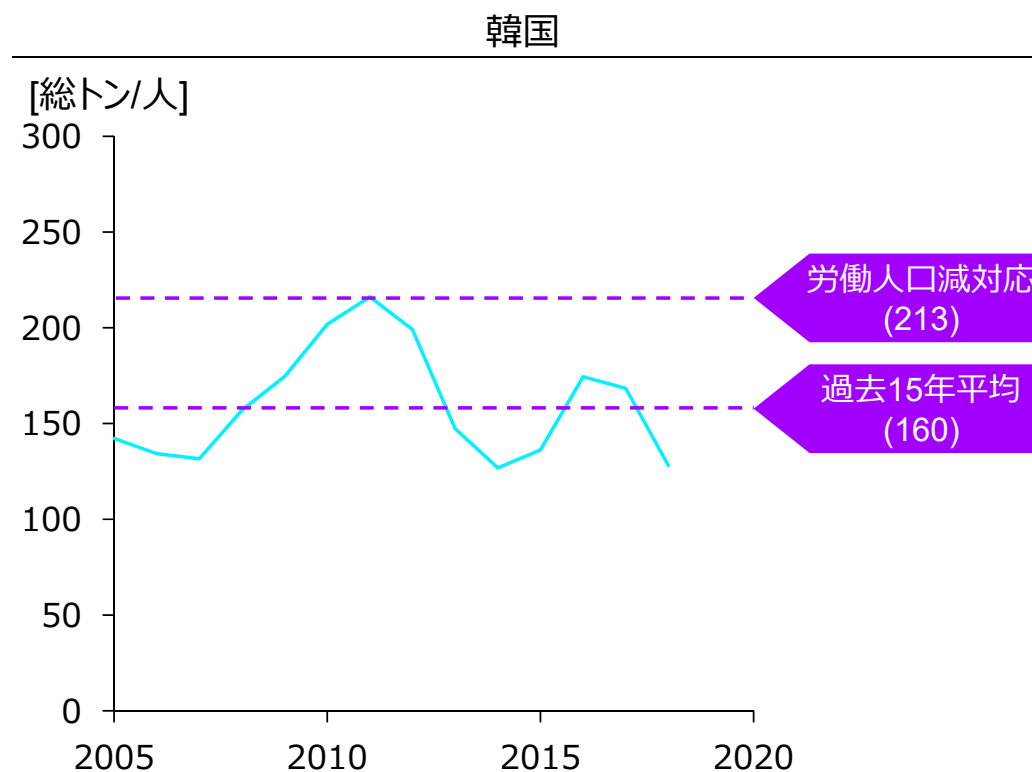
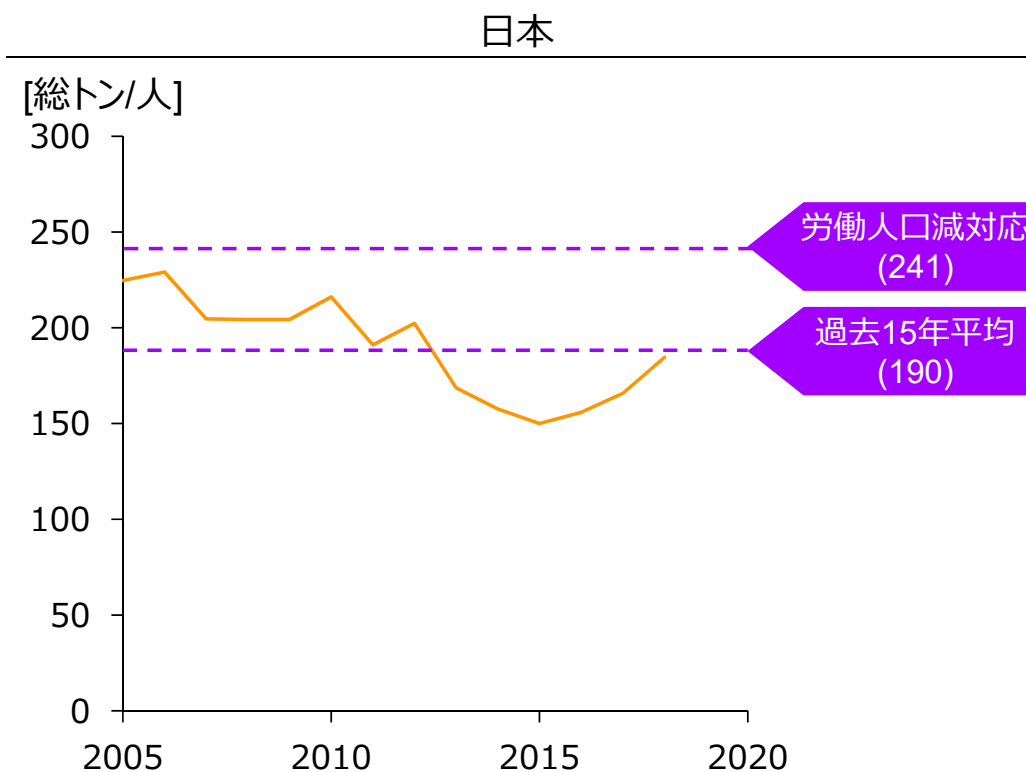
Source: STAN Industrial Analysis 2020 ed. - OECD Statistics 将来予測は、生産年齢人口の減少率を就業人口に掛け合わせて算出した。

<sup>1</sup>国立社会保障・人口問題研究所 欧州としては欧州は以下の国の合算値を掲載 欧州としてはアイスランド、アイルランド、イタリア、英国、オーストリア、オランダ、スイス、スウェーデン、スペイン、スロバキア、スロベニア、デンマーク、ドイツ、ノルウェイ、ハンガリー、フィンランド、フランス、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、ラトビア、リトアニア、ルクセンブルグが対象

<sup>2</sup>2022年04月25日 JETROビジネス短信 <sup>3</sup>内閣府 (2022)「令和4年度版高齢社会白書」

## これからの造船業に求められる生産性

建造量が変わらないとしても、労働人口減少分を補うためには、2040年までに日本でも韓国でも2割以上の生産性改善が求められる。アジアの教育実習生は取り合いになっており、今以上に入ってくることをは想定しにくい





# アジェンダ

国内外の造船業が置かれている事業環境と経営課題

海外の造船所の対策

我が国の造造・造船のデータ連携・DXの進め方（議論用素案）

# はじめに：自動車業界のトランスフォーメーションの歩み

自動車業界では、コア・ノンコア業務の仕分けから標準化・デジタル活用へと歩みを進めてきた。  
海外造船業でも、この流れを意識してデジタル化を進めている

1990年頃

2000年頃

2010年頃

外部環境

グローバルでのコスト競争激化

機能・意匠に対する要求の高度化

派生車種の増加・人材不足

プロセス

標準化・モジュール化  
(コア・ノンコアの切り分け)

- 人を大量投入した開発はコストが高み国際的な競争力が低下するため、標準部品化や複数部品を組み合わせたモジュール化に着手
- 設計が効率化されるとともに、標準部品を繰り返し使うため品質も安定化
- サプライヤーへはモジュール単位で外注

シャシープラットフォーム化

- 従来セグメントごとのシャシー開発を廃止し、複数セグメントに対応するプラットフォームを開発（例：MQB、TNGA）
- 共通のシャシープラットフォームを活用し、様々な派生車種の上市までの期間を短縮

国内自動車会社は  
現在取組中

テクノロジー

3D CAD導入

- 複雑な意匠デザイン実現するとともに、部品の干渉・不整合を早期検知するため、3DCADを導入
- サプライヤーにも3Dモデルでの設計を要求
- 強度・空力等シミュレーションにも3Dモデルを活用し、設計リードタイムを削減

PDM導入

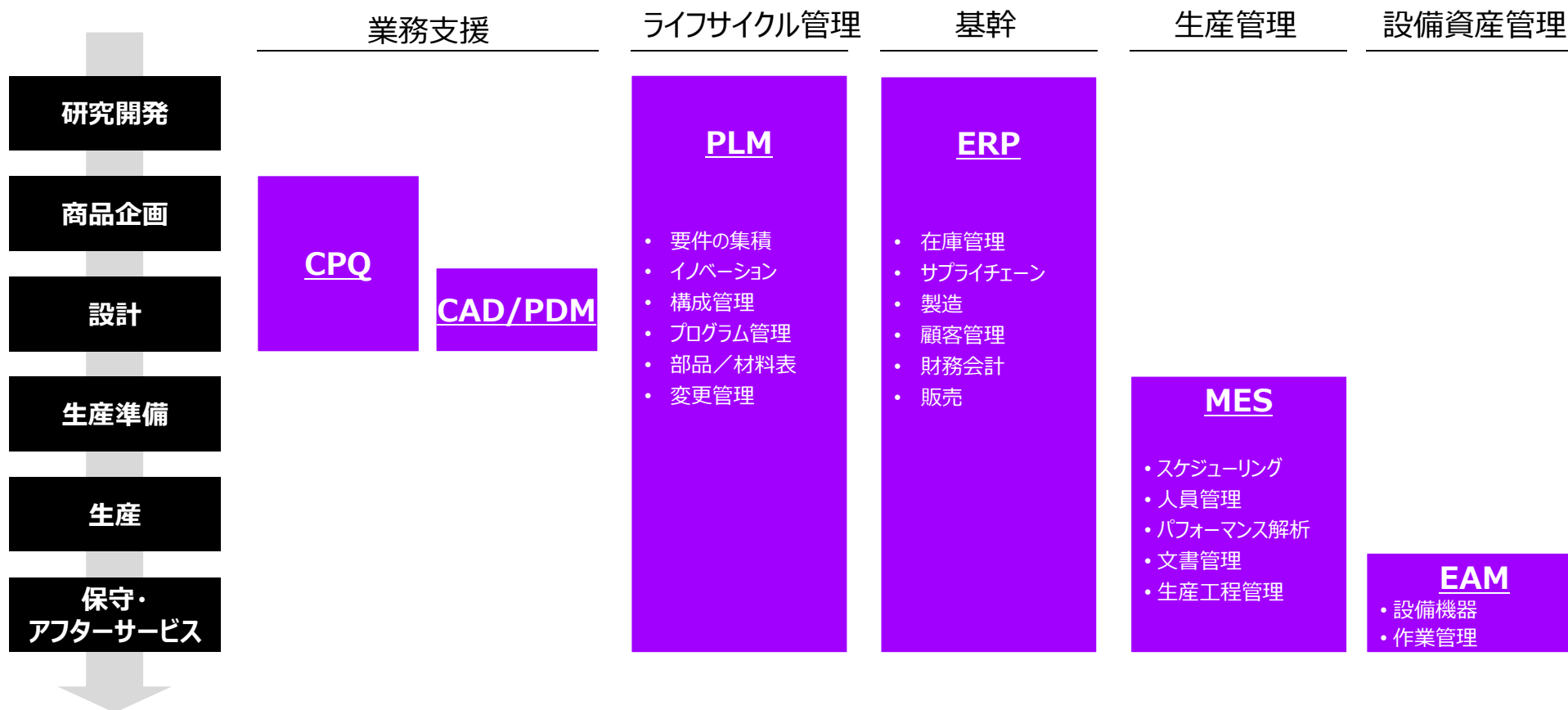
- 機能部品の点数やバリエーションが増加するなかで、適切に部品表を管理するため、PDMを導入

PLM導入・システム連携

- 国内部門間・グローバル拠点間の連携を促進させフロントローディング開発を実現するため、PLMを導入
- PLMを、ERPやMES等のシステムと連携させライフサイクル全体の情報管理を実現（上流側のBOMと下流側のBOMを整理し連携）

# はじめに：エンジニアリングチェーンの主要システム

データ連携を実現するためには、目的に応じて多種多様な“システム”が利用される。



# はじめに：エンジニアリングチェーンをつなぐ言葉

システムは箱であり、その中にシステムも人も理解できる言葉を入れることで初めて機能する。その言葉がBOM/BOPである

名称	製品マスタBOM	設計BOM (E-BOM)	製造BOM (M-BOM)	BOP
イメージ				
目的	製品のバリエーションと仕様・品目構成管理	案件単位で製品に必要な品目の構成と数量管理	製造・調達要件等を付加した品目構成管理	製品の製造工程に関する構成情報管理
用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>仕様項目と標準構成の維持・管理</li> <li>標準構成を活用した見積及び仕様誘導</li> <li>仕様選択によるベース機の品目構成の抽出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件単位で仕様・設計・技術情報等の詳細情報の定義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造構成(副資材等)や製造属性(作業区等)の付与</li> <li>製造指図、出荷単位のコントロール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程情報の定義</li> <li>使用する治工具の定義</li> </ul>
管理項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品シリーズの品目・構成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品の品目・構成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品の品目・構成</li> <li>副資材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程・手順・検査項目</li> <li>製品の品目・構成</li> <li>治工具</li> </ul>
代表的な管理属性	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品シリーズ名</li> <li>標準原価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受注番号</li> <li>製品名</li> <li>材料</li> <li>数量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内外製区分</li> <li>プラント</li> <li>実績原価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラント、製造ライン・工程(作業区)</li> <li>作業工数</li> <li>実績原価</li> </ul>
利用部門	設計	設計	生産技術	生産技術
管理部門	技術・設計	設計・生産技術	設計・生産技術	設計・生産技術

# 海外造船所の対応

造船所ごとに抱えている課題は異なるため、解決の方法も様々。但し、いずれの造船所も人手に頼らない方向を模索しており、そのためにデジタルを活用している点は特筆に値する

	中国：CSSC	韓国：Samsung Heavy	欧州：Meyer Werft	欧州：Damen
おかれた環境	人手不足 設計も工作も分かる熟練の造船技師の不足			
戦略	エンジニアリング企業へのシフト <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安価な人件費を魅力的な船価に繋げるビジネスモデル延命</li> <li>● 高密度艤装船へのシフト</li> </ul>	既存ビジネスの着実な取り込み <ul style="list-style-type: none"> <li>● 足元の需要を確実なものとするための人手不足への対処</li> </ul>	世界一の客船ヤードとしての発展 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 顧客要望への柔軟な対応</li> <li>● 引き合い設計の精緻化によるリスク見積りでの精緻化</li> </ul>	需要変動に耐える事業の構築 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 造船所の数を逆手に取った操業の波に耐える柔軟な受注</li> </ul>
戦術	ASEAN人材の活用	建造工程に眠る手待ち・手戻りの削減	設計検討の省力化・高速化	配下の造船所の動的な利用
取組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建造工程への3D施工図活用</li> <li>● コンセプト設計から詳細設計まで一気通貫の設計環境整備とその試行</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ペーパーレス化の推進</li> <li>● 建造工程の見える化システムの構築 ("SYARD")</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 引き合い設計の自動化・省力化 (パラメトリック設計)</li> <li>● サプライヤー情報やり取りのポータル化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● モジュール設計の推進</li> <li>● 造船所を跨いだ“レゴブロック”建造の検討</li> </ul>

# サムスン重工業の取り組み事例

サムスン重工業（SHI）の「スマートSHI」戦略は、生産・設計・業務など全ての分野でDXを行い、労働集約的産業である造船業を、プラットフォーム基盤の高効率技術集約産業へ転換させることを目指す

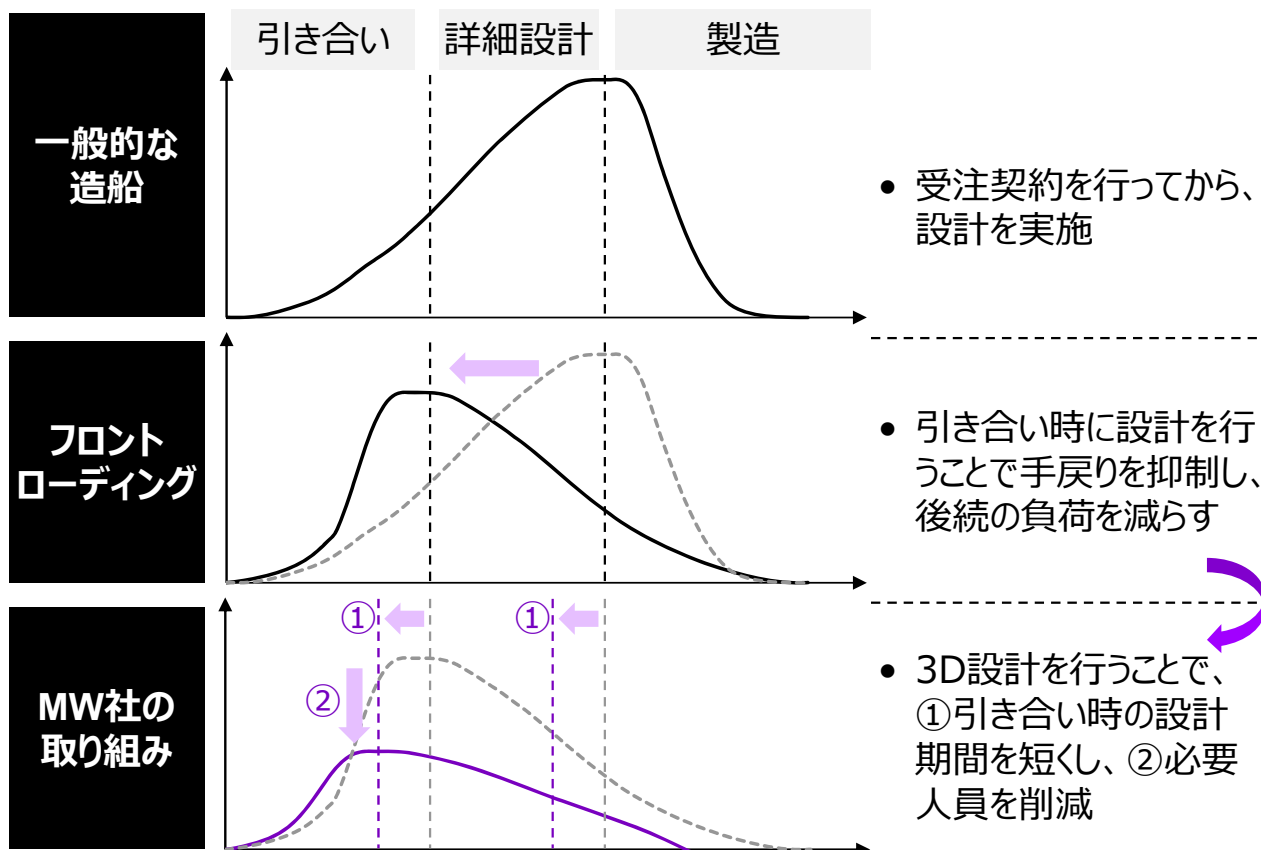


# Meyer Werft社における3D設計を活用したフロントローディング

Meyer Werft社（MW社）は、3D設計プラットフォームを利用し、引き合い時の設計工数を削減しつつ、フロントローディングを実現。特にパラメトリック設計を取り入れたことで、設計期間と必要人員を大幅に削減

引き合い～製造までの工数（イメージ）

MW社での設計工数削減方法



各タイミングで必要な情報を詰め、3D設計を活用することでフロントロードと工数削減を両立

**パラメトリック設計**

- 設計対象の諸元、属性をパラメータとして設計内容を定義。設計変更時に**パラメータと定義に基づく自動修正**  
- **16人月**（8人×2か月）かかっていた工数を、**1人月未満**（1人×1～2週間）にまで削減

**自動設計**

- ルールを事前に定義することで、**下流工程を自動化**。例えば、板厚・種類を指定することで、溶接方法やスチフナの形状などを自動算出

**3D設計図のE2E利用**

- コンセプト図から作業指示書までを一貫して**3D設計図を使用**。コミュニケーションロス、作業重複を削減

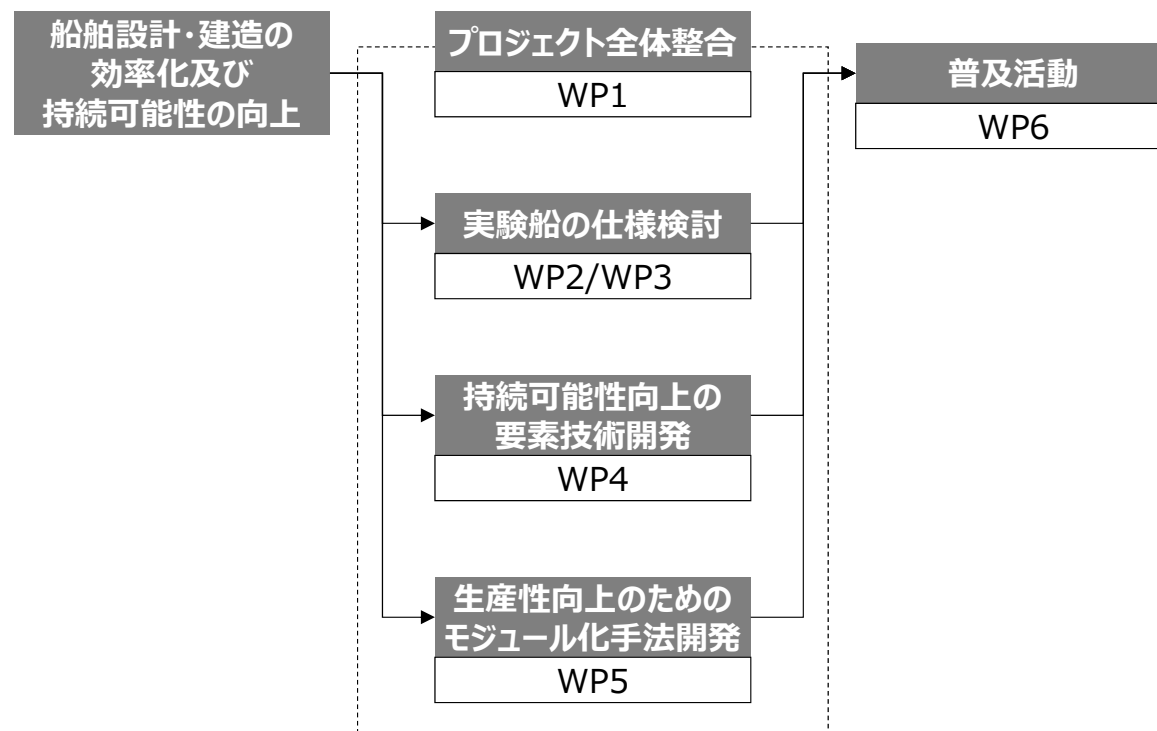
# 欧州における造船業界の協業事例 - NAVAISプロジェクト

NAVAISは、プラットフォームベースのモジュール型製品開発のアプローチにより、ヨーロッパの造船における効率性・柔軟性の向上を目指す

## プロジェクトの概要

<b>名称</b>	<b>NAVAIS</b>
<b>期間</b>	2018~2022年
<b>予算</b>	7.9 mill EUR (EU : 6.6 mill EUR)
<b>概要</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州委員会イノベーション&amp;ネットワーク執行機関INEAとの補助金契約に調印して正式に発足</li> <li>プラットフォームベースのモジュール型製品開発戦略により造船の効率性・柔軟性の向上を目指す</li> </ul>
<b>参加企業・組織</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>業界団体 : <b>Netherlands Maritime Technology</b>, SEA Europe</li> <li>造船会社 : <b>Damen Shipyards</b>, Damen Schelde Naval Shipbuilding, Damen Shipyards Galati Romania</li> <li>エンジニアリング会社 : Damen Engineering Gdansk, Eekels Technology, Heliox, Marine Design Engineering Mykolayiv, Marine Engineering Galati(MEGA)</li> <li>CADベンダー : Dassault Systèmes</li> <li>電気機器メーカー : Schunk Transit Systems</li> <li>研究機関・大学 : Center of Maritime Technologies, Marin, Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, Delft University of Technology</li> <li>認証機関(船級協会) : Bureau Veritas Marine &amp; Offshore</li> </ul> <p>※紫字はPJTRリード</p>

## プロジェクトの目的と各ワーキングパッケージの座組





# NAVAISプロジェクトにおける船舶設計・製造のモジュール化検討

NAVAISプロジェクトでは複数造船所を跨いだ建造を念頭に、船舶設計・製造におけるモジュール分割・プロセスの標準化を試み、モデルケースとなる船種で設計から生産工程のモジュール化手法の妥当性を検証している

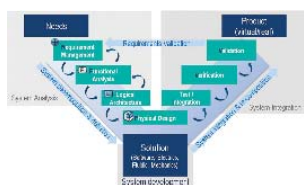
## モジュール船舶設計・製造プロセスの確立

### モジュール分割・設計プロセスの標準化

### モジュール化による建造工程の分担手法検討

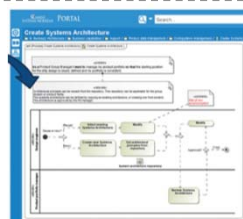
### 開発したモジュール化手法の妥当性検証

WP5



統一のモジュール分解  
ルールでモジュール化

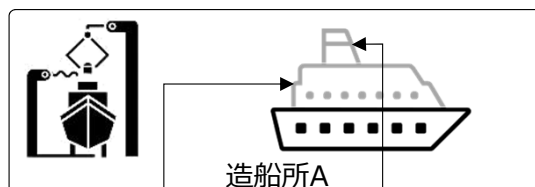
モジュール分割方法を標準化



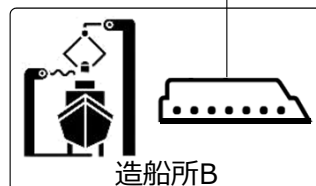
設計のプロセスをCAD  
システムに埋め込み

モジュール設計プロセスそのものを標準化

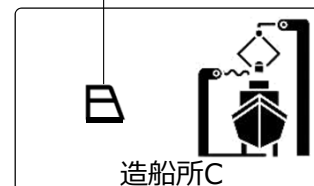
各造船所で製造したモジュール  
を組み合わせることで1つの船を建造



造船所A



造船所B



造船所C

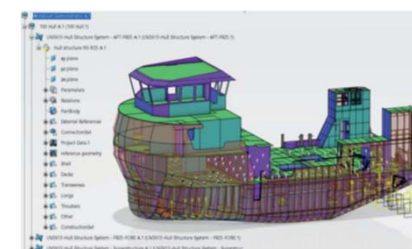
異なる造船所で別々のモジュールを作成

WP2



フェリーのデジタルツインを作成し、  
モジュール設計・生産のシミュレーションを実施

WP3



作業船のデジタルツインを作成し、  
モジュール設計・生産のシミュレーションを実施

# アジェンダ

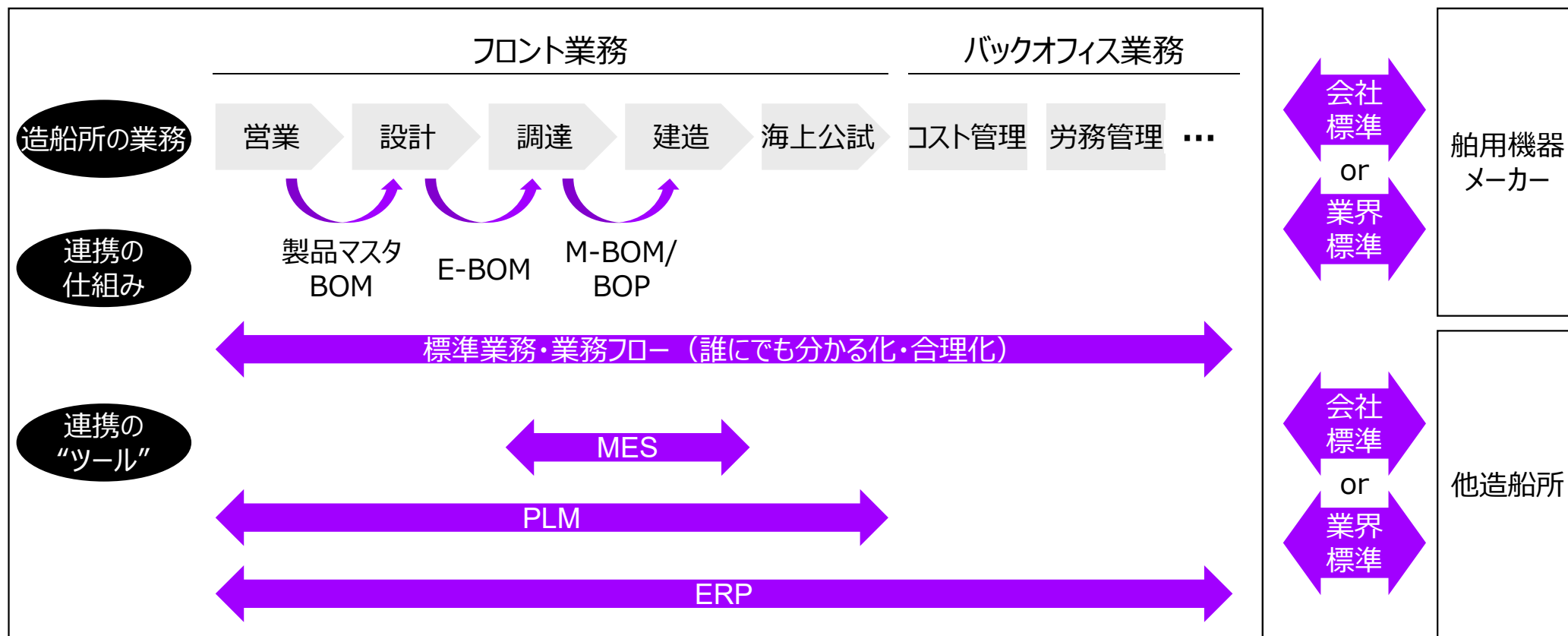
国内外の造船業が置かれている事業環境と経営課題

海外の造船所の対策

我が国の造造・造船のデータ連携・DXの進め方（議論用素案）

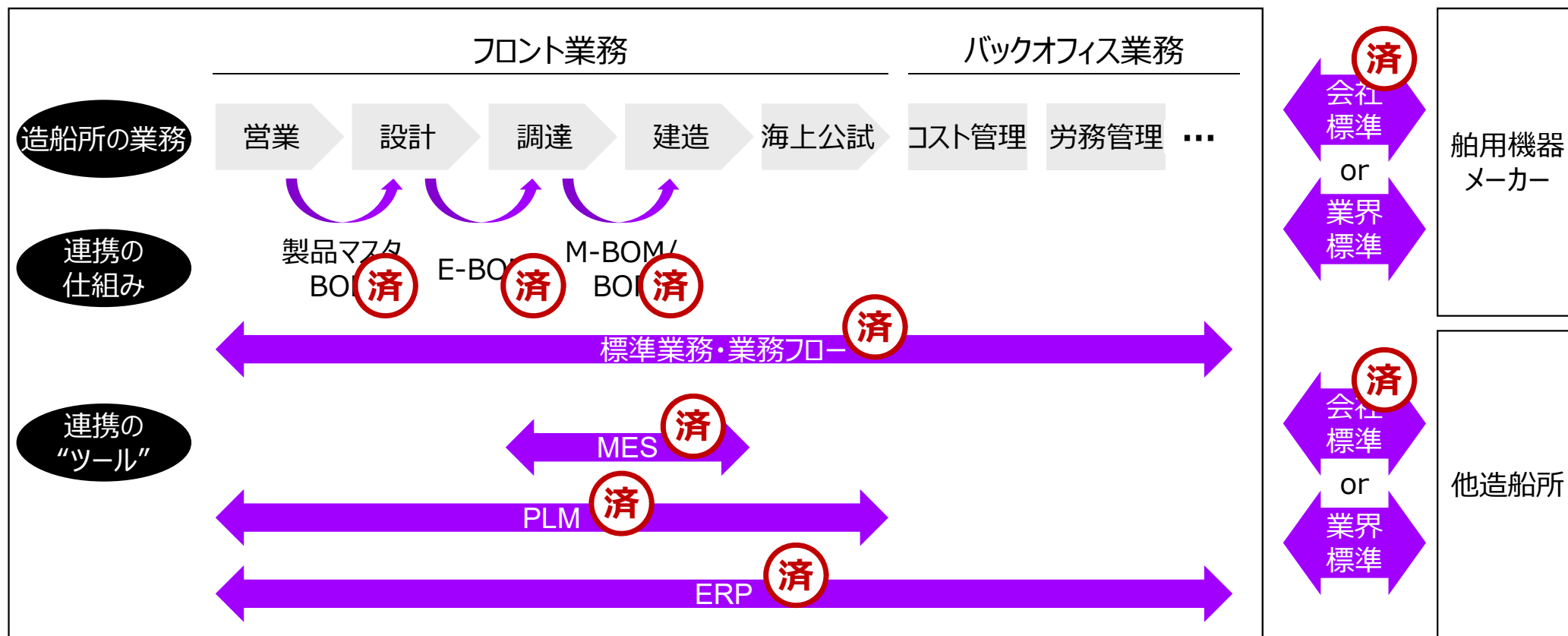
# 社内外のデータ連携推進に向けて必要な仕組み

社内外でデータ連携を進めていくには、業務を標準化して属人性を排除し、標準から逸脱しないように機械的に処理するITツールの手助けが必要となる



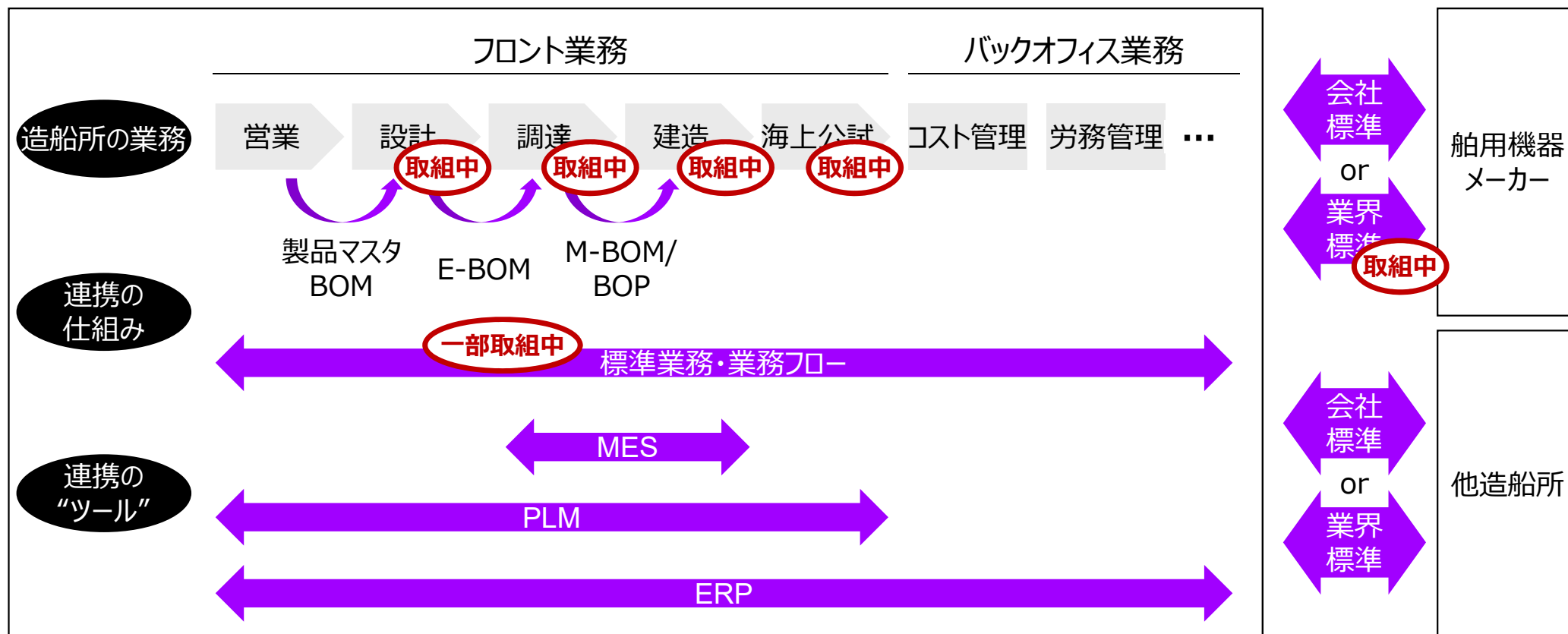
# 社内外のデータ連携推進の現状：海外

設計も建造も分かり、気の利く安価な人材がない海外では一足先にデータ連携を進める仕組みが出来上がっている



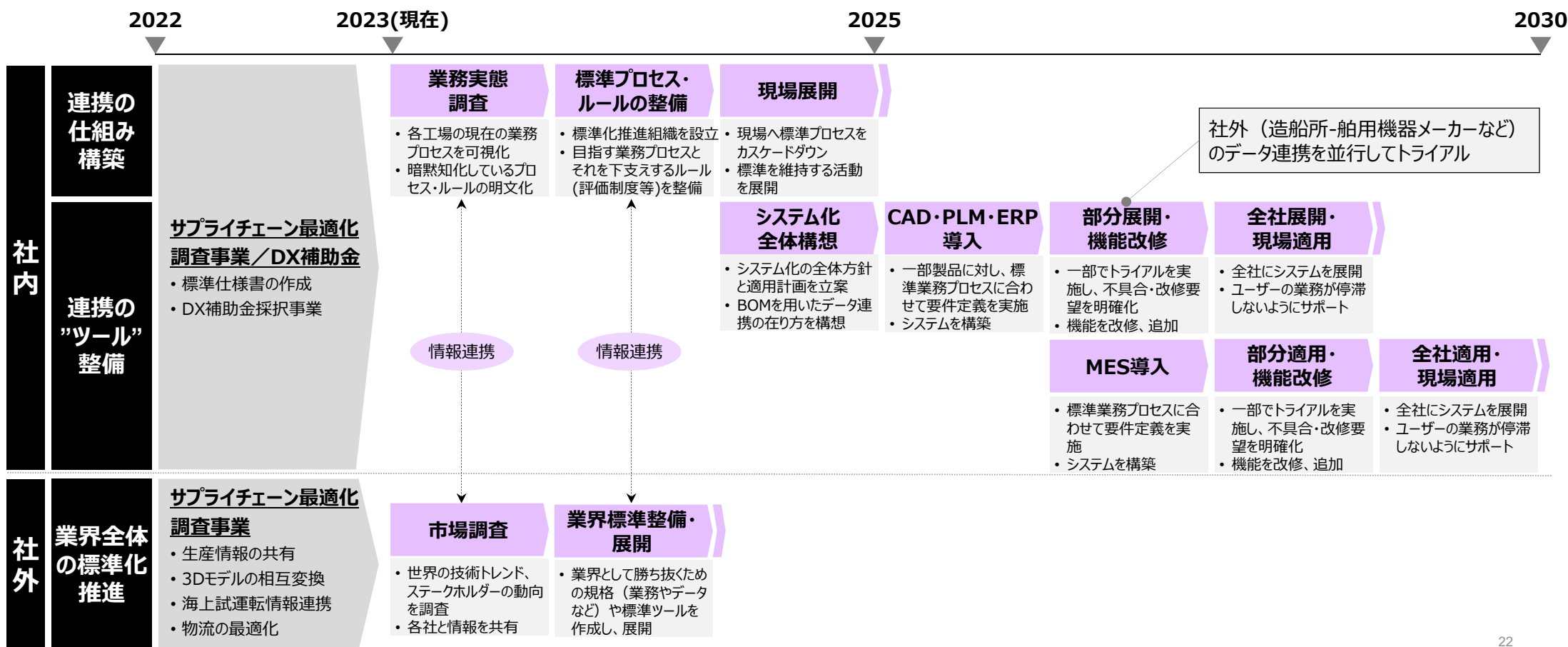
# 社内外のデータ連携推進の現状：日本

サプライチェーン事業での取組もあり、各業務のデジタル化や業界標準などの検討は進んでいる状況。  
 今後は会社内の標準業務や業務フロー、それを支えるBOMやツール類の取組が必要になるのではないか？



# 社内外のデータ連携推進の進め方（案）

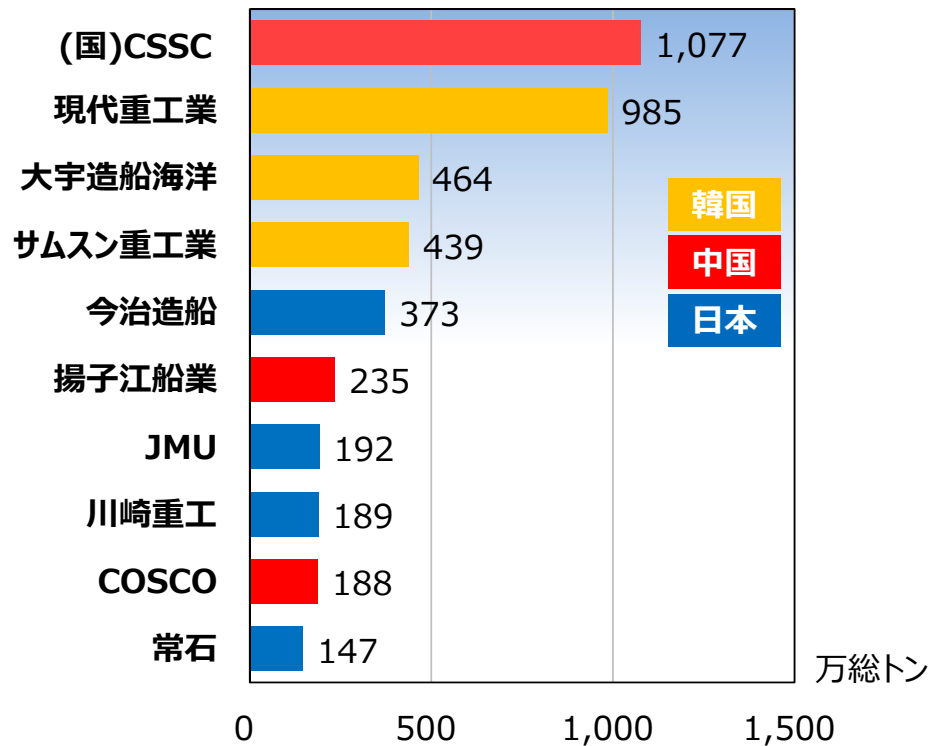
サプライチェーン最適化事業やDX補助事業の成果も活用しつつ、造船所内における連携の仕組み・ツールの実現や、社外（船用機器メーカー・他造船所）との連携の仕組みの実現を進めていく必要があるのではないか。



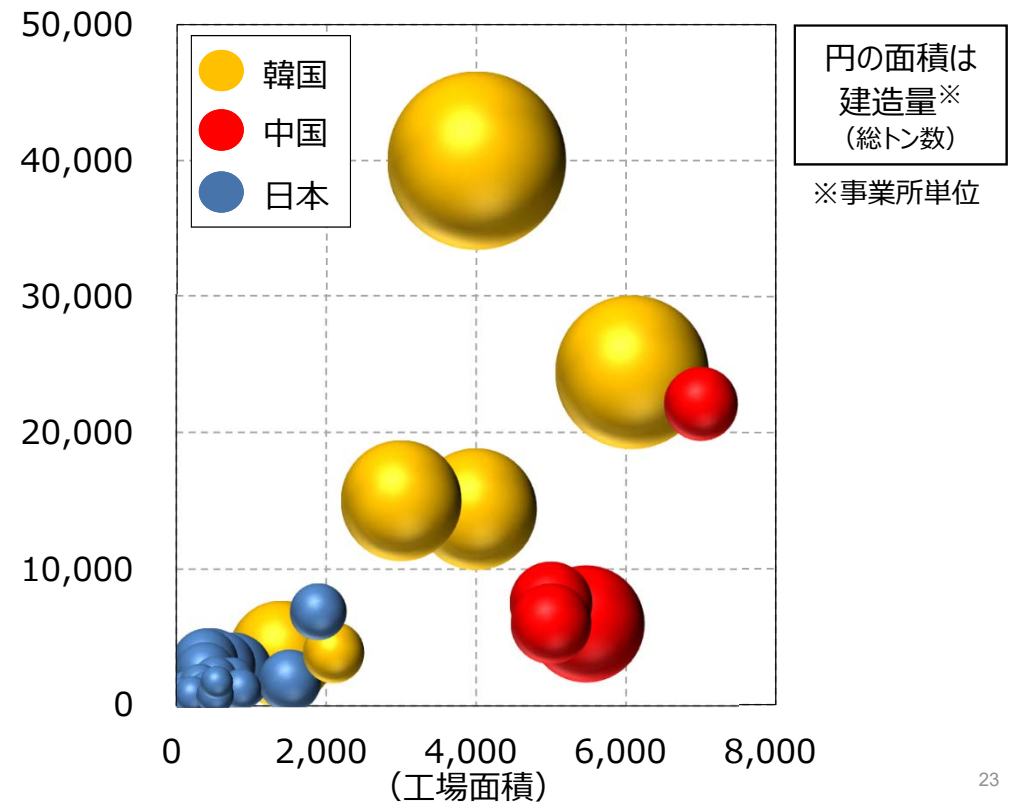
# 何のためにデータ連携を進めるか？

多くの会社は中韓の主要造船所と比較し、一社あたりの事業規模が小さい。データ連携は業務標準化やツール導入等、投資を要する。前述の事情は日本のすべての造船所に当てはまらないが、海事産業全体で何のためにデータ連携を進めるか？

造船企業グループ別の建造量



各造船所の事業所単位の規模



# 何のためにデータ連携を進めるか？

海外の造船所は設計と工作がわかる人材がいなくても、工作人員が今より減ったとしても、大型で複雑な船を建造する事業を継続するだけでなく、競争力につながる工期の短縮に向けて、投資をかけてまでデータ連携やデジタル化を進めている

