

CHAIN-X オープンフォーラム

# DXによる民間航空機開発の変革

2023/11/29

三菱重工業株式会社

民間機セグメント 事業開拓室

主幹プロジェクト統括 山口 恭弘

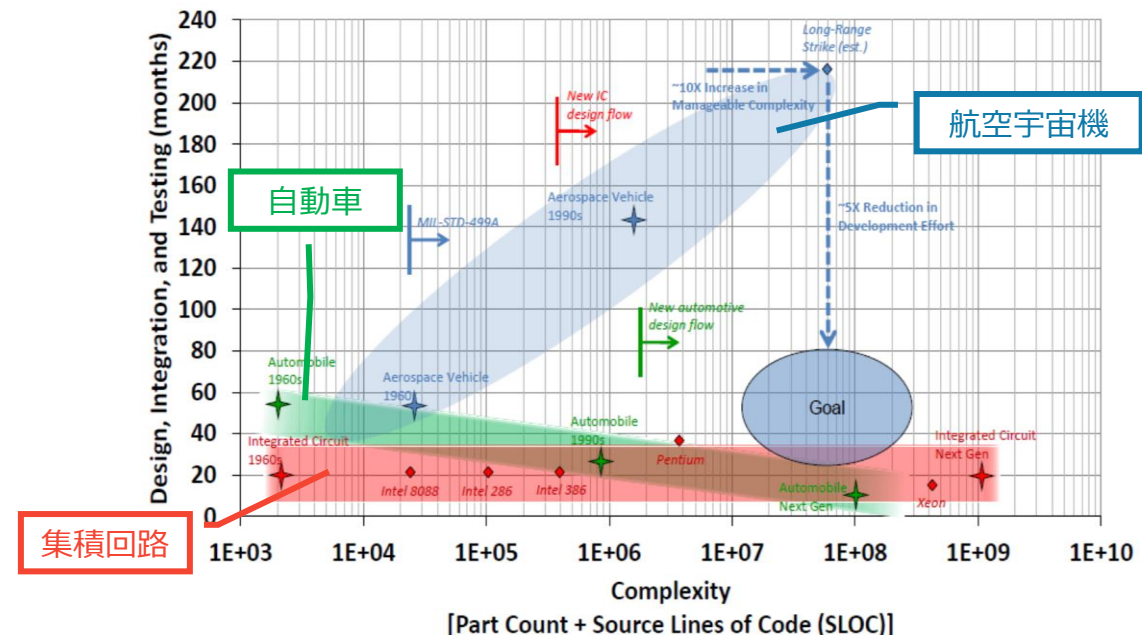
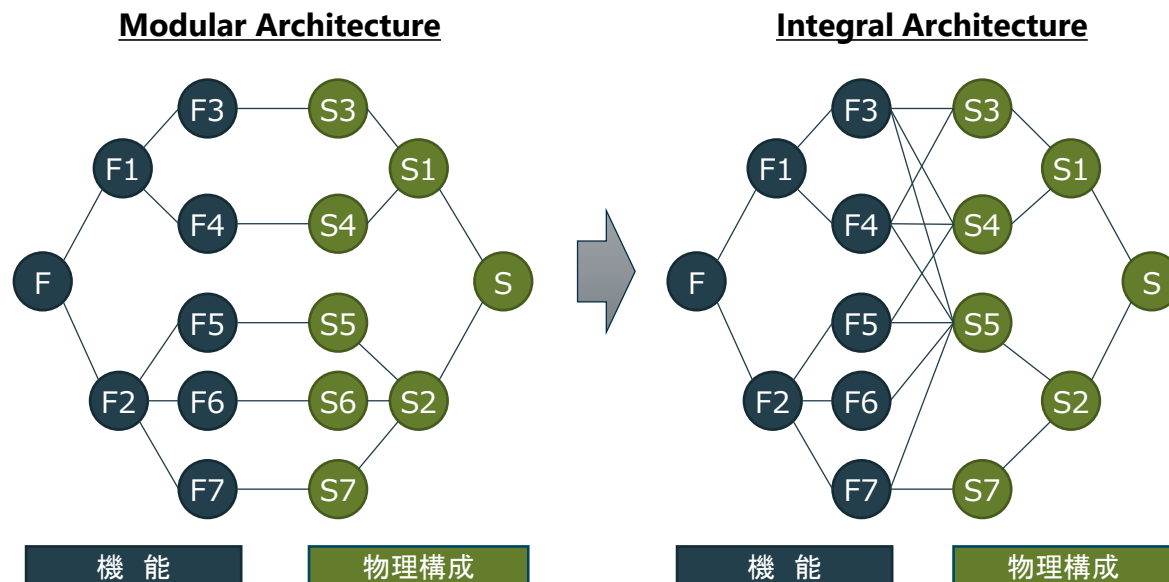
1. 航空産業におけるDXの動向
2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題
3. 航空機DXの将来像と期待される効果
4. まとめ

# 1. 航空産業におけるDXの動向

## ➤ 民間航空機産業の特徴と課題

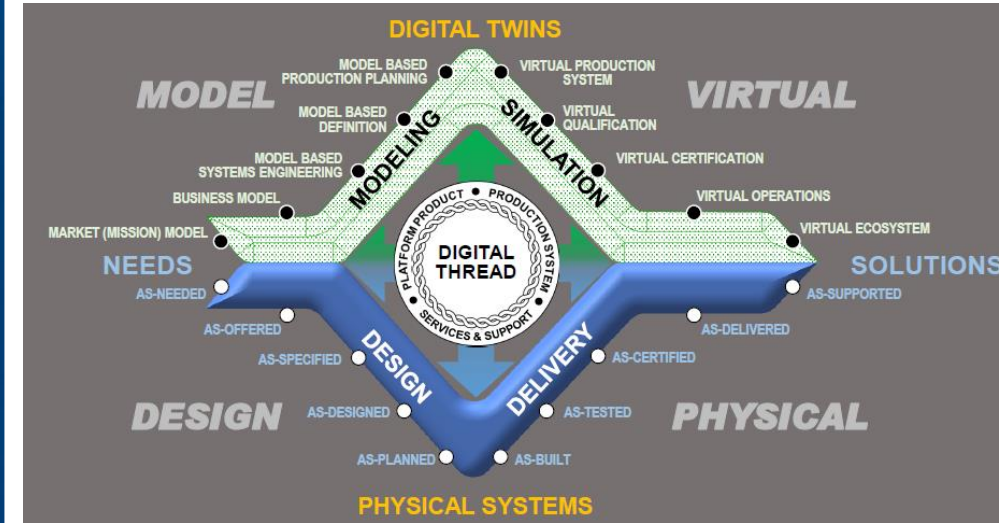
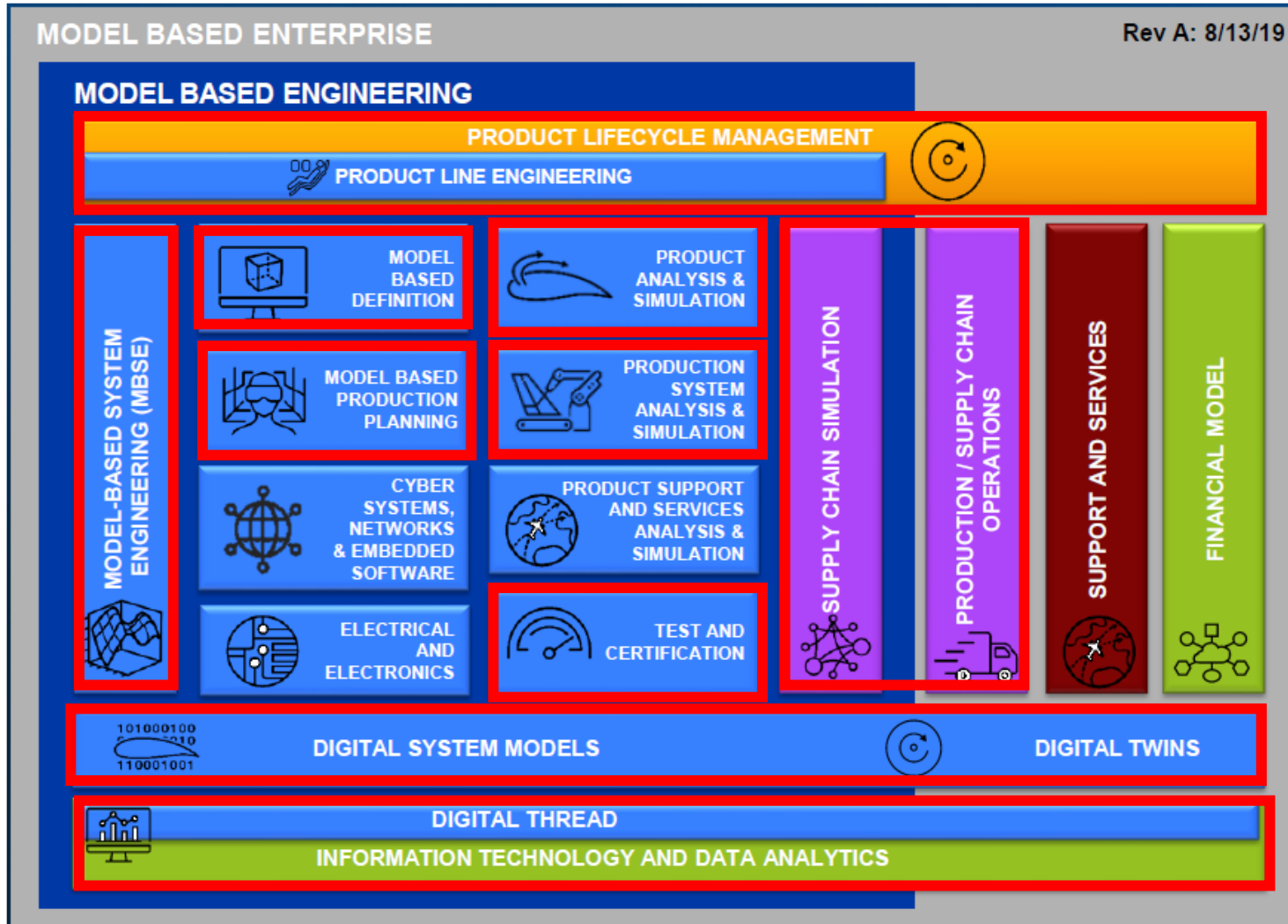
- ✓ メカ・エレキ・ソフトの組み合わせによる**大規模な複雑系システム**
- ✓ 重量、コスト、性能、高い安全性が同時に求められ、かつ**第三者への機能安全性の論証（型式証明）が必要**
- 開発期間はますます長期化の傾向。経験豊富な海外OEMでも新型機の開発に8年近くを要するケース有。
- ✓ 多くのStakeholderが存在し、結果的にプロジェクト運営に多大な労力を要する
- ✓ 新規開発プロジェクトの立ち上がりサイクルの間隔が広く、**継続的な新技術の導入が難しい**
- ✓ 各製品のライフサイクルが長く、**社内で新旧のプロセスが混在**

→ 高精度シミュレーション技術、3DCADなど先進的なDX技術の導入が一部で進んだ一方、紙に依存した従来プロセスも混在。



# 1. 航空産業におけるDXの動向

- Boeingが提唱するModel Based Enterprise構想
  - ✓ 活動全体をモデル化／Digital Threadで繋ぎ、プラットフォーム上で総合管理



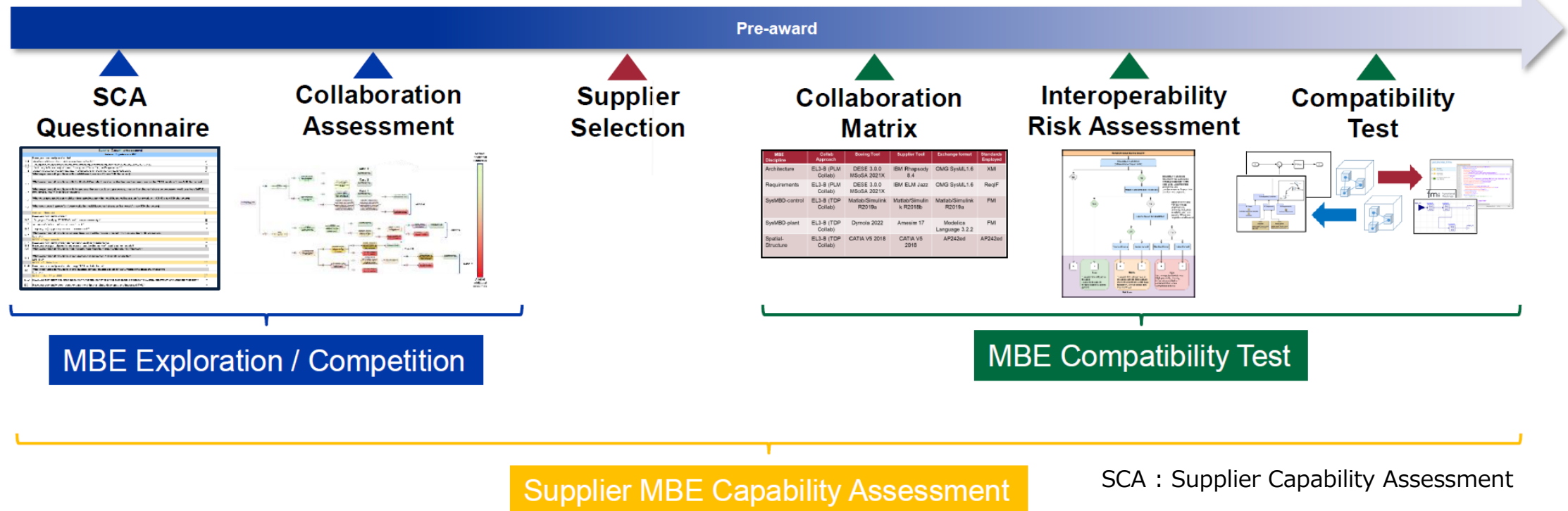
**出典:**

- ✓ The Systems Engineering “V” – Is It Still Relevant In the Digital Age ?, Daniel Seal, Global Product Data Interoperability Summit 2018
- ✓ Accelerating the MBE Ecosystem Through Cultural Transformation, Daniel Seal, NIST MBSE Summit 2020

# 1. 航空産業におけるDXの動向

- BoeingはCustomerの期待に応える為には、OEM/Supplier/PartnerがDigital Engineering Toolsを活用し、製品のQCDを向上させる必要があると主張（出典：Assessing Model Based Exchange Capabilities, Global Product Data Interoperability Summit 2022）
- MBX (Model Based Exchange) Capabilityは、OEMにとってはRisk Mitigationに、SupplierにとってはMarket CompetitionというValueを生む

**Model Based Ecosystemを始めとするDX Capabilityは海外OEMと仕事をする為の“必要条件”**



# 1. 航空産業におけるDXの動向

## ➤ SAE S-18 Aircraft and System Development and Safety Assessment Committee

標準化対象：航空機の開発保証と安全性評価

- ✓ 民間航空機における安全・開発保証の世界標準ガイドラインである、ARP4754(V&V) / ARP4761(Safety)及び、関連するガイドラインを制定。
- ✓ 2023年 3Q Working Group (7月) に **Model-Based Ecosystem Working Groupが発足**。
- ✓ ARP4754の次の改訂版であるRev.Bは年内の発行を目指しているが、Model Basedの本格適用は含まれない見込。
- ✓ 既存の安全・開発保証プロセス例を示した文書 (AIR6110) に、Model Basedを適用した場合のARP4754/4761における影響を評価し、結果をWhite Paperとして纏める。その後、**ARP4754 Rev.C**へどのように反映するか検討が進むと思われる。



1. 航空産業におけるDXの動向
2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題
3. 航空機DXの将来像と期待される効果
4. まとめ

## 2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題

### ➤ SpaceJet開発における課題（抜粋）

✓ 適合性証明の高度化と経験・知見不足

• **電子制御・ソフトウェア**指向の民間旅客機の開発では、すべてを実物で検証することが困難であり、**解析、プロセス保証等による安全性の証明が必要**。このため、規制当局、海外OEMも含めて**適合性証明プロセスを確立する途上にあった**。→ ARP4754/4761, DO-178/254

• ビジネスジェットMU-300（1980年頃）等の開発経験のみでは、上記の最新の適合性証明活動に対応しきれなかった。

✓ **開発プロセスにおける経験・知見不足**

✓ サプライヤ対応への経験不足

→ **プロジェクト開始前にARP4754/4761, DO-178/254等への適合を想定した開発Process確立／Tool整備が必要**

(ARP4754/4761, DO-178/254適用を前提とした開発計画、及びサプライヤとのSOW設定も必要)

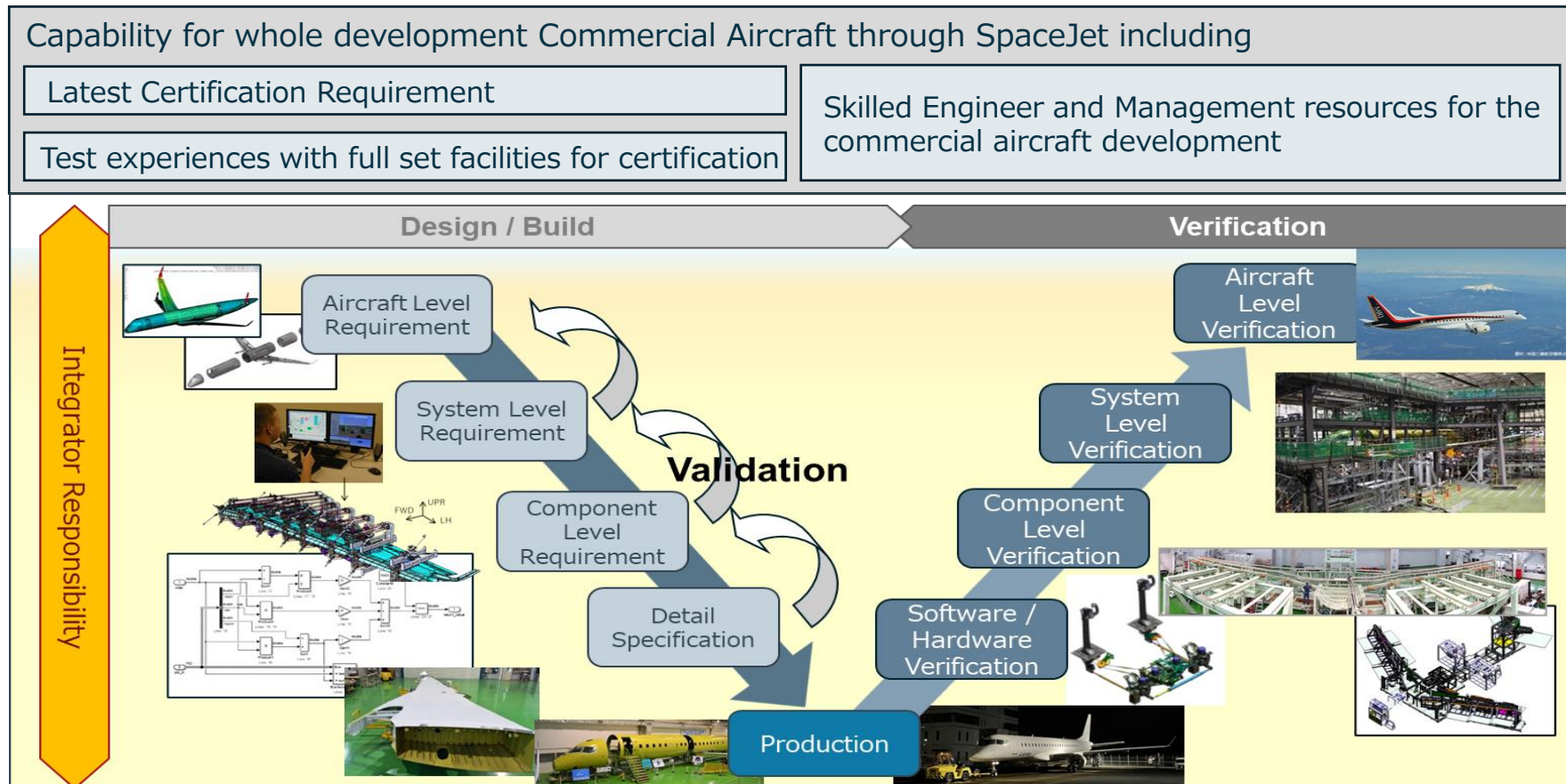
(第2回 産業構造審議会 製造産業分科会 航空機宇宙産業小委員会 三菱重工資料より)



## 2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題

### ➤ 完成機事業（SpaceJet開発）で得られた成果

- ✓ **全機Integration能力**の獲得
- ✓ 25.1301/1309適合に必要な、**安全性／開発保証(ARP4754)**に関する社内Process整備、及びTC文書作成能力の獲得
- ✓ 開発保証（含 DO-178/254開発保証）に求められる**System Supplier Audit／Authority Audit**の遂行能力の獲得



## 2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題

➤ 今後の当社の完成機への取組み（抜粋）

✓ 海外OEMとのパートナーシップ深化

- 完成機開発のデジタル化を進めることにより海外OEMとの関係を発展させ、より高いレベルでのパートナーシップ構築を目指す

➤ 今後に向けた我が国の航空機産業成長への課題（抜粋）

✓ 国際共同開発の必要性

- 海外OEMとの連携：単なる構造下請ではなく、開発・設計能力を備えたパートナーとしてのプログラム参画
- 海外規制当局との関係構築・維持・強化：最新の規制動向に関する情報入手、ルールメイキングの場への参画

✓ 人材の育成

- Kプロ（経済安全保障重要技術育成プログラム）等を通じた知見の整理
- 海外OEM・規制当局への継続的な人材の派遣による育成

（第2回 産業構造審議会 製造産業分科会 航空機宇宙産業小委員会 三菱重工資料より）

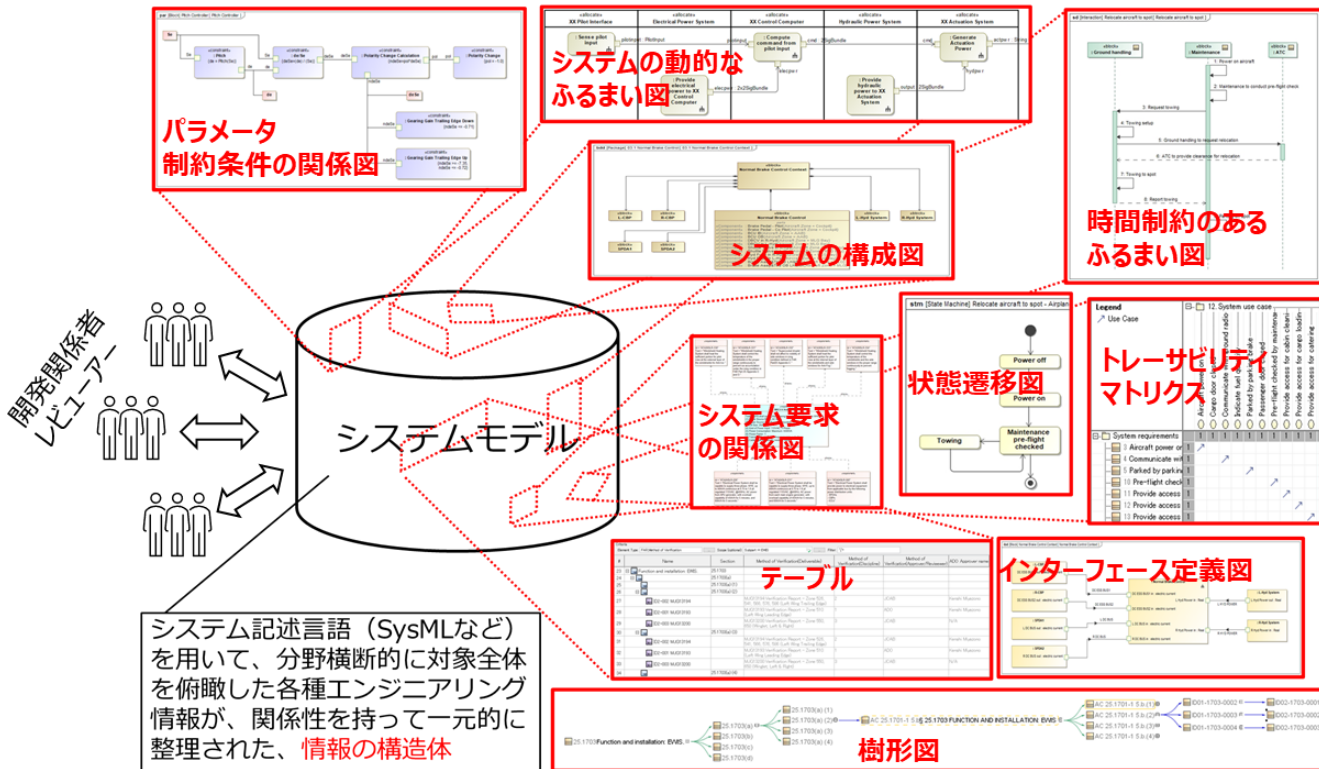
1. 航空産業におけるDXの動向
2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題
3. 航空機DXの将来像と期待される効果
4. まとめ

# 3. 航空機DXの将来像と期待される効果

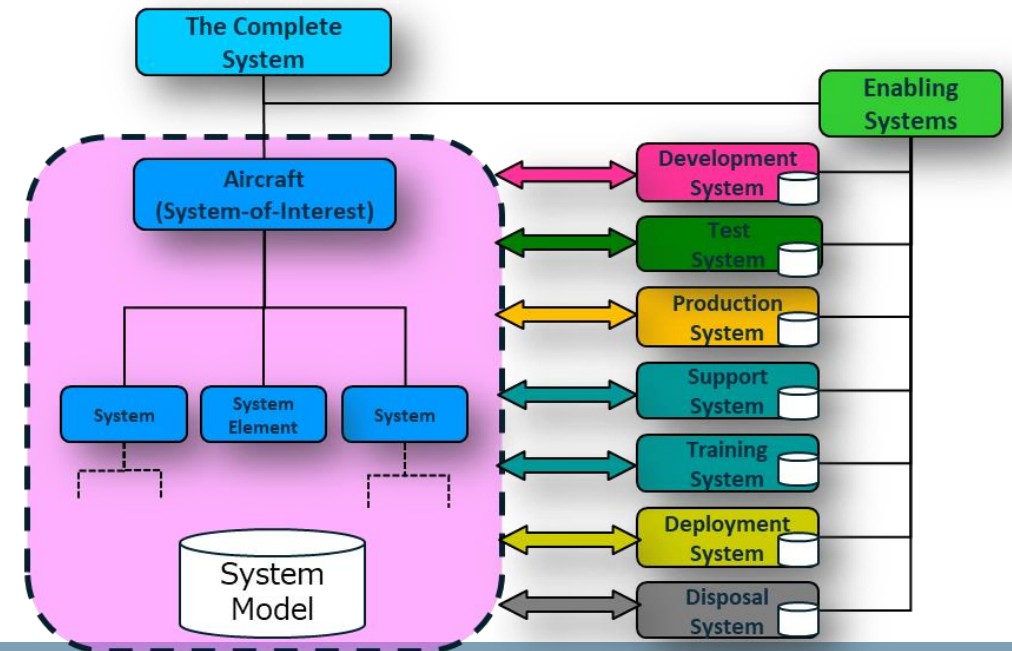
## ➤ MBSEとは？

- ✓ Systems Engineerが、開発の様々なシーンで多様な関係者と調整・協議する際に、必要な情報を、必要な形式で、関係性の意味を辿って検索・抽出できる情報構造体（システムモデル）を駆使して、**正しい合意形成を行うこと**。それが、Model Based (MB) でSystems Engineering (SE)を行うということ。

### 開発の様々なシーンでの合意形成のための"システムモデル"



- ✓ 民間航空機のような(SoS) System of Systemsにおいて、例えば機体システムをSoI (System of Interest) と見なした場合、他のさまざまなEnabling Systemsが機体システムとの相関を持ちつつ存在する。
- ✓ Project成功には、SoS全体を俯瞰した開発マネジメントを実現する事が肝要。

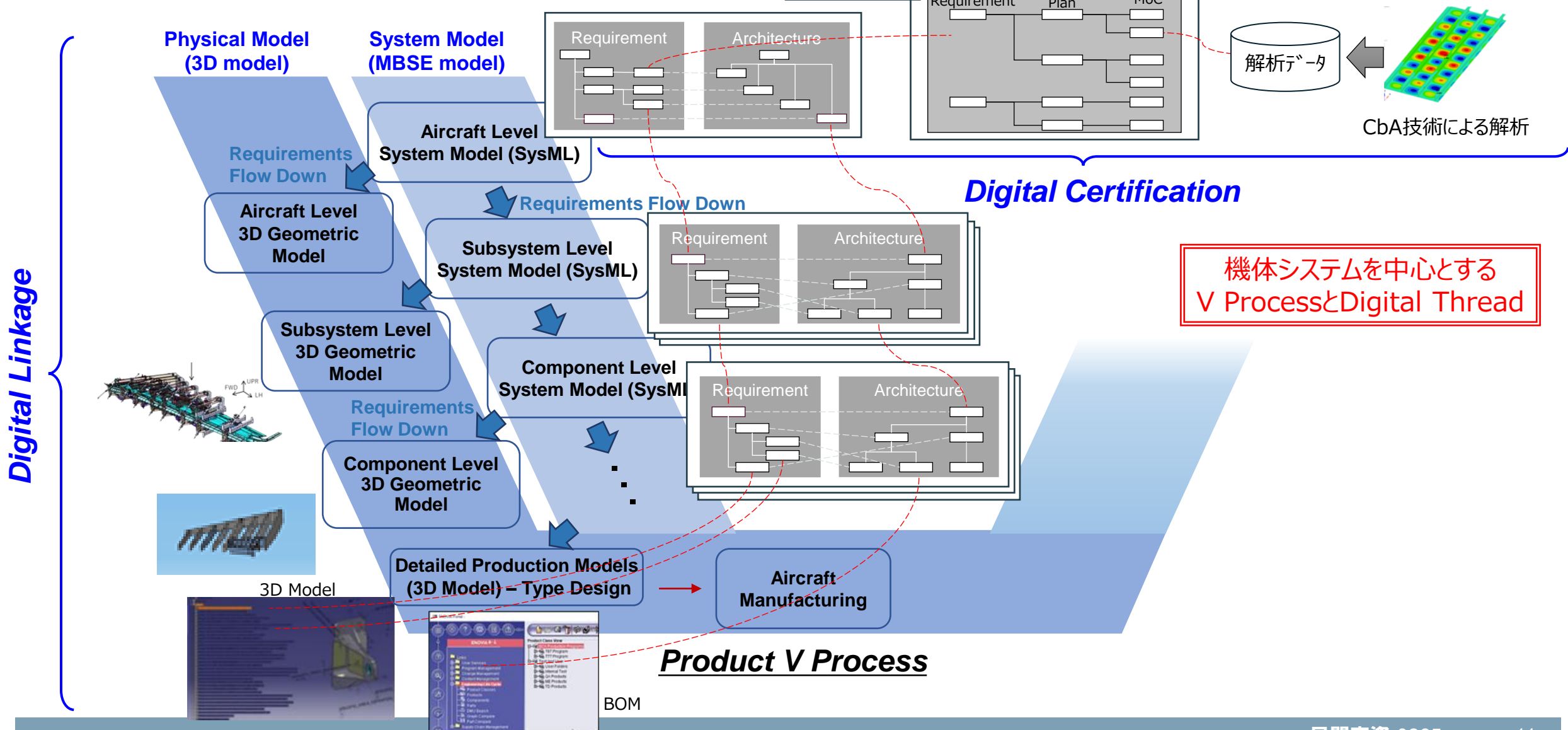


### 3. 航空機DXの将来像と期待される効果

- ▶ 民間機事業において想定されるDX導入の効果
  - ✓ 開発スケジュール遅延／コスト増大リスクの低減
    - シミュレーション技術等を活用した[Early Validation](#)
    - [設計変更時のインパクト評価](#)を容易化／出戻り作業の抑制
    - [ARP4754\(V&V\)/ARP4761\(Safety\)/DO-178\(Software\) 準拠](#)を想定した開発プロセス／ツール群の整備
  - ✓ 海外OEMをはじめとする各種StakeholderとのInterface規格化
    - ([規格化段階から参画すれば海外OEMの求める規格内容を先取りし、受注レースを優位に進める事もできる](#))
    - データ授受に起因するコミュニケーションミスの抑制
    - Work Scopeに関わらず規格化されたInterface Formatを使用可
    - [Digital Certification促進](#)
  - ✓ ライフサイクル全体(System of Systems)を俯瞰したプロジェクトプラン立案を容易化
    - [Enabling Systemsを含むプロジェクト上のCritical Path](#)が見える化（プロジェクト管理を支援）
    - 設計 - 生産 - 認証 - 運用までを見据えたSystems全体の見える化とRelationを把握

# 3. 航空機DXの将来像と期待される効果

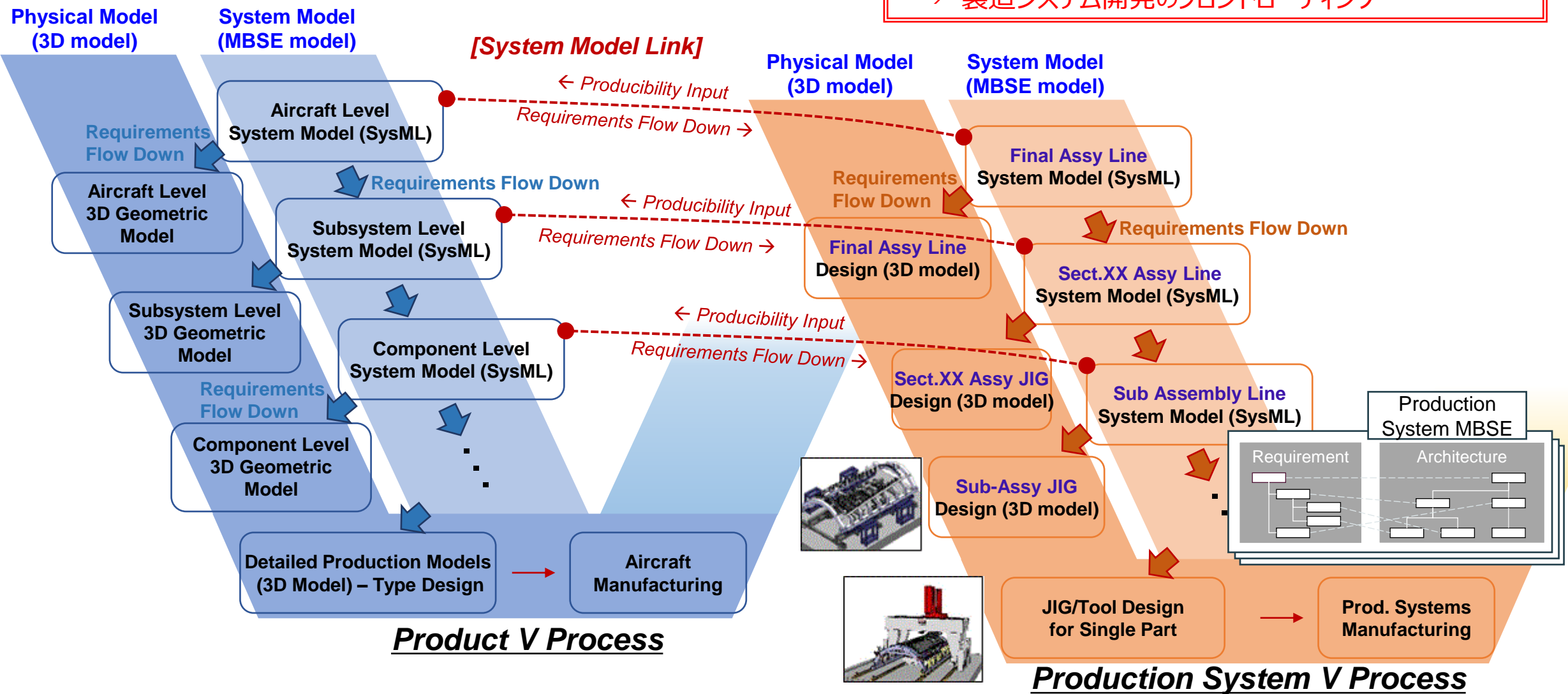
➤ DX/MBSEによる効果と狙い (例)



# 3. 航空機DXの将来像と期待される効果

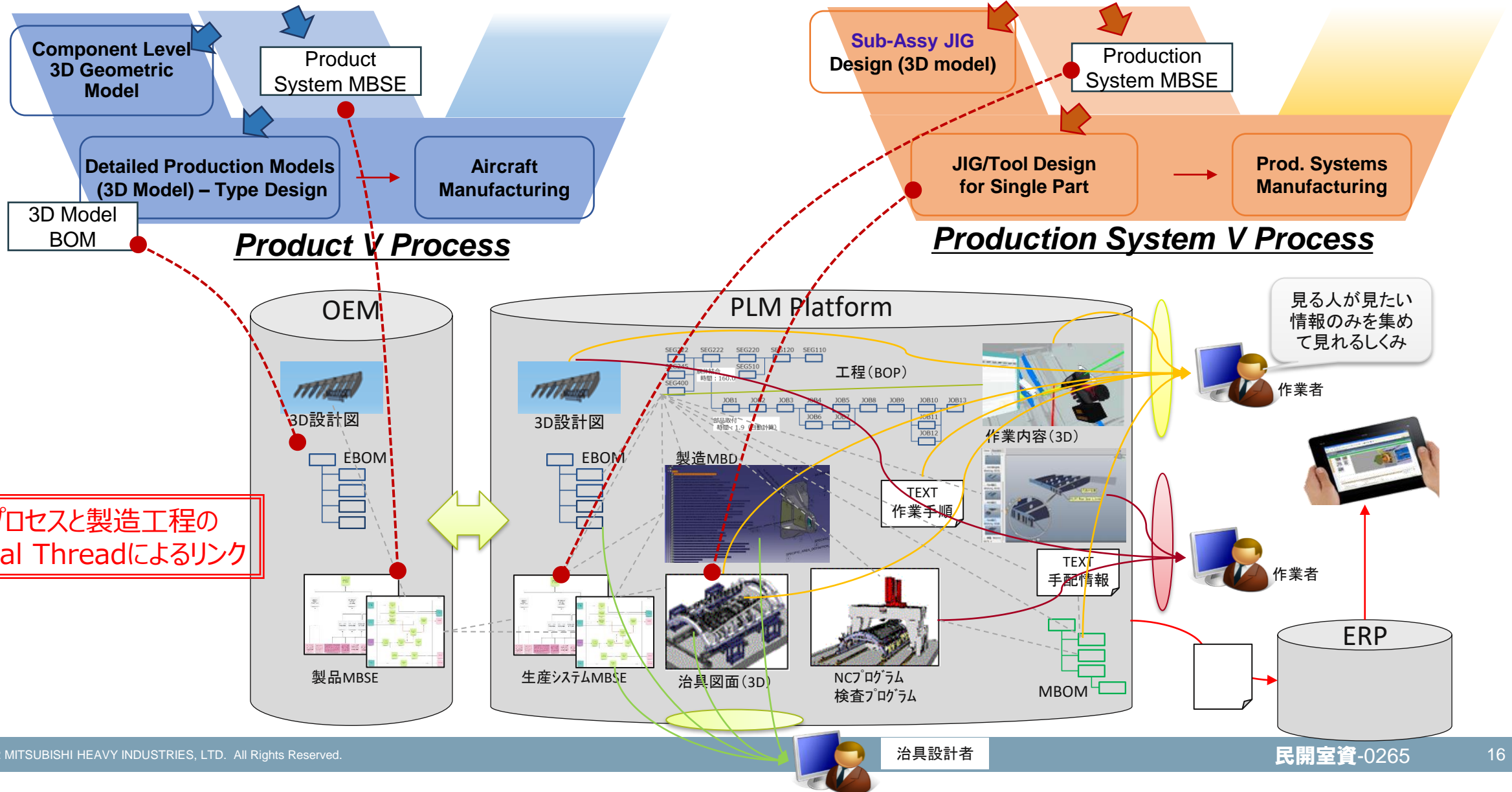
➤ DX/MBSEによる効果と狙い (例)

機体システムと製造システムをLinkさせたDigital Thread  
→ 製造システム開発のフロントローディング



# 3. 航空機DXの将来像と期待される効果

➤ DX/MBSEによる効果と狙い (例)





1. 航空産業におけるDXの動向
2. これまでの航空機開発で得られた成果と課題
3. 航空機DXの将来像と期待される効果
4. まとめ

## 4. まとめ

- MBSEをはじめとするDXの適用は将来航空機事業 参画の「前提」であり「必要条件」  
ただし「十分条件」ではない。  
各社が有する技術力／知見をModel Basedにより「見える化」「連携」し、活用可能な状態に整備する事が重要。
- MBSEやDXの費用対効果を事前かつ定量的に示す事は難しい  
「スケジュール遅延なく」「予算の範囲内で」プロジェクトを完遂する事が主な狙い。  
他プロジェクトでの経験（反省）を踏まえて開発計画を立案すると共に、MBSE/DX、事前のProcess/Tool整備、及びProject Managementの重要性を事前に経営層に十分認知して貰う事が重要。  
(フロントローディングを重視 → プロジェクト立ち上がり時に従来以上の準備期間と出費が必要となる)
- MBSE/DXはIntegrator支援ツール  
「経験豊富かつ突出して優れたIntegrator」でなくても、MBSE/DXを使いこなす（本当の意味での）SE (Systems Engineer)が一定数いれば、プロジェクトを適切にマネージできる。  
→ SE育成の重要性

