

航空機ライフサイクル DX コンソーシアム 第 2 回オープンフォーラム

航空機生産の DX に関する研究開発

一般財団法人日本航空機開発協会
原田淳

2024/12/3

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP23012)の結果得られたものです。

研究概要

DXプロジェクト全体での位置付け

全体スケジュール

デジタルAPQP

MBD/MBI連携

スマートサプライチェーン

まとめ

【ねらい】

航空機産業におけるプロセスやデータ形式の標準化を行い、各企業での事前シミュレーションや企業間をまたぐ設計、製造データの共有などが効率的に行えるようする。

- ✓ 開発設計段階から、製造準備や製造及びAPQPまでをシームレスにつなぐデジタルスレッドを構築。
 - 生産性や品質を考慮した機体設計や製造工程全体を最適化し、やり直し作業やリードタイムを削減する。
- ✓ サプライチェーンにおける管制塔に相当するシステムを開発。
 - 停滞要因の特定や予防、影響範囲の予測とサプライチェーン内での共有。全体最適化と滞留期間の短縮。

【研究項目】

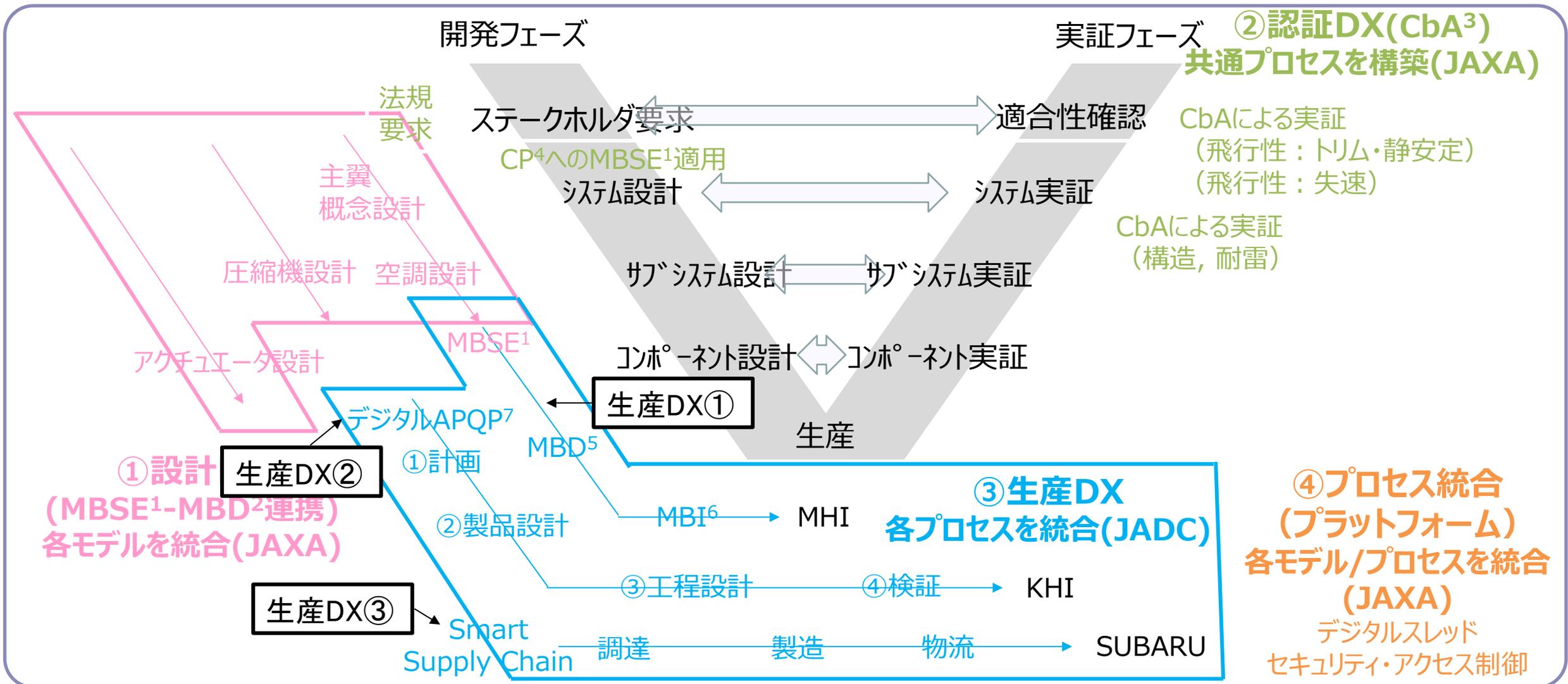
- ① デジタルAPQP
- ② Model Based Definition/Model Based Instruction連携
- ③ スマートサプライチェーン

【目標】

図面改訂および工程変更等やり直し作業の3割削減、出図後に製造着手準備にかかるリードタイムまたは工数の3割削減、生産の滞留期間の3割削減等を実証する。

DXプロジェクト全体での位置付け

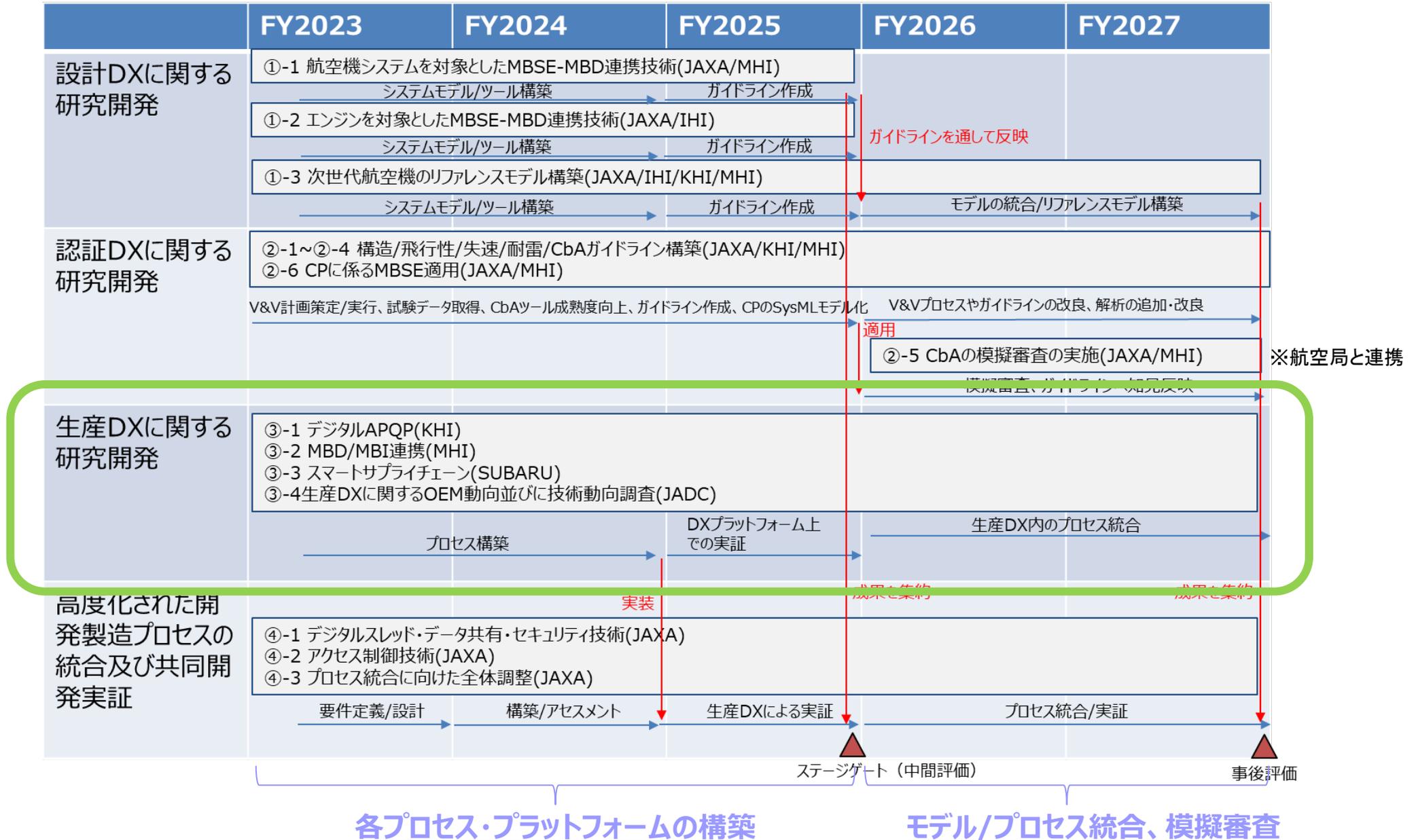
設計/認証/生産の各フェーズのプロセスを統合し、MBSEで要求を全体にフローダウンする仕組みを構築。



¹MBSE: Model-Based Systems Engineering, ²MBD: Model-Based Development, ³CbA: Certification by Analysis, ⁴CP: Certification Plan, ⁵MBD: Model-Based Definition, ⁶MBI: Model-Based Instructions, ⁷APQP: Advanced Product Quality Planning

Copyright © 2024 Japan Aircraft Development Corporation. All rights reserved.

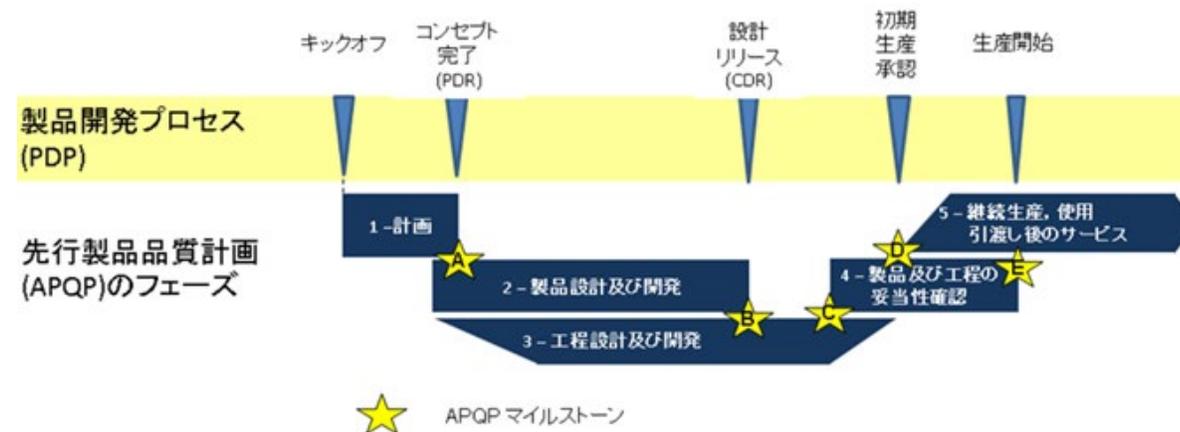
全体スケジュール



【研究の背景】

「APQP(Advanced Product Quality Planning : 先行製品品質計画)」

- 概要：計画、製品設計及び開発、工程設計及び開発、妥当性確認、継続生産の5つのフェーズに分けられる。
- PPAP (Production Parts Approval Process、生産部品承認プロセス) と呼ばれるプロセスが含まれ、APQPのフェーズごとに顧客への提出物が規定されている。
- 民間航空機に対する品質要求の厳格化に伴い、海外OEMメーカーから新機種への適用が要求されている。



民間航空機開発プロセスとそれに対応したAPQPのフェーズ

【研究の目的】 航空機へのAPQP適用の課題と対応策

課題	デジタル技術による対応策
<p>課題A: 開発着手前の生産ラインの妥当性検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 最終仕様が確定していない段階での検証が必要 ● 品質計画の検討レベルが明確でない 	<p>デジタルモデルの活用による妥当性検証の実施</p>
<p>課題B: 要求項目のフローダウン</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>膨大な要求項目</u>の設計や生産システムへのフローダウンが必要 ⇒人的リソースが大量に必要 ● 要求項目とAPQP成果物のトレーサビリティ確保が困難 	<p>開発情報や成果物を相互にデータ接続することでの要求のフローダウンとトレーサビリティの確保</p>
<p>課題C: APQP成果物 (PPAP) のデータ管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 要求変更の影響範囲の特定が困難 ● 変更状況の反映確認が難しい ● 品質計画の検討や更新作業に手間がかかる 	<p>膨大な情報に対する開発時の変更や更新の情報を一元的に管理</p>

デジタル技術の活用による課題解決 ⇒ 「デジタルAPQP」



【研究詳細】 下記の2つのテーマについて取り組んでいる。

① デジタルAPQP検証手法の構築

ステップ1. APQP規格を反映したデジタル無しの業務プロセス案の設定

ステップ2. 各業務プロセスに対するデジタル技術の適用 ⇒ 「デジタルAPQP業務プロセス案」

② デジタル化を見据えたデータ検討手法の開発

背景 **航空機開発のデジタル化**

- ◆ 熟練した技術者のノウハウに依存したAPQPに関する検討作業

- ◆ デジタル化による効率化

★デジタル化と親和性の高い検討手法が必要

製造現場に蓄積されている様々な知見

- ◆ 設計部門に十分に共有されていない

★設計段階での活用が困難

詳細 航空機組立において発生する不具合をPFMEAの実施段階で検討・評価する手法を開発するために、以下の3ステップでの研究を実施

ステップ1. 組立作業における不具合要因の抽出

ステップ2. 組立作業における「やりづらさ要因」を整理

ステップ3. 「やりづらさ要因」に関して、デジタルモデル等のデータを用いた評価方法を検討

【これまでの成果と今後の予定】

1年目(2023年度)の成果

- **開発時の不具合削減に寄与する**デジタルAPQP業務プロセス案の策定
- PFMEAのデジタル化を見据えた検討手法案の策定

2年目(2024年度)の予定

- デジタルAPQP業務プロセス案の検証
- 自動的な評価のための定量的な基準や評価方法の検討

【研究の背景】

航空機開発/製造プロセスにおいて、3Dモデルを用いた設計作業への取り組みの歴史は長く、設計作業は既に3Dモデル（計画図～製造図）が活用されており効率化が図られているが、**製造準備、製造工程では3Dモデルの利活用が遅れており**、設計へのフィードバックにも時間を要すると共に、作業指示書作成工程等では3Dから2Dへの**非効率な置き換えが随所で発生**している。

【研究の目的】

航空機開発/製造における効率化、開発期間の短縮のためには、以下の課題の解決が必要である。

- ① 製品（設計）と生産ラインを連携し、相互の情報（上位要求及び生産上の制約条件）授受を効率的に行う**プロセスが標準化されていない**。
- ② 設計3Dモデルを製造工程において有効活用する為の、データを連携する環境整備及び効率的に運用する為の**プロセスが標準化されていない**。
- ③ 設計3Dモデルの定義方法が、製造工程での利活用を前提に**標準化されていない**。

【研究詳細】

本研究では、以下の二点に取り組む。

- MBSE手法を活用した製品/生産システム間の情報連携プロセス構築（課題①の対策）
- PLMを活用したデジタルスレッド構築に必要なプロセスの構築（課題②、③の対策）

【これまでの成果と今後の予定】

2023年度は、従来、帳票のために情報を集めていたプロセスから、帳票の枠を外し、誰がどの情報が必要か特定し、利活用し易いデジタルスレッドを構築した。

- ① MBSE手法を活用した製品/生産システム間の情報連携プロセス構築
 - ・ 生産システムへのMBSE適用試行
要求や制約条件をシステムモデル化することで、利活用が可能になることが確認できた。
 - ・ 製品/生産システム間情報連携試行
相互の情報授受を効率的に行えることが確認できた。
- ② PLMを活用したデジタルスレッド構築に必要なプロセスの構築
 - ・ 設計3Dモデル作成
生産準備において必要な情報を特定した。
 - ・ デジタルスレッド構築
E/M-BOM、BOP、作業指示を作成し、部門を横断するデータ連携が可能な事を確認した。

2024年度は、2023年度に構築したデジタルスレッドを活用した効率的なプロセス構築を目指して研究推進中。

【研究の背景】

航空機産業のサプライチェーン (SC) の現状

自動車の約100倍に及ぶ部品点数を取り扱い、多企業／多階層の分業によって生産が行われる

複数のTier1サプライヤからの発注が重なるため、作業量の負荷集中や不具合による生産の停滞、物流の重複等、多くの非効率性が内在する

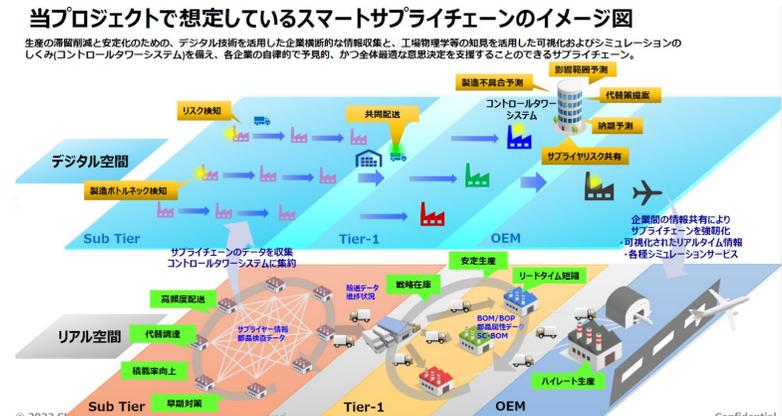
長年において、航空機の開発／製造では、
多くの部品製造遅れや不具合が発生し、日程遅れが発生している

【研究の目的】

本研究は、デジタルトランスフォーメーション (DX) 技術を活用した
航空機の開発／製造においてリードタイムの短縮や安定した生産の実現

本研究では、SCにおいて以下の二つの原因により航空機の開発／製造の滞留が発生していると仮定。

- ① SCの日程に対するリスク
- ② SCの品質に対するリスク



【研究詳細】

① “サプライチェーンの日程に対するリスク”への対応

輸送データを利用して

- SC全体を一つのシステムとしてとらえた管制システムの概念のもと、生産滞留を工場物理学によりシミュレーションすることで、Estimated Time of Arrival(ETA)の早期把握につなげる。
- 各社の製造負荷の重ね合わせのシミュレーションを実施して、安定生産につなげる。

② “サプライチェーンの品質に対するリスク”への対応

製造実績データ (As-Built data) を利用して

- 統計解析等を用いて品質の傾向をつかむことでその工程における不具合原因を効率的に特定する。
- 次の組立工程における部品の合いなどを現物を待たずに仮想空間上で組立を再現(組立シミュレーション)することで、品質リスクを早期に評価し対策する。

【これまでの成果と今後の予定】

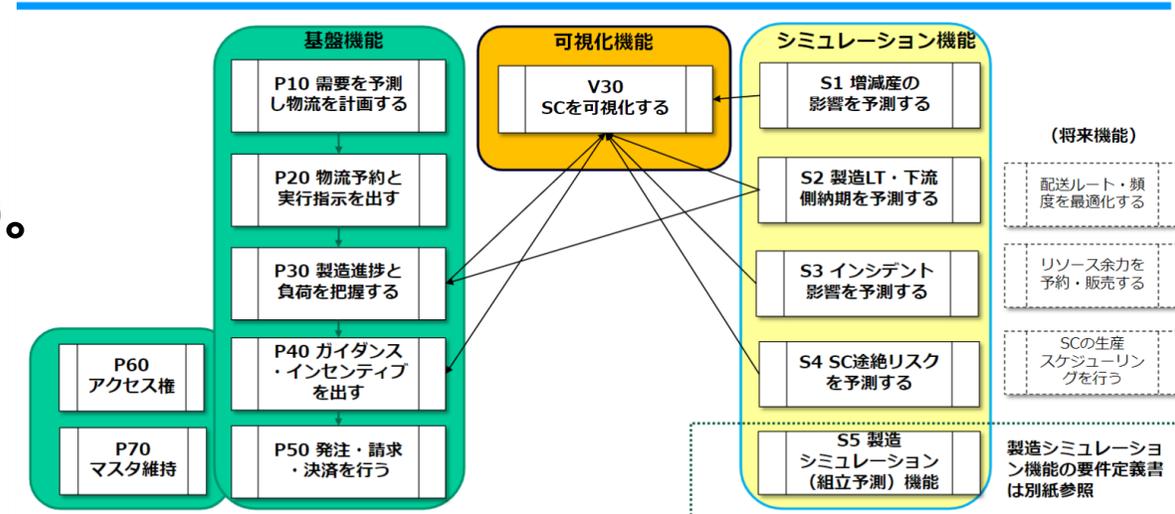
2023 年度成果

- SCコントロールタワーシステムの**構想設計**を完了
- SCコントロールタワーシステムの運用プロセスを含む**要件定義書**を策定

SCコントロールタワーシステムの機能構成は以下の通り。

- ① 基盤機能
- ② 可視化機能
- ③ シミュレーション機能

スマートSC管制システム機能構成



2024~2025年度の予定

- SCコントロールタワーシステムの基本設計と実装
- SCシミュレーションアルゴリズムの開発
- システム統合およびテストに向けた準備
- 社会実装に向けたビジネスモデルの検討

図面改訂および工程変更等やり直し作業の3割削減、出図後に製造着手準備にかかるリードタイムまたは工数の3割削減、生産の滞留期間の3割削減等を目標として、航空機産業におけるプロセスやデータ形式の標準化、各企業での事前シミュレーションや企業間をまたぐ設計、製造データの共有などが効率的に行えるように研究を推進している。

2024年度までにデジタルAPQP、MBD/MBI連携、スマートサプライチェーンのプロセスを設定し、2025年からはJAXA殿にて設定作業中のDXプラットフォーム上での各システムの検証が開始できる様に研究を進めている。

