



# 航空機ライフサイクルDX将来ビジョンの紹介

---

2023年11月29日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構  
航空技術部門 航空機ライフサイクルイノベーションハブ

青木雄一郎



## ■ 目的

DXにより変革される航空機ライフサイクルの2050年の将来像とその実現に向けた方向性やロードマップを示し、産学官で共有し、関連する研究開発を促進する。

## ■ 概要

- DXを取り巻く背景の分析
- ビジョンの提示
- 解決すべき課題の整理
- ロードマップの策定
- 研究開発の方向性の提示
- ビジョン実現に向けた活動方針の記述
- ビジョンの纏め

## ■ 構成

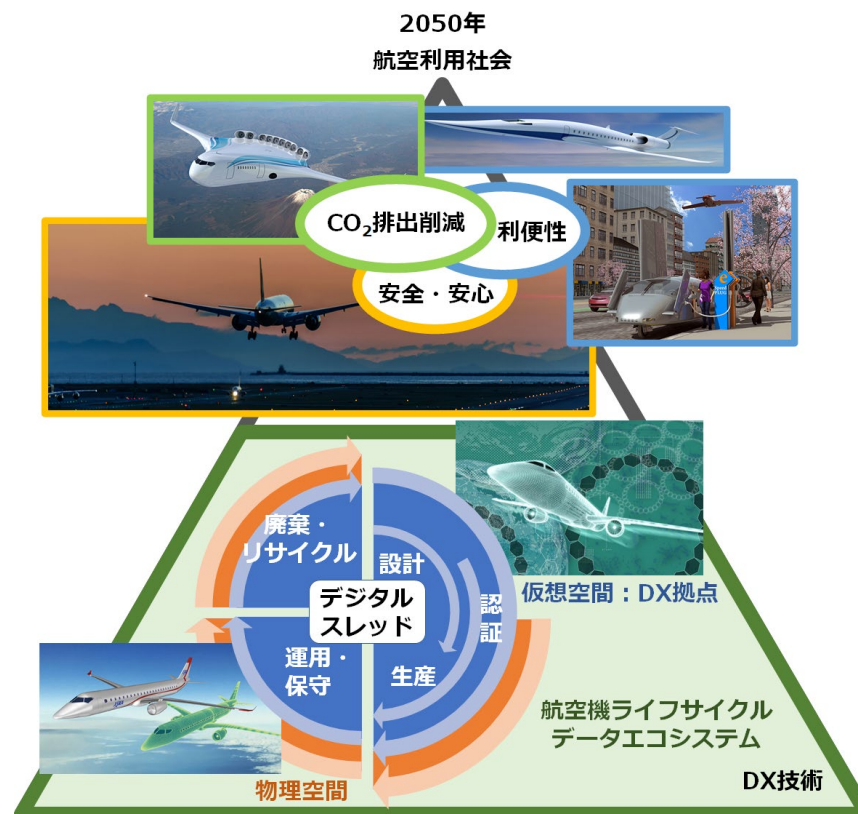
航空機ライフサイクルの各フェーズ（設計、認証、生産、運用保守、廃棄リサイクル）におけるDX、全体をつなぐDX拠点を取り上げ整理した。



JAXA航空技術部門パンフレット“Sky DX”（2022年2月）



航空機ライフサイクルデータエコシステムの構築による  
国内航空産業の変革と国際競争力の強化を通し、  
人と環境に優しい持続可能な航空利用社会の実現に貢献する。



# 航空機ライフサイクルDX将来ビジョン（各フェーズ）



	2050年
設計DX	対象とするすべてのシステムに対し、 <b>モデルベースの設計情報管理</b> と <b>協働設計（Co-Development、Co-Simulation）</b> が全体に適用される。生産および認証との連携が一般的となり、設計3Dデータが広く活用される。
認証DX	試験実施のコストや工数の削減にCbAの利用が効果的な分野以外でも、多くの企業により、認証におけるCbAの利用が可能となり、 <b>CbAが認証活動の中心</b> となる。
生産DX	メーカー・サプライヤーの社内・社間での <b>生産関連データの連携</b> と製造工程の事前検証・最適化を融合させた <b>統合生産技術</b> が利用可能となり、認証におけるデータ活用も進む。
運用保守DX	すべてのシステムについて、 <b>予測整備</b> が計画的・効率的に行われ、 <b>定期整備が最適化</b> されている。 <b>気象データの収集・共有</b> と <b>飛行環境の予測</b> が一般的となり、運航管理に活用される。
廃棄リサイクルDX	廃棄・リサイクルを担う国内事業者との連携により、トレーサビリティが確保された材料リサイクルと <b>リサイクル材料の航空機への活用</b> が一般的となる。
DX拠点	<b>ライフサイクルデジタルツイン</b> が構築された <b>拠点</b> が共創の場として利用され、他の領域や社会基盤を含む多様なデータエコシステムにより航空利用イノベーションが図られる。



- 「航空機ライフサイクルDX将来ビジョン」で示した2050年の将来像を実現する上での課題と課題解決に向けた取り組みを整理する。

## ■ 主な課題項目

### ➤ 設計DX

協働設計（Co-Development、Co-Simulation）、MBSE／MBDに関する標準化、  
MBD（Model-Based Development）、AI技術の活用、認証・生産とのつながり（データ一元管理）

### ➤ 認証DX

CbA技術の高度化と標準化、認証活動のデジタルスレッドへの組み込み

### ➤ 生産DX

開発フェーズ、生産フェーズ、サプライチェーン（SC）、認証フェーズ

### ➤ 運用・保守DX

予測整備、整備・修理、運航管理・機体割当、飛行環境予測、通信・データセキュリティ、ルール

### ➤ 廃棄・リサイクルDX

分解・解体、リサイクル、トレーサビリティ、易分解・解体・リサイクル性、長期使用化、連携拡大、ルール

### ➤ DX拠点

構築、外部連携





## ■ 協働設計 (Co-Development、Co-Simulation)

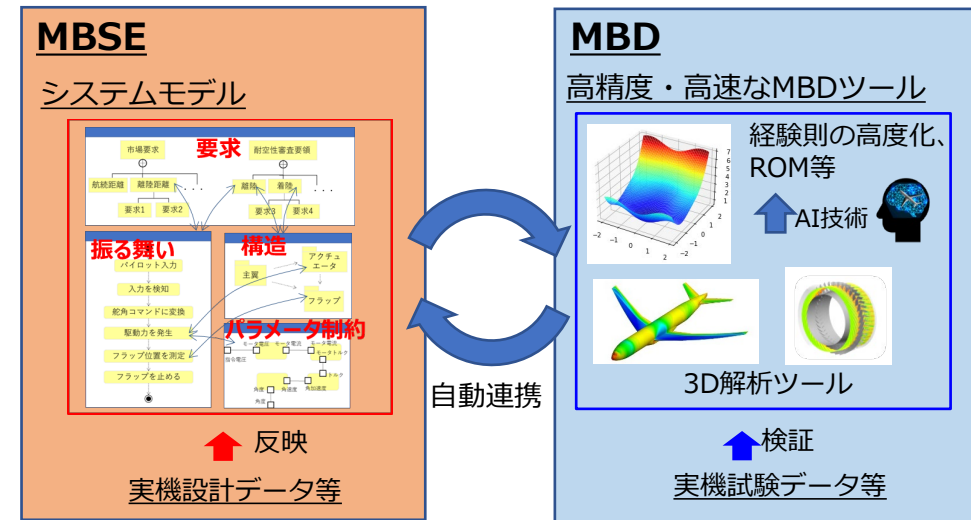
- OEMとサプライヤー間の協働設計 (Co-Development、Co-Simulation) を前提とした**次世代航空機のシステムモデルの構築・モデル化**に着手。
- 認証を視野に入れたトレーサビリティ担保と**実機開発に適用可能なプロセス・ツール化**。

## ■ MBSE/MBDに関する標準化

- システムモデルの構築、MBSE-MBD連携方法の**ガイドライン化及びリファレンスモデルの構築**、国内への**公開**。
- 各社が保有する**IPを保護するための仕組み** (規定、セキュアな通信、データ交換技術等) の実現。

## ■ MBD (Model-Based Development)

- システムモデルと解析ツールの**自動連携技術の獲得**による作業効率化。
- 3D-CAEによる高精度な解の**ROM化 (低次元化)** とシステムモデルとの**連携**。
- 空力、構造、燃焼等、航空機設計に必要な**多分野にわたるシミュレーション技術**の拡充と精度向上。実作動条件での複数コンポーネント、**複数の物理現象にまたがる解析技術の獲得**。



MBSE-MBD連携の概要



## ■ AI技術の活用

- システムモデルの構築の要求定義、要求分析、アーキテクチャ設計等において、その妥当性確認や作業効率化をAIにより支援する仕組みの構築。

## ■ 認証・生産フェーズとのつながり（データ一元管理）

- 認証・生産フェーズで必要となるデータ（3D設計データ等）とのインターフェースを意識したシステムモデルの構築、ライフサイクル全体でのデータ一元管理の実現。



## ■ CbA技術の高度化

- 材料から実機構造までの不確かさの定量化（UQ）と確率統計論に基づく解析技術の確立。
- 有限要素法やCFD等の解析ツールの成熟度の向上とマルチフィジクス現象に対する高度な試験・解析技術の適用範囲の拡大。
- 技術成熟度の高い認証項目へのCbA適用。

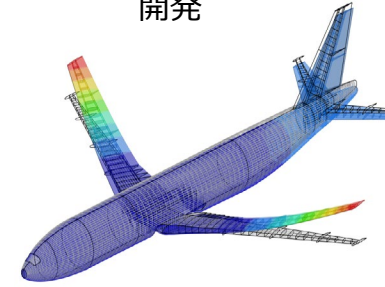
## ■ CbA技術の標準化

- 解析技術を検証するための試験・計測技術の開発・高度化と得られた検証データの公開データベース化。
- 認証項目に紐づく解析手法の標準化。
- 解析の信頼性保証を含む解析証明方法のガイドラインの産学官連携による構築と国際活動の場における我が国の取り組みの発信。

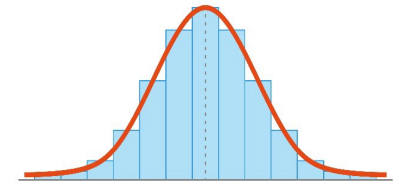
## ■ 認証活動のデジタルスレッドへの組込み

- 航空機の認証取得の計画書（CP）へのMBSEの適用。
- 設計や生産プロセスで利用する共通システムモデルによる認証関連情報の一元的管理手法の構築。

シミュレーションコードの開発



確率統計論に基づく解析技術



検証データベースの整備



信頼性保証ガイドラインの構築



認証DXでの代表的研究開発内容





## ■ 開発フェーズ

- MBSEによる製品開発（設計）と生産システム間のデータ連携の深化。
- MBD（Model-Based Definition）モデルをベースとしたデジタル作業指示（MBI: Model-Based Instruction）、AI技術等を活用した加工や検査の自動化。
- デジタルAPQP（Advanced Product Quality Planning）による生産システムと機体の並行開発の実現。
- 加工・成形シミュレーション、不具合予測と組立シミュレーションの高度化と品質評価への適用。
- シミュレーションの汎用化、プラットフォーム上での公開、国内企業が広く活用できる環境整備。

## ■ 生産フェーズ

- 品質をより精緻にフィードバックする各種センサー技術の開発と品質データのデジタルAPQPへの活用。
- IoTやAI技術による工場のスマート化、モニタリングによる異常・故障検知、トラブル対応の迅速化。

## ■ サプライチェーン（SC）

- サプライチェーンのメタバース化による可視性の向上。
- 航空機製造業全体のシステム化、サプライチェーンの高度マネジメント技術の開発、プラットフォームの標準化。



## ■ 予測整備

- 予測整備で要求される精度・信頼性・耐久性・即時性を満たすセンサーとその施工技術の開発。

## ■ 整備・修理

- フォーマット、セキュリティ、トレーサビリティの世界標準に対応できる整備記録とそれに連動したデータベースの構築。

## ■ 運航管理・機体割当

- 航空機の品質に係るデータ（故障検知データ等）や運航に係るデータ（燃料消費データ等）の蓄積と、機械学習アルゴリズム等の活用により生成されたデータの共有、定期保守計画、機体割当計画、飛行計画策定への活用。

## ■ 飛行環境予測

- 特定の飛行環境（乱気流等）の飛行環境予測モデルの定義と観測データの取得・整備。

## ■ 通信・データセキュリティ・ルール

- 航空機および地上局間の高性能データ通信（高速、高信頼性、高セキュリティ、高安定性）の実現。
- データの高セキュリティ化（機密性、完全性、高度暗号化、認証技術、監視技術、復元性等）の基礎研究。
- データ・技術の標準化、ルールやマニュアルの整備等。

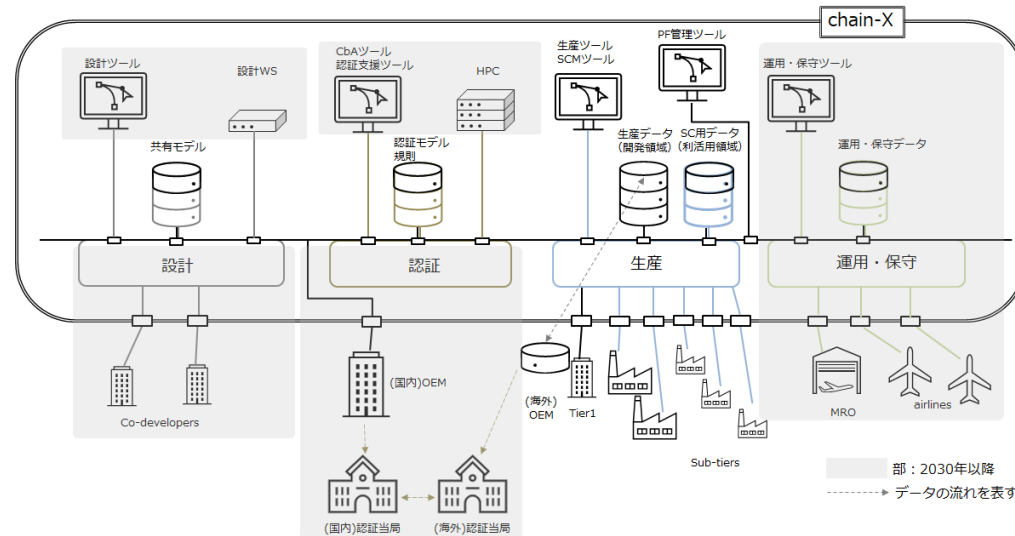


## ■ 構築

- DX拠点及びデータのガバナンスに必要な仕組み、ルールの方策。
- OEM側データハブによるエンジニアリングチェーン（EC）、サプライチェーン（SC）内の複数組織間でのデータ共有。
- 生産DXで開発されるユースケース（MBD/MBI連携、DAPQP、スマートSC）に関するアプリケーションの実装と実証。

## ■ 外部連携

- データアクセス制御技術IDS（International Data Spaces）コネクタの活用、内外複数企業によるデータ交換技術の開発と実証。
- 航空機DXデータスペースを模擬したシステム構築と実証。
- 航空産業データエコシステムのフェデレーション機能の整備、海外データエコシステムとの接続技術。



DX拠点（図全体：2040年頃を想定）



## ■ 人材育成

- 航空機ライフサイクルDX実現に資する先端的・基盤的技術開発と実務を担う人材の育成。
- 従来航空分野人材に加え、データ科学やAI等の新しい技術分野に精通した人材の確保。
- 異分野の研究者・技術者間の交流・連携の促進。
- 大学等におけるSE/MBSEに関する素養の涵養に向けた取り組みの試行。

- 2022年6月にCHAIN-Xが発足し、DXにより変革される航空機ライフサイクルの2050年の将来像とその実現に向けた方向性やロードマップを示し、産学官で共有することで、関連する研究開発を促進する目的で「航空機ライフサイクルDX将来ビジョン」を策定した。
- 将来ビジョンでは、航空産業を取り巻く社会動向および技術動向を踏まえ、2050年における航空機ライフサイクルDXのビジョンを示した。また、ビジョンを実現する上での課題の整理と課題解決に向けた研究開発の方向性を整理した。
- 本ビジョンに基づき、CHAIN-X参加者が今後の目指す方向性を共有し、ビジョン実現に向けた活動をオールジャパン体制で推進していく。

## 航空機ライフサイクルDX将来ビジョン

**航空機ライフサイクルデータエコシステムの構築による  
国内航空産業の変革と国際競争力の強化を通し、  
人と環境に優しい持続可能な航空利用社会の実現に貢献する。**

ご清聴いただきありがとうございました