

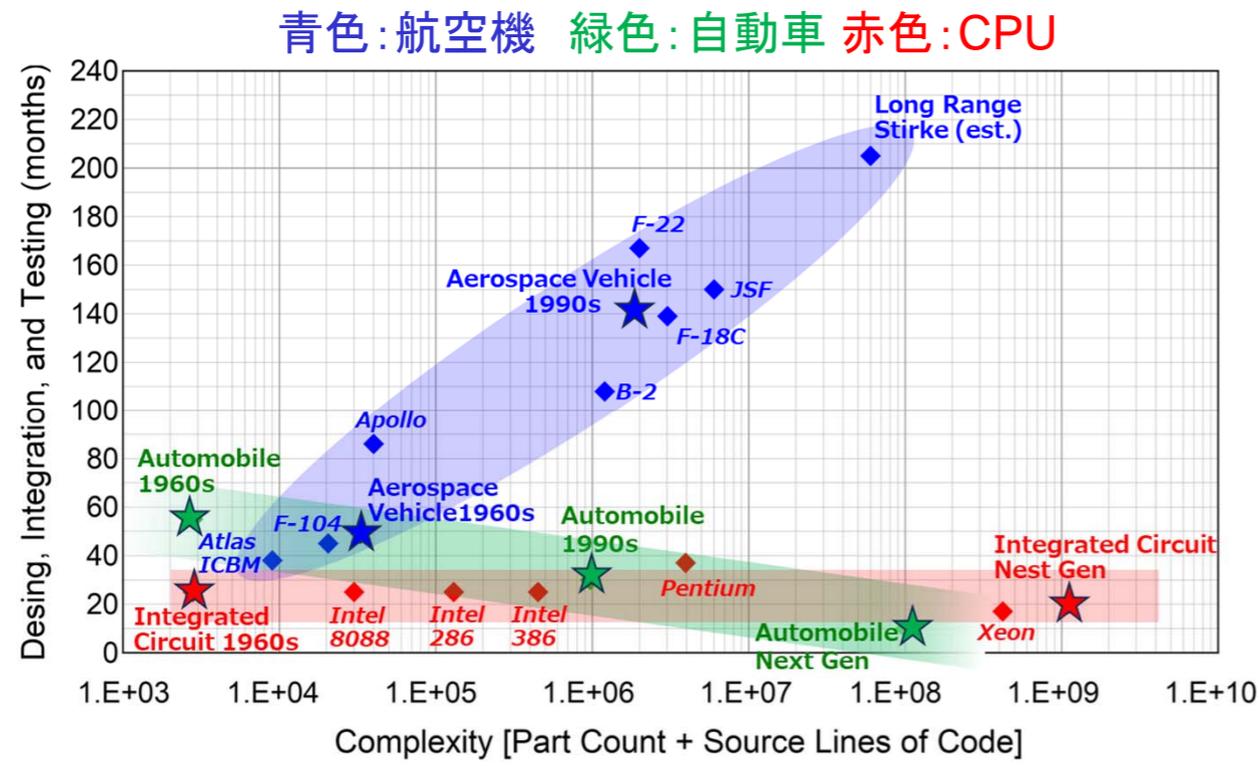
航空機DX技術実証(XANADU)

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
航空機DX技術実証 (XANADU) プリプロジェクトチーム チーム長
溝渕 泰寛

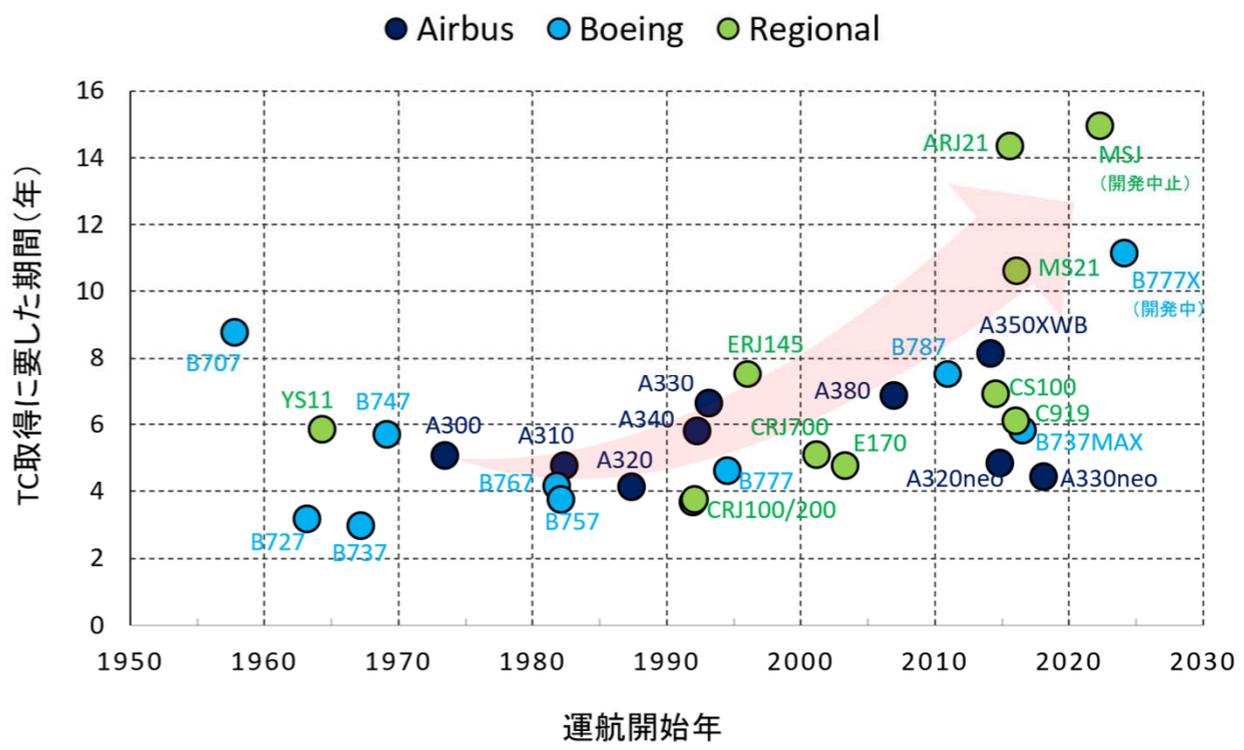
1. 背景
2. NEDO受託事業
3. 航空機DX技術実証 (XANADU)
 - 設計DX
 - 認証DX
 - DXプラットフォーム
 - 航空機ライフサイクルDXコンソーシアム
4. まとめ

1. 背景：航空機開発の課題

- 極めて複雑なシステムとなっている近年の航空機（部品点数は自動車の約100倍）の開発においては、設計変更等による手戻りや認証試験の複雑化により、開発スケジュールやコストを増大させることが大きな問題となっている。
- これらの課題の解決手段として、モデルベースシステムズエンジニアリング(MBSE: Model-Based Systems Engineering)、シミュレーション技術 (MBD: Model Based Development)、認証試験の解析による代替(CbA : Certification by Analysis)、デジタルスレッド*等のデジタル技術の活用が注目されている。



製品の複雑さと開発期間の関係 出典：DARPA AVM pres.



TC取得に要した期間

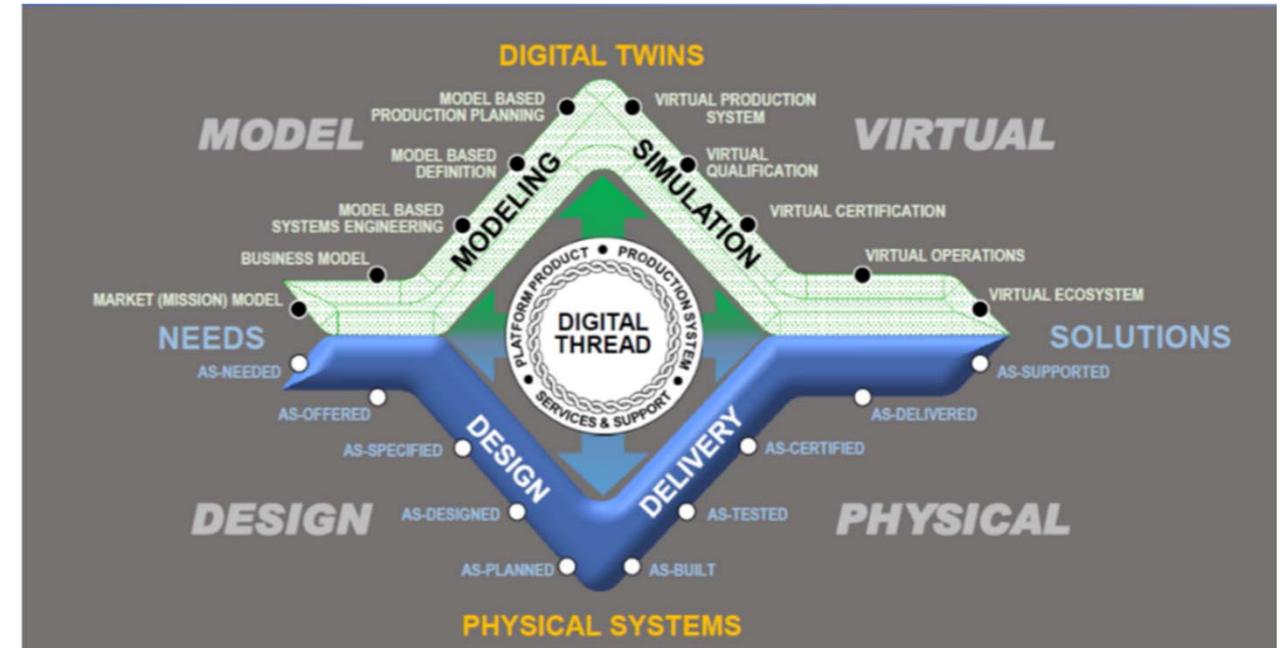
*デジタルスレッド：上流から下流に要求をフローダウンしたり、下流から上流に遡及調査できるようにデジタルデータをつなげる仕組み

1. 背景：海外の動向

- 2021年に米国とスウェーデンと共同開発した高等練習機(T-7A Red Hawk)においては、MBSE等のデジタル技術を活用することで、初期品質が75%向上し、組み立て時間が80%短縮され、ソフトウェア開発時間を半分に短縮したという報告がある。
- 海外OEMでは、機体あるいはエンジンのライフサイクル全体をデジタル空間で模擬（デジタルツイン）し、ライフサイクルを一元的に管理する構想が示されている。



T7-A Red Hawk (BoeingとSaaBの共同開発)
出典：Boeing HP



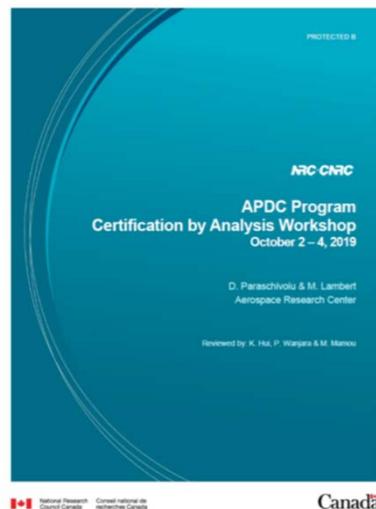
Boeingが提案するMBE(Model-Based Engineering) Diamond 設計・製造・認証等の情報を一元的に管理する構想

出典：Boeing HP

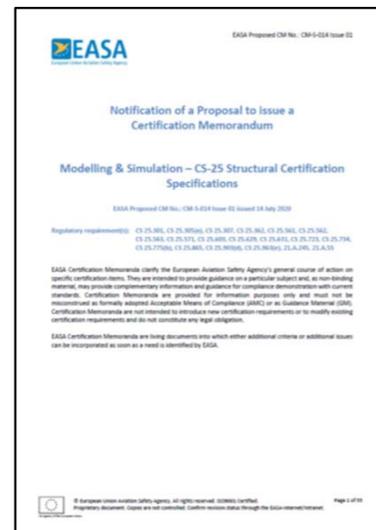
1. 背景：CbA に関する議論の活発化

- 現在の全機レベルの航空機の適合性証明は，地上試験や飛行試験が主体。
- 解析ツール(数値シミュレーション)の精度向上，計算機性能向上，航空機開発期間・コスト削減ニーズの高まり等により，解析で地上試験・飛行試験を代替する Certification by Analysis (CbA) の議論が活発になっている。

NRC CbA WS(2019)



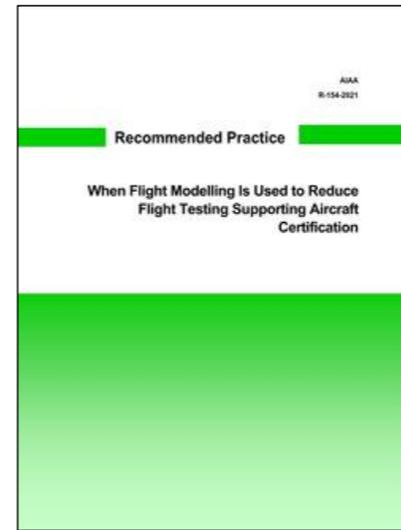
EASA(2020)



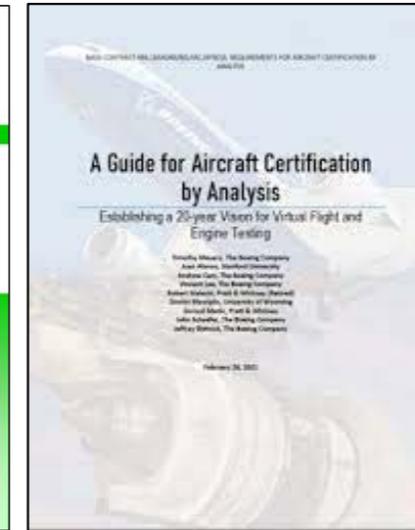
Airbus/Boeing(2020)



AIAA(2021)



NASA(2021)



1. 背景：我が国の航空機産業

- MSJの中止によって、我が国の航空機産業が、ボンバルディア、エンブラエル等を競争相手とするリージョナルジェットの世界でOEMの地位を確立することは難しくなった。
- その結果、より大きな機体を対象とする海外OEMのパートナーとして参画する「Tier1事業」が我が国の航空機産業の主戦場となっている。今後「Tier1事業」でシェアを拡大していくためには、下請け的な「構造Tier1」から脱却して、設計等の上流工程に食い込むことが必要である。
- 上流工程に食い込むためには、近い将来主流となる「モデルベースで設計され、解析で認証を取得し、スマートファクトリーで製造される航空機」を扱うDX技術を早期に獲得することが必須である。これが出来なければ、現在の地位の確保さえ難しくなる。



航空機的设计・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセスの高度化技術の開発・実証

目的

- 本事業では、2030年以降に市場投入が見込まれる民間航空機（開発は2020年代後半に開始。以下、次期民間航空機）の開発の前提となる**MBSE等のデジタル技術**を活用した**革新的な開発プロセス**を構築し、**日本の航空機産業の優位性を確保**するとともに、脱炭素化を実現する次世代航空機、防衛航空機の開発に加え、空飛ぶクルマ、自動車、船舶、宇宙機といった他分野の開発のプロセス構築にも波及させることができる知見の獲得を目指す。

2. NEDO受託事業：課題概要

本事業では設計DX、認証DX、生産DX、プロセス統合（DXプラットフォーム）に取り組む

フェーズ	概要	担当機関
設計DX	Model-Based Systems Engineering (MBSE)とModel-Based Development (MBD)の連携に基づくプロセス、及びリファレンスモデルを構築	JAXA IHI KHI MHI
認証DX	国際的な信頼性保証フレームワークとの連携を図りつつ、認証試験を解析で代替するCertification by Analysis (CbA)のプロセスを構築し、実用性の高いガイドラインを作成	JAXA KHI MHI ※航空局と連携
生産DX	デジタル技術を活用したAdvanced Product Quality Planning (APQP)、Model-Based Definition (MBD)とModel-Based Instructions (MBI) の連携、スマートサプライチェーンのプロセス構築	JADC KHI SUBARU MHI
プロセス統合 (DXプラットフォーム)	複数組織間でのデータ連携手法、先進デジタルスレッド技術 ^① を確立することにより、設計・認証・生産フェーズの各プロセスをシームレスにつなぎ統合するための手法を開発。国際共同開発に適用可能なプラットフォームを構築	JAXA

航空機DX技術実証 (*XANADU)

||

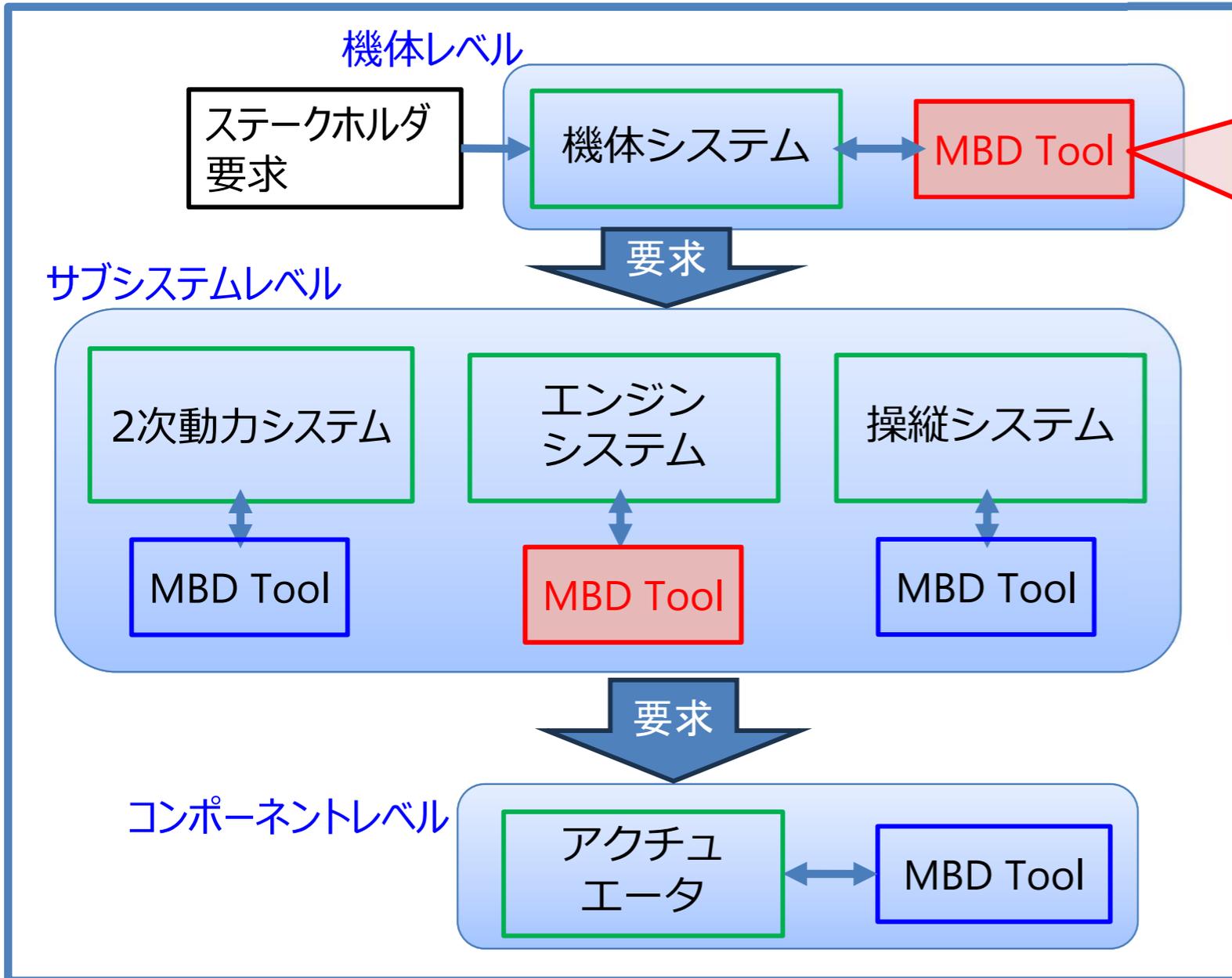
NEDO事業のJAXA担当分

+

成果を最大化するためのJAXA独自の活動

3. XANADU 設計DX

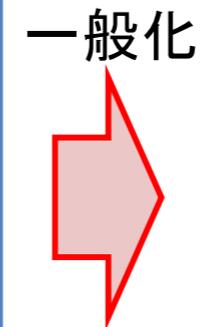
既存データを用いたMBSE-MBD連携設計プロセスの構築・試行 ⇒ ガイドライン・リファレンスモデルの構築



世界最速CFDツールFaSTARをベースに

- AIを活用したROM (Reduced Order Model) の構築
- 高精度・高速 3D-CAEプロセスの構築

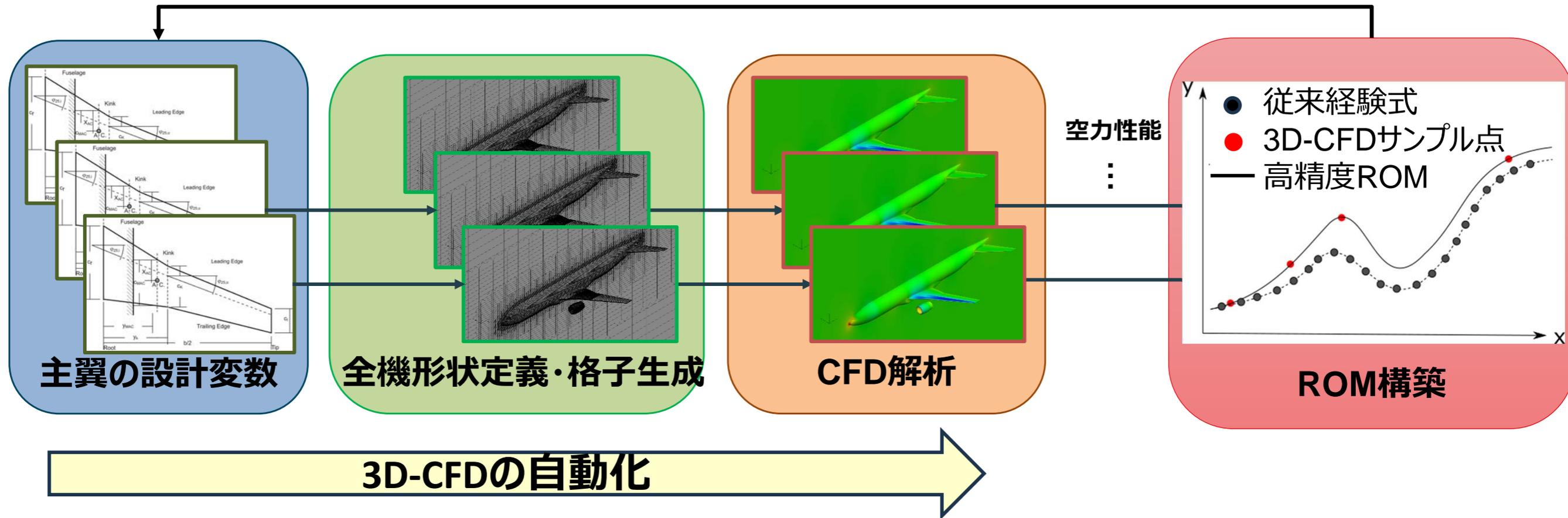
FaSTARを用いた解析例



- ガイドライン
- リファレンスモデル

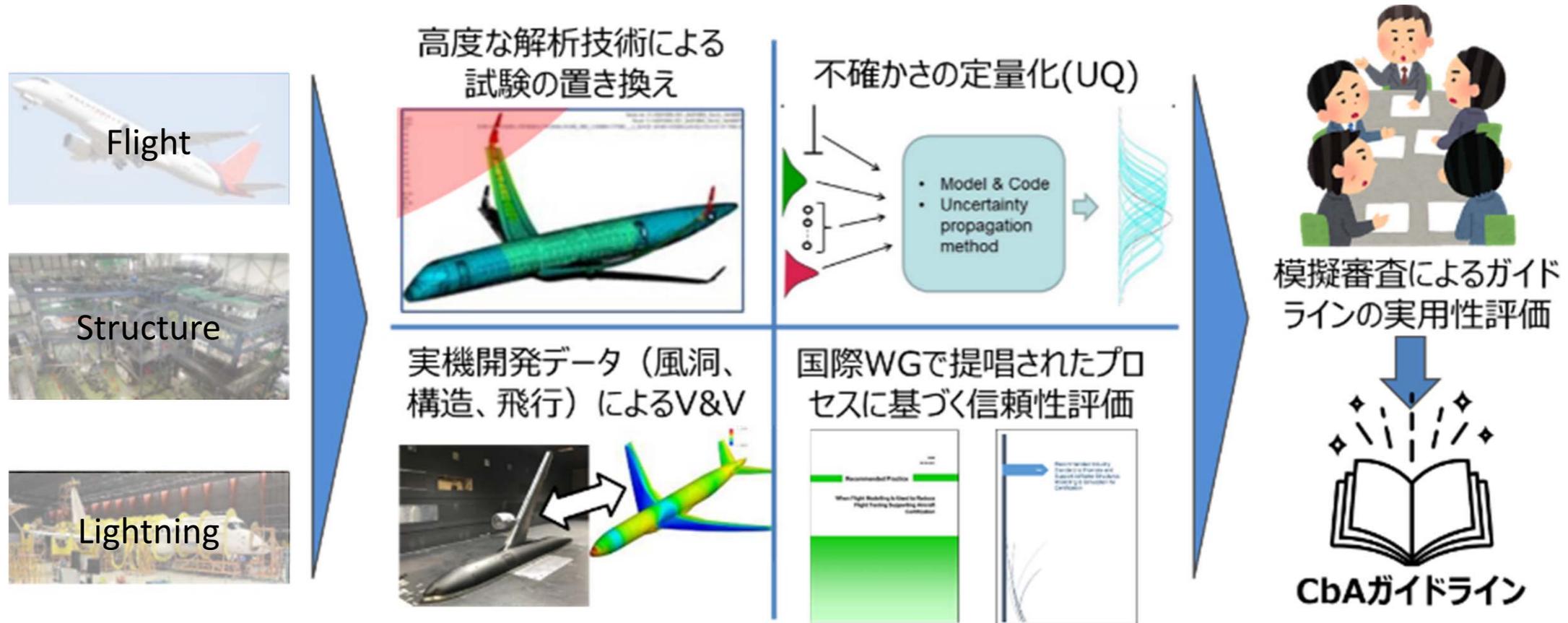
3D-CFD およびROM構築プロセスの自動化

ROMの精度向上のためのサンプル点追加



3. XANADU 認証DX

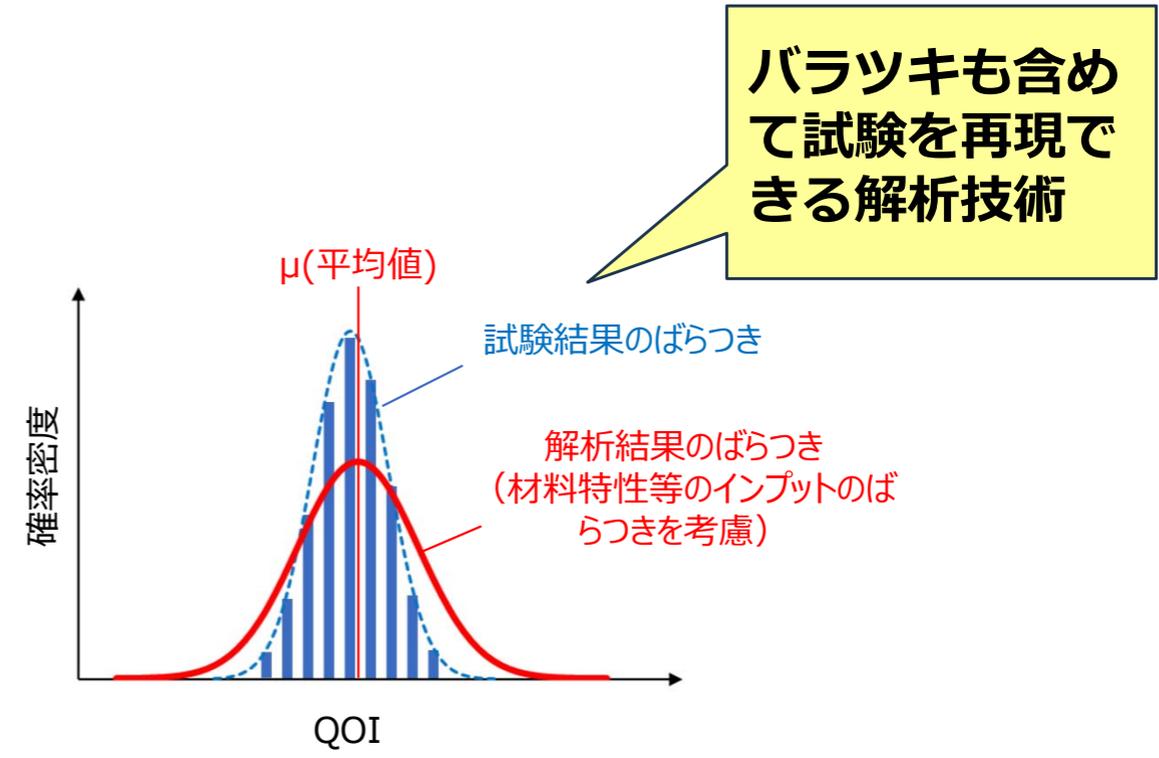
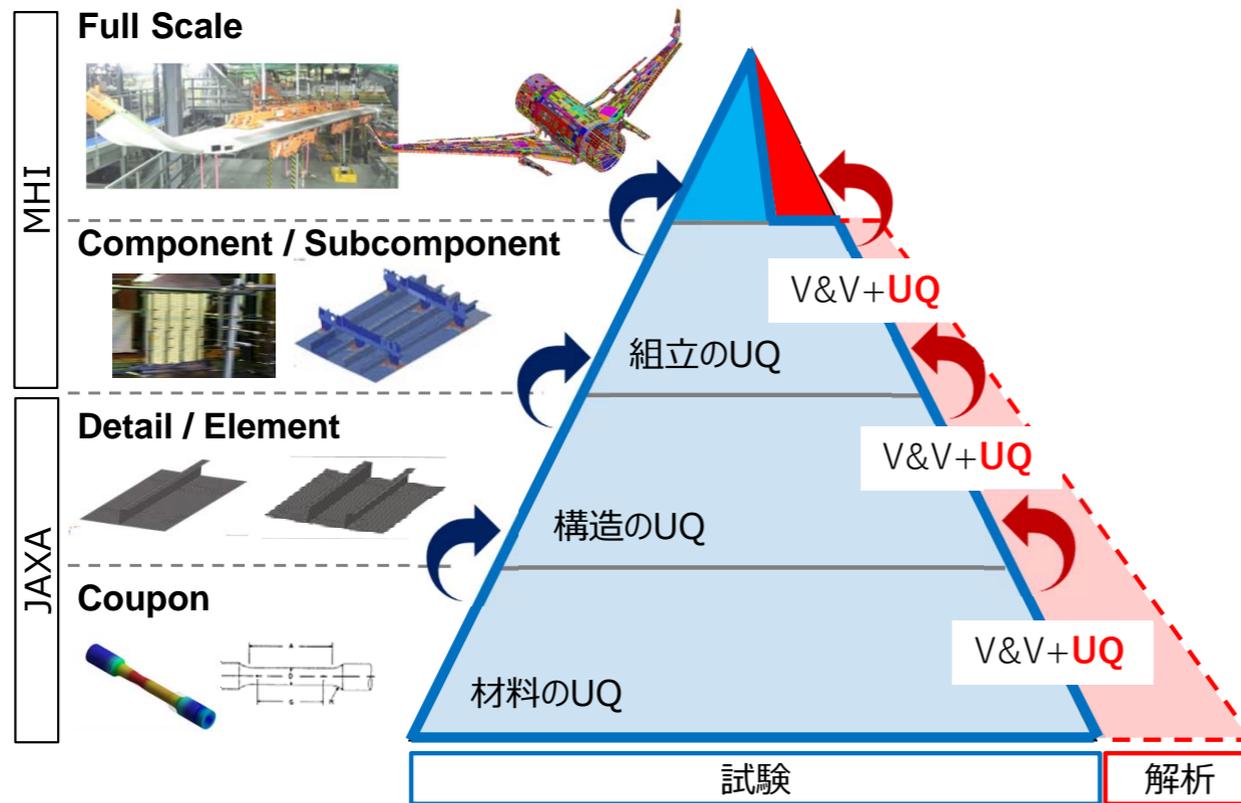
- 国際的な信頼性保証フレームワークに従って、認証試験を解析に置き換える Certification by Analysis (CbA) 技術を構築し、実用的なガイドラインを構築する。



3. XANADU 認証DX : 構造CbA

*構造CbAのほかに、飛行性CbA、耐雷CbA も実施

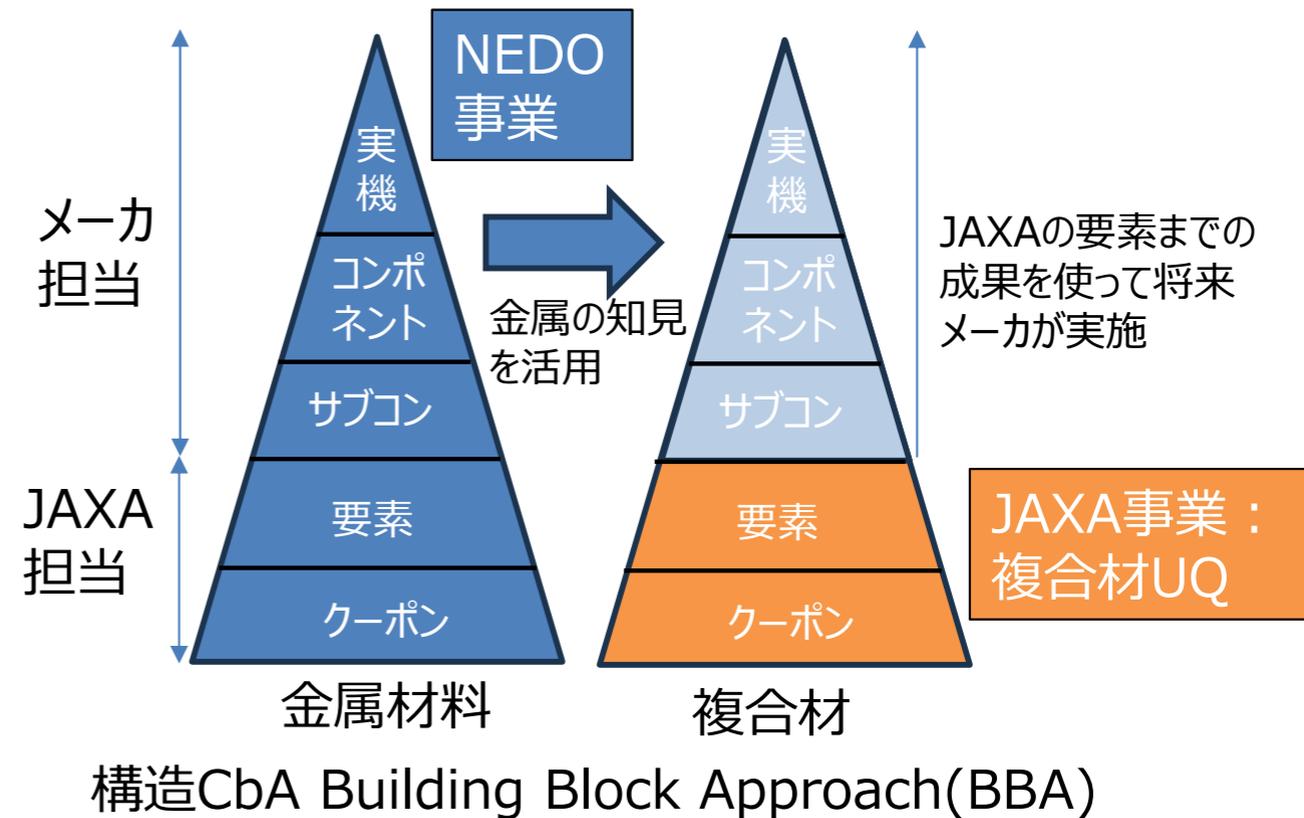
国際標準に沿った不確かさの定量化(UQ : Uncertainty Quantification)手法を構築し、それらを解析Validationに適用 (XANADUではクーポンレベル、要素レベルを実施)



3. XANADU 認証DX：複合材UQ（JAXA独自事業の一つ）

- 構造CbAにおいて、NEDO事業では金属材料主翼を対象
- 一方で、新機種で複合材の適用が進みつつある中で、**複合材CbAの重要性が高まりつつある。**

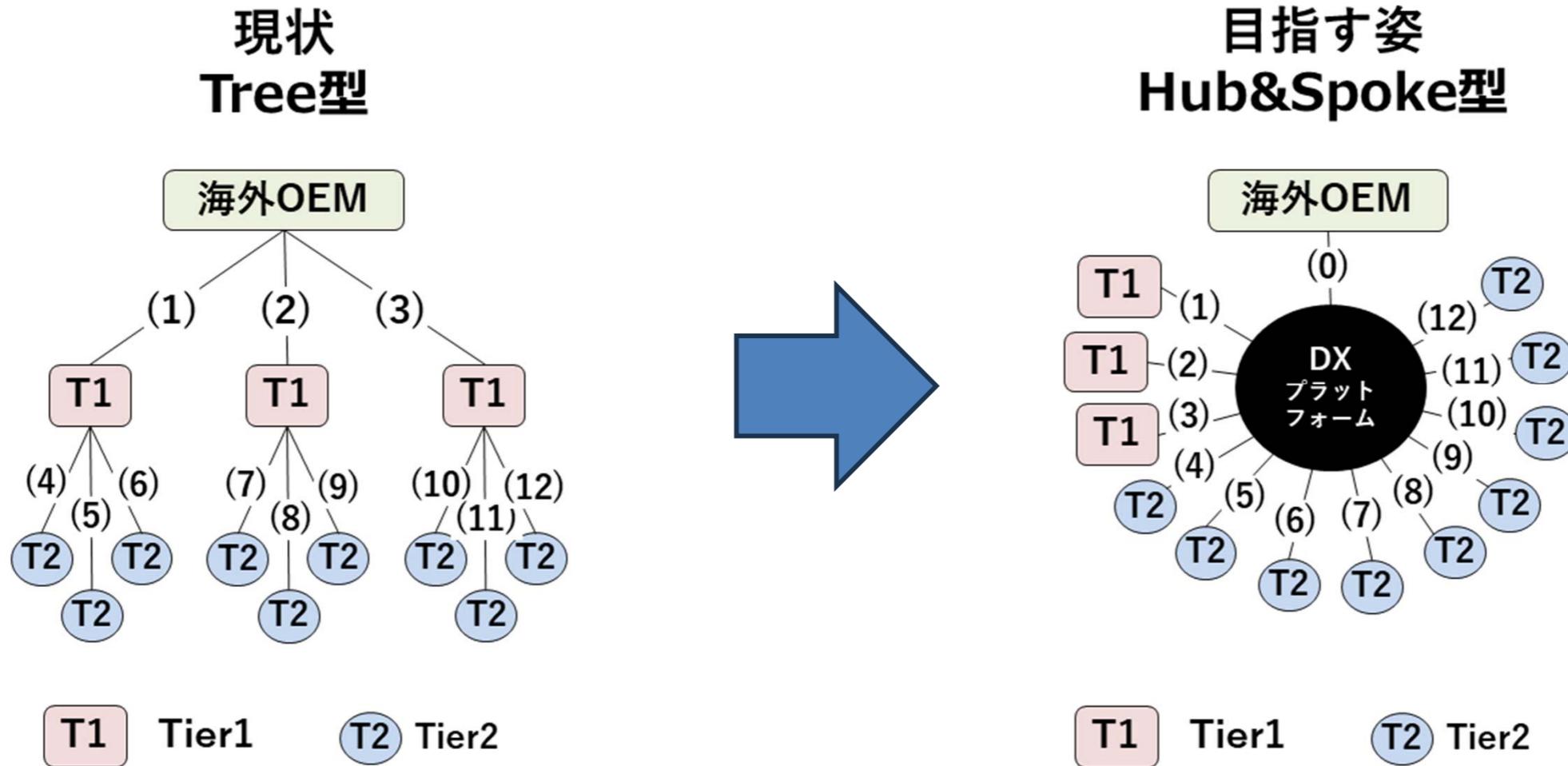
- 金属と複合材の解析において特に違いが出るのがBBAにおける、クーポン、要素レベル
- それ以上の階層においてはNEDO事業で得られる金属CbAの知見が活用できる。
- XANADUの中で、構造CbAの活動と一体となって進める。



3. XANADU DX プラットフォーム

企業間連携の革新

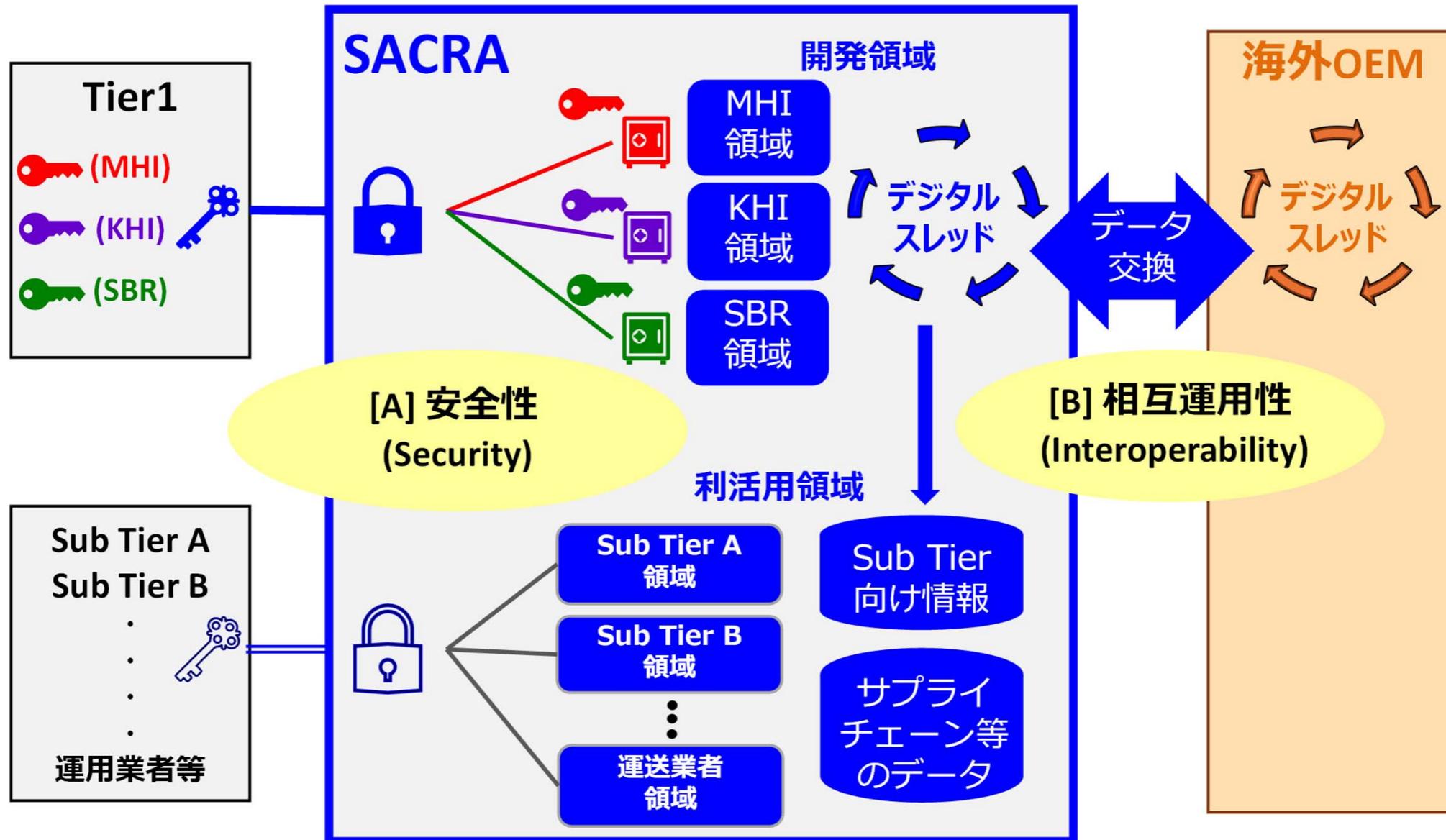
- (1) 企業間連携方式をTree型からHub&Spoke型へ
- (2) 競合企業間でデジタルスレッドを共有



Security と Interoperability を両立させるデジタルスレッドの構築

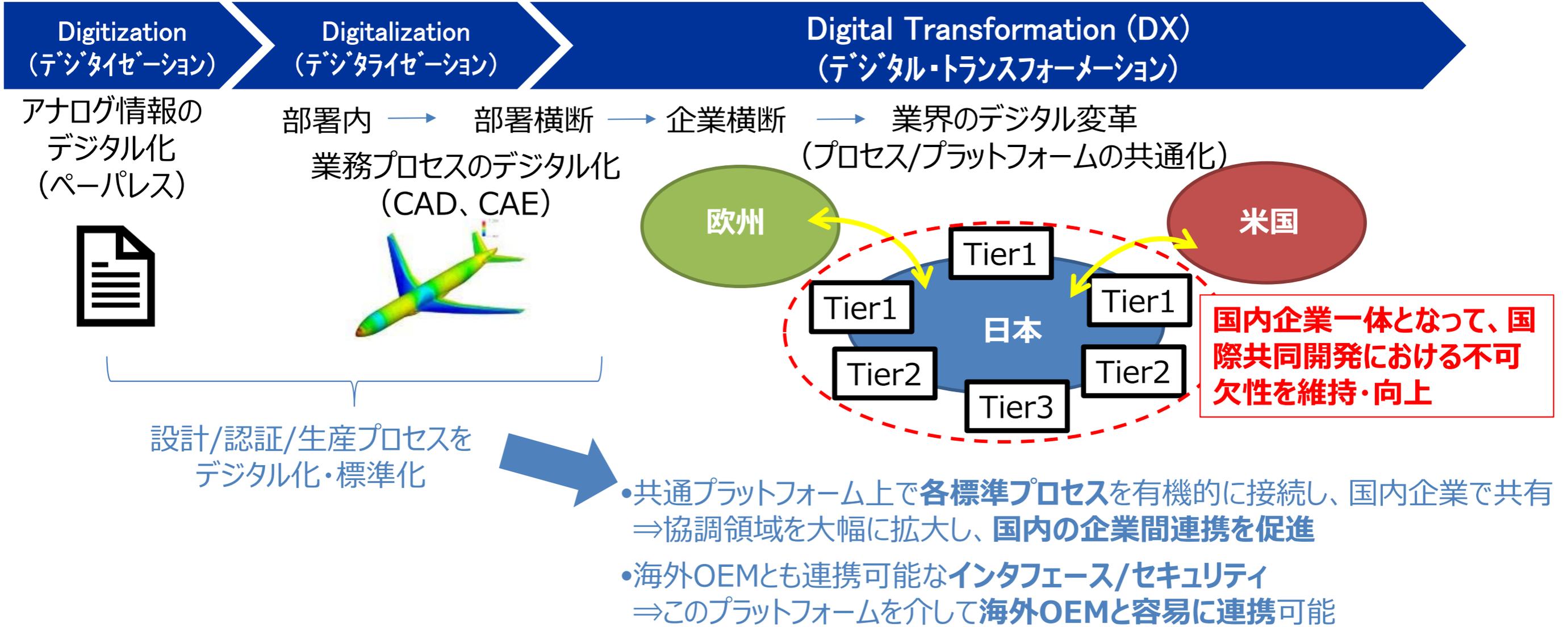
3. XANADU DXプラットフォーム：SACRA

SACRA: Standards-based Active Collaboration Realization for Aviation



3. XANADU 航空機業界のDX

本事業の最終ターゲットは、DigitizationやDigitalizationではなく、**Digital Transformation(DX)**



航空機開発の未来へのチケット (入場券)

3. 航空機ライフサイクルDXコンソーシアム

■ CHAIN-X (CompreHensive Aviation Innovation by digital TRANSformation)

• 2022年6月17日設立

【理念】

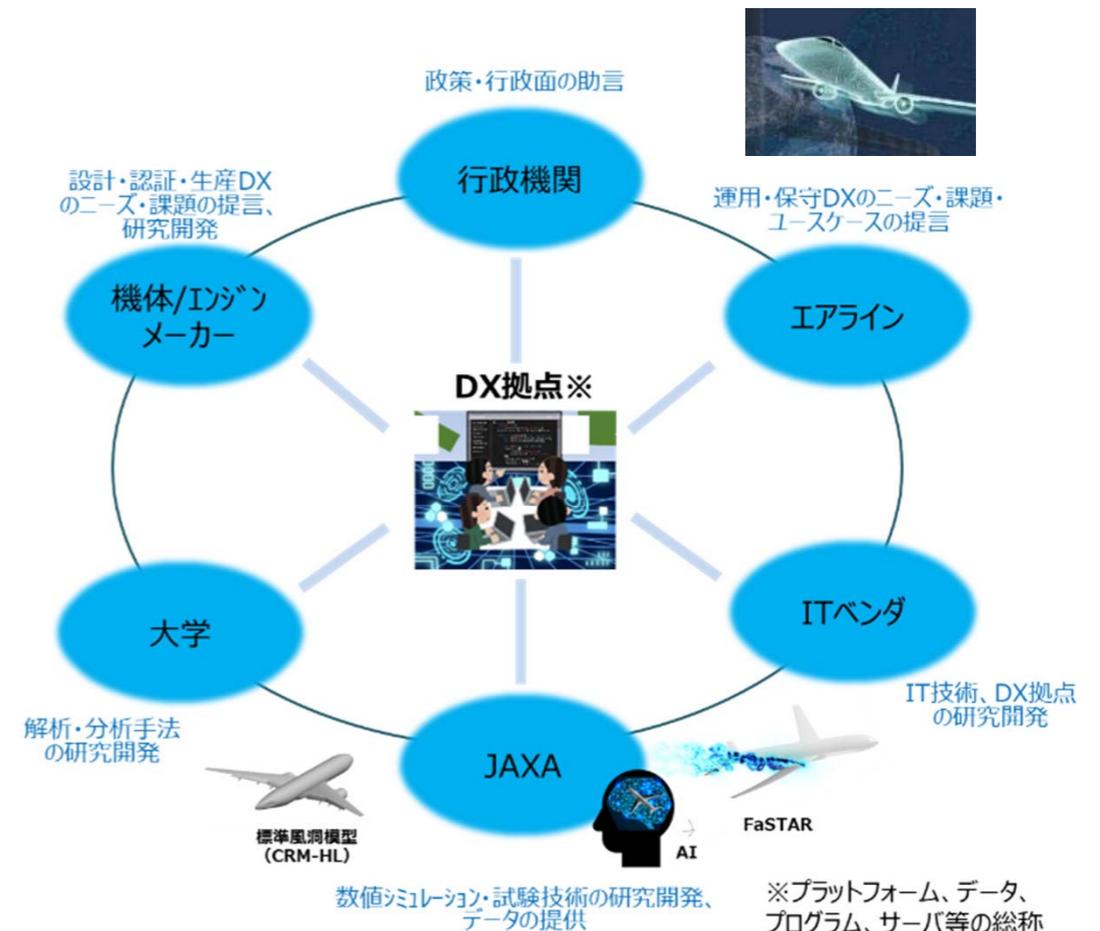
■ 産学官の力を結集させたDXによる、我が国の航空産業の裾野拡大、及び国際競争力強化

■ 将来の航空産業のDXを担う人材の育成

【ミッション】

■ 航空機のライフサイクル全体にわたるDXの推進による、航空産業の開発、製品、サービスの革新

■ 産学官連携の場の提供、及び関連研究の推進



NEDO事業およびXANADUの成果を
CHAIN-Xメンバーと共有

NEDO事業「航空機の設計・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセスの高度化技術の開発・実証」のJAXA担当分と、NEDO事業の成果最大化のためのJAXA独自事業を合わせて、XANADUを実施します。

設計プロセス、認証プロセスの革新に必要なMBD技術を開発するとともに、国内企業で共有可能でかつ海外OEMとも連携可能なDXプラットフォームを構築し、成果をCHAIN-Xに共有します。

これらの活動を通じて、NEDO事業共同提案機関とともに、航空機開発の未来へのチケットの獲得を目指します。

ご清聴ありがとうございました



*本発表の一部は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託業務（JPNP23012）の結果得られたものです。