



航空機設計のDXに関する研究開発

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
航空機DX技術実証プリプロジェクトチーム
窪田 健一

航空機ライフサイクルDX (CHAIN-X) コンソーシアム
第2回オープンフォーラム
2024年12月3日

XHA-D24015

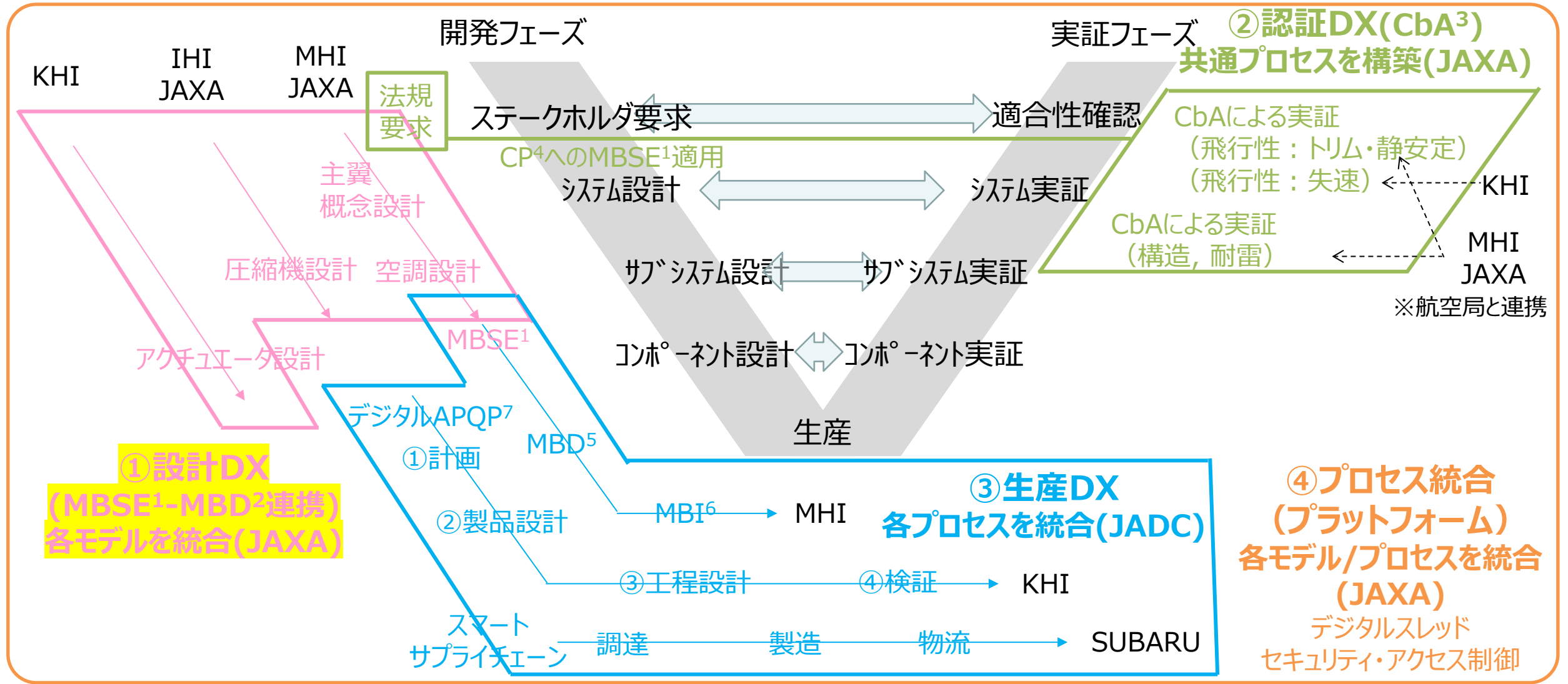
Kプロ事業では設計DX、認証DX、生産DX、プロセス統合（DXプラットフォーム）に取り組む

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する	JAXA KHI MHI
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。国際共同開発において適用可能なプラットフォームを構築	JAXA

Kプロ事業で構築するプロセスの全体像



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。

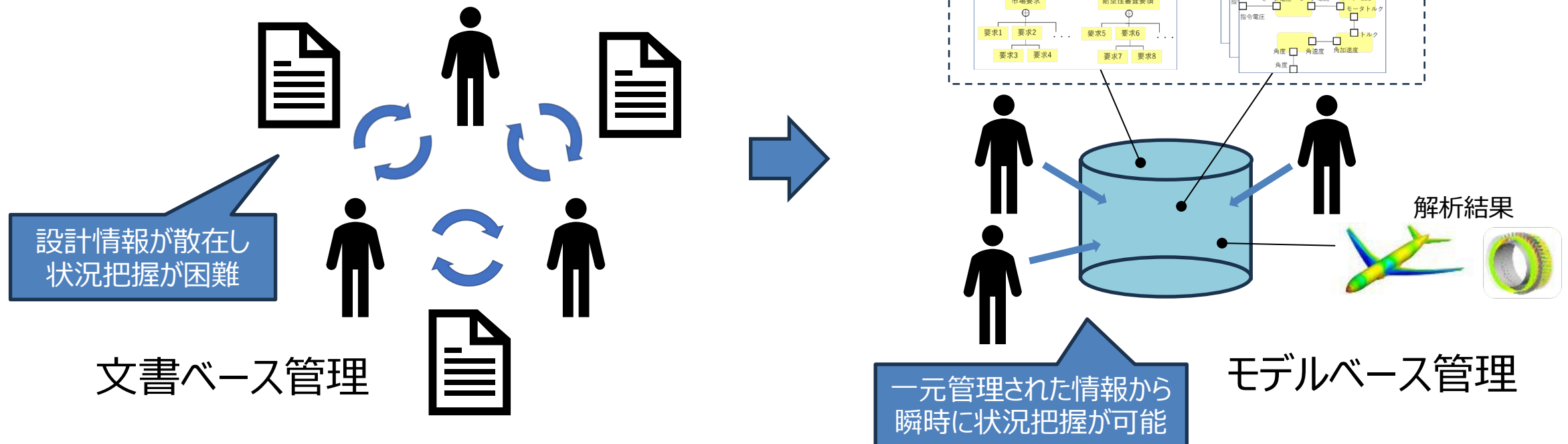


¹MBSE: Model-Based Systems Engineering, ²MBD: Model-Based Development, ³CbA: Certification by Analysis, ⁴CP: Certification Plan, ⁵MBD: Model-Based Definition, ⁶MBI: Model-Based Instructions, ⁷APQP: Advanced Product Quality Planning

3

■ MBSE (Model-Based Systems Engineering)

- システムの要求、設計、解析、検証 (V&V) 等に関する情報をモデルを活用して一元管理し、SE (Systems Engineering) 活動を支援するアプローチ。
- SE活動に関する様々な情報を、文書ではなく、システムモデルと呼ばれる情報構造体で記述することにより、設計変更時の影響範囲を瞬時に特定する等、開発プロセスを効率化できる。



■ 目的

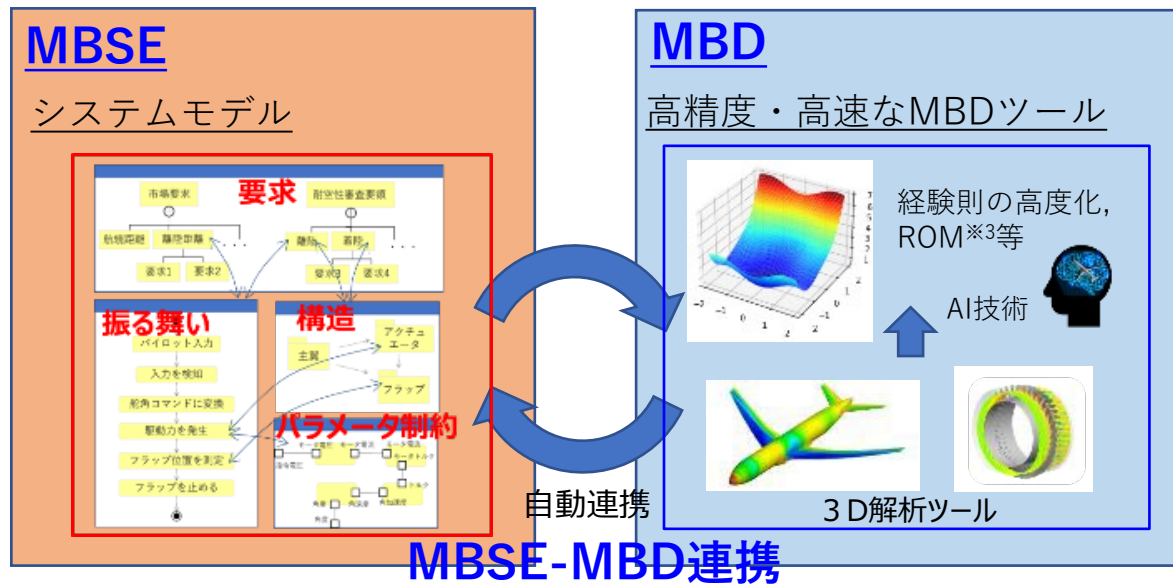
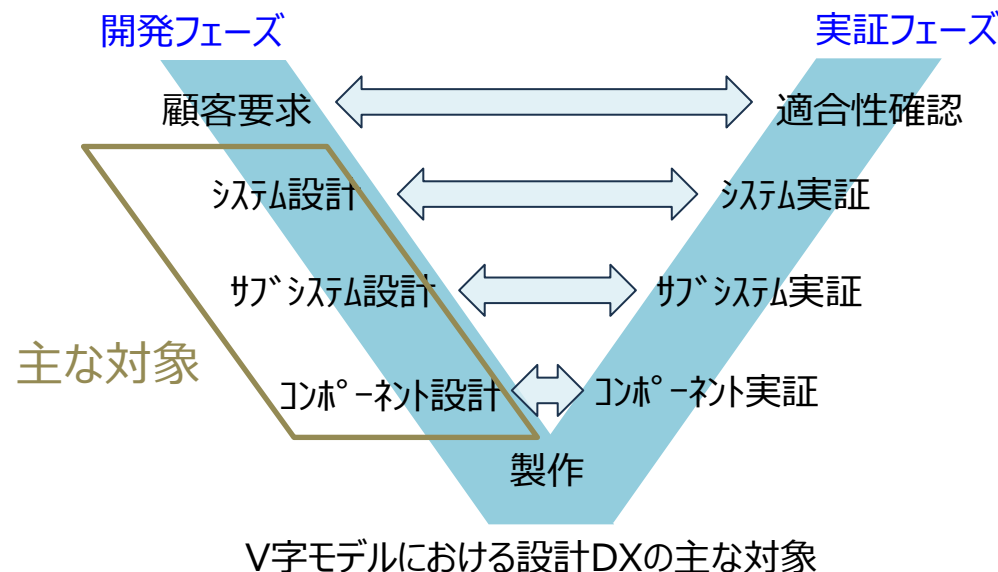
- システムからコンポーネントの設計における効率的な擦り合わせ設計、及び開発の大幅な効率化の実現

■ 目標

- 複雑な航空機システムをデジタルで表現する技術、及び設計上流における性能評価の精度・データ生産性向上技術を獲得すること。
- 得られた知見を基に構築した次世代航空機のリファレンスモデル、及び同モデルを構築する際の考え方をまとめたガイドラインを航空産業界と共有すること。

■ 実施内容

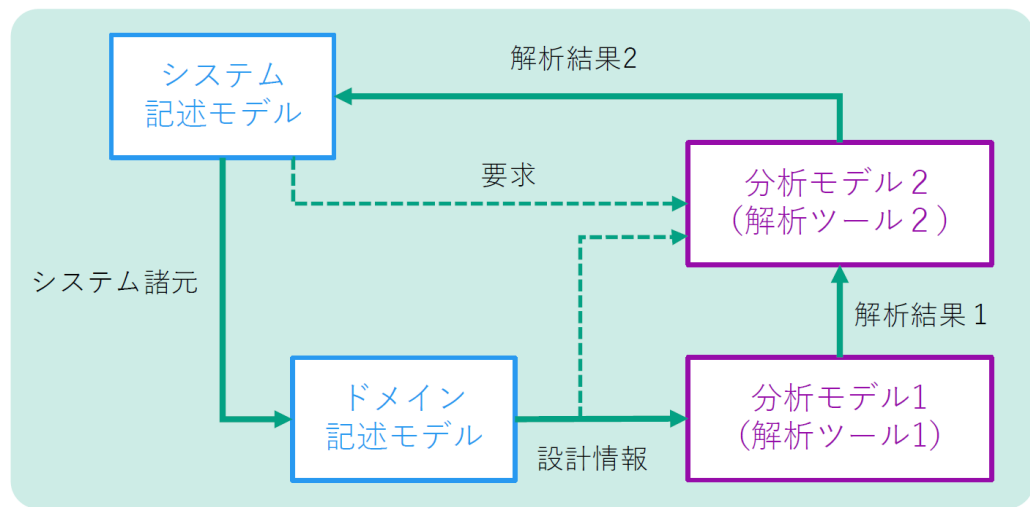
- システムモデル開発 (MBSE※1)
 - ・ 実機的设计データ等を基に忠実度の高いシステムモデルを構築
- シミュレーションツール開発 (MBD※2)
 - ・ 実機の試験データ等で検証された高精度・高速なシミュレーションツールを開発
- システムモデルとシミュレーションの自動連携 (MBSE-MBD連携)
 - ・ シミュレーションによる要求の妥当性確認や設計の早期検証を効率化する手法を構築



MBSEとMBDの連携イメージ

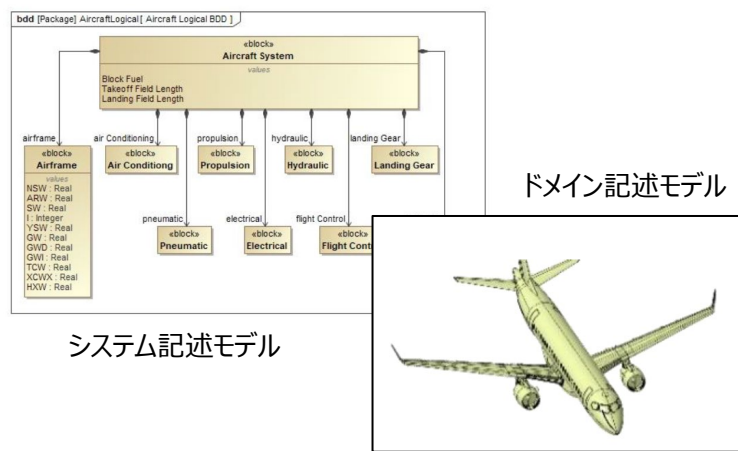
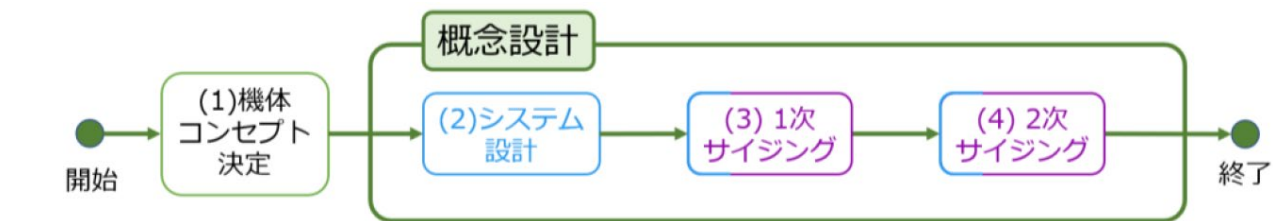
- 航空機の概念設計を対象に、記述モデル・分析モデル・業務モデルを連携させた開発プロセスを構築する。
- 1次サイジングと2次サイジングで、分析モデルの忠実度が異なる同様のプロセスを実施する。

業務モデル（ワークフロー）

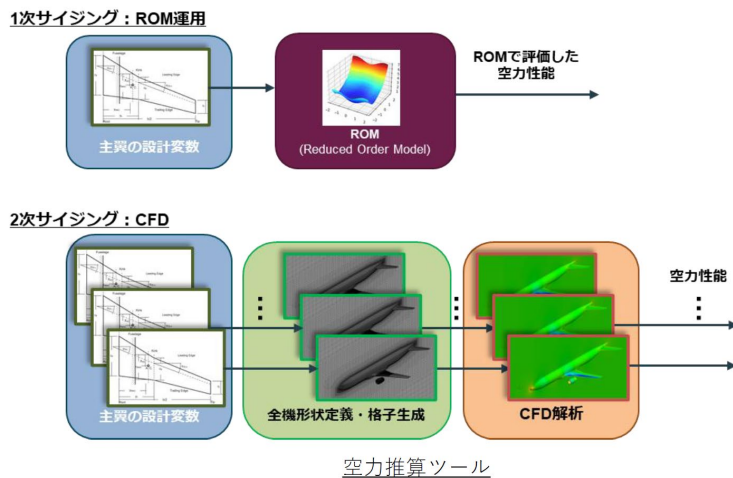


開発プロセス

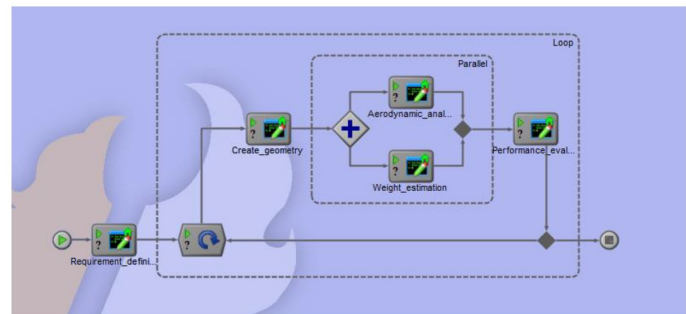
プロセス全体像



記述モデル



分析モデル



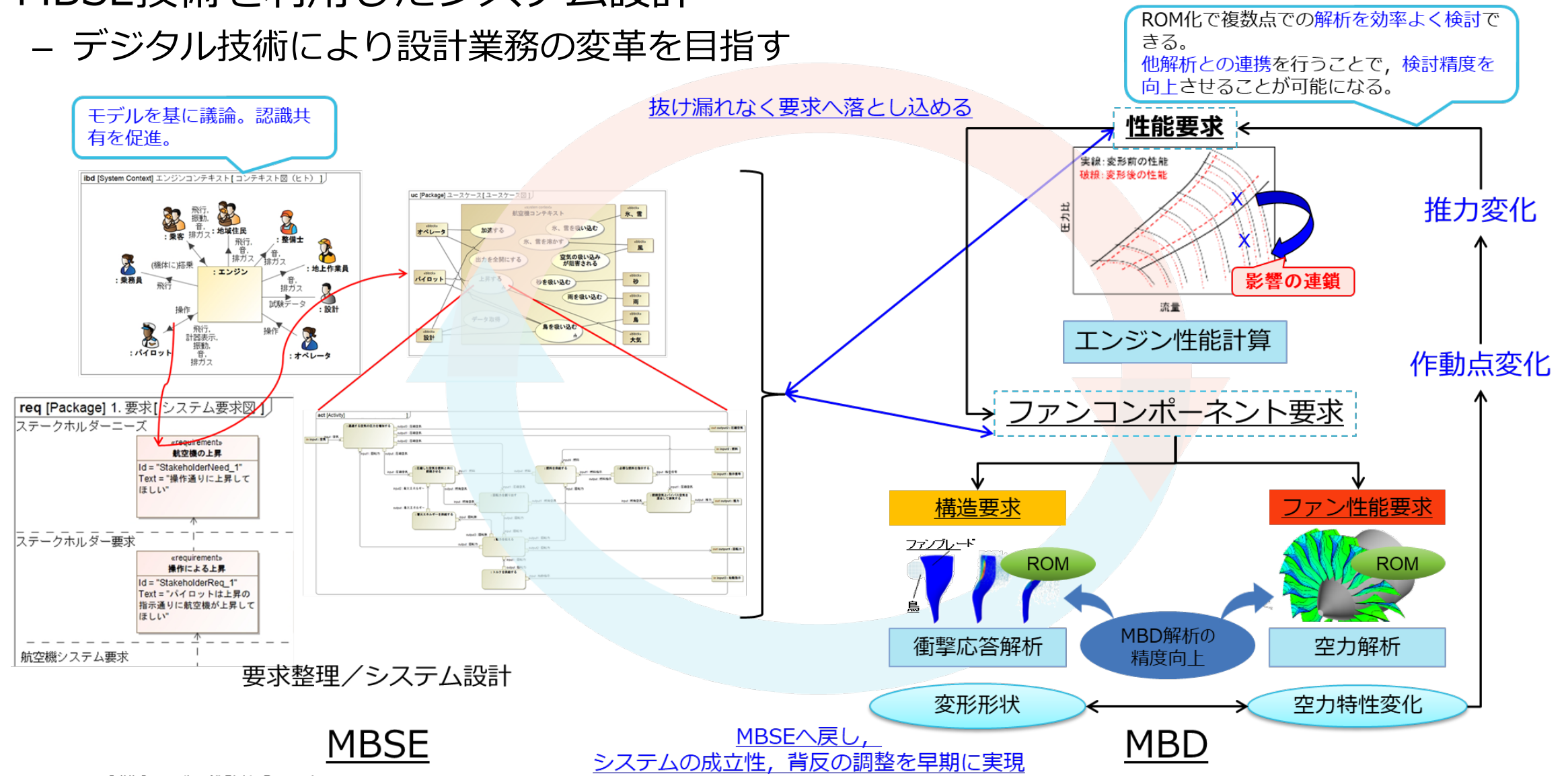
自動ワークフローの例（ModelCenter）

業務モデル（ワークフロー）



■ MBSE技術を利用したシステム設計

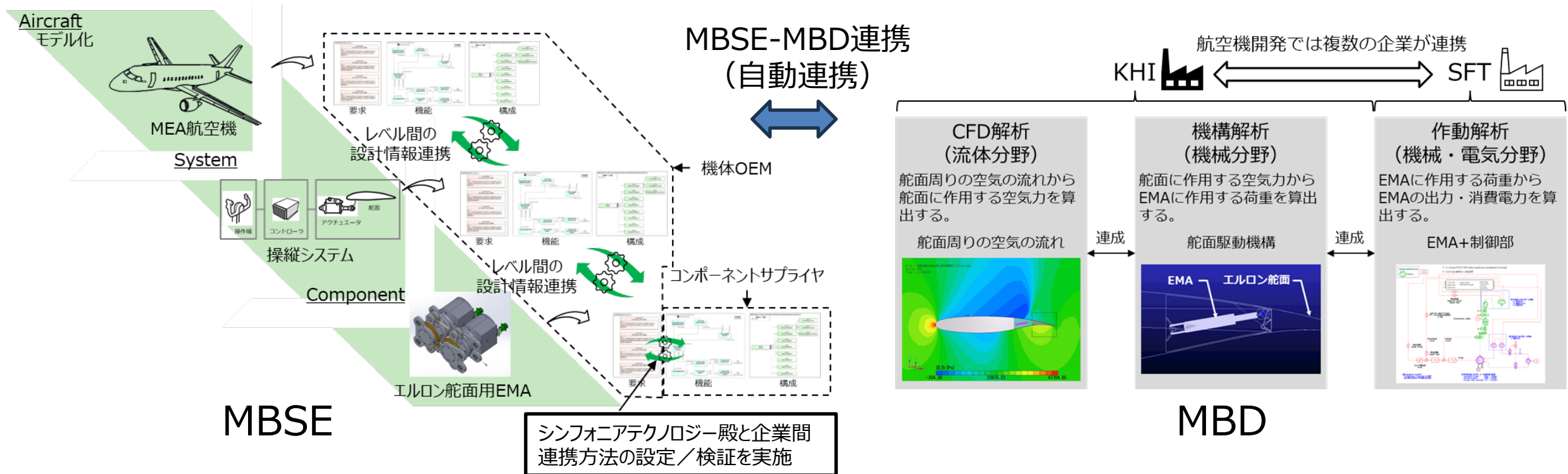
- デジタル技術により設計業務の変革を目指す



設計DXに関する川崎重工の取り組み（KHI/SFT）

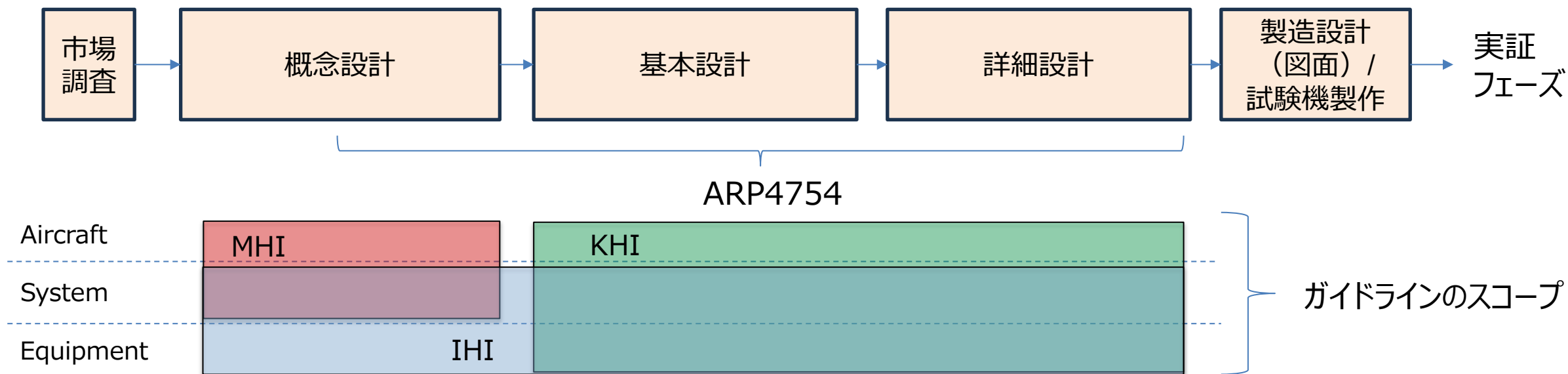


- 操縦システムを題材としてAircraft～Componentレベルまでの設計情報を記述したシステムモデルの構築を実施している。
- 飛行中のエルロン舵面作動を題材として、3つの分野の解析を連成させ、より実機に近い模擬度での解析が可能な連成解析のシミュレーションモデルの構築を実施している。
- ワークフローを自動で行う連携の構築を実施中。



ガイドラインの内容

- 航空機開発保証プロセス（ARP4754）への準拠を考慮した概念設計から詳細設計までに適用可能なシステムモデル構築方法
- 複数組織でシステムモデルを構築する際のインターフェース定義方法
- システムモデルとシミュレーションモデルの連携方法



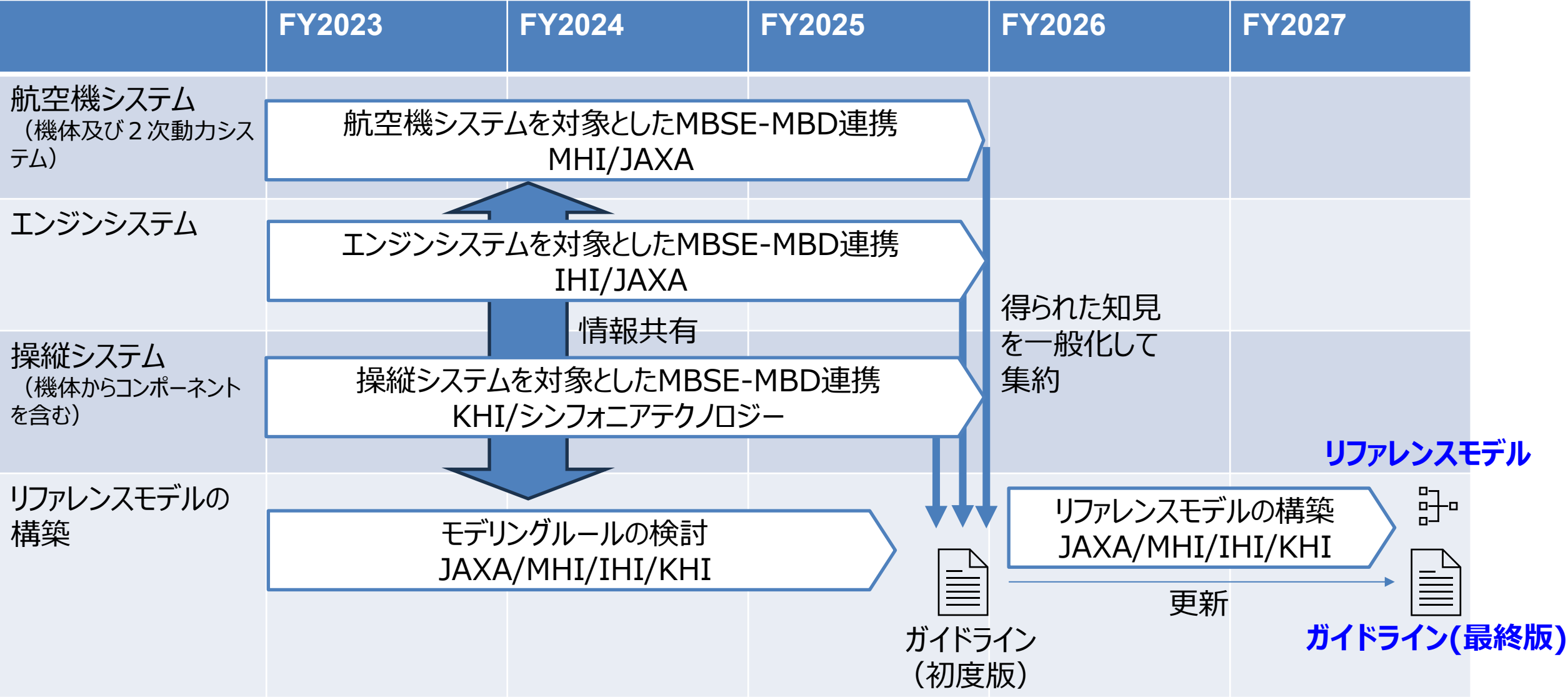
■ 想定するユースケース

- ユーザが社内ガイドラインを作成する際に参照する。
- ユーザが独自のシステムモデルを作成する際に直接参照する。

 ガイドライン
 適用

- [illegible]

10



- 設計DXではシステムからコンポーネントの設計プロセスの大幅な効率化の実現に向け以下に取り組んでいる。
 - システムモデル開発 (MBSE)
 - シミュレーションモデル開発 (MBD)
 - システムモデルとシミュレーションの自動連携 (MBSE-MBD連携)
- 得られた知見を基に次世代航空機を対象としたリファレンスモデル、及び同モデルの構築方法をまとめたガイドラインを作成する。

この成果は、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)委託業務(JPNP23012)の結果得られたものです。