

「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高度化
技術の開発・実証」に関する研究開発構想（個別研究型）

令和4年12月

内閣府
経済産業省

目次

1. 事業の背景、目的、内容	1
(1) 事業の目的	4
①政策的な重要性	4
②我が国の状況	5
③世界の取組状況	5
④本事業のねらい	6
(2) 事業の目標	6
①アウトプット目標	6
②アウトカム目標	7
(3) 事業の内容	8
研究開発項目① 設計 DX に関する研究開発	8
ア. 研究開発の必要性	8
イ. 研究開発の具体的内容	9
ウ. 達成目標	10
研究開発項目② 認証 DX に関する研究開発	11
ア. 研究開発の必要性	11
イ. 研究開発の具体的内容	11
ウ. 達成目標	13
研究開発項目③ 生産 DX に関する研究開発	15
ア. 研究開発の必要性	15
イ. 研究開発の具体的内容	16
ウ. 達成目標	17
研究開発項目④ 高度化された開発製造プロセスの統合及び共同開発実証	18
ア. 研究開発の必要性	18
イ. 研究開発の具体的内容	18
ウ. 達成目標	19
2. 実施方法、実施期間、評価	19
(1) 事業の実施・体制	19
(2) 事業の実施期間	20
(3) 評価に関する事項	20

(4) 社会実装に向けた取組.....	21
(5) 総予算.....	21
(6) 経済産業省の担当課室.....	21
3. その他重要事項.....	22
(1) 研究開発成果の取扱い.....	22
①共通基盤技術の形成に資する成果の普及.....	22
②標準化施策等との連携.....	22
③知的財産権の帰属、管理等の取扱い.....	22
(2) 「研究開発構想」の見直し.....	22
(3) 研究開発の対象経費.....	23
4. 研究開発構想の改定履歴.....	23

1. 事業の背景、目的、内容

(1) 事業の目的

①政策的な重要性

複雑化するシステムや製品の開発効率や安全・機能的性能を革新的に高めるため、国際的に、製造業へのモデルベースシステムズエンジニアリング (MBSE: Model-Based Systems Engineering)¹、シミュレーション技術等の活用が競争力の重要な要素となっている。特に、航空機開発は部品点数が300万点(自動車の約100倍)に及ぶなど極めて高い複雑性を有し、高度な安全認証試験を要求されるため、開発における手戻りがスケジュールやコストを圧迫し、航空機への複合材適用が進む近年、認証取得までの開発期間が長期化してきている。実際に我が国の完成機事業においては、複数回の設計変更及びそれに伴う手戻りにより開発コストの増加、スケジュールの遅延が発生するといった具体的な課題に直面した。そのため、MBSEをはじめとしたデジタル技術の適用、認証取得にあたり解析を援用した認証(CbA: Certification by Analysis)²は、航空機開発において最も大きな効果が期待できるとともに、我が国の航空機産業の今後の発展のための鍵であると言える。

政府計画においても、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画・フォローアップ」(2022年閣議決定)では、高い信頼性が求められる移動体の開発の抜本的な低コスト化と品質向上を実現するため、航空機をモデルとし、実機を用いた設計・開発・製造・安全性認証をデジタル技術で代替する手法の開発に取り組むとしている。

経済安全保障重要技術育成プログラムの研究開発ビジョンにおいても、宇宙・航空領域で支援対象とする技術において、

- デジタル技術を用いた航空機開発製造プロセス高度化技術が挙げられている。

本研究開発構想では、研究開発ビジョン(第一次)に定められた航空分野での先端的な優位技術を確保するため、個別研究型として上記のプロセス高度化技術を研究開発し、航空機開発技術の国際競争力の確保・維持を図る。

¹ コンピュータ上で複数の専門分野のデータを統合したモデルを用いて、システムの要求分析、設計、検証等を効率的・効果的に行うアプローチ。文書でなく視覚的に理解しやすい表記・構造のデータ(モデル)を用いることにより、複数の視点からシステムを捉えたり複数の開発者の解釈を揃えることが容易になる。

² 解析を援用した認証のことで、実機を用いた試験の低減によりコスト・期間ともに大幅に減らすことができる。

②我が国の状況

我が国においては、民間航空機の完成機事業に取り組んできているとともに防衛航空機およびエンジンにおいても完成機事業の経験がある。そのため、航空機開発全体の知見が国内に蓄積されており、デジタル技術を活用した開発、認証取得プロセスの構築にあたって、過去の開発の際に得られたデータと照らし合わせた実用的な成果を生み出すための土台がある。また、自動車開発、宇宙機開発において MBSE 適用の研究も行われており、こうした知見の融通も期待できる。

③世界の取組状況

米国においては、2021 年にスウェーデンと共同開発した高等練習機において、MBSE 等のデジタル技術を活用したところ、組み立て時間が 80%短縮され、ソフトウェア開発時間が 50%短縮されるなど具体的な成果が報告されている。また、仏国においては、2019 年に航空機メーカーとソフトウェアメーカーによる航空機の開発からサービスまでのデジタル化に向けた協業が開始した。その他、航空機エンジンメーカーにおいても、情報通信技術 (ICT: Information and Communication Technology) を活用した生産性の向上やデジタルツイン³の実現に向けた取組が進んでいる。

このように世界各国の OEM (Original Equipment Manufacturer)⁴において革新的な効率化、低コスト化を実現する新たな開発プロセスの構築が始まっている。我が国はこれまで、部素材及びその加工技術の強みを活かして航空機産業における競争力を有していたが、デジタル技術の活用が遅れると、完成機事業のみならず国際共同開発事業においても、諸外国の開発スピード、コストについて行くことができず、更なる発展が見込めないばかりか、これまでに築いた地位を失う恐れがある。

一方で、多数のプレイヤーが参画する民間航空機開発において設計・製造・認証等の各段階に関する情報を一元的に管理しデジタル技術を活用し相互に連携させる革新的な手法が適用された事例はなく、我が国が諸外国の手法との連携も念頭においた手法開発を先んじて実現することができれば、我が国の航

³ 現実世界において収集したデータを用いて、現実世界の物体や環境そのものを仮想空間内で双子のように再現すること。

⁴ 航空機産業においては、通常、完成機メーカーを示す。

空機産業の国際競争力の向上が期待できる。

④本事業のねらい

航空機は国民の安全・安心、経済活動に密接に関わっており、航空機開発における自律性を維持・向上させることは経済安全保障上の意義が深い。デジタル技術による開発製造プロセスの高度化は欧米においても積極的に取り組まれており、民間航空機に限らず航空機の国際共同開発において、日本企業が上流工程から主体的に携わり、自律的に航空機開発を行う能力を維持・強化するために重要な技術である。

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年代後半に開始と想定。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。

次期民間航空機の開発への適用を念頭に、過去のプロジェクトで蓄積された開発データ等を活用し、極めて複雑なシステムの全容が「決められた型の情報」で表現され、「決めた場所」に置かれた、開発情報、生産システムに関する情報を一元管理し、相互にデータを接続するとともに、複数の関係者が参照しながら開発・製造を効率的にマネジメントする手法とともに共同開発において必要となるデータ連携の手法を開発する。また、更に先を狙い、当該開発手法を活用し脱炭素化を実現する航空機等の新たな航空機の開発をデジタル空間上で模擬的に行い、将来機、他分野への波及を可能とするリファレンスモデルを構築する。あわせて、デジタル技術を前提とした国内航空安全認証実務の実現に向けて、特定の認証項目に対して、デジタル解析を活用した認証手順を構築する。

(2) 事業の目標

①アウトプット目標

航空機開発を以下のフェーズに分類し、各フェーズにおいて複数の関係者が参照しながら開発・製造を効率的にマネジメントする手法を開発する。各フェーズにおける具体的な技術開発の内容については、(3)事業の内容に示す。

・設計

効率的な摺り合わせ設計及び開発の大幅な効率化（従来の開発比で設

計変更等を想定した場合の開発作業に要する期間3割短縮)を実現するため、機体システムからコンポーネントまでをシステムモデリング言語で記述したシステムモデルを構築する。さらに、システムモデルの構築方法、及びシステムモデルをモデルベース開発 (MBD: Model-Based Development) と連携させるための方法をまとめたガイドラインを作成する。

・ 認証

安全性を担保しつつ、認証プロセスの効率化 (従来の開発比で開発側での認証試験ボリュームを3割削減) を実現するため、CbAの実機開発への適用を可能とする解析の信頼性保証の手順 (ガイドライン) を、実機データを活用した模擬的なプロセスの試行を通して構築する。ガイドライン構築の対象は以下の通り。⁵

- ・ 静強度
- ・ 縦及び横・方向のトリム・静安定
- ・ 失速
- ・ 耐雷

・ 生産

生産プロセスにおいて、品質、コスト、リードタイムの改善 (国際共同開発を念頭に設定したユースケースにおいて従来手法を適用した場合と比較し、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、生産停止期間/生産の滞留期間の3割削減) を実現するため、エンジニアリングチェーン (EC)⁶、サプライチェーン (SC) を合理化する生産システムを構築する。

その上で、各フェーズ間でデータを相互に接続しプロセスを統合する手法を開発する。

最終的には、開発した手法をリファレンスモデルあるいはガイドラインの形に抽象化し、将来機、他分野への波及を可能とする。

②アウトカム目標

本事業終了後から数年以内 (※) に以下のアウトカムが得られていることを目

⁵ 用語の解説は「(3) 事業の内容」を参照。

⁶ 設計部門を中心とした製造プロセスの一連の流れ。

標とする。

(※) 国際的な航空機開発の開始のタイミングによって前後する。

- ア. 新たな航空機開発プログラムにおいて、本事業で開発したプロセスが基盤となる手法が適用されていること。
- イ. 認証基準が議論される国際的な枠組みにおいて、本事業の成果をもとに事業実施者が主体的に関与していること。
- ウ. 複数組織間で共同開発を行うプロジェクトにおいて、本事業で提案するセキュリティ、アクセス制限のあり方が参照されていること。
- エ. 本事業の成果が基盤となり、航空機ライフサイクル全体及びサプライヤーを含むサプライチェーン全体、人材育成を担う学術機関において、DX（デジタルトランスフォーメーション）の実現に向けた取組が開始されていること。

(3) 事業の内容

本事業で研究開発を実施する航空機的设计・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセス高度化技術は、国民の安全・安心、経済活動に不可欠な航空機の開発を他国に過度に依存することなく自律的に行う能力を担保し、また、国が航空機の安全認証を実施するために必要な知見を提供することを目的としている。また、世界的にも本技術は確立されていない革新的な技術であり、本事業で得られた成果は民生利用のみならず公的利用につなげていくことが前提となっている。そのため、以下の研究開発項目は全て委託で実施するものとする。

その際、研究開発項目④において研究開発項目①～③の成果を統合した手法を提案するために、研究推進法人（FA: Funding Agency）との契約時に研究開発項目④の実施者を中心とした連携体制を構築することを求める。

研究開発項目①「設計 DX に関する研究開発」

ア. 研究開発の必要性

本項目では、航空機ライフサイクルにおける設計フェーズのDXに取り組む。航空機は部品点数が数百万個という大規模複雑システムであり、機能と製品構造の対応関係が複雑になるため、高度な摺り合せ設計が要求される。近年では、電動化やソフトウェア化が進みつつあり、システムはさらに複雑化する傾向にある。従来までの開発では、実現象・実設計をシミュレーションすることのできるモデル（以下、シミュレーションモデル）を活用するモデルベース開発（MBD）等、デジタル技術によって効率化を図ってきたが、部位毎、開発段階

毎に独立したモデルが構築され、その関係性は設計文書等により整理されている。そのため、システムの複雑化に伴いモデル間の関係性の把握が困難になり、手戻りの発生や設計変更を余儀なくされる場面が多かった。その問題を解決する手法が MBSE である。この手法では、最初にシステムに対する要求を明確にして機能に落とし込んだ上、それと製品構造を対応関係づけたシステムモデルを構築する。それにより、複雑システムのあらゆる関係性が見える化され、設計変更した際の影響範囲を瞬時に把握することができ、より効率的な摺り合わせ設計が可能になる。また、このシステムモデルを一元的に管理することで、企業内あるいは企業間でリアルタイムに情報共有することも可能になる。このようなシステムモデルとシミュレーションモデルを連携させる（MBSE-MBD 連携）ことで、開発の大幅な効率化が期待できる。また、従来まで開発の中期以降で行われていた 3 次元数値シミュレーションを、AI 等により低次元化したシミュレーションモデル（ROM: Reduced Order Model）⁷との連携により自動化・高速化することで、開発初期における性能評価の精度向上が期待できる。このように開発初期からシミュレーションモデルとシステムモデルと連携させることで、より高度な MBSE-MBD 連携を実現し、開発後期における大規模な設計変更を抑制することができる。

イ. 研究開発の具体的内容

（イ-1）航空機システムを対象とした MBSE-MBD 連携技術の開発

既存の機体開発で蓄積されたデータ、及びシミュレーション技術を活用し、航空機システムを対象とした MBSE-MBD 連携技術とそれを用いた航空機設計技術を構築し、実証する。具体的には、航空機システムの要求/機能/ロジック/仕様を SysML (Systems Modeling Language)⁸等のシステム設計で用いられるシステムモデリング言語で記述するとともに、MBD が組み込まれた設計プロセスと関連付ける。その際、耐空性審査要領からの要求も考慮した上でモデルを構築することにより、認証に係るような重大な事項での手戻りが発生しない設計プロセスを確立し、効率的な摺り合わせ設計を実現する。航空機のシステム設計を迅速に行うためには、可能な限り計算コストの低い MBD 技術が不可欠であるため、流体・構造分野のシミュレーション技術や AI 技術を活用

⁷ 3D モデルの本質は維持したまま、次元を落として簡素化したモデルのこと。

⁸ システムの分析、仕様決定、設計、検証等、システム全体を設計するために視覚的に（図式で）表現された汎用のモデリング言語。

することで信頼性の高い軽量な MBD 技術を構築する。既存の機体をベースに技術実証を進め、設計フレームワーク構築のためのガイドラインを作成する。

(イ-2) エンジンを対象とした MBSE-MBD 連携技術の開発

既存のエンジン開発で蓄積されたデータ、及びシミュレーション技術を活用し、エンジンシステムを対象とした MBSE-MBD 連携技術を構築し、実証する。エンジンシステムを SysML 等のシステムモデリング言語で記述するとともに、MBD が組み込まれた設計プロセスと関連付ける。その際、耐空性審査要領からの要求も考慮した上でモデルを構築することにより、認証に係るような重大な事項での手戻りが発生しない設計プロセスを確立し、効率的な摺り合わせ設計を実現する。

(イ-3) 次世代航空機のリファレンスモデル構築

次世代航空機の機体システムからコンポーネントまでを対象とした MBSE-MBD 連携技術を構築し、実証する。具体的には、機体システムからコンポーネントまでを SysML 等のシステムモデリング言語で記述するとともに、MBD が組み込まれた設計プロセスと関連付ける。なお、航空機には膨大な種類のサブシステム及びコンポーネントが存在するため、一部を選定して実施することとする。

設計品質向上にはシステムの挙動を精度よく算出する MBD 技術が不可欠であるため、より実機に近い模擬度を作り出す多分野デジタル連成解析技術を活用し精度の高い MBD 技術の検証も行う。

固有の機体のモデルではなく、広く共有可能なモデルの構築を目指し、(イ-1)、(イ-2) 及び本項の活動を通じて得た MBSE-MBD 連携技術を基に、次世代航空機に対するリファレンスモデルを構築する。

ウ. 達成目標

【中間目標】

機体、エンジン、コンポーネントのシステムモデルに、数値シミュレーション等の MBD 技術を組み合わせた高度な MBSE 及びそれを用いた設計技術を開発し、その妥当性を既存のデータまたは要素試作を活用して確認する。その上で、初期設計が完了した後に要求逸脱が生じたケース等を想定し、MBSE の活用による瞬時の影響範囲把握や、MBSE-MBD 連携技術による性能評価能力の向上により、設計変更等を想定した場合の開発作業に要する期間を MBSE-

MBD 連携技術を用いない場合に比べ 3 割短縮させる。

【最終目標】

機体、エンジン、及びコンポーネントの既存データまたは要素試作で検証された MBSE-MBD 連携技術を基に、次世代航空機に対するリファレンスモデルを構築し、国内の航空機産業界全体で共有する。

研究開発項目②「認証 DX に関する研究開発」

ア. 研究開発の必要性

本項目では、航空機ライフサイクルにおける認証フェーズの DX に取り組む。航空機の型式認証には多くの試験が必要とされるが、近年の航空機の高度化に伴い、認証業務、認証取得のための試験も複雑化しており、開発期間や開発コストの面で多くの課題を抱えている。そのため、認証業務を効率化する手法の開発が必要である。また、試験については、安全性を担保しつつ、効率的な認証プロセスを推進するため、解析を援用した認証 (CbA) が注目されている。一方で、解析ツールを活用した際の信頼性保証の手順等は諸外国でも策定段階であり、CbA の本格的な導入は進んでいない。

各国の機体 OEM と認証当局及び研究機関で構成された国際ワーキンググループで議論された CbA の信頼性保証フレームワークおよび解析ツールの成熟度を向上させ、それらを用いて社会実装された際の CbA プロセスを模擬することで詳細な手順を示した実用性の高いガイドラインを、国際的なフレームワークとの連携を図りながら作成する。

イ. 研究開発の具体的内容

(イ-1) 構造 CbA ガイドライン構築

航空機の認証取得における実機や実構造による地上試験をシミュレーションで代替するため、有限要素法に基づく構造解析ツールの成熟度を向上させるとともに解析の信頼性確保を含む解析証明方法のガイドラインを作成する。CbA 実現可能性や開発コスト削減効果などの観点から、CbA を適用する認証項目としては、静強度を題材とし、実機構造の非線形領域および破壊挙動までを含む強度予測、材料物性の不確定性定量化などを主に実施する。

(イ-2) 飛行性 CbA ガイドライン構築

航空機の認証取得における飛行試験を数値シミュレーションで代替するた

め数値流体力学（CFD: Computational Fluid Dynamics）⁹等を活用した解析ツールの成熟度を向上させつつ、解析の信頼性確保のフレームワークを含むCbAで参照可能なガイドラインを作成する。CbA実現可能性や開発コスト削減効果などの観点から、CbAを適用する認証項目としては、縦及び横・方向のトリム・静安定¹⁰、失速等が挙げられる。CFD等のシミュレーションでの航空機周りの複雑流れの高精度な予測や、CFD結果を組み込んだフライトシミュレータを用いた航空機の飛行特性予測などを主に実施する。

（イ-3）耐雷 CbA ガイドライン構築

航空機の認証取得における地上耐雷試験を数値シミュレーションで代替するため、解析ツールの成熟度を向上させ、国際ワーキンググループで議論されたCbAの信頼性保証フレームワークを含む数値シミュレーションを認証に適用するためのガイドラインを作成する。また、解析ツールの成熟度向上に必要な要素検証を実験及び数値解析の両面から実施する。CbAを適用する認証項目としては、雷電流による誘導電流等が挙げられる。国際委員会(SAE AE-2/EUROCAE WG-31)¹¹において議論が進む数値解析による耐雷の認証法に対し、本課題で得られる成果を随時インプットする。

（イ-4）CbAの模擬審査の実施

構築したCbAのガイドラインについて、ガイドラインのプロセスに沿い模擬審査を実施し妥当性を検証する。証明の実例をガイドラインのAppendixなどに将来の参考用に添付するなど、模擬審査で得られた知見をプロセスヘフィードバックし、CbAガイドラインをより詳細で実効性の高いものとする。この実機開発データや最新の解析ツールを使った模擬審査を通じて、CbAに関する最先端の知見と経験を国内に蓄積する。

⁹ コンピュータを用いた、流体の運動方程式を数値的に計算する解析技術。

¹⁰ トリムとは重心回りのモーメントをバランスさせることで、飛行機に作用する空気抵抗、エンジン推力等を全て釣り合わせて機体を安定させ、パイロットが操縦桿から手を離して安定して飛行することができるようにすることをトリムをとるといふ。静安定とは擾乱を加えたとき、元の安定な状態に戻ろうとすることである。

¹¹ SAE AE-2/EUROCAE WG-31：SAE International（モビリティの専門家を会員とするアメリカの非営利標準団体）および European Organization for Civil Aviation Equipment（SAEに対するヨーロッパ側のカウンターパート）による、雷が航空機に与える影響に関する基準や規制、技術適合について検討する委員会。

模擬審査の実施にあたっては、妥当性確認 (V&V: Verification & Validation) 計画、解析、過去試験データの整理や追加試験、証明文書の作成等の準備を順次実施した上で、証明対象を構造・飛行性分野の数件に絞って審査を行う。

(イ-5) CP に係る MBSE 適用

航空機の認証取得において適合性証明計画(CP: Certification Plan)¹²とは、法規要求とその解釈、それに対する適合性証明方法(MoC: Means of Compliance)を記述する文書であり、認証活動の初期に作成され、認証当局との調整及び合意、変更管理に利用される。近年の航空機システムの複雑化に伴い、法規要求と、各機体システムへの落とし込み、MoC は極めて複雑な関係となっており、特に変更による影響範囲の特定と更新に認証当局と申請者の双方において多大な労力を要している。一方で、この航空機システムの複雑化に対応する手法として開発プロセスに急速に導入が進む MBSE により、従来の文書ベースの情報伝達から構造化されたシステムモデルを用いた情報の伝達へとパラダイムシフトが起こっている。設計プロセスとも密接に絡み、開発プロセスの主要部分を成す認証プロセスにおいても、同じ構造化されたシステムモデルを用いて情報を管理することが網羅性を担保し安全を確保する観点でも重要となる。本研究開発では CP を複雑システムと捉えて MBSE を適用し、SysML で記載する手法を開発することで認証業務の効率化と網羅性の担保を実現する。

ウ. 達成目標

【中間目標】

CP のモデリングに関してフレームワークを構築し、具体例として既存 CP を SysML 等のモデリング言語を利用しモデル化する。

静強度 CbA ツールの検証と V&V までを実施し、実現象との比較による検証 (Task¹³4) までを包含したガイドライン¹⁴作成を行う。

縦のトリム・静安定については、実環境での運用性確認までを実施し、誤差

¹² 型式証明の申請者が作成するものであり、適用基準 (適用される耐空性基準の設定や設計の特徴に応じた特別要件) への適合性を証明する具体的な計画をとりまとめたものである。これに基づいて、国土交通省航空局は審査を行う。

¹³ 後述の「図 1 Task とガイドラインレベルの定義」参照。

¹⁴ 後述の「図 1 Task とガイドラインレベルの定義」参照。

と不確実性 (UQ: Uncertainty Quantification) の評価 (Task5) までを包含したガイドライン作成 (ガイドラインレベル 2) を行う。

横・方向のトリム・静安定については、CbA ツールの V&V までを実施し、実現象との比較による検証 (Task4) までを包含したガイドライン作成を行う。

失速については、ガイドラインレベル 1 の完成に向けて流体 - 構造連成を含む試験と流体 - 構造連成解析を用いた V&V の計画策定 (Task1)、ツール構築が意図通りかの検証 (Task2)、実装の適正性の評価 (Task3) までの CbA ガイドラインを作成する。

耐雷については、実機を模擬したモデルでの CbA ツールの V&V までの目途付けを完了し、実装の適正性の評価 (Task3) までを包含したガイドライン作成を行う。

【最終目標】

静強度及び縦のトリム・静安定については、認証機関参加による模擬的な CbA プロセス実証までを実施し、適合性証明への判定可否判断 (Task6) までを包含したガイドライン作成 (ガイドラインレベル 3) を行う。これらに関して SysML 等で記載した CP を供する。

横・方向のトリム・静安定については、実環境での運用性確認までを実施し、誤差と UQ の評価 (Task5) までを包含したガイドライン作成 (ガイドラインレベル 2) を行う。

失速については、流体 - 構造連成を含む試験と CFD 解析および流体 - 構造連成解析を行って得られたデータを分析し、実現象との比較による検証 (Task4) までを包含した CbA ガイドライン (ガイドラインレベル 1) を作成する。

耐雷については、CbA ツール V&V までを実施する。実機地上試験データや実機飛行試験データ等を活用し、全機レベルにおける実現象と CbA ツールとの比較による検証 (Task4) を行い、ガイドライン (ガイドラインレベル 1) を作成する。

作成されたガイドラインは認証機関と共有する。なお、ガイドラインレベル 3 まで完了した分野については、解析ツールを活用した際の信頼性保証プロセスが確立された CbA を適用した場合に、必要な安全性を確保した上で試験種類等を削減すること等により、従来の開発と比較し開発側での認証業務のボリューム (期間または作業工数) の 3 割削減を可能とする。

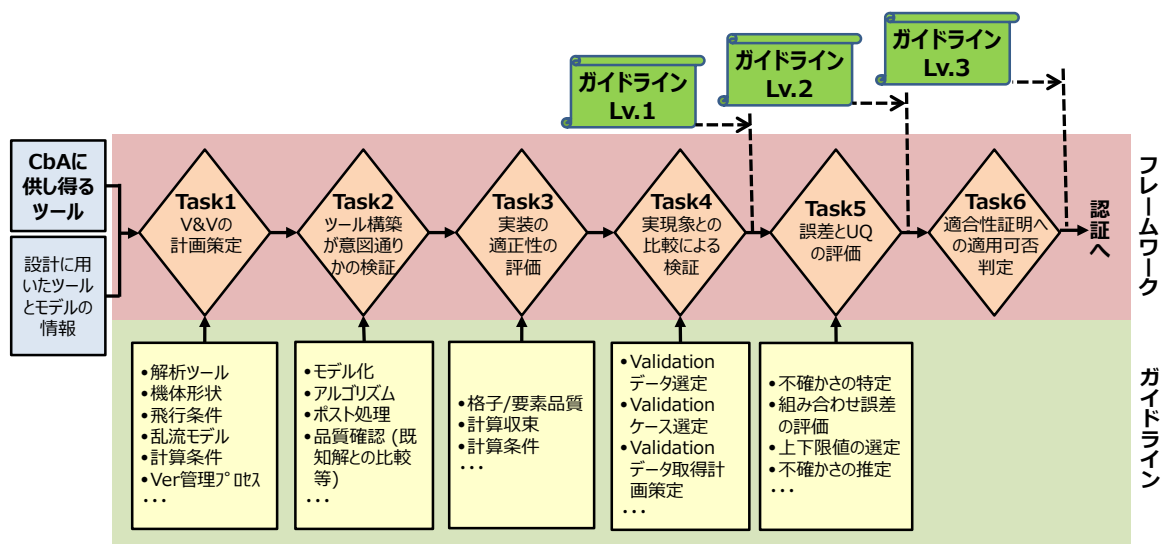


図1 Taskとガイドラインレベルの定義

研究開発項目③「生産 DX に関する研究開発」

ア. 研究開発の必要性

本項目では、航空機ライフサイクルにおける生産フェーズのDXに取り組む。部品点数、関係者が膨大な規模になる航空機の開発/生産においても、上流工程であるエンジニアリングチェーン (EC) を起点に、サプライチェーン (SC) を含む下流工程まで一気通貫して製品及びその構成に関する情報を管理する技術 (デジタルスレッド) を活用することで、DXを実現することが注目されている。具体的には、各工程の間を上流から下流にシームレスかつ漏れなく情報をつなぐことで開発/生産の期間短縮やコスト削減が期待されるとともに、上流における設計変更や不具合、設備故障や災害などの阻害要因が下流にどの程度影響するかを予測できることがリスク管理の観点で重要である。また、逆に下流から上流に遡及調査できるといったトレーサビリティの確保は品質保証の観点で極めて重要である。本項目では、航空機の設計と並行して生産システムを検討/検証して生産システムの安定性を確保するとともに品質、コスト、リードタイムを改善し、合わせてリスク低減の仕組みを構築する。具体的な実施項目としては航空機の開発/生産全体を対象としたデジタル先行製品品質計画 (APQP: Advanced Product Quality Planning)¹⁵、ECを対象としたMBD/MBI (Model-Based Definition/Model-Based Instructions¹⁶) 連携、SCを対象と

¹⁵ 全米自動車産業協会 (AIAG) によって開発された、製品品質計画および運営管理の要領の規定。「先行製品品質計画」ともいう。

¹⁶ 製造における作業指示書をデジタル化すること。

したスマートサプライチェーンの 3 つの研究開発に取り組む。これらのデジタル技術を、日本の強みである生産技術や要素技術と組み合わせることで、国内航空機産業の優位性を確保する。

イ. 研究開発の具体的内容

(イ-1) デジタル APQP

生産システム開発を機体開発と並行して実現するため、デジタル技術を活用し、APQP の規格に適合する効果的かつ効率的なプロセス（デジタル APQP プロセス）を構築する。具体的には、デジタルモデルを活用した、機体構想の計画段階における生産ラインの妥当性検証手法や、製品設計段階における製造可能性を検証する手法、機体・生産システム要求やリスク対策を確実にフローダウンする成果物管理手法等を確立する。加えて、これら一連のプロセスやデータ形式について、標準化を目指し、国内外の複数組織での共同開発において、EC のより上流段階から日本の強みである生産技術や要素技術を活かすことができる環境を実現する。

(イ-2) MBD/MBI 連携

設計から製造までをシームレスにデータでつないで製造工程（含む製造準備）を効率化する技術を構築する。MBD で作成した 3 次元モデルをベースにし、製造準備段階から MBD を活用したシミュレーションや製造工程の最適化を行い、その結果を MBD に反映するプロセスを構築する。MBD 出図後の製造着手準備段階においては、デジタル作業指示（MBI）の作成、数値制御（NC: Numerical Control）プログラム自動作成、検査プログラムの自動作成を効率的に行うプロセスを構築する。製造段階においては、製造現場での MBI の運用、品質保証記録の自動作成の実現を目指し、それらを全てシームレスにつないだデジタルスレッドを構築する。

(イ-3) スマートサプライチェーン

サプライヤーを含む航空機製造業全体を一つのシステムとしてとらえ、デジタル技術を用いて自動車の約 100 倍に及ぶ部品点数を取り扱う極めて高い複雑性を有するサプライチェーンを高度にマネジメントする技術（SCM: サプライチェーンマネジメント）および運用プロセスを開発する。具体的には、
（1）SC からその工程進捗状況をデジタルデータとしてリアルタイムに収集し蓄積する技術、
（2）部品検査データなどの製造実績データをモニタリング

し組立のシミュレーションや安定化に活用する技術、(3) 調達・生産のフローを可視化しその健全性やボトルネックを評価/改善する技術、(4) 設備故障や災害など重要部品やその材料の供給途絶が生じた場合にその影響範囲を予想し代替手段を講じるためのシミュレーション技術を開発する。これらにより航空機の開発/生産におけるリードタイムの短縮や安定した量産を実現する。

ウ. 達成目標

【中間目標】

開発に相当する APQP のフェーズ 1～3¹⁷においてデジタル技術を活用した APQP (デジタル APQP) のプロセスを構築する。

スマートサプライチェーンの最終目標を達成するために必要な、SCM 高度化技術と運用プロセスを構築する。

【最終目標】

開発したデジタル APQP のプロセスについて、国際共同開発を念頭に設定したユースケースに対して実証し、実現性や実効性の検証を行う。検証されたプロセスとデータ形式を協調領域としてコンソーシアム等にて普及を図る。

また、デジタル APQP、MBD-MBI 連携の開発により、製造準備段階から製造現場までのデジタルスレッドを構築することで開発作業における図面改訂および工程変更等、やり直し作業の約 3 割減を実現する。また MBD 出図後、製造着手準備にかかるリードタイムまたは工数の約 3 割減を実現する。

開発した SCM の高度化技術と運用プロセスを国内の生産工程にて実証する。具体的には、開発した技術を SC 管理基盤として研究開発項目④のプラットフォーム上に実装し、サプライヤー企業や輸送ベンダー他を含む関連事業者との間でリアルタイム情報や各種シミュレーションサービスを共有し、SC におけるリスク低減や品質安定、リードタイム短縮、航空機製造の安定化等に関する実効性を検証する。これにより航空機の開発/生産リードタイムにおける生産停止期間、生産の滞留期間を約 3 割削減する。

¹⁷ APQP のフェーズ 1 は計画、フェーズ 2 は製品設計及び開発、フェーズ 3 は工程設計及び開発である。

研究開発項目④「高度化された開発製造プロセスの統合及び共同開発実証」

ア. 研究開発の必要性

本項目では、研究開発項目①～③で開発したプロセスを複数組織での共同開発を念頭においた実証を行うための仕組みを構築するとともに、設計、製造、認証の各プロセスを統合した一気通貫のプロセスを構築する。

航空機をはじめとする大規模かつ複雑な製品の開発においては、複数企業による共同開発が一般的である。しかし、機体開発プロジェクトや企業毎に固有の情報システムを独自に構築してデータを管理しているため、高コストで効率が悪く、企業間の連携が困難という問題がある。研究開発項目①～③の成果を最大化するためには、設計、製造、認証の各フェーズのプロセスをシームレスに繋ぐとともに、データのアクセスを適切に管理しながら複数組織間でのデータ連携を実現する必要がある。

その際、協調領域を担う共通プラットフォームを構築し、情報システムを共有化することで導入コストを削減するとともに、プラットフォーム上でのデータ連携が容易になることによって複数組織の共同開発を効率化することも有効な手段となる。さらに、国際共同開発の場合は、海外組織とも接続し、これまで国内組織と海外組織で点と点で接続してデータを送受信していたものを、プラットフォーム上でデータ共有する方式に変えることで、国際共同開発を効率化するとともに、これまで以上に緊密に連携した共同開発を可能にすることができる。

イ. 研究開発の具体的内容

(イ-1) デジタルスレッド・データ共有技術

航空機の設計、認証、生産に関する DX を進めるため、必要となる機能や要求等の要件定義を明確にした上、EC 及び SC 内で、複数の組織間でデータを共有するためのプラットフォームを構築する。

また、設計、認証、生産の各フェーズを繋ぐ先進デジタルスレッド技術を確立した上で、設計や認証のモデルと関連づけて、生産で必要なデータを国内外のパートナーと共有する手法を開発し、実証する。

(イ-2) ネットワーク技術

複数組織が使用するプラットフォームでは、そこに保存された知的財産を保護するため、利用者の属性に応じてデータへのアクセスを制御する技術が必要である。また、外部から不正アクセスを防ぎ、安全にデータを通信するた

めのセキュリティ機能も重要である。必要十分となるアクセス制御技術、セキュリティ技術を検討する。その上で、生産段階において複数組織間のデータ連携が特に重要となることを踏まえ、研究開発項目③で開発したプロセスの当該プラットフォーム上での実証を通じて、ネットワーク技術の有効性を検証する。

ウ. 達成目標

【中間目標】

研究開発項目③の実証試験に必要な機能を実装する。国際共同開発を想定し海外組織と国内組織で接続試験を実施して、アクセス制御、セキュリティの機能が十分であることを確認する。

【最終目標】

研究開発項目③の実証試験を通じて複数組織間でのデータ連携のあり方を提案する。また、先進デジタルスレッド技術を確立し、研究開発項目①～③で開発した設計、認証、生産の各フェーズのプロセスをシームレスに繋ぎ統合するためのあり方を提案する。

2. 実施方法、実施期間、評価

(1) 事業の実施・体制

本事業は、内閣官房、内閣府、文部科学省、経済産業省を含む関係府省が設置したプログラム会議が定める「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき事業を実施する。

FA は、国から示された研究開発ビジョン及び研究開発構想に基づき、公募により研究開発課題を採択するとともに、その進捗管理・評価等の責務を担う。本事業の FA 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）である。研究開発課題の実施責任者（以下「研究代表者」という。）の所属する機関は、国内に研究開発拠点を有し、日本の法律に基づく法人格を有している機関とする（以下「研究代表機関」という）。

また、研究代表者及び主たる研究分担者は日本の居住者であることとする。（ここで言う居住者とは外為法の居住者（特定類型該当者を除く）であること。）本事業の公募では、事業全体に対する提案を想定しており、研究代表機関が必要な分担機関と共同で事業全体を実施するものとする。

(2) 事業の実施期間

本研究開発構想に基づく、本事業は2023年度から2027年度までの5年間とする。研究開発はステージゲート方式を採用し、図2に示す2つのフェーズで実施するものとする。

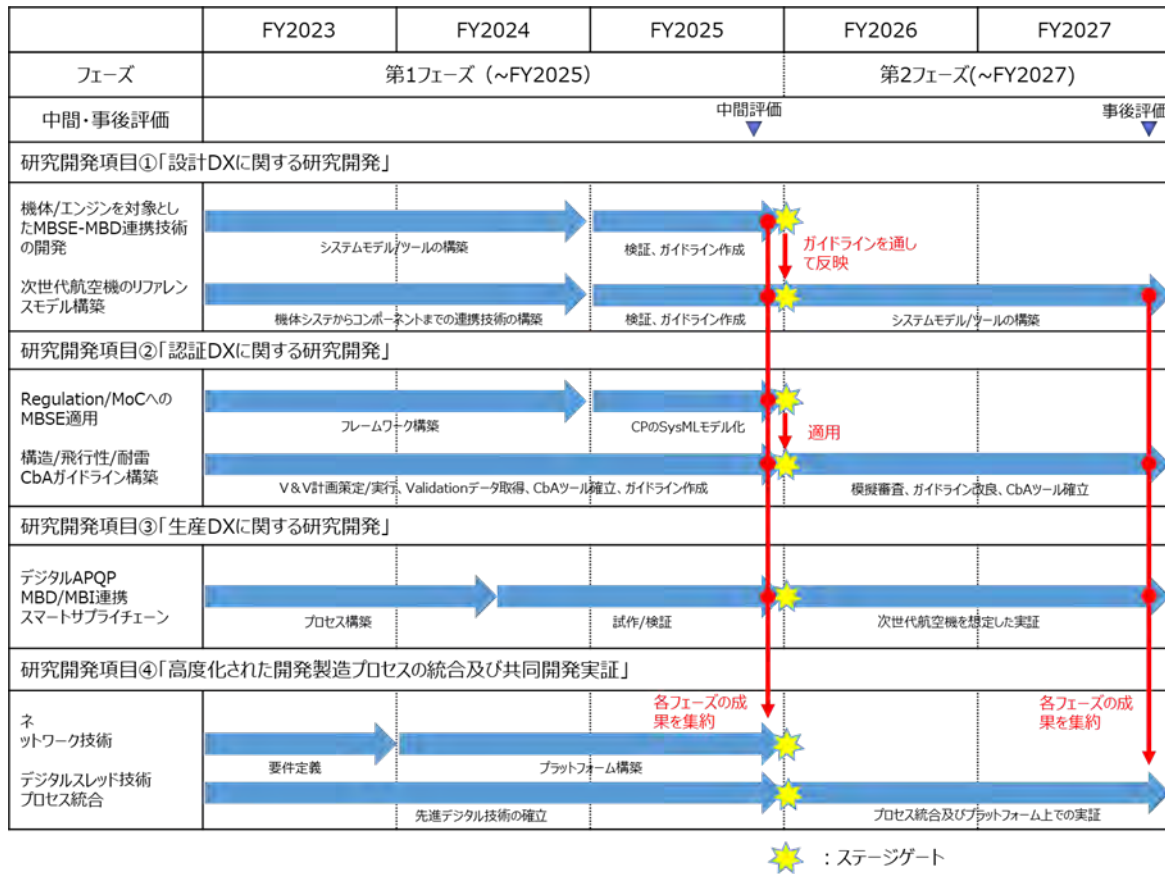


図2 研究開発のスケジュール

(3) 評価に関する事項

本事業は、「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、評価を実施する。

研究代表者は自己評価を毎年実施し、PO（プログラム・オフィサー）に報告する。NEDOは外部評価として中間評価を2025年度（事業開始から3年目）、事後評価を2027年度（事業終了年）に実施することとし、事業の進捗等に応じて評価時期を早める場合は、PO及び所管省庁と連携して、あらかじめ適切な実施時期を定める。

(4) 社会実装に向けた取組

本事業は、経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律（令和4年法律第43号）に基づく指定基金協議会を設置した上で推進していく。これにより、本事業によって生み出される研究成果等を活用し、民生及び公的な利用を促進するとともに社会実装につなげていくことを目指し、その実現に向け、潜在的な社会実装の担い手として想定される関係行政機関や民間企業等による伴走支援を可能とするとともに、参加者間で機微な情報も含む有用な情報の交換や協議を安心かつ円滑に行うことのできるパートナーシップを確立していく。

具体的には、本事業により開発を行う航空機の設計・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセス高度化技術は、次期民間航空機への適用のみならず、防衛航空機の開発に加え、脱炭素化を実現する革新的な航空機や空飛ぶクルマなど新たな移動体の開発製造への応用も期待できる。また、国内航空安全認証実務の効率化にも資する技術である。このため、将来的に想定される具体的なユースケースやその実現のために必要な機能等の情報を共有しつつ研究開発を進めることは、研究開発成果を将来の社会実装に円滑につなげていくうえで、大きな意義がある。

本事業に係る協議会については、研究開発課題の採択後に、関係行政機関、PO、研究代表者等の協議会への参画者における十分な相談を行いつつ、運営していく。なお、協議会の詳細は別に示す。

(5) 総予算

本事業の総予算は150億円を超えない範囲とする。各研究開発項目、フェーズ毎の配分については、必要に応じて、経済産業省からの指導に基づき目安を示す。これを変更する場合も同様とする。

(6) 経済産業省の担当課室

本事業の運営に係る経済産業省の担当課室は、製造産業局航空機武器宇宙産業課とする。

3. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

①共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発課題実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。経済産業省及び NEDO は、経済安全保障の観点を留意しつつ、研究開発課題実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

経済安全保障の観点から、経済産業省は必要に応じて NEDO に対して助言を行い、NEDO は本助言を踏まえて、成果の普及について検討することとする。

②標準化施策等との連携

開発製造プロセス高度化で得られた研究開発成果については、我が国の標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データの提供等を積極的に行い、事業終了後に必要な実施すべき取組のあり方及びビジネスモデルについて立案する。

経済産業省、NEDO 及び研究開発課題実施者は、国際標準化に向けて積極的に役割を果たしていく。

③知的財産権の帰属、管理等の取扱い

研究開発成果を民生利用のみならず公的利用につなげていくことを指向し、社会実装や市場の誘導につなげていく視点を重視するという本プログラムの趣旨に則り、研究代表機関、研究代表者は、PO 及び研究分担者との協議の上、知的財産権の利活用方針を定めることとする。その際には、研究開発途中及び終了後を含め、知的財産権の利活用を円滑に進めることができるように努めることとする。

なお、研究開発成果の利活用にあたりその成果にバックグラウンド知的財産権が含まれる場合には、その利活用についても同様に努めること。

(2) 「研究開発構想」の見直し

経済産業省は、NEDO、PO 及び関連省庁と連携して、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて、達成目標、実施期間等、本研究開発構想の見直しを行う。

(3) 研究開発の対象経費

「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、運用する。大学・研究開発法人等以外に関する間接経費の額の設定については、事業の性質に応じて経済産業省の担当課室から別に示す場合を除き、業務委託契約標準契約書に基づくものとする。

4. 研究開発構想の改定履歴

(1) 令和4年12月、制定。