

事前評価票（案）

（令和4年8月現在）

1. 課題名 デザイン・シナリオを実現するための基盤技術の研究開発

2. 開発・事業期間 令和4年度 ～ 令和8年度

3. 課題概要

(1) 関係する分野別研究開発プラン名と上位施策との関係

プラン名	航空科学技術分野研究開発プラン
プランを推進するにあたっての大目標	国家戦略上重要な基幹技術の推進（施策目標9-5） 概要：宇宙・航空、海洋・極域、更には原子力の研究開発及び利用の推進については、産業競争力の強化や経済・社会的課題への対応に加えて、我が国の存立基盤を確固たるものとするものであり、国家戦略上重要な基幹技術として、長期的視野に立って継続的な強化を行う。
プログラム名	航空科学技術分野研究開発プログラム 概要：第6期科学技術・イノベーション基本計画期間を含む今後の10年程度を見通しつつ、今後文部科学省として推進すべき個別具体の研究開発課題についてとりまとめた航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン（令和4年7月8日研究計画・評価分科会）の実現に向けた活動を進める。
上位施策	「航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン」（令和4年7月8日研究計画・評価分科会）

(2) 目的

航空機の設計・認証・製造・運用・廃棄というライフサイクル全体のデジタルトランスフォーメーション（DX）により効率化、高速化し、新たな航空機の創出に資する。設計においては、デジタル統合設計技術の研究開発に取り組み、革新コンセプトを効率的に創出することを目指す。また、認証においては、飛行試験の代わりに飛行シミュレータを用いた認証を提案するデジタルフライトの研究開発、航空法で定められた要件に適合した一貫性ある構造解析技術の適用により、国際競争力強化に貢献するデジタルテストング/プロトタイピングの研究開発に取り組み、構造強度証明の認証期間を短縮する。

（3）概要

数値シミュレーションを中心とする解析技術や大型試験設備を活用した試験・計測技術等の基盤的技術の蓄積を活かしたデジタル統合設計技術の構築、設計や認証に必要な試験を代替する数値シミュレーション技術の開発を行う。また大型試験設備を活用した解析手法の検証等にも取り組む。

デジタル統合設計に関する研究開発は、各分野の数値シミュレーションやAI技術等を組み合わせた多分野統合システム解析技術（空力・構造・飛行・騒音・熱・燃焼等）を実現し、設計プロセス効率化のために複雑システムの性能評価を可能とする。

デジタルテストング/プロトタイピングに関する研究開発は、工法及び構造強度の証明に対するVBBA（※1）を構築し、製造から運用に至る航空機ライフサイクルで生じるリスク及び構造脆弱性の定量化を実現する。

デジタルフライトに関する研究開発は、世界最高速の流体解析ソルバを拡張し、実機スケール・複雑形状へ対応した高効率解析及びそれを検証するための先進計測技術を実現する。また、数値シミュレーション技術を活かしたCbA（※2）を推進するため、数値シミュレーションと飛行シミュレータを組合せた飛行性評価、離着陸・着氷・混相流・動安定・空力構造連成等のシミュレーションの研究を実施し、認証プロセスの効率化に資する。

※1 VBBA (Virtual Building Block Approach) : 航空機全体を部分構造に分離し、それぞれのコンポーネントの特性を実験ではなく数値解析技術により把握する方法。

※2 CbA (Certification by Analysis) : **解析による認証実機・実構造を用いることなく数値解析を用いて実施する認証**

プログラム全体に関連する アウトプット指標	過去3年程度の状況		
	令和元年	令和2年	令和3年
航空科学技術の研究開発の達成 状況（JAXA が実施している共同/ 委託/受託研究数の観点も含む）	154 (132/6/16)	164 (121/10/33)	169 (149/9/11)

プログラム全体に関連する アウトカム指標	過去3年程度の状況		
	令和元年	令和2年	令和3年
航空科学技術の研究開発におけ る連携数（JAXA と企業等の共同/ 受託研究数）	70 (66/4)	71 (62/9)	75 (68/7)
航空科学技術の研究開発の成果 利用数（JAXA 保有の知的財産（特 許、技術情報、プログラム/著作 権）の供与数）	57	52	53
航空分野の技術の国内外の標準 化、基準の高度化等への貢献	【R1】	【R2】	【R3】

【R1】

- ・ JAXA が選定・提案したジェットエンジン排気騒音予測モデルが国際民間航空機関（ICAO）に採用されるなど、超音速機の国際騒音基準策定に貢献。
- ・ 複合材試験評価技術（塩素噴霧試験方法等）に関し、日本工業規格（JIS）及び国際標準化機構（ISO）に提案した企画が制定されるなど、国内外の標準化・基準化に貢献。

・ 航空機搭載型晴天乱気流検知装置に関し、JAXA 飛行試験データを含めた Feasibility Report が米国の規格化団体である航空無線技術委員会（RTCA）から発行されるなど、国内メーカーの海外での標準化活動を支援。

【R2】

・ 国際民間航空機関（ICAO）における超音速機の騒音基準策定において、ソニックブームへの大気乱流の影響を解析した結果を提供し、同結果が基準策定の根拠データとして利用されるなど、基準策定検討に貢献。

・ GPS/INS 装備品等の認証を通じて JAXA が蓄積した航空機装備品としての認証取得に係るソフトウェアやドキュメント等の知財及びノウハウを国内産業界に共有する「航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ」の活動により、航空機装備品認証のソフトウェア基盤構築に貢献。

【R3】

・ 国際民間航空機関（ICAO）における超音速機の騒音基準策定において、離着陸騒音評価手法の不確かさを算出する手法を構築、同手法を用いた離着陸騒音評価結果を ICAO へ提出。ICAO の基準策定過程で課された超音速機導入による環境影響評価（E-study）報告書の作成に必要な予測精度の検証を支援し、基準策定の確実な進展に貢献。

・ 既存の ISO 規格である複合材料の層間破壊靱性評価（DCB※試験法）に関し、試験片への治具の接着を不要とする新たな試験法を追加提案し、規格改定に向け手続きが進められるなど、国内外の標準化・基準化に貢献。

※DCB : Double Cantilever Beam

4. 各観点からの評価

事前評価(案)	コメント等
(1) 必要性	

評価項目	評価基準	
社会的・経済的意義	定性的	産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、社会的価値の創出等に資するか
科学的・技術的意義	定性的	独創性、革新性、先導性、発展性等があるか
国費を用いた研究開発としての意義	定性的	国や社会のニーズに適合するか

航空機ライフサイクル DX 技術の研究開発に使用する JAXA が開発した流体解析ツールである (FaSTAR) や機械学習技術を用いたモデリング技術 (FBasis) 等をはじめとする数値解析技術は、航空科学技術にとどまらず多分野への適用も期待される革新性、発展性のある開発であり、その成果は大学の講義等における活用を通して人材育成にも貢献するなど、科学的・技術的意義の**高い**取組である。

一方、産業的な意義価値の観点でも、航空機ライフサイクル全体の DX は欧米の主要航空機メーカーで進められているが、我が国が今後も国際競争力を維持するためには、**日本の強みである Production System をデジタルスレッドで先導してレベルアップさせるシステム構築等、早期に一刻も早く**DX 技術を取り入れる必要がある。JAXA が保有するデジタル技術を総動員

書き出しが FaSTAR 等であり唐突であるので、それらの本課題との関連性を説明する文を冒頭に追記いただきたい。(李家主査)

(←産業に資する観点で、これまでの強みである Production System をデータ利活用でレベルアップさせる観点は欠かせない (ビジョンの 5 章文末に合わせて) 追記。) (戸井委員)

し、多分野を統合したシステムを解析・連動する技術を構築することで、これまでに経験のない革新的な航空機形態に対しても、~~高コストの試作・試験を代替し、設計作業の効率化・自動化につなげ、航空機の機体開発時の試験・試作作業の繰り返しを回避し、その結果開発スケジュールの長期化やDXにより代替することで、コストの高騰やスケジュールの長期化を回避することが期待される。DXに代替する際は、大型試験設備等を用いた試験結果との比較によってモデルやツールの妥当性を検証する。加えて、数値解析技術とJAXAのスパコン、風洞、複合材施設等の大型試験設備を用いた試験計測技術を組み合わせて実現する飛行シミュレータやVBBAを活用した解析による認証技術を構築し、認証に関するガイドライン等の国際的な基準策定に貢献する。~~

以上上記より、本研究開発は革新性、発展性があり、科学的・技術的意義が高く、航空輸送・航空機利用の発展や次世代モビリティの実現に向け、国や社会のニーズにこたえるものであり、我が国の産業の振興・国際競争力強化に資するものである。

(直さなくても良いかもしれませんが) 高コストの試作・試験を代替し、と航空機の機体開発時の試験・試作作業の繰り返しを回避し、というのが冗長な感じを受けました。

これまでに経験のない革新的な航空機形態に対しても、機体開発時の試験・試作作業の繰り返しをDXにより代替することで、コストの高騰やスケジュールの長期化を回避することが期待される。(佐藤委員)

流体力学やモデリングを用いた数値解析を駆使し、「高コストの試作・試験を代替し、設計作業の効率化・自動化につなげ、航空機の機体開発時の試験・試作作業の繰り返しを回避」するとありますが、モデルやそれを作成するツールの妥当性検証はどのようにされるのかが不明です。一般的には、実機のデータと数値計算結果を照合することにより、モデルやツールの妥当性を検証する過程が存在します。本研究開発においても、その必要があると考えます。(山岡委員)

ここでいう国や社会のニーズは具体的には何を指すのでしょうか。(航空機産業へのわが国のシェアの拡大につながるのか。)(佐藤委員)

ニーズは常に移り変わる一方、研究リソースは常に限られているので、

- ・ニーズの無くなる基盤技術への研究資源を削減する
- ・その分を新たな応用・実用化技術へつなげることが期待される基盤技術開発に充当する

以上のことから、本研究開発を実施することの必要性は高いと評価できる。

・それにより他国に先駆けて重要な基盤技術を確立し、高い国際競争力を得る
・常にこのような見通しをもって取り組む
このような取り組み方を記載することはできるか？（武市委員）
→取組について研究資源の配分などについて、JAXA の年度報告やプログラム評価などの機会を確認するため総合評価（４）その他に留意事項として記載しました。（事務局）

各分野での記載の統一（事務局）

（２）有効性

評価項目	評価基準	
実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組	定性的	我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略に基づいているか。

航空機ライフサイクル全体の DX 化を 5 年程度で達成しようとしているように書かれていますが、そのためには、多額の費用とより長い研究開発期間が必要ではないでしょうか。5 年程度の機関を見据えるのであれば、DX の中で重要な技術について、JAXA の得意分野に集中して取り組むのが現実的ではないでしょうか（山岡委員）

本研究開発では、今後の航空機開発において重要な技術でありながら、

この辺りに、試験設備の重要性が、書かれていると良いと思いました。例えば、

多額の費用を要するとともに長い開発期間が必要となるため、民間企業での研究開発では十分な投資が行いづらいテーマについて、まずは JAXA がもつ優位技術を性をもつ数値シミュレーション等のデジタル技術と大型試験設備を用いた試験技術、データを最大限に活用して取り組むことができる、設計・認証・製造過程の研究開発を集中的に行うこととしている。具体的には、

- デジタル統合設計に関する研究開発では、JAXA が優位性をもつ数値シミュレーション技術 (FaSTAR 等) や AI 技術を、更に多分野統合システム解析技術 (空力・構造・飛行・騒音・熱・燃焼等) としてに適用できるように発展させることにより、従来不可能であった複雑システムの性能評価を設計プロセス内で可能とする。実現させ、その結果航空機開発のフロントローディング化に資する。
- デジタルテスト／プロトタイプに関する研究開発では、JAXA が優位性をもつ複合材試験設備及び複合材解析技術を、航空機構造の工法及び構造強度の証明に対する VBBA 構築につなげることで、製造から運用に至る航空機ライフサイクルで生じるリスク及び構造脆弱性を定量化し、航空機の構造強度証明プロセスの迅速化、また機体開発の低コスト化に資する。
- デジタルフライトに関する研究開発では、JAXA が優位性をもつ数値シミュレーション技術 (FaSTAR 等) を実機スケール・複雑形状に対応した高効率解析に拡張し、JAXA の先進試験技術及び (大型風洞試験設備とそれによる試験計測技術など) により、を用いた試験データで裏付けられた解析技術により、実機を用いずにデジタル上の分析により行う安全性認証 (CbA) を推進する。七数値シミュレーションと飛行シミュレータを組合せた飛行性評価や離着陸・着氷・混相流・動安定・空力構造連成等のシミュレーションの研究を行い、認証プロセス

本研究開発では、今後の航空機開発において重要な技術でありながら、多額の費用を要するとともに長い開発期間が必要となるため、民間企業での研究開発では十分な投資が行いづらいテーマについて、JAXA が優位性を持つ数値シミュレーション等のデジタル技術と大型試験設備を用いた試験技術、データを最大限に活用して取り組む。具体的には、(佐藤委員)

3つのデジタルを含む項目「デジタル統合設計」「デジタルテスト／プロトタイプ」「デジタルフライト」の定義、切り分け、違いがよくわかりません。例えば、「デジタルテスト／プロトタイプ」と「デジタルフライト」は同じことのように思えます。構造が主か、空力が主かなどの研究する分野のちがいののでしょうか。さらに、これらすべて「デジタル統合設計に関する研究開発」一つのように思えます。分けた理由はあるのでしょうか。(土屋委員)

→JAXA の説明資料に沿う形で記載しました。(事務局)

「フロントローディング化」の意味が分かりづらい。(土屋委員)

この場合の「優位技術」は「これまでに実績のある技術」という意味になっている。今の書き方では「これまでの技術開発課題を継続する」という意思表示にしかなくない。これでは新しい基盤技術の創出にはつながらない。

次世代の実用化志向の技術開発プロジェクトの役に立つか、或い

の効率化に資する。

2026 年度終了時には、~~上記により~~実装・開発する数値解析ソフトウェア等の共通基盤ツールが社会実装され、航空機メーカー等において活用される。認証を受けることにつなげるのが重要である。技術開発と認証の間には様々なノウハウや経験を要することが想定され、これまで JAXA が取り組んできた「航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ」(※)により得られた知見を活用していくことは有効である。また、CbA の実現に向け国際基準策定に資する成果が、その後ガイドライン等の形で結実し、国際共同開発機が CbA により効率的に認証を受けることに貢献する。

以上上記より、本研究開発は航空科学技術分野に関する研究開発ビジョンに記載のある我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略に基づいたものである。

以上のことから、本研究開発を実施することの有効性は高いと評価できる。

はそれらの創発につながる基盤技術であること、という趣旨も必要。

また、そのような基盤技術の創出・他分野の最先端技術の航空技術分野への導入・それらの発展、といった取り組みを促す趣旨の記載は可能か。

→ (3) 効率性の実施体制としての記載か? (武市委員)

→ 総合評価 (4) その他に留意事項として記載しました。

CbA に関して、p.2 の注*2 の説明が「解析による認証」とあまりに短いので、もうすこし p.2 の説明を厚くしてください。(李家主査)

技術を開発し、それを認証を受けることにつなげるというのがこの研究開発課題の肝になるところであろうが、技術開発と認証の間には、大きなギャップがある。対象が異なるが「航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ」が、唯一このギャップを解決すべく JAXA が活動したことではないかと思われ、このイニシアティブで得られた一連の活動のノウハウ等を可能ならば活用することも考えてもらいたい。(李家主査)

各分野での記載の統一 (事務局)

(※) 航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ：現在は「航空機装備品認証技術コンソーシアム (Certification Technology Consortium for Aircraft System: CerTCAS)」として民間主導の自立した組織を目指した活動を継続しており、認証全般に関わる技術、ノウハウ、知財を集約した組織体として、国内の航空機産業の振興を支えている。

(3) 効率性

評価項目	評価基準	
計画・実施体制の妥当性	定性的	出口を見据えた産業界との連携が図られているか。

航空機ライフサイクル DX に関するコンソーシアムは、産学が幅広く参画し、研究開発の長期ビジョンの策定・共有を進めるとともに、それに沿った役割分担の下での研究開発を行う。本研究開発で実装・開発する数値解析ソフトウェア等の共通基盤ツール、更にこのツールと MBSE (※) 等の設計手段とを接続させるためのノウハウを、航空機メーカーをはじめとするコンソーシアム参画企業と共有していくこととしている。このような実施体

「出口に繋がる技術開発」に貢献する基盤技術の開発のためには、「出口へのつなげ方」を知ることが不可欠。一方、基盤技術を持たなければ「出口に繋がる技術開発」は出来ない。したがって、「実施体制」としては「各研究者・技術者が、出口を目指すプロジェクトと基盤技術開発の両方に常に携わる体制」であるこ

制の下で各研究者・技術者が、出口を目指すプロジェクトと基盤技術開発の両方に常に携われるようにするこれら取組は効率的でありにより、今後の航空機の国際共同開発に向けて、我が国航空機産業の技術力、国際競争力をの底上げに貢献する。

また、世界最先端の空力・構造解析技術に基づく本研究開発の成果をもって、航空局や航空機メーカーと連携して CbA を推進し、Industry Working Group などの国際的な枠組みに参画し、ガイドライン等の国際的な基準策定に資する技術開発を実施する。

生産過程全体の安定を実現するプロダクションシステムの合理化・効率化に資するデジタルスレッドに関しては、コンソーシアムを通して機体メーカー活動と連携して日本の総合力を生かすために DX 基盤の構築を目指す。

なお、共通基盤ツールは航空科学技術に限らず広く活用できる発展性をもつものであるため、ソフトウェアベンダーを介してこれらのツールをライセンス販売することであり、航空機産業に限らず、我が国産業の技術力、国際競争力の底上げに貢献する。

以上上記より、産業界連携・社会実装を見据えた研究開発計画であり、実施体制も妥当である。

(コンソーシアムにおける役割分担)

とも重要。このような趣旨は記載できるか？(武市委員)

競争力の底上げに(佐藤委員)

(←産業界側の活動で期待するデジタルスレッドと、それをメーカー連携で達成する、現状のコンソーシアム方針に沿った明確化を追記。)(戸井委員)

(←コンソーシアム活動では、ソフトのライセンス販売について十分なコンセンサスは得られていないと思われるので、明記しない方が良いかと思えます。)(戸井委員)

産学連携を図るうえで、コンソーシアムを構成することは有意義です。JAXA は「本研究開発で実装・開発する数値解析ソフトウェア等の共通基盤ツール、更にこのツールと MBSE(※)等の設計手段とを接続させるためのノウハウを、航空機メーカーをはじめとするコンソーシアム参画企業と共有」とありますが、大学や企業の役割については、触れられていません。具体的にはコンソーシアムの中で、これから議論されることとは思いますが、大きな方針程度は示せないものでしょうか。(山岡委員)

JAXA: ソフトウェア等の共通基盤ツールの開発及び MBSE 等の設計手段と
接続させるためのノウハウの共有

機体/エンジンメーカー: 設計・認証 DX のニーズ、課題の提言及び MBSE
と数値解析技術の連携等に関する研究開発

IT ベンダ: IT 技術及び DX 拠点の研究開発

大学等: 解析・分析手法等の要素的な研究開発

以上のことから、本研究開発を実施することの効率性は高いと評価できる。

※MBSE (Model Based Systems Engineering): システムズエンジニア
リングを、モデルを用いて実施するアプローチ、手段

各分野での記載の統一 (事務局)

5. 総合評価

(1) 評価概要

新たなニーズや社会の変化を踏まえ、将来の革新的航空機システムの
設計に対応した新しい発想を取り入れながら我が国が優位性をもつデ
ジタル技術を早期に確立することで、航空関連企業だけでなく、IT 分
野などの異分野企業と連携し、持続可能な航空産業への転換を図ること
で、産業・経済活動の活性化・高度化、社会的価値の創出に資する
研究開発であり、我が国が優位性をもち、我が国産業の国際競争力の
向上強化に貢献できる。以上、評価した結果、本件は実施すべき研究
開発である。

中間評価: 令和7年度 事後評価: 令和9年度

※5行程度

我が国が優位性をもつデジタル技術の導入
将来の革新的航空機システムの設計への対応
などのキーワードを入れられないでしょうか。(佐藤委員)

新たなニーズに応える・ニーズを創出する基盤技術の早期確立に
よる国際競争力強化
という「時間」の要素も必要 (全般的に)。(武市委員)

各分野での記載の統一 (事務局)

(2) 科学技術・イノベーション基本計画等への貢献見込み

第6期科学技術・イノベーション基本計画期間を含む今後の10年程度を見通しつつ、今後文部科学省として推進すべき個別具体の研究開発課題についてとりまとめた航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン（令和4年7月8日研究計画・評価分科会）で示された取組に対応するものであり、その実現への貢献が見込まれる。では、~~サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創造が目標とされており、本研究開発では、航空機ライフサイクル全体のDX化を可能とするために、数値解析技術と試験計測技術を組み合わせることでサイバー空間とフィジカル空間をの融合によりさせ、革新的な形態の航空機等の新たな価値の創出に貢献する。~~

※5行以内

「数値解析技術と試験計測技術を組み合わせ、サイバー空間とフィジカル空間の融合により、」
→
「数値解析技術と試験計測技術を組み合わせることでサイバー空間とフィジカル空間を融合させ、（李家主査）」

(3) 本課題の改善に向けた指摘事項

特になし

(4) その他

変化する社会のニーズをしっかりと捉え、限られた研究リソースの中で、ニーズの無くなる基盤技術への研究資源を削減し、その分を新たな基盤技術の開発に充当していくべきである。その際、次世代の実用化志向の技術開発プロジェクトの役に立つ、或いはそれらの創発につながる基盤技術で

(必要性から転記)

ニーズは常に移り変わる一方、研究リソースは常に限られているので、
・ニーズの無くなる基盤技術への研究資源を削減する
・その分を新たな応用・実用化技術へつながることが期待される

なければならない。他分野の最先端技術も導入しつつ、他国に先駆けて重要な基盤技術を確立し、高い国際競争力を得ることができるよう、常にこのような見通しをもって取り組む必要がある。

基盤技術開発に充当する
・それにより他国に先駆けて重要な基盤技術を確立し、高い国際競争力を得る
・常にこのような見通しをもって取り組む
このような取り組み方を記載することはできるか？（武市委員）

（有効性から転記）

この場合の「優位技術」は「これまでに実績のある技術」という意味になっている。今の書き方では「これまでの技術開発課題を継続する」という意思表示にしかなくない。これでは新しい基盤技術の創出にはつながらない。

次世代の実用化志向の技術開発プロジェクトの役に立つか、或いはそれらの創発につながる基盤技術であること、という趣旨も必要。

また、そのような基盤技術の創出・他分野の最先端技術の航空技術分野への導入・それらの発展、といった取り組みを促す趣旨の記載は可能か。

→（３）効率性の実施体制としての記載か？（武市委員）