

航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン最終とりまとめ骨子（案）

令和 3 年 8 月 23 日
航空科学技術委員会事務局作成

1. はじめに

2. 我が国の航空分野の現状

- コロナ禍をきっかけに国際的有事（感染症、経済危機、紛争）により航空需要が急激に落ち込むことを再認識。
- 過去の有事の際にも旅客需要は一時的に停滞したものの、最終的には成長を再開。一方で今回は過去の有事とは比較にならない落ち込みで、コロナ前の旅客需要に戻るまでに時間を要する見込み。また今回の感染症流行下においても貨物需要は堅調。
- 世界的なコロナ感染の再拡大により需要回復は遅れ、回復には5年程度を見込むが、長期的に航空旅客需要の拡大傾向は維持される見通し。[2. 1]
- 機体構造やエンジンについては、国際共同開発へ参画しているが、新たな開発分担を獲得する余地があると考えられる。一方で、機体・エンジン以外の構成要素である装備品については参入が限定的。
- 航空機産業は、他の産業分野での取組を含む我が国がこれまで蓄積してきた高い技術力を集約することで、世界に対して更に貢献していくことが可能な分野であり、我が国の産業界が有する強みを把握し、どの分野に注力していくかを見極めることが重要。
- コロナ禍の影響を受け経営状態が厳しくなった航空輸送業界、メーカー、研究機関（大学）に多くの財政的負担を求めることは難しくなってくることから、国の果たす役割が相対的に大きくなる。
- 我が国の産業界を支援するために、with/after コロナにおいて社会的ニーズが高まる技術を筆頭に、産業構造の裾野が広い航空機産業が強力に牽引し、挑戦できる新しい場を創出することにより技術・人材を維持することが必要
- コロナ禍を経て先鋭・多様化するユーザーニーズに応え Society5.0 への移行に貢献しつつ、次なる感染症流行も含めた有事への備えを進めることも必要。
- コロナ禍後に向けた動きとして、各国でカーボンニュートラルを目指す動きが加速。[4. 1. 1]
- 欧州ではエアバスが水素燃料を用いたゼロエミッション航空機のコンセプトを発表。カーボンニュートラル、デジタル化に向けて積極的な政府支援を実施。一方、米国では再生可能代替燃料（SAF）の100%利用を掲げる小型超音速旅客機を大手エアラインが発注。CO2 排出低減や超音速旅客輸送といった高付加価値を目指す動きが活性化。[2. 1]
- 経済財政運営と改革の基本方針2021（令和3年6月18日閣議決定）においては、安全保障の裾野が経済・技術分野に急速に拡大するとともに、コロナ禍によりサプライチェーン上の脆弱性が国民の生命や生活を脅かすリスクが明らかになる中、国際連携の充実も図りつつ、経済安全保障の取組を強化・推進する。このため、経済安全保障に係る戦略的な方向性として、基本的価値やルールに基づく国際秩序の下で、同志国との協力の拡大・深化を図りつつ、我が国の自律性の確保・優位性の獲得を実現することとし、こうした観点から重要技術を特定し、

1 保全・育成する取組を強化するとともに、基幹的な産業を強靱化するため、今後、その具体化
2 と施策の実施を進める。という観点も挙げられている。

- 3 ● 航空科学技術行政には産業界・学术界から以下の役割が期待されている。
 - 4 ①民間企業が取り組むにはリスクの高い研究開発への取組
 - 5 ②企業単独で保有の難しい大型試験設備の整備・拡充及び効率的な運用
 - 6 ③産学官連携や国際連携におけるリーダーシップ
 - 7 ④基礎力と応用力を身につけた人材の育成

9 **3. 航空科学技術分野における未来社会デザイン・シナリオの実現方策**

10 (1) 未来社会デザインとシナリオ

- 11 ● コロナ禍以前においては、今後のグローバル化の進展、LCCの市場の成長を背景に20年間で世界の旅客需要が2倍以上になる見込であった。
- 12 ● 世界的なコロナ感染の再拡大により需要回復は遅れ、回復には5年程度を見込むが、長期的に
13 航空旅客需要の拡大傾向は維持される見通し。[2.1]
- 14 ● 近年次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用の可能性に注目が集まっている。
- 15 ● 地球温暖化に伴う気候変動による大規模災害の増加など社会課題が深刻化することに伴って、
16 航空に対してこれらの解決手段を提供する社会要請が高まる。
- 17 ● 持続可能な人間中心の交通ネットワークの実現が求められる中で、IoT、ロボット、人工知
18 能(AI)、ビッグデータ等のデジタル技術とデータ活用によるイノベーション創出のプロセス
19 の変革を活用しSociety 5.0を実現することが求められている。

20 ①既存形態での航空輸送・航空機利用の発展

- 21 ● 航空需要は長期的には増加基調に回復する見込みであり、既存形態の航空機による航空輸
22 送・航空機利用の発展は引き続き必要。
- 23 ● 地球規模での課題となっている環境問題への要求が一層強まることが予想され、交通ネット
24 ワークの持続可能性と利便性の両立が更に求められる。
- 25 ● 大規模災害の増加や救急医療の高度化への要請の増大が見込まれることから、従来型の輸送
26 以外の場においても航空機の果たす役割の重要性は増す。
- 27 ● 安全性、信頼性、環境適合性、経済性等の共通の社会要求への対応が追求された上で、「よ
28 り速く」、「より正確に」、「より快適に」、「より無駄なく」といったユーザーニーズに細かく
29 対応したサービスが提供されることが必要。
- 30 ● オンラインによるコミュニケーションが一般化し、特に「量」の必要性から「質」への要求
31 へのシフト、すなわち移動に対するコスト(時間、費用)・環境に対する意識の変化が増大。
32 これらの点については、時間的制約の緩和にどれだけのニーズがあるか見極めつつ、航空機
33 の経済性・環境適合性の向上により対応。
- 34 ● 他分野連携も活用し将来的な有事に対する航空産業のレジリエンス強化が課題

35 ②次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用

- 36 ● 小型無人機(ドローン)や空飛ぶクルマといった次世代モビリティ・システムや宇宙輸送機
37 等、様々な分野において既存形態の航空機にはないメリットも生かしつつ、これまで航空に
38

1 対して向けられていなかったユーザーのニーズを満たすような性能を持ち、かつ安全な運航
2 を可能とする技術が、航空以外の分野の技術やデジタル技術等と融合しつつ確立されている
3 ことが予想される。

- 4 ● 飛行ルートの設定、離着陸場所やそこへのアクセスのためのインフラ整備などまちづくりの
5 在り方などについても大きな変革をもたらす可能性もある。
- 6 ● 新たな生活様式の浸透によりオンデマンドな輸送手段に対するユーザーニーズが顕在化。ド
7 ローンや空飛ぶクルマといった次世代モビリティ・システムを中心に対応。

8 (2) デザイン・シナリオを実現する研究開発、基盤技術整備の方向性

- 9 ● 我が国航空機産業界或いはJAXAが有する世界に対する優位技術を更に発展させること
10 を中心に据えつつ、航空以外の分野の技術やデジタル技術とデータ活用に関する技術等とも
11 積極的に融合を図りながら、国としてどの技術分野に注力していくかを見出していく必要が
12 ある。
- 13 ● デュアルユースや異分野への技術移転なども含めた出口を常に見据えて行うべき
- 14 ● 航空機システム全体の安全性・信頼性を確保するシステムインテグレーション技術を伴って
15 設計も含めて確立されるよう取り組むべき

16 ①我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略

- 17 ● 我が国が今後どの技術分野に注力していくかを見出すためには、我が国の優位技術を適切に
18 認識する必要がある。
- 19 ● 産業界等に対し、旅客機の国際共同研究開発等への戦略的な参画、次世代運航システムの実
20 現等をしていくための技術支援とともに、我が国の技術的優位性の維持あるいは国の施策の
21 実現を図るための継続的なリソースの投入が望まれる。
- 22 ● 情報化社会において生じた移動に対する社会的価値観の変化が、コロナ禍後において急激に
23 加速されることから、環境負荷の低減や運航コストの削減、時間的・地理的制約の緩和等によ
24 り、航空輸送の価値をより一層高める研究開発が必要。

25 ②異分野連携も活用した革新技術の創出

- 26 ● 我が国の強みを生かした革新技術の創出には、航空以外の分野の技術等とも積極的に融合を
27 図っていくべき。
- 28 ● I o T、ロボット、A I、ビッグデータ等のデジタル技術とデータ活用が進む今後の社会に
29 においては、航空機製造、装備品技術や運航技術の開発にはこれらの効果的な活用が必須とな
30 る時代が到来すると想定されることから、異分野連携、糾合を更に積極的に進めつつ、革新
31 技術の創出を図っていくべき。
- 32 ● 非連続な社会変化への対応を苦手とする航空輸送の現状を踏まえ、デジタル技術I o Tを活
33 用した連携拡大等により、より多様なシナリオに即応できる機動性を高める体制を構築。A
34 I・ロボット・I o Tを活用した省人化や無人運航、次世代モビリティも組み合わせたオン
35 デマンド輸送を実現する等、有事の際にも利便性が損なわれないようにする研究開発が必要。

36 ③出口を見据えた産業界との連携

- 37 ● 研究開発の初期段階から技術移転先となりうる民間企業との密接なコミュニケーションを
38 図り、課題の取捨選択を含む出口（実用化・製品化）を見据えた研究開発計画を立てる必要

1 がある。

- 2 ● 優れた要素技術を開発しても実用化・製品化の段階で再び大きなハードルにぶつかる問題を
3 解決するため産学官共同で国内の知見を蓄積する取組を積極的に推進していくべき。

- 4 ● 今後も有事による国際共同開発が遅延・中止となるリスクを抱えるなかで、デュアルユース
5 の拡大等により、技術の陳腐化や実用化・製品化機会の喪失を回避するとともに、研究開発
6 を効率よく進めるために、出口側からの意見やニーズ・要請を積極的に取り入れる体制が必要
7 。

- 8 ● 研究成果の社会実装を確実にするため、研究開発の期限と出口を明確化した上で、エコシス
9 テム（研究成果を社会実装する枠組み）を活用し、受取手との共同での開発・評価、技術移
10 転後のフォローアップを着実に行う。[4.3]。

11 （新しい研究開発に共通するエコシステム）

- 12 ▶ 多分野連携型：多分野連携でシステムのビジョンを共有した技術開発により、システム技術の獲得
13 を目指す。[5. 1.2] (1)

- 14 ▶ 標準化型：産学官一体での国際標準化活動への参画により、国内企業が参画しやすいルール作りを
15 目指す。[5. 1.2] (1)

16 （エコシステム構築に必要な外部連携）

- 17 ▶ コンソーシアム：産学官のステークホルダが幅広く参加し、ビジョンやユースケースを共有して、
18 共通の目標システムに対して技術開発を行う。[5. 1.2] (2)

- 19 ▶ 国際標準化活動への参画：コンソーシアム等での情報交換、戦略共有等を通じて、産学官の各機関
20 がそれぞれの強みを活かしつつ連携して標準化活動に参画することにより、国際標準化活動におい
21 て日本のプレゼンスを向上させ、より有利な立場での標準化活動が可能となる。各機関が有する海
22 外研究機関、海外メーカー等の国際コミュニティとの連携も活用する。[5. 1.2] (2)

24 4. 実現方策を支えるシステム改革

25 ①研究人材の改革

- 26 ● 航空科学技術分野を背負って立つ研究者には、時代の変化に対応し、常に重点分野のスペシ
27 ャリストであり続けることが求められる。

- 28 ● 国際的感覚を有し、国内関係者（機関）を調整し、一つにまとめ上げることのできる視野の
29 広い人材であることも併せて求められる。

- 30 ● コロナ禍を踏まえて、航空科学技術分野における感染症対策に関する知見を持つ人材育成や
31 外部研究者との連携が求められる。

- 32 ● JAXAにおいては、企業や大学等との外部機関との相互出向、クロスアポイント、留学・
33 受入を積極的に行う。一度限りではなく、リカレント教育的に同一人材に外部交流を定期的
34 に活用し、既存人材の継続的な能力向上、視野拡大を図る。企業、研究機関、大学等との共
35 同研究、委託契約やコンソーシアム等を通じたビジョン共有、役割分担により、自らの機関
36 内にはない外部機関の専門能力を活用する。[5.2.2]

- 37 ● 航空科学技術分野に留まらない幅広い人材育成への貢献を目指し、若年層に向けた航空宇宙
38 科学技術の教育機会の提供や、実用に繋がる研究開発に携わる機会の提供を進める必要があ

る。[\[5.2.3\]](#)

②研究資金の改革

- 長期性・不確実性・予見不可能性が高い、民間企業が取り組むことが困難であるハイリスクなテーマに重点的に取り組み、革新的な成果を上げていくことが求められる。
- 限られた予算・期間で効率的に成果を出すことができるよう、研究開発の初期段階からの民間企業など技術移転先となりうる相手方との密接なコミュニケーションを図り、リソース投入を的確に重点化することが重要。
- JAXAの研究開発の成果を活用する民間企業との研究開発段階での協働等を通じた適切な費用分担や、[民間企業のR&D資金の活用\[5.1.1\]](#)などを通じて必要な研究資金を確保するなどあらゆるリソースをより効果的・効率的に活用することで、国費を用いた研究開発としての意義を最大化するよう取り組むことが重要。

③研究環境の改革

- 航空科学技術分野においては、風洞をはじめとする大規模な試験施設が必要となるケースが多いことから、JAXAの有する試験設備に関して、産業界や学術界のニーズも踏まえた戦略的な試験施設整備を進めることが望まれる。
- JAXAが有する実証用航空機をはじめとする設備を、今後の我が国の航空機産業における旅客機事業を含む産業界や学術界の多様なニーズに対応できるよう、適切に維持・管理又は強化し、我が国の航空機産業における研究開発環境の高度化に貢献すべき。
- [新しい研究開発課題に取り組むために、システム実証を可能にする設備、解析技術を検証する基盤研究設備、サイバー空間の協働を可能にする設備へのニーズが高まっている。\[5.1.2\]](#)
- [新たな社会に対応する研究設備の整備やリモートでの研究環境も必要となる。](#)

④研究開発実施組織の改革

- 異分野との協働の促進や研究者間での交流の活性化によりモチベーション・創造力を向上させる取組など、研究者が効率的かつ意欲的に研究に取り組むことができる仕組みが重要。
- 航空科学技術分野に限らない一般論として、組織における研究開発人材の的確な育成には、若年層に対する教育環境、若手研究者のキャリア形成に資する魅力ある環境・仕組みづくりが必要。
- 若手研究者の成長を後押しする取組や、若手研究者が能力を十分に発揮できるよう自由度・自主性が担保されるような環境整備についても併せて検討が必要。
- [コンソーシアム等を活用して、産学官のステークホルダが幅広くビジョンやユースケースを共有して、共通のシステムに対して技術開発を行うことが重要。\[5.1\]](#)
- [海外研究機関、海外メーカー等の国際コミュニティとの連携も活用しつつ、コンソーシアム等を通じて産学官の各機関がそれぞれの強みを活かして国際標準化活動に参画することにより、日本のプレゼンスを向上させることが必要となる。\[5.1\]](#)

5. 未来社会デザイン・シナリオを実現する個別具体の研究開発課題

[未来社会デザイン・シナリオを実現するために、①我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略、②異分野連携も活用した革新技术の創出、③出口を見据えた産業界との連携の3つの観点を踏まえて、](#)

次に掲げる研究開発を推進する。主な研究開発課題においては、当該課題における目標を明確に示した上で、2030年までの時間軸をもった工程表を添付する。

○既存形態での航空輸送・航空機利用の発展に必要な研究開発課題

安全性、信頼性、環境適合性、経済性等の社会共通の要求への対応が追求された上で、「より速く」、「より正確に」、「より快適に」、「より無駄なく」といったユーザー個々のニーズに細かく対応したサービスが提供されることが必要。

● 脱炭素社会に向けた航空機のCO₂排出低減技術

- 国内エンジンメーカーが参入を目指す燃焼器・高温高压タービンについて、低NO_x燃焼器技術、タービン冷却技術、シミュレーション技術、試験・評価技術に基づき、特に耐熱複合材の活用を重視してJAXAと国内メーカーとの連携を見据え、燃費低減と環境負荷低減(CO₂/NO_x排出削減)において競争力のあるコアエンジン技術の研究開発[4.1.1] (①③)
- エンジン低燃費化・軽量化及びSAFの適用範囲拡大に資する運転範囲拡大・安全性向上技術を開発し、国内エンジンメーカーに技術移転することで、2030年代に開始すると予測される国際共同開発におけるシェア拡大を実現する航空エンジンロバスト運用技術[4.1.1] (①③)
- 乱流摩擦抵抗低減技術等の機体抵抗低減技術の研究開発を進め、飛行実証等の技術実証複合材を初めとした各種材料を、それぞれの特性を活かして機体に適用する等、材料開発から機体構造設計までをつなぐ革新低抵抗・軽量化機体技術の研究開発[4.1.1] (①②)
- 2030年代中頃に想定される旅客機の国際共同開発に我が国産業界がエンジン電動化技術で参入することを目指した、JAXA鍵技術と国内企業の優位技術を統合した電動ハイブリッド推進システム技術の研究開発[4.1.1] (①②③)
- 従来のジェットエンジン技術の延長では到達することができない、革新的なCO₂排出削減(燃費低減)を実現する技術の獲得を目指し、水素燃料を利用した水素航空機に必要な燃料電池・ガスタービン複合サイクルエンジン等の水素電動エンジン技術の研究開発[4.1.1] (②③)

● 超音速機の新市場を拓く静粛超音速機技術

- 国際的な基準策定の動向を踏まえ超音速機の騒音基準を満たし、ソニックブームを広範囲に低減可能な機体設計技術の飛行実証[4.1.2] (①③)
- 超音速機の環境適合性(低騒音)、経済性(低燃費)を両立する設計技術を開発し、我が国の国際競争力強化に貢献する統合設計技術の研究開発[4.1.2] (①③)

● 環境・安全性向上技術の研究開発

- 社会的ニーズが高い空港周辺地域社会における騒音被害低減に資する旅客機の低騒音化技術の研究開発[4.2] (①)
- 気候変動により増加する特殊気象(雪氷・雷・火山灰等の航空機に影響を与える気象)等の外的要因及びヒューマンエラーに対して、それらの影響を予知・検知・防御する技術の研究開発[4.2] (②)
- 航空機運航の障害となる気象に関する意思決定支援情報を出力するシステム、及び意思決定支援情報と交通状況に基づいて有効な運航方法を導出するシステムにより、民間航空機運航における気象の影響を緩和する運航制約緩和技術の研究開発[4.2] (③)

○次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用に必要な研究開発課題

小型無人機(ドローン)やいわゆる“空飛ぶクルマ”が空における次世代モビリティ・システ

1 ムとして位置付けられ、こうしたシステムが持続可能な人間中心の交通ネットワークの実現と
2 ともに、災害対応や農林水産業をはじめとする様々な分野においても既存形態の航空機にはな
3 いメリットも生かしつつ、これまで航空に対して向けられていなかったユーザーのニーズを満
4 たすような性能を持ち、かつ安全な運航を可能とする技術が、電機産業・自動車産業をはじめ
5 とする航空以外の分野の技術やデジタル技術とデータ活用に関する技術等と融合しつつ確立。

6 ● 国土強靱化等を実現する多種・多様運航統合／自律化技術

7 ▶ 有人機・無人機と混在した状況において安全で効率的な運航管理を可能とする有人・無人混在運航
8 管理技術の研究開発[4.1.3] (②)

9 ▶ 有視界飛行方式の航空機と空飛ぶクルマが同一空域で高密度運航する技術を実証し、マルチエアモ
10 ビリティ混在運航の実現に貢献する空飛ぶクルマ 高密度運航管理技術の研究開発[4.1.3] (②)

11 ▶ 「出発から到着まで人間が介在しない完全な自律運航」の成立性を飛行実証し、マルチエアモビリ
12 ティの完全な運航統合／フリーフライト実現に貢献する自律化要素技術[4.1.3] (②)

13 ● 宇宙輸送機にも適用可能な水素燃料適用技術の研究開発

14 ▶ 我が国が有する航空・宇宙の両分野の強みを活かすため、航空・宇宙両分野の研究開発機関が連携
15 して取り組むべき要素技術として、航空機から宇宙輸送機にも適用を想定した水素燃料適用技術。
16 [4.2] (①)

17 ○ デザイン・シナリオを実現するための基盤技術

18 デザイン・シナリオの実現に向けて、持続可能な航空産業への転換を図りつつ、国際競争力を
19 強化していくには、航空機的设计・認証・製造・運用・廃棄というライフサイクル全体を DX に
20 より効率化、高速化していくことが必須。数値シミュレーションを中心とする解析技術や試験・
21 計測技術等の基盤的技術の分野で技術蓄積を活かしたデジタル統合設計技術の構築、設計や認
22 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、及び大型試験設備を活用した解
23 析手法の検証等に取り組む。[4.1.4]また、10年後より先の将来を見据えた基礎的技術の研究
24 開発や、研究開発を支える試験・計測・評価技術等の基盤的技術の研究開発に着実に取り組む。
25 [3.4]

26 ● 新たな航空機を創出する航空機ライフサイクル DX 技術の研究開発

27 ▶ AIを用いたデジタル統合設計により革新コンセプトを創出することを旨し、AIによる解析の
28 軽量迅速化、多分野統合システム解析(空力・構造・飛行・制御・推進等)技術を構築し、サブシス
29 テムで実証するデジタル統合設計技術の研究開発[4.1.4] (②③)

30 ▶ 実機スケール・複雑形状を考慮した離着陸形態の高忠実非定常空力解析技術を検証し、飛行試験の
31 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[4.1.4] (②③)

32 ▶ 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、構造強度証明の認証期
33 間を短縮し、国際競争力強化に貢献するデジタルテストの研究開発[4.1.4] (②③)

34 ▶ サイバー空間での構造部材の試作シミュレーション手法を構築・適用により、迅速な量産開始を可
35 能とする開発プロセスの実現を目指すデジタルプロトタイピングの研究開発[4.1.4] (②③)

36
37 **6. おわりに**