

事後評価票（案）

（令和2年7月現在）

1. 課題名 静粛超音速機統合設計技術の研究開発
2. 研究開発計画との関係
施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進
大目標（概要）：航空科学技術は、産業競争力の強化、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、更なる大きな価値を生み出す国家戦略上重要な科学技術として位置付けられるため、長期的視野に立って継続して強化していく。
中目標（概要）：航空科学技術について、我が国産業の振興、国際競争力強化に資するため、社会からの要請に応える研究開発、次世代を切り開く先進技術の研究開発及び航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を推進する。
重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）： 次世代を切り開く先進技術である、静粛超音速機統合設計技術の研究開発を行う。これまでの研究開発で培った国際的優位性を拡大させるために、飛行実証された抵抗低減設計技術や低ソニックブーム設計技術を核として、超音速機の実現成立性を実証することを目指す。このために、想定されるソニックブーム基準と強化された空港騒音基準を満足し、かつ経済性にも優れた超音速機実現の鍵となる技術の要素技術研究開発を進めるとともに、個別要素技術を実機システムへ適用して有効性を確認するシステム設計研究を行い、低ソニックブーム／低抵抗／低騒音／軽量化に対する技術目標を同時に満たす機体設計技術を獲得する。これらの技術については飛行実証も視野に入れた技術実証構想を産業界と連携して策定する。あわせて、民間超音速機実現の鍵となる陸域上空の超音速飛行に必要な国際民間航空機関（ICAO）における国際基準策定に貢献する。
本課題が関係するアウトプット指標：

①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）

本課題の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	28	29	30	R1
件数	16	19	10	7

本課題が関係するアウトカム指標：

①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）

年度	28	29	30	R1
件数	4	5	5	4

②航空科学技術の研究開発成果利用数（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）

年度	28	29	30	R1
件数	0	0	0	0

③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

国際民間航空機関（ICAO）における専門家会合に参画し、ソニックブーム及び離着陸騒音の国際標準策定に貢献した。

3. 評価結果

（参考）中間評価結果※第58回（H30.8.3）	事後評価結果(案)	コメント等
<p>（1）課題の進捗状況</p> <p>本研究開発は、従前の研究開発成果（低ソニックブーム※¹及び低抵抗技術）を踏まえ、超音速機が民間機として成立するための4つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に成立させる機体</p>	<p>（1）課題の達成状況</p> <p>次世代の超音速旅客機（SST）が実現するには、環境基準への適合性と経済的成立性の両立が不可欠である。これまでの成果（低抵抗設計技術：NEXST 及び低ソニックブーム設計技術：D-SEND）を踏まえ、超音速旅客機が成</p>	<p>※ 課題の所期の目標は達成したか。達成度の判定とその判断根拠を明確にする。</p> <p>※ 科学技術の急速な進展や社</p>

設計技術を獲得するために、平成 28 年度より開始されたものである。

目標達成に向けて、以下を活動の柱として研究開発が進められている。

○民間超音速機実現に必要な国際基準策定への貢献

ICAO での基準策定に向けた活動に各国の機関と連携しつつ貢献する。

立するための 4 つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に成立させる機体設計技術を獲得し、システムとしての実現性を示すことを目指し、平成 28 年度から「民間超音速機実現に必要な国際基準策定への貢献」「小型超音速旅客機国際共同開発における競争力強化に向けた産学官一体の研究開発体制の構築及び技術実証計画の立案」「鍵技術ごとの技術目標達成のための要素技術研究の更なる推進」を活動の柱として研究開発を進め、以下のとおり成果を得た。

○民間超音速機実現に必要な国際基準策定への貢献

超音速機市場の開拓に必要な国際民間航空機関（ICAO）のソニックブーム基準及び離着陸騒音基準の策定に対して技術的に貢献した。具体的には、以下をはじめとした ICAO 等における民間超音速機実現に向けた重要課題の解決のための活動に参画した。

- ・ ICAO 環境保全委員会（CAEP）WG1（騒音）及びその下に設置されたタスクグループ等に JAXA 職員を派遣し、各国の機関と連携しつつ、ソニックブーム基準策定や離着陸騒音基準策定において JAXA のソニックブーム伝搬解析ツール及び騒音予測モデルによる技術検討結果や知見を提供し、基準策定に係る議論の定量化に貢献した。この活動を通じて JAXA のソニックブーム／離着陸騒音評価技術の妥当性・有用性が各国の機関に認知された。
- 大気乱流の影響を考慮した JAXA ソニックブーム

会や経済情勢の変化等、研究開発を取り巻く状況に応じて、当初設定された「必要性」、「有効性」、「効率性」の各観点における評価項目及びその評価基準の妥当性を改めて評価し、必要に応じてその項目・基準の変更を提案する。

※ 新たに設定された項目・基準に基づき、「必要性」、「有効性」、「効率性」の各評価項目について、その評価基準の要件を満たしているか評価する。

○小型超音速旅客機国際共同開発における競争力強化に向けた産学官一体の研究開発体制の構築及び技術実証計画の立案

本研究開発課題終了後、実証機による実証プロジェクトに移れるよう、産学官一体の体制のもと実証機の実証機概念検討、実証計画の立案を実施する。

伝搬解析ツールによるソニックブームの解析結果を飛行試験データと比較し同様の統計的傾向が得られることが示されたことにより ICAO がこれを妥当と評価し、同ツールを活用してソニックブーム実証手法の検討が進められることとなった。

- 独自の検証試験結果を基に JAXA が ICAO に対して超音速機のジェット騒音予測モデルを提案し、NASA 提案に比べて同等以上の性能を有し、かつ取り扱いやすく実用性が高いことを評価され、ICAO における基準策定における騒音評価モデルとして採用された。

○小型超音速旅客機国際共同開発における競争力強化に向けた産学官一体の研究開発体制の構築及び技術実証計画の立案

産学官を一体化した研究開発体制の構築のため、以下について推進した。

- ・ JAXA、メーカー、大学等で構成された超音速ビジネスジェット機設計検討チームにおいて、空力/システム設計の面で技術的に貢献した。
- ・ 平成 28 年度開始の公募型研究により、民間企業と研究費負担を分担し、機体/推進系統合設計技術及び離着陸騒音低減設計技術関連の共同研究を実施した。
- ・ 鍵技術の実証計画の立案に関して、平成 29~31 年度に航空機メーカーとともに飛行実証機の実証機概念検

討を実施し、異なる候補エンジンを対象に複数の実証機候補に対するシステム成立性を示すとともに、実証の観点から制約条件等を明確にした。

- ・産業界、業界団体・大学・省庁が参加した外部有識者委員会を開催し、国の戦略として研究開発を進めていくため、ビジョン、ロードマップ、技術目標を策定する産学官からなる協議会の設置と、その下で市場調査・分析、概念検討を実施し国内の研究開発体制を充実するための R&D プログラムを推進することが提言された。JAXA は超音速機実現に向けて、その優位技術を先行して実証し、R&D プログラムを先導する中核的な役割が期待されている。

- ・ボーイング社と低ソニックブーム設計技術の評価・検証を含む共同研究を進め、鍵技術の共同開発を目指し更なる連携強化を図っている。また、NASA とソニックブーム評価技術に関する共同研究を進め、NASA X-59 プロジェクトに関する連携強化を通じて、国際基準策定に対するより一層の貢献を可能とする見通しが得られた。

本研究開発課題終了後、鍵技術の実証プロジェクトに移ることができるよう、ICAO 基準策定の動向、航空機メーカーによる飛行実証機の概念検討結果や外部有識者委員会の意見を踏まえ、以下のように飛行実証方針を定めた。

- ・ JAXA 技術の優位性を活かして基準策定プロセスに効

○鍵技術ごとの技術目標達成のための要素技術研究の更なる推進

4つの鍵技術に対する目標が同時に達成されるよう各鍵技術の高度化を図り、これをシュレーション及び風洞実験や要素実験により実証する。

国際基準策定への貢献として、以下をはじめとした国際民間航空機関（ICAO）^{※2}等における民間超音速機実現に向けた重要課題の解決のための活動に参画している。

- ・陸域上空での超音速飛行を可能とするためのソニックブーム基準策定検討に対し、技術アドバイザーとして技術的な支援を実施
- ・離着陸騒音基準策定に対し、JAXAが開発した騒音評価技術を用いて技術的検討に参画
- ・国際基準策定を念頭に置いた研究を米国 NASA と共同で実施

果的に関与し、低ブーム超音速機の開発に我が国の技術力が不可欠であることを国内外の主要ステークホルダーに示すため、ICAO 基準策定の動向に基づき必要性が高まると予想される全機ロバスト低ブーム設計技術を優先的に飛行実証すべき技術課題として選定した。

○鍵技術ごとの技術目標達成のための要素技術研究の更なる推進

要素技術研究について、戦略的次世代航空機研究開発ビジョンで示されているアジア地域を日帰り圏とする高速移動を実現するための本研究開発分野に係る我が国産業の目指すべき方向を踏まえ、低ソニックブームと低離着陸騒音に関しては、陸域でも超音速飛行が可能となるよう ICAO における騒音基準策定の議論を参考として技術目標を設定し、低抵抗と軽量化についてはアジア圏をノンストップで到達できる航続距離の達成を目指した技術目標を設定して研究開発を進め、4つの鍵技術に関して、以下の成果が得られた。

- ・低ソニックブーム技術に関しては、特許出願したエンジン排気の影響を低減する遮蔽フィン技術を適用した低ブーム設計により、後端低ブームを実現する機体形状を見だし、高精度 CFD 解析とソ

産学官を一体化した研究開発体制の構築のため、以下が推進されている。

- ・ JAXA、メーカー、大学等で構成された超音速ビジネスジェット機設計検討チームにおいて技術的な役割で貢献
 - ・ 平成 28 年度開始の公募型研究により、民間側からの研究費負担を得たうえで機体／推進系統合設計技術及び離着陸騒音低減設計技術関連の共同研究を実施
- 鍵技術の実証計画の立案に関しては、平成 29 年度に航空機メーカーとともに飛行実証機概念検討を実施し、複数の候補エンジンを対象に異なるスケールの機体の成立性を評価した。

要素技術研究について、戦略的次世代航空機研究開発ビジョンで示されているアジア地域を日帰り圏とする高速移動を実現するための本研究開発分野に係る我が国産業の目指すべき方向を踏まえ、低ソニックブームと低離着陸騒音に関しては、陸域でも超音速飛行が可能となるよう ICAO における騒音基準策定の議論を参考として技術目標を設定し、低抵抗と軽量化についてはアジア圏をノンストップで到達できる航続距離の達成を目指した技術目標を設定して研究開発が進められており、各技術課題に関して、これまでに以下の成果が得られている。

- ① 低ソニックブーム技術に関しては、D-SEND^{※3}プロジェクトで飛行実証した低ソニックブーム設計コンセ

ニックブーム伝播解析により、巡航時のブーム強度 85PLdB 以下という技術目標の達成を確認した。さらに、ICAO 基準策定の動向に基づき、飛行経路直下だけでなく周辺全域のブーム強度の低減が求められる可能性が高いと予測し、機体直下に加えて側方のブーム強度も低減可能な全機ロバスト低ブーム設計技術を開発した。また、間接的な成果として、低ブーム設計の技術成熟度を検証・向上するため、エンジン排気がソニックブームに与える影響について風洞試験で評価するためのエンジン排気評価技術を開発し、基盤技術の向上に寄与した。

- ・ 離着陸騒音低減技術に関しては、最適化した高揚力装置（クルーガーフラップ）の適用により低速空力特性を改善し必要なエンジン推力を低減する等の効果とともに、低騒音ノズル設計技術（日米特許取得）の適用や機体によるエンジン騒音遮蔽効果等により、目標の離着陸騒音基準（ICAO Chapter 14）適合が可能なことを ICAO で相互検証がなされた騒音予測ツールにより確認した。
- ・ 抵抗低減技術に関しては、NEXST プロジェクトで飛行実証した摩擦抵抗の少ない自然層流翼設計技術を高度化し、翼厚の拘束等も考慮したうえで実機相当の高レイノルズ数で自然層流翼を実現する主

プトを、エンジンを搭載した実機の設計に適用した。その結果、技術参照機体として定義した50人乗リクラスの小型超音速旅客機概念設計に適用し、技術目標達成の見通しが得られている。なお、これに伴い新たに2件の特許出願が行われている。

② 離着陸騒音低減技術に関しては、2017年から強化された新たな騒音基準（ICAO Chapter 14）に適合することを技術目標に掲げ、要素技術としてJAXAが特許を有している可変低騒音ノズルの研究開発が進められている。平成29年度には研究用エンジンを用いた屋外騒音計測試験を実施してその騒音低減効果が確認されている。また、超音速機の離着陸騒音に大きく影響する低速空力性能向上のため、主翼平面形設計技術や高揚力装置最適設計技術の研究開発を進めるとともに、推算された空力特性とエンジン性能をもとに離着陸騒音を評価し、騒音を低減する離陸経路の検討を実施しており、それら技術成果の積み上げにより技術目標達成の見通しが得られている。

③ 抵抗低減技術に関しては、上記の低ソニックブーム／低離着陸騒音の要求を満たした上で巡航性能を向上させるための技術として、搭載する推進系統の影響を考慮した統合設計技術の研究開発を進めた。また、小型超音速実験機によるプロジェクト（NEXST^{※4}プロジェクト）で飛行実証した自然層流翼設計技術を高度化し、翼厚の拘束等も考慮した上で実機相当の高レイノルズ数で自然層流翼を実現する主翼表面

翼表面圧力分布設定手法を考案した。さらに、揚力分布を維持する設計により低ブーム設計との両立を図るとともに、ねじり角の修正により圧力抵抗増加を抑えた設計手法を考案し、低ブーム設計と両立した機体形状において低抵抗の技術目標（揚抗比8以上）の達成を高精度CFD解析により確認した。

- ・軽量化に関しては、構造コンセプト（桁配置の最適化）、構造様式の選定、複合材の配向角や板厚の最適設計を適用し、有限要素法解析モデルによる解析の結果、構造重量21%減（所期の技術目標は15%減）に相当する主翼構造重量軽減を確認した。
- ・以上の各要素技術を適用した統合設計技術により機体概念検討を行い、4つの鍵技術の技術目標を全て満たす機体コンセプトの技術的な成立性を示した。

以上の成果を踏まえると、所期の目標は達成したと言える。

圧力分布設定手法を考案し、NASA との共同研究において解析的に設計効果を示している。

- ④ 軽量化に関しては、超音速機の主翼に複合材料を適用する最適構造設計技術の研究開発を進め、複合材の配向角や板厚の自由度を増した最適設計により前フェーズ（S3※⁵）での設計結果よりも主翼重量を軽量化する設計法が得られている。

計画は予定どおりに進んでおり、今後は、国際基準策定に向けた活動に対する貢献の継続、飛行実証機に関する候補エンジンを絞り込んでのより詳細な概念検討、風洞実験等による要素技術の確認等に取り組むこととしている。

※ 1 : 超音速機が発生する衝撃波が地上に到達することにより観測される騒音

※ 2 : 国際民間航空機関（ICAO:International Civil Aviation Organization）

※ 3 : 低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト（D-SEND : Drop test for Simplified Evaluation of Nonsymmetrically Distributed sonic-boom）で、静粛超音速機技術の研究開発（S3、2006-15）の一環として進められたプロジェクト

※ 4 : 次世代超音速機技術の研究（NEXST : National EXperimental Supersonic Transport、1997-2005）

※ 5 : 「Silent Super Sonic Technology（静粛超音速機

技術)」

(2) 各観点の再評価

<必要性>

現在、超音速機の開発は、低ブーム設計技術を要しない海域上空のみ超音速飛行を行う機体の実機開発と、低ブーム設計技術を要する陸域上空での超音速飛行を行う機体の研究開発がそれぞれ進んでいる。

前者については、米国の複数社が2020年代半ばの就航を目指して民間超音速機の開発を進めており、運航者がこれに出資している状況を踏まえると、海域上空のみの超音速飛行であっても十分な移動時間短縮のニーズがあると判断されたと考えられ、移動時間短縮の社会的要求は引き続き高いと考えられる。後者については、ソニックブームの国際基準策定が引き続きICAOで進められており、これに係る技術開発を日米欧が公的資金を投じて進めているところ。

陸域上空も巡航速度で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術を含む技術開発は更なる移動時間の短縮につながることから社会的な価値が大きいと考えられる。一方で、技術リスクが高く多額の研究開発投資が必要となるため国費での研究開発による技術課題の解決が必要である。

以上から、本研究開発の科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、国費を用いた研究開発としての意義は引き続き高く、本研究開発の必要性は維持されているものと判断する。

<必要性>

評価項目

科学的・技術的意義

社会的・経済的意義

国費を用いた研究開発としての意義

評価基準

先導性・発展性はあるか。

産業・経済活動の活性化・高度化に資するか。

国や社会のニーズに適合しているか。

○科学的・技術的意義

本研究開発は、次世代の超音速旅客機（SST）の国際共同開発への主体的参加を視野に入れ、その実現の鍵である「環境適合性」と「経済性」の両立を実現するという社会的ニーズの高い技術を開発・実証することにより、世界における優位技術の獲得を目指しており、先導性・発展性が高いと判断される。特に「環境適合性」では、未だ実現していない陸域上空の超音速飛行が可能な低ソニックブームの実現と亜音速旅客機と同一の騒音基準適合を目標としており、研究終了時点のICAO/CAEPタスクグループでの基準策定の議論状況や米国連邦航空局（FAA）のCFR14 Part36（離着陸騒音基準）の超音速機を対象とした改定案（2020年3月公

「必要性」の観点

科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）、社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）、国費を用いた研究開発としての意義（国や社会のニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発との比較における妥当性、挑戦的（チャレンジング）な研究や学際・融合領域・領域間連携研究の促進、若手研究者の育成、科学コミュニティの活性化等）等

開)に照らしても、基準適合の見通しを維持している。

また、ソニックブームに対するエンジン排気の影響を低減する遮蔽フィン技術、機体側方も含めた全域のソニックブーム強度を低減する全機ロバスト低ブーム設計技術や離着陸騒音低減に資する低騒音ノズル設計技術(いずれの技術も特許出願または取得済み)などの独創性が高く世界に対して優位性を有する研究成果が創出されるとともに、SSTに対する騒音基準の策定・認証に活用可能なソニックブーム伝搬解析/騒音予測ツールが開発されており、独創性、発展性が高い研究開発であったと判断する。

○社会的・経済的意義

アジア地域を日帰り圏とする超音速旅客機の実現に向け、国家戦略として長期的な視点で超音速旅客機についての研究活動を推進することは「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン(平成26年8月文部科学省次世代航空科学技術タスクフォース)」で提言されている。海域上空のみ超音速飛行を行う機体の実機開発が米国の複数社において進められており、これを受けFAAにおいても2020年3月に離着陸騒音に関する新基準案を公表するなど、早期の市場投入の可能性が高まっている状況を踏まえると、海域上空のみの超音速飛行であっても十分な移動時間短縮のニーズがあると考えられ、移動時間短縮の社会的要求は引き続き高いと考えられる。陸域上空も超音速で飛行可能となれば更なる

移動時間の短縮につながることから社会的な価値が大きいと考えられ、その実現に必要な超音速機の国際基準策定に貢献し、陸域上空の超音速飛行を実現する鍵技術を開発する本研究開発の社会的意義は高いものと判断する。

また、本研究での ICAO でのソニックブーム基準策定や離着陸騒音基準の策定への技術的な貢献は、我が国のこの分野での技術的な優位性の確保にもつながり、低ブーム超音速機の国際共同開発において我が国産業界が競争力を発揮できるといった意義を有するなど、航空産業の活性化・高度化に資すると言える。

○国費を用いた研究開発としての意義

前述のように陸域上空も超音速で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術を含む技術開発は更なる移動時間の短縮につながることから社会的な価値が大きいと考えられる一方で、開発と実証には中長期的に取り組む必要があり技術リスクが高く多額の研究開発投資が必要となるため、国の政策の下で国費での研究開発による技術課題の解決を進め、我が国が優位となる技術を獲得する意義は非常に大きい。

以上により、本課題は、優位技術を獲得し国際的な基準策定へ貢献することにより、世界を先導し産業の活性化・高度化に貢献するものであり、国や社会的ニーズに合致することからも、「必要性」は高かったと評価でき

<有効性>

現在、超音速機の開発は、低ブーム設計技術を要しない海域上空のみ超音速飛行を行う機体の実機開発と、低ブーム設計技術を要する陸域上空での超音速飛行を行う機体の研究開発が並行して進んでいる。

前者については、米国の複数社が2020年代半ばの就航を目指して民間超音速機の開発を進めており、運航者がこれに出資している状況を踏まえると、海域上空のみの超音速飛行であっても十分な移動時間短縮のニーズがあると判断されたと考えられ、移動時間短縮の社会的要求は引き続き高いと考えられる。そのため、陸域上空も巡航速度で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術を含む技術開発は更なる移動時間の短縮につながることから社会的な価値が大きいと考えられる。一方で、後者については、ソニックブームの国際基準策定が引き続きICAOで進められており、これに係る技術開発を日米欧が公的資金を投じて進めているところ。

平成28年2月に開催されたICAO第10回環境保全委員会(CAEP10)では、これまで検討してきたソニックブーム基準に加えて、民間超音速機の離着陸騒音基準についても検討を開始することが決められ、離着陸騒音検討サブグループが立ち上がった。一般的に、超音速エンジンはバイパス比が小さいため、同じ推力を得

る。

<有効性>

評価項目

研究開発の質の向上への貢献

行政施策への貢献や寄与の程度

見込まれる直接・間接の成果・効果や波及効果の内容

評価基準

これまでの研究開発から技術レベルが向上されているか。

我が国優位技術の実証に資するか

研究成果・効果により産業界や学界に対して波及効果が得られるか

○研究開発の質の向上への貢献

本研究開発では、前身である静粛超音速機技術の研究開発(S3)と同じく、環境適合性と経済性の両立を目指して4つの鍵技術(低ソニックブーム/低離着陸騒音/低抵抗/軽量化)に対する技術目標を設定しているが、ICAOでの基準策定動向を踏まえ、環境適合性に係るソニックブーム、離着陸騒音の技術目標をより高い目標に変更した(ソニックブームはS3のコンコルド比で半減の目標(0.5psf、98PLdB相当)から陸域上空の超音速飛行が認められると想定される85PLdB以下に変更、離着陸騒音はS3での適合目標であったICAO

「有効性」の観点

新しい知の創出、研究開発の質の向上、実用化・事業化や社会実装に至る全段階を通じた取組、国際標準化、行政施策、人材の養成、知的基盤の整備への貢献や寄与の程度、(見込まれる)直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容等

るには亜音速エンジンと比較して排気速度を大きくせざるを得ず、離着陸時の騒音が大きくなる。よって、超音速機は離着陸騒音基準を満たすことが厳しくなる傾向にある。そのため、当該サブグループでは2017年から強化された亜音速旅客機に対する新たな離着陸騒音基準（ICAO Chapter 14）を超音速機に適用することの技術的妥当性について議論されている。

また、海域上空のみを超音速飛行を行う機体については、いずれも飛行実証された低ブーム設計技術を有していないことから、陸域上空も巡航速度で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術には、依然としてJAXAに技術的な優位性があると言え、「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」で提言されている超音速旅客機市場開拓のために推進すべき我が国優位技術の実証に資するものと言える。

以上から、本研究開発の各技術目標は妥当であり、本研究開発の目標の有効性は維持されているものと判断する。

なお、陸域上空で超音速飛行が可能な機体の実機開発に対し、我が国企業の参画を後押しするものとなるよう関連企業との連携を強化すべきである。

※7：技術成熟度（TRL：Technical Readiness Level）、開発中の技術が実際に運用されるレベルにどれだけ近いかを表す指標

Chapter 4から強化された基準である ICAO Chapter 14への適合に変更）。環境適合性と経済性は相反関係にあるため、環境適合性能を向上させるには経済性能も同時に向上させることが必要であり、各要素技術はS3の研究開発成果を核としつつも、一層の技術レベル向上が求められた。その結果、厳しくなった目標を満たすために、低ソニックブーム化に資する遮蔽フィン技術、全機口バスト低ブーム設計技術（いずれも特許出願）や離着陸騒音の低減に資する低騒音ノズル設計技術（日米特許取得）などの独創性が高い成果に加えて、エンジン排気がソニックブームに与える影響について風洞試験で評価するためのエンジン排気評価技術の開発など基盤技術の強化につながる成果も創出され、研究開発の質の向上に貢献したと判断する。

○行政施策への貢献や寄与の程度

「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン（平成26年8月文部科学省次世代航空科学技術タスクフォース）」では、超音速旅客機市場開拓のために、我が国優位技術を実証・確立すべきと提言されている。現在開発中の海域上空のみで超音速飛行を行う機体については、いずれも飛行実証された低ブーム設計技術を有していないことから、陸域上空を超音速で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術には、依然としてJAXAに技術的な優位性があると言える。同技術を核として、超音速旅客機市場開拓に必要な国際基準策定への貢献に取

り組むとともに、環境適合性と経済性の両面における技術目標を満足する機体を提示するため、課題解決に必要な要素技術の高度化、それらをシステムとして統合するための設計技術の開発を実施し、並びに産学官一体の研究開発体制の構築及び技術実証構想の立案に向けて取り組んだことは、我が国優位技術の実証・確立に資するものであり、国が掲げている戦略的次世代航空機研究開発ビジョンの推進に貢献している。

○見込まれる直接・間接の成果・効果や波及効果の内容

本研究開発の直接の成果は以下の3つが挙げられる。

- ① 基準策定への貢献：ICAOでのソニックブーム基準策定や離着陸騒音基準策定において、大気乱流の影響を考慮したソニックブームの伝搬解析結果の提供やジェット騒音予測モデルの提案により、ソニックブームや離着陸騒音の定量的な検討等に貢献した。
- ② 超音速機実現の鍵技術の獲得：超音速旅客機が成立するための4つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を獲得し、それらの技術目標を同時に満たす機体コンセプトの技術的な成立性を示した。さらに、新たな優位技術として、全機ロバスト低ブーム設計技術を創出した。
- ③ 技術実証構想の策定：優先的に飛行実証すべき技

術課題として、ICAO 基準策定の動向に基づき必要性が高まると予想される全機ロバスト低ブーム設計技術を選定した。併せて、基準策定や国際共同開発につながり得る国内外の重要ステークホルダーとの関係を構築した。

陸域上空の超音速飛行を可能とする基準策定は超音速旅客機の市場開拓に必要な要素であり、また基準策定への貢献を通じて当該分野での我が国のプレゼンス向上や技術的な優位性が国際的に認知される効果が期待される。獲得した鍵技術は、達成した技術目標が特に環境性能の面で国際的優位性を有していることから、次世代超音速旅客機の国際共同開発において我が国産業界が競争力を発揮する源泉となりうるものであり、引き続き産学官を一体化した研究開発体制の構築と技術実証を推進することが期待される。

また、本研究開発の間接的成果としては、CFD 解析技術や風洞試験技術等により大気擾乱を考慮したソニックブーム伝搬解析技術や、エンジン排気がソニックブームに与える影響を CFD/風洞試験で評価するためのエンジン排気評価技術を開発し、航空科学技術分野の基盤技術の強化に寄与したことが挙げられる。

さらに、本研究開発において、航空機メーカーとの共同研究体制を構築したこと、日本航空宇宙学会の超音速研究会の設立に貢献したこと等は、産学における関連研究を活性化して研究レベルの向上を促し、我が国航空機産業競争力の土台となる波及効果である。国

<効率性>

本研究開発においては、JAXA、メーカー、大学等で構成された超音速ビジネスジェット機設計検討チームにおいて技術的な役割で貢献するとともに、平成 28 年度から公募型研究を開始し民間との共同研究を実施するなど体制構築を進めることで、適切な進捗状況のもと研究開発が進められている。今後は研究開発の進捗に応じ、運航者をはじめとする航空関連機関に対する積極的な情報発信及び意見聴取を行い、それを研究計画への反映に努めることが重要であると考えられる。

国際基準策定に向けての活動については、NASA、DLR、ONERA 等との共同研究により、研究リソースの有効活用やお互いの知見の補完を図りつつ進められている。

以上から、現時点では効率的に進められていると判断する。

際的にも、米国航空宇宙学会（AIAA）のソニックブーム推算ワークショップのオーガナイザとなるなど、我が国のプレゼンス向上に寄与した。

以上から、本課題の「有効性」は高かったと評価できる。

<効率性>

評価項目

計画・実施体制の妥当性

費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

研究開発の手段やアプローチの妥当性

評価基準

他機関との連携等により妥当な実施体制や費用分担がとられているか。

他機関との連携等研究開発をより効率的かつ効果的に実施するための方策はとられているか。

○計画・実施体制の妥当性及び研究開発の手段やアプローチの妥当性

研究開発においては、公募型研究制度の活用等により将来の機体開発に意欲のある企業の提案に基づく共同研究体制の構築が図られ、企業は供試体の製作・提供や、メーカーの知見を活かした要素技術適用が及ぼす全機システムへの影響評価などを担当した。また基準

「効率性」の観点

計画・実施体制の妥当性、目標・達成管理の妥当性、費用構造や費用対効果向上方策の妥当性、研究開発の手段やアプローチの妥当性等

策定に向けては、海外公的研究機関（NASA, ONERA, DLR）との国際共同研究を推進することで、役割分担を明確にするとともに、保有技術の相互検証を進めた。これらの活動により、JAXA と他機関との間でリソースの有効活用や知見の補完が行われ、効率的かつ効果的な実施体制により研究が進められたと判断する。

また、技術実証構想の策定に向けては、運航者との意見交換の実施や外部有識者委員会での議論を通じて、産学官の意見を広く聴取し、連携体制の強化が図られた。

○費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

本研究開発は、将来の国際共同開発において我が国が優位技術をもってその役割を担うことを目指すものであり、国が主導することが求められる。他方、要素技術研究やシステム設計研究において、公募型研究制度の活用等により、共研相手先（メーカー）からも応分の研究費を負担してもらうことで適切な費用分担を図るとともに、産官学の強みを生かした体制を構築することで、適切に費用対効果の向上を図った。

以上により、事業資源を効率的に活用しながら求められる目的の成果を出しており、本課題の「効率性」は高かったと評価できる。

（４）今後の研究開発の方向性
本課題は「継続」する。

理由：

現在、超音速機の開発は、低ブーム設計技術を要しない海域上空のみ超音速飛行を行う機体の実機開発と、低ブーム設計技術を要する陸域上空での超音速飛行を行う機体の研究開発がそれぞれ進んでいる。前者については、米国の複数社が2020年代半ばの就航を目指して民間超音速機の開発を進めており、運航者がこれに出資している状況を踏まえると、海域上空のみの超音速飛行であっても十分な移動時間短縮のニーズがあると判断されたと考えられ、移動時間短縮の社会的要求は引き続き高いと考えられる。そのため、陸域上空も巡航速度で飛行可能とする低ソニックブーム設計技術を含む技術開発は更なる移動時間の短縮につながることから社会的な価値が大きいと考えられる。後者については、ソニックブームの国際基準策定が引き続き ICAO で進められており、これに係る技術開発を日米欧が公的資金を投じて進めているところ。戦略的次世代航空機研究開発ビジョンで示されているアジア地域を日帰り圏とする高速移動を実現するためには、本研究開発分野に係る低ソニックブーム等の技術は我が国における民間超音速機の実現には必須であり、我が国産業の目指すべき方向とも合致していると考えられる。そのため、本研究開発が目指す超音速旅客機実現に向けた開発機運は引き続き高いと判断できる。また、ICAO における基準策定状況から本課題が掲げる目標が妥当であること、現時点で効率的に研究開発が進められていることとともに研究開発の進捗が順調であることか

ら、本課題の「継続」が妥当であると判断する。

(4) その他

- ・引き続き、産学官が一体となって研究開発を進められるよう、研究開発体制を不断に見直すべきである。
- ・ICAOの基準策定の状況を踏まえ、経済性・環境適合性に配慮しつつ研究開発に的確にフィードバックすべきである。
- ・海外の公的研究機関等による研究開発の動向を注視し、効果的な連携等を進めるべきである。
- ・JAXAの知財の国内企業を通じた活用の可能性にも配慮しつつ、国内外の民間事業の成立性や発展性、技術戦略等を注視すべきである。
- ・研究開発の進捗に応じ運航者をはじめとする航空関連機関に対する積極的な情報発信及び意見聴取を行うべきであり、さらにそれを適宜研究計画へ反映すべきである。
- ・各技術課題における技術目標に対し各年度の進捗を踏まえ、適切なマイルストーンを設定すべきである。
- ・過去のプロジェクト等で獲得したプロジェクト管理に関する知見を本課題で更に洗練させ、将来活用しやすい形として蓄積していくことも考慮し進めるべきである。
- ・毎年度の進捗に合わせ、企業などと連携しつつ外部資金を導入する等、効果的にリソースを活用して研究開発を進めるべきである。

<ul style="list-style-type: none"> ・事業終了後に向け、JAXA 外から十分なリソースが確保できるような体制を構築すべきである。 ・本研究結果が、国内企業を通じて高い自由度とスピード感をもって具現化できるような、JAXA と他組織との協働の可能性も関係者間で検討すべきである。 		
<p>(3) 総合科学技術基本計画等への貢献状況</p>	<p>(2) 総合科学技術基本計画等への貢献状況</p> <p>航空科学技術については、研究開発計画において重点的に推進すべき研究開発の取組として、我が国産業の振興、国際競争力強化に資する次世代を切り開く先進技術の研究開発が掲げられており、静粛超音速機統合設計技術の研究開発はその中に含まれている。</p> <p>本研究開発では、超音速機市場の開拓に必要な ICAO でのソニックブーム基準及び離着陸騒音基準の策定に対して技術的に貢献を果たすとともに、超音速旅客機が成立するための4つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を獲得し、それらの技術目標を同時に満たす機体コンセプトの技術的な成立性を示した。さらに、ICAO 基準策定の動向に基づき優先的に実証すべき技術課題と実証方法を選定し、産学官を一体化した研究開発体制の構築を進めた。これらの活動は、超音速機市場を開拓する国際的な基準策定への貢献、超音速旅客機の成立に必要な優位技術の獲得を通じて世界を先導し我が国産業の活性化・高度化に貢献するものである。</p> <p>以上から、本研究開発は研究開発計画に掲げられる取</p>	<p>※ 科学技術基本計画等にどう貢献したか簡潔に記載する。</p>

	<p>組の推進を通じて、科学技術基本計画及び我が国の航空科学技術の発展に大きく貢献するものであると言える。</p>	
	<p>(3) 総合評価</p> <p>① 総合評価</p> <p>本課題においては、所期の目標を踏まえ、超音速機市場の開拓に必要な国際民間航空機関（ICAO）におけるソニックブーム及び離着陸騒音の基準策定に対する技術的貢献をしたことは高く評価できる。また、超音速旅客機が成立するための4つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に満たす機体設計技術を獲得し、新たな優位技術として、ICAO 基準策定の動向に基づき必要性が高まると予想される全機ロバスト低ブーム設計技術を創出した。さらに、共同研究等を通じて、より一層の基準策定への貢献や鍵技術の国際共同開発につながり得る国内外の重要ステークホルダーとの関係を構築した。獲得した鍵技術は、特に環境性能の面で国際的優位性を有していることから、次世代超音速旅客機の国際共同開発において我が国産業界が競争力を発揮する源泉となりうるものであり、本課題で関係構築を進めた国内外の重要ステークホルダーと連携して飛行実証を中心とした技術実証を進める等により、国際基準策定により一層貢献し、超音速旅客機の実現を加速させることが期待されるものである。</p> <p>また、研究開発の過程でエンジン排気評価技術等の新たな解析・試験手法を開発し、航空科学技術分野の基盤技術の強化に寄与する間接的成果を得るとともに、航空</p>	<p>※ どのような成果を得たか、その所期の目標との関係は。波及効果があったか。などの観点から、本事業の総合的な評価について、簡潔に5～10行程度で記載のこと。</p>

	<p>機メーカーとの共同研究体制の構築や日本航空宇宙学会の超音速研究会の設立を通じて、産学における関連研究を活性化して研究レベルの向上を促す波及効果を得た。これらは我が国航空機産業競争力の土台となるものである。</p> <p>以上の成果を踏まえると、本課題の目標は達成されたと考えられる。</p> <p>② 評価概要</p> <p>本課題は、超音速機市場の開拓に必要な国際基準策定への貢献、超音速旅客機が成立するための4つの鍵技術（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に成立させる機体設計技術の獲得とその技術実証構想の策定を通じて、次世代超音速旅客機の国際共同開発において我が国産業界が競争力を発揮する源泉となる優位技術の確立・実証に資するものであり、所期の目標を達成したと判断される。</p> <p>今後は、本課題で構築を進めた国内外の重要ステークホルダーと連携して技術実証を進める等により、国際基準策定により一層貢献し、超音速旅客機の実現を加速させることが期待される。</p>	
	<p>(4) 今後の展望</p> <p>今後、短期的な取組として、国内外の重要ステークホルダーと連携して、本研究開発で獲得した全機ロバ</p>	<p>※ 今後の展望も記載のこと。 (研究結果を踏まえた今後の</p>

スト低ブーム設計技術の飛行実証や離着陸騒音低減技術の研究開発を進めることにより、JAXA のソニックブーム／離着陸騒音評価技術を認証に適用可能なツールとして標準化し、超音速機の市場を拓く ICAO 騒音基準策定のプロセスを加速する。同時に、騒音基準に適合した次世代超音速旅客機の開発には、JAXA を始めとする我が国の優位技術が不可欠であることを、超音速機開発における重要ステークホルダーと共有する。

並行した長期的な取組として、我が国産業界が超音速旅客機の国際共同開発に計画段階から参画するため、外部有識者委員会で提言された産学官が参加した協議会を組織し、それを通じて超音速機研究開発のビジョンと目標を産学官が共有して我が国一体となって研究開発を進める体制を構築する。

これらの取組により、我が国がその恩恵を最大限に享受できる超音速機を実現し、航空機産業の拡大に貢献することが期待される。

さらに、ポスト・コロナにおいてはオンラインによるコミュニケーションが一般化するものの、引き続き対面でのコミュニケーション需要は無くならず、超音速旅客機による移動時間短縮のニーズは高いと考えられるが、生活様式の変化等の影響も考慮し、航空輸送ニーズに対する市場調査・分析を行って目標とする超音速旅客機の仕様等に適切にフィードバックすることが期待される。

展望、予想される効果・効用、留意事項（研究開発が社会に与える可能性のある影響（倫理的・法的・社会的課題及びそれらへの対応）を含む。）

