

航空科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果

令和3年2月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会

航空科学技術委員会 委員名簿

(臨時委員)

◎ 李家賢一 東京大学大学院工学系研究科教授

(専門委員)

佐藤哲也 早稲田大学理工学術院基幹理工学部教授

○ 高辻成次 一般社団法人日本航空宇宙工業会常務理事

武市昇 首都大学東京システムデザイン学部教授

竹内健蔵 東京女子大学現代教養学部教授

戸井康弘 一般財団法人日本航空機開発協会常務理事

富井哲雄 株式会社日刊工業新聞社編集局科学技術部記者

難波章子 株式会社タンゴ・エア・サポート代表取締役

松島紀佐 富山大学大学院理工学研究部非常勤講師

山内純子 株式会社ミクニ社外監査役

和田雅子 一般社団法人日本女性航空協会理事

(令和3年2月現在、敬称略、五十音順 ◎:主査 ○:主査代理)

「静粛超音速機統合設計技術の研究開発」の概要

1. 課題実施期間 平成28年度～平成31年度 中間評価 平成30年度、事後評価 令和2年度

2. 研究開発の概要・目的

アジア圏を日帰り可能とする超音速旅客機の実現は、我が国の経済活動の更なる発展に貢献できるものであり、非常に価値のある技術である。一方、コンコルドの失敗例にあるように、経済性と環境適合性に関する解決しなければならない課題が残っており、我が国では、低抵抗技術、ソニックブーム低減設計コンセプトについて、世界に先駆けて飛行実証したところ。これらの技術を核に、ICAO⁽¹⁾のソニックブーム基準策定に技術的に貢献し、そこで得られた情報を競争力強化のための要素技術研究に役立てる。国内産業の国際競争力強化のため、超音速機が旅客機として成立するための最終ステップとなる低ソニックブーム⁽²⁾／低離着陸騒音⁽³⁾／低抵抗⁽⁴⁾／軽量化⁽⁵⁾を同時に満たすシステム設計技術を世界に先駆けて取り組み、最終的には磨きをかけた低ブーム/低抵抗技術の実証を目指す。

3. 研究開発の必要性等

平成26年に策定された「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン(文科省)」では、航空産業の超成長産業化に向けた2つの研究開発プログラムの1つとして、超音速機研究開発プログラムが掲げられており、本研究開発は当該プログラムの開発目標の達成に資するものである。

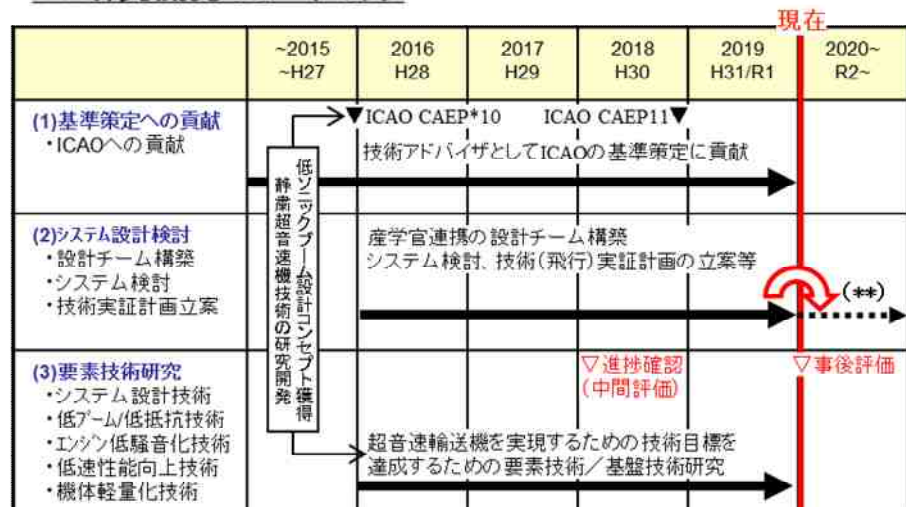
超音速旅客機の実現は、産業競争力に加えて運航者のみならず商業や観光等の発展などの経済効果が見込まれる。欧米ではソニックブーム基準の策定が進められている中、米国の民間企業が2020年代半ばの就航に向けた民間超音速機(10～50席程度)の開発に取り組を進めている。しかしながら、これには騒音や航続距離が短いという運用上の問題を解決する必要があることに加え、多額の研究開発投資が必要なために開発リスクが大きい。

そのため、本研究開発では、従来の国内の産学官の連携体制を更に発展させるとともに、海外連携にも取り組むことで国内外のリソースを効果的に活用するなどの効率的な体制のもと、鍵技術の実証レベルとシステム統合度の双方を高めながら進めることで、我が国における研究開発の質の向上とともに、その成果を超音速機のみならず広く我が国航空産業の国際競争力強化にも波及させるものとする。

【次世代SSTの技術課題と技術目標】

環境適合性向上技術 (基準の動向を踏まえて技術目標を強化)
 ・ソニックブーム強度 → ■陸域でも飛行可能な水準(ICAOの議論を反映)
 ・離着陸騒音 → ■亜音速機と同等の基準に適合
 経済性向上技術 (環境適合性技術目標達成において性能が下がらないこと)
 ・低抵抗化 → ■アジア圏内をノンストップで到達できる航続距離
 ・軽量化
各技術目標を同時に達成!

4. 研究開発のロードマップ



*CAEP: 航空環境保全委員会のごとで3年毎に本会議が開催される

**H31年度以降の研究開発計画は、産学官一体の体制で検討

5. 執行額の変遷

年度	H28-31				R2以降
	H28	H29	H30	H31/R1	
執行額	0.8億	0.8億	1.8億	2.6億	

- (1)ICAO: International Civil Aviation Organizationの略で国際民間航空機関のこと。
- (2)超音速飛行時に発生する爆音のような騒音を下げる技術で環境適合性向上につながる。
- (3)エンジン低騒音化技術と低速性能向上技術により、騒音を下げる技術で環境適合性向上につながる。
- (4)空気抵抗を下げて航続距離を長くする技術で、経済性向上につながる。
- (5)複合材構造を適用することで機体を軽量化して航続距離を長くする技術で経済性向上につながる。

事後評価票

(令和2年9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

（1）課題の達成状況

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。当

該技術は JAXA が世界に先駆けて得た研究成果であり、JAXA のソニックブームと離着陸騒音解析分野における先進性と優位性も同時に評価された。

- 大気乱流の影響を考慮した JAXA ソニックブーム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認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たところ、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と評価されるに至った。その結果 JAXA 提案が 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上で有意義な提言を引き出した。具体的には、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、これまでの超音速技術研究が高く評価された結果、超音速機実現に向けて中核的な役割を担うべきと判断され、優位技術の先行実証と、R&D プログラムを先導することが期待されている。
- ・ 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、ICAO における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 における国際基準策定の動向、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 における国際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とともに、国際共同開発において主導権を獲得するという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を可能とし、亜音速機と同等の騒音基準を要求する空港でも離着陸できるよう 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 における国際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、エンジン排気がソニックブームに与える影響について評価するには、エンジン排気そのものの熱流体的状況を評価する必要があるため、風洞試験において高圧ガスをを用いたエンジン排気模擬技術を新たに開発した。この評価技術は超音速機以外の機体におけるエンジン排気干渉影響評価にも有効であり、間接的な成果として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、低速空力特性を改善し必要なエンジン推力を低減するため、揚力特性を最適化する高揚力装置（クーラーガーフラップ）設計技術を開発した。さらに、低騒音ノズル設計技術（日米特許取得）低ブームとエンジン騒音遮蔽効果を両立する機体形状設計技術の開発・適用等により、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、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、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、全金属構造の機体に対して構造重量 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。

<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

米国や欧州に比べて航空科学技術分野の研究開発費の規模が小さい我が国においては、国際基準策定の議論に参画し欧米が注力する重要技術分野を見極めた研究開発により国際競争力を高めることが重要であり、ICAOにおける国際基準策定に貢献する独創性、先導性、発展性が高い研究開発を進めることが科学的・技術的意義が大きく必要性が高いものであると言える。

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「運航経済性」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月公開）に照らしても、基準適合の見通しを維持している。

また、ICAOの基準策定における議論において、機体直下だけでなく側方への伝播も含めた、ソニックブームが観測されるエリア全域における低ブーム化が求められると予想されることから、我が国が基準策定プロセスへ効果的に関与するために有効な技術として、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、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が実現されるとともに、大都市間の移動に限らず地方拡散型のグローバルネットワークを切り開く手段として有効な側面を持ち、新たな市場の創出につながることを期待され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したことの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資することにより、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 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、我が国が基準策定プロセスへ効果的に関与するために有効な技術である全機ロ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。欧米で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 における国際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 ICAO における国際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、数値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、風洞試験による高圧ガスを用いたエンジン排気模擬技術及び CFD によるソニックブームに与えるエンジン排気の影響解析技術から成るエンジン排気評価技術を新たに開発し、超音速機の研究開発に限らず応用できる汎用性の高い航空科学技術分野の基盤技術も獲得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

本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、外部有識者委員会での意見交換や議論を通じて、運航者や産学官の意見を広く聴取し、連携体制の強化が図られた。

このように連携や共同研究の体制をとったことにより、効率的かつ効果的に JAXA 内外のリソースを活用できたことから、計画・実施体制及び研究開発の手段やアプローチの妥当性が高いと言える。

○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、産官学の強みを生かした体制を構築するとともに、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り国費の負担を軽減したことから、本研究課題における費用構造は妥当であったと判断する。

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。

（２）科学技術基本計画等への貢献状況

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。

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 における国際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。

以上から、本研究開発は研究開発計画に掲げられる取組の推進を通じて、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成果を上げたと言える。

（３）総合評価

① 総合評価

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における国際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、経済性はもとより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。

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。

4つの鍵技術を同時に満たす機体設計技術に加えて全機ロバスト低ブーム設計技術という新たな優位技術を獲得し、さらに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ことを踏まえ、超音速機実現に向け、これらの統合設計技術を実証するフェーズへの準備が整ったといえる。

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。

② 評価概要

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。

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。

(4) 今後の展望

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をはじ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。これらの取組、特に飛行実証に向けた取組では、過去の飛行実証実験の知見等も活かして実施することが期待される。

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とともに、超音速機の必要性や有用性をより広い範囲で認識してもらうことが期待される。

さらに、with/ after コロナ時代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、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。また、今後の研究開発の進め方として、感染防止の観点から国内外ステークホルダーとのコミュニケーション方法に留意し、本研究課題で構築した連携体制を維持・強化する必要がある。