

中間評価票（案）

（平成30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		
中間評価結果(当初案)	中間評価結果(第57回委員会時点案)	コメント等
<p>2. 研究開発計画との関係</p> <p>施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>	<p>2. 研究開発計画との関係</p> <p>施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>	

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地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と企業等との共同/受託研究数）
- (2) 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

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地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と企業等との共同/受託研究数）
- (2) 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

<p>ム/著作権)の供与数)</p> <p>(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</p>	<p>ム/著作権)の供与数)</p> <p>(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</p>	
<p>3. 評価結果</p> <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<u>キー</u>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、実証するために、平成28年度より開始されたものである。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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 ○<u>キー</u>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 <p>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</p>	<p>3. 評価結果</p> <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<u>鍵</u>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するために、平成28年度より開始されたものである。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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 ○<u>鍵</u>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 <p>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</p>	<p>李家主査</p> <p>「キー」と「鍵」の記載を統一したほうがよい。（以降何カ所かで使われている。）</p> <p>→ご指摘を踏まえて修正しました。</p>

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。

- ・陸地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

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

キー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に飛行実証機概念検討を委託しており、実証構想を具体化すべく平成 30 年度も引き続き概念検討が進められている。

要素技術研究について、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

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。

- ・陸地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

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に飛行実証機概念検討を委託しており、実証構想を具体化すべく平成 30 年度も引き続き概念検討が進められている。

要素技術研究について、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 人乗り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

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 人乗り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。

※ 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

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。

※ 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

<p>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</p> <p>※4 : 次世代超音速機技術の研究 (NEXST: National Experimental Supersonic Transport、1997-2005)</p> <p>※5 : 「Silent Super Sonic Technology (静粛超音速機技術)」</p>	<p>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</p> <p>※4 : 次世代超音速機技術の研究 (NEXST: National Experimental Supersonic Transport、1997-2005)</p> <p>※5 : 「Silent Super Sonic Technology (静粛超音速機技術)」</p>	
<p>(2) 各観点の再評価</p> <p><必要性></p> <p>(事前評価結果)</p> <p>【科学的・技術的意義】</p> <p>超音速機が実現するためには、コンコルド開発で明確になった離着陸時と超音速巡航時の騒音が大きいという環境適合性の問題と、抵抗が大きく機体重量も重いことから航続距離が短いという運用時の経済性の問題を解決する必要がある。これまで JAXA では NEXST プロジェクトにおいて抵抗低減技術を獲得し、D-SEND プロジェクトにおいて超音速巡航時の騒音低減を実現するソニックブーム低減コンセプトを世界に先駆けて実証してきたところである。D-SEND において培われたソニックブーム低減コンセプトの優位性を生かして超音速機</p>	<p>(2) 各観点の再評価</p> <p><必要性></p> <p>(事前評価結果)</p> <p>【科学的・技術的意義】</p> <p>超音速機が実現するためには、コンコルド開発で明確になった離着陸時と超音速巡航時の騒音が大きいという環境適合性の問題と、抵抗が大きく機体重量も重いことから航続距離が短いという運用時の経済性の問題を解決する必要がある。これまで JAXA では NEXST プロジェクトにおいて抵抗低減技術を獲得し、D-SEND プロジェクトにおいて超音速巡航時の騒音低減を実現するソニックブーム低減コンセプトを世界に先駆けて実証してきたところである。D-SEND において培われたソニックブーム低減コンセプトの優位性を生かして超音速機</p>	

を実現するためには、D-SEND において考慮されていなかった離着陸時騒音低減、機体軽量化、低抵抗化の諸点も加味したシステム実証が必要である。

本研究開発では、NEXST で飛行実証した抵抗低減技術、及び D-SEND で飛行実証したソニックブーム低減設計コンセプトを核として、低ソニックブーム、低離着陸騒音、抵抗低減技術、軽量化の 4 つ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すために独創的な要素技術開発とそれらを機体に適用するための統合設計技術を獲得することを目的としており、これは世界に先駆けて取り組む先進的な研究開発であり、科学的・技術的意義があると判断する。

なお、4 つの技術目標は低ソニックブームと低離着陸騒音については国際的な基準に適合することを目標としており、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を達成する目標としている。

① 低ソニックブームの目標を達成するためには、D-SEND で実証されたコンセプトを、エンジンを取り付けた機体に適用して、ソニックブーム低減効果を示すことが求められる。その際に国際的な基準に適合するよう、機体とエンジンの統合技術を開発しソニックブーム低減効果が D-SEND 実証より低減しない技術の研究開発が

を実現するためには、D-SEND において考慮されていなかった離着陸時騒音低減、機体軽量化、低抵抗化の諸点も加味したシステム実証が必要である。

本研究開発では、NEXST で飛行実証した抵抗低減技術、及び D-SEND で飛行実証したソニックブーム低減設計コンセプトを核として、低ソニックブーム、低離着陸騒音、抵抗低減技術、軽量化の 4 つ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すために独創的な要素技術開発とそれらを機体に適用するための統合設計技術を獲得することを目的としており、これは世界に先駆けて取り組む先進的な研究開発であり、科学的・技術的意義があると判断する。

なお、4 つの技術目標は低ソニックブームと低離着陸騒音については国際的な基準に適合することを目標としており、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を達成する目標としている。

① 低ソニックブームの目標を達成するためには、D-SEND で実証されたコンセプトを、エンジンを取り付けた機体に適用して、ソニックブーム低減効果を示すことが求められる。その際に国際的な基準に適合するよう、機体とエンジンの統合技術を開発しソニックブーム低減効果が D-SEND 実証より低減しない技術の研究開発が

必要である。

- ② 低離着陸騒音の目標を達成するためには、一つにエンジンの騒音を下げることが求められ、超音速機特有の推進系の形態においても排気ジェット騒音を低減できるような要素技術の研究開発が必要である。
- ③ 低抵抗の目標を達成するためにはNEXSTで実証された抵抗低減技術を、エンジンを取り付けた機体に適用して、抵抗低減効果を示す技術開発が求められる。さらに、超音速機の特徴である亜音速機に比べて相対的に大きなエンジンが取り付けられることや一般的に抵抗が増加するソニックブームを低減する機体形状であることを考慮しても抵抗低減を可能とする機体とエンジンの形状最適化設計技術の研究開発が必要である。
- ④ 軽量化の目標を達成するためには、亜音速機に比べて薄い翼でも軽量化の効果を発揮できる複合材構造設計技術の研究開発が必要である。

【社会的・経済的意義】

社会的・経済的意義の一つとして本研究開発は超音速旅客機の実現を目指したものであることがあげられる。超音速旅客機の実現は多様化する将来航空輸送ニーズの中で長距離移動にかかる時間の短縮化へ対応するものであり、陸域が飛行可能

必要である。

- ② 低離着陸騒音の目標を達成するためには、一つにエンジンの騒音を下げることが求められ、超音速機特有の推進系の形態においても排気ジェット騒音を低減できるような要素技術の研究開発が必要である。
- ③ 低抵抗の目標を達成するためにはNEXSTで実証された抵抗低減技術を、エンジンを取り付けた機体に適用して、抵抗低減効果を示す技術開発が求められる。さらに、超音速機の特徴である亜音速機に比べて相対的に大きなエンジンが取り付けられることや一般的に抵抗が増加するソニックブームを低減する機体形状であることを考慮しても抵抗低減を可能とする機体とエンジンの形状最適化設計技術の研究開発が必要である。
- ④ 軽量化の目標を達成するためには、亜音速機に比べて薄い翼でも軽量化の効果を発揮できる複合材構造設計技術の研究開発が必要である。

【社会的・経済的意義】

社会的・経済的意義の一つとして本研究開発は超音速旅客機の実現を目指したものであることがあげられる。超音速旅客機の実現は多様化する将来航空輸送ニーズの中で長距離移動にかかる時間の短縮化へ対応するものであり、陸域が飛行可能

であれば、航空機製造産業やエアラインのみならず、商業、観光等の発展に寄与し、高い経済効果が見込まれる※6。また、超音速旅客機が我が国に導入された場合には、経済成長著しいアジア諸都市が日帰り交流圏に入ることとなり経済活動の拡大が期待できる。一方で、本研究開発の技術目標には ICAO の CO2 排出基準策定で議論されている CO2 排出の指標である航続距離が目標として設定されているため、騒音に加えて CO2 排出に関する環境適合性への配慮、またコンコルド時代からの圧倒的な燃費の向上による経済性への配慮に関しても同時に取り組む研究開発とすべきである。

二つ目の社会的・経済的意義として本研究開発は我が国産業界の国際競争力強化に資するものである。我が国航空産業界の国際競争力が向上するには、産業界が競合相手に差別化ができるような高いレベルの要素技術を獲得することと、超音速機特有の高いレベルの要素技術を統合するシステムインテグレータとしての技術力を獲得することとしている。

以上より、本課題は現在開発が進んでいる超音速ビジネスジェットや将来超音速旅客機実現の鍵となる低ソニックブーム設計技術の実用化を目指した課題であり、ICAO での国際基準策定への貢献と併せて社会的・経済的意義があると判断する。

であれば、航空機製造産業やエアラインのみならず、商業、観光等の発展に寄与し、高い経済効果が見込まれる※6。また、超音速旅客機が我が国に導入された場合には、経済成長著しいアジア諸都市が日帰り交流圏に入ることとなり経済活動の拡大が期待できる。一方で、本研究開発の技術目標には ICAO の CO2 排出基準策定で議論されている CO2 排出の指標である航続距離が目標として設定されているため、騒音に加えて CO2 排出に関する環境適合性への配慮、またコンコルド時代からの圧倒的な燃費の向上による経済性への配慮に関しても同時に取り組む研究開発とすべきである。

二つ目の社会的・経済的意義として本研究開発は我が国産業界の国際競争力強化に資するものである。我が国航空産業界の国際競争力が向上するには、産業界が競合相手に差別化ができるような高いレベルの要素技術を獲得することと、超音速機特有の高いレベルの要素技術を統合するシステムインテグレータとしての技術力を獲得することとしている。

以上より、本課題は現在開発が進んでいる超音速ビジネスジェットや将来超音速旅客機実現の鍵となる低ソニックブーム設計技術の実用化を目指した課題であり、ICAO での国際基準策定への貢献と併せて社会的・経済的意義があると判断する。

【国費を用いた研究開発としての意義】

超音速機の開発は従来の亜音速機開発に比べて達成しなければならない各要素技術のレベルが高い。また、統合設計技術については超音速機特有の要素技術を含めた、空力・構造等の膨大な関連技術を取りまとめていく必要があることから格段に**開発リスク**が高い。また、多額の研究開発投資が必要となるため、民間メーカーが事業化に乗り出す前に技術的課題を解決しておく必要があり、国費を用いた研究開発としての意義がある。なお、米国や欧州においても同様に国（NASA、EC/EU）が中心となり技術研究開発・技術実証計画が進められているところである。

（再評価）

現在、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いるが、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。そのため、陸地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る。なお、陸地上空超音速飛行に向けたソニックブームの国際基準策定は引き続き ICAO で進められているところであり、JAXA は先進的知見を生かして当該活動への貢献も行っている。以上から、本研究開発の科学的・技術的意義は引き続き高いと言える。

【国費を用いた研究開発としての意義】

超音速機開発は従来の亜音速機開発に比べて達成しなければならない各要素技術のレベルが高い。また、統合設計技術については超音速機特有の要素技術を含めた、空力・構造等の膨大な関連技術を取りまとめていく必要があることから格段に**開発リスク**が高い。また、多額の研究開発投資が必要となるため、民間メーカーが事業化に乗り出す前に技術的課題を解決しておく必要があり、国費を用いた研究開発としての意義がある。なお、米国や欧州においても同様に国（NASA、EC/EU）が中心となり技術研究開発・技術実証計画が進められているところである。

（再評価）

現在、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いるが、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。そのため、陸地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も言える**とともに、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。**なお、陸地上空超音速飛行に向けたソニックブームの国際基準策定は引き続き ICAO で進められているところであり、JAXA は先進的知見を生かして

松島委員：

米国の会社が既に開発を行っており、「開発リスクが高い」という文言は誤解の無いように使うべき。
→米国社が有しない高度な技術であるソニックブーム低減技術等の開発について「開発リスク」が高いという主旨で開発リスクが高いと記載しています。なお、この部分は事前評価の記載であるため、現行の記載のとおりとさせて頂きました。

李家主査：

事前評価では国費を用いることの意義について述べているが、引き続き高い意義があると判断されるようなコメントを理由と共に追加したい。

先述の米国社による機体開発のうち、米国デンバーを本拠地とするブーム・テクノロジー（BOOM）社の 50 席級超音速旅客機の開発に対し、平成 29 年 12 月に日本航空（JAL）が約 11 億円を出資し、事業者の観点からサポートを行う一方、20 機分の優先発注権を獲得したと発表した。その際のプレスリリースでは、「航空機による『移動時間の短縮』には大きな価値があり、その可能性に対する BOOM の挑戦を JAL は定期航空運送事業者の観点からサポートし、その実現による顧客価値向上」を目指すとしている。また同じく平成 29 年 12 月には、米国リノを本拠地とし最大 12 席の超音速ビジネスジェット AS2 を開発しているエアリオン（Aerion）社は、ロッキード・マーティン社と同機的设计・認証・製造に関して共同開発の検討を進めると発表するとともに、同機のエンジンに関して、GE エアロスペース社と共同で検討を進めていることを発表した。このように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高まってきており、本研究開発の社会的・経済的意義はさらに高まっているといえる。

これらの動向からも超音速機の時間短縮効果を

当該活動への貢献も行っている。以上から、本研究開発の科学的・技術的意義、**国費を用いた研究開発としての意義**は引き続き高いと言える。

先述の米国社による機体開発のうち、米国デンバーを本拠地とするブーム・テクノロジー（BOOM）社の 50 席級超音速旅客機の開発に対し、平成 29 年 12 月に日本航空（JAL）が約 11 億円を出資し、事業者の観点からサポートを行う一方、20 機分の優先発注権を獲得したと発表した。その際のプレスリリースでは、「航空機による『移動時間の短縮』には大きな価値があり、その可能性に対する BOOM の挑戦を JAL は定期航空運送事業者の観点からサポートし、その実現による顧客価値向上」を目指すとしている。また同じく平成 29 年 12 月には、米国リノを本拠地とし最大 12 席の超音速ビジネスジェット AS2 を開発しているエアリオン（Aerion）社は、ロッキード・マーティン社と同機的设计・認証・製造に関して共同開発の検討を進めると発表するとともに、同機のエンジンに関して、GE エアロスペース社と共同で検討を進めていることを発表した。このように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高まってきており、本研究開発の社会的・経済的意義はさらに高まっているといえる。

これらの動向からも超音速機の時間短縮効果を

→ご指摘を踏まえ修正しました。

<p>最大化する低ソニックブーム設計技術等本研究開発の必要性は維持されているものと判断する。</p> <p>※6: 世界の GDP の約 1.5%に相当する 40 兆円/年の経済効果（日本航空宇宙工業会調べ）</p>	<p>最大化する低ソニックブーム設計技術等本研究開発の必要性は維持されているものと判断する。</p> <p>※6: 世界の GDP の約 1.5%に相当する 40 兆円/年の経済効果（日本航空宇宙工業会調べ）</p>	
<p><有効性></p>	<p><有効性></p>	
<p>(事前評価結果)</p> <p>【研究開発の質の向上への貢献】</p> <p>本課題への取組みでは、静粛超音速機技術の研究開発（S3）で設定した超音速旅客機実現に向けた4つの技術目標に対して、ICAOで検討が進んでいるソニックブーム基準策定動向および2017年から強化される新たな離着陸騒音基準（ICAO Chapter 14）に対応すべく技術目標を詳細化する。相反する要求であるこれら4つの超音速機特有の技術目標（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に満たすべく、鍵となる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本課題を解決することによって、S3の成果の技術レベル向上が期待される。</p> <p>【行政施策への貢献や寄与の程度】</p> <p>本課題では、NEXSTにより実証された抵抗低減技術とD-SENDプロジェクトで獲得されたソニックブーム低減コンセプトを核に静粛超音速機技術の研究開発（S3）で開発した要素技術の統合レベ</p>	<p>(事前評価結果)</p> <p>【研究開発の質の向上への貢献】</p> <p>本課題への取組みでは、静粛超音速機技術の研究開発（S3）で設定した超音速旅客機実現に向けた4つの技術目標に対して、ICAOで検討が進んでいるソニックブーム基準策定動向および2017年から強化される新たな離着陸騒音基準（ICAO Chapter 14）に対応すべく技術目標を詳細化する。相反する要求であるこれら4つの超音速機特有の技術目標（低ソニックブーム／低離着陸騒音／低抵抗／軽量化）を同時に満たすべく、鍵となる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本課題を解決することによって、S3の成果の技術レベル向上が期待される。</p> <p>【行政施策への貢献や寄与の程度】</p> <p>本課題では、NEXSTにより実証された抵抗低減技術とD-SENDプロジェクトで獲得されたソニックブーム低減コンセプトを核に静粛超音速機技術の研究開発（S3）で開発した要素技術の統合レベ</p>	

ルを向上させるシステム設計技術研究を進める。併せて、最終的な民間への技術移転に必要な技術成熟度（TRL※7）達成に向けた技術実証計画の立案を行う。この際、製造産業、エアライン、シンクタンク等を含む産官学連携体制を構築する。これは、平成 26 年度に文部科学省次世代航空科学技術タスクフォースがとりまとめた「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プログラムにつながるものであり、ビジョンが掲げる 2040 年代の超音速旅客機実現に資するものであると考える。

【見込まれる直接・間接の成果・効果や波及効果の内容】

直接の成果は 4 つの技術目標を同時に満足することを技術的に示すことのできる統合設計技術とそれを実現する要素技術の獲得である。また、ICAO におけるソニックブーム基準策定への技術貢献により、基準策定の議論が加速されること、さらに将来に向けて構築される産官学一体の体制とその体制で検討される技術実証構想結果が挙げられる。

間接の成果としては数値解析技術のような解析技術、風洞試験やエンジン試験等の試験／計測技術、最適化を含む設計／評価技術等のレベル向上

ルを向上させるシステム設計技術研究を進める。併せて、最終的な民間への技術移転に必要な技術成熟度（TRL※7）達成に向けた技術実証計画の立案を行う。この際、製造産業、エアライン、シンクタンク等を含む産官学連携体制を構築する。これは、平成 26 年度に文部科学省次世代航空科学技術タスクフォースがとりまとめた「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プログラムにつながるものであり、ビジョンが掲げる 2040 年代の超音速旅客機実現に資するものであると考える。

【見込まれる直接・間接の成果・効果や波及効果の内容】

直接の成果は 4 つの技術目標を同時に満足することを技術的に示すことのできる統合設計技術とそれを実現する要素技術の獲得である。また、ICAO におけるソニックブーム基準策定への技術貢献により、基準策定の議論が加速されること、さらに将来に向けて構築される産官学一体の体制とその体制で検討される技術実証構想結果が挙げられる。

間接の成果としては数値解析技術のような解析技術、風洞試験やエンジン試験等の試験／計測技術、最適化を含む設計／評価技術等のレベル向上

や機能拡大等が挙げられる。

これらの成果の波及効果として、わが国産業界に向けては前項【社会的・経済的意義】で記載されているように国際競争力の土台になることが期待される。また、学界に向けては、超音速機に関する将来の技術目標を示すことで空力、推進、構造分野を専門とする多くの研究者の研究の方向性を合わせ、研究者間の交流や議論が活性化するものと考えられ、超音速機以外への技術波及効果を含めわが国の研究レベルが向上することが期待される。さらに先進的な研究成果を海外に向けて発信して行くことで、日本の技術水準の高さを世界にアピールできると考えられる。

(再評価)

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。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、この他には本研究開発開始以後に特段の事情の変化が無いことから、本研究開発が技術目標として掲

や機能拡大等が挙げられる。

これらの成果の波及効果として、わが国産業界に向けては前項【社会的・経済的意義】で記載されているように国際競争力の土台になることが期待される。また、学界に向けては、超音速機に関する将来の技術目標を示すことで空力、推進、構造分野を専門とする多くの研究者の研究の方向性を合わせ、研究者間の交流や議論が活性化するものと考えられ、超音速機以外への技術波及効果を含めわが国の研究レベルが向上することが期待される。さらに先進的な研究成果を海外に向けて発信して行くことで、日本の技術水準の高さを世界にアピールできると考えられる。

(再評価)

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。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、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開始しているが、いずれも飛

松島委員：

「我が国産業界の振興、国際競争力強化に資するため云々」という中目標

<p>げた ICAO Chapter 14 適合は妥当であり、その上で低ソニックブーム性と低抵抗性を同時に満たすことを目指すとした本課題の目標の有効性は維持されているものと判断する。</p> <p>※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</p>	<p>行実証された低ブーム設計技術を有していない。そのため、陸地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。</p> <p>※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</p>	<p>に照らすと、それらの技術レベルを向上させた新型超音速機の商用輸送機としての優位点は何かについての再評価が必要 →ご指摘を踏まえ修正しました。</p> <p>李家主査： 「特段の事情」という言葉が曖昧なので、明確にして欲しい。 →ご指摘を踏まえ修正しました。</p>
<p><効率性> (事前評価結果) 【計画・実施体制の妥当性】</p> <p>本研究開発は、以下の計画・体制により効率的・効果的に推進するものとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> これまで、抵抗低減技術、ソニックブーム低減技術開発で構築してきた、産学官の連携体制を、超音速機の実現に向けて取組みを行ってきた我が国の組織、団体の英知を結集できる体制へと発展させ、また必要に応じて海外機関との連携にも取り組む。 一定程度の成果を挙げてきた公募型研究制度も引き続き活用することで体制を強化する。 	<p><効率性> (事前評価結果) 【計画・実施体制の妥当性】</p> <p>本研究開発は、以下の計画・体制により効率的・効果的に推進するものとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> これまで、抵抗低減技術、ソニックブーム低減技術開発で構築してきた、産学官の連携体制を、超音速機の実現に向けて取組みを行ってきた我が国の組織、団体の英知を結集できる体制へと発展させ、また必要に応じて海外機関との連携にも取り組む。 一定程度の成果を挙げてきた公募型研究制度も引き続き活用することで体制を強化する。 	

- ・ 他研究課題と重複する技術課題を避け、4つの要素技術についてそれぞれの技術の現状TRLと目指すべきTRL及び各技術固有の事情等を考慮した上で、適切なタイミング・手法で技術レベルを向上させることで、研究開発リソースの合理化に努める。
- ・ ソニックブーム基準策定への技術貢献については、米国NASA等と連携を取りながら進める。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

本研究開発に必要な費用としては、要素技術のシステム統合度向上及び技術実証レベル向上に必要な要素技術研究開発費用と、技術参照機体としての超音速旅客機を対象とした要素技術の適用・評価システム設計検討費用、及び技術実証機概念検討と飛行実証を含む技術実証計画立案費用があり、特に技術実証機概念検討にはメーカーの検討費用等が必要となる。

このため、費用構造については、本研究開発の恩恵を受ける産業界などの共同研究相手先もリソースを負担してもらう体制をとることを原則とし、また、費用対効果向上方策については、産官学の強みを生かした体制を構築することとしているが、それらの体制については、外部リソースの導入に努めると共に費用に対する効果（成果）が最大限得られるものとすべきである。

- ・ 他研究課題と重複する技術課題を避け、4つの要素技術についてそれぞれの技術の現状TRLと目指すべきTRL及び各技術固有の事情等を考慮した上で、適切なタイミング・手法で技術レベルを向上させることで、研究開発リソースの合理化に努める。
- ・ ソニックブーム基準策定への技術貢献については、米国NASA等と連携を取りながら進める。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

本研究開発に必要な費用としては、要素技術のシステム統合度向上及び技術実証レベル向上に必要な要素技術研究開発費用と、技術参照機体としての超音速旅客機を対象とした要素技術の適用・評価システム設計検討費用、及び技術実証機概念検討と飛行実証を含む技術実証計画立案費用があり、特に技術実証機概念検討にはメーカーの検討費用等が必要となる。

このため、費用構造については、本研究開発の恩恵を受ける産業界などの共同研究相手先もリソースを負担してもらう体制をとることを原則とし、また、費用対効果向上方策については、産官学の強みを生かした体制を構築することとしているが、それらの体制については、外部リソースの導入に努めると共に費用に対する効果（成果）が最大限得られるものとすべきである。

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

【計画・実施体制の妥当性】で示したとおり、適切なタイミング・手法で技術レベルを向上させることとしており、例えば NEXST や D-SEND で飛行実証された TRL4 レベルである低抵抗／低ブーム技術については、機体／推進系統合設計検討を通してシステム統合度を向上することで TRL5 を目指す。他の一例として、現状 TRL3 レベルである構造軽量化技術や低速空力性能向上技術であれば、複合材最適設計技術や高揚力装置最適設計を実機設計に適用し、実証レベルを向上することにより TRL4 レベルを目指すなど、適切に検討・判断を行うこととしている。

以上、本研究開発における計画・実施体制、費用構造・費用対効果向上方策、研究開発手段・アプローチについては妥当であると判断する。

(再評価)

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、新規に公募型研究を開始し民間側からの研究費負担を得たうえで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

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

【計画・実施体制の妥当性】で示したとおり、適切なタイミング・手法で技術レベルを向上させることとしており、例えば NEXST や D-SEND で飛行実証された TRL4 レベルである低抵抗／低ブーム技術については、機体／推進系統合設計検討を通してシステム統合度を向上することで TRL5 を目指す。他の一例として、現状 TRL3 レベルである構造軽量化技術や低速空力性能向上技術であれば、複合材最適設計技術や高揚力装置最適設計を実機設計に適用し、実証レベルを向上することにより TRL4 レベルを目指すなど、適切に検討・判断を行うこととしている。

以上、本研究開発における計画・実施体制、費用構造・費用対効果向上方策、研究開発手段・アプローチについては妥当であると判断する。

(再評価)

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

(事務局：開始時期の明確化等記載の適正化。)

開発が進められている。また、平成 30 年度からは、システムレベルでの技術評価や技術実証に向けた研究活動の体制を強化するため JAXA に航空システム研究ユニットを発足させ、超音速機等のシステム研究の関係研究職員を同ユニットに集約させ、更なる効率化が図られている。

いる。今後は研究開発の進捗に応じ、運航者等の航空関連企業との積極的なコミュニケーションも重要であると考えられる。

高辻委員：

共同研究における費用負担について誤解を与えない書きぶりにすべき。

→ご指摘を踏まえ修正しました。

武市委員：

研究職員の集約は研究組織全体の運営に関わる点なので個別の研究開発課題の評価中に記載すべきことでは無いのではないか。

→ご指摘を踏まえ修正しました。

松島委員：

航空関連企業へのアピールが足りないとは言えないか。目的や成果を社会へ発信する体制が弱いと感じる。

→ご指摘を踏まえ修正しました。

武市委員：

本邦の運航者が海外の企業に出資したことは、単純に前向きに捉えてはならず、JAXA や国内メーカーでなかったことに対する評価と今後の研究方針への反映を「本邦の運航者

<p>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るなど効率的に研究開発を進めている。</p> <p>これらにより、効率的な体制となっていると判断する。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>による出資を得るためにはどのようにすべきか検討するべき」という観点で説明すべき。</p> <p>→ご指摘を踏まえ修正しました。</p>
<p>(3) 今後の研究開発の方向性</p> <p>本課題は「<u>継続</u>」、「中止」、「方向転換」する（いずれかに丸をつける）。</p> <p>理由：民間の超音速機の開発等の動向から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高まってきていると判断できること、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、効率的な体制のもと研究開発がすすめられていることから、本課題の「継続」が妥当であると判断する。</p>	<p>(3) 今後の研究開発の方向性</p> <p>本課題は「<u>継続</u>」、「中止」、「方向転換」する（いずれかに丸をつける）。</p> <p>理由：研究開発の進捗が順調であるとともに、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高まってきていると判断できること、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から、本課題の「継続」が妥当であると判断する。</p>	<p>(事務局：進捗に係る記載の追加等記載の適正化)</p> <p>武市委員： 民間の開発する超音速機は低ブーム技術を用いていないので「本研究開発が目指す超音速旅客機実現」とは異なるのでは無いか。本研究開発課題は「民間の開発する超音速機」の「さらに次の超音速機」を目指しているのではないのでしょうか。そのギャップを埋める説明が必要と考えます。</p> <p>→ご指摘を踏まえ修正いたしました。</p>

<p>(4) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・海外の研究開発や事業化等の動向を注視し、効果的な連携等を進めるべきである。 <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p>(5) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・海外の研究開発や事業化等の動向を注視し、効果的な連携等を進めるべきである。 ・民間研究機関や研究開発の進捗に応じ運航者等の航空関連企業との積極的なコミュニケーションを図るべきである。 <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p>武市委員： 効率の観点からは特に「民間側からの研究費負担を得る」ことを記述することが技術移転の観点からも望ましいと考えます。 →費用負担も含め、研究開発体制との記載にさせていただきました。</p> <p>武市委員： 本邦の運航者が海外の企業に出資したことは、単純に前向きに捉えてはならず、JAXAや国内メーカーでなかったことに対する評価と今後の研究方針への反映を「本邦の運航者による出資を得るためにはどのようにすべきか検討するべき」という観点で説明すべき。 →ご指摘を踏まえ修正いたしました。</p>
---	--	---

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。
- ・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るべきである。

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。
- ・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るべきである。