

【補足説明資料】

静粛超音速機統合設計技術の研究開発 に係る中間評価

平成30年8月3日

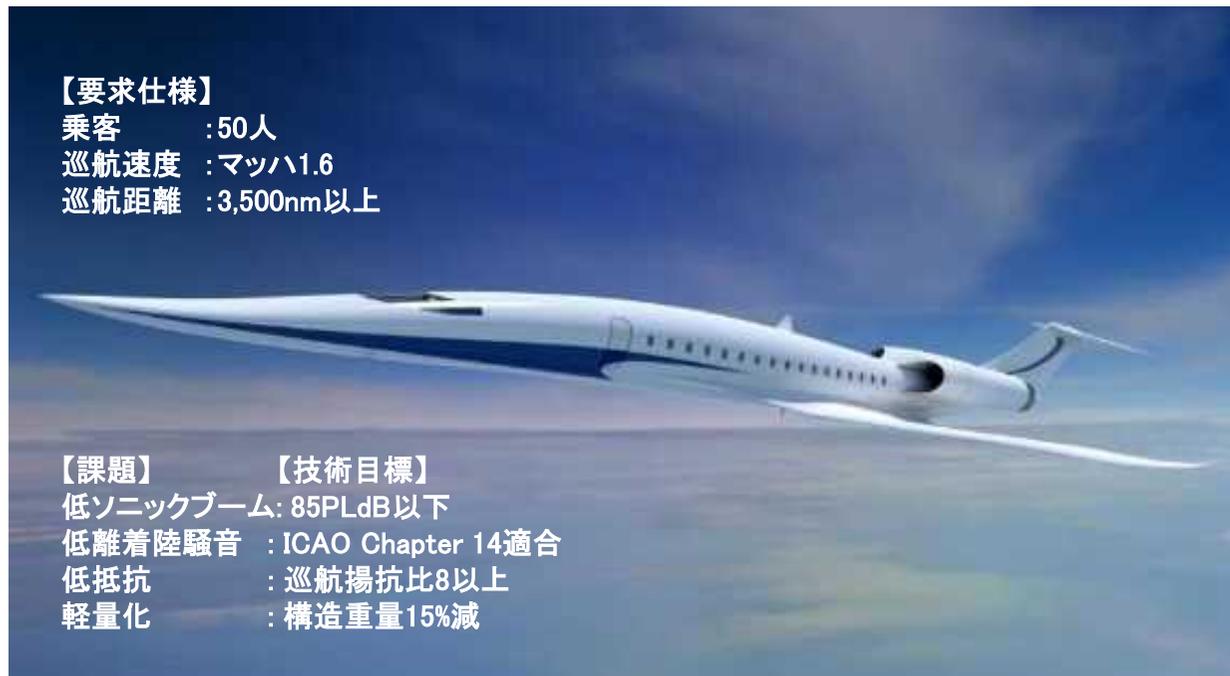
宇宙航空研究開発機構

「静粛超音速機統合設計技術の研究開発」における進捗状況

研究開発の概要

- 本研究開発では、これまでの研究開発成果(低ソニックブーム及び低抵抗設計技術)を踏まえ、国際競争力強化のため、超音速機が民間機として成立するためのキーとなる低ソニックブーム/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、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。
- 課題への取り組み方法としては、民間超音速機実現に必要な**国際基準策定への貢献**に向けた取り組みとして、協調的な対外活動を推進すること、および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取り組みとして、産学官を一体化した研究開発体制を構築するとともに、低ソニックブーム/低離着陸騒音/低抵抗/軽量化の4つの技術目標を満足する機体を提示し、欧米に対する優位性を獲得するための技術実証計画を策定する**システム設計検討**を行うこと、そして各技術目標を達成するための**要素技術研究**の高度化とそれらを統合した設計技術の開発を活動の柱として本課題を進めている。

【技術参照機体と技術課題及び目標】



【要求仕様】
乗客 : 50人
巡航速度 : マッハ1.6
巡航距離 : 3,500nm以上

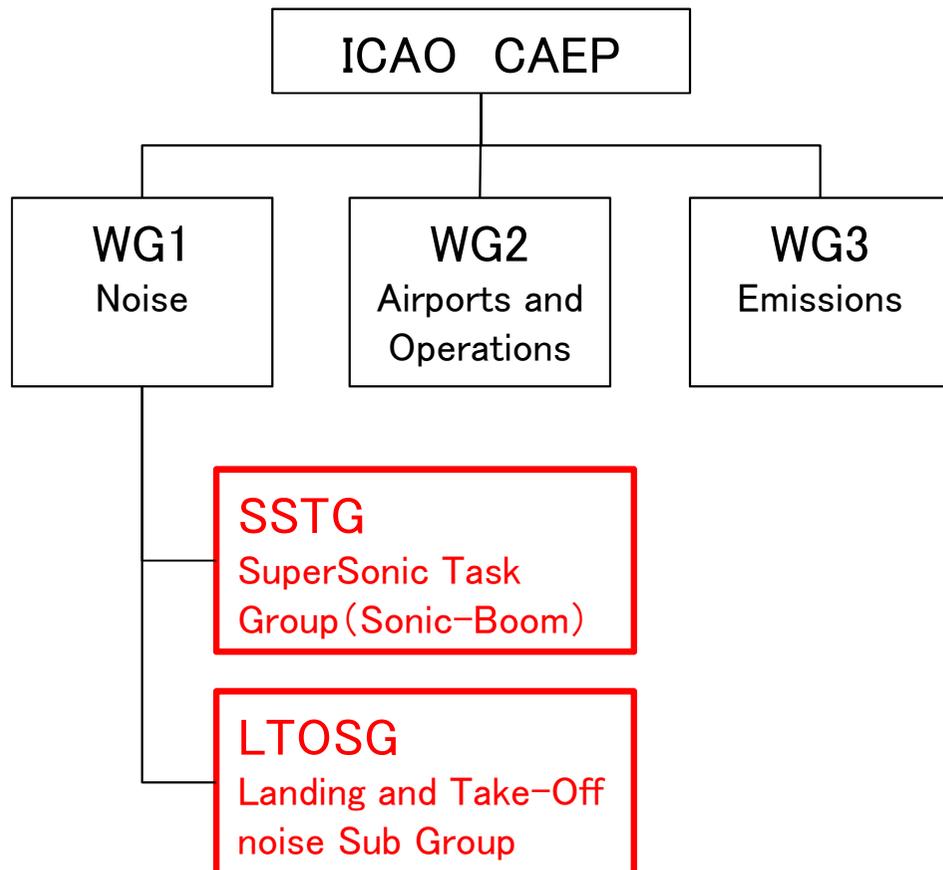
【課題】	【技術目標】
低ソニックブーム	: 85PLdB以下
低離着陸騒音	: ICAO Chapter 14適合
低抵抗	: 巡航揚抗比8以上
軽量化	: 構造重量15%減

(1) 基準策定への貢献

研究成果の概要

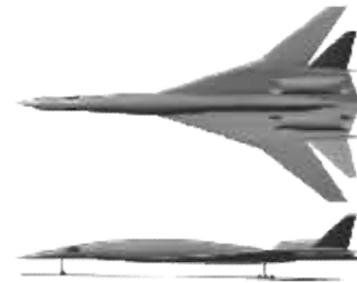
○国際基準策定に向けた活動としては、国際民間航空機関(ICAO)におけるソニックブーム及び離着陸騒音基準検討に対して技術的に貢献している。具体的には、米仏日の3カ国から1名ずつ選出される超音速機RFP(Research Focal Point)としてJAXA職員が基準策定に技術的なアドバイスを行うとともに、2016年2月に開催されたICAOの第10回環境保全委員会(CAEP)で新たに設置が決められた超音速機離着陸騒音検討サブグループ(LTOSG)にもJAXA研究員をメンバーとして派遣し、米国NASAやロシアTsAGI等とともに技術支援を行っている。

【ICAO CAEPの構成(2016年以降)】

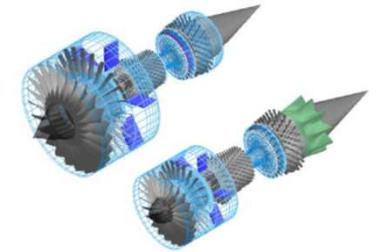


【LTOSGへの貢献】

NASAが設定した概念設計機体(STCA)に対してJAXAの離着陸騒音評価ツールAiNESTを適用し、NASA等の結果と比較検証。基準策定議論のベースラインとして活用されている。

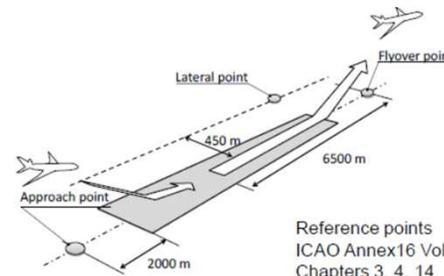


(NASA CR-2010-216842)

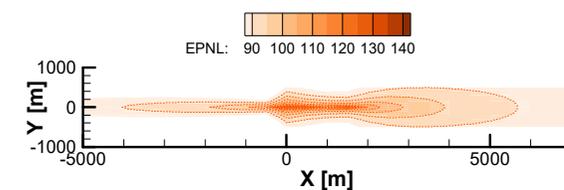


(ISABE-2017-22538)

STCA (Supersonic Technology Concept Aeroplane)



Reference points
ICAO Annex16 Vol.1
Chapters 3, 4, 14



AiNESTで推算した地上騒音マップ例

(1) 基準策定への貢献

研究成果の概要

- 協調的な対外活動としてはNASAが開発中の低ソニックブーム実証機(LBFD)を用いたソニックブーム許容性評価飛行試験のリスク低減のためJAXAが開発した大気乱流影響評価手法をLBFDのソニックブーム波形に適用評価することを目的として共同研究を延長。NASAの飛行試験(SonicBAT2)にJAXA研究員を派遣し、ソニックブーム計測で貢献するとともに、飛行試験データを受け取り大気乱流の影響評価ツール検証に着手。
- DLR/ONERAとも、超音速巡航騒音基準に資するソニックブーム評価に関する共同研究を開始し、その中でICAOの基準策定(ソニックブーム認証手順策定)に関連した解析検討を実施。

【NASA飛行試験(SonicBAT2)への参加】

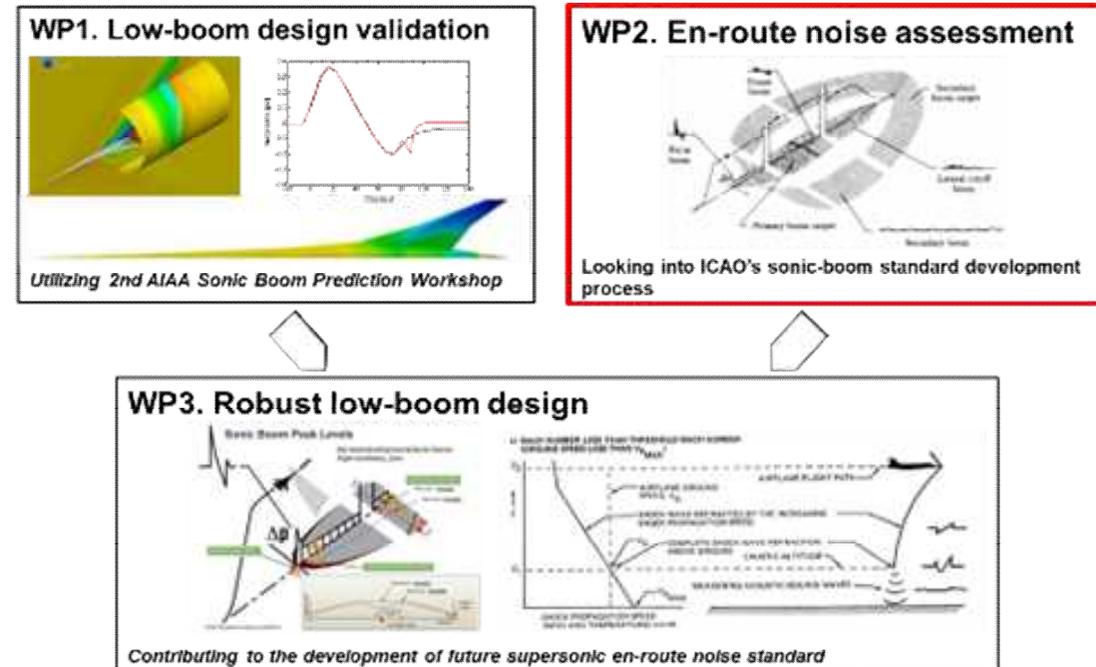
D-SENDプロジェクトで開発したブーム計測システムとブーム推算技術を活用し、NASAとともに基準策定に貢献。



NASA SonicBAT2試験への参加
(NASA Kennedy Space Center)

Courtesy of NASA/Wyle Lab.

【DLR/ONERA共同研究】



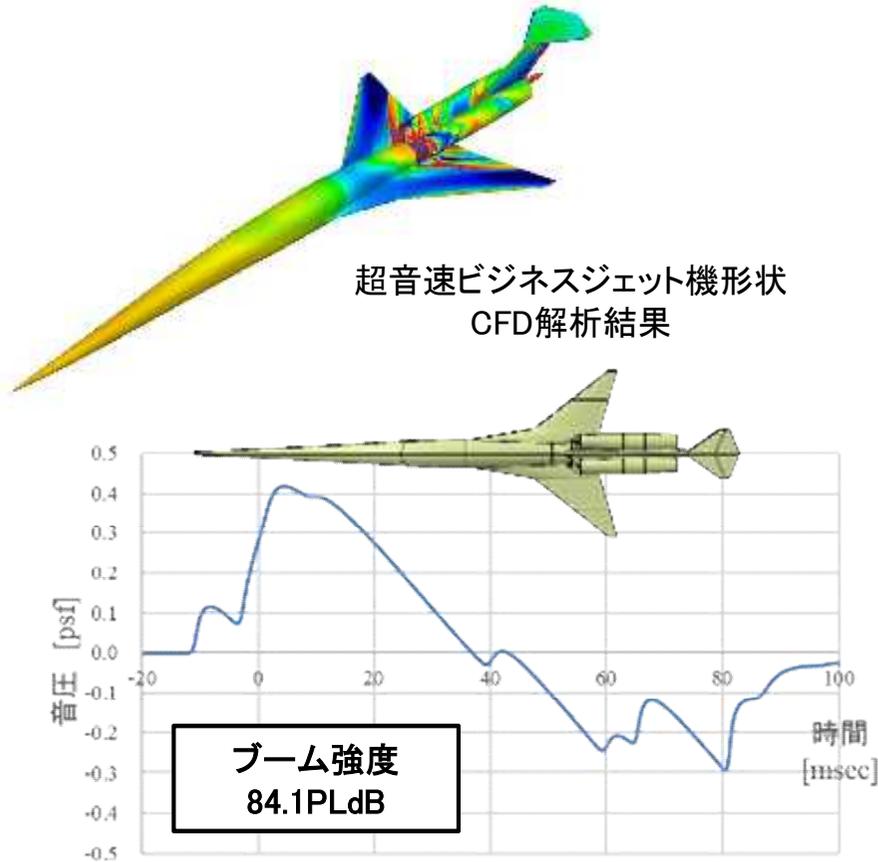
DLR/ONERA/JAXA共同研究の実施概要

(2) システム設計検討

研究成果の概要

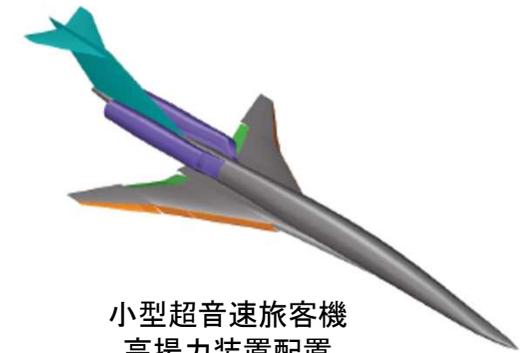
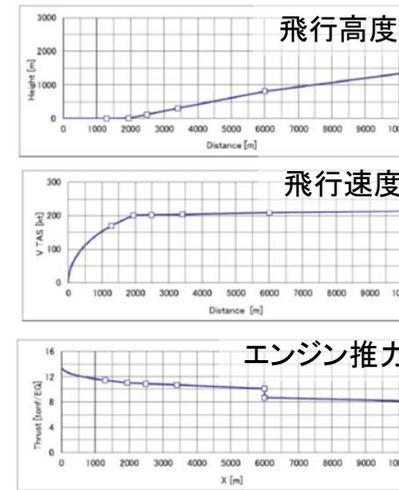
- 産学官を一体化した研究開発体制の構築に向けては、産学官のメンバーで構成された超音速ビジネスジェット機設計検討チーム(SSBJ設計チーム)に参加し、超音速ビジネスジェット機設計検討に対して技術的な支援(低ソニックブーム設計、空力性能評価、等)を実施。既存エンジンベースの機体検討で超音速巡航の可能性を提示。
- 公募型研究制度の下、民間企業と機体／推進系統合設計技術関連及び離着陸騒音低減設計技術関連の共同研究を実施中。騒音低減設計技術研究ではICAO Chapter 14適合に向けた機体要素毎の技術目標を定義。

【超音速ビジネスジェット機設計検討チームに参加】



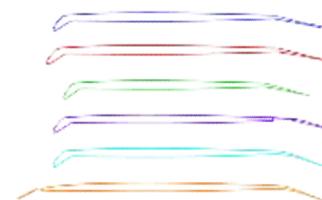
超音速ビジネスジェット低ソニックブーム設計例

【公募型共同研究】

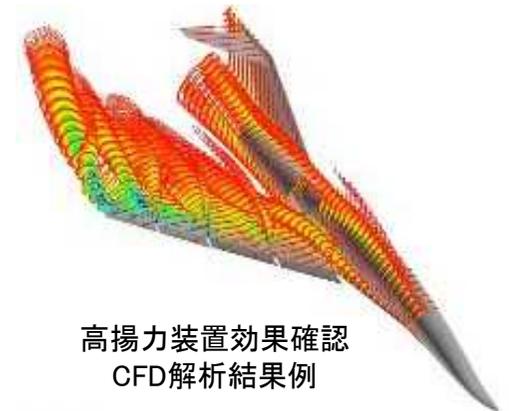


小型超音速旅客機
高揚力装置配置

離陸時のフライトパス



各種高揚力装置



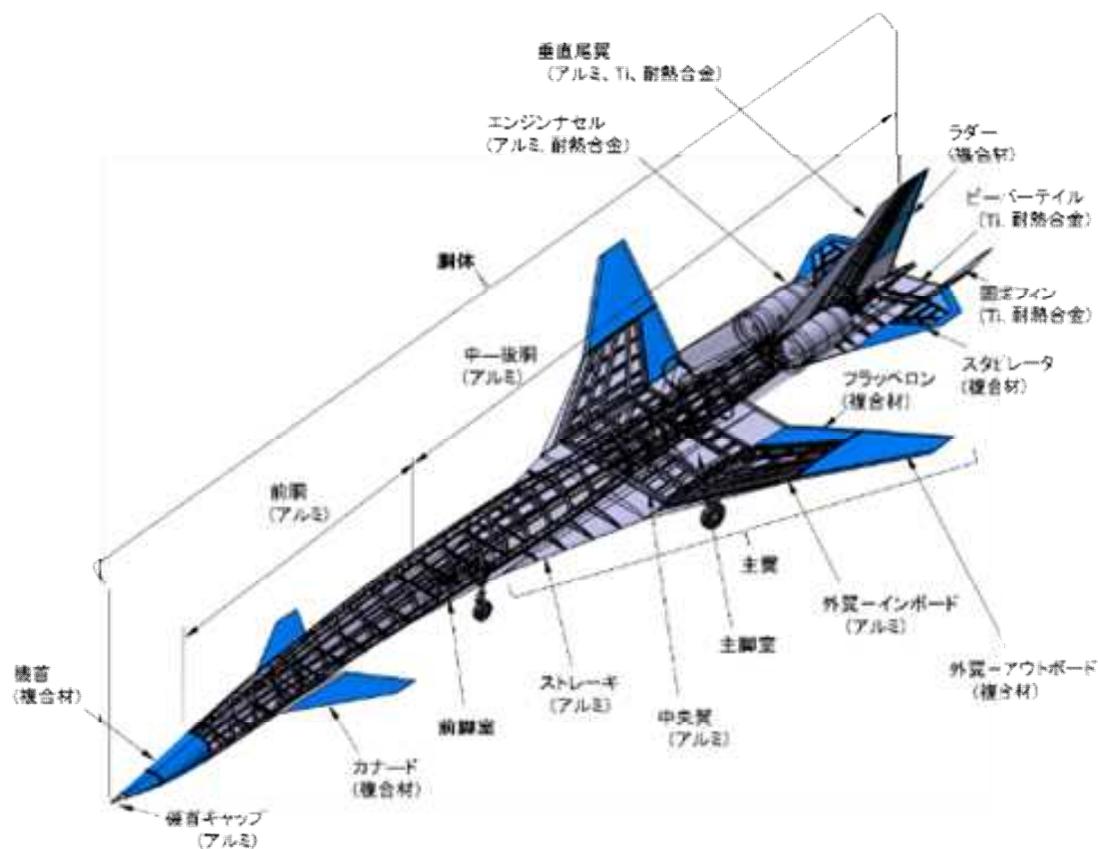
高揚力装置効果確認
CFD解析結果例

離着陸騒音低減技術(空力性能向上検討)

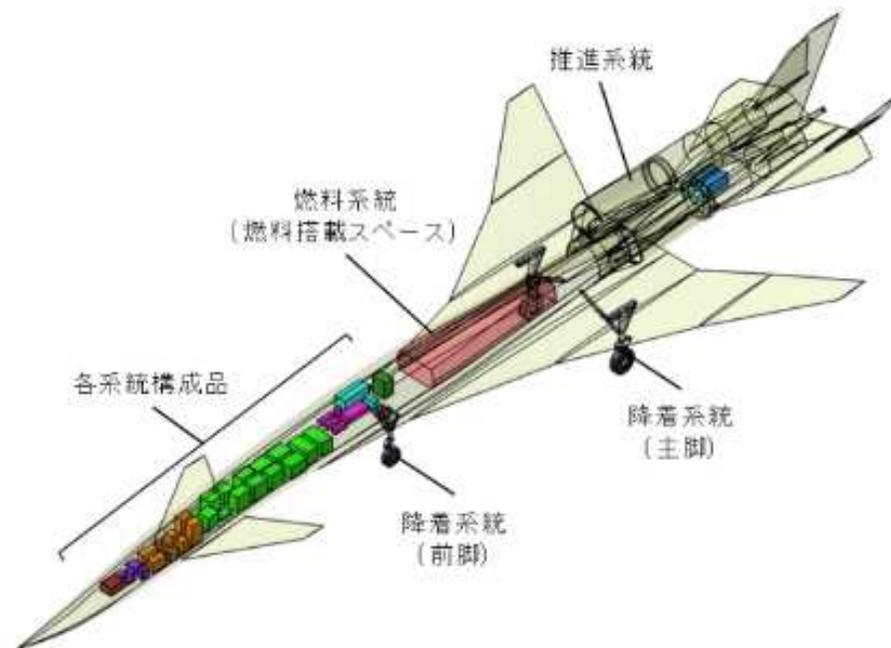
(2) システム設計検討

研究成果の概要

- 鍵技術の技術実証構想の立案に関しては、要素技術を含む統合設計技術を実証することを目標として航空機メーカーとともに飛行実証機の概念検討を実施中。機体推進系統合を含む統合設計技術実証のため、複数の候補エンジンを対象に異なる機体スケールでの機体成立性を評価。
- 候補エンジンを絞り込み、より詳細な概念検討を実施する計画。



実証機構造概要



装備品配置概要

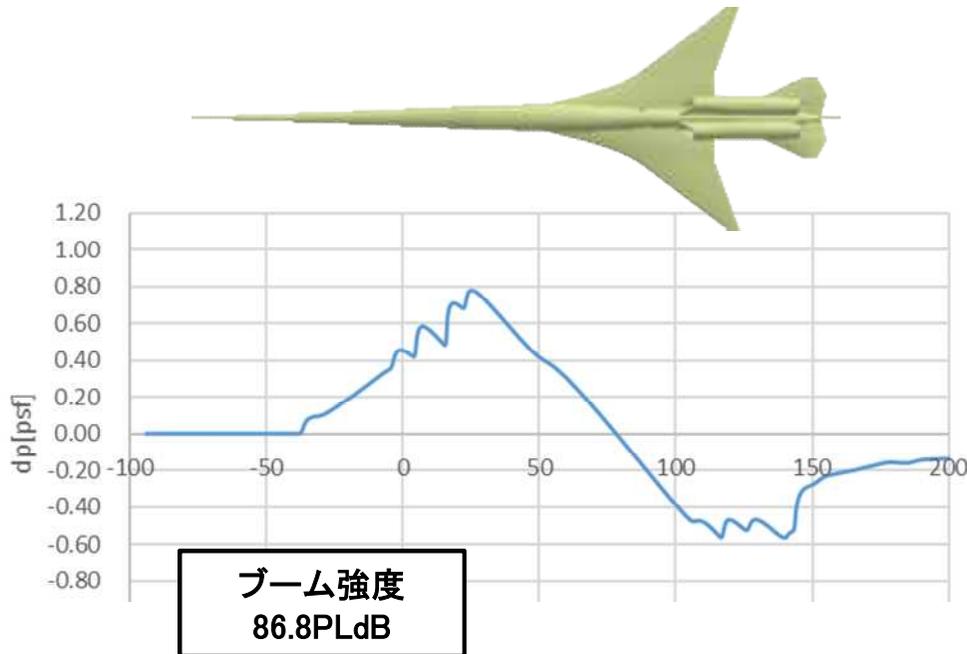
(3) 要素技術研究

研究成果の概要

○ソニックブーム低減技術に関しては、D-SENDプロジェクトで飛行実証した低ソニックブームコンセプトを、エンジンを搭載した実機の設計に適用可能とする統合設計技術を開発。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。

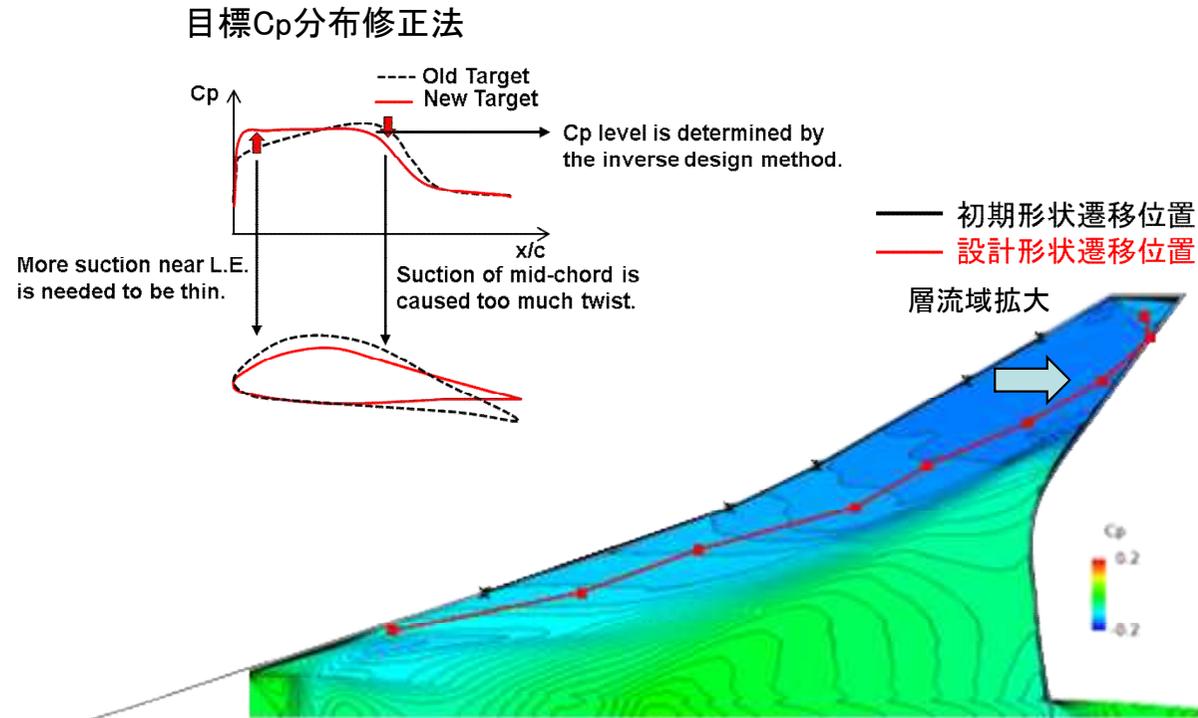
○抵抗低減技術に関しては、低抵抗／低ブーム／低速空力性能向上を目的関数とする最適設計手法を構築し、主翼平面形設計に適用。NEXSTプロジェクトで飛行実証した自然層流翼設計技術を高度化し、翼厚の拘束等も考慮した上で実機相当の高レイノルズ数で自然層流翼を実現する主翼表面圧力分布設定手法を考案しNASAとの共同研究において解析的に設計効果を示した。トリム条件における低ブーム特性との両立が課題。

【低ソニックブーム設計技術】



小型SST低ソニックブーム設計例

【抵抗低減設計技術】



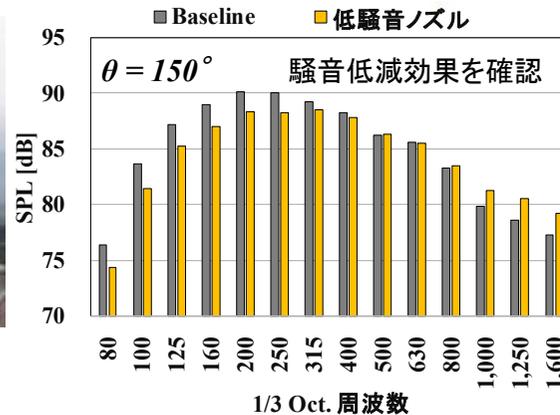
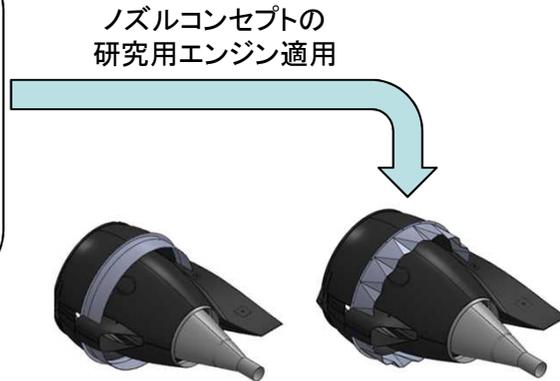
自然層流翼設計の目標Cp分布修正法と設計例

(3) 要素技術研究

研究成果の概要

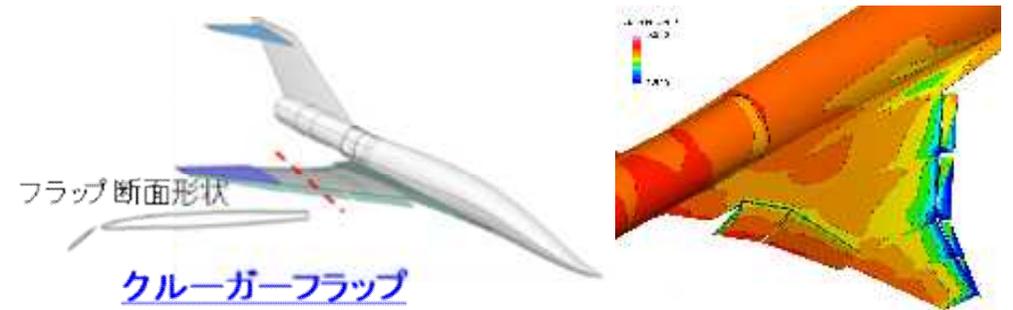
- 離着陸騒音低減技術に関しては、JAXAが特許を有する可変低騒音ノズルの効果を研究用エンジンを用いた屋外騒音計測試験で実証した。また、離着陸騒音に大きく影響する低速空力性能向上のため、高揚力装置最適設計技術の研究開発を進めクルーガーフラップによる性能向上を解析で示した。民間企業との公募共研における技術目標達成に向けた目標分配結果と合わせ、要素技術の積算として技術目標達成の見通しが得られている。
- 軽量化に関する要素技術としては、主翼に複合材料を適用する最適構造設計技術として複合材の配向角や板厚の自由度を増した最適設計ツールを構築し、技術目標達成の見通しが得られている。

【低騒音ノズル技術】



低騒音ノズル 屋外騒音計測試験

【高揚力装置最適設計技術】



離陸条件 (CL=0.65) における揚抗比

	離陸時揚抗比
フラップなし基本形態	5.2
単純折り曲げフラップ	7.0
クルーガーフラップ※ ※支持機構等考慮しない理想状態	8.7

目標: 離着陸時の揚抗比7.8

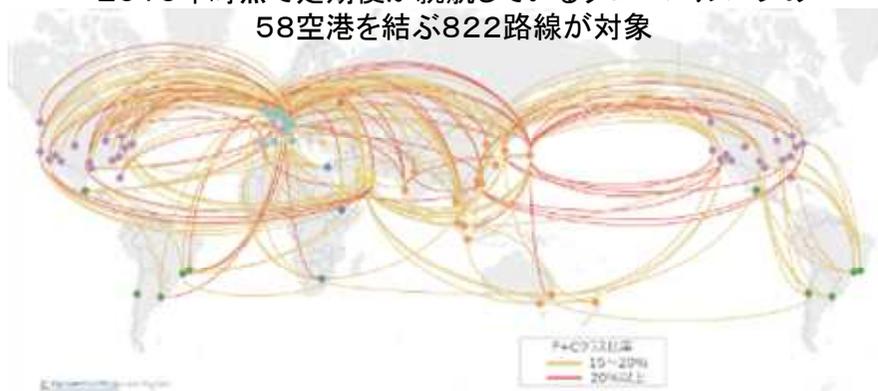
(参考) 超音速機開発市場調査

- 平成29年12月、日本航空(JAL)は米国BOOM社の50席級超音速旅客機の開発に約11億円を出資し、20機分の優先発注権を獲得したと発表。同じく平成29年12月、米国Aerion社は同社が開発している超音速ビジネスジェットAS2につき、ロッキード・マーティン社と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。
- 本研究開発において小型超音速旅客機の市場性について調査を行い、事業成立性を評価した。合わせて民間超音速機開発状況につき海外メーカの現地調査を実施した。

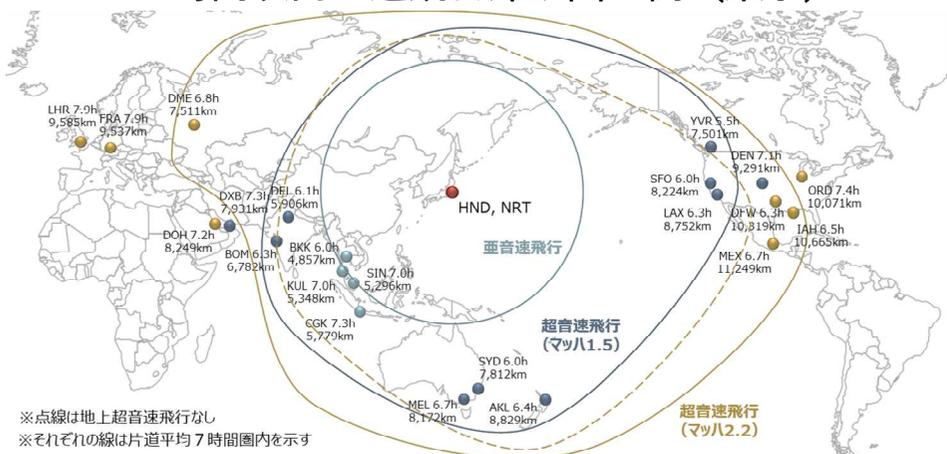
【市場検討】

検討対象ルート

2016年時点で定期便が就航しているグローバルハブの58空港を結ぶ822路線が対象



7時間以内の運航日帰り圏の例 (東京)



※点線は地上超音速飛行なし
※それぞれの線は片道平均7時間圏内を示す

【開発動向調査(米国)】



機体コンセプト	boom	AERION CORPORATION
座席数	45-55席	8-12席
航行速度	マッハ2.2	マッハ1.4
陸上飛行速度	亜音速飛行	マッハカットオフ飛行 (マッハ1.1-1.2)
航続距離	8,300km	7,800-10,000km
巡航高度	60,000ft (18.3km)	51,000ft (15.5km)
離陸滑走距離	10,000ft (3,048m)	7,500ft (2,286 m)
エンジン	15,000-20,000lbs 3基 (45,000-60,000lbs)	15,000-17,000lbs 3基 (45,000-51,000lbs)
スケジュール	就航予定: 2020年代半ば	就航予定: 2025年

<https://boomsupersonic.com>

<https://www.aerionsupersonic.com>