



静粛超音速機技術の研究開発 (中間評価)

【今回委員会 審議事項】
＜見直し反映版＞

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
第32回航空科学技術委員会

平成21年8月25日
宇宙航空研究開発機構

目次

1. 課題の進捗状況

2. 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

(1) 研究開発の必要性

(2) 研究開発の有効性

① 技術設定目標

② 成果の利活用

(3) 研究開発の効率性

① 実施体制

② スケジュール

1. 課題の進捗状況

1. 課題の進捗状況【概況】

現在

年度	H18	H19	H20	H21(8月)	H22	H23	...	H20年代後半頃
----	-----	-----	-----	---------	-----	-----	-----	----------

技術課題	<p>環境適合性向上技術</p> <p>【低ソニックブーム、離着陸騒音低減】</p> <p>■ 陸域でも飛行可能となる水準以下 ・ICAOにおいて基準値を検討中</p>	<p>経済性向上技術</p> <p>【低抵抗化、軽量化】</p> <p>■ 市場性が成立する水準以下 ・現行チケット(運航コスト)の1.3倍程度</p>	<p>シミュレーション結果</p>
------	---	---	--------------------------

技術目標に対する達成状況	<table border="1"> <tr> <th>技術課題</th> <th>JAXAにおける技術目標</th> </tr> <tr> <td>①ソニックブーム低減</td> <td>ソニックブーム強度の半減 (比較対象: コンコルド技術)</td> </tr> <tr> <td>②離着陸騒音低減</td> <td>ICAO基準 Chap.4*に適合</td> </tr> <tr> <td>③低抵抗化</td> <td>揚抗比 8.0以上</td> </tr> <tr> <td>④軽量化</td> <td>構造重量 15%減 (比較対象: コンコルド技術)</td> </tr> </table> <p>*2006年以降の新規導入機に適用される離着陸時騒音基準</p>	技術課題	JAXAにおける技術目標	①ソニックブーム低減	ソニックブーム強度の半減 (比較対象: コンコルド技術)	②離着陸騒音低減	ICAO基準 Chap.4*に適合	③低抵抗化	揚抗比 8.0以上	④軽量化	構造重量 15%減 (比較対象: コンコルド技術)	<p>JAXAにおける達成状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーション値;ブーム強度約54%低減を達成 ・機体設計コンセプトの妥当性を風洞試験で確認 ・JAXA開発の低騒音可変ノズル付エンジンの騒音低減効果を解析評価中(効果を確認) ・シミュレーション値;揚抗比8.1[最大8.9]を達成(但し、ブーム強度は約30%低減のレベル) ・低コスト複合材の改良製法(高精度VaRTM製法)について、技術的成立性に目処付け 	<p>今後の課題</p> <p>1) ①ソニックブーム低減は、理論上、単独での技術目標を達成したが、低抵抗/低ブーム設計コンセプトによるソニックブーム低減のフィールド実証が課題 *風洞やシミュレーションでは大気伝播を再現できないため、実機による飛行技術実証が必要</p> <p>2) ②騒音低減、③低抵抗化、④軽量化は、引き続き基礎研究の進展が課題。産業界との連動性も重要</p>
	技術課題	JAXAにおける技術目標											
①ソニックブーム低減	ソニックブーム強度の半減 (比較対象: コンコルド技術)												
②離着陸騒音低減	ICAO基準 Chap.4*に適合												
③低抵抗化	揚抗比 8.0以上												
④軽量化	構造重量 15%減 (比較対象: コンコルド技術)												
進捗状況													

要素技術	次世代SSTの要素技術(コンピューター解析・設計、空力、構造、飛行制御、推進)の研究、実機適用評価、概念研究
	ソニックブーム計測・評価技術の研究開発

実施内容・計画	<p>飛行実験</p> <p>■ JAXAにおける飛行実験計画案(H19)</p> <p>低ソニックブーム機体コンセプトの飛行実証方法</p>	<p>設計検討(H20-21) 成果</p> <p>・研究機 (例; 三面図)</p> <table border="1"> <tr><th>項目</th><th>値</th></tr> <tr><td>最大総重量</td><td>4,200kg</td></tr> <tr><td>空重質量</td><td>3,199kg</td></tr> <tr><td>全長</td><td>14.082m</td></tr> <tr><td>全幅</td><td>7.055m</td></tr> <tr><td>主翼面積</td><td>21.00m²</td></tr> <tr><td>巡航マッハ数</td><td>1.425</td></tr> </table> <p>・実験場 ... ウーメラ(豪州)</p>	項目	値	最大総重量	4,200kg	空重質量	3,199kg	全長	14.082m	全幅	7.055m	主翼面積	21.00m ²	巡航マッハ数	1.425	<p>今後の課題</p> <p>研究機の開発 ／飛行実験</p>
	項目	値															
最大総重量	4,200kg																
空重質量	3,199kg																
全長	14.082m																
全幅	7.055m																
主翼面積	21.00m ²																
巡航マッハ数	1.425																
進捗状況																	

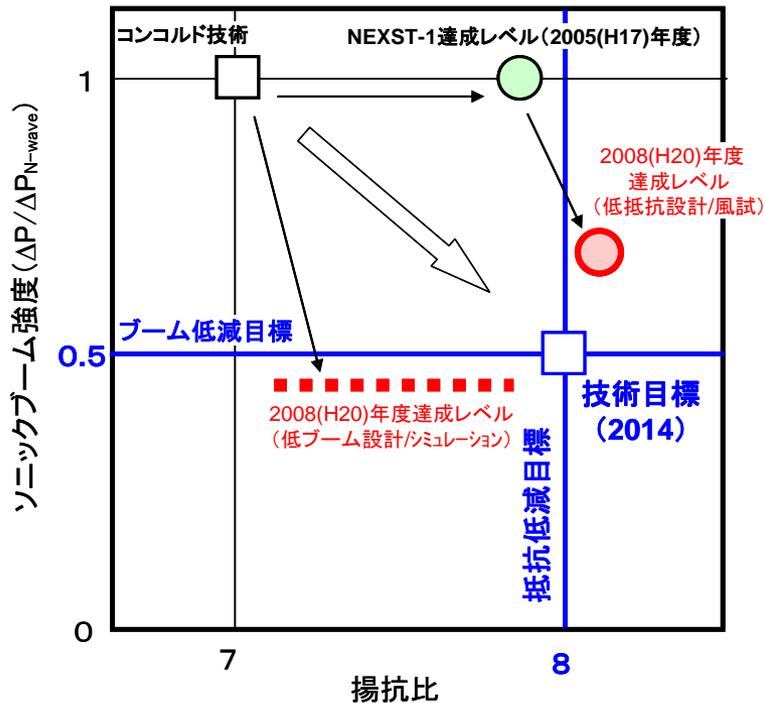
1-1 要素技術の研究開発(技術研究)

(1) 要素技術の研究開発(H18~H20年代後半頃)

- ◆設計/風洞試験ベースにおいて、「ソニックブーム低減」と「低抵抗化」の2つの技術目標について、目標達成の目処付け。
- ◆また、ソニックブームに関しては、NASAと協定締結(H20.5)し、H25年に予定されているICAO新基準にも関わってくるソニックブームの人体・建物等への影響評価に関する共同研究等を実施中。

技術研究に関する達成度

- ◆ソニックブーム強度を半減し得る設計コンセプトの妥当性を風洞試験レベルで確認
- ◆抵抗低減、ブーム強度低減の各技術目標について単独性能として目標達成



①低ブーム性能の確認

- ・設計コンセプトの妥当性を風洞試験により確認
- ・数値シミュレーションの予測値は、**ブーム強度約54%低減**

③低抵抗(空力)性能の確認

- ・巡航揚抗比 8.1[最大8.9]を達成(翼構造の工夫等で更に改善可能)
- ※但し、ブーム強度は約30%低減のレベル



近傍場ブーム波形取得 空力性能取得
風洞試験の様子

②離着陸騒音低減効果の確認

- ・可変ノズル付エンジン騒音評価手法を開発し、JAXA開発の低騒音可変ノズルの騒音低減効果を確認
- ・推力偏向による低騒音化対策効果を騒音予測シミュレーションで確認



低騒音可変ノズ付エンジン騒音評価試験

④軽量化技術の効果確認

- ・VaRTM法を改良し研究機主翼を題材とした試作を行って、成型精度±2.0mm以内を達成し、成形法/強度設計の技術見通しを獲得



空力形状との誤差確認試験

【補足】主要な成果と到達度（技術研究）

課題	主要成果	到達度
①ソニックブーム低減 ・低ソニックブーム設計技術 （ソニックブーム強度の半減） ・ソニックブーム計測・評価技術	・低ソニックブーム設計コンセプトの考案と権利化 3件の設計コンセプト考案・特許申請、うち2件は特許取得 ・設計コンセプトの風試での低ブーム特性の確認 独自コンセプトによる低ブーム近傍場波形の実現を確認 ・実用的コンピュータ設計解析ツールの開発 形状定義から多目的最適設計までをシームレスに実現 ・空力／構造の2分野統合多目的最適設計手法の設計適用 研究機設計に適用：複合材構造主翼での同手法適用は世界初	・ブーム強度を半分以下とする設計コンセプトの技術見通しを獲得（風試による妥当性確認） ・小型SST（低ブーム設計）において、約54%のブーム強度低減（シミュレーション結果/空力性能は未取得） 注）低ブーム/低抵抗設計コンセプト適用と多目的最適設計による低抵抗性能との両立が課題
	・ソニックブームシミュレータ及び音響・構造振動試験装置（建物への影響評価）の開発と窓等へのブーム影響基礎データ取得（NASA共研） ・ソニックブームの高忠実シミュレーションツールの開発（技術移転済） ・ソニックブームの地上及び空中計測システム設計完了	・ブーム評価試験の実施環境整備を完了（H21年度より評価試験着手予定） ・空中ブーム計測システム設計完了 注）忠実度の高いソニックブーム伝播解析・予測ツール、室内ブーム予測と影響評価データ取得が課題
②離着陸騒音低減 （ICAO Chap.4適合）	・低騒音化技術コンセプトの考案と特許化 国内：出願3件／国際：出願3件 ・低騒音航空機コンセプト（推力偏向）による離着陸騒音低減の可能性を簡易シミュレーションにより確認 ・可変ノズル付エンジン騒音評価試験技術の開発 エンジン騒音評価試験技術を開発、低騒音可変ノズルの騒音評価	・小型SSTにおいて、低騒音航空機コンセプトで地上騒音累積約10dB（EPNL）低減（シミュレーション結果） 注）エンジンサイクル・低騒音ノズル等による騒音低減（ESPRプロジェクト成果適用）でマージンをもってICAO Chap.4適合レベル。排気ジェット・機体干渉を含む騒音予測と騒音遮蔽効果定量評価が課題
③抵抗低減 （揚抗比8以上）	・自然層流翼設計技術の飛行実験結果のデータベース化とその公開 ・小型SST参照機体概念の設定と超音速空力性能取得 小型超音速実験機で実証した抵抗低減コンセプト等適用の形状	・小型SST（低抵抗設計）において、設計点性能で揚抗比8.1達成（風試結果の実機スケール効果補正後） 注）低ブーム性能との両立が課題
④構造重量低減 （構造重量15%低減）	・高精度/低コスト複合材製造手法の開発 JAXA VaRTM改良手法による試作／強度試験で、成型法／強度設計の妥当性を確認 ・耐熱複合材設計のための基礎データ蓄積（日仏SST共研）	・高精度VaRTM製法でサブコンポーネントレベルのプロトタイプ適用の目処を獲得 注）構造最適化等による軽量設計、及び実機適用評価（構造重量推算）検討等が課題

1-2 研究機による飛行実験

(2) 研究機による飛行実験の「設計検討」(H20-H21)

- ◆低ブーム設計技術を適用した研究機の基本設計相当作業は、現在までにほぼ完了。
- ◆飛行実験の実施に係るスケジュール、コスト、リスク管理方法等は、9月末までにとりまとめ予定。

主な成果



①研究機的设计

●研究機体は、先端及び後端の低ブーム化を実現できる空力形状を有し、マッハ1.4以上の飛行実験を30回実施可能な性能機体として製造することが技術的に可能。

②飛行実験計画

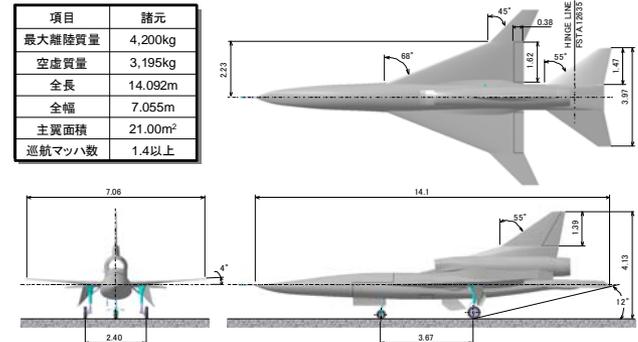
低ソニックブーム機体コンセプトの飛行実証方法



●飛行実験場は、ウーメラ(豪州)を選定

(三面図)

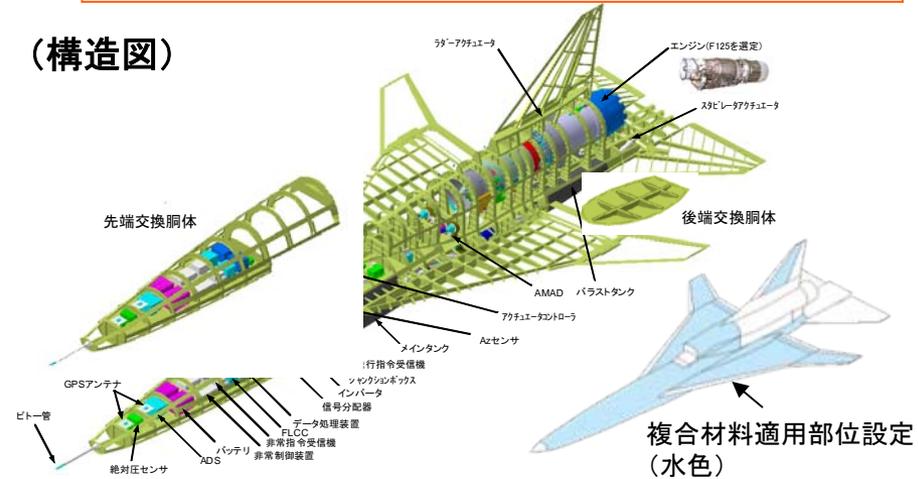
項目	諸元
最大離陸質量	4,200kg
空虚質量	3,195kg
全長	14.092m
全幅	7.055m
主翼面積	21.00m ²
巡航マッハ数	1.4以上



静肅超音速研究機(S3TD)三面図 単位:[m]

●先端及び後端の低ブーム化性能を発揮できる見通し

(構造図)



●システム、サブシステム、装備品の基本仕様を確定し、構造強度、装備性等の技術的成立の見通し

国際連携



ICAO CAEP SSTG
国際民間航空機関
航空環境保全委員会
超音速機タスクグループ

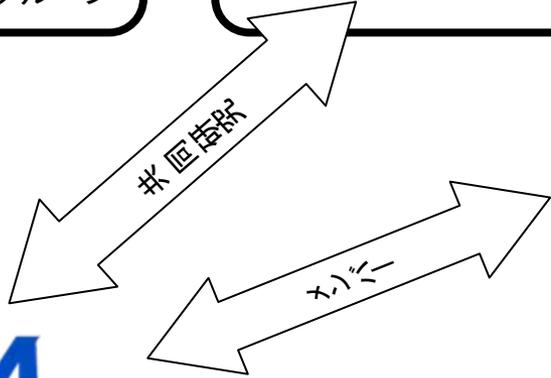


NASA
ソニックブームモデリングの研究



ONERA 及び 仏国
THE FRENCH AEROSPACE LAB
航空宇宙工業会
超音速境界層遷移の基礎研究

国内連携



超音速輸送機連絡協議会



社団法人 日本航空宇宙工業会
- The Society of Japanese Aerospace Companies -







航空プログラム推進委員会
静粛超音速機技術の研究開発に関する
外部有識者委員会

研究委託



静粛超音速研究機飛行実験システムの設計検討

社団法人 日本航空宇宙学会

国立大学法人
名古屋大学

鳥取大学
Totori University

東北大学
IFS

ソニックブーム伝播解析技術の基礎研究
ソニックブーム大気乱流効果の基礎研究
プラズマアクチュエータの基礎研究

赤字: 2008(H20)年度に新規又は更新した案件

連携大学院・技術研修生受入



青山学院大学
Aoyama Gakuin University



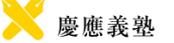
学習院大学
Gakushuin University



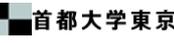
東北大学
TOHOKU UNIVERSITY



東京理科大学
Tokyo University of Science



慶應義塾



首都大学東京



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



TAT 東京農工大学

共同研究

JADC SUBARU
超高速輸送機のインターク・ナセル設計検討
超高速輸送機の高速度空力特性に関する研究

JADC Kawasaki
ソニックブームシミュレータの性能・特性比較に関する研究

ONERA EADS 三菱重工
(日仏SST共同研究)
耐熱複合材料の長期耐久性評価の研究

首都大学東京
超音速機主翼設計における多分野融合
最適設計技術に関する研究

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO
超音速航空機(SST)形態の高揚力装置の研究
静粛超音速機の飛行制御技術研究のための
スケール機実験の基礎検討

九州大学
静粛超音速研究機への適用に向けた
先進的制御ミッションの検討

2. 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

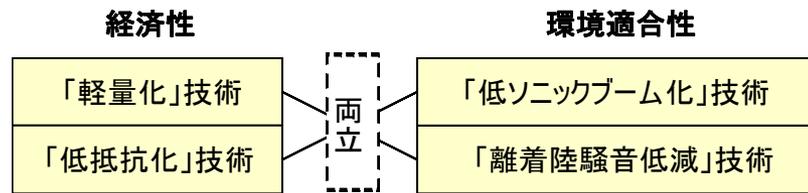
2. 各観点の評価

(1) 研究開発の必要性

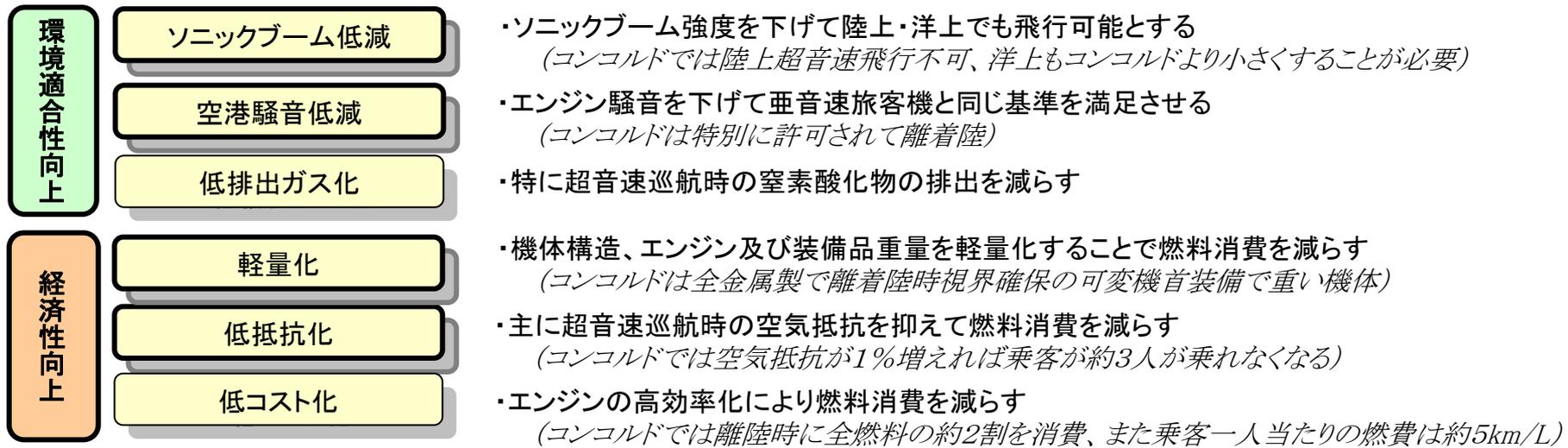
■ 目的・意義 (一部変更)

次世代の超音速輸送機(SST)の国際共同開発への主体的参画を視野に入れ、その実現の鍵であるソニックブーム低減技術を中心とした「環境適合性」と「経済性」の両立を実現する技術を開発・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す。

また、航空機分野における最先端技術への取り組みを通じて、わが国の航空機産業の発展と基盤強化 **並びに将来のわが国航空界を担う人材育成**に貢献する。



(補足) 次世代SSTの実現に必要な技術 … 機体とエンジン、空力と構造等の統合的な技術研究開発が必要



(2) 研究開発の有効性

■ 技術設定目標 (変更なし)

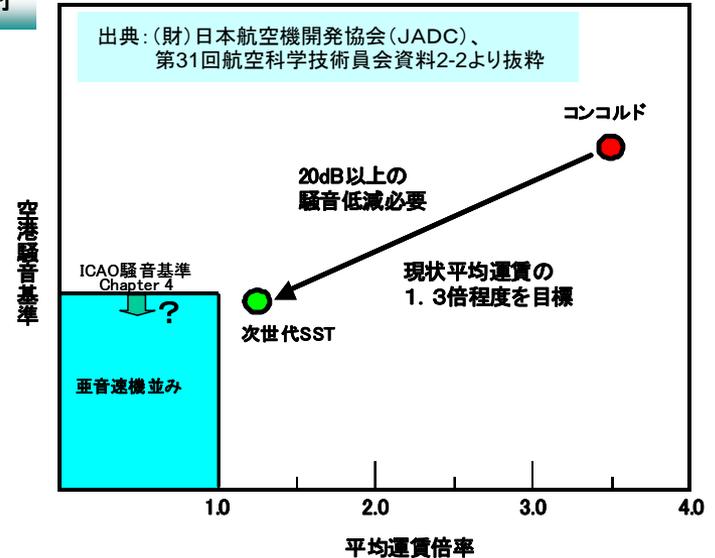
*H20.1設置。参加機関等は、(財)日本航空機開発協会(JADC)、(財)日本航空機エンジン協会(JAEC)、(社)日本航空宇宙工業会(SJAC)、超音速輸送機用推進システム技術研究組合(ESPR)、JAXA(オブザーバー)エアライン、大学有識者 (官庁オブザーバー)経産省、文科省、国交省

超音速輸送機連絡協議会*(官民含むオールジャパン)の事業化検討

◆ 超音速輸送機研究開発における基本的な役割分担

- ・我が国として念頭に置く機体の検討 【JADC】
(需要予測、設計要求条件の検討を含む)
- ・実用化に必要な要素技術、統合化技術の研究開発 【JADC、JAEC、ESPR】
(基礎的研究、基盤的研究開発を含む)
- ・基礎的研究・基盤的研究開発 【JAXA】
-「静粛超音速研究機」の開発・飛行実験・技術研究
(ソニックブーム低減、空港騒音低減、低抵抗化、軽量化)

超音速輸送機の騒音・運航費低減必要量



JAXAにおける技術設定目標

<課題設定の考え方>

環境適合性向上技術

- **陸域でも飛行可能**となる水準以下
- ・ICAO*において基準値を検討中

経済性向上技術

- **市場性が成立**する水準以下
- ・現行チケット(運航コスト)の1.3倍程度
- <業界調査結果に基づく>



技術課題	JAXAにおける技術目標
①ソニックブーム低減	ソニックブーム強度の半減 (比較対象:コンコルド技術)
②離着陸騒音低減	ICAO基準 Chap.4*に適合
③低抵抗化	揚抗比 8.0以上
④軽量化	構造重量 15%減 (比較対象:コンコルド技術)

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

*2006年以降の新規導入機に適用される離着陸時騒音基準

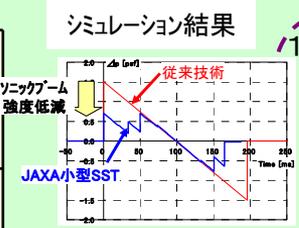
◆成果の利活用

ーソニックブーム低減技術の獲得を通じたICAO基準策定への貢献ー

次世代SSTの技術課題とJAXAIにおける技術目標

達成状況

技術課題	JAXAIにおける技術目標	JAXAIにおける達成状況
①ソニックブーム低減	ソニックブーム強度の半減 (比較対象:コンコルド技術)	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーション値;ブーム強度約54%低減を達成 ・機体設計コンセプトの妥当性を風洞試験で確認
②離着陸騒音低減	ICAO基準 Chap.4Iに適合	<ul style="list-style-type: none"> ・JAXA開発の低騒音可変ノズル付エンジンの騒音低減効果を解析評価中。効果を確認
③低抵抗化	揚抗比 8.0以上	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーション値;揚抗比8.1[最大8.9]を達成 (但し、ブーム強度は約30%低減のレベルの条件)
④軽量化	構造重量 15%減 (比較対象:コンコルド技術)	<ul style="list-style-type: none"> ・低コスト複合材の改良製法(高精度VaRTM製法)について、技術的目処付け



- (1) ①ソニックブーム低減は、理論上、単独での技術目標を達成したが、**低抵抗/低ブーム設計コンセプトによるソニックブーム低減のフィールド実証が課題**
 *風洞やシミュレーションでは大気伝播を再現できないため、**実機による飛行技術実証**が必要
- (2) ②騒音低減、③低抵抗化、④軽量化は、引き続き基礎研究の進展が課題。**産業界との連動性も重要。**

今後の課題

○ソニックブーム低減技術について、H22-24年度に飛行実験を行い、「わが国ソニックブーム低減技術を先行的に獲得

◆ 想定されるシナリオ



飛行実験(案)の位置づけ

ICAO/CAEP9
2013年(H25年)

◆コンセプト確認落下試験「D-SEND」

	H22	H23	H24	H25	~H20年代後半
研究開発計画	要素技術研究、解析評価等				
飛行実験	D-SEND #1 ▲		D-SEND #2 ▲		未定
(於:スウェーデン NEAT実験場 【キルナ気球放球場】)	<p>落下試験 高度30kmから分離 マッハ1.6程度 @高度5km~10km 落下試験</p> <p>【D#1 供試体】 ・2種類 (N波形用、低ブーム用)</p> <p>N波形用 5m, 700kg 低ブーム波形用 11m, 700kg</p> <p>【D#2 供試体】 ・低抵抗/低ブーム機体 ・回収し、再使用</p> <p>5~6.5m, <1000kg (無推力無人機)</p> <p>テレメータ & コマンド</p> <p>空中計測 (高度1km)</p> <p>地上マイク</p> <p>◆ブーム波形計測(空中、地上) ◆騒音計測(地上)</p>				
飛行実証項目	<p>■ソニックブーム解析・予測技術及びCFD機体設計・解析技術に基づく低ブームコンセプトの実証</p> <p>■ソニックブーム計測・評価技術の確立</p> <p>実験成功・成果確認</p> <p>わが国が目指す「ソニックブーム低減技術」を獲得</p> <p>成果の利活用</p> <p>◆ICAOソニックブーム国際基準策定への技術的貢献</p> <p>◆NASAとのソニックブーム共同研究</p>				

JAXA中期計画/CSTPの研究開発成果目標達成

飛行実験計画(案)の内容

【コンセプト確認落下試験】

非軸対称ソニックブーム場に対する簡易評価のための落下試験

(D-SEND: Drop test for Simplified Evaluation of Non-symmetrically Distributed sonic boom)

前提

- ◆ 2012年度中に成果創出
- ◆ S3TD基本設計成果反映

ミッション基本要

- ◆ 低ソニックブーム設計コンセプトの確認
(比較対象となるN型波形との比較による波形改善効果の確認)に必要な試験環境を提供し、ソニックブームを地上及び空中で計測する

非軸対称ソニックブーム場に対する簡易評価のための落下試験 D-SEND #1 / #2

D-SEND#1

D-SEND#2

高度30kmから分離

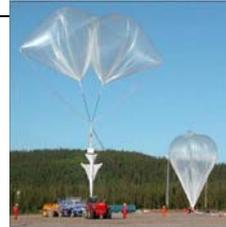
マッハ1.6程度 @ 高度5km ~ 10km

空中計測
(高度1km)

地上マイク

低ブーム波形

空中 & 地上にてソニックブーム波形計測



D-SEND#1 (2011年春)

【目的】

- ・軸対称物体による空中ブーム計測技術確立
- ・低ブーム波形計測可能性確認
(N波形と低ブーム波形の有意な差の確認)
- ・D-SEND#2の予備試験

【供試体】

- ・軸対称体(N波形用、低ブーム波形用)

N波形用 5m、700kg

低ブーム波形用 11m、700kg

D-SEND#2 (2012年夏)

【目的】

- ・低ブームコンセプト適用の機体により先端/後端の低ブーム設計効果を確認
- ・低ブーム波形取得技術の確立
- ・低ブーム伝播解析技術の検証

【供試体】

- ・3次元揚力体 (低ブーム設計コンセプト適用)
- ・回収し再使用

5~6.5m、<1000kg
(無推力無人機)



(3) 研究開発の効率性 — 研究開発の新たな実施体制(案)

◆ 研究開発の実施体制・・・「将来を担う人材育成機能の強化」の観点から

・産学官の相互補完的連携の下、本プロジェクトへの積極的な参画機会を提供し、産・学の航空教育・労働市場の活性化に資する新たな体制と枠組みについて、以下の観点から実施体制を再構築していくこととする。

- 1) 産学官の相互的補完
 - 2) 本プロジェクトへの積極的参画
 - 3) 航空教育の活性化、航空技術者の確保に資する
- ・・・ 産学官の「役割分担」と「資源リソース」の集約化
 - ・・・ 産学の代表機関を窓口として結ぶ新たな枠組み
 - ・・・ 参加する産・学の人材教育に貢献できる仕組み



◆ 海外研究開発機関 (共同研究)

ソニックブーム(要素技術) 次世代SST複合材(要素技術)

◆ 産業界(団体・各企業)

(オールジャパンの事業化検討、共同研究、設計委託)

◆ 大学(各大学)

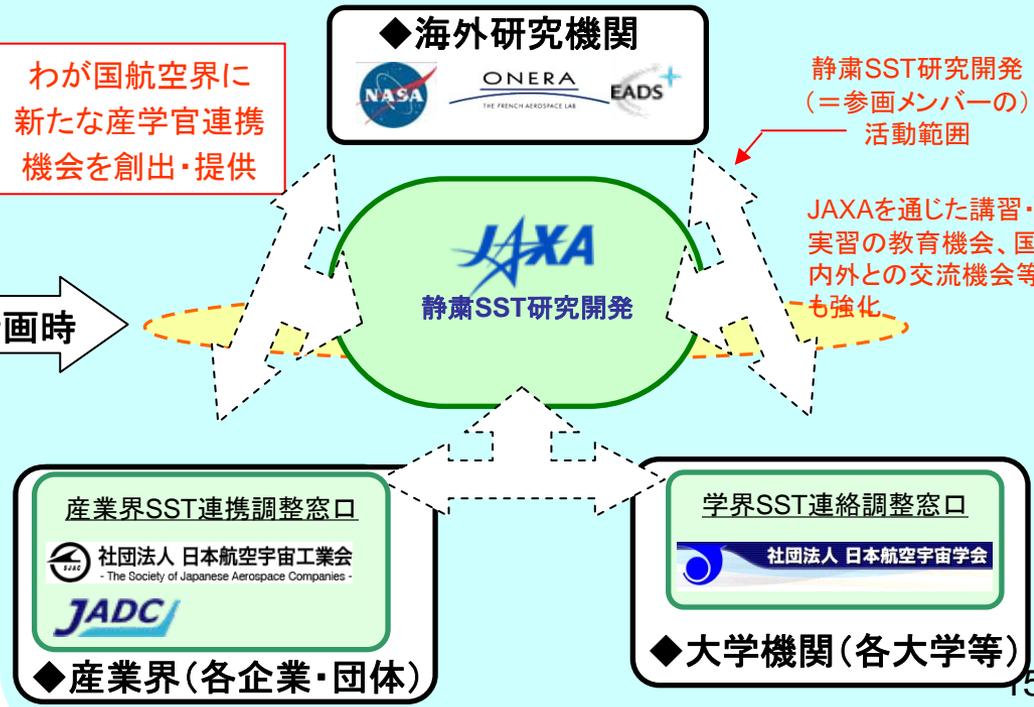
(共同研究、研究委託、連携大学院・技術研修生受入)

相互間の人的・知的交流は限定的

新計画時

わが国航空界に新たな産学官連携機会を創出・提供

更なるJAXA外部リソースの獲得、産／学間の人的・知的交流を促進



既存の枠組み(超音速輸送機連絡協議会等)や連携およびSST国際フォーラム(JAXA構想)をも活用

特に、産業界との連携体制(主に、成果還元の観点)

現在の取り組み

今後、「静粛SST飛行実験」の実施調整と併せて
関係機関と以下の連携推進策を検討していく

取組課題

【国際連携】

- 1) 欧米研究機関との連携強化
 - ・静粛SSTの共同研究・実験を模索
- 2) 欧米企業との連携強化
 - ・ボーイング/エアバスの取り込みを模索

【国内連携】

- 1) 国内企業との連携強化
 - ・ICAO貢献内容の擦合せ
 - ・JAXA技術の民間移転
- 2) 航空局との連携強化
 - ・ソニックブーム以外のICAO
基準検討にも積極的参画

研究開発

米: NASA

欧: EU

◆NASA・FAA/ボーイングほかメーカー

F16改造機による飛行実証等(2009期からのプロジェクト化を計画中)

- ① F-15, F-18によるソニックブーム評価飛行試験('08年秋、'09.1、'09.9ほか予定あり)
- ② 「低ソニックブーム実験機(F-16XL改造機)」の概念検討を実施中【主:ボーイング社】
- ③ ソニックブームシミュレーター設備を開発中、2010年までに整備予定【JAXAと共同研究中】

H17.1- ◆EUの統合プロジェクト(ONERA, DLR等も参画)

HISAC(High Speed Aircraft)計画 フェーズ I

- ① 具体的な機体概念(小型SST)の検討【タッソー社、スホイ社等】
- ② 適用する要素技術(低ソニックブーム、低騒音機体・エンジン等)の研究【一部JAXAも共同研究中】

◆日仏航空宇宙工業会(SJAC/GIFAS) + 経産省/仏運輸省

H17.6調印- SST技術に関する日仏協定、ワークショップ開催 H20.7-(3年延長) -H23.7

SST技術に関する日仏協定、ワークショップ開催

- | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| 日
共
同
研
究 | ① エンジン騒音低減技術 | [ESPR/IHI/JAXA - SNECMA/ONERA] |
| | ② 機体及びエンジン仕様 | [JADC/ESPR - エアバス] |
| | ③ 航空機ジェット騒音伝搬解析技術 | [JADC/KHI - EADS-IW] |
| | ④ 複合材構造製造時修理技術 | [JADC/MHI - EADS-IW] |
| | ⑤ 耐熱複合材技術 | [JAXA/MHI - ONERA/EADS-IW] |

◆JAXA/NASA

共同研究

H20.5調印-

日共
同
研
究

ソニックブームモテリングに係る共同研究

- ① ソニックブームのメカニズム解析、人体・建物等への影響評価
- ② ソニックブームの屋内模擬再生シミュレーター共同製作

H20.1設置-

わが
国
の
実
用
化
検
討



予定 2023年
1.634機
200-250席、M1.60

◆事務局:(財)JADC、超音速輸送機用推進システム技術研究組合(ESPR)

超音速輸送機連絡協議会

- メンバー:(社)SJAC、超音速輸送機用推進システム技術研究組合、JAXA
オブザーバー:エアライン、大学有識者、経産省、文科省、国交省
- ① わが国の最終目標、役割分担、連携方法を協議
 - ② 研究開発の進め方(アクションプラン)のとりまとめ、フォローアップ

JAXA

◆JAXA「静粛SST技術の研究開発」に関する外部有識者委員会

H19.7設置- メンバー:(上記)超音速輸送機連絡協議会と同様+防衛省

「静粛SST技術の研究開発」の進め方、枠組、成果の展開・活用等を議論

◆研究開発の実施体制(国内/国際連携)・・・「成果の早期創出・還元」の観点から

- ・現行の産業界との連携体制・枠組みを利活用して、連携実施体制を強化していくこととする。
- 1) ICAOソニックブーム基準策定への貢献に向けた国内産業界との連携強化 ... 国としてのコンセンサ作り
- 2) 国際共同開発に向けた欧米の研究機関・企業との連携強化 ... 将来市場進出に向けた基盤・環境作り
- 3) ソニックブーム以外(騒音低減、低抵抗化、軽量化)の要素技術研究も積極的にリード ... 産学界を牽引

特に、学界との連携体制（主に、人材育成の観点）

◆新計画実施における今後の人材育成に向けた大学等との連携方策（案）

【（社）日本航空宇宙学会を窓口とした学会との連携強化】

大学との連携（現状）

共同研究

（3大学4件）



研究委託

（3大学3件）



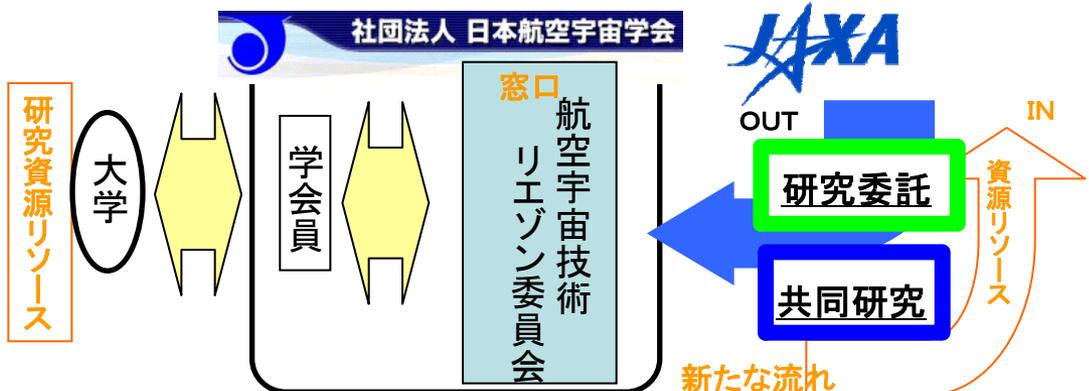
連携大学院・技術研修生受入

（8大学11名）



今後の連携方策

- ①学会に既存の「航空宇宙技術リエゾン委員会*」を通じて連携枠組みを確立、協力範囲・規模を拡大。
例) 連携関係を結んでいない大学等にも、参画機会を提供
JAXAへの研究資源の提供も可能とし、促進する仕組みを構築



- ② 大学に連携講座を設置し、実務講義、活動PR。

*航空宇宙技術リエゾン委員会：日本航空宇宙学会において、航空宇宙技術に関する外部組織と学会員との連携を促進・援助することを目的として設置。

- ・プロジェクト経験のある即戦力の学生育成
- ・航空界の体験やPRを通じた人材強化・供給量拡大 に貢献

スケジュール (一部変更)

	研究機による飛行実証試験の設計検討～飛行実証					(未定)
	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013～ (H25～)
マイルストーン		▽中間評価 (計画見直し)	▲進捗報告 又は 中間評価	▽中間評価 (D-SEND#1)	▽中間評価 (成果評価)	(事後評価▽) ■ICAO/ブーム基準策定 (2013～)
1. 要素技術の研究開発	超音速旅客機の要素技術研究、実機適用評価等					総合評価
	ソニックブーム計測・評価技術					
2. 研究機による飛行実証 【見直し計画案】 コンセプト確認落下試験 (D-SEND)		予備設計	基本／詳細設計	維持設計		ブーム技術獲得 成果の 利活用
【現行計画】 推力あり (超音速エンジン付)	設計検討	凍結▽		D-SEND#1▽	D-SEND#2▽	
予算	1億円	1億円	約40億円規模			

なお、H25年度以降の計画は、次期推進方策(H23-27)又は次期中期計画(H25-29)策定時に検討

資金計画 (変更)

○今回の見直し前後での比較

年度	H18	H19	H20	H21	H22以降	
予算額	1.0億	1.0億	1.0億	1.0億	(従来計画)	H22～H20年代後半頃 (参考: H20年度以降185億円(H19試算))
					(新計画)	FY22～H24 約40億円規模

○他国との比較

欧米においても米国・NASAや欧州共同プログラムとして次世代SSTに向けた研究開発が進展しており、その予算規模もNASAが09年度以降5年間で220百万ドル(約208億円)、欧州も4年間の総額で26百万ユーロ(約35億円)となっている。

為替レートについては\$・ユーロともに平成21年度支出官レートを使用

ONASAのSST研究開発予算/資金計画 (1\$=103円換算)
 FY'08 FY'09 FY'10 FY'11 FY'12 FY'13 FY'14
 53百万\$ 56百万\$ 41百万\$ 40百万\$ 41百万\$ 42百万\$ 43百万\$
 (約55億円 約57億円 約42億円 約41億円 約42億円 約43億円 約44億円)
 (NASA2010年度予算要求資料より)

○欧州研究機関のSST研究開発予算(1ユーロ=143円換算)
 HISAC計画 … 4ヶ年で計26百万ユーロ(約 37億円)
 *当初20百万ユーロから増額

<参考> JAXAにおける他プロジェクトとの比較

- ◆ H9～H17 (実績) 小型超音速実験機(無推力) 総額 125億円
- ◆ H16-24 (実績+見込み) 国産旅客機高性能化技術 総額 約120億円(見込み)
- クリーンエンジン技術 総額 約 81億円(見込み)

参考

見直しの方向性 (前回委員会ご説明資料 <再掲>)

経緯

H19年度の審議において、H21年度に研究機の開発および飛行実験の可否判断を行う中間評価を実施することを設定

現行計画を実施するも、海外の研究動向、国際基準策定への貢献、資金確保状況、各界の期待・ニーズおよび委員会からの御意見から、計画見直しが必要との理解

「成果の創出・還元」と「人材育成」の観点からの計画見直しを実施

見直しの視点

1. 研究開発計画

- ◆ 「成果の早期創出・還元」、「人材育成」
- ◆ ソニックブームはH24年度までに成果を創出
- ◆ 産学の意見も踏まえながら、着実に実施

2. うち、飛行実験

- ◆ 必要最低限な規模・内容で実施
- ◆ H22~24に実施
- ◆ 成果はH25のICAO基準化の議論に反映

3. 実施に当たって

- ◆ 体制を見直し、新たな枠組みを構築
- ◆ 産・学の人的・知的交流を促進
- ◆ 研究資源の集約・相互利用を促進

現行計画

1. 研究開発計画

- (1) 実施期間 H18年度 ~ H20年代の後半頃 (2006年度 ~ 2010年代の中頃)
- (2) 目的・意義 ・次世代SST技術の世界における優位技術の獲得
・取組を通じたわが国の航空機産業の発展と基盤強化
- (3) 実施内容 陸域飛行と市場性を有する次世代SSTの要素技術開発
- | | |
|--------------|---|
| ①要素技術研究 | ②飛行実験 |
| 1) ソニックブーム低減 |  <p>H22-未定</p> |
| 2) 離着陸騒音低減 | |
| 3) 低抵抗化 | |
| 4) 軽量化 | |
- (4) 成果還元 わが国の国際共同開発への主体的参画実現への貢献

2. 実施体制

産学連携を個別に調整し、実施

3. 資金計画

H18	H19	H20	H21	H22~H20年代後半頃
1.0億円	1.0億円	1.0億円	1.0億円	<精査中>

見直し後(新計画)

H18年度 ~ H20年代の後半頃 (2006年度 ~ 2010年代の中頃)

- ・次世代SST技術の世界における優位技術の獲得
- ・取組を通じたわが国の航空機産業の発展と基盤強化
- 並びに将来のわが国航空界を担う人材育成**

陸域飛行と市場性を有する次世代SSTの要素技術開発

- | | |
|---------|-------|
| ①要素技術研究 | ②飛行実験 |
|---------|-------|

- 1) ソニックブーム低減
- 2) 離着陸騒音低減
- 3) 低抵抗化
- 4) 軽量化



わが国の国際共同開発への主体的参画実現 **及び航空機開発国としての国内の航空人材育成**への貢献

産学の **窓口機関を通じ、産・学界に広く参画機会を促進**
産学の連携を強化し、**「資源リソース」を集約化**

FY22~H24	H25~H20年代後半頃
<検討中>	(未定)

■ 将来への道すじと進め方

「次世代SST実用化」のJAXA想定シナリオ(ロードマップ)

2005年 2010年 2015年 2020年 2025年

航空ミッション(産業界)

・ICAO(国際環境基準策定)

米国主導で議論中

・NASA、欧米露産業界
次世代SST開発

・わが国産業界(国際共同開発)

▼ CAEP/7 ▼ CAEP/8 ▼ CAEP/9

ソニックブーム基準策定検討

地上側(人体・建物)影響評価

基準(案)

航空機側の規制

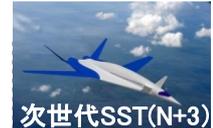
手続・発効

NASA目標[N+2]:
小型SST市場投入(2020)



次世代SST(N+2)

NASA目標[N+3]:
大型SST市場投入(2030)



次世代SST(N+3)

次世代SST概念検討

次世代SST開発

「わが国の国際共同開発参画」

要素技術研究

NASA

ブーム研究機計画

ブームモデリング

ブーム計測

共同研究

業界連携(国際共研、等)

SST国際フォーラム*

*SST国際フォーラムの形成
(JAXA構想)

- ・日米欧研究機関・産業界・学界との構成を視野
- ・共通技術課題克服の促進

超音速輸送機連絡協議会(国内)

JAXA技術の
直接貢献

国内外連携

小型超音速実験機プロジェクト

要素技術研究

低ブーム設計、ブーム評価技術、他

大型SST要素技術

JAXA

静粛超音速研究機計画

概念/設計検討

D-SEND

S3TD+計画



■現状認識 —国内動向—

(1)国内の動向・ニーズ

【産業界の動き】

- ◆官民を含めわが国の関係機関が一同に会する「超音速輸送機連絡協議会」が設置され、次世代SSTの実用化検討を開始(H20.1)
 - ・わが国の最終目標、役割分担、連携方法等の協議、研究開発の進め方(アクションプランのとりまとめ、フォローアップ)を議論
- ◆日本航空宇宙工業会(SJAC)が、超音速機技術に関する日仏共同研究協定(H17.6調印)を、3年間延長(H20.7)
 - ・5項目の共同研究を継続実施 (①機体及びエンジン仕様、②エンジン騒音軽減技術、③ジェット騒音伝搬解析技術、④複合材構造製造時修理技術、⑤耐熱複合材技術)

【各界からの期待・ニーズ(第29回／第30回航空科学技術委員会 ヒアリング資料より)】

- ◆関係省庁
 - 経産省
 - ・一歩先を行く基盤的技術の開発
 - (例:超音速機用耐熱複合材等の新材料開発、超音速飛行中のフラッタ解析法の精度アップ等の解析手法の開発)
 - ・産業界のニーズを踏まえた研究リソースの配分
 - 国交省
 - ・ICAO国際標準の検討における一層の知見の提供
 - 防衛省
 - ・超音速機等の三次元・耐熱複合材料技術に係る試験データ等の情報交換を通じた双方の研究の効率化
- ◆産業界
 - SJAC
 - ・超音速輸送機の実現に必要な基礎研究・基盤的研究開発 (①空力技術、②構造技術、③エンジン技術、④システム技術)
 - ・国際環境基準策定検討への技術的協力
 - ※将来における超音速輸送機の実現を想定したICAO環境基準の策定が見込まれる中で、わが国の技術水準を反映したインプットを行うことができれば、産業界の戦略上のメリットになるとともに、わが国技術力のアピールにもなることが期待される。
 - こうしたインプットを行う基礎とすべく、コンセプト段階から実証段階までの基礎研究・基盤的研究開発を、テーマ間のバランスに配慮しつつ進めていただくことも重要。
 - ・産業界ニーズを反映し、集中と選択による戦略的な研究開発計画の立案。他機関とうまく連携した成果の最大化努力。
 - ・米国(NASA)等と同様に、飛行試験を含む幅広い分野の研究の推進。
- ◆学界
 - 日本航空宇宙学会
 - ・環境先進国として航空分野でも世界を牽引する研究開発活動、国際基準作り
 - ・産学官牽引(産業界が使える技術実証プロジェクトの計画から実証までの大学の参画、アイデア吸上等)
 - ・人材育成(人事交流を通じた産・JAXAの人材不足補填・人材開発、実践教育、インターンシップ受入等)

■現状認識 —国際動向—

(2) ICAO／欧米動向

【国際民間航空機関(ICAO)航空環境保全委員会(CAEP)の動向】

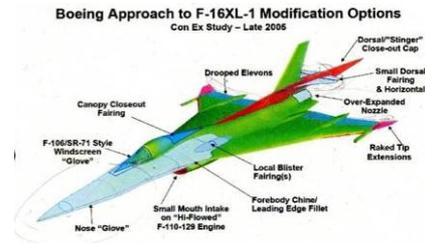
- ◆民間超音速機の環境基準策定のスケジュール(ICAO CAEP/7 2007年2月)
 - ・2010年(CAEP/8) ソニックブーム評価指標(案)の提案
 - ・2013年(CAEP/9) ソニックブーム環境基準(案)の策定
- ◆JAXAのソニックブーム基準検討への参加
 - ・ICAO CAEP 2007年2月にJAXA職員をResearch Focal Point に任命
 - ・RFP(3名:米国、仏国、JAXA)の役割:ソニックブーム基準検討における科学的・技術的根拠の調査及びICAO CAEPへの提示・報告

【米国動向】

- ◆NASAの航空予算は、SST研究に継続的に年40～60百万ドルを投入。
- ◆NASAでソニックブームに与える揚力分布等の影響を調査する飛行実験を実施(右上図2009年1月)
- ◆NASAは低ソニックブーム実験機の飛行実験を計画中(右中図)
- ◆ボーイング、ロッキードマーチンの大手企業もNASAにエンジンメーカーと共同で将来SST概念を提案、採択されて研究実施中(18ヶ月で424万ドル)
- ◆アエリオン、SAIのベンチャーがそれぞれ2014年、2015年の市場投入を目標にSSBJを開発中
- ◆SAIはロッキードマーチンと組んで低ブームSSBJを開発中

【欧州動向】

- ◆EUの統合プロジェクトとしてHISAC(High Speed Aircraft)プロジェクトを推進中。第1フェーズ(2005年末～2009年10月)までで26百万ユーロの予算。低ソニックブーム化の研究に焦点。但し、現時点、第2フェーズは未定。2010年の社会情勢に応じて判断
- ◆ダッソー、スホーイはHISACでの成果をベースにSSBJの開発検討を実施中



NASA委託を受けたボーイングの低ブーム技術実験機



ICAOにおいてソニックブーム環境基準等の超音速機の国際環境基準策定に向けた検討が着実に進捗中
欧米においてもソニックブーム低減を中心とした研究開発が進められているところ。
特に、NASAは飛行実証も視野に入れたソニックブーム研究を強化。

■ICAOにおけるSST騒音基準の検討状況

ICAO/CAEP: 航空環境保全委員会 (日本は委員として参画) の計画

第7回総会 (CAEP/7): 民間超音速機のソニックブーム等の環境基準策定スケジュール設定 (2007年)

第8回総会 (CAEP/8): 民間超音速機のソニックブーム等の評価基準を提案 (2010年)

第9回総会 (CAEP/9): 民間超音速機のソニックブーム等の環境基準を提案 (2013年)

理事会に
新基準の
採択を勧告

④国際基準の発効・効力

ICAO内手続き後、
新基準が発効
【標準 (又は勧告) 化】
⇒ 加盟国 (190ヶ国)
全てに適用
【遵守義務が発生】
⇒ 非適合機は、
飛ばせない・売れない

⑤市場への影響

技術基準を満たせる企業
(国) が、新型機を開発
⇒ わが国産業界の
新型機開発市場への
参画可能性を左右

WG2: Operations

WG1: Nose-Technical Issues

騒音基準の技術的な検討

専門家; Reseach Focal Points (RFP)

(任務: 研究動向調査や技術的考察等)

【日本からJAXA研究者参画】

②成果を紹介

Supersonic Task Group (SSTG)

SSTの騒音基準の検討

③国際基準(案)
の議論・策定

①研究成果

JAXA

超音速輸送機
連絡協議会
からの要請等

<オールジャパンでの取組>

ICAO/CAEP SSTGについて

(設置目的) 次世代超音速機の出現に備えて、騒音基準及びソニックブーム基準策定に関する最新の研究動向をレビュー・検討し、結果を上位会合 (WG1) へ提供

(メンバー) ・各国の航空当局 ※コーディネーター; 1名=米国
・専門家 (RFP); 3名=米・仏・日 (JAXA 研究員)
・ICCAIA* (Boeing, Airbus, P&W, GE, R&R, Gulfstream, Dassault, Bombardier, Sukhoi, etc.)

(検討事項) 陸域飛行を可能とする次世代超音速機のソニックブーム基準および騒音基準の策定に向けた検討

(検討状況)

陸域を飛行可能とする次世代SSTの環境基準として、以下を議論中。
1) ソニックブーム基準 : 新基準策定を決定。ロードマップを検討中。
2) SSTの騒音基準 : 亜音速機基準と同等の方向で検討中。

* ICCAIA (International Coordinating Council of Aerospace Industries Association)

ICAOにおいて、欧米の有力企業を交えた超音速機の国際環境基準策定に向けた検討が着実に進捗中

NASAとの連携 [ソニックブーム評価技術(Sonic Boom Modeling *)]

*ソニックブームモデリング技術；ソニックブームの発生メカニズムを解析し、屋内外の建物や人体への影響を評価する技術

枠組み

締結日：H20. 5. 1付
期間：H20～24年度
実施者：J)APG/超音速チーム
N)ラングレー研究センター
項目：メカニズムの解析
ソニックブームの再生
シミュレーター

スケジュール

H20年度	ソニックブームシミュレーター波形生成技術の高度化のための技術共有 及び 建築物振動試験装置の相互比較・検討を実施
(予定)	
H21年度	ガタツキ音のデータ等の解析 及び再生技術への取り込み
H22年度	屋内ブームの再生、解析技術の評価
H23年度	【TBD】 屋内ブームシミュレーターの共同開発 — 設計フェーズ
H24年度	【TBD】 // — 製作、評価フェーズ及び成果のとりまとめ

概要

【共同研究内容】

JAXAのソニックブームの屋内透過の基礎的シミュレーション技術等の評価、解析手法を確立するため、NASA所有の実測データなどによる検証等を実施。ソニックブームを「再生」したり「解析」したりする技術、評価に用いるシミュレーターの技術等について、データ交換、相互解析、技術検討等を実施。

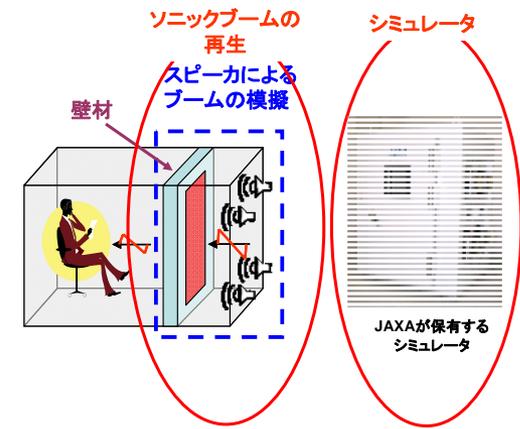
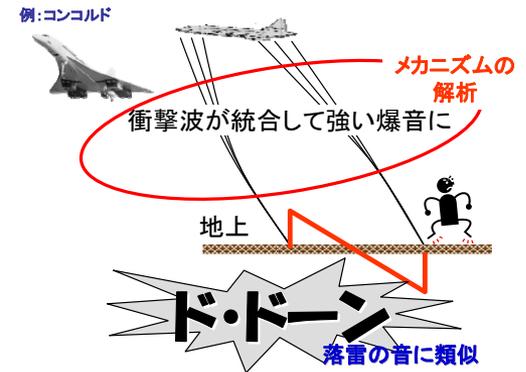
<補足>

- ・JAXAでは、その基盤技術(音響・構造振動試験技術)により、ソニックブームの屋内透過の基礎的シミュレーション技術に見通しを得ているところ。
- ・NASAは、1980年代からソニックブームの研究に従事しており、建築物や人体に与える影響データ等を蓄積(戦闘機を陸上飛行させ、データを取得)。同分野での実績は世界トップ。

なお、現在、当該協力関係を発展させて、JAXAの静粛超音速技術研究開発(S3TD)で計画する豪州ウーメラでの試験にNASAが参画することを検討中。

期待される効果

- ①ソニックブームの屋内への透過シミュレーション技術等の評価、解析技術の確立
及び 屋内ブームシミュレーターの開発
- ②(これらのデータ・知見の蓄積による)
ICAOにおけるソニックブーム規制基準の策定に向けた技術提案



屋内の人体への影響の評価