

# 「静粛超音速機技術の研究開発」の 進捗状況と今後の進め方について

---

第31回航空科学技術委員会 ご説明資料

平成21年8月  
宇宙航空研究開発機構

---

# 1. 現行の研究開発計画

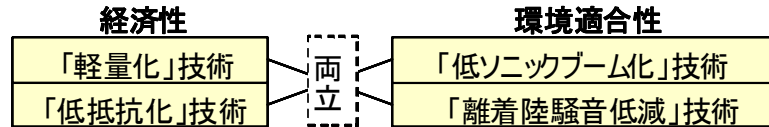
# 現行計画の概要

**1. 課題実施期間** 2006年 ~ 2010年代の中頃  
(平成18年度 ~ 平成20年代の後半頃)

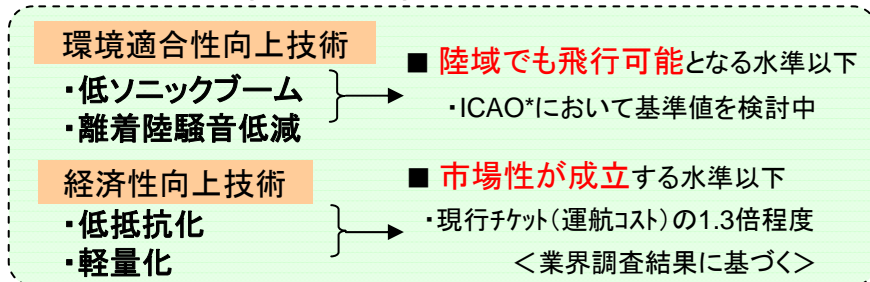
## 2. 研究開発の概要・目的

環境適合性を有し、陸域飛行を可能とする次世代超音速輸送機(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に貢献する。



### 【次世代SSTの技術課題と技術目標】



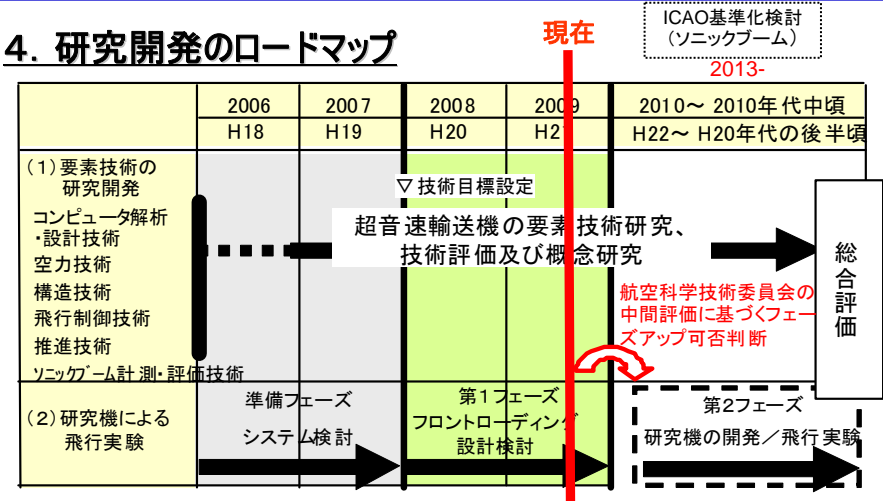
\* ICAO: International Civil Aviation Organization (国際民間航空機関)

## 3. 研究開発の必要性等

欧米において研究開発等が進展しており、これを受けてICAOにおいて次世代SSTの環境基準(ソニックブーム、騒音、排気ガス)が議論され、ソニックブームの新基準策定が決定しているところ。

また、わが国でも、平成20年1月に官民等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、わが国としての次世代SSTの実用化に向けた検討が開始されたところ。わが国の技術的優位性を確保するため、一層の研究開発の推進が必要。

## 4. 研究開発のロードマップ

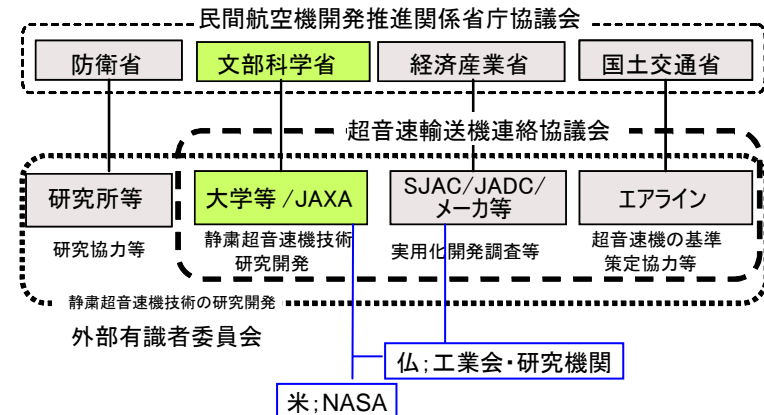


## 5. 予算の変遷

年度	H18	H19	H20	H21	H22以降 (見込額)	総額 (見込額)
予算額	1.0億	1.0億	1.0億	1.0億	未定※	未定※
(内訳)運営費交付金	1.0億	1.0億	1.0億	1.0億		

※H21に研究機の開発および飛行実験の可否を判断する予定

## 6. 課題実施機関・体制



# 進捗状況と今後の課題

今回ご審議

年度	H18	H19	H20	H21(8月)	H22	H23	...	H20年代後半頃																
技術課題	<b>環境適合性向上技術</b> <b>【低ソニックブーム、離着陸騒音低減】</b> ■ 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		<b>経済性向上技術</b> <b>【低抵抗化、軽量化】</b> ■ 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																					
技術目標に対する達成状況	<table border="1"> <thead> <tr> <th>技術課題</th> <th>JAXAにおける技術目標</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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)	<b>JAXAにおける達成状況</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シミュレーション値:ブーム強度約54%低減を達成</li> <li>・機体設計コンセプトの妥当性を風洞試験で確認</li> <li>・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)</li> <li>・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)</li> <li>・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</li> </ul>		<b>今後の課題</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>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、<b>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</b>                      *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、<b>実機による飛行技術実証が必要</b></li> <li>2) ②騒音低減、③低抵抗化、④軽量化は、引き続き<b>基礎研究の進展</b>が課題。<b>産業界との連動性</b>も重要反映</li> </ol>									
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)																							
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	<b>飛行実験</b> ■ JAXAにおける飛行実験計画案(H19) 低ソニックブーム機体コンセプトの飛行実証方法		<b>設計検討(H20-21) 成果</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究機 (例; 三面図)</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大機体質量</td> <td>4,200kg</td> </tr> <tr> <td>空機質量</td> <td>3,100kg</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>14.050m</td> </tr> <tr> <td>全幅</td> <td>7.055m</td> </tr> <tr> <td>主翼面積</td> <td>21.00m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>巡航マッハ数</td> <td>1.4以上</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験場 ... ウーメラ(豪州)</li> </ul>						項目	値	最大機体質量	4,200kg	空機質量	3,100kg	全長	14.050m	全幅	7.055m	主翼面積	21.00m <sup>2</sup>	巡航マッハ数	1.4以上	<b>研究機の開発 / 飛行実験</b>	
項目	値																							
最大機体質量	4,200kg																							
空機質量	3,100kg																							
全長	14.050m																							
全幅	7.055m																							
主翼面積	21.00m <sup>2</sup>																							
巡航マッハ数	1.4以上																							

---

## 2. 今後の研究開発の進め方(案)

# 現行計画の見直しの必要性

◆NASA等におけるソニックブーム研究の加速の動きがみられており、わが国低ブーム設計技術の国際的な優位性の確保には、成果の早期創出と国際的な先行提示が急務。

また、JAXA中期計画に拠り、国際基準策定への貢献、戦略重点科学技術の成果目標の達成が求められており、そのためにも計画期間内(H24年度末まで)の成果創出が必要。

◆他方、設計検討で作成した飛行実験計画に必要な資金確保は、極めて困難な見通し。

また、飛行実験計画を遅らせることは、ICAO/CAEP9(2013)におけるソニックブームの国際基準策定検討への貢献を十分に果たすことが困難。

◆国内各界の期待・ニーズや委員会からは、JAXAのプロジェクトに対して、研究開発の柔軟かつ機動的な対応、成果の還元、効率的な資金配分、産学官の有機的連携、将来を担う人材育成機能等が求められているところ。

見直しが必要

・上記の諸情勢等を踏まえ、今後の本研究開発の進め方について、「**成果の早期創出・還元**」の観点から、①飛行実験計画について、実施内容及び資金計画等を見直すとともに、「**将来を担う人材育成**」にも重きを置いた、②研究開発の実施体制を構築するものとする。

・なお、要素技術の研究開発については、引き続きニーズもあり、従来どおり着実に実施することが適切と考えられることから、これら技術研究の実施計画及び全体の計画期間は据置き(H18-H20年代の後半頃)とし、より各界意見を吸収しやすい体制構築等を図ることとする。

# 見直しに当たっての基本的考え方

## □重点的視点 「成果の早期創出・還元」と「将来を担う人材の育成」

### ◆目的・意義、必要性

- 1) 成果創出・還元 ; 次世代SST機体設計技術の獲得とICAO基準策定への貢献  
(主に産) ⇒わが国企業の国際市場参入機会の確保、国際プレゼンス向上に寄与
- 2) 人材育成 ; 将来のわが国航空界を担う若手研究者等への教育・実践機会の提供  
(主に学) ⇒国際的リーダーの育成、メーカー及び裾野産業の技術力底上げ  
(宇宙、自動車等の他分野への人的波及効果にも期待)

◆実施期間 … 全体の計画期間については、「H18～H20年代の後半頃」(現行どおり)とする。但し、ICAO/CAEP9(2013年;H25年予定)のソニックブーム基準策定の議論までに必要な成果を得るため、必要最低限な規模での飛行実験をH22～24年度に実施。

◆実施体制 … 産学官連携を強化し、本プロジェクトへの産学からの積極的な参画機会を提供することにより、不足する産学の航空教育の活性化、航空技術者の確保に資する新たな体制と枠組みを構築。

◆資金計画 … 既定のプロジェクト(旅客機／エンジン開発)、施設整備計画とのバランスに配慮し、効率的・効果的な資金計画を再設定。産学の研究資源との集約・相互利用も推進。

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

# 新計画の提案

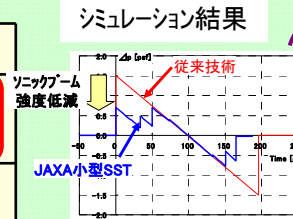
## ■ 「成果の早期創出・還元」について

ーソニックブーム低減技術の獲得(成果の創出)と ICAO基準策定への貢献(成果の還元)ー

次世代SSTの技術課題とJAXAにおける技術目標

達成状況

技術課題	JAXAにおける技術目標	JAXA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"> <li>・<b>シミュレーション値;ブーム強度約54%低減を達成</b></li> <li>・機体設計コンセプトの妥当性を風洞試験で確認</li> </ul>
②離着陸騒音低減	ICAO基準 Chap.4に適合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
③低抵抗化	揚抗比 8.0以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> </ul>
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"> <li>・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</li> </ul>



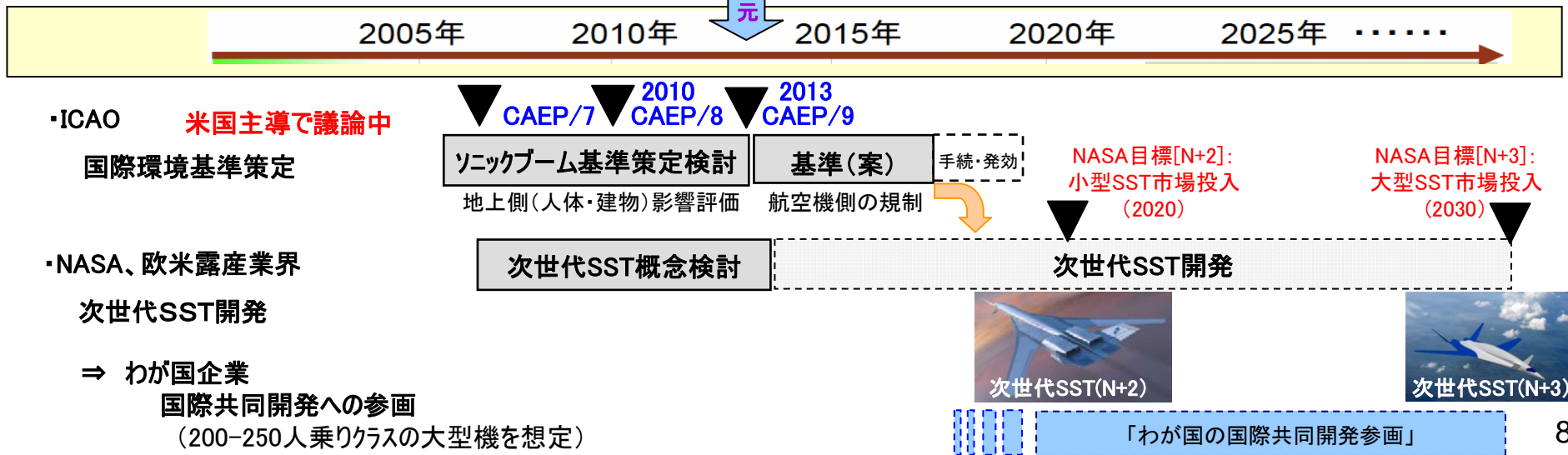
今後の課題

- 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**。

これまでの研究開発を意義・価値あるものとするためにも、早期に飛行実証データを取得し、技術目標の達成を確認する必要

■ 現行の飛行実験計画について見直し  
「我が国ソニックブーム低減技術」を早期に獲得

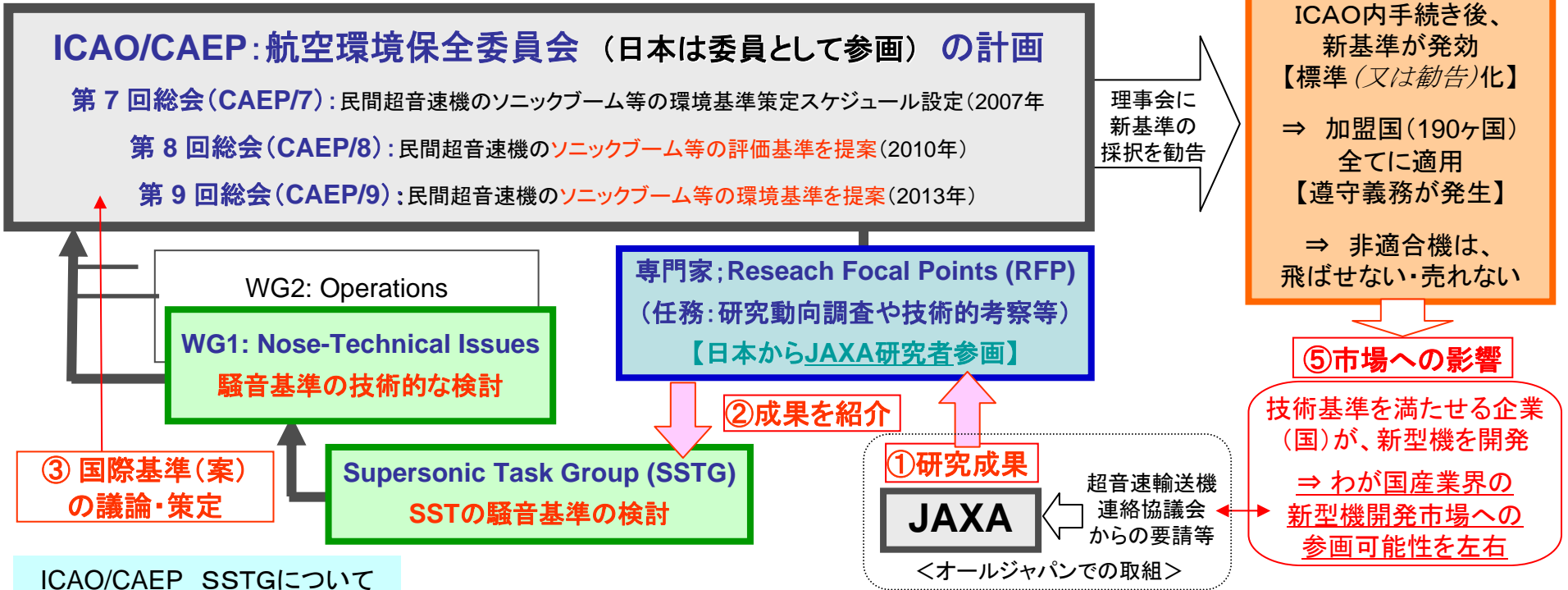
### ◆ 想定されるシナリオ





# 新計画の提案

## 【参考】ICAOの仕組みと動向



### 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)

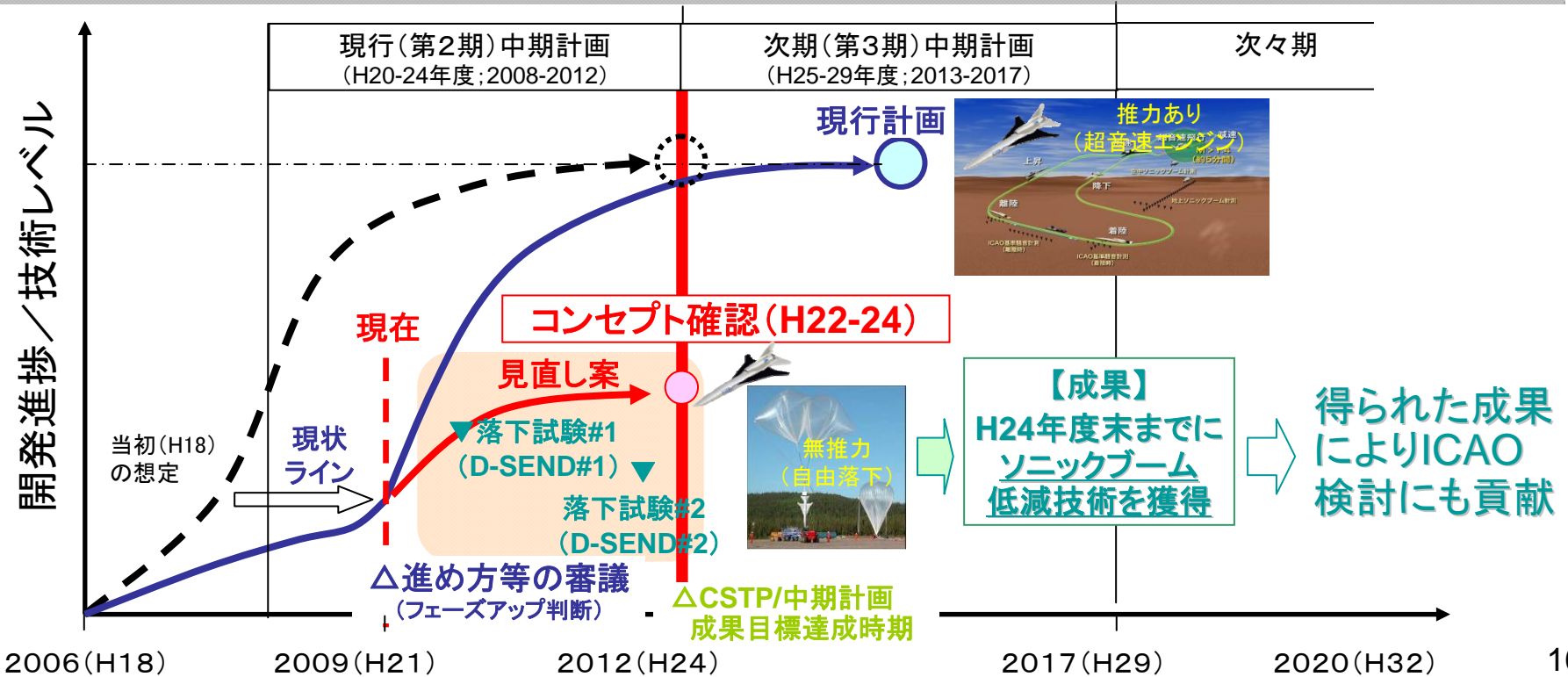
ICAOにおいて、欧米の有力企業を交えた超音速機の国際環境基準策定に向けた検討が着実に進捗中

# 新計画の提案

— 飛行実験① —

## ■ 飛行実験の新計画(見直し)案について

◆ 実験期間	H22~24年度
◆ 実験範囲・目標	機体設計技術としての優位性確保とICAO国際基準策定への技術的貢献 の観点から最低限必要な、 1) 低ソニックブーム設計コンセプト 2) 空中ブーム計測手法等ブーム計測・評価技術 の研究開発及び飛行実証試験を実施し、必要な知見、データ等を獲得 上記要件を満たすべく、以下に示す <b>コンセプト確認のための落下試験</b> を実施
◆ 実験内容	



# 新計画の提案

— 飛行実験② —

## ■ コンセプト確認落下試験「D-SEND」

ICAO/CAEP9  
2013年(H25年)

	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
飛行実証項目	<p>落下試験</p> <p>高度30kmから分離 マッハ1.6程度 @高度5km~10km</p> <p>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>【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、&lt;1000kg (無推力無人機)</p> <p>空中計測 (高度1km)</p> <p>地上マイク</p> <p>テレメータ &amp;コマンド</p> <p>◆ブーム波形計測(空中、地上) ◆騒音計測(地上)</p> <p>N波形用 5m, 700kg 低ブーム 波形用 11m, 700kg</p> <p>(於:スウェーデン NEAT実験場 【キルナ気球放球場】)</p>		<p>未定</p>		未定
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>わが国が目指す 「ソニックブーム低減技術」 を獲得</p> <p>実験成功・ 成果確認</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

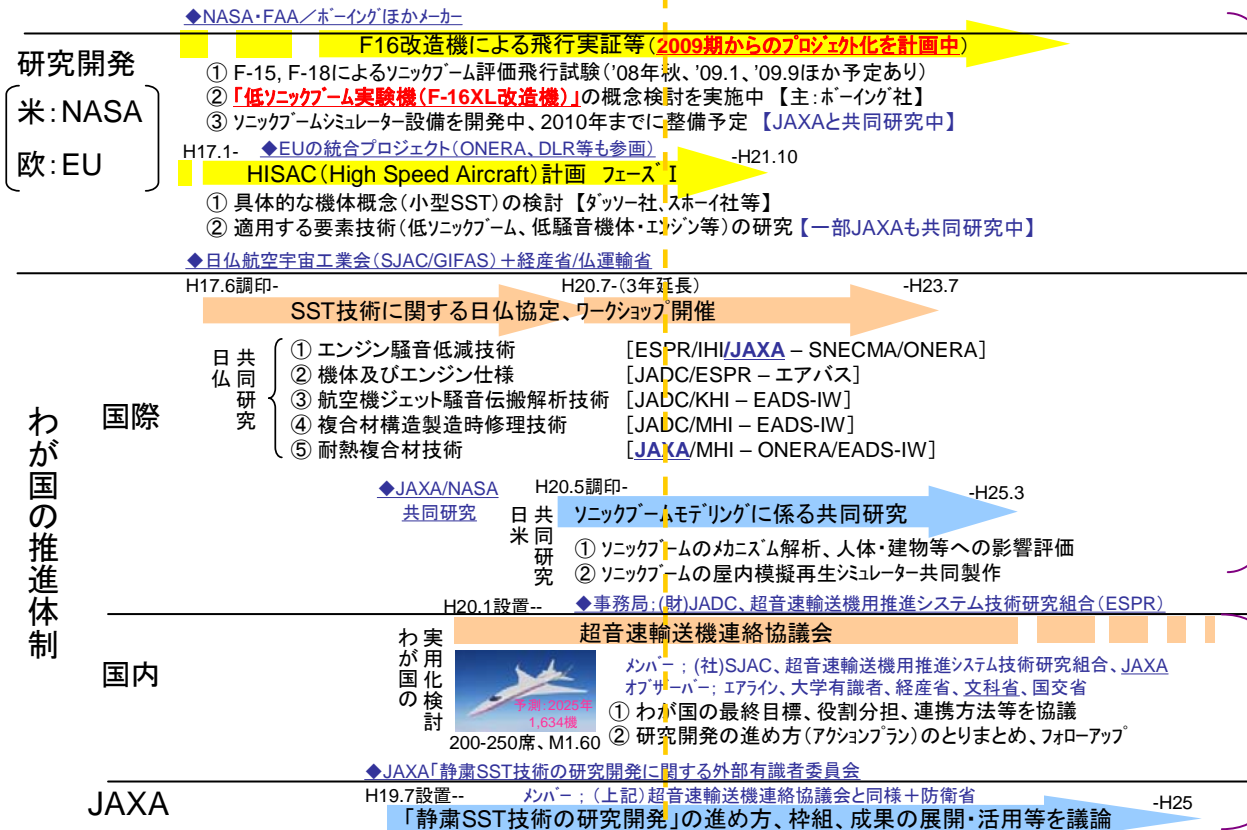
# 新計画の提案

—実施体制①—

## 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

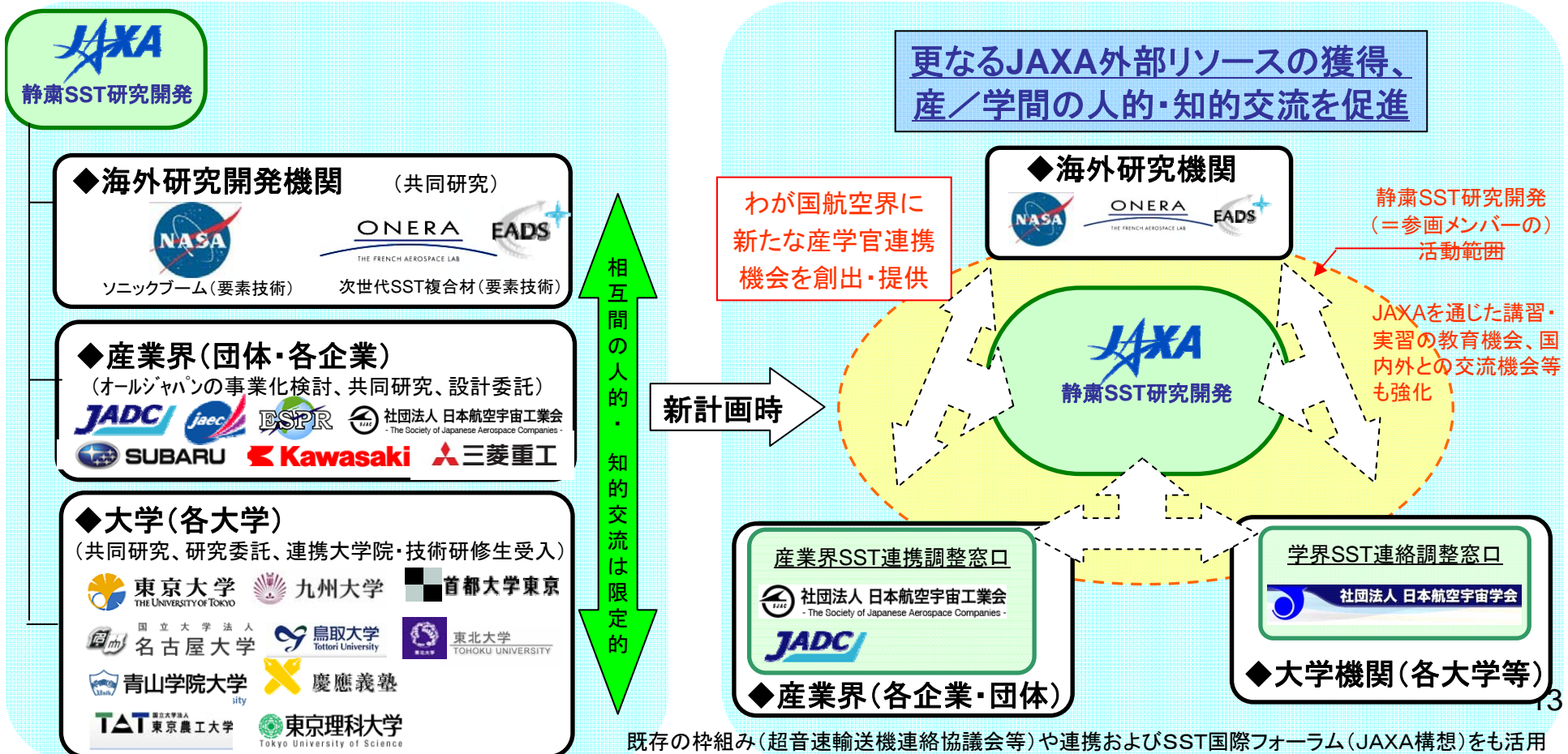
### ◆研究開発の実施体制(国内／国際連携)・・・「成果の早期創出・還元」の観点から

- ・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

# 新計画の提案

—実施体制②—

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



# 新計画の提案

—実施体制③—

## ◆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)

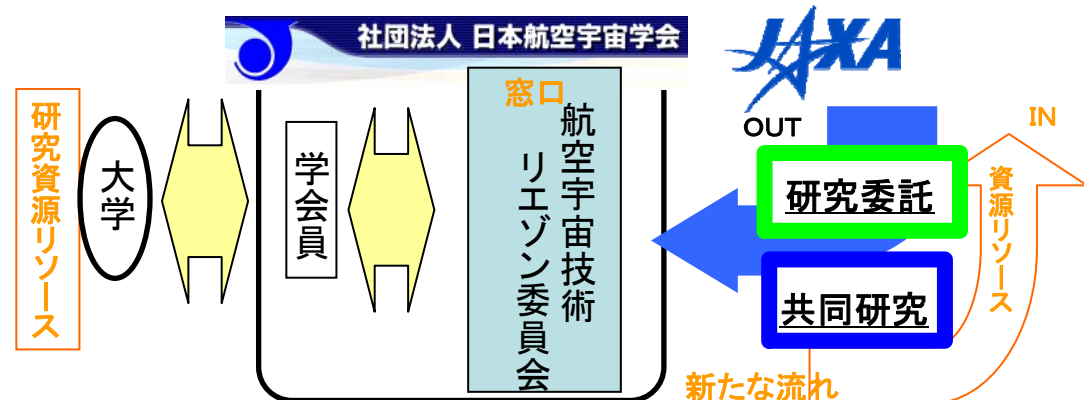
【(社)日本航空宇宙学会を窓口とした学会との連携強化】

### 大学との連携(現状)



### 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

# 新計画の提案

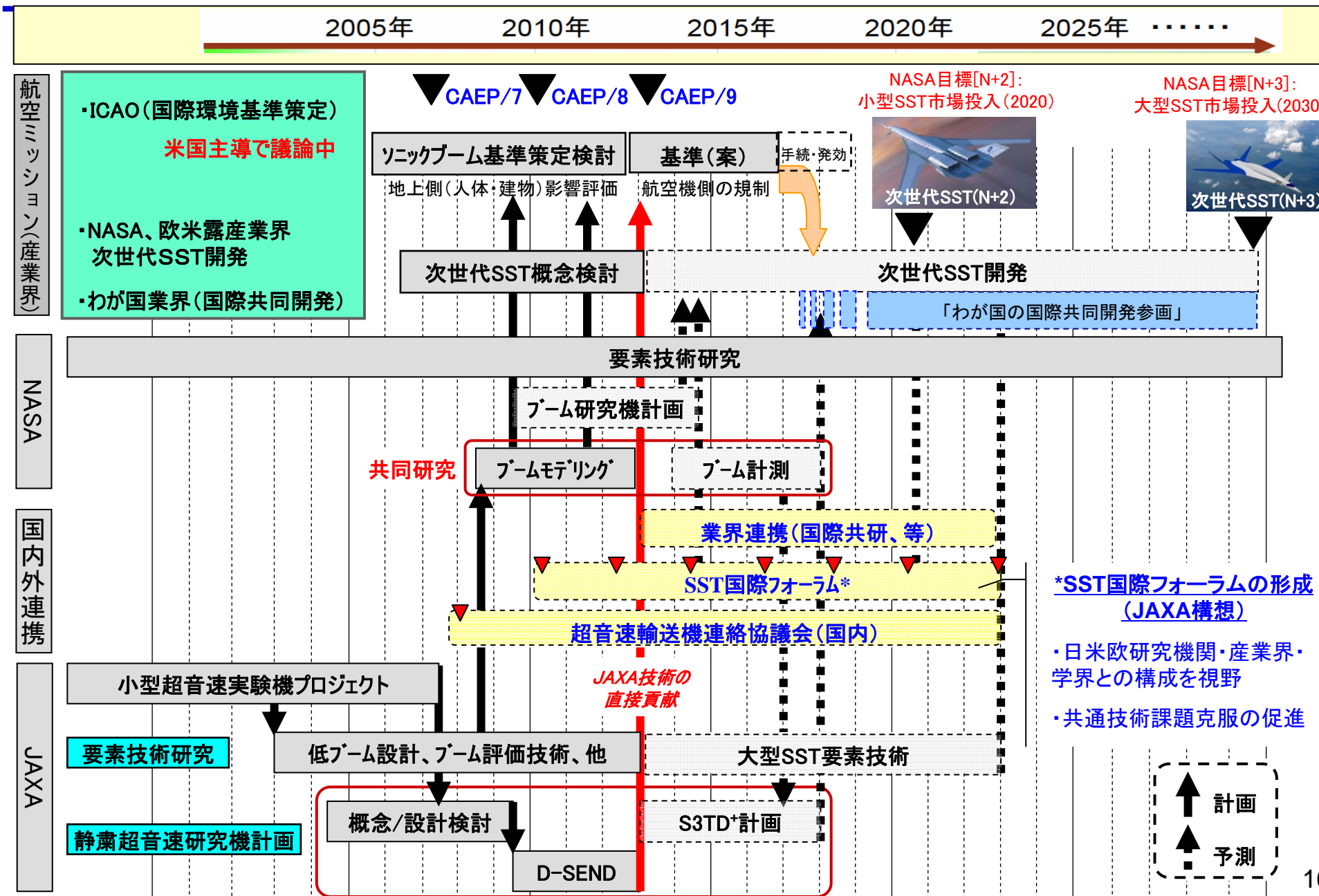
ースケジュール

## 研究開発スケジュール(見直し案)

	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	(検討中)			

# 新計画の道すじと進め方

## 「次世代SST実用化」のJAXA想定シナリオ(ロードマップ)





# まとめ

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御提案

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

  - ソニックブーム低減
  - 離着陸騒音低減
  - 低抵抗化
  - 軽量化

②飛行実験 H22-未定
- (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

  - ソニックブーム低減
  - 離着陸騒音低減
  - 低抵抗化
  - 軽量化

②飛行実験 H22-24
- 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)