

静粛超音速機技術の研究開発に関するJAXA計画(案)

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
第1回 静粛超音速機技術の研究開発 推進作業部会

平成18年10月16日
宇宙航空研究開発機構

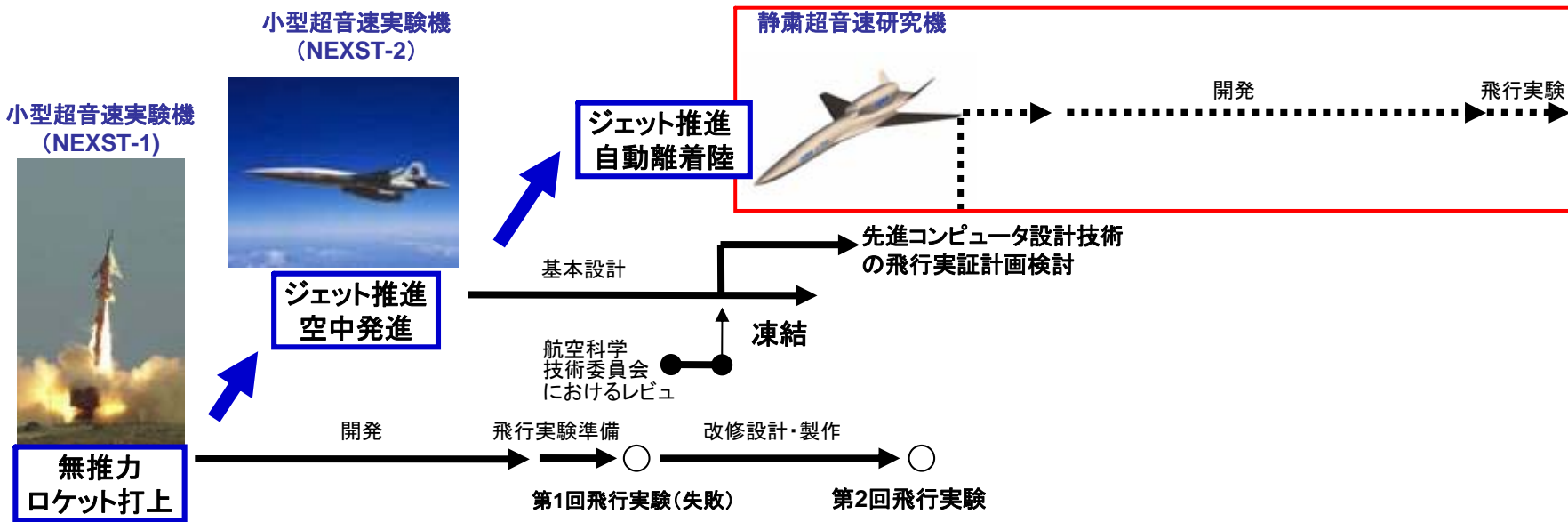
JAXAにおける次世代超音速機技術の研究開発

小型超音速実験機の開発・飛行実験

静粛超音速機技術の研究開発

1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

○実機に近いシステムへ



○経済性の追求から、経済性と環境適合性の両立へ

○コンピュータ設計技術の部分形状設計への適用から、全機形状設計への適用へ

本研究開発の概要

「静粛超音速機技術の研究開発」の目的

将来航空輸送のブレークスルーとしての超音速旅客機の実現を目指して
静かな超音速旅客機の実現に必要な鍵技術の技術レベルを向上させる

(1) 経済性と環境適合性を両立する独自機体コンセプトの飛行実証

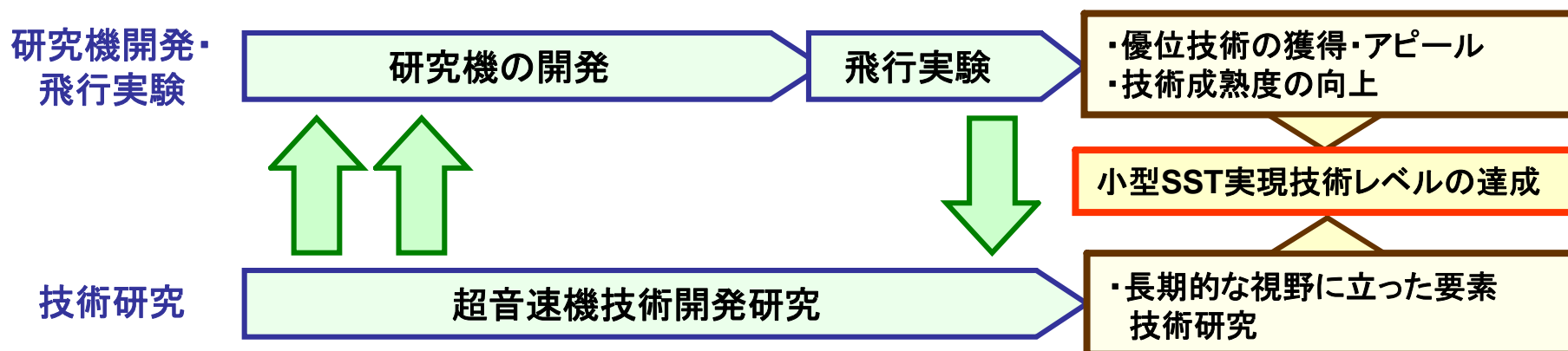
- 低ソニックブーム・低抵抗機体コンセプトの研究機開発と飛行実証

(2) コンピュータ設計技術の高度化と全機形状設計への適用

- 高忠実度なコンピュータ設計技術(CFD、CAA等)の開発
- 多分野統合解析技術、多目的最適化設計技術の機体設計への適用

(3) 超音速機技術の高度化

- 航空機としてほぼ全ての機能を有する機体システムによる実証
- 静粛超音速機技術(空力、構造、推進技術)に関する技術研究の推進



研究開発の技術目標

大型SSTの実現に必要な重要技術課題の克服を視野に入れつつ
本プロジェクト終了時に小型SSTの実現を可能とする技術目標を達成し、
小型SSTの実用化判断を可能にする。

小型超音速旅客機(参照機体)の仕様

機体仕様	: 小型超音速旅客機	30 – 50席
	飛行マッハ数	1.6 – 2.0
	航続距離	>3,500nm
	最大離陸重量	65 – 70トン



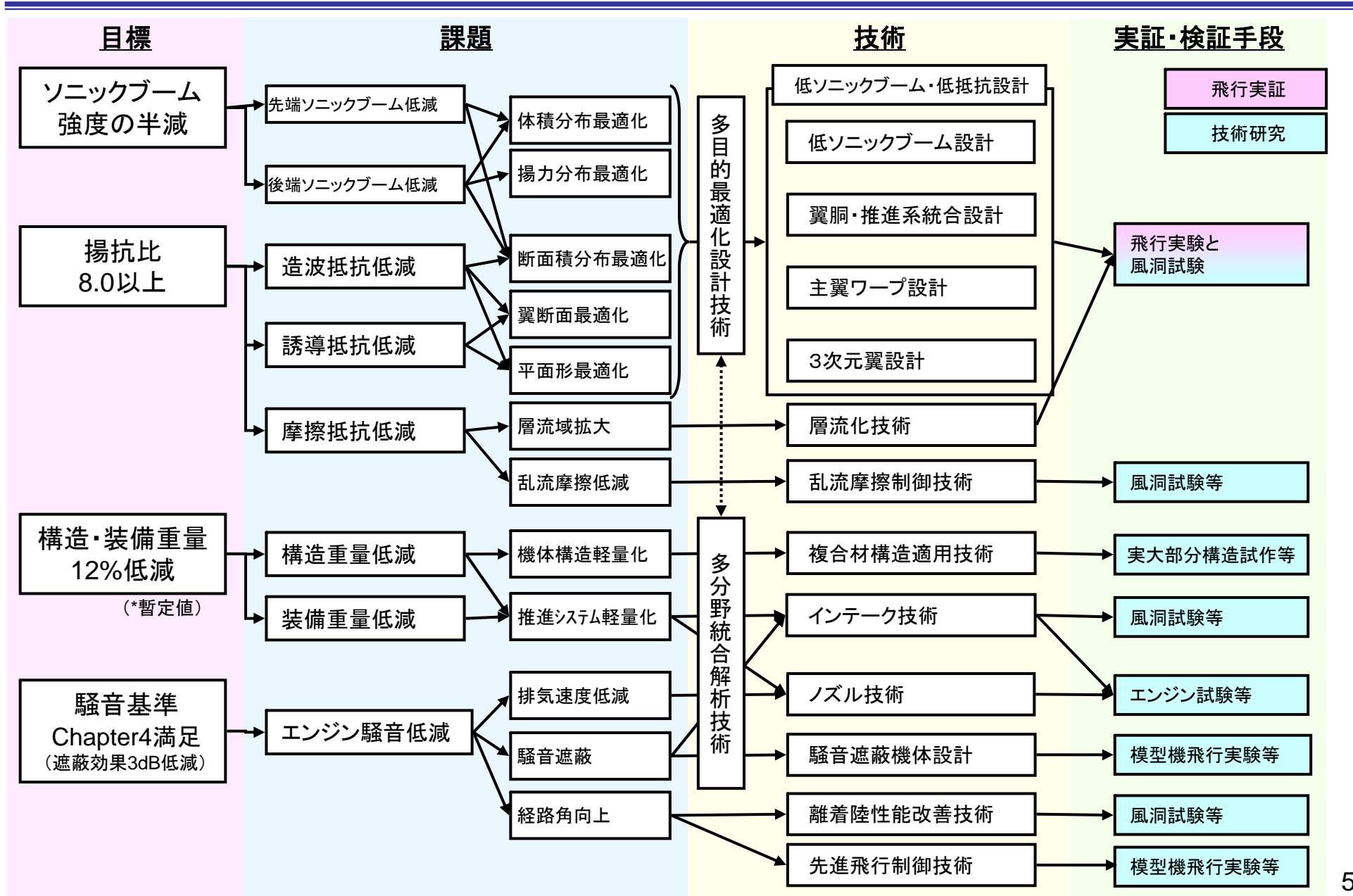
技術目標

ソニックブーム低減	: 低減率50% (0.5 psf以下)
揚抗比改善	: 8.0 以上 (巡航マッハ数 2.0)
軽量化	: コンコルド技術に対して12% 軽減(暫定)
離着陸騒音低減	: 機体遮蔽により3dB低減 (ICAO Chap.4を十分に満足)

研究項目

コンピュータ設計技術	: 高忠実度な多分野統合解析技術(CFD/CAA等)、多目的最適化設計技術等
空力技術	: 低抵抗・低ソニックブーム機体設計技術、騒音遮蔽機体設計技術、ソニックブームの受容性評価、高揚力装置、境界層制御技術等
構造・材料技術	: 耐熱複合材構造技術、空力弾性等
推進技術	: 軽量低騒音ノズル技術、高効率インテーク等

技術項目と実証・検証手段



静粛超音速研究機の開発・飛行実験の概要

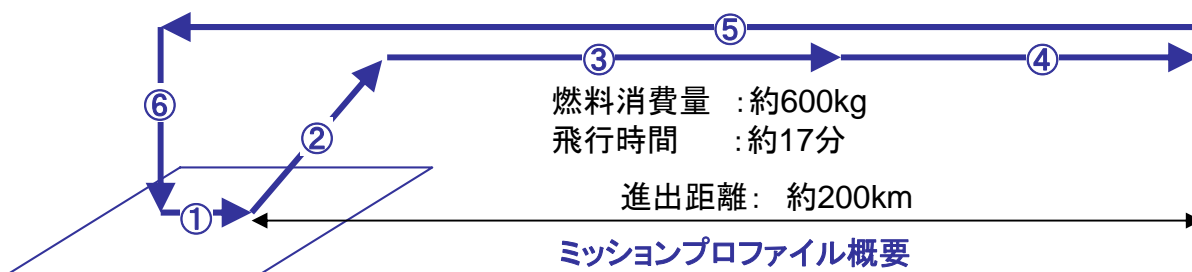
低ソニックブーム設計効果とそのロバスト性の確認を行う飛行実証の実施

飛行実験概要：離陸～超音速飛行～着陸までの自律飛行を行い、ソニックブーム計測、離着陸騒音計測等を実施

飛行実験回数：低ソニックブーム設計効果とそのロバスト性を確認するために必要な回数(20～30回)を確保

翼胴一体の低ソニックブーム・低抵抗機体

(ソニックブーム強度半減)



技術研究計画

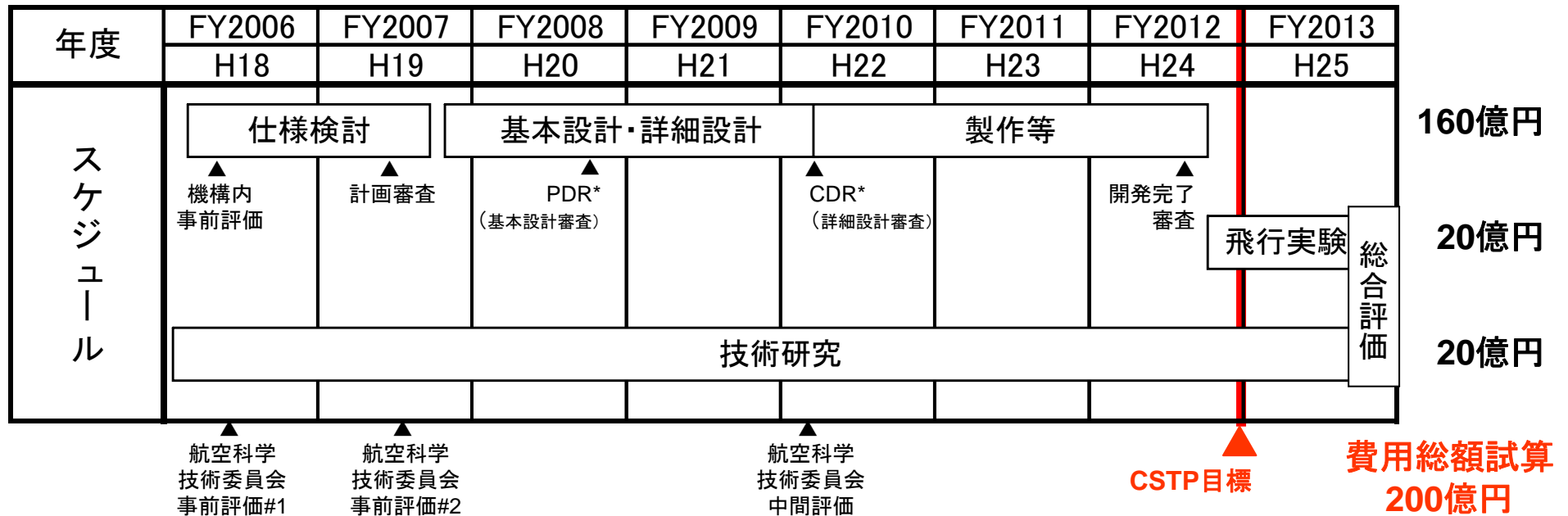
技術項目	研究項目	研究概要
低ソニックブーム・低抵抗機体設計技術	①低ソニックブーム・低抵抗機体コンセプト ②ソニックブーム計測技術 ③ソニックブーム伝播解析技術 ④ソニックブーム受容性評価	低ソニックブーム・低抵抗機体コンセプトの適用設計を行い、その効果をシミュレーション及び風洞試験により検証するとともに、最終的には研究機による飛行実験結果を反映させてSST実機での性能評価(予測)を行う。併行して飛行効果や大気影響を含む伝播解析ツールの開発・高度化、ソニックブーム計測技術開発、及びソニックブームシミュレータ整備とこれを用いたソニックブーム受容性評価に関する研究を行い、ICAOにおける基準策定作業に反映する。
騒音遮蔽設計技術	①騒音遮蔽機体コンセプト ②騒音予測技術	騒音遮蔽機体コンセプトの適用設計を実施してその効果をシミュレーション、小型模型機・研究機による飛行実験等によって、騒音遮蔽設計効果の検証を行う。また騒音予測(騒音特性・伝播特性)ツールの開発・高度化を行い、これを用いてSST実機での騒音遮蔽性能評価を行う。
抵抗低減技術	①層流化技術 ②乱流摩擦制御技術	自然層流翼設計・解析ツールの高度化・汎用化、自然層流機首・胴体設計コンセプト研究及びその設計・解析ツールの開発・高度化を行うとともに、これらツールによるシミュレーション及び風洞試験等によりSST実機での性能評価を行う。またリアレット等乱流摩擦制御については超音速域における効果検証を風洞試験等により行い、SST実機への適用性評価を行う。
離着陸性能改善技術	①高揚力装置技術 ②低速高迎角CFD技術	SSTの低速性能改善を目的として前・後縁フラップの形状設計を実施し、シミュレーション及び風洞試験により検証する。またこれに必要な低速高迎角状態のSST周りの流れを高精度に解析するツールの開発・高度化を行い、これを用いてSST実機での低速性能評価を行う。
複合材構造適用技術	①耐熱複合材特性評価 ②複合材構造製造技術 ③空力弾性予測技術	耐熱複合材(ポリイミド系樹脂)について180℃までの耐熱性・機械特性データベースを構築するとともに、SST実機の複合材構造様式検討及び製造技術開発を実大部分構造試作試験等により技術実証を行う。また、フラッタ特性等の空力弾性予測ツールの開発・高度化、風洞試験等によりツール検証を行い、SST実機のフラッタ特性評価を行う。
インテーク技術	①インテーク可変制御技術	実機SST用の混合圧縮型可変制御インテーク設計を行い、シミュレーション・風洞試験等により空力性能評価及び制御技術実証を行い、実機SSTにおける性能評価を行う。
ノズル技術	①低騒音可変ノズル技術	軽量の低騒音可変ノズル設計を行い、シミュレーション及び地上エンジン試験等により性能評価及び可変機構・制御技術の実証を行い、シミュレーション及び試験データ補正等により実機性能を評価する。
飛行制御技術	①高精度航法誘導制御技術	離着陸から超音速巡航の完全自律飛行制御を可能とする航法誘導制御技術の開発を行い、特に不安定な低速域での制御能力を小型模型機の飛行実験により実証する。
多目的最適化設計技術	①多目的最適設計ツール	遺伝的アルゴリズム・応答曲面法等を組み合わせたツールの開発・高度化を行い、研究機・実機SSTの低ソニックブーム・低抵抗設計に適用して風洞試験・飛行実験によりツールの実用性評価を行う。
多分野統合解析技術	①空力・構造統合解析ツール(含:プロセス自動化環境) ②空力・音響統合解析ツール	空力・構造、空力・音響の2分野統合解析ツールの開発・高度化を行い、研究機・実機SSTの機体設計に適用して風洞試験・飛行実験等によりツールの検証を行うとともに、空力・構造統合解析の高効率化に必要な構造モデル自動生成等のプロセス自動化の統合解析環境を構築する。

プロジェクトスケジュールと資金総額

◆第3次科学技術基本計画 分野別推進戦略の実現目標を達成するためのスケジュール

◇研究開発目標：2012年度までに超音速機のソニックブームを半減する機体設計技術等を実証し、超音速機開発における世界的な優位技術を獲得する【文部科学省】

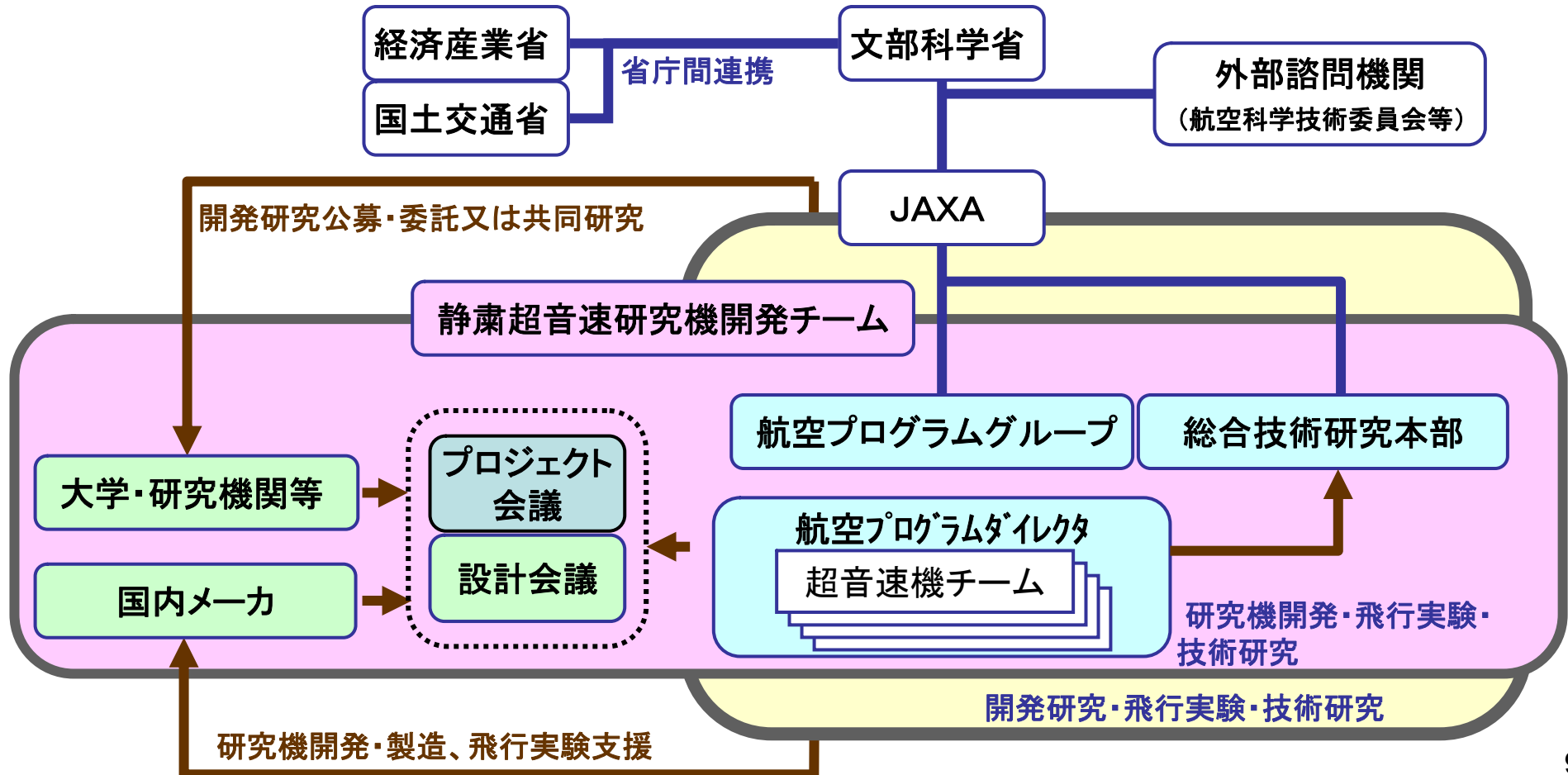
◆基本設計(平成19年度下期予定)は航空科学技術委員会における評価を受けて着手する予定



研究開発の推進体制

基本方針

- ◆ All JAPAN 体制で各機関の技術能力・ポテンシャルを有効活用
- ◆ 大学等他機関の積極的参画を促す
- ◆ 責任分担の明確化
- ◆ プロジェクト会議、設計会議による推進、QCD（品質、コスト、期限）のバランス管理



研究開発方針

(1) 飛行実証と技術研究の併用

飛行実証が不可欠な低ソニックブーム・低抵抗機体コンセプトの研究機開発・飛行実験及びその開発支援と静粛超音速機技術の高度化のための技術研究を併用した研究開発

(2) これまでの成果の反映

これまでの蓄積した超音速機技術及び無人飛行実験機技術等の成果を活用した研究開発

(3) 他機関との積極的な連携

大学等他機関の積極的な参画を促し、各機関の技術能力・ポテンシャルを有効活用する研究開発

JAXAとメーカーのマネージャによるプロジェクト推進のための「プロジェクト会議」を定期的に行い、プロジェクト運営と技術の間の乖離を防止

(4) 実証技術に関する時間的優位の確保

国際競争下にある技術課題に関して、技術実証時期を早期に実現することに留意してプロジェクトを推進

静粛超音速研究機への技術反映

小型超音速実験機 (無推力)

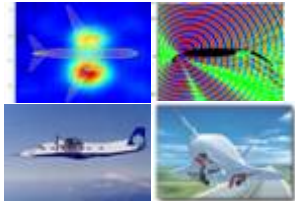


ジェット実験機

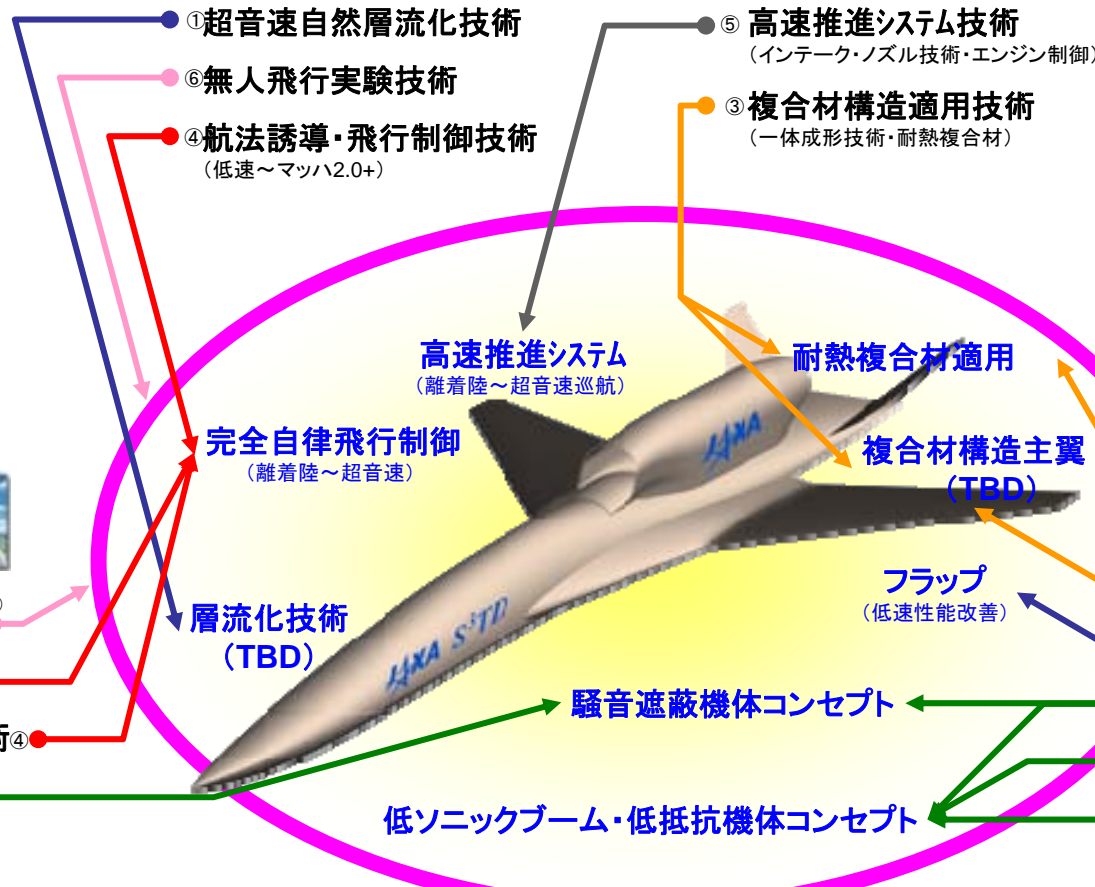


- ① : 空力技術
- ② : 環境適合技術(騒音)
- ③ : 構造・材料技術
- ④ : 航法誘導・飛行制御技術
- ⑤ : 推進システム技術
- ⑥ : 機体システム・実験技術

その他の JAXA技術



- 無人飛行実験技術 ⑥
- 自動離着陸技術 ④
- 高精度誘導航法技術 ④
- 音源探査技術 ②



技術研究



- ③ 耐熱複合材設計技術
- ③ 空力弾性予測技術
- ① 離着陸性能改善技術
- ② コンピュータ設計・解析技術
- ② 低ソニックブーム設計技術
- ② ソニックブーム計測技術

静粛超音速研究機概念 (無人ジェット機)

今後の予定

2007年度本格着手に向けた今後の予定

2006.8 :概念設計(その1)の完了

2006.8 :航空科学技術委員会によるプロジェクトの事前評価#1の実施
•主に研究開発の意義、目的、計画概要について評価

2006.10 :航空科学技術委員会の下に作業部会を設置 (MEXT)
•JAXAの具体的な計画の策定に反映することを目的として、研究のあり方を審議
•2006.10~2007.5を目処に5回程度開催予定
•産業界、エアライン、大学等からのメンバにより構成

2006.10 :概念設計(その2) (JAXA、メーカ)
•高忠実度な設計を適用
•2007年5月までに完了

2007.7 :航空科学技術委員会によるプロジェクトの事前評価#2の実施 (MEXT)
•プロジェクトの詳細実施計画の評価

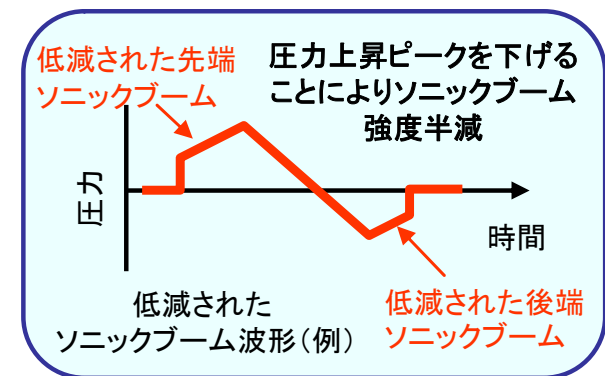
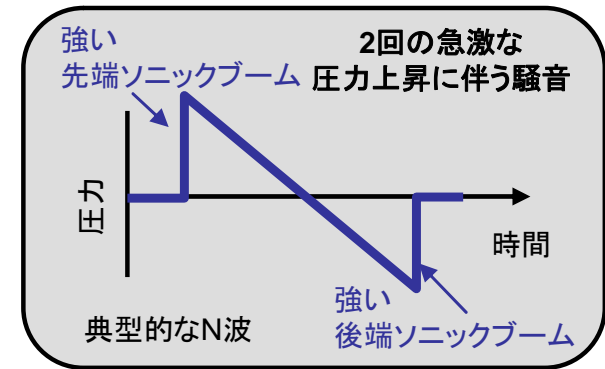
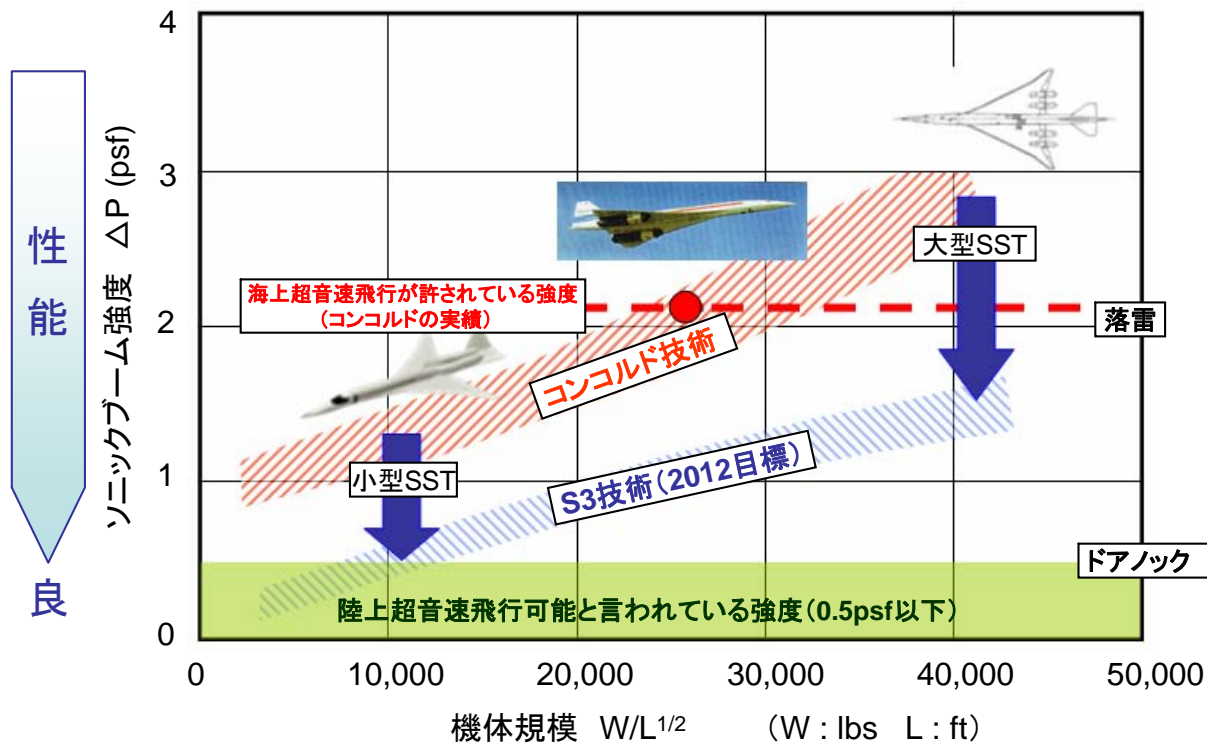
2007.12 :RFPとプライムメーカ選定 (JAXA)

2008.1 :研究機の基本設計に着手(プロジェクト本格着手) (JAXA)

(参考) 技術目標の技術レベル(1)(コンコルドとの比較)

ソニックブーム

- ◆コンコルドに比べて**半分以下**のソニックブーム強度(2012年目標)
- ◆小型SSTの**陸上超音速飛行禁止を解決**
- ◆大型SSTの**海上超音速飛行を保証**

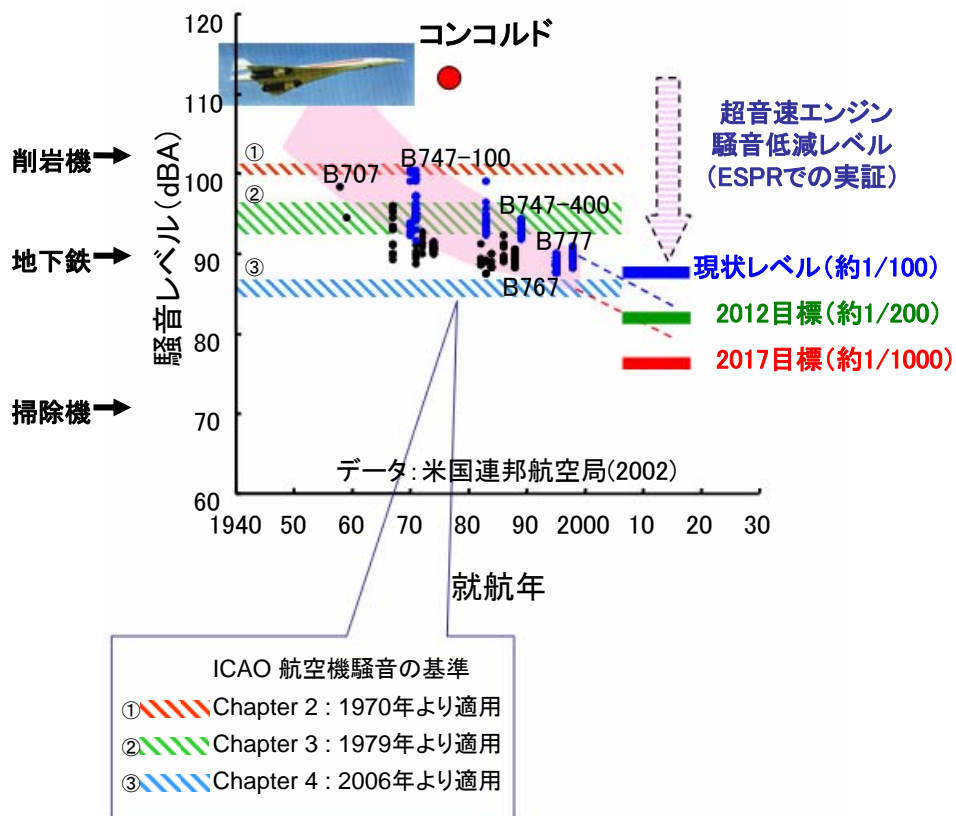


(参考) 技術目標の技術レベル(2) (コンコルドとの比較)

離着陸騒音

◆コンコルド技術に比べて、**1/200**
以下の騒音(2012年目標)

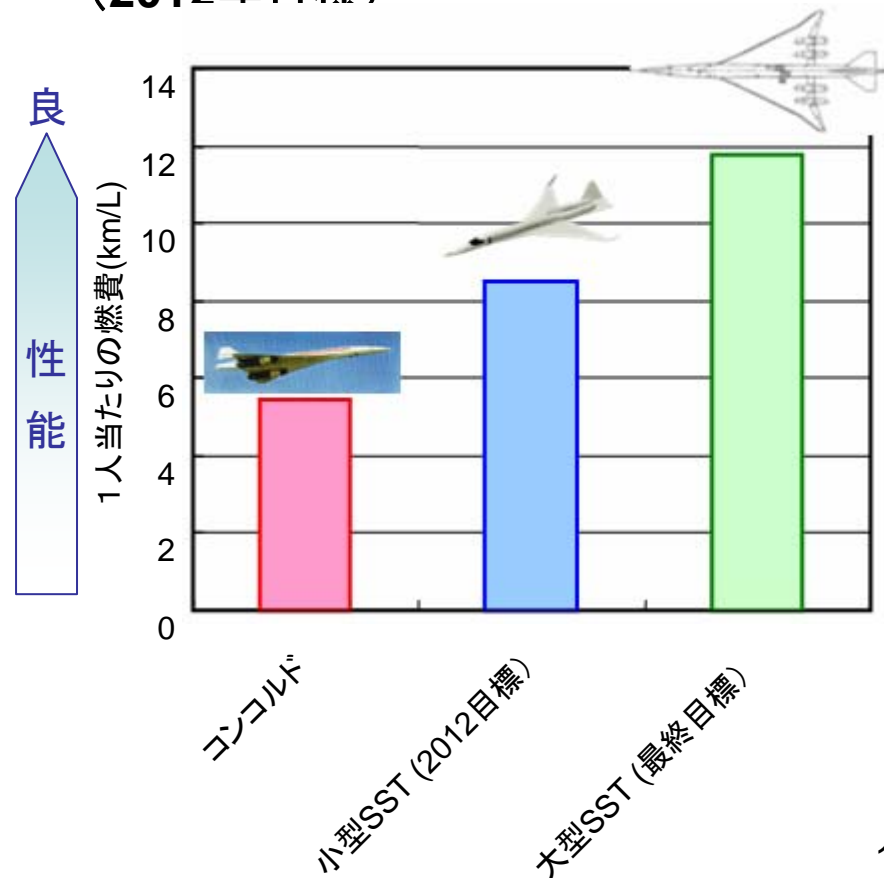
◆**一空港乗り入れ禁止**を解決



燃費

◆空力、構造、推進性能全体を考慮して算出した航空機の燃費性能

◆コンコルドの**燃費性能を1.5倍向上**
(2012年目標)



(参考) 研究機開発・飛行実験スケジュール案詳細

		FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013							
		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成24年度							
マイルストーン		▼事前評価#1 ▽搭載エンジン候補選定	▼事前評価#2 ▽計画審 ▽開発要求仕様(2次) ▽搭載エンジン確定	▽PDR ▽飛行実験場設定		▼中間評価 ▽CDR	▽飛行実験場利用契約締結	▽開発完了審査 ▽飛行実験着手	成果評価▼							
静粛超音速研究機の開発・飛行実験	設計	システム検討(予備設計)		基本設計		細部設計		維持設計								
	主要関連試験			基本風洞試験	詳細風洞試験	構造要素試験	部分構造試験	操縦・降着リグ試験	燃料系統リグ試験	エンジン制御系統確認試験	ハード/ソフト結合試験	システム統合試験	電源系統確認試験	装備品開発(ソフト含む)、装備品技術確認試験	全機静強度試験	全機地上試験
	製作			基礎アンテナ試験	詳細アンテナ試験	エンジン調達	1号機製作	地上管制装置製作								
	飛行実験		飛行実験場調査		飛行実験場契約関連作業			飛行実験場整備等			飛行実験(含:準備作業)					

(参考) 技術研究スケジュール詳細(1/2)

	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013		
	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度		
マイルストーン	▼事前評価#1	▼事前評価#2	▽PDR		▽CDR		▽開発完了審査	成果評価▼		
	研究機・飛行実験システム開発						飛行実験(含:準備作業)			
	実機概念研究(機体コンセプト設定・適用先進技術効果検証等)						技術目標達成評価			
空力技術分野	低ブーム・低抵抗設計技術			研究機開発対応			技術目標達成評価			
	研究機コンセプト評価(形状設計・風試等による検証)			計測手法開発(計測システム・伝播解析技術開発)					計測手法・解析技術検証と改良(シミュレータ/既存機を用いた飛行実験)	
	実機コンセプト検討(形状設計と解析)			実機コンセプトの適用評価(地上試験・シミュレーションによる検証・評価)						
	ソニックブーム受容性評価手法開発(シミュレータ整備等)			ソニックブーム許容性評価試験					受容性評価分析	
	騒音遮蔽設計技術			研究機開発対応						
	研究機コンセプト評価(形状設計と地上試験/模型機飛行実験での検証)			予測・計測手法開発(騒音計測システム・予測技術開発)					計測システム検証と改良(既存機を用いた飛行実験)	
	実機コンセプト検討(形状設計と解析)			実機コンセプトの適用評価(地上試験/模型機飛行実験・シミュレーションによる検証・評価)						
	抵抗低減技術			実機への適用評価(風試/シミュレーション等による検証・評価)						
	自然層流翼設計手法の高度化・汎用化/自然層流機首・胴体コンセプト研究機への適用			乱流摩擦制御の調査・適用研究					実機への適用評価(風試/シミュレーション等による検証・評価)	
	3次元後縁フラップ効果検証(風試等)			実機への適用評価(形状設計・風試/シミュレーション等による検証・評価)						
	低速高迎角流れ解析技術の高度化			フラップ等形状設計最適設計ツール開発 高度化						
	構造・材料技術	複合材構造適用技術			研究機開発対応				技術目標達成評価	
研究機適用評価(適用部位検討・構造要素試作評価)			耐熱複合材料特性データ取得(試験片/構造要素試作)							
実機構造様式検討			複合材低コスト製造/成形技術開発(構造要素試作等)			実機コンセプトの適用評価(実機実大部分構造試作・評価による実証)				
研究機フラッタ特性評価(解析・風試等)			研究機開発対応							
フラッタ予測技術開発(高精度化)			実機フラッタ特性予測(解析・風試等)							

(参考) 技術研究スケジュール詳細(2/2)

	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013
	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度
マイルストーン	▼事前評価#1	▼事前評価#2	▽PDR		▽中間評価		▽開発完了審査	成果評価▼
	実機概念研究(機体コンセプト設定・適用先進技術効果検証等)						飛行実験(含:準備作業)	
	研究機・飛行実験システム開発						技術目標達成評価	
制御技術分野	飛行制御技術			研究機開発対応			技術目標達成評価	
	研究機航法誘導制御技術開発(解析・模型機飛行実験での検証)			研究機開発対応			技術目標達成評価	
	飛行解析ツール開発		研究機飛行実験シミュレーション					
	実機適用性検討		実機コンセプトの適用評価(シミュレーションによる検証・評価)					
推進技術分野	インテーク技術			研究機開発対応			技術目標達成評価	
	研究機インテーク設計評価(形状設計・解析・風洞試験等による評価)			研究機開発対応			技術目標達成評価	
	可変制御インテーク・エンジン統合制御技術開発(シミュレーション・基礎試験等)			実機への適用評価(解析・風試・ATFエンジン統合試験等による実証・評価)			技術目標達成評価	
	実機インテークコンセプト検討(設計・解析等)			低騒音インテーク技術開発(解析・風試・屋外エンジン試験等による検証・評価)			技術目標達成評価	
	ノズル技術			実機への適用評価(ノズル設計・解析・ATF試験・屋外試験等)			技術目標達成評価	
	可変機構付低騒音ノズル概念検討(地上試験・シミュレーション等)			実機への適用評価(ノズル設計・解析・ATF試験・屋外試験等)			技術目標達成評価	
コンピュータ設計・解析技術	多目的最適化設計技術			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	多目的最適化ツールの高度化			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	(高忠実度化:パネル法→オイラー解析)			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	多分野統合解析技術			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	多分野統合解析ツール(空力・構造/空力・音響)の高度化			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	MDOシステム検討			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	MDOシステム開発(CAD・シミュレーションインターフェース構築)			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
	研究機形状設計への適用作業(設計・解析・データ生成等)			設計空間の拡大			コアソフトウェアパッケージ化	
				研究機開発対応(ex:ジグ形状生成等)			コアソフトウェアパッケージ化	
				解析ツール汎用化			コアソフトウェアパッケージ化	
				▽基本システム構築			コアソフトウェアパッケージ化	
				(CAD/CFD/CSD自動解析ツール+最適化ツール)			コアソフトウェアパッケージ化	