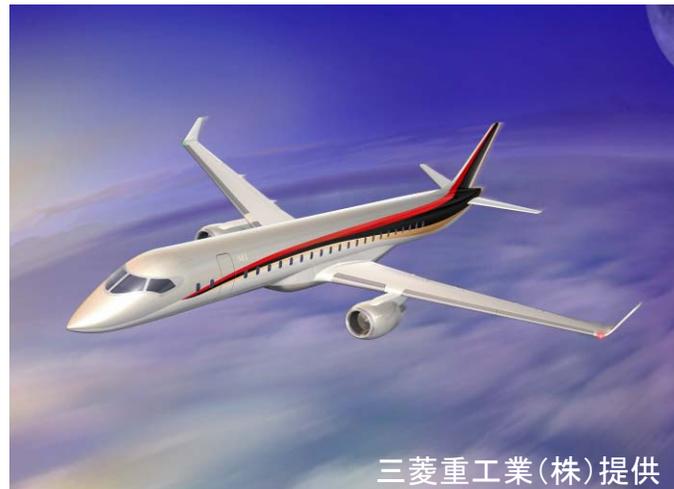


# 国産旅客機高性能化技術の研究開発 の進捗状況について



宇宙航空研究開発機構

平成18年8月1日  
第18回航空科学技術委員会

# [国産旅客機高性能化技術の研究開発]

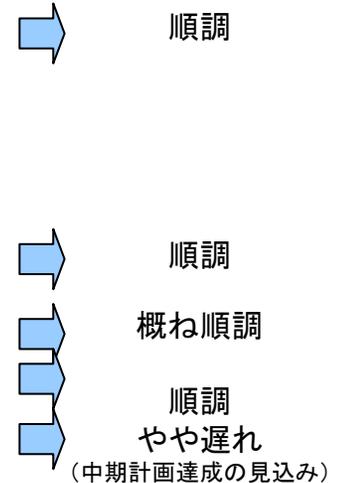
## 中期目標

- 産業界の要請に応えるため、自主開発機運の高まりに応じた国産旅客機高性能化技術として、市場競争力を獲得する設計・製造の効率化・低コスト化、安全性向上に資する技術の研究開発を行う。

## 中期計画

- 民間航空機開発事業の進展及び国際競争力強化に資するため、環境適応型高性能小型航空機の研究開発（NEDOプロジェクト）に共同研究で参加するとともに、積極的に技術協力、大型設備供用等を進める。
- また、市場競争力を獲得する国産旅客機高性能化技術として以下の課題を含め、産業界の要請に柔軟に応える研究開発を実施するとともに、それに必要な設備整備を行う。
  - 低コスト複合材構造/製造技術の研究開発を行い、部分構造モデルでの技術実証を行う。
  - 高効率非破壊検査技術の研究開発を行い、実機スケールでの技術実証を行う。
  - 高揚力装置設計技術の研究開発を行い、風洞試験による実証を行う。
  - 胴体/座席統合衝撃解析技術の研究開発を行い、事故時の衝撃を低減する安全性向上座席の提案を行う。

## 進捗状況



## 分野別推進戦略 社会基盤分野 (平成18年3月22日 総合科学技術会議)

### 研究開発目標 (○:計画期間中の研究開発目標、◇:最終の研究開発目標)

- 2010年度までに国際競争力を高める差別化技術(低コスト複合材・空力最適化技術・騒音低減技術・空力弾性評価技術・衝撃吸収構造技術・操縦システム技術等)を開発し、実機設計へ適用する。【文部科学省】
- ◇2017年度までに複合材適用率70%、現行のICAO規制値に比べ低騒音化-25dB(機体/エンジン統合)を可能とする技術等の高度差別化技術を確立する。【文部科学省】

### 成果目標

- ◆日本が主体となった初の民間ジェット機・ジェットエンジンの開発を実現し、市場投入を目指す。(機体については2012年まで、エンジンについては2014年までの市場投入を目標とする。【文部科学省、経済産業省】)

## 戦略重点科学技術

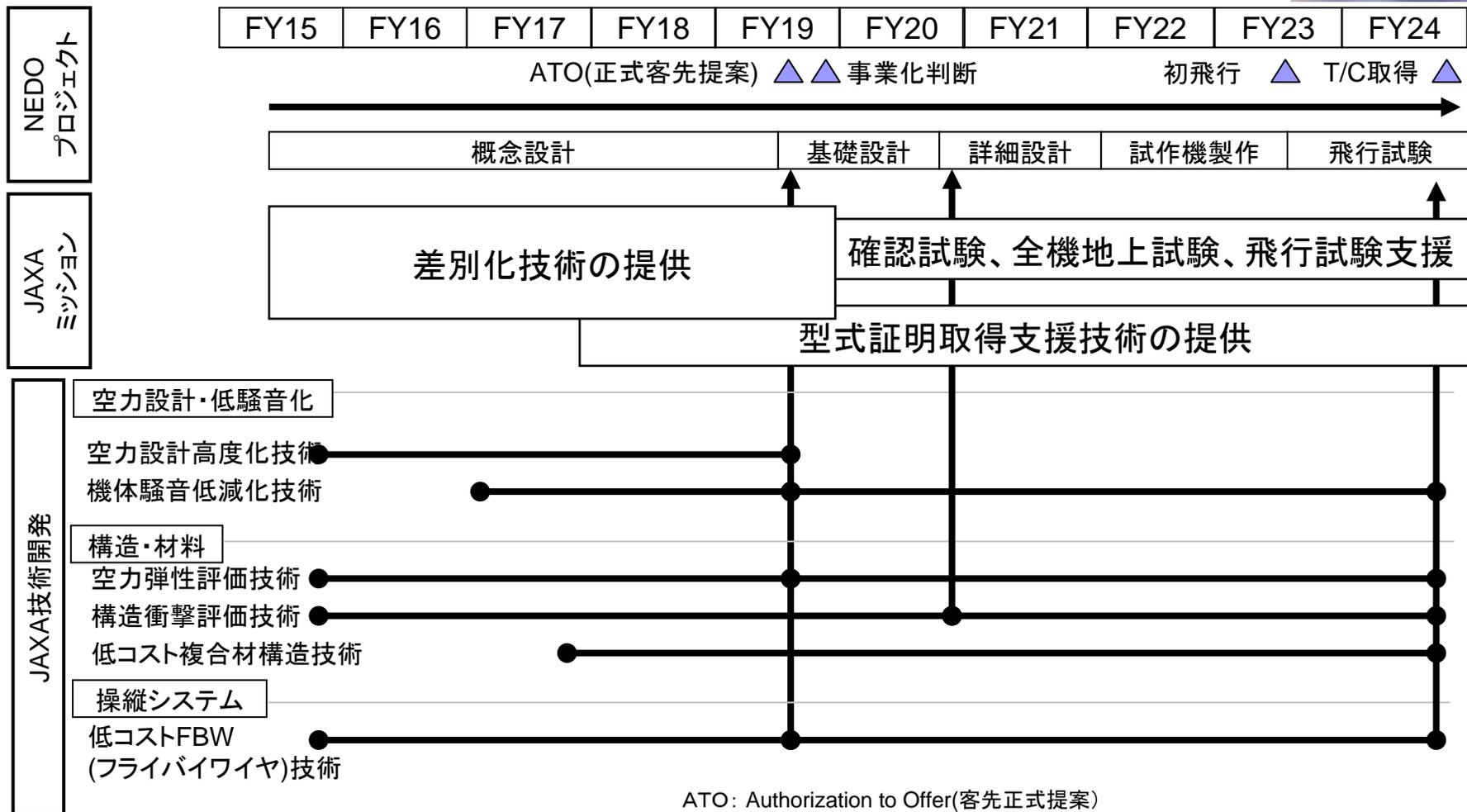
## 資金計画(戦略重点科学技術関連)

平成16~18年度 34億円、平成19~24年度 45億円(但し次期中期計画策定に向けて再検討中)

## [JAXA-MHI共同研究(国産旅客機開発)]

国産旅客機の平成19年度のATO、および平成23年度の初飛行に向け

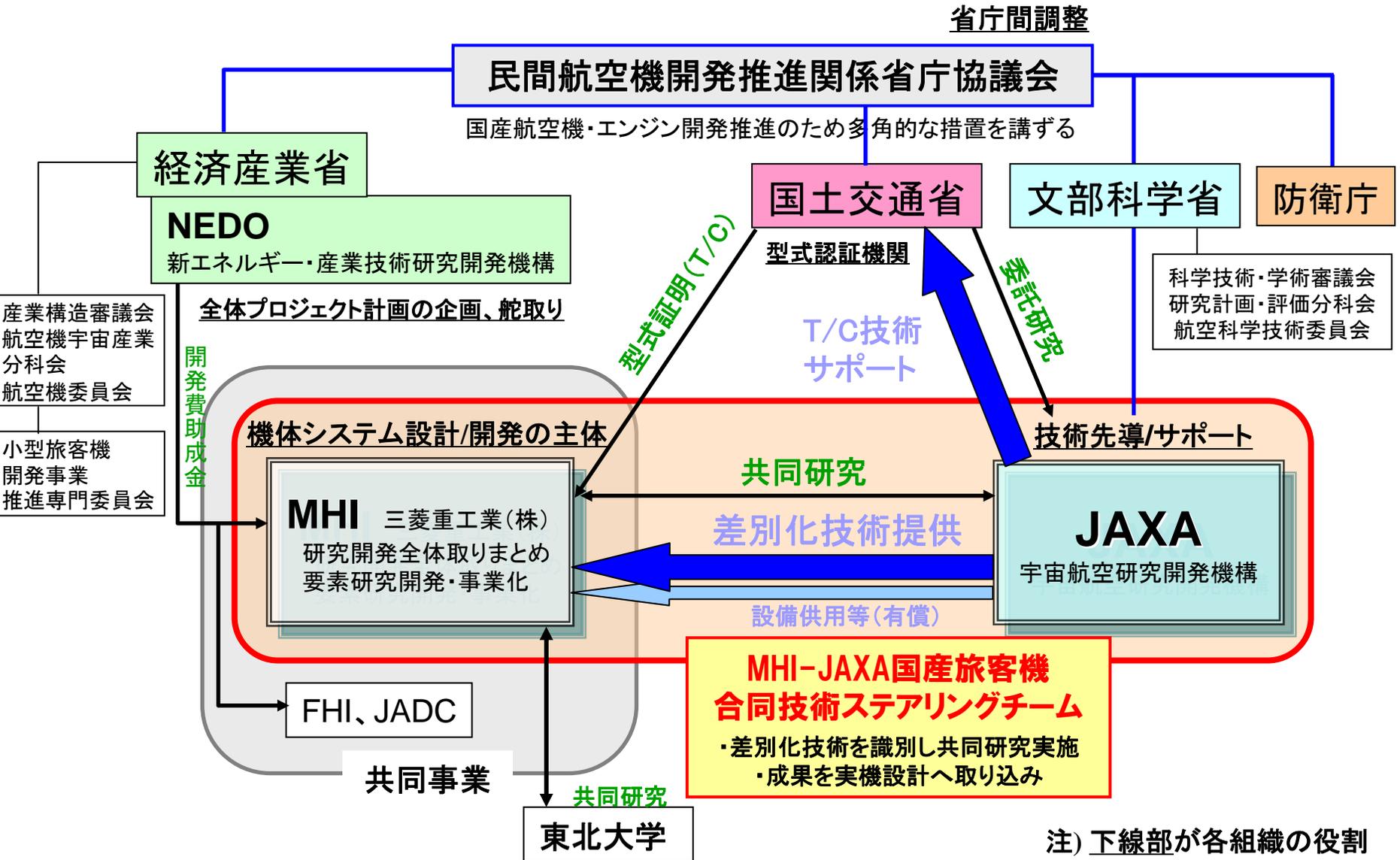
- 空力・騒音、構造材料、操縦システム分野での、差別化技術を提供し、開発機の国際市場競争力の向上に資する。
- 国産旅客機に適用される新技术(VaRTM、操縦システム)の耐空証明の技術支援を行う。
- 確認試験、全機地上試験および飛行試験の技術支援を行う。



ATO: Authorization to Offer(客先正式提案)

VaRTM: Vacuum-assisted Resin Transfer Molding(真空樹脂含浸技法)

# 国産旅客機開発支援体制



# 国産旅客機高性能化技術の研究開発 主要な研究成果

環境適応型高性能小型航空機の研究開発への協力

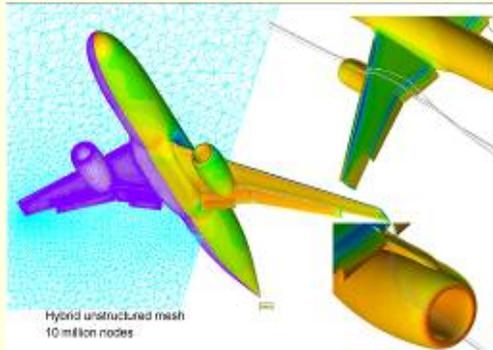
差別化設計技術/データを機体メーカーへ移転し、実機開発に貢献



## 国産旅客機の市場競争力強化に貢献

### 空力設計高度化技術

開発協力目標：  
高揚力装置空力解析の精度向上し、CFD技術（コード、ノウハウ）、設計改良指針を提供する。

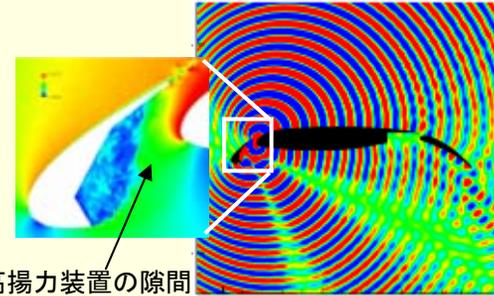


#### 成果：

- 旅客機の空力解析では最も困難な、高揚力装置のCFD技術について、計算の信頼性の評価・改良を実施し、高揚力装置設計に利用可能な技術を確立して提供。
- 先行して大型の高揚力装置風洞試験実施し、CFD評価のための検証データの取得と計測技術を確立。
- 空力特性改善のために、共同で設計改良指針を探った。
- 多目的設計探査法<sup>1)</sup>の高揚力装置最適設計への適用を可能にした

### 機体騒音低減化技術

開発協力目標：  
低騒音化のための機体騒音の推算精度を向上し、騒音解析技術（コード、ノウハウ）、騒音低減化指針を提供する。



#### 成果：

- 世界で初めてスラット内の広帯域騒音に繋がる流れ場の構造をLES<sup>2)</sup>で捉えた（音源のスペクトルが一致した結果は世界初）。
- 解析結果から騒音発生メカニズムを検討し騒音低減化指針を提供した。

- 1)多目的設計探査法：複数の対象を同時に最適化する手法であり、空気抵抗を最小にしかつ構造重量も最小になるような設計に用いられる。
- 2)LES(Large Eddy Simulation)：空気の流れをコンピュータで計算する際、流体の基礎方程式(ナビエ-ストークス(NS)方程式)をより詳細に(通常時間平均化する乱流の運動を詳細に)計算する方法。

# 国産旅客機高性能化技術の研究開発 主要な研究成果

環境適応型高性能小型航空機の研究開発への協力

差別化設計技術/データを機体メーカーへ移転し、実機開発に貢献



三菱重工業(株)提供

国産旅客機の市場競争力強化に貢献

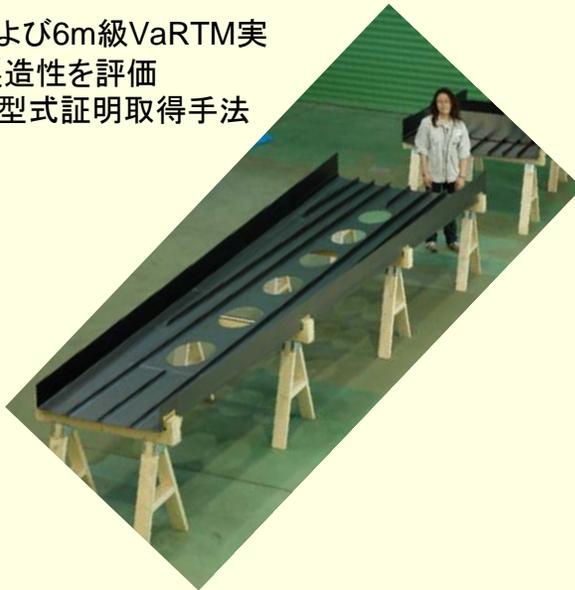
## 低コスト複合材構造技術(VaRTM<sup>1)</sup>)

開発協力目標:

型式証明取得基準を策定するとともに型式証明取得用材料データを提供する。

**成果:** 耐空性証明のプロセス提案に向け大型主翼モデル製作(世界初成功)

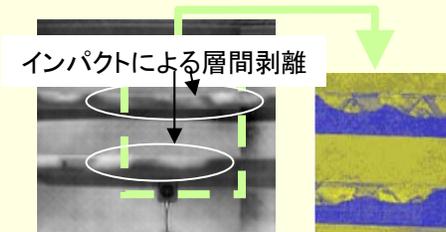
- 2m級部分構造および6m級VaRTM実大構造を製造し製造性を評価
- VaRTM製構造の型式証明取得手法の概要設定



1) VaRTM: Vacuum-assisted Resin Transfer Molding(真空樹脂含浸技法)

## 複合材技術

### 高効率非破壊検査技術



パルスサーモグラフィ探傷結果 超音波探傷結果

**成果:** パルスサーモグラフィ技術の改良による複合材の探傷精度向上

- 評価用試験片を用いてのパルスサーモグラフィ探傷データの定量化を実施
- 運航会社の協力により実機ハニカム構造修理部へ適用、有効性を確認

### 複合材修復法

**成果:** 模擬修理部強度評価、データ取得

- 試験片レベルで修復部強度データ取得、解析による評価を実施、修理後の強度を確認

# 国産旅客機高性能化技術の研究開発 主要な研究成果

環境適応型高性能小型航空機の研究開発への協力

国産旅客機の市場競争力強化に貢献

差別化設計技術/データを機体メーカーへ移転し、実機開発に貢献



## 構造設計技術

### 空力弾性評価技術

開発協力目標:

複雑形状対応の高精度遷音速域フラッタ解析プログラム等を提供する。

**成果:** 主翼-エンジン結合形態フラッタ試験データ取得

- 線形解析の限界把握、JAXA非線形解析妥当性確認
- 国産旅客機設計で利用可能な非線形プログラム整備中

### 構造衝撃評価技術

開発協力目標:

設計に使用し得るあるいは型式証明取得試験を補助し得る高精度衝撃解析技術を提供する。



**成果:** 構造様式の耐衝撃性設計データを取得

- 構造要素、スケールモデルによる胴体着陸、着水試験実施
- 並行して解析を実施、実験結果と比較評価中

### 安全性向上技術

**成果:** 安全性向上座席基準案の決定と方向性の提示

- 開発中の機体規模で望ましい安全性向上座席の基準案を決定
- エアバッグ利用の安全性向上座席の基礎的検討に着手

## 操縦システム技術

### 操縦システム技術

開発協力目標:

操縦性を向上させる制御則設計技術の提供、パイロットワークロード解析ソフトウェア等を提供する。



- JAXA飛行シミュレータによる評価実施
- コックピット仕様を検討

**成果:**

- 新しいロール角表示方式を提案
- パイロット評価実施

### 操縦システム技術

低コストFBW(フライバイワイヤ)

**成果:** 仕様策定、従前方式との機能比較検討

- 低コストオープンループ型FBW制御則を開発地上走行モデル検討、HUD(Head - Up Display)の調整を実施



# 国産旅客機開発のための大型基盤設備の整備

## 「複合材多数本試験設備」の整備

### ・複合材データベース: 産業界からの強い要望

多数の環境槽(温度、湿度)つき試験機(力学特性評価)が統合されたもの⇒ データベースが高速に構築できる

#### 試験設備の導入状況

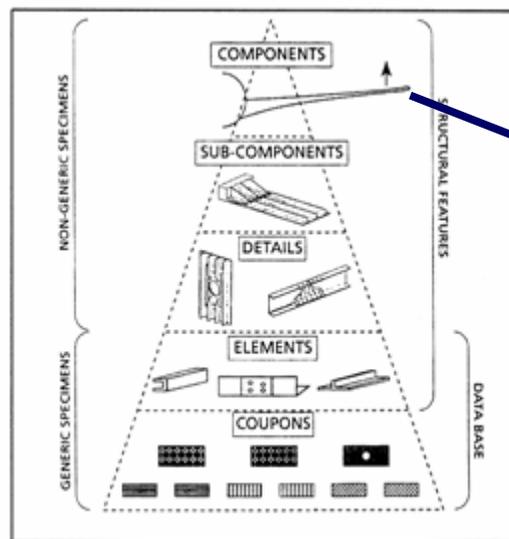
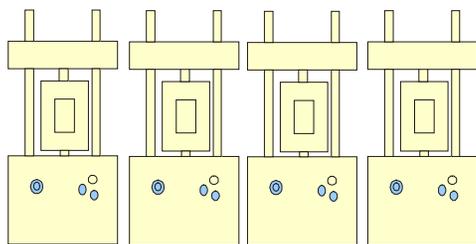
H16: ネジ式付加装置の導入

H17: 油圧負荷の標準型を導入

構造油圧用の制御系の導入

H18: 油圧負荷の標準型を導入(予定)

構造油圧用のアクチュエータの導入(予定)



複合材データベースが必要



三菱重工業(株)提供

複合材構造開発時の必要試験の段階図

環境槽付き材料試験機イメージ図



複合材構造部材実現には数千～数万のクーポン材料(試験片)の試験データ高速取得必要

## JAXA先行研究

### 将来旅客機概念検討

目標： 将来旅客機 の概念を創出、提案する。

**成果**：社会的要求(利便性、安全性、環境)と運航経済性を両立した、後継機コンセプト提案：  
「人に優しい高効率リージョナルジェット」

- 国産旅客機概念検討委員会を発足させ、今後の旅客機概念検討、必要要素技術課題抽出に備えた
- 市場、社会、乗客、エアラインニーズ調査データベースの分析から「人との調和 — 早い、快適、安い、安全、環境適合 —」の概念を確認 「人に優しい高効率リージョナルジェット」の概念を検討した
- 独自の150席程度広胴機体の概念を提示し、成立性および性能を検討した



(参考) JAXA-MHI共同研究 (国産旅客機開発)  
JAXAが提供する差別化技術と型式証明支援技術まとめ

差別化技術	海外競争メーカーに対する技術優位性	○優位 △同程度	差別化への効果					最終目標 技術提供形態	成果移転時期  (D):設計適用 (TC):型式証明 支援
			燃費向上		設計コスト・ 期間削減	製造 費削減	その他		
			揚抗比 向上	重量 軽減					
空力設計高度化 技術	世界最高レベルの3次元CFD解析 技術を世界に先駆けて実機設計へ 適用。	○	○	○	○	○	高揚力装置空力解析の 精度向上  CFD技術(コード、ノウハウ) 設計改良指針	(D)	
機体騒音低減化 技術	世界レベルの数値空力音響解析 技術。	△		○	○		機体騒音の推算精度向上と 低騒音化  騒音解析技術(コード、ノウ ハウ)。騒音低減化指針	(D)	
空力弾性評価	世界レベルの空力弾性解析技術 (遷音速域)を実機設計へ適用。	○		○	○		安全性 向上  複雑形状対応の高精度遷音 速域フラッタ解析手段の提供  解析プログラム	(D) (TC)	
構造衝撃評価技術 (鳥衝突・タイヤバースト保 証・着水衝撃含む)	海外と比肩しうる試験実績、試験実 施能力及び解析能力を有する。	△		○	○		安全性 向上  設計に使用し得るあるいは TC取得試験を補助し得る高 精度衝撃解析技術の提供	(D) (TC)	
低コスト複合材 構造技術	低コスト複合材(VaRTM)使用に対 するT/C取得基準は世界にまだな い。JAXAの試験評価技術により データベースを構築しT/C取得基 準を世界で初めて策定していくこと が可能。	○		○		○	整備 費用 削減  T/C取得基準(実証計画) T/C取得用材料データの提 供	(TC)	
操縦システム技術	海外と比肩しうる、操縦システム評 価技術を有し開発機の仕様・設計 の確認や評価が可能。	△			○		安全性 向上  操縦性を向上させる、制御則 設計技術の提供、ワークロー ド計算結果の提供 パイロットワークロード解析ソ フトウェア	(D) (TC)	