

「環境適応型高性能小型航空機研究開発」

中間評価分科会 説明資料 － プロジェクトの概要説明 － **公開資料**

- 第 章 : 事業の位置付け・必要性について
- 第 章 : 研究開発マネジメントについて
- 第 章 : 研究開発成果
- 第 章 : 実用化の見通し

第 章 事業の位置付け・必要性について

1.1 NEDOが関与することの意義

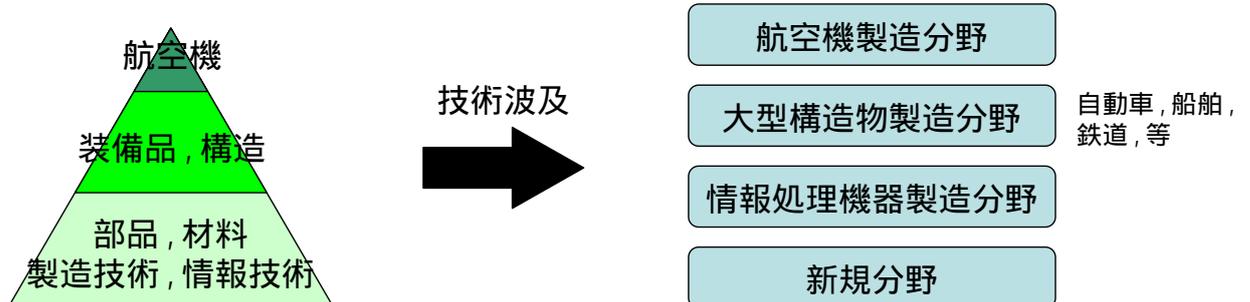
- ▶ 我が国航空機関連産業の発展を目指している経済産業省航空機・宇宙産業イノベーションプログラムの目標を実現すべく、本事業では、これまでに官民で進めてきた各種要素技術開発の成果を活用し、航空機関連技術の開発・実証を実施している。
- ▶ 内閣府 科学技術基本計画 においては、航空機の開発が適切に位置付けられている。

航空機産業から他産業への技術波及効果大きい。

METI/NEDOが
事業を委託・助成することが適切

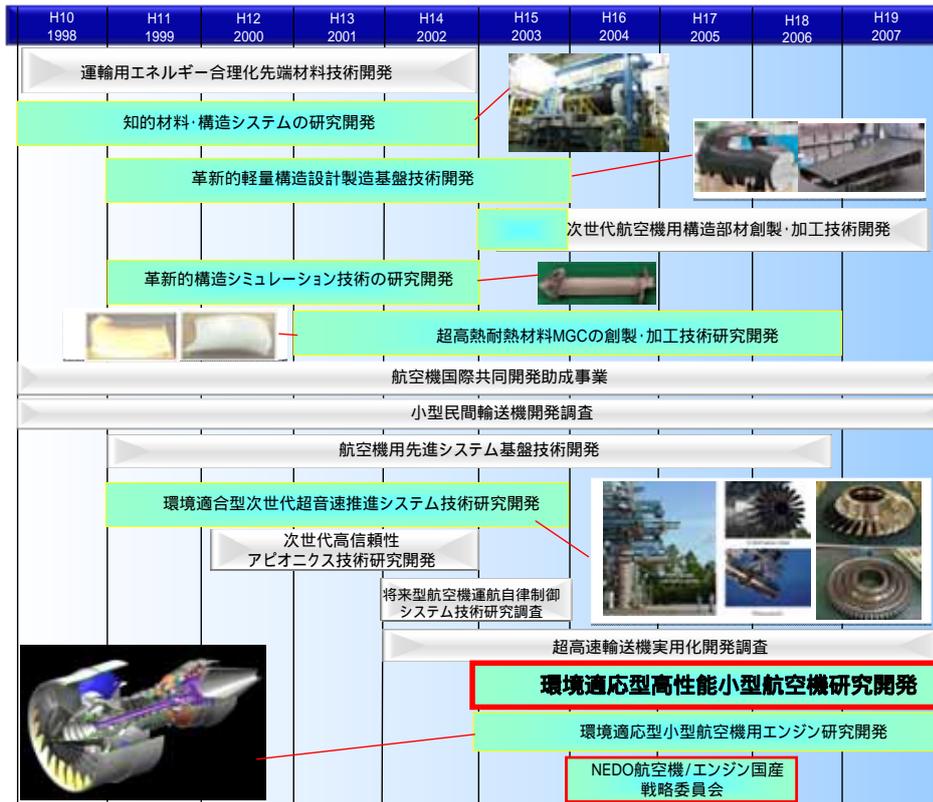
1.2 実施の効果（費用対効果）

- (1)日本の航空機産業の発展
我が国の航空機産業の飛躍的な発展が期待される。
- (2)環境問題への対応
環境への負荷が低い小型航空機が運航されることによって、温室効果ガスの排出抑制に大きく寄与するものと期待される。
- (3)関連産業への技術波及効果
広範な分野への技術波及、ひいては新規産業の創出に資することが期待される。



1.3 航空関連技術プロジェクトの展開(METI/NEDO)

原簿 p. -3



(注) はNEDOプロジェクト その他はMETIプロジェクト

第 章 研究開発マネジメントについて

2.1 事業の目標

次の項目を本研究開発プロジェクトの目標とする。

【H15年度～H19年度】

環境負荷低減

操縦容易性の確保

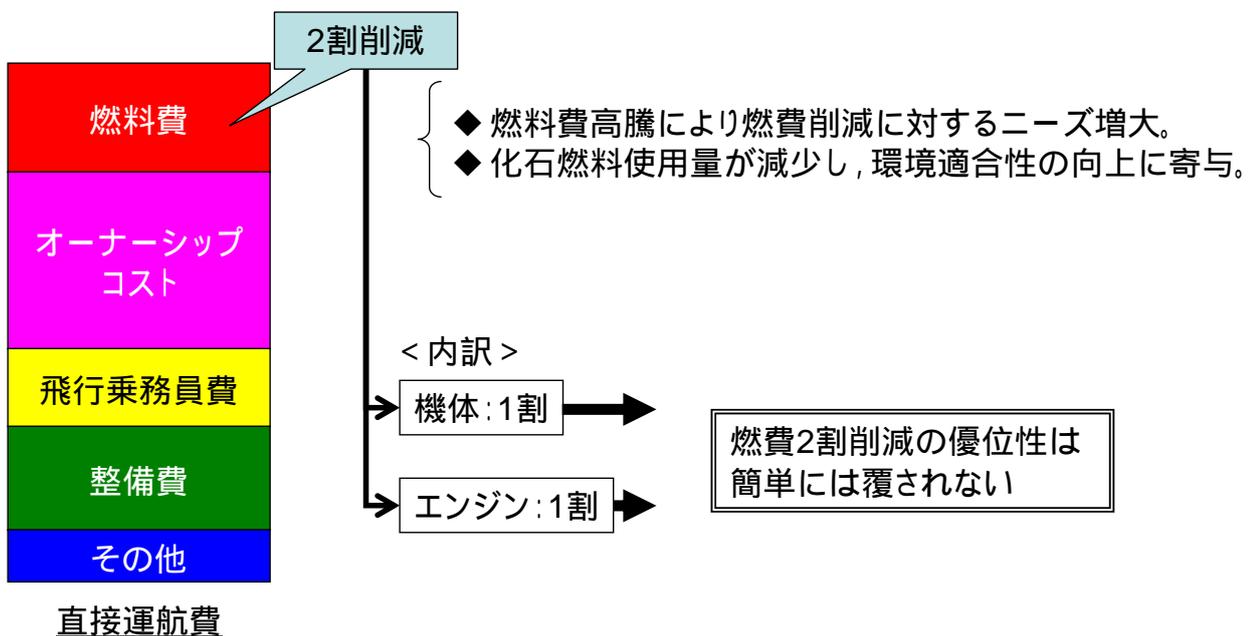
開発・生産システムの効率化

【H20年度～H25年度】

平成20年度からはNEDOとして、航空機の「頭脳」であり、重要なコックピット・操縦システムの開発研究に重点を置いて取り組む。

2.1 事業の目標 - (1)環境負荷低減

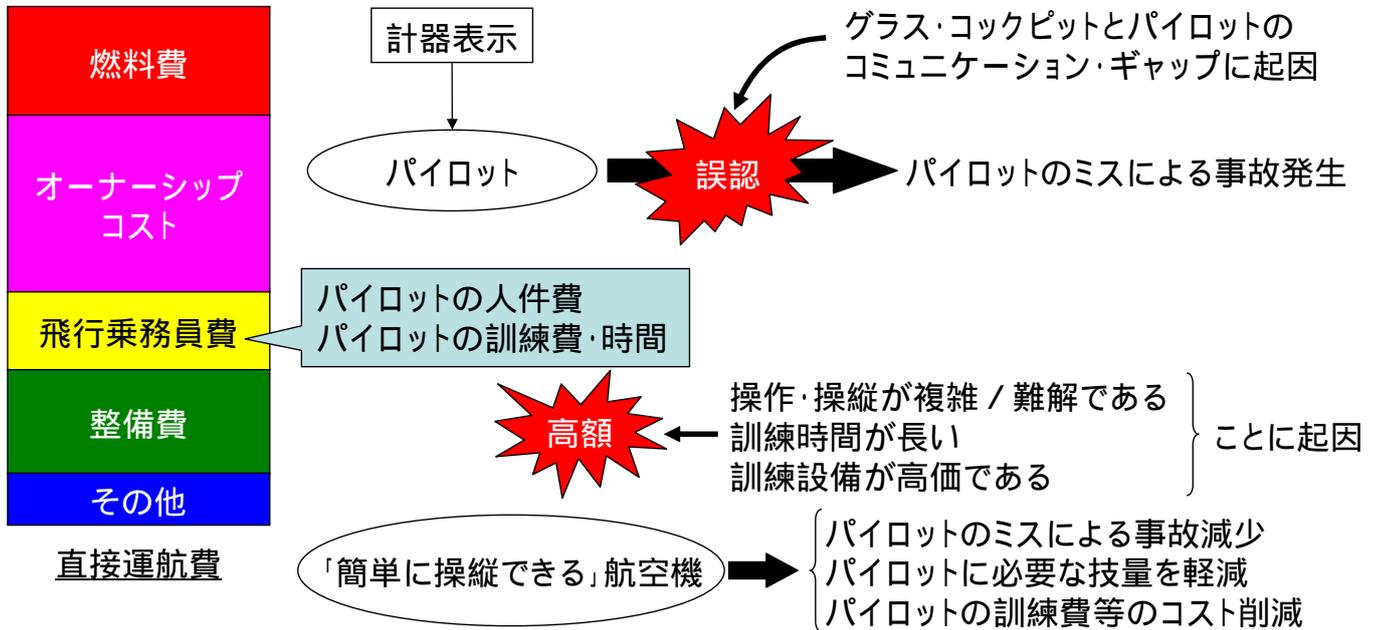
本プロジェクト開始時点での同クラスのジェット旅客機の燃費に比して、機体の軽量化・低抵抗化により1割程度、新エンジンの搭載を含めて2割程度の燃費削減を目標とする。



2.1 事業の目標 - (2)操縦容易性の確保

原簿p. -2

操縦計器類のデジタル化と、操縦システムにおける動力伝達システムの合理化により、高度の知識と的確な判断力を求められるパイロットの訓練や操縦における負担を軽減し、これらにかかる時間とコストを大幅に削減する。

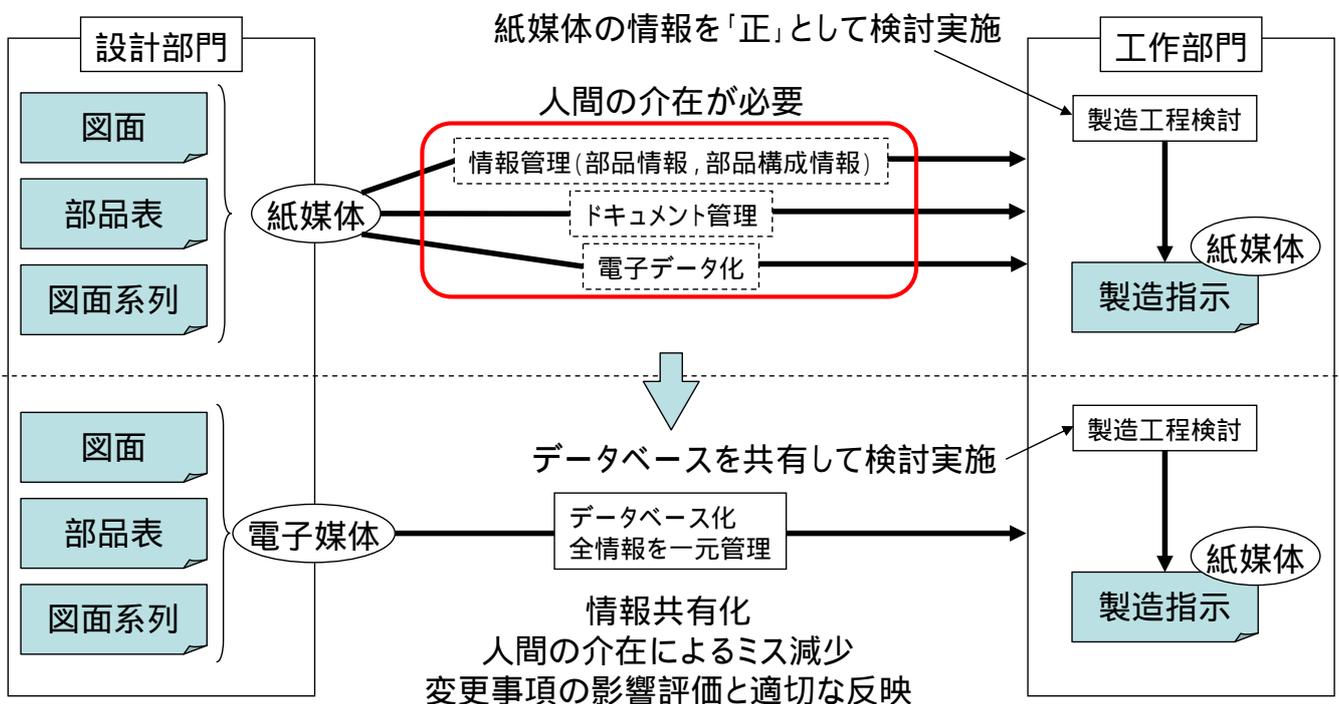


9

2.1 事業の目標 - (3)開発・生産システムの効率化

原簿p. -3

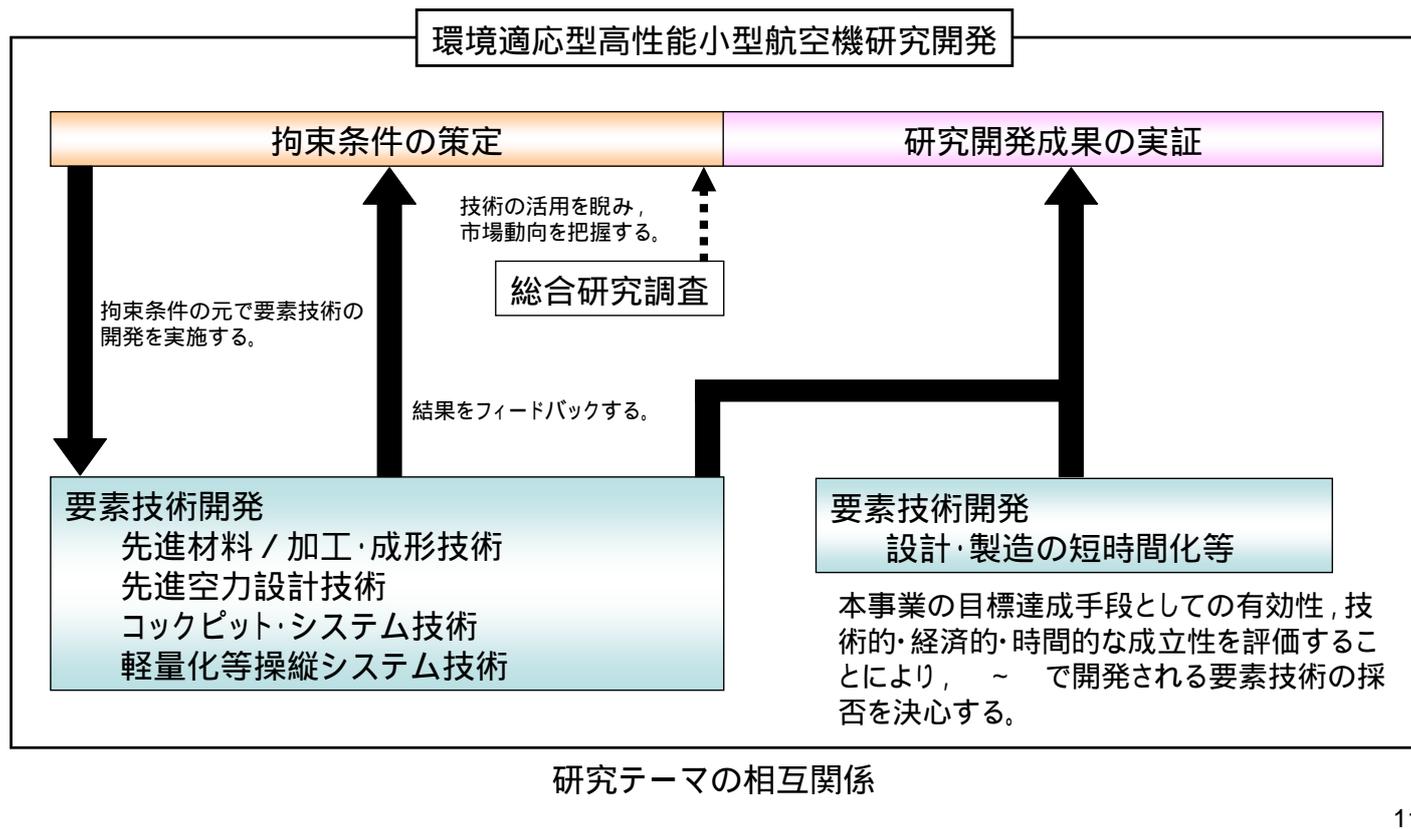
最新の情報技術を活用することで、実証に必要な設計に要する時間を抜本的に圧縮する。



10

2.2 事業の計画内容

原簿p. -4



11

2.2 事業の計画内容

原簿p. -5

本事業の第1期における中間評価時期及び達成目標は次の通り。

(1) H17年度

市場動向等を踏まえ、仕様の基本構想を完了していること。
環境負荷低減、操縦容易性の確保及び開発・生産システムの効率化を実現するために必要となる要素技術等の試作機の開発への適用について、下記(2)項の目標の達成の目途が得られていること。

今回の目標

(2) H19年度

外形形状、荷重、構造・装備等、基本的な仕様設定を完了していること。
環境負荷低減、操縦容易性の確保及び開発・生産システムの効率化を実現するために必要となる要素技術等の開発の成果が試作機の開発に適用できる水準に到達していること。

12

2.3 研究開発の内容 - 拘束条件の策定

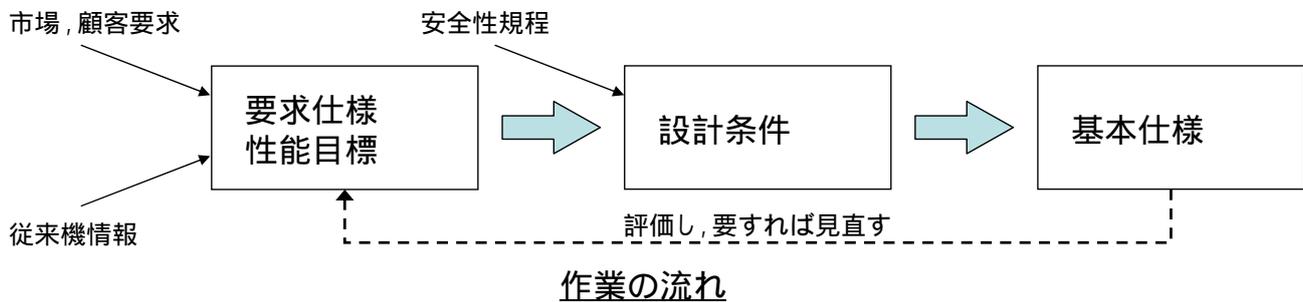
原簿p. -6

(a)研究開発の必要性と目的

- 各要素技術の開発に際しては、実用化時・実運用時の拘束条件を前もって定め、当該拘束条件のもとでの開発目標達成を目指す必要がある。

(b)研究開発の具体的内容

- 1) 要求仕様 / 性能目標等の策定
- 2) 設計条件の策定
- 3) 基本仕様の策定



13

2.3 研究開発の内容 - 軽量化に資する先進材料 / 加工・成形技術

原簿p. -7

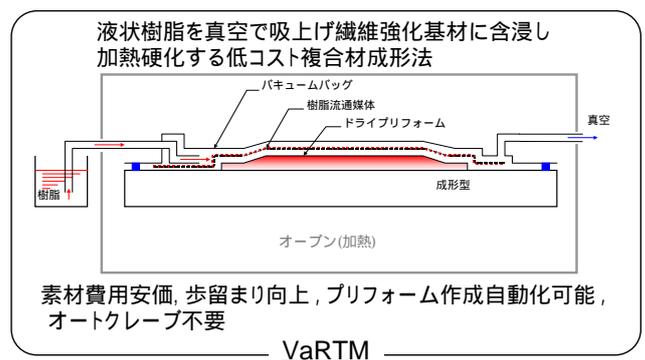
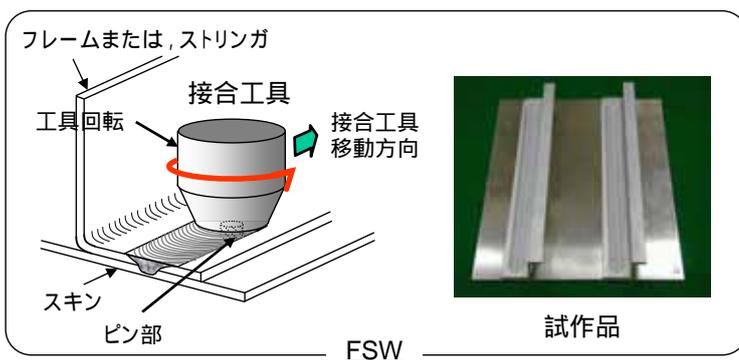
(a)研究開発の必要性と目的

- 航空機機体構造の軽量化等は環境適合性の向上、運航経済性向上のための基本的要請であることから、高性能金属材料や複合材料や新工法の適用が求められている。

(b)研究開発の具体的内容

- 1) FSWによる金属一体構造技術の開発【H19年度で終了】
- 2) VaRTM等による航空機複合材料部材製造技術の開発
- 3) その他の低コスト製造技術の開発

FSW : Friction Stir Welding
VaRTM : Vacuum-assisted Resin Transfer Molding



14

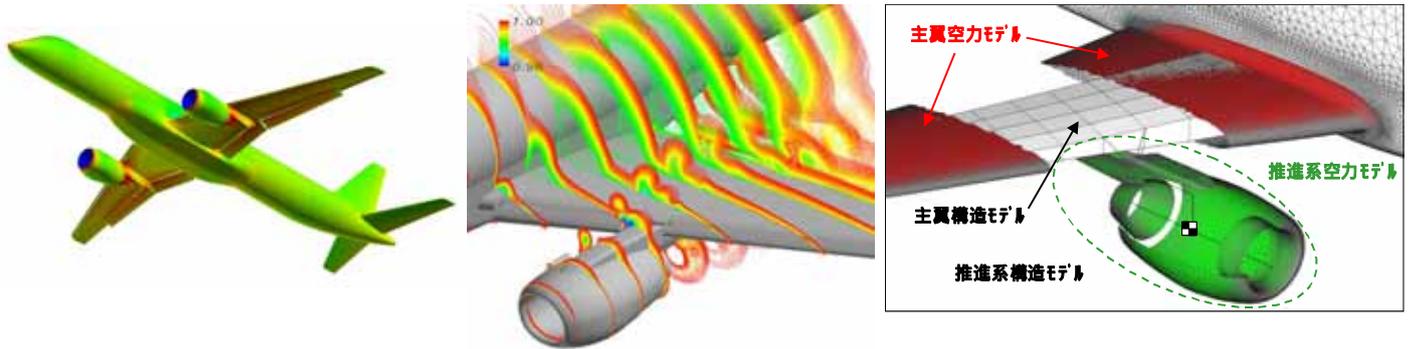
2.3 研究開発の内容 - 低抵抗化を実現する先進空力設計技術

(a)研究開発の必要性と目的

- ジェット航空機では直接運航費の約25%を燃料費が占める。燃料消費量の削減は運航経済性の観点から重要であるのみならず、環境負荷の低減に不可欠な要素となっている。
- 燃料消費量は空力抵抗に大きく左右されるため、小型ジェット機の空力抵抗低減に資する技術の開発・実証を行う。

(b)研究開発の具体的内容

- 1) 高揚抗比主翼の設計技術
- 2) 高効率高揚力装置の設計・評価技術
- 3) 推進系インテグレーションを含む全機干渉抵抗低減技術
- 4) 実機空力特性推定技術



2.3 研究開発の内容 - 操縦容易性を向上させるコックピット・システム技術

(a)研究開発の必要性と目的

- 輸送量増大に伴う空域混雑度の悪化と情報通信技術の高度化・高精度化により、パイロットの負担が増大しており、それを軽減するためのハードウェア、ソフトウェアの改善が必要である。
- 本研究開発では、ヒューマン・エラーの誘発を極力排除する安全性を最優先としたコックピット・システムを開発する。

(b)研究開発の具体的内容

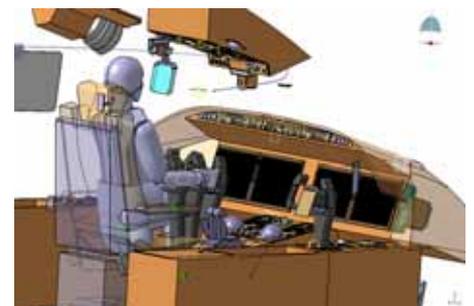
- 1) 人間の特性を活かした操縦マニュアル等の最適表示技術
- 2) コンピュータ・グラフィックを駆使した機体内外の状況認識サポート技術
- 3) 操作ミスのを余地を極小化する最適操作機器設計技術



外部状況表示画面の一例



表示機器の一例



操作機器レイアウト設計の一例

2.3 研究開発の内容 - 電子制御技術を活用した軽量化等操縦システム技術

(a)研究開発の必要性と目的

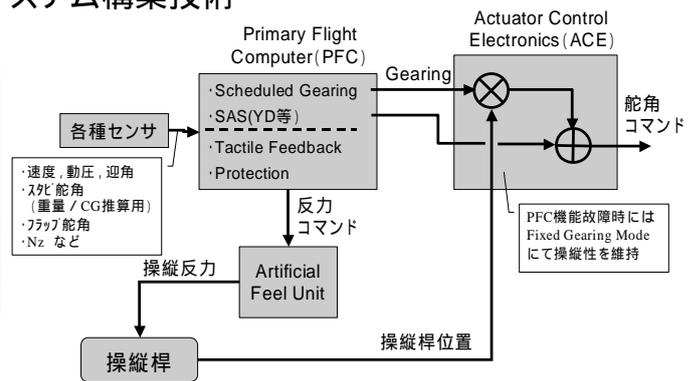
- 操縦システムの電子制御化は、安全性・信頼性基準への適合性証明を困難にするのみならず、人間の感覚・能力との乖離が生じること(ヒューマン・エラー)による事故の増大、操縦システムの過度の複雑化による機体重量の増大を招いている。
- 本研究開発では、パイロット特性と電子制御技術を適切に調和させること等により、上記問題を軽減する操縦システムを開発・実証する。

(b)研究開発の具体的内容

- 1) ヒューマン・エラーを誘発しにくく、操縦が容易な操縦システム構築技術
- 2) 機器、配管・配線類等を最小にするためのシステム構築技術



基本パイロット・シミュレーション試験の準備状況



操縦システムの基本構成

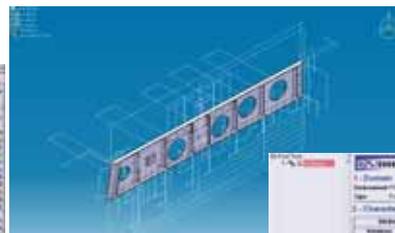
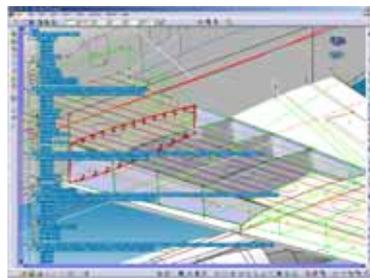
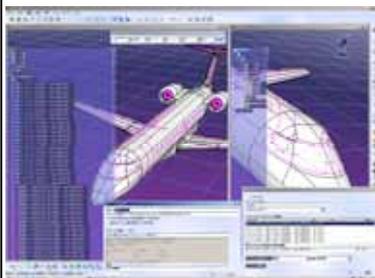
2.3 研究開発の内容 - 最新のCAD/CAM技術の適用

(a)研究開発の必要性と目的

- 開発 / 製造作業の効率化のためには、正確な現状把握、変更による影響の定量的な推定、各作業工程における情報の周知、同時意志決定を可能とすることが重要である。
- 本技術開発では、3次元CAD等と、マネジメント支援ツール等を活用し、開発・製造プロセスを効率化する技術及びプロセスの開発・実証を行う。

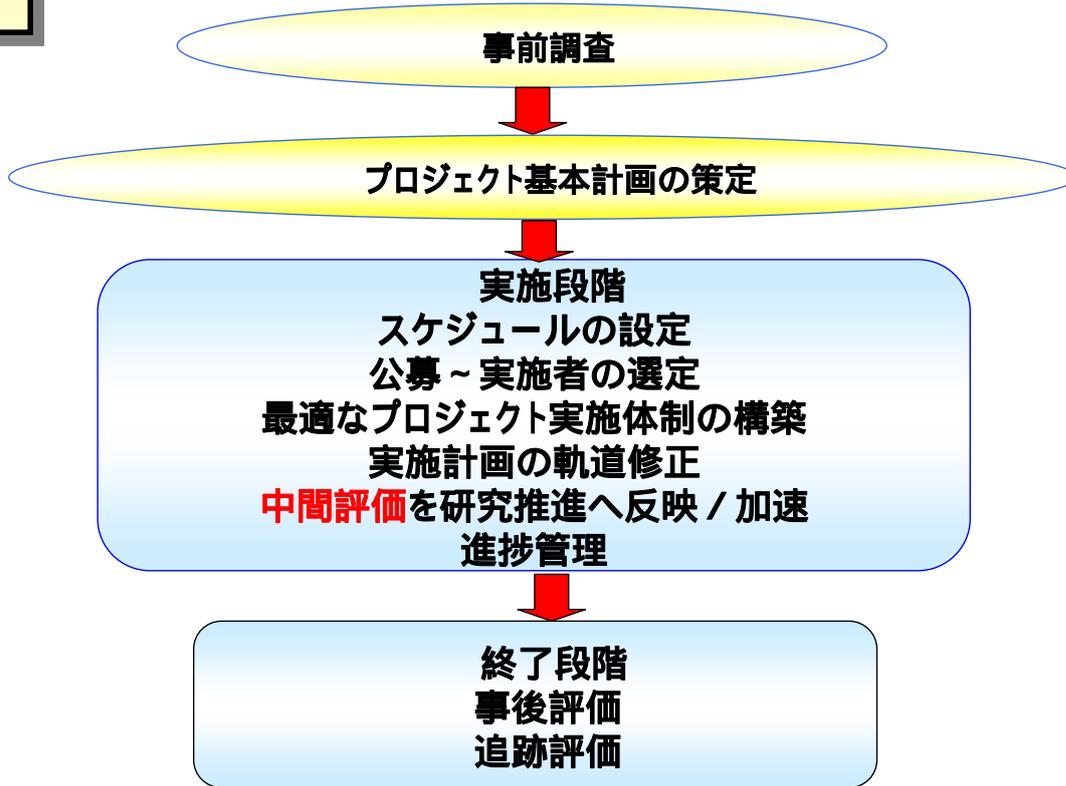
(b)研究開発の具体的内容

- 1)高品質設計プロセス
- 2)最小作業時間を実現するデジタル・マニュファクチャリング・ツール
- 3)最適工程順設計を実現するバーチャル・ファクトリ技術



2.4 NEDOによる研究開発マネジメント(1)

プロセス

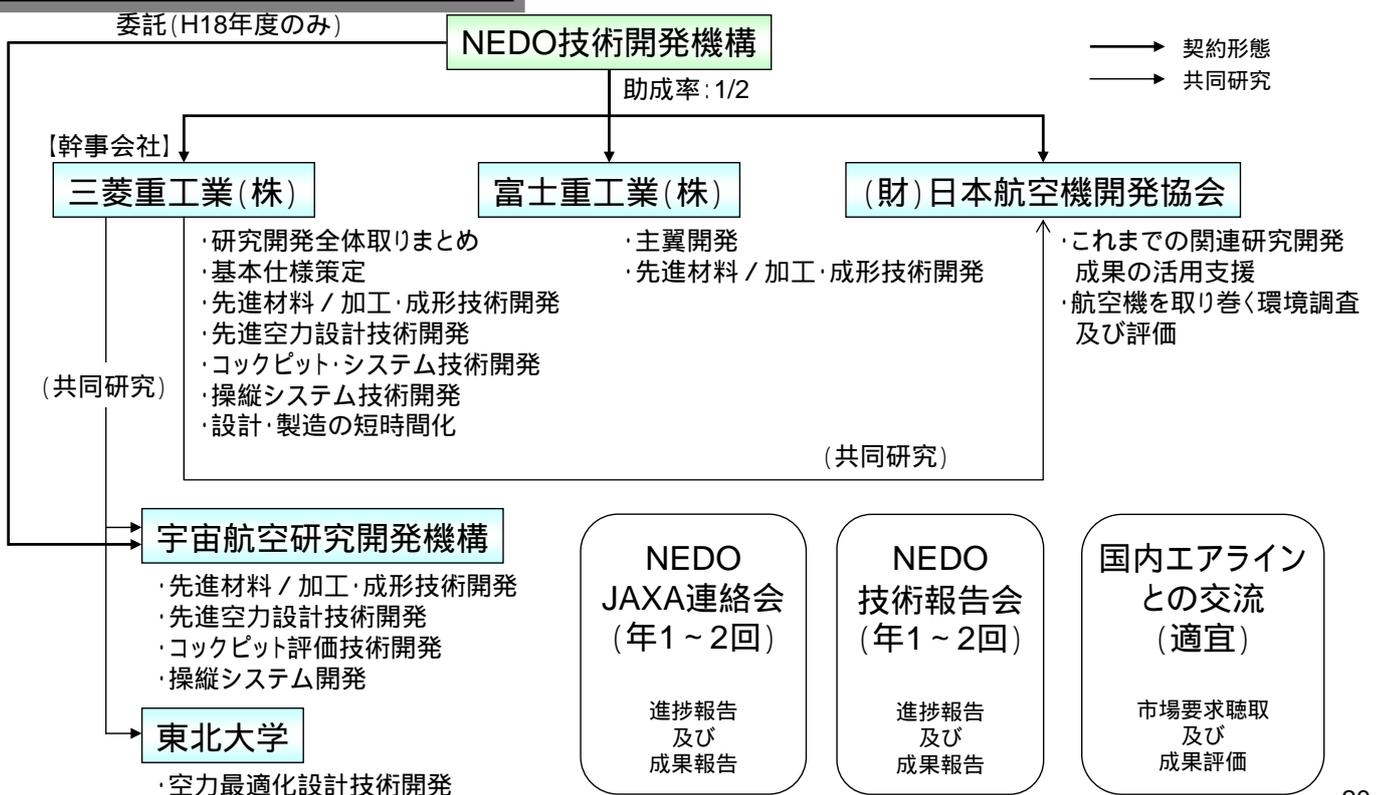


19

2.4 NEDOによる研究開発マネジメント(2)

原簿p. -15

プロジェクト実施体制 (H15年度～H19年度)



20

2.4 NEDOによる研究開発マネジメント(3)

進捗管理

実施者との進捗確認を着実に行うため、現場・会議等による意思疎通に加え、文書により確実な情報伝達を実施。

研究進捗確認シート(月報)

課題・問題点の早期発見と対策
実施者・NEDO間の意識合わせ

項目	状況
計画進捗/資金執行の状況 (前年一ヶ月間の動向)	1. 機体仕様 (1) 機体仕様全般
	(2) パートナ候補との協議
	(3) その他
	2. 要素技術 (1) A-VaRTM
	(2) 空力設計技術
	(3) 搭載系統
	(4) コックピット

NEDO評価

成果に対するNEDO
メッセージの伝達

平成19年 4月25日

三菱重工株式会社 御中
富士重工株式会社 御中
財団法人日本航空機開発協会 御中

NEDO機械システム技術開発部

「環境適応型高性能小型航空機研究開発」に対する評価の件

頭書の件、平成19年4月20日(金)開催の技術報告会を受け、「環境適応型高性能小型航空機研究開発」に対して弊部では下記の通り評価致しましたので、ご連絡致します。

記

1. 要素技術の研究開発及び事業化の検討といったチャレンジングなものに対して真剣に取り組んでおり、成果を出している。また、現時点で予算変更して対応しなければならない課題・問題点はないと認識しました。
2. しかし、平成18年度中間評価で指摘を受けた事業者間の連携に対する改善が不十分であると感じました。例えば事業者連絡会を月1回開催するといった事業者間の関係向上策を検討してください。

2.4 NEDOによる研究開発マネジメント(4-1)

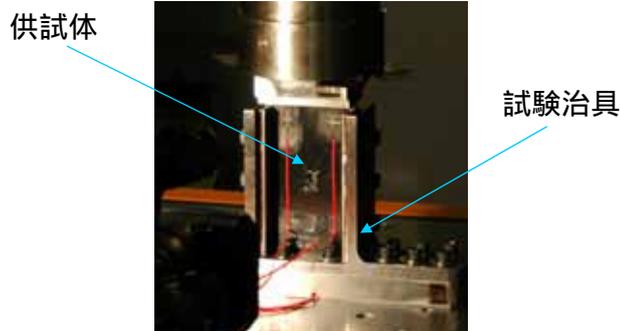
中間評価への対応/加速(三菱重工)

●H18年度に実施した中間評価において提言されたコメント、特に、「開発リスクを減じる実行計画上の工夫」及び「積極的な複合材の使用の検討」への対応として、H18年度及びH19年度に加速資金を充当し、複合材料の特性試験・評価手法を確立するための研究及び航空機の安全性に寄与する複合材料の耐雷対策の研究をそれぞれ実施。

[H18年度加速] 複合材料の特性試験・評価方法の開発

背景 先進複合材料VaRTMに関し、世界最高水準の研究開発成果の目途が得られた
VaRTMの特性試験方法及び材料評価方法の確立が必要

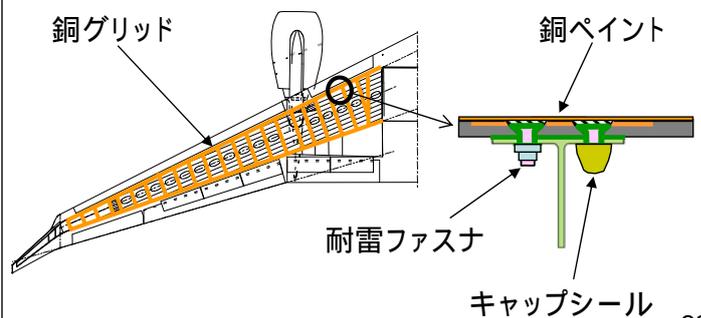
成果 形状・厚さの異なる約700体のVaRTM供試体について、力学特性試験を実施
VaRTMの航空機構造材料としての評価方法を確立



[H19年度加速] 複合材構造主翼の安全性のための新耐雷技術開発

背景 複合材構造の多用
耐雷規定の強化

成果 既存耐雷対策は期間・リスク過大であるため新耐雷対策コンセプトを考案し、基本的成立性を確認
構成品諸元を検討し、成立性を確認

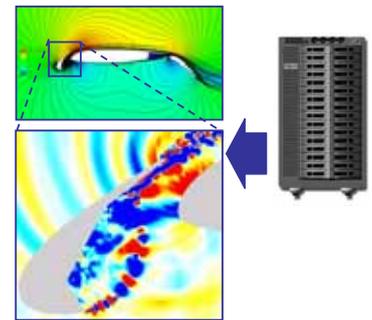


中間評価への対応 / 加速 (宇宙航空研究開発機構)

- H18年度に宇宙航空研究開発機構(JAXA)殿で実施が適しており、短期で成果が必要と判断した案件に関して、委託研究にてJAXA殿で実施し、**短期間で**成果が得られた。

A) 加速案件名: 機体騒音低減化技術開発加速のための計算機装置の拡充

- ・目的: 高揚力装置騒音低減化法の数値解析による評価・分析
- ・成果: PCクラス装置を中心とした計算機資源の追加により、種々の低騒音化デバイスをCAAを用いて分析・評価を実施、低減化メカニズムとその効果を策定できた。



B) 加速案件名: 複合材主要特性データの取得

- ・目的: 複合材主要特性データの取得
- ・成果: 一方向材力学特性取得試験、積層板力学特性試験(常温、高温吸湿環境)継手等構造要素力学特性試験、接着強度試験等の短期間で実施

第 章 研究開発成果(概要)

事業目標と第2回中間評価時点の目標

原簿 -1-1

(1) 事業目標と研究開発テーマ

事業の目標		研究開発テーマ (目標達成手段)
環境負荷低減	本事業開始時点での同クラスのジェット旅客機の燃費に比して、軽量化・低抵抗化により1割程度、新エンジンの搭載を含めて2割程度の燃費削減を可能とする要素技術の開発を目標とする。	先進材料 / 加工・成形技術
		先進空力設計技術
操縦容易性の確保	操縦計器類のデジタル化と、操縦システムにおける動力伝達システムの合理化により、高度の知識と的確な判断力を求められるパイロットの訓練や操縦における負担を軽減し、これらにかかる時間等を大幅に削減する。	コックピット・システム技術
		操縦システム技術
開発・生産システムの効率化	最新の情報技術を活用したCAD/CAMを試みることで、実証に必要な機体の設計・試作に要する時間を抜本的に圧縮する。	開発・生産システムの効率化

(2) 第2回中間評価時点の目標

第2回中間評価 (～平成19年度)	【目標1】 外形形状, 荷重, 構造・装備等, 基本的な仕様設定を完了していること。
	【目標2】 環境負荷低減, 操縦容易性の確保及び開発・生産システムの効率化を実現するために必要となる要素技術等の開発の成果が試作機の開発に適用できる水準に到達していること。

第2回中間評価時の目標詳細

目標	サブ目標		
【目標1】 外形形状、荷重、構造・装備等、基本的な仕様設定を完了していること	拘束条件の策定		
【目標2】 ・環境負荷低減 ・操縦容易性の確保 ・開発/生産システムの効率化 の實現に必要な要素技術等の開発成果が、試作機開発に適用できる水準に到達していること	先進材料 / 加工・成形技術	A-VaRTM	技術的成立性を確認 環境適応性を確認 エアライン要求適合性を確認
		主翼 (複合材)	構造成立性を確認 重量、製造効率目標の概ね達成を確認 設計データ(許容値)取得を概ね完了 プロセス・スペック等の策定を完了 試作機製造設備の設置を完了
		主翼 (金属)	構造成立性を確認 RTM材料、製造プロセスを確立 製造性を確認 重量、製造効率目標達成に目処
	空力設計技術		CFD技術、MDO技術;解析精度と効果を確認 実機空力特性推定技術(光学計測技術)を確立 実機空力特性推定技術(遷音速フラッタ特性解析技術) N-Sベース解析ツール開発を概ね完了
	コックピット・システム技術		エアライン要求適合性を確認 技術的成立性を確認 規定適合性見直しを確認
	操縦システム技術		飛行性/操縦性要求適合性を確認 技術的成立性を確認 規定適合性見直しを確認
	開発・生産システム効率化		作業プロセス設定を概ね完了 主要システム開発が概ね完了

26

拘束条件の策定

原簿 -1-14

基本仕様の策定を完了、目標を達成。

- (1) 基本仕様設定を完了、技術的成立性を確認。
 - 主要諸元 (胴体径/長/断面形状, 主翼面積, 機体設計重量, 等)
 - 外形形状 (空力形状)
 - 構造/装備仕様、レイアウト
- (2) 同クラス既存機に対する燃費優位性を確認。(20%超)
- (3) エアライン要求適合性を確認。

目標達成状況

目標	目標達成状況
基本仕様策定を完了	・完了
技術的成立性を確認	・詳細風試で空力特性を確認 ・エンジン基本仕様設定を完了 ・構造基本仕様設定を完了 ・装備品基本仕様設定を完了 ・CATIA等でレイアウト成立性を確認 ・規定適合性に現時点では問題がないことを確認
環境適応性を確認 (燃費2割削減)	・詳細風試で空力特性を確認 ・燃費を解析で確認(解析結果の妥当性も確認)
エアライン要求適合性を確認	・エアラインによるレビュー等で確認
総合評価	



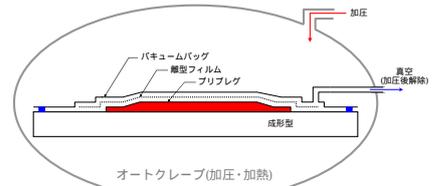
27

1. 期待する効果

- (1) 重量軽減 (対メタル; 15 ~ 20%減)
(目標許容歪み = 4,000 μ)
- (2) メタル並み製造効率

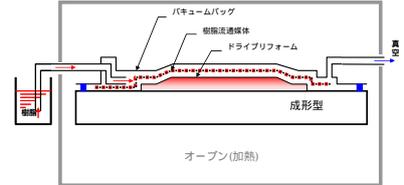
2. 想定部位

尾翼桁間

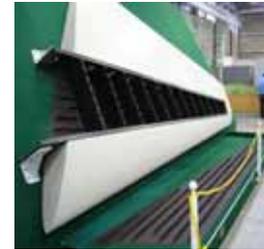


従来製造法

〔脱・オートクレーブ
脱・プリプレグ(半製品)〕



VaRTM



3. 進捗状況

(:完了 :実施中/今後実施)

材料・構造成立性

- 静強度確認
- CAI強度確認
- 構造要素強度確認
- 解析との整合性確認
- 設計許容値取得
- 実大桁間強度評価

製造プロセス・品質安定性

- 品質ばらつき評価
- 初期プロセススペック設定
- 実大桁間構造試作評価
- 製造効率評価
- 高効率製造プロセス設定 / 成立性評価
- プロセススペック / 検査基準

4. 目標達成状況

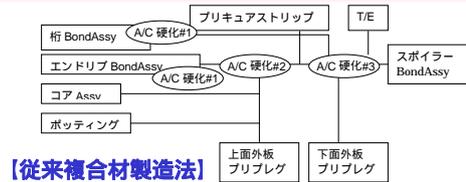
目標	目標達成状況
構造成立性を確認	・解析 / 強度試験にて強度成立性を確認。 ・実大成形試験で製造性 / 製造品質に問題ないことを確認。 ・規定適合性証明方法に問題ない旨を確認。
重量、製造効率目標達成を概ね確認	・アルミ構造比15 ~ 20%減に目処。 ・アルミ構造と同等の製造効率に目処。
設計データ(許容値)取得を概ね完了	・各種強度試験により初期設計データ取得を完了。
プロセス・スペック等の策定を完了	・スペック策定を完了。
試作機製造設備の設置を完了	・試作機用設備の設置を完了。
総合評価	

1. 期待する効果

- (1) 重量: アルミ構造比15 ~ 20%減
- (2) 製造効率: アルミ構造と同等

2. 想定構造

舵面等、二次構造全般



【従来複合材製造法】

3. 進捗状況

(:完了 :実施中/今後実施)

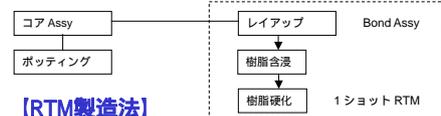
材料・構造成立性

- > ~ H17年度末
耐雷コンセプト確立
液密性(シール)コンセプト確立
- > H18 ~ 19年度
強度データ取得
重量評価

製造プロセス

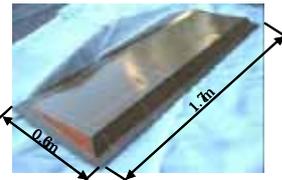
- > ~ H17年度末
製造プロセス検討
表面処理法確立
- > H18 ~ 19年度
製造プロセス検討
RTM適用性確認
実大 / 部分構造試作評価
製造効率評価

・脱オートクレーブ
・1ショット成形プロセス



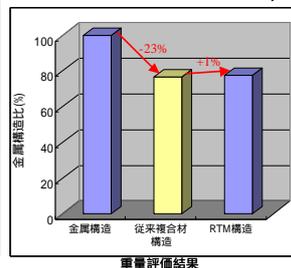
【RTM製造法】

RTM: Resin Transfer Molding (樹脂含浸成形)

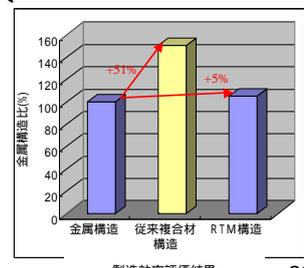


4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
構造成立性を確認	・耐雷、シール性、表面処理法コンセプトを確立
RTM材料、製造プロセスを確立	・従来材より高強度のRTM材(織物・樹脂)を開発 ・初期設計用強度データを取得 ・実大構造試作にて実機並み複雑形状での製造プロセス確立を確認
製造性を確認	・実大構造試作にて、内部品質、外形寸度、表面品質等に問題がない事を確認。
重量目標達成に目処 製造効率目標達成に目処	・重量: アルミ構造比 -22% ・製造効率: アルミ構造比 +5%
総合評価	



重量評価結果



製造効率評価結果

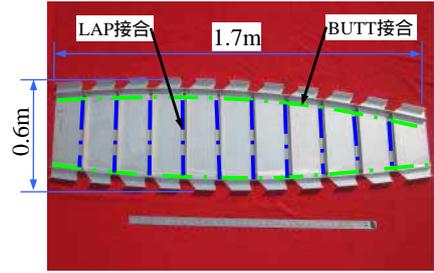
1. 期待する効果

重量: 従来アルミ構造と同等
製造効率: 従来アルミ構造比20%減

2. 想定構造

主翼リブ、SWB等

- ・ファスナの削減 (重量軽減)
- ・BUTT適用 (生産効率向上)
- ・板材、押し出し型材適用 (生産効率向上)



LAP: 重ね合せ
BUTT: 突合せ

3. 進捗状況

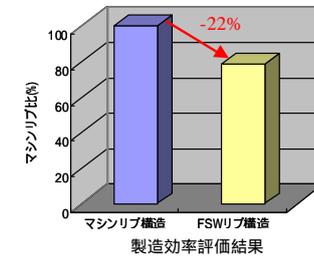
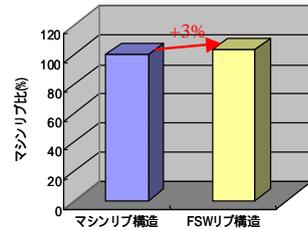
(:完了 :実施中/今後実施)

構造成立性

- ~H17年度末
 - 静強度・疲労強度特性確認
 - 亀裂進展特性確認
 - 強度データ取得
- H18~19年度
 - 強度データ取得
 - 重量評価

製造プロセス

- ~H17年度末
 - 接合プロセス設定
 - パネル接合治具コンセプト確立
 - エイジフォーミング適用性確認
 - 厚板接合性確認
- H18~19年度
 - 接合プロセス設定
 - 修理方法の確立
 - 厚板接合性確認
 - 製造効率評価



4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
構造成立性を確認	・接合限界は、板厚・接合速度から4.8mmである事を確認
FSW製造プロセス確立	・パネル等の実構造接合治具コンセプトを確立 ・複雑形状パネル成形の為のエイジフォーミング適用性を確認 ・LAP / BUTT接合での接合条件を確立 ・修理時の接合プロセスを確立 ・初期設計用強度データを取得 ・実大構造試作にて複雑形状での接合プロセス確立を確認
製造性を確認	・実大構造試作にて、内部品質、外形寸度、表面品質等に問題がない事を確認。
重量目標達成に目処 製造効率目標達成に目処	・重量: 従来アルミ構造比 +3% ・製造効率: アルミ構造比 22%減
総合評価	

1. 狙い

空力抵抗を低減する設計手法/試験手法等の開発

2. 研究開発項目

- (1) 設計手法開発
 - ・高揚抗比主翼設計技術
 - ・推進系を含む全機抵抗低減技術
 - ・高効率高揚力装置設計技術
- (2) 実機空力特性推定技術

3. 進捗状況

(:完了 :実施中/今後実施)

(1) 設計手法開発

高精度解析手法 (CFD技術) の開発と適用範囲拡大
同時最適化手法 (MDO) の開発
基本設計への技術適用
~ H17年度末

(2) 実機空力特性推定技術

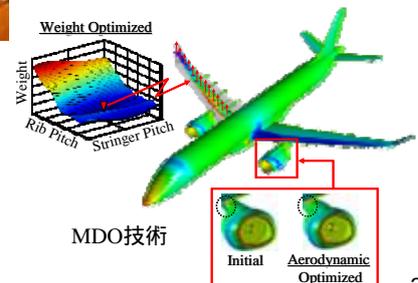
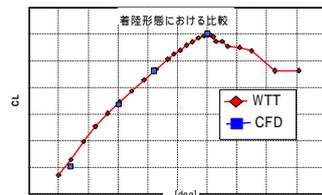
基本風洞試験実施 (先進計測技術の適用) ・評価
詳細風洞試験実施 (先進計測技術の適用) ・評価
技術高度化と空力設計への適用

4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
高揚抗比主翼の設計技術	(a) 高精度解析手法 (CFD技術) ・各解析手法の確立を完了。 ・風洞試験にて解析精度を確認。
高効率高揚力装置の設計技術	(b) 同時最適化手法 (MDO) ・MDO手法 / ツールの開発を完了。 ・機体空力設計に適用、空力効率向上を実現。 ・詳細風洞試験にて効果を確認。
全機干渉抵抗低減技術 (推進系インテグレーションを含む)	(c) 計算速度 ・モデリング手法改善、並列化等で計算速度を大幅向上、設計速度増で、形状最適化に寄与。
実機空力特性推定技術	・PSP / PIVなどの先進計測技術の適用と高度化。 ・非平面翼の遷音速フラッタ解析ツールを開発し、風洞試験にて解析制度を確認。高い解析精度により、フラッタ設計リスク低減に貢献。
総合評価	



CFD技術



MDO技術

1. 狙い

- (1) 更なる安全性の向上
- (2) 運用効率の向上

2. コンセプト / 手段

- (1) パイロットの状況認識性 / 操作性向上
 - グラフィカル・インタフェース(直感性)
 - タクタイル・フィードバック 操縦桿
 - 視認性 / アクセス性
- (2) リージョナル機への適性と最新技術適用の両立

3. 進捗状況 (:完了 :実施中/今後実施)

コックピット基本構想の設定
 ディスプレイ・システム構想の策定
 コックピット・レイアウト構想の策定
 初期モックアップによるコックピット構想評価
 コックピット・アレンジ基本設計
 パイロット・ワークロード評価ツールの準備

コックピット基本仕様の設定 (H18 ~ H19)
 コックピット基本仕様の設定
 モックアップによるパイロット評価
 規定適合性の目処付け

4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
コックピット基本仕様の策定	・基本仕様策定を完了。
エアライン要求適合性を確認	・モックアップ/シミュレータを用いて物理的レイアウト、操作系、表示系を評価。 ・社内/エアライン・パイロット評価は良好。
技術的成立性を確認	・アビオニクス・サプライヤを交えて基本仕様を策定。技術的成立性を確認。
規定適合性見通しを確認	・基本仕様の妥当性を確認。 ・規定適合性証明計画を作成、妥当性を確認。
総合評価	



1. 狙い

- (1) 更なる安全性の向上
- (2) 軽量化 / 構成の簡素化
- (3) 開発リスク低減

2. コンセプト / 手段

- (1) シンプルなシステム / ロジック
- (2) タクタイル・フィードバック (触覚フィードバック)
- (3) 非常時のワークロード低減
Simplified Fly-By-Wire

3. 進捗状況 (:完了 :実施中/今後実施)

操縦システム基本構想の設定
 操縦システム方式の選定
 操縦システム構成の策定
 設計要求の設定
 制御ロジック / パラメータ案の策定

操縦システム基本仕様の設定 (FY18 ~ FY19)
 操縦システム基本仕様の策定
 フライトシミュレータによるパイロット評価
 システム具現化への調整
 規定適合性の目処付け

4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
操縦システム基本仕様の策定	・基本仕様策定を完了。
飛行性/操縦性要求適合性を確認	・操縦シミュレータを用いたパイロット評価試験にて、Cooper Harper Rating要求の達成を確認。 ・MIL-HDBK等を参考に設定した飛行性/操縦性要求への適合性を確認。
技術的成立性を確認	・操縦システム・サプライヤを交えて基本仕様を策定。技術的成立性を確認。
規定適合性見通しを確認	・基本仕様の妥当性を確認。 ・規定適合性証明計画を作成、妥当性を確認。
総合評価	



試験項目	Cooper Harper Rating					要求
	飛行条件					
	低速巡航	中速巡航	高速巡航	離陸形態	着陸形態	
ピッチ姿勢Capture	3	3	3	3	2	3.5
ピッチ姿勢Tracking	3	3	3	3	3	
バンクCapture	3	3	3	3	2.5	
バンクTracking	3	2.5	2.5	3	3	
定常旋回	3	3	3	2.5	3	
1エンジン故障				3		
Offset Precision Landing					3	

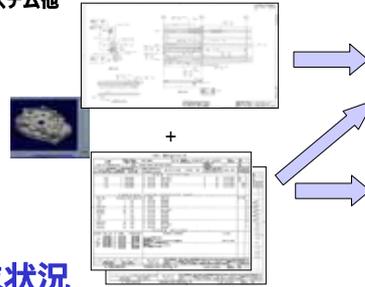
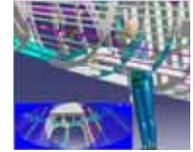
1. 狙い

- (1) 設計効率向上
- (2) 製造効率向上
- (3) 開発リスク最小化

2. 手段

IT技術を最大限活用、デジタル情報化～システム間連携で業務プロセスを効率化。

- (1) デジタルエンジニアリング環境開発
 - 3次元モデリング手法構築 / モデリング作業効率化手法・システム策定
 - 設計データ一元管理 / リモートアクセス環境構築、等
- (2) デジタルマニュファクチャリング環境開発
 - デジタル・モックアップ、デジタル工程設計等の設計事前評価手法構築、等
- (3) 設計・製造情報マネジメント手法開発
 - 技術指示リリース、設計変更管理等のプロセス / システム構築
 - 作業管理システム、要求 / 適合性管理システム他



3. 進捗状況 (:完了 :実施中/今後実施)

(1) デジタルエンジニアリング

CATIA/ENOVIAによる3次元モデル定義・管理手法を構築、成立性・有効性を確認。
CATIA/ENOVIAを中心に周辺ツール / システムとのインターフェースを構築。

(2) デジタルマニュファクチャリング

ENOVIA内の設計データをDELMIAで活用、プランニング、製造性事前評価手法を構築。
製造指示書等に情報を繋ぐ仕組みを構築。

(3) 設計・製造情報マネジメント手法

技術指示のリリース関連プロセス・システムを構築。
CATIA/ENOVIA/DELMIAを基幹システムとして、形態管理、変更管理、プロジェクト管理等のシステムとの情報・データ連携に係る構築を策定。
プロジェクトマネジメント要素のうち、作業管理、要求 / 適合性管理システムを構築、試行にて有効性を確認。

4. 目標達成状況

目標	目標達成状況
DE/DM/VF其々につき; 作業プロセス策定を概ね完了 主要システム開発を概ね完了	・CATIA/ENOVIA/DELMIAを基幹とする主要作業プロセスの設定を概ね完了。 ・主要システム開発は進捗するも、一部システムに遅れあり。
高効率設計・製造マネジメント手法; 作業プロセス策定を概ね完了 主要システム開発を概ね完了	・設計・製造(プランニング)分野を優先、プロセス設定を概ね完了。並行して、全体プロセスを再整理、追加開発項目を抽出。 ・プロジェクト管理、適合性管理等の分野でシステム開発を進めるも、形態管理・変更管理等、一部システムの開発に遅れあり。
総合評価	

DE = Digital Engineering, DM = Digital Manufacturing, VF = Virtual Factory

目標達成度纏め(H19年度末時点)

一部遅れはあるが、概ね目標を達成。実証フェーズに進む。

実施項目	目標達成状況(纏め)	達成度
拘束条件の策定	・要素技術開発の条件設定を完了。	
先進材料 / 加工・成形技術 A-VaRTM	・構造成立性及び重量、製造効率目標達成を確認。 ・設計データ取得を完了。 ・プロセス・スペックの策定を完了。 ・試作機製造設備の設置を完了。	
主翼(複合材)	・構造成立性を確認。 ・RTM材料を開発し、製造プロセスを確立。製造性を確認。 ・重量、製造効率目標を達成できることを確認。	
主翼(金属)	・構造成立性を確認。 ・FSW製造プロセス及び修理・検査技術をほぼ確立。製造性を確認。 ・重量、製造効率目標を達成できることを確認。	
先進空力設計技術	・CFD技術、MDO技術を確立、推定精度を風試で確認。 ・計算速度が大幅に向上。 ・風試計測技術等、実機空力特性推算技術を開発、有効性を確認。	
コックピット・システム技術	・基本仕様策定を完了。 ・パイロットによる運航適合性評価は良好。 ・仕様、規定適合性証明計画の妥当性を確認。	
操縦システム技術	・基本仕様策定を完了。 ・飛行性 / 操縦性要求適合性を確認。 ・仕様、規定適合性証明計画の妥当性を確認。	
開発・生産システムの効率化	・作業プロセス設定を概ね完了。(一部遅れあり) ・主要システム開発が概ね完了。(一部遅れあり)	
総合(自己)評価		

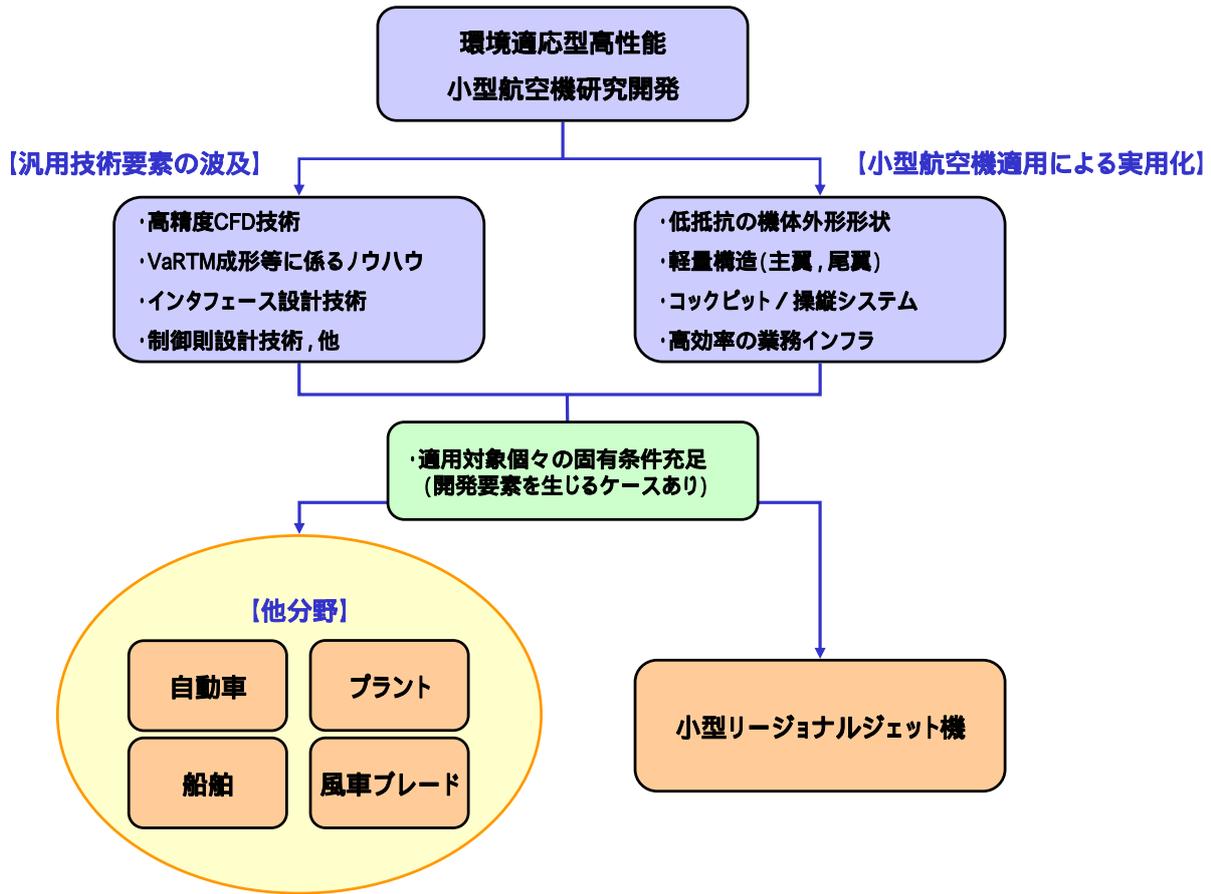
- (1) 特許 / 意匠権 : 25件
- (2) 学会発表 / 論文投稿 : 103件
- (3) 展示 : 5件
- (4) 報道数 : 多数

	学会発表	論文投稿	展示
全般	10	1	4
環境問題	1	1	0
複合材	9	9	1
空力設計	30	23	0
空弾	4	0	0
飛行制御	2	1	0
製造技術	1	1	0
FSW	1	1	0
装備設計	1	1	0
構造解析	2	2	0
意匠設計	1	1	0
合計	62	41	5

【取得特許(例)】

種別	タイトル	内容(概要)	出願国	出願日	状況
特許	真空RTM成形法	積層厚さ、かさ密度に応じて樹脂流通媒体の枚数を変化させる、もしくはパーミアビリティの異なる樹脂流通媒体を敷設する。繊維強化基材への樹脂含浸速度をコントロールでき、均一な樹脂含浸状態を得ることができる。	日本	H19.3.20	出願中
特許	ブリフォームおよびその製造法ならびにFRP製造方法	バッグ上の中央部から端に向かって錘を順次配しながら真空圧を適用させて繊維強化基材の賦形を行う。繊維強化基材を成形治具に確実にドレープさせることができるのでブリッジの防止が図れ、樹脂溜りやボイドまたビード周辺にリンクルの無い良好な品質の成形品が得られる。	日本	H19.3.20	出願中
特許	高揚力発生装置および翼	空力騒音の発生を抑制するのに適した高揚力発生装置および翼に関するもの	日本	H19.5.25	出願中
特許	操縦システム、操縦桿リンク切り離し方法	2つの操縦桿がリンク機構により連結された操縦システム、及び操縦桿リンクの切り離し方法		H20.2.20	出願中

第 章 実用化の見通し



【操縦システム開発 / コックピット・システム開発の例】

開発技術	波及するもの	波及先
(1) Man-in-the-Loop System のInterface設計技術	人間工学的配慮に基づく設計技術 ・人間オペレータの機能的特性 ・考慮すべき環境条件 ・上記を踏まえた設計条件の設定方法 ・緊急時のプロシージャ設計方法, 等	人間が操作するシステム ▶ 自動車, 船舶等の移動体のコックピット / 操縦システム ▶ 各種プラントの制御ルーム
(2) 操縦方式 (Simplified FBW)	電子制御系の設計技術 ・アーキテクチャそのもの ・耐故障目的の冗長性設定方法 ・自由度を持った設計手法 ・位置制御技術, 等	自動車の運転システム ▶ X-by-wire, Xは, Steering, Brake, Throttle等
(3) 制御則設計技術	信頼性評価方法 ~ 設計への反映方法 ・異常事象の抽出方法 ・異常事象発生時に保証する最低限の機能の設定方法, 等	ソフトウェア制御のもの ▶ 特に, エレベータ, 新幹線等のソフトウェアの不具合により人的損害が発生するもの

本邦製造業の発展

- **本邦製造業全体の底上げ**
航空機産業の技術波及効果は自動車産業の約3倍と推算されている。

本邦航空交通システムの充実

- **国内(近距離国際線)充実へ寄与**
国内航空網再編, 低需要路線でも採算確保。
航空交通網の充実に繋がる。

我が国における環境問題解決への貢献

- **CO2削減**
開発技術を適用した機体は, 既存機に比べて燃費20%以上の削減が可能。