第1回航空機関連プロジェクト 事後評価検討会 **資料5-1-3** 

# 先進パイロット支援システム (機体・システム統合化)研究開発 の概要について

平成27年3月26日 三菱重工業株式会社

# 目 次

- 1. プロジェクトの概要
- 2. 目的・政策的位置付け
- 3. 目標
- 4. 成果、目標の達成度
- 5. 事業化、波及効果
- 6. 研究開発マネジメント・体制等

## 1. プロジェクトの概要

概 要

次世代国際共同開発民間機の操縦システムの軽量化・高効率化に繋がる技術を開発する。

実施期間

平成23年度~平成24年度

予算総額

1.8億円(委託)

(平成23年度:1億円 平成24年度:0.8億円)

実 施 者

三菱重工業(株)

プロジェクト リーダー

三菱重工業(株) 航空宇宙事業本部 民間機事業部 民間機技術部 次長 阿部 茂樹 (※平成24年度は同所属の髙見 光に変更)

### 2. プロジェクトの目的・政策的位置付け

#### 目的

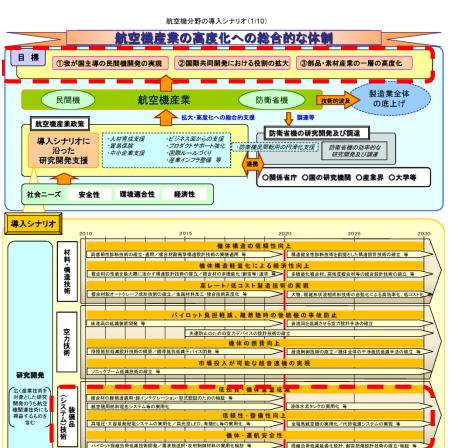
次世代旅客機に適用する機体構造及び操縦システムの高信頼性確保・軽量化技術の開発する。本成果を基に、最終的には国際共同開発機プログラムでの機体構造と装備品の一括受注へと繋げ、我が国航空機産業の国際競争力強化、及び高付加価値化に貢献することを目的とする。

#### 政策的位置づけ

技術戦略マップ2010において、「国際共同開発における役割の拡大」が目標として設定されている。また、そのための主要技術課題として、「次世代飛行制御技術」に対応する「スマートアクチュエータを用いたFBWシステム技術の実現」、「全電気化技術」に対応する「モータ他主要部品の小型化・高性能化」「EMA/EHA、小型空調他の実用化・最適化技術開発」といったことが謳われており、本事業は技術戦略マップに沿ったものとなっている。

航空機分野の導入シナリオ(6/10) 装備品(システム)技術分野 -概要及び課題-技術の概要 国際競争力 海外の装備品サプライヤはM&Aを繰り返し巨大な企業に成長してきてい 航空機用装備品の開発においては、航空機の利便性を向上させつつ、 る。その巨大なビジネスマスを背景にシステム単位で受注してきており、 安全性、環境適合性、経済性を高度に両立しなければならない。その際、 わが国のサプライヤは国際共同開発機においてもビジネス機会が縮小し、 先進操縦/コックピットシステム等の飛行安全性向上技術、全電気化を 技術蓄積の面で不利になる状況が拡大している。さらに、EUでは、航空 主体とする低燃費化/整備性向上技術、代替発電/クリーンエネルギー 機の耐環境性改善を戦略的アイテムとし、全電気式航空機などの研究開 貯蔵等の環境性適合技術、ならびに高い安全性と経済性を両立する設 発に国家レベルで巨額の予算を投入して推進しており、技術レベルの差 針・製造・試験其般技術等の高度化を図る必要がある。 がますます増大しつつある。 主要技術課題(1/3) 短期課題(~2015頃) 長期課題(~2030頃) 中期課題(~2020頃) 対応技術 . . . . . . . . . . . . . . . . 有害物質の低減ノ(環境適合性 新材料/プロセ ス適用技術 √有害物質/大気汚染物質の代替手 √有害物質/大気汚染物質の代替手 段の調査・基礎研究 段の実用化研究・評価 有害ガス 代替技術 低公害(低燃費)の実現/(環境適合性/経済性 .-----代替発電技術 ・航空機用燃料電池要素技術の開 ✓航空機用燃料電池システムの実用 ✓液体水素タンクの実用化 化、高圧水素タンクの実用化 monne クリーンエネル ギー貯蔵技術 機体重量の低減/経済性 ,------√複合材の脚構造部材への量産化技術開発、脚インテグレーション、データ取得及び型式認証のための検証 軽量材料技術 ; ✓光アクチュエータを用いたFBL技術 ✓スマートアクチュエータを用いた 次世代飛行 FBWシステム技術の実現 の実現 制御技術 航空機分野の導入シナリオ(7/10) 主要技術課題(2/3) 長期課題(~2030頃) 短期課題(~2015頃) 中期課題(~2020頃) 対応技術 信頼性・整備性の向上/(サクサの向上100の前 ✓モータ他主要部品の小型化·高性 ✓EMA/EHA、小型空調他の実用化・ ・全電気航空機の実用化 全電気化技 能化技術開発 最適化技術開発

EMA: Electro-Mechanical Actuator EHA: Electro-Hydrostatic Actuator



### 3. 目標

低燃費化に寄与する低抵抗化(薄翼化)、軽量化を実現する機体仕様に適合した操縦システムアーキテクチャを策定し、その実現に寄与するシステム要素技術の開発・実証を行うことで実用化の目途付けを行う。

要素技術	目標•指標	妥当性∙設定理由∙根拠等
①可変斜板EHA技術開発 ②LBHA技術開発	①②将来操縦システムアーキテクチャの各種要求事項を満足するよう可変斜板EHA及びLBHAのキーとなる要素の詳細設計・解析を実施し技術の目途付けを行う。	①②可変斜板EHAは、既存のEHAと比較して高負荷時 の発熱抑制が可能であり、LBHAはEBHAと比較して、同 一舵面に複数装備した場合のアクチュエータ間の同期が 難しいという課題を克服できるため、双方とも将来性のあ る方式のアクチュエータである。実用化のためにキーとな る技術の実現目途をつける必要がある。
③操縦システム用データバス規格開発	③将来操縦システムに適した柔軟な冗長度管理が可能で、分散処理が可能なデータバス規格基本仕様を策定し、ハードウェア/ソフトウェア試験によって基本的機能・性能を実証する。	③既存の最新規格であるARINC664が用意している冗長機能は操縦システムへの適用を考えると不十分であり、 今後必要とされる更なる信頼性の向上や重量軽減のためこの課題を解決する新たな規格を開発する。
④将来操縦システムアーキ テクチャ策定(全体目標)	④将来操縦システムアーキテクチャを策定し、既存操縦システムよりも重量において25%減、安全性において破局的故障の発生確率10 <sup>-12</sup> 回/Hレベルの達成の見込みを得る。	④重量に関しては、将来航空機に求められる燃費低減に対する重量面からの貢献として操縦システム全体で25%減を目標とする。また、信頼性については法令要求である破局的故障の発生確率10 <sup>-9</sup> 回/Hに対して、大幅な改善を達成すべく10 <sup>-12</sup> 回/Hレベルを目指す。

EHA: Electro-Hydrostatic Actuator LBHA: Local Backup Hydraulic Actuator ARINC: Aeronautical Radio, Incorporated

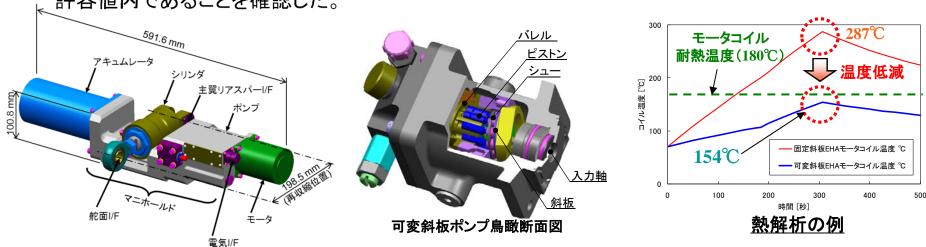
# 4. 成果、目標の達成度(1/3)

可変斜板EHA及びLBHA, 及び新データバス規格について目標を達成した。操縦システムアーキテクチャ策定においては安全性は目標を達成したものの, 重量は目標に達しなかった。

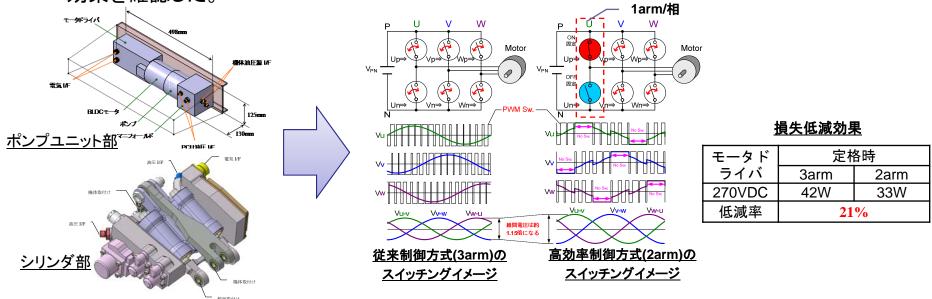
要素技術	目標•指標 (終了時点)	成 果	達成度
①可変斜板EHA技術開発 ②LBHA技術開発	①②将来操縦システムアーキテクチャの各種要求事項を満足するよう、可変斜板EHA及びLBHAのキーとなる要素の詳細設計・解析を実施し、技術の目途付けを行う。	①②次世代150席クラス旅客機の仕様に適合した、可変斜板EHA及びLBHAの構想設計を実施した。さらに、それぞれの詳細開発要素として選定したスポイラ用可変斜板EHAポンプの詳細設計とエルロン用LBHAのモータ制御の高効率化アルゴリズム技術コンセプト確定と解析によって、技術成立の目途付けを行った。	①②達成
③操縦システム用データバ ス規格開発	③将来操縦システムに適した柔軟な冗長度管理が可能で、分散処理が可能なデータバス規格基本仕様を策定し、ハードウェア/ソフトウェア試験によって基本的機能・性能を実証する。	③高冗長や分散処理に対応した規格として基本仕様を策定した。また、汎用器材を用いてケーブル断線時の機能維持、故障検出等の基本機能確認を実施し、コンセプトの成立性を確認した。	③達成
④将来操縦システムアーキ テクチャ策定	④将来操縦システムアーキテクチャを策定し、既存操縦システムよりも重量において25%減、安全性において破局的故障の発生確率10 <sup>-12</sup> 回/Hレベルの達成の見込みを得る。	④150席クラス民間機の想定仕様に基づき、可変斜板EHAとLBHAを適用した操縦システムの基本アーキテクチャを策定した。既存操縦システムと比較して重量は23.3%の削減、破局的故障の発生確率は10 <sup>-12</sup> 回/Hレベルを達成する見込みを得た。重量についてはわずかに目標には達しなかった。	_

# 4. 成果、目標の達成度(2/3)

• 可変斜板EHAの構想設計,及びポンプの詳細設計を実施した。また,作動時の温度上昇が 上許容値内であることを確認した。



LBHAの構想設計を実施し、キーとなる要素技術である高効率モータ制御技術の損失低減
 効果を確認した。



# 4. 成果、目標の達成度(3/3)

新データバス規格の基本仕様を策定し、汎用 器材を用いて基本機能の確認を実施した。

#### コンセプト

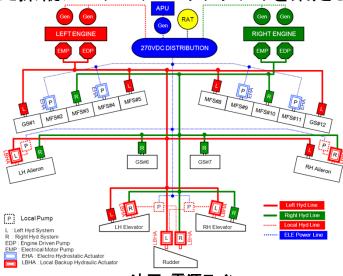
- (1)高冗長:3重以上の経路冗長化により、ケーブル断線等による特定箇所での故 障に対する信頼性向上 (多元接続による配線共有化で経路冗長化による重 量増を防ぐ)。また、自動高頻度送受信等のデータ冗長化により、ノイズ等によ る特定時刻での故障に対する信頼性向上
- ②モジュール化: 冗長化アクチュエータ制御、 分散処理等の利用形態に対応したネット ワークアーキテクチャ構築(データ指向の 通信である出版購読モデルの採用により、 通信の取扱いを簡易化)
- ③拡張性:COTS技術を基盤に開発すること で、開発/維持費を低減し、将来技術の取り 込みを容易化

COTS: Commercial Off The Shelf



基本機能試験器材

可変斜板EHA, LBHA, データバスを適用し た操縦システムアーキテクチャを策定した。



油圧・電源ライン

重量の軽減効果を確認した(目標値には達せず)。● 安全性の改善効果を確認した(目標達成)。

(目標:25%減) 1600.0 23.3% 減 1375.3 1400.0 1200.0 1061.9 操縦システム関連重量 1000.0 800.0 600.0 400.0 200.0 ベースライン機 将来機 ■電気·通信系統 242.0 139.2 ■油圧系統 803.4 565.4 ■操縦関連コンポーネント 329.9 349.5

- - 例)ロール軸制御における破局的故障※の 発生確率改善:

※: 機体の喪失を伴うような致命的な故障

### 5. 事業化、波及効果(1/3)

### 可変斜板EHA及びLBHA技術を活用した事業化

● 事業化の段階としては、まずは要素だけでの事業化が考えられる。別の有力アクチュエータメーカから キー要素を受託して供給、そのメーカがアクチュエータとして取り纏め間接的に完成機メーカに対して供給 するという枠組みである。さらに、この間に平行して技術開発を継続して技術成熟度を高めておき、要素 の供給実績を足掛かりとして、次の開発機においては完成機メーカに対して直接供給を行うという展開も 可能になると考えている。このシナリオについては、米国のアクチュエータメーカであるParker社、Moog社 に対してすでにプレゼンテーションを実施していることから、足掛かりが存在すると考えている。

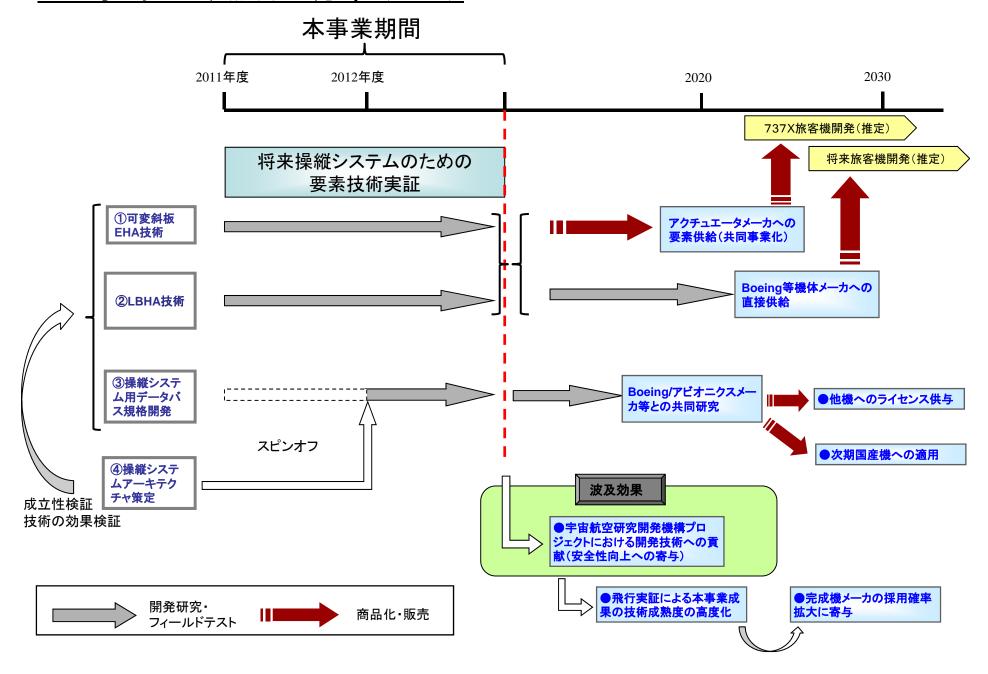
### 操縦システム用データバス規格を活用した事業化

- 規格案が出来上がった段階で、完成機メーカやアビオニクスメーカを巻き込んだ共同研究へと繋げ、実 環境での実証を含めた取り組みを推進していく。規格は特許化することで他者による流用から保護する。 ライセンス料の徴収、あるいはアクチュエータと組み合わせて、上記のアクチュエータを先行的に本規格 に対応させるよう開発を進めておくことでアクチュエータ受注の後押しとする。
- MRJに次ぐ次期国産旅客機の開発が実現した場合、独占的にこのデータバス規格を提供することで競合他機種との差別化要素として機体販売への貢献要素とする。

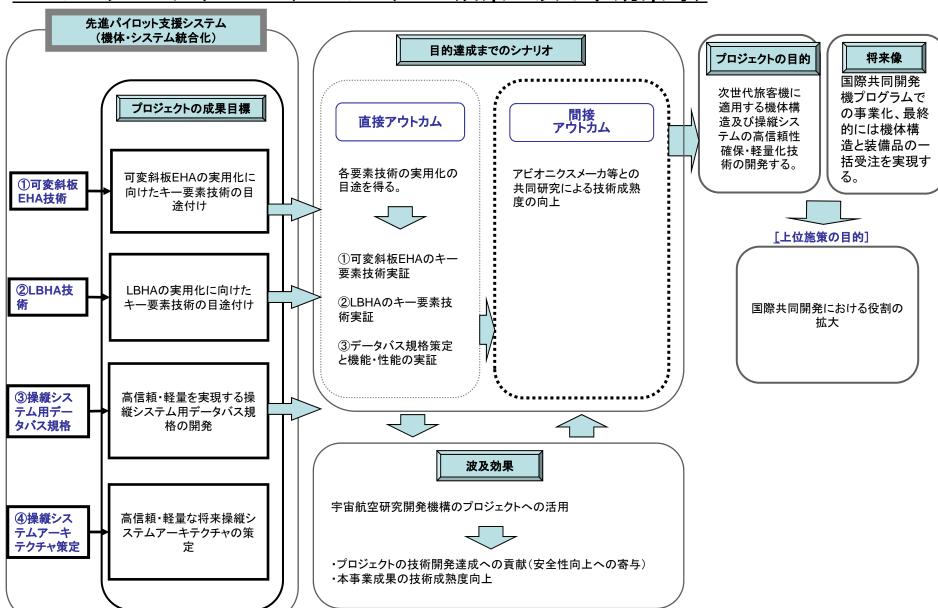
### 本事業の波及効果

● 宇宙航空研究開発機構より、同機構が開始した研究開発プロジェクトに対して本事業成果の活用の打診を受けるなど外部から本事業成果に対する関心も得られている。本事業においてアクチュエータ構想設計上の要求仕様の一つとしていた、荷重軽減技術に適応するための高応答性がこの要求に合致した。また、データバス規格についても同プロジェクトの「航空機の安全運航に寄与する」という趣旨に合致したものであり、同様に関心が得られた。このように本事業で得られた成果が他技術の実現に貢献するという相乗効果が期待できる。

### 5. 事業化、波及効果(2/3)

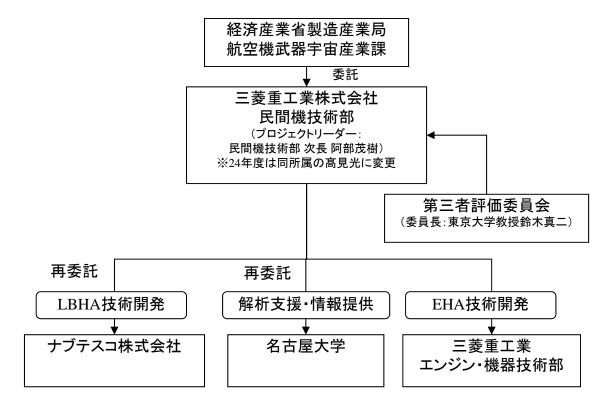


### <u>5. 事業化、波及効果(3/3)</u> プロジェクトのアウトカム(プロジェクトの成果が及ぼす効果等)



### 6. 研究開発マネジメント・体制等

- プロジェクトリーダーには三菱重工業の阿部茂樹を指名した(24年度は同所属の髙見光に変更)。
- プロジェクトリーダーの下で全体の進捗管理や予算管理、契約等諸事の担当者をアサインし関係先との窓口を 一本化することで円滑な運営ができる仕組みとしている。
- 実施体制としては、完成機メーカであり全機インテグレーションに関する知見を有する三菱重工民間機技術部が取り纏め、機器メーカであるナブテスコと三菱重工エンジン・機器技術部がそれぞれ異なるアクチュエータ技術開発を、名古屋大学が解析作業支援と技術情報提供を担当することで、各々の得意分野を生かした役割・作業分担となっている。
- また、航空分野の研究における第一人者である東京大学鈴木教授を委員長とする評価委員会より、事業について評価を受けることで事業の客観的妥当性を確保できるような体制となっている。



### 7. 中間評価の結果

#### 提 言

今後とも各技術に関する開発事業を推進する必要があるが、それに加えて新しい技術の調査と取り込みは、諸外国の後塵を拝さないためにも必要である。独自の技術として早期確立が望まれる技術については、事業化及び認証取得に向け、産学官の連携によるスピード感を持った取り組みが必要である。

また、国の施策として行うべきか、企業の研究開発として行うべきかを整理する必要がある。

#### 対 処 方 針

- 〇引き続き、最先端の研究成果が得られるよう、取組みを 強化するとともに、諸外国の動向把握にも取り組んでま いりたい。
- 必要である。独自の技術として早期確立が望ま 〇事業化及び認証取得を加速するため、産学官の連携等、れる技術については、事業化及び認証取得に向 適切な体制構築に努めてまいりたい。
  - ○事業毎に国で行うべきかどうかを精査してまいりたい。

#### 評価小委員会のコメント

9つある課題について、最終的な目標である日本の航空機産業の中でどのように位置づけ、ウエイトを置くのか整理し、それらの相関関係を考慮して事業を進捗させることが望ましい。

### 対 処 方 針

○技術開発を進めるにあたって、日本の航空機産業の中での位置づけ、ウエイトの置き方について整理し、相関関係を考慮して事業を進めて参りたい。