

調査・研究報告書の要約

書名	平成17年度大型精密機器システム基盤技術の開発振興に関する 調査研究事業報告書 －航空機等の機械工業動向調査事業－				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・財団法人 航空機国際共同開発促進基金				
発行月日	平成18年3月	頁数	382頁	判型	A4

〔目次〕

第1章 はじめに

- 1.1 調査事業の背景、目的及び対象
- 1.2 調査の結果概要

第2章 航空機等に関する最近の研究関係の動向

- 2.1 大学・学会等における研究動向
- 2.2 宇宙航空研究開発機構における研究動向

第3章 新中型機を中心とする設計技術及び生産技術動向

- 3.1 背景
- 3.2 設計技術
- 3.3 将来民間機への適用技術
- 3.4 将来民間機への適用を目指した新技術の開発について

第4章 787 VS A350

- 4.1 背景
- 4.2 諸元比較
- 4.3 新技術（機体とエンジン）
- 4.4 経済性
- 4.5 市場予測と販売状況
- 4.6 海外パートナー
- 4.7 公的機関の助成

第5章 ボンバルディアの新リジョナル機“C Series”計画について

- 5.1 経緯
- 5.2 C Seriesの開発
- 5.3 今後の問題点

第6章 発展する航空輸送と航空機環境保全対策動向

- 6. 1 概 要
 - 6. 2 航空輸送の現状
 - 6. 3 航空輸送のインフラ(**Infrastructure**)と利便性
 - 6. 4 航空機に関連する環境問題
 - 6. 5 まとめ
- 第7章 民間航空機及びエンジンの環境保全技術動向
- 7. 1 民間航空機の環境保全技術の現状と動向
 - 7. 2 民間航空機用エンジンの環境対応技術動向
- 第8章 航空機に於けるアルミニウム合金の開発動向
- 8. 1 はじめに
 - 8. 2 アルミニウム合金の種類
 - 8. 3 問題点
 - 8. 4 国内に於けるアルミニウム合金の開発状況
 - 8. 5 海外メーカーの動向
 - 8. 6 過去の適用状況
 - 8. 7 最近のエアバスへのアルミニウム合金適用動向
- 第9章 航空機に搭載される空調システムに関する技術動向
- 9. 1 航空機に搭載される空調システムとは
 - 9. 2 航空機用空調システムの基本的な形態
 - 9. 3 航空機用空調システムの様々な形態
 - 9. 4 今後の航空機用空調システムの動向
- 第10章 民間機航空機用エンジン - 国産への取り組み動向
- 10. 1 概要
 - 10. 2 航空機/エンジン国産戦略委員会
 - 10. 3 戦略委員会の活動報告
 - 10. 4 航空機用エンジン部品不具合調査分科会の活動内容
 - 10. 5 まとめと今後の課題
- 第11章 米国航空宇宙産業 2005年の回顧と2006年の予測
- 11. 1 全般概況
 - 11. 2 製品分野別の売上高
 - 11. 3 利益と利益率
 - 11. 4 出荷、受注および受注残

- 1 1. 5 輸出入
- 1 1. 6 雇用
- 1 1. 7 2006 年の予測
- 1 1. 8 米国航空宇宙防衛産業の課題
- 第 1 2 章 米国航空輸送業界の現状と展望
 - 1 2. 1 米国航空輸送の傾向
 - 1 2. 2 米航空会社の運航形態
 - 1 2. 3 路線網航空のコスト高の原因
 - 1 2. 4 路線網航空の体質改善
 - 1 2. 5 健全化にむけた政府の役割
 - 1 2. 6 今後の見通し
- 第 1 3 章 米国における空港整備の問題
 - 1 3. 1 背景
 - 1 3. 2 現状
 - 1 3. 3 空港・空路の混雑による遅延
 - 1 3. 4 航空需要予測
 - 1 3. 5 資金調達
- 第 1 4 章 長期機材需要予測－（ボーイング社の 2005 年予測を基に）
 - 1 4. 1 背景
 - 1 4. 2 航空輸送需要の予測
 - 1 4. 3 運航機材と出荷機材の予測
 - 1 4. 4 Boeing 予測と Airbus 予測の比較
 - 1 4. 5 アジア・太平洋地域の躍進（旅客の地域的分布）
 - 1 4. 6 地域別機材需要予測
- 第 1 5 章 ボーイング社財務状況 2005 年
 - 1 5. 1 2005 年財務報告の概要
 - 1 5. 2 部門別業績
 - 1 5. 3 2006 年、2007 年の業績見通し
 - 1 5. 4 これまでの財務状況
- 第 1 6 章 大型航空機開発助成に関わる WTO 係争－最近の動向
 - 1 6. 1 経緯
 - 1 6. 2 解説

〔要約〕

第1章 1. 調査の背景

航空機産業等は、過酷な条件下での運用、かつ、100%の安全性が求められる技術の集積から成り立っており、付加価値が高く、他産業への技術波及効果が大きく、典型的な知識集約産業であり、わが国が技術立国を目指すうえで、欠くことができない産業と位置づけられる。

民間航空機等の開発・生産は、今や国際共同開発が趨勢であり、今後わが国が国際共同開発において主体的立場を確保し、戦略的産業である航空機産業等を振興するには、国際共同開発の幅広い要因である設計技術、機械設備を含めた生産技術、市場、販売、人材等の動向を的確に把握し、産学官の関係諸機関が共通認識をもって対処することが肝要であり、この共通認識の上に立って、政策・経営戦略を立案することが国際共同開発の成功の大きな要素である。

このため、本「航空機等の機械工業動向調査事業」では、特に機械工業と関係の深い航空機産業等を中心に、必要な情報を収集・整理・分析・解説し、関係諸機関に提供することとし、世界の航空機産業等へのわが国の貢献、ひいては広範囲の先端技術を駆使した高度の技術集積からなる航空機等の開発製造技術が、わが国の機械工業によって有効活用、転用、移転され、更には新技術の開発誘因となり、その発展に貢献し得る情報を関係諸機関が共有することにより、航空機等国際共同開発事業とこれに関連する機械工業の振興に寄与することを目的とする。

第1章 2. 調査の結果概要

わが国ならびに海外、とりわけ民間航空機等の開発の分野で先進国である米欧の動向と関係業界並びに先進国の政策動向に焦点を当てて、それに係わる情報・資料等を国内外の専門誌等並びに実地調査から収集・整理・分析すると共に、その中でわが国の関係諸機関にとって有用と思われる情報を取り纏めた。

本年度については、情報・資料等の調査・収集等によって得られた各種の情報・資料等の中から、

- (1) 内外研究機関における航空機等に関する研究動向
- (2) 中型機・リジョナル機の開発動向
- (3) 航空機・航空機用エンジンに対する環境保全対策動向、
- (4) 航空機用材料や各空調システムの技術動向及び国産への取り組み動向

(5) 米国業界及びインフラ整備の動向

(6) 長期需要予測と産業界の財務状況分析、

等に関する内外の情報を整理・分析して、詳細な解説については外部の専門家に解説を依頼し、取り纏めた。

解説する項目として次の通り選定し、次章（第2章）以降に取り纏めた。

- ・ 航空機等に関する最近の研究関係の動向（第2章）
- ・ 新中型民間機を中心とする設計技術及び生産技術動向（第3章）
- ・ 787 vs A350（開発機体仕様比較）（第4章）
- ・ 新リジョナル機“Cシリーズ”計画（第5章）
- ・ 発展する航空輸送と環境保全対策動向（第6章）
- ・ 航空機・航空機用エンジンに対する環境保全対策動向（第7章）
- ・ 航空機におけるアルミニウム合金の開発動向（第8章）
- ・ 航空機用空調システムの技術動向（第9章）
- ・ 民間航空機用エンジン国産への取り組み（第10章）
- ・ 米国航空関連業界と米国空港整備動向（第11～13章）
- ・ ボーイング社による需要予測と2005年財務状況（第14・15章）

又、これら解説内容に関しては、各解説項目についての「概要」を当 IADF のホームページに掲載し、広く提供した。

第2章 1. 大学・学会等における研究動向

航空学の研究分野における最近の大きな出来事は、米国 NASA で航空関連プログラムの抜本的な変革が行われたことである。近年縮小され続けてきた航空学研究の枠が大幅に拡大され、中でも特に基礎研究、長期的研究の重要性が強調されるプログラムが新たに打ち出された。一方、日本の航空学をめぐっては、フランスとの超音速機技術に関する共同研究がスタートしたことをはじめ、ヨーロッパとの対話が環境関連分野を中心に活発になっている。また、航空関連学会では、アジア諸国、特に中国および韓国との共同活動が、益々増進されている。

第2章 2. 宇宙航空研究開発機構でのプロジェクト的航空研究紹介

平成15年10月に発足した宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、本年10月1日に、相当大幅な組織改革を行い、旧航空宇宙技術研究所を主な母体として形成されていたJAXA総合技術研究本部(以下JAXA総研)から半ば独立する形で、航空プログラムグループが発

足した。その指揮者である航空プログラムディレクタに、著者、石川隆司が就任するとともに、同グループの最終責任者として、JAXA理事、総合技術研究本部長 坂田公夫が統括リーダーという立場で就任した。本稿は、この組織改革と、航空プログラムグループの事業内容の紹介の大変好適な機会であるにとらえて、このグループの狙い、基本方針、中長期戦略と組織、各チームのミッションなどについて紹介することとする。

第3章 新中型民間機を中心とする設計技術及び生産技術

航空機の開発計画では機体の軽量化及び構造の一体化が大きな要素であり、そのために複合材料技術、精密鋳造技術、摩擦攪拌接合技術、新アルミ合金等の新設計技術の広範な適用が想定されている。また、設計効率化技術についても、3次元の設計ソフトにより作成したDMU (Digital Mock Up) を用いて、設計、工作等の関係者が同時並行的に作業を進めるコンカレントエンジニアリングの手法が広く用いられており、本手法はボーイングや日本のメーカーのみならずエンブラエル社等のリージョナル機の開発においても適用が進んでいる。また、複合材料の適用が広がるに伴い、運用中に発生する損傷を精密にモニターするヘルスマonitoring技術が必要とされている。本調査では将来民間機に適用が計画されているヘルスマonitoring技術のわが国の研究状況についても概説する。

第4章 『787 vs A350』

この資料は787とA350について現時点で知りうる限りの資料に基づき、公平な対比を試みたものである。但し、両機種とも未だ完全には最終形態が定まっておらず、また項目によっては対等な資料を揃えられず片手落ちのところがあるのはご容赦願います。

第5章 ボンバルディア社の新リージョナル機；CSeries計画について

Bombardier 社役員会は2005年3月15日に懸案であったCSeries旅客機の航空会社への提案開始を承認(ATO; Authorization to Offer)した。その時点では6月のParis Airshowでの正式ランチが目標であったが、9月に延期され、今(7月初旬)では今年中のランチも危ぶまれている。これまでの経緯とその計画推進を妨げている様々な問題を点検しつつ、わが国でのリージョナル機開発推進の一助にしようとする。

第6章 発展する航空輸送と航空機の環境保全対策

内容の概略は、まず、利用されている航空機と航空輸送の現状およびその発展について概観する。次に、その航空機の利便性を最大限に発揮するためのわが国の空港の現状とその特徴を述べる。都市近郊の空港では騒音や排出物に関する環境問題が論議の的となる。航空機の騒音低減技術の発展、それに利便性向上に向けての今後の空港環境についての課題、将来へ期待する改善方向などを探る。

また、航空機エンジンは炭化水素化合物である石油燃料を燃焼させて推進力を得るため、必然的に温室効果ガスである炭酸ガスと水を排出する。同時に付随的に微量大気汚染物質を排出し、空港周辺および航空機特有の高空での大気環境汚染が懸念されている。航空機による大気汚染を他の汚染源と対比しながらその影響、程度などについて考察する。

最後に、環境に優しく安全なエンジンを実現するための規制のあり方と、航空機やエンジン設計と改良の方向、それに航空輸送大国としてわが国が推し進めるべき課題などを考察する。

第7章 1. 航空機の環境保全技術の現状と動向

航空機による環境への負荷は、地上及び飛行中のエンジンからの排出ガスと、離着陸時の騒音による影響が主なものである。それらの環境影響については、これまでの技術革新により大きく低減されているが（例えば、燃料効率の改善や、空港の騒音面積の縮小）、今後見込まれる年率約5%の旅客輸送量の増大¹⁾と、環境保全に対する社会的要請の高まりにより、環境問題が今後の航空旅客輸送の成長の阻害要因になろうとしており、更なる環境保全対応が必要である。

本稿では、エンジン以外の機体及びシステムにおける環境保全の対応策として、民間旅客航空機（亜音速機）において、最新の機体に適用されている、又は研究されている技術について紹介する。

第7章 2. 民間航空機用エンジンの環境技術 - 騒音／排ガス対策を中心に -

顧客の要望として、近年、高く位置づけられるようになったものに対環境適合性に対する要求がある。京都議定書に見られる地球温暖化対策等、航空機に要求される対環境適合性の要目は幾つかあるが、大きく分ければ、1) 温暖化対策としてのCO₂ 排出削減、2) 騒音削減、3) 有害ガスの排出削減 の3点を挙げることが出来る。いずれを取っても、航空機、その中でもエンジンの関与する割合の高い要目であり、航空機の対環境適合対策において、エンジンの果たすべき役割が大きいことは想像に難くない。

1) のCO₂減削は、即ち、航空機/エンジンの燃料消費率の改善であり、エアラインの利益

に直結する項目であることから、環境問題の議論が盛んになる前から航空機／エンジン開発の最大の命題の一つであったため、これまでも極めて多く取り上げられてきた議題であるので、本稿においては、1) に関する記述に多くを割くこととはせず、近年、その注目度／重要性が高まっている 2) 騒音低減 と 3) 有害ガスの排出削減 について、解説を加えることとしたい。

第8章 航空機に於けるアルミチウム合金の開発動向

航空機の開発において、機体構造の軽量化は性能向上及び運用コスト低減のための大きな課題である。1917年アルミ合金が初めて機体に適用されてから、すでに90年が経過しようとしているが、アルミ合金はその軽量化(比重約 2.8g/cm^3)を生かして主要構造部材としての地位を不動のものとしてきた。ところが近年アルミ合金よりさらに軽量の複合材料(アルミ合金の約60%の比重)の適用が目覚ましい勢いで進んでいる。特に近年の最新鋭戦闘機などでは機体重量の約30%以上を複合材が占めるように至っており、民間輸送機においてもその傾向は顕著になりつつある。航空機構造材料に関する1980年代での予測によると1990年代以降の航空機において、複合材料が進化すれば重量の約60%が複合材料でアルミ合金の適用は10%となる。逆にアルミ合金が進化すれば、現在と比較して、その適用率は減少するものの約50%はアルミ合金で複合材料の適用は25%に抑えられると言うものである。このような後者の予測を実現すべく複合材の進出に對抗する最有力候補として注目を浴びたのが、アルミチウム合金である。

第9章 航空機に搭載される空調システムに関する技術動向

一般的に空調装置と言うと、居住空間の温度を調節し、さらに湿度や空気の質も改善するという機能が主体である。しかし、高々度を飛行する航空機において、機外環境の変化にかかわらず機内を乗員・乗客にとって快適に維持するためには、「与圧」、「換気」及び「温度調節」の3つが必要不可欠な基本機能となる。これらの使命を達成するため、航空機に搭載される空調システムは常に清浄な空気を適切な温度で供給しなければならない。

航空機に搭載される空調システムは、広範囲の変化にも対応し「与圧」「換気」「温度調節」の3つの機能を発揮しなければならない。このように、航空機において、その機能を発揮するためには、他分野の空調装置とは異なったシステム設計が必要となる

第10章 民間機航空機用エンジン - 国産への取り組み動向

航空機エンジンを国産しようという動きが高まってきている。現在石川島播磨重工を中心として検討している環境適応型小型エンジン(通称:エコエンジン)がそれである。平

成 15 年度から市場調査などを進め、要素研究、エンジン試験を実施し、平成 21 年までに研究開発を完了し、その後量産エンジン開発に入る予定である。目標は 50 人乗りの航空機であり、CF34-3 の後継を狙っている。果たして、日本製の航空機エンジンは世界市場に競合できるようになるのだろうか？

一方、NEDO（独立行政法人；新エネルギー・産業技術総合開発機構）に於いては、平成 16 年 4 月より「航空機/エンジン国産戦略委員会～アフターマーケットから国産を考える～」(委員長；全日空（株）杉浦重泰氏)が発足し、航空エンジンを国産する為には何をすべきかをエアラインの視点で検討している。従来、日本では航空機/エンジンの国産に向けて産学官が協力し、種々の検討を重ねてきたが、日本の航空会社はこれらの活動にはあまり積極的に参画していなかった。本委員会はエアラインが中心となって、ユーザーの視点から航空エンジン開発のニーズを明らかにするとともに日本の航空エンジン業界の課題を抽出し、それらの課題を克服する為の戦略を検討しようとするものである。

第 1 1 章 米国航空宇宙産業 2005 年の回顧と 2006 年の予測

米国航空宇宙産業の 2005 年の総売上高は、2004 年の 1560 億ドルを 140 億ドル、9.2%上回って過去最高となる 1700 億ドルを記録した。民間機、航空宇宙関連製品とサービス、軍用機、ミサイル及び宇宙、何れの製品分野でも売上が増加し、殆どの分野で名目上の記録を更新した。2005 年の業界の利益は過去最高の 110 億ドルに達し、利益率も上昇した。但し、それでも製造業界全体の平均利益率には達していない。工業会の予測では 2006 年の売上高は更に 140 億ドル、8.2%増大して、1840 億ドルに達する。これには防衛部門の調達が増大するというものもあるが、増分の 80%以上は民間機部門の販売急増によるものである。これは米国の安全保障にとって、米国の労働者にとって、米国の経済にとって大変好ましいことである。

第 1 2 章 米国航空輸送業界の現状と展望

IATA（国際航空輸送協会）は 2005 年 12 月に世界の航空輸送とエアラインの業績について次のように報告している。

「2005 年の世界の航空旅客は前年比で 7.5%成長して 20 億人を超え、提供座席数の増加を上回って座席占有率は 2%上昇し 75%に達した。勿論、旅客成長率は発展途上にある中東、中南米、アフリカ地域が平均以上、アジア・太平洋と欧州地域が平均値で、北米は平均を下回るがそれでも 4.9%増となり、座席占有率は 1.7%上昇して世界平均より高い 76%となった。

ここでは上記 IATA の報告が伝える極めて業績が不調な米国航空会社の現状とその原因、および今後の展望について調査する。

第 1 3 章 米国における空港整備の問題

空港国際協議会の北米支部（ACI-NA：Airport Council International-North America）が米国内の 80% の旅客を扱う 81 空港を調査した結果、空港機能拡充に 2005 年から 2009 年の 5 年間で 715 億^{ドル}、年平均 143 億ドルの資金需要が認められた。これは今後の航空輸送の成長を支えるための空港能力とサービスの維持にきわめて重要な投資とされている。ここでは当該調査結果の概要と問題点を解説する。

第 1 4 章 長期機材需要予測－（ボーイング社の 2005 年予測を基に）

Boeing が 6 月に発表した Current Market Outlook 2005 に基づき航空機需要の長期展望を試みる。そこには従来より一層明確になった二つの大きな特徴が見られる。第一は、1970 年代初期の 747 導入以来進んできた機材の大型化に歯止めを掛ける比較的小型機材の需要増大である。第二は航空輸送の黎明期以来不動の地位にあった北米と欧州の市場を、次の 20 年間でアジア・太平洋地域が抜き去ることである。

Boeing と Airbus は共に、少なくとも今後 20 年間、航空輸送は着実に発展し、そこに膨大な航空機需要があることでは意見が一致しているが、要求される機材の種類についてはかなりの食い違いがある。

第 1 5 章 ボーイング社財務状況 2005 年

ボーイング社は 2006 年 2 月 1 日に 2005 年度第 4 四半期と通年の財務状況及び将来見通しを報告した。その内容は凡そ次のように総括されている。

- 営業成績は極めて良好であった。
- 好調な販売と生産性向上で 70 億ドルもの記録的営業キャッシュフローを稼いだ。
- 受注残も前年比 33% 増の記録的な 2020 億ドルに達した。
- 配当は 20% 増し、自社株 4500 万株を買い戻した。
- 将来の重要市場に向け開発投資を行っている（787、747-8、FCS^{*1}、MMA^{*2}）
- 更なる成長と生産性向上を継続的に推進している。従って
- 2006 年の 1 株あたりの利益は堅調に推移し、2007 年は民間機市場の好況もあ

って大幅増となる。

第16章 大型航空機開発助成に関わるWTO係争—最近の動向

大型航空機開発助成に関わる米国とEU間のWTO係争に関しては、平成16年度第3回報告書で、米国が1992年の二者間協定を破棄してWTOに提訴し、同時にEUも同様の提訴に踏み切った2004年10月時点までの動向を報告した。ここではその後、両者がWTOでの公式裁決を避けて交渉による妥協の道を探ったにも拘らず、7月20日遂にWTOでのDSB(Dispute Settlement Body)設立が決定された経緯と、それを取り巻く諸事情並びに今後の方向について報告する。

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。