

(参考)

航空技術の研究開発に関するアンケートの結果について

(注) 企業秘密等により機関によっては予算等を明らかにされていない。また航空以外の部門を含む予算等を提示した回答もあるため、下記の結果が必ずしも正確に実態を表していないことがある。

【設問0】全般

回答者総数は 65 件、内訳としては (件数多い順に)

- 製造業 32 件
- 運送事業者・整備事業者 15 件
- 研究機関 3 件
- 公益法人 2 件

各機関における平成 14 年度の研究開発費： 総額 約 1,219 億円

(平成 5 年調査時は約 740 億円)

- うち研究機関 約 812 億円
- 製造業 約 380 億円
- 公益法人 約 23 億円
- 教育機関 約 5 億円

研究者の数： 総数は約 7600 人

(公益法人のうち、航空宇宙学会員数を除く。) (平成 5 年調査時は約 3500 人)

- 製造業 60%
- 教育機関 33%
- 研究機関 7%

一人あたりの研究開発費：

研究機関が約 1 億 6,200 万円で全体平均の約 10 倍、それに次ぐ製造業は 830 万円程度で全体平均の半分程度の水準

【設問1】各機関で実施している研究開発の程度

各機関で実施されている研究開発のレベルを分野及び段階に分けて分析。

- ・ 全体としては、開発、試験、製造での研究開発に重み
- ・ 開発および試験では基礎研究・研究開発の比重が大
- ・ 製造においては、研究開発および品質管理の比重が大

機関の構成別研究内容

- | | |
|---------------|--------------|
| ・ 研究機関 | 開発・試験に興味が集中 |
| ・ 製造業、公益法人 | まんべんなく各分野 |
| ・ 運送事業者・整備事業者 | 運航・サポート関係が中心 |
| ・ 教育機関 | 基礎研究中心 |

【設問 2】回答者の所属組織（大学とその他に大別）について

・大学について（航空関連の活動を行っている大学）

回答のあった 15 大学のうち、12 大学を分析。

平成 12～14 年度にかけ、学部生（4 年次および 3 年次）数は減少

大学院生（修士および博士課程）数はほぼ横ばい。大学院数は増加している。

教官数（教授、助教授、講師および助手）数も増加傾向。

ただし、研究費の年間予算は減少傾向

・大学以外の機関

平成 12～14 年度にかけて、回答のあった 45 機関中、31～32 機関について分析。研究従事者の年間採用数が平成 14 年度に増加したことに伴い、研究開発従事者数も増加傾向を示している。研究開発費はほぼ横ばい。

表 2・1 大学における人・研究費推移

	平成 12 年度	平成 13 年度	平成 14 年度
教員数（人）	162	180	188
院生（修士・博士課程）数（人）	496	494	485
学部生（3・4 年次）数（人）	1742	1644	1507
学部生 / 院生数比	3.51	3.33	3.11
研究費の年間予算（百万円）	401	392	395

表 2・2・1 大学以外の研究機関の人・研究費推移（対象 32 機関）

	平成 12 年度	平成 13 年度	平成 14 年度
研究開発従事者数（人）	8,643	8,756	8,937
年間採用者数（人）	102	105	145
研究開発費（百万円）	55,854	58,269	59,117

【設問 3】国の研究開発プロジェクトへの参画状況について

- ・経済産業省（NEDO：新エネルギー・産業技術総合開発機構を含む）の進めているプロジェクトへの参画が大きな比重
- ・参画している技術分野も、航空機システムから、構造・材料、エンジンシステム、アビオニクスなど多岐。
- ・製造業では、防衛庁および文部科学省（航技研）のプロジェクトへの参画も大きな比重を占めている。
- ・運送・整備事業者による国の研究開発プロジェクトへの参画は殆ど見当たらない。

【設問 4】他機関との共同研究

- ・研究・教育機関と製造業との共同研究が多い

・海外の製造業との共同研究も数多い（航空機の国際共同開発）

航空機システム、空気力学、構造・材料、エンジンシステム、アビオニクスなど、あらゆる分野での共同研究が見受けられ、航空技術が総合技術であることを反映している。

【設問 5】

（ 1 ）研究開発に力を入れている技術分野又は研究テーマ（ 65 機関から回答）

技術分野としては空力、構造・材料、制御、推進がほぼ同程度の割合を占め、次いで事業分野である設計・製造加工技術、運航・航空保安、旅客サービス、今後の分野である安全性向上技術と環境適合性技術の順である。

空力分野では高亜音速（現行ジェット旅客機の飛行速度）、超音速（高速機、飛翔体の速度）に関心が高く、流れの構造では粘性現象である境界層の問題が重要視されている。このような空力課題の解明のために広い分野で活用される CFD（計算流体力学）技術に関心が集まっている。

構造・材料は幅広い課題が対象となっているが、航空機の主要構造材料であるアルミとその発展としての有機系複合材、エンジンの材料であるスチール、チタン、耐熱合金と新材料の金属系複合材、金属間化合物が研究されている。制御分野では日本の得意とするメカトロニクス技術と半導体技術によるアクチュエータ、センサ技術、これらを使いこなすコンピュータ、ソフトウェア、シミュレーションなどの IT 技術への取組が伺われる。

推進分野では、性能と環境への関心から高バイパス比エンジンに関連の深い、燃焼器、タービンとその冷却、ファン圧縮機とその低騒音化と軽量化への取組が見て取れる。設計・製造加工技術では航空機関連では複雑形状部品が多く、設計・加工・検査の全段階で、IT 化が進められているほか、従来、金属系の加工が主だったところに複合材の利用が急速に進んでいるため、加工技術の高度化が進められている。

拡大を続けてきた航空輸送に伴い、航空機の運航に関連する分野は IT 化の最先端分野となっており、衛星を利用した通信と航法、運航を管理する技術が管理側、運航側に求められている。航空機に欠かせない安全性の問題としては管制、操縦の両分野でヒューマンファクターの観点から研究と改善が進められており、機体の飛行機能維持をより確実なものとするため整備と非破壊検査にも力が注がれている。

地球環境の保全が求められている中で、空港周辺における騒音と排気ガスの問題、利用者側からの機体内騒音の低減が急務である。

（ 2 ）研究開発に用いられている試験研究等のための主要設備

研究開発ではハードウェアの基本である材料と構造の強度・特性の確認のための設備には当然高い関心ももたれている。さらに航空機に特有の風洞、エンジン関連試験設備、補機・アビオニクス関連試験設備などが研究開発の手段として用いられている。

(3) 研究開発の推進に当たって生じている問題点、課題

以上の航空機関連の研究開発において、企業や大学では保有しがたい大型設備の拡充が資金も含めて求められているほか、技術が特殊でかつ高度な内容であるため、専門家が少ないことが問題とされている。この背景には、国際的に一般の市場原理にそぐわない、大規模科学技術としての航空科学技術の性格があり、国家レベルでの設備保有と技術の育成について必要性が指摘されている。

【設問6】航空科学技術の総合評価

本設問に対する回答としては、B（国際的にややリード）、C（やや遅れ）の回答が多い。

- ・ B 評価の理由は、部品製作など、特定技術に対する優位性、
- ・ C 評価の理由は、全機システムインテグレーションの遅れ、が多い。

全体的な背景としては、これまで（主として米国企業の）下請けとしての生産活動が圧倒的で、日本独自の航空機開発がほとんどなかったこととする意見が多い。また、そのことにより、技術者の層が薄いことが懸念されている。

表6-1 各項目別平均評価
(A：国際的に一級、B：ややリード、C：やや遅れ、D：大きく遅れ)

項目	項目内容	全体	構成別平均評価（参考）				
			研究機関	公益法人	教育機関	製造業	運送・整備事業者
1	基礎技術	C	C	B	B	C	C
2	航空機開発技術	C	B	B	C	C	C
3	航空機試験技術	C	B	B	C	C	C
4	航空機製造技術	B	B	A	B	B	B
5	航空機運航技術	B	B	A	B	B	B
6	サービス（技術）	B	D	B	B	B	C
7	国際パートナー	B	C	B	B	C	C

< 平均評価の算出方法 >

A、B、C、D 評価をそれぞれ 4、3、2、1 ポイントとして各項目の平均点を算出し、対応する評価（A～D）を決定。端数は四捨五入。

表6・2 項目別主要コメント（各項目2件ずつ抽出）

番号	項目	コメント
1	基礎技術	<ul style="list-style-type: none"> 部分的には優れたものがあるが、全体的には層が薄くレベルも高いとは言えない。 空力・構造等部分的に欧米を凌駕する分野もあるが、全体としては欧米に及ばない。基礎、基盤、先進技術にかける研究予算規模が欧米に比べ小さい。
2	航空機開発技術	<ul style="list-style-type: none"> 防衛では練習機、支援戦闘機、ヘリ、エンジン等の開発実績があり一定の技術水準に達しているが、システムインテグレーションの機会・経験が少ない。民間機では国際共同開発に参加して主要部品レベルでは高い評価を得ているが、システムインテグレーションの機会はYS-11以降ない。 開発経験が極めて少ないことが問題。知識だけでなく実践力の備わった人材群の育成のために、より多くの開発プロジェクトが必要。
3	航空機試験技術	<ul style="list-style-type: none"> 機体全体の耐空性の観点から全体の整合とれた実証法の技術は、自前の論理を有した上で欧米と整合をとる事が必要。 耐空性証明取得に必要な大規模試験設備が国内にない（エンジン騒音試験設備、異物打ち込み試験設備等）。
4	航空機製造技術	<ul style="list-style-type: none"> 部品加工、組立、ぎ装等の個々の分野では、国際レベルの技術もあるが、製造実績に基づく航空機全体のインテグレート技術やコスト面では、日本における民間の独自開発機が少ないため、やや立ち遅れている。 米国メーカの下請け部品メーカとして実績が多い。
5	航空機運航技術	<ul style="list-style-type: none"> 運航現場の技術力はA評価。ただし研究所や機体メーカ等の技術力はまだ不十分。 民間機の開発経験は殆どないため運航技術を考慮した開発力は今ひとつ。
6	サービス（技術）	<ul style="list-style-type: none"> 安全運航に勝るサービスはない。欧米に比べ国内便の旅客サービスが軽視されているように感じる。 防衛庁関連に対するサービスは「維持設計」として技術力はあると考えるが民間機に対してはやはり経験不足から十分とは考えにくい。
7	国際パートナー	<ul style="list-style-type: none"> 国際共同開発と生産の経験が長く、相手先もボーイング社中心から多様化してきた。能力はあるものの、まだまだ受動的である。 下請けに近い立場で対等以上の関係は少ない。
8	その他	<ul style="list-style-type: none"> 民間機をプライムとして開発することが途絶えているため、販売力、市場調査力等がない。 我が国独自の企画製品の耐空性証明を取得するための体制作りが遅れている。

【設問7】国が実施すべき研究開発について

（1）民間航空機の開発（システムインテグレーション、実験機による技術の涵養、基準の策定など）

- 我が国が民間航空機を長く開発してこなかった関係から、国産航空機の開発を望む声は多い。

小型ジェット旅客機、STOL機（短距離離着陸機）から中型・大型旅客機の研究開発（特に低コスト、低燃費、低騒音化）

超音速航空機の研究開発

ヘリコプタ（低コスト、低騒音技術、全天候型ヘリコプタの開発）

V/STOL機（垂直/短距離離着陸機・国情にあった航空機として開発を望む声の一部あり）

その他、先進技術の実証や安全保障、調査・偵察目的の観点から無人航空機これらは、我が国が不得手とするシステムインテグレーション技術涵養が目的。

(主なコメント)

我が国は、現在独自の民間航空機の設計製造を行っていないため、新技術の国際的設計基準、耐空性基準、信頼性基準などを自ら作り出す機会が少ない。今後、国産の航空機を設計製造したた新型の先進航空機を設計製造するためには我が国独自の基準を作成できる能力を持たねばならない。これら基準を策定するためのデータベースの構築を図ること、欧米諸国との基準の整合化などで我が国での機体開発を推進すべきことが指摘されている。

(2) エンジン(次世代エンジンの開発、異種燃料エンジンの開発など)

- ・航空機の開発同様、エンジンの開発を望む声が高い。
民間航空機の開発にあわせたエンジン開発(低騒音化、低排出物)
異種燃料(石油燃料以外)を用いた新型エンジンの開発

(3) 大型設備(データベースの構築・公開など)

風洞、最先端計算機、複合材料・構造試験設備などの大型で民間が自力で所有することが難しい施設などを一元化して整備することが望まれている。具体的には、大型風洞、最先端計算機、高温高圧燃焼器試験装置、回転翼試験装置、無響風洞試験設備、屋外エンジン試験装置、大型構造試験装置など。

(4) 装備品・運航分野(民生品の航空分野への適用、衛星利用航法の開発など)

- 我が国は、世界一というべき民生品設計・製造技術を有している。
- ・民生品の航空機への適用：低コスト化が期待される(適用基準の策定が必要)
- その他、
- ・GPSなどの衛星を利用した管制・航法の開発
 - ・航空機衝突防止装置(ACAS)、アビオニクス、長距離無線データ電送技術、ミリ波領域デバイス など
- 官民・企業間の連携による開発促進が必要。

(5) 基礎研究の充実(複合材のデータベース構築、CFD解析技術、低騒音化技術、低排出物技術など)

- ・航空機を開発する基盤としての基礎・基盤技術は重要。例としてあげられた主なもの：
CFD技術の充実、新材料の開発、ヒューマンファクタの学際的研究、各種試験技術、複合材料、疲労や経年機に関する研究、GPS利用技術、異種燃料利用技術、ヘルスマニタリングなどの安全性向上技術、ヘリコプタの全天候性を確保するIFR(計器飛行方式)化技術、シミュレーション技術など
- ・これからは航空安全に関する研究や環境適合性向上技術などが特に重要。具体的には：
航空機衝突防止技術、衛星を利用した管制・航法、航空機のヘルスマニタリング技術、経年航空機対策技術、非破壊検査技術などの安全性向上技術、及び航空機の騒音低減化技術、NOx(窒素酸化物)などのエンジン排出物の低減化技術

・複合材料などのデータベースの構築、材料疲労強度、CFD 解析技術、基準策定のベースとなるデータの蓄積の推進・公開が求められている。

(6) その他 (クリーンエネルギー、フライングカー技術、テロリスト対策、規制緩和、法的整備など)

我が国で推進すべき技術として、

- ・クリーンエネルギー開発の推進
- ・フライングカーのような将来型自動車の研究開発
- ・航空機保安対策 (テロ対策)

航空機開発の一層の促進のための法令整備の検討作業や規制緩和も検討されるべきとの意見もあった。(特に無人航空機開発関係)

(7) 宇宙分野での研究開発とのつながり (有翼機の研究開発、ラム / スクラムエンジンの研究開発など)

我が国が宇宙開発を進め、物資などを宇宙に運びまた帰還する技術を持つことは重要。航空技術はその基盤をなすことから、航空技術の宇宙への統合が図られることが肝心であるとされる。特に、そのためには有翼宇宙往還機やラム / スクラムジェットエンジンの開発が必要とする意見もあった。

(8) 防衛技術の関係 (汎用技術の共同研究、民生品の適用技術など)

- ・航空機開発の技術は、我が国における安全保障の観点から必要不可欠。
- ・航空機開発技術は、防衛技術と民生技術で共通する技術が多い
- ・この種の汎用技術を関係機関の間で協力することは必然
- ・民生品などを航空機の分野に応用するための研究は低コスト化や製造分野で非常に重要

【設問 8】大学や宇宙航空研究開発機構の研究開発に対する要望

(1) 国策としての航空機 / エンジン開発 (固定翼機、回転翼機、無人機等の実証試験まで含めた研究)

設問 7 と同様な要望が多数。久しく航空機の開発をしていない我が国にあって、欧米に次ぐ航空機開発国として位置を占めることが重要。低コスト、高効率、低騒音固定翼機のみならずヘリコプタに代表される回転翼機の開発、また将来の形としフライングカーやエアロトレインなどの開発を期待。

(2) 産業と結びついた基礎研究 (安全 / 環境面での研究、民間より先行した研究開発)

大学や航技研が進める基礎研究は、技術移転がなされていないと批判されて久しい。このことから、特に産業界の要望などをふまえた基礎研究や先行研究が望まれる。特に航空機分野では、安全性、環境適合性技術の基礎研究が望まれている。

(3) 人材育成 (学生の研究開発への参加、創造性のあるエンジニアの育成、産業界との人材交流)

大学での優秀な研究者の育成、産業界と人事交流を含めた技術者の質の向上、さらに国際的な研究交流を進め、海外からの研究者を取り込むなど多方面における人材交流が望まれている。

(4) 知的財産 / データベースの構築 (複合材 / 新材料、安全運航、民間移転、動向調査 / 市場調査研究)

大学や航技研で行われている基礎研究などの豊富な知的財産を、外に開放することが望まれている。特に、複合材料、新材料、CFD 検証用データ、安全運航に関するデータなど航空分野で必要不可欠なデータを生産し、データベース化して開放することは重要。

(5) 大型設備 (維持・整備、廉価、開放)

我が国において、民間等で整備しづらい大型の設備は国として整備してほしい。既存の設備に関しては、産業界への廉価な貸付、人材の確保とともに民間が使いやすい環境を整えることが望まれる。

(6) 防衛庁との関係 (汎用技術に関する共同研究、装備品など航空機に適用する基準作り、設備 / 人材の相互活用)

我が国で最大数の航空機を保持し、活用している防衛庁とは、汎用技術共同研究や、施設 / 人材などの相互活用を通じて協力を図る必要がある。特に、民生品等の適用を推進するための研究や基準作りを図ることが重要である。また、技術開発における役割分担を明確化し棲み分けをすべきである。

(7) 宇宙開発 (宇宙開発および利用技術、宇宙往還機、ラム / スクラム、エアターボラムジェットエンジン)

新機構における宇宙開発に結びつくものとして、宇宙往還機技術、ラム / スクラムジェットエンジンなど必要不可欠な研究開発を推進すべきである。

(8) その他 (目標の明確化、投資の継続、人材育成、国際共同研究)

大学や航技研への要望として、研究開発を進めてゆく際

- ・プロジェクトの目標を明確化
- ・産業界への成果移転
- ・エンジニアの技術維持向上を保持しつつ国際的な研究協力を図ること
- ・航空機設計製造において、基準作りやそのためのデータベースの構築などが望まれる。