

航空科学技術に関する研究開発の 推進方策について

平成15年5月

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会

目 次

1 . はじめに	1
2 . 航空科学技術に係る内外の動向	3
2 . 1 民間航空輸送の動向	3
2 . 2 民間輸送機の開発動向	4
3 . 航空科学技術分野の研究開発の必要性及び意義	7
4 . 今後推進すべき研究開発	8
4 . 1 研究開発推進の基本的考え方	8
4 . 2 重要研究開発領域	10
4 . 2 . 1 社会からの要請に応える研究開発	10
4 . 2 . 2 我が国が得意とする先行的基盤技術の研究開発	12
4 . 2 . 3 次世代を切り拓く要素技術の研究開発	13
4 . 2 . 4 基盤技術の研究開発と関連試験研究設備の整備	14
4 . 3 次世代超音速機技術の研究開発の進め方について	14
4 . 3 . 1 これまでの経緯	14
4 . 3 . 2 超音速輸送機開発を取り巻く環境の変化	15
4 . 3 . 3 今後の進め方	16
5 . 航空宇宙技術研究所が果たすべき役割	17
6 . 大学及び産業界に対する期待	18
7 . 研究開発推進に当たっての留意事項	19
7 . 1 関係機関の連携強化	19
7 . 2 技術の成熟度に応じた研究開発の計画管理	19
7 . 3 人材の育成・確保	19
7 . 4 知的所有権の積極的な獲得	20
7 . 5 研究の普及・啓発	20
7 . 6 国際交流の推進	20
(参考)	
研究計画・評価分科会委員名簿	参考 1
航空科学技術委員会委員名簿	参考 2
研究計画・評価分科会における審議の過程	参考 3
航空科学技術委員会における審議の過程	参考 4
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	参考 5
最近の欧米の航空戦略	参考 13

1.はじめに

これまでの航空科学技術分野の研究開発は、科学技術庁に設置された航空・電子等技術審議会による「航空技術の長期的研究開発の推進方策について」（諮問第18号）に対する答申（平成6年6月）に沿って、推進されてきた。この答申から現在まで9年が経過し、航空機の研究開発を取り巻く状況が大きく変化してきている。

平成13年9月には、総合科学技術会議が「科学技術基本計画」（平成13年3月閣議決定）に基づいて、「分野別推進戦略」を取りまとめている。分野別推進戦略（航空機を含む輸送機器は社会基盤分野）では社会基盤分野の重点領域の一項目として航空交通安全対策が取り上げられている。また航空科学技術は広い裾野を持つ総合科学技術であり、他の重点分野である情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料、エネルギー、製造技術とも深い関係を持っている。

航空科学技術の研究計画及び推進方策を検討する体制も大きく変化した。平成13年1月の中央省庁再編に伴い、航空・電子等技術審議会を含む科学技術・学術関係の6審議会が整理・統合され、文部科学省に科学技術・学術審議会が設置された。その後、文部科学省における航空科学技術に関する研究開発計画の作成及び推進に関する重要事項の調査検討を行うために、平成14年9月に科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会の下部組織として航空科学技術委員会が設置された。

航空科学技術委員会では、航空機需要・開発動向の調査、近年提示された欧米の研究開発指針などの調査検討、国内航空関係機関へのアンケートやヒアリングを通して、航空分野の最近の課題や今後の展望を調査・分析するとともに、今後取り組むべき研究開発の方向やその推進方策について議論を重ねた。特に、平成6年の答申に基づいて重点的に推進されてきた次世代超音速機技術の研究開発については、超音速機開発を取り巻く情勢の変化を踏まえ、平成14年度に実施された実験機飛行実験の失敗も踏まえた上で、今後の研究開発の進め方を検討した。また、他省庁の管轄になる航空関連政策・活動に係る研究開発についても、連携を視野に調査検討した。本報告書は、このような調査・検討に基づいて、我が国の航空科学技術の今後10年程度を見通した上で当面5年程度について、文部科学省において進めるべき重要研究開発課題、研究開発推進に当たっての重要事項をとりまとめたものである。

文部科学省における航空科学技術研究開発の実施機関は、独立行政法人航空宇宙技術研究所（平成15年10月に予定されている宇宙開発事業団及び宇宙科学研究所との統合後は、独立行政法人宇宙航空研究開発機構。本報告では、以下「航技研」という。）及び航空関連の学科・講座・研究室等を有する大学等

の教育機関であり、また航空科学技術に関連する研究開発が航技研以外の文部科学省所管研究機関や大学等で行われている。

本報告書は、統合後の独立行政法人宇宙航空研究開発機構の役割を念頭においてとりまとめたが、他の研究機関、特に大学等における研究開発のあり方については、今後引続き航空科学技術委員会で検討を行うこととする。

2. 航空科学技術に係る内外の動向

今後の航空輸送需要、民間輸送機開発等、航空科学技術に係る内外の動向について、2010年頃までを展望する。

2.1 民間航空輸送の動向

(1) 航空輸送需要の増加

世界的な航空輸送需要は、これまでのところ世界経済の発展を受け着実に増加を続けてきた。国際民間航空機関¹(ICAO)の2001年の統計データによれば、最近10年程度の間で平均で旅客・貨物とも年率5%前後の増加を示している。一方、現時点での航空輸送需要は、2001年の米国同時多発テロの発生による需要の落ち込みや、最近のイラクへの武力行使に伴う航空燃料価格の高騰、世界的な疫病の流行や渡航者の減少など、昨今の航空運送事業を取り巻く環境は厳しい状況にある。

長期的な視点に立って将来の動向を見通せば、大量かつ長距離輸送の手段としては今後も航空輸送が中核であり、経済・社会活動のグローバル化・ボーダーレス化の一層の進展などが、今後の世界的な航空輸送旅客、貨物需要の増加要因となりえる。また、我が国においても国民ニーズの多様化・高度化、企業の海外進出による国際分業化の進展による部品輸送等の増加などが需要の増加要因と見込まれる。国際紛争、経済不況等、需要に影響を及ぼす予測困難な要素は排除できないものの、今後10年程度にわたる我が国の航空輸送需要は旅客で3%強の、また貨物で4%弱の増加の可能性がある。

(2) 需要構造の変化

航空輸送の量的な面においては、上記のとおり長期的には増加が見込まれている一方、質的な面においては次のような変化がみられる。

第1は、安全性、環境適合性及びセキュリティ向上に対する要求の高まりである。そもそも航空機の設計、整備、運航など航空輸送の安全性等の一層の向上に関しては不断の要求がある。特に安全性の面では航空機衝突防止装置²や対地接近警報装置³の装備義務対象機の拡大等の措置が図られている。

¹ 国際民間航空機関：(ICAO: International Civil Aviation Organization) 1947年、国際連合の専門機関の一つとして設立され、国際民間航空輸送の安全かつ健全な発達を促進することを目的として発足した。本部はカナダのモントリオールにあり、日本は1953年に加盟。

² 航空機衝突防止装置：航空機のニアミスや空中衝突事故の危険性を避けるため、周囲にいる航空機と自機との距離、接近速度、高度差、方位を測定し、警報及び衝突回避のための指示を与える電子装置。略称 ACAS。米国では通称 TCAS と呼ばれることが多い。

³ 対地接近警報装置：航空機の飛行高度、降下率、障害物への接近状況などを監視し、操縦士に地表との異常接近に対して音声や警報等で警告を発する装置。略称 GPWS。

環境適合性の面では、ICAO において 2002 年に騒音規制を強化している他、1997 年に京都議定書が採択されるなど温室効果ガスの排出削減に関する意識の高まりやエンジン排出物（NO_x⁴、CO₂⁵等）に関する規制の強化等の措置が図られてきており、また今後ともこれらの規制が強化される方向にあることから、新たな技術的対応が必要となっている。また、航空機を使った米国同時多発テロの発生以後、地上の施設等を含めた航空輸送システム全体としてのセキュリティの向上も航空輸送の将来の発展に必要不可欠となってきた。他の交通機関に比べて高速性に優れた航空輸送は、更なる安全性、環境適合性、また快適性、利便性や経済性を備えることによって、地球規模の人・物の交通体系の中核として一層その重要性を高めることが予想される。

第 2 は、航空需要の多様性の増大である。目的地間の移動時間短縮化の要求を背景に、大都市を経由するハブ・アンド・スポーク型に加えて、目的地間を直接結ぶポイント・トゥ・ポイント型の航空路線も検討されることが多くなっている。また我が国においては、比較的小型の旅客機によるコミューター⁶路線網は増加傾向にある。特に首都圏において今後期待される空港処理容量の拡大により、首都圏と全国各地を結ぶ航空路線の充実や比較的小型の航空機による少量多頻度運航等が期待されることから、更なる利用者利便の向上や新規航空需要の創出が図られるものと予測される。

また、2001 年よりドクターヘリ⁷の運用が開始されるなど、救急医療、消防、救難あるいは離島等の生活航路の確保に適する回転翼航空機の一層の普及・活用が見込まれている。

2.2 民間輸送機の開発動向

2002 年の航空機製造者の予測では、航空輸送需要の変化への対応と航空機材の更新への対応により、今後 20 年の間に世界の旅客機市場で 15,000 機程度の新規需要を見込んでおり、世界的なシェア獲得競争が続いている。一方、近年の航空関係防衛予算の削減等により、世界の航空機産業は民間航空機関係の事業割合の拡大に向けた吸収合併が繰り返されている。特に旅客機の新規開発においては、米国ボーイング社、欧州エアバス・インダストリー社、カナダの

⁴ NO_x：有害窒素酸化物。オゾン層破壊など地球環境に悪影響を及ぼす。

⁵ CO₂：二酸化炭素。地球温暖化の主要原因となる物質。

⁶ コミューター：近距離都市間の定期もしくは不定期の旅客運送。

⁷ ドクターヘリ：救急輸送のためのヘリコプタ。渋滞等の道路状況の影響を受けず、輸送中の医療行為も可能。生命の危険が迫っている場合、迅速な搬送とその間の医療行為により生存率を飛躍的に高めることが出来る。

ボンバルディア社、ブラジルのエンブラエル社の 4 社による寡占状態となっている。

これら最近の新規民間航空機開発の特徴としては、次の 2 点が指摘される。

第 1 は、大型民間航空機の新規開発が、機体、エンジン等の全ての分野で例外なく国際規模の共同開発として推進されていることである。新規の民間航空機の開発は、その投下資本の大きさから製造及び販売に伴うリスクが極めて大きいいため単独企業での負担は困難であることから、今後とも引き続き国際共同開発による航空機開発が主流となるものと考えられる。

第 2 は、航空輸送需要の量的拡大と質的多様化の傾向に対応して、航空機のトータルな経済性の向上とともに安全性、信頼性の確保及び環境適合性の向上が強く求められており、その上で利便性・速達性が求められていることである。特に航空輸送需要が増大した場合、それに伴う航空事故件数の増加が危惧されているほか、環境適合性の面では、国際民間航空機関において排出物に関する規制の更なる強化が検討されており、また騒音規制についても世界各国で更なる強化が検討されているところである。

機体の種類に応じた航空機開発は概ね次のように進むものと想定され、またこれらの新たな航空輸送需要に対応する研究開発が国内外において積極的に進められている。

(1) 飛行機（固定翼航空機）

現在、民間航空輸送の主力として使用されている亜音速⁸航空機については、運航経費の削減と安全性の一層の向上等を目的として、フライ・バイ・ワイヤ⁹、グラスコクピット¹⁰、超高バイパス比¹¹ターボファンエンジン¹²等の装備が既に実用化されている。また座席数 600 席クラスの超大型機 A380 が欧州で開発中で、Trent900 等の A380 搭載用大型エンジンも並行して開発が進められている。

⁸ 亜音速：超音速や遷音速などと共に飛行速度の範囲を示す用語で、機体や翼の周りを通過する気流がすべて音速に達していない速度領域。

⁹ フライ・バイ・ワイヤ：Fly By Wire。操縦桿の動きを電気信号に変え、方向舵、補助翼などの舵面をこの電気信号を介して作動させるシステムを言う。操縦索（ケーブル）を用いる方式に比べて、機体の軽量化が可能で、自動制御の組み込みも容易となるなど優れた利点がある。

¹⁰ グラスコクピット：速度計、高度計など操縦席における多数の機械的な表示計器類に代わり、速度、高度などの飛行情報を電氣的に処理してディスプレイに必要な情報のみ表示する。

¹¹ バイパス比：ターボファン・エンジンにおいて、燃焼器を通らず、バイパスしてファン部を通過する空気流量と、燃焼室を通過する空気流量との比。最近の旅客機用エンジンでは高効率化を求めてバイパス比が高くなる傾向がある。

¹² ターボファンエンジン：圧縮機の一部またはタービンの一部を延長し、ファンによる加速気流とタービン排気の高速流の 2 種により推力を得る形のエンジン。低速時の推力が大きく、マッハ数 0.7～0.9 程度での推進効率が高い。最近のほとんどのジェット機はターボファンエンジンを搭載している。

ローカル線やコンピューター路線に利用される比較的小型の旅客機については、DHC-8、YS-11等の機体が運航されているほか、これらの路線に導入される可能性のあるブラジルのエンブラエル EMB175、カナダのボンバルディア CRJ-900等新型機の開発が進められており、CF34-10等小型旅客機用高効率エンジンも開発が進められている。

一方、我が国においては「環境適応型高性能小型航空機研究開発」プロジェクトが計画されている。これは、小型航空機（30～50席旅客機に相当）に関する技術の開発実証を行うもので、高い環境適合性、操縦の容易性等を実現することにより、我が国の航空機産業の国際競争力強化を図ろうとするものである。またエンジンについても「環境適応型小型航空機用エンジン研究開発」において、エネルギー使用効率の大幅な向上、低コストかつ環境適合型のエンジン開発を視野に入れて、小型航空機用エンジンの動向調査及び要素技術検討に着手されている。

（超音速¹³機）

英仏共同で開発され、1970年代に就航した超音速旅客機コンコルドは、低い経済性と騒音の問題等から限られた路線で運航されていたが、機体の老朽化、整備費の増大等から2003年10月までに退役が予定されている。

欧米において、エンジン技術や耐熱複合材¹⁴構造材料等、超音速機に係る基礎的な研究開発は続けられており、米国において超音速ビジネス機の開発構想もあるが、コンコルドの後継機については、現時点で各国とも公表された具体的な開発計画は存在しない。

（2）回転翼航空機、垂直・短距離離着陸（V/STOL）機

航空機の多様な活用の一環として、ドクターヘリをはじめとする救急医療、消防、救難あるいは離島等の生活航路の確保に適する航空機として、回転翼航空機や垂直離着陸機（VTOL機）や短距離離着陸機（STOL機）の一層の普及・活用が見込まれている。これらの多様なミッションに対応したV/STOL性、悪天候でも飛行できる装備や、低騒音性等を備えた回転翼航空機としてBK117-C2等が運用を開始しているほか、米国では19人乗りの大型回転翼航空機S92Cやティルトロータ機BA609等の開発が進められている。

¹³ 超音速：音速以上の速度。学術的には音速付近（マッハ0.8～1.2）を遷音速といい、それ以上の速度を超音速という。

¹⁴ 複合材：2種類以上の素材を人為的に組み合わせて、その素材より優れた性質、あるいは全く新しい性質を持つように作られた材料を言う。航空機の材料としては炭素繊維と樹脂を組み合わせたもの、金属板とガラス繊維を組み合わせたものなどがある。

3. 航空科学技術分野の研究開発の必要性及び意義

航空機産業は、関連する技術分野の裾野が非常に広く、他の産業に比べて性能や信頼性に対する要求水準が高いため、その時々において、常に先進的で付加価値の高い技術が適用されるという性格を持っている。そのため、航空機産業は、広範な産業分野の高度化を先導するとともに、国の安全保障を担う重要な産業であることから、世界的にみても、各国とも国としての重要な戦略的分野として位置付けられており、その振興が図られている。

特に近年、アジア諸国やカナダ、ブラジルなどでも、旅客機の開発など産業育成の取り組みを強化し、航空機産業の急速な成長につながる成果を遂げている。

一方、我が国の航空機産業の現状は、欧米先進国との相対的な実力差が拡大しつつあり、また航空機産業の振興を目指すアジア諸国からの追い上げを受けるに至っている。このような現状を打破するためには、従来以上に明確に実用化を視野に入れ、我が国全体として産官学の力を結集して航空科学技術の研究開発を推進し、航空機の開発技術、特に高度なシステム化技術の飛躍を図り、我が国の産業発展の先導的役割を果たしうよう航空機産業全体の活性化とその発展を促進する必要がある。

また、我が国の航空輸送量の規模は世界でも有数であり、航空輸送は最も重要な交通機関の一つとなっている。航空機の運航に係る安全性の追求は常に求められているが、米国での同時多発テロを契機として、ハイジャック防止対策等の保安（セキュリティ）に係る技術開発の要請も発生している。さらに、地球環境との調和及び生活の快適性の追及の見地から、騒音や排気ガス等の低減など環境保全に関する技術開発を促進することが世界の潮流となっている。我が国としても積極的にこれらを含めた社会的要請に取り組み、我が国の航空輸送の発展に資する基盤技術を強化する必要がある。

4. 今後推進すべき研究開発

前述のように、航空業界でも世界的に企業間競争が激化する中で、航空製品の開発期間短縮・コスト削減など企業の競争力を高めるような研究開発が我が国にとって極めて重要である。また環境保全に係る規制強化の流れの中、排出ガスや騒音の低減技術の研究開発を通じて、環境保全への貢献とともに、我が国の製品の競争力強化も期待される。同様に、安全性、信頼性、快適性等の向上に関する研究開発も航空機の高付加価値化につながることを期待される。

一方、航空輸送業に目を向けると、輸送量の増大やそれに伴う事故件数の増加の可能性が指摘されており、事故防止技術や航空機の高密度安全運航技術などの研究開発の重要性が増している。

かかる見地から、開発効率、安全性、環境適合性等の向上を目標に、航空機そのものの技術にとどまることなく、航空輸送システム全体を視野に入れて国として以下の基本的考え方に沿って研究開発を推進する必要がある。

4.1 研究開発推進の基本的考え方

(社会からの要請に応える研究開発)

航空科学技術に関する研究開発の目標は、航空機という工業製品の開発や運用を通して、国民の生活の質の向上や安心・安全な社会の構築等に貢献することであり、研究開発の重点領域や推進方策を検討するに当たっては、研究機関と国民・社会の間をつなぐ産業界や関連省庁等の要望や期待を十分に考慮する必要がある。

航空機の製造及び運航事業には、設計、試作、飛行試験、型式証明¹⁵取得、生産、販売、乗員訓練、機体整備・修理、サービス等、多様な局面がある。これらの局面において発生する解決すべき課題への取り組みを強化し、実製造、実運航に携わる民間企業・関係省庁等の現場から生じる社会的要請に十分に配慮することをより強く認識することが求められる。

(民間企業に先行する研究開発)

航技研及び大学は、技術的なリスクの高さや必要な研究開発費の大きさ等の観点から、短期的な視点になりがちな民間企業では取り組みが難しい課題について、より長期的な視点に立って先行的な研究開発を行う必要がある。また同時に、その成果を移転することにより、産業界に貢献するという役割を担っている。しかしながら、産業界では必ずしも研究機関の成果が有効に技術移転されてこなかったという認識があることを重く受け止める必要がある。このため、

¹⁵ 型式証明：航空機の型式ごとに、その設計製造が安全性等の基準に適合していることの証明。

先行的な研究開発であっても、産業界への技術移転を経た実用化への道筋、社会への貢献の度合いを念頭においてテーマの選定、研究計画の策定を行う必要がある。

（システム化技術の重視）

民間航空機開発では、今のところ我が国は外国で設計された航空機の機体の一部分の製造が産業の主体となっているが、この状況を打破し、基本設計などシステム全体の設計まで参画範囲を広げることが我が国の航空機製造者の強い願望である。そのため、航空機製造業界からは、システム設計能力の向上に資するような研究開発の推進が求められている。付加価値の高い航空機を開発するためには、我が国が得意とする要素技術分野をさらに発展させるとともに、幅広い技術を統合するシステム化技術の研究開発が必須である。

また航技研では、これまで主として航空機の機体開発に関する技術の研究開発が進められてきたが、航空輸送システムを全体として捉える視点・機会が不足していたものと思われる。今後はこれらを認識した上で、搭載システム、装備品、素材をはじめ、乗務員の訓練や管制¹⁶等に関連した研究、事故の発生防止や事故時の被害拡大防止など、整備・修理を含めた航空機の運航という幅広い視点から一層安全な航空輸送システムを目指した着実な研究開発が必要である。また、航空機を運航するに当たっての社会基盤や安全性(耐空性)や環境適合性に関する規格・基準の整備等についても併せて考慮することが求められている。

（民間企業では困難な試験設備の整備とその活用）

航空機の開発といった航空に関連する事業を進めるためには、風洞を始めとする大型・特殊な試験設備が欠かせないが、費用・維持の面から民間企業が整備するのは合理的でない。これまで航技研に一元的に大型・特殊試験設備が設置され、航技研自らの研究に使用するとともに、民間企業、大学等の外部利用に供されてきたが、外部利用者からは引続きこれらの施設を利用しやすい環境を整備することを要望されている。試験設備を利用して研究機関が行う試験研究に対しても、安全性や環境適合性に関する規格・基準等の設定につながる基礎的な研究やデータベースの整備、部品・搭載機器開発のための航空機を用いた実飛行環境の提供等が求められており、試験研究設備の一層の整備とともに、これらの要望に着実に応える必要がある。

¹⁶ 管制（航空管制）：航空交通の安全かつ秩序ある流れを促進するため、航空機の間隔等を管理する。

4.2 重要研究開発領域

- すでに述べた研究開発の基本的考え方に沿って、
- 社会からの要請に応える研究開発
- 我が国が得意とする先行的基盤技術の研究開発
- 次世代を切り拓く要素技術の研究開発
- 試験研究設備の整備と基盤技術の研究開発

の4つの領域を文部科学省として積極的に推進すべき重要研究開発領域として設定する。なお、それぞれの領域における個別の課題については、基本的考え方に沿って精査・選定し、明確な優先順位をつけた上で研究資源の重点的配分を行う。

4.2.1 社会からの要請に応える研究開発

この領域では、航空機市場の獲得を目指す我が国航空機製造者の動向を踏まえ、設計・製造の効率化・低コスト化に資する航空技術開発を推進するとともに、環境の保全及び航空安全・保安（セキュリティ）の向上に寄与する研究開発を行い、社会からの要請に応えていくことを目標とする。

(1) 国産航空機開発に貢献する研究開発

近年の国産民間航空機開発に対する期待及び気運の高まりの中で、将来の国産航空機及びエンジン開発に貢献する研究開発を推進する。そのような研究開発として、民間企業が主体となって行う民間航空機・エンジン開発に積極的に協力する。今後5年程度を見通して、具体的に取り組むべき重点技術課題は以下の通りである。

- ・設計・製造の低コスト化・効率化に資する技術：複合材構造の低コスト化に資する構造設計技術及び製造・修理技術、数値シミュレーションによる空力形状設計の効率化に関する研究開発
(注：計算流体力学(CFD¹⁷)などの数値シミュレーションにより、航空機開発時の風洞試験・飛行試験を一部省略できる可能性が高い。)
- ・安全性の向上に寄与する技術：事故時の乗員乗客の保護を目的とした衝撃吸収構造の設計技術などの研究開発

¹⁷ CFD: Computational Fluid Dynamics。計算流体力学。計算機で流れを解析する。

- ・環境保全に貢献する技術：二酸化炭素や窒素酸化物等の排出ガスを低減するエンジン技術、及びジェットエンジンのファン等の低騒音化技術の研究開発

(2) 安全運航に貢献する研究開発

航空輸送の安全性及びセキュリティの向上ならびに航空需要の増大に対応するための技術に関する研究開発を行う。今後5年程度を見通して、具体的に取り組むべき重点技術課題は以下の通りである。

- ・ヒューマンファクタに係る事故の防止に寄与する技術：人間の特性を考慮した乗員訓練手法及び機器の設計手法、ヒューマンエラーの発生メカニズムの解明及びその防止に関する研究
- ・航空輸送需要の増大に対応する技術：GPS等人工衛星からの情報を利用した飛行技術など、航空機を高精度・高密度に飛行させるためのアビオニクス¹⁸（航空電子機器）及び利用方法に関する技術
- ・乱気流に係る事故の防止に寄与する技術：乱気流時に機内の被害を防ぐための技術、晴天乱気流などの風の乱れを機上で検出する技術

航技研がこれらの研究開発を実施する際には、それぞれの内容を勘案して他の独立行政法人等の研究機関や航空運送事業者との柔軟かつ密接な連携のもとに実施すべきである。

(3) 安心・安全な社会の実現に資する航空科学技術の研究開発

国民の健康や生活の質の向上に資する技術及び自然災害の発生や拡大の防止に貢献する技術など、航空利用の拡大・多様化に対応した研究開発を行う。今後5年程度を見通して、具体的に取り組むべき重点技術課題は以下の通りである。

- ・自然災害の発生や拡大の防止に貢献する技術：気象観測を含む地球観測・災害監視を効率的に行う無人機の技術
- ・国民の健康や生活の質の向上に資する技術：救急医療、消防・救難、

¹⁸ アビオニクス：Aviation Electronicsの合成語。航空用電子機器(オートパイロット、通信および航法機器、電子計器など)の総称。

コンピュータ用等のヘリコプタの利用を拡大するための全天候飛行技術 及び低騒音化技術

航技研がこれらの研究開発を実施する際には、(2)と同様、それぞれの内容を勘案して他の独立行政法人等の研究機関や航空運送事業者との柔軟かつ密接な連携のもとに実施すべきである。

4.2.2 我が国が得意とする先行的基盤技術の研究開発

この領域では、我が国航空機産業の国際競争力の強化を目指して、我が国が得意とする航空分野の基盤技術(CFD、複合材等先進材料技術、アビオニクス技術等)を発展させるとともに、産業界への技術移転を図ることを目標とする。今後5年程度においては、特に航空機の設計の飛躍的な効率化に貢献するような、機体全体の設計を目指した計算流体力学(CFD)技術に係る研究開発を実施する。

・コンピュータによる先進設計技術の飛行実証に関する研究開発

計算流体力学(Computational Fluid Dynamics、CFD)技術は、数値シミュレーションによって、機体の周りの空気の流れを予測する手法である。精度良く空気力学的な性能を予測することができれば、航空機開発における風洞試験や飛行試験がある程度省略でき、開発期間や開発コストを低減することが可能となる。また、CFDを応用した設計技術が確立されれば、設計者の試行錯誤を経ることなく、要求性能を満たす機体形状を得ることができ、さらなる開発効率の向上につながる。

このようにCFD技術は、発展性のある極めて重要な技術であるが、実際の航空機開発に活用されるためには、CFD技術によって予測される飛行性能が計算どおり発揮されるか、また予測(計算)結果の精度などを、実際の飛行によって実証する必要がある。実証主義の航空分野にあっては、飛行実証は、CFD技術に限らず、新しい技術を実用化する際に必要不可欠な過程である。

これまで航技研においては、CFD設計技術を活用することによりV2500エンジンやCF34エンジンなど実用化された航空製品の性能改善等にも貢献してきたが、近年、CFD設計技術の飛行実証は、次世代超音速機技術の研究開発において、超音速輸送機を適用対象として行われてきた。しかしながら後述するように、超音速輸送機の開発動向などに大きな変化があったこと、CFD設計技術は超音速輸送機に限らず多種多様

な航空機に適用可能な汎用性の高い技術であることを踏まえ、離着陸性能や加速・減速時の飛行特性、エンジン搭載時の複雑な流体现象などを対象とした大規模な飛行実証については、その適用対象を再検討する必要がある。

具体的には、今後2年間程度かけて、再使用型宇宙輸送システム、民間輸送機、ヘリコプタ、V/STOL機などの航空機・宇宙機分野全般にわたって、我が国の産業界にとって効果的であり、社会への貢献が見込めるかどうかという視点から、適用対象・飛行実証計画・コスト等について検討する。この検討に基づいて、飛行実証実験機の開発着手前に、「航空科学技術委員会」において実証対象に関する事前評価を十分に行い、実験機の開発及び飛行実証に移行するものとする。

4.2.3 次世代を切り拓く要素技術の研究開発

この領域では、航空機的能力、環境負荷の低減、安全性に関する大幅な向上を目指し、次世代の航空輸送に革新を与えることを狙いとした新しい航空機コンセプトや設計手法の研究開発を行い、世界に先行する我が国独自技術の創出を目標とする。今後5年程度の具体的な取り組みとしては、将来実現が期待されている新型航空機の重要要素技術の研究開発を行うとともに、情報・ナノテクノロジー等の他分野技術を活用したこれまでにない設計手法の研究を行う。

(1) 航空と宇宙の融合分野の研究開発

宇宙往還機¹⁹など、再使用型宇宙輸送システムの実現に際しては、離着陸を含め大気圏の飛行が不可避であり、航空機で培われてきた技術を適用・応用することが必要不可欠である。今後の宇宙開発の動向も踏まえた上で、極超音速までの速度領域を含めた空力設計技術、断熱・複合材料や空気吸い込み型（エアブリージング）エンジン技術などに関して要素技術の研究開発を進める。

(2) 成層圏プラットフォーム飛行船技術の研究開発

通信・放送の中継基地や長期連続地表観測等の用途に幅広い可能性を持つシステムとして期待されている成層圏プラットフォーム飛行船については、成層圏滞空試験機と定点滞空試験機の開発を継続し、これらの飛行試験を通じて材料・構造技術、飛行制御技術等の要素技術の確立を図る。

¹⁹ 宇宙往還機：スペース・シャトル。人や物を大気圏外の宇宙へ運んだり、宇宙空間においてさまざまな観測や実験を行う目的を持つ航空機。部分的であっても再使用されるものを指すことが多い。

(3) 次世代超音速機技術の研究開発

現時点において、次世代超音速機の実用化は大幅に遅れが見込まれているが、米・仏国をはじめ基礎研究・要素技術研究については継続しているところであり、超音速機以外の航空機への技術波及にもつながることから、我が国においても耐熱複合材構造技術や低ソニック・ブーム²⁰技術等の空力設計技術、推進システム技術等の基礎研究、要素技術研究等は継続する。

(4) 垂直・短距離離着陸機（V/STOL 機）技術の研究開発

長大な滑走路、地上施設を新たに設けることなく、既存の地上施設・限られた空間を有効活用できるような航空輸送システム、特に近距離航空輸送に利用できるような、垂直離着陸や短距離離着陸が可能な V/STOL 機に関して、先進的な要素技術の研究を行う。

4.2.4 基盤技術の研究開発と関連試験研究設備の整備

民間企業等からの要望も踏まえ、航技研においては今後も引き続き大型風洞、大型計算機、エンジン試験設備、材料・構造試験設備等の既存設備の稼働率及び品質向上を目指した改修と維持管理を行うとともに、新しい試験・研究設備を計画的に整備する。また、試験技術及びこれらの試験設備を用いた研究成果をデータベースとして着実に残し、型式証明等のための規格・設計基準等の策定に必要となる基盤技術の研究開発にも取り組む。

加えて、エンジンのタービン用耐熱材料や機体用軽量材料等の先進材料技術などの研究開発が航技研以外の独立行政法人等の研究機関でも実施されており、今後ともこれら航空機に係る基盤技術の研究開発を着実に進める。

4.3 次世代超音速機技術の研究開発の進め方について

次世代超音速機技術の研究開発について、着手後の情勢変化等を踏まえて今後の進め方について見直しを行った。

4.3.1 これまでの経緯

航空・電子等技術審議会（以下、「航電審」）は、平成 6 年、当時の内外の情勢から「次世代超音速輸送機の国際共同開発が 21 世紀初頭にも開始される可能性がある」と判断し、「来るべき次世代超音速機の国際共同開発に欧米と遜色の無い立場で参加が可能となるよう、技術能力を高めておくべ

²⁰ ソニックブーム：超音速飛行時に航空機の周りに生じた衝撃波が、地上まで伝わって起こす爆発状の音。これが激しいと建物や窓ガラスなどを破壊するほどの力を持つ。

き」と提言した。これを受け、我が国ではその後、航技研を中心に研究開発が進められ、「小型超音速実験機」としてロケット実験機とジェット実験機の2つを用いた飛行実証を目指してきた。これらの飛行実証により、

我が国が得意とする CFD を用いた機体設計技術を実用レベルまで高めること

次世代超音速機の国際共同開発の際、我が国が欧米と遜色のない立場で参画できるよう技術能力を高めること

を目的としていた。

ロケット実験機とは、エンジンを持たない実験機を固体ロケットによって加速させ、上空で切り離してグライダーのように超音速滑空させて飛行データを得るもの、ジェット実験機とは、実験機にエンジンを搭載し、自らの推力で超音速飛行等を行い、飛行データを得るものである。これらのうち、ロケット実験機については、平成 14 年 7 月に第 1 回飛行実験を試みたが、打上げ時に実験機が固体ロケットから脱落し、目的を達成できていない。

4.3.2 超音速輸送機開発を取り巻く環境の変化

現時点では、次世代超音速機の開発・就航を想定した世界各国の大規模研究開発はいずれも中止又は縮小されており、平成 6 年の航電審の判断の根拠となった諸外国の開発動向には大幅な変化が見られる。

- ・平成 6 年当時に予見された次世代超音速輸送機の国際共同開発は 2010 年就航を念頭においたものであったが、現状ではそのような国際共同開発は見込めず、将来開発が行われる場合でも、就航時期は少なくとも 2020～2025 年以降にずれ込むものと予想される。
- ・一方、米国や仏国をはじめ、複合材やエンジン、騒音(ソニック・ブームを含む)や排出ガスの低減技術など、超音速機開発につながる要素技術については、基礎研究レベルで継続されている。

今回実施した関係各機関へのヒアリング及びアンケートでは、航空機産業界の一部から、実現の時期は遠のいたものの将来の我が国航空機産業にとって必要な技術であるとの認識が示された。一方、より現実的な認識として、現状では開発・運航コストが高くなること、路線が限定的となること、市場の成立性は低いこと等から、近い将来の超音速輸送機の実用化は見込まれないという意見が航空機製造者や運航事業者の大勢であった。

4.3.3 今後の進め方

(1) ロケット実験機

第1回飛行実験の失敗後、原因究明及び飛行実験再開に必要な改修作業等を行い、平成15年度に飛行実験再開の見通しが得られている。超音速域でのCFD技術を用いて設計された機体の飛行実証は世界でも初めての試みで、かねてより外国からも注目されているところである。

また、CFD技術がこの実験で実証されれば、超音速輸送機以外の航空機の開発にも一定の波及効果が得られるものと考えられる。

以上の理由から、ロケット実験機によるCFD技術の飛行実証は引き続き行うべきである。なお、飛行実験に際しては、航技研の対策検討委員会の提言を忠実に実行するなど、関係機関が次回の実験の成功に全力を傾注するべきである。

(2) ジェット実験機

ジェット実験機の開発については現在、基本設計を実施中であるが、CFD設計技術の実証についてはロケット実験機により空力性能の予測精度などで一定の成果が示せること、次世代超音速機の開発動向に大きな変化が見られること等から、現在行われている基本設計以後の作業については4.2.2項で示したCFD技術の適用先の再検討期間（今後2年程度）の間は着手しないこととする。

なお、前述4.2.3項に述べたような超音速機技術に係る基礎研究については継続する。

5. 航空宇宙技術研究所が果たすべき役割

航技研には、関係行政機関に重複して設置することが多額の経費を要するために適当でない大型の施設・設備が集中的に整備されており、航空科学技術分野の共同利用機関的な役割を果たしてきた。また、我が国唯一の航空科学技術に関する総合研究機関として、基礎的・基盤的な研究開発、また飛行実証など実用化に向けたプロジェクトを推進するとともに、国産旅客機 YS-11 や航空機用ジェットエンジン V2500 などの開発における技術協力等を通じて、我が国における航空科学技術の維持向上を図ってきた。現在も航技研がこれらの役割を果たすことについて民間企業等からの要望は強く、今後とも、その役割は重要である。

今後、航技研は、新機関となることを契機に、従来培われてきた産業界、大学とのネットワークをさらに発展させ、産業界と大学との橋渡しの役割をすることが求められる。産業界は、製品化の観点から、システムとして統合された技術を必要としている一方、大学での研究は細分化・専門化されており、産業界の技術者と大学の研究者で技術課題を共有することは難しい。例えば、航空機の舵面等を動かすアクチュエータ²¹ひとつを取っても、機械工学、電子工学、材料工学、制御工学等に関する技術・知識が集積されている。航技研は、中核的な研究機関としての立場から、産業界と大学との間に立ち、産業界において解決が必要とされる技術課題を細分化し、大学で取り組むべき研究テーマとして発信する役割を果たすことが必要である。逆に、大学で生れた自由な発想に基づく研究成果のシステム化を図り、産業界での製品化・実用化に資するような研究開発を行うことも求められる。なお、航空科学技術の裾野は非常に広いことから、航空分野以外の学科・研究室とも連携・協力を深めることが不可欠である。

また、航技研では、設立以来、長年にわたって航空技術に関する基礎的なデータの蓄積を図るとともに国際的な情報の収集に努めてきた。これら进行分析し、積極的に外部に発信することが航空科学技術の将来の方向性を設定する上で不可欠であり、かかる役割を果たすために、これまで以上に技術情報の収集分析及び基礎データ蓄積を図ることが求められる。

²¹ アクチュエータ：油圧系統または電気系統のエネルギーを仕事（力）に変える装置。油圧モーターまたは電気モーター類の総称。航空機においては、方向舵、補助翼など可動部分の制御に使用されることが多い。

6．大学及び産業界に対する期待

（大学への期待）

大学は従来より、航空科学技術分野における教育と研究を幅広く行い、我が国の航空科学技術の基盤を培ってきている。今後、大学の独立行政法人化が予定されているが、大学のこの基本的役割は今後とも十分に果たしていく必要があることはいうまでもない。大学には、重要技術課題に関連した基礎データの蓄積、現象の解明、理論体系化などの基礎研究を推進し、開発・実用化を含めた研究開発全般を支えるとともに、自由な発想に基づく多様な研究を行い、革新的な航空技術を創造することを期待する。

また、近年の大学への期待として、このような基本的役割に加えて、産官学の一翼として、研究成果を直接的に社会に還元するという第三の役割が認識されるようになってきている。このような視点から、大学においても、航技研及び産業界と連携して、4．2で示した重要技術課題のうち可能なものから取り組みを始めることが望ましい。

人材の育成の面でも、大学の本来の役割に十分期待するとともに、航技研、民間企業等との共同研究等を通じて実社会に則した実践的な研究をさらに推進し、優秀な学生の育成を促進するとともに、その人材を航空分野に確保することも重要である。

（産業界への期待）

我が国の航空に関係する産官学連携を推進するためには、研究機関（航技研及び大学）から研究に係る情報を産業界へ発信し、研究成果の移転を図る努力が必要である一方、産業界には、この研究機関側の動きに呼応して、研究機関の活動内容に注目し、研究成果を見極めた上で製品化・事業化の可能性を検討するなど、相互に努力する姿勢を期待する。

7. 研究開発推進に当たっての留意事項

7.1 関係機関の連携強化

我が国における航空科学技術分野の研究開発を適切に推進するためには、航空関係諸機関の連携・協力体制の強化が重要である。航技研は、研究開発成果の受け手である航空機製造者、運航事業者及び関係行政機関との一層の意思疎通と協力を図る必要がある。特に航技研と産業界との交流については、航技研が従来以上に市場や開発の動向変化、産業界からの要望を受け入れるとともに、産業界が航技研の研究成果を円滑に製品化・実用化につなげるよう、航技研と産業界の双方向の意思疎通を更に工夫する必要がある。

また、防衛技術は、航空技術の発達に大きな影響をもたらした分野の一つであり、民間分野と共通する技術が少なくない。我が国において、防衛庁は最大数の航空機を運用し、その技術・経験の蓄積は民間航空機等の開発、安全性向上技術等にも活用が可能と考えられる。本報告書では、文部科学省が取り組むべき研究開発の対象という観点から民間航空機に注視してきたが、限られた国の研究資源を有効活用するために、防衛関係の研究機関等との交流も充実させる必要がある。

今後、国産航空機開発を促進し、航空機市場の獲得を目指すためには、官民の連携強化はもちろんであるが、関係省庁が集結して我が国全体の航空をどうすべきかを議論する場が必要であり、そのような場が近い将来実現されることを期待する。

7.2 技術の成熟度に応じた研究開発の計画管理

研究開発を開始する時、或いは、その途上にあっても、どこまでの技術成熟度を研究開発の目標とするのか、どの水準まで技術実証を行えば製品としての実用化につながるかを常に評価しながら研究開発を進める必要がある。技術成熟度レベルとしては、机上研究による基本原理・技術概念の考察、地上試験による機能・性能の確認、実飛行環境下での機能・性能の実証・検証などが考えられる。なお、技術実証に当たっては、研究者が考える実証のレベルにとどまらず、産業界と連携しつつ製品化の観点から産業界が求める実証のレベルを達成することが重要である。

7.3 人材の育成・確保

航空科学技術はさまざまな基礎工学分野の集積とも言え、航空機的设计・製造・試験に始まり、整備・修理、運航、管制、さらには空港整備など極めて広範囲につながるものである。従って、産業界始め広く社会の要請に応えるためには、深く専門分野に精通した研究者・技術者の養成と同時に、学際的・国際

的な連携・協力が図れる柔軟な対応能力を有する多角的な人材の育成が強く求められる。

今後実施していかなければならない飛行実証等の大型プロジェクトの推進に当たっては、技術的側面とともに、企画立案能力、プロジェクトの計画策定・推進能力、財務管理能力を有するプロジェクトマネージャーを育成する必要がある。そのための具体策として、すでに定着している人事交流や公募型採用による民間企業からの人材の取り込みとともに、その逆の方策として、研究開発機関の研究者を民間企業に派遣し、民間企業のプロジェクト管理手法等を学ばせるという取り組みも必要と考えられる。

7.4 知的所有権の積極的な獲得

航空技術の国際競争力を強化するという視点から、独自性・新規性・進歩性を有する知的財産として、航空科学技術に関する研究開発成果の権利保護を図ることが一層重要になってきている。航技研及び大学は、国内はもちろん、欧米への外国特許出願を進めるべきである。その活動を支えるために、すでに権利化されている外国特許のデータベースの構築が必要である。

7.5 研究の普及・啓発

国の資金が投入される研究機関にあっては、航空機製造者や運航事業者など航空業界関係者のみならず、本来の受益者たる国民の理解を得られるよう、航空科学技術を通じた社会的貢献を果たしていることを積極的に表現することが必要である。こうした観点から、研究の目的・意義や成果について、広く国民が正しく理解できるような形で情報発信することで、国民の理解を得られるような日々の努力が必要である。

7.6 国際交流の推進

研究開発は成果を国内産業界に移転し、国際競争力の強化などへ貢献することが基本である一方、現在我が国で使用されている旅客機が殆ど外国製造機で、国民の多くが乗客として利用していることに鑑みれば、短期間で研究成果を実用に移すための一方策として、研究機関が我が国の企業とともに、外国の航空機製造者や研究機関との共同研究等に参加することも検討すべきである。

(参考)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 委員名簿

分科会長	澤 岡 昭	大同工業大学長
分科会長代理	土 居 範 久	中央大学理工学部情報工学科教授
	相 原 康 彦	東京大学名誉教授
	青 野 由 利	毎日新聞社科学環境部編集委員、兼論説委員
	池 上 徹 彦	会津大学長
	石 井 紫 郎	東京大学名誉教授
	板 井 昭 子	株式会社医薬分子設計研究所代表取締役社長
	今 井 通 子	株式会社ル・ベルソー代表取締役社長
	小野田 武	日本大学総合科学研究所教授
	片 山 恒 雄	独立行政法人防災科学技術研究所理事長
	金 澤 一 郎	国立精神・神経センター総長
	川 合 真 紀	理化学研究所主任研究員
	川 崎 雅 弘	科学技術振興事業団顧問
	川 村 恒 明	神奈川県立外語短期大学長
	菊 田 惺 志	財団法人高輝度光科学研究センター理事
	北 澤 宏 一	科学技術振興事業団専務理事
	國 井 秀 子	株式会社リコー執行役員
		ソフトウェア研究開発本部長
	郷 通 子	長浜バイオ大学バイオサイエンス学部長
	小 平 桂 一	総合研究大学院大学長
	小宮山 宏	東京大学副学長
	笹 月 健 彦	国立国際医療センター研究所長
	笹之内 雅 幸	トヨタ自動車環境部渉外グループ担当部長
	平 啓 介	日本学術振興会監事
	武 田 英 次	株式会社日立製作所情報・通信グループ C00 兼 エンタープライズサーバ事業部長
	西 岡 秀 三	独立行政法人国立環境研究所理事
	垣 生 園 子	東海大学医学部教授
	原 早 苗	埼玉大学経済学部非常勤講師

(参考)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
航空科学技術委員会 名簿

委員

- 主査 相原 康彦 東京大学名誉教授
- 石塚 武美 航空輸送技術研究センター専務理事
- 川崎 雅弘 科学技術振興事業団顧問
- 北野 蓉子 日本女性航空協会理事長
- 河野 通方 東京大学大学院教授
- 知野 恵子 読売新聞社編集局解説部次長
- 山田 秀次郎 日本航空宇宙工業会常務理事

オブザーバー

- 豊永 厚志 経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課長
- 廣田 恭一 防衛庁管理局開発計画課長
- 宮下 徹 国土交通省航空局技術部航空機安全課長

(参考)

研究計画・評価分科会における審議の過程
(航空科学技術委員会設置以後)

第7回(平成14年9月27日)

- ・大型放射光施設(Spring-8)の中間評価について
- ・リーディング・プロジェクトに関する事前評価について
- ・研究計画・評価分科会における委員会の設置について

第8回(平成15年2月14日)

- ・分科会長の選任及び分科会長代理の指名について

第9回(平成15年3月13日)

- ・研究計画・評価分科会の議事運営について
- ・リーディング・プロジェクトの事前評価について
- ・防災に関する研究開発の推進方策について
- ・戦略的創造研究推進事業の平成15年度の戦略目標について
- ・平成14年度科学技術振興調整費中間・事後評価について

第10回(平成15年5月28日)

- ・航空科学技術に関する研究開発の推進方策について
- ・地球環境科学技術に関する研究開発の推進方策の見直しについて
- ・16年度重点事項について
- ・戦略的創造研究推進事業の評価について
- ・研究計画・評価分科会における委員会の設置について
- ・リーディング・プロジェクトについて
- ・研究開発に係る人材の養成・確保について

(参考)

航空科学技術委員会における審議の過程

第1回（平成14年12月13日）

- （議題1）委員会開催の趣旨説明及び運営規則について
- （議題2）航空関連の研究開発推進方策について
- （議題3）次世代超音速機技術の研究開発について
- （議題4）今後の審議スケジュールについて
- （議題5）その他

第2回（平成15年1月31日）

- （議題1）次世代超音速機技術の研究開発について（報告）
- （議題2）航空技術を取り巻く状況について（補足説明）
- （議題3）航空関連の研究開発推進方策に係る関係各者からのヒアリング
- （議題4）その他

第3回（平成15年2月28日）

- （議題1）アンケート取りまとめ結果（暫定）の報告
- （議題2）航空関連の研究開発推進方策に係る関係各者からのヒアリング
- （議題3）独立行政法人航空宇宙技術研究所からの意見聴取
- （議題4）その他

第4回（平成15年3月20日）

- （議題1）航空関連の研究開発推進方策について
- （議題2）次世代超音速機技術の研究開発について
- （議題3）その他

第5回（平成15年4月11日）

- （議題1）航空関連の研究開発推進方策について
- （議題2）その他

第6回（平成15年4月25日）

- （議題1）航空関連の研究開発推進方策について
- （議題2）その他

第7回（平成15年5月20日）

- （議題1）航空関連の研究開発推進方策の取りまとめについて
- （議題2）航空科学技術分野における平成16年度重点事項について
- （議題3）その他

(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、NO_x(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。

(参考)

最近の欧米の航空戦略

(1) 米国航空宇宙産業委員会最終報告と米国航空宇宙局 (NASA) ブループリント

昨年、米国航空宇宙産業委員会は、国家戦略たる航空宇宙政策に関する最終報告書を取りまとめた。すなわち、航空宇宙分野への投資と人的資源の減少、欧州航空宇宙産業政策への対抗の必要性、米国同時多発テロを受けた防衛戦略の見直し等の米国航空宇宙産業界が直面する問題に対応しつつ、将来にわたる米国の国際的リーダーシップを維持するため、「誰でも、何でも、何処へでも、何時でも」というビジョンの下に、広範な航空宇宙産業の健全化策を提言している。

具体的には、航空輸送需要の増加等に安全かつ効率的に対応できる航空交通管理システムの確立、製品証明からプロセス証明への移行、航空宇宙政策推進のための政府横断的な組織等の設置、世界市場における公平で開かれた競争を阻害する規制障壁等の排除、人的資源回復への支援、産業基盤・長期的研究・国家インフラへの投資等々の方策を提言している。また、研究開発については、国家実証目標として、航空機騒音及び排出物の 90%削減、事故発生率の 90%削減、地上 2 点間移動時間の 50%短縮 (以上、2010 年までの目標)、3 倍の容量を持つ航空輸送能力 (2025 年までの目標) 等をあげている。

また、同じく昨年、米国航空宇宙局 (NASA) は米国における航空技術開発を推進する立場から、国防総省、交通省、連邦航空局、学界、産業界の多数からの見解を招請して次世代航空の技術的展望をブループリントとして取りまとめた。技術革新を加速しなければ米国の国際的リーダーシップが失われるとの危機感と米国同時多発テロを受けた安全保障上の課題をとりあげており、生産性・国際競争力・商用利用拡大による経済成長、移動の自由の確保等による生活の質の向上等が重要としている。

具体的な NASA の役割としては、先端技術、専門知識、最新鋭設備、技術的解決策等を提供することにより米国の経済成長、安全保障等に貢献することとしており、また重要な課題としては、

- ・ 運航管理システム上の課題として、精密な気象予測と後方乱気流の予測、航空機の最適運航と管制による高容量空港等を、

- ・革新的な航空機を開発する上での課題として、騒音・排出物低減、安全性向上、高速輸送機等を、
- ・また、航空安全と航空保安（セキュリティ）上の課題として、公共および乗客の安全確保、航空機及び航空システムのテロ脅威からの保護等をあげている。

（２）欧州航空 2020 へのビジョンと航空宇宙戦略検討報告（STAR21）

2001 年、欧州委員会に招集された航空関係有識者グループは、2020 年に実現すべき欧州航空のビジョン提言と、政府等航空関係者が長期的に取り組むべき課題を欧州航空 2020 へのビジョンとして取りまとめた。すなわち、欧州の航空輸送システムの維持と国際的リーダーシップの維持などを目指し、

- ・社会的ニーズへの対応として、99%以上の運航定時性の確保、事故発生率の1/5 以下への低減、航空機騒音の半減等を、
- ・国際的リーダーシップの維持として、企業間協力を奨励する枠組みの形成、最強の研究システムを維持するための品質等に関する新標準の確立、民間研究と防衛研究間の協力等を、
- ・また、政策上の課題として、欧州航空が発展・繁栄するような航空法規の整備、欧州航空安全庁（EASA）による航空安全の国際標準化等を提言している。

具体的な研究開発課題としては、2020 年に想定される新技术による航空機設計と生産、運用維持コストの低減、統合された航空管制システム、ヒューマンファクター対応等をあげるとともに、適切な政策決定と効果的な研究枠組みの構築のため欧州航空研究諮問会議の設立をも提言している。

また、昨年、欧州航空宇宙産業界、欧州委員会、EU 政策担当、欧州議会からの代表者により、航空宇宙戦略検討報告（STAR21）がとりまとめられた。欧州の持続的発展及び安全保障のためには航空宇宙産業の繁栄と競争力の向上が必須であるとしており、欧州統合本格化を契機とした政策や規制の見直しと、米国との競争を念頭に置いた政策を提起している。具体的には、世界市場における平等な競争条件確保、産業競争力向上に必要な研究への投資と税制優遇措置、人的資源確保、欧州航空安全庁（EASA）の必要性等、広範な政策を提言している。