

#### 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<sup>15</sup>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、

---

<sup>15</sup> 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<sup>16</sup>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。

---

<sup>16</sup> 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(CFD<sup>17</sup>)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

---

<sup>17</sup> 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<sup>18</sup>（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、

---

<sup>18</sup> 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<sup>19</sup>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。

<sup>19</sup> 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<sup>20</sup>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

<sup>20</sup> 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。