

# 航空科学技術ロードマップ検討委員会 報告書

日本として取り組むことが必要な研究開発課題を達成する  
上での産学官の役割分担、及び実施すべき時期 編  
(役割分担編)

航空科学技術ロードマップ検討委員会

平成 25 年 3 月 22 日

## 目次

1. 我が国の航空分野のあるべき姿と、あるべき姿を実現するために強化すべき技術..	5
2. 産学官の各部門の役割分担の考え方.....	7
3. 実施すべき時期の考え方.....	11
4. あるべき姿を実現するために強化すべき技術の実用化に向けた役割分担 .....	12
4. 1 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化において必要な役割分担 .....	12
4. 2 安全で効率的、低コストかつ環境(騒音・CO2 等)に配慮した航空輸送システムにおいて必要な役割分担.....	18
4. 3 航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上において必要な役割分担..	21
4. 4 我が国の安全保障に資するデュアルユースでの貢献において必要な役割分担	22
5. あるべき姿の実現を支える共通基盤技術における役割分担 .....	24
6. あるべき姿の実現を支える人材育成における役割分担 .....	24
7. おわりに.....	25

別表1 役割分担表

参考1 航空科学技術ロードマップ検討委員会委員一覧

参考2 開催状況

参考3 用語集

## はじめに

航空機はその最大の特徴である高速性を活かし、人や物の輸送、観測等、現代社会の様々な部門で利用されており、経済社会の発展及び国民生活の向上のために必要不可欠な社会インフラとなっている。また、アジア地域を中心とした新興国の発展や、グローバル化が進展することにより、航空機が活躍する機会は増加していく。財団法人日本航空機開発協会(以下、JADC)が2012年3月に実施した調査研究では、世界の航空旅客輸送量はこれから20年間にわたり平均約4.8%で伸び続け、現在に比べて約2.7倍になると予測される等、航空機の重要性が今後飛躍的に高まっていくことは論を俟たない。

航空機は、自動車に比べ部品点数が約100倍に及ぶ複雑なシステムを有し、多くの乗客を輸送するという性質上、安全性や信頼性に関して非常に厳格な要求がなされるハイテク分野であることから、これまで各産業分野を通じて高い技術力を蓄積してきた我が国が、その技術力を集約し、率先して取り組むことで、世界に対して貢献すべき分野であるといえる。また、航空機産業は、今後の航空輸送の増大及び利用局面の増加に伴い、航空機材の大きな新規需要が見込まれており、確実な成長が期待される産業である。さらに航空機は部品点数の多さから、他の産業に比べ産業波及効果が高く、産業構造の裾野が広いため、我が国全体の産業競争力の強化にも貢献することが期待されている。一方で、航空輸送量の増大に対する的確に対応しながらも、より一層、安全で効率的な航空サービスを提供することも求められている。さらには、我が国の安全保障や防災に貢献し、安全・安心な社会の実現に寄与することにも期待を寄せられている。

このように航空分野に寄せられている多方面からの大きな期待に応えていく上では、メーカーやエアライン等の航空産業にかかわる企業や、行政機関、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA)を始めとする公的研究機関、大学や学会等の学术界といったALL-JAPANのステークホルダーが、我が国の航空分野の将来のあるべき姿を共有し、そのあるべき姿の実現に向けて一丸となって取り組むことが重要である。また我が国の限られたリソースにおいて最大の成果を上げていくためにも、産学官の各部門がそれぞれの機能や特徴、得意分野から、各々が求められる役割を認識し、適切に役割分担していくことも求められている。

文部科学省は、第4期科学技術基本計画に基づく、「航空科学技術に関する研究開発の推進方策」(科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会策定予定 以下、推進方策)を踏まえて、我が国の航空分野の10年後にあるべき姿を見据えつつ、必要な研究開発課題とその優先度、産業界、学界等とJAXAとの役割分担等について示した「航空科学技術ロードマップ」(以下、ロードマップ)を航空科学技術委員会において策定することとし、JAXAにその原案作成を依頼した。

このようなロードマップの原案を策定するため、本「航空科学技術ロードマップ検討委員会」(以下、ロードマップ委員会)が JAXA の諮問委員会として設置され、下記の諮問が行われた。

- (1) 我が国の航空分野が 10 年後にあるべき姿
- (2) 第 1 項を実現するために日本として取り組むことが必要な研究開発課題と、その優先度
- (3) 第 2 項の研究開発課題を達成するための JAXA、大学、産業界等、各部門の役割

上記の諮問事項(1)と(2)に関しては、事前検討会も含め、平成 24 年 4 月 25 日から平成 24 年 7 月 25 日の間に開催した 5 回のロードマップ委員会において検討された。その検討結果は、第 38 回(平成 24 年 7 月 18 日開催)及び第 39 回(平成 24 年 8 月 21 日開催)航空科学技術委員会にて審議の上、了承され、「航空科学技術ロードマップ検討委員会報告書 我が国のあるべき姿とそれを実現するために求められる方向性、強化すべき技術とその優先度編」(以下、「強化すべき技術と優先度編」と略す)としてまとめられた。また、残る諮問事項(3)についても、引き続き、ロードマップ委員会にて検討することが決定された。

本報告は、これを受けて、平成 24 年 10 月 31 日から平成 25 年 3 月 22 日の間に開催した 6 回のロードマップ委員会において諮問事項(3)に関する検討を行い、その検討結果を提言としてとりまとめたものである。

## 1. 我が国の航空分野のあるべき姿と、あるべき姿を実現するために強化すべき技術

航空科学技術におけるロードマップの策定にあたり、まず「強化すべき技術と優先度編」において、航空分野に係るステークホルダーが共有すべきビジョンを、以下の4つの観点から、我が国の航空分野のあるべき姿として示した。

### 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化におけるあるべき姿

機体技術に関しては、短期的には、我が国がインテグレーション技術等を強化し、リージョナルジェット分野で競争力を有している。中期的には、日本がリスクシェアリングパートナーとして高い地位にあるとともに、リージョナルジェット分野で更なる競争力を有している。そして、長期的には、更なる利便性、経済性、低環境負荷、快適性、高速性、安全性を追求した技術開発が着実に進み、技術革新が起こっている。

エンジン技術に関しては、世界のエンジン開発において、短・中期的に、引き続き日本がリスクシェアリングパートナーとして高い地位にある。また、長期的には電動推進やさらなる革新的な航空機やパワープラントシステムの出現に向けて、日本が世界において主体的な役割を果たしている。

装備品技術に関しては、短期的にはシステムインテグレーション能力を身につけ、機体開発における貢献度を高めている。中・長期的には更に個々の要素技術について先進の技術力を身につけ、飛行管理システム(FMS)や各種先進的アビオニクスシステム等の開発・インテグレートも可能になっている。また、リサイクル等も含めた環境に優しい設計に適應している。

素材技術に関しては、短・中期的には炭素繊維複合材技術において国際的競争力を有し、長期的には現在の複合材料に代わる革新的な複合材料や素材が活用されている。

### 安全で効率的、低コストかつ環境(騒音・CO2等)に配慮した航空輸送システムにおけるあるべき姿

増大する航空需要に対応し、短・中期的には、まず効率的な航空輸送が実現されていると同時に、安全性が更に向上するだけでなく、安全性向上のための技術開発が継続されている。次に、低コストな航空輸送が実現され、更に、航空需要に対応して便数が増加する中で、騒音、CO2、NOx等の環境値が継続して低減されている。一方、上記施策の検討のために、実運航データが蓄積されている。長期的には、技術革新により航空輸送の更なる効率化、安全性向上、低コスト化が進んでいる。

### 航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上におけるあるべき姿

自然災害に悩まされる我が国においては、大規模災害時(大規模地震や津波発生時等)の社会安全確保のため、短・中期的には、航空機利用による危機対応能力が構築されている。長期的には、技術革新により、危機対応能力が向上している。

#### 我が国の安全保障に資するデュアルユースでの貢献におけるあるべき姿

我が国の安全保障で培われたデュアルユースの技術が民生部門へ活かされている。また、我が国の中期防衛力整備計画には、戦闘機の開発を選択肢として考慮できるよう、将来戦闘機のための戦略的検討を推進すること、より一層の効果的かつ効率的な装備品等の取得を推進すること、無人機を含む新たな各種技術動向等を踏まえ、広域における総合的な警戒監視態勢の在り方について検討することと記載されているが、短・中期的に特に重要として推進されているデュアルユースの技術はこれら防衛部門にも貢献している。

「強化すべき技術と優先度編」においては、これらあるべき姿に基づき、それを実現する上で強化すべき技術を、その優先度と共に示すと共に、必要となる全般的な活動や、個々の技術開発を支える共通基盤技術や人材育成についても検討を行った。

## 2. 産学官の各部門の役割分担の考え方

「強化すべき技術と優先度編」の中で、あるべき姿を実現するために強化すべき技術と識別された各々の技術について、技術の実用化と優位性の確保を実現するには、産学官が一丸となってこれに取り組むことが重要である。本章では、諮問事項(3)の「JAXA、大学、産業界等、各部門の役割」への対応として、産学官連携による活動を中心としつつも、産学官のそれぞれが果たすべき主な役割分担について述べる。

なお、本報告書で取り上げる産学官とは、具体的には以下を指すこととする。

産：航空産業に関わる企業

学：大学及び学会

官：行政機関及び公的研究機関

役割分担の議論を行うにあたっては、まず産学官の各々が有している機能・特徴から、その果たすべき主な役割について議論すると共に、あるべき姿を実現するために強化すべき技術それぞれの研究開発状況や技術の優位性の観点から、技術開発の方向性を見据え、その上で産学官連携の中で産学官のどこが中心となって技術開発を担うのか整理することとした。

### 2.1 機能・特徴から見た役割分担の考え方

技術の開発において、産学官がそれぞれ果たすべき機能、求められる役割として、それぞれの機関の性質や特徴から、主に以下のような活動を通じて、あるべき姿に貢献することが求められる。

なお、列挙にあたっては、「航空科学技術に関する研究開発の推進方策」(平成 24 年 8 月 23 日 文部科学省科学技術学術審議会研究計画・評価分科会 決定)を参考とした。

#### ・産の果たすべき役割:

市場ニーズの調査・把握、製品の設計、生産、認証、販売、維持運用、修理、リサイクル、課題の識別及びその解決、課題解決に必要となる研究開発及び人材開発、インターンシップ制度等による学生教育支援など

#### ・学の果たすべき役割:

学生教育、産業界の人材育成支援(社会人教育)、学生や研究者間の国際的なネットワークの構築、技術の体系化、基礎研究、革新技术創出、革新コンセプト創出、産業界で識別された課題の解決に向けた支援など

#### ・官の果たすべき役割:

## ① 行政機関の果たすべき役割

科学技術研究開発政策、教育・人材育成政策、航空法や制度の整備、認証、新技術に対する認証基準作り、認証についての国際的な協調推進、国際基準の提案、航空産業振興支援政策、防衛関連政策

## ② 公的研究機関の果たすべき役割

数値シミュレーション、大型設備による試験評価、飛行実証、基盤的研究開発、飛行実証型研究開発、産業界で識別された課題の解決に向けた支援、機関間における国際協力の枠組み構築、基準策定支援、研究者育成及び支援など

## 2.2 技術現状と技術開発の方向性から見た役割分担の考え方

### ➤ 強化すべき技術の現状分析

強化すべき技術の実用化に向けた産学官の主な役割分担の議論を整理するにあたっては、まず、その強化すべき技術それぞれの現状を十分に把握した上で、技術開発の方向性を認識し、どのような技術開発を実施するのかを踏まえ、役割分担について議論する必要がある。

まず、強化すべき技術それぞれの現状分析にあたっては、「技術成熟度」及び「技術満足度」という2つの指標を用いることとした。

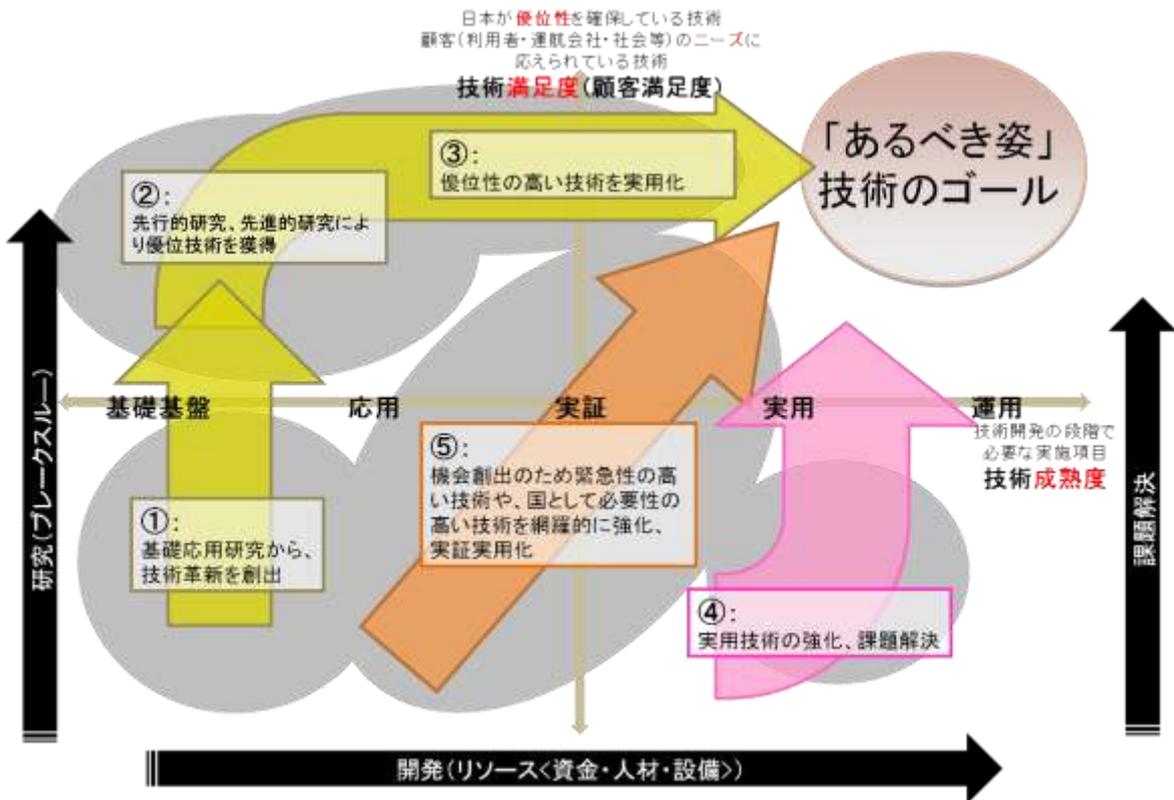
「技術成熟度」は、その技術の開発段階を表す指標とする。基礎基盤、応用、実証、実用、運用という分類によって、当該技術の実用化をゴールと捉えた場合における、現在の段階を示している。

「技術満足度」は、シーズ段階では、技術の優位性を示す指標とし、実用化段階では、当該技術が顧客のニーズにどの程度応えられているかを示す指標とする。なお、顧客とは単に航空機の利用者を指すだけでなく、メーカーや運航会社、あるいは社会をも含む概念とする。例えば「我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化」というあるべき姿においては、日本のメーカーから製品を購入する企業や運航会社が顧客となり、技術満足度とは国際的な技術の優位性を示すものとなるが、「航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上」というあるべき姿においては、それを必要とする日本の社会そのものが顧客となる。

技術の現状分析にあたっては、強化すべき技術各々を、当該分野に詳しい委員が、上記の2つの指標から評価を行い、委員会にてその妥当性を確認した。

## ➤ 強化すべき技術の技術開発の方向性

また、強化すべき技術の技術開発の方向性を産学官で共有し、その上で適切な役割分担を整理する必要があるため、以下のような考え方にに基づき、検討を行った。



強化すべき技術の「技術成熟度」(横軸)を向上させる、即ち、技術を基礎基盤段階から応用段階を経て、実証実用段階に持っていくためには、資金や人、設備といったリソースを投入することが必要となる。また強化すべき技術の「技術満足度」(縦軸)を向上させるには、研究活動や個別の課題解決のための活動を通じて、優位性のある技術、顧客や社会のニーズに対応した技術を創出していくことが必要となる。

通常の技術開発は、図中の矢印①②③で表されている通り、「大学」や「研究機関」での研究活動を通じて、基礎的な段階にある技術(左下に位置する技術)の優位性を向上させ、その優位性のある技術に対し、「産業界」や「官」がリソースを投入し、開発規模を増大することで、技術を実用・運用段階まで持っていくという流れになる。

しかし、技術によっては、図中の矢印④のように優位性やニーズへの対応度合いが低い状態で、既に実用化されている場合(右下に位置する技術)もある。このような技術については、「産学官」が協力してあるべき姿に向けた課題解決活動を進め、技術が成熟していても、その技術の優位性や技術満足度を高めていくことが求められる。

また、矢印⑤のように、現時点で優位性や技術成熟度が低い技術であっても、市場機

会創出のために実用化を急ぐ必要がある技術や、認証などの実用化に必須の技術、安全等の国として保持すべき技術などのように緊急性・必要性の高い技術については、重要な施策として「官」が中心となる一方で「産学」と密接に協力しつつ、リソースを投入して強かに技術開発を推進していくことが求められる。

### 3. 実施すべき時期の考え方

あるべき姿を実現する上で、強化すべき技術は、主に以下のような考えに沿って、技術開発を進める必要がある。

・短期的なあるべき姿に対応する技術：

5年後には実機開発等の実用化段階にあり、10年後には運用して、あるべき姿を実現していることが求められる。

・中期的なあるべき姿に対応する技術：

5年後には技術実証を行い、10年後には実機開発等の実用化段階にあり、20年後には運用し、あるべき姿を実現していることが求められる。または、10年後には基礎応用研究と技術実証を完了し、15年後には実用化段階にあり、20年後には運用して、あるべき姿を実現していることが求められる。

・長期的なあるべき姿に対応する技術：

10年後には革新概念・技術として認知され、20年後には実用化段階にあり、30年後にはあるべき姿を実現していることが求められる。



※ただし、短期と中期、中期と長期の区別が明確でないものについては、それぞれ、短・中期、中・長期とした。

## 4. あるべき姿を実現するために強化すべき技術の実用化に向けた役割分担

前項に示された考え方を踏まえ、「強化すべき技術」編で抽出された各技術についての役割分担のあるべき姿を、別表1に示す。別表1には、強化すべき技術の実用化に向けて、産学官連携の中でそれぞれが果たすべき事項が示されている。

### 4.1 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化において必要な役割分担

#### 機体技術

##### 【短期:リージョナルジェット分野で競争力確保】

短期的には、産業界が中心となり、実機製造を通じて実用運用の経験を蓄積し、技術を強化するとともに、公的研究機関及び大学は、認証や製造・加工、プロダクトサポート、整備等における課題解決につながる研究開発を行うことが重要である。

##### 「インテグレーション系技術」

産業界が実機製造を通じ**実用運用**の経験を蓄積すると共に、公的研究機関や大学は最適設計ツール等の**基盤**技術を活用して産業界の課題解決支援を行う必要がある。大学は航空機に関わる横断的知識やマネジメントの**教育**にも力を入れていくことが求められる。

##### 「製造・加工系技術」

高品質・高レート・低コスト生産技術等の強化のため、産業界が積極的に新しい製造技術を**実用運用**の製造現場に取り込むと共に、これらの技術を生かすために製造管理におけるノウハウの蓄積を進める必要がある。また、公的研究機関や大学も、例えば複合材や構造に関し、実運用における課題解決研究や**基盤**的な試験評価によって貢献していくことが求められる。

##### 「認証系技術」

産業界が現在の認証基準に適合した**実用**機体開発に努め、実績を積み重ねていくことが必要となる。公的研究機関や大学は、その際に出てきた**課題の解決**に加え、CFD や風洞試験、衝突解析等の保有技術により**基礎応用**技術の視点で支援していくことが望まれ、この活動は中期的な課題として取り組むことが重要である。

##### 「整備系技術」

ITを利用したメンテナンスサービス技術等の新しい整備技術を、産業界が**実証**し、現場での**運用**に取り組んでいくと共に、公的研究機関や大学は、ヒューマンファクター分析技術等の共通**基盤**的な技術により、産業界での実運用における**課題解決**に取り組むことが求められる。

##### 【中期:リスクシェアリングパートナーとして高い地位の保持】

中期的には、日本がリスクシェアリングパートナーとして高い地位にあるために、複合材の高性能・軽量化技術や、低コスト・高レート製造技術の強化により、貢献度の向上を狙うことが重要である。

#### 「材料/構造系技術」

大学や産業界が中心となって**基礎的な新素材の開発**や新素材を適用した設計コンセプトの創出に取り組むと共に、**公的研究機関や産業界は**、耐雷性等の複合材の高機能創出のための要素技術の獲得や脱ブラックアルミコンセプトや軽量化の**応用実証**に取り組むことが求められる。**産業界は**、これらの軽量化かつ高性能な複合材の大型成型等に取り組み、**実機**への適用を図ることが必要である。

#### 「製造・加工系技術」

低コスト・ハイレート成形等の「製造・加工技術」を強化するために、**公的研究機関**が中心となった**基礎応用**研究を通じて真空樹脂含浸製造法 (VaRTM) 等の新しい複合材製造技術や試験評価技術を獲得すると共に、**産業界は**低コスト成形技術の**実用化**や大型部材の一体成型技術等の**実用技術**向上に取り組む必要がある。

### 【中期:リージョナルジェットの分野で更なる競争力の獲得 等】

リージョナルジェットの分野で更なる競争力を有していることも重要である。それを実現するためには、シミュレーション技術や大型設備を活用した全機システム設計技術、空力系の低燃費空力設計技術、騒音低減技術、複合材設計技術等を向上させると共に、必要に応じてこれらの技術を飛行実証し、設計能力の獲得を図る必要がある。また、認証に必要となる基盤技術の向上が求められる。

#### 「全機システム設計技術」

**公的研究機関**が**基盤**として持つシミュレーション技術を生かし、多分野統合最適設計ツールの構築等の全機形状の最適設計やライフサイクル最適設計等に係るシステム研究を産業界と連携しながら強化すると共に、ソフトウェア等のIT技術の向上に貢献し、**産業界は**実機製造を通じた**実用運用**の経験の蓄積を踏まえて、これらの最新の最適設計技術やIT技術の導入を行うことが求められる。また**大学**には、**基礎応用**段階で革新的な最適設計アルゴリズムや解析手法を創出していくことが期待される。

#### 「機内及び機外の騒音低減技術」

**実証**段階にある機外騒音低減技術について、**公的研究機関**を中心に**産**と協力して飛行実証を進め、**産業界**による実機への適用に繋げるとともに、**産学官**の協力による**基礎応用**研究により機内騒音低減に向けた騒音源の解析・評価を進める必要がある。

#### 「空力抵抗低減技術」

**公的研究機関**がリブレット塗装技術、揚力分布最適化技術等の抵抗低減に関する要素技術を**応用研究**により高めた上で、抵抗低減技術を**官民**が連携して**飛行実証**していくことが求められる。

#### 「材料/構造系技術」

特に国際的に優位性の高い高ひずみ軽量複合材構造設計技術について、公的研究機関が得意とする試験評価・解析技術を適用することにより、継ぎ手部設計技術やプリプレグの薄層化技術等の応用性を高め、官民で技術実証し、産業界の製造現場での実用・運用を目指す必要がある。

#### 「認証系技術」

これらの技術を実機に適用する上では「認証技術」の獲得も重要であり、産業界が認証に資する実機データを蓄積や安全性を証明する手法を提案すると共に、公的研究機関や大学は着氷試験解析などの基盤的な解析・評価技術による試験・評価基準策定への貢献や構造疲労試験等を通じた課題解決への支援が求められる。

#### 「航空機の電動化技術」

公的研究機関が中心となって機体、エンジン等を含めた全機での電源最適設計の応用・実証に取り組むと共に、産業界が中心となって、電源等の小型・軽量化や安全性・信頼性確保技術を実用化していくことが望まれる。

#### 「小型超音速機システム設計技術」

環境基準に適合する小型超音速旅客機の実現のため、公的研究機関が中心となって低ブーム設計コンセプトの技術実証等を実施し、実機設計に向けてICAO等への基準策定や技術評価に貢献することが求められる。

### 【長期:更なる利便性、経済性、低環境負荷等の追求した技術開発による技術革新】

長期的に更なる利便性、経済性、低環境負荷、快適性、高速性、安全性を追求するためには、主に大学等での基礎基盤的な研究活動を通じた技術革新が望まれる。それに基づき、無人機技術の高度化や超音速機や垂直離着陸機(VTOL)等の設計・開発技術の確立、ネットワーク技術や精密飛行技術の高度化、超高アスペクト比の主翼設計技術、自己修復材料のような革新的な材料技術の獲得を目指すことが重要である。

#### 「インテグレーション系技術」

公的研究機関が中心となって、更なる低騒音化、飛行安全性向上に向けたシステム設計技術や、大型超音速機技術、極超音速機技術、VTOL技術等の開発技術を獲得し、官民共同で市場を開拓していくことが望まれる。

#### 「無人機技術」

官学が中心となった応用研究を通じて、将来の無人輸送機機体概念の検討や飛行安全技術を獲得すると共に、公的研究機関は、無人機の機体開発や飛行実証を進め、これらの成果により無人機の機体や運航に関する国際基準策定に貢献することが望まれる。

## エンジン技術

### 【短・中期:リスクシェアリングパートナーとして高い地位の保持】

世界のエンジン開発においては、短・中期的に、引き続き日本がリスクシェアリングパートナーとして高い地位にあるために、ファンの革新軽量複合材などの材料系技術、高温高圧系の要素技術などの推進系技術、エンジン低騒音化などの空力系技術、空力/伝熱/構造/振動統合解析技術等のインテグレーション系技術を向上させ、高効率ファンタービンシステムやコアエンジンの技術実証を進めるとともに、これらの高い技術力を、価格を含めた国際競争力をもつ製品として実現するための製造/加工系技術も高めていく必要がある。合わせて、認証系、整備系技術等にも積極的に取り組んで、我が国の技術領域の拡大を図るべきである。

#### 「空力系技術」

大学での空力メカニズムの解明といった**基礎研究**や、公的研究機関での**基礎応用研究**を通じた先進要素技術の獲得、IT 技術の活用提案等が求められる。産業界は、これらの成果を**実用・運用**し、実機エンジンへ適用していくことが期待される。

#### 「材料/構造系技術」

公的研究機関が中心となって高効率ファンタービンシステム等の**実証**を進め、産業界は加工製造技術を獲得し、これらの技術を**実機適用**すると共に、大学や公的研究機関での**基礎応用研究**により複合材や耐熱金属の**基盤技術**を獲得することが必要となる。

#### 「推進系技術」

公的研究機関での**応用・実証**を通じて、高効率コアエンジン設計技術を獲得すると共に、大学での**基礎研究**を通じて、更なる差別化技術や新しいエンジンコンセプトの創出が期待される。

#### 「インテグレーション系技術」

大学が新解析手法・アルゴリズムについての**基礎研究**を行い、公的研究機関は最適設計ツール等を構築・**実証**すると共に、燃焼シミュレーションやエンジン実証設備等の**共通基盤技術**を保有することが求められる。

#### 「製造・加工系技術」

効率的なサプライチェーン構築のため、産業界が中心となって低コスト製造技術を実用化や重要材料の安定確保にも取り組む必要がある。

#### 「エンジン認証技術」

産業界は認証の基となる実用データの蓄積や安全性を証明する手法の提案に取り組むとともに、公的研究機関は材料試験データなどを蓄積に取り組み、さらに試験設備の強化や優位性のある試験・評価

技術の**応用実証**によって、国際基準策定に貢献することが期待される。

#### 「整備系技術」

公的研究機関が差別化技術の**基礎研究**・検討をしつつ、産業界が中心となって整備技術を高度化してことが求められる。

#### 【長期：電動推進や革新的な航空機等への主体的な貢献】

長期的には、電動推進やさらなる革新的な航空機やパワープラントシステムの出現に向けて、日本が世界において主体的な役割を果たすためには、水素燃料技術のような将来ビジネスに繋がる戦略的な**基礎・基盤研究**にチャレンジする必要がある。

#### 「脱化石燃料技術」

大学等で燃料生産の**基礎技術**を創出し、公的研究機関は廃棄環境評価技術を**応用実証**することが求められるとともに、産官で、極超音速推進等の脱化石燃料の差別化技術の**実証**に取り組むことも必要である。

#### 「電動推進航空機技術」

大学や公的研究機関の**基礎**応用研究により、発電等に関する要素技術向上や重量低減・低コスト化に取り組むと共に、産官が一丸となり**技術実証**を行い、市場を開拓していくことが望まれる。

### 装備品技術

#### 【短期：システムインテグレーション能力の獲得、機体開発における貢献度向上】

短期的には、我が国として装備品産業の競争力強化に向けて種々の取り組みをなすことが必要であり、産学官が一丸となって**認証**を視野に含めたシステムインテグレーション能力の獲得を目指すことが肝要である。

#### 「システム設計技術・認証技術」

産業界は、世界トップシェアを持つインテグレータとの共同開発により製品の一部として**認証**経験を積む等、**認証**に資する経験値を蓄積するための戦略的な取り組みを行う必要がある。また航空機の電動化といった大きな技術的転換を、競争力強化の機会として認識し、戦略的に技術開発を進めることも重要である。公的研究機関は、試験・評価技術といった**基盤**技術により、装備品の試験評価方法の基準策定に貢献することが求められる。またこれらの実現にあたって、大学や産業界でシステム設計に関する**教育**を行い、人材を育成することも必要である。

#### 「材料/構造系技術」

大学等の**基礎**研究を通じた整備コスト低減に繋がる新たな防食食材料等の創出が期待される。また産

業界は代替メッキ適用を拡大していくことが求められる。

#### 「電動化技術」

産業界が中心となって、電動アクチュエータや脚の電動化の**実用化**に向けた開発を進めると共に、公的研究機関や大学は、その際に出てきた**課題の解決**への貢献が期待される。

#### 【中・長期：個々の要素技術についての先進技術の獲得による、更なる貢献度向上】

中・長期的に更に個々の要素技術について先進の技術力を身につけ、競争力・貢献度を高めていくためには、飛行管理装置(FMS)技術やオートパイロット技術等を獲得するとともに、先進的アビオニクスシステムとシステム全体のインテグレートを実現する能力を有していることが望まれる。また、運航コスト及び整備コスト低減に資する電動化技術、先端材料技術等の装備品関連の要素技術の開発技術力の強化を進めることが重要であり、また部品の信頼性データを集積する仕組みを構築することで、トレーサビリティの向上を実現することが望まれる。更に、有害物質の排除技術等、製造加工技術に注力し環境に優しい製造設計等を行うべきである。

#### 「誘導制御系技術・運航系技術」

大学による運航自動化アルゴリズムの**基礎研究**や、公的研究機関による動揺低減・荷重低減制御技術の**実証**、及び産業界によるパイロット支援システムや電動アクチュエータ等の開発・**実証**を通じ、これらの技術を**実用化**し、実機へ適用することを目指すことが必要となる。

#### 「製造・加工系技術」

製造・加工における有害物質排除のため、産業界が中心となって代替フロンガス等の**応用実証**を進める必要がある。

#### 「整備系技術」

運航効率向上・整備コスト低減・長寿命化に資する技術として、産業界が中心となって、燃料電池等の代替電源システムや電動アクチュエータ、長寿命バッテリーの**応用実証**に取り組む必要がある。また、大学での整備コスト低減や長寿命化に示す**基礎的・先端的**研究や、公的研究機関での電源等の**応用研究**が期待される。

#### 「ソフトウェア品質保証技術」

産業界で搭載ソフトウェアの信頼性向上を図ると共に、公的研究機関は、宇宙等の他分野での経験を生かした**共通基盤**的な品質管理技術により貢献することが求められる。

## 素材技術

#### 【短・中期：航空関連の炭素繊維複合材技術における国際的競争力の保持】

機体の構造材料として採用が進んでいる炭素繊維複合材において、我が国は現在、圧倒的なシェアで世界をリードしている。短・中期的には、この地位を更に確固たるものとするべく、素材の開発とあわせて加工技術の向上や熱可塑性樹脂複合材料の利用などを含めた複合材料の活用技術の改善・開発も進める必要がある。

##### 「材料/構造系技術」

「認定複合材料技術」については、公的研究機関が中心となって、耐熱性複合材料の寿命推定技術や高温特性向上技術の**基礎応用**研究から実証まで取り組み、規格化・認定材料化・**国際基準策定への貢献**を行うと共に、産業界は認定複合材料の規格化・認定材料化に向けた活動を進め、**実証・実機への実用**に取り組む必要がある。また、「熱可塑性樹脂複合材料」については、公的研究機関が中心となって、安定した成形技術や高性能化に係る**基礎技術**の獲得やその**実証**を目指すとともに、産業界が中心となって**実証・実機への実用**を目指すことが求められる。

#### 【長期：革新的な複合材料や素材の活用】

長期的には新素材適用技術により現在の複合材料に代わる革新的な複合材料や素材が活用されることが必要である。

##### 「材料/構造系技術」

産学官が一体となって、カーボンナノチューブやFRM(Fiber Reinforced Metal)、難燃・耐腐食性マグネシウム合金といった新素材の適用技術開発や高性能化、新素材開発に向けた**基礎基盤**研究を進めていくことが求められる。

## 4.2 安全で効率的、低コストかつ環境(騒音・CO2等)に配慮した航空輸送システムにおいて必要な役割分担

#### 【短・中期：安全性の向上】

航空輸送システムの安全性向上を目指す上では、安全性向上のための技術開発を継続することが必要であり、パイロットや整備士、管制官などをはじめとする航空システムにかかわる全関係者を対象としたヒューマンファクターに関する研究や、航空機の操縦自動化技術や必要な情報を収集し共有化する技術の向上が求められる。また、雷や雪氷、鳥衝突といった外的要因に対応する技術研究や、特に大きな事故要因となっている乱気流事故を低減する技術の飛行実証を通じ、安全性向上のための技術開発が継続される必要がある。

#### 「ヒューマンファクターを考慮した誘導制御系技術・運航系技術」

自動操縦技術の高度化や先進的なパイロット支援技術や管制の補助・補完技術を強化すべきである。公的研究機関は、自動操縦に関する機器や航法システムの信頼性向上・小型化の**基礎・基盤**研究に取り組むと共に、突風応答軽減技術や、CRM(Crew Resource Management)訓練技術、運航モニタリング技術等の**実証**に取り組むことが求められる。また産業界はこれらのシステムを**実用化**し、運航による実績を積み重ねていくことが重要である。また、大学はこれらの基盤となる人間工学に関する**基礎・基盤**的な研究を進め、パイロットや整備士、管制官等の運航関係者の技術伝承の仕組み等を確立していくことが期待される。

#### 「安全性の向上に資する通信/情報処理系技術・運航系技術」

公的研究機関が中心となって、後方乱気流予測技術や危険性判定技術、無人機・有人機間の情報共有技術等の開発・**実証**や既存周波数帯域を活用した広帯域かつ高信頼性のある通信技術等による情報共有のための基盤技術に関する**応用研究**を進めていくことが求められる。また産業界は、既に実用化されている地上用ライダーやセンサの実用データの蓄積を進めると共に、危険性判定技術等のシステムの**実用化**を図り、運航を通じて実績を作っていくことが期待される。また無人機が既存航空システムに入ってきた際の安全確保技術については、技術基準の策定に積極的に関与していくことも求められる。

#### 「外的要因に対応する技術」

雷や雪氷、鳥衝突、乱気流といった外的要因に対応するための「空力系技術」「推進系技術」「誘導制御系技術」「運航系技術」については、公的研究機関は産業界と連携しつつ、乱気流を検知するためのライダーの小型化技術や着陸進入アドバイザリシステム、滑走路の雪氷状態モニタリング技術等の**実証**、着氷評価に関する試験及びシミュレーション技術の**基礎・基盤**、耐雷設計や防水コーティング等の**応用研究**に取り組む必要がある。産業界はこれらの技術の**実用化・実機適用**を目指すことが求められる。大学は、気流推定や着氷機構解明等の**基礎研究**により、これらの技術に貢献することが期待される。

#### 【短・中期:効率化・低コスト化】

低コストで効率的な航空輸送を実現するために、喫緊の課題である航空交通量増大への対応するための技術を実証するとともに、整備コスト低減対策として、低コスト非破壊検査技術や構造健全性モニタリング(SHM)技術や複合材等メンテナンス技術(修理、補修技術)、及びライフサイクルコスト削減等の技術向上が重要である。

#### 「航空交通量増大へ対応するための運航系技術・誘導制御系技術・インテグレーション系技術」

公的研究機関は、高精度飛行軌道制御のための経路設定や運航手順に関する技術の**応用・実証**や、軌道ベース運用に必要な初期軌道の円滑なアップデート技術の**応用・実証**に取り組むことが期待される。また行政機関は、その成果に基づき、国際基準提案をしていくことが求められる。さらに、地上・機上装置を含む統合型航空管制システムの確立に向けた**応用研究**を、産学官が一体となって取り組む

ことが期待される。

#### 「材料/構造系技術」

構造モニタリング技術や材料のメンテナンス技術については、公的研究機関は、試験設備の維持・整備を継続すると共に、産業界と協力して広域・短時間での探傷技術の応用研究や運用荷重計測・損傷検出技術の実証に取り組むことが求められる。また、産業界はこれらの技術を実機に適用し、運航現場で実用していくことが重要である。さらに大学等には、基礎研究を通じて、自己修復材料等、効率的な運航に資する材料を創出していくことが期待される。

### 【短・中期:運航量増大と環境対応の両立】

航空需要に対応して便数が増加する中で、騒音、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等の環境値が継続して低減されている状態を実現するために、機体側の技術革新に加え統合型航空管制システムや低騒音運航など運航面での技術の向上と実証が必要である。

#### 「運航系技術」

低騒音運航技術に関しては、公的研究機関は騒音予測高精度化等の基礎基盤や実測データ取得や予測精度検証といった応用・実証に取り組み、産業界はこれらの技術を運航において実証・実用していくが望まれる。また大学には、騒音予測精度高度化や騒音軽減方式の創出といった基礎応用研究が期待される。

### 【短・中期:運航データの蓄積】

安全で効率的な運航を実現する上では、運航・安全情報(パイロット、整備、製造、検査、審査等からの情報)の継続的な収集をさらに進め、蓄積された情報の解析・共有を更に横断的に強化してゆくことが重要である。

#### 「情報集約・解析技術」

企業等の機密情報の取り扱いを考慮し、公的研究機関が、産業界が安全向上を目的として収集した運航データを蓄積すると共に、産学官が協力して収集したビッグデータの解析システムの基礎・応用研究を進めることが求められる。また、行政機関は、これらの技術を活用し、安全で効率的な運航ができる環境を実現することが重要である。

### 【長期:更なる安全性の向上・効率化】

長期的な視点から、航空輸送の更なる安全性の向上と効率化を図るためには、自律型飛行機技術や完全自動化技術等に取り組んでいく必要がある。

#### 「誘導制御系技術」

先端的な技術開発を強化するためには、まず大学等が中心となって、**基礎・基盤**研究を積み重ね、革新的な制御技術等を創出していくことが期待される。公的研究機関は、これらの基礎技術の**応用・実証**を通じて技術の確立を目指すべきである。

### 4.3 航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上において必要な役割分担

#### 【短・中期：大規模災害時の安全確保のための危機対応能力構築】

大規模災害時(大規模地震や津波発生時等)における社会の安全確保に寄与する航空機利用による危機対応能力を構築するために、情報収集、搜索、通信、監視(原発、国境周辺を含む)、物資輸送、気象観測等の防災・災害対応のためのインフラとして活用できる航空機(ヘリコプタ、小型航空機を含む)及び無人機の技術実証、並びに開発整備が行われるべきである。また、その運用を安全かつ円滑に行うためには、災害対応等緊急時における航空機の衝突防止能力の向上が期待される。

#### 「空力系技術」

救援活動を妨げないための回転翼騒音低減技術について、公的研究機関は大型コンピュータ施設や風洞設備等の試験インフラを活用し、低騒音飛行方式の**応用**研究を進めると共に、産業界と連携してアクティブデバイス等の低騒音化技術の**実証**を図り、産業界はこれらを**実用化・製品化**を目指すべきである。また大学等には**基礎基盤**研究を通じて、革新的な低騒音ブレード等を創出することが期待される。

#### 「通信/情報処理系技術」

災害情報の統合化技術の**実用化**に向け、公的研究機関は救援航空機と対策本部間での災害情報共有化システムを**実証**することが求められる。また行政機関は、災害情報を横断的に共有するための体制や枠組みの構築していくことが重要である。さらに大学等には、これらの情報を適切に活用するための情報抽出やインデキシング手法の**基礎**研究が期待される。高速大量データ通信や空地通信等の通信技術の高度化については、産官が連携して光無線通信等の高速大量データ通信技術の**実証**を進めると共に、産業界が中心となって符号化・変調方式等の既存技術の性能向上を目指すことが重要である。さらに既に実証実用段階にある視覚支援等による有視界飛行や気象情報配信等の情報技術についても、産官が連携して新技術の**実証・実用**を進めていくことが期待される。

#### 「誘導制御系技術」

無人機技術の**実用化**に向けては、機体開発技術、運航安全技術、ネットワークインフラ技術に産学官が一体となって取り組むことが求められる。大学等は空力設計等についての**基礎基盤**研究を行うと共に、産官は連携して軽量・低抵抗機体構造や耐故障等の安全性向上、長時間滞空動力等に関する**応**

用研究を行い、大型無人機等のシステム統合技術の**実証**を目指すことが期待される。また無人機に関しては、技術開発のみならず、産業界や公的研究機関が運航や機体に関する技術基準の提案に取り組むとともに、行政機関が耐空性能や運用資格、運航規則等に関する法制度の整備を検討していくことが望まれる。

防災ヘリの計器飛行、消防飛行艇の空中消火等のための技術に関しては、産官が協力して、視界不良・夜間飛行や、消防防災に必要な特殊技術、及びそれらに対応したワークロード技術や安全確保対策技術等の確立・**実証**に取り組むことが重要である。

#### 「運航系技術」

災害時の最適運航管理技術については、公的研究機関が災害情報共有ネットワークの**実証**や管制官のワークロード低減システムの開発に取り組むと共に、産業界はこれらの技術を**実用化**していくことが求められる。また、災害時における有人機・無人機混在運用の安全性向上についても、公的研究機関と産業界が連携しつつ、衝突回避技術や地上装置と管制の連携システム等の**実証・実用**に取り組むことが望まれる。

### 【長期：技術革新による更なる危機対応能力の向上】

長期的な視点から、航空機利用による危機対応能力をさらに向上させるためには、更なる技術革新が求められる。

#### 「誘導制御系技術」

例えば、ミッションに応じた自律飛行や編隊飛行を行う無人機誘導制御を実現するためには、産学官それぞれが**基礎研究**を積み重ね、自律飛行に資する革新的なアーキテクチャーや飛行経路生成技術などを創出していくことが望まれる。また行政機関には、これらの技術革新に応じて、適切に法制度の整備を検討していくことが望まれる。

## 4.4 我が国の安全保障に資するデュアルユースでの貢献において必要な役割分担

「強化すべき技術と優先度編」で挙げられた技術課題として、戦闘機等の機体構造の重量低減に資する技術、製造コストや維持コストの低減に関する技術、ヘリコプターの機外騒音低減やエンジン燃焼器の低 NO<sub>x</sub> 化、無人機の飛行安全確保に関わる技術などが挙げられている。

これらの技術のデュアルユースを進めるうえでは、産学官連携により、「民生から防衛」、「防衛から民生」という2つの方向性における取り組みを行っていくことが求められる。

民生から防衛に向けては、官が防衛目的において必要とされる機体開発や技術研究・開発プロジェクトを立ち上げる際に、産官が協力して民間で既に確立されている技術

や大学や公的研究機関が保有している技術を調査し、積極的に取り込み、更に官が必要とする要求や仕様に合うように発展させていく、といった産官が連携した開発体制を継続していくことが重要である。

防衛から民生への活動については、防衛目的で開発した防衛省機を、民間機に必要とされる技術を適用し民間転用することで、新規機体開発に比べて開発コストの低減や開発期間の短縮が可能となり、産業界の国際競争力に資することができる。また防衛における生産・技術基盤の維持・向上や、防衛省機と民間転用機の量産効果によるコストの低減も期待される。これにあたっては、産業界が活用したい技術を提示し、官はその申請に基づき民間転用すべき適切な技術範囲を設定し、適切な利用料の負担の下で転用を許諾するという、民間転用のための制度を積極的に活用していくことが求められる。また公的研究機関には、先進的な技術研究成果を民間転用する際の研究協力や、民間転用に際して必要となるTC認証取得に対する技術評価や基準設定といった側面から貢献していくことが期待される。

## 5. あるべき姿の実現を支える共通基盤技術における役割分担

あるべき姿の実現にあたっては、前述の特定の目的を志向した技術だけでなく、様々な分野に汎用的かつ共通的に適用できる技術についても強化していくことが望まれる。このような共通基盤技術の強化は、日本の技術の国際的なプレゼンスの向上にも寄与するものである。共通基盤技術の強化にあたっては、官学が中心となって試験計測や数値シミュレーション、解析評価といった側面から協力・寄与することが求められる。官の役割として、民間や大学では整備の難しい大型で先端的な設備・施設を整備・維持していくことや、飛行試験技術や飛行試験機により新規開発技術の飛行実証機会を創出していくことも重要である。また産業界には、実用に直結する製造、加工、運航、整備等に関する基盤技術を担うことが期待されている。さらに学においては、産官と連携して、様々な技術の基礎となる学術研究の高度化を図ることも重要である。これからの課題として、事故時のデータをはじめとする実運用データを集約したデータベースの構築や、より柔軟な飛行試験の仕組み作りといった共通基盤技術についても、産学官が一体となって取り組んでいくことが望まれる。

## 6. あるべき姿の実現を支える人材育成における役割分担

今後、我が国の航空分野が持続的・安定的に発展していくためには、我が国のあるべき姿の実現を担う上で必要となる、国際的に活躍できる優秀な人材を様々な領域において育成していくことが望まれる。技術者・研究者の育成強化に向けて、教育機関には、体系的な専門教育だけでなく、基礎的なエンジニアリング能力の獲得を目的とした技術教育を充実することが期待される。また産業界は、製造現場における実践経験を通じてこれまで蓄積してきた技術を継承していくと共に、適切な人事制度・キャリアパスを検討すべきである。さらに官には、コンソーシアムや公募型研究制度等により、産学官の相互交流による人材発掘、人材交流の促進及び若手人材への機会提供に貢献することが求められる。

また人材面では、特に「国際的な人材」、「航空機開発のプロジェクトマネジメントができる人材」、「安全性認証に精通した人材」、及び「運航システムを支える人材」の育成が期待されている。

「国際的な人材」の育成については、教育機関である大学において、必要となる語学力や国際感覚の育成を強化し、その役割を中心的に担うとともに、公的研究機関や産業界において国際協力や国際共同開発において人材育成の場を提供することが重要である。

「航空機開発のプロジェクトマネジメントができる人材」の育成にあたっては、産学官が連携することで、幅広い経験を積むことができるようなキャリアパスを構築することが重

要となる。航空機開発のプロジェクトマネジメントにおいては、航空機に関する広範な知識だけでなく、法律、経営、契約等の様々な知識も必要となることから、企業の技術者が、そのキャリアパスの中で、大学で専門的なマネジメント教育等を受けられる機会を設けられるよう産学官が協力していくことが望まれる。

またプロジェクトマネジメント能力を培う上では、実践経験は不可欠であり、人材育成の面からも、新規機体開発や既存機体の改造といった飛行実証を伴う開発プロジェクトの継続的な実施が望まれる。プロジェクトの継続的な実施は、これまで我が国が培ってきた航空技術を継承していく上でも重要である。プロジェクトの創出にあたっては、プロジェクトを企画し、実行に移せるような人材の育成も必要となる。また周囲の技術の発展にともなって、航空機の領域に他分野の新しい技術を取り込んでいくという視点も重要であり、大学等が他分野との技術交流を通じて視野を広げていくことが望まれる。

「安全性認証に精通した人材」については、公的研究機関が、中立的な立場で専門的知識を有する技術者及び研究者を育成する役割を担う。また産業界には技術開発力に加えて、開発した機器が安全基準に適合していること証明する技術を持った人材の育成が期待される。

「運航システムを支える人材」として、今後、航空需要の増大に見合った、次世代のパイロットや整備士、管制官の育成も必要となっている。これに対しては、公的な乗員養成機関でのパイロット養成や、エアラインでの社内人材養成、大学での専門教育といった従来の取り組みに加えて、効率的・効果的な人材育成を目指したパイロットや整備士、管制官の養成技術や訓練技術の研究についても産学官が一体となって取り組むことが望まれる。

## 7. おわりに

本報告書及び「強化すべき技術と優先度編」での検討を通じて、(1)我が国の航空分野が10年後にあるべき姿、(2)あるべき姿を実現するために日本として取り組むことが必要な研究開発課題とその優先度、(3)研究開発課題を達成するための産学官の各部門の役割が明らかになった。

ALL-JAPANで共有された目標の実現に向けて、航空メーカーをはじめとする産業界、大学・学会等の学術界、関係省庁、公的研究機関、そして航空科学技術の推進において中核的機関となるJAXAは、この航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップに従い、適切な費用負担のあり方等についての議論を深めつつ、各々の事業・活動を進めていくべきである。

本報告書に沿い、産学官の各部門が本報告書で示された各々の役割を適切に果た

していくため、航空分野におけるALL-JAPANでの総合的・横断的な体制の構築を通じ、産学官がより密接に連携していくことを期待している。



参考1

航空科学技術ロードマップ検討委員会委員

(委員長)

奥田 章順 株式会社三菱総合研究所  
戦略コンサルティング本部経営戦略グループ  
環境・エネルギー研究本部産業技術戦略グループ(兼任)  
参与 主席研究員

(委員)

民間企業

浅井 雅史 株式会社 JAL エンジニアリング技術部技術企画室 室長(第9回から)  
朝倉 博幸 住友精密工業(株)航空宇宙技術部 部長  
兼 MRJプロジェクトチーム  
金津 和徳 株式会社 IHI 航空宇宙事業本部技術開発センター センター長  
鎌田 清敏 三菱重工業株式会社航空宇宙事業本部 民間航空機事業部  
民間機技術部 次長  
佐々木 嘉隆 川崎重工業株式会社航空宇宙カンパニー技術本部研究部 部長  
久野 正雄 全日本空輸株式会社運航本部グループ  
フライトオペレーション品質企画室 担当部長(第4回まで)  
水間 洋一 株式会社 JAL エンジニアリング技術部技術企画室 室長(第8回まで)  
米丸 雅彦 全日本空輸株式会社オペレーションサポートセンター(第5回から)  
品質推進室フライトオペレーション推進部長  
若井 洋 富士重工業株式会社航空宇宙カンパニー企画管理部長

(五十音順)

大学

澤田 恵介 東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻 教授  
鈴木 真二 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授

(五十音順)

関係省庁等

佐伯 浩治 文部科学省研究開発局宇宙開発利用課長(第4回まで)  
柳 孝 文部科学省研究開発局宇宙開発利用課長(第5回から)  
近藤 智洋 経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課長(第3回まで)  
飯田 陽一 経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課長(第4回から)  
島村 淳 国土交通省航空局安全部運航安全課 課長  
齋藤 賢一 国土交通省航空局交通管制部交通管制企画課  
新システム技術推進官  
山本 憲夫 電子航法研究所 研究企画統括  
野間 俊人 防衛省経理装備局 技術計画官  
伊藤 真 防衛省技術研究本部航空装備研究所航空機技術研究部 部長

(建制順)

**(参考人)**

岩宮 敏幸

宇宙航空研究開発機構執行役兼航空プログラムグループ  
プログラムディレクタ

白水 正男

宇宙航空研究開発機構研究開発本部航空技術研究 統括

参考2

開催状況

【委員会】

第5回委員会 平成 24 年 10 月 31 日

○産学官の役割分担のあるべき姿、方向性に関する議論

第6回委員会 平成 24 年 11 月 27 日

○国際競争力強化(機体)に必要となる役割分担について

第7回委員会 平成 24 年 12 月 19 日

○国際競争力強化(エンジン・装備品・素材)に必要となる役割分担について

第8回委員会 平成 25 年 1 月 25 日

○安全で効率的な運航システム・危機対応に必要となる役割分担について

第9回委員会 平成 25 年 2 月 28 日

○デュアルユース、共通基盤技術、人材育成における役割分担について

第10回委員会 平成 25 年 3 月 22 日

○航空科学技術ロードマップ検討委員会報告書、公開・非公開について

## 用語集

### ARP(Aerospace Recommended Practice)4754

民間航空機の操作環境と機能全体を考慮に入れた航空機システムの開発について説明したガイドライン。認証と製品保証のための要件の検証と設計実装の確認が含まれる。これは、規制順守の実際的方法を示すと共に、企業がこのガイドラインを考慮に入れて独自の内部基準を作成し、その基準を満たすために役立つ。(SAE International ホームページより)

### LCC(Low Cost Carrier)

効率的な運営により低価格の運賃で運航サービスを提供する格安航空会社。米国の航空自由化を契機に登場し、世界的に航空規制緩和が進む中で各地に数多く誕生してきた。

### MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)

ミクロンオーダーの微細加工技術を利用して作られた微小な機械システム。マイクロマシンとも呼ばれる。機械を微小化することにより、省スペース、消費エネルギーの節約をはじめとした省資源などに効果を発揮する。

### MRO(Maintenance, Repair & Overhaul)

設備や機器(主に航空機や運送車両ではあるが、他も含む)の保守、修理、点検を計画、実行すること。または、それらのサポートシステム。

### アスペクト比

翼の細長さを示す値。長方形翼では翼幅を翼弦長で割った値だが、一般の翼では翼幅の二乗を翼面積で割って求められる。グライダーの翼のように細長い翼では、アスペクト比は大きくなる。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

### 異物損傷(FOD: Foreign Object Damage)

航空機において、石、塵、鳥などの異物を吸い込むことによってエンジンが損傷すること。

### オートタクシー

空港における航空機のタキシング(航空機が地上のある地点から別の地点へ走行すること)の自動化。

### オートパイロット

自動操縦システム。飛行経路を設定することで、パイロットが直接操縦しなくても、自動で上昇/巡航/降下/着陸進入を行うシステムのこと。

### オープンローター

ターボエンジンのファンのダクトを外した形式。燃費は大きく改善するが、飛行速度向上や騒音低減が大きな課題。

#### 可変サイクルエンジン

異なる熱サイクルに対応する複数のモードを適切に切り替えて稼働するエンジン。例えばマッハ数 1~3 程度の超音速機においては、飛行経路における亜音速飛行と超音速飛行の割合、その他を総合的に考慮するとターボファン・エンジンとターボジェットの両方のモードを兼ね備えたエンジンが要望される。

#### 軌道ベース運用

全ての航空機の出発から到着までを一体的に管理し、時間管理を導入した4次元軌道に沿った航空交通管理を全飛行フェーズで行う運用。

#### 空地データリンク

データ通信により航空機と地上管制機関との間で行われる情報交換。

#### グローバルサプライチェーンマネジメント(SCM: Supply Chain Management)

サプライチェーンマネジメント(原材料・部品の確保、製造、流通、販売という、消費者に至るまでの財と情報の流れに関する全ての活動を統合して最適に管理すること)の仕組みを1国内に留まらず、世界にある拠点を結んで実施すること。

#### 計器飛行

視界が不良となる気象状態で、計器指示により飛行する方式。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### コアエンジン

エンジンの中心部分の基本コンポーネント。ターボファン・エンジンでは、これにファンとファンを駆動するタービンが付く。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### 構造健全性モニタリング(SHM: Structural Health Monitoring)

構造体に亀裂や劣化等の損傷を検知するセンサ網を組み込み、その構造体の健全性を監視する技術。

#### 後方乱気流

航空機の翼端から後方に流れる空気の渦のことで、後続の航空機の安全確保のため、離発着間隔を狭める際の制限になる。

#### 極超音速

通常、マッハ数で 5.0 以上の速度。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### 自然層流翼

層流(流体の隣りあう部分が混ざりあうことなく流線が規則正しい形を保つ流れ)領域を広くして摩擦抗力を減らすように工夫された翼

#### 垂直離着陸(VTOL: Vertical Take-Off and Landing)機

離着陸の際に滑走しないで垂直の経路をとって上昇及び下降できる能力をもった飛行機。ヘリコプターは、VTOL 機と別に区分するのが一般的。

#### 晴天乱気流

中緯度の対流圏と成層圏の境界である圏界面には、ジェット気流がよく発生する。このジェット気流の周辺に存在するウィンド・シア(特に高度に対する風速変化)に起因する乱(気)流。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### セラミック基複合材(CMC: Ceramic Matrix Composites)

材料組織に強化構造を含むセラミックスベースの複合材。耐熱性に優れ、衝撃力に強い軽量な材料として期待されている。

#### 全地球航法衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite Systems)

民間航空機の航法に利用可能な性能をもつ衛星航法システムの総称(ICAO による定義)。広い意味では、GPS、GLONASS、Galileo などの衛星航法システムの総称としても用いられる。(ENRI 用語集より)

#### ソニッククルーザ

マッハ 0.95~0.98 と限りなく音速に近い遷音速域で飛行することを目標としてボーイング社が開発を構想していた旅客機。音速巡航機とも呼ばれる。

#### ソニックブーム

音波による爆発音。飛行機が超音速飛行をしたときに発生する衝撃波は、飛行機が速度・飛行方向を変えても、空気中を直進して次第に消滅するが、これが地上に伝わると轟音を発して、人を驚かしたり窓ガラスを壊したりする。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### 耐空証明

航空機について、安全性、騒音及び発動機排出物に関する基準に適合することを国土交通大臣が証明すること(航空法第 10 条)。耐空証明を有しない航空機は、航空の用に供することができない(航空法第 11 条)。(国交省用語集より)

#### 短距離(滑走)離着陸(STOL: Short Take Off and Landing)機

ごく短い滑走距離で離着陸することができ、離着陸速度と巡航速度との差が比較的大きい飛行機。

#### 超音速

飛行機の周りの空気の色度速度がどの部分をとっても音速を超えているような速度領域。マッハ数では 1.2~5.0 程度。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### デュアルユース

民間機と防衛航空機の両方で共通的に利用できる技術。

#### 統合情報共有基盤技術(SWIM: System Wide Information Management)

航空に関する様々な情報を、航空関係者(航空管制機関、空港会社、航空会社、その他関連事業者等)が必要なときに必要な情報にアクセスできるシステム。

#### 低騒音運航

空港への進入経路を最適化することにより、航空交通量が増えても地上の騒音暴露面積を現状と同等とする運航。

#### ナノ複合材料

航空機用途の狭義として、炭素繊維強化複合材料(CFRP)に対してその母材樹脂にナノサイズの物質を添加して性能向上や機能付加を図ったもの。引張強さ、弾性率、熱変形温度等の様々な物性の飛躍的な向上が期待される。

#### 熱可塑複合材料

加熱すると軟化し、冷えると固まる熱可塑性樹脂を母材とした複合材料(FRP)。

#### バイパス比

ターボファン・エンジンにおいて、コアエンジン(別記)を通り燃焼に関わる空気流量と、これを除いて推進に供せられる(ファンから吹き出す)空気流量との比。一般に、推力が大きなエンジンはバイパス比が高く、騒音値も低い。

#### バードストライク

鳥衝突。飛行中の航空機に鳥が衝突すること。離着陸の段階で発生する例が多く、全体の約 8 割を占めている。そのため、旅客機の操縦室の窓やエンジンは、鳥との衝突に耐えられるように設計されており、実際に高速で鳥をぶつける試験により安全性が確かめられている。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### パワープラント

航空機の推進力を得るための動力装置の総称で、エンジン本体をはじめ、エンジンの運転に必要な、吸気、燃料制御、点火、始動、潤滑、排気、水噴射などの諸システムが含まれる。(最新航空実用ハンドブック、日本航空広報部編より)

#### 飛行管理装置(FMS: Flight Management Systems)

飛行の管理を行う装置。高精度のコンピュータを利用し、様々な環境下で航空機の性能を最大限に発揮し、燃料消費量を最小で済むように開発された。(航空用語辞典 2011 より)

#### プロダクトミックス

一企業の製造する製品の品種の構成比率。利益の最大化において、プロダクトミックスの効率化は重要な要素となる。

#### 摩擦抵抗低減塗料

翼面上の空気の乱れを抑制することにより摩擦抵抗を低減させるため、翼面上の流れ方向に規則的に並ぶ細かな溝を作るための塗料。

#### 有視界飛行

パイロットの目視に頼って飛行する方式。

#### リージョナルジェット

地方都市間輸送用の小型ジェット旅客機。地域間輸送用旅客機とも呼ばれる。

#### リモートパイロット

遠隔操縦システム。パイロットが直接搭乗しなくても、遠隔で巡航や着陸を行うシステム。

以上