

# 航空科学技術ロードマップ(役割分担編)について

宇宙航空研究開発機構  
平成25年5月23日

# 「航空科学技術ロードマップ」の位置づけ

## ○位置づけ

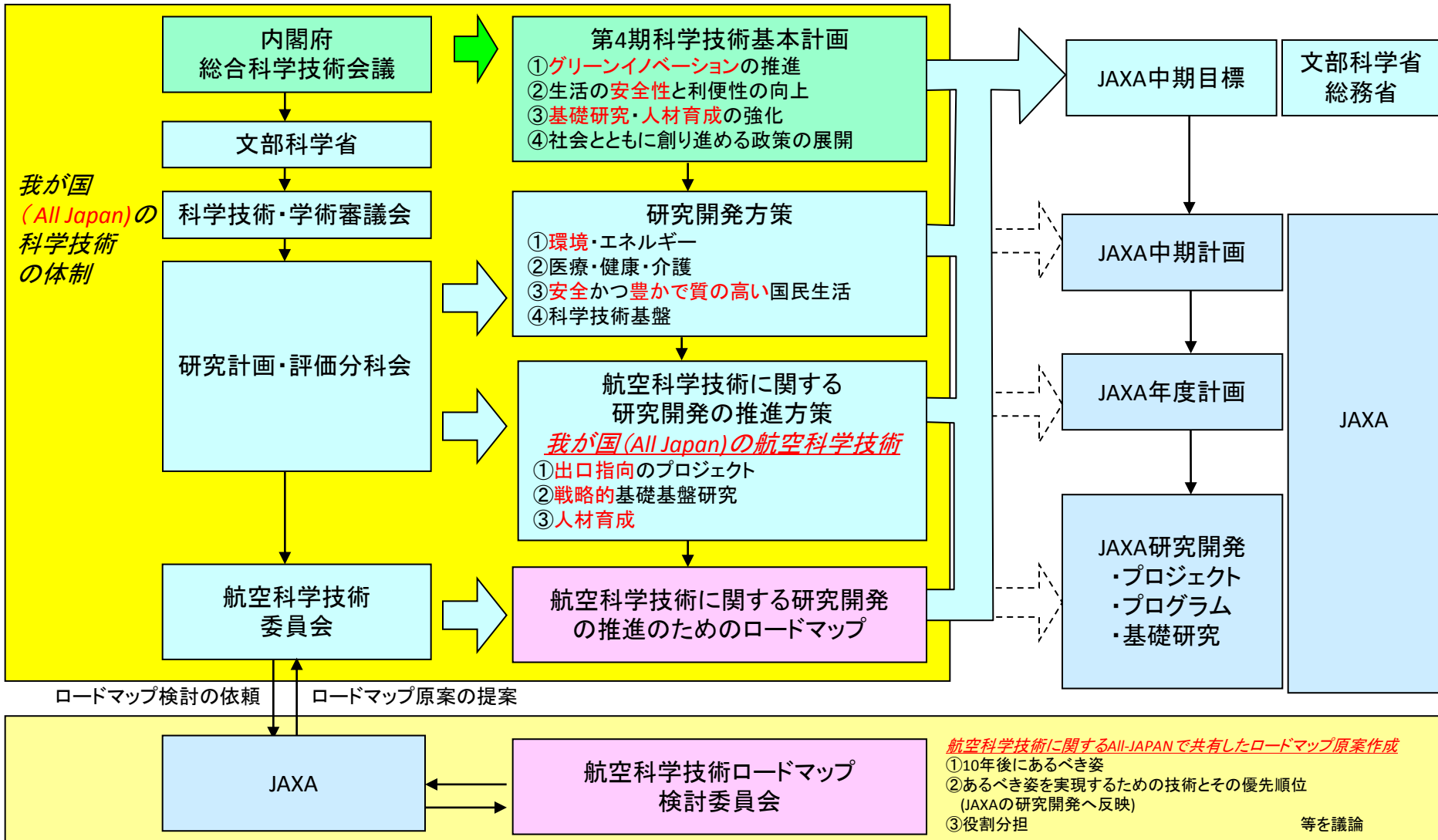
- 第4期科学技術基本計画に基づく、「航空科学技術に関する研究開発の推進方策」を踏まえ、航空科学技術委員会において、我が国の航空分野のステークホルダーが共有すべき「航空科学技術ロードマップ」を策定することとなった。
- 第37回航空科学技術委員会（2012年4月27日）の指示に基づき、JAXA航空担当理事の外部諮問委員会として「航空科学技術ロードマップ検討委員会」が設置（2012年5月）され、メーカー・エアライン・大学・行政機関・公的研究機関等の産学官の各分野の有識者により、下記の諮問事項について検討がなされた。

## ○諮問事項

- ①我が国の航空部門が10年後にあるべき姿
- ②この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優先順位
- ③その研究開発課題を達成するためのJAXA、大学、産業界等、各部門の役割分担

# 「航空科学技術ロードマップ」の位置づけ

- ・ロードマップは、我が国 (All Japan) の科学技術基本計画、研究開発方策、航空科学技術推進方策をブレイクダウンしたものだ。
- ・ロードマップは、JAXA の中期目標や中期計画を通じて、JAXA の研究開発へ反映。



# 「航空科学技術ロードマップ」のこれまでの経緯

- 諮問事項①(あるべき姿)と②(研究開発課題及び優先度)に関しては、2012年7月25日まで5回のロードマップ検討委員会で検討
  - 第38回(2012年7月18日)及び第39回(8月21日)航空科学技術委員会にて審議の上、了承
  - 「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」として公表
- 諮問事項③(役割分担)については、引き続き、ロードマップ検討委員会にて検討することを上記、航空科学技術委員会において決定し、検討を継続
  - これを受けて、2012年10月31日から2013年3月22日の間に開催した6回のロードマップ検討委員会を開催
  - 今回の報告内容は、ロードマップ検討委員会において役割分担について議論、検討を行い、その結果を提言としてとりまとめたもの

# 航空科学技術ロードマップ検討委員会 構成員 (原案策定時)

## (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 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  
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  
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  
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

### 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 (以上、五十音順)

### 関係省庁等

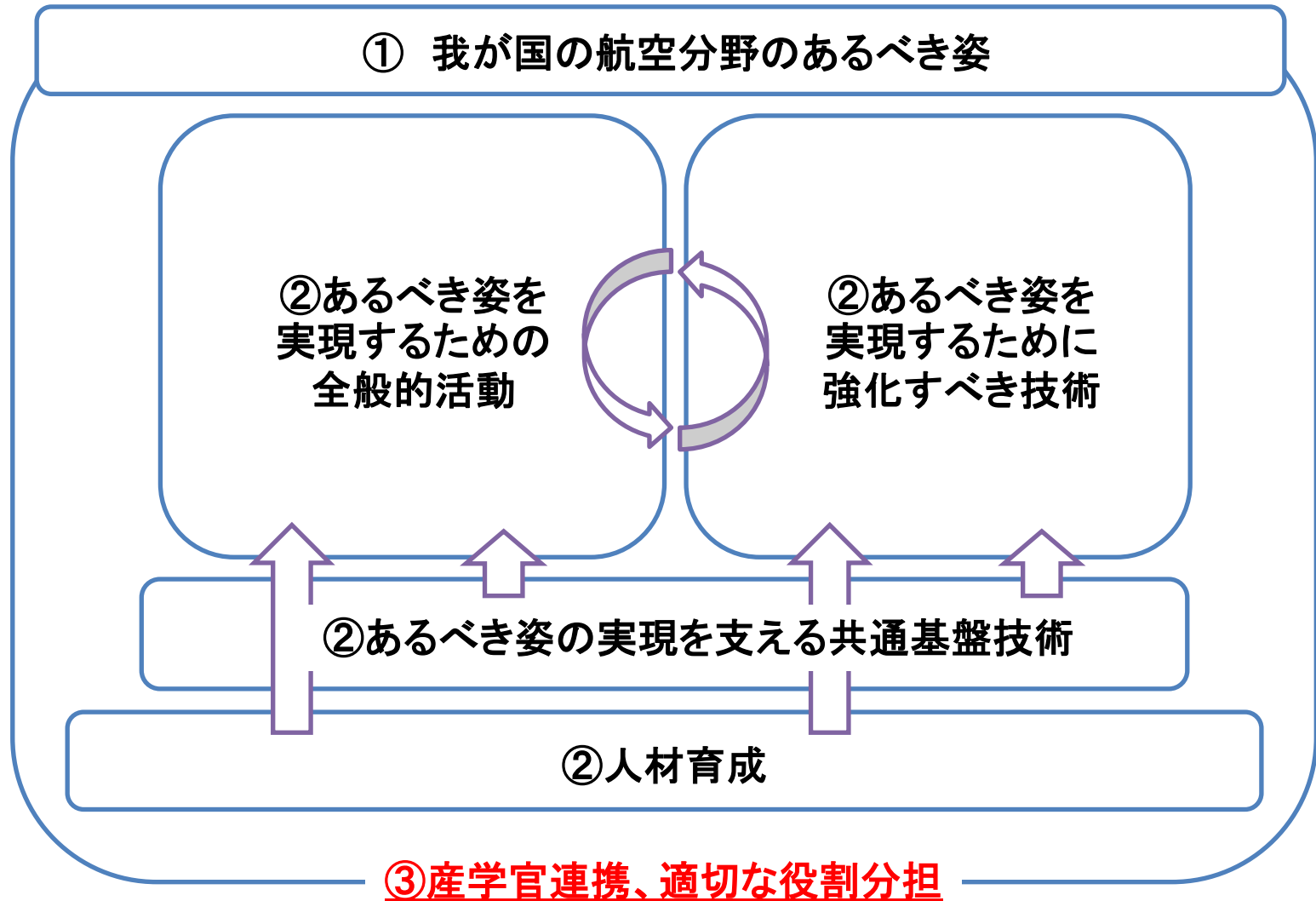
柳 孝 文部科学省 研究開発局宇宙開発利用課長  
飯田 陽一 経済産業省 製造産業局航空機武器宇宙産業課長  
島村 淳 国土交通省 航空局安全部運航安全課 課長  
齋藤 賢一 国土交通省 航空局交通管制部交通管制企画課新システム技術推進官  
山本 憲夫 電子航法研究所 研究企画統括  
野間 俊人 防衛省 経理装備局 技術計画官  
伊藤 真 防衛省 技術研究本部航空装備研究所航空機技術研究部 部長 (以上、建制順)

# 航空科学技術ロードマップ検討委員会の開催状況

	開催日	議題	対応する諮問事項	報告書
事前検討会	平成24年4月25日	我が国の航空部門があるべき姿について(各ステークホルダによる施策の紹介)	① 航空部門が10年後にあるべき姿  ②あるべき姿を実現するために強化すべき技術とその優先度	ロードマップ (強化すべき技術と優先度編) ↓ 第39回航空科学技術委員会 (8/29)にて策定
第1回委員会	平成24年5月17日	我が国の航空部門に求められる方向性(戦略)及び獲得しなければならない技術や活動		
第2回委員会	平成24年6月11日	我が国が取り組むべき技術の優先度に関する議論		
第3回委員会	平成24年6月28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		
第4回委員会	平成24年7月25日	航空科学技術委員会のご指摘の反映等について		
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	③ 産学官の役割分担	ロードマップ (役割分担編)
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		

⇒ 第5回から第10回の検討委員会において、今回、ご審議いただく報告書案を検討

# 「航空科学技術ロードマップ」の全体構成と「役割分担編」の位置づけ



- ①②: 第39回航空科学技術委員会にて、「ロードマップ(強化すべき技術と優先度編)」として策定  
③: 今回、「ロードマップ(役割分担編)」として報告書案を作成

# 産学官の役割分担の基本的な考え方

## 1. 機能・特徴から見た役割分担

	各機関の役割
産	<u>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</u> 、修理、リサイクル、課題の識別及びその解決、それ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
官	<p>①行政機関の果たすべき役割  <u>航空法や制度の整備、認証、国際基準の提案</u>、科学技術研究開発政策、教育・人材育成政策、航空産業振興支援政策、防衛関連政策</p> <p>②公的研究機関の果たすべき役割  <u>飛行実証型研究開発、大型設備による試験評価、基盤的研究開発、産業界で識別された課題の解決に対する支援</u>、数値シミュレーション、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</p>
学	<u>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、学生教育、産業界の人材育成支援(社会人教育)</u> 、学生や研究者間の国際的なネットワークの構築、産業界で識別された課題の解決に対する支援など

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



# 産学官の役割分担の基本的な考え方

## 2. 研究開発段階(TRL)と優位性の観点から見た技術開発の役割分担

### 通常の技術開発 (図1中の①②③の場合)

- 「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の優位性を向上させた上で、「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

### 優位性が低い状態で、既に実用段階にある技術の開発(図1中の④の場合)

- 「産官学」が協力し、あるべき姿に向けた課題解決活動を進め、実用に供されている技術の優位性や満足度を高めていくことが求められる

### 技術成熟度も優位性も低いが緊急性・必要性の高い技術の開発(図1中の⑤⑥の場合)

※市場機会創出のために優位性の高い技術の実用化を急ぐ必要がある場合、実用化に必須の認証技術、国として保持すべき安全技術など

- 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力に技術開発を推進していくべき

# 産学官の役割分担の基本的な考え方

## 2. 研究開発段階 (TRL) と優位性の観点から見た技術開発の役割分担

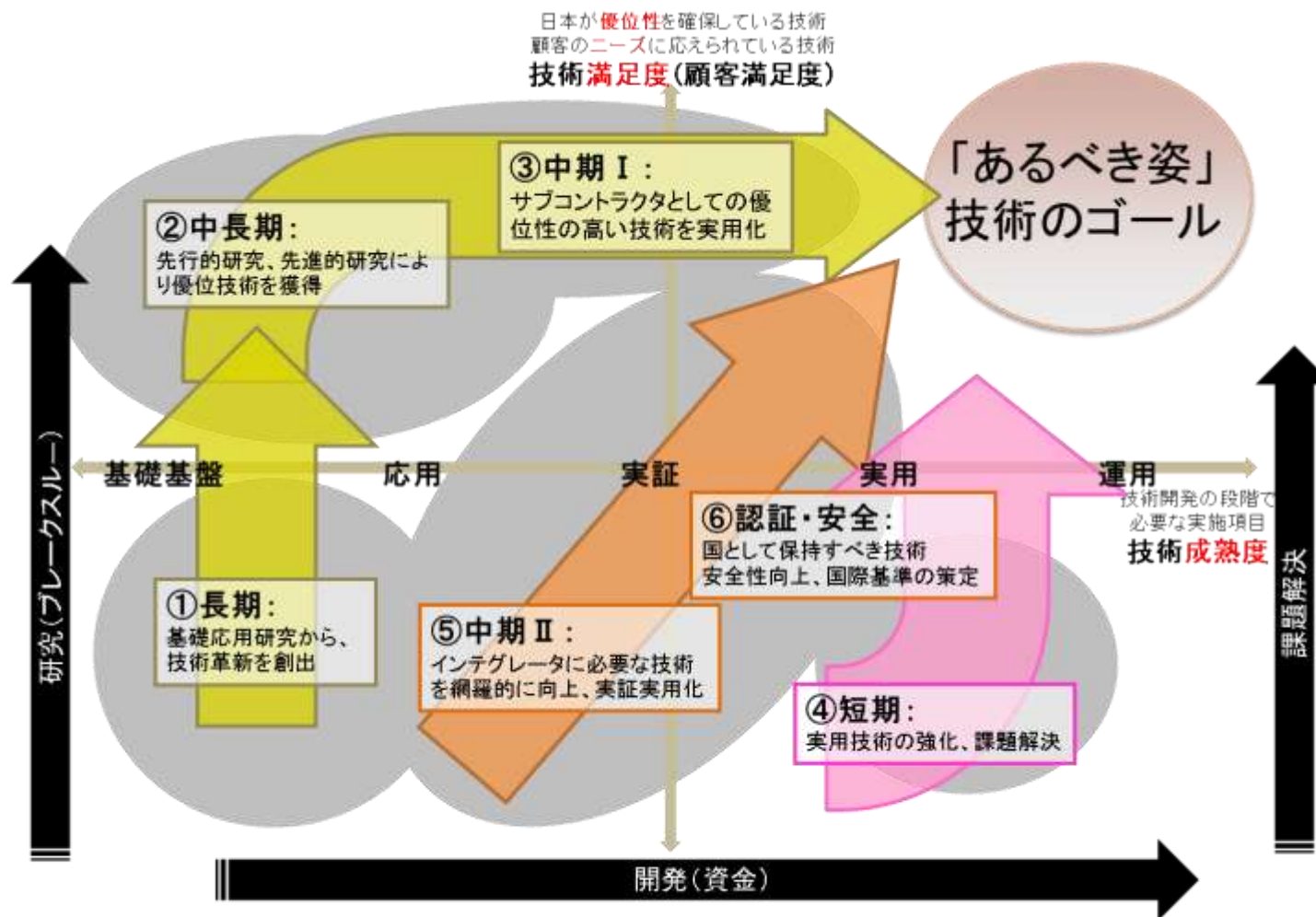


図1 強化すべき技術の役割分担の分析手法

# 強化すべき技術と役割分担(例)

## I. 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化【機体】

		あるべき姿	実現するために強化すべき技術
機体	短	リージョナルジェット分野で競争力	開発課題解決、インテグレーション技術、低コスト化、認証 等
	中	リスクシェアパートナーとして高い地位	生産管理、複合材高性能・軽量化、更なる低コスト化 等
		リージョナルジェットで更なる競争力	全機システム設計、機内/機外騒音低減、高ひずみ複合材 等
	長	技術革新	無人機、全電動化、空地データリンク、革新的な機体 等

**産**

- ・実機製造を通じた実用経験の蓄積
- ・新技術の実機への適用
- ・大型部材の複合材一体成型技術等の製造現場適用
- ・安全性を証明する手法の提案
- ・電動関連技術の安全性・信頼性向上 等

**官**

- ・耐雷性等の複合材の高機能創出
- ・騒音低減、空力抵抗低減等技術の飛行実証
- ・無人機の飛行安全技術
- ・実運用における課題解決支援 等

**学**

- ・革新的機体概念や技術の概念創出
- ・基礎的研究を通じた試験基準策定への貢献
- ・実運用における課題解決支援 等

# 強化すべき技術と役割分担(例)

## I. 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化【エンジン】

		あるべき姿	実現するために強化すべき技術
機体	短中	リスクシェアパートナーとして高い地位	低騒音化、軽量複合材ファン、セラミック基複合材(タービン)、耐熱金属、高温高圧系要素技術、ライフサイクル最適設計、低コスト製造、認証、整備 等
	長	電動推進や革新的な航空機の実現に向けて主体的な役割	脱化石燃料技術、電動推進 等

### 産

- ・加工製造技術、実機エンジン適用技術の獲得
- ・実用データの蓄積
- ・安全性を証明する手法の提案
- ・水素燃料や電動推進等の市場開拓 等

### 官

- ・高効率化エンジン設計技術獲得、コンセプト実証
- ・高効率ファンタービンやコアエンジン、耐熱金属材料等技術実証
- ・優位性のある試験評価技術の獲得
- ・材料試験データ蓄積 等

### 学

- ・複合材、耐熱金属等の基礎研究
- ・革新的な要素効率向上・重量低減技術創出 等

# 強化すべき技術と役割分担(例)

## Ⅱ. 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

	あるべき姿	実現するために強化すべき技術
短中	安全性向上、効率(低コスト)化、利便性・運航量増大・環境両立の運航継続、運航データ蓄積	ヒューマンファクター対応技術、乱気流検知・突風荷重軽減化、無人機安全確保、低コスト非破壊検査、機体安全性向上、複合材メンテナンス、高精度衛星航法、地上・機上統合航空管制システム、低騒音運航、運航データ蓄積・解析等
長	安全性の向上、効率化	自律型飛行機、完全自動着陸、高精度・高効率飛行制御、ワンマンパイロット等

### 産

- ・機上アビオニクスの開発、サービス方式確立
- ・高応答搭載用アクチュエーター
- ・突風応答・荷重軽減システム・ライダ実用化
- ・無人機混在運航の実システム適用
- ・運航データ収集

### 官

- ・実験用航空機活用、マンマシーンインターフェイス研究
- ・突風応答・荷重低減飛行実証、ライダ小型化
- ・無人機パイロット/機体認証制度、実空域での飛行実証
- ・地上機上統合システムの認証方式確立
- ・運航データ蓄積等

### 学

- ・人間工学、運航技術伝承の基礎研究
- ・革新的な制御技術の創出
- ・無人機・有人機間情報共有の基礎研究
- ・統合型機上システムアルゴリズム研究
- ・ビッグデータ解析システム検討等



# 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、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基盤技術の強化も必要

**産**

- ・実用に直結する製造、加工、運航、整備等に関する基盤技術
- ・事故時のデータ等の実運航データの収集/集約

**官**

- ・試験計測、数値シミュレーション、解析評価
- ・大型で先端的な設備・施設の整備・維持
- ・飛行試験技術や飛行試験機による新規開発技術の飛行実証機会創出
- ・より柔軟な飛行試験の仕組み作り

**学**

- ・試験計測、数値シミュレーション、解析評価
- ・集約したビッグデータの分析・解析

# 人材育成における役割分担

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、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必要

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
- ・運航システムを支える人材(パイロット、整備士、管制官)

産

- ・製造現場における実践経験
- ・技術継承
- ・適切な人事制度、キャリアパス
- ・新技術の安全適合性を証明できる人材

官

- ・コンソーシアムや公募型研究制度による産学官の人材交流・人材発掘促進
- ・飛行実証を伴う開発プロジェクトの継続的な実施
- ・事故調査等に貢献できる中立的で専門的人材

学

- ・体系的な専門教育
- ・基礎的な技術教育
- ・マネジメント教育等の社会人教育
- ・他分野との技術交流
- ・語学教育

# (参考)我が国の航空分野のあるべき姿

## I. 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】

短期	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	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。
長期	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】

短・中期	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。
長期	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】

短期	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	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】

短・中期	炭素繊維複合材技術において国際的競争力を有する。
長期	複合材に代わる革新的な素材が活用されている。

## II. 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

短・中期	<ul style="list-style-type: none"><li>・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。</li><li>・低コストな航空輸送が実現され、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。</li><li>・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。</li></ul>
長期	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。

## III. 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

短・中期	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、航空機利用による危機対応能力が構築されている。
長期	技術革新により、危機対応能力が向上している。

## IV. 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

短・中期	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、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防衛部門にも貢献している。
------	--



# (参考)強化すべき技術編の概要

## 1. あるべき姿を実現するための全般的活動

### I. 世界の市場環境や産業構造の変化への対応

- 国際競争力のある主要部品素材の製造技術、製造ネットワーク形成
- 異業種取り込みによる新たなビジネスモデルの開拓
- MRO (Maintenance, Repair & Overhaul)も含めたライフサイクルでの事業への取り組み、国内バリューチェーン構築
- 認証取得プロセスの国内体制の強化
- 新素材・新製造法等の国際標準化及び国際標準とのコンパチビリティの確保

### II. 安心・安全な社会や経済活動を支える社会インフラ構築への対応

- 安全かつ効率的・経済的な運航のための航空交通システムへの変革
- 災害時に有用な無人機の法的整備、運用体制確立

### III. 安全保障への対応

- 新技術製品の防衛と民生のデュアルユースによる調達価格の低減化
- 共通的技術課題における防衛・民生間の協力



### 上記を実現する共通事項

- 地域クラスターの形成や、検査や法務等に係る知識・経験の共有化に向けた産学官連携体制の構築
- 人材交流やサプライチェーンの国際化の強化
- 大学等の革新的な技術シーズを活用できる仕組み構築

## 2. あるべき姿を実現するために強化すべき技術

### I. 我が国の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化

		あるべき姿	実現するために求められる技術
機体	短	リージョナルジェット分野で競争力	開発課題克服、インテグレーション技術、低コスト化、認証
	中	リスクシェアパートナーとして高地位	プロセス管理向上、複合材高性能・軽量化、低コスト化継続
		リージョナルジェットで更なる競争力	全機システム設計、騒音低減、複合材構造設計
長	技術革新	無人機、全電動化、空地データリンク	
エンジン	短中	リスクシェアパートナーとして高地位	革新軽量複合材(ファン)、セラミック基複合材(タービン)、高温高圧系要素技術、耐熱金属、低コスト化
	長	革新的な航空機に向けた役割	水素燃料等の代替燃料技術
装備品	短	機体開発における高貢献度	競争力強化への取り組み、認証技術強化
	中長	要素技術で先進の技術力を身につけ、高競争力・高貢献度	オートパイロット、電動化、無線データ通信、有害物質の排除技術等の環境に優しい製品設計
素材	短中	CFRPで高い国際的競争力	複合材の活用技術の改善・開発
	長	複合材に代わる革新素材	カーボン繊維に代わる新素材の開発、新素材適用技術

### II. 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

短中	安全性向上、効率(低コスト)化、利便性・運航量増大・環境両立の運航継続、運航データ蓄積	操縦自動化、パイロット支援、自動衝突防止、乱気流検知、突風荷重軽減化、無人機安全確保、構造健全性モニタ、複合材メンテナンス、高精度衛星航法、低騒音運航等
長	安全性の向上、効率化	革新的技術による航空機開発(障害に強い、低コスト)

### III. 航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上

短中	航空機利用での危機対応能力	通信高度化、有視界飛行、災害情報統合化、高速大容量通信、無人機、最適運航管理
長	技術革新	無人機技術(ミッションに応じた自律飛行技術等)

### IV. 我が国の安全保障に資するデュアルユースでの貢献

## 3. あるべき姿の現を支える共通基盤技術



## 4. 人材育成

