

航空機分野

(航空機産業の成長の可能性)

世界の航空機産業は約50兆円、家電の6倍以上という規模を有するのみならず、民間航空機数では年率4%の成長と今後20年間で約2万6千機(約300兆円)の市場規模が見込まれている。歴史的に、防衛航空機産業と民間航空機産業はともに発展してきたが、昨今、国防予算は世界的には抑制的な傾向にあり、航空旅客に支えられた民間航空機需要による発展が特に期待されている状況にある。

しかしながら、自動車や家電の市場で欧米と互角以上の競争力を有する現状に比べれば、次世代産業の中で中核的な役割を果たす航空機産業において、我が国産業は潜在力を十分に発揮しておらず、我が国航空機産業の成長の可能性は大きいものと考えられる。

(製造業を支える基幹産業)

航空機は、自動車の100倍、約300万点の部品からなり、大手重工メーカーの一次下請けが約1,200社、従業員約2万人に上るなど、広い裾野産業を伴う。また技術的にも、低温・高温等の極限環境でも自動車の100分の1の故障率など高い信頼性を求められるため、要素技術からシステム技術まで、様々な領域に於ける先端技術に支えられている。このため航空機関連技術の高度化は、高度信頼性産業を中心とした我が国の産業基盤全体の高度化に繋がるという意味を有する。

また、民間航空機と防衛航空機の共通性のため、航空機に係る産業・技術基盤は、防衛産業・技術基盤としての側面も有し、安全保障の観点からも維持・育成が重要である。

(世界における航空機産業の構造の変化)

航空機産業においては、ボーイングやエアバスといった航空機メーカーによる単独の全機の開発に個々の部品サプライヤーが協力する旧来の形から、主翼、胴体、といったサブシステム毎に1st Tier サプライヤーを開発段階から参加させ、それらにサブシステム内のインテグレーションを任せつつ、自らはサブシステムを繋ぐ全機インテグレーションに集中するというやり方が趨勢になっている。さらに、航空機メーカーや1st Tier サプライヤーは、部品・素材の調達にあたり、国外からの調達や国外への投資も含めた選択肢の中から最適な調達先、調達方法を選定している。

このように、航空機のサプライチェーンは全世界的かつ階層的な構造へと大きく変化しつつあり、我が国航空機産業が競争力を強化するためには、この趨勢を十分踏まえた戦略が必要とされている。

(国産旅客機プロジェクトの進展)

こうした中、国内外で着実に成長が見込まれる市場を対象とした国産小型ジェット旅客機の開発であるMRJプロジェクトが進行中であり、平成20年3月の事業化決定を受けて、本格的な開発が始まったところ。

我が国の強みである部品・素材技術をいかした機体の全機開発を我が国メーカーが行うことは、我が国の部品・素材メーカーにとっても、部品・素材の採用等を通じて技術的競争力や信頼性を獲得する絶好の機会であり、これは、将来の国際共同開発において我が国部品・素材産業の役割を維持・拡大することにも繋がると期待される。さらに、高い信頼性を求められる航空機産業において、我が国部品・素材メーカーがその技術的水準を向上させることは、高度信頼性産業を中心とした我が国の産業基盤全体の高度化に繋がることが期待される。

航空機分野の技術戦略マップ

I. 導入シナリオ

(1) 我が国航空機産業が目指すべき方向性

MRJプロジェクトは、国際共同開発を通じて蓄積した部品・素材に関する技術に加えて、全機インテグレーション技術を獲得して、機体の全機開発を目指すものであるが、MRJを単に一つのプロジェクトの成功に留めることなく、航空機産業全体、ひいては、高度信頼性産業を中心とする我が国製造業全体の発展の契機とすることを旨とする。この際、国際共同開発及び全機開発について、以下の方向性を旨とすることとする。

機体・エンジンの全機開発

- MRJプロジェクトが、平成20年3月の事業化決定を経て本格的な開発に移行したことを受けて、プロジェクトの成功を期すこと。
- 市場の成長が見込まれるリージョナルジェットやビジネスジェットといった小型航空機について、小型・大量生産という性質を踏まえて我が国産業が強みを発揮し、全機開発において確固たる地位を確保すること。
- エンジンについて、国際共同開発における役割向上にとどまらず、必要な技術的優位性を確保する等を通じ、我が国が50%以上の役割分担を担うエンジンの開発を進めること。

国際共同開発における地位の維持・拡大

- 1st Tier サプライヤーによるサブシステムのインテグレーション及びサプライチェーンの階層化という世界の航空機産業の趨勢の中、機体の国際共同開発においてボーイング767, 777, 787とシェアを拡大してきた我が国航空機産業が、今後とも引き続き役割を維持・拡大すること。
- この際、我が国航空機メーカーが1st Tier サプライヤーとしての地位を確保することのみならず、炭素繊維や装備品等の部品・素材メーカーにおいても、技術的優位をいかし、海外のインテグレーターによる採用を含めサプライチェーンの中での役割を維持・拡大すること。
- エンジンの国際共同開発においては、我が国は9%~30%のシェアで共同開発に参加するなど一定の役割を担うようになってきているが、新方式のエンジンの動向も視野に入れつつ、必要な要素技術での優位性を獲得し、質の面でもより高度な役割を担うこと。
- 長期的には、将来見込まれるSSTの国際共同開発においても、我が国産業界が然るべき役割を果たすこと。

(2) 研究開発支援の重点等

上述の方向性を旨とするため、重点的に支援すべき技術については以下のとおりとし、これら技術について、航空機を対象とした研究開発支援策及び広く産業技術を対象とした研究開発支援策のうち航空機関連技術にも裨益するものを組み合わせながら、支援を行う。あわせて、国の研究機関・研究開発インフラのあり方について以下のような検討を行った上で、必要な施策を講ずる。

重点的に支援すべき技術について

(a) 中核的要素技術

- 「材料・構造技術」：地球温暖化問題の顕在化や燃料価格高騰といった環境変化によって重要性が増している省エネ用炭素繊維複合材技術や、複合材適用拡大の趨勢に伴って必要となる、複合材の高度成形技術や信頼性向上技術等。
- 「空力技術」：燃費低減効果が大きい空力抵抗の軽減のために、実際の空力現象を再現し、最適な機体形状を設定するための先進的なCFD技術、高度な風洞試験技術・計測技術等。
- 「装備品（システム）技術」：安全性向上のための先進操縦システムや先進コックピット

システム技術、省エネ・軽量化・整備性向上を実現し、国際共同開発における我が国産業の役割拡大に資する装備品技術。

- 「エンジン要素技術」：同様の要請から、新方式を含めた軽量・高性能なエンジンを実現するために重要性が増している、耐熱セラミック複合材や複合材ファンに関する技術等。
- (b) 機体・エンジン全機開発技術
- 環境適応型高性能小型航空機及び環境適応型小型航空機用エンジンを実現する技術や、将来的な超高速輸送機の実用化に向けた技術のうち、要素技術ではなく全機インテグレーション技術に分類される技術。

国の研究機関・研究開発インフラによる支援

- 国の研究機関は、民間企業との連携による研究開発、航空機関連の試験設備の整備、供与、技術移転等を通じて、我が国航空機産業の発展を促進することが重要である。

(3) その他

人材育成について

- 大学から有用な人材を航空機産業に迎えるとともに、開発から次期開発までのサイクルの長い航空機産業において継続的に人材を育成することが重要である。

防衛調達等を通じた航空機産業の高度化について

- 効率的な研究開発や生産に向けたインセンティブ等を通じて我が国の航空機産業・技術基盤の維持・育成にも資する防衛調達・研究開発が実現するよう、引き続き関係省庁と連携することが重要である。
- 防衛機の民間転用を円滑化するための制度整備等について、関係省庁と連携することが重要である。

その他

- MRJの全機開発は、我が国として全機インテグレーション技術を獲得するという意義にとどまらず、国内航空機メーカーが部品・素材産業とともに、最新の技術に関する必要なデータを蓄積しつつ型式承認を取得するプロセスを経験することによって、その後の国際共同開発等に参加するに当たっての競争力を身につけるというビジネス上の意義も有する。
- 中小企業のネットワーク化や認証取得により、我が国の部品・素材の採用拡大を図ることが重要である。
- 航空機部品へのRFID導入を進めることにより、整備業務等における効率化や高付加価値化を目指すことが重要である。

II. 技術マップ及びロードマップ

(1) 技術マップ

航空機分野における技術マップの作成に当たっては、航空機分野の技術課題を 材料・構造技術、空力技術、装備品（システム）技術、エンジン要素技術、全機インテグレーション技術、防衛省機民間転用技術の6つに分類して整理した。

なお、超音速機開発については、導入シナリオ上は全機開発技術に位置づけているが、用いられる個々の要素技術が極めて高い水準を要求されることから、各要素技術に分解して整理した。

(2) 重要技術の考え方

技術マップにおいて抽出された各技術項目は、我が国航空機産業の基盤技術の向上にいずれも不可欠であり、官民の一体的取組または民間の主体的な取組によって積極的な開発が望まれる。その中で、

安全性・環境適合性・経済性等の社会的ニーズが高い技術

航空機産業のみならず、他産業も含めて波及効果が高い技術
我が国主導の航空機開発や国際共同開発への主体的参画に必要な技術
国際的な技術動向を踏まえ、緊急性が高い技術
等については、重要技術と位置づけ、技術マップ中に色分けして表示する。

(3) 改訂のポイント

ロードマップについて、必要なアップデートを行った。

航空機産業の高度化への総合的な体制

目標

全機開発
環境適応型高性能小型航空機、小型ビジネスジェット等の機体開発
エンジン開発

国際共同開発における地位向上
中大型旅客機(中期的)、超音速旅客機(長期的)
エンジン

製造業全体の
底上げ

その他の
産業分野

防衛機

航空機産業基盤

民間機

調達等

維持・高度化への総合的支援

技術的波及

支援

支援

防衛機の研究
開発及び調達

航空機産業政策

JAXA航空

産総研

効率的な研究
開発及び調達

連携

人材育成支援

ビジネス面からの支援
貿易保険、RFID活用、中小企業支援等

国の研究開発機関及び
研究開発インフラの整備

防衛機民間転用の
円滑化支援

導入シナリオに沿った研究開発支援

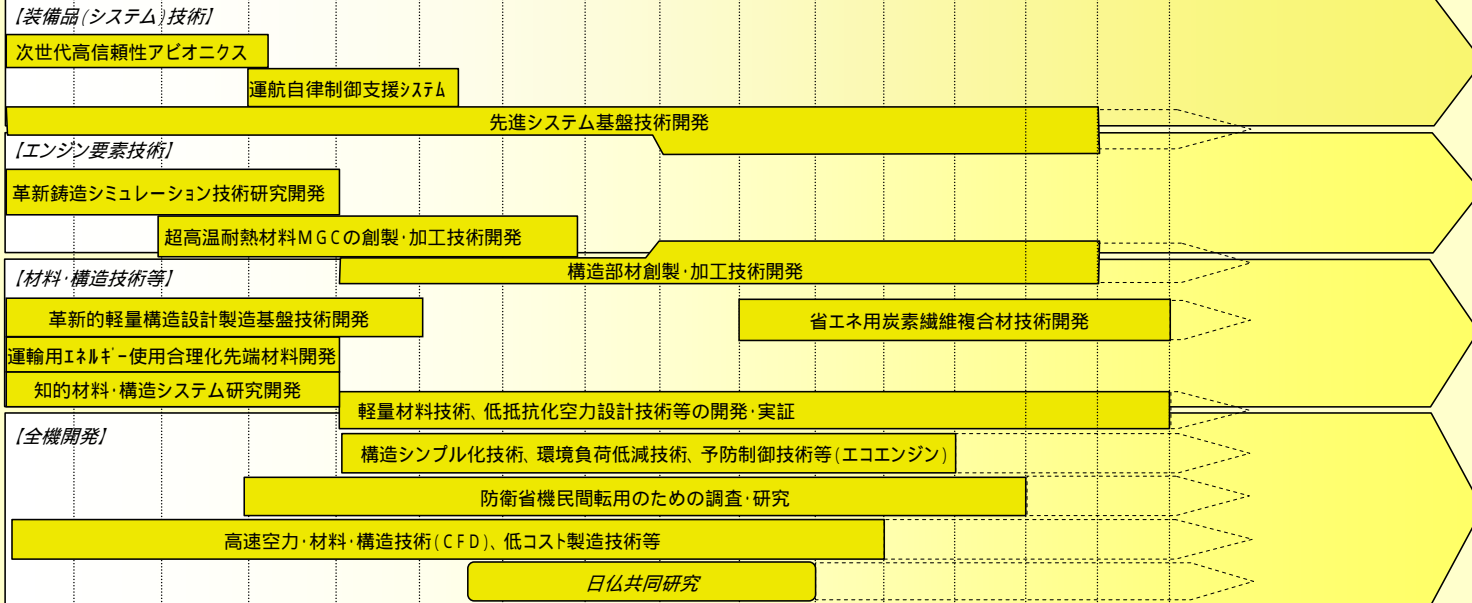
航空機産業政策においては、
・導入シナリオに沿った技術支援
・人材育成支援
・ビジネス面からの支援
等を講じるとともに、
・JAXAや産総研の航空関係部門が産業界
に有益な支援・インフラを提供すること
・防衛省の研究開発及び調達、航空機産
業の高度化にもつなげる形で行われること
等を確保するよう、政府内での調整を行う。

導入シナリオ

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

研究開発の 取組み

〔広く産業技術を対象
とした研究開発のうち
航空機関連技術にも
裨益するものを含む〕



国際共同開発

小型民間輸送機用エンジン(CF34-8)

中小型民間輸送機用エンジン(CF34-10)

次期中型民間輸送機(B787)

全機開発技術の中大型機国際
共同開発への適用や超音速旅
客機国際共同開発における地
位の獲得など、将来の国際共
同開発へのより高いレベルで
の参加

航空機分野の技術マップ

中核的要素技術	材料・構造技術	構造設計技術	構造安全設計技術		低燃費化技術	次世代飛行制御システム技術		
			軽量構造様式技術			全電化技術	油圧アクチュエータ電化技術	
			空力弾性向上技術				空調系統全電化技術	
		健全性診断技術	センサ高性能化技術		システム高度化技術	発電及び配電装置高効率化技術	環境適合性技術	代替発電技術
			システム高度化技術					灯火装置省消費電力化技術
		材料軽量化技術	複合材料高性能化技術	多機能化技術		機内快適性向上技術	低騒音化技術	クリーンエネルギー貯蔵技術
				高強度・高靱性化技術				新材料／プロセス適用技術
				耐熱性向上技術				有害ガス代替技術(代替フロン、ハロン等)
			金属材料高性能化技術	高強度化技術				空調／与圧装置最適制御技術
		耐熱性向上技術		機内騒音低減技術				
		低コスト製造技術	複合材成形技術	非加熱成形技術		エンジン要素技術	クリーン燃料技術	燃料騒音低減技術
				液相成形技術				低Nox燃焼技術
	自動積層技術			低スモーク燃焼技術				
		金属材料成形技術		組立コスト削減技術	金属材料加工/接合技術	高性能化技術	要素高性能化技術	
		複合材料一体成形技術					複合材料一体成形技術	冷却高性能化技術
	客室居住性向上技術	客室スペース極大化技術		客室振動低減技術		高温化技術	エンジン高性能化技術	
		客室振動低減技術		非破壊検査技術			耐熱合金技術	
	点検・修理性向上技術	複合材修理技術		材料評価技術		軽量化技術	耐熱複合材技術	
		構造試験技術		構造試験技術			モノリシックセラミックス材技術	
	空力技術	安全性向上技術	安定性・操縦性向上技術	失速防止・回避技術		信頼性向上技術	コーティング技術	
				後流渦消散技術			複合材設計製造技術	
				ポルテックス・リング状態の回避技術			軽量合金技術	
		低騒音化技術	空力弾性向上技術		離着陸騒音低減技術		低コスト化技術	軽量樹脂化技術
			超音速ソニックブーム低減技術		超音速機低騒音ロータ技術			運用信頼性向上技術
			機内騒音低減技術		回転翼機低騒音ロータ技術			部品検査技術
回転翼機低騒音ロータ技術			回転翼機低騒音ロータ技術		構造信頼性向上技術			
揚抗特性向上技術		離着陸特性向上技術		亜音速巡航特性向上技術		基盤技術	構造シンプル化技術	
		境界層制御技術		誘導抵抗・干渉抵抗低減技術			低コスト製造・補修技術	
		超音速巡航特性向上技術		超音速巡航特性向上技術			低コスト組立技術	
		極超音速巡航特性向上技術		回転翼機空力特性向上技術			シミュレーション技術	
		回転翼機空力特性向上技術		回転翼機空力特性向上技術			試験・計測技術	
基盤技術	解析技術	CFD最適設計技術		試験技術	飛行試験技術	耐空性評価技術		
		高精度CFD解析技術				高精度風洞試験技術		
		空力騒音解析技術				実環境模擬風洞試験技術		
	高精度風洞試験技術		先進的計測技術					
装備品(システム)技術	飛行安全向上技術	パイロット支援技術	状況認識向上技術		全機インテグレーション技術	機体のインテグレーション技術		
			意思決定支援技術			エンジンのインテグレーション技術		
			操縦支援技術			工程マネージメント技術		
		次世代航空交通システム技術		防衛省機民間転用技術		防衛省機民間転用技術		
		燃料タンク防爆技術				耐雷性向上技術		

重要技術

航空機分野のロードマップ(1)

		2005(H17)	2010(H22)	2015(H27)	2020(H32)
		構造設計技術 目標: 複合材等新材料のメリットを最大限に発揮する設計技術			
構造設計技術	構造安全設計技術 / 軽量構造様式技術	軽量構造基盤技術 耐衝突・衝撃構造基盤技術	軽量構造設計技術基盤高度化 耐衝突・衝撃構造設計基盤技術高度化	新材料、健全性診断技術による軽量構造設計技術基盤技術 ナノ・3D・ハイブリッド・耐熱複合材、次世代Mg、Al-Li合金活用	新材料、健全性診断技術による軽量構造設計技術高度化 ナノ・3D・ハイブリッド・耐熱複合材、次世代Mg、Al-Li合金活用技術高度化
	空力弾性向上技術		空力弾性向上基盤技術 スマート材料・モーフィング基盤技術	空力弾性向上基盤技術高度化 スマート材料・モーフィング基盤技術高度化	革新的空力弾性向上技術 革新的スマート材料、モーフィング構造技術
		健全性診断技術 目標: 従来を超える信頼性システム(リアルタイムモニタ検知精度等)			
健全性診断技術	センサ高性能化技術	光ファイバセンサ等高性能化技術(基盤) (点検時・リアルタイム欠陥検知)	センサ高性能化技術(高度化) 光センサ等開発(リアルタイム検知、精度向上)、信頼性・耐久性の飛行実証		
	システム高度化技術	システム高度化基盤技術 FBG、BOCDA、HRAGS開発等 エアライン・航空機メーカーコース吸い上げ	システム高度化技術 FBG、BOCDA、HRAGS開発等 エアライン・航空機メーカーコース反映、認証取得準備、信頼性・耐久性の飛行実証	革新的システム高度化技術 (自律自己診断技術、飛行制御統合化)	
		新材料軽量化技術 目標: 大幅軽量化			
新材料軽量化技術	多機能化技術		多機能化基盤技術(ナノ複合材、モーフィング、制振材) 耐雷性、耐熱性、付与	多機能高度化技術(ナノ複合材、モーフィング、制振材) 耐雷性、耐熱性、性能向上	多機能高度化技術(自己修復等)
	複合材料高性能化技術		高強度・高靱性化基盤技術(ナノ複合材・ハイブリッド複合材・FML・3D複合材(複合材継手)・熱可塑性複合材料)	高強度・高靱性化技術(ナノ複合材・ハイブリッド複合材・FML・3D複合材(複合材継手)・熱可塑性複合材料)	革新的高強度・高靱性化技術
	耐熱性向上技術	耐熱性向上基盤技術 ポリイミド系複合材料	耐熱性向上実用化技術 ポリイミド系複合材料	耐熱性向上高度化技術 次世代耐熱複合材	革新的耐熱性向上技術
金属材料高性能化技術	高強度化技術	次世代マグネシウム合金基盤技術	金属材料高強度化技術 次世代マグネシウム合金プロセス開発・Al-Li合金等実用化基盤技術	革新的金属材料高強度化 基盤技術(金属ガラス、ナノ金属等)	革新的金属材料高強度化 高度化技術(金属ガラス、ナノ金属等)
		複合材成形技術 目標: 大幅コスト低減			
低コスト化技術	複合材成型技術	非加熱成形技術 非加熱成形基盤技術 可視光、電子線、紫外線	非加熱成形高度化技術 電子線連続硬化、可視光、紫外線硬化技術	革新的成形基盤技術(更なる低コスト化) (自動化、ロボティク、大型化等)	革新的成形高度化技術
	液相成形技術	液相成形基盤技術 樹脂開発、フリオーム開発、含浸モニター技術	液相成形高度化技術 認証技術		
	金属材料成形技術	金属材料成形基盤技術 コネクティブ技術、チタン合金プロセス技術	金属材料成形高度化技術 コネクティブ技術、チタン合金プロセス技術		
組立コスト削減技術	金属材料加工 / 接合技術	金属材料加工 / 接合技術: FSW、LBW、WJ等プロセス開発		革新的金属材料加工 / 接合技術(全ロボット化、治具レス化)	革新的金属材料加工 / 接合技術
	複合材料一体成形技術	複合材料一体成形技術 Co-Bond等最適規模・プロセス開発・シミュレーション技術		革新的複合材料一体成形技術	革新的複合材料一体成形技術
		組立コスト削減技術 目標: 大幅コスト低減			
点検・修理性向上技術	非破壊検査技術		非破壊検査基盤技術 高効率/高精度検査技術	非破壊検査高度化技術 高効率/高精度検査技術実用化	複合材高度自動化検査技術
	複合材修理技術	複合材修理基盤技術 解析技術、プロセス技術、非加熱技術	複合材修理実用化技術 解析支援ツール、プロセス技術実用化、修理マニュアル、認証取得	複合材修理高度化技術	革新的複合材修理技術
		新材料・プロセス評価技術の高度化			
基盤技術	材料評価技術	複合環境評価試験技術、超微細組織分析技術、データベース充実等		熱解析評価技術、多機能金属加工評価技術等	
	構造試験技術	新材料構造要素耐久性試験技術、鳥衝突・耐雷シミュレーション技術等		健全性システム評価技術、モーフィング性能評価技術等	バーチャル構造試験技術等
		剥離流解析の高精度化			
安全性向上技術	失速防止・回避技術		剥離流解析技術および着氷模擬解析技術	失速特性改善空力デバイス設計技術	MEMS技術適用によるアクティブ剥離制御技術
	安定性・操縦性向上技術	後流渦消散技術	後流渦の現象解明のための解析・試験	後流渦消散の空力形状、デバイス技術	
	ボルテックス・リング状態の回避技術		解析及び試験によるボルテックス・リング領域の挙動把握	ボルテックス・リング状態の防止・回避による安全性の向上	ボルテックス・リング状態の防止・回避技術
低騒音化技術	離着陸騒音低減技術		機体騒音低減技術		エンジン騒音遮蔽技術
		離着陸騒音の低減による空港周辺環境の改善と広く社会に受け入れられる航空機の実現			

材料・構造技術

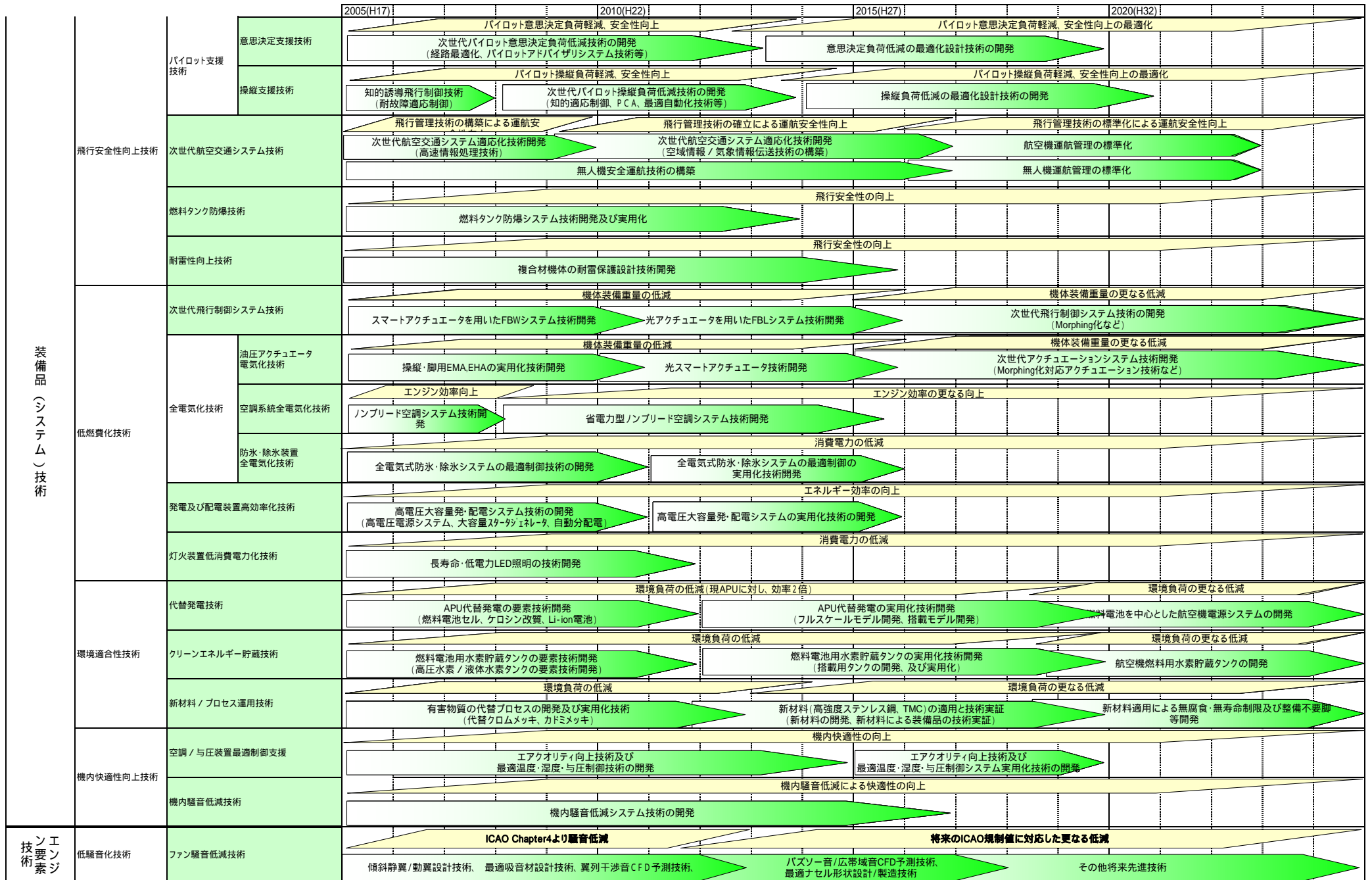
空力技術

航空機分野のロードマップ(2)

			2005(H17)	2010(H22)	2015(H27)	2020(H32)	
低騒音化技術	超音速機ソニックブーム低減技術		ソニックブーム騒音の低減による陸上超音速飛行の実現			大型機の陸上超音速飛行による運航効率の向上	
			ソニックブームの感受性評価手法、小型SST規模の低ブーム化技術			大型SST規模での低ブーム化技術	
揚抗特性向上技術	回転翼機低騒音ロータ技術		低騒音化による回転翼機の需要の促進				
			アクティブ・デバイス騒音制御		アクティブ・フラップ等の技術		
揚抗特性向上技術	離着陸特性向上技術		離着陸特性を改善し、経済性向上と環境負荷を低減する				
			複雑形状まわり/剥離を伴う流れの高精度な設計技術		機体巡航形状と高揚力装置の同時最適化技術、モーフィング等、巡航性能と両立する離着陸性能向上技術		
	亜音速巡航特性向上技術	境界層制御技術	摩擦抵抗を低減して巡航特性を改善し、省エネ化と経済性向上を実現				
		誘導抵抗・干渉抵抗低減技術	境界層遷移予測技術		自然層流翼設計技術		境界層制御翼空力設計技術
超音速巡航特性向上技術			誘導抵抗・干渉抵抗を低減して巡航特性を改善し、省エネ化と経済性向上を実現				
			最適翼端デバイス、フラップ・スケジューリング等による誘導抵抗低減技術、翼間空力干渉低減技術		推進系の排気・後流と機体の空力干渉低減技術		
空力技術	CFD最適設計技術		CFD空力設計ツールの構築による機体開発の効率化				
			3次元複雑形状CFD解析技術、自動格子生成技術、逆問題設計技術		多目的最適設計技術		多分野統合設計技術
空力技術	高精度CFD解析技術		高精度CFD解析ツールの構築による機体の軽量化、高効率化				
			高精度(非構造格子法)計算ソルバ開発		遷移点予測技術、空力・構造連成解析技術		航空機用高精度乱流モデル開発
空力技術	空力騒音解析技術		騒音解析ツールの構築による低騒音機体開発の効率化				
			ソニックブーム伝播解析技術				計算音響解析技術、音源解析技術
試験技術	高精度風洞試験技術		風洞による誤差を極力排除して試験精度の向上				
			天秤計測精度向上技術、風洞気流特性向上技術		風洞壁干渉補正技術		模型支持干渉補正技術
	実環境模擬風洞試験技術		実飛行状態に忠実な試験条件による機体設計精度の向上				
			高速高Re数試験技術		低速高Re数試験技術		
			低乱化技術				
			低騒音化技術(無響風洞試験技術)				
		実機状態を忠実に模擬出来る試験手法の確立による機体設計精度の向上					
		着水模擬技術、フラッター試験技術		非接触模型支持技術			
		動的試験技術				パワー効果模擬技術	
先進的計測技術		広範で高精度な風洞試験計測手法の確率による機体設計精度の向上と高率化					
		先進計測技術・センサ技術(PSP、PIV、LDV、剪断応力塗料)		先進計測技術・センサ技術(MEMSセンサ)			
		風洞内騒音計測技術、風洞内ソニックブーム計測技術					
飛行試験技術		高精度で効率的な飛行試験技術の確立による機体設計実証手法の高率化					
		実機騒音計測技術、スケール機飛行試験技術		実機ソニックブーム計測技術		実機空力特性高精度推算技術	
飛行安全向上技術	パイロット支援技術	状況認識向上技術	視認性向上による飛行安全性向上			視認性向上による安全性向上の実用化	
			大型・高輝度表示装置、EVS / SVS表示、センサ要素技術(LIDAR技術等)			大型・高輝度表示装置、EVS / SVS表示、センサ実用化技術	

ム(シ)装
備
技
術
テ

航空機分野のロードマップ(3)



装備品(システム)技術

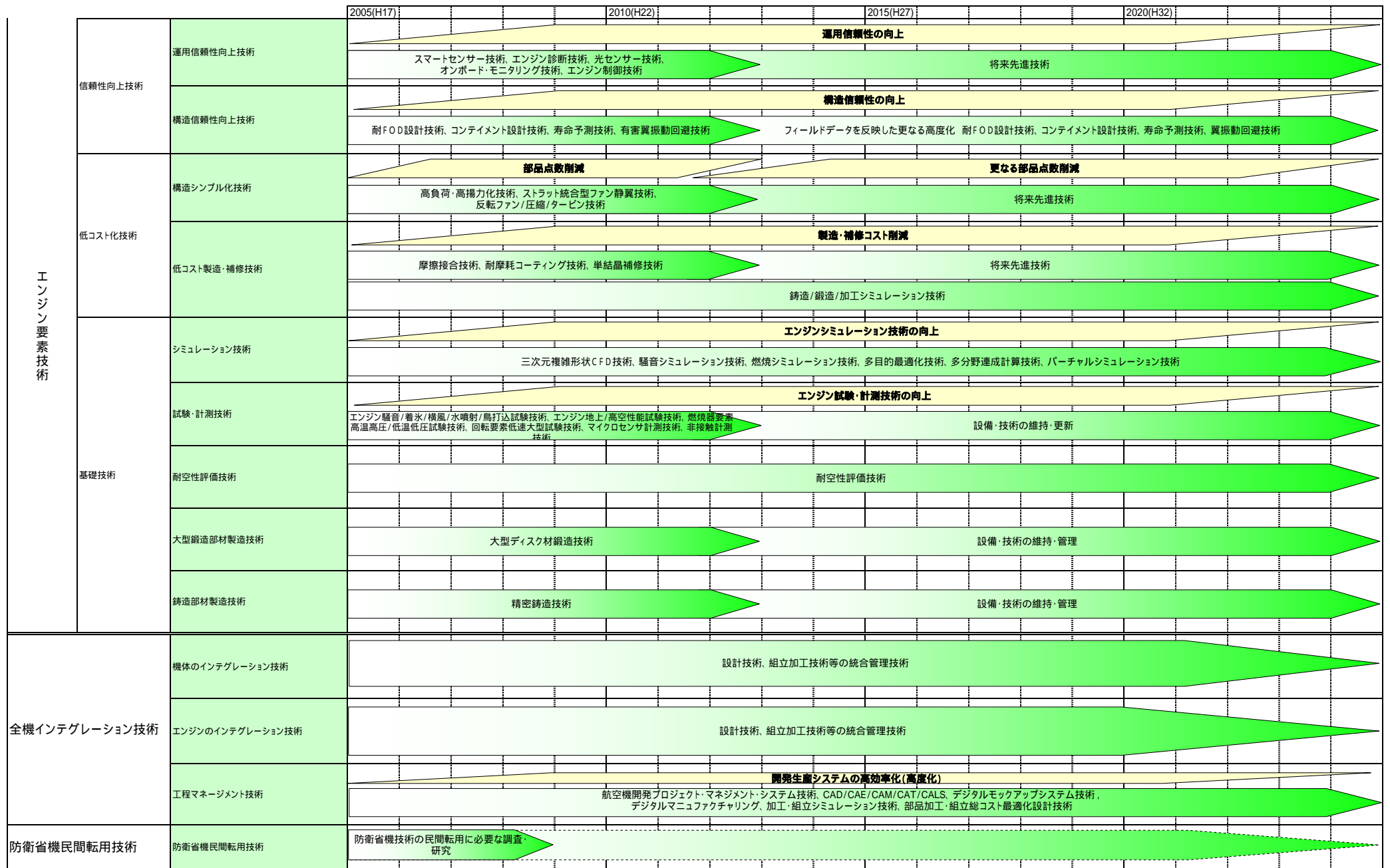
エンジン要素技術

航空機分野のロードマップ(4)

エンジン要素技術



航空機分野のロードマップ(5)



重要技術