

# YS-11 初飛行から50年の今、日本の航空は何を目指すか

鈴木真二（東京大学）

## 1. はじめに

1962年8月30日に戦後初の国産旅客機YS-11が初飛行に成功して50年を迎える。その後、国産旅客機の開発は絶えていたが、現在「三菱リージョナルジェットMRJ」の開発が進んでいる。アジアの経済発展に支えられ、世界的な旅客輸送の増加が見込まれているが、日本の航空機産業の規模は欧米に比して小さい。高度な技術を集約し、世界的にサービスを展開する航空機事業は、空洞化が進む日本の製造業の牽引役として期待されている。しかし、熾烈な国際競争が待ち構えているのも事実である。

日本の航空機技術・産業は何を目指すべきか。未来を予測することは難しい。かつて、経営学者ピーター・ドラッカーは「未来は今とは異なるし、今予則するものも違う。未来は知りえない」（『創造する経営者』ダイヤモンド社）と断言したが、同時にドラッカーは未来を知る一つの方法は、「過去に起こったことの帰結を見ることで、将来を予測できる」とし、これを「すでに起きた未来」と呼んだ。YS-11初飛行から50年、航空機開発の世界で何が起きたかを振り返り、今後の航空の方向性を考察したい。

## 2. YS-11から50年

この夏、航空自衛隊のYS-11に研修搭乗する機会を得た。長らく旅客輸送で日本の空で活躍したYS-11も、TCAS（空中衝突防止装置）の機能向上が要求され、2006年に全機引退した。官庁機も順次引退が進み、航空自衛隊で使われているのみとの事であった。搭乗機体は1152号機という要人輸送機であり、機齢47年になる量産初期の機体

であった。整備の行き届いた機体はそんな古さを感じさせず、1960年代にタイムスリップしたような感覚であった。



図1 YS-11 1152号機（航空自衛隊）

YS-11のことは既に語りつくされているので、ここでは触れないが、半世紀の間に航空機開発にどのような変化があったのか、下記の視点で整理したい。

- 1) 原油価格
- 2) 航空規制緩和
- 3) 業界再編
- 4) 安全規制

## 3. 原油価格の変遷と航空機開発

旅客機の運用コストに占める燃料費の割合は大きく、原油価格の変動は機体開発に大きな影響を与える（図2）。

YS-11は1971年に製造中止が決まり、1973年3月に182機の生産で製造を終了した。YS-11の後、日本は旅客機を開発を海外との共同開発に切り換え、同月にボーイング社と共同開発に関するMOU（了解覚書）を締結した。この計画はYX/7X7として、3発機を日本—ボーイングで50%の比率で開発する方向で調整がなされた。と

ころが、1973年10月に勃発した第4次中東戦争が引き金となり、原油価格が高騰する世界経済危機（オイルショック）が発生し、計画が変わった。

オイルショックは燃費の良い機体を求めることになり、YX/7X7は事実上白紙に戻された。他の状況の変化もあり、燃費の良い双発の767の開発に、日本はイタリアとともに15%の比率で参画することに落ち着いた。



図2 原油価格の推移（経済産業省資源エネルギー庁）

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2006EnergyHTML/html/ib100000.html>

1979年のイラン革命の影響で発生した第2時オイルショックでは、原油価格はさらに高騰した。この時期、日本はYS-11の後継と言える150席クラスのジェット旅客機YXXを計画し、ボーイングの7J7に共同参画することになった。YXX/7J7には、燃費の大幅な低減を目標に革新的な技術が投入された。最大の特徴は、エンジン後部に配置された二重反転プロペラのUDF (UnDucted Fan)エンジンGE-36である。1970年代の原油価格高騰時、NASAで研究が推進されたATP (Advanced Turbo Prop) 計画の成果であった。さらに、炭素繊維複合材料の機体構造への採用や、FBW (Fly By Wire) の操縦系統等、当時の最新技術が投入された。しかしながら、1987年、7J7

は突然に計画延期となった。1985年、OPEC（石油輸出国機構）は原油輸出量を再び増加させたため、原油価格が急落し、これにより、既存のエンジンをUDFへ置き換えるインセンティブがエアラインから失われた。7J7は結局キャンセルとなり、より保守的な737の改良へとボーイングは路線を変更し、737NGの製造が1997年より開始された。



図3 燃費低減のためにUDFエンジンを装着し、炭素繊維複合材料の使用も計画された7J7（航空情報、1987年7月号）

原油価格が安定した1990年代には、燃費低減よりも機体価格の低減に焦点があてられた。同時期に日本も開発に参加した777では、三次元CADによるペーパーレスデザインや、日本の自動車産業の開発方式をお手本にしたDBT (Design Build Team)によるWorking Together活動が採用された。一方で、リージョナル機では採算が難しいとされたリージョナルジェットがビジネスジェットの改造機 (CRJ100、ERJ145) として登場し、ブームとなった。これも、原油価格の安定が背景にあった。

2000年代に入り、原油価格はさらに高騰をはじめ、地球温暖化ガス排出の規制が国際航空輸送にも適用が議論され、欧州ではEU-ETS (欧州連合域内排出量取引制度) が2012年にはその対象を航空機にも拡大した。燃料消費の改善は、再び航空機開発の大きな目標となっている。

#### 4. 航空規制緩和

2012年、日本でもLCC（Low Cost Carrier）が就航を開始し話題となっている。旅客機のユーザーである航空会社の経営環境の変化は、航空機開発にも当然大きな影響を与えている。

LCCの第1号と称されるサウスウエスト航空は1967年に設立され、1971年に就航を開始した。1978年カーター政権による航空自由化政策で、LCCは確実な流れとなった。1985年にライアンエアが英国で就航を始めると、欧州でも自由化の流れが本格化した。1987年から始まった欧州での航空自由化は段階的に拡大され、1997年にはEU内での航空自由化が完了した。日本では1998年のスカイマーク就航が契機となり、2000年には航空法が改正され、2009年の日米オープンスカイ協定締結へと繋がる。

こうした航空自由化の流れにより、1990年代には、レガシーキャリア間のアライアンスが誕生した。2000年代には世界同時多発テロ、湾岸戦争、サーズや鳥インフルエンザの蔓延、さらにはリーマンショックといった負の要因の連鎖によりレガシーキャリアの経営破綻・統合が進んだ。

表1 空の自由化の主な流れ

	アメリカ	欧州	日本
1970	71 サウスウエスト就航 78 航空自由化政策	79 英国の航空政策転換	72 45・47体制
1980	85 民間航空委員会廃止	85 ライアンエア就航 87~ 段階的自由化	85 45・47体制廃止
1990	92 オープンスカイユニシアタイプ 97 スターアライアンス	95 イージーJET就航 97 EU内の航空自由化	98 スカイマーク就航
2000	05 NWがDeltaに統合	05 KLM, エアフランス経営統合 07 米欧包括協定	00 航空法改正 09 日米オープンスカイ 10 JAL経営破綻

LCCは、737やA320といった単一機材を大量に運航させることで機体購入費、整備費を抑制するビジネスモデルを導入し、また、航空リースによる機材導入も活発に行われている。現在開発中の737MAXやA320NEOは低コストな機体、整備費を削減できる機体の開発によりLCCをターゲットにしていると考えられる。レガシーキャリア自体も経営収益の向上のために搭乗率向上を狙った機材のダウンサイジングや低燃費機材への更新を活発化している。2011年に就航を開始した787はそうした状況への対応を目指して開発された。CFRP（炭素繊維複合材料）の大量使用は機体軽量化による燃費低減に加え、錆びない素材による整備費の削減を狙っている。また、エンジンの抽気を使用しない電動の空調システムや防水装置、油圧を使用しない電動ブレーキなどはいずれも整備費の低減を目指している。



図4 エアラインの状況変化への対応により開発された787

#### 5. 航空機業界再編成

1989年に発生したベルリンの壁崩壊は、米ソ冷戦構造の終焉でもあり、航空機メーカーの再編を急速に進める要因となった。図5はアメリカの航空宇宙産業のM&Aとグループ化をまとめたものであるが、米国における旅客機開発は名門マクダネル・ダグラスを1997年に買収したボーイング社のみとなっている。これは欧州でも同じで大型旅客機はエアバス社のみで開発される。エアロスペース（仏）とDASA（西独）の企業連合と

して1970年にエアバスは発足し、後にCASA(スペイン)、BAe(英)が加わった。企業連合体という組織体制がアメリカとの争点となり、2001年にEADS傘下のエアバス社となった経緯がある。業界再編はロシア、中国にも及び、ロシアでは2006年に主要な航空機メーカーがUAC(United Aircraft Corporation)として集約され、中国では民間航空機各社がCOMAC(Commercial Aircraft Corporation of China)として発足した。

航空装備品産業ではさらに大規模にM&Aが進展し、米国UTC(ユナイテッド・テクノロジー)は、その代表である。UTCは、そもそも1929年にボーイング、P&W、ユナイテッド航空が統合した巨大企業であったが、大恐慌後の反トラスト法で分割された経緯がある。現在、エンジン(P&W)、ヘリコプター(シコルスキー)、装備品(ハミルトン・サンドストランド、グッドリッチ)などを統合するコングロマリットとなっている。

このように航空機産業は集約化により企業規模を大きくし、開発力と競争力強化を目指している。日本の航空機、装備品産業はどのように活路を見出すのか、国家的な戦略が無ければ国内産業も消失しかねない。

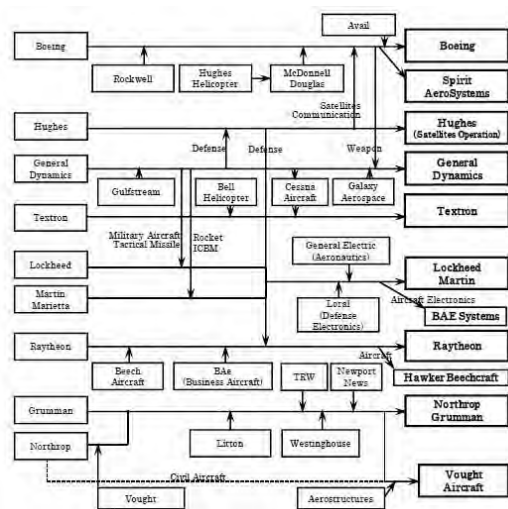


図5 米国での航空宇宙産業のM&Aとグループ化  
(平成22年度世界の航空宇宙工業 SJAC)

## 6. 航空安全規制

空を飛ぶ航空機の技術開発は完全性獲得の歴史でもあった。第1次世界大戦後の1919年講和会議では、航空委員会が設置され、耐空性基準やパイロットの技量認定に関するパリ条約が早くも国際基準として合意された。第2次世界大戦後の1947年には国連の専門機関としてICAO(国際民間航空機関)が発足し、安全性に関する国際基準を定めた。

### 1) 技術的課題の克服

初期の安全性基準は技術的なものが主であり、例えば、1954年に2度の空中分解を起こしたコメットの事故の教訓として、疲労試験が義務づけられた。与圧胴体の金属疲労は周知の事実であり、コメットも開発段階で疲労試験が行われていたが、試験方法に問題があった。その後、亀裂の発生でも空中分解を防げるフェールセーフ構造や、検査で亀裂を発見することを前提とした損傷許容設計へと完全性基準は変化を遂げた。



図6 地中海から回収されたコメット機の破片  
(英国科学博物館)

複雑化するシステムの信頼性管理に関しては、宇宙開発で築かれた確率的手法が導入された。それは、戦前にドイツで飛行爆弾V1の命中精度向上のためにロベルト・ルッサーが、「システム全体の信頼性は、個々の要素の信頼度の積(組み合わせ)で決まる」として編み出したものである。大戦後、アメリカに渡ったルッサーはフォン・ブラウンのロケット開発チームに加わり、信頼性管理手法を体系化した。ただし、ルッサー自身は、有人宇宙計画の困難さを信頼性管理の観点から指摘し、ア



ポロ計画の前にドイツに帰国した。航空機の重要な要素には、10のマイナス9乗の信頼性が要求されるのにはこうした背景がある。

## 2) ヒューマンエラーの克服

信頼性管理手法には人間の要素（ヒューマンファクター）が考慮されていなかったため、如何に機械の信頼性が向上しようとも航空機事故は絶えなかった。1972年12月29日、高度な自動操縦技術を備えたイースタン航空トライスター401便のマイアミ空港での墜落はその典型であった。前脚が下りないランプが点灯したため、機長が着陸復行を行うことを管制官に伝えたまま突然に墜落した。乗務員が自動操縦の切れたことに気が付かないヒューマンエラーが墜落の背景にあった。1974年にはFAA（連邦航空局）は、GPWS（地面接近警報装置）の装着を義務付けるものの、ヒューマンエラーの本質的な解決とはならなかった。

1979年、スリーマイル島原発事故の原因に操作員のヒューマンエラーが指摘され、ヒューマンファクターの研究が本格化した。1984年にはICAOは、事故防止マニュアルにヒューマンファクターの重要性を強調した。

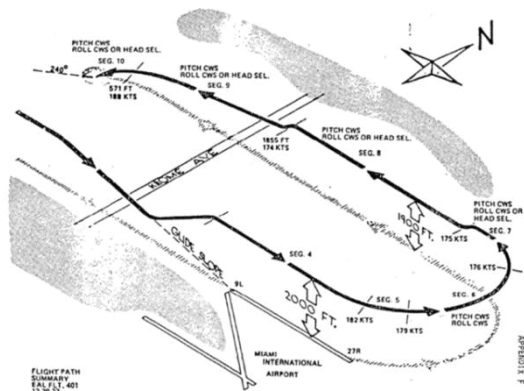


図7 1972年イースタン航空トライスター401便の墜落事故（NTSB事故報告書）

## 3) 組織課題の克服

ヒューマンエラーの対策が本格化する1980

年後半、複雑システムの事故が連鎖的に発生した。

1985年にJAL123便墜落事故、1986年にチャレンジャー号打ち上げ事故とチェルノブイリ原発事故が相次いで起きた。個人のエラーでは片づけられない組織マネージメントの課題が指摘され、1986年にIAEA（国際原子力機関）は「安全文化」の重要性をチェルノブイリ原発事故の対応として宣言した。その後、組織の安全に対する取り組みを規定する動きが本格化し、1987年にはISO（国際標準化機構）9000シリーズに組織管理が従来の品質管理に組み込まれる形で加わった。こうした動きに対応し、ICAOは航空分野の安全管理体制SMS（Safety Management System）を2006年に導入した。



図8 チャレンジャー事故（1986年、資料NASA）

ICAOのSMSはISOの安全管理手法をベースにし、航空機事故の重要性に対して、ハザードを事前に特定し、そのリスク（ハザードの程度と確率の積）を評価し、その対策を実施する手順、方法を定める組織体制を確立することを要求する。その組織は事業として認定されることが必要であり、整備はもちろん、航空機等の設計、製造までがカバーされる。また、航空独自の取り組みとして、懲罰免責制度のある安全報告制度を求めた。

こうした中、2011年3月には福島原発事故が発生した。ハザードが発生した後も、被害の拡

散を抑える回復機能を事前に考慮するクライシスマネージメントの必要性が再認識されたと、筆者は考えている。航空はこの分野でも様々な対策がとられているが、日本独自の安全技術の研究開発をさらに目指す使命があると考える。

## 7. 航空宇宙分野への参入の動き

これまで見たように、航空産業には安全に関する厳しい規制があり、日本の航空産業にはさらに国際的に厳しい状況がある。それにも関わらず、全国で中小の企業は航空（宇宙も含め）産業参入への活発な動きを見せている。筆者は、この夏、長野県飯田市の航空産業クラスターを訪問する機会を得た。

飯田市には、航空宇宙機器の有力企業である多摩川精機（株）がクラスターの中核として存在する。筆者は当初、戦時中の軍需工場の疎開政策により飯田市に移転したものと思っていたが、今回、萩本範文社長へのインタビューによってその認識が間違っていたことを知った。創業者の萩本博市氏は、飯田市の出身であり、東京で教師の職についていたが、世界恐慌に起因する昭和初期の不況により、博市氏は教師を辞して東京工大へ入学した。当時の飯田市では大不況のため「人減らし、口減らし」の状態で、「地域に産業が無く、経済が貧困であることから、人を他地域へ送り出さねばならない」ことを嘆き、産業を興すべく工学を学び直したという。博市氏は北辰電気へ入社後、分社の形で多摩川精機を1942年に創業し、飯田工場を建設竣工させた。戦前は航空機の計器等の生産を行うが、教師出身の博市氏は、男女を同じ給与で募集し、技術を習得する夜学も開講するなど独自の経営理念を持ち、会社を成長させた。終戦後は航空機の仕事は消滅し、事業を整理しアルミの鍋釜等を細々と生産した。他社の多くが他業種に転身するなか、同社は航空技術におけるオン

リーワンの特殊技術を追い求め、超精密角度センサーの開発に成功する。野辺山の電波望遠鏡の角度センサーにも採用された技術は、ハイブリッドカーの角度センサーとして独占的な市場を獲得するまでになった。高度な航空宇宙技術の技術波及を示す例として良く引用される。



図9 多摩川精機の超精密角度センサーが採用された電波望遠鏡（国立天文台）

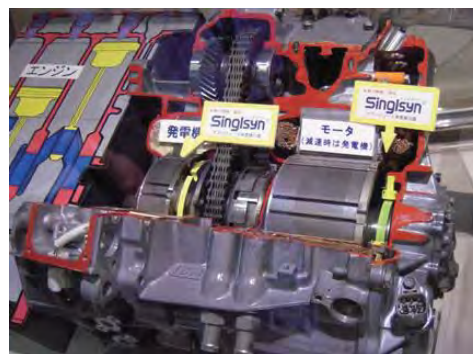


図10 ハイブリッドカーに搭載される角度センサー（多摩川精機）



図11 多摩川精機の本社工場

飯田市の多摩川精機の本社は今でも、戦前の木造平屋建てであり、創業者の意志が受け継がれている。多摩川精機の高度な技術は、世界の民間航空機にも使用されるが、惜しむらくは、海外の航空装備品メーカーに採用されたものが民間航空機に搭載される。他にもこうした例は多く、日本の高度な要素技術を活かす航空装備品産業の育成が望まれる。

多摩川精機の位置する飯田には、エアロスペース飯田という35社の中小の企業によるクラスターが形成されている。高度な技を航空機部品の加工に発揮し、企業規模の小ささを共同受注でカバーするという。多摩川精機がアドバイザーの立場にあるとはいえ、ボーイング、エンブラエル、三菱航空機、川崎重工などの機体の加工実績がすでにある。地元の熱意とともに、民生精密機器会社出身の海外経験豊富なマネージャーの手腕によるところが大きい。

飯田市のような活動は、じつは全国に広がっている。昭和初期、不況に苦しんだ飯田市の状況が日本全体に広がっているのではないかと。高度な技術を追求し、技術波及効果の大きな航空機へ参入を目指す全国の産業クラスターの活動の願いはYS-11、MRJに続く国産旅客機の開発にある。

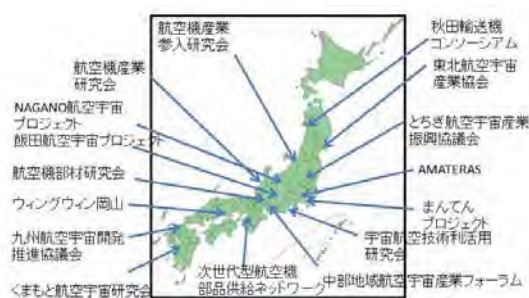


図12 全国に組織された航空宇宙地域クラスター

## 8. おわりに

冒頭に紹介したドラッカーは、「成功した人や企業は未来を自分で作ってきた」ともいう。多摩川精機の創業者は、飯田地区の未来を自ら築いた。戦後の航空技術者は、YS-11を開発し、製造中止にはなったとはいえ、その実績が海外との共同開発に繋がり、今日の航空機産業を支えている。未来を予測する最も確実な方法は、自ら未来を創ることだとすれば、YS-11以来の旅客機開発は次の50年後の未来を作るという大きな意義がある。

## 参考資料

- 1) P.F. ドラッカー (上田 惇生訳)、「創造する経営者」、ダイヤモンド社、2007
- 2) 日本航空宇宙工業会、「平成22年度世界の航空宇宙工業」、平成22年3月
- 3) 鈴木真二、「航空安全のために福島第一原発事故から何を学ぶのか」、航空と文化、2012年新春号 (No. 104)
- 4) 鈴木真二、『国産航空機100年と航空安全への取り組みの変遷』, 日本機械学会誌 Vol. 114, No. 1116, 2011年11月号, pp. 792-793
- 5) 「南信州経済の未来のために」、南信州新聞社、<http://www.minamishinshu.co.jp/news2004/11/zadankai.htm>
- 6) エアロスペース飯田、<http://www.aerospace-iida.com/>

ME  
MO



## JAXA航空の事業方針と今後の研究開発

航空プログラムグループ

航空プログラムディレクタ 岩宮 敏幸





# JAXA航空の事業方針と今後の研究開発

## 航空プログラム・ディレクタ 岩宮敏幸

1



# 世界の航空機産業の変遷と将来予測

### ■市場予測

▶日本航空機開発協会(JADC)の予測では

...

✓世界の航空旅客輸送量は今後20年間は平均4.8%で成長し、2031年には2011年の約2.6倍の旅客規模となる。

✓運航機材数は2031年には2011年の約2.0倍となり、うち29,800機が新造機。

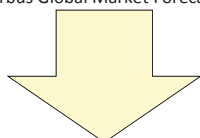
▶ボーイング、エアバスによる新造機需要予測では...

✓ボーイング: 2011~2030年 → 33,500機

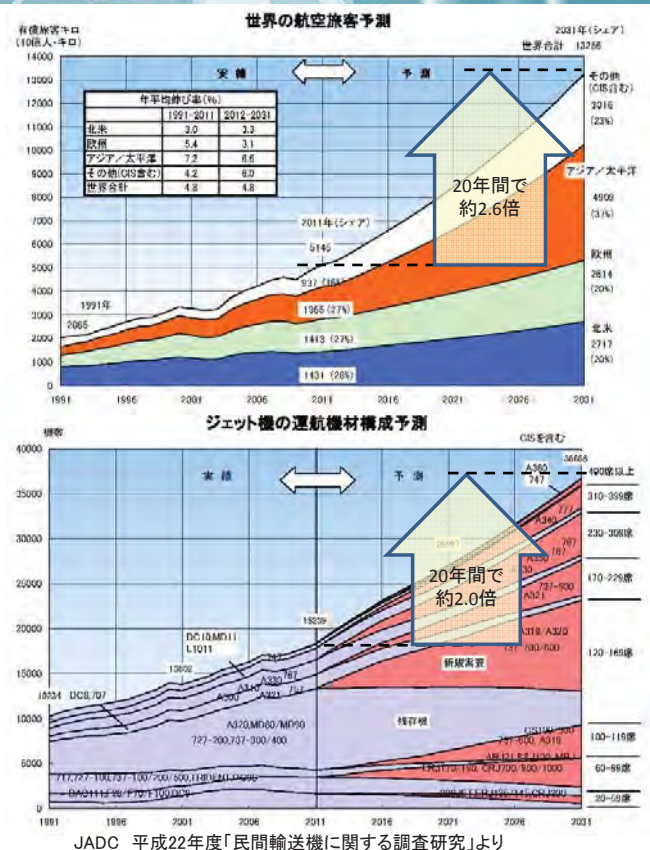
ボーイング「Current Market Outlook 2011-2030」

✓エアバス: 2010~2029年 → 25,850機

エアバス「Airbus Global Market Forecast 2010-2029」



確実な成長が期待される産業



# 航空の産業規模(1/2)



■2009年の日本の航空機産業の生産高は1兆86億円、対GNP-GDP比率は0.23%（航空宇宙合わせても0.29%）。



SJAC 「日本の航空機工業(生産額・輸出入額データ集)」より

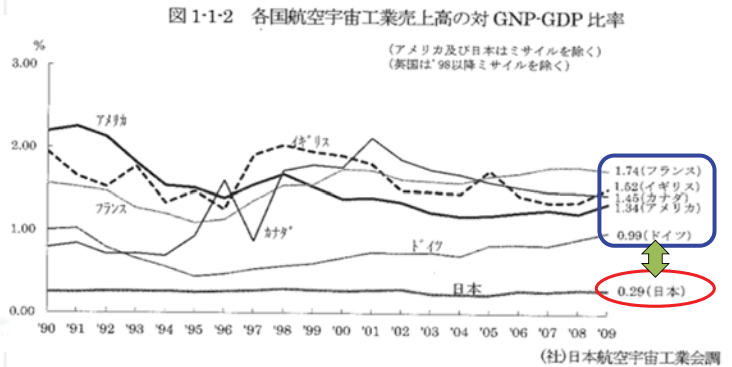


図 1-1-2 各国航空宇宙工業売上高の対GNP-GDP比率

(アメリカ及び日本はミサイルを除く)  
(英国は'98以降ミサイルを除く)

(社)日本航空宇宙工業会調

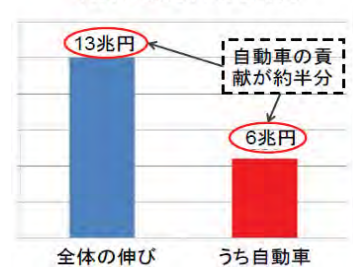
## 自動車産業

➢製造品出荷額54.1兆円

(2006年工業統計から中国经济産業局まとめ)

➢2000~2007年では自動車産業がGDP全体の伸びの約半分を占める

GDP全体の伸び(00年→07年)  
に対する自動車の寄与度



「経済産業省 産業構造ビジョン2010」より

3

# 航空の産業規模(2/2)



■経済産業省が、「産業構造ビジョン2010」で掲げた戦略5分野では、2020年には以下の5分野で約179兆円を目指すとしている。

生産額(市場規模)	2020年	2007年からの増減
<b>戦略5分野</b>	<b>約179.3兆円</b>	<b>+83.2兆円</b>
インフラ関連/システム輸出 (原子力、水、鉄道等)	約13.4兆円(※1) (海外分を含むと19.7兆円)	+12.3兆円 (海外分を含むと+18.2兆円)
環境・エネルギー課題解決産業 (スマートグリッド、次世代自動車等)	約30.6兆円	+23.7兆円 (※2,3)
医療・介護・健康・子育てサービス	約30.5兆円	+12.9兆円 (※4)
文化産業立国 (ファッション、コンテンツ、食、観光等)	約56.6兆円	+6.9兆円
先端分野(ロボット、宇宙等)	約48.2兆円	+27.4兆円
上記による他部門への波及効果		+65.8兆円
<b>合計</b>		<b>+149.0兆円</b>

経済産業省「産業構造ビジョン2010」より抜粋

航空機は「先端分野」の一つ。  
ここに含まれているものは以下の通り

- ①ロボット
- ②航空機
- ③宇宙
- ④高温超電導
- ⑤ナノテク
- ⑥機能性化学
- ⑦バイオ医薬品
- ⑧炭素繊維
- ⑨高度IT
- ⑩レアメタル

先端分野の他の項目の将来の市場規模予測の例は以下の通り。

高温超電導(2020年)	バイオ医薬品(2020年)	ナノテクノロジー(2020年)	ロボット(2020年)
2,735億円(国内) ※1 2兆5,110億円(海外)	11兆300億(国内) ※2	13兆4,369億円(国内) ※3	2兆9,000億円(国内) ※4

※1 経済産業省「産業構造ビジョン2010」より

※2 「産業構造審議会知的財産政策部会特許制度小委員会  
第1回医療行為WG バイオ産業の今後の展望」より

※3 富士経済「【平成17年度超微細技術開発産業発掘戦略調査】  
ナノテク関連市場規模動向調査報告書」より

4

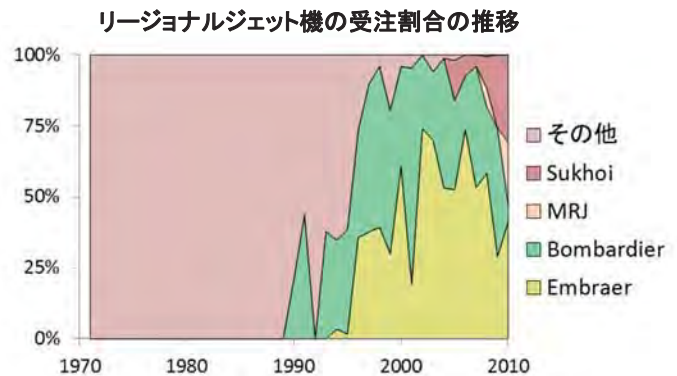
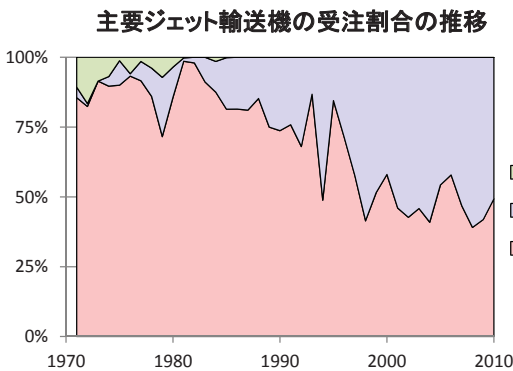


# 航空産業の目指す方向性【参入する市場】



## ■メーカー別受注割合

- ▶ 大型のジェット機：エアバス社とボーイング社の寡占状態
- ▶ リージョナルジェット機：ボンバルディア社(カナダ)とエンブラエル社(ブラジル)の寡占状態  
→ スホーイ社(ロシア)、三菱航空機、中国が参入、さらにインドも参入表明



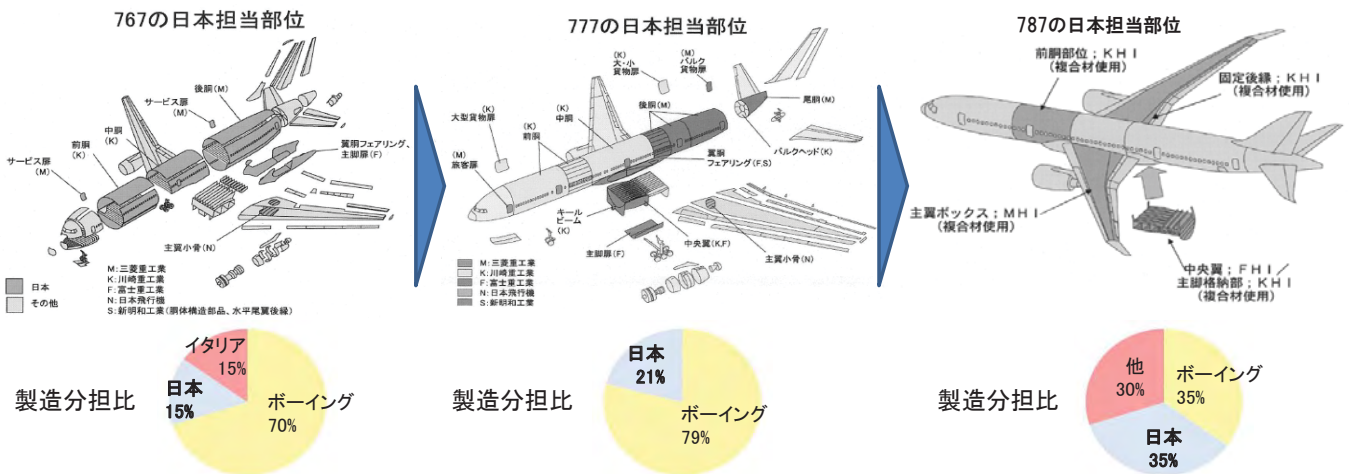
JADC 平成22年度「民間航空機材の推移と現状」より

# 航空産業の目指す方向性【開発・製造体制(機体)】



## ■機体開発への参画

- ▶ 対ボーイング社：共同開発・製造の分担比率を徐々に向上させ、最新のB787においてはボーイングと製造分担比で等しく、主翼も担当している。



- ▶ 対エアバス社：A330、A380等へのプロジェクトへサプライヤーもしくはサブコントラクターとして参加。
- ▶ 対ボンバルディア社：三菱重工業がリスク・シェアリング・パートナーとして開発、生産に参画。
- ▶ 対エンブラエル社：川崎重工業がリスク・シェアリング・パートナーとして開発、生産に参画。

# 航空産業の目指す方向性【開発・製造体制(エンジン)】



■エンジンについては、主要企業のRSP(リスク・シェアリング・パートナー)、サブコン等において一定の役割を担っているが、高圧部分等質の面でも高度な役割を担う必要がある。

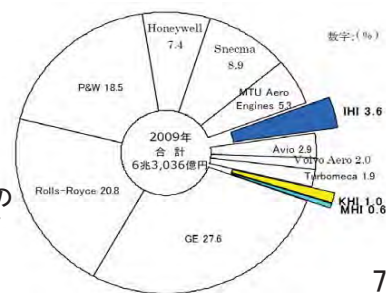
主な国際共同開発(プログラムパートナー、RSP)

SJAC 「航空宇宙産業データベース」より

メーカー	機種名	参画日本メーカ	部位	参画形態	シェア
IAE	V2500	IHI, KHI, MHI	高圧タービン部品等	プログラムパートナー	23%
GE	GEnx	IHI	低圧タービン、高圧圧縮機部	RSP	15%
	GE90	IHI	低圧タービンブレード等	RSP	10%
	CF34-8/-10	IHI, KHI	ファンロータ、高圧圧縮機後段、低圧タービン等	プログラムパートナー	30%
P&W	PW4000	MHI	低圧タービンブレード等	RSP	10%
		KHI	低圧タービンケース等	RSP	1%
	PW6000	MHI	燃焼器モジュール	RSP	7.5%
RR	Trent 900	丸紅		RSP	14.5%
	Trent 1000	KHI	中圧圧縮機モジュール	RSP	8.5%
		MHI	燃焼器モジュール等	RSP	7%
	Trent XWB	MHI	低圧タービン等	RSP	6~7%
		KHI	中圧圧縮機モジュール	RSP	7%
		住友精密工業	エンジン熱制御システム	RSP	

■国内エンジンメーカーの合計シェアは約5% (約3200億円)

世界主要エンジンメーカーの航空エンジン生産(売上)高シェア(2009年)

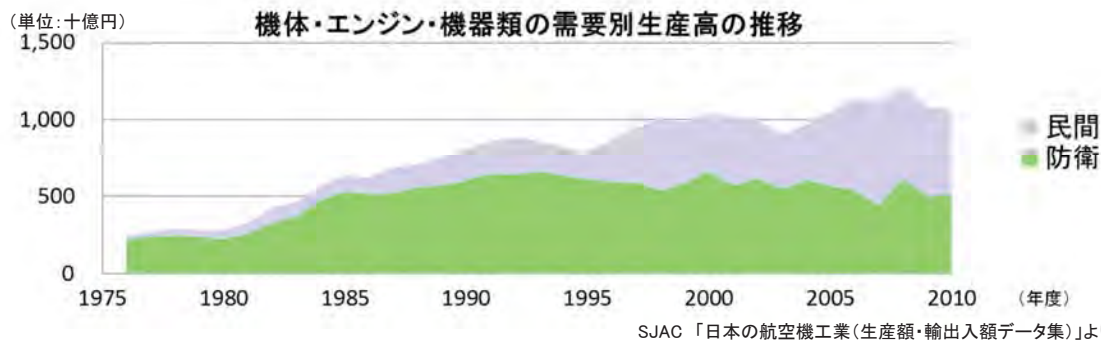


7

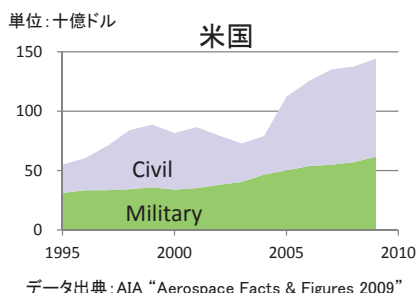
# 航空産業の目指す方向性【民需vs防需】



■以前は防衛部門が産業の大部分を占めていたが近年においては、民需も同規模まで成長。また産業規模も30年前のほぼ4倍に拡大。



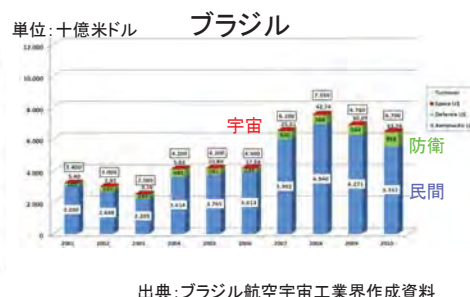
SJAC 「日本の航空機工業(生産額・輸出入額データ集)」より



データ出典: AIA "Aerospace Facts & Figures 2009"



出典: ASD Facts & Figures 2009



出典: ブラジル航空宇宙工業界作成資料

8

## 世界の航空宇宙産業



世界の主要先進国は航空宇宙産業を戦略的重点産業として位置づけ、国主導で産業の育成を行うことで、同産業を各国製造業における優良産業に成長させている。

### 米国(圧倒的なトップランナー)

- 生産高(2010年): **1,895億ドル**(過去最高額)
- 780億ドル相当の輸出産業
- 440億ドルの貿易黒字を創出(米国製造業において最大)
- 雇用: 62.4万人

### フランス

- 生産高(2010年): **488億ドル**(過去最高額)
- 180億ユーロの貿易黒字を創出(仏産業においてトップ)
- 雇用: 15.7万人(2010年に8,000人の新規雇用)
- 研究開発投資: 仏航空宇宙産業の売上の17%

### 英国

- 生産高(2010年): **357億ドル**(過去最高額)
- 前年比2.1%の成長を達成(8年連続で成長)
- 70%が輸出向けで、航空宇宙産業は英国経済の「エンジン」
- 雇用: 9.6万人
- 研究開発投資: 英航空宇宙産業の売上の13%

### ドイツ

- 生産高(2010年): **381億ドル**(過去最高額)
- 前年比4.5%の成長を達成。2002年(9/11テロの翌年)を除けば1995年から毎年売上高が上昇。
- ドイツ産業全体の売り上げの17%を創出
- 68%が輸出向け
- 雇用: 9.5万人

### ブラジル

- 生産高(2010年): **67億ドル**
- 2000年からわずか10年で生産高を**倍増**
- 49.9億ドル(74%)が輸出向け
- 雇用: 2.2万人
- 研究開発投資: 航空宇宙産業の売上の15.8%



### カナダ

- 生産高(2010年) **234億ドル**(過去最高額)
- 174億カナダドル相当の輸出(78.7%)**
- 雇用: **7.7万人**
- 研究開発投資: 航空宇宙産業の売上の15.8%

### 中国

- 航空の新興国として、航空機産業を**重点産業として位置づけ**
- 航空産業の競争力向上に注力:
  - 国営の航空機製造メーカーの設立
  - 研究所や航空インフラの整備
  - 海外OEMの工場の誘致**や技術移転 など
- 中国航空研究所(CAE)幹部によると、**今後5年間の中国政府による航空宇宙産業への投資予定額は1,600億ユーロ(2,300億ドル)**

### インド

- ボーイングによる将来予測(2010~2030年):
  - 航空機需要: **1,150機**
  - 産業規模: **1,300億ドルに成長**
- 航空宇宙産業を国営から民間に開放(2001年)
  - 100%外資による直接投資も可能に。
- 地元産業の振興のため、新たに民間航空機を**オフセット**の対象へ
  - 外国の民間航空機納入業者に対して、契約額の30%をインドの地元公共・民間企業からアウトソースすることを義務化

9

## JAXA航空のおかれている状況



- 政府において宇宙戦略の重点化議論が進む中、航空分野の戦略議論は行われていない。
- JAXA航空は、民間では保有できない施設・設備を有し、航空科学技術、特に、基盤技術に関する研究成果を上げてきているが、社会にその重要性や内容が十分に伝わっていない。
- 特に、FY25からの次期中期計画において、JAXA航空が「何」を主たる事業として実施していくのか、国としての戦略とのリンクや社会との約束が必要。
- JAXA航空部門の戦略等を答申する外部諮問委員会「航空戦略検討委員会」の答申において、「産学官と連携し、航空技術に関するALL-JAPANで共有した目標の設定とその実現に向けたロードマップ策定を主導すべきである。」と提言があり、アクションプランを設定し、実行しているところである。



## 諮問内容

- 我が国の航空戦略
- 我が国の航空戦略を踏まえて、JAXA航空部門が目指すべき事業の方向性
- JAXA航空部門の体制のあり方
- 実用的成果を創出するためJAXA航空部門が取組むべき重点課題

JAXA理事長の諮問委員会として開催：全5回(H23.7.23～12.21)  
+ 海外アドバイザー・ヒアリングの実施(米国、欧州、カナダ)

## 我が国への提言：

### 【提言1】航空戦略について

「航空先端国」の実現。航空技術の活用による安全かつ豊かな社会の構築。国全体を俯瞰的・総合的に見渡した司令塔の下でのより具体的な戦略立案。国全体での一体的な推進。

### 【提言2】我が国が取り組むべき戦略課題

「航空先端国」の実現に向けた戦略課題(提示)の取り組み、及び、我が国の航空技術が世界で利用されるために必要な取り組みの推進。

## JAXA航空部門への提言：

### 【提言3】航空戦略立案への貢献

「航空先端国」を目指した戦略立案・司令塔の具体化に向けた関係機関への積極的な働きかけ。航空技術に関するALL-JAPANで共有した目標の設定と、その実現に向けたロードマップ策定への貢献。

### 【提言4】JAXA航空部門の事業の方向性

「航空先端国」実現に貢献すべく、提言1～3に示した国の戦略と技術ロードマップを踏まえた研究開発課題の選定と、ALL-JAPANの技術の中核としてふさわしい事業展開。事業の方向性や役割の提示。

### 【提言5】JAXA航空部門の体制のあり方

「航空先端国」実現に貢献すべく、ALL-JAPANの技術の中核となる、世界・他分野と連携できる、開かれたJAXA航空部門の構築。技術の共通性が高い宇宙部門とも連携した一体的な推進。

11

# 航空戦略検討委員会の提言を受けたアクションプラン

- (1) オールジャパンにおけるリーダーシップの発揮
  - ① 国に向けた貢献、支援
    - (ア) オールジャパンで共有されたロードマップの策定
    - (イ) 航空戦略の実現に向けた貢献
    - (ウ) 行政ニーズに対する技術支援
  - ② 産業界との連携の強化
  - ③ 大学との連携の強化
  - ④ オールジャパンの連携強化
  - ⑤ 世界及び他分野との連携強化
- (2) 研究の成果による社会貢献の強化
  - ① 新たな研究開発の手段の構築と研究マネジメントの強化
  - ② コーディネーター的機能、プロデューサー的機能の強化
  - ③ 航空宇宙の一体的研究
- (3) 内部体制の強化
  - ① 戦略性の強化、
  - ② 対外協力機能の強化
  - ③ JAXA航空部門の人事・人材育成制度の見直し
  - ④ 試験設備の整備計画の検討と試験技術の向上
  - ⑤ JAXA航空部門における研究リソースの充実
  - ⑥ 研究支援体制の充実、
  - ⑦ 広報体制の強化

12



## 航空戦略委員会 JAXA航空への提言

### ○航空戦略立案への貢献

共有した目標とその実現に向けたロードマップ策定

### ○事業の方向性

- ・産業界ニーズ対応  
最先端技術、課題解決型、基盤
- ・行政ニーズ対応  
国際基準、安全性向上等
- ・シーズ創出(先行的研究)
- ・航空宇宙連携の研究開発
- ・日本のプレゼンス向上への貢献

### ○体制のあり方

- ・技術の中核(産学官連携)
- ・宇宙部門との連携(共通技術)

端的に言えば、

日本の航空研究開発を牽引する、  
「オールジャパンの航空技術の中核」を目指せ

### (1) 日本の航空技術の中核機関としての役割

○将来像とロードマップの立案・共有

#### 【現状認識】

- ・オールジャパンでの連携活動は個別課題レベルで留まっている。  
(例えば、MRJステアリング会議/SST協議会/CARATS推進協議会)
- ・航空技術分野のプロモーター的役割も求められている。
- ・研究開発活動を分かり易く発信する活動が弱い。

#### 【課題】

- 将来戦略を提案する活動
- 産学官との連携活動
- 理解増進のための戦略的取り組み

### (2) 優れた技術開発とそれを提供していく役割

- 日本の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化
- 世界の発展に貢献する航空輸送システムの技術革新
- 航空輸送システムのリスク低減
- 航空機利用拡大による社会生活のリスク低減
- 航空共通技術の維持・発展

【現状認識】と【課題】は次ページ

## (2) 優れた技術開発とそれを提供していく役割

### 【現状認識】

#### ○日本の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化

- ・MRJ開発やエンジン技術開発に、評価技術を中心に貢献。性能に直結する技術では成熟度が低い活動。
- ・産業界からは、10年程度で実用化できる性能要素技術の技術成熟に強い期待。

#### ○世界の発展に貢献する航空輸送システムの技術革新

- ・超音速機技術の鍵であるソニックブーム低減技術について世界に役立つ技術データを取得、提供。
- ・超音速機技術等の先行的研究開発は公募型研究等の促進により大学等の研究活動の活性化に寄与。

#### ○航空輸送システムのリスク低減

- ・CARATSに則したDREAMSを立ち上げ、航空局からは着実な成果と日本発の国際規格化に繋がることに期待。
- ・航空輸送産業界からのさらに幅広い課題解決ニーズに応えることが必要。

#### ○航空機利用拡大による社会生活のリスク低減

- ・東日本大震災等を受けて、災害時に迅速に対応できる航空機利用システムが強く求められているところ。DREAMSで一部対応する技術開発はあるものの、JAXA航空の取り組みは(宇宙との連携も含め)十分ではない。

#### ○航空共通技術の維持・発展

- ・施設・設備の老朽化対策や人的リソース不足のなかで、JAXA内外のプロジェクト等に貢献。航空3センター及び調布DEは航空PGの研究開発で大きく貢献。産業界からも共通技術での継続的支援に強い期待。

### 【課題】

#### ○限られたリソースでの戦略的な取り組み(研究開発課題の重点化と効率的・効果的な成果創出)

#### ○JAXA航空として効率的で効果的な研究開発体制の在り方

# JAXA航空の立ち位置(1/3)



## JAXA航空の理念と事業目的

### 理念

JAXA航空は、航空科学技術の研究開発活動を通じて、  
安心で豊かな社会の実現に貢献する。

### 事業目的

#### ①日本の航空産業(特に製造産業)の国際競争力強化

- ・国際競争力の源泉たる、高付加価値の技術概念の創出とこれを実現する技術の開発
- ・国際競争力の基盤たる、試験能力、解析能力等の技術基盤の構築・高度化
- ・技術標準化/国際標準化に係る技術協力

#### ②世界の発展に貢献する航空輸送システムの技術革新

- ・豊かな世界を切り拓きその持続的発展を可能とする航空輸送システムにおける技術革新。  
すなわち、環境適合性、安全性や利便性を飛躍的に向上させる技術概念とこれを実現する技術の開発

#### ③航空輸送システムのリスク低減

- ・機体のリスク、運航のリスク、乗客の不安を低減する、技術概念の創出とこれを実現する技術の開発
- ・航空事故等の調査や安全基準策定に係る技術協力

#### ④航空機利用拡大による社会生活のリスク低減

- ・社会生活のリスクを低減するミッション(捜索、救難、減災、防犯、等)における航空機の利用拡大を可能とする、技術概念の創出とこれを実現する技術の開発
- ・運用、利用に係わるミッションの創出と普及促進活動

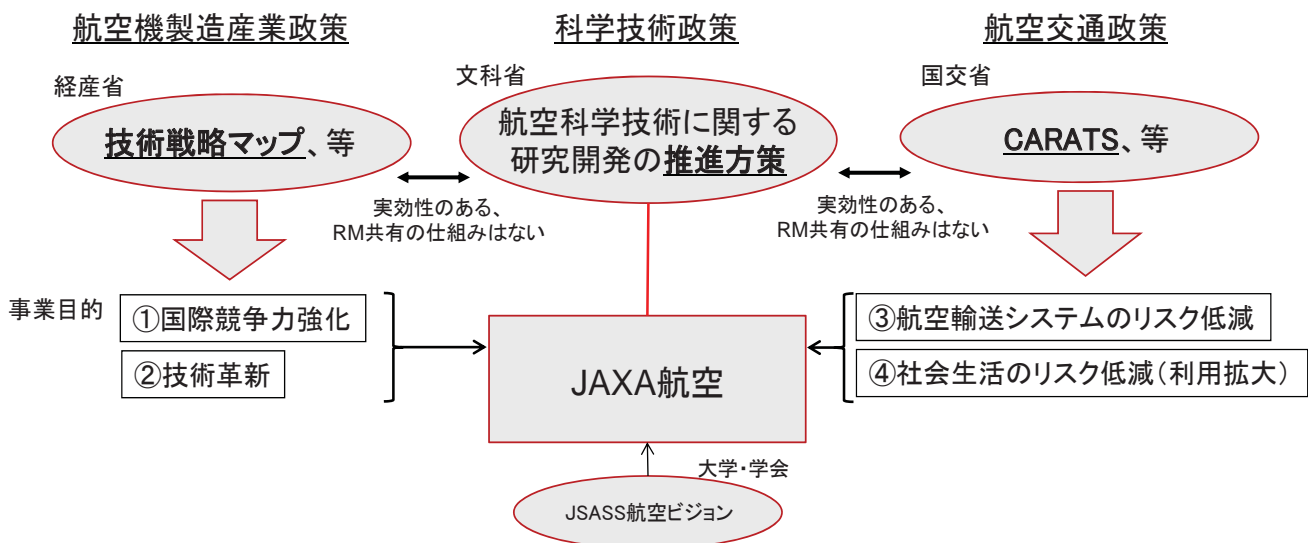
15

# JAXA航空の立ち位置(2/3)



## 国の施策に基づく活動

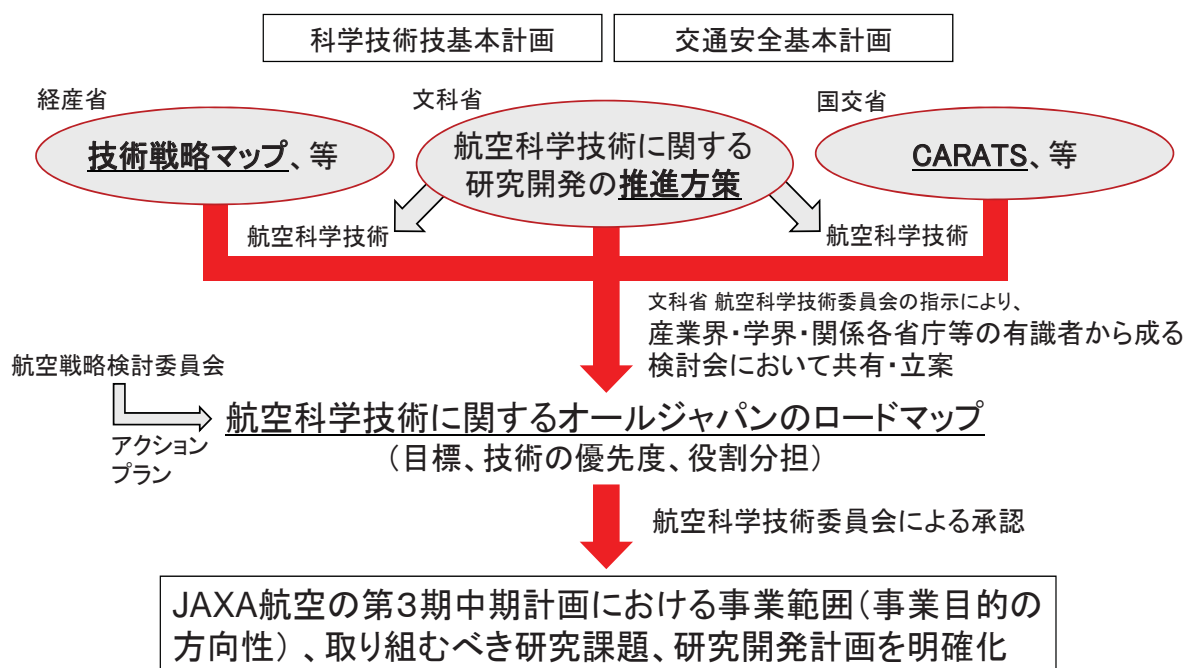
### (1) JAXA航空の事業目的と国の政策との関係



- ・将来像とロードマップを共有する、行政機関も含めた仕組みがない。
- ・JAXA航空における事業活動の位置づけを明確とするため、第1段階として、製造産業政策、航空交通政策も踏まえた、「航空科学技術に関するロードマップ」を立案・共有する。

16

## (2) 第3期中期計画における航空科学技術のロードマップ策定



17

## 第3期中期計画期間の取り組み

### 第3期中期計画期間における重点的研究開発プログラム

#### (1) 航空環境技術の研究開発 (ECAT※) ※ECAT: Environment-Conscious Aircraft Technology

▶約10年後までに、燃費向上30%以上、離着陸騒音や有害排出物の低減で世界トップレベルの要素技術確立し、市場競争力のある国産旅客機の開発及び国際共同開発における我が国製造産業の主体的参画に寄与するとともに、ICAO等の国際航空環境基準策定等への積極的参画を通じて国際社会における日本のプレゼンス向上に貢献

①グリーンエンジン技術、②低騒音化技術、③エコウィング技術

#### (2) 航空機安全技術の研究開発 (STAR※) ※STAR: Safety Technology for Aviation and disaster-Relief

▶世界トップのレーザレーダ(ライダー)技術をベースに、乱気流中の揺れ、翼振動を抑制する晴天乱気流応答・荷重軽減システムの技術開発により、ウェザー・セーフティ・アビオニクスを次世代旅客機で実現し、航空機運航中の事故を防止するとともに我が国の装備品産業の競争力を高める。また、災害時に救援航空機を効率的かつ安全に活用する災害時航空機統合運用システムの技術開発により、航空機利用による安全で安心な社会を実現する。さらに、機体の最適な整備時期予測に資する構造モニタリング、鳥衝突や複合材胴体の耐衝撃性評価に必要な技術開発を行う

①ウェザー・セーフティ・アビオニクス、②災害時航空機統合運用システム、③機体安全性向上技術

#### (3) 次世代航空技術の研究開発

①宇宙航空一体の災害監視システム、②エミッションフリー航空機技術

18



# 【参考】「航空環境技術の研究開発」の概要(案)

第38回航空科学技術委員会  
資料3-3-2

1. 課題実施期間 平成25年度 ~ 平成29(32)年度

## 2. 研究開発概要・目的

航空機の高効率化技術の研究開発により、航空機による環境負荷低減技術の向上に貢献する。

**超高バイパス比エンジン技術、低騒音化技術の開発・実証、高効率機体技術**を実施し、**次世代超高バイパス比エンジン/次世代国産旅客機における燃料消費低減、排出物低減等の環境性能に訴求する性能要素における優位技術を獲得**する。航空機の市場価値を決める技術に対し優位性、競争力を確保し、我が国産業界の国際的発言力の向上に貢献する。

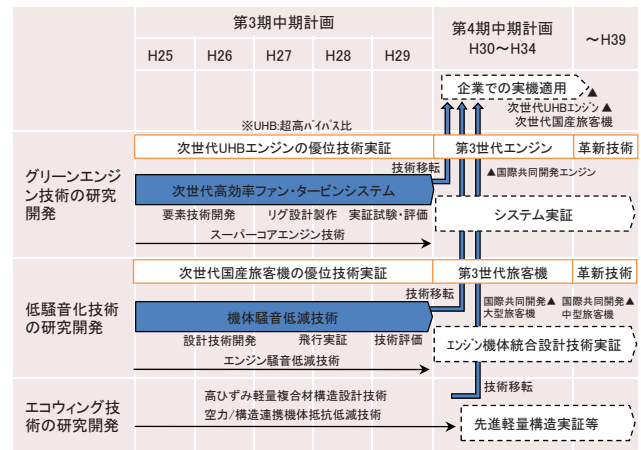
航空輸送の環境負荷を低減する航空科学技術の研究開発に重点投資し、**約10年後までに、燃費向上30%以上、離着陸騒音や有害排出物の低減で世界トップレベルの要素技術を確立**し、市場競争力のある国産旅客機の開発及び国際共同開発における我が国製造産業の主体的参画に寄与し、持続的で豊かな社会の実現への貢献を通じた日本のプレゼンスの向上と、日本の航空産業の成長に寄与する。

## 3. 研究開発の必要性等

航空機による旅客輸送量は、今後20年間で約2倍に増加すると見積もられ、それに呼応し航空機も約2倍の33,000機を超えると見られている。一方排出物に対する国際規制は強化される傾向にあり、CO2に関しては、**IATA(国際航空輸送協会)では2050年までにCO2排出量を半減するという目標**を掲げている。この様な動向の中で、航空機の環境適合性能は航空機の市場価値を決めるものとなっており、環境負荷低減技術の獲得により国際的な競争力強化につながるものである。

国の施策としては、総合科学技術会議の**第4期科学技術基本計画**に、**グリーンイノベーションの推進**が謳われ、**航空機の高効率化を進めるべき**とされており、また、文部科学省の**航空科学技術に関する研究開発の推進方策**においては、国際競争力強化に直結する差別化技術として、**航空輸送におけるエネルギー利用の高効率化及びスマート化、騒音低減等に資する出口指向の研究開発への重点化**が提言されており、航空環境技術の研究開発は国として進める必要がある。

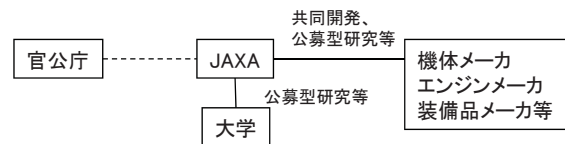
## 4. 研究開発のロードマップ



## 5. 予算規模

検討中

## 6. 課題実施機関・体制



19

# 【参考】「航空環境技術の研究開発」における主要課題(案)

第38回航空科学技術委員会  
参考資料3-2-2

## ①グリーンエンジン技術の研究開発

巡航燃費消費率(SFC: 単位時間、単位出力当たりの燃料消費) 15%減およびNO<sub>x</sub>70%減の実現を目標として、超高バイパスエンジンの基本システムを設定するとともに、我が国のこれまでの研究開発実績の高い低圧系要素と燃焼器を核として開発・実証を行う。

### ●次世代ファン・タービンシステムの研究開発

ファン大口径化に対応するファン翼部の軽量複合材技術の開発・実証、及び、低圧タービン翼部への耐熱複合材適用技術の開発

### ・スーパーコアエンジン技術の研究開発

コアエンジンの小型高出力化のシステム設計および高圧タービンの高効率冷却構造設計技術等の開発・実証

## ②低騒音化技術の研究開発

これまでにJAXAが研究開発してきた機体及びエンジンに対する低騒音化技術を実機適用レベルまで向上させ、技術成熟度を向上させ、民間移転の準備を行う。

### ●機体騒音低減技術の研究開発

高揚力装置(フラップ、スラット)、脚に対する低騒音化技術の実機への適用を通じ、低減効果と実用性を実証

### ・エンジン騒音低減技術の研究開発

ジェット騒音とファン騒音を対象とし、それぞれの騒音低減技術について技術成熟度を向上させ、低騒音設計技術を実証

## ③エコウイング技術の研究開発

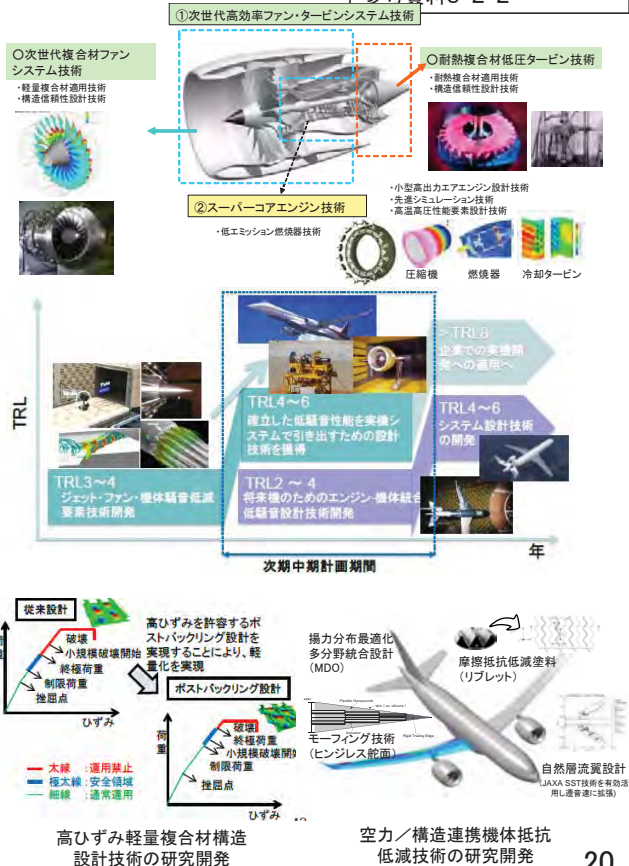
10年後に航空機の燃料消費(CO<sub>2</sub>排出)の30%減少を目標として、機体重量低減に資する複合材構造の設計技術の高度化、および、機体空力抵抗7%削減を達成する技術の開発・実証を行う。

### ・高ひずみ軽量複合材構造設計技術の研究開発

航空機複合材構造評価技術の予測精度向上により、高ひずみ領域での健全性を担保し、持って、許容値の引き上げに伴う機体重量軽減化技術の研究開発

### ・空力/構造連携機体抵抗低減技術の研究開発

層流域拡大、乱流抵抗低減、揚力分布最適化による、空力・構造連携機体抵抗低減技術の開発・実証



20



# 【参考】「航空安全技術の研究開発」の概要(案)

第38回航空科学技術委員会  
資料3-3-3

1. 課題実施期間 平成25年度 ~ 平成29年度

## 2. 研究開発概要・目的

安心で豊かな社会の実現に、航空輸送システムのリスク低減および航空機利用拡大による社会生活のリスク低減に必要な技術課題解決により貢献する。

特に世界トップのレーザライダー技術をベースに、乱気流中の揺れ、翼振動を抑制する**晴天乱気流応答・荷重軽減システムの技術開発**により、**ウェザー・セーフティ・アピオニクス**を次世代旅客機で実現し、航空機運航中の事故を防止するとともに我が国の装備品産業の競争力を高める。

また、災害時に救援航空機を効率的かつ安全に活用する**災害時航空機統合運用システムの技術開発**により、航空機利用による安全で安心な社会を実現する。さらに、機体の最適な整備時期予測に資する構造モニタリング、鳥衝突や複合材胴体の耐衝撃性評価に必要な技術開発を行う。

### 【ウェザー・セーフティ・アピオニクスの技術課題と目標】

気流計測ライダー	観測距離200~500m、重量50kg、消費電力1kW
流れ場推定	空間分解能50m、精度2m/s
突風応答・荷重軽減制御	垂直加速度半減または0.3G以下、翼端振幅40%減
アクチュエータ・舵	応答周波数10Hz以上、揚力制御1%@機体重量

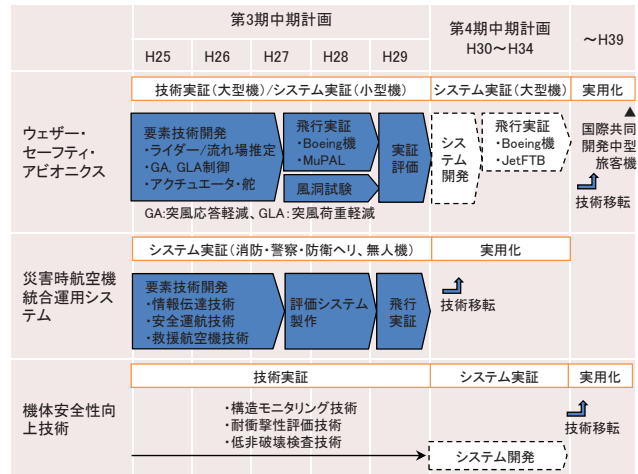
## 3. 研究開発の必要性等

第4期科学技術基本計画では「安全かつ安心で質の高い国民生活の実現」を、またこれを受けた文部科学省の**航空科学技術に関する研究開発の推進方策**では災害時を含めた**運航の安全および機体の安全確保に資する研究開発**が示されている。

国土交通白書(H22年度)によれば、過去10年の国内航空会社の**事故のうち50%超が乱気流を原因**とし、安全運航に責任を持つ航空会社、航空局から早急な対策が求められている。一方、国産機開発が進む中、我が国の装備品産業はわずかなシェアを持つのみで、**装備品産業を育成するために、システム技術の向上が急務**となっている。ウェザー・セーフティ・アピオニクスはこれらニーズに応える社会的・経済的意義の高いものである。

また、東日本大震災で救援航空機が大きな活躍をした。しかし、情報共有、広域連携、全天候運航など明らかになった課題もあり、将来起こりうる大規模災害への対応能力強化の観点から、**災害時に航空機を一元的に統合運用するシステムの構築**が求められている。これは社会的価値の高い、国が行うべき研究開発である。

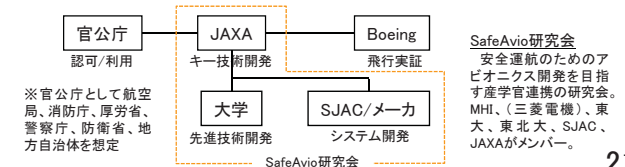
## 4. 研究開発のロードマップ



## 5. 予算規模

検討中

## 6. 課題実施機関・体制

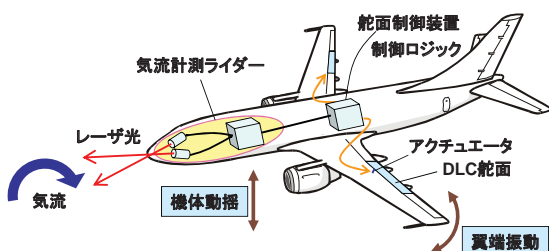


21

# 【参考】「航空安全技術の研究開発」における主要課題(案)

第38回航空科学技術委員会  
参考資料3-2-3

## ①ウェザー・セーフティ・アピオニクスの研究開発



航空機運航中の気象関連事故防止のために、①気流計測ライダー、②舵面制御装置、③アクチュエータおよび揚力制御舵面、で構成される**突風応答・荷重軽減システム**の研究開発を行う。

### 実証計画

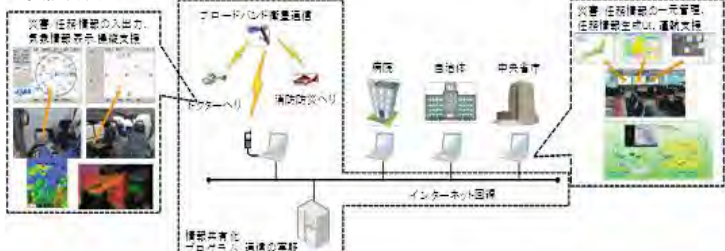


## ②災害時航空機統合運用システムの研究開発



災害時における救援航空機の効率向上のために、①情報伝達技術、②運航安全技術、③災害対応航空機の機体活用技術の研究開発を行う。

### 実証計画



## ③機体安全性向上技術の研究開発

機体の最適な整備時期の予測を行うために、①構造モニタリング技術、鳥衝突や複合材胴体の衝撃評価のための、②耐衝撃性評価技術、容易な損傷判定により非有資格者が操作可能とするための、③低コスト非破壊検査技術、また着氷に対する新たな基準に対する適合性証明を円滑に進めるために、④着氷・防水技術の開発を行う。

22

# 【参考】「次世代航空技術の研究開発」の概要(案)

第38回航空科学技術委員会  
資料3-3-4

## 1. 課題実施期間 平成25年度 ~ 平成29年度

## 2. 研究開発概要・目的

天候等の影響を受けない高高度において従来の(有人)航空機を遙かに凌ぐ長時間の運用を可能とする**滞空型無人航空機システム**について、その実現に必要な先進技術の開発、ユーザコミュニティの構築と利用研究、ならびにシステム開発及び実証試験を実施する。

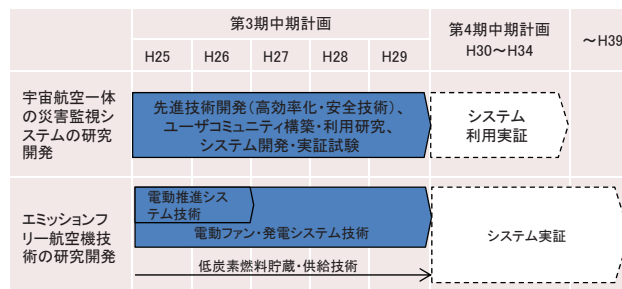
航空機の燃費や整備費を大幅に削減可能な革新的技術として将来有望な、**電動化航空機技術の研究開発**を行うことにより、国際的に優位性を持つキー技術を獲得する。

## 3. 研究開発の必要性等

長時間の運用が可能な滞空型無人航空機システムの実用化によって、我が国の任意の陸域/海域における詳細かつ連続的な観測・監視が可能となる。これは人工衛星による観測・監視能力を補完・補強するものであり、両者の連携によって、防災をはじめ、環境保全、安全保障等、社会的課題の解決に幅広く貢献することができる。また、本研究開発によって得られた技術的成果は、航空輸送における環境適合性/安全性向上技術としての発展が期待される。さらに我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上、システムインテグレーション技術の蓄積や人材育成等による研究開発能力の向上なども期待される。本研究開発には、航空機の先進的・基盤的技術と、利用研究/利用実証のための関連技術・インフラ等が必要となるため、我が国唯一の航空科学技術の中核的研究機関であり宇宙開発利用機関でもあるJAXAが取組むことが効率的である。

IATA(国際航空輸送協会)が掲げる「2050年までにCO<sub>2</sub>排出量半減」という目標を達成するためには革新的技術の導入が期待されている。電動化は高いエネルギー効率を実現でき、燃料消費や整備費を大幅に削減できる可能性があり、有力な革新技術候補であるが、旅客機クラスに適用するためにはエネルギー密度や重量ペナルティ等の課題を解決する必要がある。文部科学省の航空科学技術に関する研究開発の推進方策において、**独自の多様な基礎研究の強化の一つとして電気推進航空機技術に係る研究開発の推進**が提言されており、航空機の電動化技術は国として進める必要がある。

## 4. 研究開発のロードマップ

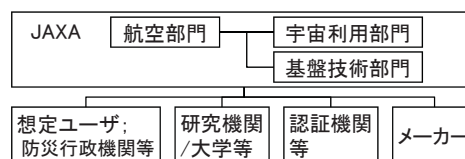


## 5. 予算規模

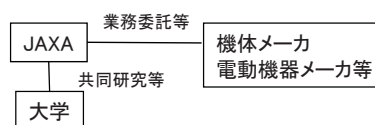
検討中

## 6. 課題実施機関・体制

＜宇宙航空一体の災害監視システムの研究開発＞



＜エミッションフリー航空機技術の研究開発＞



23

# 【参考】「次世代航空技術の研究開発」における主要課題(案)

第38回航空科学技術委員会  
参考資料3-2-4

## ①宇宙航空一体の災害監視システム

### ●代表ミッション

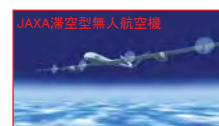
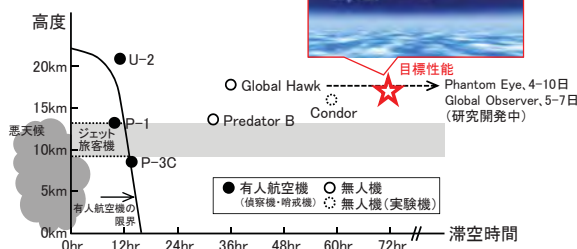
#### (1) 災害監視

防災ヘリ等が運航できない夜間・悪天候時でも運用することができ、豪雨による河道閉塞、火山噴火による土石流など重大な土砂災害が急迫している状況(進行性災害)を継続的に監視可能。

#### (2) 広域海上監視

違法な海上活動や海難事故、海洋汚染など幅広い監視ニーズに対応。2機のローテーション運用により、我が国排他的経済水域(EEZ)内の任意の海域/対象に対して24時間365日の連続監視が可能。

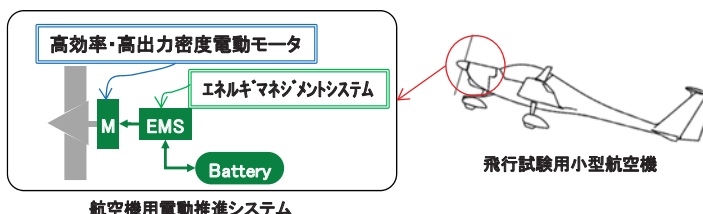
### ●滞空性能の位置付け



## ②エミッションフリー航空機技術の研究開発

### ●航空機用電動推進システム技術

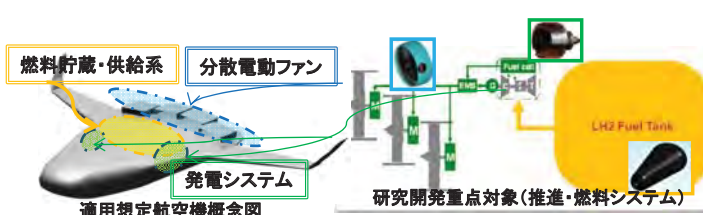
効率や出力密度等の基本性能向上、燃費削減、安全性向上に貢献する優位性の高い電動化技術を開発し、飛行試験等を通じて技術を獲得する(TRL3-4)。獲得したモータ技術やシステムマネジメント技術等は、電動ファン・発電システム技術に適用される。



### ●電動ファン・発電システム技術、低炭素燃料貯蔵・供給技術

電動推進システムを旅客機等へ適用(大型化)するために必須の技術について先行的に技術開発を行う(TRL2-3)。

- ・燃料電池・ガスタービン複合発電システム(効率向上、出力密度向上)
- ・分散電動モータ(境界層吸い込みによる空力性能向上)
- ・燃料貯蔵・供給系(液体水素燃料タンク、液体水素燃料供給システム)



24

## 特別講演

エアラインによる整備活動を通じた、産官学協働への取り組みと期待

株式会社 JAL エンジニアリング 技術部技術企画室  
室長 水間 洋一







# エアラインによる整備活動を通じた、 産官学協働への取り組みと期待

航空プログラムシンポジウム 2012  
～新しい空へ・夢をかたちに

2012年9月13日(木) みらいCAN ホール  
株式会社 JAL エンジニアリング  
技術部 技術企画室  
水間 洋一

0

## 本日の内容

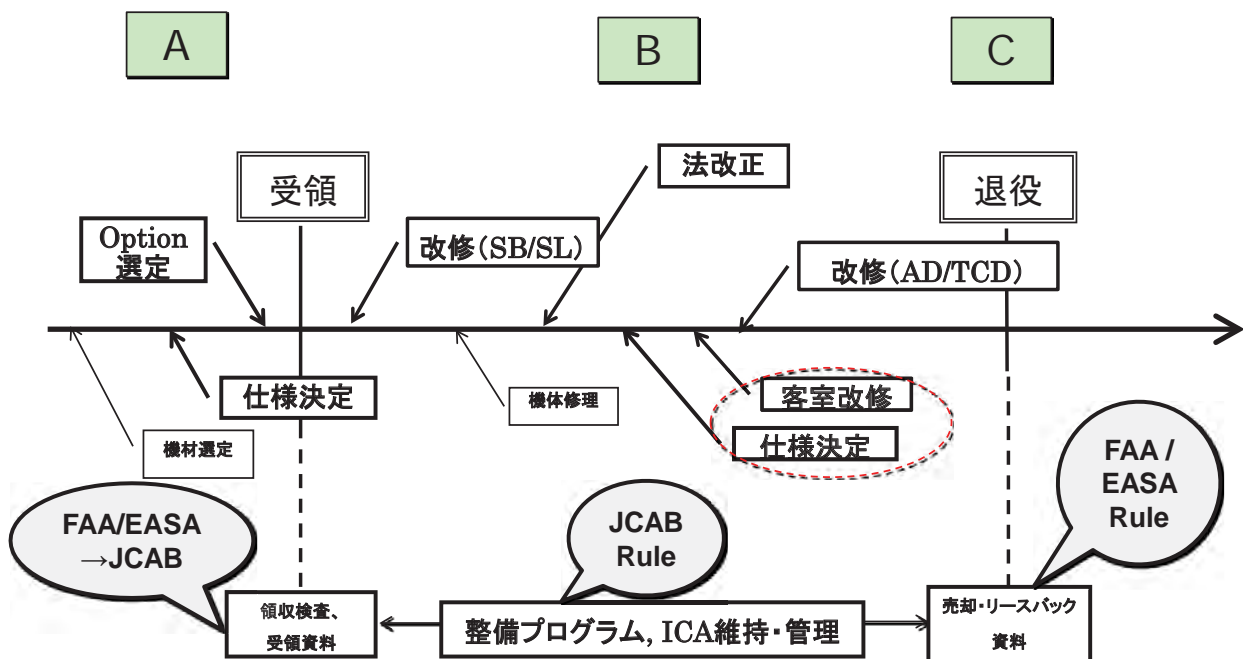


1. 機体のライフサイクルからみた整備活動
  2. 整備プログラムにおける産官の活動
  3. 整備を取り巻く環境の変化
- 産官学の連携に期待するもの

A : 機材選定から受領

B : 運航

C : 退役(機体売却・リース返却)

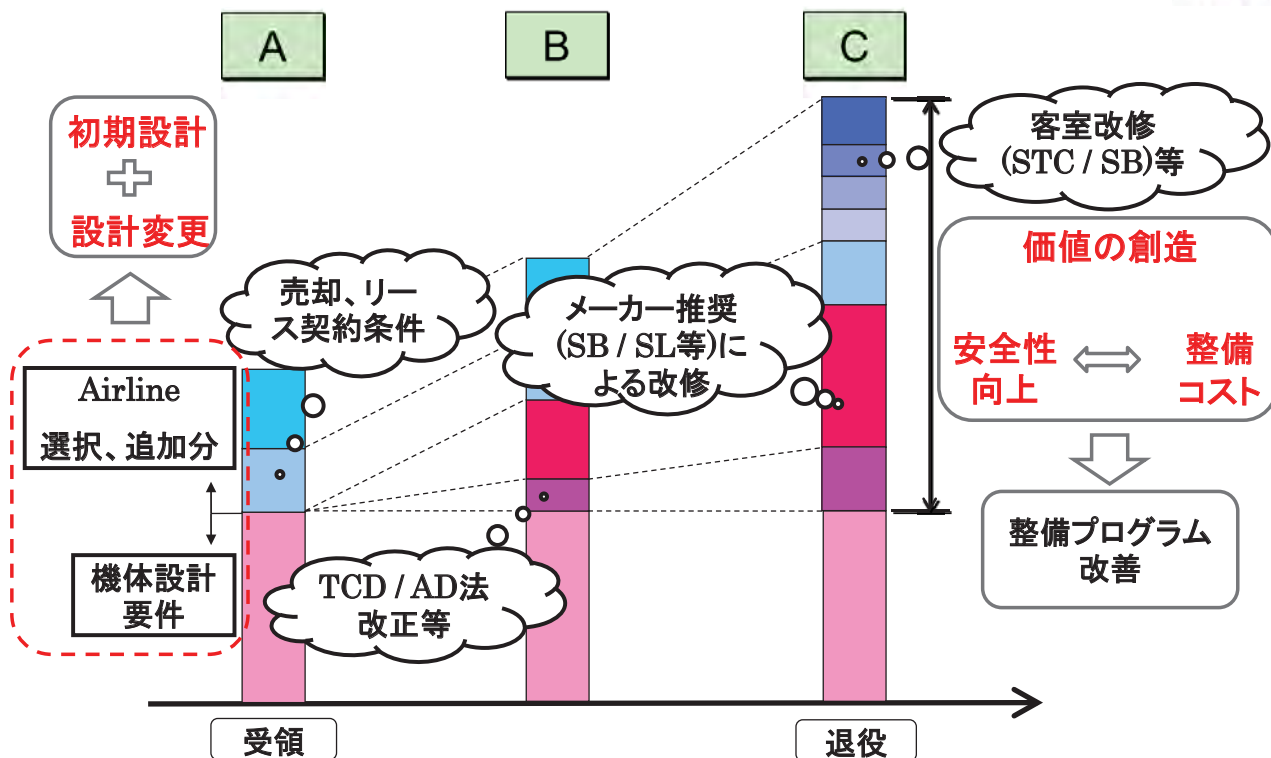


ICA : Instructions for Continued Airworthiness

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動：機材に加わる設計変更(イメージ)



JAPAN AIRLINES

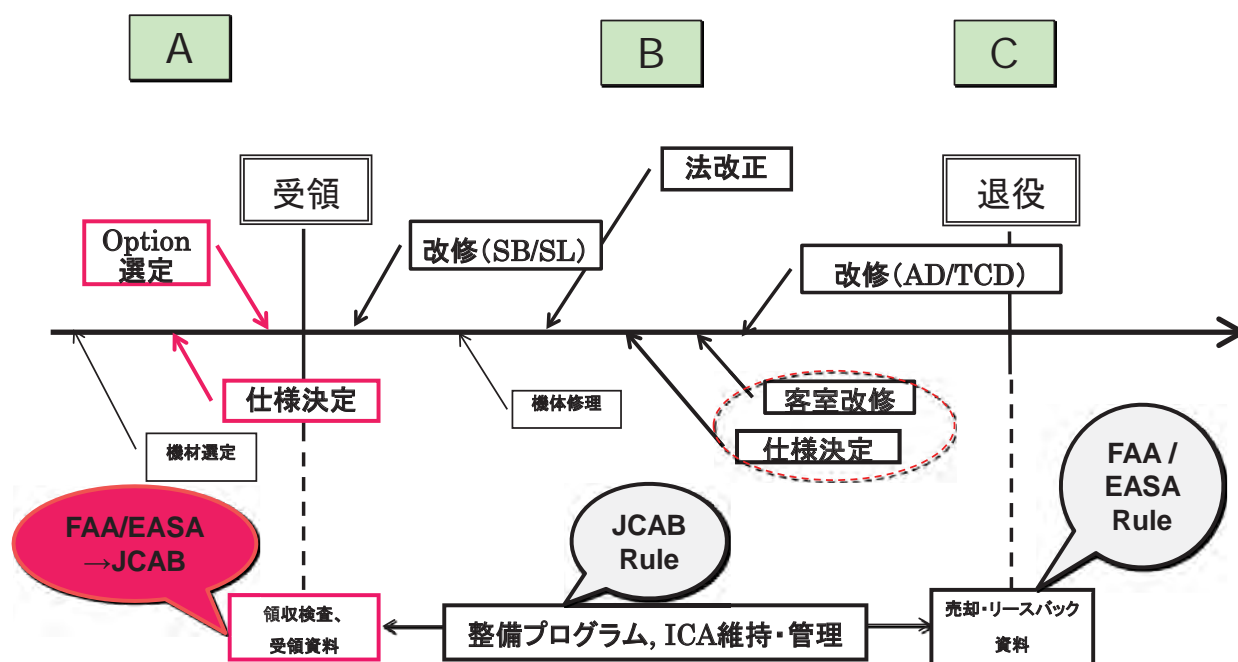


4

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動



JAPAN AIRLINES



ICA : Instructions for Continued Airworthiness

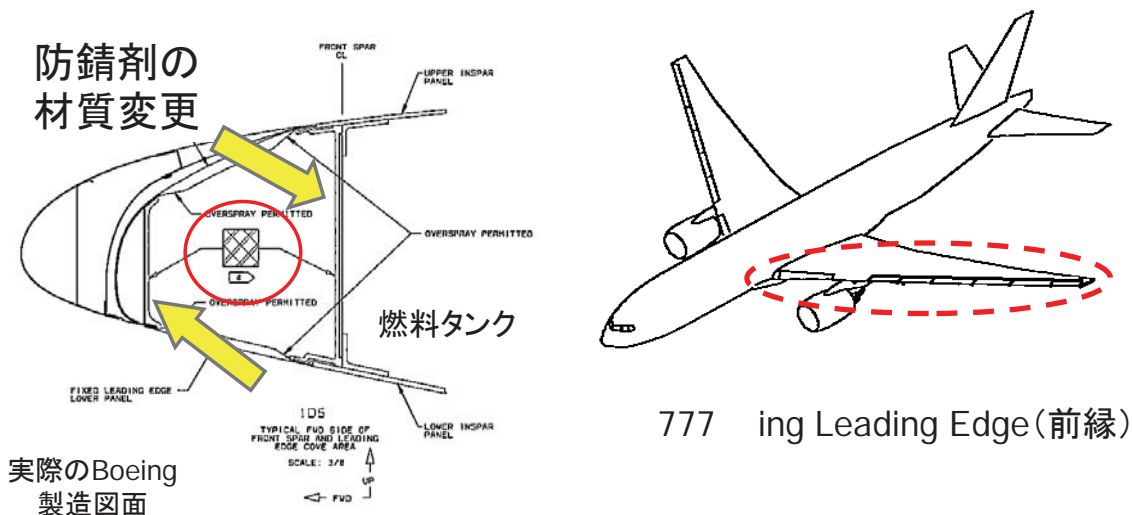
5

◆仕様の決定 : 独自スペックの追加

: 777 Wing Leading Edge Web 防錆剤の変更

INSTL	-2	COMPOUND INSTL	- EN	CORROSION INHIBITING, OUTBD WING
			OP	2 OPPOSITE -1.
			MD	FIN F-19.26
			DP	DRAWING PICTURE SHEET 1,2
			MZ	MAINTENANCE ZONE 611,613,621,632,643,644,651,652,661.
*****				NO COMPONENTS AVAILABLE FOR THIS ASSEMBLY
INSTL	-4	COMPOUND INSTL	- EN	CORROSION INHIBITING, OUTBD WING (JAL)
			OP	4 OPPOSITE -3.
			MD	FIN F-19.261
			DP	DRAWING PICTURE SHEET 1,2
			MZ	MAINTENANCE ZONE 611,613,621,632,643,644,651,652,661.
*****				NO COMPONENTS AVAILABLE FOR THIS ASSEMBLY

参考: Boeing製造図面に反映された、JAL機材専用の防錆剤塗布の指示



2006年から 6年間 (C整備16回)

重度のコロージョン 0 件!

軽度のコロージョン 2 件



◆Optionの選定 : 787 シートと機内エンターテイメントの組み合わせ例

787 Offerable Seat and IFE Combinations  
Catalog Revision R

IFE: InFlight Entertainment

Seat Class Configuration	Economy 3-3-3	Economy 3-3-3	Economy 3-3-3, 2-4-2, 3-2-3	Economy 3-3-3	Economy 3-3-3, 2-4-2	Prem Economy 2-3-2	Business Fwd 2-2-2	Business Fwd 2-2-2
Offerable Catalog Seats and IFE Monitors								
BE Pinnacle	✓	✓	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘
TIMCO 3500	✓	⊘	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘
Recaro CL3510	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓
Recaro CL3620	✓	✓	⊘	Target 3Q2012	✓ (D-31 only)	✓	⊘	⊘
Weber 5751	✓	✓	✓	⊘	✓	⊘	⊘	⊘
TIMCO 3050	✓	⊘	✓	✓	✓	⊘	⊘	⊘
Weber 7811	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓
Contour Aura Lite	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓

✓ = Offerable      ⊘ = Not Available

Not Available: Panasonic Monitors Eco 11-in, Elite 11-in, Elite 16-in, Elite 18-in  
Not Available: Thales Avant Monitors 9-in, 10.6-in, 15.4-in, 17-in

◆Optionの選定 : A350 XWB エコノミークラス シートの例

**B/E**  
AEROSPACE

Picture courtesy of B/E

**PINNACLE**

**RECARO**

Picture courtesy of RAS

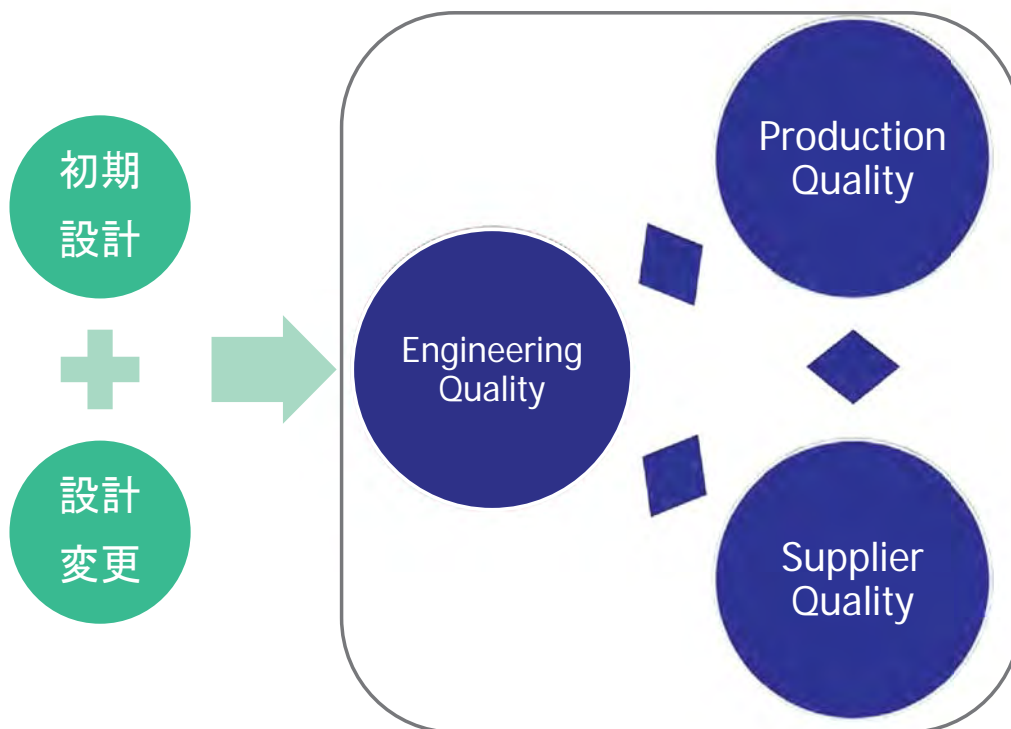
**CL3620**

**WEBER AIRCRAFT LLC**

Picture courtesy of WEBER

**5751**

→ 製造品質の向上



10

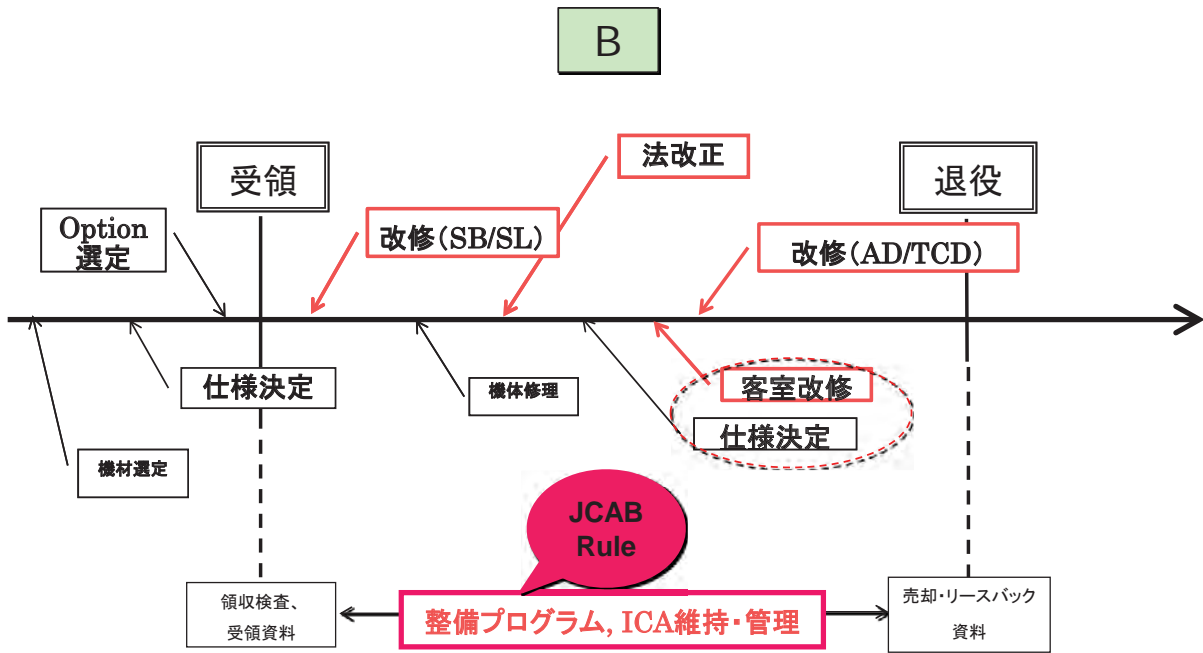
1. 機体のライフサイクルからみた整備活動 : 整備活動における 3つのフェーズ

A : 機材選定から受領

B : 運航

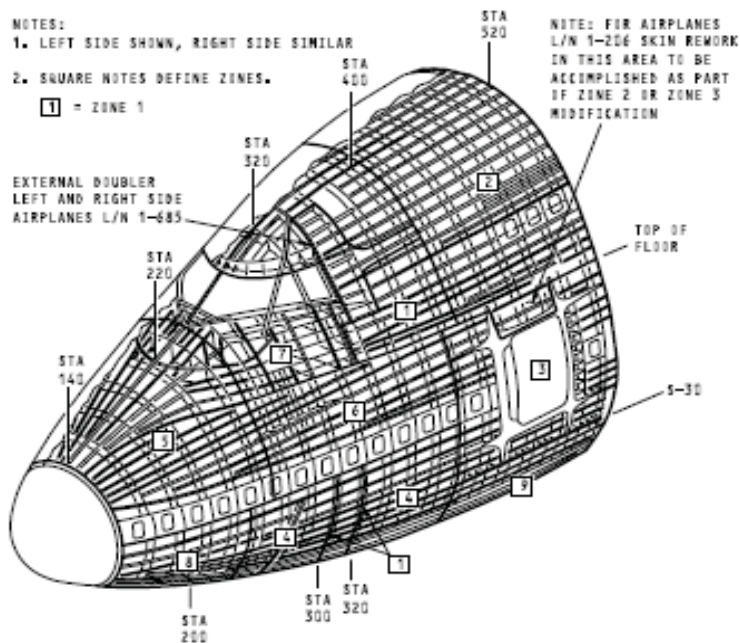
C : 退役(機体売却・リース返却)

11



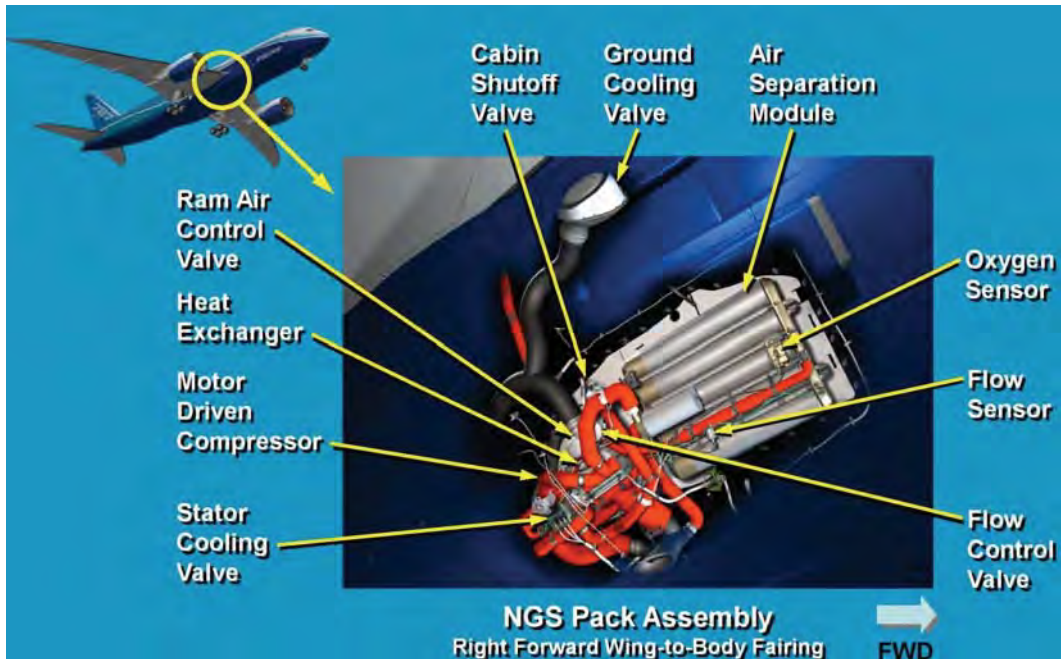
ICA : Instructions for Continued Airworthiness

- 機体改修の例 : ① 747 Sec.41 のフレーム交換  
 → **安全性向上**。大規模改修。最終的にTCD/AD **実施が義務化**。





- 機体改修の例 : ② Nitrogen Generating System (NGS) を装備  
 → **安全性向上**。燃料タンク爆発可能性防止。米国法制化。



- 機体改修の例 : ③ 客室改修 : 機内インターネット装着  
 → **価値の創造**。  
**他社との差別化**。

機内持ち込みパソコン

制御パネル

衛星通信アンテナ  
(新規取り付け)

アンテナ内部



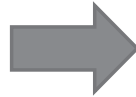


- 機体改修の例 : ④ 客室改修 : シートの変更  
→ 価値の創造。他社との差別化。



JALシェルフラット・ネオ

2009年 8月



JAL 新ビジネスシート

2013年 1月

効率的な開発

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動 : 整備活動における 3つのフェーズ

A : 機材選定から受領

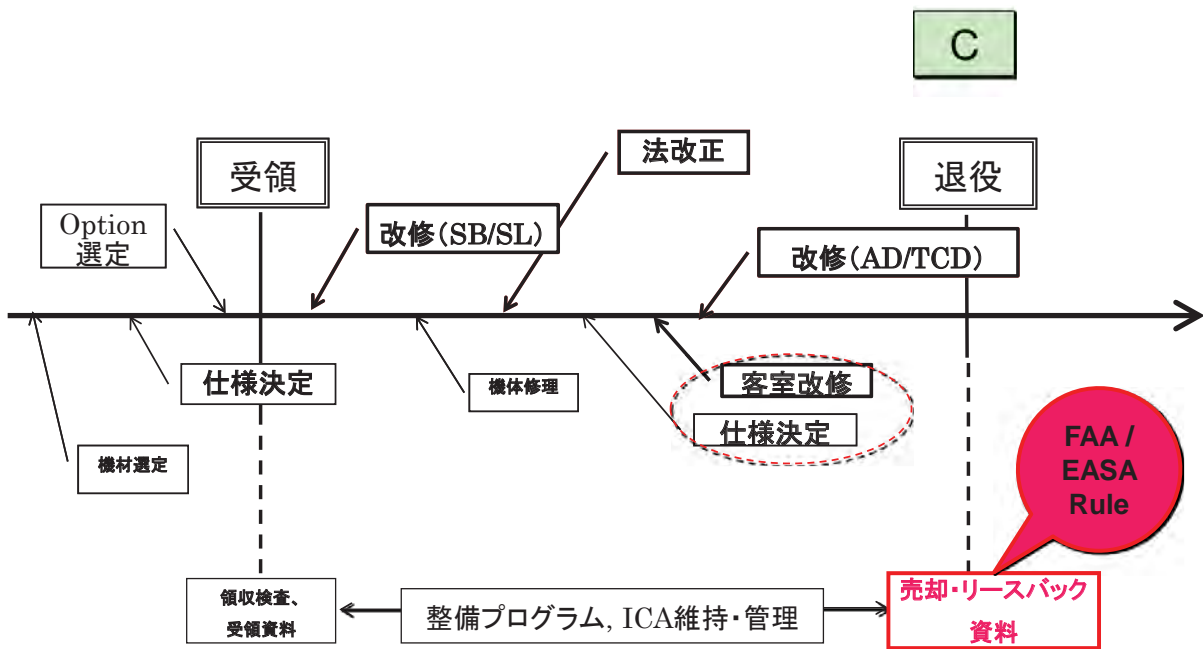
B : 運航

C : 退役(機体売却・リース返却)

# 1. 機体のライフサイクルからみた整備活動



JAPAN AIRLINES



ICA : Instructions for Continued Airworthiness

18

## 売却・リース返却時 (1)

C



JAPAN AIRLINES

ポイント	要件	エアラインの対応例
1 Global Standard	- English - FAA / EASA Approval - FAR Part 121 Requirement	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 英文化・英訳</li> <li>● FAA Repair Stationへの外注</li> <li>● Repair Station 取得</li> </ul>
2 Asset Value	- Modification - PMA / DER Approval	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実施についてLessorに確認</li> <li>● 返却時のDe-Mod.</li> <li>● PMA部品、DER Repair 利用の制限</li> </ul>
3 Traceability	- Complete Record - LLP BTB (Back to Birth Date) - Burn Certification	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 記録の保管・管理</li> <li>● 作業と使用部品のリンク</li> <li>● 燃焼試験記録の保管</li> </ul>

## 機材導入時から、対応できる体制・仕組づくり

PMA : Parts Manufacturing Approval, DER : Designated Engineering Representative, LLT : Life Limited Parts

19

- 巨大リース会社の影響力
- FAA・EASAの要件への合致
- 資産価値を減少させない対応
- 標準化に向けた業界の取り組み  
⇒ IATA Aircraft Leasing Task Force (2012/6)

20

---

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動 : **エアラインの課題**

1. **安全性維持向上**
2. **価値の創造**、他社との差別化
3. JCAB、FAA / EASA基準に適合  
⇔ **「認証」の理解**と維持・実施

21

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動
  2. 整備プログラムにおける産官の活動
  3. 整備を取り巻く環境の変化
- 産官学の連携に期待するもの

22

## 2. 整備プログラム設定における産官の活動

### ▶ 安全の基本となる整備プログラムを適切に維持するための活動

#### ⇒ 安全情報の共有

運航にかかわる情報の提供(エアライン)  
必要な改修の追加や、整備プログラムの実施(メーカー)  
安全に関わる基準の設定、アクションの指示(監督官庁)

#### ⇒ 整備プログラムの継続的な見直し

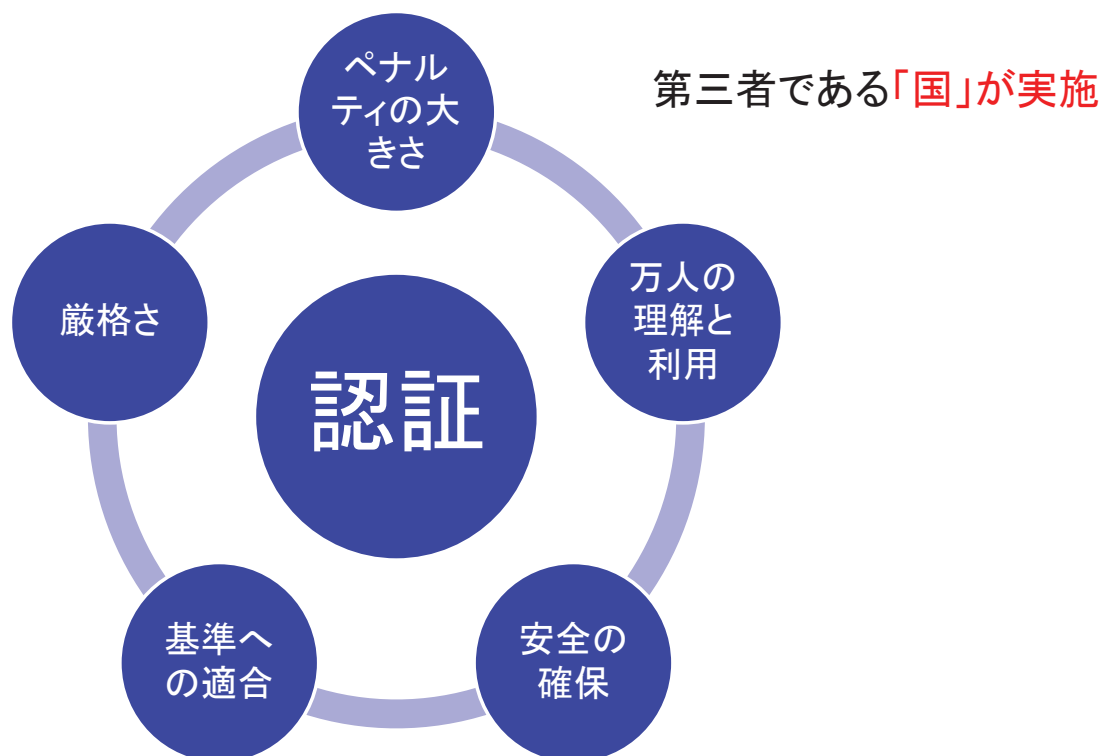
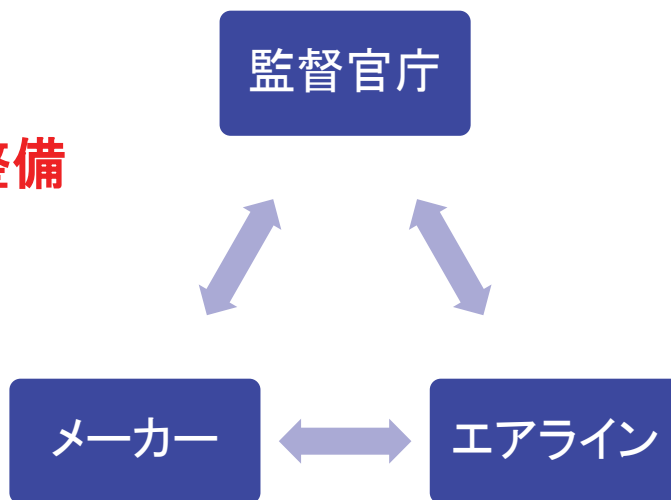
改修、検査要目の最適化  
整備要目の追加、削減(設計)  
整備間隔の短縮、延長(設計、運航後実績、経験)

23



# 1. 高い安全性の確保

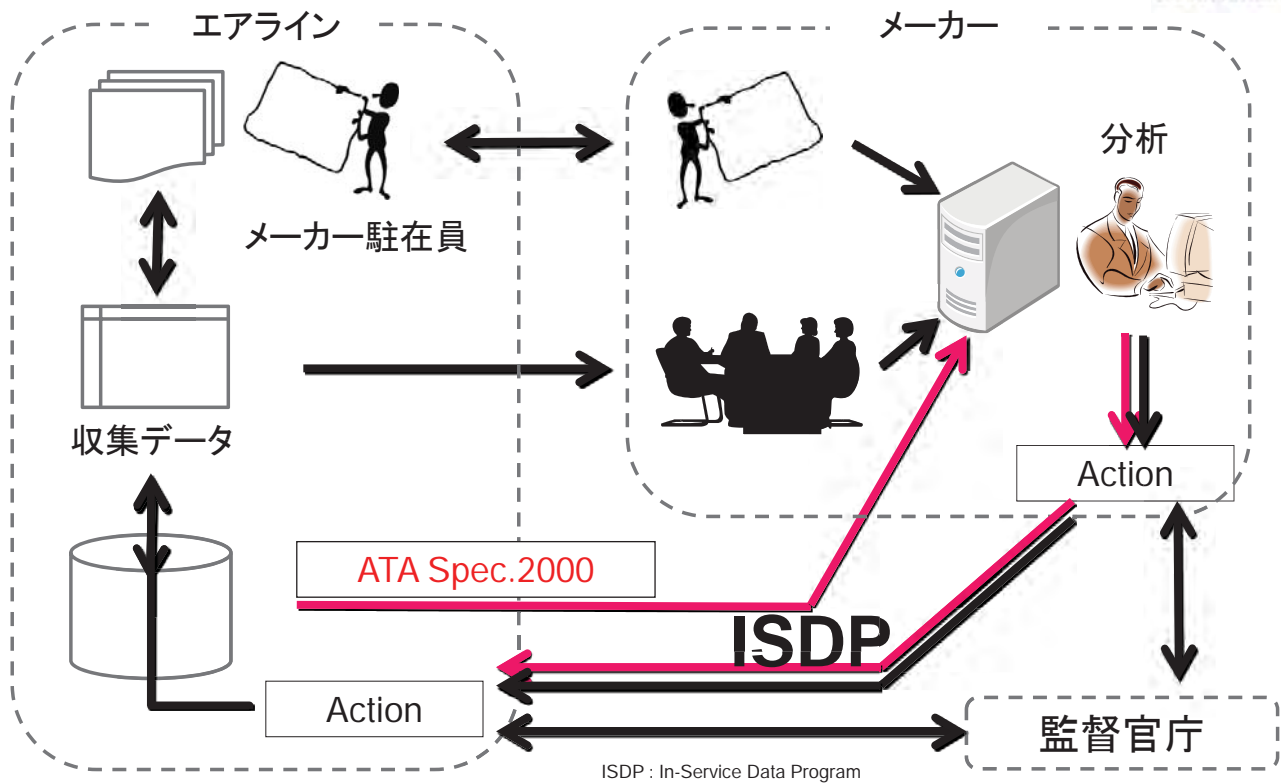
# 2. 効率的・効果的な整備の実施



## 2. 整備プログラム設定における産官の活動：産官の連携



JAPAN AIRLINES

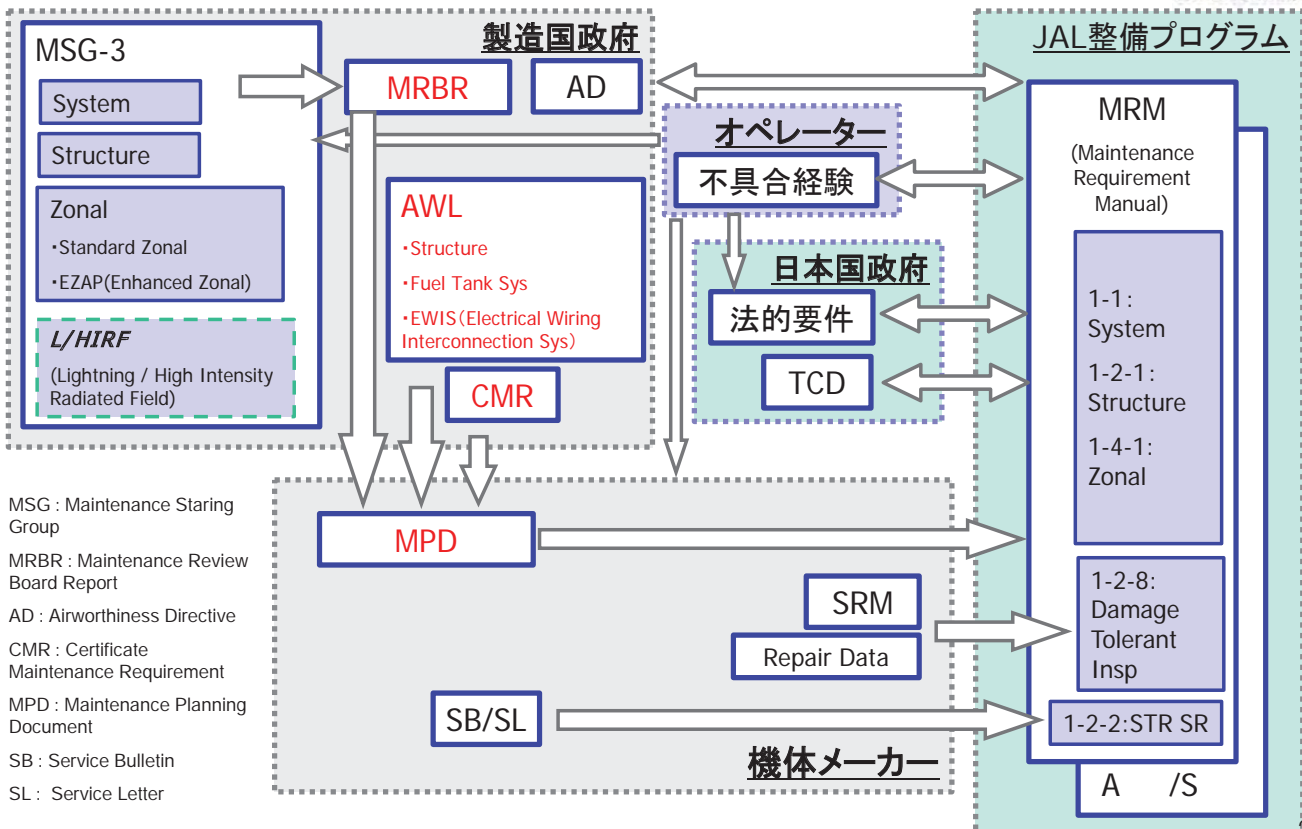


26

## 2. 整備プログラム設定における産官の活動：整備プログラムの設定と改善



JAPAN AIRLINES



27

## 2. 整備プログラム設定における産官の活動：整備プログラムの比較



JAPAN AIRLINES

	787		737-800		777		767	
	MPD	独自	MPD	独自	MPD	独自	MPD	独自
1 System	389	54	632	124	681	275	578	411
2 Structure	126 (Fatigue未設定)	0	160 (Fatigue未設定)	4	606 (Fatigue一部未設定)	18	763	44
3 Zonal	241	0	194	0	301	0	234	0
合計	765	54	986	128	1588	293	1575	455
C整備 M/H			400		1200		1500	

28

## 2. 整備プログラム設定における産官の活動：787と767の整備間隔の比較



JAPAN AIRLINES

	787	767
Line Maintenance (A 整備相当)	1,000 FH	300 FC 750 FH
Base Maintenance (C 整備相当)	12,000 FH 6,000 FC 36 Months	6,000 FH 3,000 FC 18 Months
Heavy Maintenance (D 整備相当)	48,000 FH 24,000 FC 12 Years	24,000 FH 12,000 FC 6 Years
Landing Gear Restoration	24,000 FC 12 Years	18,000 FC 10 Years

出所: 787 Policy and Procedures Handbook, Rev. D 2010/3/1

767 MRB Report, 2007/Sep.

注) MPDでは、どちらのモデルもLetter Checkの概念はなくなっている。

← 整備間隔: 約2倍

29

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動
2. 整備プログラムにおける産官の活動
3. 整備を取り巻く環境の変化  
→ 産官学の連携に期待するもの

30

---

3. 整備を取り巻く環境の変化 : 3つの変化

1. 機体・エンジン・装備品メーカーの関係
2. 新機種の開発、新造機の導入
3. LCC (Low Cost Carrier) の登場

31



### 3. 整備を取り巻く環境の変化 : 3つの変化と主に影響を受ける領域



JAPAN AIRLINES

	変化	事象	機体メーカー	エアライン	装備品メーカー	独立型MRO
1	機体・エンジン・装備品メーカーの関係	メーカーによる 囲い込み		○		○
2	新機種の開発 新造機の導入	整備コストの軽減 新技術 ブラックボックス化		○	○	○
3	LCC の登場	低コスト		○ (フルサービス型)		○
		広胴機 → 狭胴機	○		○	○
		マルチクラス → シングルクラス	○		○	
		リース機材の増加		○ (米国、EASA以外)		

32

### 機体・エンジン・装備品メーカーの関係 → メーカーによる囲い込み



JAPAN AIRLINES

#### 1. 修理領域の減少 : エンジン部品、装備品

CMM(Component Maintenance Manual)の修理項目の減少

OEM系MRO (Maintenance, Repair and Overhaul)以外による修理の制限

#### 2. 機体・エンジンメーカーのMRO領域への進出:

整備プログラムの作成(エアライン・エンジニアリング)、整備作業の実施、

アセットマネージメント等

Boeing : Gold Care

Airbus : Flight Hour Services

GE: MCPH (Maintenance Cost Per Hour) PW: FMP (Fleet Management Program)

#### 3. 部品の「在庫管理」:

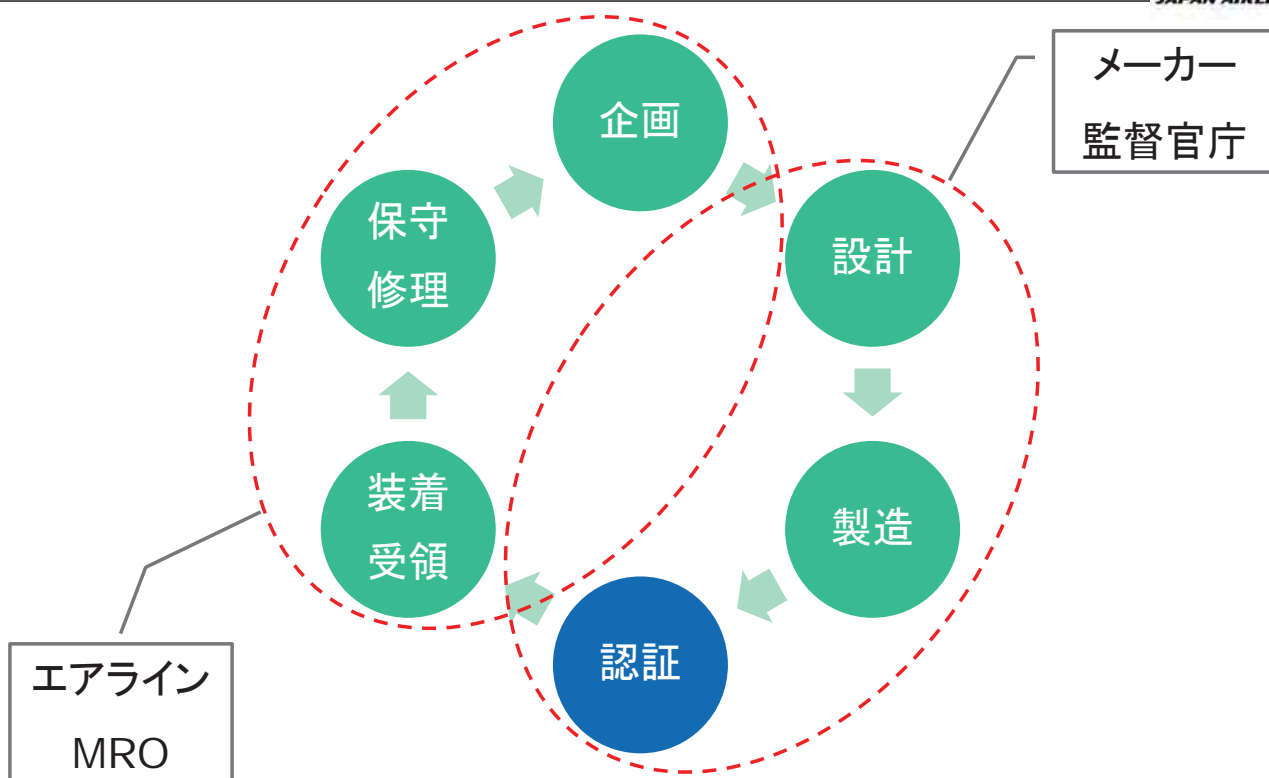
Boeing IMM (Integrated Material Management) 「富山の薬売り」方式

33

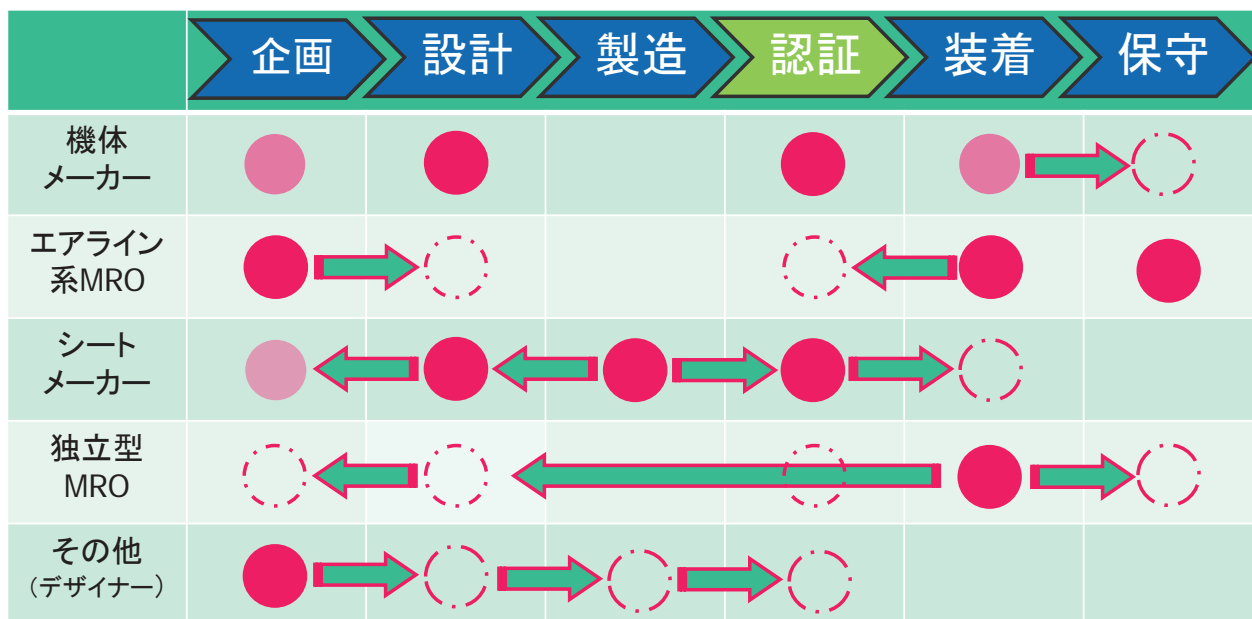
1. 運航整備領域 : 複合材修理と検査方法への対応
2. 機体整備領域 : 整備コストの軽減と整備機会の減少  
エアライン自営からMROへの委託  
MROによる整備の競争激化
3. 部品整備領域 : 設備投資可能なMROの生き残り  
ブラックボックス化にともなう  
OEM系MROの寡占化

34

3. 整備を取り巻く環境の変化 : 活動要素

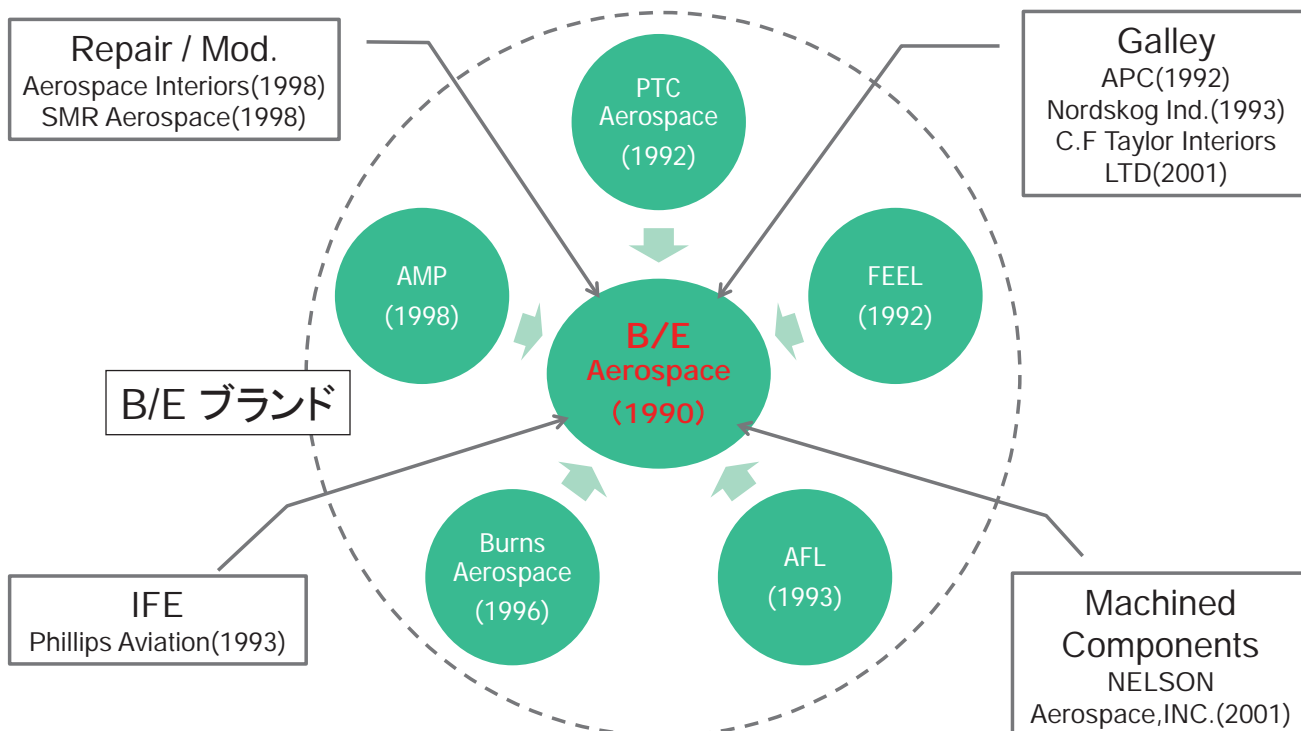


35



● : 色が濃いほど強い分野      ○ : 現在展開されつつある分野

B/E Aerospace の戦略 → 「One Stop Shopping」

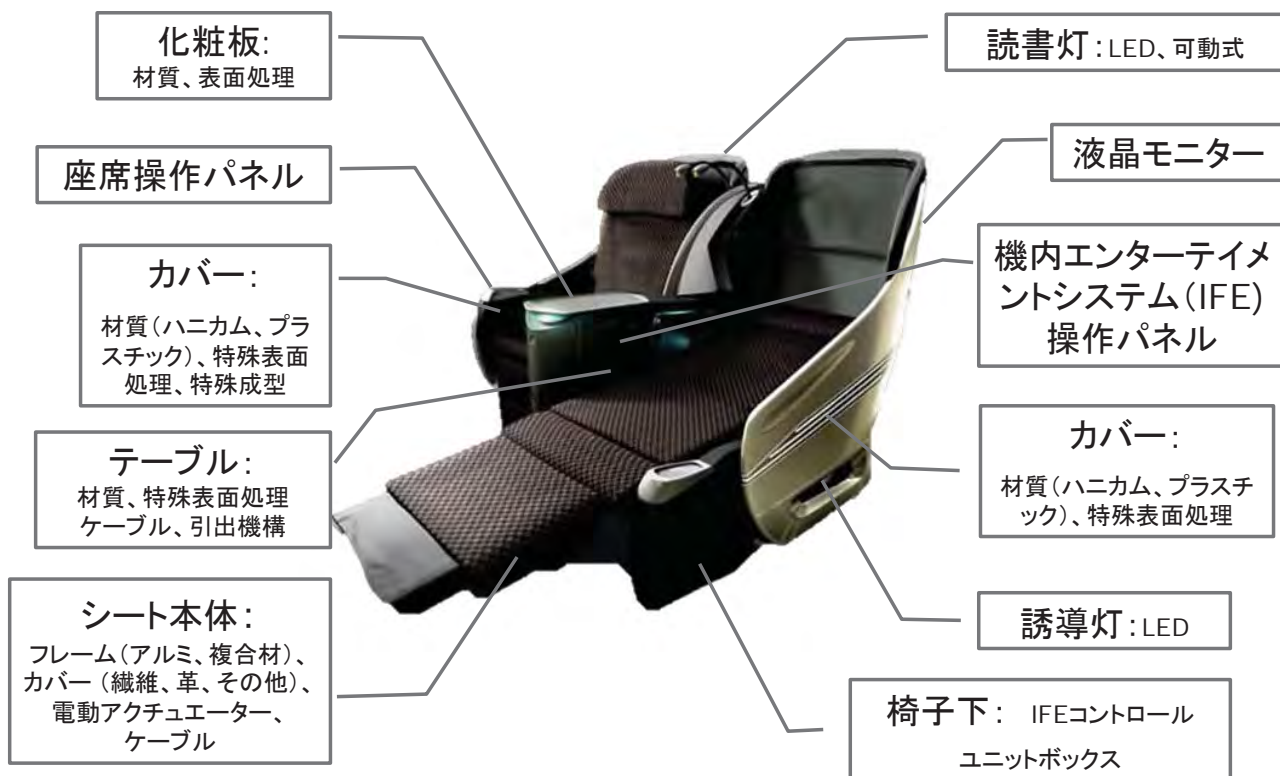


B/E Aerospace Home pageから作成

### 3. 整備を取り巻く環境の変化 : シートの開発



JAPAN AIRLINES

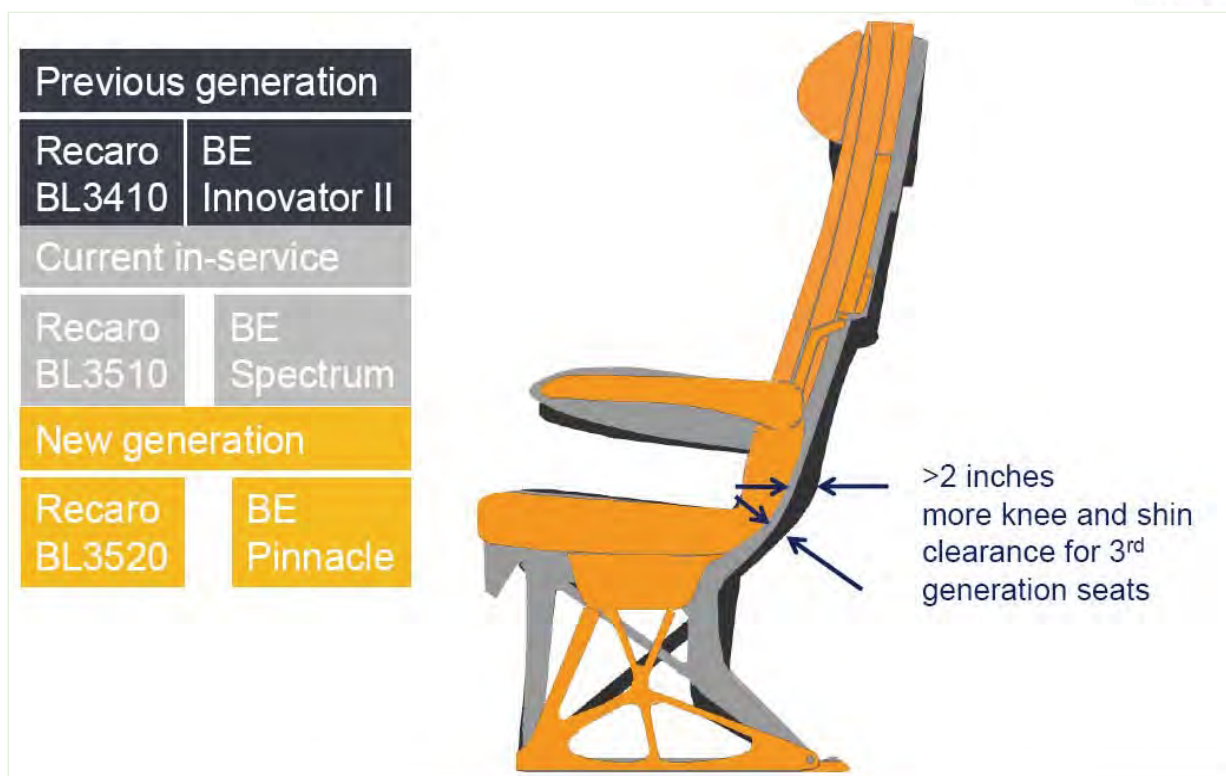


38

### 3. 整備を取り巻く環境の変化 : シート構造の変化



JAPAN AIRLINES



39



分類		技術分野
設計、認証	構造解析シミュレーション	数値解析技術
素材開発、製造	軽量・高強度複合材料 (CFRP) 軽量合金 不燃材料 (繊維、プラスチック) 接着剤	材料・加工技術
汎用部品製造	ボルト、ナット、ワッシャー ケーブル、ワイヤー	
表面処理材開発、製造	抗菌・防臭処理、ペイント	
特殊部品開発、製造	アクチュエーター	制御技術
	ハニカム・サンドイッチ構造	構造技術

本日の内容

1. 機体のライフサイクルからみた整備活動
  2. 整備プログラムにおける産官の活動
  3. 整備を取り巻く環境の変化
- 産官学の連携に期待するもの

### 1. 機体のライフサイクルからみた整備活動

- ・安全性向上への取り組み → JCAB/FAA/EASAルール
- ・価値の創造 → 効率的な開発、FAA/EASAの承認、認証
- ・運航時「JCABルール」 → 売却・リース返却時「FAA/EASAルール」

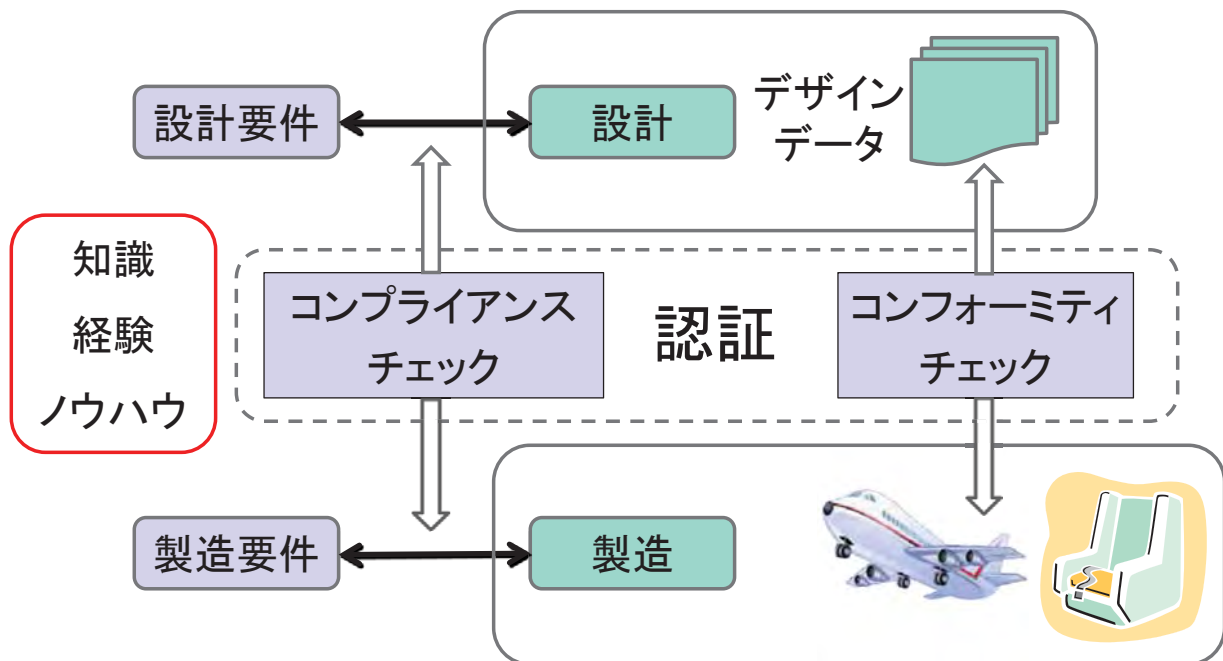
### 2. 整備プログラムにおける産官の活動

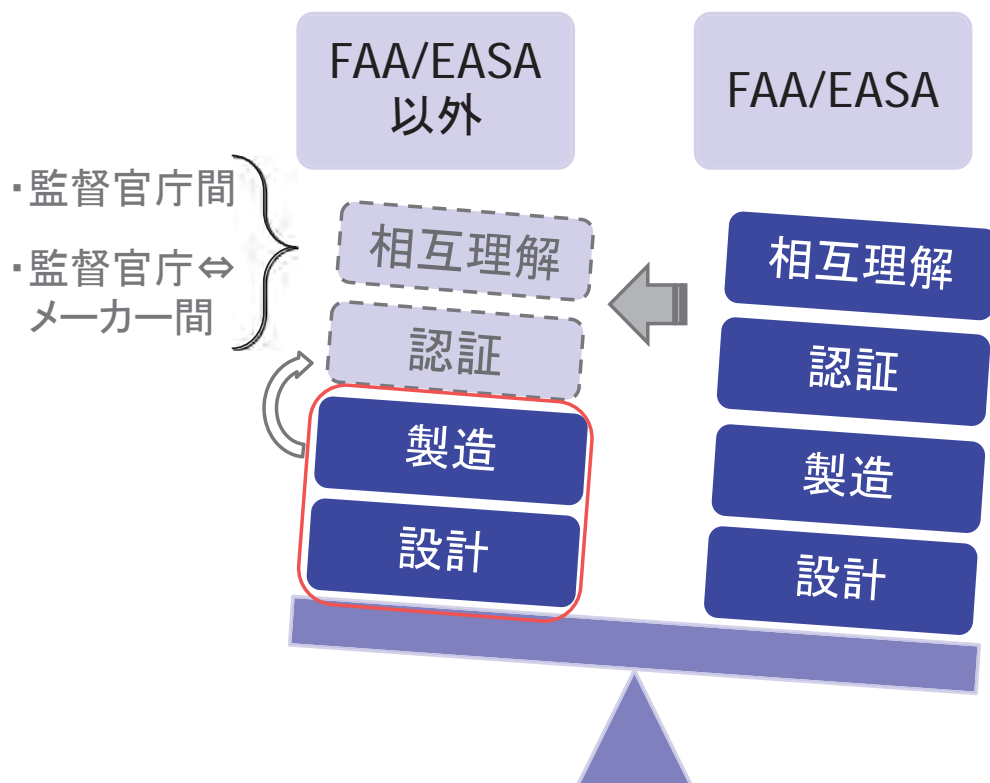
- ・安全性の確保、効率的・効果的な整備

### 3. 整備を取り巻く環境の変化

- ・3つの変化 → 従来の領域からの拡大(ボーダレス化)
- ・機内装備品、開発、製造の領域 → 「価値の創造」と「需要の喚起」  
(独自分野の育成 → 裾野を広げ、全機開発へ展開)

### 4. 設計、製造に関するJCAB認証 → FAA/EASA認証と同等





産官学の連携に期待するもの **知識、経験、ノウハウの蓄積**

基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>人材育成</b> : 語学、一般教養、基礎学力の徹底、設計・製造認証に関わる理解(製造業全体)、インターン制度→例: ブラジル「国立航空技術研究所」</li> <li>・ <b>標準化、基準化</b> : FAA/EASAとの差異の認識、企業・ A 間の共通認識</li> <li>・ <b>施設・設備</b> 静/動荷重/疲労試験、耐火性試験、電磁波干渉試験等</li> </ul>
仕組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>人材交流(相互理解の推進)</b> : A から国内外企業やFAA / EASAへ、国内外企業から A へ → 例: シンガポール航空局の施策</li> <li>・ <b>アカデミー設立</b> : 情報公開、実務者教育/訓練 → 例: FAA Academy</li> <li>・ <b>独自分野の育成</b> : 裾野を広げ、全機開発へ展開</li> </ul>
アピール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>日本の標準/基準の認知と採用</b> : 各国監督官庁間、監督官庁と企業間、規格の相互認証、完全な ASA、国際会議</li> </ul>



ご清聴ありがとうございました。

資料に示される、写真、図面についてはボーイング社、エアバス社の許可のもと使用させていただいています。複製、再使用等をご遠慮ください。

## 航空環境技術の研究開発プログラム

株航空プログラムグループ 環境適合機体技術チーム  
チーム長 大貫 武

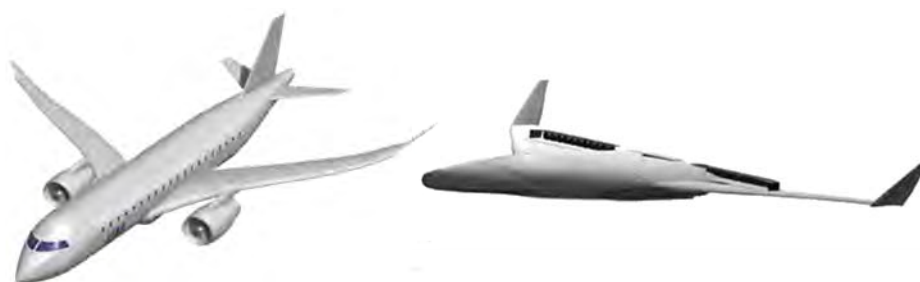






# 航空環境技術の研究開発プログラム

Environment Conscious Aircraft Technology (E-CAT) R&D



平成24年9月  
宇宙航空研究開発機構  
航空プログラムグループ  
大貫 武

JAXA Proprietary

## はじめに

### 検討の背景

- ・欧米において航空環境技術に関する総合的かつ大型の研究開発プロジェクトが相次いで着手。
- ・第4期科学技術基本計画のグリーンイノベーションの推進において高効率航空機がそのひとつ。
- ・これを受けた文部科学省の推進方策においては出口指向の研究開発を目指すべきとされている。
- ・JAXA航空においては、次期中期計画期間の事業内容の検討を開始。

JAXAにおける航空環境技術の研究開発を総合的かつ戦略的に実施していくための研究開発計画を立案・具体化し、これを次期中期計画に反映させていくことを目的として、航空環境技術の研究開発計画の検討を開始。



# 航空環境技術の研究開発推進の背景

## (1) 航空輸送量(旅客・貨物)の増大

輸送量増大を吸収する技術(安全性・利便性を維持・向上させる技術)と航空機による環境負荷を低減する技術に大きな進歩が必要。

## (2) 航空機による環境負荷に対する規制強化と国際協調

民間航空機においても、「環境性能」=「市場価値」※の時代。  
「環境負荷低減への貢献」=「国際社会における発言力」の時代へ。

※環境性能のひとつであるCO2排出削減は燃料消費削減と同調し、経済性という市場価値を高める方向にも一致する。

## (3) 航空機産業及び環境技術に対する我が国の取り組み方針

経済産業省「産業構造ビジョン2010」等

我が国の航空機産業は「次世代環境航空機の世界拠点」を目指す。国産機で世界に航空機ソリューションを提供、環境航空機向け部品・素材の提供で次世代旅客機等の開発を主導。

総合科学技術会議「第4期科学技術基本計画(予定)」

我が国の科学技術政策のひとつは“グリーンイノベーション”の推進、航空分野では、航空機の高効率化のための研究開発の推進が重要施策。

行政刷新会議「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」

国の研究機関として、民間企業との連携による研究開発、また、航空環境技術の研究開発への重点化への対応がJAXA航空に求められている。

3



# 航空環境技術の研究開発推進の背景

## ○航空輸送量(旅客・貨物)の増大

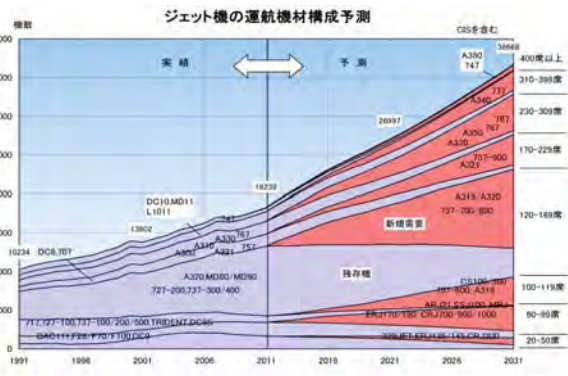
- ・航空輸送需要は今後も増大、旅客輸送では今後20年で2.7倍と予想\*1。  
(とりわけ、アジア域の拡大が顕著。)
- ・CO2排出の増、空港周辺環境(騒音、排ガス)の悪化が懸念。  
(例えば、何もしないと、航空輸送によるCO2排出は全排出量の2%から2050年には3%へ)
- ・一方、航空輸送は、全世界で3,200万の雇用と世界GDPの7.5%(2006)を支える社会基盤\*2。
- ・輸送量増大に対応し、かつ、“環境的にも持続し得る航空輸送システム”が持続的社会的実現に不可欠。

航空旅客輸送は今後20年で2.7倍(年5%の伸び)



\*1 出典:平成21年度民間輸送機に関する調査研究(JADC)

20年後にジェット機の機数は現在の2倍必要



\*2 出典:平成23年度民間輸送機に関する調査研究(JADC)

輸送量増大を吸収する技術(安全性・利便性を維持・向上させる技術)と航空機による環境負荷を低減する技術に大きな進歩が必要。

4

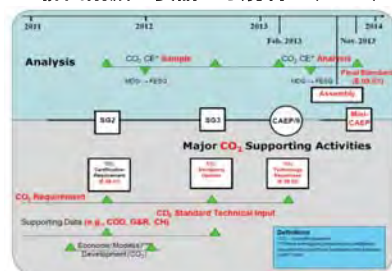


# 航空環境技術の研究開発推進の背景

## ○航空機による環境負荷に対する規制強化と国際協調

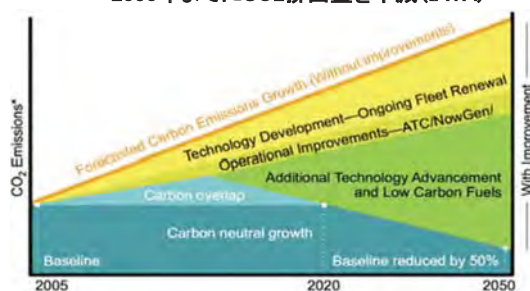
- ・輸送量増加や高い社会的関心から環境規制は一層強化。
- ・環境性能は民間航空機における重要な競争力のひとつである航空機の経済性(運航コスト等)に同調。また、民間航空機においては、CO2排出も“要請から規制へ”。
- ・環境性能が民間航空機の市場価値となることから、欧米では国家レベルでの航空技術に関する研究開発推進方針において環境性能に関する目標等を掲げ、これに向けた研究開発を推進。また、ICAO等においても継続的に航空環境技術の調査をしているところ。
- ・一方、CO2排出削減は長期的かつ全地球的課題、その低減への取り組みは国際的な評価。
- ・民間航空に関する国際機関も他産業に先駆けて、長期的な数値目標を設定、国際協調によるCO2排出低減を志向。

CO2排出削減は要請から規制へ(ICAO)



出典: Summary of Discussions and Decisions of the 5<sup>th</sup> of the Steering Group (2010 CAEP Steering Group Meeting)

2050年までにCO2排出量を半減(IATA)



出典: The IATA Technology Roadmap Report 第3版 (2008 IATA)

「環境性能」＝「民間航空機の市場価値」の時代。

「環境負荷低減への貢献」＝「国際社会における発言力」の時代へ。

5



## 研究開発の意義・必要性とその方向性

### 戦略的技術分野としての環境技術

民間航空機分野においても、「環境性能」＝「市場価値」。  
航空環境技術の研究開発により、民間航空機の市場価値を決める技術において優位性・競争力を確保することは、日本の航空機産業の維持・発展に不可欠である。



### 技術優位性・競争力の確保

航空環境技術分野の優位技術と競争力は、国際共同開発等におけるバーゲニングパワーであり、将来の国産航空機の市場競争力の源泉。

質の高い製造技術・要素技術における航空環境技術の開発・実証、長期的視点からはブレークスルーコンセプトの創出、これらの技術成熟度を高める研究開発活動が必要。

効果的な研究開発の観点から、日本のリソース・技術基盤を考慮した技術の重点化と関係機関の密接な連携。

6





## 研究開発の意義・必要性とその方向性

国際的課題・社会要請としての環境負荷低減(日本の国際的責任)

世界に先行する航空環境技術の開発、国際環境基準等の策定への技術的貢献は、日本の国際社会における責任(国際貢献)を果たすとともに、民間航空機市場における日本のプレゼンス向上と国益の確保にも資する。



日本の技術力の効果的なアピール(日本のプレゼンス向上)

日本の持つ環境性能技術の実用性・信頼性の実証に重きをおいた研究開発の推進。飛躍的な環境性能の向上に資するブレークスルー技術や技術コンセプトを世界に先駆けてその優位性(世界一、世界初)を示す活動も効果的。

また、国際環境基準や技術標準化等への技術的貢献は日本の製品・技術の認知度を高めることにも寄与。研究開発を通じた技術的に裏付けされた技術情報等の提供と技術評価分析で、日本の航空環境技術の信頼感と発言力を獲得。



## 航空環境技術に関する研究開発動向

○欧米における研究開発計画

(1) 米国(NASA)

ERA (Environmentally-Responsible Aviation) プロジェクト

- 2020年をターゲットとした中期的な技術開発(TRL6まで)
- 騒音、NO<sub>x</sub>低減、燃料消費低減に注力
- 多分野横断的なコンセプト、技術開発を志向
- エンジン/機体の高度統合形状により劇的な改善を狙う
- 予算：6年間(2010~15年)で\$365M(300億円)



CORNERS OF THE TRADE SPACE	N+1 = 2015** Technology Benefits Relative To a Single Aisle Reference Configuration	N+2 = 2020** Technology Benefits Relative To a Large Twin Aisle Reference Configuration	N+3 = 2025*** Technology Benefits
Noise (cum below Stage 4)	-32 dB	-42 dB	-71 dB
LTO NO <sub>x</sub> Emissions (below CAEP 6)	-60%	-75%	better than -75%
Performance: Aircraft Fuel Burn	-33%**	-50%**	better than -70%
Performance: Field Length	-33%	-50%	exploit metro-plex* concepts

FAP(Fundamental Aeronautics Program)のSFW(Subsonic Fixed Wing)プロジェクトにおいても、航空環境技術に重点化して中・長期的な研究開発を実施(\$60M/年)。

(参考) 米国: FAA CLEENプログラム(Continuous Lower Energy, Emissions, and Noise): 2009-14年, \$125M



# 航空環境技術に関する研究開発動向

## ○欧米における研究開発計画

### (2) 欧州

#### Clean Sky プロジェクト

- 欧州の第7期Framework Program (FP7)の一環
- ACARE\* Vision 2020の目標を達成する技術ブレークスルーを飛行実証(TRL6まで)
  - CO<sub>2</sub> 50%削減
  - NOx 80%削減
  - 機外騒音 50%削減
  - 環境に優しい製造ライフサイクル
- 欧州中心に16カ国、86機関が参加
- 予算: 6年間(2008~13年)で 1.6Bユーロ(1800億円);うち半分は企業が現物提供



\*ACARE: Advisory Council for Aeronautics Research in Europe  
(欧州航空研究諮問委員会)

6種類の統合技術実証  
(実機大飛行実証)

9 JAXA

## 航空環境技術の研究開発構想

### 目的

航空機環境技術の研究開発と成果の的確な展開により  
我が国産業界と国際社会へ貢献する

### 使命(ミッション)

#### ○実用性を重視した航空環境技術の開発・実証

- ・産業界のニーズに即した技術開発(産業界の良きパートナーたるべき)
- ・技術移転可能なレベルまで技術成熟度を高める研究開発(実用的技術の開発)
- ・JAXAの強み(高度な専門的知識と質の高い基盤技術)の活用

#### ○環境性能の飛躍的向上を可能とするブレークスルー技術の創出

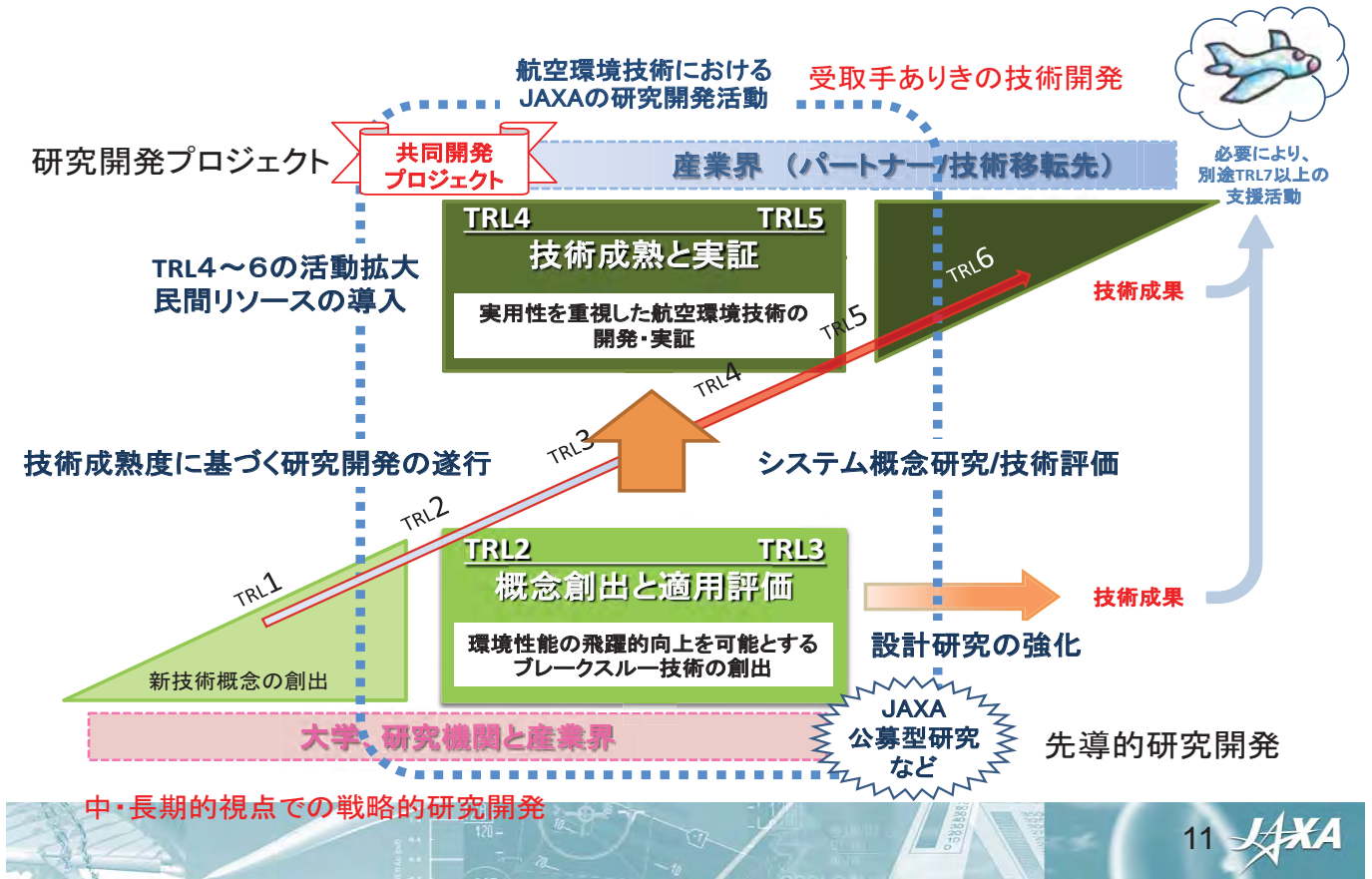
- ・世界の技術動向を見据え、世界を凌駕するブレークスルー技術の創出
- ・産業界(メーカ等)では取り組み難しいハイリスク技術等、長期的な取り組みを要する研究開発

#### ○日本のプレゼンス向上への貢献(技術的に裏付けされた信頼感と発言力の獲得)

- ・研究開発成果の発信・技術実証を通じた日本の航空技術成果・技術力のアピール
- ・ICAO CAEPの国際環境基準等の策定への積極的参画と技術的貢献
- ・技術基準/標準化に寄与する研究開発

10 JAXA

# 航空環境技術の研究開発構想



# 航空環境技術の研究開発構想

## 将来航空機の環境性能目標(暫定)

本研究開発においては、以下の環境性能を有する将来航空機の実現を想定して、その鍵となる先進技術の研究開発を進める。

	約10年後 (2022年頃)	約25年後 (2035年頃)
対象機体規模	100-150pax 小型旅客機	150-200pax 中型旅客機
燃料消費(CO2排出) (現行航空機に対して)	Δ30%*1	Δ50~Δ100%*2
空港騒音*3 (ICAO Chap.4に対して)	Δ20dB	Δ30~Δ75dB
有害排出物(NOx排出) (CAEP/6に対して)	Δ70%	Δ70~Δ100%

\*1: 100~150人乗りの小型旅客機現行機に対して(脱化石(Bio)燃料使用分は除く)

\*2: 150~200人乗りの中型旅客機現行機に対して(脱化石(Bio,LH2)使用効果も含む)

\*3: Approach, Flyover, Lateralの3点での累積

# 航空環境技術の研究開発構想

## 技術参照機体概念の機体イメージと適用技術

### 「市場競争力のある次世代国産航空機開発に向けて」

約10年後の小型旅客機の基本形態は、今後の技術進歩を考慮しても“tube&wing”が有望。  
 高効率・低騒音・低排出の要求に応える超高バイパス比エンジン、低コスト複合材構造（複合材構造適用部位拡大）、  
 低抵抗化・低騒音化の先進技術が搭載され、これまで以上にコンピュータ設計技術・解析技術が開発を支える。

巡航速度	0.78 Mach
航続距離	2,200~2,600 nm
席数	100~150

●: 燃料消費(CO2排出)削減 ●: 騒音低減 ●: 排出物低減

多分野融合・多目的最適設計技術  
高精度・高忠実度シミュレーション

サイクル最適化モデル  
高精度シミュレーション

JAXA Proprietary

# 航空環境技術の研究開発構想

## 研究開発全体構想

「超高バイパス比エンジンの中核技術の実用化」

「先進低抵抗技術の実用性実証」  
 「複合材構造低コスト開発プロセスの実現」

### グリーンエンジン技術の研究開発

スーパーコアエンジン技術研究  
次世代高効率ファン・タービンシステム研究開発

### エコ・ウイング技術の研究開発

空力/構造連携機体抵抗低減技術研究  
高ひずみ軽量複合材構造設計技術

### 低騒音化技術の研究開発

機体・エンジン低騒音化技術システム実証

### 航空機システム概念研究/技術評価

技術参照機体の概念設計  
航空機設計技術の研究開発

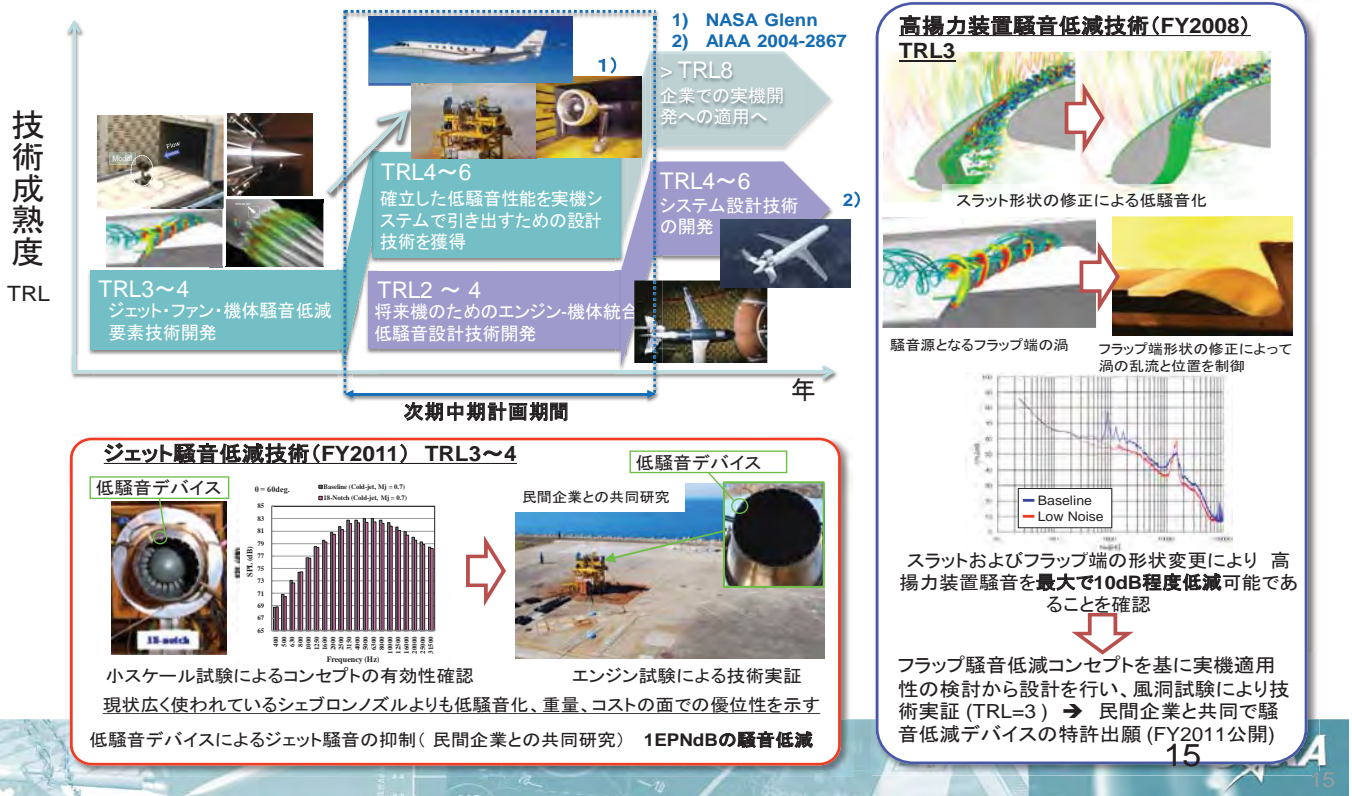
「日本の低騒音化技術を実用化レベルへ」

「総合的研究開発推進と革新概念創出、設計技術の高度化」



# 航空環境技術研究の計画例1: 低騒音化技術の研究開発

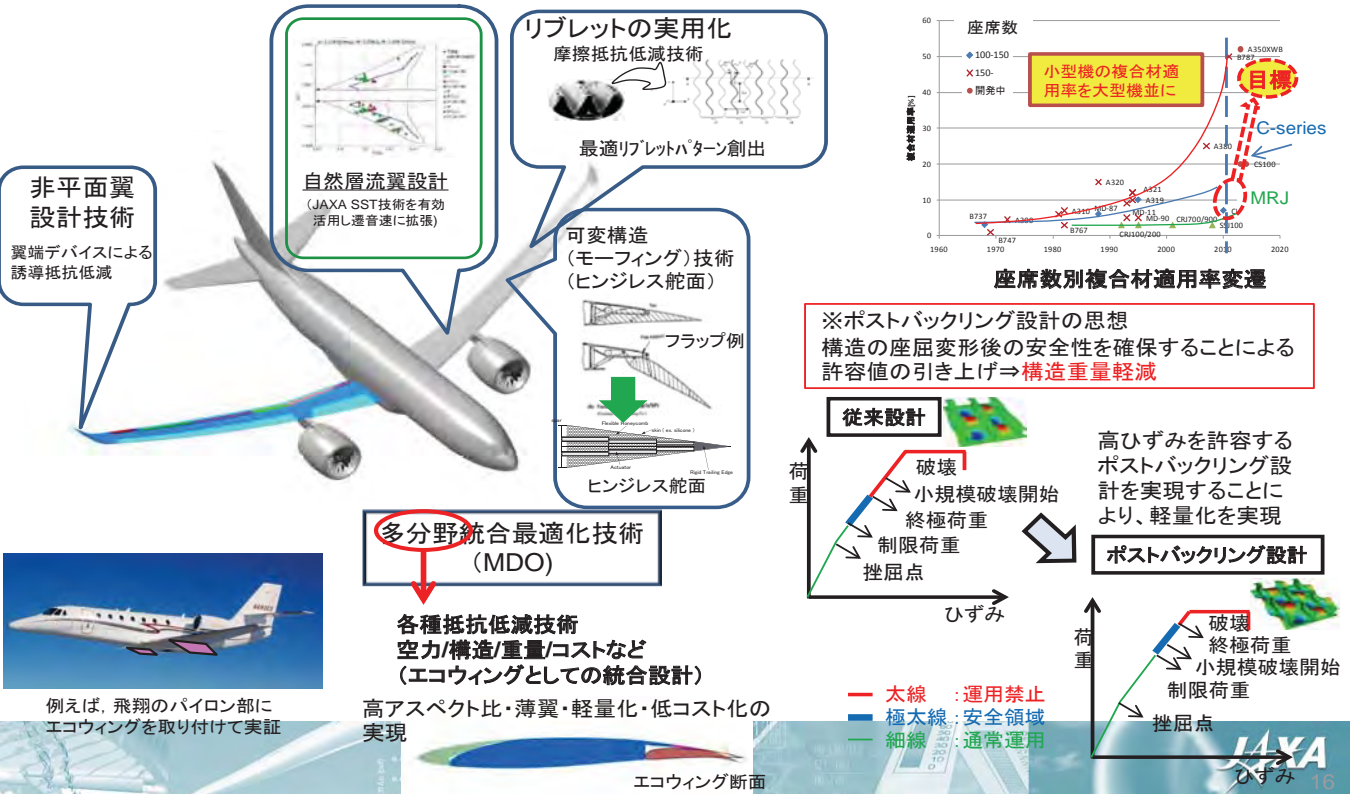
次期中期計画期間における技術開発の狙いと、基礎になる今期開発技術の例



# 航空環境技術研究の計画例2: エコウィング技術の研究開発 空力・構造連携機体抵抗低減技術/複合材構造設計技術

● ウィング表面: 空力・構造連携機体抵抗低減技術

● ウィング中身: 高ひずみ軽量複合材構造設計技術



## おわりに

JAXA航空で検討している、航空環境技術の研究開発計画について簡単にご紹介しました。

今後、必要となる資金や人的リソース、および外部との連携・協力体制等の詳細検討を行い、各研究計画を具体化していく予定です。

関係各位のご理解、ご協力をよろしくお願いいたします。





ME  
MO