

世界的航空機需要の高まりと 日本の航空産業の将来

松江高等専門学校
機械工学科4、5年生

平成27年6月4日

(株)超音速機事業企画 社長
SKYエアロスペース研究所 所長

坂田公夫



はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

2.航空機の開発

3.これからの航空機開発

4.超音速機の構想

5.島根県の航空機産業育成

まとめ

はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

- 航空機（旅客機）はますます省エネ、安全、快適、生涯コスト低減。
- 世界的な経済発展、国際交流拡大によって、今後20年にわたって年率5％程度の輸送需要拡大。
- 我が国の航空機産業は未発達。技術、人材、産業構造、行政、政策などを強化して産業発展を目指す。

1. 航空機の開発

2. これからの航空機開発

3. 超音速機の構想

4. 島根県の航空機産業育成

まとめ

-
- The graph illustrates the historical and projected evolution of aircraft speed. The Y-axis shows speed in km/h on a logarithmic scale, and the X-axis shows years from 1900 to 2040. Key milestones include the Propeller age, World War II, Jet age, and Supersonic Speed. Aircraft shown include the X-1, A-12/SR-71, Concorde, X-15A, SSJ, and NEXT-SST. The graph also highlights 'Speed & Size Innovation' and 'Speed Innovation'.
- | Year | Aircraft | Speed (km/h) | Category |
|------|--------------------|--------------|------------------|
| 1900 | Propeller plane | ~100 | Propeller age |
| 1910 | Propeller plane | ~150 | Propeller age |
| 1920 | Propeller plane | ~250 | Propeller age |
| 1930 | Propeller plane | ~400 | Propeller age |
| 1940 | World War II plane | ~500 | World War II |
| 1950 | X-1 | ~1000 | Jet age |
| 1960 | A-12/SR-71 | ~3000 | Jet age |
| 1970 | Concorde | ~3500 | Jet age |
| 1980 | X-15A | ~10000 | Jet age |
| 2000 | SSJ | ~2500 | Supersonic Speed |
| 2020 | NEXT-SST | ~3000 | Supersonic Speed |

航空輸送需要の拡大→輸送機の新需要拡大

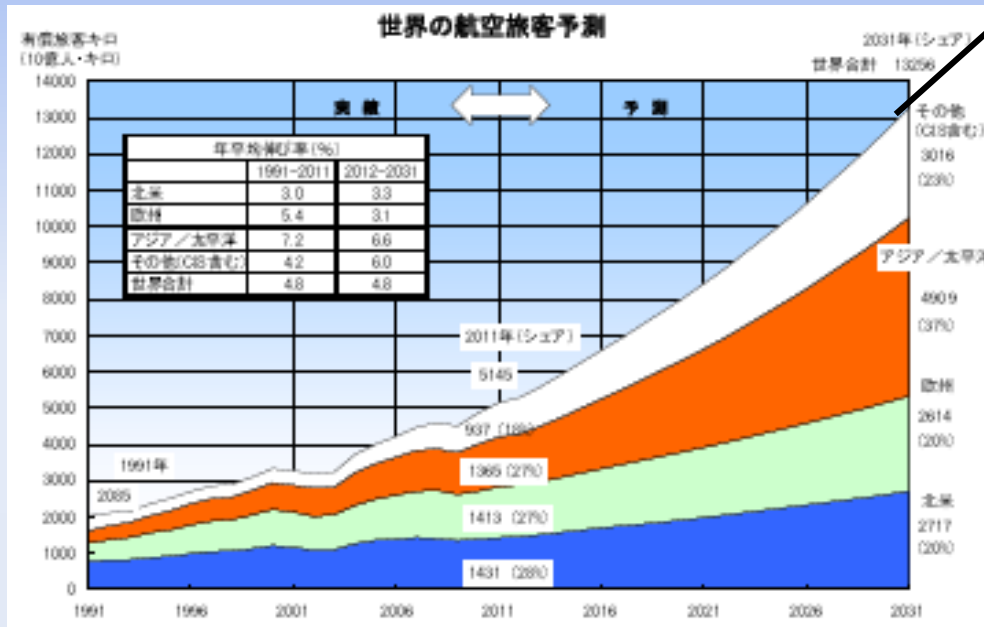


世界の航空輸送需要は、今後20年で3倍となる。

→ → どの地域が伸びるだろうか？

→ どんな輸送機が必要となるだろうか？

?!

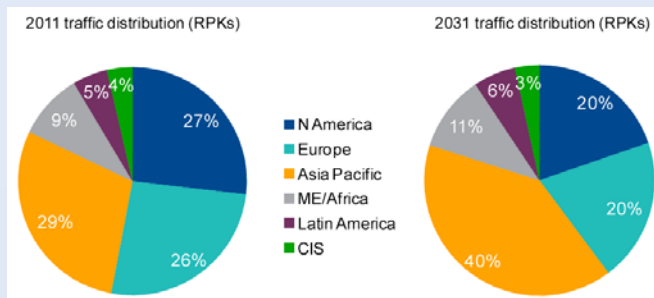


JADCの予測も、Roles Royceの予測も、アジアオセアニア域の拡大が顕著である。(20年)

人口推移を考えれば、50年後には、

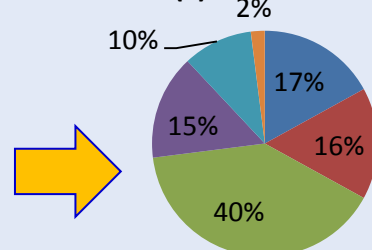
- ・アフリカを基点とする輸送は確実に拡大する。
- ・南半球の輸送も拡大するであろう。
- ・アジア域内、南北半球間の往復が増加するか。
- ・長距離高速輸送機が価値を持つ。

JADCによる輸送量拡大予測(2030年まで)

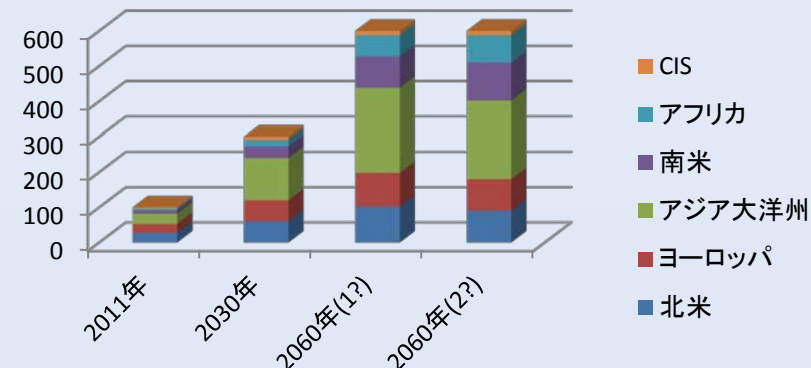


Roles Royceの地域別による輸送量拡大予測

2060年(?)



2060年には？



航空機産業の売り上げ高比率(航空機:2.7%,エンジン:5%)

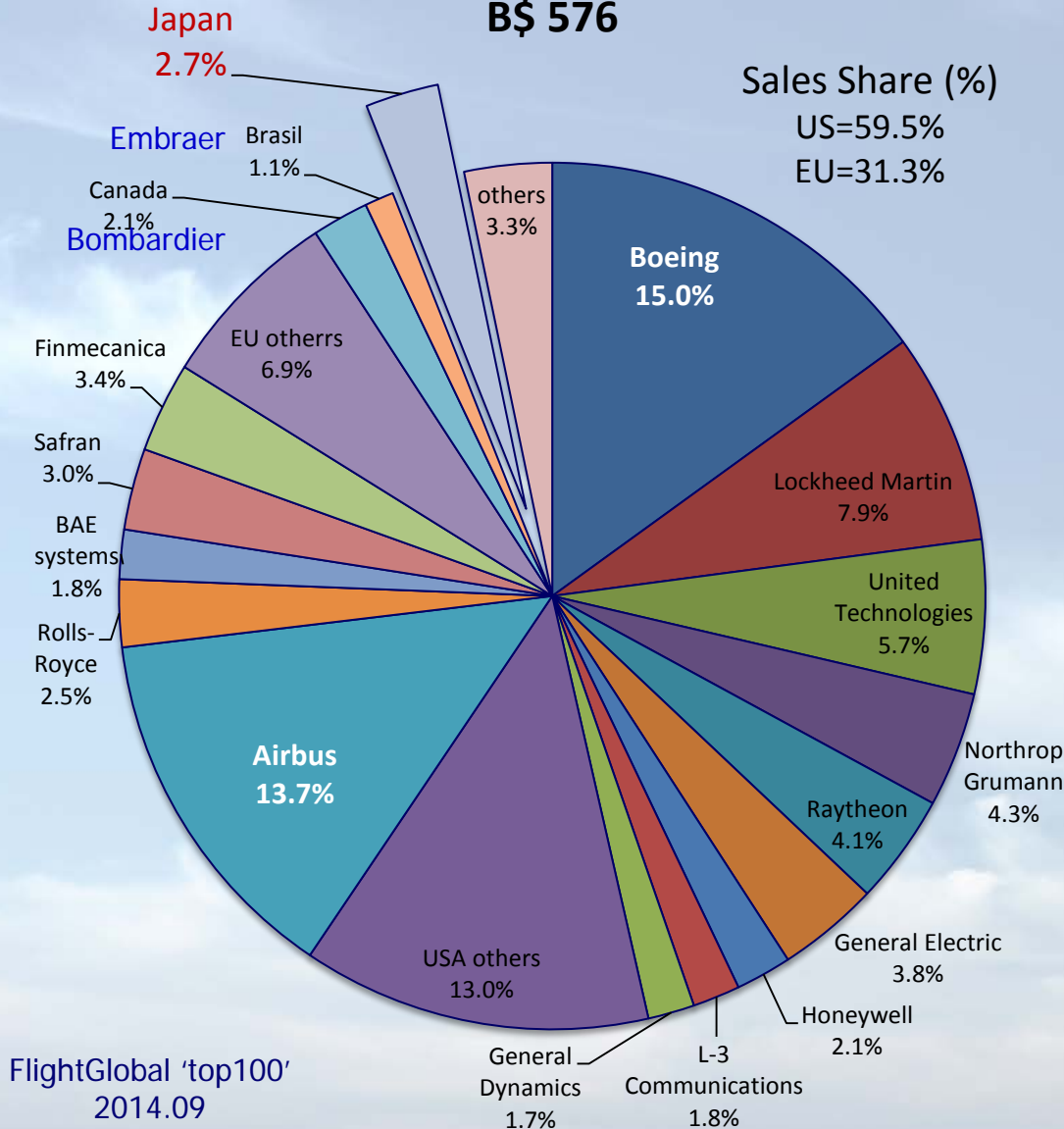
World Aircraft Industry 2012

B\$ 576

Sales Share (%)

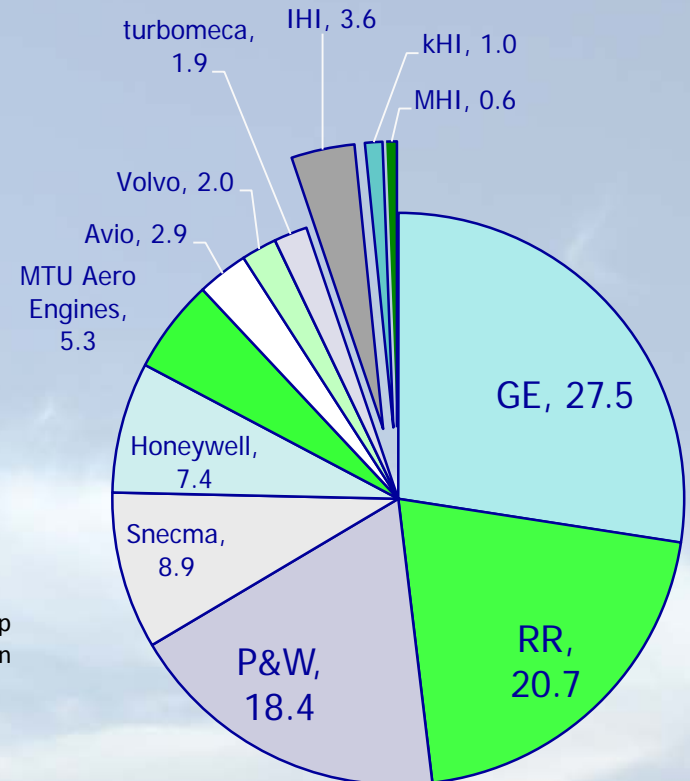
US=59.5%

EU=31.3%



World Engine Industry(2009)

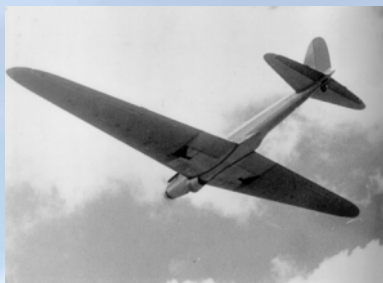
B\$130



我が国の蓄積・歴史

全長 15.06m
翼幅 27.93m
全高 3.60m
全備重量 9,200kg
世界記録
距離 11,651km
平均速度
186.197km/h
飛行日
1938年(昭和13年)
5月13日—15日

世界最長飛行記録
(航研機)



STOL飛鳥(実験機)
1986



F2 2001



SST実験機(2005)

超音速空力
CFD活用
逆問題設計
自然層流翼
飛行実験手法



零戦 1942年

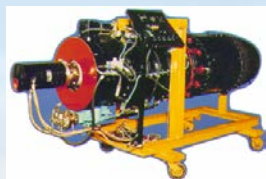


YS11 1964年



B787 2012

世界4番目のジェット機1945年



ネ-20ジェットエンジン
世界2番目の軸流エンジン



研究開発 FJR710 1975
わが国初のファンエンジン
V2500誘引エンジン



V2500 1988

防衛用エンジン
F3、F7



MRJ-90 (三菱航空機提供)

自主開発＝MRJのロールアウト

2014年10月18日三菱重工小牧南工場にて



ロイター(2014.10.19)より



強度試験用の機体組立状態



エンジン搭載後のプレス公開



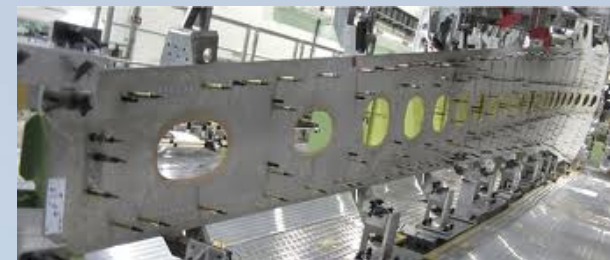
P&W社でのエンジン飛行試験



↑ 1号機翼胴結合('14.06)



翼胴結合／主翼翼端フィン



主翼主桁の組立



主翼の組立工場への移動



胴体中央部の組立



はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

2.航空機の開発

3.これからの航空機開発

4.超音速機の構想

5.島根県の航空機産業育成

まとめ

300万点の部品の集結統合＝サプライチェーン構造



航空機開発の型式証明における試験評価試験・技術

試験手法	証明内容	備考
風洞試験 巡航性能試験 (遷音速風洞試験) 低速風洞試験	巡航性能保証(実飛行条件)、巡航速度の揚力/抵抗、空力係数の高精度評価 低速風洞による空力性能試験、離着陸性能・上昇性能失速特性、安定性、地上走行性能	性能、安定性、操縦性、耐熱性の証明・データ、CFD活用
構造試験 主要部位構造試験 全機構造試験	新技術適用部位などの構造強度・信頼性・耐久性確認 耐鳥衝突、翼空力弾性(フラッタ余裕)確認 全機構造強度、突風強度、全機構造耐久性、非常着陸	構造安全性、寿命、耐衝撃性などの証明
エンジン試験 エンジン性能試験 エンジン信頼性試験 エンジン耐久性試験	地上静止性能、高空高速性能、騒音特性 水・氷(雨・霰・雪)・鳥吸込み、着氷、横風、高温空気吸込 加減速耐久性、長時間連続運転耐久性	性能、機能、安全性、信頼性、構造強度などの証明
操縦系統試験 リグ試験 EMI試験	制御システムの機能確認、信頼性確認 システムの耐電磁干渉性確認	操縦性、飛行安定性、緊急事態対処特性など
飛行試験	総合性能機能信頼性、運航性・操縦性、管制航法システム確認	全体性能、安全性などの証明
その他	降着装置試験、機器耐環境性、材料基礎データ、加工法信頼性、耐雷試験、耐火性試験、緊急避難システム試験	多様な事態への耐性証明

航空機設計の手順

システム概念

概念設計

基本設計

詳細設計

製造図面
組立図面

運用手順

整備手順

改修・改良
設計

運用(商品)要求

運用範囲(天候、空路、空港、高度)、ペイロード、航続距離、経済性

設計要求

安全基準、快適基準・目標、飛行範囲・限界、エンジン基数、保守運用基準、信頼性基準

設計変数

性能

空力特性

安定性

推進装置

降着装置

構造

制御システム

形状設計・諸元決定

主翼 全体空力形状 制御翼 離着陸性能 機体構造 エンジン搭載 機内構造

重量

性能 (L/D,R)

制御性

構造

相互作用

環境性

推進

離着陸

製造・組立工程

型式証明

旅客機・エンジン開発における大型試験

- ✓ 技術を実用化させ、性能機能を確認する開発試験
- ✓ 航空機を商品として完成させる「型式証明」の取得のための各種試験
- ✓ 顧客の満足を得るための、性能保証、信頼性保証などのデータ取得



欧州遷音速風洞 (2mX2m)
世界最大の**高レイノルズ数風洞**
実質の世界標準 (欧州)



実機空力性能検証(NASA)
世界唯一の実機試験風洞
(米国: 世界最大低速風洞)



エンジン飛行性能の地上検証
AEDC エンジン高空性能試験設備
(米国: 世界最大)



機体静強度試験・機体疲労試験
(A380独IABG)



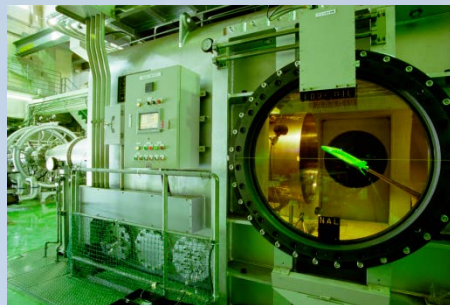
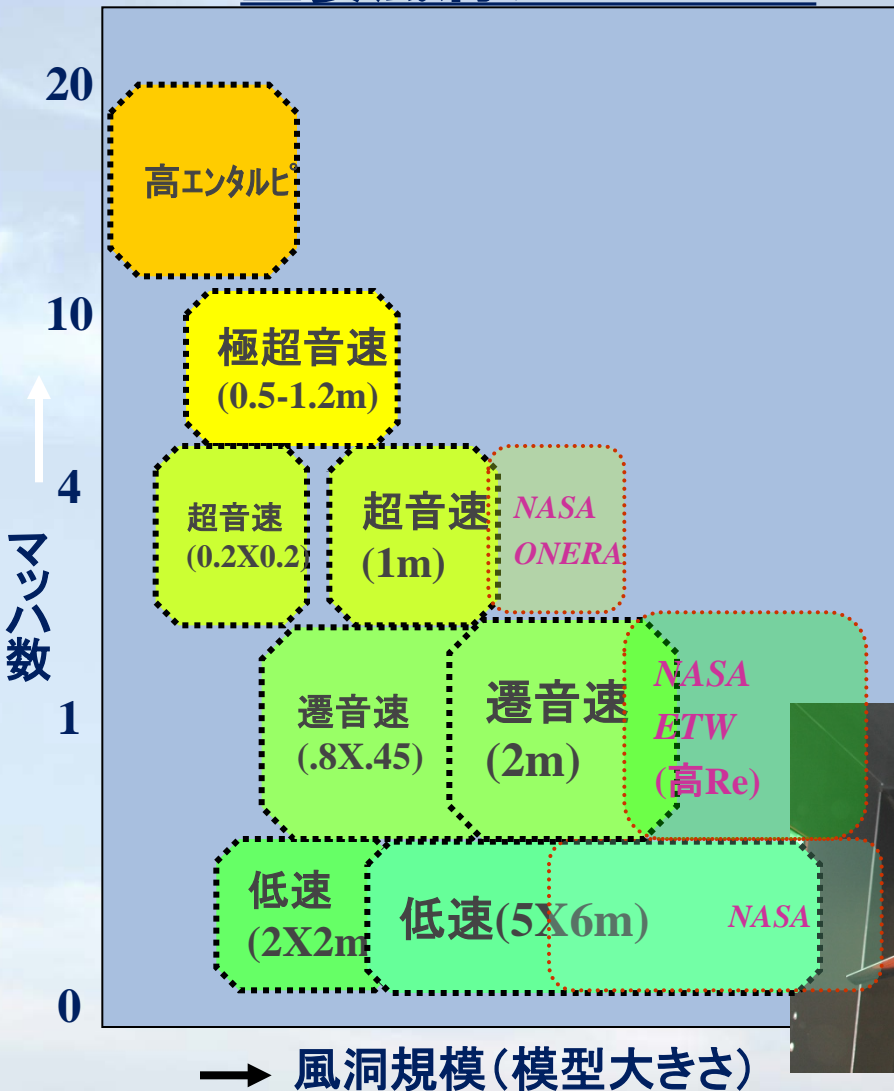
実機落下試験装置
(欧州連合: イタリアCIRA)



飛行試験設備
NASA Dryden(左)
JAXAが2012年に導入した航空機(右)



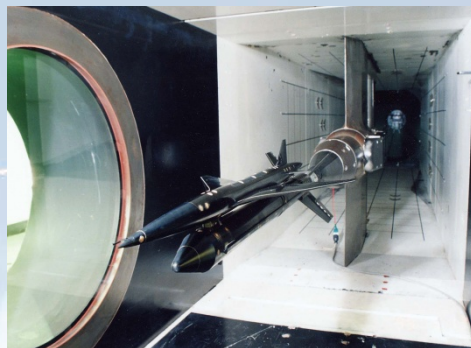
主要風洞ラインアップ



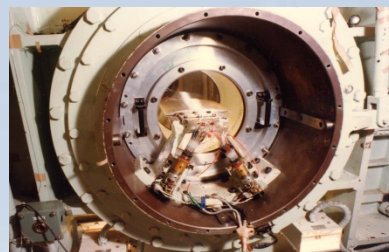
M10極超音速風洞(50in)



高エンタルピ風洞



1m超音速風洞(SST模型)



0.8x0.45m高Re遷音速風洞



遷音速風洞(2x2m)



5X6m低速風洞

はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

2.航空機の開発

3.これからの航空機開発

4.超音速機の構想

5.島根県の航空機産業育成

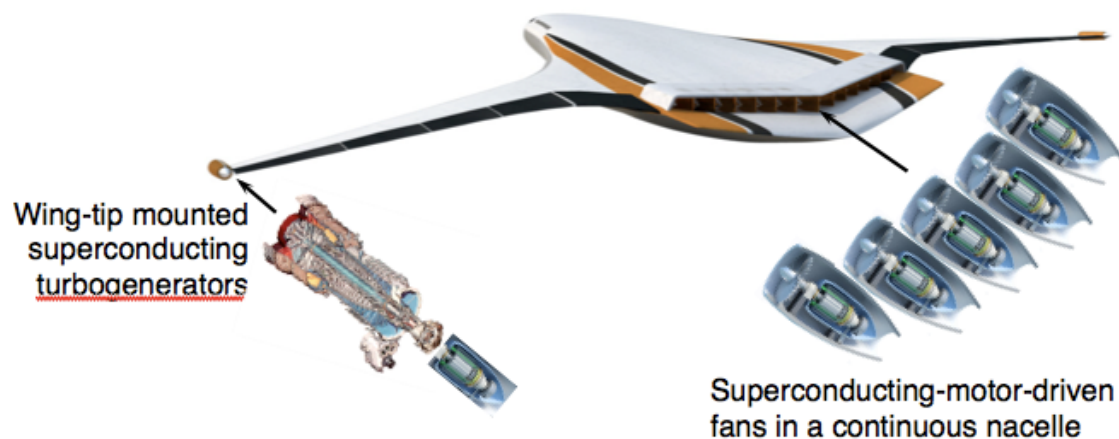
まとめ

- 重要技術
- ・モニタリングとアクティブコントロール
 - ・スマート素材、ナノコンポジット、可変形状
 - ・高環境性エンジン、機体統合搭載
 - ・エネルギー管理、信頼性技術、高度製造技術

Airbusの将来機概念(fuselage+wing)

Airbusの将来機概念
(翼胴統合機)

NASAの2025年以降の亜音速機概念

NASA全翼機の推進システム
発電ガスタービンと分散電動ファン

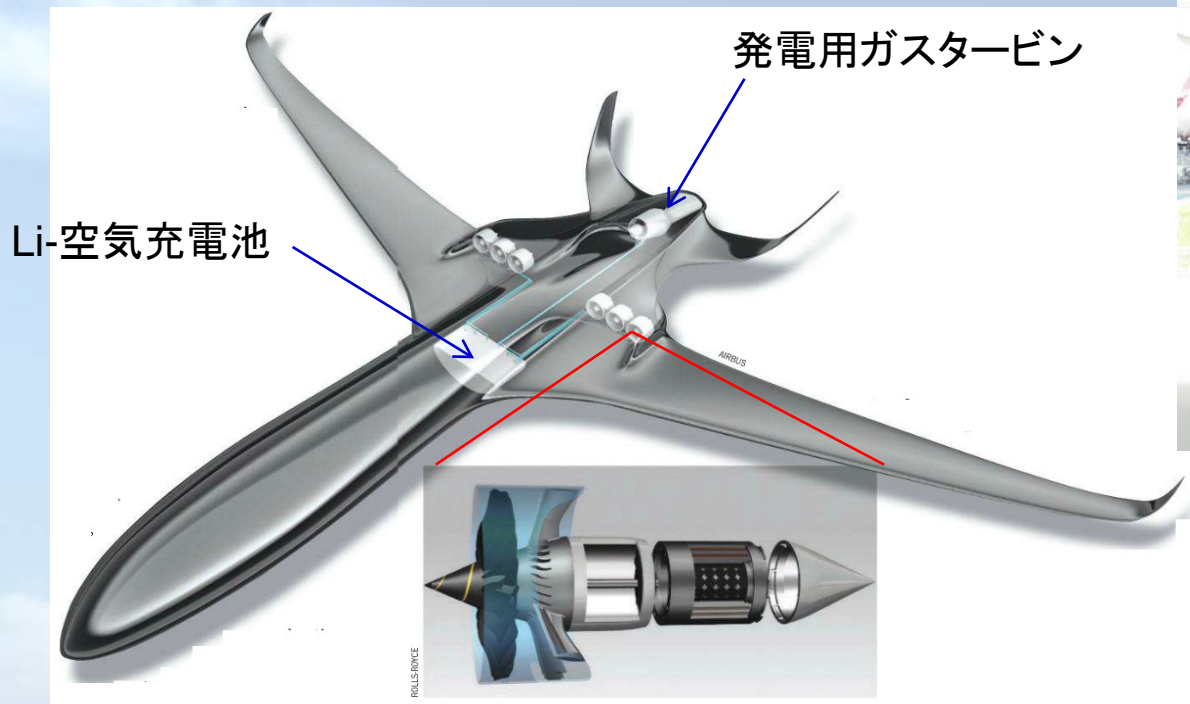
電動エンジン研究 Rolls-Royce EAD “E-Thrust”

DEAP(Distributed Electrical Aerospace Propulsion)

目標:2050年にCO₂削減75%／NO_x削減90%／騒音低減65%(2000年比)

作動原理

離陸時にガスタービンと蓄電池(事前に地上で充電)でファンを駆動し、巡航時にはガスタービンがファンを駆動しながら蓄電池に充電、降下時(滑空)にはファンをウィンドミルさせて動力回生充電、着陸時にガスタービンを再始動(蓄電池故障時のバックアップ)



2014.5 Berlin Airshowにて

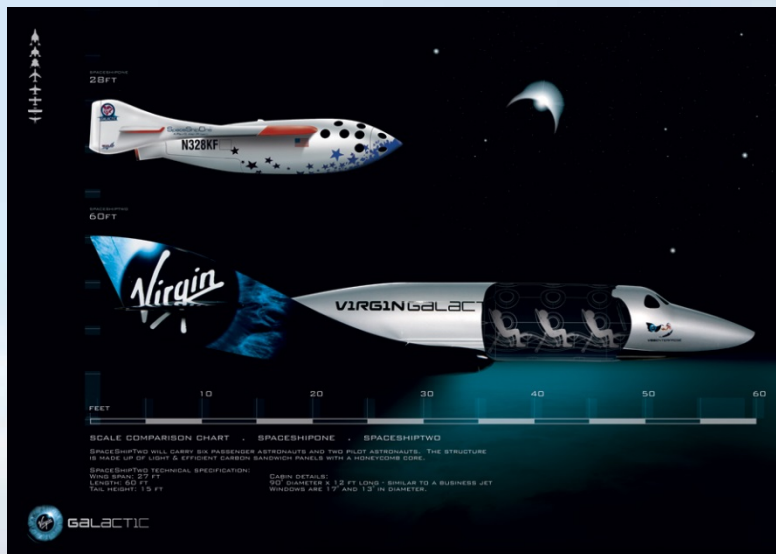
極低温超伝導モーター駆動のダクトド・ファン(6台)

英国の冒険・投資家(ブランソン)と米国の技術者(バート・ルタン)とによって新しいコンセプトが誕生 (2008年)

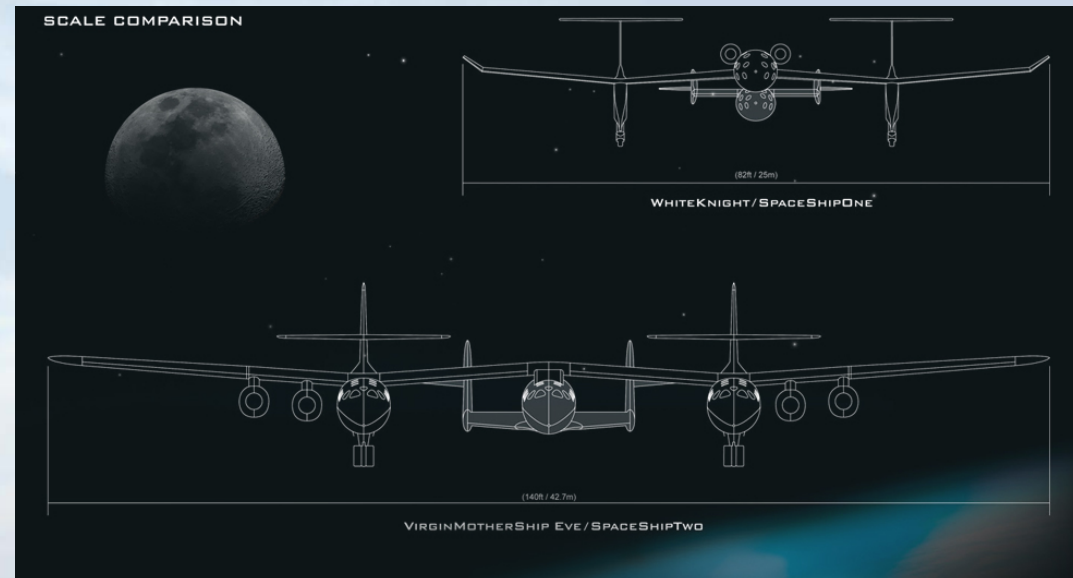
2014年から発展形態を開発中



SpaceShip-Two



Virgin Atlantic 社 HPより



はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

2.航空機の開発

3.これからの航空機開発

4.超音速機の構想

5.島根県の航空機産業育成

まとめ

超音速機開発の構想 (SSJ Project)

(産学官によって概念設計中 → 先端開拓プロジェクト)

一日往復圏の拡大→アジアビジネス展開

目的

- (1) 先進技術・システム発信により我が国航空機産業の脱皮とイノベーションを担う。
- (2) 政府、自治体、民間企業、国際救援隊などの活用により、産業活性化、国際社会への貢献。
- (3) 我が国が蓄積してきた先端技術を活用する独自システムの発信

航空機用途

- 我が国とアジアを中核とするビジネス創成
- 政治活動、文化交流、人材交流
- 国際緊急支援、救難、アンビュランス
- 防衛、漁業、監視

機体概念(Supersonic Jet:SSJ)

マッハ数 1.6
席数 8~10席
航続 6,400km
規模 34m x 15m x 4m
重量 40トン

開発構想

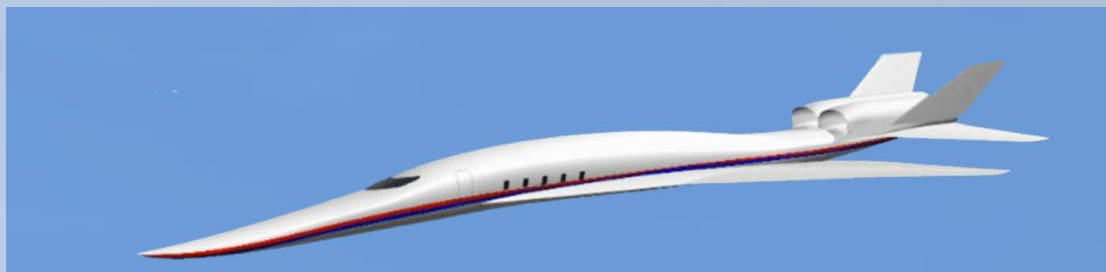
技術実証に7年、実用機開発に5年程度



欧米の小型(SSBJ)の研究・開発計画



NASA X-plane(2019?)



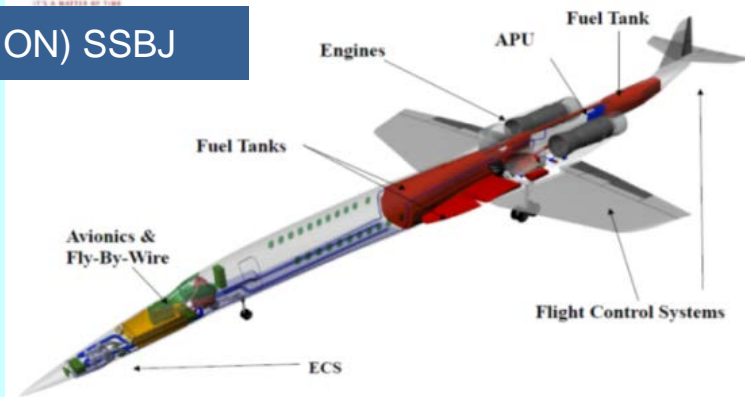
日本SSJ構想(2014概念)



HiSAC (仏Dassault-EU)

4,000 nautical miles at 1.8 Mach
three General Electric F414 or Snecma M88-2

アエリオン(AERION) SSBJ



Cruise Mach = 1.6/1.2/0.9

Engines: 3-Engines

Range (NBAA IFR): > 4,000nm

2015年製造→2019初飛行

→2021年EIS(約\$100M)

2014.09.22

Airbus社との共同研究契約

JAXAの研究開発 実験機の飛行実験に成功(第2回実験)

NEXST-1 Flight Succeed

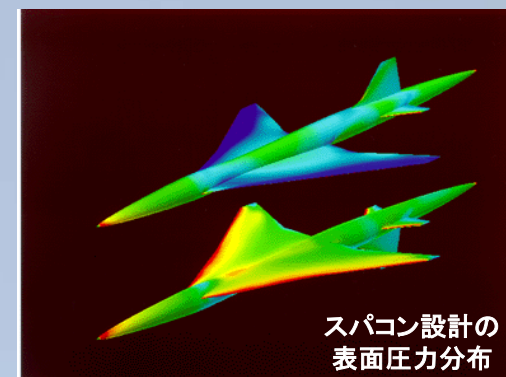
2005/10/10
AM 07:06



Thank you!
Aviation Program Group
Executive Director
坂田 公文
Kimio Sakata



午前7時06分
離昇



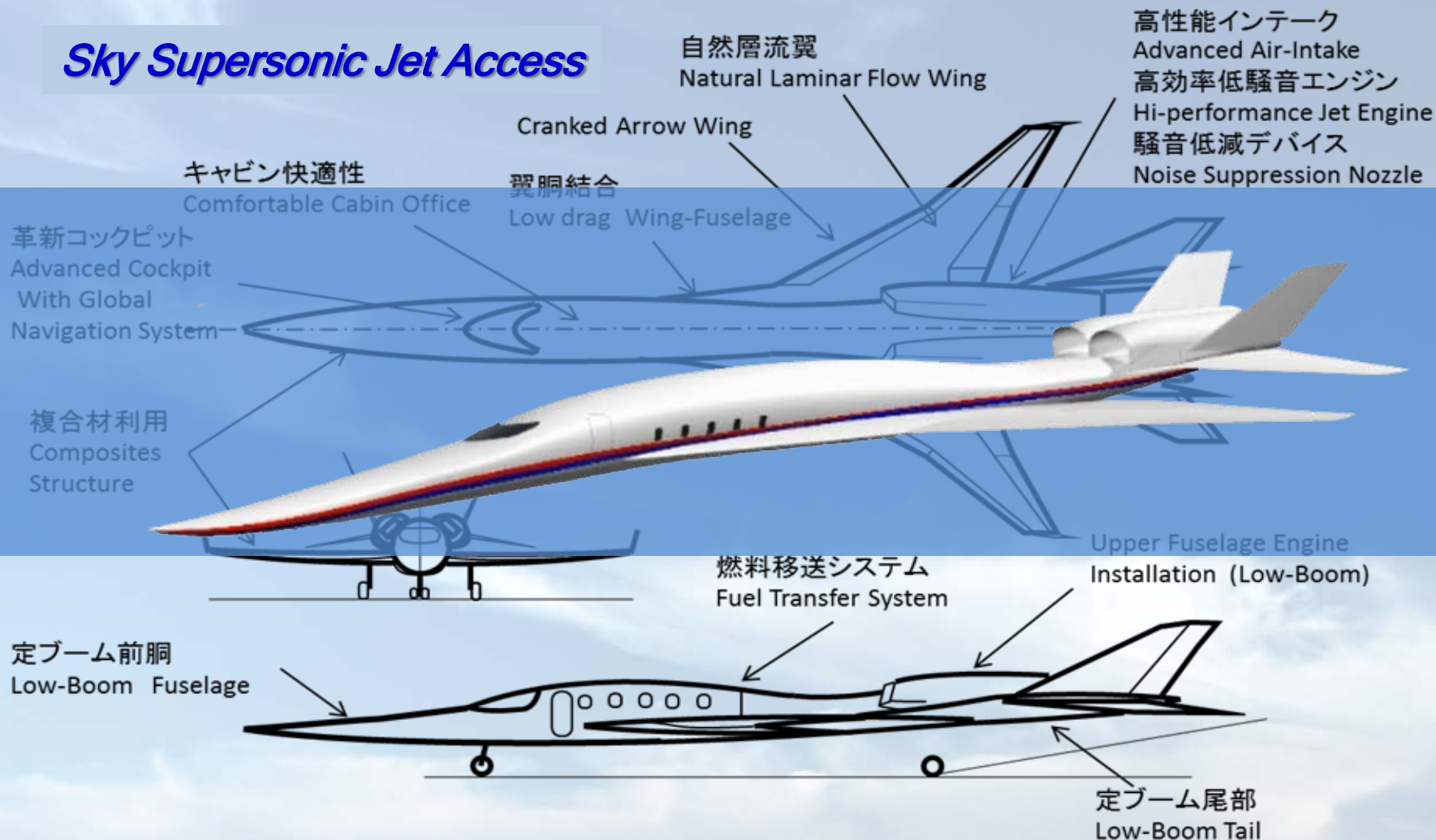
スパコン設計の
表面圧力分布

実験機着地・回収



小型超音速機の設計

Sky Supersonic Jet Access



SSJ-M 第一次概念

SSJ-M tentative concept (M1.6, 10-pax)

超音速機の開発構想と事業会社 (SSJP)

Sky Supersonic Jet Access

自然層流翼
Natural Laminar Flow Wing

Cranked Arrow Wing

翼胴結合
Low drag Wing-Fuselage

高性能インテーク
Advanced Air-Intake
高効率低騒音エンジン
Hi-efficiency Low Noise Jet Engine
騒音低減デバイス
Noise Suppression Nozzle

Expand your business by one day trip!

経産省・経産局
文科省
国交省
など行政

複合材利用
Composite
Struct



研究機関
(国、地方)
大学、高専

(株) 超音速機事業企画

産学官総合プログラムの企画・運営

- ① 運営超音速機開発事業／企画
- ② 水上艇、ビジネス機、新型機の事業／企画
- ③ JAXA連携、共同
- ④ 国内外連携、クラスター支援・運営
- ⑤ 政策、施策の研究
- ⑥ 広報、PA

平成26年11月発足予定

高速機懇話会
設計チーム

航空機産業

中小企業

海外企業

Upper Fuselage
Installation

定boom尾部
Low-Boom Tail

SSJ-M tentative concept (M1.6, 10-pax)

はじめに

1.航空機の発達と需要の拡大、我が国の産業現状

2.航空機の開発

3.これからの航空機開発

4.超音速機の構想

5.島根県の航空機産業育成

まとめ

ナセル、ファンフレーム

CFRP複合材、Al合金、ケブラー
フィラメントワインディング、複合材工程
板金成型接合、接着、溶接
コーティング、塗装

多段軸流圧縮機

Al合金、Ti合金、鋼、Ni合金
精密鍛造、鑄造、一体成形
機械加工、研削、表面処理
熱処理、耐食コーティング

高圧タービン

Ni基超合金、粉末冶金、CMC
精密鑄造(結晶制御)、精密鍛造、
粉末冶金、HIP、CMC成型・加工
レーザ加工、放電加工、肉盛り加工
精密機械加工、ダイヤモンド研削
遮熱コーティング、熱処理、表面処理

フロントファン

Ti合金、CFRP+Ti
鍛造、精密鑄造(NNS)
複合材工程(レイアップなど)
機械加工、レーザ加工
耐食コーティング、接着
表面処理

エンジンシャフト

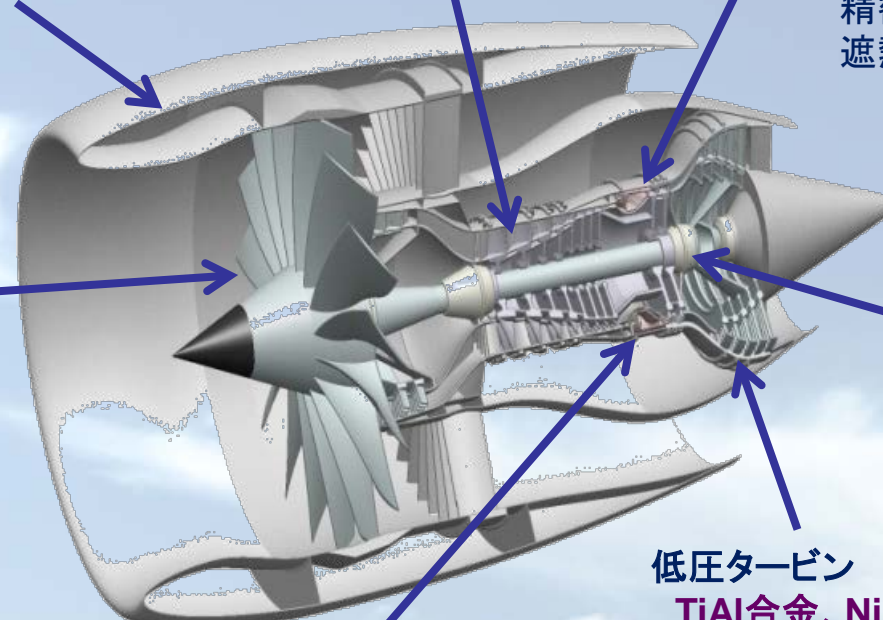
特殊鋼
鍛造、特殊機械加工
熱処理、窒化处理、
表面処理、塗装

低圧タービン

TiAl合金、Ni基耐熱合金、粉末冶金、CMC
精密鑄造(NNS)、精密鍛造(NNS)
粉末冶金、HIP、CMC成型・加工
レーザ加工、放電加工、肉盛り加工
精密機械加工、ダイヤモンド研削
熱処理、表面処理

燃焼器 (アニュラ型)

Ni基耐熱合金、CMC
板金成型接合、3次元複雑機械加工
精密鑄造、鍛造、表面処理、遮熱コーティング
CMC鑄込・焼結、3Dプリント製作(NNS)



1. 長い歴史と強固な産業基盤

- たたら製鉄、地域文化
- 日立金属と優秀な中小企業
- 島根県の航空産業育成政策

しまね特殊鋼産業クラスター PROJECT

2. 日立金属の航空宇宙産業への発展

- J-Forge (岡山にある大型航空機エンジン部品の鍛造工場) への参画
- エンジン耐熱金属の先端「日立金属MMC」の参入と戦略
- 海外展開、設備投資、その他

3. 中小企業のグループ化とクラスターへの道筋 (県の政策)

SUSANOO

- 安来地区を中心とする日立金属下請け企業の航空機参入戦略
- 「SUSANOO」戦略 ← SSJPの支援、4人のアドバイザー参画など

4. 他地方の動き

中部地区の航空宇宙産業特区、新潟県のエンジン部品工場(SKYプロジェクト)、尼崎のJapan Aeronet、中国地区(島根を含む広島、岡山、山口、鳥取)、長野県、石川県、その他の積極的な活動

5. 中央政府の政策的後押し

平成26年から「航空産業振興」の政策が採用され、各省庁が積極的に行政・施策活動を開始している。また、地方創生にも力が入っている。

→ 人材育成、研究開発は発展する産業クラスターの必需品

Expand your capability by continuous challenge!

- 航空機は究極の総合機械
- あらゆる技術、材料の活用
- 人材が基本：科学技術・マネジメント・国際活動・安全工学・環境工学・・・

道を拓くのは君たちである。

