

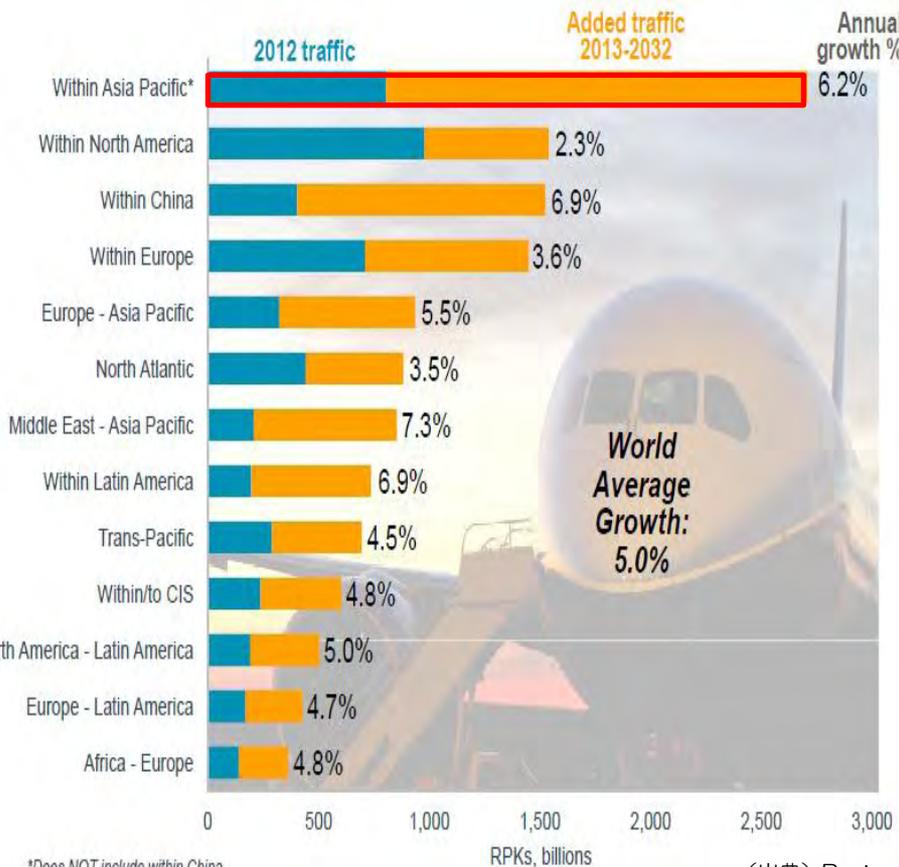
# 航空機素材・製造技術の革新について

平成25年11月  
経済産業省 製造産業局  
航空機武器宇宙産業課長  
飯田 陽一

# 世界の民間航空機市場の動向(今後20年でほぼ倍増)

○世界の民間航空機市場は、年率約5%で増加する旅客需要を背景に、今後20年間の市場規模は、約3万機・4～5兆ドル程度(ほぼ倍増)となる見通し。最も旅客需要が伸びるのはアジア太平洋地域。最も機体需要が多いのは150席級(737、A320)。

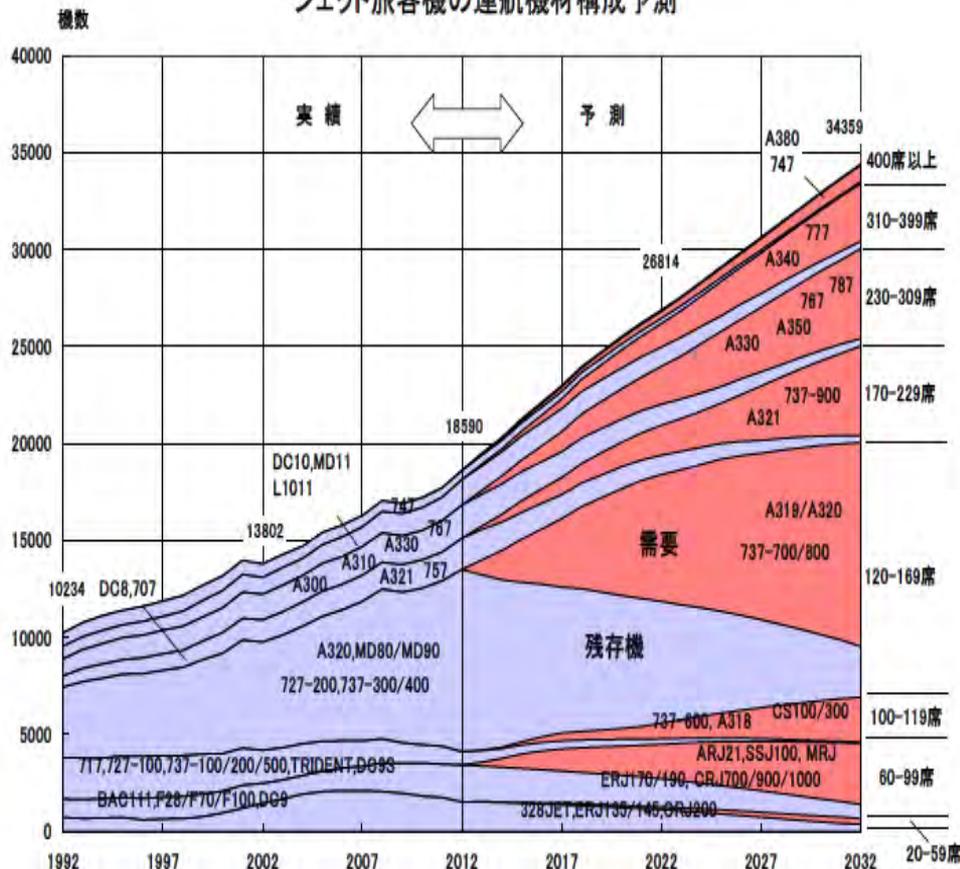
## 世界の旅客需要見通し



\*Does NOT include within China

(出典) Boeing

## ジェット旅客機の運航機材構成予測



(出典) JADC

# 航空機材料の構造変化

- 燃費向上のための重量の大幅な軽量化や耐熱性向上のため、機体、エンジンにおいて、炭素繊維複合材料等を採用。この結果、サプライチェーンが大きく変化。
- 強度等の性能と製造性の関係は一般的にトレードオフの関係にあり、素材の開発とあわせて、製造技術の開発が重要。
- 材料選択は、開発、製造、運航、整備(検査・修理)から廃棄・リサイクルに至るライフサイクルでのコスト・リスクを変化させる。今後も材料(金属、複合材料)間の競合関係は継続。

## 求められる素材の性質

- ・低コスト
- ・耐熱性
- ・軽量化

## 導入される素材

- ・炭素繊維複合材
- ・セラミック複合材(CMC)
- ・チタンアルミ合金
- ・アルミリチウム合金
- ・マグネシウム合金
- ・次世代耐熱Ni基合金等

## 想定される変化

- ・サプライチェーン構造
- ・製造技術
- ・運航
- ・整備(検査修理)
- ・廃棄・リサイクル

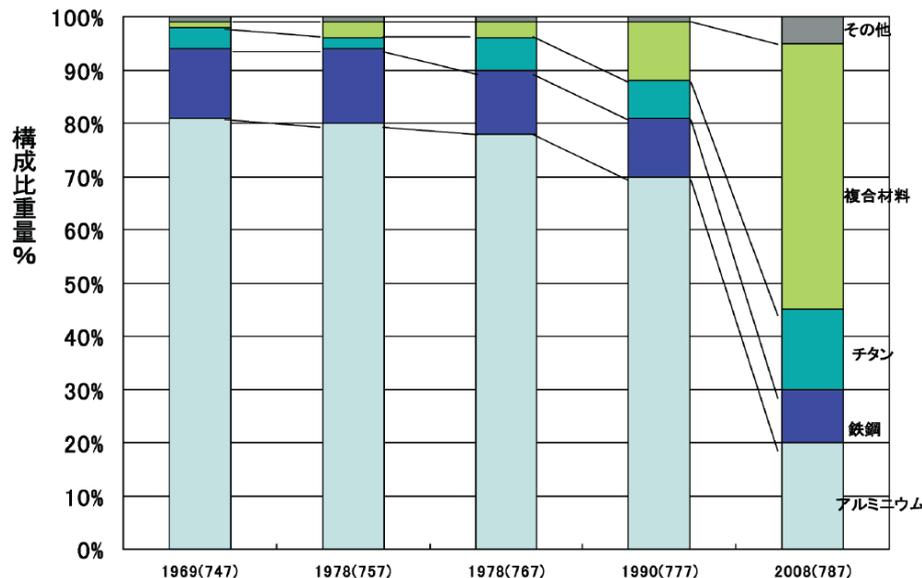
## 複合材料のサプライチェーン



# 航空機材料の構造変化(機体分野)

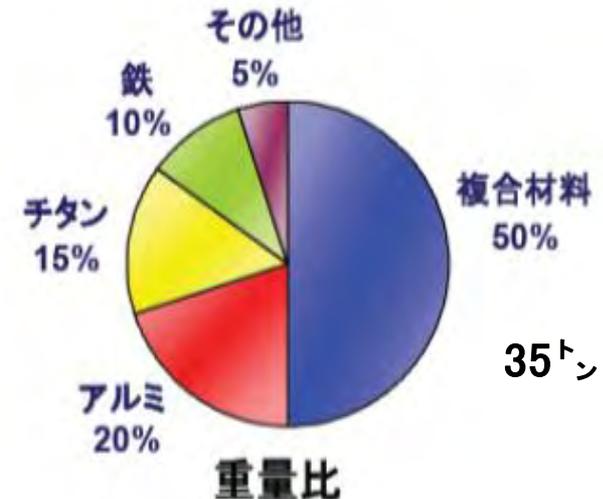
- 燃料費高騰を受け、エアラインの燃料コスト削減ニーズが非常に強い状況。燃費改善のための軽量化の観点から、787やA350では、航空機用材料は金属(アルミ)から炭素繊維複合材料へとシフト。
- また、複合材と接触しても熱膨張差や局部電池腐食による悪影響がないチタン合金についても、複合材と共に使用量が増大。
- しかし、チタン合金は機械加工等の加工性が悪く、加工コストが非常に高いという問題があり。

民間旅客機の機体構造材料の推移



(出典) Science and Engineering of light Metals, Japan Inst. Light Metals, 日経産業新聞他)

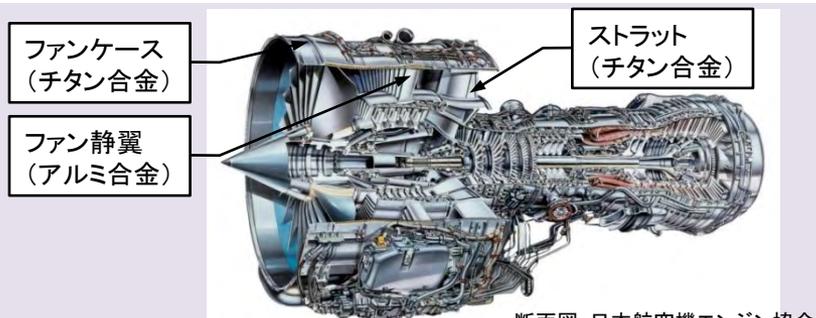
787の構造材料



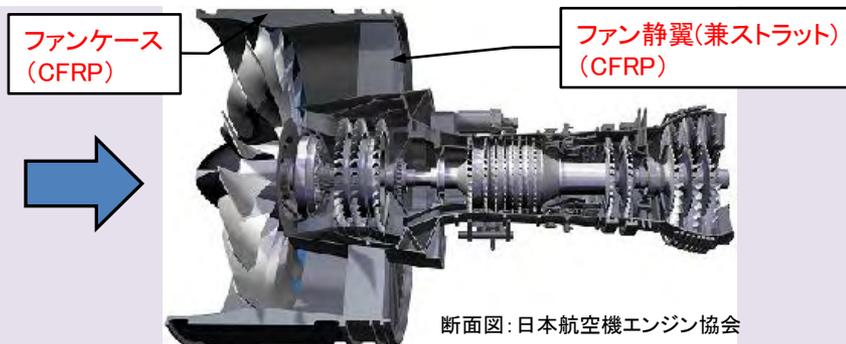
(出典) 3Dominic Gates: "Boeing 787 wing flaw extends inside plane", The Seattle Times (news paper), July 30, 2009

# 航空機材料の構造変化(エンジン分野)

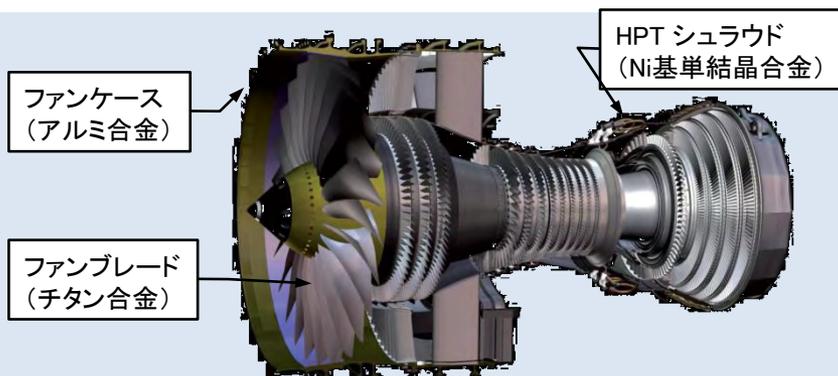
- エンジンは低燃費化のために高バイパス比(ファン径拡大)が進んでおり、ファン径拡大による重量増を抑制するためにファン部の軽量化が必須の課題。
- ファンケース、ファン等においてCFRPの採用が進展。また、シュラウドや低圧タービンの一部に耐熱性の高いCMCやTiAl合金が採用予定。



断面図: 日本航空機エンジン協会  
**V2500 (A320搭載、就航:1989年)**  
ファン径: 約1.6m、バイパス比: 約5



断面図: 日本航空機エンジン協会  
**PW1100G-JM (A320neo搭載、就航: 2015年予定)**  
ファン径: 約2.1m、バイパス比: 約12



断面図: (CFM) <http://www.cfmaeroengines.com/files/brochures/cfm56-7b.pdf>

**CFM56-7B (737搭載、就航:1998年)**  
ファン径: 約1.5m、バイパス比: 約5



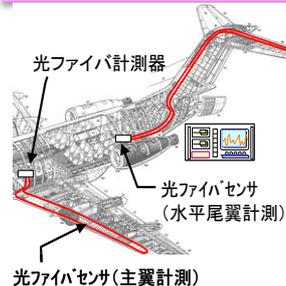
図: (CFM) <http://www.cfmaeroengines.com/files/brochures/LEAP-Brochure-2013.pdf>

**LEAP-1B (737MAX搭載、就航: 2017年予定)**  
ファン径: 約1.8m、バイパス比: 約9

# 経済産業省での航空機素材・製造技術開発事業

- 航空機の環境適合性(燃費向上・低炭素化)、運航経済性、安全性といった要請に対応するために必須となる技術を開発。
- 特に、軽量化の観点から複合材料及び金属材料関連技術開発を両輪とし、航空機へ適用するために必要な信頼性・加工性・コスト等の課題を解決するための技術を開発。
- また、航空機産業の構造変化を踏まえ、サプライチェーンの重要要素の国際競争力を強化し、国内に取り込む事業を実施。

## 複合材関連技術開発



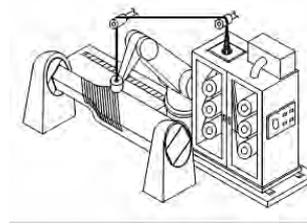
<健全性診断技術>

【健全性診断技術】光ファイバーセンサー等を活用し、航空機部材の歪み分布、損傷位置、損傷程度を高速・高精度に計測・診断する技術、システムを開発。

【軽量耐熱複合材CMC技術開発】航空機エンジン用部材として、耐熱性に優れ、金属材料よりも軽量のセラミック複合材の開発。

## サプライチェーン強化の事例

複雑形状自動積層技術開発



【自動積層装置】炭素繊維複合材料は、その成形、加工の製造装置は海外企業に全面的に依存。今後の量産拡大を見通し収益機会を拡大するため、成形、加工メーカーと装置メーカーの連携により、自動積層装置の研究開発に着手。

## 金属材料関連技術開発

●既存プロセス(鍛造)



素材:重量5~7

●開発プロセス(焼結)



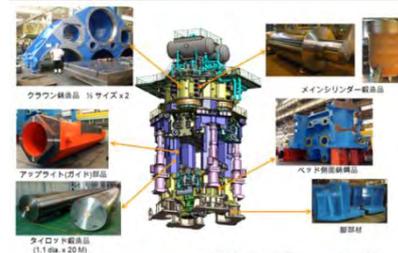
素材:重量~2 部品:重量1

<粉体焼結技術>

【チタン合金粉体焼結技術】素材重量が大幅に減少する焼結チタン合金の低コスト利用技術の開発。

【マグネシウム合金の開発】軽量材料として魅力のあるマグネシウム合金の開発。技術課題である強度、耐燃性、耐食性改善による航空機への適用研究と加工技術を開発。

日本エアロフォージの大型鍛造機



(提供) 日本エアロフォージ(株)

【大型鍛造プレス】航空機の大型部材に不可欠な鍛造品は、海外企業に全面的に依存。今後の量産拡大の中で、数量、価格等の観点から安定供給を確保するため、素材メーカーと重工メーカーがJ/Vを設立し、大型鍛造プレス工場を新設。

# CMIへの期待

## 経済産業省の技術開発事業の中でのCMIの位置づけ

- 新材料の導入に伴う製造の困難化等を踏まえ、日本の航空機メーカーが共通して抱える課題である加工生産性の向上に寄与できる技術開発を効率化。(技術開発、設備投資費用の削減。認証所得の効率化等)
- 個別のプロジェクトとしてではなく、研究機関を拠点として継続的に産学官連携を行う先駆的モデル。

## 今後のCMIへの期待

CMIが最高水準の開発システムを構築するためには①参加企業の充実、②外部との連携強化が重要。具体的には以下のような戦略が必要。

### ①参加企業の充実

技術開発資金の調達、サプライチェーン全体を通じた知見の充実の観点から参加企業の誘致が不可欠。

→777-X等、次期航空機での技術採用へのつながり強化による出口の明確化。エンジンOEMやTier1企業の参加等による技術の出口の充実。

### ②外部との連携強化

世界で技術的優位性を維持するためには、内部に閉じず、最新の情報、技術を入手するシステムの構築が必要。

→ボーイングの世界研究開発ネットワークを活用した世界の産学官連携拠点(AMRC等)との情報交換、技術共有による更なる技術イノベーションの促進。