

エンジン開発動向について

IHI

2017年05月15日

株式会社 **IHI**

航空・宇宙・防衛事業領域 技術開発センター
今成 邦之

目次

1. IHIと航空エンジン事業
2. 航空エンジン産業の動向と構造材料／ものづくり技術
3. 技術開発サプライチェーン

1. IHIと航空エンジン事業



- ・ボイラ
- ・環境対応システム
- ・プロセスプラント
- ・LNG受入基地・貯蔵タンク
- ・原子力 他



- ・橋梁
- ・水門
- ・鉄構
- ・シールド
- ・海洋構造物 他



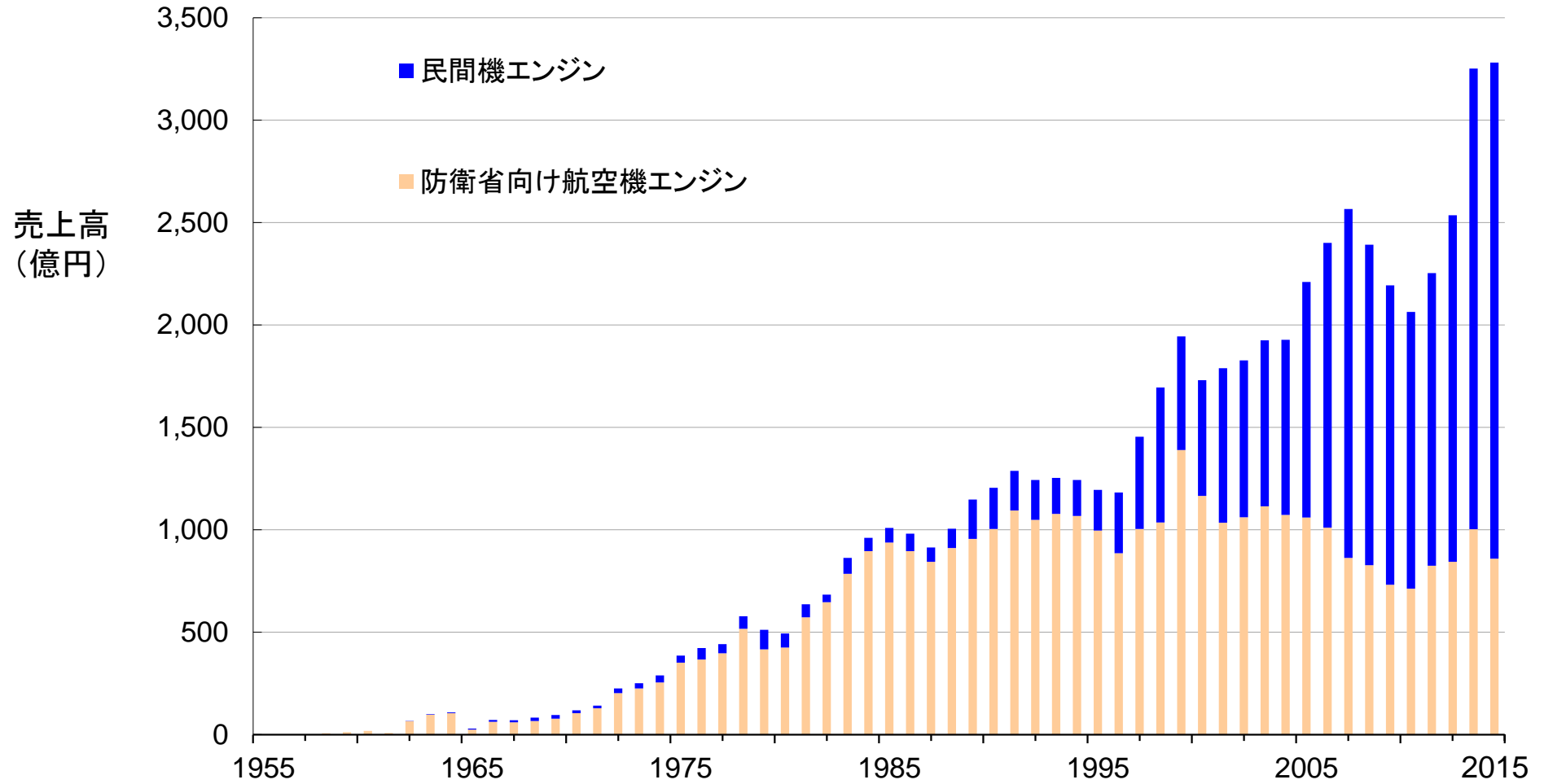
- ・航空エンジン
- ・航空管制システム
- ・ロケットシステム・宇宙利用



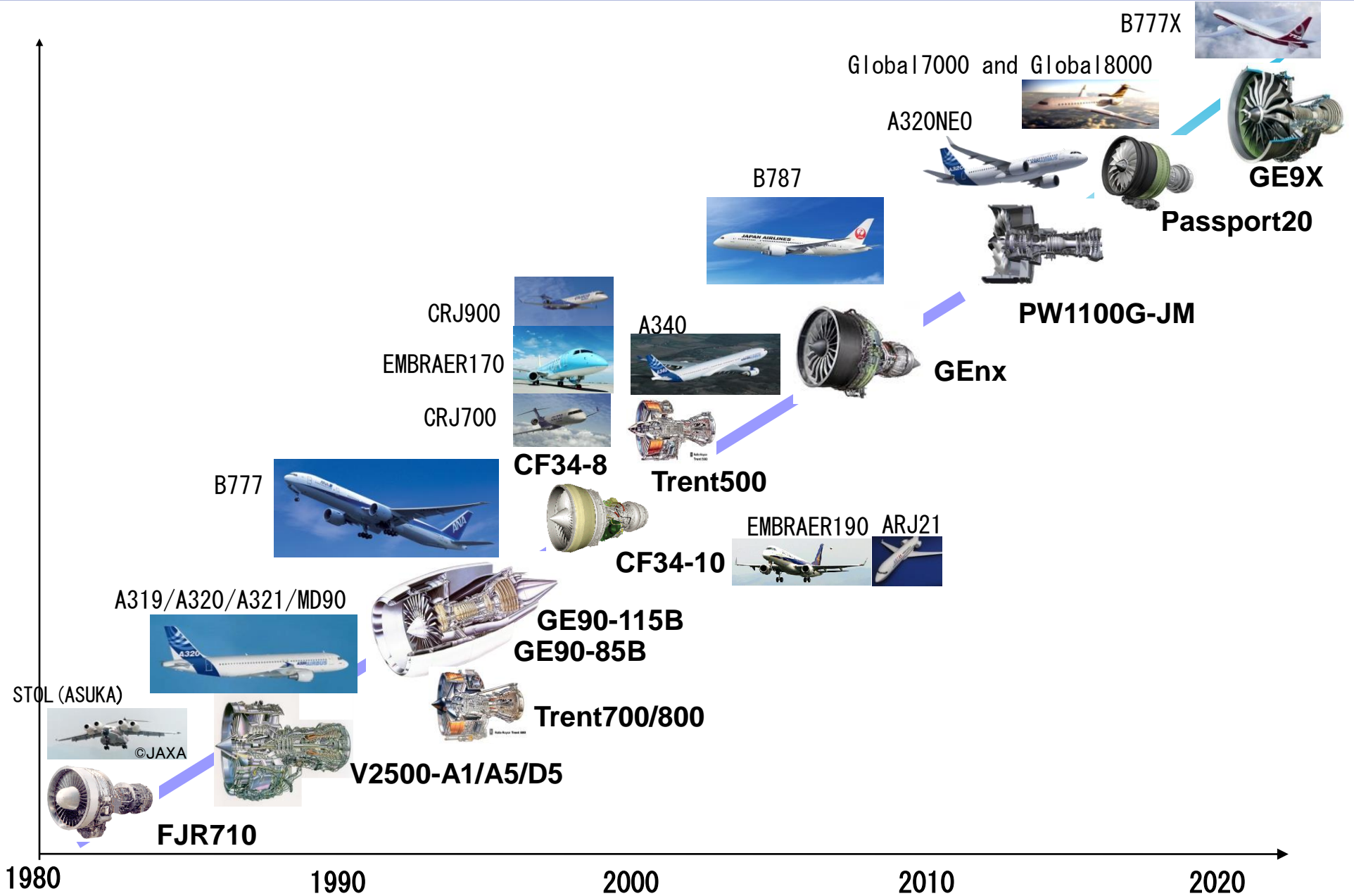
- ・圧縮機
- ・最先端ターボ機械
- ・車両用過給機
- ・製鉄用工業炉
- ・運搬機械 他



売上規模は約1兆5000億円(2015.4-2016.3)

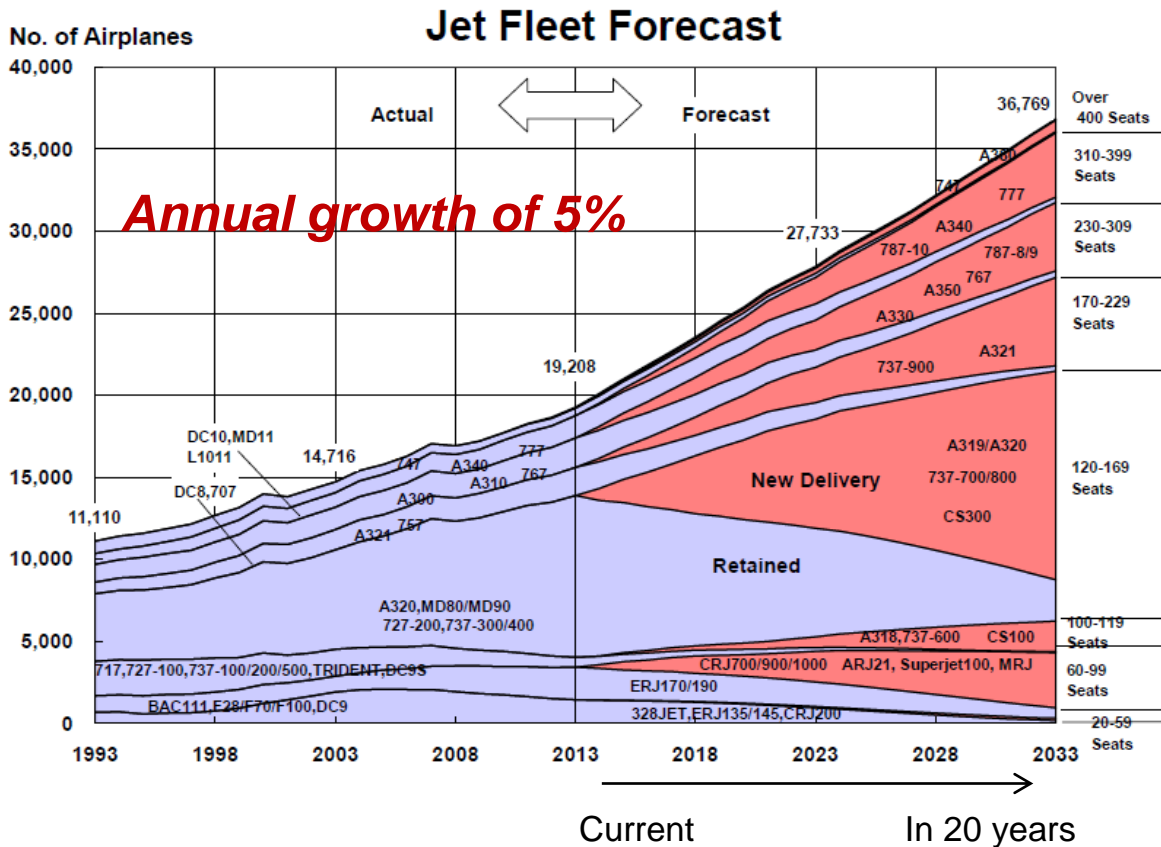


民間エンジンのあゆみ

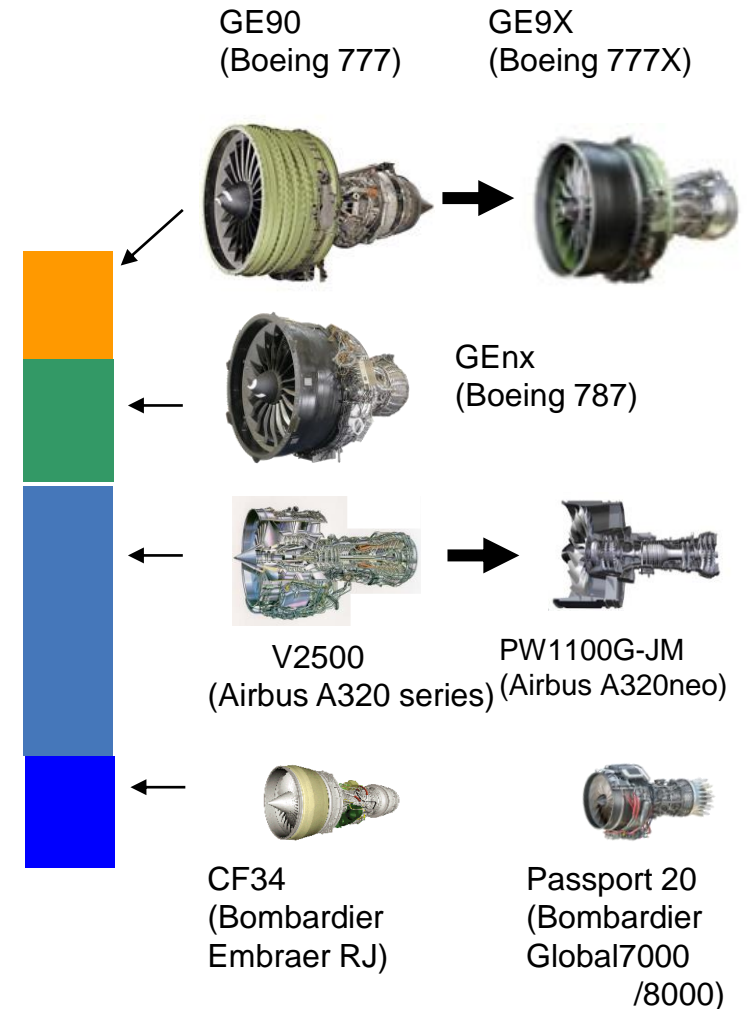


民間エンジン市場とIHI参加プログラム

- ・航空輸送市場は年率4-5%の高成長が予測されている。
- ・各クラスの新規需要(特に次世代機開発)への対応が今後の事業成長の鍵



Source: Japan Aircraft Development Corporation



Source: GE, JAEC

航空機産業の特徴

高付加価値産業

- 重量当り単価が高く、高付加価値の研究開発集約型産業

高い技術波及効果

- 高度技術を先導的に実用化することによる他産業への技術波及効果

すそ野の広い産業

- 部品点数が多く、裾野の広い産業

安全保障上との関連

- 国内での生産基盤，自主開発力の必要性

航空機エンジン事業の特徴

開発リスク・事業リスクが極めて大きい

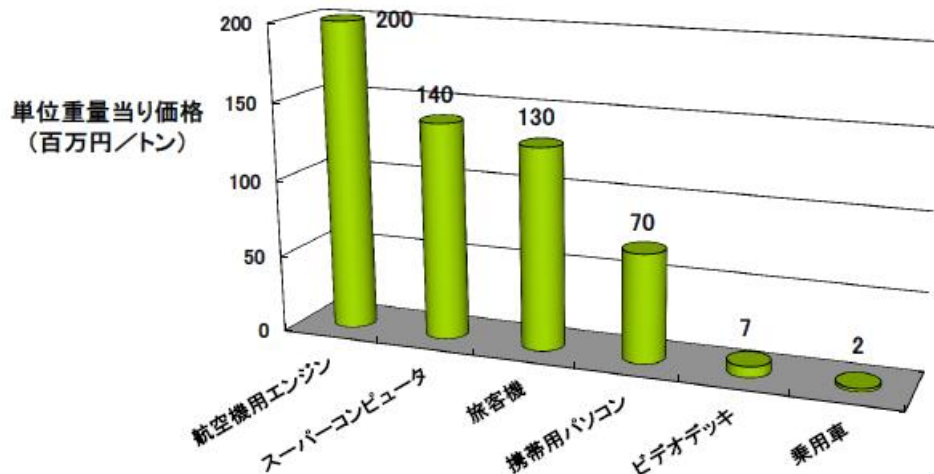
- 莫大な開発費／長期の開発・資金回収期間

広い作動範囲での高い信頼性が必要

- 高度は海拔ゼロから1万メートル超まで
- 極地，熱帯，砂漠，高地での離着陸

リスク低減のための国際共同開発

- 技術による合従連衡 (Best of the Best)



各製品の単位重量当り価格
(航空エンジン=高付加価値製品)

共同開発参入には特定技術分野で世界No. 1, No. 2が求められる高度技術産業

2. 航空エンジン開発の動向

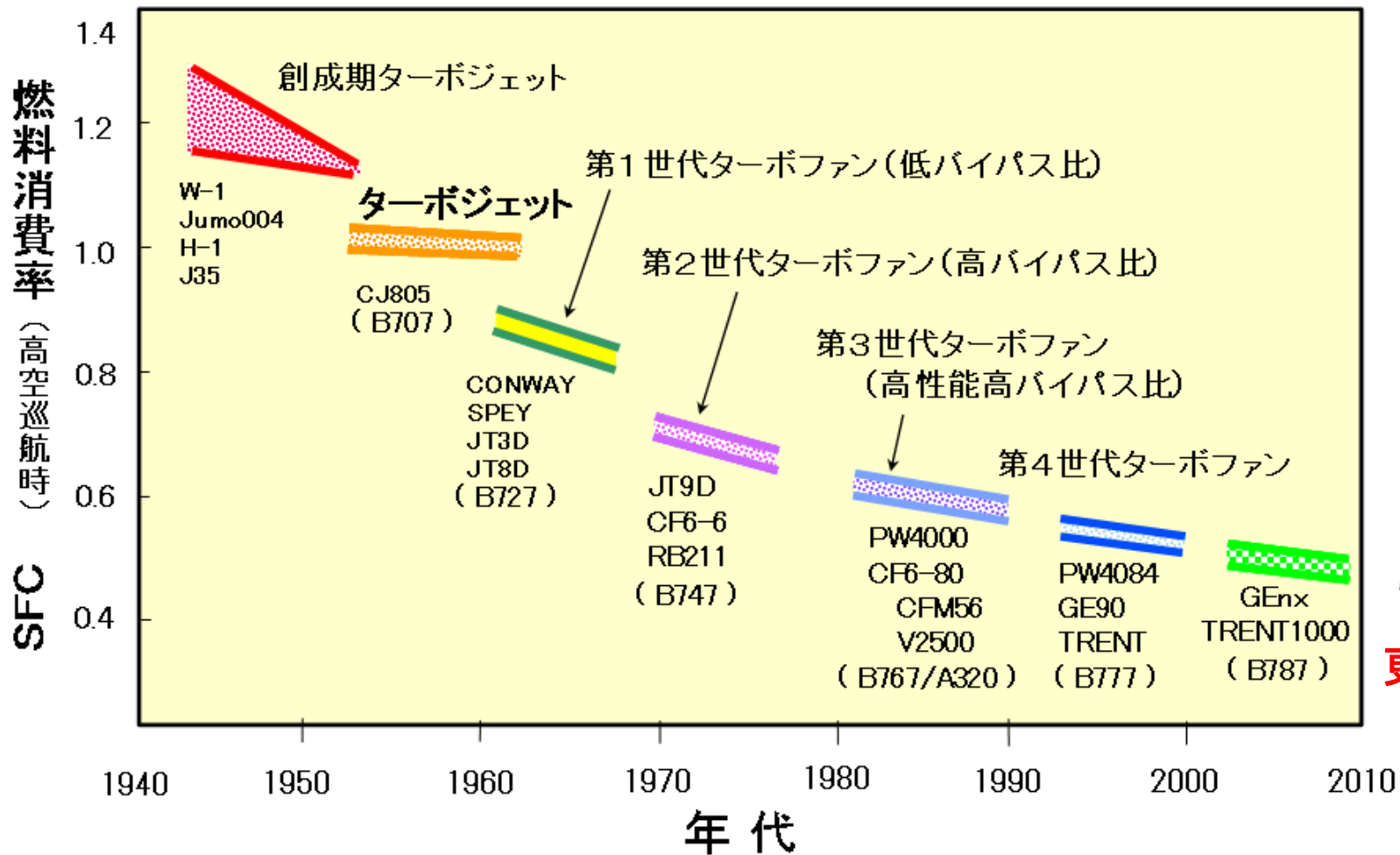
日本が強い構造材料技術にフォーカスして

前述したように航空輸送需要は今後も長期的に年率4～5%の成長が見込まれる。一方、CO2他の規制強化、空港の離発着枠制限、財務基盤の弱い格安航空会社(LCC)数の増大等の課題がある。これら課題を解決するため、エンジンシステムは以下の方向で進化していくと予想される。

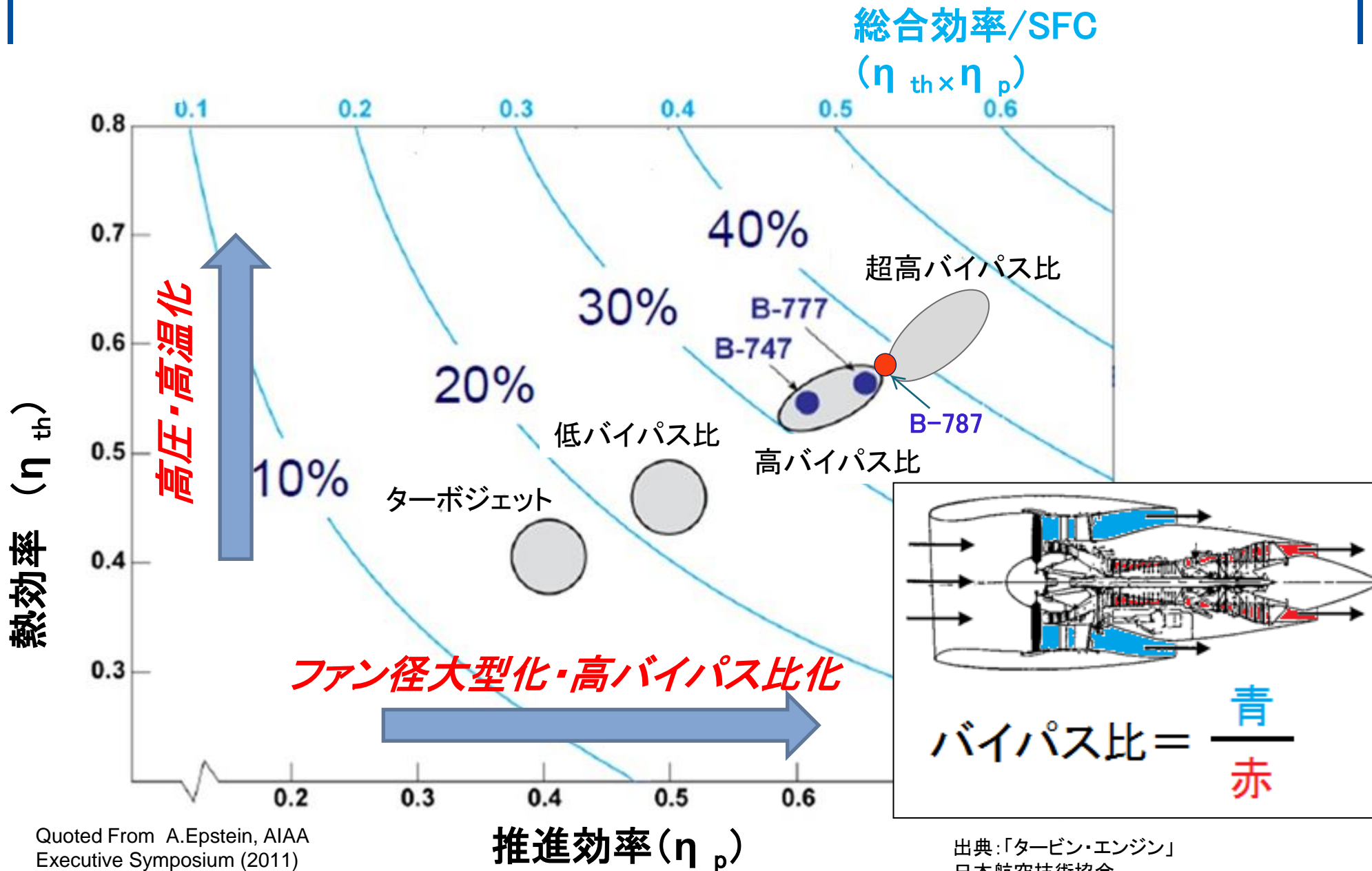
- 1, 燃料消費量の低減
- 2, 大推力化
- 3, 運用ライフサイクルコストの低減

本日は上記1項に焦点を絞って説明を行う

燃料消費率(SFC)は、過去60年間で約半減と大きく改善



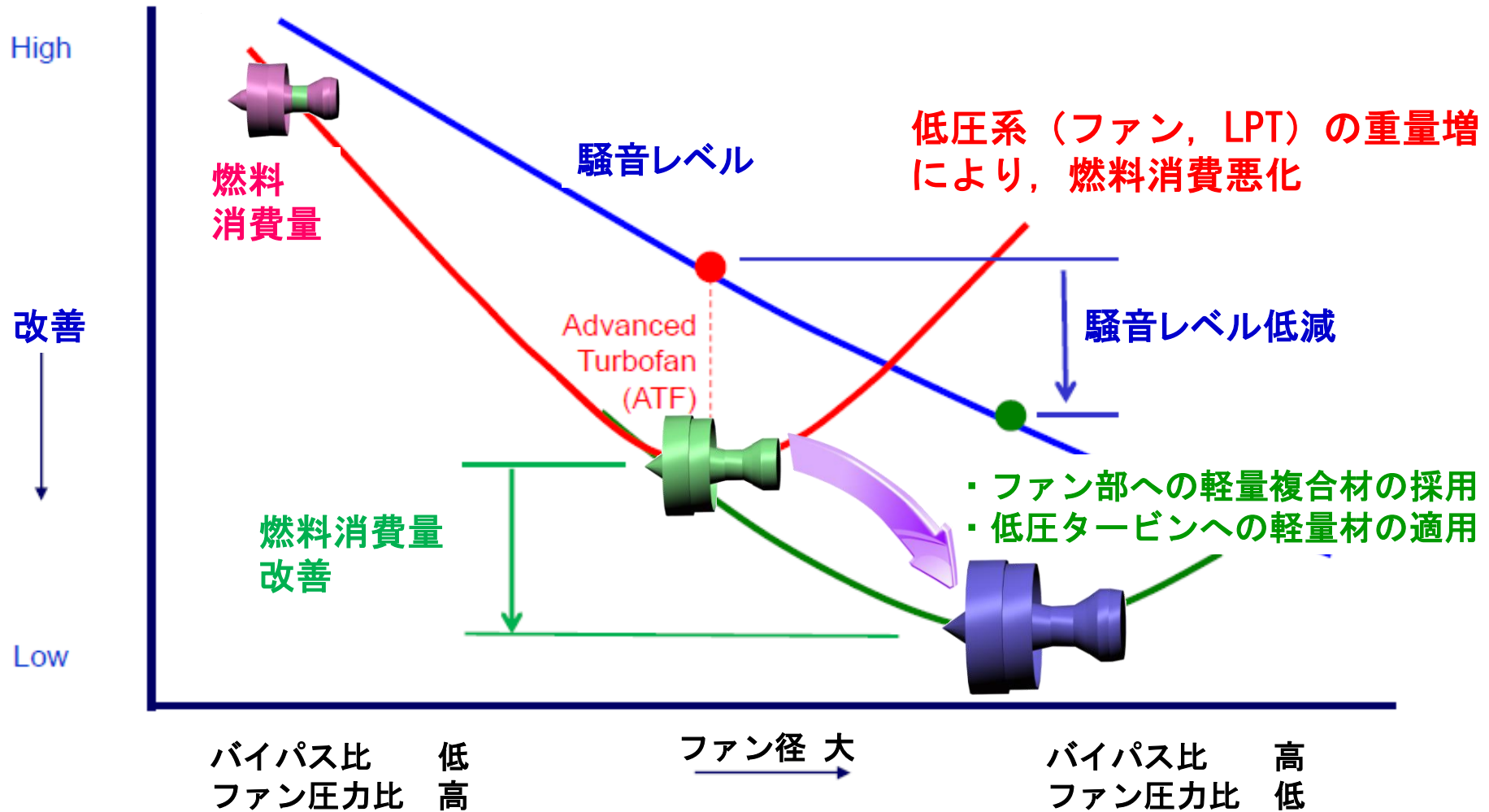
更なる改善へ！



Quoted From A.Epstein, AIAA Executive Symposium (2011)

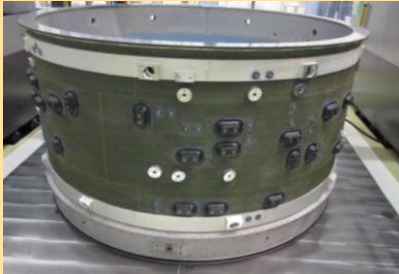
出典:「タービン・エンジン」
日本航空技術協会

推進効率アップ：ファン径大型化・高バイパス比化



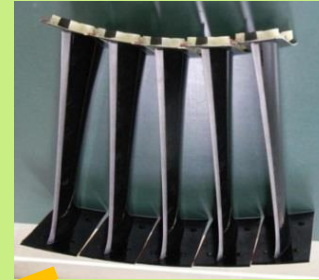
低圧系モジュールにおける軽量化技術が鍵
⇒ 炭素繊維複合材 (CFRP), セラミック基複合材 (CMC), 金属間化合物TiAl

複合材ファンケース

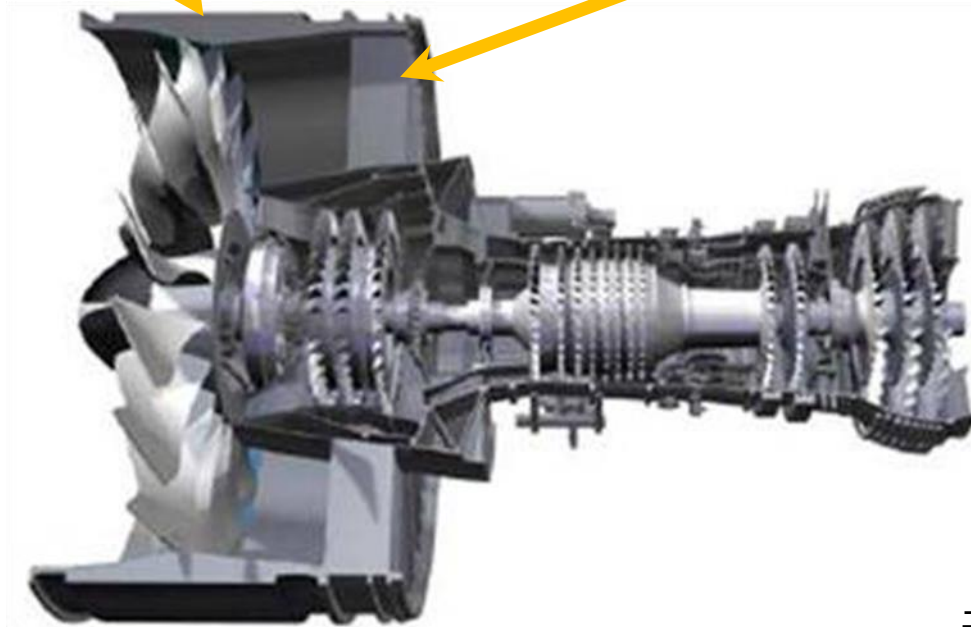


- 独自高耐衝撃性複合材ワインディング成形
- MRJ/C Seriesに続き、PW1100G-JMにも適用拡大

複合材ファン静翼SGV (Structural Guide Vane)



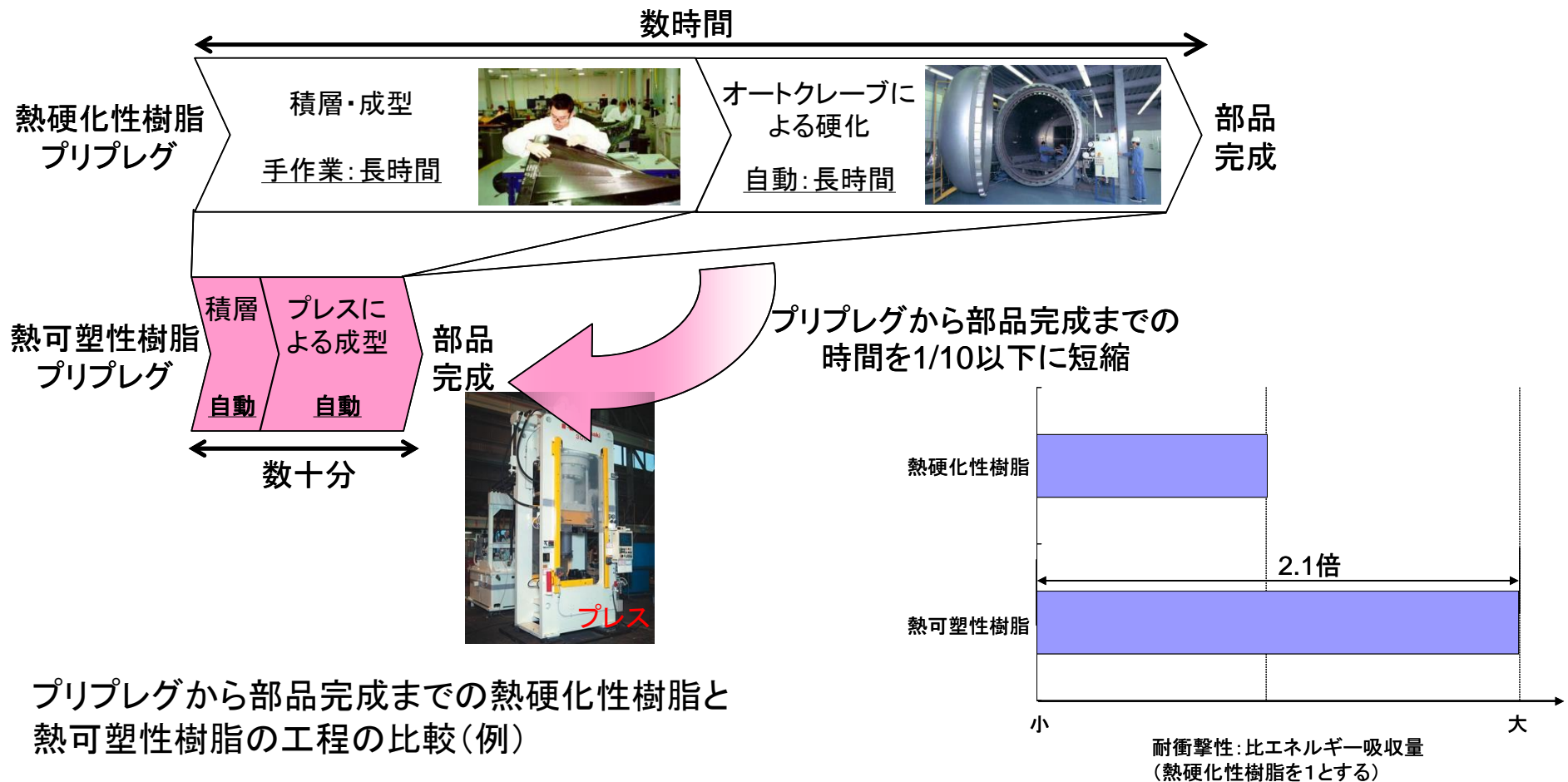
- 荷重を受け持つ構造静翼の複合材化は世界初
- 独自熱可塑複合材による低コスト成形



- 独自開発・国産素材・製造法スペックで型式承認取得し、ルフトハンザで運行開始
- チタン合金→複合材採用により大幅な軽量化を達成。バイパス比5から12への大幅アップし、燃料消費量15%改善に貢献

エンジンカット図：「提供：(一財)日本航空機エンジン協会」

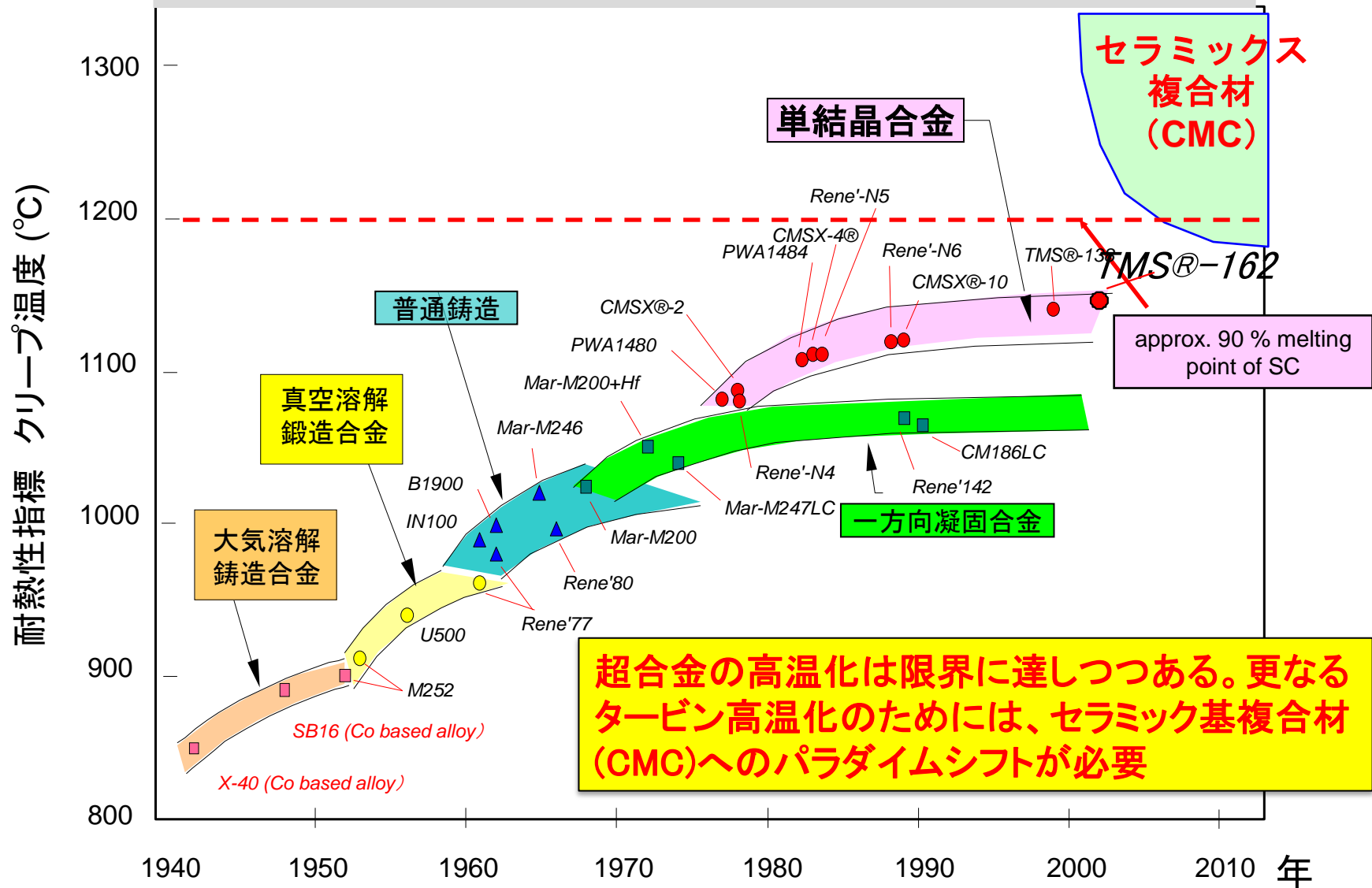
- 航空エンジン部品開発の実績から、熱硬化と熱可塑性樹脂／FRPを比較すると、
- 素材としての耐衝撃性ポテンシャルは**熱可塑性樹脂が優位**
 - 枚数の多い翼部品では、**短時間で成形可能な熱可塑性CFRPがコスト優位**



プリプレグから部品完成までの熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の工程の比較(例)

熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂の耐衝撃性の比較

タービン動翼耐熱材料の変遷





ハフ/BN処理 (K/N/P/W) = 高温処理不可 相当物。

CMCタービン部品の技術開発実績 (IHI)

(METI ;2008 – 2012 *NEDO ;2013 – 2015)

● 社有のガスタービンにてエンジン環境での搭載評価に成功

- 中空静翼 (2011年に実施)
 - 複雑織物構造 (中空)
 - 1050°C, **400 hrs** の耐久性確認
- 中実静翼 (2015年に実施)
 - 3次元織物の折り曲げ構造 (中実)
 - 700°C, **800 hrs** の耐久性確認

・急加速・減速運転のない小型GTでエンジン実証試験を実施 (一定の成果)
・欧米を認めさせるには航空エンジンによる実証が必要



CMC中実静翼

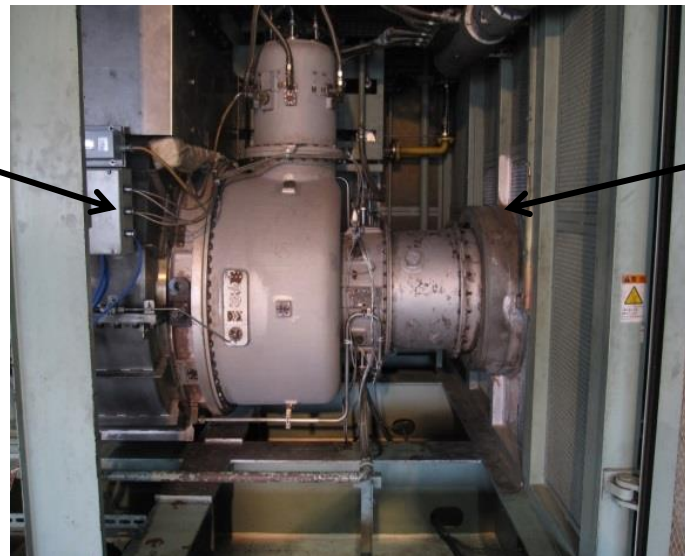


CMC中空静翼

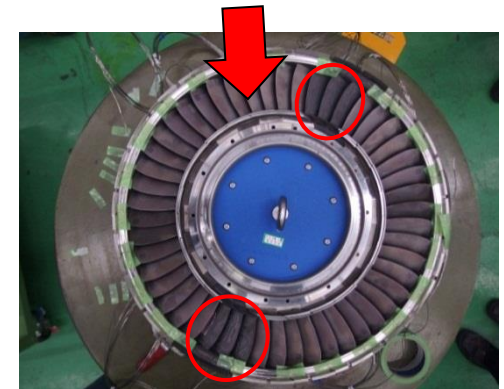
Metal nozzle (cooling)



CMC nozzle (without cooling)



Cross section drawing for demo engine (1.5 MW industrial GT)



搭載前の組み付け状態
(CMC翼は3連翼×2箇所計6枚を搭載)



800Hrの試験後外観
(損傷なし)

3. 技術開発バリューチェーン

技術開発には、基盤研究フェーズ、実証フェーズ、開発フェーズがあり、そのバリューチェーンとしては以下が挙げられる

<基盤研究フェーズ>

新技術について、機能・性能、耐久性、コスト面で、お客様に対し、従来を超える価値を提供できるかどうかをラボレベルで検討、評価するフェーズ。価値を向上するために産学官で知恵出しすることで加速できることが可能

<実証フェーズ>

新技術を技術実証エンジン等、実環境を模擬する環境で試験を行い、機能・性能、耐久性を実証するフェーズ。加えて、製造実証設備を導入し、実用に耐える品質、コスト、納期を確保できるものづくりを実現できるかどうかを検討、評価するフェーズ

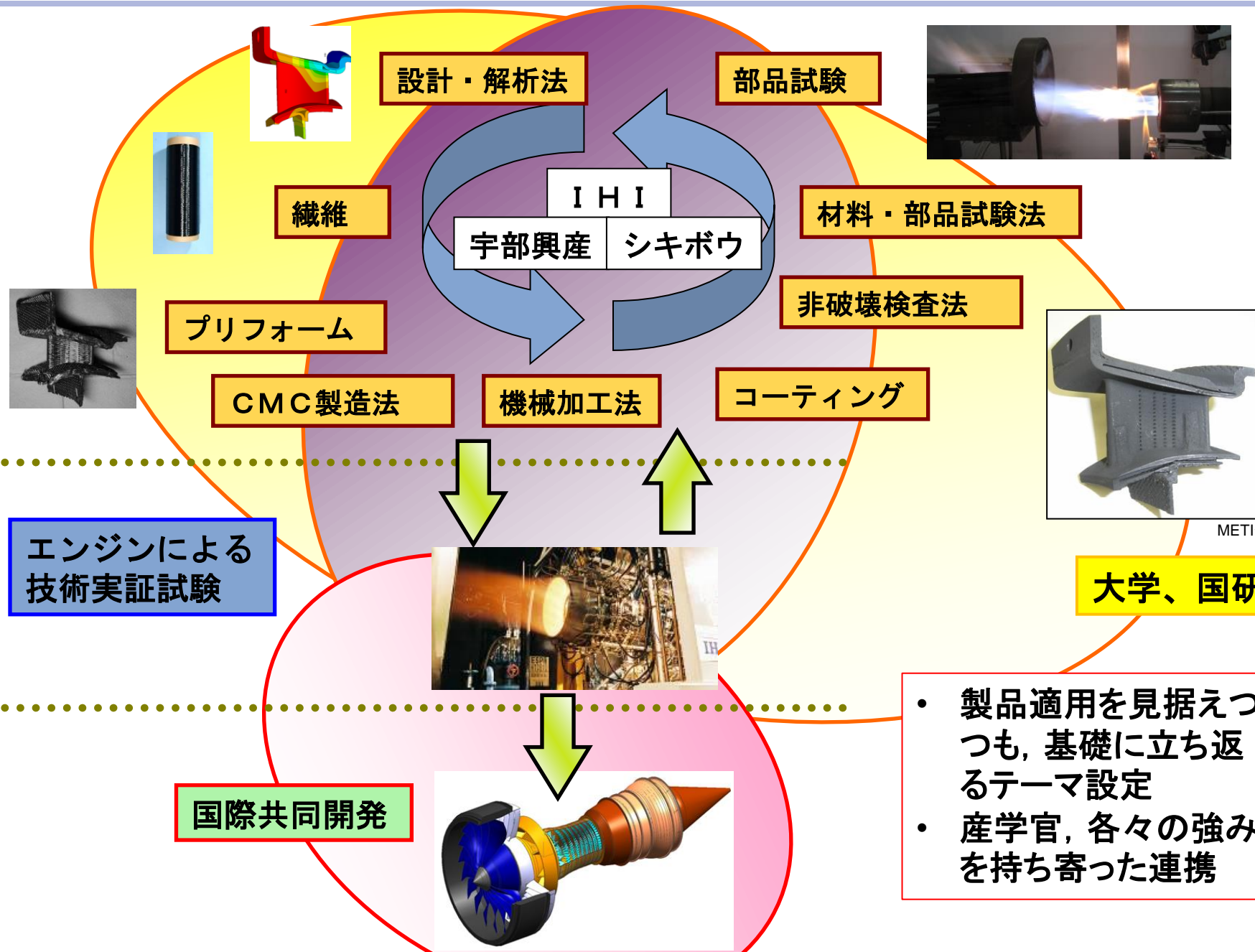
<開発フェーズ>

航空エンジンにおいてはパートナー企業と製品の国際共同開発を行うフェーズ

基盤フェーズ

実証フェーズ

開発フェーズ



エンジンによる
技術実証試験

国際共同開発

大学、国研

- 製品適用を見据えつつも、基礎に立ち返るテーマ設定
- 産学官、各々の強みをもち寄った連携

現状認識と今後の課題を以下に整理した

- 開発フェーズについては、経産省殿の施策等もあり、うまく回っている。
- 基盤研究フェーズについては、文科省／JAXA殿のaFJRプログラム、経産省／NEDO殿、内閣府殿等の産学官連携強化の施策により、基礎研究⇔技術開発の双方向コミュニケーションが活発化し、複合材料を代表選手として、世界的に競争力のある技術を生み出しつつある。
⇒ **JAXA航空殿の次期プログラム(aFJR後継プログラム)の立ち上げを含め、今後も産学官で連携して技術開発を進めていきたい**

<残された課題>

航空エンジンに適用する新技術を実機に適用するためには、エンジンに組み込んで試験実証する必要がある。国際共同開発の大手パートナーが所有するエンジンで技術実証を実施した場合、日本国発の新技術でも、その知財権には使用制限がかかり困り込まれる
⇒ 対策は技術実証エンジンの導入、それを活用した新技術のエンジン実証試験
⇒ 文科省／JAXA殿の努力により、JAXA殿への防衛省F7エンジン導入が進行中
⇒ **次のエンジン開発は2020年頃から本格化すると予想。遅くとも2020年度中には、新技術をF7技術実証エンジンで試験実証することが必要。エンジン整備が急務である。**

CMC高圧タービン部品の製品化については、以下の計画で進行中である。

- NEDOプロにおいて、2017年度にSA繊維の強度改良(宇部興産), 織物試作を可能(シキボウ), マトリクス・耐環境コーティングの耐熱性向上(IHI)を達成する。
- 内閣府SIP革新構造材料研究において、2018年度までに1400°C級耐環境コーティング(EBC)を開発する
- NEDOプロにおいて、2018~2019年度で、材料データ取得, および部品試作・評価を行なう
- 2020年度までに、上記で開発した技術を用いて部品施策を行い、JAXA殿に納入予定の国産F7エンジンにて、技術実証試験を行う。

⇒F7エンジンでの技術実証後、欧米OEMへ技術提案し、実機製品化の開発へつなげる

ご清聴ありがとうございました

IHI

Realize your dreams