



技術講演  
高効率軽量ファン・タービン技術実証  
(aFJR)

JAXA航空シンポジウム2014  
平成26年9月18日

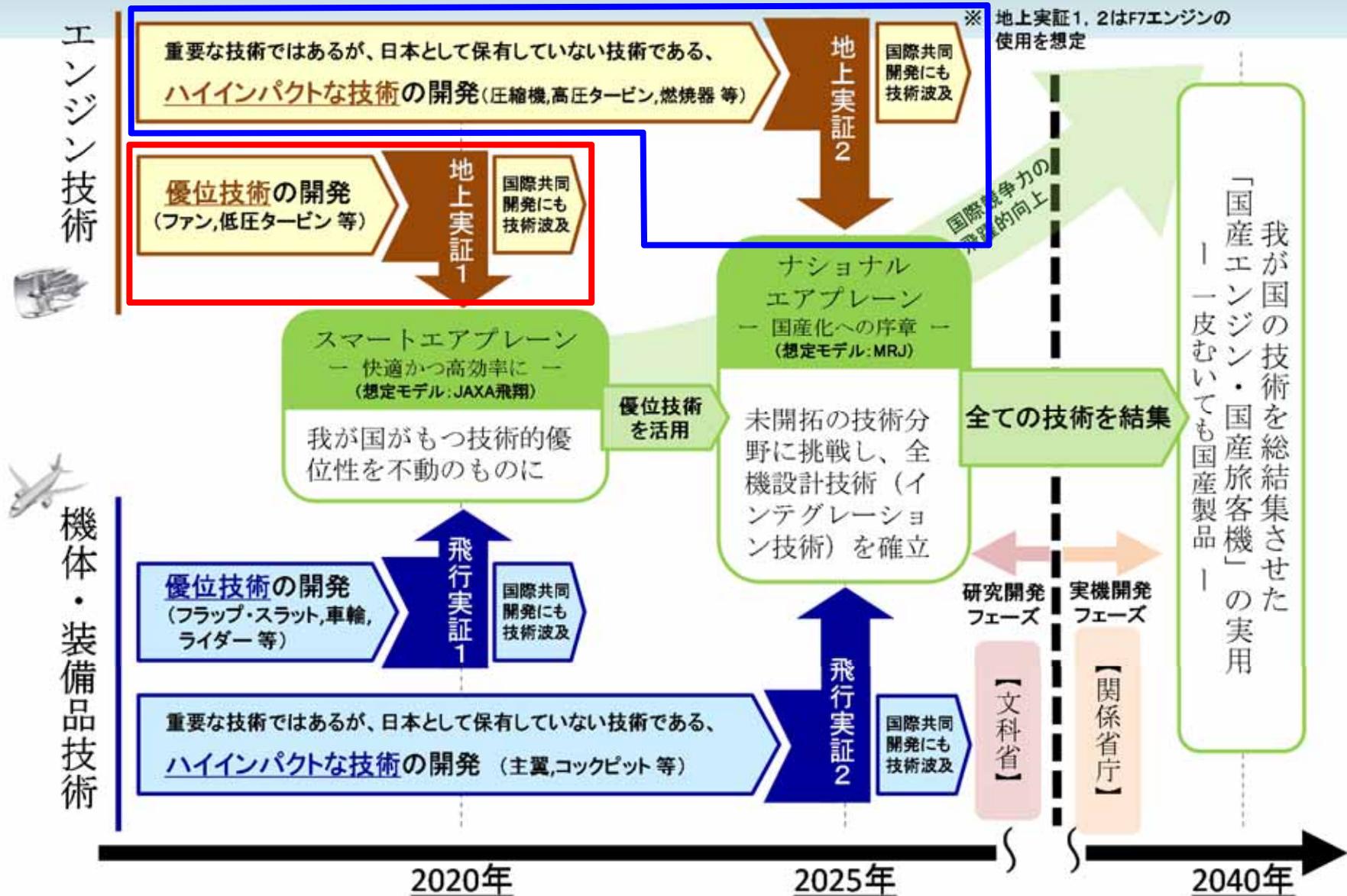
宇宙航空研究開発機構 航空本部  
推進システム研究グループ  
西澤敏雄

# Outline

- 民間エンジンの動向
  - 民間航空機国産化研究開発プログラム
  - 民間エンジンの技術課題
- JAXAエンジン技術研究開発プログラム
  - 高効率軽量ファン・タービン技術実証 (aFJR)
  - グリーンエンジン技術研究開発
- まとめ
  - エンジン技術研究開発シナリオ検討 (案)



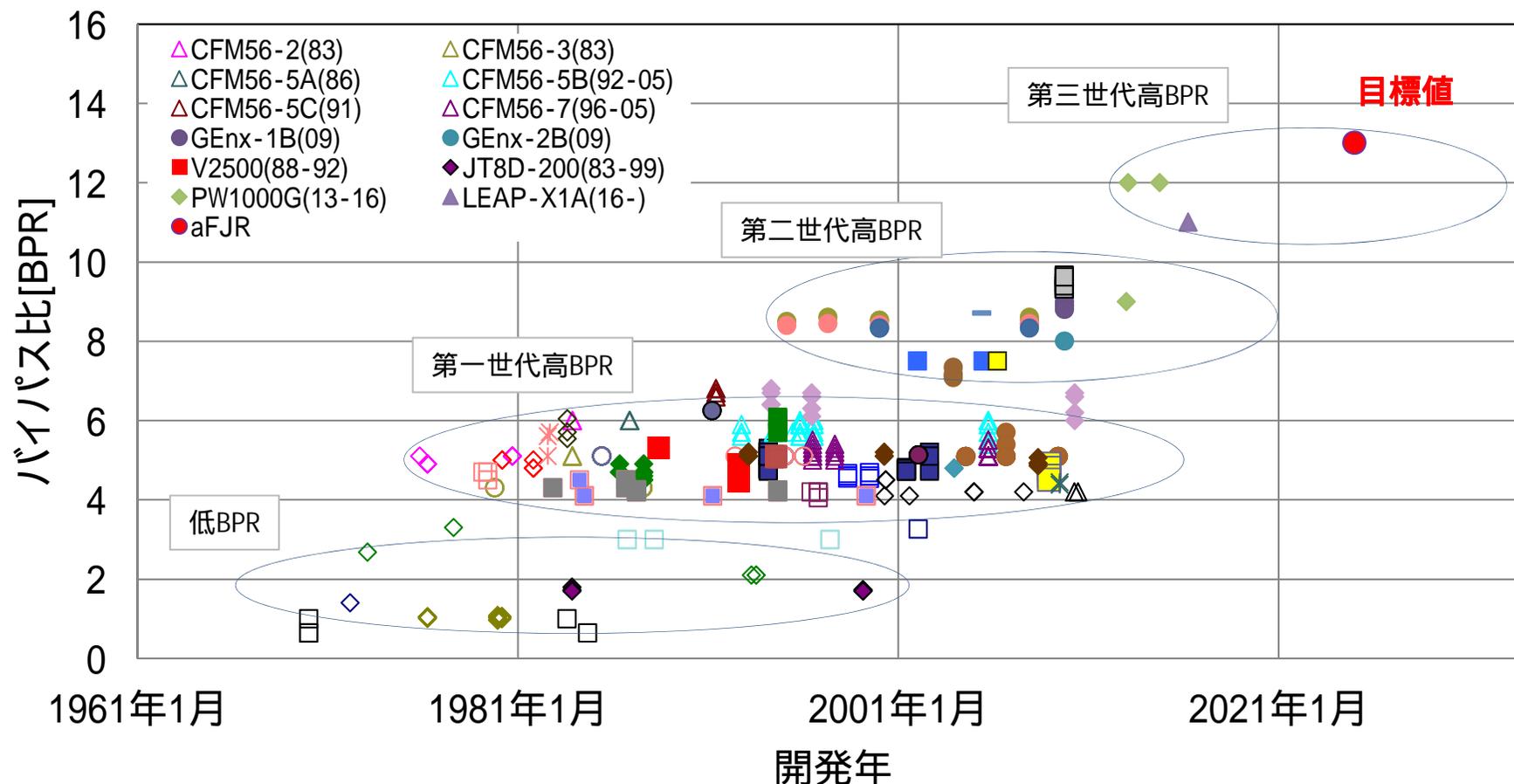
# 民間航空機国産化研究開発プログラムのターゲット 次世代航空科学技術タスクフォース



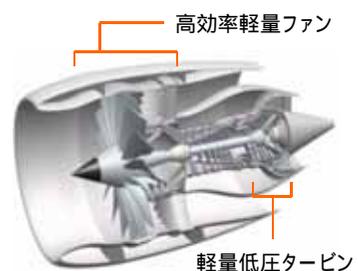
出典：文部科学省殿資料(戦略的次世代航空機研究開発ビジョン)

# 高バイパス比化の動向

- 原油価格の上昇、地球温暖化などを背景に、航空エンジンの燃料消費削減 (CO2削減) の要求が強まり、更なる高バイパス比化が広範に進む見込み。
- 一段階上の高バイパス比化を狙う技術をタイムリーに開発すべき。

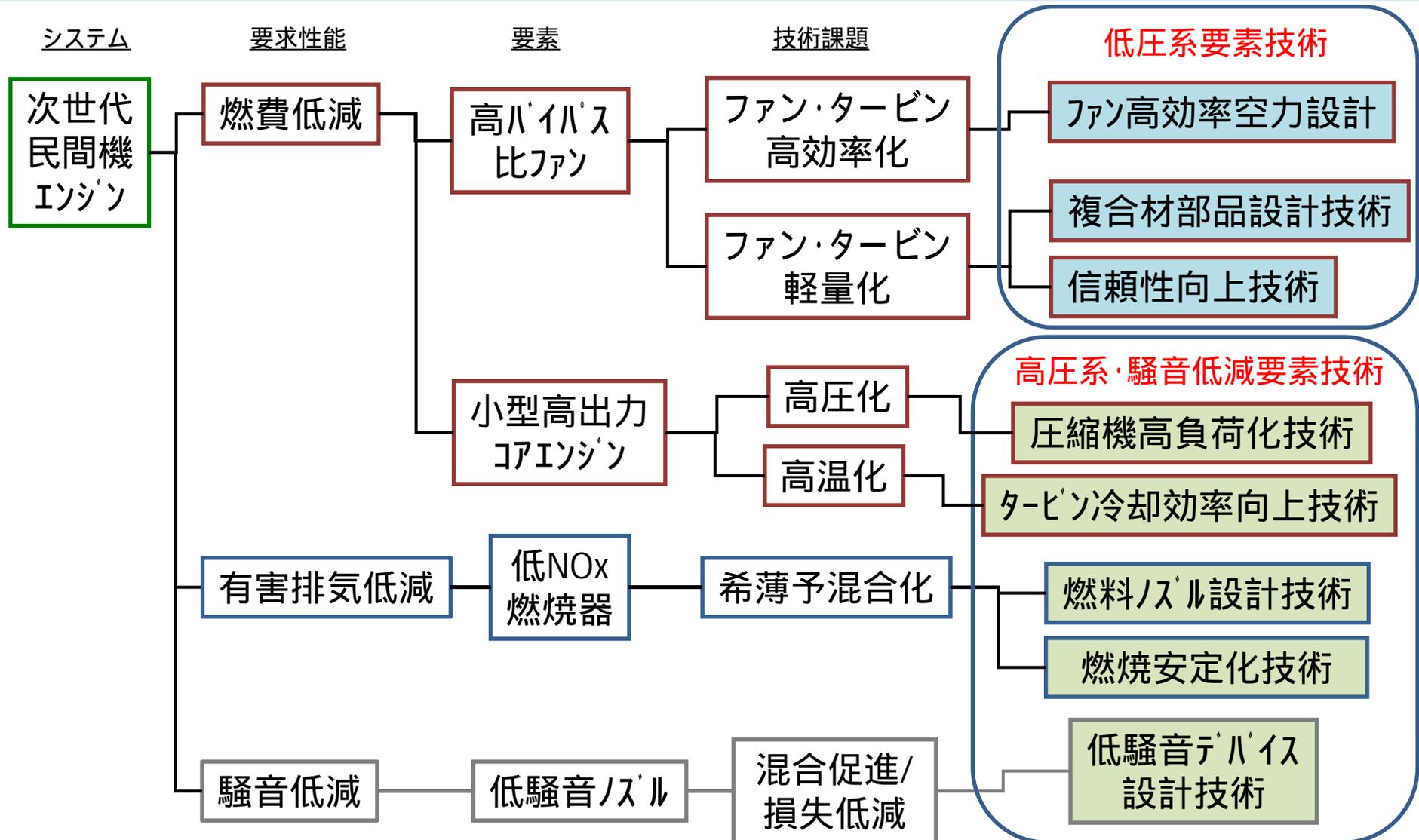


# エンジン性能の比較

エンジン	V2500 (V2524-A5) A319搭載	PW1000G A320neo, MRJ, CS100/300搭載	本プロジェクト 目標エンジン 
離陸推力	24,800 lbs	15,000-33,000 bs	20,000 lbs級
燃費削減率 (巡航SFC)	(0.575 lb/h/lb)	12-15%減 現行エンジン比	16%減 V2500比 成果目標 内1%減
バイパス比 (ファン直径)	4.9 (63.5 in)	7-12 (56-81 in)	13+ (概算約66 in)
重量	5,200 lb	-	約22%減 V2500比 成果目標 内10%減
技術	中空チタンファンブレード Ni超合金低圧タービン翼 Al合金吸音ライナ Ti合金ファンディスク	先進Al合金ファンブレード 軽量低圧タービン翼 Al合金吸音ライナ Ti合金ファンディスク	層流ファン空力設計 FRP中空ファンブレード CMCタービンブレード 軽量吸音ライナ 高強度化メタルディスク

出典：日本航空機エンジン協会殿資料

# 民間エンジンの技術課題



# JAXAエンジン技術研究開発プログラム

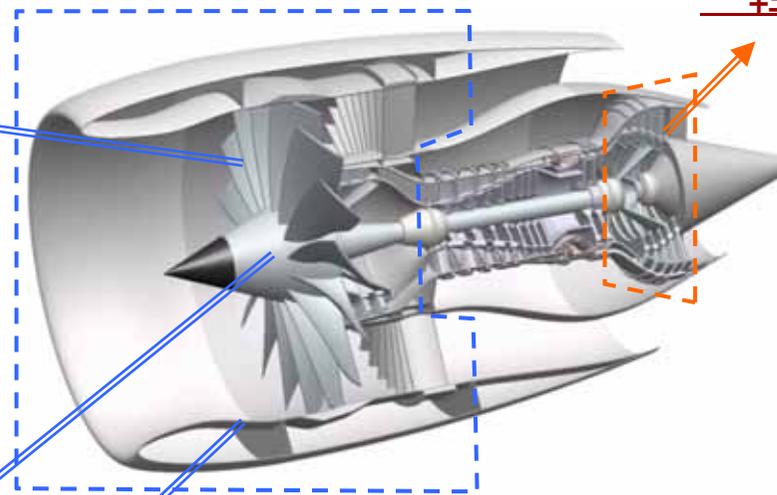
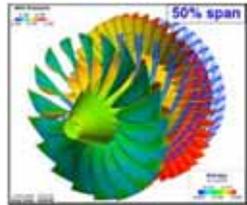
## JAXAエンジン技術研究開発プログラムの概要

将来の超高バイパス比エンジンの環境適合技術と我が国の国際競争力の向上を目指し、ファン・タービンモジュールの空力効率向上と軽量化、コアエンジンの熱効率向上【目標燃費低減V2500比16%減】、NOx排出低減【CAEP/6比75%減】、排気ジェット騒音低減【低推力損失(1%以下) & 低騒音1dB減】を目標とする研究開発プログラムを構築。

### 高効率軽量ファン技術

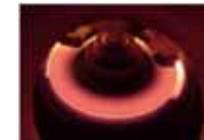
#### 高効率軽量ファンブレード技術

- ✓高バイパス比化(BPR:13)
- ✓高効率層流動翼空力設計
- ✓耐衝撃FRP中空ブレード設計
- ✓フラッタ予測解析技術向上



### 軽量低圧タービン技術

- ✓CMC材適用軽量ブレード
- ✓過回転防止翼構造設計
- ✓フラッタ・寿命予測技術向上



### 軽量メタルディスク技術

- ✓高強度化・耐久性向上加工技術



### 軽量吸音ライナ技術

- ✓軽量樹脂ハニカム構造
- ✓音響解析・設計



高効率軽量ファン・タービン  
技術実証(aFJR)

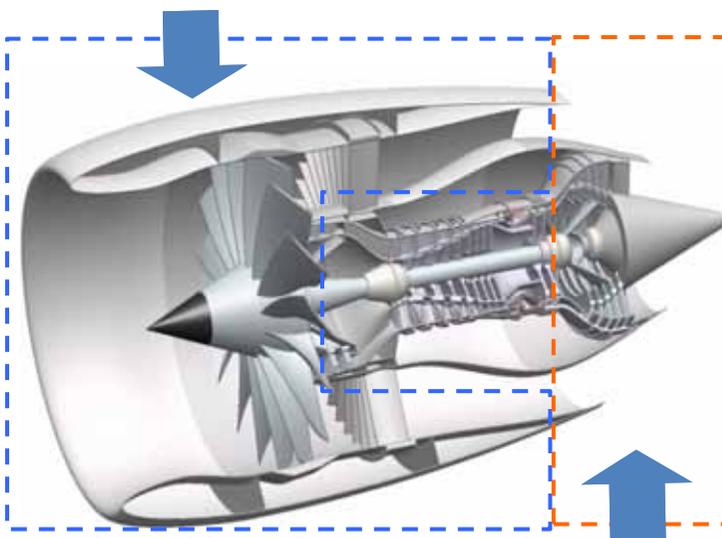
# 高効率軽量ファン・タービン技術実証 (aFJR)

国内メーカーの国際競争力強化に貢献するため、燃費低減に資するファン及び低圧タービンの軽量化並びに効率向上をミッションの目標として設定。

ファンの軽量化(0.9%\*)を達成する差別化技術を開発・実証

ファン空力効率の向上(1pt)を達成する差別化技術を開発・実証

ファンモジュール  
高効率軽量ファン技術



低圧タービンモジュール  
軽量低圧タービン技術

低圧タービンの軽量化(9.1%\*)を達成する差別化技術を開発・実証

\*現行機エンジン(V2500)重量比

～ の目標は燃費低減1%に相当し、エアライン(A320シリーズ運航会社)の利益を増加させる効果を有するため、エンジンの市場価値が高まり、国内エンジン産業の生産高の増大が可能となる。

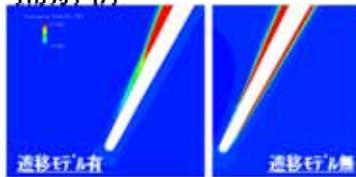
# 高効率軽量ファン・タービン技術実証 (aFJR)

平成26年度からのプロジェクト移行に向け、シミュレーションによる評価および既存試験設備を用いた予備試験を実施

## 高効率軽量ファン技術開発

高効率ファン技術開発 (効率向上)

- ✓ 層流乱流遷移予備解析  
遷移モデル検証



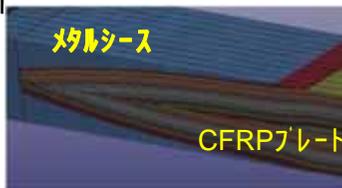
- ✓ 性能実証予備試験  
試験技術確認

ファン空力試験



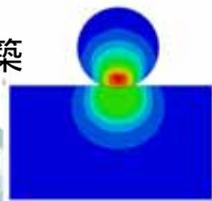
軽量ファン技術開発 (ブレード、ディスク)

- ✓ 中空ブレード予備設計  
構造解析モデル検証



- ✓ メタルディスク予備解析  
加工シミュレーションモデル構築

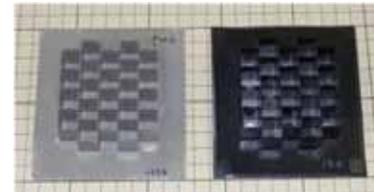
予備解析モデル



中空CFRPブレード  
モデル試作

軽量吸音ライナ技術

- ✓ 樹脂複合材ハニカム予備設計、予備試験  
成形条件最適化  
試作モデル強度確認



樹脂複合材ハニカム試作、強度試験



減衰特性試験

## 軽量低圧タービン技術開発

軽量低圧タービン技術開発

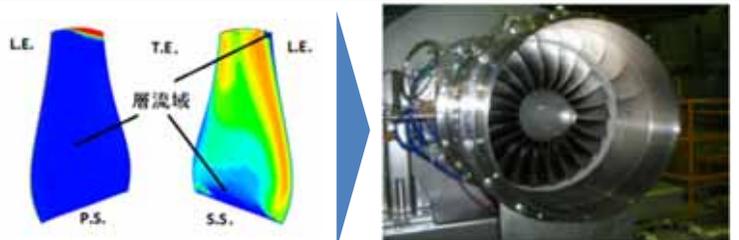
- ✓ 過回転防止構造予備検討  
CMC衝撃解析モデル構築
- ✓ フラッタ予備解析  
減衰特性試験技術



# 高効率軽量ファン・タービン技術実証 (aFJR)

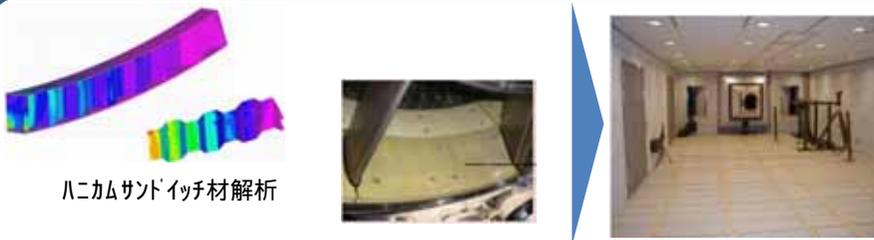
プロジェクトで開発した要素技術については、要素レベルでの実証試験を行い、国際共同開発への参画に向けた実用化の準備を整える計画。

## 開発する要素技術と実証試験の例



層流ファン空力設計技術

空カリグ試験



ハニカムサンドイッチ材解析

軽量吸音ライナー技術

吸音ライナー実証試験



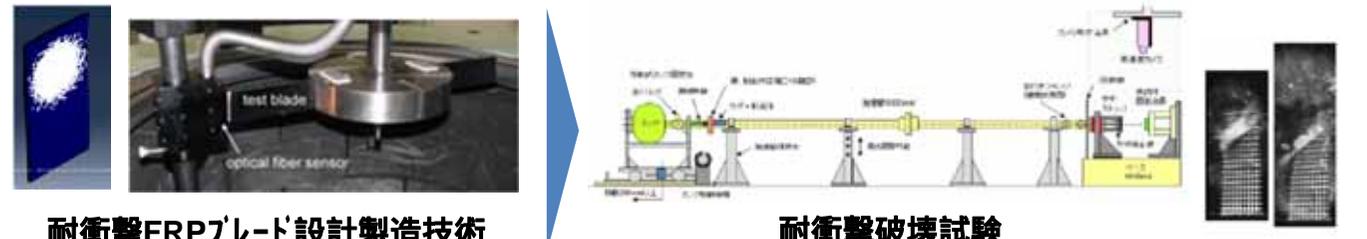
軽量メタルディスク技術

耐久試験



軽量低圧タービン技術

動静翼過回転特性試験



耐衝撃FRPブレード設計製造技術

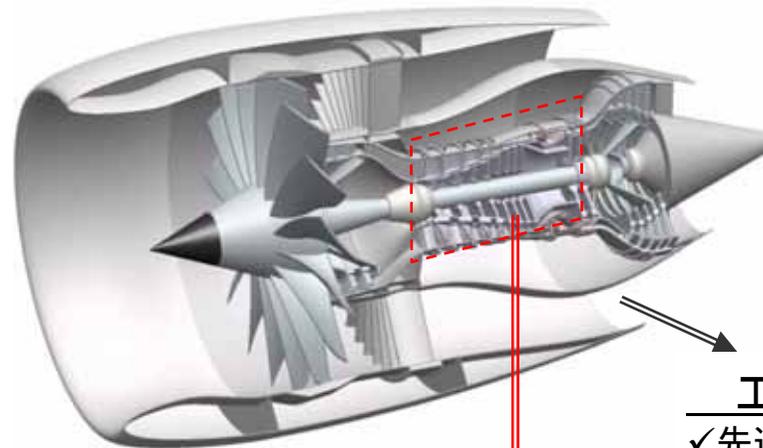
耐衝撃破壊試験

# JAXAエンジン技術研究開発プログラム

## JAXAエンジン技術研究開発プログラムの概要

将来の超高バイパス比エンジンの環境適合技術と我が国の国際競争力の向上を目指し、ファン・タービンモジュールの空力効率向上と軽量化、コアエンジンの熱効率向上【目標燃費低減V2500比16%減】、NOx排出低減【CAEP/6比75%減】、排気ジェット騒音低減【低推力損失(1%以下) & 低騒音1dB減】を目標とする研究開発プログラムを構築。

グリーンエンジン技術  
研究開発



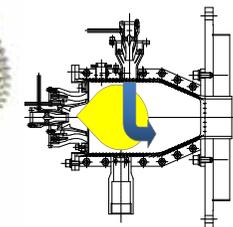
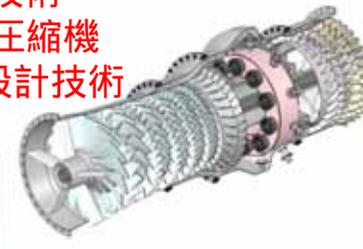
### エンジン騒音低減技術

- ✓ 先進デバイス付ノズル・ミキサ
- ✓ 能動制御技術



### スーパーコアエンジン技術

- ✓ 予混合2段方式低NOx燃焼器
- ✓ 小型タービン翼冷却技術
- ✓ 軸流・斜流混合多段圧縮機
- ✓ 最適制御・システム設計技術

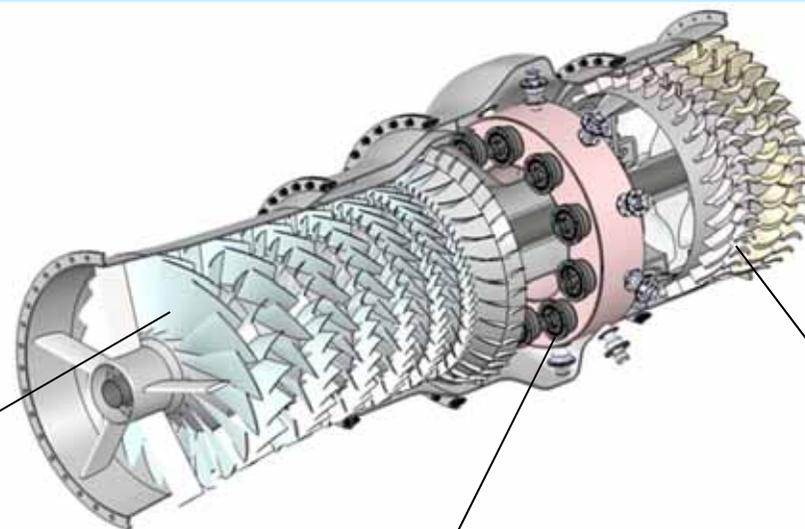


# グリーンエンジン技術研究開発

わが国として担当実績が少なくリスクが高い要素技術を開発・実証し、わが国の国際競争力を向上

## 【スーパーコアエンジン技術】

わが国独自の小型高出力コアエンジンの設計技術および環境適合技術の開発・実証



高負荷圧縮機

圧力比 20以上

(クリーンエンジンと同程度の  
効率を小型エンジンで維持)

超高温低NO<sub>x</sub>燃焼器

NO<sub>x</sub>排出削減を  
ICAO CAEP/6基準の75%減

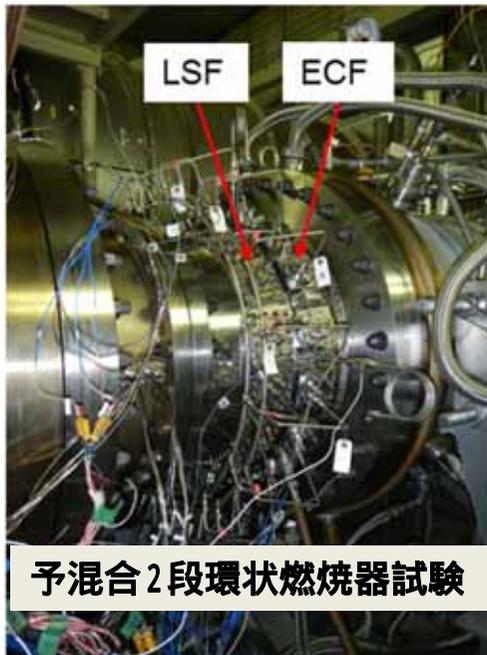
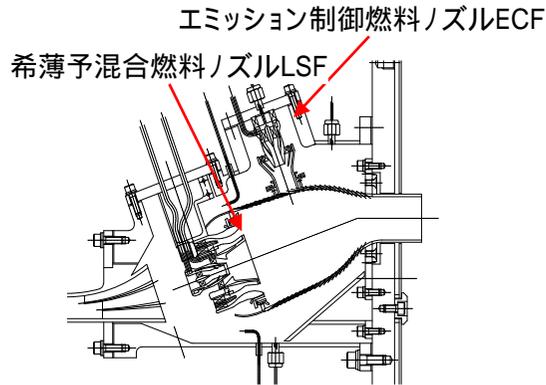
超高温タービン

入口温度1600 級

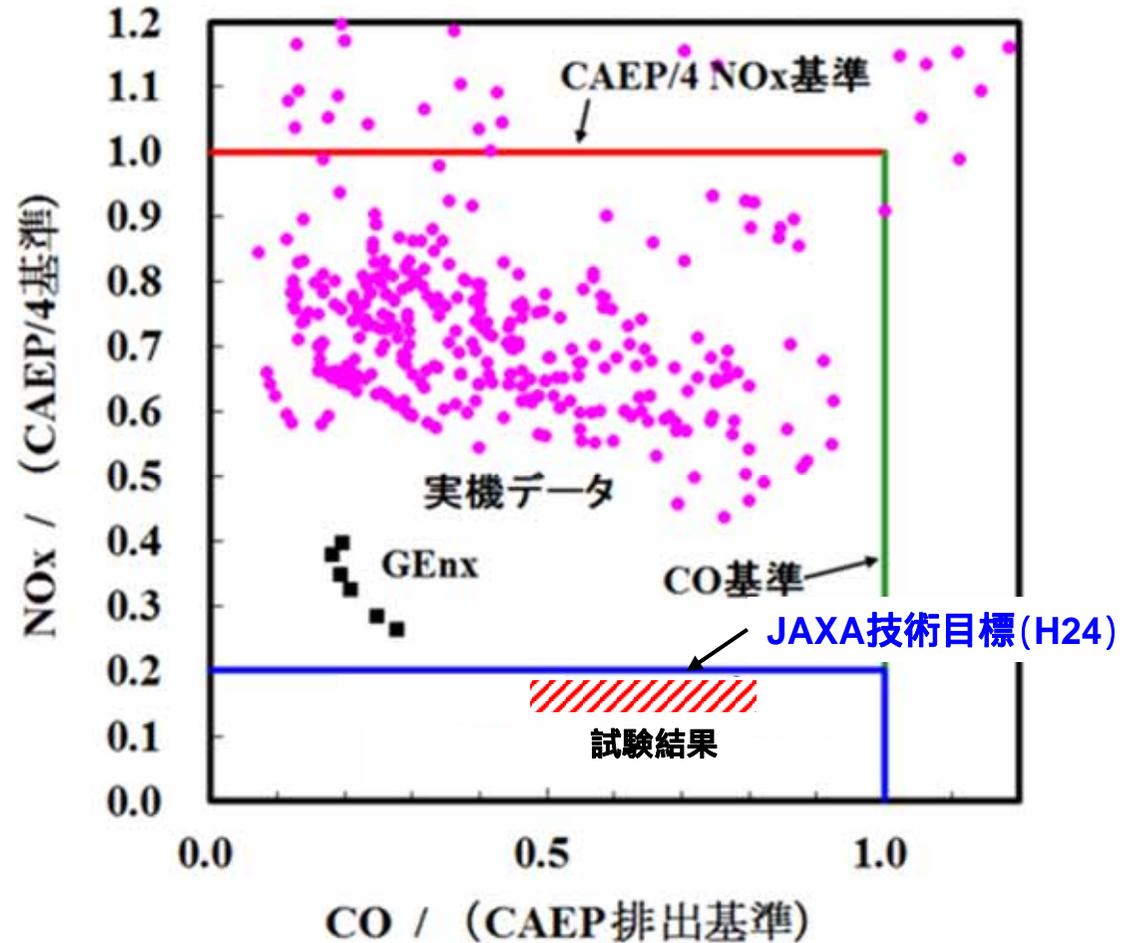
(クリーンエンジンと同程度の  
冷却空気流量比を  
小型エンジンで維持)

# グリーンエンジン技術研究開発

## 予混合2段燃焼器(希薄ステーキング燃焼)の研究開発



予混合2段環状燃焼器試験



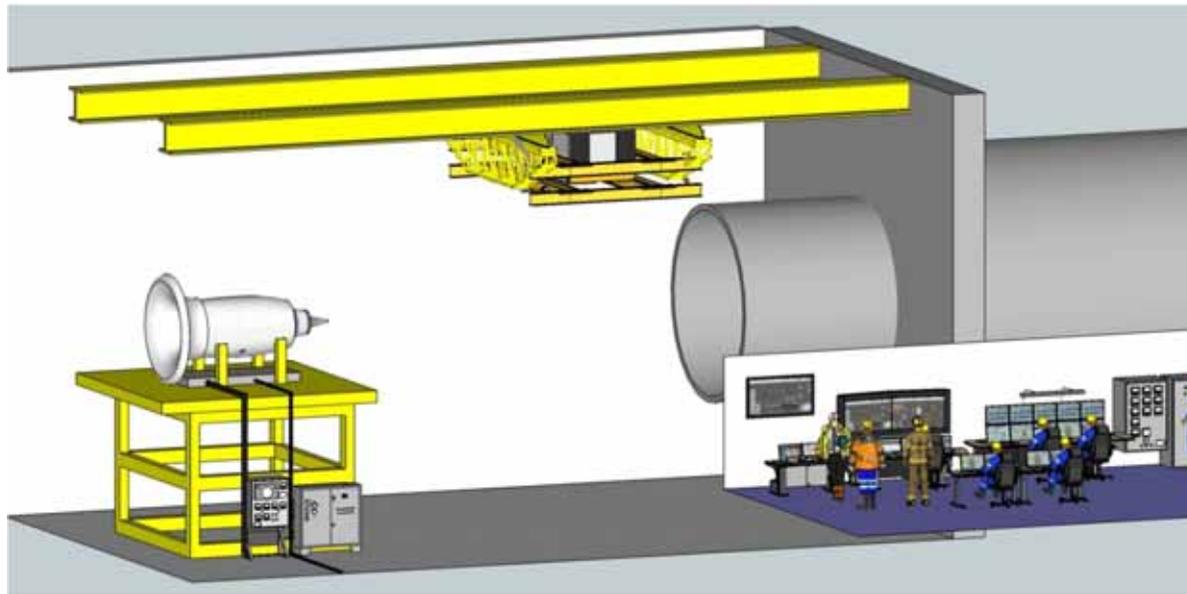
Taxing/Approach条件: 環状燃焼器試験  
 Climb条件: シングルセクタ燃焼器試験  
 Takeoff条件: シングルセクタ燃焼器試験

# グリーンエンジン技術研究開発

【エンジン騒音低減技術】 わが国独自のエンジン低騒音化技術の開発・実証

## 騒音低減デバイス技術実証

バイパス比6以上のスケールエンジンのノズルに改良型ノッチノズル\*を装着して、放射騒音と推力の両方を計測する。コア排気、ファン排気、又はその両方にノッチがある場合のデータを取得する。ノッチ以外の低騒音デバイス(ネイル\*\*)についても試験を検討。



小型エンジンを用いた騒音実証試験(室内案)



\*ノッチノズル:  
IHI殿との共同研究



\*\*低騒音デバイス(ネイル):  
JAXA開発

# 民間エンジン技術研究開発シナリオ検討(案)

次の国際共同開発へのメーカ参画に向けて低圧系モジュールの燃費低減技術開発・実証をプロジェクト化



第1.2中期計画

第3中期計画(2013-2017)

第4中期計画(2018-2022)

END

