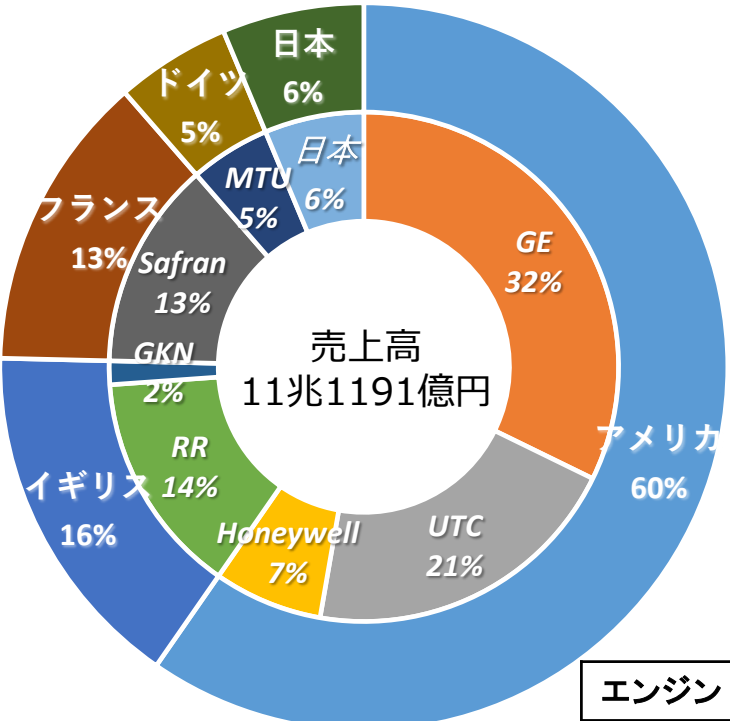


# En-Coreプロジェクト（コアエンジン技術実証） —環境技術の実証に向けて—

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門  
コアエンジン技術実証(En-Core)プロジェクトチーム プロジェクトマネージャ  
山根 敬

# 1. 背景



- 国内エンジンメーカー (IHI、KHI、MHI) の合計シェアは約6% (2019年)
- 海外OEM (オリジナルエンジンメーカー) のリスク・シェアリング・パートナー(RSP)、サブコン等として、国際的にも一定の役割/存在感を示している。
- JAXAを中核に進めたFJRエンジンプロジェクト (1970～80年代) をきっかけに国内エンジンメーカーがV2500エンジン国際共同開発へ参画。
- 海外OEMエンジン開発において低圧部 (ファン、低圧圧縮機・タービン等) 分担の獲得へ。
- さらにエンジンの心臓部であるコアエンジン (高圧部 (燃烧器、高圧タービン等)) の分担を獲得すれば、我が国航空エンジン産業の大きな飛躍に繋がる。

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 (2019年)  
SJAC令和3年版「航空宇宙産業データベース」を元に作成

エンジン	V2500	CF34	GEEnx	Trent1000	PW1100G-JM
イメージ					
国内企業担当部位の変遷	主にファンを担当	ファンに加え、低圧タービンモジュールを初担当	低圧タービンに加え、燃焼器パーツを初担当	低圧タービンに加え、燃焼器モジュール、圧縮機モジュールを初担当	ファン、燃焼器を担当
シェア	23%	30%	15%	15%	23%

各エンジンの絵は日本航空機エンジン協会事業概要パンフレットより引用

## 2. En-Coreの二つの課題

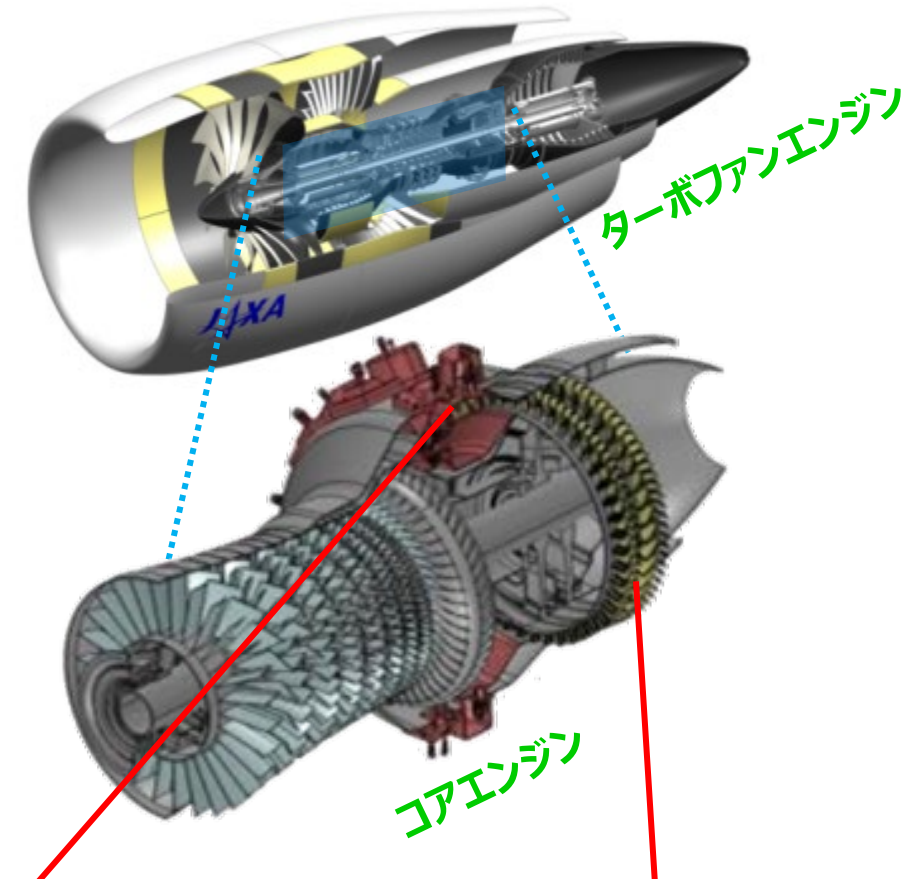
### En-Coreとは

- NOx(窒素酸化物)やCO2(二酸化炭素)の排出量を減らす技術で競争力を強化する研究開発プロジェクト
- 略称の**En-Core (アン・コア)** は、Environment (環境) を重視したコア(Core)エンジンを意図
- 2018年度のプリプロジェクト期間を経て2019年度から2023年度までの計画で実施中

### En-Coreの二つの課題

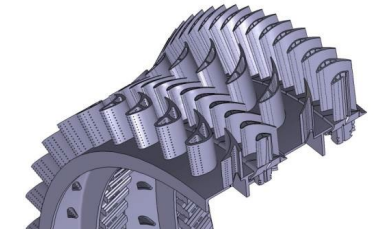
**超低NOxリーンバーン燃焼器** これまでのJAXAとメーカーによる低NOx燃焼器の研究成果をもとに、研究室レベルの性能にとどまらずエンジンに搭載できるように実用レベルを高めたうえで、世界で最もNOxの排出が少ない燃焼器性能を実証する。

**高温高効率タービン** 損失の少ないタービンによるエンジン効率の向上を目的に、タービン翼の空力設計技術、高温下での耐熱材料技術・冷却技術など、JAXAとメーカーの研究開発成果を結集して、海外メーカーと勝負できるタービン効率を実証する。



超低NOxリーンバーン燃焼器

高温高効率タービン



# 3. En-Coreの目標

B737、A320級旅客機の後継機用ジェットエンジンをターゲットとして想定

超低NOxリーンバーン燃烧器



世界で最も少ないNOx排出量を実証する。

想定エンジンの離着陸サイクル (LTO) 条件での環状燃烧器試験等で、ICAO CAEP/8基準よりもNOx排出量が80%以上少ないことを確認する。

共同研究  
パートナー

川崎重工業株式会社

ICAO : 国際民間航空機関

CAEP/8: ICAOが定めるジェットエンジンの排出ガス規制値

高温高効率タービン



現行エンジンの最高性能に匹敵するタービン断熱効率を実証する。

CMC材料で試作する静翼が世界最高の翼表面温度1300℃ (既存金属材料より約200℃アップ) で健全であることを確認する。  
タービン断熱効率が現行最高性能に匹敵することを確認する。

共同研究  
パートナー

株式会社IHI

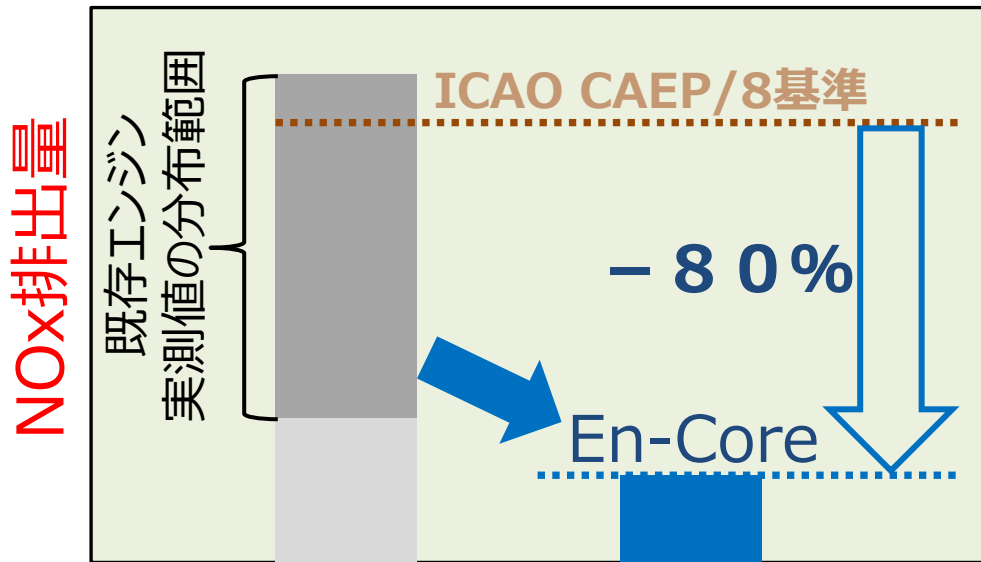
断熱効率 : 高温ガスのエネルギーを回転力に変換する効率

CMC: 高温耐熱複合材 (Ceramic Matrix Composite)

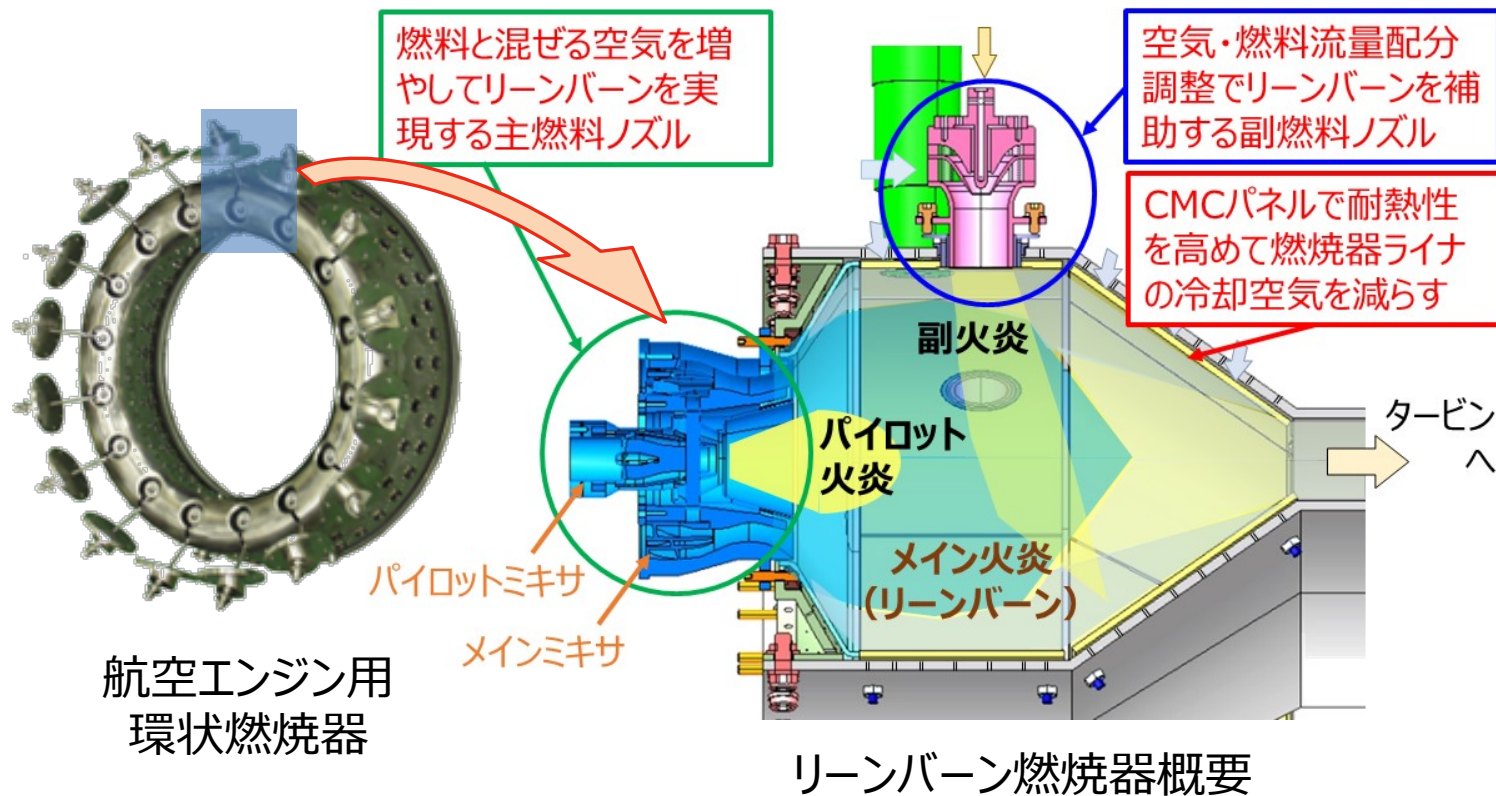


# 4-1.超低NOxリーンバーン燃焼器の目標と開発する技術

## 超低NOxリーンバーン燃焼器



最新鋭のエンジンをしのぐ低NOx性能を実現し、将来にわたる競争力を獲得する。



1. 低NOx化に欠かせない安定なリーンバーン（希薄燃焼）
2. 冷却空気削減を実現するCMCパネルの耐久性確認
3. ノズル内の燃料流路での燃料の炭化を防止
4. 多系統の燃料制御

# 4-2.超低NOxリーンバーン燃焼器の進捗と今後の計画

FY2020まで

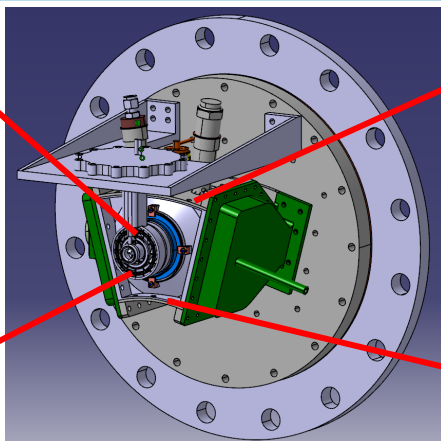
FY2021

FY2022

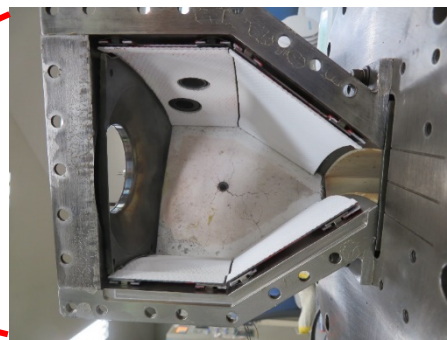
FY2023



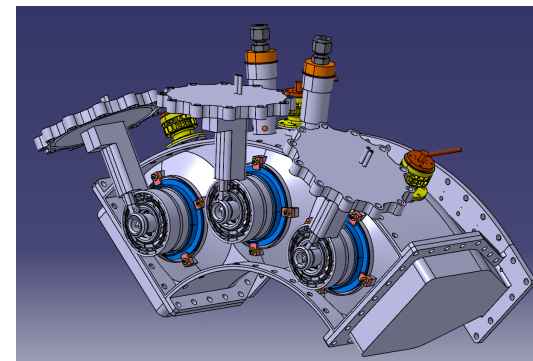
開発した主燃料ノズル



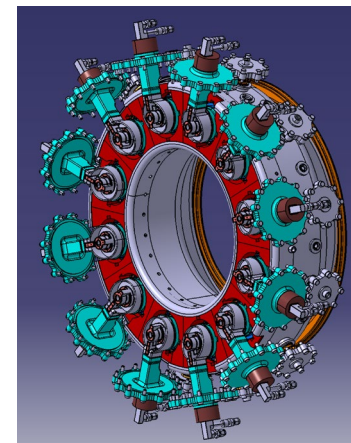
シングルセクタ燃焼器で排ガス性能確認完了



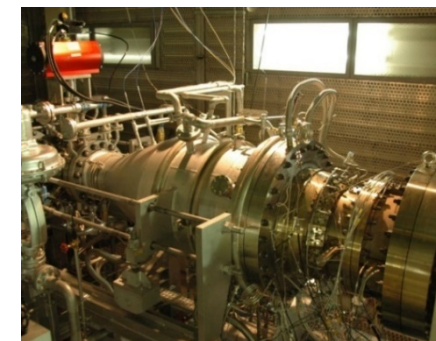
燃焼室にCMCパネルを搭載して健全性を確認完了



マルチセクタ燃焼器



環状燃焼器

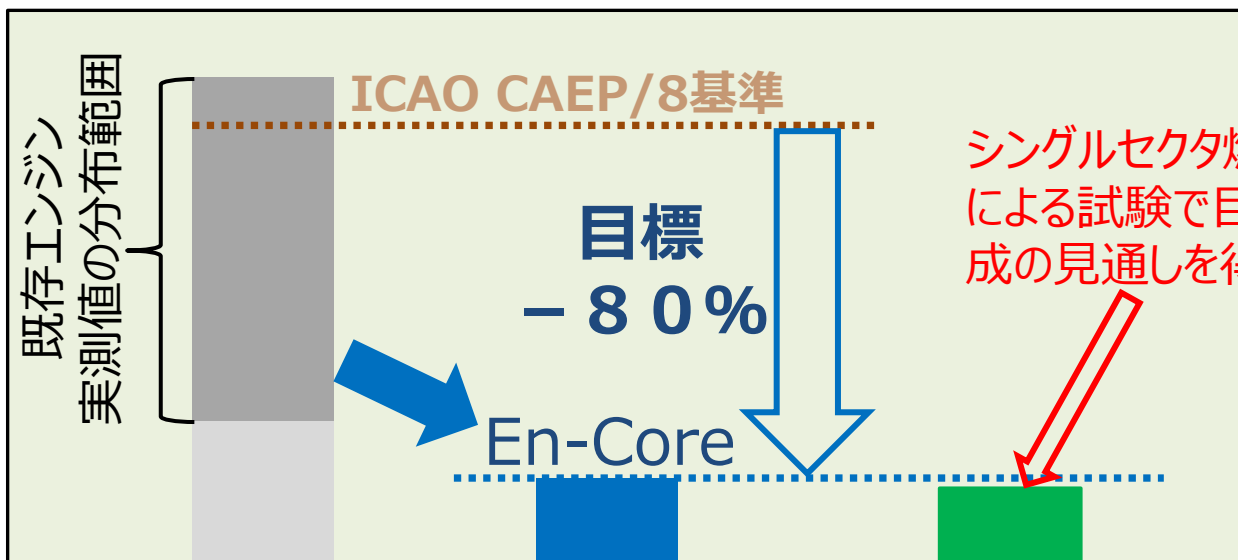


環状燃焼器試験設備



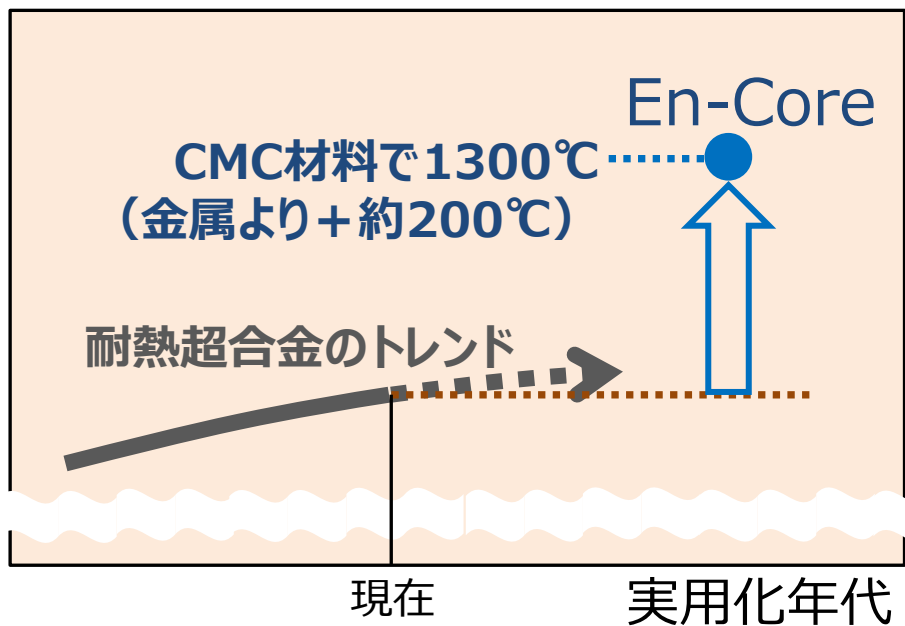
マルチセクタ燃焼器での性能確認を経て、実機サイズの環状燃焼器で、超低NOx燃焼器技術を実証する。

NOx排出量



## 高温高効率タービン

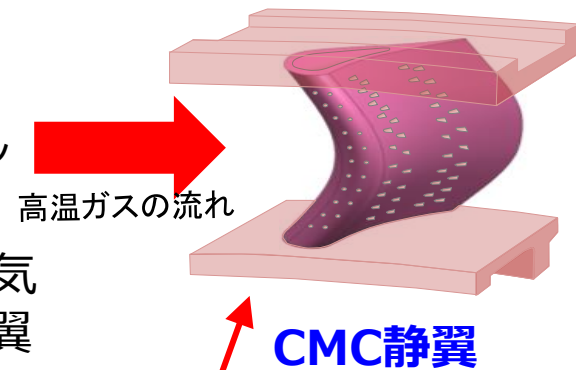
タービン材料実用温度



CMC材料の耐熱性を生かしたタービン設計技術の獲得などにより、タービン効率の競争力を強化する。

## CMC静翼設計技術

- より耐熱性の高いCMC材料を静翼に採用して、冷却空気による損失を減らす。
- 空力損失を低減する三次元形状、冷却空気を表面に噴き出すフィルム孔形状をCMC静翼で実現する。
- **CMC試作翼の健全性を実機相当の高温高圧ガス流試験等で実証**する。

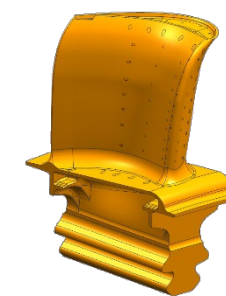
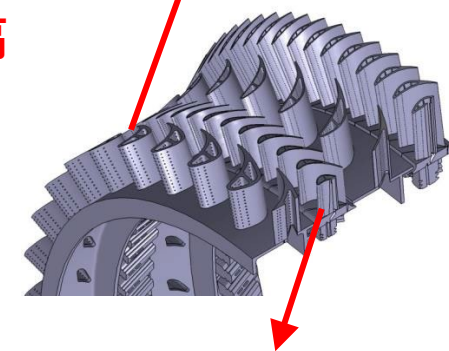


高温ガスの流れ

CMC静翼

## 高効率メタル動翼技術

- 三次元形状で空力損失の発生を減らし、フィルム冷却性能、内部冷却性能の改善により冷却空気による損失を減らす効果を実証する。
- **CMC静翼と高効率メタル動翼の空力設計をもとに回転タービン試験を行い、目標効率値を実証**する。



高効率メタル動翼



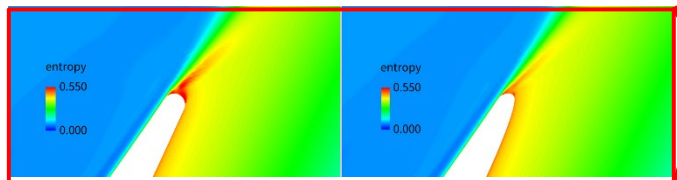
# 5-2. 高温高効率タービンの進捗と今後の計画

FY2020まで

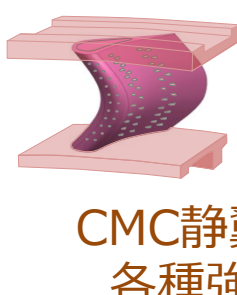
FY2021

FY2022

FY2023

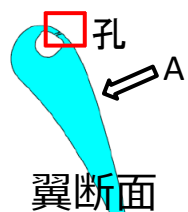


改良前 改良後  
損失低減設計のCFD検討完了  
(損失部分を赤で表示)

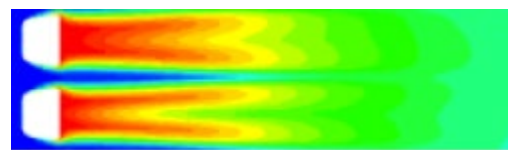


CMC強度評価例

CMC静翼設計のための  
各種強度評価完了



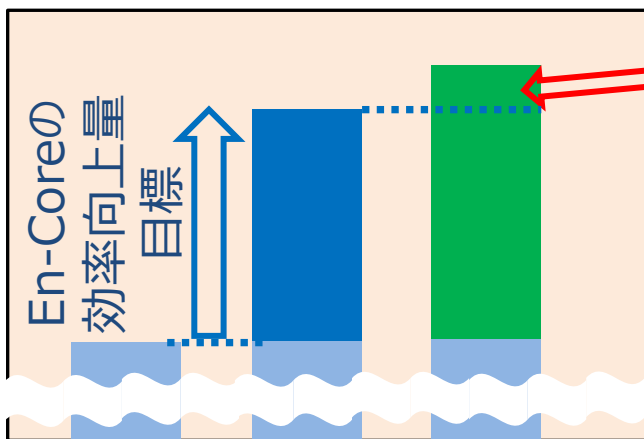
翼断面



翼面 (A矢視) の  
冷却性能の例

翼面フィルム冷却の損失低減確認完了

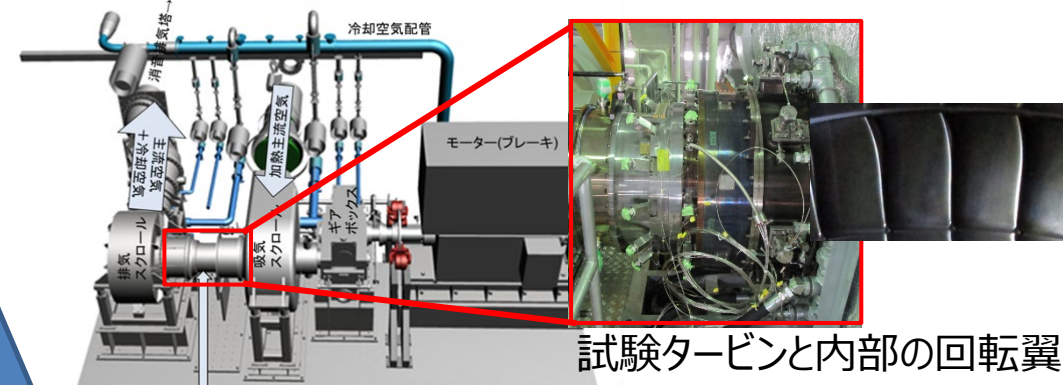
タービン効率



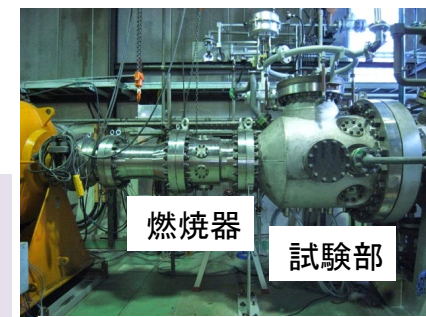
効率向上効果\*1  
見積りの合計が目  
標値を上回る見  
通しを得た

- \*1
- 翼の低損失空力設計
  - CMCによる冷却空気削減
  - 高性能冷却構造による冷却空気削減

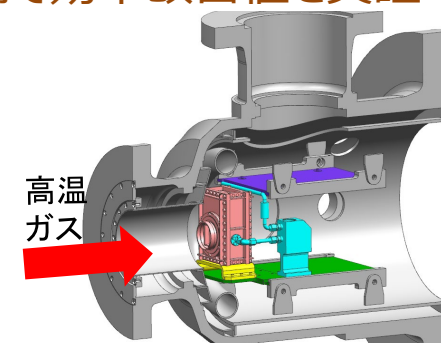
実証に向けた翼設計・製作を進め、予備試験を経てタービン効率目標実証、CMC静翼健全性実証を行う。



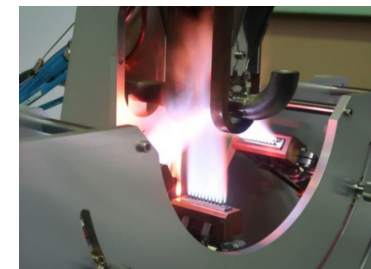
試験タービンと内部の回転翼  
回転タービン試験設備で効率改善値を実証



高温高圧試験チャンバーで試作CMC翼の1300℃での健全性実証



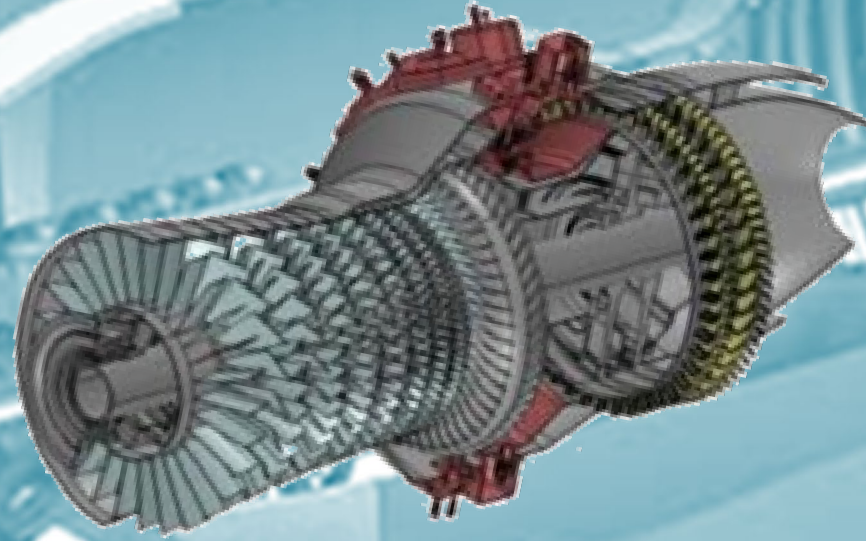
高温ガス



バーナ装置で試作CMC翼の健全性実証



- NO<sub>x</sub>(窒素酸化物)やCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)の排出量を減らす環境技術で競争力を強化し世界市場に挑む
- 二つの課題（超低NO<sub>x</sub>リーンバーン燃焼器・高温高効率タービン）それぞれについてパートナー企業と共同研究を実施中
- 目標達成に必要な技術の確認を完了
- プロジェクトゴールの技術実証に挑む
- プロジェクト成果をもとに、実用化支援へ



ご清聴ありがとうございました。