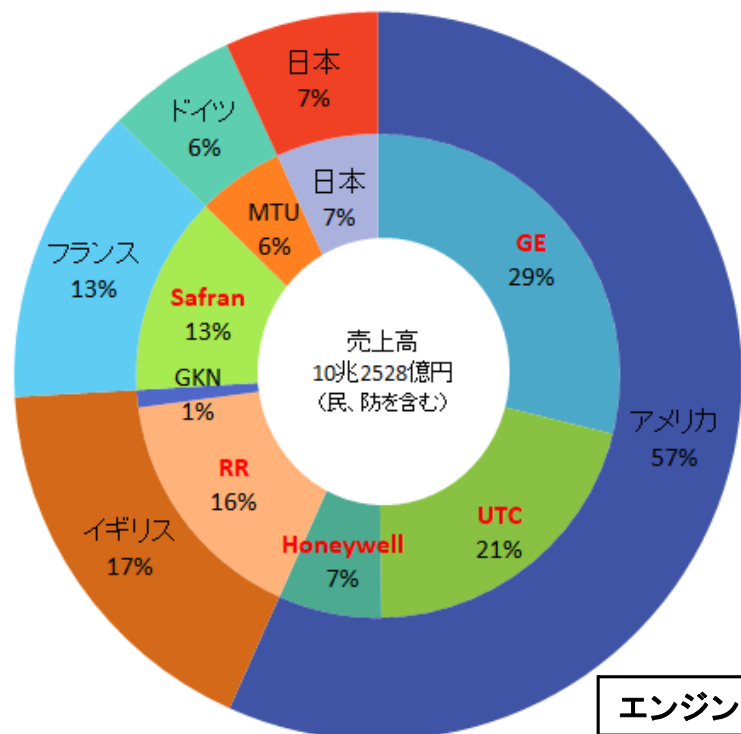


# En-Coreプロジェクト(コアエンジン技術実証) ～環境技術で世界市場に挑む～

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

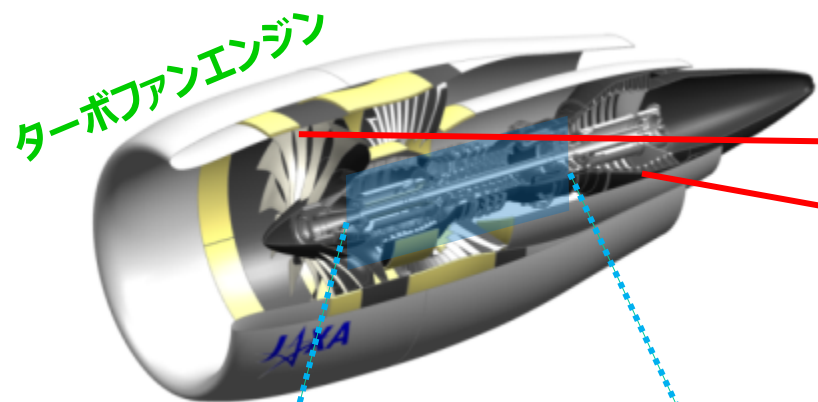


各企業アニュアルレポートより  
JAEC調べ (2018年)  
日本全体の売上高は、SJAC平  
成30年航空機生産実績(暦年)  
を引用

- 国内エンジンメーカー (IHI、KHI、MHI) の合計シェアは約7% (2018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 (燃焼器、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。

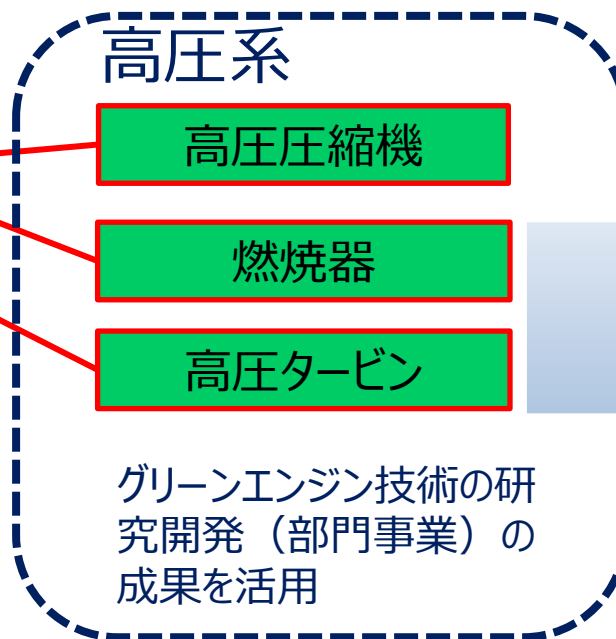
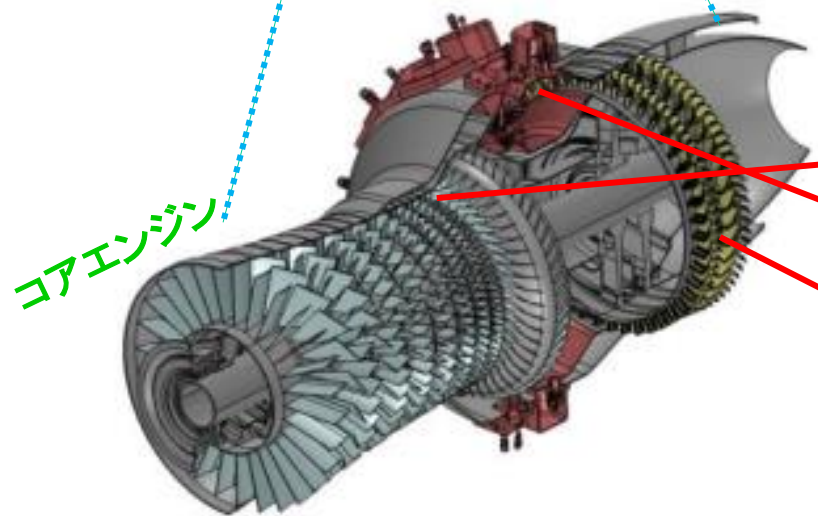
| エンジン        | V2500    | CF34                   | GEEnx                | Trent1000                       | PW1100G-JM |
|-------------|----------|------------------------|----------------------|---------------------------------|------------|
| イメージ        | ※1       | ※1                     | ※1                   | ※1                              | ※2         |
| 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%        |

## aFJR（高効率軽量ファン・タービン技術実証）プロジェクト (FY2013～FY2017)



軽くする！  
ロスを減らす！

## En-Core（コアエンジン技術実証）プロジェクト (FY2018～FY2023)



高圧系のうち、特に高温部の競争力強化につながる技術開発にとりくむのが

### En-Core

高温化！  
NOxを減らす！  
ロスを減らす！

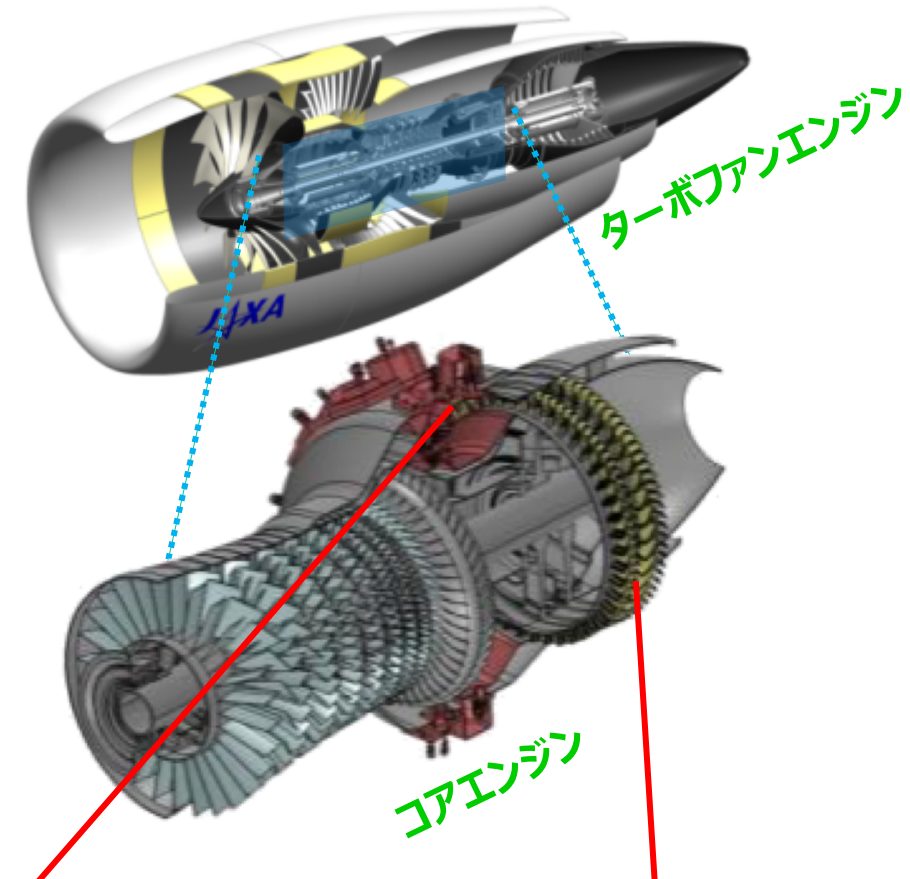
## En-Coreとは

- 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

## En-Coreの二つの課題

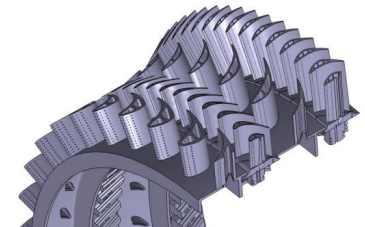
**超低NOxリーンバーン燃焼器** これまでのJAXAとメーカーによる低NOx燃焼器の研究成果をもとに、研究室レベルの性能にとどまらずエンジンに搭載できるように実用レベルを高めたうえで、世界で最もNOxの排出が少ない燃焼器性能の実証を目指す。

**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の実証を目指す。



超低NOxリーンバーン燃焼器

高温高効率タービン



# 4. En-Coreの目標 (1/2)

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



高温高効率タービン



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) 条件での環状燃焼器試験等で、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。

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

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。

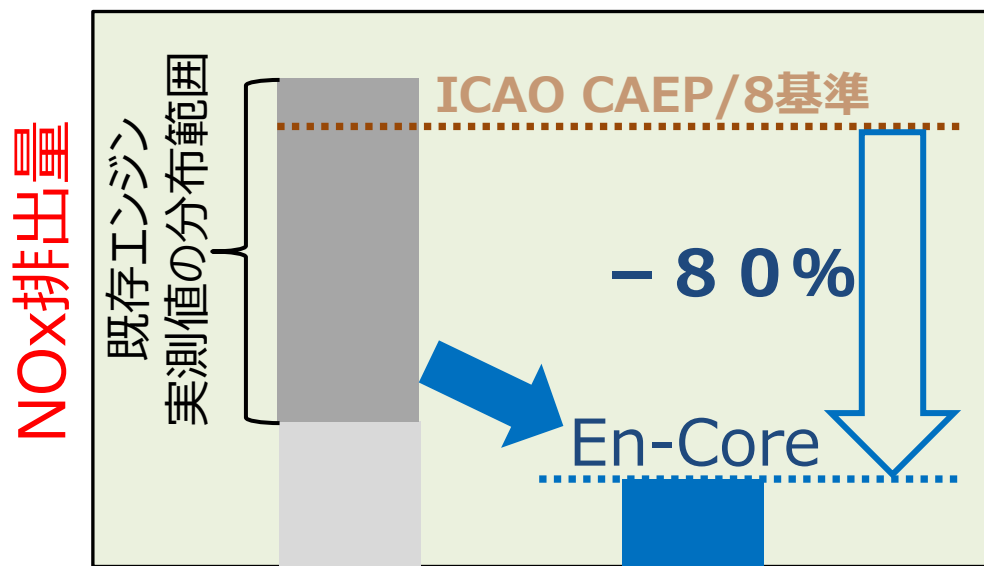
断熱効率 : 高温ガスのエネルギーを回転力に変換する効率

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

エンジン全体に与える効果も評価

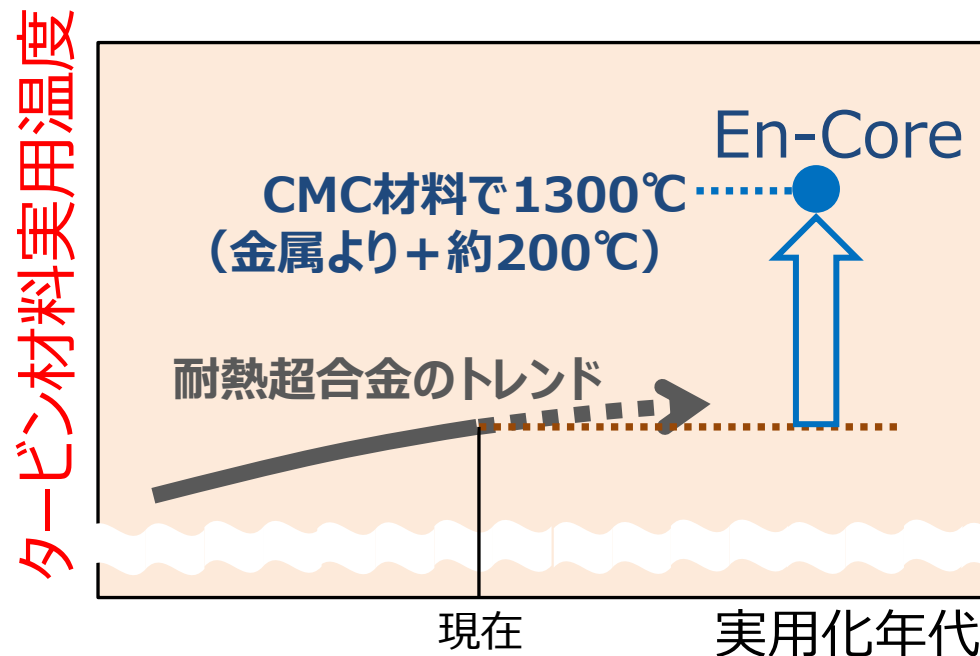
## それぞれの目標の狙い

### 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。

### 高温高効率タービン



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。

## 高温高圧低NOx技術、燃焼振動抑制技術

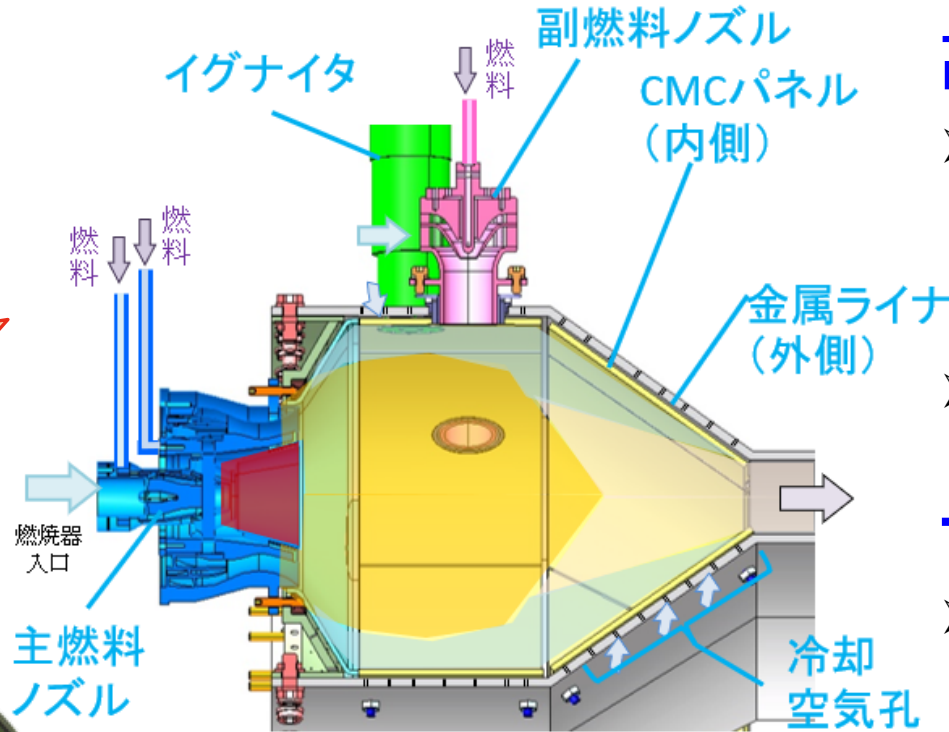
- NOx排出量を減らすため、高温燃焼領域を減らす**リーンバーン**（希薄予混合）燃焼を、最新のエンジン条件の高温高圧で実現する。2018年度の要素試験で目標値達成の目途を得た。
- リンバーン化は不安定燃焼（燃焼振動）が起きやすい。燃焼振動の圧力変動を吸収する**レゾネータ**を開発する。

## サーマルマネージメント技術

- 低出力時などで一部の燃料系統を停止すると、周囲の熱で燃料がノズル内部で炭化する（コーキング）。これを防止するための冷却・断熱技術を開発する。

## CMCパネル冷却・構造・コーティング技術

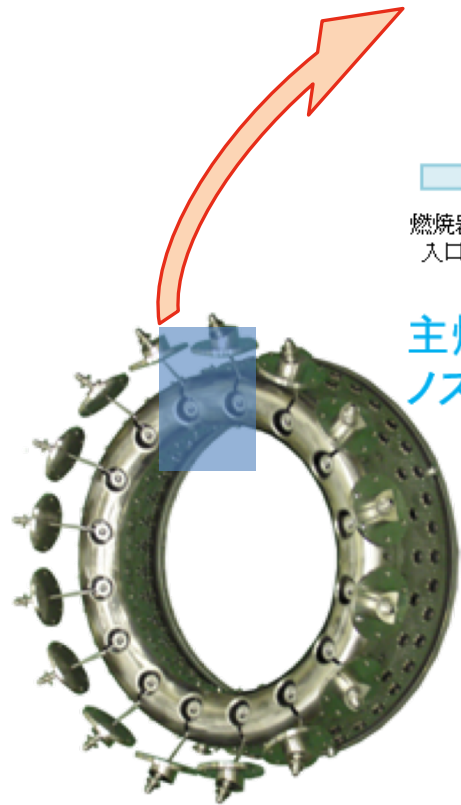
- リンバーンによる低NOxには、燃料と混ぜる空気を増やすことが必要。燃焼器の金属ライナ冷却に使う空気を減らすため、CMCパネルによる熱防御を行う。
- CMCパネルの冷却方式、取付構造、耐久性のあるコーティング技術を開発する。



リーンバーン燃焼器概要

## 燃焼器過渡応答技術

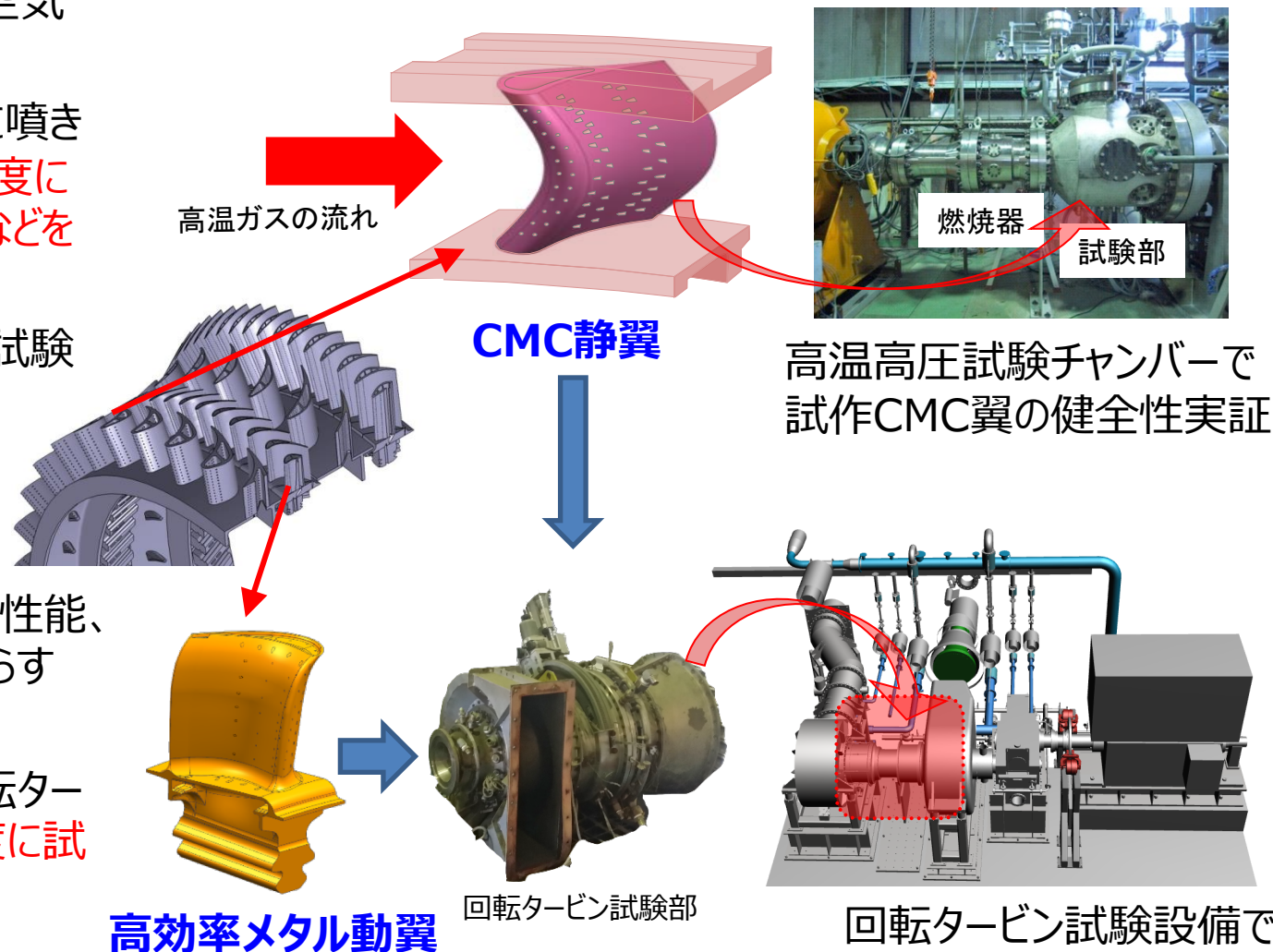
- リンバーンは不安定になりやすいため、エンジンの急加減速において安定燃焼を実現するための燃焼制御技術等を開発する。



航空エンジン用  
環状燃焼器

## 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。**2018年度にCMC織物やフィルム孔加工の試作により製造成立性などを確認した。**
- CMC試作翼の健全性を実機相当の高温高圧ガス流試験で実証する。

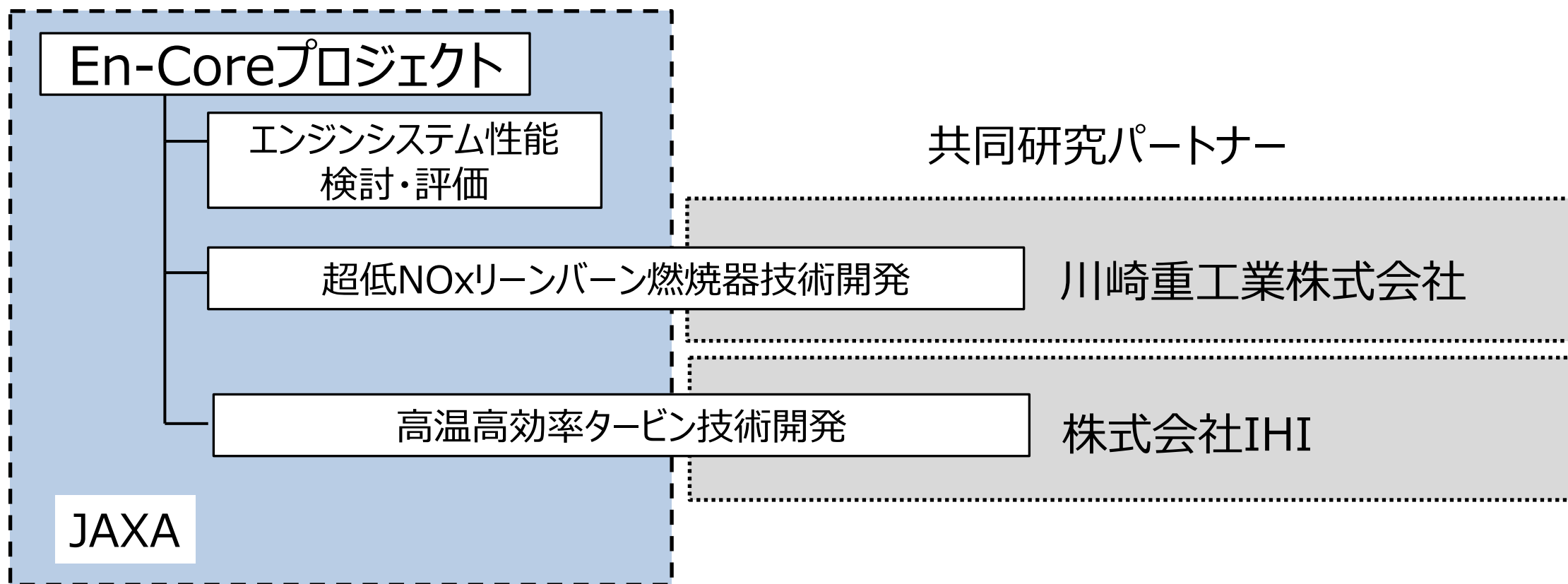


## 高効率メタル動翼技術

- 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。**2018年度に試験用回転タービンの基本設計を実施した。**



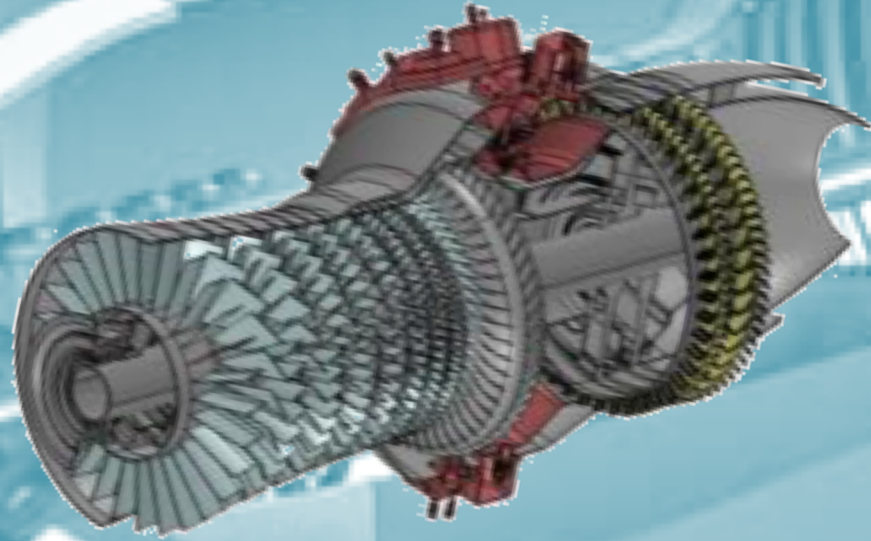
これまでのJAXA-企業間の共有知財の活用、実用化等を担う企業によるプロジェクト成果の効率的な展開の観点から、燃焼器・タービンそれぞれについて共同研究体制を構築した。



# 7. 全体スケジュール

|                           | FY2018            | FY2019                      | FY2020         | FY2021            | FY2022              | FY2023          |      |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|------|
| <b>超低NOxリーンバーン燃焼器技術開発</b> | 燃焼器NOx試験          | 低NOx燃焼器・振動抑制・CMCパネル設計・製作・試験 |                | マルチセクタ燃焼器設計・製作・試験 |                     | 環状燃焼器設計・製作・試験   | 技術評価 |
|                           | CMCコーティング材選定      | CMCコーティング強度試験               | CMCコーティング耐久性試験 |                   |                     |                 |      |
|                           | サーマルマネジメントノズル検討   | サーマルマネジメントノズル(TMN)試作・試験     |                | TMN設計・製作・試験       |                     |                 |      |
|                           | 急加減速装置開発・燃料制御技術開発 |                             |                |                   | 高空再着火性能確認試験         |                 |      |
| <b>高温高効率タービン技術開発</b>      | CMC静翼構造試作         | CMC翼構造強度評価                  |                | CMC静翼設計           | CMC静翼翼部試作           | 健全性試験           | 技術評価 |
|                           | 動翼冷却構造・空力性能検討     | 冷却構造基礎試験                    |                | 冷却性能評価翼製作         |                     | 翼列試験            |      |
|                           | 回転タービンリグ基本設計      | 空力性能試験向け設計・製作               |                | 回転タービン空力性能試験      | CMC模擬静翼/高性能冷却動翼設計製作 | 回転タービンリグ実証      |      |
| <b>エンジンシステム性能検討・評価</b>    | 想定エンジン検討          | エンジン性能検討                    |                |                   |                     | エンジン性能・開発技術効果評価 |      |

- 2018年度のプリプロジェクトフェーズを経て、本格的にプロジェクト活動を開始した
- 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目標を共有して共同研究体制を構築
- 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。