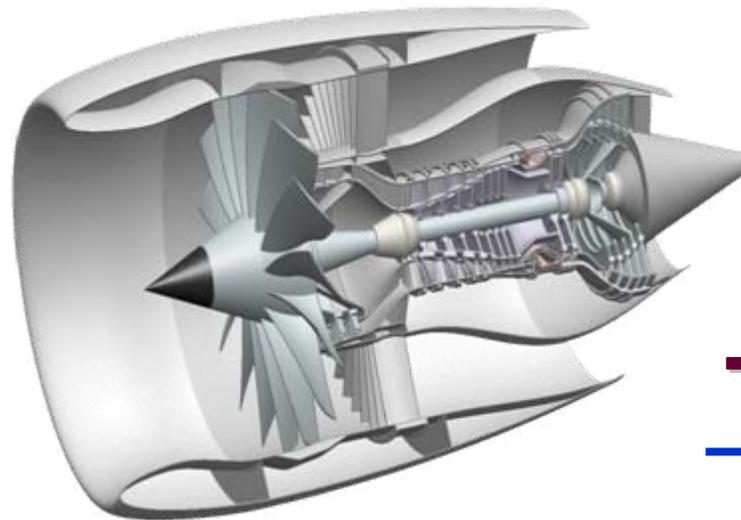


# クリーンエンジン技術の研究開発 の進捗状況について

---



**TechCLEAN**

---

宇宙航空研究開発機構

平成18年8月1日  
第18回航空科学技術委員会

# クリーンエンジン技術の研究開発

## ● 中期目標

産業界の要請に応えるため、自主開発機運の高まりに応じたクリーンエンジン技術として、今後10年間に予想される国際環境基準の強化に対応した低騒音化、排出物低減化、高効率化等の環境適応技術の研究を行う。

## ● 中期計画

- ①環境適応型小型航空機用エンジン(エコエンジン)の研究開発に共同研究で参加し、技術協力、大型設備共用等を進め、民間のエンジン開発事業の進展及び国際競争力強化に資する
- ②クリーンエンジン技術の研究開発として、国際環境基準の強化に対応するための課題を含め、産業界の要請に柔軟に応える研究開発を実施。

進捗状況

- CFDによる要素設計・評価試験、燃焼器開発を行い、地上試験による要素実証を行う

順調

- NO<sub>x</sub>排出低減技術、CO<sub>2</sub>排出低減(高効率化)技術の研究開発を行い、地上試験による要素実証を行う

概ね順調

- 先進耐熱金属等の材料適用技術及び評価技術の研究開発を行い、エンジン開発に利用可能な強度評価データを取得する

概ね順調

- 騒音低減化技術、システム制御技術について研究開発を行い、実機スケールでの技術実証を行う

概ね順調

## 資金計画(戦略重点科学技術関連)

平成16～18年度 29億円、平成19～24年度 72億円(但し次期中期計画策定に向けて再検討中)

# 国の政策的な位置付け

## 第3次科学技術基本計画 分野別推進戦略 社会基盤分野（平成18年 3月）

### ◇航空機・エンジンの全機インテグレーション技術

「**小型航空機・エンジンの研究開発、および航空機・エンジンの高性能化・差別化技術の研究開発**」

：戦略重点科学技術

◇研究開発目標： 2012年度までに現行のICAO規制値に比べNO<sub>x</sub>排出量－80%、低騒音化－23dB（機体／エンジン統合）を実現する先進エンジン要素技術を開発するとともに、現状のエンジンに比べCO<sub>2</sub>排出量－15%を達成する【文部科学省】

◇研究開発目標： 2010年度までに現状のエンジンに比べ、燃料消費率・CO<sub>2</sub>排出量10%削減、ICAO規制値に比べ騒音－20dB、NO<sub>x</sub>50%削減したエンジンを開発する【経済産業省】

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 航空科学技術委員会

「**航空科学技術に関する研究開発の推進方策について**」（平成18年 6月）

### ◇「**航空機及びエンジンの全機インテグレーション技術の獲得に貢献する研究開発**」

◇現在我が国で進められている航空機・エンジンの全機開発に対して、国が先導して高性能化・差別化に係る技術を開発して民間に技術移転することにより、国際競争力強化を図る。エンジンについては、低燃費、低騒音、低NO<sub>x</sub>など、より環境に適合させていく技術が求められ、JAXAにおいて高性能化・差別化技術の研究開発に取り組んでいるところであり、引き続き推進する。

# クリーンエンジン技術の研究開発の全体像

|             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2003<br>H15 | 2004<br>H16 | 2005<br>H17 | 2006<br>H18 | 2007<br>H19 | 2008<br>H20 | 2009<br>H21 | 2010<br>H22 | 2011<br>H23 | 2012<br>H24 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

経済産業省／NEDO

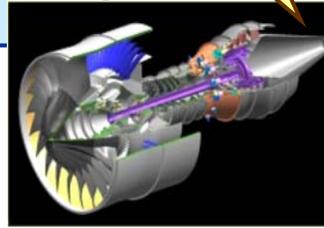
## エコエンジン

要素技術成果の移転  
実環境技術実証

50席クラス  
(推力5トン)

「環境適応型小型航空機用エンジン研究開発」  
IHI、KHI、MHI、JAEC、ESPR、JAXA、NIMS

エンジン実証試験



実用化レベル  
技術の活用

NEDO  
プロジェクト  
への貢献

「現」環境規制  
への対応

先進技術  
の実証

高付加価値  
技術の創出

「将来」環境規制  
への対応

クリーンエンジン技術の研究開発  
騒音低減、NOx低減、CO<sub>2</sub>低減 エンジンメーカー、研究機関、大学と連携

エンジン試験設備の整備と供用・FJR/HYPR等ノウハウの提供

## クリーンエンジン

文部科学省／JAXA

初の純国産商用ジェットエンジンの実現に向け、経産省、メーカ連携の下で技術貢献。環境保全の高付加価値技術の創出により、世界市場参入を狙う。

# NEDO / 経済産業省プロジェクト

環境適応型小型航空機用エンジン(通称“エコエンジン”)の研究開発

## エコエンジン

国産エンジンとして商品化を目指した最初の民間輸送機エンジン開発プロジェクト  
IHI、KHI、MHI、JAEC、ESPR、**JAXA**、NIMS

平成15年度

平成16-18年度

平成19-21年度(予定)

実機開発

第1期  
目標エンジン  
概念・仕様  
技術課題・  
目標の設定

第2期  
実用化要素技術確立

第3期  
エンジン信頼性・耐久性実証

事業化判断

エンジンナセル  
CFD

燃焼器評価試験

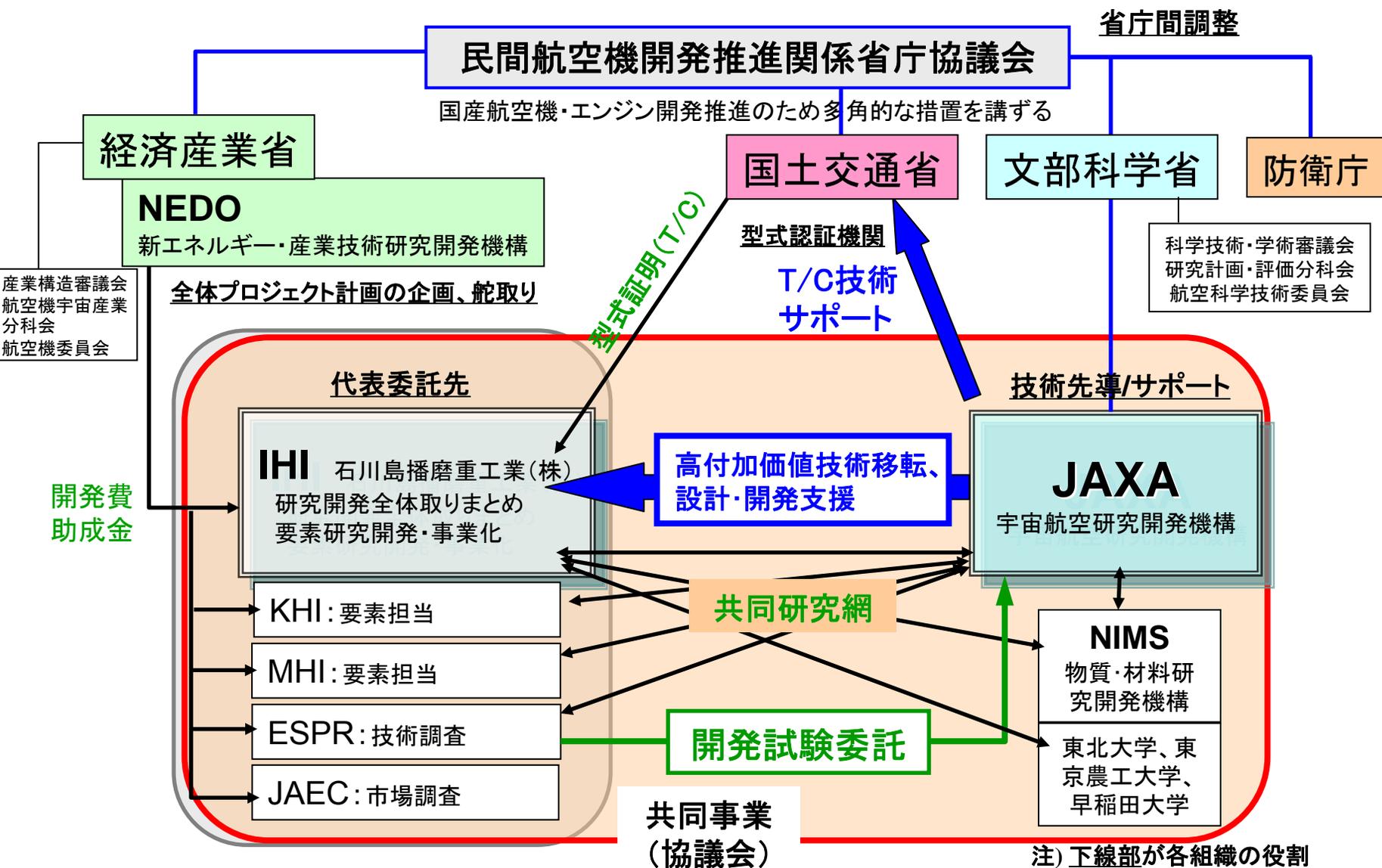
JAXA受託研究・試験分

### エコエンジン性能目標

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 直接運航費削減                        | 15 %   |
| 騒音 (現行基準(Chap4)比)              | -20 dB |
| NO <sub>x</sub> (現行基準(CAEP4)比) | -50 %  |
| CO <sub>2</sub> (現行技術比)        | -10 %  |

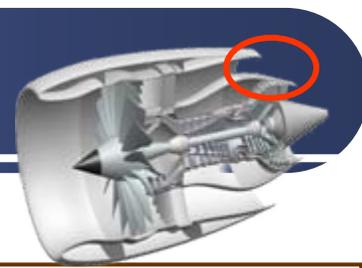
JAXAの役割: 共同研究、設備整備、保有要素技術、データベース、ノウハウの提供等により研究開発を効率的に支援

# エコエンジン開発支援体制



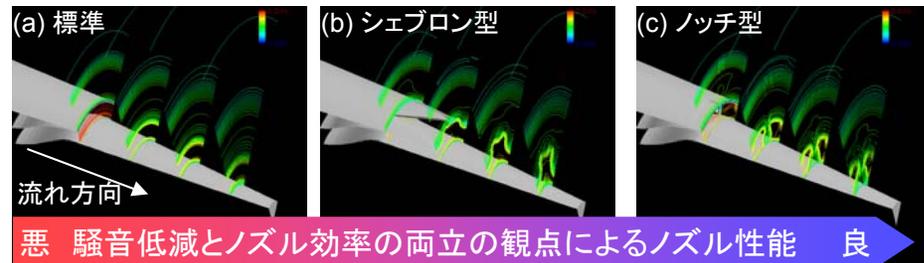
# 騒音低減技術の研究開発

エコエンジンのジェット排気CFD、低騒音化、音源探査技術



## ◆エコエンジンのCFD解析

- ✓3種のノズル形態の検討
- ✓形態による混合促進効果の把握
- ✓エコエンジンのナセル設計へ反映

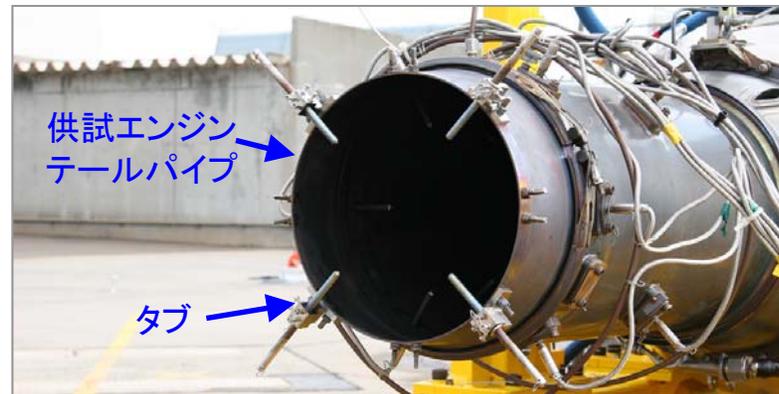


エコエンジンのナセル設計へ反映

- ・低騒音ノズルのコンセプトと解析手法を確立
- ・実用エンジンの設計へ反映

## ◆タブによる混合促進効果

- ✓タブミキサーによる騒音影響予備試験の実施
- ✓2005年10月能代多目的実験場にて実施

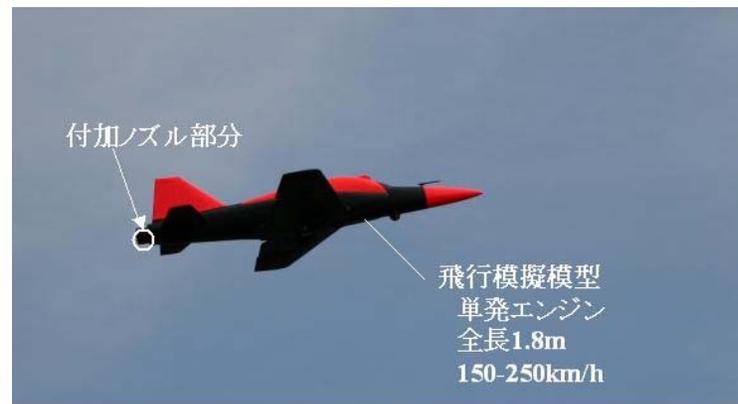


- ・放射音特性データを取得

## ◆騒音抑制装置の飛行模擬実験への適用

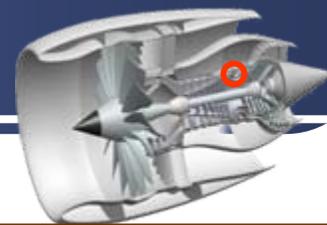
- ✓タブミキサーによる騒音影響予備試験の実施
- ✓2005年9月福島スカイパークにて実施

- ・予定の実験データを取得
- ・混合促進装置を付加した時のジェット音源



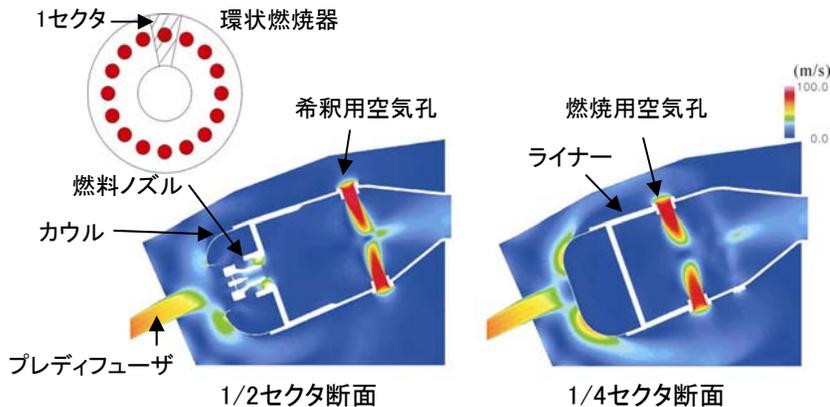
# 低NO<sub>x</sub>燃焼器技術の研究開発

シングルセクタ燃焼器、JAXA版マルチセクタ、形態評価用セクター試験



## ◆シングルセクタ燃焼器の設計・検証

- ✓ 圧力損失に対するカウル、ライナー形状の影響
- ✓ 燃焼用、希釈用空気孔の位置の影響



- ・低No<sub>x</sub>燃焼器周辺の流れの状態を明確に把握
- ・NO<sub>x</sub>排出低減燃焼器の設計の検証

## ◆JAXA版マルチセクター燃焼器の開発

- ✓ 3/16マルチセクター燃焼器を設計・製作
- ✓ 燃焼器の実温・実圧での燃焼試験を実施



3/16マルチセクター燃焼器

- ・エコエンジンのNO<sub>x</sub>・HC・CO低減目標を達成
- ・エンジン実証へ段階を進める

## ◆形態評価用セクター試験

- ✓ 評価試験期間： H18/5/8～6/21
- ✓ 試験方案に沿った手順によって試験計測を実施

|                | 試験回数 | 時間   |
|----------------|------|------|
| MHI (5/8～5/22) | 4    | 33.2 |
| KHI (5/23～6/6) | 4    | 22.7 |
| IHI (6/7～6/21) | 7    | 34.9 |

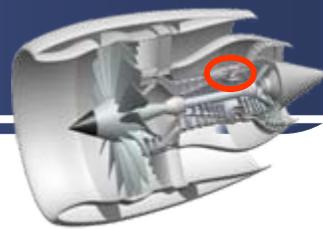


高温高圧燃焼試験装置 B系

- ・エコエンジンプロジェクトで3社が開発した燃焼器の性能を評価

# NOx排出低減技術の研究開発

先進燃焼技術、高圧噴霧特性試験



## ◆先進燃焼技術の開発

### ➤最終目標

- ✓NOx排出値 ICAO基準 CAEP4 -80%
- ✓着火性能 空燃比 100以上

### ➤H17目標

- ✓燃焼効率(低負荷時)99%以上

### ➤H17成果

- ✓新概念燃料ノズル →特許出願
- ✓H17目標 :達成
- ✓着火性能 :空燃比\*145を実現



着火過程の高速ビデオ撮影

- ・目標を大きく上回る性能
  - ・低NOx性能: CAEP4 -85%実現
- さらに燃焼効率向上等、総合的な性能向上を目指す

## ◆高圧噴霧特性試験

高圧噴霧特性試験装置の完成

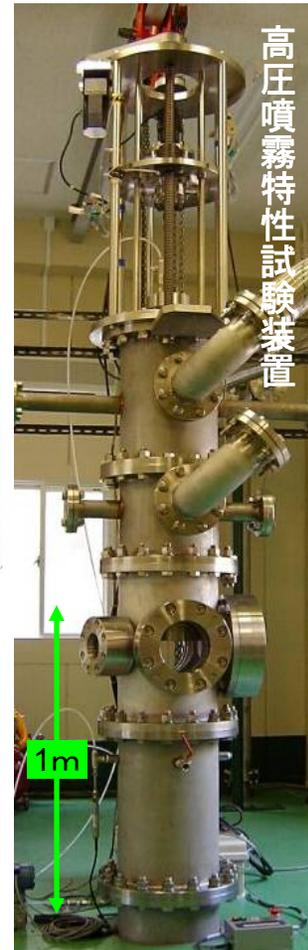
1MPaまでの流れ場で光学計測による噴霧の特性評価が可能

高度微粒化ノズル開発を進める強力なツール



エコエンジン用微粒化ノズル

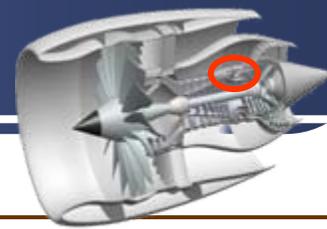
※レーザ回折法による計測装置はJAXAからの技術移転により製品化



高圧噴霧特性試験装置

# CO2排出削減技術の研究開発

## タービン高温化の研究、高温材料評価技術開発

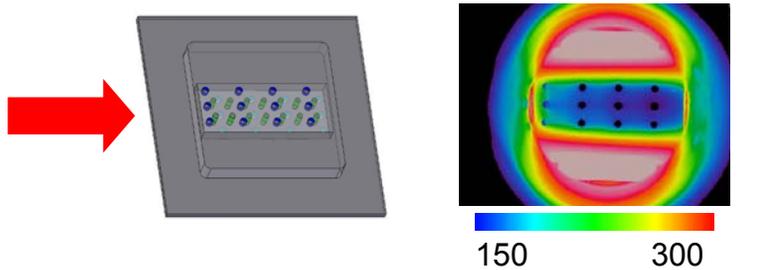


### ◆エコエンジンタービン静翼(IHIとの共同研究)

- ✓低コスト高冷却構造の考案
- ✓試験体による評価実験実施⇒特許出願

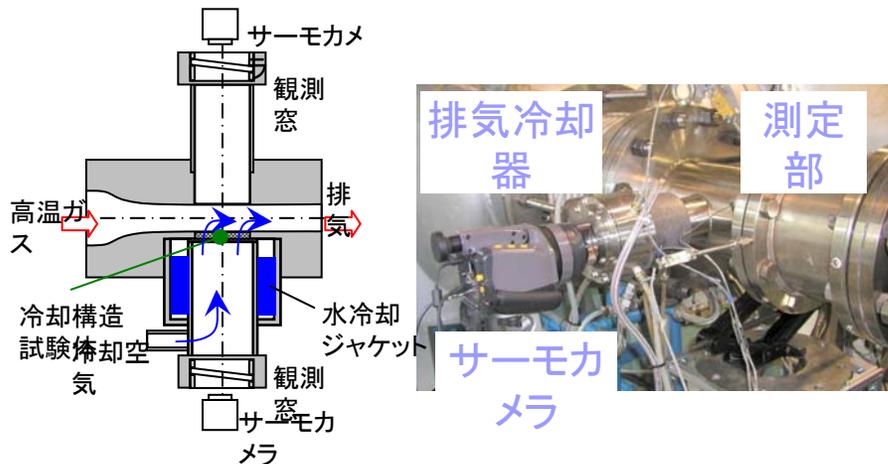
### ◆要素冷却構造の評価試験

- ✓流体・熱伝導連成解析高精度化の検証データ



要素冷却構造試験体  
イメージ

IRカメラによる高温ガス側  
表面温度計測結果

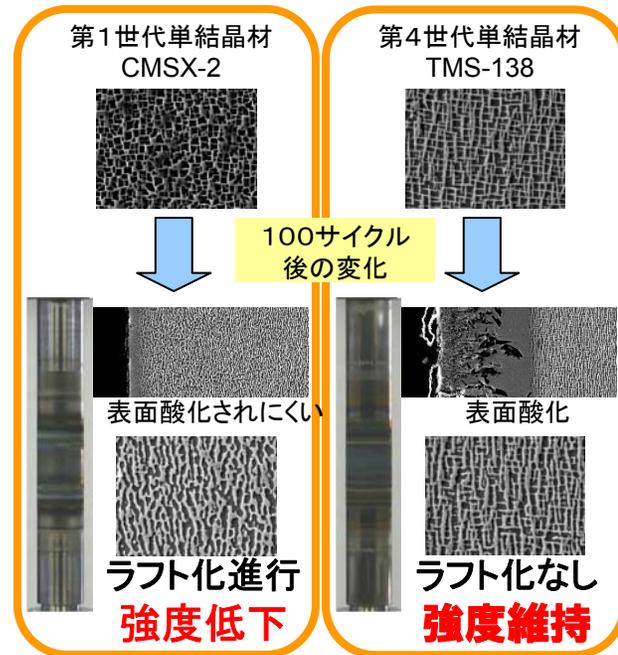


### ◆高温材料評価技術開発

- ✓エンジンを想定した高熱応力下の材料劣化試験と評価方法の確立
- ✓エコエンジン共同研究(IHI)に適用

### ◆Ni基単結晶材料の組織変化、酸化特性の研究

- ✓短時間(100サイクル)試験
- ✓長時間(1000サイクル)試験



ラフト化=結晶組織の粗大化

# エンジン試験設備の整備

## ● 設備設置目的

我が国独自の民間機用エンジン開発プロジェクトの開始に合わせ、エンジン試験設備の能力不足解消のための改修、増強を実施し、エンジン試験開発力の向上を図る。民間で開発のエンジン性能評価を行うとともに、クリーンエンジン技術実証に使用する。

### 整備済み・整備中の設備

|   | 設備名            | 整備期間   | 設備概要、目的   |
|---|----------------|--------|---|
| 1 | 高温高圧燃焼試験設備     | H16-17 | 将来型航空エンジンで想定する高温高圧下で燃焼器モデルの要素性能を評価し、大幅なNOx低減を実証する。                    |
| 2 | 環状燃焼器試験設備      | H17-18 | 高温高圧の実エンジン環境下で、開発された燃焼器要素全体を組み込んだ性能実証を行う。                             |
| 3 | ターボファン運転試験装置改修 | H18-19 | HYPR/ESPRプロジェクトで開発した先進ターボファンエンジンを活用し、先進制御技術等を実証。NEDO開発エンジンの競争力の実証に必須。 |

### 今後整備を要する設備

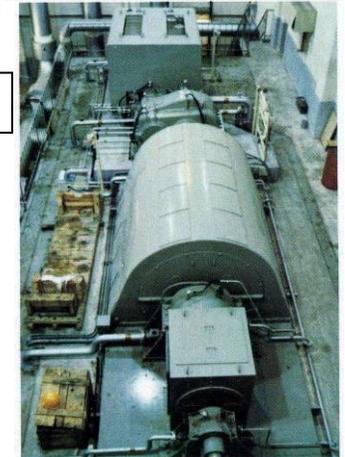
|   | 設備名             | 設備概要、目的   |
|---|-----------------|---|
| 4 | 回転要素試験設備        | エコエンジンの圧縮機について環境適応性能(CO <sub>2</sub> 削減)と作動健全性を実証する。コアエンジン性能を向上させ、エンジン全機インテグレーション技術の競争力強化に必須。 |
| 5 | 実エンジン環境材料評価試験設備 | 高温ガス環境下でタービン静翼・回転翼の酸化・腐食による損傷評価試験を実施。国産耐熱材、コーティング材の適用技術を向上させることが可能。                           |
| 6 | エンジン屋外試験設備      | エンジンが空港周辺に与える騒音レベル、アイシング、豪雨等の耐環境性を評価。NEDO開発エンジンの競争力の実証に必須。                                    |

(1)高温高圧燃焼試験設備  
(高圧B系燃焼試験部)



試験圧力: 0.5~5.0 MPa  
 空気温度: 600~1000 K  
 空気流量: 4.0 kg/s(@1000K)  
 燃料: 灯油, メタンガス  
 ケーシング: 内径430mm(5.0MPa),  
 540mm(2.5MPa)

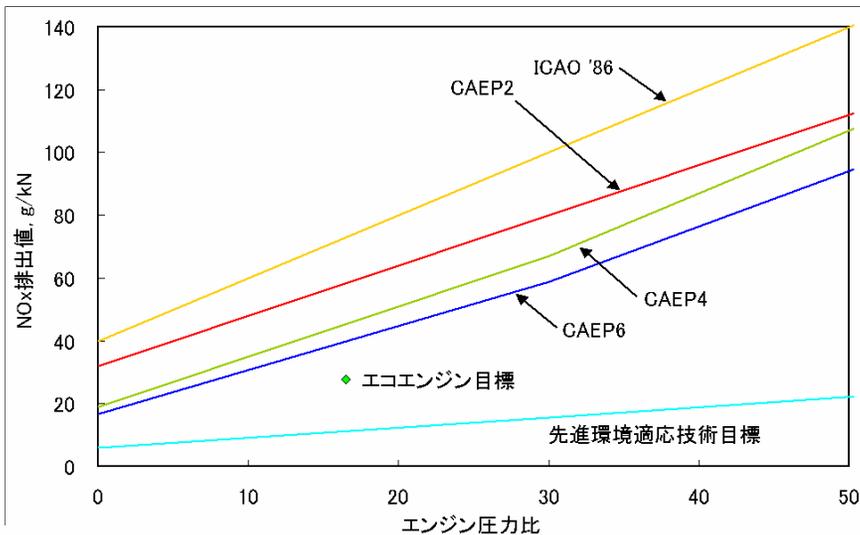
(2)環状燃焼器試験設備  
(空気供給用圧縮機)



(3)ターボファン運転試験装置改修



# (参考) ICAO 騒音、NOx排出基準の強化

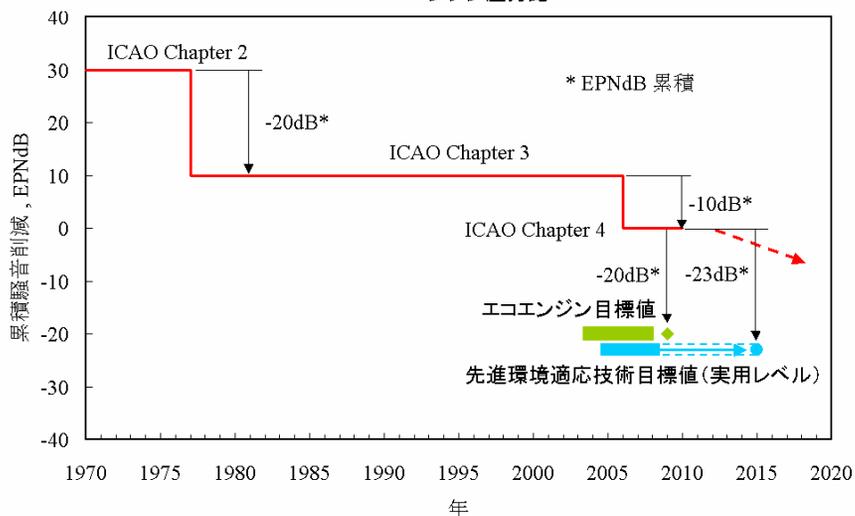


ICAO : International Civil Aviation Organization  
国際民間航空機関

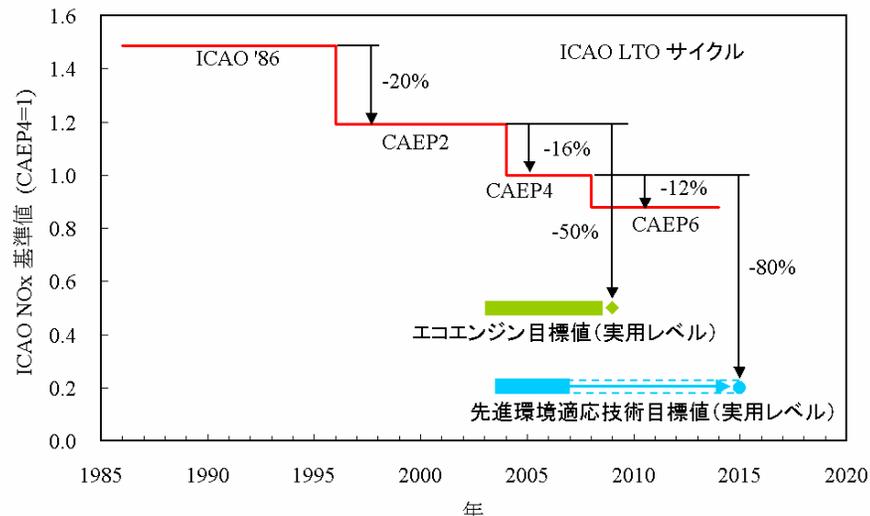
CAEP : Committee on Aviation Environmental Protection  
航空環境保全委員会 (ICAOの委員会のひとつ。約3年ごとに本委員会が開かれ、その際改善勧告等の報告が出されICAOで採択される。CAEP4は1998年の委員会時に勧告されたもの。)

Chapter4: 2001年にICAOで採択された騒音基準で2006年1月1日以降登録される新型航空機から適用される。

現用エンジンのなかには、CAEP4基準に適合しないものが出てきている



ICAO 騒音基準値



ICAO NOx基準値