

宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 公募型研究報告会



## 「小型超音速旅客機用エンジンの性能検討」 実施内容概要

### 【研究課題名】

小型超音速旅客機用エンジンの性能検討

### 【研究分野／研究題目】

SS(1):次世代超音速旅客機技術の研究／小型超音速旅客機概念検討

### 【研究形態】

委託研究

2012.12.07

### 株式会社 IHI

航空宇宙事業本部 技術開発センター  
エンジン技術部 性能・システム技術グループ

Copyright © 2012 IHI Corporation All Rights Reserved.

## 目次



1. 研究目的／背景
2. 各年度の機体とエンジンの取り組み
3. 前提条件
4. 研究概要
  - (1)2010年度
  - (2)2011年度
  - (3)2012年度
5. まとめ
6. 今後の計画

## 1. 研究目的／背景 (1/2)

### 小型超音速機の研究開発

- 超音速旅客輸送ニーズ調査、事業性試算やエアラインとの意見交換を踏まえ、2015年までの技術的進歩の見通し等から、以下の仕様の小型超音速旅客機を将来実現するための技術開発目標を検討する。



(出典) JAXA提供

#### 主要目標仕様

乗客	36-50人(全席ビジネスクラス)
巡航速度	マッハ1.6
航続距離	3,500nm以上

#### 技術目標

ソニックブーム低減	ソニックブーム強度の半減 (コンコルド技術比)
離着陸騒音低減	ICAO <sup>[注]</sup> 基準 Chap.4に適合
低抵抗化	揚抗比8.0以上
軽量化	構造重量15%減 (コンコルド技術比)

[注] International Civil Aviation Organization(国際民間航空機関)

## 1. 研究目的／背景 (2/2)

### 本研究の目的

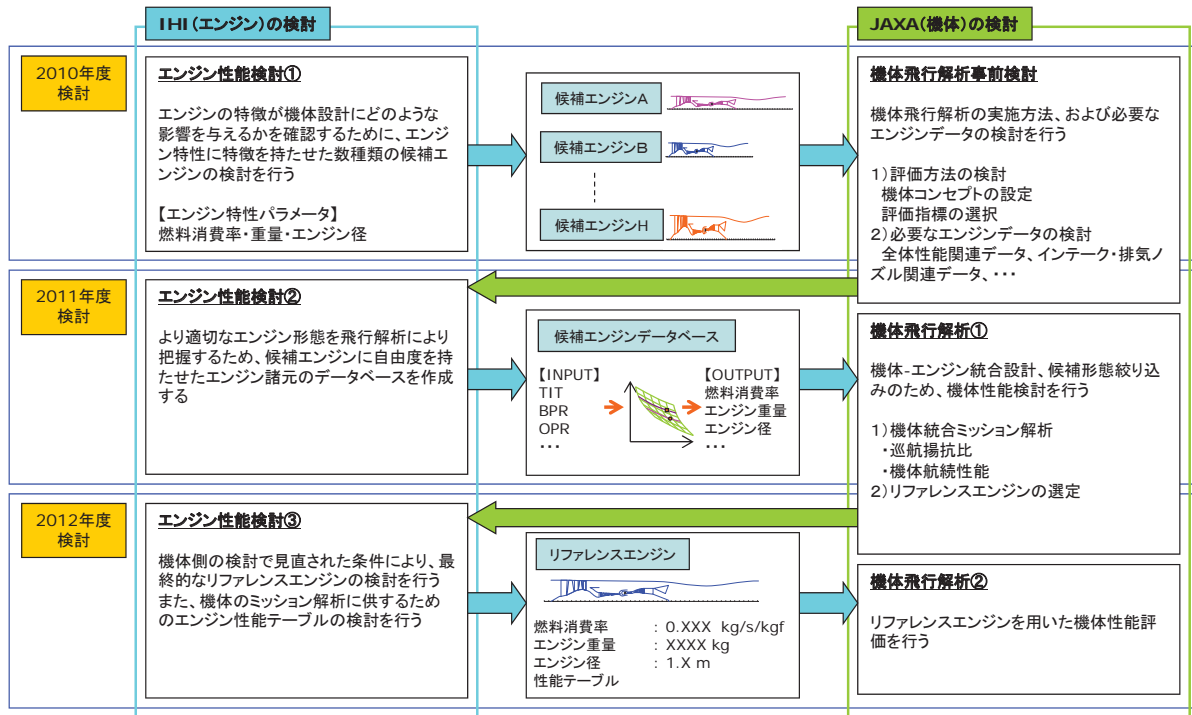
小型超音速旅客機のミッション解析を行うためには、エンジン性能の推定が不可欠となる。また、離着陸時の騒音は超音速旅客機として大きな課題であり、その評価のためにもエンジン性能の推定が重要となるため、小型超音速旅客機用エンジンの性能検討、概略寸法および重量推算を実施し、リファレンスエンジン<sup>[注]</sup>を定義する。

[注]リファレンスエンジン:最終的に機体評価に用いるエンジン

### 背景

- 機体に適したエンジンを定めるためには、機体検討結果を用いて、機体全体システムとしての評価によりエンジンサイクルを選定することが必要。
- エンジンサイクルの選定には、機体検討や機体側によるエンジン性能評価結果が必要であり、これらの機体側の検討はJAXAに実施いただき、その検討結果等の提示を受けるものとする。

## 2. 各年度の機体とエンジンの取り組み

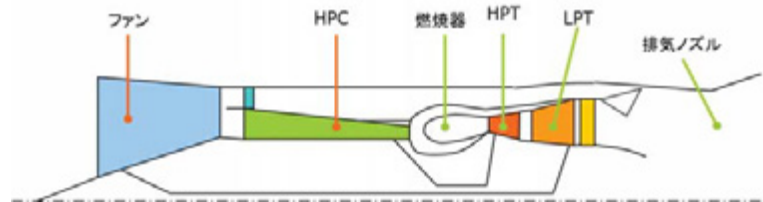


## 3. 前提条件



### エンジン想定形態

- 設計点マツハ数: 1.6
- エンジン形態: 2軸ターボファン  
再熱機構なし



### 必要推力と飛行条件

	飛行条件		要求推力	抽気	抽出力
①	離陸条件	SL/0.0Mn/ISA <sup>注1</sup>	15トン	なし	なし
②	超音速巡航条件	50kft/1.6Mn/ISA <sup>注1</sup>	4.5トン	なし	なし
③	加速上昇条件1	40kft/0.9Mn/ISA <sup>注1</sup>	3.6トン	なし	なし
④	加速上昇条件2	45kft/1.2Mn/ISA <sup>注1</sup>	なし	なし	なし
⑤	亜音速巡航条件	30kft/0.9Mn/ISA <sup>注1</sup>	なし	なし	なし

(注1)SL=Sea Level(海面高度)、ISA=International Standard Atmosphere(国際標準大気、SLでは15℃)

## 4. 研究概要 — (1)2010年度(1/3)

### 目的

- エンジンの諸元が機体の飛行性能に及ぼす影響を把握するため、エンジン性能のパラメトリックスタディを行い、諸元に特徴をもたせた複数のリファレンスエンジンの候補(以下、候補エンジン)を選定する。

### エンジン設計パラメータ

タービン入口温度 (TIT): HPT入口全温  
 バイパス比 (BPR): バイパスダクト入口質量流量 / HPC入口質量流量  
 全体圧力比 (OPR): HPC出口全圧 / エンジン入口全圧

### エンジン評価パラメータ

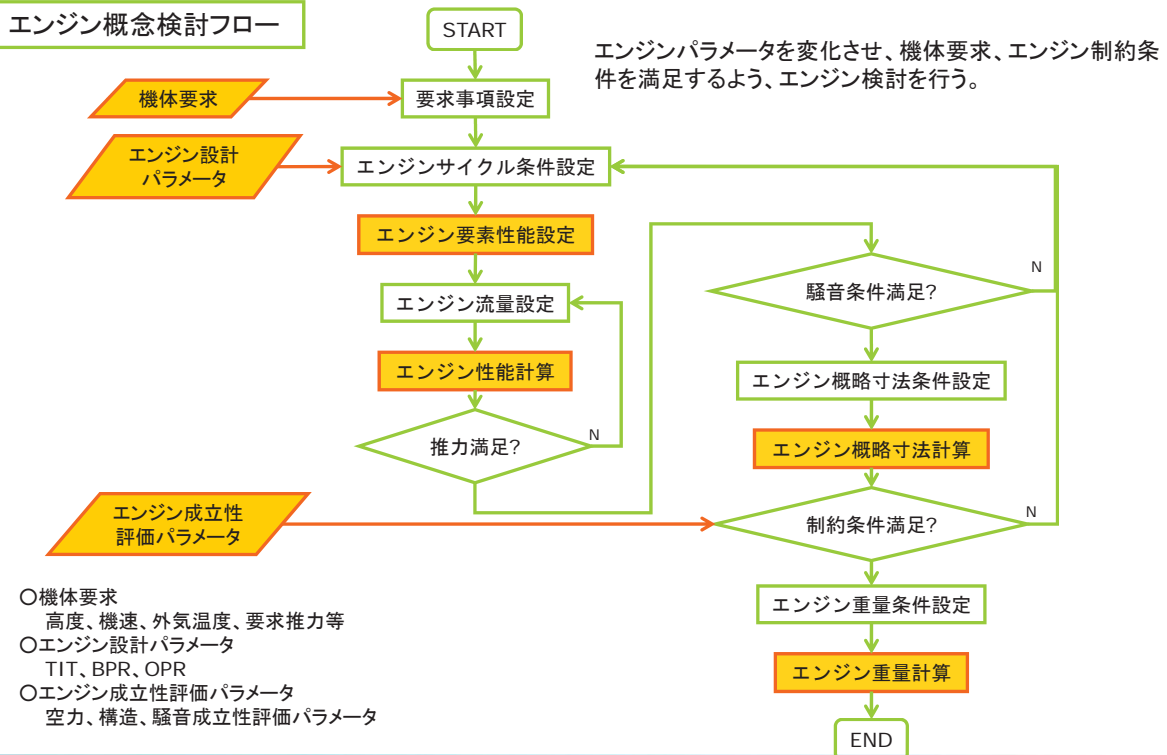
燃料消費率 (TSFC): 燃料流量/推力  
 ファン径: Fan動翼チップ径  
 エンジン重量: 目標エンジン重量  
 離陸時の排気速度(VJ): 騒音に寄与するパラメータ

### 飛行条件

- 前頁の5条件で検討を実施する。
- パラメトリックスタディは、設計点(②「超音速巡航条件」、50kft/1.6M)で実施

## 4. 研究概要 — (1)2010年度(2/3)

### エンジン概念検討フロー

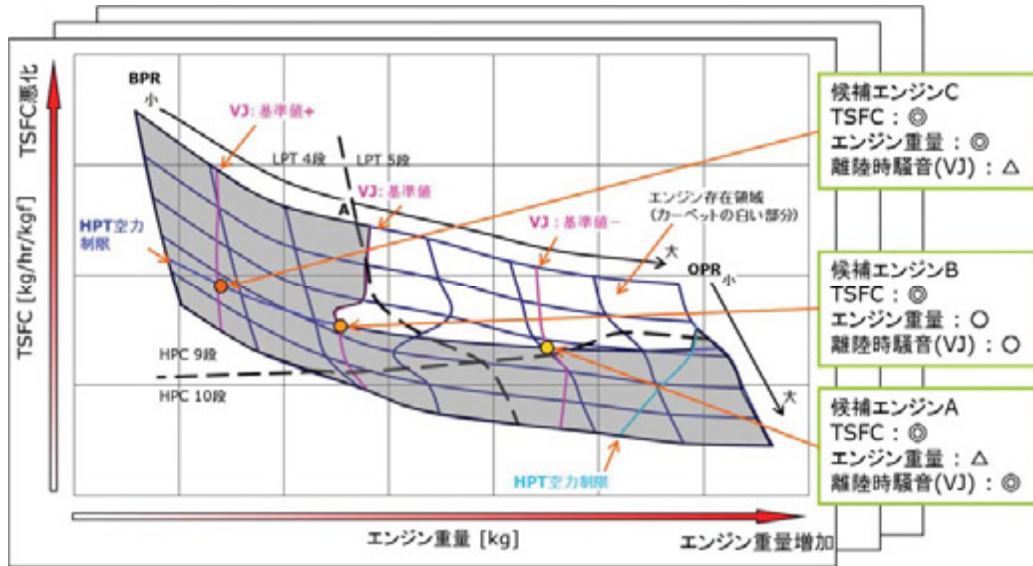


### 4. 研究概要 — (1)2010年度(3/3)



#### エンジン重量 vs TSFCのカーペット図

(同様なカーペット図による評価を3種類のTITでそれぞれ実施)



#### 成果

- ・離陸時VJ、HPT空力制限から設定される、小型超音速旅客機用エンジンの存在領域を規定した
- ・TSFCとエンジン重量およびファン径に特徴を持たせた8つの候補エンジンを選定した

### 4. 研究概要 — (2)2011年度(1/3)

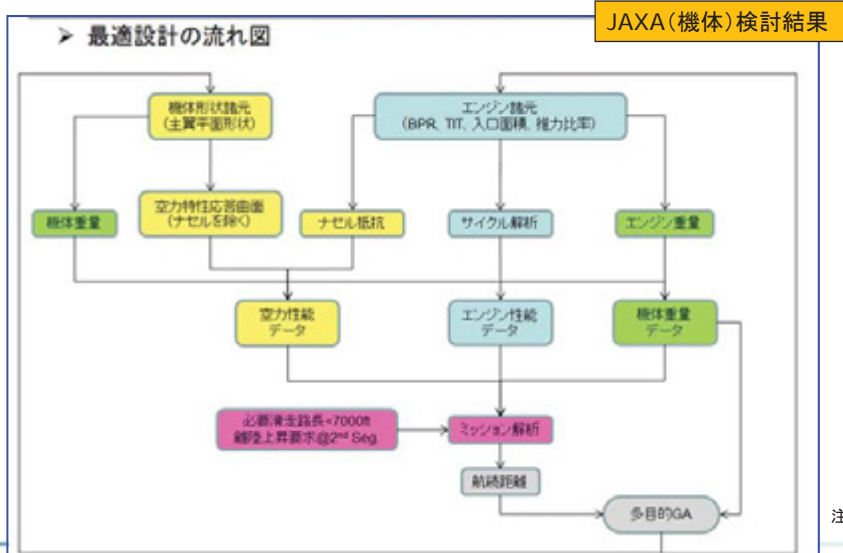


#### 目的

- 小型超音速旅客機の飛行性能の検討を行うにあたり、エンジン選択の自由度を拡げるため、任意のエンジン設計パラメータ(TIT、OPR、BPR)に対してエンジン諸元を出力可能とするデータベースを作成する。

#### 機体設計の検討フロー(JAXA(機体))

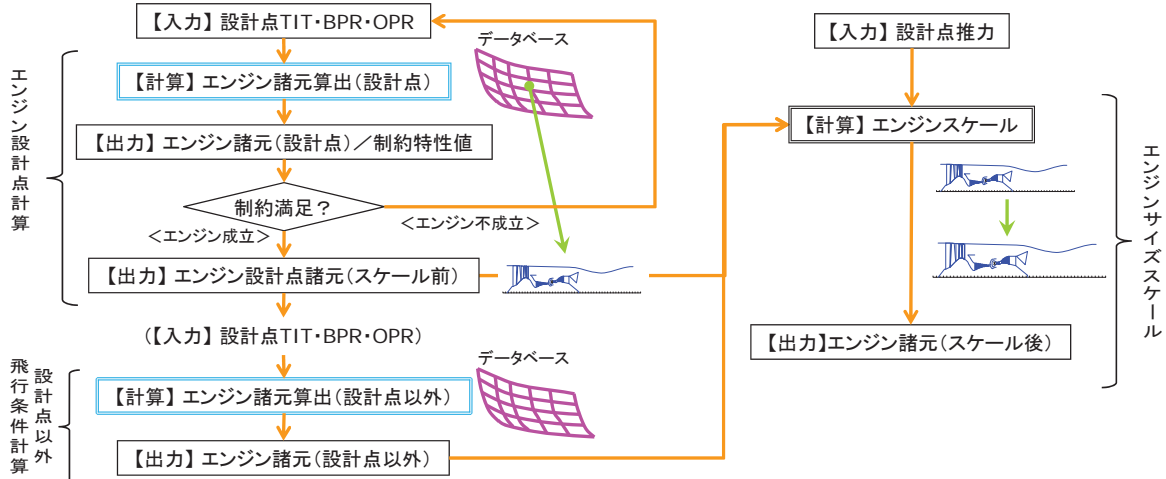
- 機体設計には、エンジン諸元と機体形状諸元を変更するイタレーションが必須。



### 4. 研究概要 — (2)2011年度(2/3)

#### 検討方法

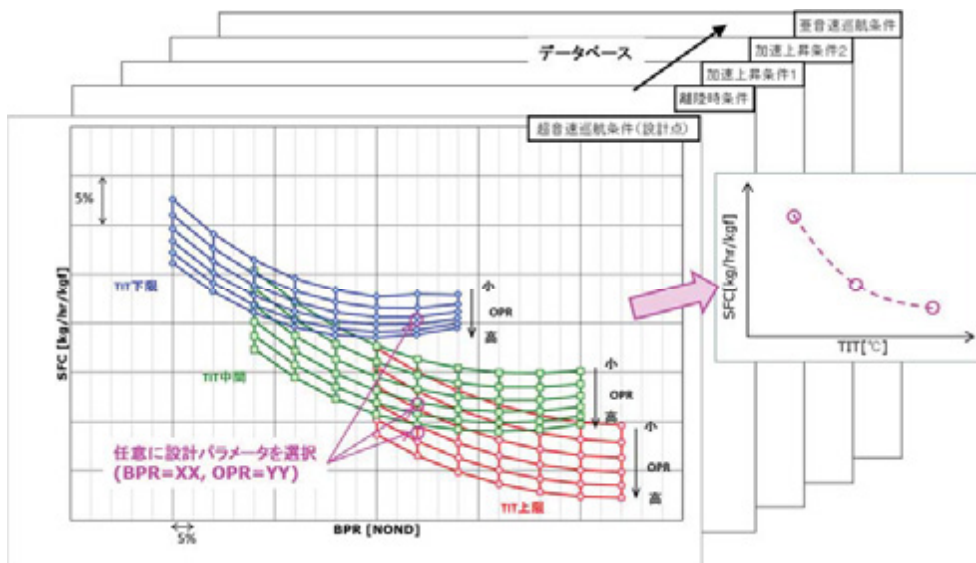
- エンジン設計パラメータを変化させた組合せ162ケース(=TIT:3ケース×OPR:6ケース×BPR:9ケース)で、飛行条件および推力を振った計算を実施し、データベースを作る。



### 4. 研究概要 — (2)2011年度(3/3)

#### 成果

任意のエンジン設計パラメータ(TIT, BPR, OPR)に対し、作成したデータベースを用いて各飛行条件でのエンジン諸元を出力できるようにした。





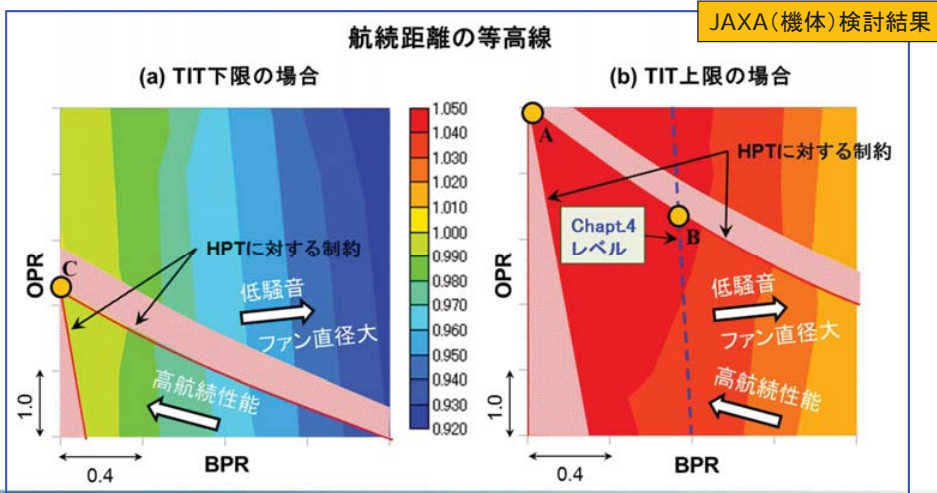
## 4. 研究概要 — (3)2012年度(1/3)

### 目的

- 2010年度および2011年度の検討結果を基に、JAXAのミッション解析結果から選定されたリファレンスエンジンに対して、エンジン諸元(性能、代表寸法、重量)、エンジン性能テーブルを検討する。

### リファレンスエンジン形態の選定(JAXA(機体))

- 高航続性能と低騒音化を考慮し、リファレンスエンジンは以下の2形態が選定された。  
 形態A: HPT成立性制限内でBPRを最も小さくした形態(離陸時騒音に対する制限を考慮せず設定)  
 形態B: HPT成立性制限内で離陸時騒音をChapter4レベルに維持した形態



13

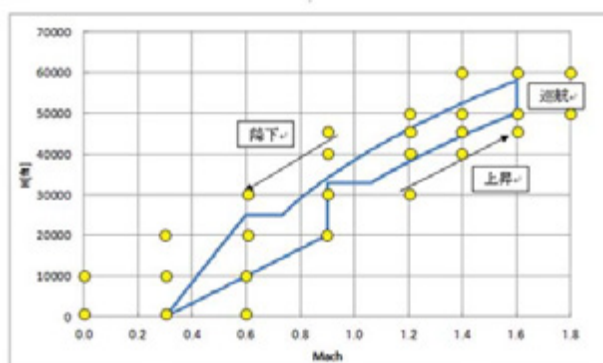
## 4. 研究概要 — (3)2012年度(2/3)

### エンジン性能テーブルの作成

リファレンスエンジンに対して、高度、機速、レーティングを振った計算を行い、エンジン性能テーブルを作成する。

- 飛行ポイント: 小型超音速旅客機の想定飛行経路を包含する条件において実施。  
→下図の26条件
- 外気温度: ISA
- 抽気出力: 抽気なし、抽出力なし
- レーティング: 巡航開始時4.5トン、巡航終了時2.3トンの両方が検討できるようにFNを変化させる。  
→最大レーティング注から推力を一定の間隔で低下させたデータを示す(10点)。

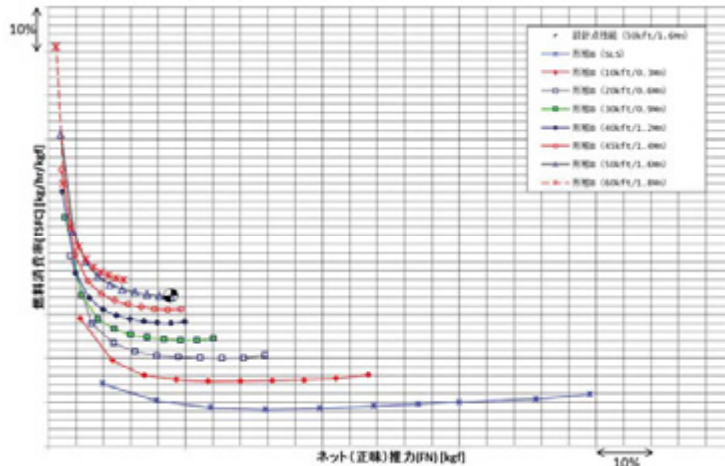
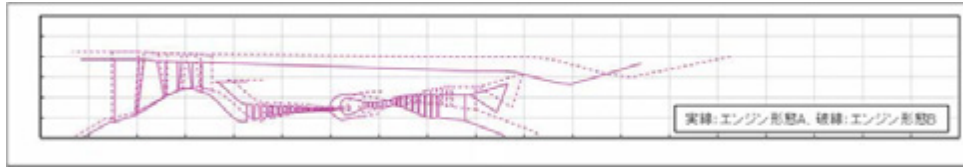
注)最大レーティングはTIT、ファン機械回転数、HPC機械回転数、ファン修正回転数、HPC修正回転数の制限の中で、最も高いレーティングとする。



## 4. 研究概要 — (3)2012年度(3/3)

## 成果

- ・リファレンスエンジンの諸元(性能、代表寸法、重量)が確定した。
- ・小型超音速旅客機の想定飛行条件を包含するエンジン性能テーブルを作成した。



## 5. まとめ / 6. 今後の予定

## まとめ

- 機体とエンジンの統合による小型超音速旅客機のエンジン概念設計を実施した。
- JAXAの機体ミッション解析、IHIのエンジン性能検討により、離着陸騒音規制を満たしつつ航続性能を向上するためのリファレンスエンジンを定義し、リファレンスエンジンの諸元(性能、代表寸法、重量、エンジン性能テーブル)を定めた。

## 今後の計画

- 本研究で定めたリファレンスエンジンの性能テーブルを用い、JAXA側でより正確な機体ミッション解析を実施する。
- これによって、低離着陸騒音化と高巡航揚抗比化を高い次元で両立可能な小型超音速旅客機仕様を検討していく計画である。

以上