



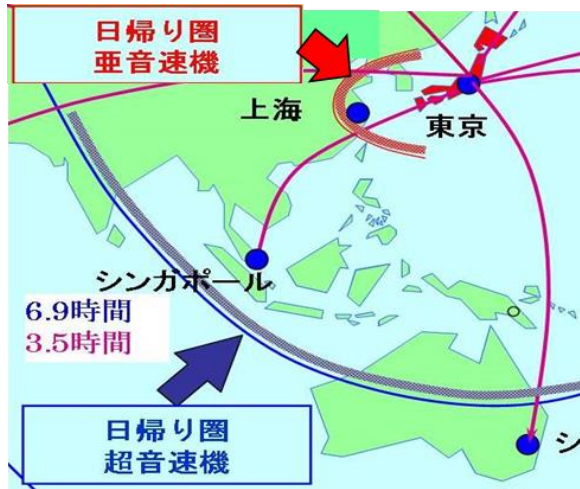
技術講演⑤  
静粛超音速機技術の研究開発

JAXA航空シンポジウム2014  
平成26年9月18日

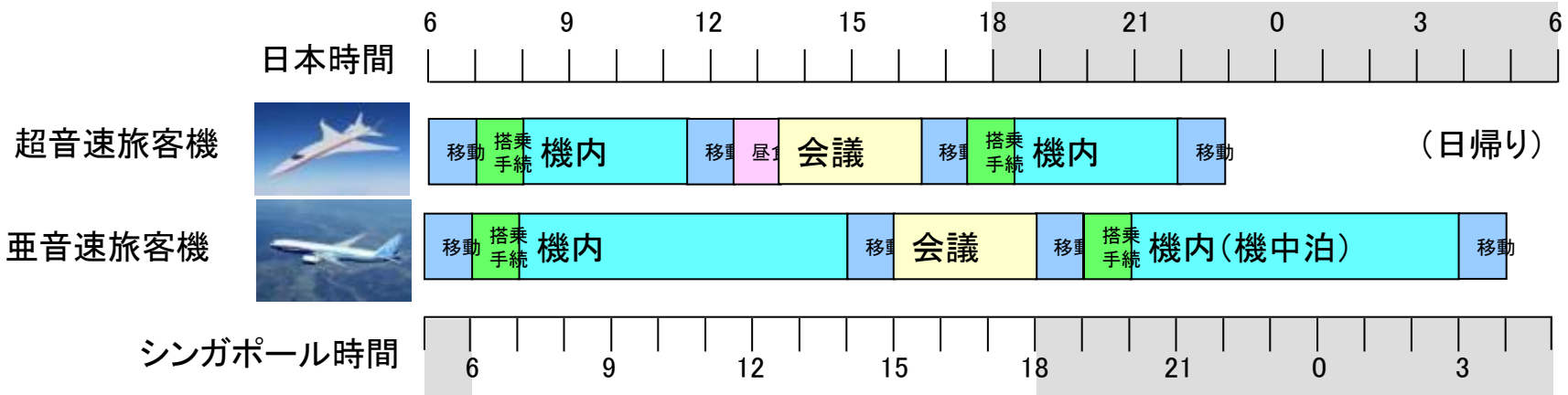
宇宙航空研究開発機構 航空本部  
機体システム研究グループ  
村上 哲

# はじめに (1/4)

超音速航空輸送が実現できれば・・・



例えば、シンガポールは日帰り圏内

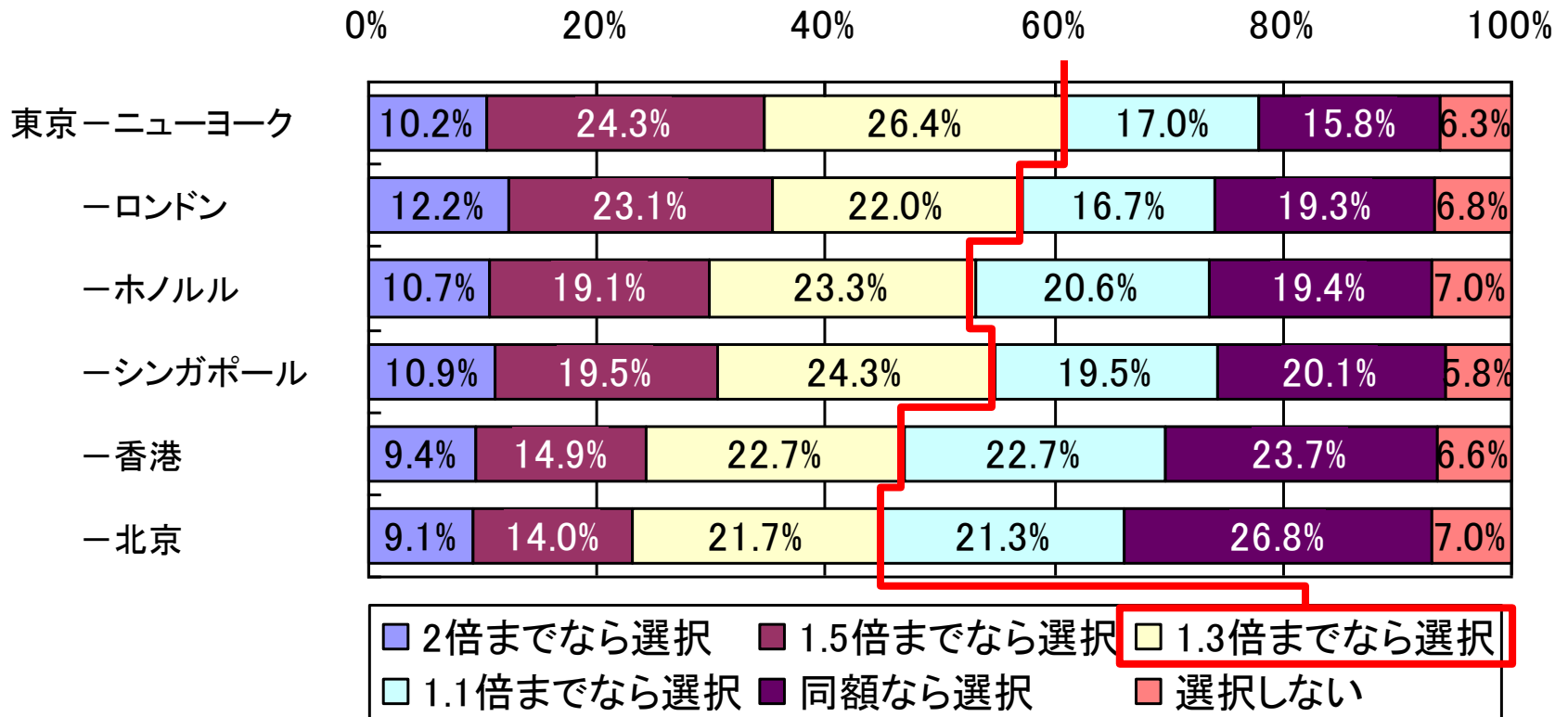


## 東京－シンガポールのビジネストリップ

# はじめに (2/4)

超音速航空輸送が実現したら・・・どれだけの人が利用するのか？

利用者ニーズのインターネット調査の結果  
(プレサーベイ:17,883人(回答数)／本調査:1,042人(回答数))



(三菱総合研究所調査2007年)

# はじめに (3/4)

超音速航空輸送の課題・・・なぜ、コンコルドは受け入れられなかったのか？

## コンコルドの性能

飛行速度 マッハ2  
 航続距離 約6,400km(3,400nm)  
 乗客 100人



大西洋横断  
 (約3.5時間)

## 環境適合性の不足

### 大きなソニックブーム

近くに雷が落ちた時の音(陸上超音速飛行禁止)

### 大きな離着陸騒音

削岩機よりも大きな音(乗り入れ空港限定)

B747の100倍以上の騒音

## 経済性(機体性能)の不足

### 大きな燃料消費

燃料消費(乗客1人当たり)はスポーツカー並

1フライトで約90トンの燃料消費

5.5km/燃料1ℓ/乗客1名

⇒ B747の3.5倍の運航コスト

低い運航効率(高運航コスト+路線限定、等)

エアラインにとって、採算をとることが難しい機体

一方で、大西洋路線で毎年約24万人が利用(運航路線全体の3.7%)  
 (エコノミークラスの空間でファーストクラスの25%増し運賃でも)

# はじめに (4/4)

## JAXAの超音速機技術研究計画(飛行実証プロジェクト)

次世代超音速機技術の研究開発

静粛超音速機技術の研究開発

Year 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014

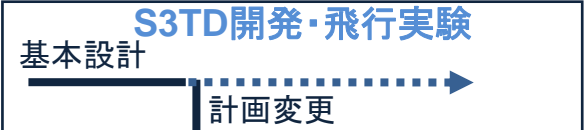
NEXST-1

NEXST-2



多目的最適化設計による  
ソニックブーム低減技術実証

ジェット推進自動離着陸



D-SEND計画

無推力落下試験

多目的最適化設計による  
ソニックブーム低減概念実証



CFD最適化設計による  
機体抵抗低減技術実証



CFD逆問題設計による  
自然層流翼設計技術実証

## 【目的】

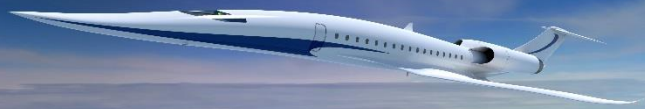
将来航空輸送のブレークスルーとしての超音速旅客機の実現を目指して「静かな超音速旅客機」の実現に必要な鍵技術を獲得し、航空機開発の先導役として、  
**航空機製造産業の発展と将来航空輸送のブレークスルーに貢献**

## 【目標】

次世代超音速旅客機の実現に必要な重要技術課題を克服する技術を獲得することの一環として、本研究開発終了時(2010年代半ば)に、  
**小型超音速旅客機(技術参照機体)の実現を可能とする技術目標を達成する**

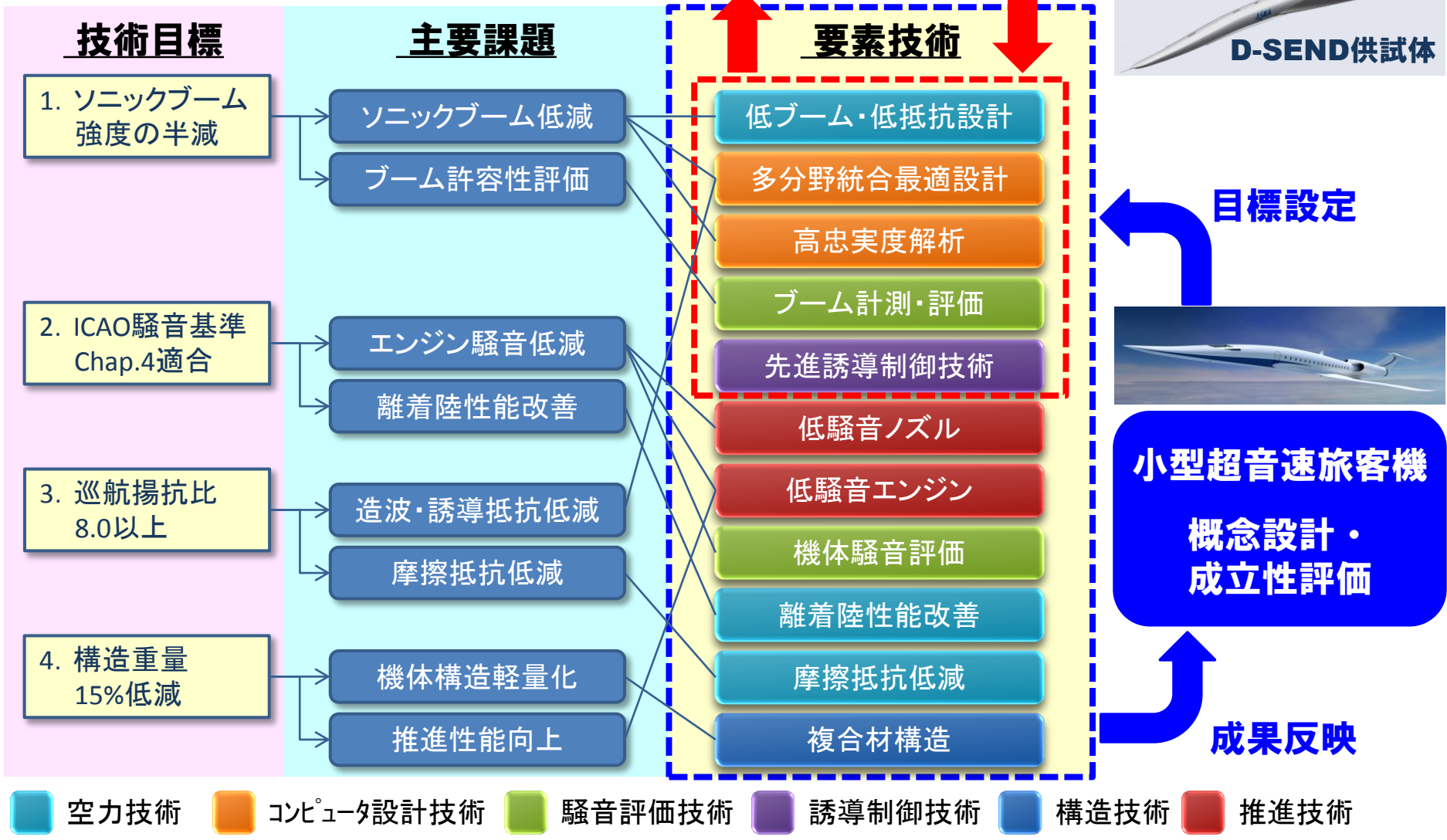
| 課題                        | 技術目標                           |
|---------------------------|--------------------------------|
| ソニックブーム低減<br>【最優先課題:飛行実証】 | ソニックブーム強度の半減<br>(比較対象:コンコルド技術) |
| 離着陸騒音低減                   | ICAO基準 Chap.4に適合               |
| 低抵抗化                      | 揚抗比 8.0以上                      |
| 軽量化                       | 構造重量 15%減<br>(比較対象:コンコルド技術)    |

技術参照機体概念「小型超音速旅客機」



乗客数 : 36-50人(全席ビジネスクラス)  
 巡航速度 : マッハ1.6~1.8  
 航続距離 : 3,500nm以上  
 ソニックブーム : 従来設計に比べて強度半減  
 空港騒音 : ICAO基準(Chap.4)に適合

## 【技術研究テーマ】



## 【研究協力・連携パートナー】

### 情報交流

### 連携大学院・技術研修生

#### 国際共同研究



ICAO CAEP SSTG  
国際民間航空機関  
航空環境保全委員会  
超音速機タスクグループ



### 研究交流



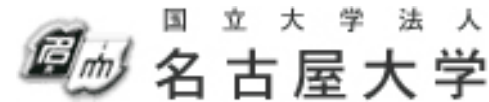
### 共同研究等(公募型研究を含む)



Kobayasi Institute of Physical Research  
財団法人 小林理学研究所



東北大学  
TOHOKU UNIVERSITY

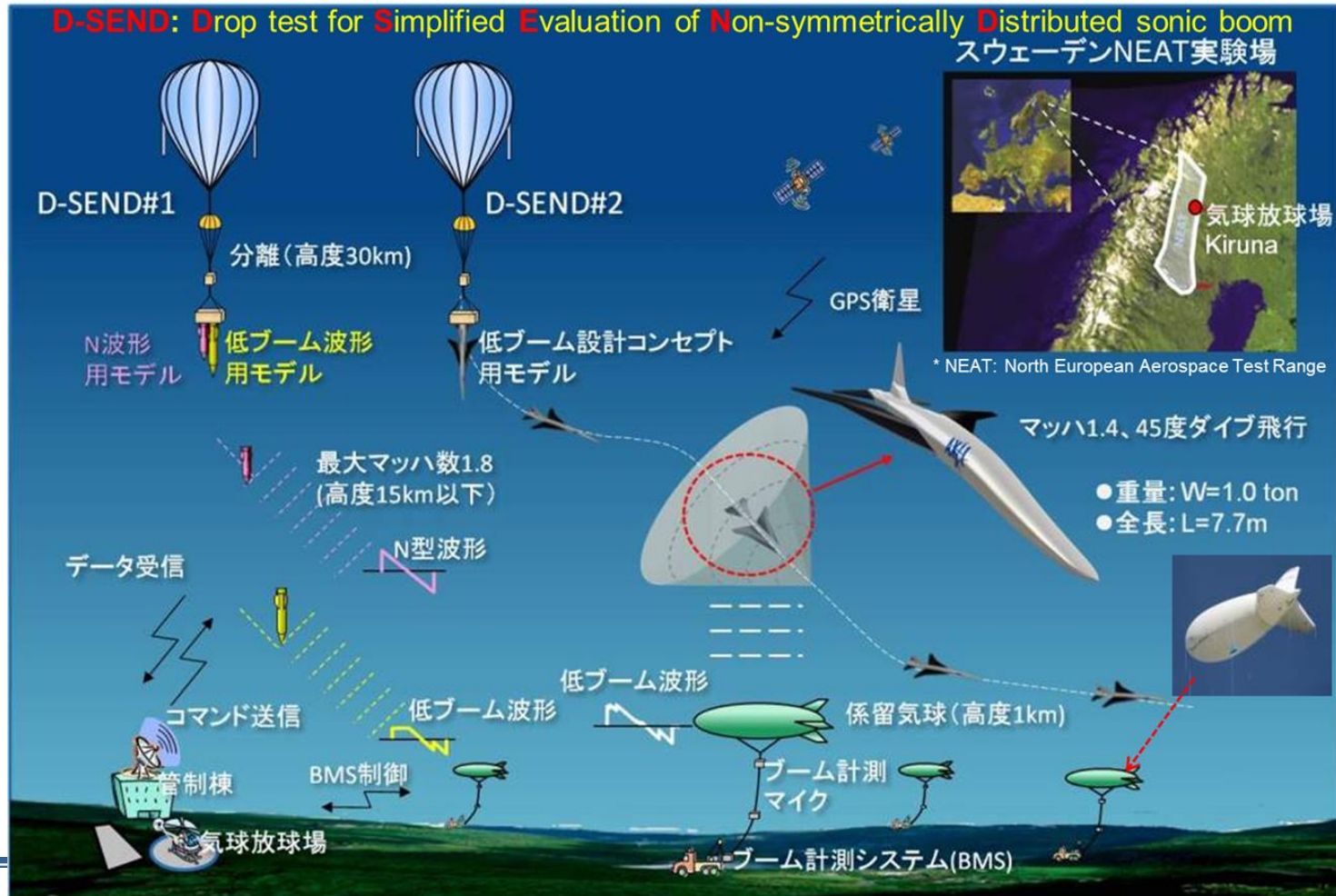




## D-SENDプロジェクト: 低ソニックブーム設計概念実証

第1フェーズ: D-SEND#1 (低ブーム及びN型波形用軸対称物体の落下試験)

第2フェーズ: D-SEND#2 (低ブーム設計機体の落下試験)



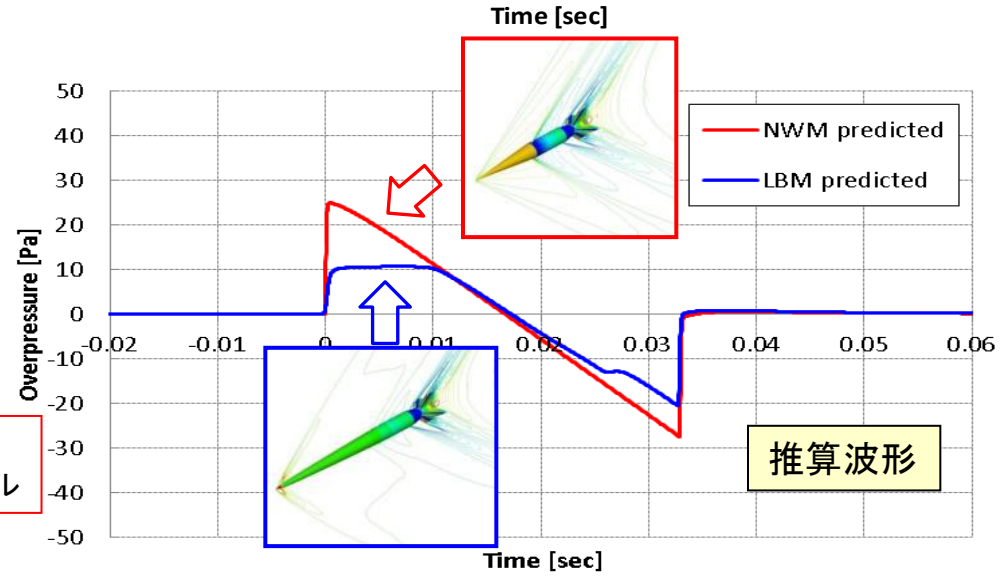
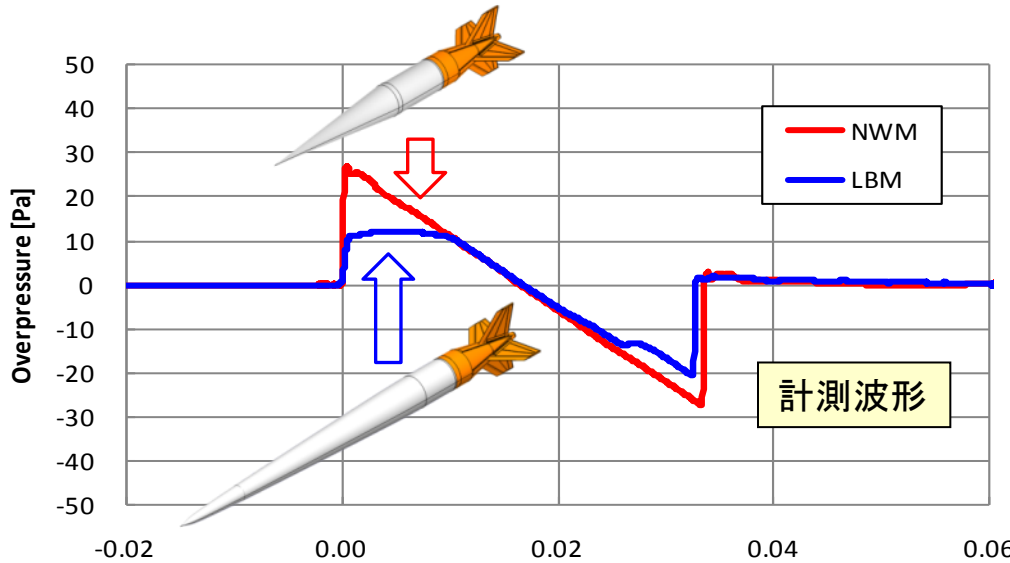
## D-SEND#1 (2011年5月実施)

### 【目的】

- ① 低ソニックブーム設計概念を適用した供試体によるソニックブーム半減の技術実証
- ② 空中ソニックブーム計測技術の確立

### 【成果】

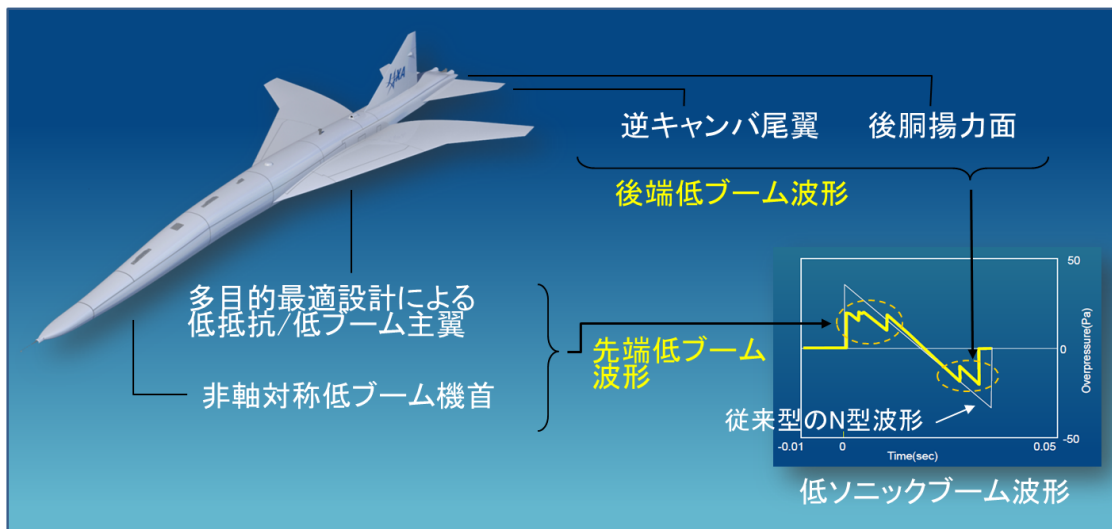
- 軸対称形状での低ブーム設計効果を実証
- ブーム伝播解析ツールの妥当性を確認
- 係留気球を用いた空中ブーム計測手法開発



## D-SEND#2

### 【目的】

低ソニックブーム/低抵抗設計された設計概念の実証

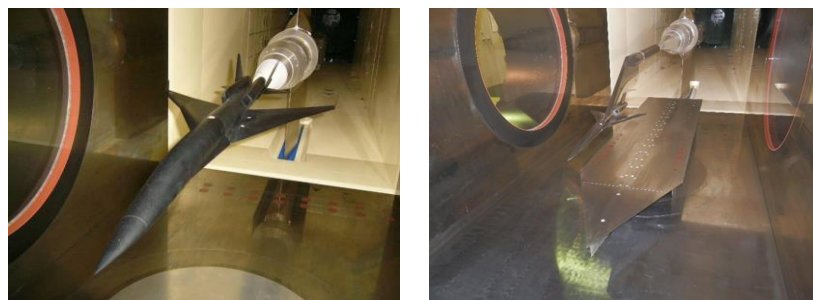
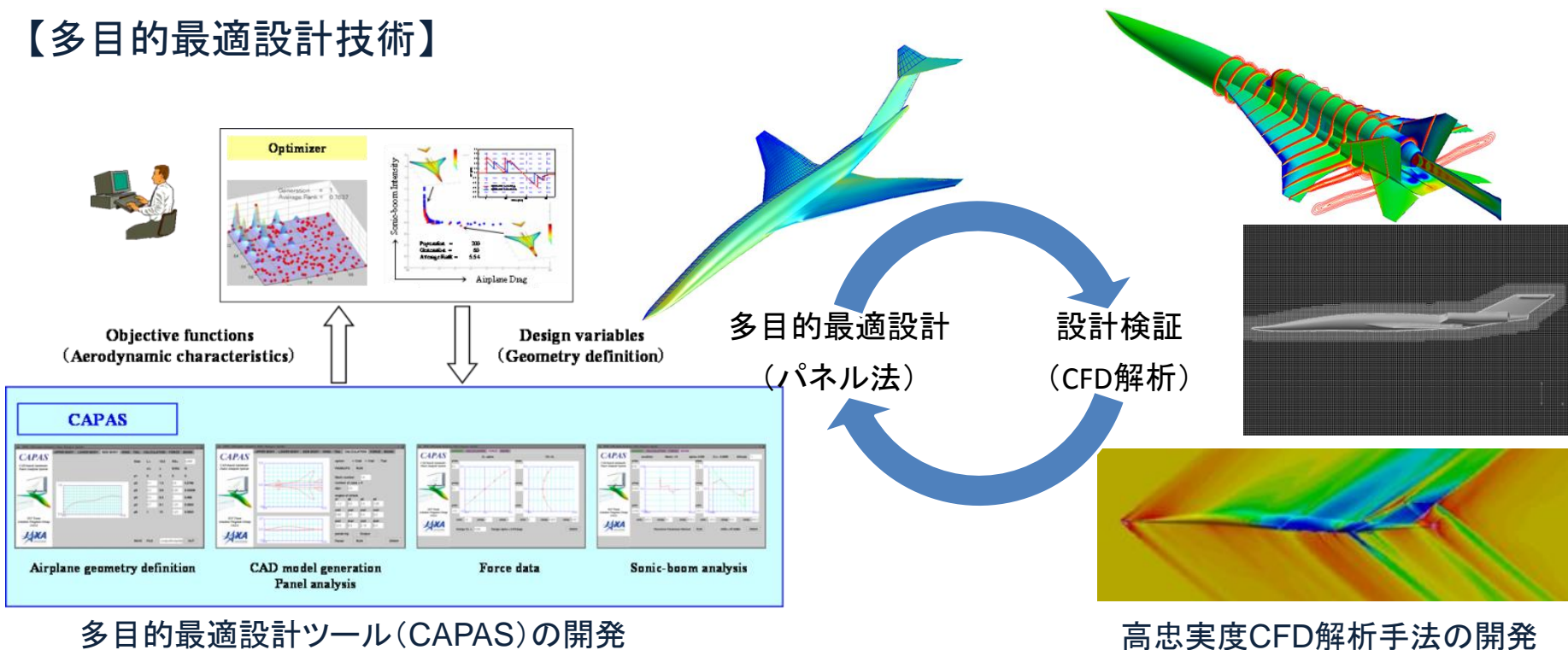


### 【実施結果】

第1回試験(2013年8月) 気球分離から約60秒後(引き起こしフェーズ)、飛行異常となり失敗  
 (原因)機体が不安定に陥りやすい飛行制御プログラムであったところに機体モデルの空力特性の一部に設計条件を超える実機との差異があったこと

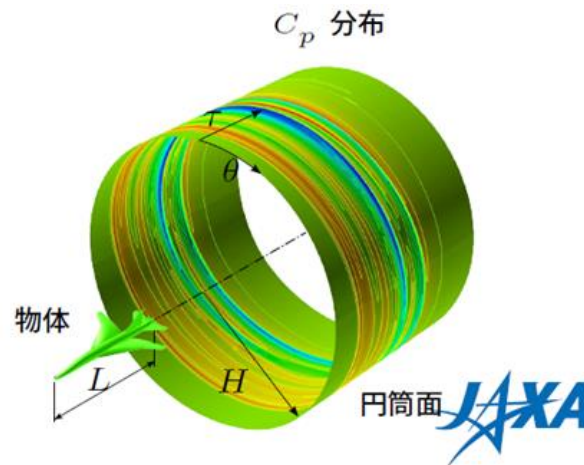
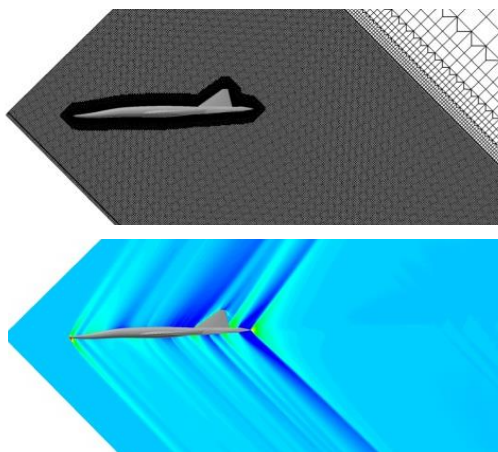
第2回試験(2014年8月) 試験実施に必要な気象条件が整わず、実施を断念

## 【多目的最適設計技術】

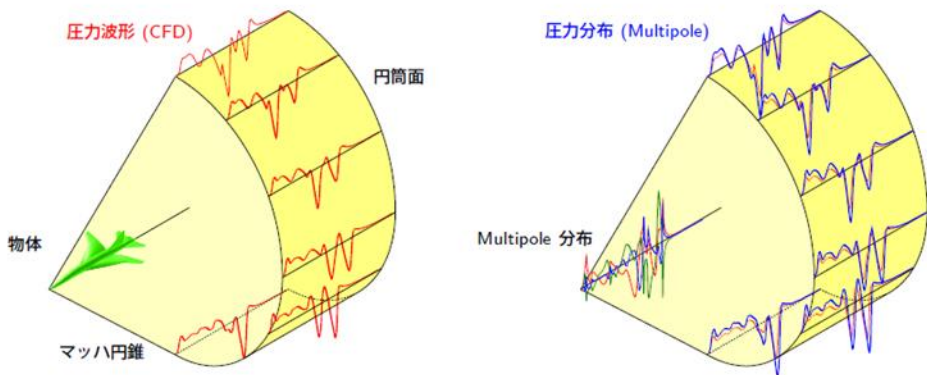


風洞試験での検証

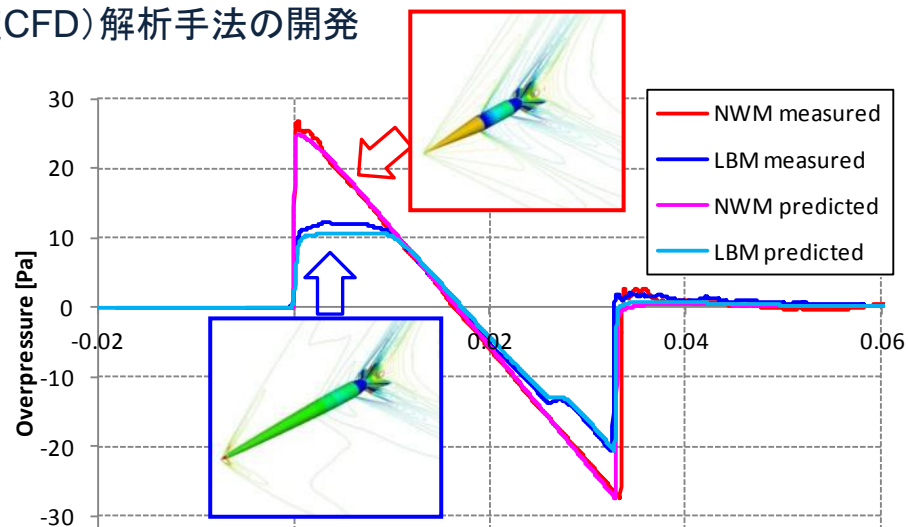
## 【ソニックブーム推算技術】



高精度近傍場圧力波形(高精度CFD)解析手法の開発

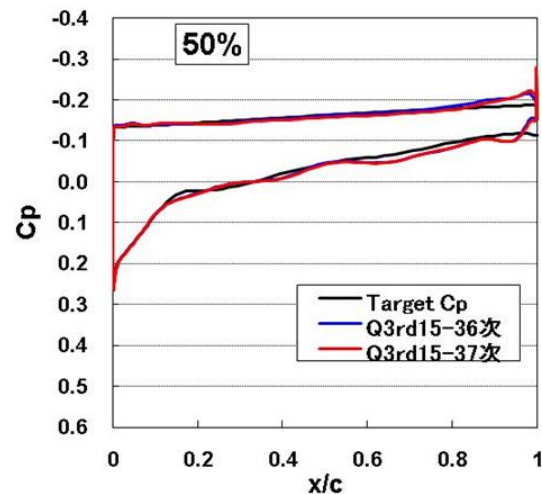
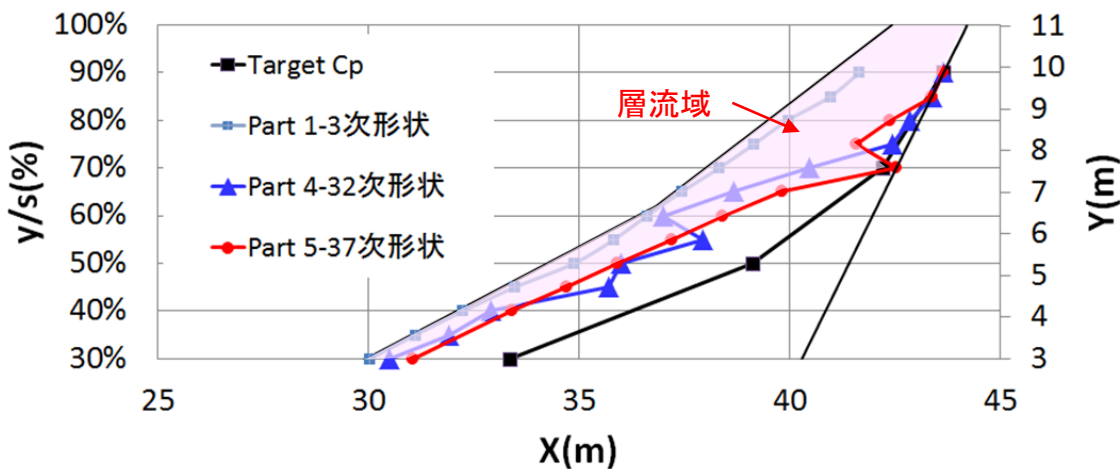
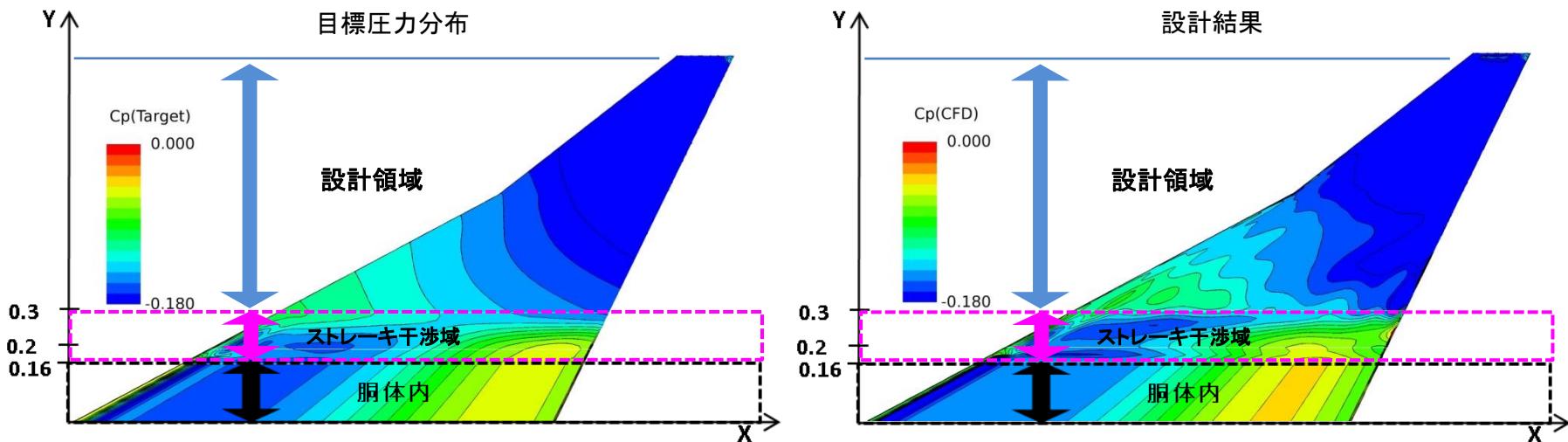


Multipole法による近傍場圧力波形推算手法の開発



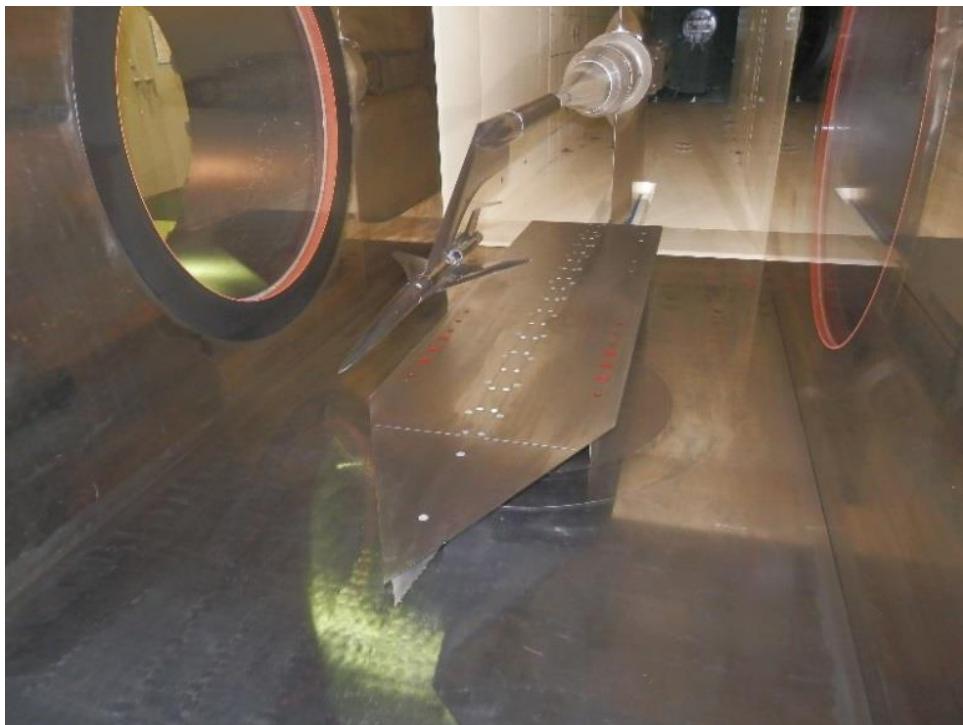
熱粘性/分子振動緩和を考慮した伝播解析手法の開発

## 【自然層流翼設計技術】

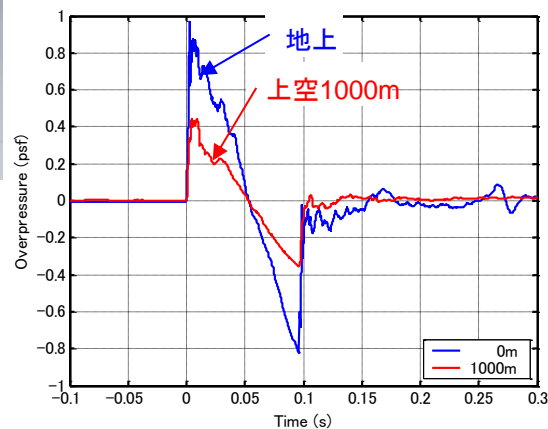
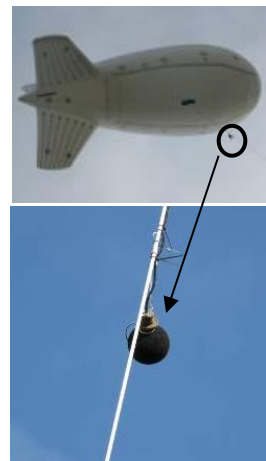


CFD逆問題設計による小型超音速旅客機主翼の自然層流翼設計

## 【ソニックブーム計測技術】



近傍場波形計測技術の開発



空中ソニックブーム計測システムの開発  
(ABBAプロジェクト)

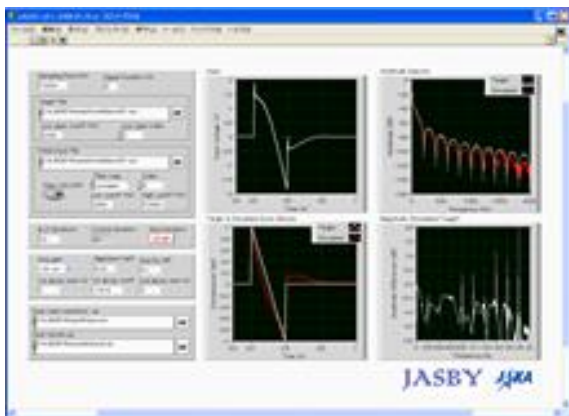
## 【ソニックブーム評価技術】



屋外ブーム被験者用

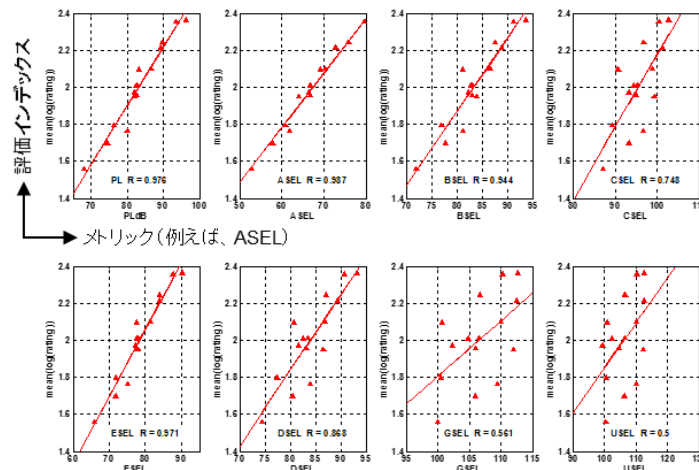


屋内ブーム被験者用

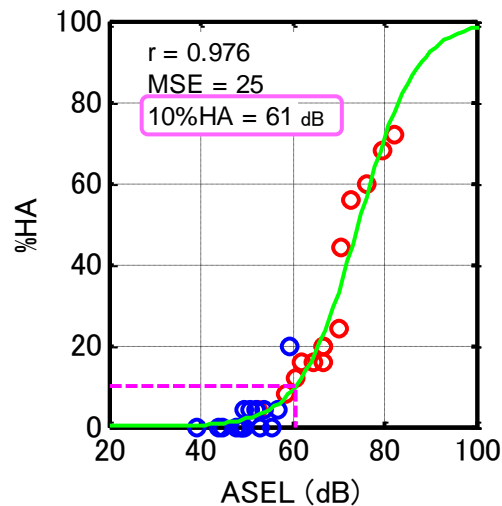


ブーム波形再生ツール(JASBY)

ブームシミュレータと被験者試験手法の開発  
(ブームモデリングの研究【NASA共同研究】)



被験者試験による許容性評価指標(メトリック)の調査



ソニックブーム許容性評価解析

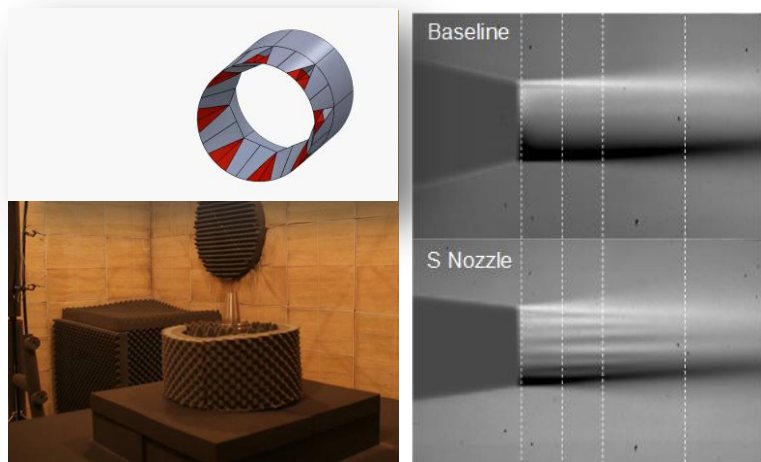
ソニックブーム環境基準策定へのデータ収集



## 【低騒音ノズル技術】

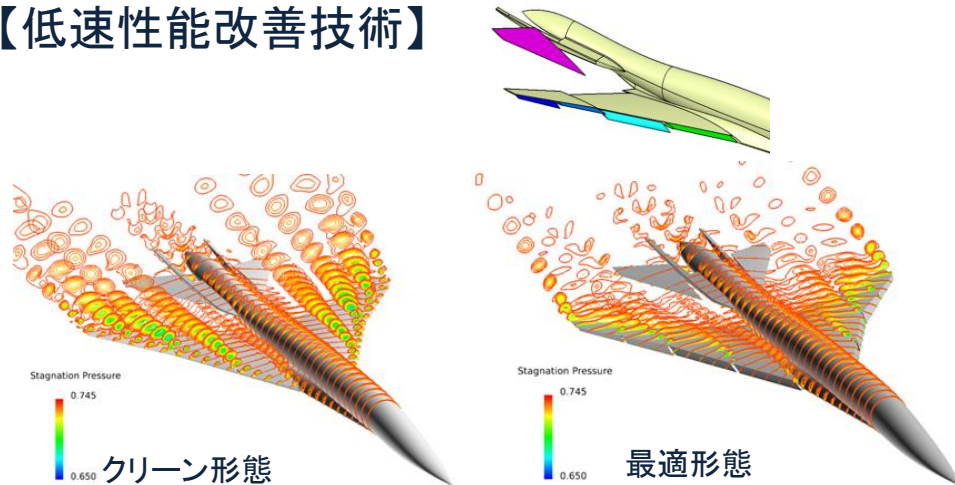


可変低騒音ノズルエンジン試験

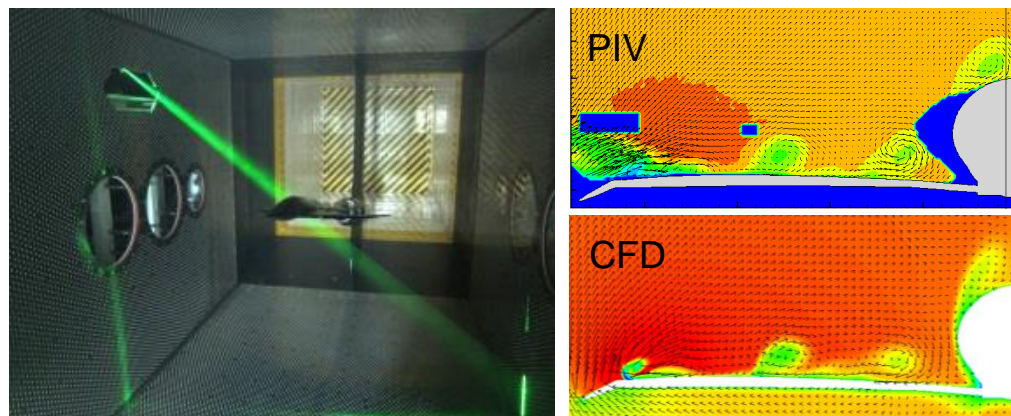


低騒音ノズル騒音評価

## 【低速性能改善技術】

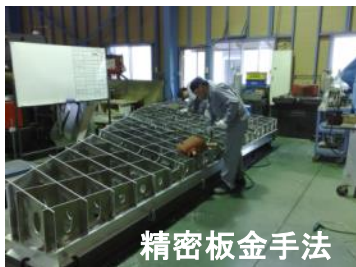


フラップ舵角最適設計手法の開発  
(低縦横比翼の低速流れへのレイノルズ数効果の研究【DLR共同研究】)



PIV手法による流れ場の検証試験

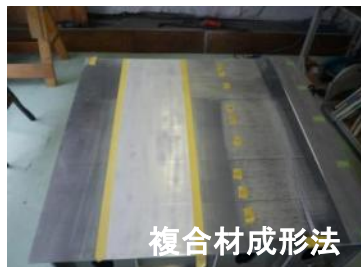
## 【複合材構造技術】



精密板金手法



大型機械加工手法



複合材成形法

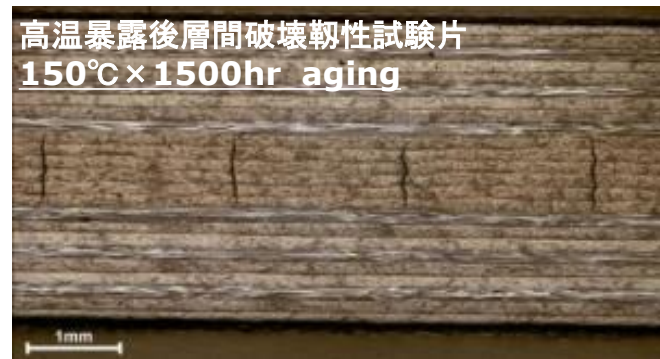
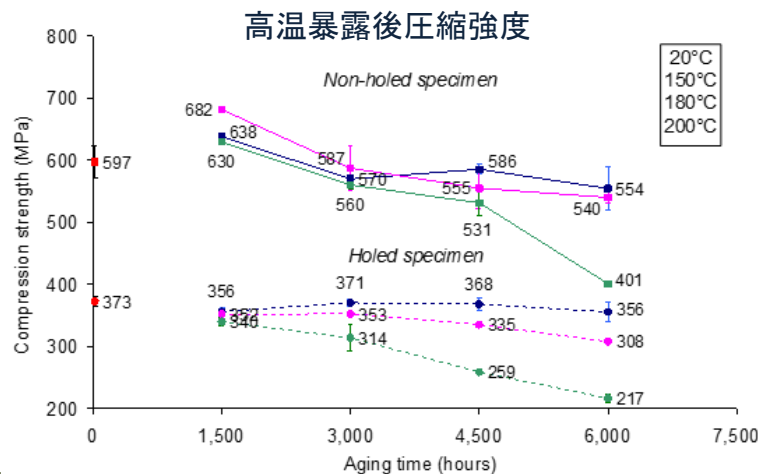
基盤技術の蓄積



高精度低コスト複合材成形型技術の開発とデモンストレータ試作(成形性確認試験)



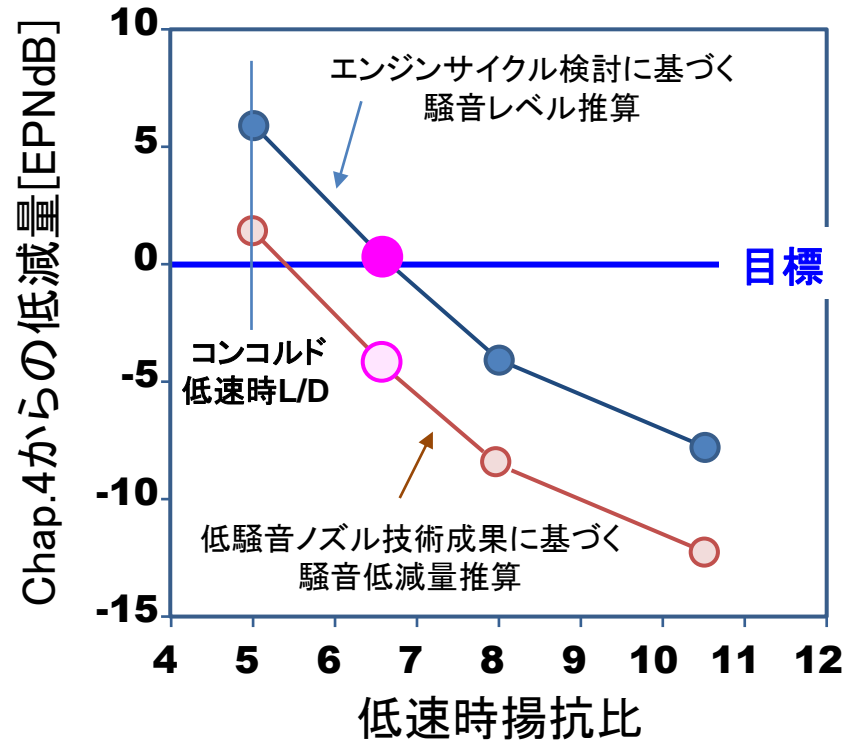
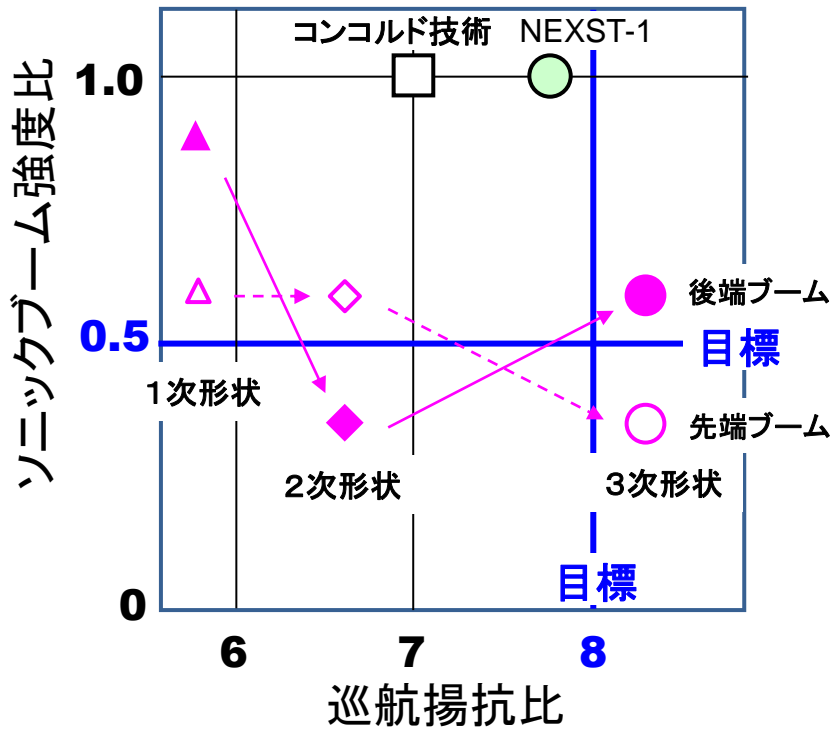
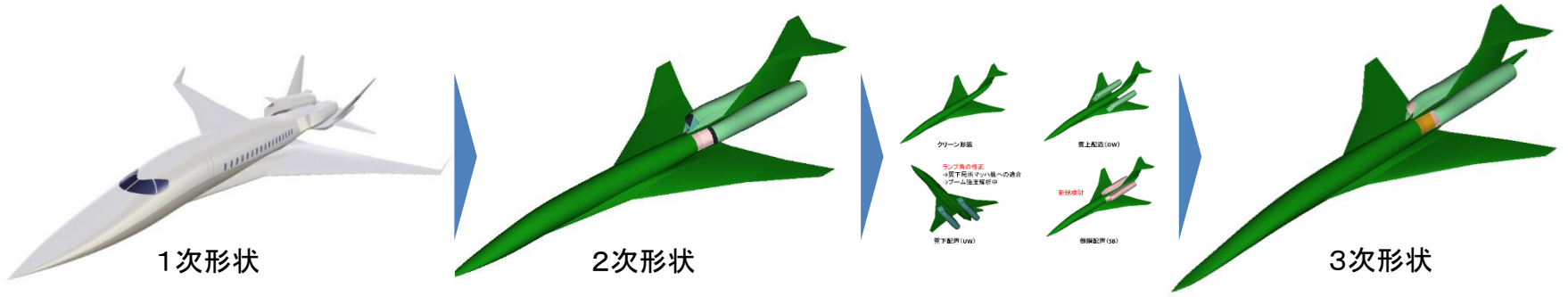
高精度低コスト複合材構造製造手法の研究



高温暴露後の力学的特性/化学的特性データ蓄積

耐熱複合材料の長期耐久性評価データの蓄積 (DECATAプロジェクト【SST日仏共同研究】)

# 低抵抗・低ブーム/低騒音目標の達成状況



# 構造重量低減目標について

静粛超音速研究機（S3TD）主翼を対象にした複合材構造設計及びデモンストラータ試作評価で、主翼構造重量の金属構造設計に比して15%減

材料特性の把握

構造最適設計・製造

評価

静的データ

耐久データ

許容値

構造設計

成形

構造軽量化

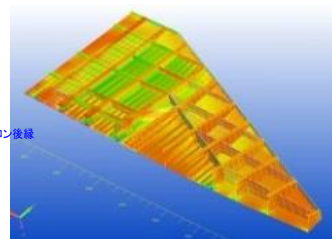
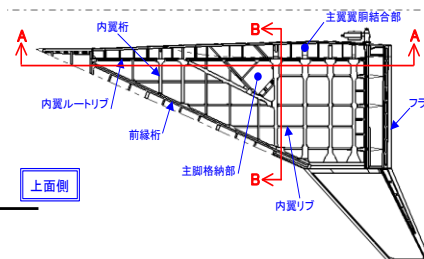
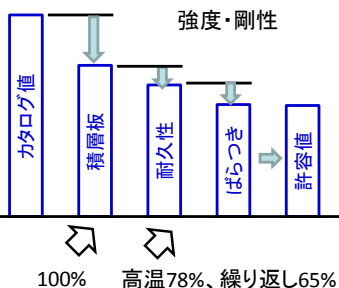
引張・圧縮・せん断  
有孔・衝撃  
室温／高温

高温曝露  
経時変化

板厚最適化  
積層構成

重量推算の誤差  
結合部

構造重量15%減目標  
金属との比較

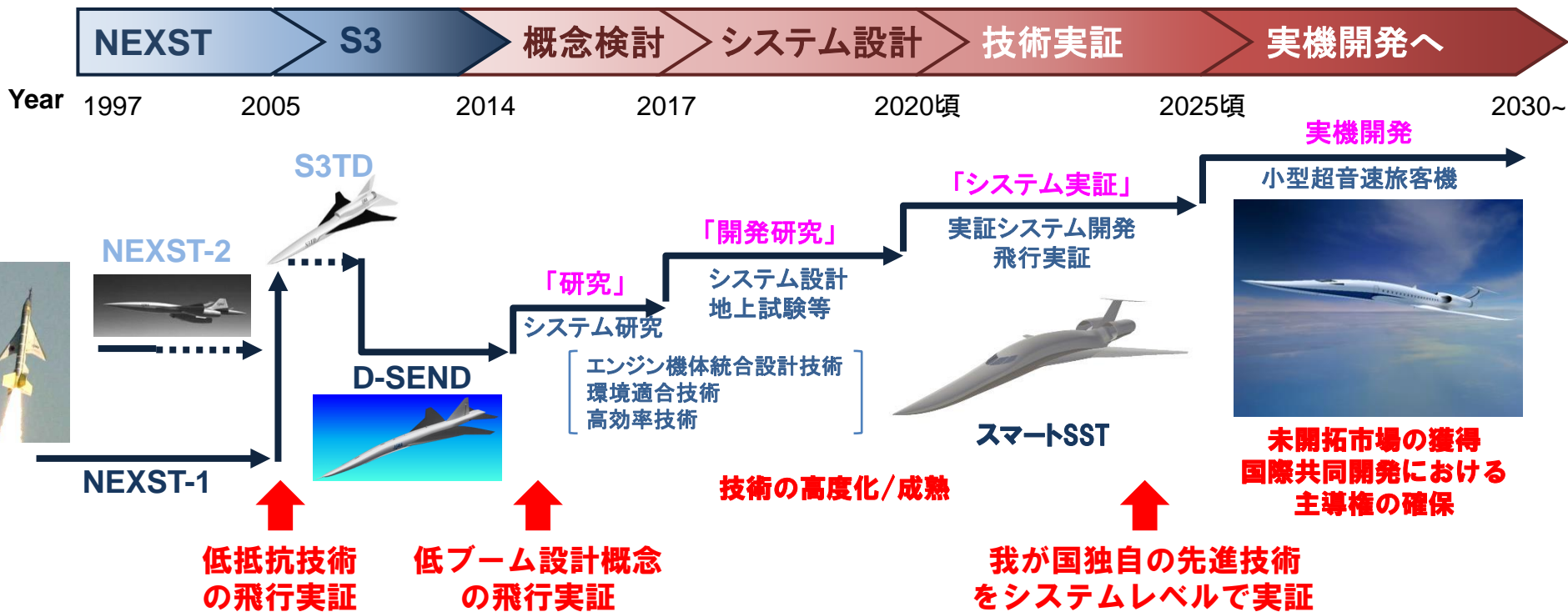


これまでの複合材構造試作評価及び材料特性データを基に、小型超音速旅客機の構造概念設計を実施して、同機での構造重量の低減量評価を行う

# おわりに

## 「設計コンセプトや要素設計技術の実証から、システムレベルでの実証へ」

- 先進的な設計コンセプトや要素技術の高度化に加えて、離着陸～超音速巡航までの技術成立性の実証と技術成熟を図るための開発研究/システム実証の活動を強化
- 特に離着陸騒音低減はシステムレベルでの解決に向けた研究を強化
- 戦略的次世代航空機研究開発ビジョン(2014年8月)の実現を目指す





ご静聴ありがとうございました。

新たな空へ 夢をかたちに