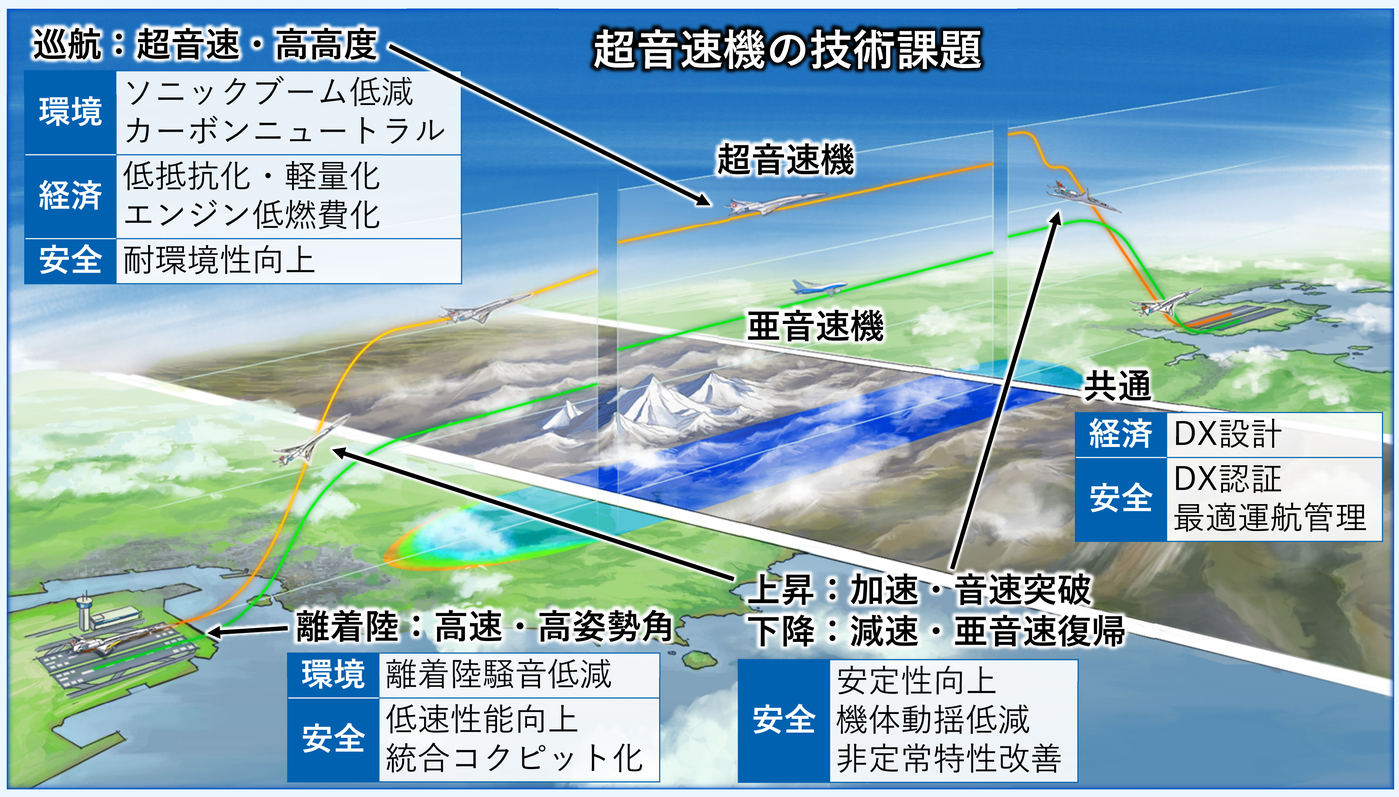
静かな超音速機の実現に向けて
―静粛超音速機統合設計技術―

航空技術部門　静粛超音速機統合設計技術実証チーム

高速性は航空機の最大の利点の一つです。現在の旅客機の2倍の速さで飛ぶ超音速機が実現すれば、航空輸送にブレークスルーをもたらします。
超音速機の恩恵を最大限に引き出すためには、海上だけでなく陸地上空でも超音速飛行を行うことが不可欠であり、そのためには超音速飛行中に発生する騒音であるソニックブームの低減が重要課題です。さらに、騒音以外の環境や安全にも十分配慮しつつ、経済的にも優れた機体の開発が求められます。
本事業では、より速く、静かで、安全で、持続可能な「静かな超音速機」の実現に向けて、関係する皆様と協力して技術課題の解決に取り組んでいます。

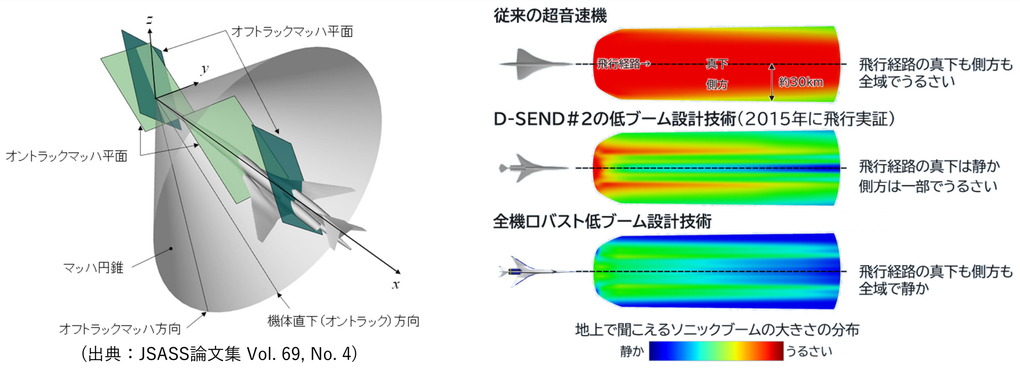


環境負荷軽減

ソニックブーム低減

●ロバスト低ブーム設計技術：地上に到達する全領域でソニックブームを低減

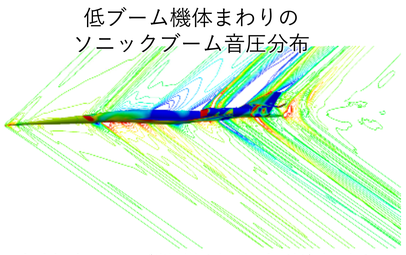
- ソニックブーム強度は飛行条件（高度、マッハ数等）や伝播方向により変化。条件変化に対してロバストな低ブーム化が必要
- 断面積分布のロバスト設計：条件変化により断面積を計算する平面の向きが変わるが、これを統一的な平面で計算できるような置換方法を考案し特許化
- 揚力分布のロバスト設計：各伝播方向に適切な圧力波が伝播するよう、主翼と水平尾翼の平面形状、上反角、キャンバ等を最適化。マッハ数変化に対しては、低ブーム化に必要な揚力が出るように水平尾翼の舵角調整し、カナードで縦トリムを取るコンセプト



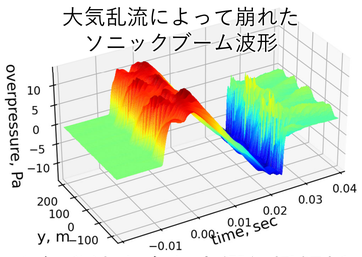
（出典：JSASS論文集 Vol. 69, No. 4）

●ソニックブーム推算技術：ソニックブームの物理現象を高精度に推算

- ソニックブーム伝播は長距離非線形現象
- 大気乱流などの気象条件の影響で波形が変形
- 機体から地上までの高精度な推算技術を開発
- 低ブーム超音速機の設計に活用



高精度CFD(数値流体力学)解析
（出典：AIAA 2020-2731）



大気乱流を含む音響伝播解析
（出典：AIAA Journal Vol. 59, No. 3, 2021）

●ソニックブーム風洞試験技術：機体近傍の圧力波形を高精度に計測

- 風洞壁や計測機材との干渉で衝撃波の計測精度が低下
- JAXA風洞に適した独自形状の静圧レールを開発し干渉の影響を軽減
- 低ブーム設計された機体コンセプト検証等に活用
- NASA、Boeingと相互検証

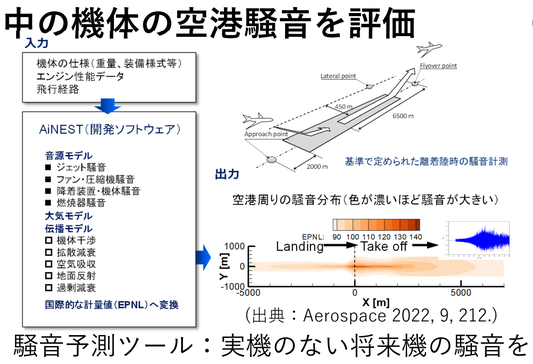
観測された衝撃波
（NASA X-59試験モデル）

独自開発の静圧レール
（出典：AIAA 2023-4318）

離着陸騒音低減

●空港騒音予測技術：設計・開発中の機体の空港騒音を評価

- 離着陸する航空機の空港周辺の騒音を予測するツールを開発
- 超音速機の概念モデルに対する騒音評価を実施し、NASA、TsAGI、DLRと相互検証を実施
- 不確かさの要因分析から、超音速機の離着陸騒音基準を検討中の国連の専門機関（ICAO）に、考慮すべき点を提案

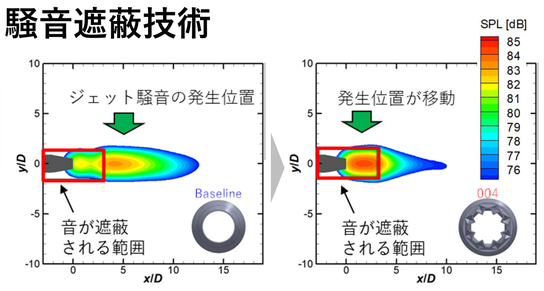


（出典：Aerospace 2022, 9, 212.）
騒音予測ツール：実機のない将来機の騒音をコンセプトレベルから予測可能

●エンジン騒音低減技術：巡航性能を維持する騒音遮蔽技術

- 超音速巡航性能と離着陸騒音はトレードオフ
- 機体による騒音遮蔽に着目し、巡航性能を維持し離着陸時のみジェット騒音の遮蔽効果を発揮するエンジンノズルを考案
- 企業との共同研究で風試実証に成功

川崎重工(株)と
風洞試験を実施



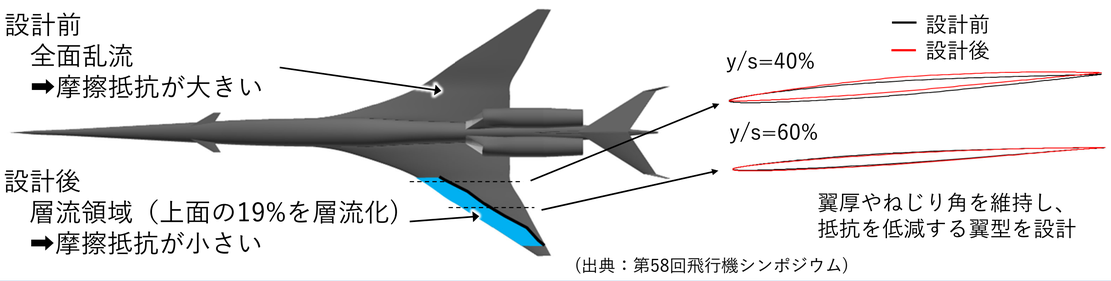
ノズル形状の変化で騒音の発生位置を制御
機体の陰に音源を移動して騒音を低減
（出典：AIAA 2023-3211）

経済性向上

低抵抗化

●低抵抗空力設計技術：翼の空気抵抗を低減

- 機体の空気抵抗低減は、燃費改善、運賃減少に有効
- 層流領域は乱流領域に比べて摩擦抵抗が1/10程度
- 逆問題設計手法を開発して主翼の自然層流翼設計を実施
- 3.8カウントの抵抗低減を達成。L/Dを7.8から8.0へ増加。約700kgの燃料重量削減効果に相当



（出典：第58回飛行機シンポジウム）

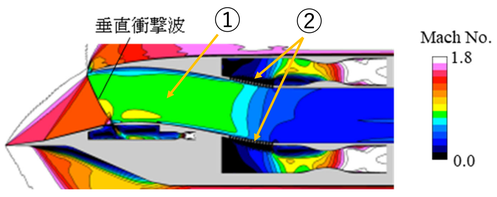
安全性向上

非定常特性改善

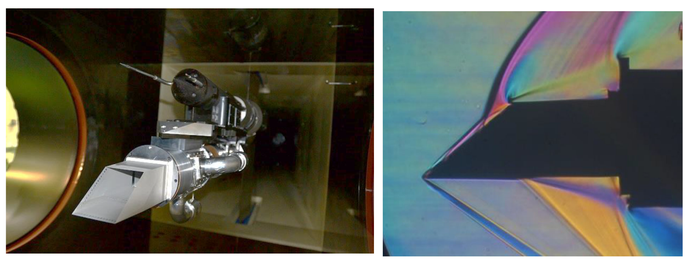
●超音速インテーク設計技術：エンジンの安定性と効率を向上

- インテークによってジェットエンジンが吸込める速さにまで空気の流れを減速することが必要
- 超音速飛行時は必要となる減速量が大きいため流れが乱れやすく、エンジンの停止や故障の原因となる衝撃波の振動現象（バズ）が起こりやすい
- 重量増加に繋がる複雑な可変機構を使わずにバズの発生を抑制するインテーク設計コンセプトを考案し適用効果を検証

バズ抑制コンセプト
① 乱れを増幅させない等断面積流路
② 流れの減速を補助するバイパス



CFD解析で推進効率を悪化させないことを確認　（出典：第60回飛行機シンポジウム）


風洞試験でバズの発生を抑制できることを確認
（出典：第59回飛行機シンポジウム）