

# JSR 協議会技術ロードマップ

2024年2月

JSR (Japan Supersonic Research) 協議会

## 目次

1. 技術ロードマップ策定の目的
  2. 技術ロードマップの策定方針
  3. 技術ロードマップ
- 補足：超音速機の運用上の特徴と技術課題  
付録：略語一覧

## 1. 技術ロードマップ策定の目的

現在、米国のベンチャー企業である BOOM 社がポストコンコルドを狙った海上超音速機の開発を進めており、その先には低ソニックブーム設計を適用した陸地上空超音速機の出現が期待される。また、将来的には ICAO が掲げる 2050 年までのカーボンニュートラル (CN) への対応も求められる。

このような超音速機の実現に向けては、超音速機が成立するための「鍵技術」や、関連する従来技術で超音速機のために高度化が求められる「重要技術」、及び長期的な取り組みが必要な「将来技術」の研究開発 (R&D) が不可欠である。

また、将来的に低ソニックブーム超音速機は国際共同開発で進められると考えられ、その開発計画において我が国の航空産業の成長、並びにグローバル社会の発展への応分の貢献を果たすためには、低ソニックブーム超音速機に不可欠な鍵技術の研究開発を先導するとともに、我が国が得意とし開発に必要な関連技術の高度化のための研究開発を推進する戦略的な対応が必要となる。

本技術ロードマップ (RM) は、欧米の研究開発動向、我が国の小型超音速機に関する概念検討成果等を踏まえ、研究開発の必要性の高い鍵技術や高度化すべき要素技術の課題を幅広く抽出したものである。本技術 RM が、我が国産学官が目標を共有し、一丸となって戦略的に超音速機技術の研究開発に取り組む一助となることを期待している。

## 2. 技術ロードマップの策定方針

技術 RM は下記資料を基に、以下(1)~(5)項の方針で策定した。

「民間超音速旅客機概念設計と技術課題検討」(JAXA-CR-22-001)

(1) 技術課題項目を分野別と目的別の2軸でリストアップする。

分野 「空力・制御」、「材料・構造」、「推進」、「システム」の4分野

目的 「環境負荷低減」、「経済性向上」、「安全性向上」の3つの目的

(2) 技術課題を下記の「超音速機開発の想定シナリオ」の時間軸で整理する。

シナリオ①：ICAOでのソニックブーム基準策定を経て、2036年頃のEISを目指す“SAFによるCN対応を前提とした低ブーム小型超音速機(50席級)”の開発が2030年頃から開始される



シナリオ① 機体イメージ

シナリオ②：「2050年CN社会」への対応も想定し、2050年頃EISを目指す“SAFを超えるCN対応(水素燃料等)を前提とした小型～大型超音速機(100～200席級)”の開発が2042年頃から開始される



シナリオ② 機体イメージ

(3) 亜音速機の技術 RM で共通技術として想定されるものは省略するが、超音速機への適用時にカスタマイズが必要なものは取り上げる。

- (4) 我が国の戦略性の観点※から、各技術項目のランク付けしておくことが有効であり、以下の方針でランク付けを実施する。

※ 「我が国に技術蓄積が多く得意な分野」、「早期の実証と海外からの認知が必要な分野」等の観点

ランク A：シナリオ①の実現に必要な不可欠な鍵技術

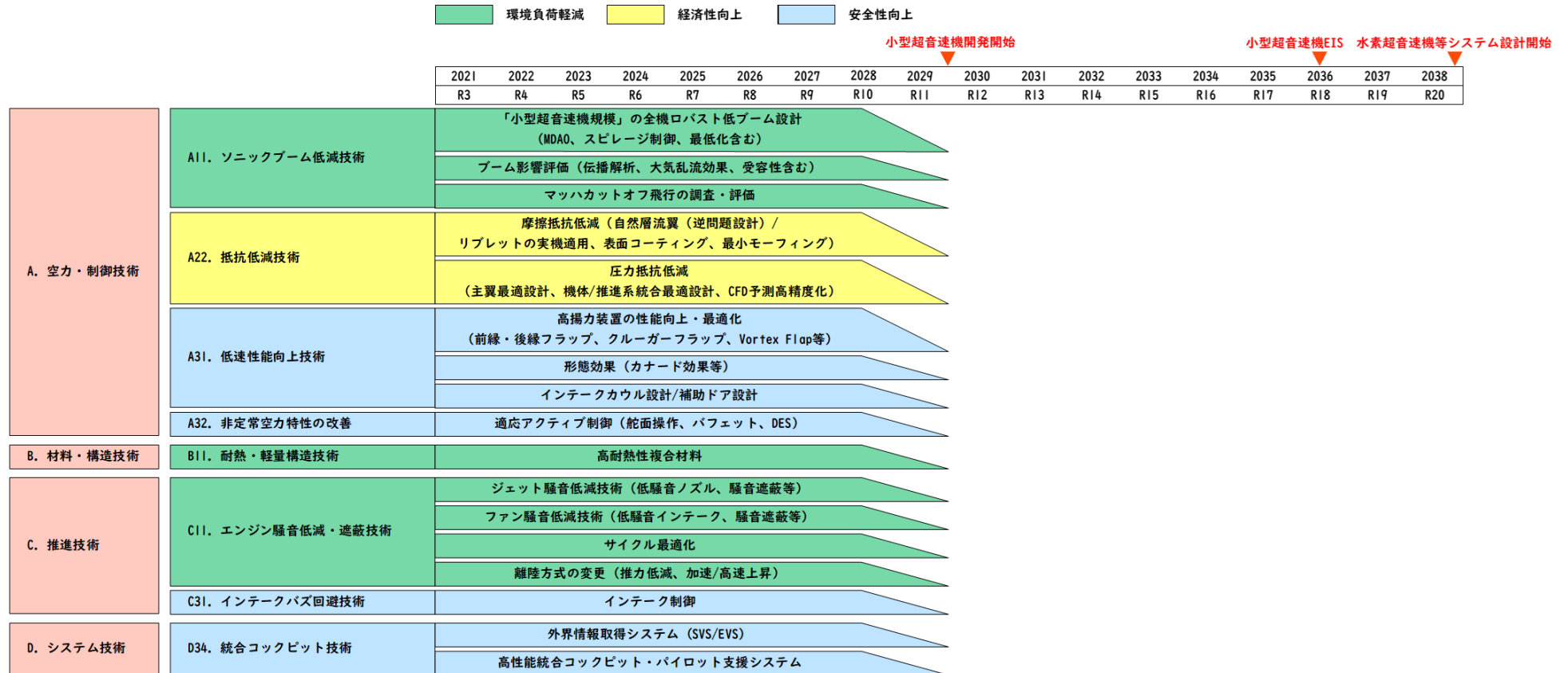
ランク B：シナリオ①の実現に効果的、かつシナリオ②の実現にも有用で、高度化（改善、洗練化等）が求められる重要技術

ランク C：現時点では TRL は低い、主にシナリオ②実現のため将来的に解決が求められる課題に対応する将来技術（CN 対応、大型超音速機開発技術等）

- (5) 技術 RM は 2050 年までの長期的スコープを含むため、今後の社会情勢の変化等に適切に対応できるよう JSR 協議会にて適宜見直し機会を設定する。

### 3. 技術ロードマップ

#### (1)シナリオ① [ランク A のみ]

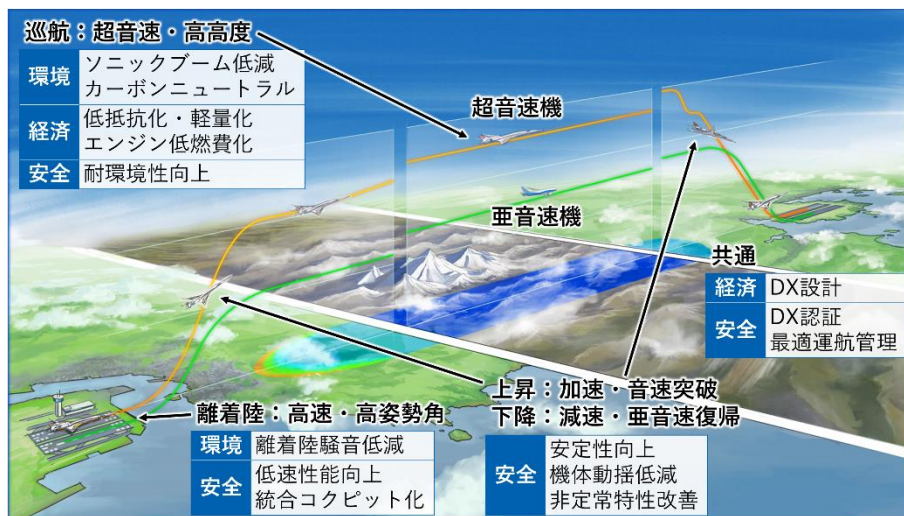


(2)シナリオ② [ランク B, C]

環境負荷軽減	経済性向上	安全性向上	◎ 重要技術	○ 将来技術													
小型超音速機開発開始 <span style="color: red;">▲</span> 小型超音速機EIS <span style="color: red;">▲</span> 水素超音速機等システム設計開始 <span style="color: red;">▲</span>																	
2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20

A. 空力・制御技術	A11. ソニックブーム低減技術	○革新的低ブーム設計技術（飛行回廊対策を含む）
	A12. 機体騒音低減技術	◎高揚力装置・脚騒音低減デバイス設計（可変騒音低減装置を用いた離着陸） ◎離着陸方式の変更（可変騒音低減装置を用いた離着陸） ○流体制御（揚力分布、インレット流れ等）
	A21. インテーク高性能化技術	◎抵抗低減（バイパス、流線捕獲） ◎高速化（パス回避、作動検知、流量制御、ディフューザ設計、非常ドア） ◎推進効率向上（等エントロピー圧縮、重量推算精度改善、CFD予測精度改善（ディストーション）、風試技術改善（スปีレージ抵抗）） ◎重量低減（ダイバータレス化/抽気レス化/ディフューザ短絡化に付随する曲がりダクト設計）
	A22. 抵抗低減技術	○摩擦抵抗低減（自然層流翼（DREなど）、層流/乱流active制御、PA制御を含む） ○圧力抵抗低減（カナード/可変翼/生物模倣要素技術等の革新概念適用）
	A31. 低速性能向上技術	○最適化（可変翼、モーフィング翼適用等）
	A32. 非定常空力特性の改善	◎分散型圧電アクチュエータ/センサー
	A33. 垂直速の安定性確保	◎機体形状最適設計 ◎先進技術適用（モーフィング翼等）
B. 材料・構造技術	B11. 耐熱・軽量構造技術	◎耐熱軽量金属材料 ◎低熱膨張率材料
	B21. 構造最適化技術	◎複合材大型成型技術（低コスト化、修理等） ◎薄翼/細長胴体最適設計（空虚重量最適化等） ◎重量推算手法の高精度化 ◎認証 ◎機体/推進系統合様式のナセルマウント構造（胴体上、翼上、翼下、ダイバータ付き・レス） 耐久性・損傷評価（要素レベル評価） 耐久性・損傷評価（大型構造評価） 耐熱複合材構造設計・安全基準
	B31. 空力弾性技術	◎フラッター予測（構造・空力連成、高精度化） ◎フラッター制御（空弾・操縦系連成現象、パネル最適化）
C. 推進技術	C11. エンジン騒音低減・遮蔽技術	○VCE ○逡音速推力増強装置
	C12. 代替燃料技術	○水素燃料適用等
	C21. エンジン耐熱性向上技術	◎高耐熱材料 ◎冷却機構 ○遮熱コーティング ○クリープ強度改善
	C32. エンジン運用範囲拡大	◎ディストーション耐性向上
D. システム技術	D11. 環境影響評価技術	◎CO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> Oの温暖化影響予測・評価（高精度化含む） ◎NO <sub>x</sub> 等のオゾン層破壊影響予測・評価（高精度化含む） ◎離着陸騒音の環境影響予測・評価
	D21. 燃料タンク配置	◎重心制御（脚配置含む）
	D22. 軽量化・小型化技術	◎燃料移送技術（重心管理） ◎アクチュエータ（ロータリ、スマート） ○電動化・高電圧化（耐電圧ケーブル被覆） ○モーフィング（アクチュエータレス）
	D23. 超音速機設計へのDX技術適用	◎デジタル統合設計（低抵抗/低ブーム設計） ◎システム性能予測（低速高迎角） ○デジタルテスト（薄翼・耐熱複合材構造）
	D31. エンジン配置	◎ブレード飛散防御 ◎大型化（多発化）適合設計（機体/推進系統合設計、インテーク設計）
	D32. 耐環境性技術	◎耐放射線電子機器（SiC材料の検出器、GaNのトランジスタ） ○耐低温・耐低圧対策（ECS等装備品）
	D33. 超音速機認証へのDX技術適用	◎飛行シミュレータ（SVS認証） ○数値シミュレーション（着陸高迎角評価、ソニックブーム騒音基準認証）
	D35. 機体動揺低減技術	◎LIDAR高性能化 ◎動揺低減制御技術
	D36. 熱管理システム技術	◎熱管理システム（高信頼、軽量冷却、空調システム含む）
	D37. 最適運航管理技術	◎垂直速機との共存管理（慣性航法、空港管制等）
	D38. 降着装置の安全性・信頼性技術	◎着陸速度上昇/高迎角着陸への対策等

## 補足：SST の運用上の特徴と技術課題



将来想定される超音速機の運航イメージと実現に向けた技術課題

## 付録：略語一覧

略語	内容
MDAO	Multi-disciplinary Design, Analysis, and Optimization (多分野設計、解析、最適化)
CFD	Computational Fluid Dynamics (計算流体力学、数値流体力学)
VF	Vortex Flap (前縁から上面に渦を発生させる前縁フラップ)
DRE	Distributed Roughness Element (横流れ遷移を抑制するために分布された粗度要素)
PA	Plasma Actuator (壁面の極近傍の流れ場を制御するプラズマアクチュエータ)
DES	Detached Eddy Simulation (微小渦要素を高分解で捉える CFD 手法)
VCE	Variable Cycle Engine (亜音速/超音速でサイクルを可変にできるエンジン)
ECS	Environmental Control System (環境制御システム)
SVS	Synthetic Vision System (合成視界システム)
EVS	Enhanced Vision System (合成視覚装置：視界が限られた環境で視覚を提供する技術)
LIDAR	Laser Imaging Detection and Ranging (レーザー画像検出と測距)

以上