

■ 委員長

大和 裕幸

一般財団法人 次世代環境船舶開発センター 代表理事／国立大学法人東京大学 名誉教授

■ 委員(50音順)＜専門分野・氏名・所属＞

【電動化】	石塚 康治	株式会社デンソー 執行幹部 環境ニュートラルシステム開発部 部長／ エレクトリフィケーションシステム開発部 担当部長
【航空産業】	今清水 浩介	一般社団法人日本航空宇宙工業会 専務理事
【電機】	岩田 明彦	学校法人大阪産業大学 工学部 教授
【超音速】	大林 茂	国立大学法人東北大学 流体科学研究所 教授
【運航/整備】	北田 裕一	日本航空株式会社 取締役常務執行役員
【AI】	櫻井 鉄也	国立大学法人筑波大学 人工知能科学センター センター長/教授
【金融】	竹森 祐樹	株式会社日本政策投資銀行 業務企画部 イノベーション推進室長 兼 業務企画部担当部長
【機体開発】	巽 重文	一般財団法人日本航空機開発協会 専務理事
【オペレーター】	津田 佳明	ANAホールディングス株式会社 グループ経営戦略室 事業推進部長 兼 デジタル・デザイン・ラボ チーフ・ディレクター
【自動車/モビリティ】	新里 智則	本田技研工業株式会社 エクゼクティブチーフエンジニア
【航空エンジン】	平塚 真二	一般財団法人日本航空機エンジン協会 専務理事
【運航管制】	福島 幸子	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所 航空交通管理領域長
【学協会】	松尾 亜紀子	一般社団法人日本航空宇宙学会 会長/慶應義塾大学理工学部 教授
【運航/安全】	横山 勝雄	全日本空輸株式会社 取締役執行役員

＜関連省庁オプザーバ＞

福井 俊英	文部科学省 研究開発局宇宙開発利用課長
日暮 正毅	経済産業省 製造産業局航空機武器宇宙産業課長
北澤 歩	国土交通省 航空局安全部航空機安全課長
安藤 智啓	防衛装備庁 技術戦略部技術戦略課長

図1.1.1 委員名簿(敬称略)：航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン検討に係る有識者委員会(2021年5月末時点)

科学技術・イノベーション基本計画(概要)

現状認識

国内外における情勢変化

- 世界秩序の再編の始まりと、科学技術・イノベーションを中核とする国家間の覇権争いの激化
- 気候危機などグローバル・アジェンダの脅威の現実化
- ITプラットフォームによる情報独占と、巨大な量の偏在化

加速

新型コロナウイルス感染症の拡大

- 国際社会の大きな変化
 - ー 感染拡大防止と経済活動維持のためのスピード感のある社会変革
 - ー サプライチェーン寸断が迫る各国経済の持続性と強靱性の見直し
- 激変する国内生活
 - ー テレワークやオンライン教育をはじめ、新しい生活様式への変化

科学技術・イノベーション政策の振り返り

- 目的化したデジタル化と相対的な研究力の低下
 - ー デジタル化は既存の業務の効率化が中心、その本来の力が未活用
 - ー 論文に関する国際的地位の低下傾向や厳しい研究環境が継続
- 科学技術基本法の改正
 - ー 科学技術・イノベーション政策は、自然科学と人文・社会科学を融合した「総合知」により、人間や社会の総合的理解と課題解決に資するものへ

「グローバル課題への対応」と「国内の社会構造の改革」の両立が不可欠

我が国が目指す社会(Society 5.0)

国民の安全と安心を確保する持続可能な強靱な社会

【持続可能性の確保】

- SDGsの達成を見据えた持続可能な地球環境の実現
- 災害や感染症、サイバーテロ、サプライチェーン寸断等の脅威に対する持続可能で強靱な社会の構築及び総合的な安全保障の実現
- 現世代のニーズを満たし、将来の世代が豊かに生きていける社会の実現

この社会像に「信頼」や「分かち合い」を重ねる我が国の伝統的価値観を重ね、Society 5.0を実現

Society 5.0の実現に必要なもの

サイバー空間とフィジカル空間の融合による持続可能で強靱な社会への変革

「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環

Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

- 総合知やエビデンスを活用しつつ、未来像からの「バックキャスト」を含めた「フォーサイト」に基づき政策を立案し、評価を通じて機動的に改善
- 5年間で、政府の研究開発投資の総額 30兆円、官民合わせた研究開発投資の総額 120兆円 を目指す

国民の安全と安心を確保する持続可能な強靱な社会への変革

- (1) サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出
 - ・ 政府のデジタル化、デジタル庁の発足、データ戦略の完遂（ベースレジストリ整備等）
 - ・ Beyond 5G、スパコン、宇宙システム、量子技術、半導体等の次世代インフラ・技術の整備・開発
- (2) 地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進
 - ・ カーボンニュートラルに向けた研究開発（基金活用等）、循環経済への移行
- (3) レジリエントで安全・安心な社会の構築
 - ・ 脅威に対応するための重要技術の特定と研究開発、社会実装及び流出対策の推進
- (4) 価値共創型の新たな産業を創出する基盤となるイノベーション・エコシステムの形成
 - ・ SBIR制度やアントレpreneur教育の推進、スタートアップ拠点都市形成、産学官共創システムの強化
- (5) 次世代に引き継ぐ基盤となる都市と地域づくり(スマートシティの展開)
 - ・ スマートシティ・スーパードistrictの創出、官民連携プラットフォームによる全国展開、万博での国際展開
- (6) 様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用
 - ・ 総合知の活用による社会実装、エビデンスに基づく国家戦略※の見直し、策定と研究開発等の推進
 - ・ ムーンショットやSIP等の推進、知財・標準の活用等による市場獲得、科学技術外交の推進

※AI技術、バイオテクノロジー、量子技術、マテリアル、宇宙、海洋、環境エネルギー、健康・医療、食料・農林水産業等

知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化

- (1) 多様で卓越した研究を生み出す環境の再構築
 - ・ 博士課程学生の処遇向上とキャリアパスの拡大、若手研究者ポストの確保
 - ・ 女性研究者の活躍促進、基礎研究・学術研究の振興、国際共同研究・国際頭脳循環の推進
- (2) 新たな研究システムの構築(オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進)
 - ・ 研究データの管理・利活用、スマートラボ・AI等を活用した研究の加速
 - ・ 研究施設・設備・機器の整備・共用、研究DXが開拓する新しい研究コミュニティ・環境の醸成
- (3) 大学改革の促進と戦略的経営に向けた機能拡張
 - ・ 多様で個性的な大学群の形成（真の経営体への転換、世界と伍する研究大学の更なる成長）
 - ・ 10兆円規模の大学ファンドの創設

一人ひとりの多様な幸せと課題への挑戦を実現する教育・人材育成

探究力と学び続ける姿勢を強化する教育・人材育成システムへの転換

- ・ 初等中等教育段階からのSTEAM教育やGIGAスクール構想の推進、教師の負担軽減
- ・ 大学等における多様なカリキュラムやプログラムの提供、リカレント教育を促進する環境・文化の醸成

図1.2.1 第6期科学技術・イノベーション基本計画(概要)

現状

- 航空機産業界が国際的な優位技術を有する先進材料分野等、JAXAが有する世界最先端レベルの超音速機のソニックブーム低減技術、コアエンジンの低環境負荷技術、数値解析技術等及び他産業分野が有する電動化技術、生産技術、情報技術等が我が国の強み。
- 航空機産業における研究開発には、一般的に、多額の費用と長い開発期間が必要であり、諸外国でも公的機関が国費を投入。科学技術行政には民間企業等にはリスクの高い研究開発や企業単独で保有の難しい大型試験設備の整備等の対応が求められている。

知識集約型社会への大転換(モノからコトへ)を加速し、Society 5.0を実現

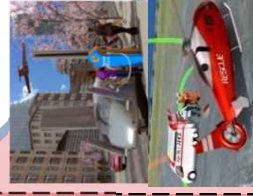
調和的創発

○既存形態の航空機による航空輸送・航空機利用の発展

- 持続可能性と利便性を両立した需要増、社会課題(環境問題、災害等)深刻化
- 安全性、信頼性、環境適合性、経済性等、社会共通の要求への対応
- 「より速く」、「より正確に」、「より快適に」、「より無駄なく」等のユーザー個々のニーズへの対応

○次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用

- 人間中心の交通ネットワークの実現、単なる移動手段にとどまらないインフラの変革
- ドローンの活用拡大や、より身近で手軽な移動手段として空飛ぶクルマの実現により可能となる物流、災害対応をはじめとする更なるユーザーニーズへの対応



未来社会
デザイン・
シナリオ

○優位技術を考慮した研究開発戦略

- 我が国の技術的優位性の適切な認識に基づく超音速機等の次世代の航空機・運航技術等、基盤技術の研究開発・産業界・関係行政への技術支援
- 優位性維持、施策実現のための継続的なリソース投入、関係機関との連携

○異分野連携も活用した革新技術創出

- 航空機電動化や空飛ぶクルマ等革新技术の実現に不可欠な電機産業や情報産業等との協働、更なる産学官の連携体制
- AI・ロボット・IoTの航空機製造・運航等への効果的な活用

○出口を見据えた産業界との連携

- 技術移転先(デュアルユース、施策を含む)との密接なコミュニケーションを通じた適切な計画の策定
- 実用化・製品化のためのシステム・インテグレーションの機会の増強・知見の蓄積

デザイン・
シナリオを
実現する
研究開発
基盤技術
整備
の方向性

○研究人材の改革

- 求められる人材(重点分野のスペシャリストであり続ける人材、国際的感覚を有する視野の広い人材)育成の環境・仕組み構築等

○研究環境の改革

- 産業の取組を後押しする個別の機関では導入が難しい飛行実証用航空機等の大型実験施設の整備・維持又は強化等

デザイン・
シナリオの
実現方策
を支える
システム
改革

○研究資金の改革

- 効率的に成果を出すためのリソース投入の重点化
- 産学官連携や異分野連携を含む民間企業との協働等

○研究開発実施組織の改革

- イノベーション創出につながる研究者の業績の適切な評価基準・若手研究者の活躍を後押しする仕組みづくり等

図1.2.2 航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン中間とりまとめ(概要)

World passenger traffic evolution

1945 – 2020

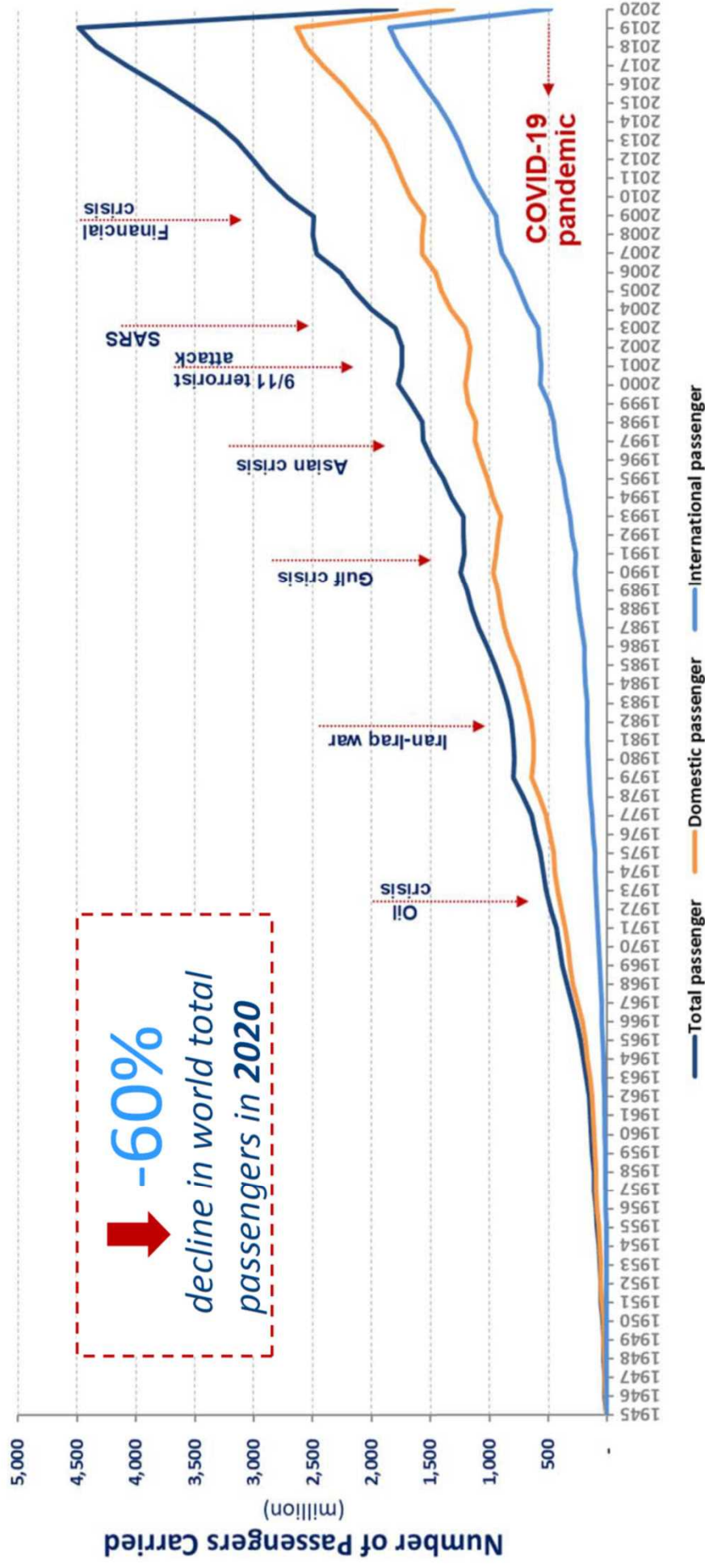


図2.1.1 世界の航空旅客数の推移

出典： Effects of Novel Coronavirus (COVID - 19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis, ICAO Air Transport Bureau, 2021年1月、<https://www.icao.int/sustainability/Pages/Economic-Impacts-of-COVID-19.aspx>

Global air passenger traffic forecast comparison, pre- and post-Covid²⁰

Comparison between the traffic forecasts used before Covid-19 hit and those used in the Waypoint 2050 report: the deep impact of Covid-19 on passenger traffic, as well as the long recovery will mean a 16% reduction in traffic in the central scenario in 2050.

コロナ禍による2050年の需要低下は16%程度あるが、需要の拡大傾向は維持される見通し

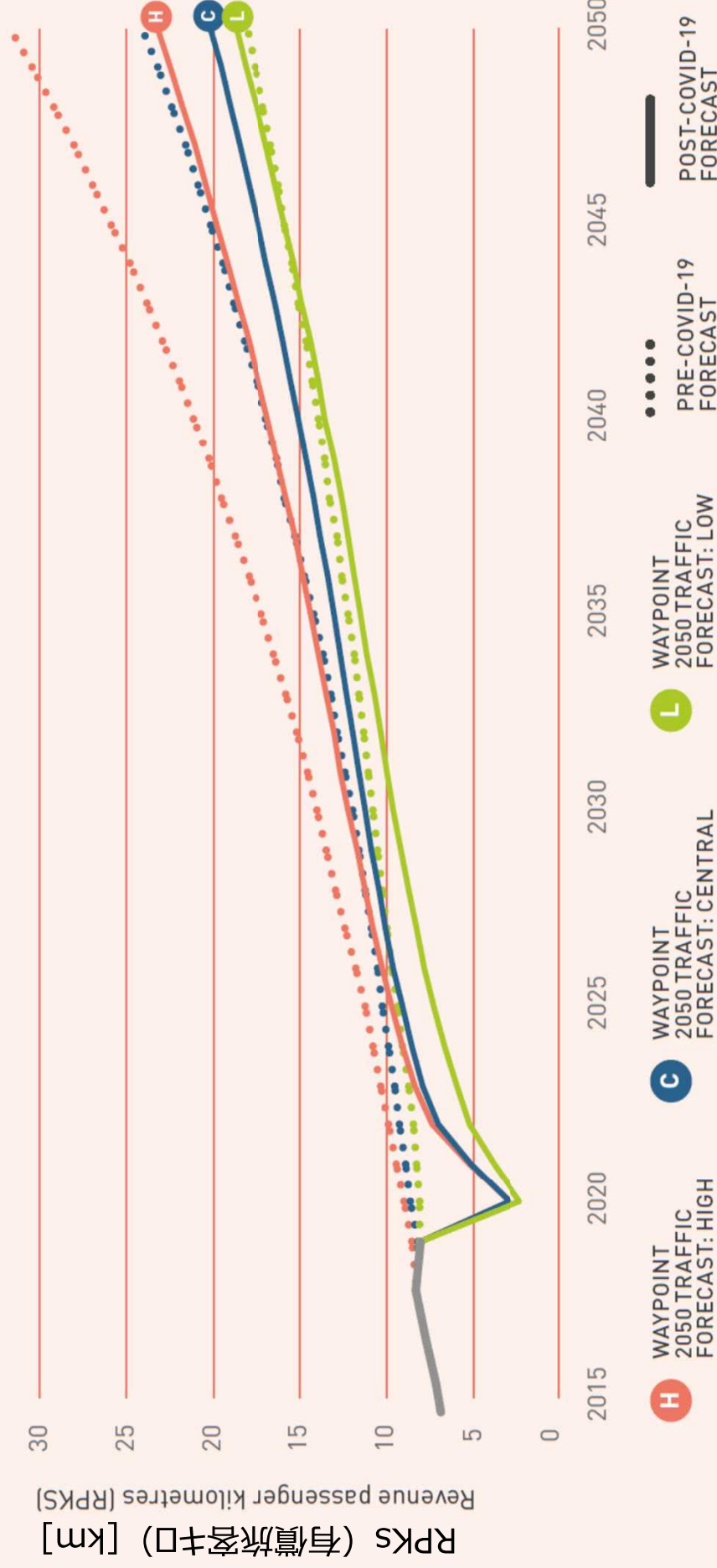


図2.1.2 コロナ禍を考慮した長期旅客需要予測

出典：「WAYPOINT2050, ATAG(Air Transport Action Group), 2020年9月」に追記

⑩航空機産業の 成長戦略「工程表」

- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化すべき政策手法： ① 目標、② 法制度（規制改革等）、③ 標準、④ 税、⑤ 予算、⑥ 金融、⑦ 公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
輸送	★ 規制 国際航空に関し、ICAOにより2019年比でCO2排出量を増加させないことを制度化（2021～2035年）							★ 目標 2050年時点でCO2排出量を2005年比半減（IATA目標）
●電動化	装備品電動化の研究開発 推進系電動化（ハイブリッド電動）の研究開発 ※ 電動化技術は小型機から順次搭載可能性（2020年代後半～）					技術実証	技術搭載・採用拡大	
●水素航空機 向け技術開発	水素航空機向けコア技術の研究開発					技術実証	技術搭載・採用拡大	技術搭載・導入拡大
●軽量化 効率化	エンジン効率化の研究開発（素材や設計等） 機体構造向け炭素繊維複合材の研究開発 ※ エンジン、電動化、水素関連技術は一部補完関係あり					技術実証	技術搭載・採用拡大	自立的拡大
●ジェット燃料	上記項目での欧米との国際連携を強化 【バイオジェット燃料等】安定した燃料製造技術の確立・低コスト化 【合成燃料】CO2から合成燃料までの一貫製造プロセスの確立 ※ 藻類の培養によるバイオジェット燃料は、カーボンサイクル産業の実行計画参照					技術実証	技術搭載・採用拡大	バイオジェット燃料等の国際市場の動向に応じて、競争力のあるバイオジェット燃料等の供給拡大 >>>

49

図2.1.3 グリーン成長戦略：航空機産業の成長戦略「工程表」

出典：経産省プレスリリース「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました」、
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

3つの研究開発プログラムとそれを支える基礎的・基盤的技術の研究

(1)社会からの要請に応える研究開発

国際競争力強化

航空安全/安心な社会

技術革新

(2)次世代を切り開く 先進技術の研究開発

文科省
研究開発計画

ECAT
航空環境技術の研究開発プログラム
Environment-Conscious Aircraft Technology Program



STAR
航空安全技術の研究開発プログラム
Safety Technology for Aviation and Disaster-Relief Program



SkyFrontier
航空新分野創造プログラム
Sky Frontier Program



Science & Basic Tech
基礎的・基盤的技術の研究
Aeronautical Science and Basic Technology Research



(3)航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発

文科省
研究開発計画

図2.2.1 JAXA航空技術部門の研究開発の全体像

- ①**企業戦略密着型**： ニーズが顕在化しており、コアとなる要素技術をメーカーと共同開発。要素技術レベルでメーカーは受け取れる。
- ②**ユーザー密着型**： 潜在的なニーズをユーザーと共に具体化する。ソリューションレベルまで作り上げないとユーザーは受け取れない。
- ③**多分野連携型**： 必要な要素技術が多分野に跨がるため、連携相手が多数。メーカー、ユーザーの両方と連携。新分野でニーズが顕在化していないことも多く、その場合はソリューションレベルまで作り上げる必要がある。
- ④**標準化型**： 新技術の普及や安全性確保に必要な規格・基準の提案を行う。公共性が高いためJAXA主導。新技術のニーズ顕在化（市場開拓）のためのステップとなる側面もある（新規格・基準を満たすために新技術が必要となる等）。
- ⑤**基盤技術提供型**： JAXAの基盤技術、設備を活用し、メーカーへの解析・評価ツールの提供や、メーカー技術の試験・評価を行う。

エコシステム：研究成果の社会実装の枠組み、ユーザー：最終製品・サービスを使う者、メーカー：最終製品・サービスを製作する者（分担含む）

エコシステムの型	典型例	研究開発時			社会実装時	
		連携する相手*	連携の形態	相手の担当	JAXAの担当	JAXAが関わる成果 成果を受け取る相手
① 企業戦略密着型	環境分野（低燃費、低騒音）	メーカー（少数）	共同研究	技術開発 評価環境 システム化	技術開発 評価環境	コア技術 連携相手と同じ
② ユーザー密着型	安全、防災分野	ユーザー（少数）	共同研究 協定	評価環境	技術開発 システム化	ソリューション 連携相手と同じ
③ 多分野連携型	異分野連携（気象、電動化）	メーカー、ユーザー (多数)	コンソーシアム	技術開発 評価環境 システム化	技術開発 評価環境 システム化	コア技術、あるいは ソリューション 連携相手と同じ
④ 標準化型	新技術に係る規格・基準化	メーカー、研究機関	連携相手と共に、標準化団体の活動に参画	技術開発 （標準化提案のパートナー）	技術開発 評価環境	規格・基準 規格を満たすコア技術 連携相手に限らないメーカー
⑤ 基盤技術提供型	CFD、風洞	連携は必須ではない	—	—	技術開発 評価環境	試験・解析・評価ツール／データ 不特定多数のメーカー

表内の赤字は各型の特徴的な要素

*技術開発リスクをシェアする研究機関（大学含む）は、どのエコシステムの研究開発時でも連携相手になり得る

図2.2.2 JAXA航空技術部門のエコシステム
（研究開発成果の社会実装の枠組み）

人と環境に優しい 持続可能な航空利用社会

1.環境負荷のない高速輸送で世界をつなぐ

(航空輸送の環境適合性・利便性の両立)

2.日常も災害時も誰にでも航空機の恩恵を

(航空による強靱な社会への貢献)

3.循環型のデジタル化した航空産業で世界をリード

(産業の競争力・持続可能性の強化)

■ 関連するSDGs目標



図3.1.1 目指すべきと考えられる将来像

1 航空輸送

持続可能な

航空輸送の発展



環境適合性の向上

環境適合性が向上した新型機の導入
SAF導入、4D運航（時間管理）の導入による効率的な運航

機体

運航



安全性の向上

ヒューマンエラーを低減するパイロット判断支援システムの導入
ヒューマンエラー、気象影響を低減する運航判断支援システムの導入

機体

運航



利便性の向上

海上超音速飛行機の導入、陸上超音速飛行機の開発
4D運航（時間管理）の導入、気象影響の低減による定時性・就航率の向上。他の交通手段との情報共有（顧客・運航情報等）による輸送サービスの一体化

機体

運航

2 航空利用拡大

持続可能で強靱な

社会への貢献



次世代エアモビリティ（オンデマンド旅客輸送、無人空中物流）

無人空中物流による省人化、eVTOLによる離島アクセス等の利便性向上など、次世代エアモビリティが、社会課題を解決



空中プラットフォーム

情報収集／通信中継等の手段として、空中プラットフォーム（小型無人機、HAPS（高高度滞空機）等）が社会実装



災害危機管理対応

有人機・無人機連携等による災害対応航空機を用いた「公助」の能力拡張と、「共助」「自助」への次世代航空利用技術の活用拡大



3 航空産業

持続可能な

産業への転換



航空機産業

完成機事業：国内完成機事業の再開・ファミリー化と共に次世代エアモビリティ市場が拡大
国際共同開発、装備品市場：システム統合力の向上によりシエア拡大
新たな動き：DX推進による既存システムの再構築や航空機廃材リサイクル等のバリューチェーン構築



MRO事業

ロボット導入による半自動化／省人化や個別機体に対するメンテナンスに基づいた整備の最適化等による国際競争力の強化。
OEMや運航者と連携したライフサイクルビジネス化が進む。



エアライン

航空機運航のCO₂排出量削減（SAF、新型機の導入、運航方式の効率化等）、デジタル化等による運航・整備面での省人化、多様化するニーズへの対応（超音速、次世代エアモビリティ等）

図3.2.1 将来像に沿った10年後の航空の姿

研究開発領域			
適用領域	Sky Green+	Sky4All	Sky DX
	環境・利便性	安全・安心	DX・自律化
	航空輸送 環境適合性 (CO₂排出低減) ●機体の低抵抗／軽量化／電動化 (MEA) ●ガスタービンエンジンの燃費性能向上 ●バイオ燃料 ●4D運航管制／飛行 ●電動ハイブリッド推進 ●水素利用 環境適合性 (騒音低減) ●機体の低騒音化 ●ガスタービンエンジンの環境性能向上 利便性 ●超音速機の環境適合性／経済性向上	安全性 ●ヒューマンエラー低減 安全性／利便性 ●気象影響防御	環境適合性／安全性／利便性 ●判断支援 (AI) 安全性 ●自動化オーソリティ向上／自律化 ●サイバーセキュリティ 利便性 ●情報通信／共有／統合 (ICT)
	航空利用拡大 次世代エアモビリティ／空中プラットフォーム ●騒音低減等の環境適合性の向上	共通 ●多様な機体／運航に適した管制 ●耐気象／全天候性の向上 次世代エアモビリティ ●機材の信頼性向上、装備品電動化 空中プラットフォーム ●滞空能力の向上 災害危機管理・対応 ●任務情報共有／統合 (ICT) ●高速VTOLの成立性向上	共通 ●サイバーセキュリティ 次世代エアモビリティ ●自動化オーソリティ向上／自律化 ●遠隔操縦 空中プラットフォーム ●遠隔操縦／複数航空機遠隔管理 ●情報通信／共有／統合 (ICT)
	航空産業 航空機産業 ●リサイクル (CFRPリサイクル) MRO事業 ●補修部品製作のオンサイト化、高速化 (3Dプリンタ、ロボット)	航空機産業 ●多様な機体に適した認証技術 MRO事業 ●コンディションベースメンテナンス (SHM、AI、ビッグデータ) ●デジタルツインによる予知メンテナンス	共通 ●サイバーセキュリティ 航空機産業 ●デジタル技術、データ科学、ブロックチェーン ●自動製造技術 ●自動化／自律化技術の認証技術 エアライン ●デジタル化による運航／整備の一体化 ●運航／整備の半自動化／省人化 MRO事業 ●検査／修理の半自動化／省人化

図3.3.1 抽出された技術課題とJAXA航空技術部門が取り組むべき研究開発領域

重点課題	研究テーマ	将来像との整合性	意義・価値	強み（JAXA、日本の優位技術）	エコシステム
A) CO ₂ 排出低減技術	- コアエンジン技術 - 電動ハイブリッド推進技術 - 水素電動エンジン技術 - 革新低抵抗・軽量化機体技術など	航空輸送の環境適合性・利便性の両立の観点で一致。 SDGs目標7, 9, 12, 13に対応。	優位な環境性能を実現する技術を開発・実証し、国内航空産業の競争力強化に貢献すると共に、環境負荷を低減し、持続可能な航空輸送の発展に貢献する。	- 低NOxリーバン燃焼器技術、高温高効率タービン技術 - 胴体BLIファン技術、耐故障技術 - 燃料電池・ガスタービン複合サイクルエンジン技術 - 摩擦抵抗低減技術、最適構造設計技術	企業戦略密着型：国内メーカーと共同研究で開発し、国際共同開発でのシェア獲得を狙う 多分野連携型：ECLAIRコンソーシアムを活用し、多分野技術を産学官で分担して研究開発
B) 静粛超音速機技術	静粛超音速機統合設計技術	航空輸送の環境適合性・利便性の両立の観点で一致。 SDGs目標8, 9に対応。	陸上超音速飛行を可能とすることで超音速機市場を拡大し、持続可能なものにする。併せて、低ブーム超音速機の国際共同開発への我が国産業界の参画を実現する。	- 全機ロバスト低ブーム設計技術：広範なソニックブーム到達域と飛行条件に対する低ブーム設計技術 - 統合設計技術：環境適合性（ソニックブーム低減）と経済性（低燃費）を両立	標準化型：海外研究機関と連携してICAOに飛行実証結果を提供し、陸上超音速飛行の基準策定に貢献 企業戦略密着型：海外OEM等と共同で実証し、国際共同開発でのシェア獲得を狙う
C) 多種・多様運航統合／自律化技術	- 有人・無人混在運航管理技術 - eVTOL高密度運航管理技術など	航空による社会への貢献の観点で一致。 SDGs目標8, 9, 11, 13に対応。	多種の航空機が効率的に多様な運航をするための運航管理技術を開発・実証し、災害・危機管理対応における有人機・無人機混在や、空飛ぶクルマ(eVTOL)の効率的な運航環境の実現に貢献する。	- 低高度を運航する有人航空機の運航管理技術（D-NET） - 無人機の運航管理技術（UTM）	多分野連携型：官民協議会、ECLAIRコンソーシアムを活用し、多分野技術を産学官で分担して研究開発 標準化型：官民協議会を活用し、自動飛行や運航管制の基準策定に貢献
D) 航空機ライフサイクルDX	- デジタル統合設計 - デジタルフライト - デジタルテストタイミング／プロトタイプینگなど	産業の競争力・持続可能性の強化の観点で一致。 SDGs目標8, 9, 12に対応。	DXにより多分野統合システム設計、試作・テスト・試験シミュレーション技術、AI/機械学習技術、複合材料解析技術など。	試験データに裏付けられた解析技術：数値シミュレーション技術、AI/機械学習技術、複合材料解析技術など。 大型試験設備と試験技術：スパコン、風洞、複合材設備などのインフラと高精度のデータ取得する試験技術	基盤技術提供型：コンソーシアムを活用し、共通基盤ツールやノウハウを機体メーカー、ITベンダ等と連携して開発し、技術移転 標準化型：機体メーカー、認証機関と連携し、解析による認証（CbA）におけるガイドライン策定に貢献

表3.4.1 重点課題A～Dの選定条件に対する評価



課題

C

国土強化、空の移動革命
を実現する多種・多様運航
統合／自律化技術

課題

D

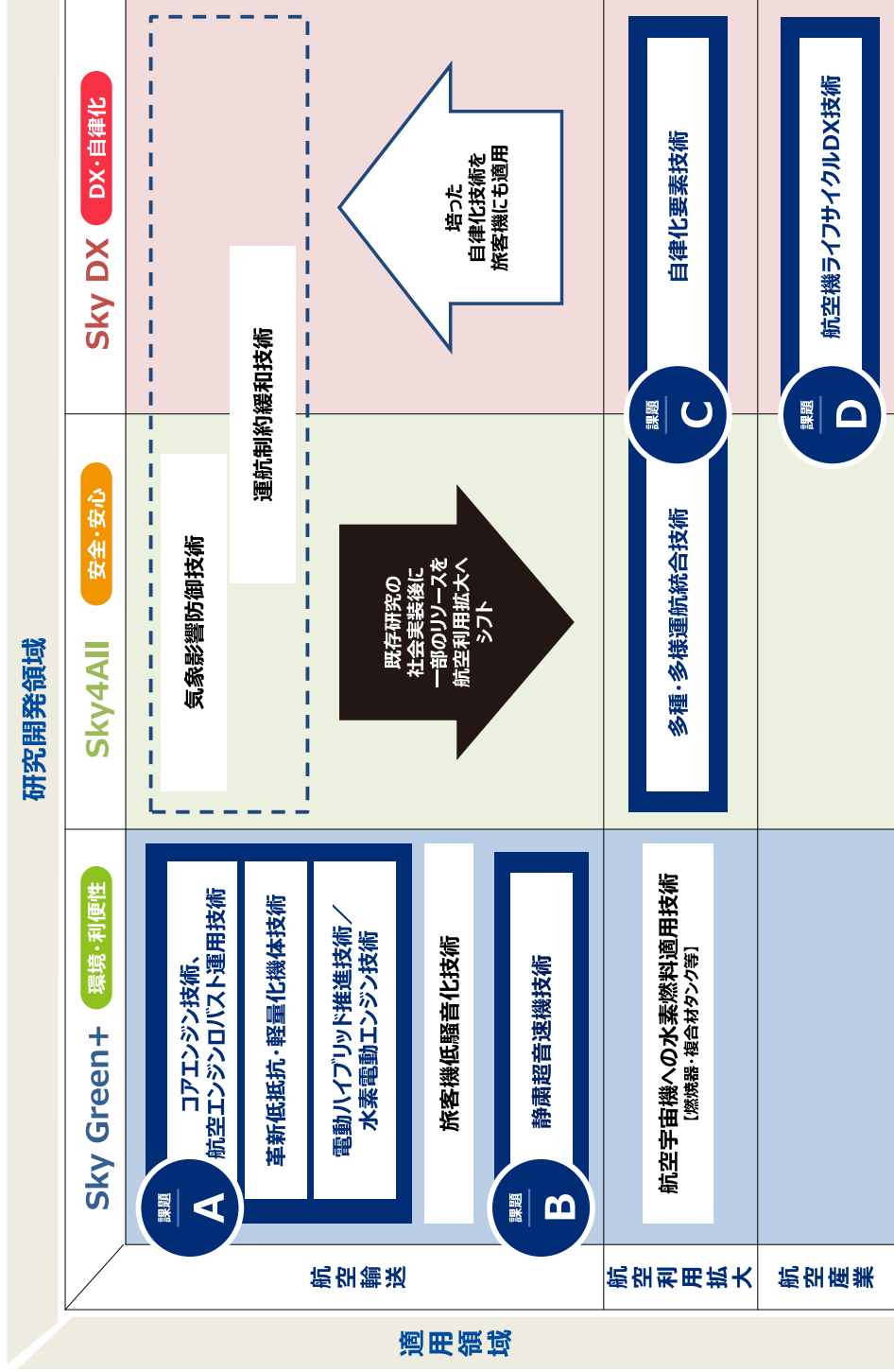
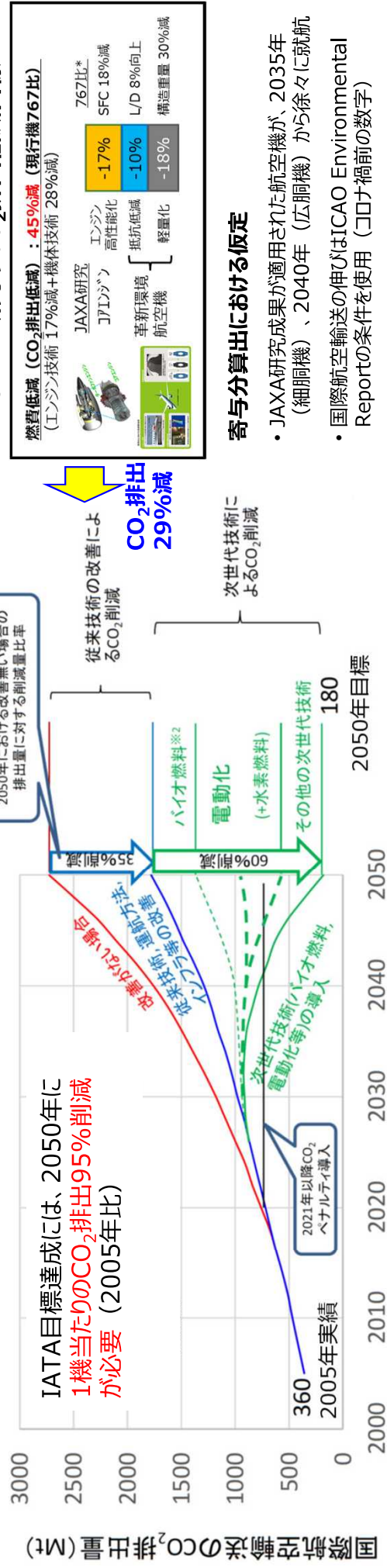
新たな航空機を創出する
航空機ライフサイクル
DX技術

図3.4.2 取り組むべきと考えられる重点課題とそれ以外の主な技術課題



CO₂排出削減目標に対する従来技術改善と電動化の寄与 (出典の図に加筆)
出典：航空機電動化コンソーシアム「航空機電動化将来ビジョン」2018年12月

JAXA研究のCO₂排出低減目標

寄与と分算出における仮定

- JAXA研究成果が適用された航空機が、2035年(細洞機)、2040年(広洞機)から徐々に就航
- 国際航空輸送の伸びはICAO Environmental Reportの条件を使用(コロナ禍前の数字)
- 機材構成比はNASA論文等を参考に設定

図4.1.1.1 技術課題の全体像(重点課題A:CO₂排出低減技術)

1 コアエンジン技術(En-Core)

現在の研究開発課題

環境性能 (CO₂/NOx排出削減) を高める**燃焼器技術**と**タービン技術**を実証し、国際競争力強化に貢献する

エンジン燃費向上

2 航空エンジンロバスト運用技術

低燃費・軽量化及びSAFの適用範囲拡大に資する**運転範囲拡大・安全性向上**技術を実証し国際競争力強化に貢献する

3 革新低抵抗・軽量化機体技術

優れた環境性能を実現する**低抵抗・軽量化**技術を開発・実証し、国際競争力強化に貢献する

抵抗低減技術

層流及び乱流摩擦抵抗低減による空力性能向上

リブレット

層流翼

層流及び乱流摩擦抵抗低減による空力性能向上

最適構造設計

自動積層装置により荷重に沿った最適な複合材積層構造を実現

STEP1 FEM解析による主応力ベクトル取得

STEP2 カーブデータ変換

STEP3 積層方向定義

自動積層装置により荷重に沿った最適な複合材積層構造を実現

4 5 電動ハイブリッド推進技術／水素電動エンジン技術

世界トップの燃費削減効果を有する**電動ハイブリッド推進システム**により、CO₂排出を抜本的に削減する

「エミッションフリー航空機」のキー技術

多発電動BLI*ファン

胴体境界層の制御とファン面積の増加により、推進効率を向上

*BLI: Boundary Layer Ingestion

SOF-C-GT***複合サイクルエンジン

燃料電池とジェットエンジンを組み合わせ、熱効率を向上

** SOFC-GT: Solid Oxide Fuel Cell - Gas Turbine

総合効率＝熱効率×推進効率

熱効率と推進効率の両方を向上させ、圧倒的な燃費削減を実現

図4.1.1.2 研究開発テーマの概要（重点課題A: CO₂ 排出低減技術）

既存技術の性能向上（コアエンジン技術、革新低抵抗・軽量化機体技術等）に加え、**電動ハイブリッド推進技術**や**水素電動エンジン技術等の新技術**を社会実装し、2020年代後半から2030年代前半に予想される次世代細胴機や次世代広胴機の**国際共同開発**でのシェア獲得及び**国内完成機事業の後継機開発**に貢献する。

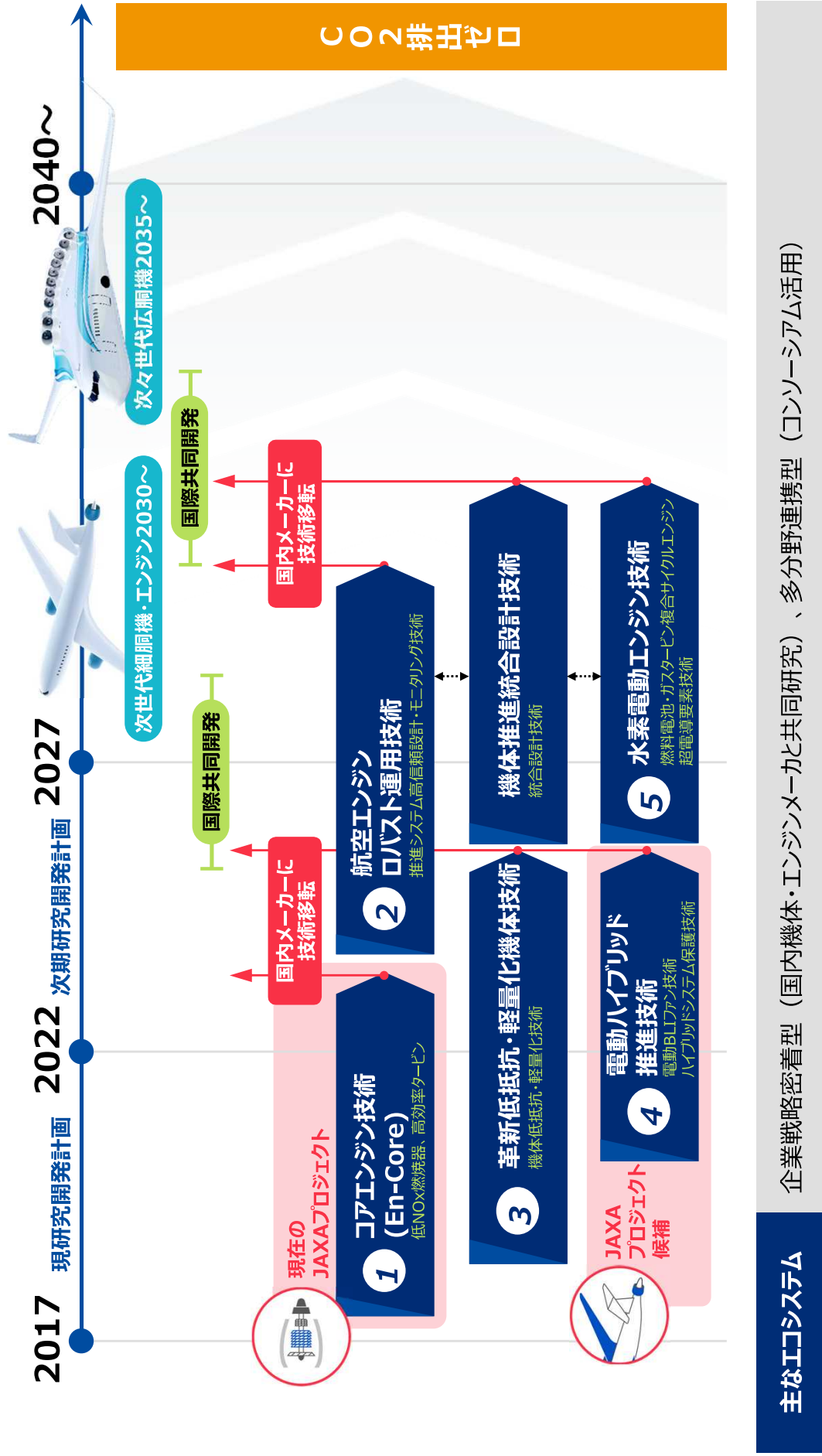


図4.1.1.3 研究開発のロードマップ（重点課題A:CO₂排出低減技術）

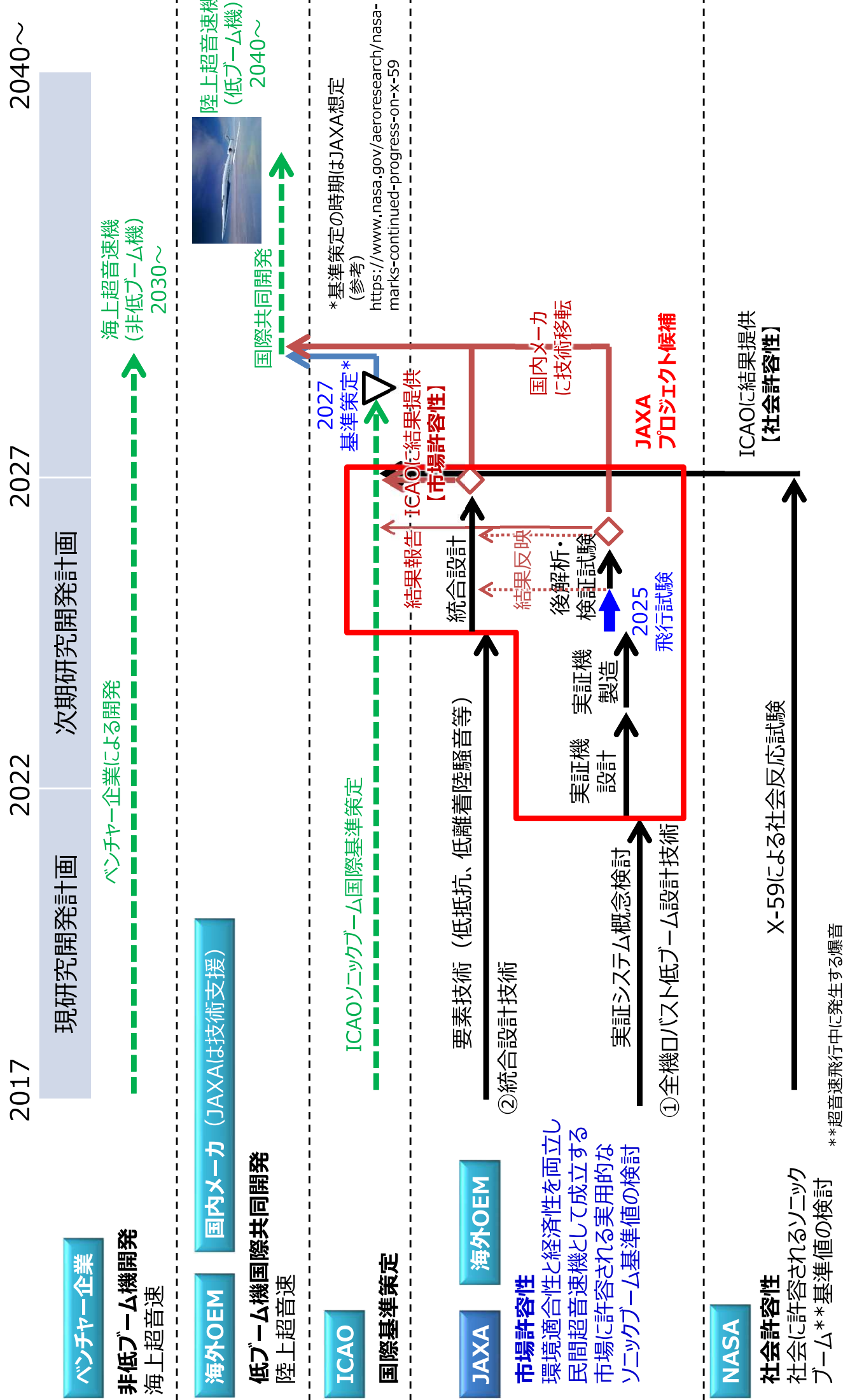


図4.1.2.1 技術課題の全体像 (重点課題B: 静粛超音速機技術)

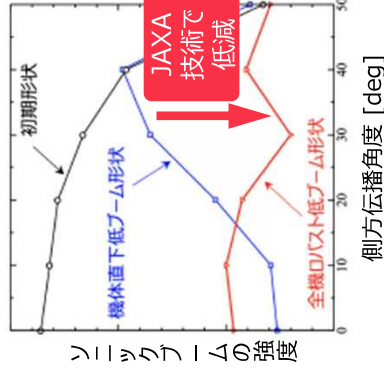
1 全機ロバスト 低ブーム設計技術



ソニックブームを広範囲に低減し
超音速機の騒音基準を満たす
機体設計技術を飛行実証し、
国際基準策定に貢献する

全機ロバスト低ブーム設計技術

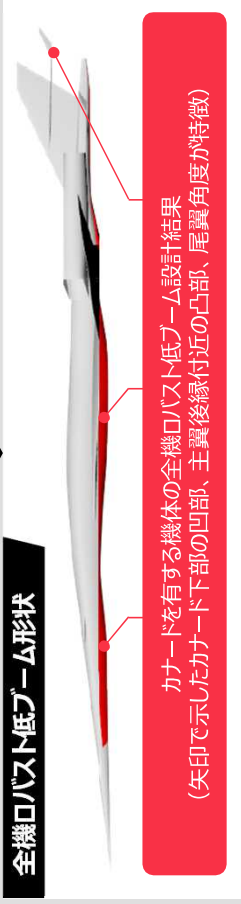
機体形状の最適化技術（特許申請）により、
地上に伝わるソニックブームを側方でも低減



機体直下低ブーム形状

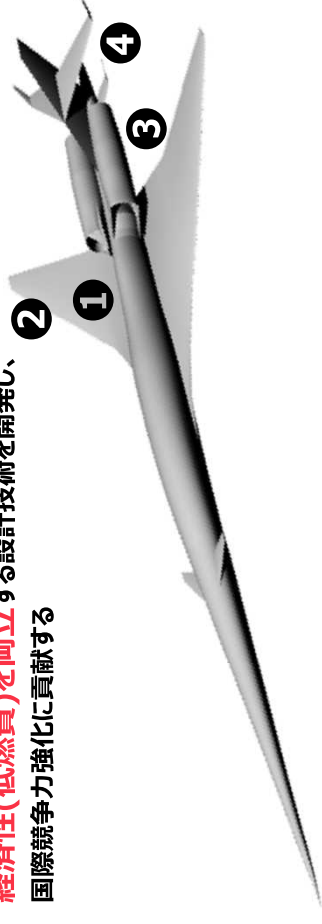


全機ロバスト低ブーム形状



2 統合設計技術

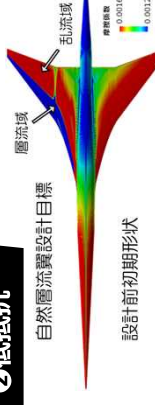
超音速機の環境適合性(低騒音)、
経済性(低燃費)を両立する設計技術を開発し、
国際競争力強化に貢献する



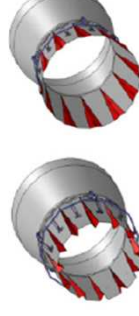
①空力性能改善



②低抵抗



③低離着陸騒音



④低ソニックブーム

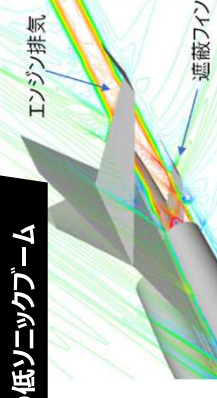
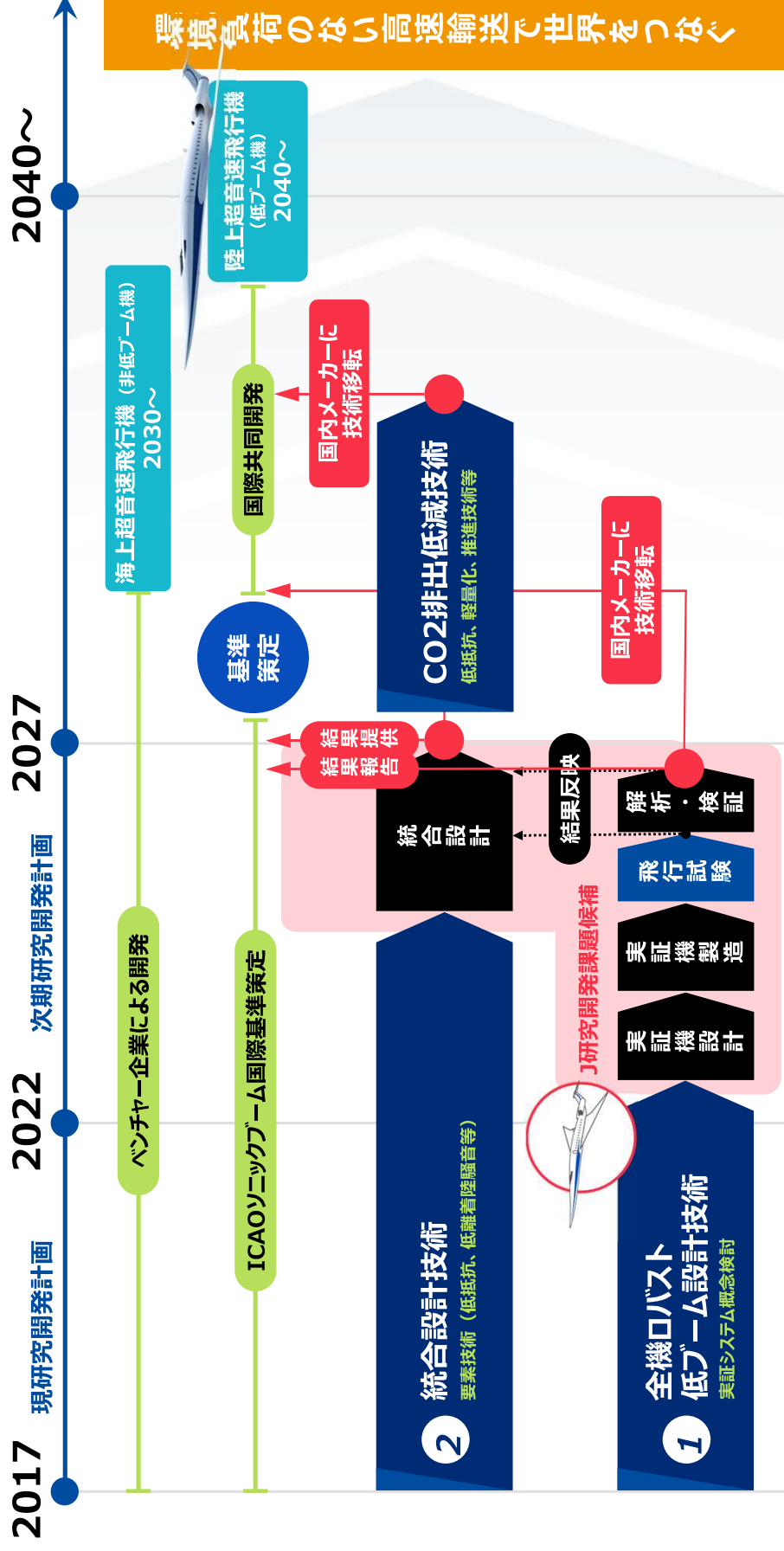


図4.1.2.2 研究開発テーマの概要（重点課題B：静粛超音速機技術）

ソニックブーム低減技術を核に、2030年代に予想される陸地上空を超音速飛行する超音速機の市場を拓く国際基準策定を推進し、超音速機の国際共同開発でのシェア獲得に貢献する。



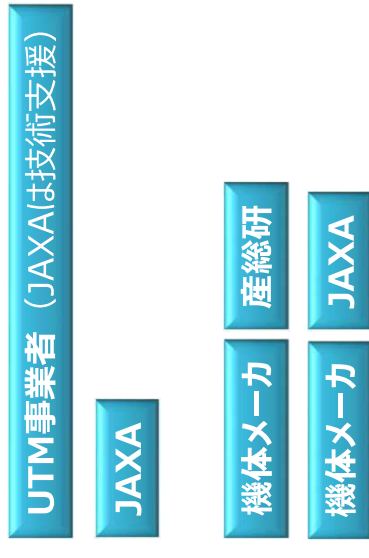
主なエコシステム
標準化型（国際基準策定に貢献）、企業戦略密着型（海外OEM等と共同研究）

図4.1.2.3 研究開発テーマのロードマップ(重点課題B: 静粛超音速機技術)



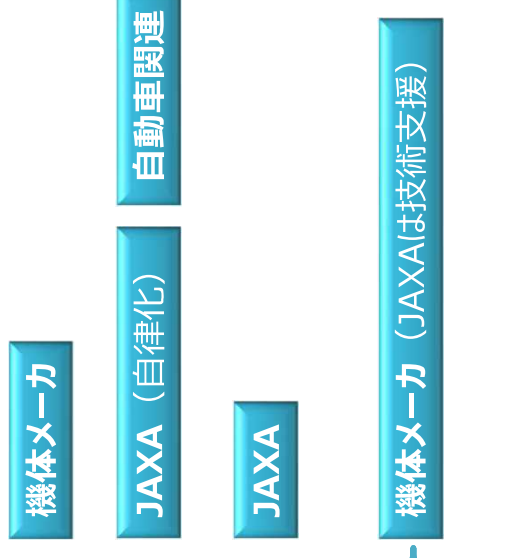
空の産業革命で示されている技術課題

- UTMの本格的な社会実装
 - ✓ 動態飛行情報共有の段階的導入
 - ✓ **航空機、小型無人機相互間の安全確保と調和**
- 高い安全性と信頼性の機体
 - ✓ 落ちない・落ちても安全
 - ✓ **高度な自律飛行**



空の移動革命で示されている技術課題

- 安全性・信頼性の更なる向上
- 機上システムによる高度な操縦支援
(自動飛行)、地上からの遠隔操縦、
高度な自動飛行
- **多数機の運航管理、衝突回避等**
- 航続距離の向上
 - ✓ 電池、モーター、ハイブリッド、軽量化等の技術開発
- 静粛性の向上
 - ✓ 回転翼の騒音を低減させる技術の開発等



空の移動革命ロードマップ：空の移動革命に向けた官民協議会、2018年12月20日

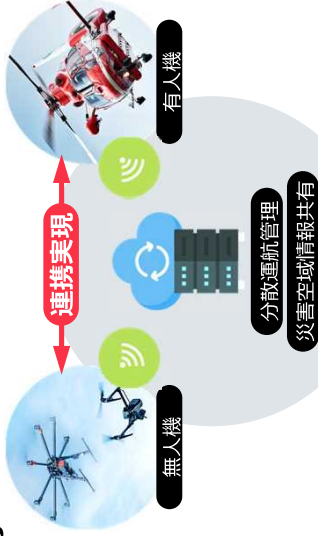
図4.1.3.1 技術課題の全体像(重点課題C:多種・多様運航統合／自律化技術)

1 有人・無人混在運航 管理技術



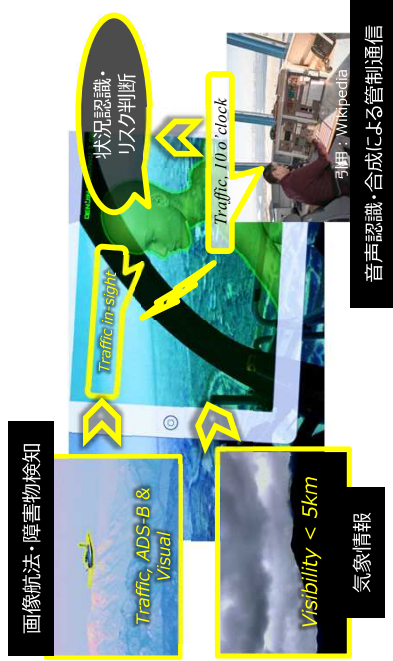
研究開発課題
候補

有人機・無人機の運航統合技術を実証し、災害時に混在運航できる環境を実現する



3 自律化要素技術

「出発から到着まで人間が介在しない完全な自律運航」の成立性を飛行実証し、マルチエアモビリティの完全な運航統合／フリーフライト実現に貢献する



2 eVTOL 高密度運航管理技術



研究開発課題
候補

VFR機とeVTOL機が同一空域で高密度運航する技術を実証し、マルチエアモビリティ混在運航の実現に貢献する

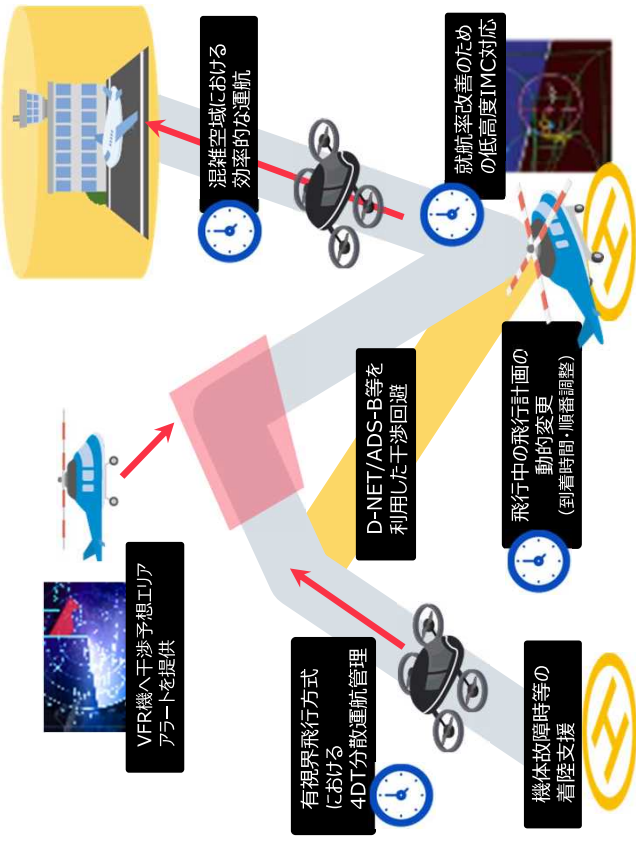


図4.1.3.2 研究開発テーマの概要（重点課題C：多種・多様運航統合／自律化技術）

有人・無人機の混在運航や高密度運航を実現する**多種・多様運航統合技術**、高度な自律飛行を実現する**自律化要素技術を社会実装**し、2020年代半ばの災害対応能力の向上、2030年代前半の空の移動革命の実現に貢献する。



主なエコシステム

多分野連携型（メーカ・運航事業者・ベンチャーと役割分担）、標準化型（運航管理、自律化等の基準策定に貢献）

図4.1.3.3 研究開発テーマのロードマップ（重点課題C：多種・多様運航統合／自律化技術）

効率化、迅速化だけでなく、革新的な性能向上も狙う

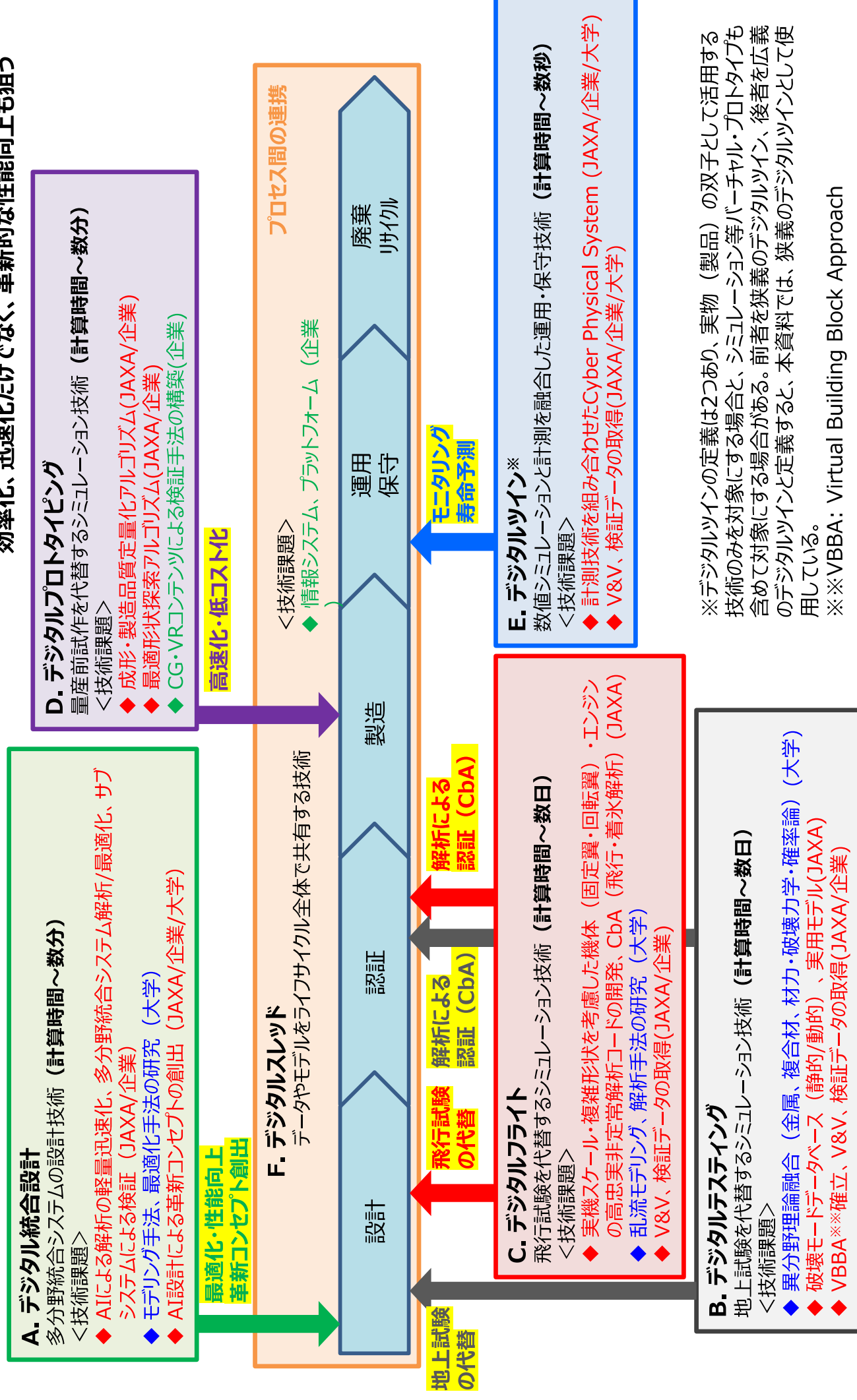
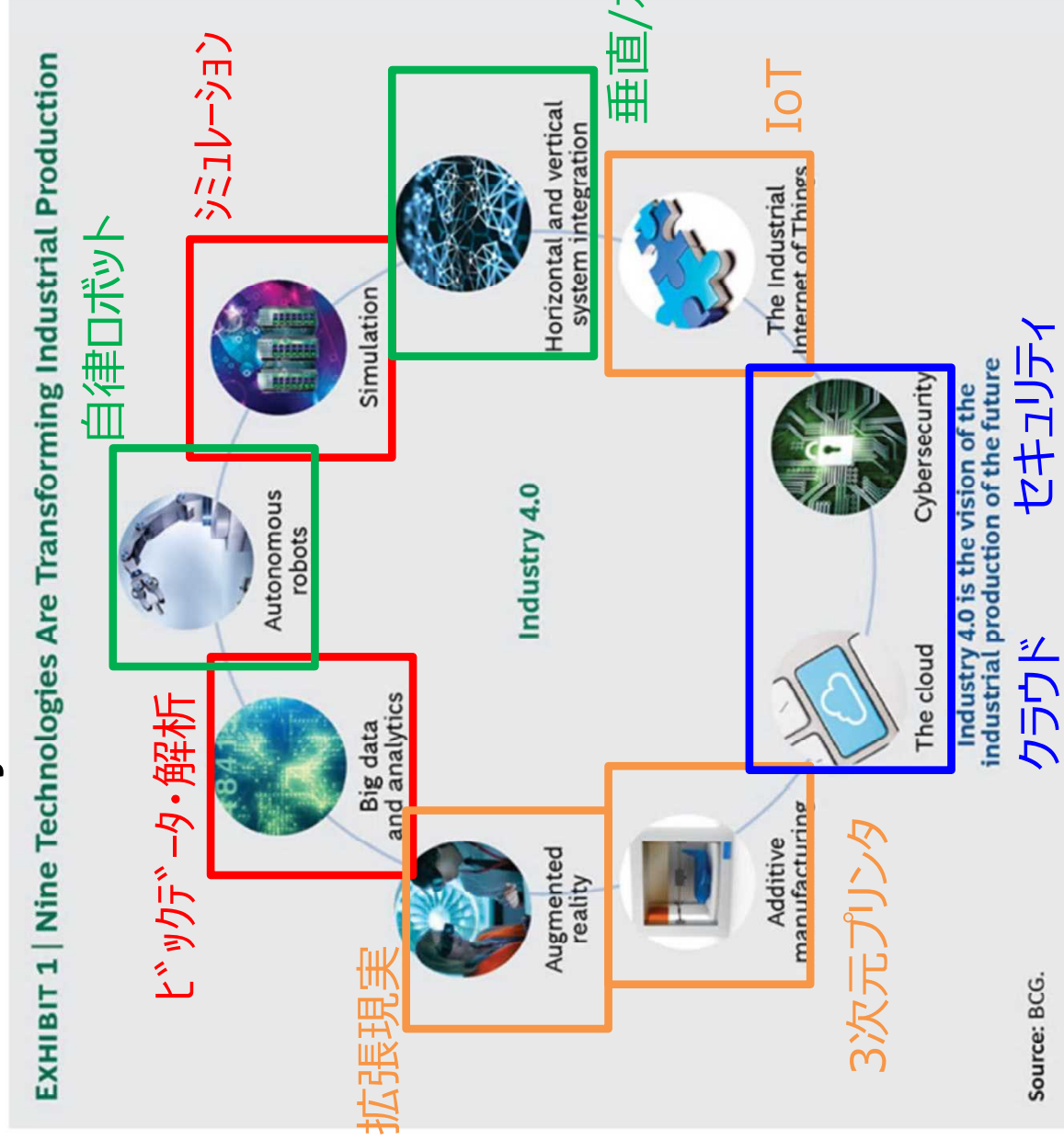


図4.1.4.1 技術課題の全体像(重点課題D:航空機ライフサイクルDX技術)(1/2)

Industry 4.0における9つの重要技術



JAXA/大学が主に担当する部分

ITベンダが主に担当する部分

製造メーカーが主に担当する部分

JAXA/大学/ITベンダ/製造メーカーの連携

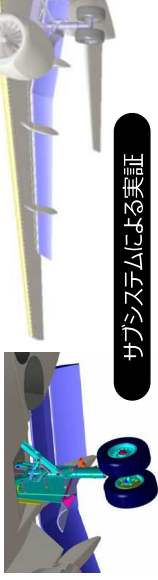
Philipp Gerbert, et. al., Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, Boston Consulting Group, 2015.

図4.1.4.1 技術課題の全体像（重点課題D：航空機ライフサイクルDX技術）(2/2)

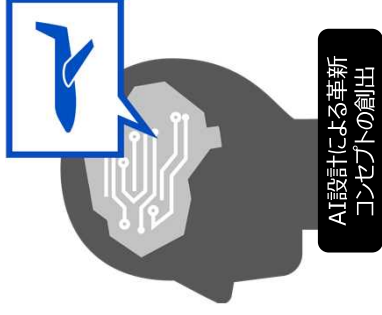
1 デジタル統合設計

■ 多分野統合システム設計の研究開発

AIによる解析の軽量迅速化、多分野統合システム解析（空力・構造・飛行・制御・推進等）技術を構築し、サブシステムで実証。
AI設計により革新コンセプトを創出



サブシステムによる実証

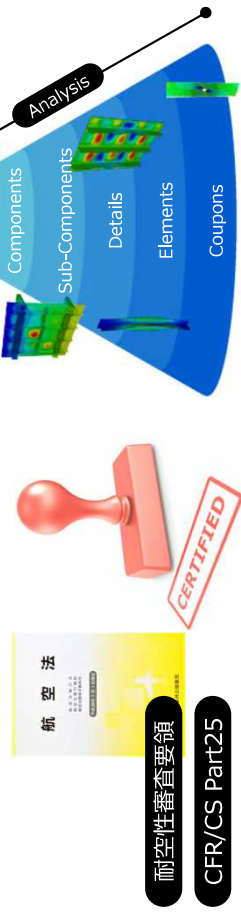


AI設計による革新
コンセプトの創出

3 デジタルテストイング

■ 構造強度証明を迅速化する技術開発

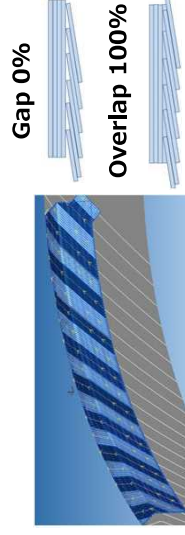
航空法に適合した一貫性ある解析技術適用により
認証期間を短縮、国際競争力強化に貢献する



4 デジタルプロトタイプング

■ 迅速な量産開始を実現する研究開発

サイバー空間での試作シミュレーション手法を
構築し、開発プロセスの実証研究を行う



2 デジタルフライト

■ 飛行試験の代替を実現する研究開発

実機スケール・複雑形状を考慮した離着陸形態の
高忠実非定常空力解析の検証。
飛行シミュレータを用いた認証（CbA）の提案



離着陸形態の
非定常解析
及び検証



飛行シミュレータを用いたCbA

図4.1.4.2 研究開発テーマの概要（重点課題D：航空機ライフサイクルDX技術）

実試験で実証された解析技術（主に空力・構造分野）を社会実装し、2020年代後半にも予想される次世代細胴機、次世代エアモビリティ等の開発・運用や国内完成機事業の再開を対象として航空機ライフサイクル全体のデジタル化を推進する。

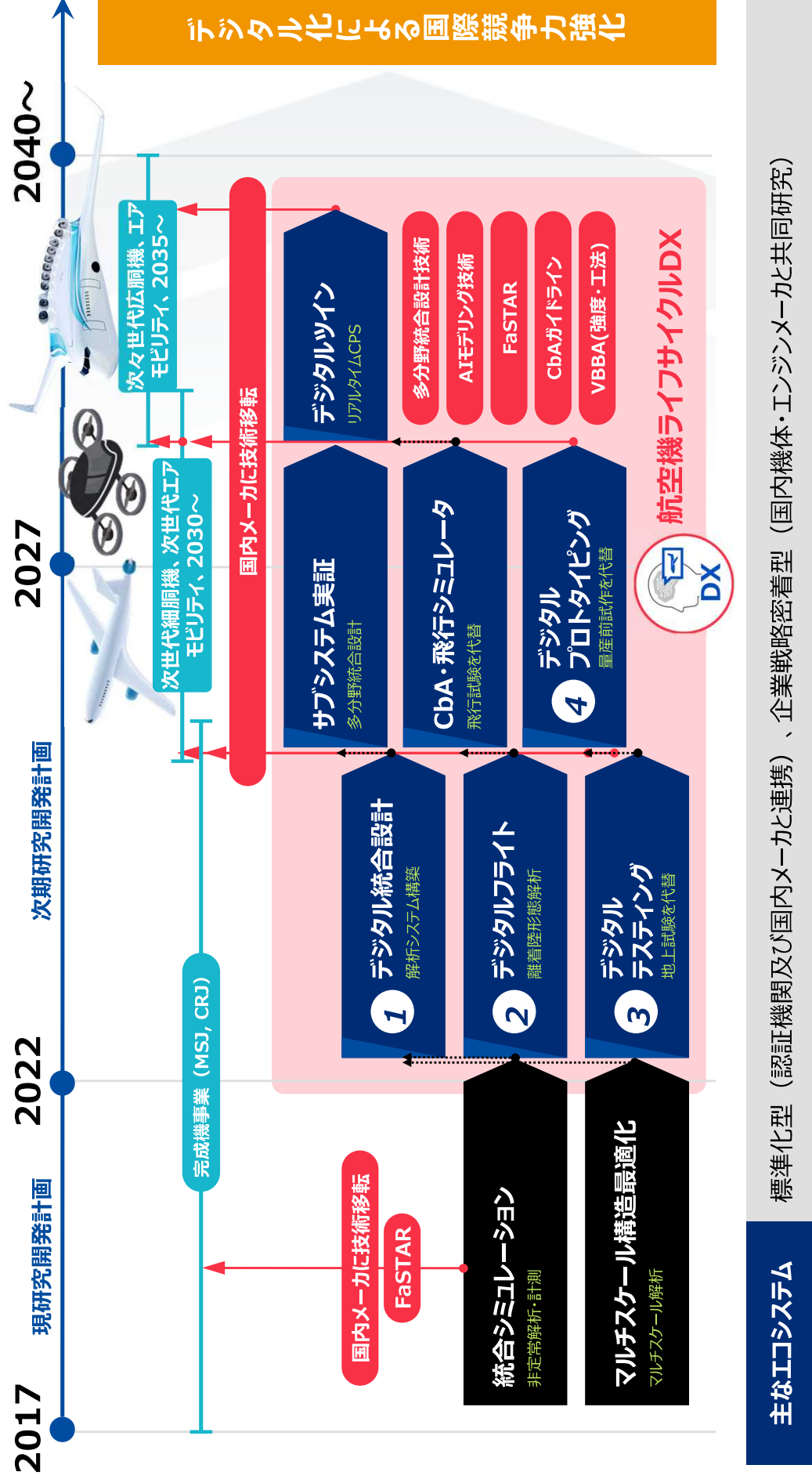


図4.1.4.3 研究開発テーマのロードマップ（重点課題D：航空機ライフサイクルDX技術）

次期研究開発計画

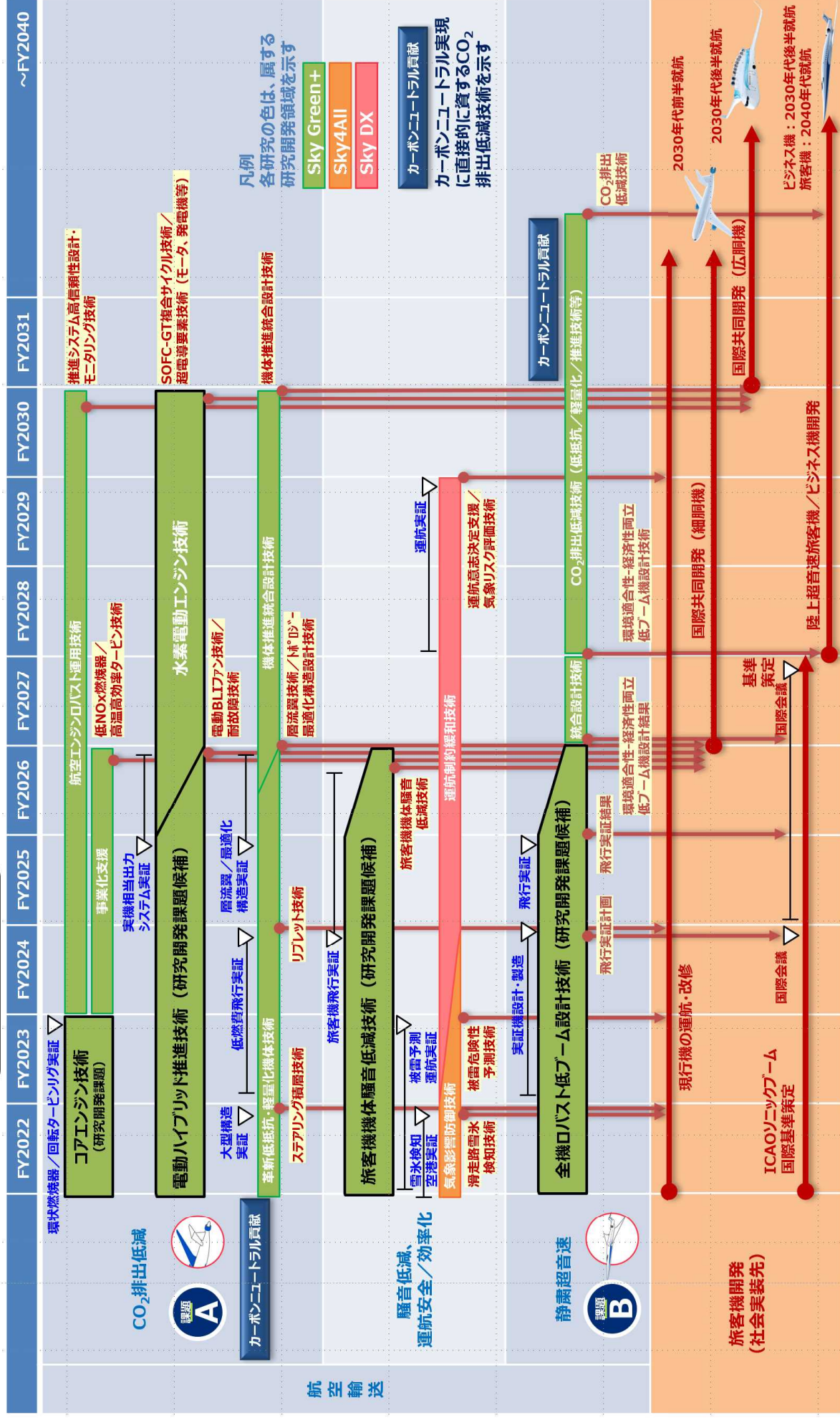


図4.3.1 研究開発ロードマップ案(1/2)

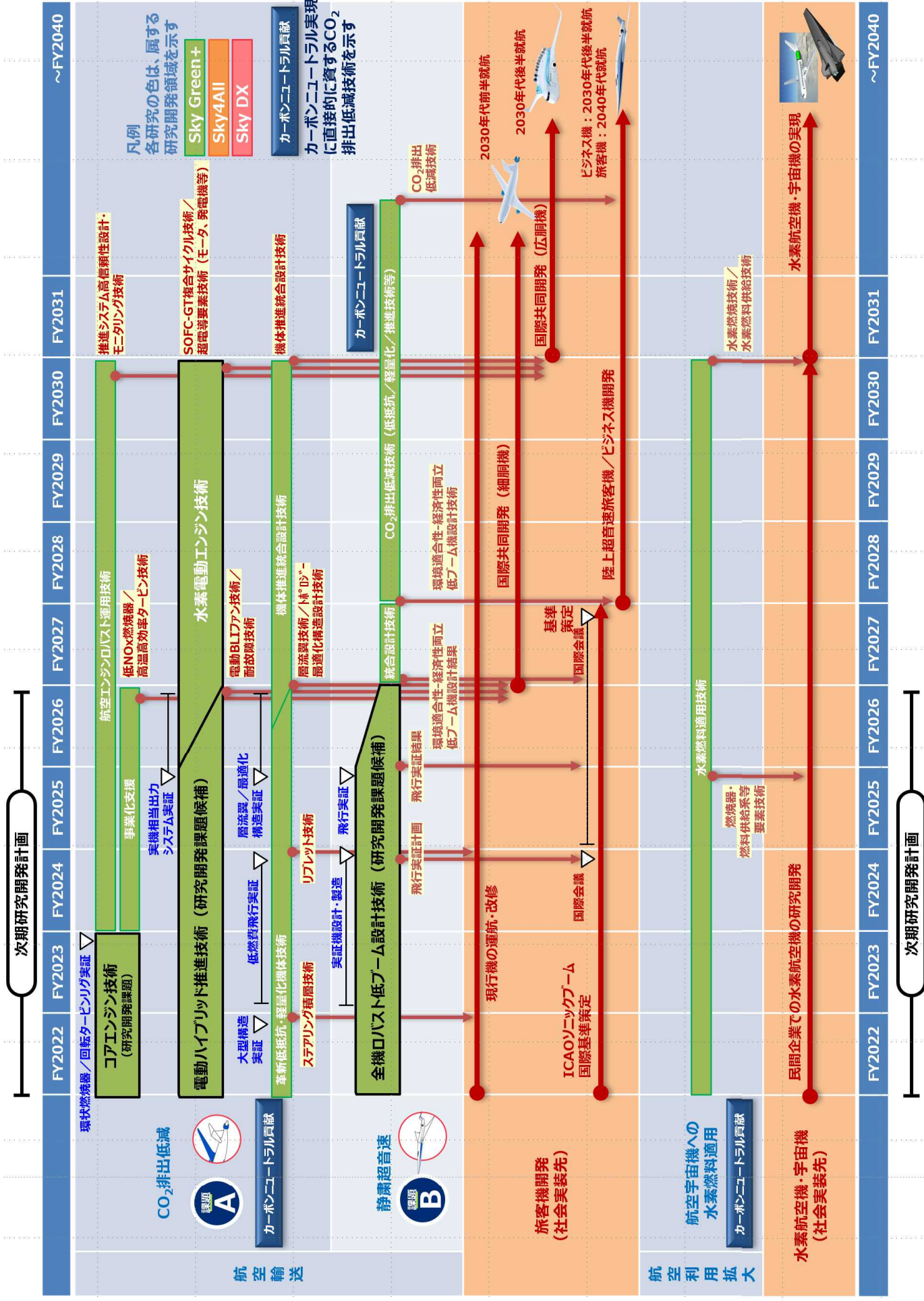


図4.3.2 カーボンニュートラルの実現に資する研究開発ロードマップ案

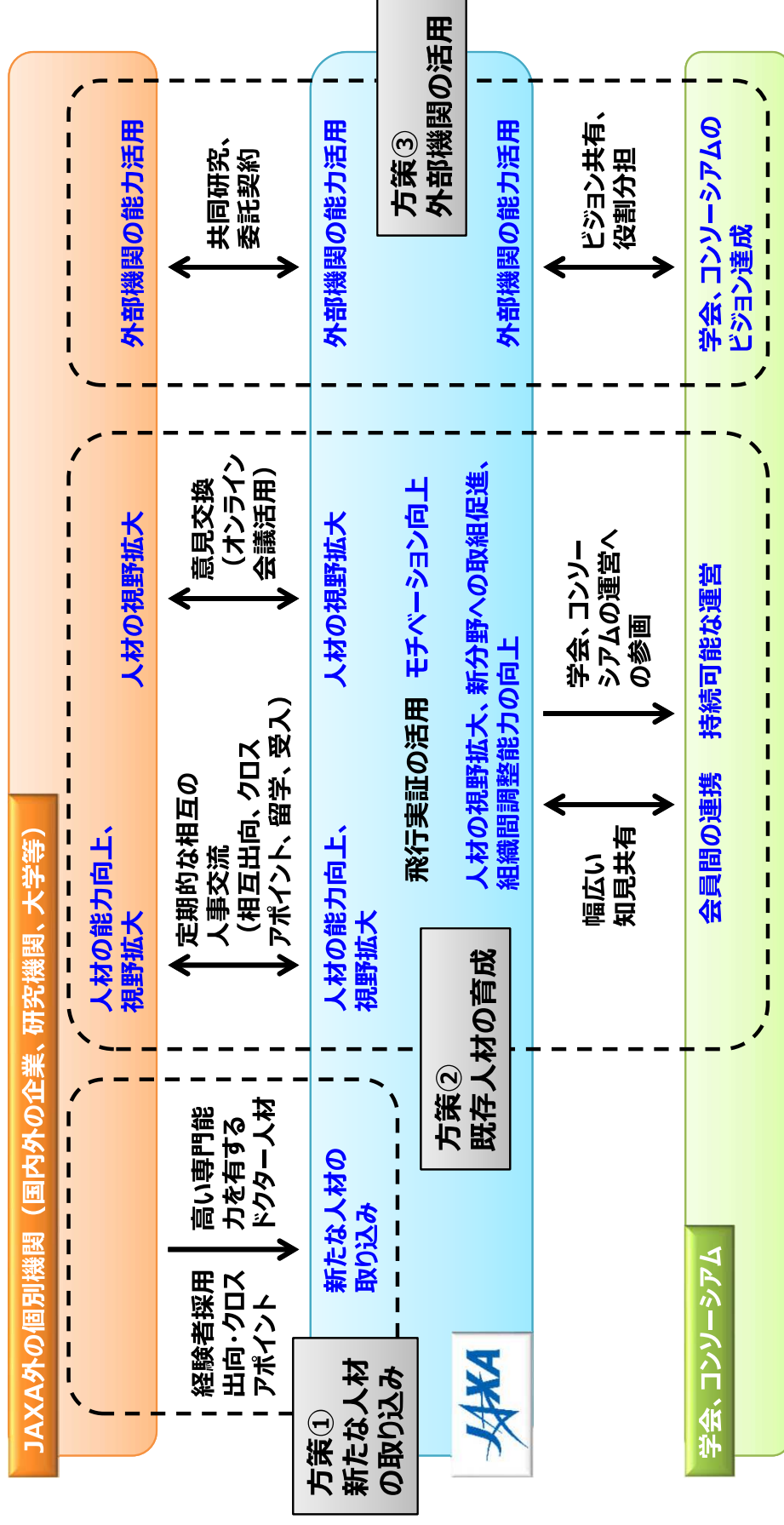


図5.2.2.1 新しい研究開発に必要と考えられる人材育成・活用策