

2025 年度

航空機等に関する技術開発動向調査報告書

2026 年 3 月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

はしがき

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金では、「情報収集及び情報提供事業」の一環として、毎年、航空機等に関する技術開発動向調査を実施しています。2025年度も、当基金に外部専門家で構成される航空機等に係る「技術開発動向調査委員会」を設置し、航空機の開発・製造等に関する国の政策や内外の最新の技術開発等の動向を調査分析し、将来展望等を議論してまいりました。

本報告書は、2025年度に実施した調査の成果を取り纏めたものです。

この調査報告が、我が国航空機産業の拡大・発展のために役立つことを期待します。

2026年3月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

2025 年度技術開発動向調査委員会委員名簿

(2026. 1. 1 更新)

区分	氏名 (敬称略)	所属・役職
委員長	石川 隆司	名古屋大学 客員教授
委員 (五十音順)	浦野 明崇	三菱重工業株式会社 民間機セグメント 事業開拓部 次長
	奥田 章順	株式会社航想研 代表取締役
	成岡 優	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 事業推進部 (併) 経営企画部 企画課 主任
	姫野 武洋	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
	森 祐司	株式会社 I H I 航空・宇宙・防衛事業領域 民間エンジン事業部 技術部 システム・構造部品設計グループ グループ長
	横関 智弘	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
事務局	関 淳夫 濱本 健司 佐藤 真一郎	公益財団法人航空機国際共同開発促進基金 専務理事 公益財団法人航空機国際共同開発促進基金 企画調査部長 公益財団法人航空機国際共同開発促進基金 企画調査部部長 代理

2025年度 報告書目次

第1章	はじめに	
1.1	調査事業の趣旨と目的	3
1.2	調査委員会の構成と運営	3
第2章	民間航空機等の国際共同開発に関する動向	
2.1	調査対象期間（2025年1月1日から2025年12月31日まで）	4
2.2	我が国の航空機産業に関わる政策等の動向	4
2.3	我が国の航空機国際共同開発の動向	9
2.4	民間航空機等に関する市場及び技術開発の主要動向	12
2.4.1	機体関連	12
2.4.2	エンジン関連	28
2.4.3	装備品関連	32
2.4.4	航空システム・航空管制・無人機・飛行制御関連	33
2.4.5	AAM (Advanced Air Mobility)／eVTOL 機関連	38
2.4.6	SAF (Sustainable Aviation Fuel) に関する動向	46
第3章	その他資料の分析	
3.1	関係団体の刊行物における動向情報	47
3.2	公益財団法人航空機国際共同開発促進基金の情報調査 及び情報提供における動向情報	47
3.2.1	2025年度航空機業界動向情報	47
3.2.2	2025年度航空機関連動向解説事項	50
3.3	国内外の学会等における動向情報並びに注目論文	52
3.3.1	国内学会等における研究開発動向	52
3.3.2	国外学会等における研究開発動向	58
第4章	2025年度海外調査報告	
4.1	調査目的	70
4.2	調査概要	70
4.3	調査成果	74
第5章	まとめ	
5.1	今後の調査課題	85
5.2	2025年度調査のまとめ	87

資料 :

資料 1 関係省庁の刊行物リスト (2025 年 1 月～2025 年 12 月)

資料 2 関係団体の刊行物リスト (2025 年 1 月～2025 年 12 月)

資料 3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト (2025 年 1 月～2025 年 12 月)

第1章 はじめに

1.1 調査事業の趣旨と目的

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金（以下、「当基金」という）は、航空機工業振興法に基づく指定開発促進機関として、航空機等の国際共同開発を行う者等に対する助成を行い、加えて航空機等の国際共同開発を促進する事業等を行うことにより、航空機産業を振興するとともに、産業技術の向上及び国際交流の進展を図り、我が国産業の発展に寄与することを目的としている。今後益々航空機等の国際共同開発事業の拡大と多様化が予想される中で、現在から将来にわたり助成事業の遂行に必要な情報を収集し、分析、編纂して資料として取り纏めておくこと、並びに航空機等の研究開発を行う者等へ情報提供することは重要である。

2009年度に開始した技術開発動向調査事業では、外部の専門家等で構成される航空機等に関する「技術開発動向調査委員会」を設置し、毎年度航空機等の技術開発動向等に関わる最新情報の収集と分析を行い、報告書として取り纏め公開する活動を行っている。本報告書は、その成果を纏めたものである。

1.2 調査委員会の構成と運営

(1) 調査委員会の構成

2025年度の技術開発動向調査委員会のメンバーは、冒頭の委員名簿に示すとおり、航空機に関わる学界、公的研究機関、企業等の専門家7名から構成されている。委員長には元国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)理事・名古屋大学客員教授の石川隆司氏に就任いただいた。

(2) 調査委員会の運営

委員会は、当基金が事務局となり、全員参加型の委員会活動により、本調査事業の趣旨・目的・活動内容について委員全員のイメージ合わせと認識の共通化を図るとともに、実際の調査活動を分担して行い、結果について全体の合意を形成する方針で運営した。

第2章 民間航空機等の国際共同開発に関する動向

2.1 調査対象期間

2025年度の調査対象期間は、主として2025年1月1日から2025年12月31日の1年間とし、この期間に刊行された航空機等の技術研究開発に関する情報を収集し、分析と編纂作業を実施した。(内容により影響の大きいものは一部2026年のものを含めた。)

2.2 我が国の航空機産業に関わる政策等の動向

経済産業省により、産業構造審議会による審議を経て、2024年4月に新たな「航空機産業戦略」が策定された。我が国の強みを踏まえて、今後の航空機産業の方向性を示すもので、定期的に更新が行われていくものとなる。また官民で150兆円に上るGX移行債をベースに脱炭素化の取組を支援する枠組みが整えられ運用に入った。

日本航空宇宙工業会(SJAC)によれば、我が国の航空機産業の2025年の生産は、「機体部品」「エンジン部品」「装備品」の全てが増加となり、2025年の航空機全体の生産額は約2兆3千億円、対前年度比約120%、対2019年比で約130%と過去最高を記録する年となった。今後は、航空旅客需要増加に伴う主要OEMの航空機生産数増加に対応できるよう、我が国も、先進的な材料/製造技術やデジタル技術等の適用も含め、より効率的な生産・サプライチェーン体制を維持・整備していくことが必要とされている。また新造機の需要に対して供給が逼迫していることから、各エアラインで既存機体の延命使用が増加、整備・修理等のMRO事業も増加傾向にある。我が国業界においてもこれら需要増加機会に対応して事業の拡大等、積極的な取組が進められている。

一方、国際民間航空機関(ICAO)総会において2022年に決議された国際航空の2050年CO₂実質排出ゼロという長期目標に対しては、現在、各国において、脱炭素化をはじめ気候変動対策に関わる航空分野の技術開発プログラムが継続されているが、ここに来て各国の対応に温度差が見られつつある。我が国の航空機産業においては、航空機産業戦略に基づき、引き続き完成機事業への参画を目指すとともに、得意とする脱炭素化に資する技術を世界の航空機技術開発競争におけるゲームチェンジの機会と捉え、産官学連携のもと我が国の強みとなる技術とともに新技術の開発にも注力し、ステップ・バイ・ステップで完成機開発能力の獲得に向け取り組んでいる。

「空飛ぶクルマ」と呼ばれる新航空交通システム(Advanced Air Mobility(AAM))や電動垂直離着陸機(eVTOL機)の開発においては、各国新興スタートアップ企業をはじめとする多くの企業のうち、開発困難、特に資金調達面での困難に直面し、開発を断念する企業も出てきている。そのような中、先陣を行く主要OEM数社は長期間の開発に必要な資金確保を行いながら、詳細な計画、規制当局との連携によりプログラムの進捗を公開、着実に認証プロセスを進めている。現時点で2026年中の認証取得、その後の商用運航の開始を目論んでおり、有力な運航事業実施地域として米国の他、中東も候補に挙がっている状況で現地関係当局、運航事業者との積極的な調整が行われている。

以下に、我が国の航空機産業に関わる政策等の動向を纏める。

(1) 経済産業省

- ・2025年3月25日 第2回産業構造審議会製造産業分科会航空機産業小委員会が経済産業省で開催された。航空機産業戦略の実施状況等を中心に各種討議が行われた。
- ・2025年3月25日 経済産業省が中心となって推進している「デジタルライフライン全国総合整備計画」における「ドローン航路」が浜松市と秩父エリアで開通した。このドローン航路はグリッドスカイウェイ有限責任事業組合、(株)トラジェクトリー、東京大学、(株)フジヤマ、日本電気(NEC)、KDDI スマートドローン(株)、Intent Exchange(株)、宇宙サービスイノベーションラボ事業協同組合(SSIL)の8者が参画した新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業」の成果であるドローン航路システムにより整備・運営される。
- ・2025年4月7日 北大西洋条約機構(NATO)のルッテ事務総長をはじめとする事務局一行が来省し、デュアルユース・スタートアップ企業8社との意見交換および武藤経済産業大臣との会談が行われたと発表。

(2) 国土交通省

- ・2025年1月10日 福岡空港における将来の航空需要への適切な対応を図るため、平成27年度から建設を進めてきた第2滑走路について、令和7年3月20日から供用を開始すると発表した。
- ・2025年2月3日 航空機による空港等以外の場所での離着陸(航空法第79条)や最低安全高度以下での飛行(航空法第81条)を行うための許可および物件投下(航空法第89条)の届出に係る許可等の手続きをオンラインで行う航空機運航情報処理システム(AOPS)の運用を開始した。
- ・2025年2月21日 令和6年10月に立ち上げた有識者による「操縦士・航空整備士の女性活躍推進WG」とりまとめ内容を公表した。
- ・2025年3月14日 滑走路の安全対策の強化、パイロットのヒューマンエラーの未然防止や、被災した空港の早期復旧等図るための「航空法等の一部を改正する法律案」が、閣議決定された。
- ・2025年3月28日 令和6年10月に設置した「多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ」での検討結果をとりまとめ「無人航空機の多数機同時運航を安全に行うためのガイドライン」(第一版)を策定したと発表。
- ・2025年4月22日 今年3月にとりまとめられた「航空整備士・操縦士の人材確保・活用に関する検討会」の最終とりまとめを踏まえ、「航空大学校の養成に関する検討会」の第1回会合を中央合同庁舎3号館で開催した。
- ・2025年4月24日 航空政策の重点分野における日仏両国の航空当局間の協力をさら

に進めるため、同国民間航空総局との 7 回目の作業部会を東京で開催し、空飛ぶクルマ・ドローン、持続可能な航空などに関する情報交換や意見交換等を実施した。

- ・2025 年 5 月 22 日 日本とシンガポール航空当局間の 4 回目の政策対話がシンガポールで実施され、(~5 月 23 日)、令和 4 年 12 月に締結した協力覚書で連携を強化することとした事項（航空安全、航空交通管理、航空の持続可能性、次世代航空モビリティ等）について、両国における取組の進捗を確認した。
- ・2025 年 5 月 30 日 「国内航空のあり方に関する有識者会議」を開催し、国内線の事業環境を踏まえ、今後の国内航空ネットワークの維持・拡充のための方策の検討に着手した。
- ・2025 年 6 月 9 日 アジア太平洋地域における航空情報の高度化を目的とした ICAO の国際会議が新千歳空港ポルトムホールで開催された。
- ・2025 年 6 月 24 日 令和 22 (2040) 年を見据えた「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン 2040 (CARATS2040)」をとりまとめ、公表した。
- ・2025 年 6 月 26 日 日本とカンボジアの航空当局間協議がカンボジアのプノンペンで実施され、両国の航空会社が成田路線に新たな中間地点を設定し、この中間地点における旅客の積込みを認める枠組を設定することで一致した。
- ・2025 年 7 月 28 日 第 60 回アジア太平洋航空局長会議(Directors General of Civil Aviation: DGCA)が宮城県仙台市で開催された (~8 月 1 日)。
- ・2025 年 9 月 23 日 第 42 回 ICAO 総会がカナダのモントリオールにある ICAO 本部で開催され、ICAO の次期活動方針等が承認された。
- ・2025 年 11 月 6 日 「今後の航空安全管理のあり方に関する検討 WG (第 1 回)」を Web 開催し、航空安全プログラム (SSP) の改正、航空安全実施計画 (仮称) (NASP) の策定についての検討を開始した。
- ・2025 年 12 月 3 日 国土交通省は、航空政策の重点分野における日韓航空当局間の協力をさらに進めるため、韓国の釜山で韓国当局との政策対話を実施、令和 5 年の両国間の協力覚書に基づき、両国航空当局間で航空安全、航空交通管制、環境保護、次世代航空モビリティ等の新技術といった航空政策の重点分野について、両国における取組の進捗を確認、意見交換を実施した。

(3) 文部科学省 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA))

- ・2025 年 1 月 10 日 JAXA と日本航空 (JAL) およびオーウェル(株)は、Boeing 787-9 型機の機体胴体の大部分にリブレット形状の塗膜を施し、世界で初めて大面積リブレット形状塗膜を施した機材を国際線に導入すると共同発表した。
- ・2025 年 1 月 14 日 JAXA と富士電機(株)、日本メックス(株)の 3 者は連名で、第 8 回インフラメンテナンス大賞経済産業省「優秀賞」を受賞した。
- ・2025 年 8 月 28 日 JAXA が生み出す研究開発成果の社会実装を目的として運用して

いる「JAXA ベンチャー支援制度」を改正し、スタートアップがより支援を受けやすくする環境を整備するとともに、支援対象を JAXA と一定の連携関係を持つ外部スタートアップにも拡大した新しい制度「JAXA スタートアップ支援制度」に変更すると発表した。

- ・2025年11月7日 JAXA、(株)ウェザーニューズ、(株)NTT データ、Terra Drone(株)は、大阪・関西万博の機会を活用し、JAXA が中心となって研究開発を進めている「災害・緊急時等に活用可能な運航安全管理システム」(DOER システム) が、大規模イベントにおける有人機・無人機(ドローン等)を用いた警備を安全・効率的に実現できることを実証したと共同で発表した。

(4) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

- ・2025年1月30日 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)およびKDDIは、令和6年12月12日、一人の遠隔操縦者がドローン3機を太陽光発電施設3拠点(3空域)で夜間に同時運航する実証に成功したと発表。
- ・2025年3月6日 NEDOが実施しているバイオジェット事業において、日揮ホールディングス(株)、コスモ石油(株)、(株)レポインターナショナル、日揮(株)および合同会社SAFFAIRE SKY ENERGYは、国内で初めて廃食用油を原料としたSAFの大規模生産実証設備をコスモ石油堺製油所に完成させ、竣工式を実施した。
- ・2025年3月25日 NEDO、(株)J-オイルミルズ、日本トランスオーシャン航空(JTA)および太陽石油(株)は、沖縄那覇発宮古島行のJTA565便のBoeing 737-800で、燃料の一部に沖縄県で採取した食用に適さない植物の種子で生成した国産のSAFを用いたフライトを実施した。沖縄県内路線で国産SAFを使用したフライトは今回が初めてとなる。
- ・2025年6月11日 「航空機向け革新複合材共通基盤技術開発事業」において、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の高レート生産技術に関する研究開発提案を新たに採択したと発表。
- ・2025年6月27日 NEDOが推進する「次世代モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト」において、6月12日、操縦者が一人で複数のドローンを安全に運航する「一対多運航」を実施するための要素技術と当該技術に対する性能評価手法の開発に日本航空(JAL)が採択されたと発表。
- ・2025年7月31日 NEDOが推進する「次世代モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト(ReAMoプロジェクト)」の一環として空飛ぶクルマ向け運航管理サービス(UATM サービス)を開発し、大阪・関西万博で有効性を検証する取組を開始した。実際に飛行する空飛ぶクルマでのUATMサービスの検証は国内初の試み。
- ・2025年10月6日 「経済安全保障重要技術育成プログラム(通称"K Program")」の一環で実施する「高高度無人機による海洋状況把握技術の開発・実証」において、無人機が成層圏に長時間継続的に停留して通信を提供する高高度プラットフォーム

(HAPS) によるセンシングを実現するため、無人機の成層圏長期飛行を可能にする動力源の開発に着手すると発表した。

- ・2025年10月10日 「経済安全保障重要技術育成プログラム」の一環で「小型無人機の自律制御・分散制御技術」における初期型の機体開発に着手すると発表した。

(5) 電子航法研究所 (ENRI)

- ・2025年2月6日 電子航法研究所は、2月24日～2月28日の5日間、同研究所所有の実験用航空機「よつば」を使用して新石垣空港周辺で飛行実験すると発表した。なお、実験で取得されたデータは、次世代の静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS) および地上型衛星航法補強システム (GBAS) に関する ICAO 標準規格案の検証作業に活用される。

(6) 日本航空宇宙工業会 (SJAC)

- ・2025年4月30日 第14回定時総会を東京都内のホテルで開催した。令和6年度(2024年度)の航空機生産額(速報値)について、総額が前年度比3,751億円(22.2%)増の2兆619億円になったと発表。航空機生産額が2兆円を超えるのは初めて。
- ・2025年6月16日 「第55回パリ国際航空宇宙展(パリ航空ショー)」がフランス パリのル・ブルジェ見本市会場で開催され、SJACもブースを出展、日本企業各社とともに展示を行い、盛況であった(～6月22日)。

[2.2項 出典(1)～(12) : 各、資料1のP2025D001～P2025D012参照]

2.3 我が国の航空機国際共同開発の動向

(1) 次世代中小型民間輸送機用エンジン（PW1100G-JM）開発事業

2010年に欧州 Airbus 社が120～220席クラスのA320シリーズのエンジン換装型A320neoシリーズの開発を決定し、その搭載エンジンの一つとして米国 Pratt & Whitney (P&W)社のPW1100G-JMエンジンの採用を正式決定した。その後、2011年にP&W社と一般財団法人日本航空機エンジン協会（JAEC）及び独国 MTU Aero Engines 社がPW1100G-JMエンジンの共同事業覚書に調印し、基金助成対象事業としての選定を経て、2011年10月から共同開発が開始された。2014年12月にエンジン型式承認を取得、同エンジン搭載のA320neoは2015年11月に型式証明（Type Certification:TC）を取得し、商用運航を開始した。また、派生型のA321neoは2016年12月に、A319neoは2019年11月に型式証明を取得した。

その後、運航開始後に見つかった問題への対応など更なる改善に向けた耐久性向上、軽量化等の改良設計、部品修理技術の開発などを実施しつつ、推力・燃費向上に向けたエンジン「GTF Advantage」の開発作業を進めていたが、2023年9月に発生した一部部品に使用されていた粉末冶金の品質問題に伴い、エンジンプログラムに参画している日本の各社は、海外パートナーともども整備能力増強を図り地上駐機数の低減に向けた対応に追われた。

GTF Advantageエンジンは2025年2月にFAA（米連邦航空局）の型式承認を取得したのに引き続き、10月にEASA（欧州航空安全局）の型式承認も取得した。本エンジンを搭載した機体の商用運航は2026年第1四半期を計画している。

Airbus社に納入されたPW1100G-JMエンジンは、2025年10月末時点で累計4,826台（2025年度：321台）となった。

(2) 大型民間輸送機（777X）開発事業

2013年11月にBoeing社が777後継として310～399席クラスの777Xの開発を正式決定し、2014年6月にBoeing社と一般財団法人日本航空機開発協会（JADC）及び日本側機体メーカー5社（三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、(株)SUBARU（当時は富士重工業(株)）、新明和工業(株)、日本飛行機(株)）が、777Xの開発・量産事業に参画するための主要契約条件に関する覚書に調印した。本開発事業は2014年9月の基金助成対象事業としての選定を経て、2014年10月から国際共同開発が開始された。なお、2013年9月から基金助成対象事業としてBoeing社と共同で実施してきた、軽量化・低コスト化を実現するための主要材料の実用化技術及び量産工程の早期安定化に資する製造組立技術等の大型民間輸送機関連技術開発事業は、2014年10月以降に着手する作業から777X開発事業に統合された。

2020年1月25日から飛行試験1号機による飛行試験が開始されたが、FAAによる承認要件の更新、既存顧客の受領延期要望、COVID-19パンデミックによる需要動向、GE9Xエンジンの問題等を主な理由に、型式証明（TC）取得、商用運航開始（EIS: Entry Into

Service) は延期されてきた。2022年10月エンジンに問題が発生し、一時飛行試験を停止。2023年1月より飛行試験再開したが、当初2024年末TC取得、2025年5月EISとされていたスケジュールについて、2025年10月時点でEISは2027年と正式にアナウンスされた。社長見解では、機体に関する技術的問題は無く、遅延要因としてより複雑化、長期化する認証プロセスの影響について言及されている。今後も予断を許さず、777-9認証スケジュールについて注視していく必要がある。

2022年1月31日開発着手が発表された777-8F(貨物機)については、777-9のTC取得に続くものとなるが、我が国の関連企業からも設計作業支援中で、現在も約70名が作業従事中。

(3) 次世代大型民間輸送機用エンジン (GE9X) 開発事業

2013年3月にBoeing社が777Xの搭載エンジンとしてGeneral Electric (GE) 社のGE9Xエンジンの採用(独占搭載)を決定し、JAEC及びIHIが2014年8月までに本エンジン共同開発事業への参画を正式決定、共同開発契約書(Risk and Revenue Sharing Partner)に調印した。本開発事業は2014年9月の基金助成対象事業としての選定を経て、2014年10月から開発作業が開始された。

本開発事業にはGE社と日本側の他、Safran(サフラン)グループ及びMTU Aero Engines社も共に参画しており、2016年地上性能確認試験開始、2018年12月からは2回目となる高空性能確認試験を開始した。

2019年6月に耐久性に係る問題が生じ、高圧圧縮機静翼の再設計を行うことになり、777Xの飛行試験計画に遅れをもたらしたが、2020年9月に型式承認を取得した。エンジンを搭載した777Xは社内飛行試験を行っている。並行して機体の型式証明取得後のエンジン成熟化に向けての改良設計検討作業や技術開発作業なども継続して実施している。

エンジン納入は2025年9月より開始し、2026年1月末におけるエンジン累計納入台数は5台である。

(4) 中小型民間輸送機関連及び大型民間輸送機関連技術開発事業

120~229席クラスの次世代中小型民間輸送機は、機体の設計開発の高度化及び高付加価値化に寄与するシステム統合技術が要求され、その要求への対応としてシステム関連基礎技術を技術実証するための関連技術開発(発電システム技術の開発・高揚力システム技術の開発・電源安定化システム技術の開発)を2014年10月からBoeing社と共同開発契約を結び、基金助成対象事業として共同作業を実施している。

COVID-19パンデミックの影響等による開発計画見直しも反映して作業を継続中。2024年度以降、信頼性確認のための開発を2026年度完了を目標に実施中。

大型民間輸送機関連としては、Factory Automation方針に沿って自動化技術の開発、評価を2024年度まで延長して実施し、各開発事業が各々一定の成果を上げたことによ

り 2024 年度で事業終了。

(5) 次世代中小型民間輸送機用エンジン（次世代 GTF）関連技術開発事業

効率性・環境適合性の格段の向上と運航費用の低減を目指す次世代中小型民間輸送機用エンジン（次世代 GTF）の中核技術である軽量で高効率な低圧系システム関連技術及び先進燃焼システム関連技術について、JAEC と P&W 社は 2017 年 6 月に共同開発契約を締結、本開発事業は 2017 年 7 月に基金助成対象事業として選定された。2017 年 8 月以降、P&W 社と共同で技術開発を実施している。2023 年 10 月に高圧タービン CMC（セラミックス基複合材料）部品に関する技術開発作業を追加し、さらに 2024 年 10 月より環境適合性向上燃焼器の技術開発作業も追加して実施している。2025 年度は、ファン・低圧圧縮機に関するファンブレード衝撃特性要素試験、ファンドライブギアシステムに関する排油回収効率向上を確認するための実大潤滑試験等、各技術開発項目について技術実証・確認のための供試体設計、試験・評価などの作業を実施している。

2.4 民間航空機等に関する市場及び技術開発の主要動向

2.4.1 機体関連

2.4.1.1 市場動向

(1) 機体市場実績

表 2.4.1.1-1 各メーカーにおける 2025 年純受注数⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

	Airbus	Boeing	Embraer
Very Large	-	-	-
Twin Aisle	1Q: 47 2Q: 116 3Q: 36 4Q: 96	1Q: 106 2Q: 219 3Q: 86 4Q: 163	-
Single Aisle	1Q: 233 2Q: 98 3Q: 80 4Q: 294	1Q: 135 2Q: 208 3Q: 67 4Q: 181	-
Regional Jet	-	-	1Q: 0 2Q: 120 3Q: 73 4Q: 1
Turbo prop	-	-	-
合計	1,000	1,165	193

表 2.4.1.1-2 各メーカーにおける 2025 年出荷数⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

	Airbus	Boeing	Embraer
Very Large	-	-	-
Twin Aisle	1Q: 13 2Q: 20 3Q: 20 4Q: 40	1Q: 25 2Q: 46 3Q: 39 4Q: 43	-
Single Aisle	1Q: 123 2Q: 150 3Q: 181 4Q: 246	1Q: 105 2Q: 104 3Q: 121 4Q: 117	-
Regional Jet	-	-	1Q: 7 2Q: 19 3Q: 20 4Q: 32
Turbo prop	-	-	-
合計	793	600	78

表 2.4.1.1-3 該当機体分類

	Airbus	Boeing	Embraer
Very Large	-	747	-
Twin Aisle	A350 A330	777 767 787	- -
Single Aisle	A320 A220	737	-
Regional Jet	-	-	ERJ/E-JET
Turboprop	-	-	-

- ・ **2025年1Q受注動向：** Airbus社はジャクソン・スクエア・アビエーションから、Boeing社はBOCアビエーションからそれぞれ、A320/A321neoと737MAXを50機受注するなど、単通路機の受注が堅調。Boeing社は、777Xの受注もあり、昨年度に比べて受注数が増加している。出荷について、Boeing社は、737MAXの納入数が復調し昨年度から大幅増加、Airbus社も昨年度並みの納入を行っている。(1)(2)(3)
なお、Boeing社は、5月14日にカタール航空から最大210機の大型受注を発表している。内訳は中型機787が130機、開発中の大型機777-9(777X)が30機で、両機種を対象とした50機分のオプションも含む。また、Embraer社も全日本空輸(ANA)から15機の190-E2受注を得たとしているが、契約確定後に計上する、としている。(4)
- ・ **2025年2Q受注動向：** Boeing社とEmbraer社が受注数を大きく伸ばした。Boeing社は、トランプ政権の関税交渉にも助けられ、大韓航空から100機を超える受注を得るなど多くの受注を獲得した。Embraer社もアヴェロ航空やスカイウェスト航空から大型の受注を獲得している。出荷について、Airbus社は1Q並み、Boeing社は、737MAXの生産が復調し、今後も増産となる見込み。Embraer社も1Qを超える出荷をしており、各社とも生産数を増やしている。(1)(2)(3)
- ・ **2025年3Q受注動向：** Boeing、Airbus、Embraerの各社いずれも1Q、2Qほどではないが、堅調に受注数を伸ばしている。また、いずれの会社も多くの受注残数を抱えているが、出荷機数は依然大きくは伸びていない。Airbus社は、3Qで2割程度の増産となり、Boeing社もFAAによる737MAXの増産許可が下りており、今後の増産も見込めるが、Airbus社は11月に判明したA320の胴体パネルの強度不足により、生産機数は790機程度になるとしている。(1)(2)(3)(23)
- ・ **2025年4Q受注動向：** Boeing、Airbus両社ともに大きく受注数を伸ばした。特にAirbus社は、11月にフライドバイからの150機のA321neoの受注などがあり、大幅に増加している。Embraer社は、4Qの受注数は少なかったが、2025年は受注残が過去最大になったと報告している。1月以降もBoeing社、Airbus社ともに受注数を増やしており、今後も受注増の傾向は続くものと考えられる。出荷機数は、Boeing社は1Q~3Qと同レベルであるが、787の増産体制などを強化しており、今後出荷数増加が見込まれる。また、Airbus社とEmbraer社は、4Qで大きく出荷数を伸ばしており、Airbus社は3Qで掲げた目標の790機を達成した。(34)(35)(38)

2.4.1.2 機体開発関連動向

(1) Boeing 社の動向

- **777X**： 2013年11月にローンチ。777-9は、座席数426席、最大運航距離7,285NM（13,500km）のワイドボディ大型機。最新の発表によると777-9初号機の引き渡しは2027年を予定。



図 2.4.1.2-1 Boeing 777-9 (Boeing 社 HP)

- ✓ 5月7日 Boeing 社は、777X の飛行試験4号機が飛行試験を実施し、4機の飛行試験機が稼働状態になったと発表した。⁽⁵⁾
- ✓ 6月6日 Boeing 社のオルトバーク CEO（最高経営責任者）は、777-9（777X）の納入開始がさらに遅れる見込みとの見方を示した。⁽¹⁵⁾
- ✓ 12月11日 Boeing 社民間航空機部門マーケティング担当バイスプレジデントのダレン・ハルスト氏は、開発が進む777Xなどの進捗を明らかにした。777Xは、型式証明（TC）の取得を目指し開発を推進中、飛行試験が順調に進んでおり、大きな問題も見つかっていないと説明。同様にTC取得を目指す737MAXファミリー2機種も2026年の就航を目指し、開発を進めている。なお、パンデミック前に計画していたNMA（New Middlesize Airplane）等、新型機体開発については、まだ開発着手に必要な条件が揃っていないとの見解を示している。⁽²⁴⁾
- **737MAX**： 737MAX10は2026年中にFAAのTC取得を目指している。認証取得後、初号機の納入は2027年春以降になると見込まれている。
 - ✓ 9月11日 Boeing 社のオルトバーク CEO は、737-7（737MAX7）と737-10（737MAX10）のTC取得について、2026年中の取得を目指して順調に推移しているとの見方を示した。737-7は2026年1-3月期（第1四半期）の認証取得と納入開始を計画。オルトバーク CEO は投資家向け会議で、「認証設計や必要な作業の整理を進めており、来年中の認証取得と引き渡しを計画している」と、両機種の進捗状況に言及した。737-7で問題となっているエンジン防氷（EAI: Engine

Anti-Ice) システムの設計変更については、FAA との協議が進行中であり、認証に向けた手続きを進めているという。(15)

- ✓ 10月19日 FAA は、Boeing 社に対して 737 MAX の生産レートを月産 42 機に増やすことを承認した。2024 年 1 月にアラスカ航空が運航する 737-9 (737 MAX 9、登録記号 N704AL) でドアプラグが脱落する事故が発生以降、月産 38 機を上限としてきた。(25)

- 次世代単通路機： Boeing 社は 2024 年 9 月 8 日に、労働組合 IAM (国際機械技術者協会) と労使契約の暫定合意に至った際、Boeing 社の次世代機をシアトル近郊のワシントン州ピュージェット・サウンド地域で製造することが含まれたとしているが、現時点では、具体的な機体の情報は明らかにされていない。
 - ✓ 6月19日 Boeing 社は、737 に代わる次世代単通路機の 30,000lb クラスのエンジンに関する RFI (Request for Information) をエンジンメーカーに発出したと発表した。この RFI は、現在各社で行われているオープンファンなどの最新技術の研究を評価する活動の一部としており、機体の開発計画については明らかにしていない。(6)

- NASA と Boeing 社による Narrower Aircraft Integrated Adaptive Wing Technology : 中断された X-66A プロジェクトに代わり、NASA と Boeing 社は次世代航空機においてより重要となる脱炭素化の推進、そのための効率向上のための新技術として従来にない高アスペクト比の薄型主翼の研究開発を進めている。X-66A で検討されていたトラス支持翼は無くしているため、空力、空力弾性、飛行制御等からもより剛性に配慮した設計が必要とされる。
 - ✓ 12月18日 NASA は、Boeing 社と実施した単通路機の主翼の風洞試験の様子を公開し、燃費向上のために長く、薄くなり、より柔軟になってきている近年の主翼の設計に対して、様々な課題を解決するため、NASA と Boeing 社は共同で取組を行っていると報告した。(39)

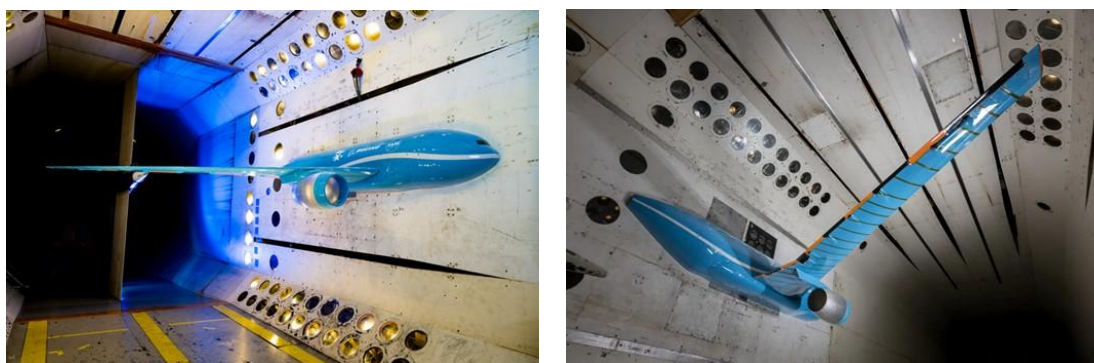


図 2.4.1.2-2 NASA と Boeing 社による単通路機主翼風洞試験の様子 (39)

(2) Airbus 社の動向

- A321XLR： 最大離陸重量 (MTOW) を 101t に増し、Rear Center Tank (リアセンタータンク) と呼ばれる胴体構造と一体化した追加燃料タンクにより、単通路機でありながら最大 4,700NM (8,700km) を飛行可能とした (A321LR は 4,000NM (7,400km))。



図 2.4.1.2-3 Airbus A321XLR (Airbus 社 HP)

- ✓ 5月20日 ウィズエアーは、47機のうちの最初の A321XLR を受領した。エンジンは P&W 社の GTF エンジンで、欧州ローコスト航空会社の最初の運航会社となる見込み。⁽⁷⁾
- ✓ 6月30日 Airbus 社は、カンタス航空がアジア-太平洋地域で初となる A321XLR オペレータになると発表した。⁽¹⁶⁾
- A320 シリーズ改修作業：
 - ✓ 11月28日 Airbus 社は、A320 系列の一部機体に対し、AOT (運航者向け警告伝達) に基づき、飛行制御コンピュータの改修を求めた。EASA はこれを受け、EAD (緊急耐空性改善命令) を発出した。対象機は、飛行制御コンピュータ ELAC (エレベーター・エルロン・コンピュータ) の L104 を搭載しており、太陽フレアに伴う宇宙線によりデータの破損につながる恐れがあると判明したため、L103+へバージョンを下げるソフトウェア更新作業を実施するというもの。⁽²⁶⁾
 - ✓ 12月1日 Airbus 社は、A320 ファミリー (系列) の一部機体に求めていた予防的措置について、対象となった約 6,000 機のうち大多数の改修作業が完了し、残りは 100 機未満になったと発表した。日本の航空会社は、11月30日までに作業を終えている。⁽²⁷⁾
- ZEROe プログラム： Airbus 社は ZEROe プログラムが 5~10 年遅れるとしているが、最大 100 席クラス、航続距離最大 1,000NM (約 1,850km) の燃料電池航空機コンセプトを検討している。Airbus 社によれば、水素燃料電池推進システムの効率向

上させるために、従来の 1.25MW×6 基のコンフィギュレーションを、2.5MW ユニット×4 基へ変更した。(48)

- ✓ 6月18日 Airbus 社と MTU Aero Engines 社は、燃料電池推進システムに関する契約について MoU 締結した。MTU Aero Engines 社は 600kW 定格の燃料電池推進システム+1.2MW システム (Clean Aviation 関連) を開発、今後数年間の取組計画は下記のとおりとなっている。(49)

フェーズ 1 : EU Clean Aviation Initiative を通じて、燃料電池推進システムの構成固め

フェーズ 2 : 水素燃料電池推進システムの研究、開発技術の優先事項を検討・調整



図 2.4.1.2-4 ZEROe プロジェクトによる水素航空機イメージ (48)

(3) Embraer 社の動向

● E-Jet E2 :

- ✓ Embraer 社は、ANA グループが E190-E2 を導入する計画であることを発表した。なお、15 機を受注する予定であるが、契約確定まで受注計上はしないとしている。(8)



図 2.4.1.2-5 ANA グループが導入を決めた E190-E2 (8)

- ✓ 7月1日 Embraer 社は、スカンジナビア航空 (SAS) から最大 55 機の E195-E2 の導入について合意したと発表し、これが SAS にとって過去最大のオーダーであり、SAS の長期的なフリート更新に基づいている、としている。(18)
- ✓ 9月3日 Embraer 社は、E190-E2 と E195-E2 が南アフリカ航空局から型式証明を取得したと発表した。(17)

- ✓ 11月14日 Embraer社は、中国で開かれた Embraer Airline Business Seminar China 2025にて中国の航空旅客需要を発表し、2035年までに現在の2倍近い伸びを予測していると報告した。⁽²⁸⁾

(4) Bombardier社の動向

- Global 8000： 巡航マッハ数 0.94、航続距離 8,000NM (14,800km) のプライベートジェット。Smooth Flex Wing と呼ばれる、小型で柔軟な翼により、大きな翼面荷重と低い機内振動を実現するとしている。
 - ✓ 5月20日 Bombardier社は、開発中の G8000 が5月16日にオンタリオ州ミシサガで初飛行を行ったと発表した。⁽⁹⁾
 - ✓ 12月8日 Bombardier社は、G8000が11月にカナダ航空局の型式証明を取得、運航を開始したと発表した。最初の顧客は、15年来の顧客である Patrick Doviց氏であるとし、氏の所有する G7500 が G8000 に置き換えられるとしている。⁽²⁹⁾
 - ✓ 12月19日 Bombardier社は、G8000がFAAの型式証明を取得したと発表し⁽³⁶⁾、続く2026年1月23日には、EASAの型式証明を取得したと発表した。⁽³⁷⁾



図 2.4.1.2-6 FAA と EASA の型式証明を取得した Bombardier Global 8000 ⁽³⁷⁾

(5) Leonardo社の動向

- AW609： 巡航速度 500km/h (270kt)、巡航高度 7,620m (25,000ft) の与圧胴体を有するティルトローター機。1996年にBell Textron社とBoeing社が開発に着手したが、現在はLeonardo社(旧Agusta-Westland社)が単独で開発中。
 - ✓ CLEAN SKY 2 ACHIEVEMENT REPORTにおいて、Leonardo社が開発中のNext Generation Civil Tiltrotor (NGCTR)について、AW139ヘリに対して、57%のCO₂削減、59%のNOX削減、30%の騒音削減を実現するとしている。今後、19-25席の大型ティルトローター機となり、2030~2035年の就航を目標としているという。NGCTRは、2014年に開発開始、2021年9月にCDR(詳細設計審査)を終え、機体が完成、2025年第2四半期に飛行試験を開始予定。⁽¹⁰⁾

- ✓ 12月19日 Leonardo社は、開発中のNext Generation Civil Tiltrotor (NGCTR)が、イタリア北部の社内工場において初飛行を行ったと発表した。⁽⁴⁰⁾



図 2.4.1.2-7 初飛行した Next Generation Civil Tiltrotor (NGCTR) ⁽⁴⁰⁾

(6) Gulfstream 社の動向

- G700/G800: G700は、Gulfstream社のフラッグシップとなるモデルで、7,500NM (13,890km)以上の航続距離を持ち、最高速度マッハ0.925で飛行できる。機体先端部と翼はG650と同じだが、胴体は3mほど延長されて居住区画が5区画に増えている。尾部とウィングレットも新設計で、エンジンには新型のRolls-Royce社製 Pearl700エンジンを採用している。

- ✓ 4月16日 Gulfstream社は、開発中であったG800が、FAAとEASAの型式証明を取得したと発表した。また、航続距離が当初より200NM増え、巡航速度Mach 0.85で、8,200NM (15,186km)を達成し、Mach 0.90で、7,000 NM (12,964 km)、最高運用速度もMach 0.925からMach 0.935に増加したとしている。⁽¹¹⁾



図 2.4.1.2-8 Gulfstream G800 ⁽¹¹⁾

- ✓ 8月27日 Gulfstream社は、最初のG800を納入したと発表し、ウィスコンシン州のアップルトンにある工場でのOutfitを実施したとしている。⁽¹⁹⁾
- ✓ 11月17日 Gulfstream社は、G800がタイのプーケットからドバイまでの最速記録を達成したと発表した。これが8つ目の都市間記録となり、プーケット～ドバイが5時間38分、マイアミ～サウジアラビアのリヤドが12時間33分、イタリアのフローレンスから米国サバンナまで9時間33分などの記録がある。⁽³⁰⁾

- G400： G400 は G500 の派生型の 1 つで、G500 より胴体が約 1.5 メートル短かく、座席数は 9～12 席。航続距離は 4,200NM (7,778km)。巡航速度はマッハ 0.9。Pratt & Whitney 社製の次世代型エンジン PW812GA を搭載。

(7) Dassault 社の動向

- Falcon 10X： Falcon 10X は、2021 年 5 月に開発開始が発表された最新型で、最高速度はマッハ 0.925、航続距離 7,500NM(約 13,900km)の性能で、胴体長さは 33.4m、客室内の高さ 2.03m と幅 2.77m の機体規模で最大 19 人乗り。Rolls-Royce 社製 Pearl 10X エンジンを搭載予定。



図 2.4.1.2-9 Dassault Falcon 10X (Dassault Aviation 社 HP)

- ✓ 2026 年 2 月 1 日 Dassault 社は、シンガポール航空ショーにおいて、同社の最新機種、Falcon 6X を披露し、10X の室内を模したディスプレイを展示すると発表。10X の開発がロールアウトと初飛行に向けて進んでいると報告した。⁽⁴¹⁾

(8) 電動航空機

- Eviation Aircraft 社

Eviation Aircraft Alice： 2022 年 9 月にモーゼスレイクで初飛行した唯一の飛行実績を持つ 9 人乗りの電動コミュータ（短距離旅客）機。当初 2027 年の納入開始を目指し、2025 年に認証試験を開始する計画であった。magniX 社の電動モーター magni650 を 2 基搭載し、最高速度は時速約 482km (260kt)。(昨年、従業員の解雇や一時的操業停止状態とのニュースはあるが、正式なアナウンスはない状態。)



図 2.4.1.2-10 Eviation Aircraft Alice (Eviation Aircraft 社 HP)

- Heart Aerospace 社

Heart Aerospace ES-30 : Heart Aerospace 社は、ノルウェーが 2040 年までに全ての短距離便の電動化を義務付けたことを受け設立された北欧の電動航空機メーカー。当初北欧向けに小型機（19 人乗りの ES-19）の開発を計画していたが、型式証明を 14 CFR Part 25 で取得する計画に変更。定員 30 名の ES-30 はリージョナル機とし、航続距離は 200km。リザーブ・ハイブリッド構成で航続距離を 400km まで延伸可能。（昨年から本社のカリフォルニア移転のニュースと追加資金調達のニュースはあるが、機体開発に関しては 2025 年に初飛行を目指すというコメントのみ）。



図 2.4.1.2-11 Heart Aerospace ES-30 (Heart Aerospace 社 HP)

(9) ハイブリッド式電動航空機

- Electra Aero 社

Electra Aero eSTOL : 2023 年 11 月にヴァージニア州で初飛行した機体はハイブリッド式電動モーター駆動の 2 人乗りの短距離離着陸機 (EL-2 Goldfinch)。今後、9 人乗り、航続距離 500 マイル、最高速度時速 200 マイルで、2028 年に FAA Part 23 ベースでの運航を目指している。さらに発展形として、2040 年目標の大型機構想も検討している。



図 2.4.1.2-12 Electra Aero EL-9 Ultra-STOL (Electra Aero 社 HP)

- ✓ 6 月 19 日 Electra Aero 社は、Lockheed Martin 社スカンクワークスと EL-9 Ultra-STOL 機の市場拡大に向けた覚書を結んだと発表した。⁽¹²⁾

- ✓ 8月13日 Electra Aero 社と Surf Air Mobility 社は、ヴァージニア工科大学において、超短距離の離着陸デモンストレーションを行ったと発表した。このデモンストレーションでは、吹き下し揚力（Blown Lift）とハイブリッドの電動動力により、150ft 以下での離着陸を可能とし、Ultra Short Access Points をつなぐものであるとしている。⁽²⁰⁾



図 2.4.1.2-13 Electra Aero 社のデモンストレーションの様子⁽²⁰⁾

- ✓ 10月13日 Electra Aero 社は、EL-9 Ultra Short hybrid-electric aircraft の電動モーター、発電機などを含む統合電気推進システムに Evolite 社を選定したと発表した。⁽³¹⁾
- ✓ 12月10日 Electra Aero 社は、FAA に対し、EL-9 Ultra-STOL の FAR Part 23 に対する型式証明を申請した、と発表した。型式証明はプロジェクト特有の証明計画に基づくものとなり、数年に渡る FAA と Electra Aero 社の協議が反映されているという。⁽³²⁾

(10) 超音速機

● NASA X-59

NASA は、超音速飛行による低ソニックブーム実証のための超音速実証機、X-59 を開発している。X-59 は、現在カリフォルニア州パームデールにある Lockheed Martin 社スキャンワークスにて開発が行われている。X-59 は、低ブームを実証し、大陸上の飛行を可能にすることを目標としている。

2025年2月、超音速実証機 X-59 は電磁テストをクリアし、干渉なく安全に機能することを確認した。⁽⁵⁰⁾ F-15D の前に X-59 を配置し、X-59 のエンジンを始動させ、F-15D のレーダー、トランスポンダ、無線機をオンにし、電磁干渉テストを行った。また、7月には低速タクシー試験を行い⁽⁵¹⁾、10月28日に初飛行に成功した。⁽⁵²⁾

低高度を時速約 385km で飛行したが、今後、速度と高度を段階的に引き上げ、超音速での飛行を目指す予定である。



図 2.4.1.2-14 X-59 の初飛行の様子（右が X-59）⁽⁵²⁾

- Boom Overture : 100%持続可能な航空燃料（SAF : Sustainable Aviation Fuel）を使用し Mach1.7 で飛行する。搭載されるシンフォニーエンジンの開発は、Boom Technology 社主導による FTT (Florida Turbine Technologies)社、GE Additive 社、StandardAero 社などとのコラボレーションである。Northrop Grumman 社や米空軍も協力を行っており、アメリカン航空、ユナイテッド航空、日本航空（JAL）など大手エアラインも協力している。



図 2.4.1.2-15 Boom Overture のイメージ図（Boom Technology 社 HP）

- ✓ 4月25日 Boom Technology 社は、Symphony エンジンの試験場を公開した。試験場はコロラド州にあり、2025 年末までに超音速エンジン試験を開始するとしている。⁽¹³⁾
 - ✓ 12月9日 Boom Technology 社は、ガスタービンエンジン用の AI データセンターのイメージを公開し、\$300 Million の追加投資を得た、と発表した。⁽³³⁾
- (11) BWB (Blended Wing Body) 機
- JetZero 社 :
米国カリフォルニア州に 2021 年に設立。BWB 形状の機体で、ゼロカーボンを目指し、米空軍、NASA (米国航空宇宙局)、FAA などとの協力を通じ、2027 年までに商業規

模の実証機開発、2030年までに商業運用開始を目標としている。



図 2.4.1.2-16 JetZero 旅客機タイプのイメージ (JetZero 社 HP)

- ✓ 6月11日 Altair Engineering 社は、JetZero 社との提携を発表した。JetZero 社では、設計/シミュレーションプラットフォームである「Altair Hyper Works」の一部である「Altair Flight Stream」を導入し、高度な数値流体力学 (CFD) シミュレーションを実施し、設計イノベーションの促進および市場投入までの期間短縮を図っているとしている。⁽¹⁴⁾
- ✓ 6月12日 JetZero 社は、ノースカロライナ州のグリーンズボロを初の機体製造工場に選定したと発表した。⁽²¹⁾
- ✓ 8月20日 JetZero 社は、SHZ Advanced Technologies 社と液体水素のストレージ及び供給システムについて提携を行い、NASA Advanced Aircraft Concepts for Environmental Sustainability 2050 (AACES) の下で活動を行っていくと発表した。⁽²²⁾

2.4.1.3 各国主要研究開発プログラムの動向

(1) 欧州 Clean Aviation の動向 ⁽⁴²⁾

1) Clean Aviation の概要 (リージョナル機関連プログラム、その他プログラム)

EU の Clean Aviation は、将来航空機/エンジンに€945mil (約\$1.1B) 拠出、うち€378mil は EU が拠出する。予算は 2026 年にはじまる第 2 フェーズ向けで、地上試験を実施するとともに 2028~2029 年に飛行試験などを実施する。

プロジェクトには Rolls-Royce 社の UltraFan、Safran 社の RISE が含まれ、さらにリージョナル機関連で、電動ハイブリッドの開発実証が取り組まれる。

■リージョナル機関連プログラム：予算は€144mil

- HERACLES (Hybrid Electric Regional Aircraft Concept for Low EmissionS) :
ハイブリッド・リージョナル機 (ATR72-600)、ATR EVO プロジェクトの評価と関連
- DEMETRA (Demonstrator of an Electrified Modern Efficient Transport Regional Aircraft) : 飛行試験実証機の開発、2030 年までに飛行
- PHARES (Powerplant Hybrid Application for REegional Segment) :
P&WC 社と共同によるハイブリッド推進システム開発プログラムで、Clean Aviation 予算は€69mil、約 11 億円。20%燃費向上を目指し、PW127XT ターボプロップエンジンに Collines Aerospace 社の 250kW モーターを接続する (2024 年の EU とカナダと連携)
- OSYRYS (On-board SYstems Relevant for hYbridization of Regional aircraftS) :
ハイブリッド・リージョナル機、ATR は 30%の燃費改善を目指し、2035 年に EIS

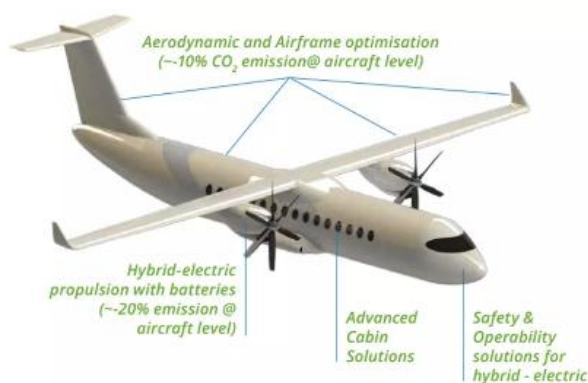


図 2.4.1.3-1 Clean Aviation プログラム Phase2 の超高効率リージョナル機コンセプト例 (42)

■その他航空機関連プログラム (43)(44)

- Leia : Large scale integration demonstrator of hybrid electrical architecture (Airbus 社)
- Unified : Ultra Novel and Innovative Fully Integrated Engine Demonstrators (Rolls-Royce 社) ; 短中距離航空機向け、ACI カテゴリ下でインテグレート
- LIME : Lithium-based Innovation for Modular Energy (Ascendence 社) ;
ハイブリッド推進システム向け航空機グレードのバッテリー・システム実証
- Power4Air (Skylife Engineering 社 (スペイン)) ;
電動航空機のパワーエレクトロニクス安全性と認証取得性を改善した技術の実証
電氣的なフォルトの検知、フォルト低減、及び電磁波障害によるノイズ、干渉低減
- Modabat : Modular Scalable and Technology-Open Design for Future Aviation Batteries (フラウンホーファー研究機構)
- Crystar : Certification Roadmap to Yield an optimal and Safety methodology of crashworthiness for an integrated cryogenic tank for liquid hydrogen storage on board future aircraft (カンパニア・ルイーゼ=ヴァンヴィテッリ大学)

- ・ Strata : £14.1mil/約\$19mil、2028年5月まで
- ・ Honeywell UK 社によるコンソーシアム
3T Additive Manufacturing、BeyondMath、Qdot Technology、Oxford Thermofluids Institute 等各社・研究機関が参画
キャビンの環境制御、キャビン圧制御に関わる5つの技術を対象にAI、AMを適用する開発プログラムでTRL6を目指す

2) Clean Aviation call4 (2026年2月公募予定) (45)(46)

Clean Aviation の Sebastien Dubois 氏 (Clean Aviation head of unit, programme development and communications) によれば、2026年2月に公募開始が予定されている Clean Aviation の「call4」では、水素 (特に水素燃料電池)、ナローボディ向けハイブリッドエンジンの検討が実施される見込みになったとのことで、飛行試験の実施についても議論中である。现阶段ではテーマ数については合意に至っていない。公募の具体的な構成等については2月の公募開始に先立ち、2025年11月末または12月初旬までに確定する予定であり、入札者は3か月以内に応募できる予定となっている。

「call4」は総額3億8000万ユーロ/約4億3900万ドル程度とみられ、このうち3分の1弱を水素が占める予定である。「call3」ではTRL4以上のテーマを選定対象としたこともあり、水素関連のテーマは選定されなかったが、「call4」では再び水素への取組が選定される見込みである。

なお、水素燃料電池推進システムについては、大型リージョナル機の要件に基づいて構築されるべきだと明記されているが、このことが小型プラットフォームでの試験を排除するものではないとしている。

※今回の対象と関連する Clean Aviation プロジェクト

Honeywell 「Newborn」、MTU 「HEROPS」 (2026年に現在のフェーズが終了予定)

■想定重点プロジェクト (Clean Aviation 「call4」)

① ナローボディ機向け

- ・ ダクトドファンエンジン 又は アンダクトドファンエンジンのハイブリッド化
- ・ フェーズ1で実施した MTU Aero Engine 社 「SWITCH」 の継承プロジェクト
飛行試験：未定

2026年に終了する「COMPANION」(call1/2)でA380改修の実施可能性がある

② SMR (Short-to-Medium-Range aircraft) 向け

- ・ 後部胴体設計、アビオニクス改修、主翼空力

③ 将来ハイブリッド・リージョナル・ターボプロップ機

UERA (Ultra-Efficient Regional Aircraft)

- ・ 翼と胴体の改良で燃料消費を10%低減、P&WC社ハイブリッド推進システムをATR機に搭載して試験 (EIS : 2035年)

④ 水素航空機コンセプトとイングレーションの研究

- ・ 認証、市場受容性、次世代技術運用上の考慮事項等の課題を含んだ研究

(2) 米国 NASA による超高効率航空プロジェクトの動向 (47)

NASA は脱炭素化を実現する次世代航空機として現行よりも約 30%燃費を改善する機体に関して、革新的機体コンセプト、電動化推進、他の新技術について各種プロジェクトを NASA 航空研究ミッション部門において推進している。Ultra-Efficient Aviation を追求するものとして、代表的なものに以下のようなプロジェクトがある。

- Sustainable Flight Demonstrator Project
- Hybrid Thermally Efficient Core (HyTEC)
- Hi-Rate Composite Aircraft Manufacturing (HiCAM)
- Electrified Powertrain Flight Demonstration (EPFD)
- Advanced Aircraft Concepts for Environmental Sustainability (AACES)
- Advanced Air Vehicles Program (AAVP)

ただし、現在、NASA 予算の大幅な削減により、プロジェクトの構成や計画、優先度、リソース等が見直される状況となっており、いくつかのプロジェクトは統合されつつある。全般として NASA 関連のうち、航空部門の予算は前年度比約半減に近い状況であるが、超音速関連と AAM、複合材関連は優先度を上げて対応される模様。

[2.4.1 項 出典(1)~(52) : 各、資料 3 の P2025D201~P2025D252 参照]

2.4.2 エンジン関連

エンジン製造メーカーの業績動向に関して、主要なエンジンメーカーである GE Aerospace 社、RTX 社 (Pratt & Whitney 社)、Rolls-Royce 社、Safran 社 (Propulsion 部門)、MTU Aero Engines 社の 2025 年の収益状況を表 2.4.2-1 に示す。2025 年の業績は、航空需要の力強い回復とアフターマーケット (整備・部品) の旺盛な需要を背景に、多くの企業が過去最高水準の収益を記録。前年と比べて収益、利益が約 1~2 割増加している。(1)。

表 2.4.2-1 2025 年、2024 年におけるエンジンメーカーの収益(1)

(in millions \$, €, £)		First half			Twelve Months		
		2025	2024	Change	2025	2024	Change
GE Aerospace Commercial Engines & Services	Revenues	\$14,966	\$12,228	22 %	\$33,314	\$26,881	24 %
	Segment Profit/(Loss)	4,152	\$3,098	34 %	\$8,861	\$7,055	26 %
GE Aerospace Defense & Propulsion Technologie	Revenues	\$4,887	\$4,713	4 %	\$10,554	\$9,478	11 %
	Segment Profit/(Loss)	\$658	\$600	10 %	\$1,296	\$1,061	22 %
Pratt & Whitney	Sales	\$ 14,997	\$13,258	13 %	\$ 32,916	\$28,066	17%
	Segment Profit/(Loss)	\$ 1,198	\$967	23 %	\$ 2,725	\$ 2,281	19%
Rolls-Royce, Civil Aerospace 部門	Revenues	£4,786	£4,119	17 %	£10,382	£9,040	15 %
	Operating Profit/(Loss)	£1,193	£740	63 %	£2,130	£1,505	41%
Rolls-Royce, Defence 部門	Revenues	£2,223	£2,219	1%	£4,772	£4,522	8 %
	Operating Profit/(Loss)	£342	£345	0%	£689	£644	7 %
Safran, Aerospace Propulsion 部門	Adjusted Revenues	€7,541	€ 6,461	16.7%	€15,668	€ 13,652	15%
	Profit from Operation	€1,758	€ 1,285	36.8%	€3,563	€ 2,793	28%
MTU Aero Engines	Adjusted Revenues	€4,141	€ 3,429	21%	€8,717	€ 7,488	16%
	Adjusted EBIT	€ 657	€ 470	40%	€1,351	€ 1,050	29%

(1) GE Aerospace 社

GE Aerospace の 2025 年上半期の調整後収益は約 \$ 192 億 (Q1: 9.0B+Q2: 10.2B)、調整後営業利益は約 \$ 44.4 億 (Q1: 2.1B+Q2: 2.34B)。商用エンジン部門では収益が前年比+30%、営業利益は+23%増。LEAP や GE_{Enx} の需要増により、サービス収益やスペアパーツ販売が大きく貢献した。

2025 年通期の調整後収益は前年比+21%、\$ 423 億、調整後営業利益前年比+25%、\$ 91 億、フリーキャッシュフローは \$ 77 億。民間航空需要の強さとサービス事業の拡大を背景に、売上・利益ともに二桁成長を記録。商用エンジン納入数は全体で 2386 基であり、前年 1911 基より大幅に増加、特に LEAP エンジンが過去最高の出荷数 1802 基を記録。(1)

表 2.4.2-2 GE Aerospace 社 2025 年上半期,通期の業績(1)

(Dollars in millions)	Six months ended June 30			Twelve months ended December 31		
	2025	2024	year on year	2025	2024	year on year
Total Company Results (Non-GAAP Metrics)						
Adjusted Revenue	\$19,151	\$16,298	18 %	\$42,322	\$35,121	21%
Operating Profit	4,483	3,447	30 %	\$9,055	\$7,253	25%
Operating Profit Margin	23.4 %	21.1 %	230 bps	21.4 %	20.7 %	
Commercial Engines & Services						
Orders	\$21,273	\$17,466	22 %	\$54,415	\$40,213	35%
Revenue	14,966	12,228	22 %	\$33,314	\$26,881	24%
Segment Profit/(Loss)	4,152	3,098	34 %	\$8,861	\$7,055	26%
Segment Profit/(Loss) Margin	27.7 %	25.3 %	240 bps	26.6 %	26.2 %	
Defense & Propulsion Technologie						
Orders	\$5,928	\$5,364	11 %	\$13,397	\$11,248	19%
Revenue	4,887	4,713	4 %	\$10,554	\$9,478	11%
Segment Profit/(Loss)	658	600	10 %	\$1,296	\$1,061	22%
Segment Profit/(Loss) Margin	13.5 %	12.7 %	80 bps	12.3	11.2 %	

(2) Pratt & Whitney 社

2025 年上半期調整後売上高は前年上期比+13%であり、商用アフターマーケットおよびエンジンの収益が好調、GTF エンジンの受注も 1,000 基以上に達した。

2025 年通期の調整後売上高は前年比+17%、\$ 329 億、調整後営業利益前年比+19%、\$ 27 億。スペアパーツの販売やエンジン整備（MRO）の需要が非常に強く、民間アフターマーケット部門の売上高は前年比 20%以上の伸びを記録。

2025 年に、軍用・民間・P&W カナダを含む合計 3408 基のエンジンを出荷。2024 年の 3254 基から約 5%増加。カテゴリ別では、軍用エンジンが+47 基(+26%)、PW カナダも+48 基(+2%)、大型民間機向けは+59 基(+6%)。(1)

表 2.4.2-3 Pratt & Whitney 社 2025 年上半期、通期の業績(1)

(Dollars in millions)	Six months ended June 30			Twelve months ended December 31		
	2025	2024	year on year	2025	2024	year on year
Adjusted*						
Net Sales	\$ 14,997	\$13,258	13 %	\$ 32,916	\$28,066	17%
Operating Profit	\$ 1,198	\$ 967	23 %	\$ 2,725	\$ 2,281	19%
Segment Operating Profit Margin	8.0 %	7.3 %		8.3%	8.1 %	

表 2.4.2-4 Pratt & Whitney 社 2025 年エンジン出荷数(1)

	2024 Q1	2024 Q2	2024 Q3	2024 Q4	2024 合計	2025 Q1	2025 Q2	2025 Q3	2025 Q4	2025 合計
MILITARY	43	37	34	66	180	51	40	63	73	227
LARGE COMMERCIAL	232	236	252	276	996	250	227	266	312	1055
PRATT & WHITNEY CANADA	496	474	547	561	2078	518	521	516	571	2126

(3) Rolls-Royce 社

Rolls-Royce の Civil Aerospace 部門は、2025 年上半期に営業利益率 24.9%を達成し、収益性が大幅に改善。アフターマーケット収益の増加とスペアエンジン販売の拡大によるものである。⁽¹⁾

2025 年通期 Civil Aerospace 部門の売上高は前年比+15%、£ 103 億、営業利益前年比+41%、£ 21 億。飛行時間（EFH）が前年比 8%増加し、高利益なサービス収入が増加、スペアエンジンの販売が高価格・高利益で推移し、利益を押し上げた。

2025 年に、Civil Aerospace 向け合計 483 基のエンジンを出荷。2024 年の 529 基から約 9%減少、その内大型エンジン（Trent シリーズ）は 2024 年の 278 基から-19 基(-7%)となる 259 基。サプライチェーンの制約（部品不足等）が影響している。

表 2.4.2-4 Rolls-Royce 社 2025 年上半期, 通期の業績⁽¹⁾

	(in millions)	Half year			Full year		
	Underlying results	2025	2024	change	2025	2024	change
Rolls-Royce, Civil Aerospace 部門	Revenue	£4,786	£4,119	17 %	£10,382	£9,040	15 %
	Operating Profit/(Loss)	£1,193	£740	63%	£2,130	£1,505	41%
	Profit Margin	24.9%	18.0%		20.5%	16.6%	
Rolls-Royce, Defence 部門	Revenue	£2,223	£2,219	1 %	£4,772	£4,522	8 %
	Operating Profit/(Loss)	£342	£345	0 %	£689	£644	7 %
	Profit Margin	15.4 %	15.5%		14.4%	14.2%	

[2.4.2 項 出典(1) : 資料 3 の P2025D253 参照]

2.4.3 装備品関連

(1) 主な装備品メーカーの業績 (2025年)

主な航空宇宙装備品メーカーの2023年～2025年の業績(売上、営業利益)を下記に示す。

主要17社の装備品メーカーのうち13社は増収、前年比平均で約11%増(13社平均)となっている。営業利益は17社中10社が増益で、平均で約22%と高い伸びを示している。

一方で、BAE Systems社、GKN Aerospace社といった欧州企業やEaton社は減収だが、欧州2社の業績は推計のため、今後、変わる可能性がある。営業利益ではTransDign社が大きく減収となっている。

表 2.4.3-1 主要装備品メーカーの業績

主な装備品メーカ million \$	2025			2024			2023		
	売上	営業利益	営業利益率	売上	営業利益	営業利益率	売上	営業利益	営業利益率
RTX Collins Aerospace	30,196	4,923	16.3%	28,284	4135	14.6%	26,253	3,825	14.6%
GE Aerospace ※1	45,855	10,000	21.8%	38,702	—	11.2%	35,348	—	10.1%
Safran ※2	31,490	5,223	16.6%	28,252	4,274	15.1%	25,107	2,873	11.4%
L3Harris ※3	6,946	852	12.3%	6,869	812	11.8%	6,856	756	11.0%
BAE Systems (Air) ※4	6,940	974	14.0%	8516	1007	11.8%	8,058	949	11.8%
Honeywell Aerospace	17,510	4,284	24.5%	15,458	3,988	25.8%	13,624	3,760	27.6%
TransDign	8,831	2,074	23.5%	7,940	3,531	44.5%	6,585	2,923	44.4%
Thales (Aerospace) ※5	6,541	795	12.2%	5,635	403	7.1%	5,777	402	7.0%
GKN Aerospace ※6	3,630	700	10.7%	4,370	680	15.6%	4,167	71	1.7%
Parker Hannifin (Aerospace) ※7	6,200	1,301	21.0%	5,472	1111	20.3%	4,360	562	12.9%
Eaton (Aerospace)	2,740	671	24.5%	3,743	859	22.9%	3,413	780	22.9%
Diehl Group ※8	5,900	566	9.6%	4,837	474	9.8%	4,310	286	—
Moog (Aerospace)	2,905	342	12.4%	2,618	325	12.4%	2,336	241	10.3%
Panasonic Avionics ※9	—	—	—	1,100	—	—	1,782	—	—
Liebherr ※10	1,671	—	—	1,506	266	17.6%	1,559	407.37	—
Garmin (Aviation) ※11	964.7	96	10.0%	877	211	24.1%	846	220	26.0%
Crane (Aerospace and Electronics)	1,049	263	25.0%	933	209	22.4%	789	159	20.1%

※€1=\$1.18 (2025/12/31)、\$1.03 (2024/12/31)、\$1.11(2023/12/31) £1=\$1.27 (2025/2/19)、\$1.26 (2024/12/31)

※1 GE Aerospace: RevenueはGAAP (Generally Accepted Accounting Principles)

※2 Safran: Consensus FY 2025 & FY 2026の公表数値

※3 L3Harris: FOURTH QUARTER 2025 EARNINGS PRESENTATION January 29, 2026

※4 BAE Systems: 2025アニュアルレポートは2026年2月発表予定、上記の数値は上半期の発表数値(2025/11/12)を2倍にした値(参考までの数値)

※5 Thales: 2025アニュアルレポートは2026年3月3日発表予定、上記数値は上半期発表数値(2025/7/23)にAerospace部門シェア27%を乗じて倍にした値

※6 GKN Aerospace: 2025アニュアルレポートは2026年3月頃に発表される模様、上記数値は推計値

※7 Parker Hannifin (Aerospace): 2025年の売上でのAerospaceシェアは28.5%

※8 Diehl Group: 2025アニュアルレポートは2025年6月頃発表予定、上記は推計値

※9 Panasonic Avionics: 2024年は推計値

※10 Liebherr: 利益は純利益、2025年の売り上げは上半期の数値を倍にした参考値

※11 Garmin: 2025年のアニュアルレポートは2026年2月後半に発表予定、上記は目標値

[2.4.3 項 出典: 各社 IR 情報、発表資料などをもとに航想研とりまとめ]

2.4.4 航空システム・航空管制・無人機・飛行制御関連

2.4.4.1 NASA Airspace Operations and Safety Program (AOSP) ⁽¹⁾

NASA においては以下 4 つのプロジェクト；

- (1) エアタクシー技術を対象とした輸送革命を目的とする Air Mobility Pathfinders (AMP)
 - (2) 交通管制システムの変革を目的とした Air Traffic Management—Exploration (ATM-X)
 - (3) 航空需要の高まりに対応する新しい研究ツールや技術・方法を安全に導入することを目的とした System-Wide Safety(SWS)
 - (4) リモート機による山火事の 24 時間監視を可能にする Advanced Capabilities for Emergency Response Operations (ACERO)
- がある。

以下では今年度の各プロジェクト動向について触れる。

(1) Air Mobility Pathfinders (AMP)

- 既存の携帯電話ネットワーク技術、特に第 5 世代通信 (5G) が次世代航空、特に都市型エアタクシーの通信に活用できるかを NASA では検証している。2025 年 4 月と 5 月、NASA グレン研究センターの研究者は、5G の性能を航空通信に応用するための専用無線システムを構築し、実験を実施した。目的は、航空業界が携帯通信業界の技術や投資を活用し、安全かつ拡張性のある通信ネットワークを構築できるかを探ることである。実験では FAA から許可を取得して NASA の Pilatus PC-12 航空機と地上局に 5G 対応無線機を設置し、連邦通信委員会 (FCC) がドローンやその他の無人航空機システムの安全試験用に専用に設定した無線周波数帯域を用いて、都市部での建物による電波遮断や距離による信号減衰、機体の角度による通信品質の変化などを詳細に測定した。これにより、5G が航空機間や地上との通信において有効である可能性が示された。また、航空機のプロペラブレードが回転する際に無線信号を部分的に遮断することで発生する信号劣化であるプロペラ変調も確認され、低高度を飛行するエアタクシーにおいては重要な研究課題となった。NASA はこの実験を通じて、FAA や航空業界に対して通信性能の基準データを提供し、今後の技術開発や規格策定に貢献する方針である。将来的には、エアタクシーが都市部で安全に運航するために、信頼性の高い無線通信が不可欠であり、5G 技術はその中核を担う可能性があると考えている。⁽²⁾



図 2.4.4.1-1 NASA Pilatus PC-12 の後部に搭載された実験用通信機器 ©NASA

- NASA は、都市部で電動エアタクシーやドローンを安全かつ効率的に運航するための新たなシミュレーション技術を公開した。カリフォルニア州のエイムズ研究センターで実施された実証では、離陸前に飛行計画を調整し混雑空域での衝突リスクを低減する「Strategic Deconfliction Simulation」を中心に、航空交通状況を可視化し需給バランスを自動調整するツールも紹介された。ダラス・フォートワース地域を想定した多数のドローン運航シナリオを検証し、事前計画による混雑緩和効果を確認した。また、ANRA Technologies 社が複数機管理や地上連携を支援するシステムを提供し、産業界との協力の重要性が示された。今回の成果は、2026年に予定される技術レベル検証シミュレーションに向けた重要なステップである。(3)

(2) Air Traffic Management—Exploration (ATM-X)

- NASA エイムズ研究センターで Boeing 社が試験した新技術は、民間航空機が空港内でゲートから滑走路まで安全かつ効率的に移動する方法を改善する可能性がある。空港の誘導路は航空機や支援車両で混雑しており、パイロットは航空管制からの音声指示に従う必要があるが、通信の混乱や作業負荷が原因で滑走路侵入や衝突のリスクが生じることがある。Boeing 社はこの課題に対処するため、誘導路情報のデジタル化と航空機の自動誘導機能の開発を進めており、NASA のモフェット飛行場と Future Flight Central で試験を実施した。試験では Boeing 社の試験機を用いて、管制指示をパイロットのタブレットと自律システムに送信し、従来の音声指示に代わり、視覚的なルート案内を表示することで、パイロットの負担を軽減した。自律誘導試験では、追加の操縦入力なしで航空機が滑走路まで移動できることが確認された。(4)



図 2.4.4.1-2 NASA エイムズ研究センターのモフェット飛行場で模擬タキシングを行う Boeing 社の試験機 ©NASA

- 都市部で人や物資を効率的に輸送するための遠隔操縦航空機向け技術試験として、NASA は Wisk Aero 社と協力して 2025 年 8 月 21 日に、カリフォルニア州ホリスターで Bell 206 ヘリコプターを使用して Collins Aerospace 社が開発した地上設置型レーダーの性能を検証した。このレーダーは、将来の遠隔操縦運用において周囲の航空機を検知・回避するために活用される可能性がある。試験では異なる地理的地点間でのデータ交換も実施、共有空域での運用に不可欠な通信能力が確認された。Collins Aerospace 社のレーダーは飛行中の航空機の位置情報を正確に監視し、NASA の研究施設にデータを送信することにも成功した。この取組は、FAA がドローンやエアタクシーを安全に空域に統合するために必要なインフラと技術を特定する ATM-X の一環

として行われたものであり、2024年11月にNASAがReliable Robotics社およびCollins Aerospace社と共同で実施したCessna 208の遠隔操縦飛行試験を基礎としている。また今回のヘリコプターはeVTOL機を簡易的に模擬しており、NASAとWisk Aero社は今後も協力してeVTOL機の性能や特性を評価し、安全な空域統合を目指す。

(5)

- 長距離国際線で到着直前に長時間の旋回待機が発生する事例は、飛行経路予測の誤差が原因となることが多い。航空機が天候回避等で高度・経路を変更すると到着予測時間がずれ、結果として待機パターンに入る可能性が高まる。この課題は運航効率および経済性に影響を与えることから、NASAは長年にわたり改善に取り組んできた。最近では、Boeing社が官民パートナーと連携してイノベーションを目指すecoDemonstrator Explorerプログラムの元で、NASAはBoeing社やその他パートナーと協力し、機上から地上システムまで飛行経路情報をリアルタイムに共有する高度データ通信システムの実証試験を実施した。試験にはユナイテッド航空のBoeing 737を用い、米国内便および米国から英国への大西洋横断便で評価が行われた。NASAは海洋空域における経路予測サービスを開発し、異なる国の管制システム間を跨ぐ際の情報共有ギャップを把握した。本取組により、より高精度な経路情報の確保と航空交通の最適化が期待され、航空業界全体の効率向上に寄与する成果が得られた。(6)
- NASAは、航空交通管理の安全性向上を目的として、ブロックチェーン技術を用いた飛行データ保護システムの実証試験を実施した。本試験ではドローンを用いて、航空機と地上局間で交換される飛行計画やテレメトリ等の情報が、改ざんや傍受の脅威に対して安全にリアルタイム共有・保存できることを確認した。ブロックチェーンは分散型データベースとして機能し、信頼された利用者間でのみデータを共有する仕組みを備える。研究では、オープンソース基盤を用い、多システム間の取引保護やアクセス制御を評価するとともに、サイバー攻撃を模擬した脆弱性検証も実施した。試験結果は、都市型航空輸送や高高度運用を含む将来の航空交通管理に適用可能であり、航空業界の安全運用に資する基盤技術となる。(ATM-Xプロジェクトとして分類はされていないが、最も近いのでここに記載する)(7)
- 高高度空域の利用増加を受け、NASAは気球や飛行船などの高高度機の安全運用を可能とする新たな航空交通管理システムを開発している。高度5万ft以上の空域では通信提供や災害監視などの需要が高まっており、特に長時間同一地域に滞空するステーションキーピング型運用が想定される。現行の管理手法は手作業で断片的であることから、NASAは共有状況認識、衝突予測、協調的な回避を可能とする拡張性の高い管理方式を構築した。2025年にはエイムズ研究センターで気球と飛行船運用を想定したシミュレーションを実施し、リアルタイムの飛行データ共有や意思決定過程を検証した。高高度気球メーカーのAerostar社および高高度飛行船メーカーのSceye社との協力により、実際の成層圏気球データも活用して評価を行った。得られた知見はFAAと共有され、安全で持続可能な高高度空域運用の枠組構築に資するものである。(8)

(3) System-Wide Safety (SWS)

- NASAは、ドローンの安全運航を支援する新しいソフトウェア In-Time Aviation Safety Management System (IASMS)の試験を進めている。このシステムは、飛行中のリスク

をリアルタイムで監視・評価・軽減することで、事前に危険を予測し、操縦者に警告を発する機能を持つ。2025年3月には、ハリケーン被災地への物資投下や捜索救助を模擬したシミュレーションを実施し、操縦者の負荷や任務成功率、システムの使いやすさなどを評価した。さらに、2024年夏にはオハイオ州交通局や3大学と連携し、異なる環境や任務に応じたIASMSの性能を検証した。これらの試験では、都市部での配送や山火事対応など多様なシナリオが設定され、ドローンの飛行中に発生する可能性のある危険を回避する能力が確認された。IASMSは、NASAの無人航空機交通管理システムと連携することで、日常的なドローン運航の実現に貢献する可能性があり、都市部での安全な飛行を支える重要な技術とされている。NASAはこの技術をFAAや航空業界と共有し、将来的な空域統合に向けた基盤データとして活用する方針である。⁽⁹⁾

(4) Advanced Capabilities for Emergency Response Operations (ACERO)

- ✓ NASAは、森林火災への空中対応を24時間体制で可能にする新たな航空管制システムの初期検証を実施した。2025年3月、カリフォルニア州モンレー郡のシエラ・デ・サリナス山脈周辺に研究者を配置し、視界不良時でも信頼性の高い空域管理を可能にする携帯型システム「PAMS (Portable Airspace Management System)」の現地試験を行った。PAMSはスーツケースサイズで、NASAの航空管制技術を基盤に開発され、煙や夜間でも他機の位置や飛行意図を把握できる機能を持つ。試験では、Overwatch Aero社の垂直離着陸機とNASAのドローン2機が模擬火災対応飛行を行い、山岳地帯での通信困難な環境下でもPAMSが空域情報を共有・表示できることを確認した。また、Joby Aviation社の大型無人機との情報交換にも成功し、PAMSの汎用性が実証された。カリフォルニア州森林防火局(CAL FIRE)の幹部も試験に参加し、実運用への統合可能性について前向きな評価を示した。PAMSは、従来の有人機による「空域指揮官」の役割を地上から遠隔で担えるようにするもので、視界不良時の衝突リスクを低減し、空中消火活動の安全性と効率性を大幅に向上させる。NASAは今後も試験データと消防機関からのフィードバックを活用し、PAMSの機能強化と実用化を進める方針である。⁽¹⁰⁾



図 2.4.4.1-3 2025年3月19日の飛行試験の様子を示すACEROのPAMS
©NASA

2.4.4.2 SESAR ⁽¹¹⁾

FY2025末時点で79個のプロジェクトがOn goingの状態であり、FY2024末時点の78個から1個増加している。

FY2024報告に記載のFlagshipが

- ①U-space and urban air mobility
- ②Artificial intelligence for aviation
- ③Connected and automated ATM
- ④Virtualization and cyber-secure data-sharing

に属する以下のプロジェクト；

- ①CORUS five, U-AGREE
- ②AWARE, DAILOG, ORCI
- ③ASTONISH, ANTENNAE, SATERA
- ④VISORS)

はいずれも継続中。また Flagship が上記 4 項目に属するもので 2025 年以降に開始されたものはない。

2.4.4.3 AAM (Advanced Air Mobility)

- ✓ (無線等、AAM に関わる周辺技術を調査継続予定)
 - 国内: 総務省
 - 国際的: ICAO 下の Frequency Spectrum Management Panel : FSMP
- ✓ (機体関係)
 - 中国の eVTOL 機メーカーである AutoFlight 社は、中国海洋石油集団(CNOOC)有限公司および CITIC Offshore Helicopters 社との戦略的提携のもと、世界初となる 2 トン級電動垂直離着陸機 (eVTOL 機) による洋上石油プラットフォームへの貨物輸送ミッションを成功させた。使用された CarryAll 機は、中国民用航空局から型式証明・生産証明・耐空証明を取得した初の大型 eVTOL 機であり、深圳から 150km 離れた海上の Huizhou 19-3 プラットフォームまで、58 分間の飛行で食料や医薬品を届けた。従来の船舶輸送では約 10 時間かかるため、今回の成果は物流効率の大幅な向上を示している。CarryAll は最大速度 200km/h、航続距離 200km、最大積載量 400kg を誇り、霧や塩分、強風などの過酷な海洋環境下でも安定した飛行性能を発揮した。CITIC Offshore Helicopters 社は空域管理と安全運用を支援し、中国初のデジタル航空管制塔も活用された。この成功は、eVTOL 機の商業的実用性を証明し、今後は人員輸送、緊急医療搬送、設備点検など多様な用途への展開が期待されている。(12)

[2.4.4 項 出典(1)~(12) : 各、資料 3 の P2025D254~P2025D265 参照]

2.4.5 AAM (Advanced Air Mobility)／eVTOL 機関連

(1) 主要各社の動向

2025 年は eVTOL 機の認証作業が進むとともに AAM 業界内の淘汰も顕著となっている。

米国では FAA による認証基準の設定も進み、Joby Aviation 社、Archer Aviation 社などが機体の認証プロセスに進んでいる。両社とも米国内並びに中東地域での商用運航開始を目論んでおり、早ければ 2026 年の認証取得、それに続く商用運航開始を狙って開発を進めている。また BETA Technologies 社なども eVTOL 機と並行して eCTOL 機の開発も進捗中。

eVTOL/eCTOL 機に対する米軍の評価プログラムも進められ、軍用用途がクローズアップされている。軍用評価では、現状バッテリー能力では電動のみでの使用は要求未達、ハイブリッド化が必須見通し。関連企業では、軍用部門設立、ハイブリッド化の推進が見られる。

一方、欧州においては認証当局である EASA が VTOL 機のための特別条件 (SC-VTOL) を早々に策定、基準側の準備を進めているが、各 eVTOL 機メーカーにおいては主に資金調達の問題により事業を断念、破産申請に至る企業も出ており、現在英国 Vertical Aerospace 社が認証プロセスに入りつつある状況である。Volocopter 社は破産により中国系グループのもと事業を進めることとなり、Lilium 社については再建見通しが立っていない。いずれも開発を支える資金確保が最大の課題となり、特に長期間を要する航空機開発の難しさが顕著になっている。資金面の安定性等から米国企業がリードしている状況である。

ブラジルでは Embraer 社傘下の EVE Air Mobility 社が EVE eVTOL 機の開発を進めており、フルスケールプロトタイプ機の初飛行に成功、着実に開発プログラムを進展させている。

中国では EHang 社はじめ中国民用航空局(CAAC)からの認証を受け、国内での商用運航を進めつつあるが、まだ運航空域・条件に対する制約が多くついている。

我が国では、Skydrive 社等による開発が進んでおり、2025 年の大阪万国博覧会においてデモフライトを実施するなど、プログラム進捗を積極的にアピールしている。

当初は大阪万博で関連 4 企業グループにより商用飛行が計画されていたが、いずれも実現せず、デモフライトもしくは展示のみとなった。開発の長期化、商用運航の開始ずれ込みが続いている。一部企業の認証プロセス進展もあることながら、完全な TC 取得まで予断は許さないが、1～2 年程度での商用運航開始を期待したい。以下に、各社状況を示す。

(a) Joby Aviation 社

Joby Aviation S4 : FAA による認証プロセスに最初に入った eVTOL 機。推力偏向式の機体で、Joby Aviation 社はエアタクシー、ライドシェアサービスを当初 2024 年開始計画であったが、現時点で 2026 年中の商用運航開始を目指している。2022 年に FAA から Part135 (航空運送事業認可) を取得し、型式証明と製造認証を取得中。パイロット 1 名と乗客 4 名で、最大 150 マイル (約 240km) の距離を毎時 200 マイル (約 320km/h) で飛行可能。



図 2.4.5-1 Joby Aviation S4 (Joby Aviation 社 HP)

- ✓ 3月15日 Joby Aviation 社とヴァージンアトランティック航空は戦略的パートナーシップ締結、英国初のエアタクシー・サービスを発表した。(1) このことで同航空は英国の Vertical Aerospace 社との契約を 2024 年 11 月にキャンセルした。
- ✓ 5月12日 Joby Aviation 社は、2025 年第 1 四半期の報告を行い、FAA の認証取得に向けて順調に飛行試験を実施中、有人でトランジション飛行を行ったこと、5 機目の試験機を完成させたことなどを報告し、5 月 12 日には 2 機同時の飛行試験を実施したと発表した。(2)
- ✓ 5月28日 トヨタ自動車(株) (トヨタ) は、Joby Aviation 社に株式取引を通じて \$ 2.5 億を出資、サプライヤの決定権と運航権を確保した。(3)
- ✓ 6月3日 Joby Aviation 社は、サウジアラビアのコングロマリット Abdul Latif Jameel (ALJ) 社と S4 機、200 機の運用、総額\$1B の契約締結を行った。両社はサウジアラビアでの運航についても協力、ALJ 社がサウジアラビアと周辺地域の Joby 機のディストリビュータとなることも検討する。(4)
- ✓ 8月4日 Joby Aviation 社は、ヘリコプター運航会社 Blade Air Mobility 社を最大 \$ 125mil で買収すると発表した。同社は 2024 年に 50,000 人以上 (約 140 人/日) を輸送、主にニューヨークの JFK 空港やマンハッタン地区を含む、12 の Urban ターミナルで運用。(5)
- ✓ 8月5日 Joby Aviation 社は、ANA との提携を発表し、大阪万博でのデモンストレーション飛行を行う予定であることを発表した。ANA との提携においては、東京圏で 100 機を超える Joby 機をエアタクシー・サービスとして展開するためにジョイントベンチャーを設立することを目指すとしている。(6)
- ✓ 11月14日 Joby Aviation 社は、長距離と高ペイロードを目指したハイブリッド機の初飛行に成功したと発表した。(7)
- ✓ 11月18日 Joby Aviation 社は、11月9日に UAE のマクトゥーム国際空港にて 17 分間のパイロットによるポイント・トゥ・ポイントの飛行に成功したと発表した。その後、この機体はドバイエアショーにてデモ飛行を行っている。(8)
- ✓ 12月16日 Joby Aviation 社は、トヨタとともに、富士スピードウェイでの 14 回に渡る操縦士による飛行試験を行ったと報じ、これまでに 850 回、50,000 マイルの飛行に達したと報告した。(9)

- ✓ 2026年1月7日 Joby Aviation社は、CAE社から2基のフライトシミュレータを受領したと発表した。これらはFAAの認証を取得するためのもので、2026年中の商用運航に向けて計画どおりの納入としている。⁽¹⁰⁾ また1月8日には2番目の製造拠点について買収契約に合意したと報じた。この設備はオハイオ州デイトンにありJoby Aviation社の生産能力を2倍にするものと報じている。⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

(b) Archer Aviation社

Archer Aviation Midnight：パイロット1人と乗客4人を乗せ、航続距離100マイル（約161km）を飛行する推力偏向式のeVTOL機。充電に要する時間は約10分と、飛行の合間に済ませられる。2026年の市場投入を計画、認証プロセスが進行中。



図 2.4.5-2 Archer Aviation Midnight (Archer Aviation社HP)

- ✓ 4月17日 ユナイテッド航空とArcher Aviation社はNYC（ニューヨーク）でのエアタクシー事業・運航計画（拠点、ネットワーク）を発表した。⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾
- ✓ 5月13日 Archer Aviation社は、Midnightの2025年計画についてCEO Adam Goldstein氏が発表した。⁽¹⁵⁾
- ✓ 8月18日 Archer Aviation社は、Midnightが、同機最長となる55マイルのパイロットによる飛行をカリフォルニア州にて行ったと発表した。31分間の飛行で最大速度は126マイルを超えたとしている。⁽¹⁶⁾
- ✓ 9月10日 空飛ぶクルマの国内運航を目指す(株)Soracleは、大阪・関西地区でのeVTOL機ビジネス化への連携協定を大阪府と大阪市の両者と締結した。Archer Aviation社のMidnightを使用する予定で、2026年に予定する大阪・関西地区での実証運航を経て、2027年中に商用運航を始めたい考え。⁽¹⁷⁾
- ✓ 11月4日 Archer Aviation社は、東京都のeVTOL機導入計画の第1フェーズに、同社のMidnightを使用するとしているJALが主導するコンソーシアムが選

ばれたと発表した。Archer Aviation 社は、JAL、住友商事(株)と運航会社である(株)Soracle から成るこのコンソーシアムとパートナーシップを結んでいる。(18)

- ✓ 12月9日 Archer Aviation 社は、ロサンゼルスにあるホーソン空港と第1フェーズの契約を完了したと報じた。Archer Aviation 社は、2028年にロサンゼルスで開催される予定のオリンピックでエアタクシーとして活用されることを目指している。(19) また、2026年1月21日には、セルビア政府とのパートナーシップについて、2027年にベオグラードで開催される予定の万博におけるエアタクシーの仕様や Archer Aviation 社の機体購入を含め、合意したと発表した。セルビアは欧州においてエアタクシー適用を主導しようとしている。(20)

(c) Lilium Aerospace 社

Lilium Jet: 翼上面に設置したダクテッドファンによる推力偏向式の eVTOL 機。速度 250km/h、航続距離 250km。昨年 10 月にドイツの裁判所に破産手続きを申請すると発表し、開発は止まっている状況。(21)

(再建に向けて動き出したとの報道があったが、難航している様子。)

(d) Volocopter 社

Velocity は 2 人乗りのマルチローター式 eVTOL 機。最高速度は 110 km/h で飛行レンジは 35 km。2024 年 12 月、Volocopter 社は、裁判所に破産手続きの開始を申請したと発表した。



図 2.4.5-3 Volocopter Velocity (Volocopter 社 HP)

- ✓ 4月1日 中国 Wanfeng グループに買収された Volocopter 社は、Volocopter Technologies と社名を変更、Wanfeng は Volocopter 機の EIS を 2026 年に延期した。買収後も 160 名 (Volocopter 社従業員数は約 500 名だった) の従業員は残っているが現在はリストラクチャリングと事業の維持に注力中とのこと。(41)

(e) EVE Air Mobility 社

EVE eVTOL： Embraer 社傘下の EVE Air Mobility 社が開発する eVTOL 機で乗員は最大 6 名、航続距離は 60 マイル (100km)。固定翼を備えつつも、ドローンのようにローターを複数取り付けている。2026 年に商用運航を目指している。

- ✓ 6 月 11 日 EVE Air Mobility 社 は、パリエアショーにおいて、開発中の eVTOL 機が、この夏に初飛行を行う予定であると発表した。(25)
- ✓ 6 月 18 日 EVE Air Mobility 社 は、Future Flight Global 社と最大 54 機の LOI (Letter of Intent) にサインしたと発表した。米国とブラジルの市場をターゲットであるとしている。(33)
- ✓ 6 月 30 日 EVE Air Mobility 社 は、Aerosolutions 社と、Globalvia 社 Bluenest と最大 50 機の LOI にサインしたと発表した。この LOI は、コスタリカでの AAM の普及に向けた大きなステップであるとしている。(27)
- ✓ 12 月 2 日 EVE Air Mobility 社 は、推進用モーターの試作と量産のサプライヤとして BETA Technologies 社と合意したと発表した。BETA Technologies 社は、電動航空機の ALIA 機を開発している。(28)
- ✓ 12 月 19 日 EVE Air Mobility 社 は、フルスケールのプロトタイプ機がサンパウロにて初飛行を実施したと発表した。複数回のホバリングを実施し、2026 年を通じて領域拡大を行い、翼を用いたトランジェント飛行に移行していくとしている。(29)



図 2.4.5-4 EVE Air Mobility プロトタイプ機の初飛行の様子 (29)

(f) Vertical Aerospace 社

Vertical Aerospace VX4： イギリスのブリストルに拠点を置く Vertical Aerospace 社が

設計した eVTOL 機。翼幅 15 m、全長 13 m で、飛行速度は 320km/h 以上、航続距離は 161 キロメートル (100 mi) 以上、パイロット 1 名と乗客 4 名を乗せることができる。



図 2.4.5-5 飛行試験を行う Vertical Aerospace VX4 ⁽³⁰⁾

- ✓ 5月27日 Vertical Aerospace社は、VX4プロトタイプ機が、英国内において、パイロットによる”Wing borne Flight”試験（通常の飛行機のように離陸して着陸する）を行ったと発表した。⁽³⁰⁾
- ✓ 7月17日 Vertical Aerospace社は、VX4プロトタイプ機が英国内においてパイロットによる初の空港間の飛行を、コッツウォルド空港からフェアフォード空軍基地間にて行ったと発表した。⁽³¹⁾
- ✓ 10月12日 Vertical Aerospace社は、現在試験中のVX4に対して、運航に用いる機体としてシステムや推進系を進化させた『Valo』を発表した。2028年に認証を取得し、エアラインや運航会社での運用に入りたいとしている。⁽³⁵⁾
- ✓ 2026年2月4日 Vertical Aerospace社は、日本の丸紅とのパートナーシップを発表し、2026年中に大阪湾岸エリアにおいて、操縦士によるデモフライトを行うとともに、電動エアタクシーの商用運用に向けて協力していくとした。⁽³⁸⁾
- ✓ 2026年1月9日 Archer Aviation社は、フライト・オペレーション・アシストでNVIDIA社と提携、NVIDIA社のIGX Thorプラットフォームを採用した。ホーソン空港が最初にIGX Thorプラットフォームを適用する計画。⁽⁴²⁾
- ✓ 2026年2月5日 Vertical Aerospace社は「Valo」のEPS (Electric Power System)に英Evolito社を選定した。Evolito社はEPSアーキテクチャとして1機当たり8基のモーターを提供、また、パワーエレクトロニクスを供給。Vertical Aerospace VX4のプロトタイプ機は、当初は英Equipmake社からEPS供給されたが、モーターは米MagicAll社製のモーターを使っていた。因みに最初はRolls-Royce社製だったが、同社はEPS事業から撤退。⁽⁴³⁾

(g) Wisk Aero 社

米国カリフォルニア州に拠点を置き、2019年に Kitty Hawk 社の子会社 Zephyr Airworks 社を前身として、Boeing 社と Kitty Hawk 社の合弁により設立。エアタクシーの実現を目指し、2人乗りの試験機を開発、現在は、4人乗りの電動自動操縦機を開発している。

- ✓ 6月15日 Wisk Aero 社と(株)JAL エンジニアリング(JALEC)及び石川県の加賀市は、日本での Advanced Air Mobility の普及促進に関する覚書に署名した。⁽²⁶⁾
- ✓ 8月13日 Wisk Aero 社は、Signature Aviation 社と AAM のインフラ及び運用フレームワークの構築に向けた MOU に合意した、と発表した。⁽³²⁾
- ✓ 11月23日 Wisk Aero 社は、4人乗り機体の新しいモックアップ、コックピットイメージなどを公開した。Wisk Aero 社は操縦者無しで運航するとし、2030年の飛行を目指している。⁽³⁶⁾
- ✓ 12月16日 Wisk Aero 社は、第6世代の無操縦者 eVTOL 機の初飛行をカリフォルニア州で実施したと発表した。第5世代までに1,750回の飛行を実施してきたとしており、FAA の認証に向けて大きなステップを踏んだとしている。⁽³⁹⁾



図 2.4.5-6 Wisk Aero 社の第6世代機の初飛行⁽³⁹⁾

(h) BETA Technologies 社

ALIA-250/ALIA CX300：米国バーモント州に拠点を置き、2017年に設立。いずれも5人乗りの eVTOL 機 ALIA-250 と eCTOL 機（通常滑走路で離着陸する固定翼機）の ALIA CX300 を開発している。

- ✓ 8月8日 BETA Technologies 社とヘリコプター運航会社の Bristow Norway AS 社は、BETA Technologies 社の ALIA CX300 がノルウェーでの初飛行を行ったと報告した。⁽³⁴⁾
- ✓ 10月29日 BETA Technologies 社は、同社の電動航空機がボーイングフィールドに着陸したと報告した。⁽³⁷⁾

- ✓ 2026年2月2日 BETA Technologies社は、同社の電動航空機 ALIA が2026年1月28日に6か月に渡る最初の低ゼロエミッション飛行試験プログラムを完了したと報告した。同機は、126回の飛行を行い、飛行距離は16,201kmに達したとしている。(40)



図 2.4.5-7 最初の飛行プログラムを完了した BETA Technologies ALIA (40)

(i) その他

- ✓ 2026年1月2日 Lift Aircraft社「Hexa」はエアタクシー向けの ULP (Ultra-Light Plane)タイプ AAM の、FAA 認証取得プロセスを開始した。なお、従来の Part103 準拠の ULP タイプは「Hexa-U」となる。(22)



図 2.4.5-8 Lift Aircraft Hexa(22)

- ✓ 1月21日 カナダの Horizon Cavorite X7 は設計を変更。ダクテッドファンは、従来は主翼に10基+翼端に小さなファンを各2基の計14基を搭載していたが、新たに翼端に小さなファンを各2機、主翼のファンと同サイズのもの各1基に変更。これは生産性を考えての変更とのこと。また、カナード翼とV字テール翼を適用することで、巡航時の効率、安定性向上を図るとしている。(23)



図 2.4.5-9 Horizon Cavorite X7(23)

[2.4.5 項 出典(1)~(43) : 各、資料3のP2025D266~P2025D308 参照]

2.4.6 SAF (Sustainable Aviation Fuel) に関する動向

- 英国の ATI (Aerospace Technology Institute: 英航空宇宙技術研究所) の QRITOS (Quantifying Reduction in Thermal Contrails by Optimising SAF) プロジェクトは、SAF をより効果的に活用し、特に気候変動に影響を与える飛行機雲 (コントレイル) の形成に関連する非 CO₂ 排出量の削減を目指すプロジェクトで、Rolls-Royce 社が主導すると発表。共同出資を受け、ブリティッシュ・エアウェイズ、インペリアル・カレッジ・ロンドン、ヒースロー空港と連携して実施。SAF が飛行機雲の氷結晶数を減らし、気候への潜在的な影響を軽減する可能性に焦点を当てる。⁽¹⁾
- IATA は SAF の生産に関する予測値を発表、2025 年には、SAF の生産量は 190 万トン (24 億リットル) に達し、2024 年の生産量 100 万トンの 2 倍になると予想。ただし、2026 年には、SAF の生産量の伸びは鈍化し、240 万トンと予測。2025 年の SAF 生産量はジェット燃料総消費量のわずか 0.6% に過ぎず、2026 年には 0.8%。現在の価格水準では、2025 年に航空業界の燃料コストを \$ 36 億増加させる。⁽²⁾
- LanzaJet 社は、ジョージア州の商業規模プラントで世界初となるエタノール由来のジェット燃料生産を達成したと発表。⁽³⁾
- (株)IHI は CO₂ と水素から SAF を直接合成する技術の開発を進め、2025 年 9 月、シンガポール科学技術研究庁 (A*STAR) の研究機関である ISCE² キャンパス内の IHI 試験設備において、CO₂ と水素から液体炭化水素を合成する試験を開始した。そのサンプルがワシントン州立大学の評価で優れた燃料特性を示した。⁽⁴⁾
- コスモエネルギーホールディングスは、2025 年度から JAL、ANA に国産 SAF の供給開始に向け、2024 年 12 月に完成した堺製油所の試運転を開始する。⁽⁵⁾
- JAL、Airbus、日本製紙、住友商事、Green Earth Institute の各社は、国産木材由来バイオエタノールによる SAF 実現化に向けて提携を発表。⁽²⁷⁾ 原料調達・製造などにおける温室効果ガスの排出を抑え、低 LCA (Life Cycle Assessment)、CORSIA に適合した国産木材由来バイオエタノールの製造販売を通じて、国産 SAF を実現、循環型低炭素社会の実現を目指すとしている。⁽⁶⁾
- 欧州航空会社 (共同) は、2030 年 SAF 目標実現可能性をめぐり EU と対立⁽⁷⁾。現在の生産レベルに基づくと、欧州委員会の 2030 年に向けた持続可能な SAF の義務は、達成不可能であり、2050 年ネットゼロ目標へのコミットメントは再確認が必要と主張。

[2.4.6 項 出典(1)~(7) : 各、資料 3 の P2025D311~P2025D317 参照]

第3章 その他資料の分析

3.1 関係団体の刊行物における動向情報

資料1のP2025D001～P2025D012 参照

3.2 公益財団法人航空機国際共同開発促進基金の情報調査及び情報提供における動向情報

3.2.1 2025年度航空機業界動向情報

2025年度の主なトピックス、情報の概要を以下に記す。

航空輸送市場は、2024年度にパンデミック前水準回復、以降、紛争等影響はあるが、旅客・貨物とも大幅に伸び過去最高になるなど、成長軌道が固まってきた感がある。

旅客機については、航空旅客輸送量の世界的な増加に加え、機材代替更新、新規路線拡大等により各国エアラインからの旅客機需要は高い。2025年のエアショーでも中東を中心とするエアラインからの大型発注が続き、主要OEMの受注残が増加している。また一部エアラインからは現行ワイドボディ機のさらなる大型化を求める声も出ており、新規もしくは派生型の開発に対する検討も行われている。このように新造機が待ち望まれている状況だが、主要OEMではサプライチェーンの問題による供給逼迫等により、生産・納入が計画通り進んでおらず、各国エアラインでは機材のやり繰りに苦戦している。対応策として既存機材の延命使用も増え、整備・修理作業(MRO)がエンジン不具合対応と重なり大幅に増加している。

貨物機については、航空貨物輸送量もeコマースの世界的拡大により過去最高レベルに到達する状況で受注も増えており、新型貨物機の開発が各OEMで推進中である。

航空機・エンジン関連の生産については、ほぼすべてのOEMがパンデミック以前の生産レベルを超え成長を見せているが、サプライチェーンについてはまだ改善の余地が残っている。Boeing社、Airbus社ではそれぞれ6000～8000機規模の大量の受注残を抱えており、一刻も早く新造機を生産・納入したいところであるが、サプライチェーンの混乱等による部品・素材等(特にエンジン関連やシート等内装関連)の供給不安定、また品質問題による不具合対応が生じる等、生産増加が計画通りに進んでおらず、今後早急な生産/品質の安定化・生産機数増加が最優先課題となっている。

環境対応面では、中長期的には、国際航空分野の2050年カーボンニュートラル目標達成、エネルギー安全保障の観点からも、クリーンエネルギー転換への必要性は高まっていると言えるが、一時期の過熱感からはややトーンダウンしてきている感があり、特に米欧では目標達成時期の先送り、予算削減等、優先度低下が垣間見られる。

Boeing社では、737MAXについてはアラスカ航空事故等によりFAAから月産レートを最大38機に制限され、全社的に製造に対して厳しい監査を受ける状態となっていたが、新しい経営陣のもと徹底的な安全・品質確保の活動が定着してきており、生産が安

定、737MAXの月産機数上限についてもFAAにより月産38機から42機への引き上げが認められた。またサプライチェーンについても品質問題、納期問題等続いているが、その中でも特に影響の大きいサプライヤーであった Spirit AeroSystems 社については、2025年末にはBoeing社による買収が完了した。世界的な主要OEMによる構造サプライヤーの垂直統合の動きが進んでおり、今後自社内としてより一層の経営・品質・生産課題への対処が促進されるものと見られる。

新型機の認証については、737-7及び737-10の認証取得を2026年目標、777-9認証取得を2027年へとそれぞれスライドしており、EISスケジュールが大きな影響を受けている。経営陣は製品に技術的な課題は無いとしており、FAAによる認証プロセスの長期化の影響で、認証プロセス自体の見直し・効率化も重要課題との認識を示している。

新型機開発としては777-9の派生型となる777-8F型貨物機の開発が進んでおり、メジャー組立品の製造も開始された。

2024年は大きな試練となったBoeing社であるが、2025年末には財務的にもこれまでの赤字状態から黒字転換を果たすなど、経営危機的な山を乗り越え、着実に新たな成長に向けて動き出したと言えよう。

Airbus社では、2024年型式証明を取得した長距離単通路機A321XLRのエアラインへの納入が進み、就航が開始された。このクラスは世界的にも今後当面最大のボリュームゾーンと見られているが、A320neoファミリーを中心に受注も伸ばしており、潤沢な受注残を背景にシリーズ月産75機を目指している。またA220型機の月産14機、A350型機の月産12機を2026年から2028年に目標としており、サプライチェーンの再構築、高効率生産を追求している。2025年はAirbus社にとって単通路機シェアを54%とするなど躍進の年となったが、一方で、12月に入り、約6000機のA320シリーズを対象としたフライトコントロール系のソフトウェアの問題、一部サプライヤーによる胴体パネル品質問題が発覚し、緊急点検を要する事態が生じている。前者は幸いソフトの更新で済む機体が大半で、経営へのインパクトは限定的とされるが、後者の影響は未定であり、ともに品質問題であるだけに信頼性に与える影響もあり、確実な対処が必要。

ブラジルEmbraer社では、2025年に過去最高の売上を記録するなど、民間旅客機並びにビジネスジェットの事業が順調に推移している。新型機開発については大きな動きは見せなかったものの着実に経営内容を強化している。新しい製品ラインナップであるE190-E2シリーズは自動化技術も取り入れ、我が国エアラインからも注文を受けるなど、確実に市場での存在感を強めている。また子会社であるEVE社によるeVTOL機開発にも力を入れており、今後の動きが注目される。

中国では中国民用航空局(CAAC)の型式証明を2022年に取得したC919型機が2023年から商用運航を開始しているが、ここに来て月産目標機数を75機レベルから25機レベルに縮小している模様で、2025年前半の納入機数は20機に満たない状況となっている。これは世界的なサプライチェーンの問題と米国からのエンジン、装備品関連の輸出停止による影響で、部品関連の入手困難に伴うものとされている。依然として中国国内

および関係の強い国のみでの運航となっているが、今後の FAA、EASA による認証、生産計画等は明らかではない。

我が国の航空機産業も今年は昨年続きパンデミック以前を超えるさらなる成長を確実なものとした年で、業界全体での売上、収益は過去最高を記録するものとなった。

各国主要 OEM 各社にとっても混乱するサプライチェーンの中、我が国サプライヤの品質・納期の信頼できるパートナーとしての評価が確固たるものになってきている。

エンジン関連では、中小型機向けエンジンが品質問題による検査・修理対応や、それによる新造エンジンの供給逼迫、一方で新造機が入手できないエアラインでは既存機・エンジンの寿命延長等で運航をやり繰りする等、全般的に整備・修理等の MRO 作業が急増している。このような繁忙状況でエンジンメーカー各社は好調な業績を上げているが、品質問題対応とサプライヤ管理含め供給量確保が喫緊の課題となっている。

我が国でも MRO 事業は大きく伸びている分野となっており、今後も事業拡大が期待されている。

新型エンジンの開発では、各社次世代機に向けた脱炭素・効率向上技術の開発に取り組んでおり、各国政策的な枠組みも活用して進められている。

主要なものとして、GE Aerospace 社と Safran 社合弁の CFM International 社によるオープンローター開発 RISE プログラム、Pratt & Whitney 社による次世代 GTF エンジン、Rolls-Royce 社による Ultrafan プログラム等、各社取組が進められている。

次世代単通路機においてもエンジンによる効率化が大きく注目されており、新型エンジンの効率化実現レベルが機体仕様にも大きく影響するものと推察される。

機体技術面では 100%SAF 適用実証や、電動化、水素燃料航空機に関する研究開発が進められているが、各国の取組状況に差が出てきている。特に米国では脱炭素関連・NASA 関連予算が大幅に削減される方向になる等、環境対応の優先度が下がってきているが、NASA ではこれまでのプログラムの統合を図りながら研究を継続している。

NASA と Boeing 社による TTBW(Transonic Truss Braced Wing)の実証プログラムも停止に追い込まれ、その他のグリーン関連プロジェクトも大幅に見直しを余儀なくされている。ただし、複合材高レート生産技術 (Hi-CAM) プロジェクトについては予算確保され継続中。欧州でもクリーン・アビエーション等、継続的なプロジェクトは維持されているものの、革新的な新技術の適用については各企業・研究機関とも慎重な姿勢を見せており、新技術の成熟度向上に当初想定よりも時間がかかるとの見通しを見せ始めている。Airbus 社による ZEROe プロジェクトは当初計画から目標達成時期を約 10 年後ろ倒しするなど、中止はしないまでも延期という形で優先度が低下している。次世代機向けとして積極的な検討を行っていると言われるオープンローターエンジンについても、その搭載はこれまでの機体コンセプトから大きく異なる大規模な変更が必要になることが認識されつつあり、想定していたよりも実現性に課題が大きそうなことが見えてきて

いる。当面 SAF 等による脱炭素化レベルの向上が現実的な選択肢となってきたが、原油価格の低下見通しや、SAF 生産量の伸び悩みにより、依然普及拡大には制約が多い状況である。主要 OEM は現行機体の大きな受注残により、あと 7~8 年は生産量が確保されているため、その期間に新規技術の適用可能性を見極め、エアライン等の需要、インフラ等の整備状況等も睨みながら将来機の計画を練っていくスタンスと見受けられる。

2050 年カーボンニュートラル目標に向けては、次世代の新型機開発が期待されているが、Boeing 社、Airbus 社両 OEM とも次世代新型機は 2035 年以降の EIS を目指すとしており、各社の生産安定化の優先対応状況から新型機の投入時期決定には至っていない。当面は将来的な脱炭素目標達成のための適用技術熟成・見極めに注力する状況が続くようである。

こうした中で我が国は、脱炭素関連はいずれ必要になる技術、日本として強味の発揮できる技術との認識で、将来の次期開発機の国際共同開発への参画等も視野に入れながら研究開発取組を緩めることなく継続的に進めており、グリーントランスフォーメーション (GX : Green Transformation) として、SAF (Sustainable Aviation Fuel : 持続可能な航空燃料) 適用、機体軽量化、エンジン効率化、電動化、水素燃料化等を組み合わせた革新的イノベーションの取組が積極的に推進されている。

次世代モビリティに関しても新都市航空交通システム(UAM)として、様々な形態の小型電動垂直離着陸機(eVTOL 機)の開発が進んでいるが、規制当局も体系的指針を策定するなど動きが加速、先行メーカーでは認証段階に入り、2025 年から 2026 年にかけて認証取得・商用運航開始を目指している。一方、その認証取得までの資金調達困難から、いくつかの企業が倒産・撤退するなど、企業も淘汰されつつある。2025 年大阪万博において当初商用運航を目指していた企業グループもデモンストレーションのみの対応となり、想定よりも開発が長期化している。最終的な実用化時期等、注目される。

超音速実証機では、米国において NASA の大幅な研究予算削減の中にあっても超音速プロジェクトは政府からの強力な支持のもと推進されており、Lockheed Martin 社によって製造された X-59 試験機が 10 月 28 日初飛行に成功するなど、研究開発に勢いがついてきている。今後、超音速飛行、並びに地上でのソニックブーム計測など、大陸上での超音速飛行に向けた試験が進められる予定。我が国でも JAXA プロジェクトをはじめ超音速関連の研究開発も続いており、米国の NASA、Boom 社 Overture 計画とならんで、今後の商用超音速輸送実現を目指すものとして、今後の進捗を注視していく。

3.2.2 2025 年度航空機関連動向解説事項

当基金では、航空機等に関する解説事項選定委員会を開催し、時宜を得た航空機に関するテーマを選定し、その解説を作成している。2025 年度は、以下の 7 件を選定し、各専門分野の執筆者に依頼して作成した。

ア. 2025-1「機内エンターテインメントの最新動向」⁽¹⁾

映像機器と衛星通信技術の進歩により、航空機の乗客は移動時間を快適かつ有効に過ごすことができるようになった。またタブレットなどの情報端末を活用した乗務員向けのメンテナンスサービスなども進化している。これらの技術の最新動向と将来展望を解説する。

イ. 2025-2「環境負荷低減に向けた旅客機へのリブレット実装の取組」⁽²⁾

航空機の胴体表面に微細な溝構造（リブレット塗装）による飛行時の摩擦抵抗低減の取り組みについて、概説する。

ウ. 2025-3「エンジン高圧部技術開発動向について（En-Core プロジェクト）」⁽³⁾

民間航空機用ターボファンエンジンの国際共同開発において、国内メーカーは、主にエンジンの低圧部で一定の分担を獲得している状況にあるが、今後、航空機エンジン産業のさらなる飛躍のためには、高温高圧部位の分担獲得が期待される。JAXA、NASA におけるコアエンジン技術の開発動向を概説する。

エ. 2025-4「オープンローター（Open Rotor）の課題と技術動向」⁽⁴⁾

オープンファンは、燃料効率向上と環境負荷軽減を目指した航空エンジンの一形態であり、ファン部分を覆わない構造が特徴である。この設計により従来のターボファンより高いバイパス比を実現し、燃料消費と CO₂排出量の削減が可能である。一方で、騒音や振動、安全性などの課題が残されており、技術的な解決が求められる。近年の材料技術や騒音抑制技術の進展により、実用化期待が高まっている技術として概説する。

オ. 2025-5「航空機認証について」⁽⁵⁾

無人機や空飛ぶ車/エアタクシーといった従来存在しなかった形態の新たな航空機が開発されている。従来からの航空機の認証方法と、こうした新たな航空機の認証方法の違い、新たな航空機の認証に向けた課題等について概説する。

カ. 2025-6「民間航空機とそのシステムを対象とする開発ガイドライン ARP4754B および安全性評価ガイドライン ARP4761A の解説」⁽⁶⁾

民間航空機とそのシステムの認証を目的に、開発プロセスおよび安全性評価のためのガイドラインとして発行される ARP4754 と ARP4761 の最新版が 2023 年 12 月に発行された。開発プロセスと安全性評価の連携が旧版に比べて強化されつつ、近年の業界動向も反映してモデルベース開発やリユースに関する記述が追加された。これらの変更点も含め、当該ガイドラインが意図する内容を整理し解説する。

キ. 2025-7「CRM-HL ecosystem」⁽⁷⁾

他業界同様、航空業界でも近年様々な領域で DX（デジタルトランスフォーメーション）化が進んでいるが、空力分野では、飛行試験や風洞試験を、解析作業（CFD：数値流体シミュレーション）で置換する事による機体開発費用・期間の大幅な低減を目指す CbA の実現に向けた活動について概説する。

[3.2.2 項 出典(1)~(7)：各、資料 2 の P2025D101~P2025D107 参照]

3.3 国内外の学会等における動向情報並びに注目論文

3.3.1 国内学会等における研究開発動向

(1) 第 56 期定時社員総会及び年会講演会（主催：日本航空宇宙学会）

2025 年 4 月 3 日（木）～ 4 日（金）にかけて、第 56 期定時社員総会及び年会講演が東京大学本郷キャンパスにて開催された。「年会講演会が生まれ変わります」と名を打った講演会は、形態を大きく変え、基調講演が 2 件、特別セッションが 7 セッション、受賞講演、ポスターセッションからなる講演会となった。ビジネスセッション・交流会を実施するなど、今後の研究やビジネスに向けた種や連携を見つめる機会を提供する講演会へと様変わりした。

◆基調講演◆

- ・福沢知浩氏（株式会社 SkyDrive）「空の移動革命への挑戦～日常的に空を活用する未来を目指して～」
- ・大西俊輔氏（株式会社 QPS 研究所）「小型 SAR 衛星コンステレーションによる準リアルタイム地球観測の実現に向けて」

(2) 第 57 回流体力学講演会／第 43 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム（主催：日本航空宇宙学会、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）

2025 年 7 月 2 日（水）～ 4 日（金）にかけて、第 57 回流体力学講演会／第 43 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムが、タワーホール船堀（東京）にて開催された。本シンポジウムは、流体力学講演会（FDC）と航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム（ANSS）を合同開催するもので、流体力学と数値シミュレーション技術の分野における研究の発展へ寄与することを目的としている。本年度は一般講演 125 件、招待講演 2 件の講演が行われた。

◆招待講演

1) Prof. Qiqi Wang (MIT)

“What do the internet, computer games, social media, cloud, and artificial intelligence teach us about hardware innovation?”

2) 大林茂 教授（東北大学）「航空分野の DX と GX に向けて」

(3) 第 67 回構造強度に関する講演会

第 67 回構造強度に関する講演会が 2025 年 8 月 6 日（水）～ 8 日（金）にかけて、サンポート高松（香川県）にて開催された。本年度は一般講演 70 件、特別講演 3 件の講演が行われた。

◆特別講演

1) 河野太郎 氏（JAXA）「SLIM 構造系の開発を振り返って」

2) 岩堀豊教授（明治大学）「航空機・宇宙機器の「構造強度」に関わって」

3) 田井静明氏（香川県立ミュージアム 瀬戸内海歴史民俗資料館）「備讃瀬戸漁師の自然認識

「魚は山にいる」

月面探査等の宇宙構造、トポロジー最適化手法の応用、Additive Manufacturing、熱可塑性 CFRP やリサイクルなど資源循環材料に関する研究、水素貯蔵用 CFRP タンクに関する設計・製造技術など、近年の技術動向を反映した研究発表が行われた。

(4) 第 63 回飛行機シンポジウム

第 63 回飛行機シンポジウムが 2025 年 10 月 15 日（水）～17 日（金）にかけて、那覇市（沖縄県）にて開催された。本年度は企画講演を含む約 300 件の口頭講演が行われた。

(5) 日本ガスタービン学会第53回定期講演会(GTSJ 53)

日本ガスタービン学会が主催する航空用および産業用ガスタービン並びに関連するエネルギーシステムの研究発表が行われる学会。第53回となる今回は2025年10月 8日（水）～ 9日（木）に、新潟県新潟市で開催された。

◆先端技術フォーラム

"航空エンジン電動化の取り組みと将来展望"

[パネリスト]

- ・山根 敬 (JAXA) : JAXA En-Coreプロジェクト (コアエンジン技術実証) の狙いと成果
- ・渡邊 文章 (IHI) : 高温CMCタービンシュラウドの開発とJAXA F7エンジンでの実証
- ・長田 俊郎 (物材機構) : 航空機エンジン向け耐熱超合金の国内共有データベース整備

●研究開発報告 : JAXA En-Core プロジェクト ①

コアエンジン技術実証(En-Core)プロジェクトでは、超低 NOx リーンバーン燃焼器と高温高効率タービンの技術開発を実施した。NOx 排出量低減と翼表面温度向上(CMC 静翼で)について、いずれも世界最高の技術水準を達成するとともに、航空用ガスタービンにおける我が国産業界のシェアを高温高圧部へ拡大することに貢献できる内容である。

[技術目標]

① 燃焼器

実エンジン適用のために必要な機能(燃焼安定性、燃料ノズルコーキング防止、過渡応答性能)を備えた上で、想定エンジンの離着陸サイクル(LTO)条件での環状燃焼器試験等で世界で最も少ない NOx 排出量となる ICAO CAEP/8 基準よりも 80%以上少ない排出量を実証することにより、「超低 NOx リーンバーン燃焼器」技術を獲得する。

燃焼温度が高温であるほど NOx が生成されやすい。従来型リッチ・リーン(RQL)燃焼器は、燃焼が安定な燃料が濃い条件で燃焼を開始した後、急速に空気を混合して所定の空気と燃料の割合(空燃比)とするが、途中で最も高温となる量論比の条件を通過する際

の NO_x の発生は避けられない。これに対し、最初から空気を混合して燃焼を開始すれば、量論比の条件にはならず、NO_x の生成を抑制できる(リーンバーン)。

他方、リーンバーンは安定燃焼に課題があると認識されていたが、高温高压低 NO_x 技術次世代エンジンを想定した高温高压条件において、開発した燃焼器の排ガス性能試験をマルチセクタ燃焼器(MC)で実施し、NO_x 排出が目標を達成したことを確認し、環状燃焼器実証で世界で最も NO_x 排出が少ないことを確認した。また、燃料ノズル燃料流路断熱・冷却技術燃料ノズルコーキング防止技術として、主燃料ノズルの複数の燃料系統が相互に冷却を行うことで熱防御を行う燃料ノズルを数値解析予測に基づいて設計・製作し、燃焼試験でコーキングが発生する温度以下に保たれることを確認した。

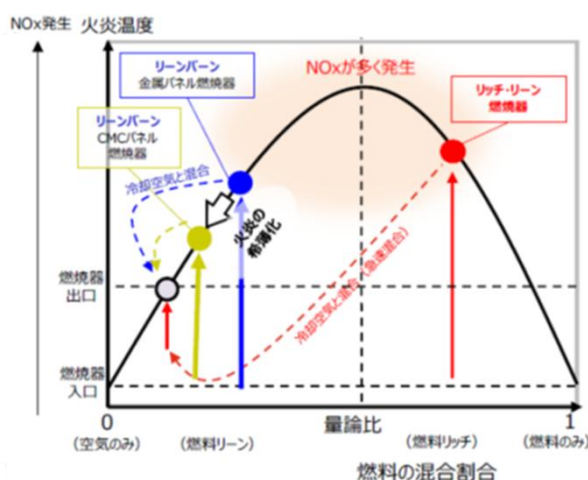


図 3.3.1-1 燃焼器での NO_x 発生の機序

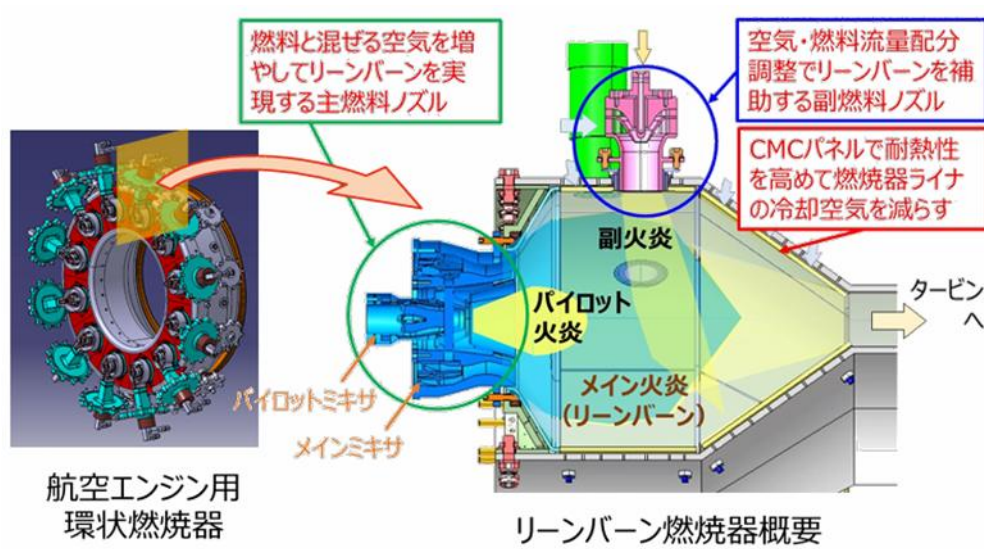


図 3.3.1-2 燃焼器での NO_x 発生を抑制するリーンバーン燃焼の説明

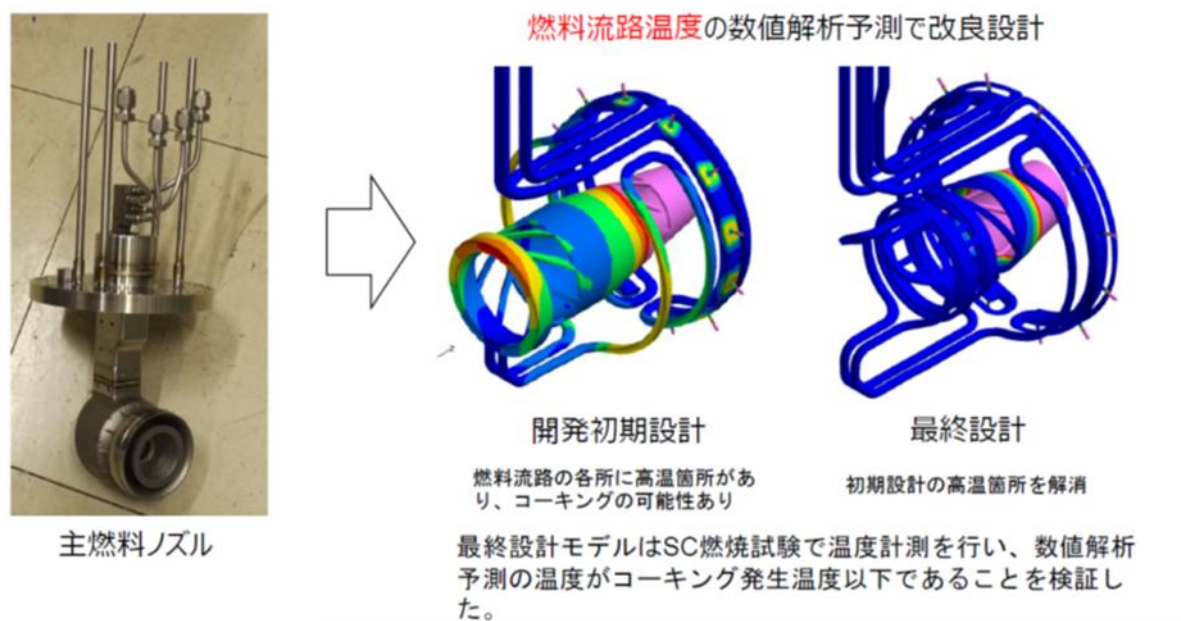


図 3.3.1-3 燃料冷熱を活用した燃料ノズルのコーキング防止技術

②タービン

CMC 静翼の翼表面温度 1300°C以上での健全性(耐熱性)と、CMC 静翼とメタル動翼の組み合わせによる空力性能(断熱効率)が現行最高性能に匹敵することを実証することにより、「高温高効率タービン」技術を獲得する。

国内メーカーが製造能力を持つ CMC 材料は 1300°C以上での使用が可能な耐熱性を持つ。従来のタービン用耐熱超合金に比べて約 200°Cの高温耐熱性能が期待できる。耐熱温度向上による冷却空気削減で、タービン効率向上が期待できる。一方で、金属と異なる製造方法のため、空力三次元形状の製作技術、高性能なフィルム冷却孔加工技術の確立が必要。

まずは遠心力を受けない静翼での実用化を狙う。技術課題として、より耐熱性の高い CMC 材料を静翼に採用して、冷却空気による損失を減らすこと、空力損失を低減する三次元形状、フィルム孔形状を CMC 静翼で実現すること、CMC 静翼健全性を、実使用環境で実証することを設定した。

CMC 静翼の翼表面温度 1300°C以上での健全性実証を完了。損失低減翼形状と高性能フィルム冷却孔を備えた CMC 実証翼を製作。翼表面温度が 1300°Cとなる実機での使用を想定した条件で、バーナによる加熱・冷却 1000 サイクル実証試験(熱応力付加での耐久性実証)と高温ガス流健全性実証試験(実機と同等の高温ガス流下での静翼機能の実証)を行い、いずれも試験後の CMC の損傷がなく健全であることを確認。

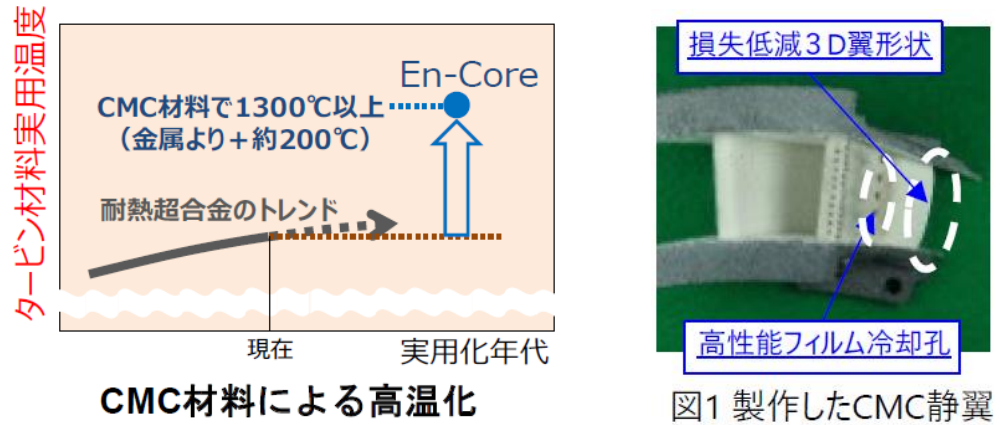


図 3.3.1-4 タービン静翼の耐熱温度向上の動向と本プロジェクトでの技術課題

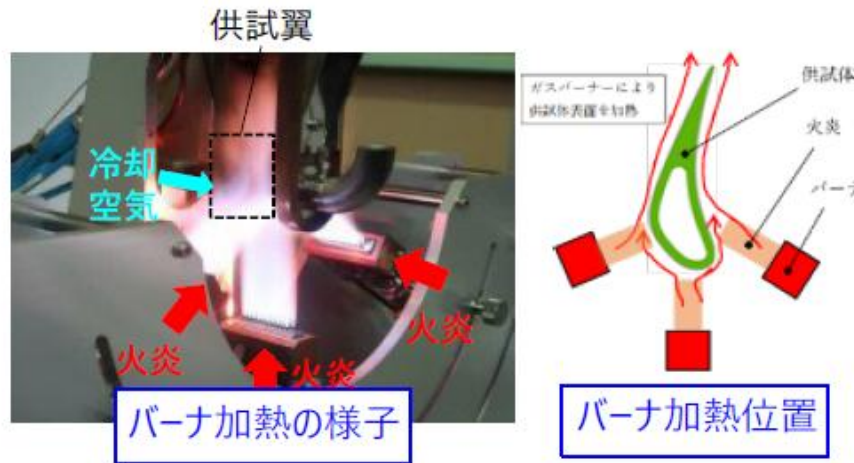


図 3.3.1-5 バーナによる加熱・冷却 1000 サイクル実証試験(熱応力付加での耐久性実証)

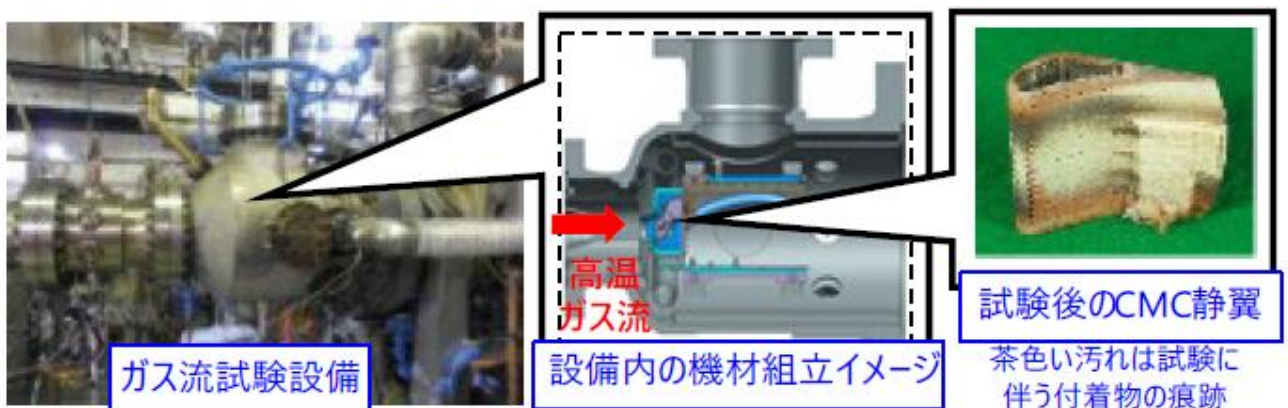


図 3.3.1-6 高温ガス流健全性実証試験 (実機と同等の高温ガス流下での静翼機能の実証)

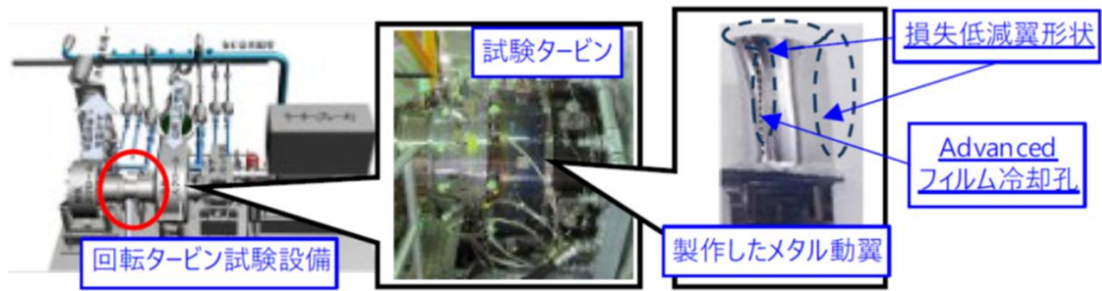


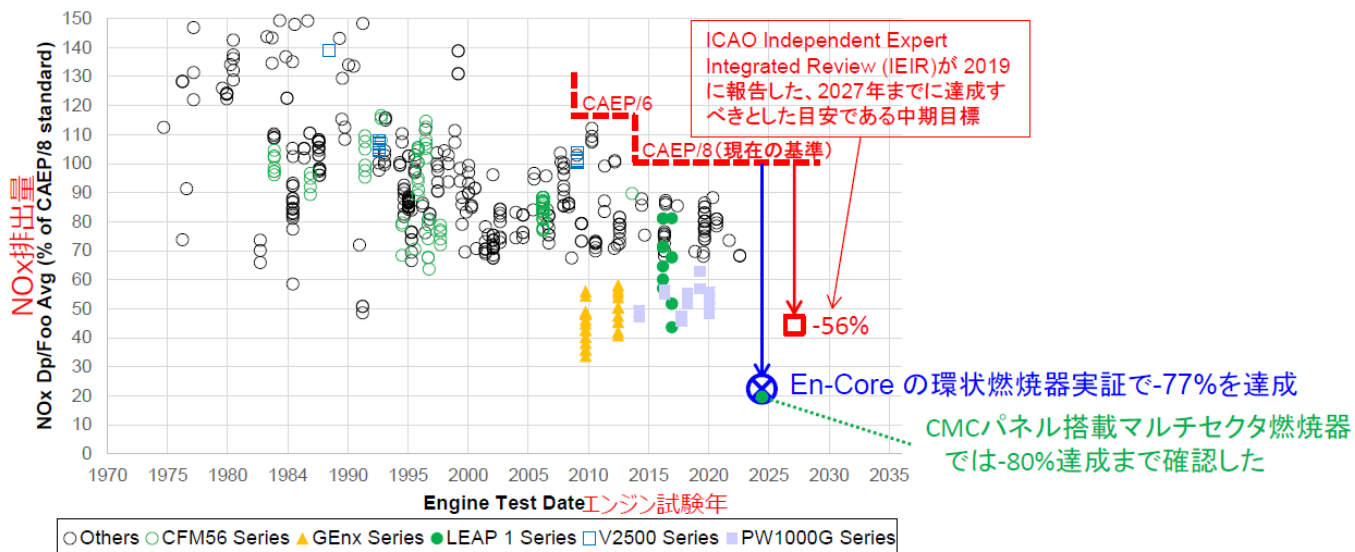
図 3.3.1-7 タービン効率実証

これらの成果は、

- ① CMC 静翼の損失低減 3D 形状製作の成功
- ② CMC への高性能フィルム冷却孔加工の成功
- ③ 翼表面温度 1300°C(従来の金属翼より約 200°C高温)以上での健全性確認

という点で世界最高水準の技術実証と評価される。

本研究で開発した超低リーンバーン燃焼器 NO_x 排出量は、ICAO IEIR の中期目標よりもさらに少ない値を実現する技術。この技術により 2030 年代中に運用を開始するエンジンの燃焼器への、国内メーカーの参画を目指す。



ICAO Emission Data Bank Issue 30 (23 July 2024) をもとに作成したNO_x排出量比較

図 3.3.1-8 NO_x 排出量の ICAO IEIR 中期目標と本研究成果の位置づけ

3.3.2 国外学会等における研究開発動向

(1) AIAA Science and Technology Forum and Exposition (Scitech) 2024

米国航空宇宙学会(American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA)主催による Scitech2025 が 2025 年 1 月 6 日(月)～10 日(金)にかけて、オーランド(米国、フロリダ州)にて開催された。48 か国から 6,000 人以上の参加者、104 の出展者が参加した。628 の技術セッションが行われ、その中で 2,861 件の講演発表があった。

◆ 【Plenary Sessions】

- ・ “Aerospace Technology Trends”, Laurie Leshin (Director, NASA/JPL)
- ・ “Advancing Microgravity Science, Technology, and Exploration”, James Free (Associate Administrator, NASA)
- ・ “Fulfilling the Promise of the Worlds First Exascale Supercomputer”, Bronson Messer II (Director of Science, Oak Ridge National Laboratory)
- ・ “AI and Autonomy”, Marco Pavone (Associate Professor, Stanford University), Eric H. Smith (Senior Principal Researcher, Lockheed Martin Space)

(2) AIAA Aviation 2025

AIAA 主催による AVIATION2025 が 2025 年 7 月 21 日(月)～7月 25 日(金)にかけて、ラスベガス(米国、ネバダ州)にて開催された。トランプ政権の影響もあり、NASA 研究者など、多くの米国参加者の欠席が相次ぎ、展示も寂しい状況であった。

◆ 【Plenary Sessions】

- ・ Aviation in 2050, Tim Persons (Principal and AI Leader, PwC)
- ・ Accelerating Space and Defense Innovation through Savvy Policy, Jamie Morin (Vice President, Defense Strategic Space, The Aerospace Corporation)
- ・ Injecting Intelligence, John Clark (Senior Vice President of Technology and Strategic Innovation, Lockheed Martin), Graham Warwick (Executive Editor, Aviation Week)
- ・ The X-59: A High-Speed Journey from Finite Element Models to Aeroservoelasticity, Walter A. Silva (Senior Research Scientist, NASA)

(3) International Conference on Composite Materials

24th International Conference on Composite Materials が 2025 年 8 月 4 日(月)～8 日(金)にかけて、ボルチモア(米国、メリーランド州)にて開催された。2年に1回のペースで開催される複合材料に関する国際会議であり、45 か国から 約 700 人以上の参加があった。149 のセッションが行われ、その中で 500 件以上の講演発表があった。

◆ 【Plenary Sessions】

- ・ Composite Manufacturing Comes Full Circle, N. Sottos (University of Illinois Urbana-Champaign)
- ・ Sustainability Driven Composite Development, V. Michaud (EPFL)
- ・ Toward Simpler Design and Manufacturing of Composite Laminates, D. Melo (Federal

University of Rio Grande do Norte)

- Composites Science and Technology Empowered by Physics Informed Augmented Learning, F. Chinesta (Arts et Metiers Institute of Technology)
- Industrial-Scale Nano-Integration Strategies for Aerospace-Grade Fiber-Reinforced Polymer Composites: from Functional Coatings and Interface to Prepreg Manufacturing and Composite Repair, M. Yildiz (Sabanci University)
- A Ride with Automotive Composites, S. Pilla (University of Delaware)
- Assuring Safety of Composite Structures in Aviation, C. Ashforth (FAA)
- Perspectives on the Application of Composite Failures Theories Since the World Wide Failure Exercise, A. Sawicki (Boeing)
- Composites are for Bonding, M. Johnson (Lockheed Martin)
- Quality Measurement and Control in High Volume Composites Manufacturing: A Combined Academic and Industrial Perspective, S. Bickerton (University of Auckland)
- New Concepts and Products of Double-Double Laminate, S. Tsai (Stanford University)

米国での会議であったため、中国からの参加者がおらず、また、それ以外の国からもビザが得られないなどの状況もあり、参加者がかなり少なくなっていた。その中でも、米国内の熱可塑 CFRP や複合材料の高速・低コスト成形技術や、欧州を中心としたサーキュラーエコノミー関係の多くの発表があった。

(4) Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT)

APISAT-2025 は日韓中豪 4 か国の航空宇宙学会の共催により、2025 年 10 月 27 日 (月) ~29 日 (水) にかけて、ソウル (韓国) にて開催された。83 のセッションが行われ、その中で 450 件以上の口頭発表があった。

◆ 【Plenary Lectures】

- Shaping the Future of Aviation: KASA's Innovation Policies and Global Vision, Hyundai Kim (Aeronautics Innovation Mission Directorate, Korea AeroSpace Administration, Korea)
- Cartesian Grid based CFD for the Next Generation Aerospace Design and Education, Taro Imamura (Professor, the Department of Aeronautics and Astronautics, School of Engineering, the University of Tokyo, Japan)
- Advanced Motors and Control Technologies for Green Aviation Electric Propulsion Systems, Zhuoran Zhang (Professor, Dean, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China)
- The Future of Sustainable Aerospace – A Focus on Asia Pacific, Michael Edwards (Vice President – Global Technology, Boeing Technology Innovation, Australia)

● 研究論文紹介

U. K. Balaga, et al., “Optimization of the Recycling Process for Aligned Short Carbon Fiber

TuFF Composites” Recycling 10(2), 55, 2025. <https://doi.org/10.3390/recycling10020055> ⁽²⁾

TuFF(Tailored Universal Feedstock for Forming)は一方向に配列された不連続炭素繊維のプリフォームであり、熱可塑性または熱硬化性樹脂と組み合わせてプリプレグに使用、あるいはドライ状態で樹脂を含浸させるインフュージョンプロセスに使用することも可能なものである。デラウェア大学 Center for Composite Materials にて開発され、パイロット設備で生産されている。この TuFF プリフォームは航空宇宙グレードの繊維 (IM7、T800)、ピッチ炭素繊維、リサイクル炭素繊維などを使用して製造されている。

例えば、IM7 の不連続繊維とポリエーテルイミド (PEI) 熱可塑性樹脂を使用することで、航空宇宙用の品質要件 (1%以下の空隙率、約 63%の繊維体積率) を満たす TuFF 複合材料を製造可能で、引張条件では連続繊維品と同等の剛性と強度を示し、未硬化テープは 40%以上の 2 軸ひずみに対しても伸張性を有し、複雑な形状に賦形させることが可能である。また、繊維やプレフォームのスクラップ、プリプレグのスクラップ、リサイクル複合部品の再利用が可能になり、閉ループのリサイクルおよび再利用の実現が可能となる素材である。

本論文では、航空宇宙グレードの熱硬化性プリプレグ (IM7/977-3) から繊維を回収するための熱分解サイクルと、繊維劣化や残留樹脂の最小化を目的とした洗浄 (酸化) プロセスを最適化するとともに、回収した不連続繊維を用いて TuFF によるリサイクル複合材の成形品を製作し (図 3.3.2-1)、その特性評価を実施した結果を報告している。

効率的な繊維回収のために最適化された熱サイクルでは、不活性ガス環境下で 500°Cで 4 時間の熱分解工程を行い、その温度で 100 分間の酸化工程を実施している。この結果、繊維の強度はバージン繊維と比較して約 20%低下することがわかった。処理された再生複合材料は、ボイドもなく (図 3.3.2-2)、繊維体積率 44%を達成し、バージン連続複合材料 (引張強度: 約 870 MPa) と比較して同程度の弾性率と約 50%の引張強度を有することを示した (図 3.3.2-3)。

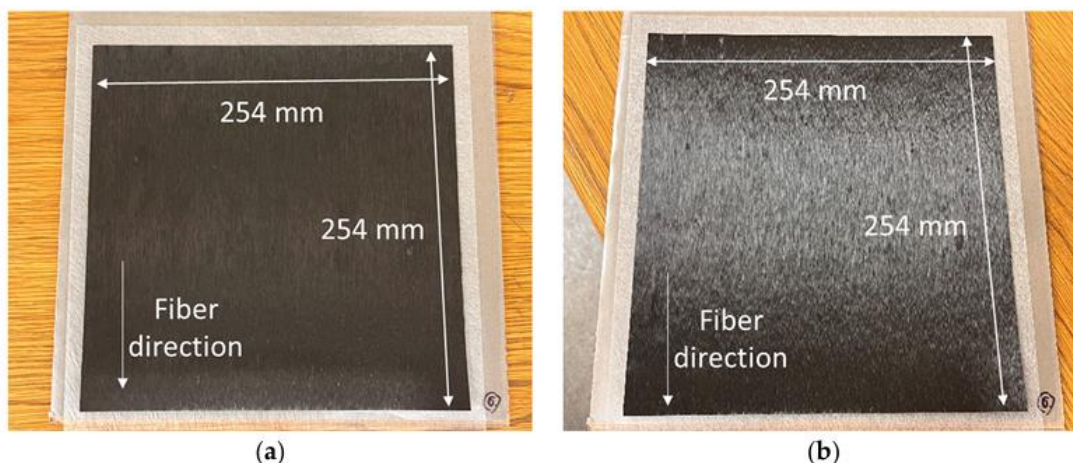


図 3.3.2-1 バージンの TuFF 複合材とリサイクル繊維を用いた TuFF 複合材

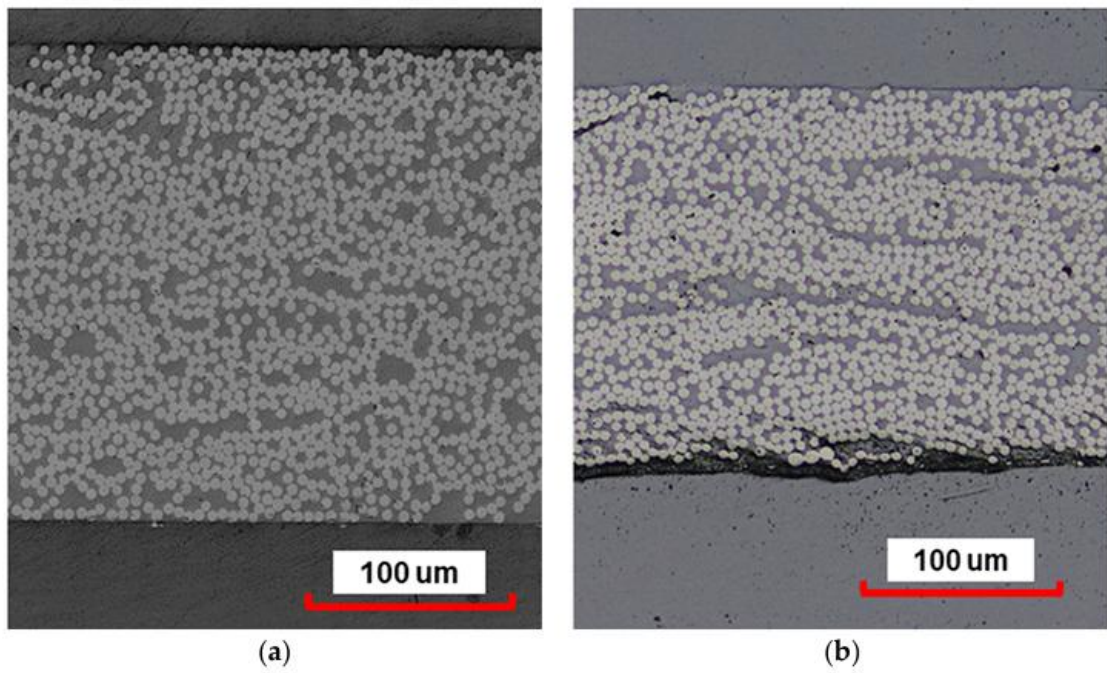


図 3.3.2-2 バージンの TuFF 複合材とリサイクル繊維を用いた TuFF 複合材の断面写真

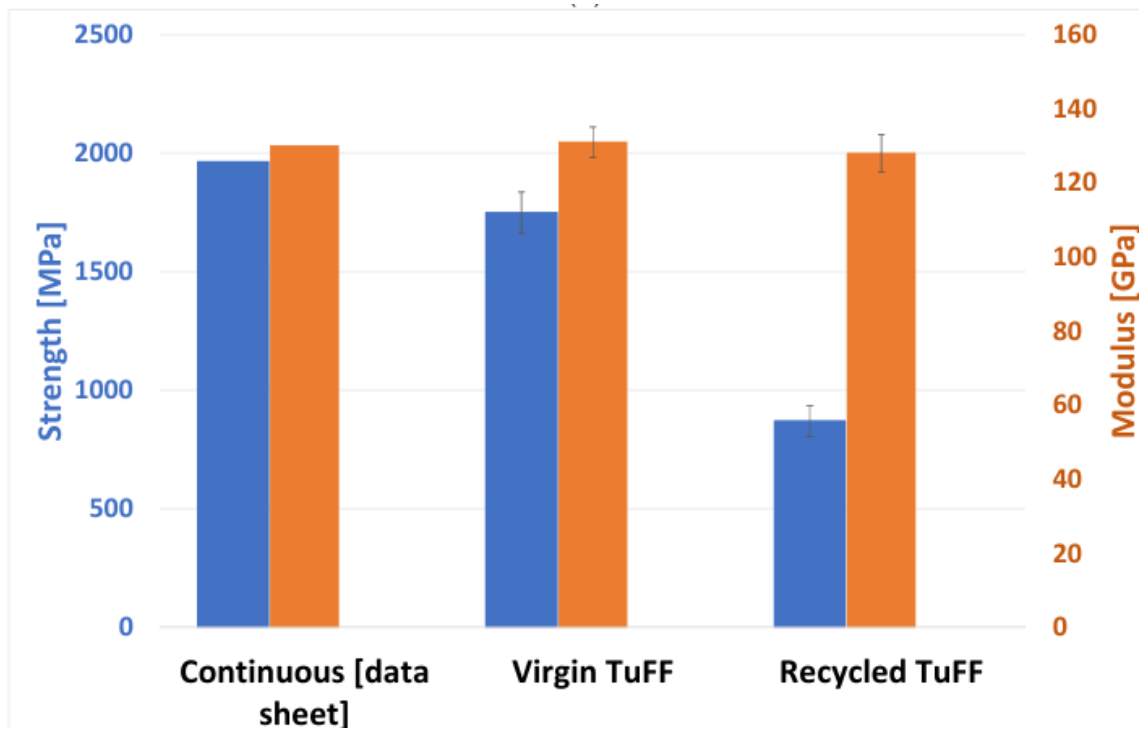


図 3.3.2-3 力学的特性の比較：連続繊維 CFRP、バージン TuFF、リサイクル TuFF の比較

(5) ASME Turbo Expo 2025

ASME IGTI (米国機械学会ガスタービン部門)が主催するガスタービンに関する国際会議で、論文数1000、参加者3000人以上にもものぼる非常に大きな講演会。原則として毎年6月頃に北米、欧州交互に開催されているが、アジアで開催されることもある。2025年は6月16日～20日に米国のテネシー州メンフィスで開催。エンジンシステムとしての航空エンジンに関するセッションの他、圧縮機、タービン、軸受などの要素、非定常流れ、CFD、伝熱、燃焼、制御、材料などの基礎研究、さらに産業用ガスタービンや蒸気タービン風車まで非常に幅広い研究が、20以上のパラレルセッションで報告される。論文講演の他、"Tutorial"として専門家が分野をまとめるレクチャーも開催される。機械系の講演会の中でも査読が厳しいことでも知られており、投稿論文は初回投稿のアブストラクト及びプロシーディングスに掲載するフルペーパーで査読を受ける。次年度は2026年7月15日-19日に、イタリア、ミラノにて開催予定。(以下、講演者紹介は、ASME Turbo Expo 2025 Final Programより)

◆ 【キーノート】

AI & Turbomachinery

(AI とターボ機械)

ASME ターボエキスポ 2025 のテーマは、人工知能(AI)がもたらす変革的な影響に焦点を当て、設計最適化から先進製造技術に至るまで、AI がエンジニアリング分野に革命をもたらす方法を探求する。キーノート講演は、生成 AI 技術を先導する NVIDIA 社において、エネルギー産業向けの事業戦略と社会実装を担当するマーク・シュパイヤー氏。HPC(ハイパフォーマンスコンピューティング)、可視化、AI 活用事例を紹介した。



Marc Spieler
Senior Managing
Director – Energy
NVIDIA

◆ 【パネルディスカッション】

Envisioning the Future of Gas Turbines with Artificial Intelligence

(人工知能によるガスタービン技術の未来像)

OEM 企業(GE Aerospace 社、Siemens Energy 社、RTX(Pratt & Whitney)社)が登場。ガスタービン技術における AI 活用の現状と将来展望について議論。



Richard Voorberg
President, North America
Siemens Energy



Pete Bradley
Principal Fellow
RTX (Pratt & Whitney)



Paul Sloup (PMP)
Executive Director of AI tools
and FLIGHT DECK for the T&O
organization
GE Aerospace

◆ 【プレナリレクチャー】 (受賞講演)

Driving Innovation and Gas Turbine Emissions Reduction

(技術革新の加速とガスタービン排出ガスの削減)

再生可能エネルギーの大量導入が進む中であっても、ガスタービンの果たす役割は重要である。ガスタービンの技術革新の基盤の一つである燃焼技術に注目すると、高燃焼温度での低 NOx 排出技術や燃料適応範囲の拡大が革新領域である。CO₂ 排出を伴う炭化水素燃料に代わる燃料として、水素やアンモニアが注目されている。環境条件により発電量が変動する風力や太陽光などの再生可能エネルギーを大量導入するためには、負荷変動対応能力に優れたガスタービンが欠かせない存在である。急速起動を含むガスタービンの運用が大きく変化しており、信頼性・可用性・柔軟性を備えたガスタービンが求められている。



Peter Stuttford
CEO
Thomassen Energy

From Colorful Fluid Dynamics To Certified For Design And Discovery

(カラフルな流体力学から設計・発見のための認証へ)

計算能力の飛躍的成長に伴い、過去 30 年間で航空機エンジン産業における計算流体力学 (CFD) の応用は拡大を続けてきた。高性能ターボ機械の空力翼設計から始まり、現在では冷却・熱伝達・燃焼・多相流の予測技術が最先端となり、エンジン全体の多様な部品に適用され難題の解決に貢献している。過去 30 年間で CFD は、単なる美しい画像生成ツールから、設計認証と技術革新を可能にする信頼性の高い手段へと成熟した。本講演では、CFD が航空機エンジンのターボ機械性能と耐久性に与えた影響を回顧する。冷却流体モデリング等の応用例を通じ、検証済み CFD 解析、最適化技術、そして最も重要な実験データの活用により達成された大幅な改善を実証する。低速風洞や高速カスケードから回転試験装置、エンジンデータに至るまで、関連する設計領域を捉える実験を通じた適切な検証データと CFD の相互作用に焦点を当てる。CFD の進化は、依然として実用化が困難な精度を要する数々の課題と共に続いている。



Dr. Atul Kohli
Principal Technical
Fellow of Heat Transfer
Pratt & Whitney

◆ 【セミナー】 (WEBセミナー)

AI and ML in CFD: Methods, Requirements, and Future Directions

(CFD における AI と ML : 手法、要件、および将来の方向性)

CFD が新たな手法の開発、高性能計算 (HPC)、および学際的アプローチを通じて進歩する中、AI と ML の統合は革新的なソリューションと効率性の向上への道を開いている。設計、サロゲートモデリング、幾何学的深層学習を含む、CFD アプリケーションにおける ML の適用に関する様々な方法論を探求する。



Astrid Walle
Siemens-Energy

社会実装の成功事例を紹介し、設計工程の自動化、データモデル、データ管理戦略の重要性について述べる。

Turbomachinery CFD : Perspectives on Interactions

(ターボ機械 CFD : 相互作用に関する展望)

計算流体力学(CFD)は現代のターボ機械開発に不可欠であるが、ターボ機械設計に重要となる

- 翼列/段間相互作用
- 物体形状と流れ制御の相互作用
- 流れ場と構造弾性の相互作用
- 流れ場と熱伝達/冷却の相互作用

について議論する。



Prof. L. He

Statutory Chair of Computational Aerothermal
Engineering Department of Engineering Science
University of Oxford

The Role of Hydrogen Combustion in Decarbonizing Future Civil Aviation

(水素燃焼が将来の民間航空の脱炭素化に果たす役割)

水素は航空業界の脱炭素化に向けた究極の解決策の一つである。ガスタービンエンジンに根本的な変更を加えなくても、燃焼室内で水素を賢く燃焼させることで排出目標を達成できる利点がある一方で、水素の熱化学的特性がジェット燃料とは極めて異なるため、その燃焼特性も独特であるため、水素燃焼研究は特に注目されている。本講では、ガスタービンにおける水素燃焼研究の現状と進展について照会するとともに、水素燃焼技術の成熟化と航空機への統合に向けたロードマップを示す。



Dr. Xiaoxiao Sun

Lecturer
Cranfield University

Application of Machine Learning to Turbomachinery Design

(機械学習のターボ機械設計への応用)

機械学習と AI 分野における最新の発展は、シミュレーション分野との相乗効果において驚異的な可能性をもたらしている。これらの技術を応用し、より優れた製品をより迅速に開発するための様々な進展が見られている。古典的な統計ベースのモデルから深層ニューラルネットワークに至るまで、本講演ではターボ機械設計を目的とした自動モデル生成の応用例を紹介する。



Akin Keskin, PH.D.
Rolls Royce



Ricardo Paiva, PH.D.
Rolls Royce

Combustors for Future Energy and Propulsion Needs

(未来のエネルギーと推進ニーズに向けた燃焼器)

燃焼器はガスタービンにおける重要要素であり、熱サイクルにおけるエネルギー源であると同時に、排出物の発生源でもあり、システム全体の運転限界と性能に大きく影響する。本講演では、燃焼科学技術に関するチュートリアル的レビューを行ったうえで、近年の研究開発ニーズを説明するとともに、脱炭素化社会における燃焼システムの役割について議論することを目指す。



Tim Lieuwen, PH.D.
Georgia Institute of Technology

Nature of Transonic Compressor Flow and its Design Implications

(遷音速圧縮機の流れの本質とその設計への影響)

遷音速圧縮機およびファン設計における主要な課題として、衝撃波を正確に捉えるには流れの3次元記述が必要であるにもかかわらず、主要な設計決定変数が依然として十分に理解されていないため、断面詳細設計段階でこれを考慮することが困難であることである。本講演では、相対マッハ数が0.85から1.20の範囲において、衝撃波前後の圧力上昇が、翼列入口の流管面積とスロート面積の純粋な関数であることを説明したうえで、この特性に基づいて遷音速多段圧縮機ローターの最適設計に向けた、簡便かつ効率的な手法を説明する。



Demetrios Lefas, PH.D.
University of Cambridge

Exploring Additive Manufacturing for Advancing Turbine Cooling

(タービン冷却技術の進歩に向けた積層造形の可能性を探る)

ICAOが掲げる「2050年までに航空分野のネットゼロ排出」という野心的な目標達成に向け、ガスタービンの開発ペースは加速せねばならない。タービン効率の向上は炭素排出削減の鍵となるが、これは運用温度によって決定される部品寿命とのバランスが求められる。積層造形(AM)分野における近年の進歩により、従来の鑄造に比べてはるかに迅速なターンアラウンドで、タービン翼の冷却に関する新機能の評価が可能となった。金属積層造形プロセス固有の影響を考慮しつつ、部品の冷却方式を再考する上で積層造形を活用する機会が生まれている。本講演では、積層造形部品に関連する様々な課題についての知見も提供する。



Karen A. Thole, PH.D.

Accelerating Turbomachinery Design: The Role of High-Fidelity Simulation and Machine Learning

(ターボ機械設計の加速：高精度シミュレーションと機械学習の役割)

クリーンエネルギーおよび推進技術の導入加速のためには、開発期間とコストを大幅に削減する必要がある。計算流体力学(CFD)は、要素試験や開発試験の回数削減に資する可能性があるが、第1原理計算は計算コストが過剰であり、乱流モデルを採用した CFD は不正確さが残る。本講では、最新の GPU を活用した高精度シミュレーションを紹介する。さらに、乱流モデルに内在する誤差のいくつかを紹介し、高精度データと疎な実験データの両方を利用可能な新たな機械学習アプローチでそれらに対処する方法を提示する。



Richard Sandberg, PH.D.
University of Melbourne

●【論文紹介】

題目：Open Fan Acoustic Tests in Low- and High-Speed Configurations at S1MA Wind Tunnel ⁽³⁾

著者：Fernando Gea-Aguilera, Adrien Dubois, 他 (Safran Aircraft Engines, ONERA)
AIAA 2025-3754 (AIAA AVIATION FORUM AND ASCEND 2025)
<https://doi.org/10.2514/6.2025-3754>

CFM RISE オープンファンなどの無ダクトエンジンは、従来型ターボファンに代わる有望な選択肢であるが、ダクトによる遮蔽が無いことによる騒音を低減することが重大な開発課題となっている。騒音評価と CFD-CAA 予測精度評価のために風洞試験が不可欠。Safran Aircraft Engines 社は、フランスの ONERA S1MA 風洞において、オープンファンの 1/5.5 スケールモデルによる大規模な試験を完了した。試験では複数型式の回転翼の組合せを供し(図 3.3.2-4)、主要騒音源の解明を試みた。また、様々な運転条件において回転翼設計の評価を行った。マッハ数 0.3 未満の低速試験では、空港騒音を想定した遠方音場の音響測定を実施し、マッハ数約 0.8 における高速試験では、航空機胴体における騒音を想定した近傍音場の音響測定を実施した(図 3.3.2-5)。ピッチ設定、ファン回転数、飛行中マッハ数、迎え角などについて、パラメトリックスタディを実施し、オープンファンの民間航空機への適用可能性について有望な結果が得られた。オープンファンのサイクル設計とブレード設計の最適化によるさらなる騒音低減の可能性も示された(図 3.3.2-6、図 3.3.2-7)。

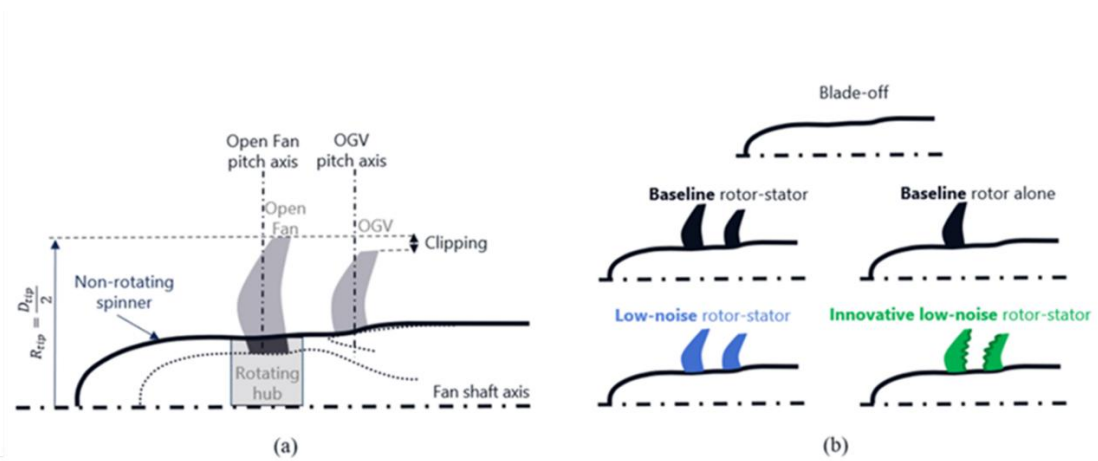


図3.3.2-4 Open Fan test configuration. (a) Cross-section of the Open Fan rig (not to scale). (b) Blade sets.

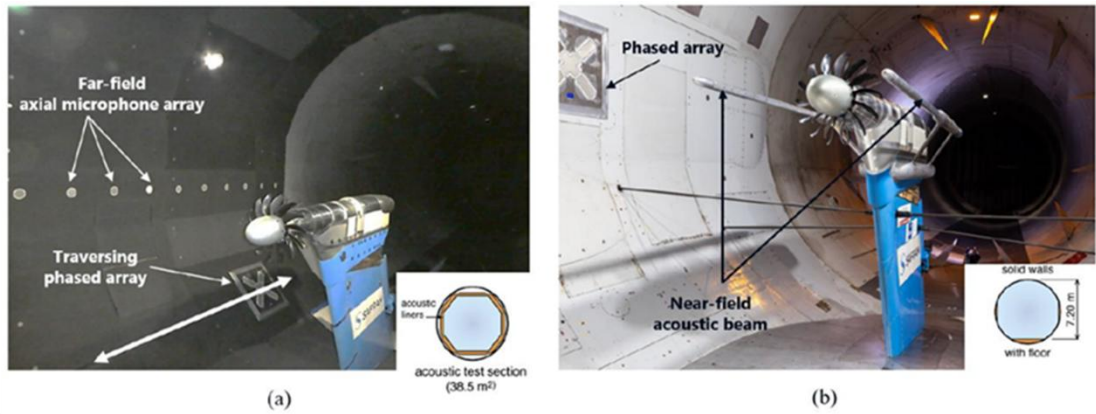


図3.3.2-5 Open Fan tests at SIMA wind tunnel. (a) Low-speed anechoic test section. (b) High-speed test section.

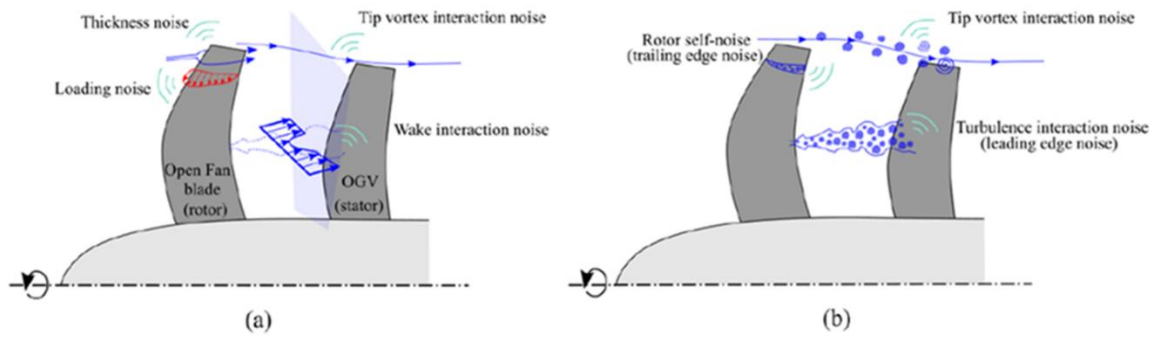


図3.3.2-6 Main noise sources of an Open Fan. (a) Tonal noise. (b) Broadband noise.

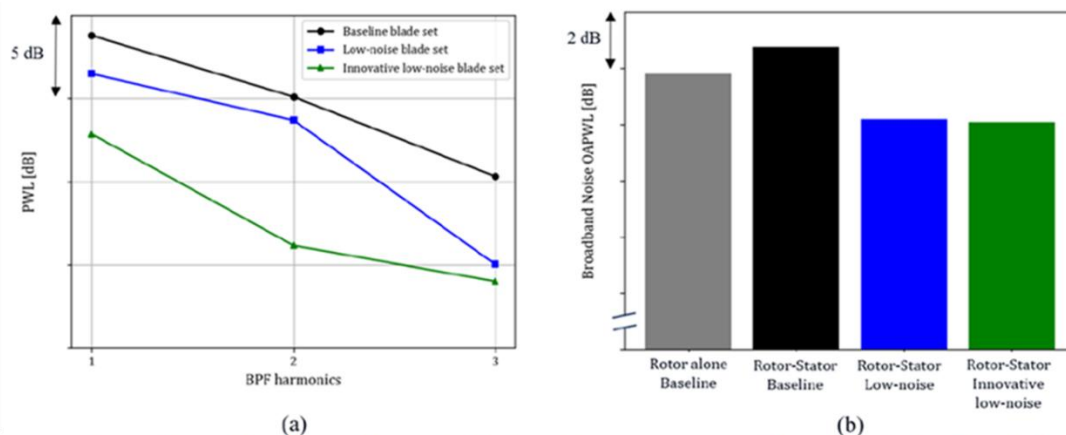


図3.3.2-7 Comparison of baseline and low-noise blade sets in rotor-stator configuration at take-off condition. (a) PWL of the BPF harmonics. (b) OAPWL from broadband noise.

〔関連特許〕 (4)

Safran Aircraft Engines 社が最近出願した一連の特許は、同社が GE Aerospace 社と共同で CFM International 社合弁事業において開発中の RISE オープンローターエンジンに向け検討されている技術革新の一端を示唆している。騒音低減のための鋸歯状プロファイルを持つスワール回収ベーン、異物破片を「切断」する保護ブレード、さらには低圧スプールとの間に減速ギアボックスを備えた「最適化」ファンシステムなどが、これらの文書で強調されている。

前置回転翼(ファン)からの後流と翼端渦が、後置静翼と相互干渉して生じる騒音を最小化するには、回転翼形状が極めて重要である。特許出願書類によれば、平坦なブレードや前縁が過度に薄いブレードは特に問題である。他方、後置静翼の前縁に鋸歯状プロファイルを設ける(少なくとも3つの歯を有し、うち1つは傾斜している)を採用すれば、発生騒音の低減と空力損失の抑制に寄与すると特許は主張している。特許出願に添付された図面ではファンブレードの後縁にも鋸歯状プロファイルが示されているが、この実施形態については言及されていない(図 3.3.2-8)。

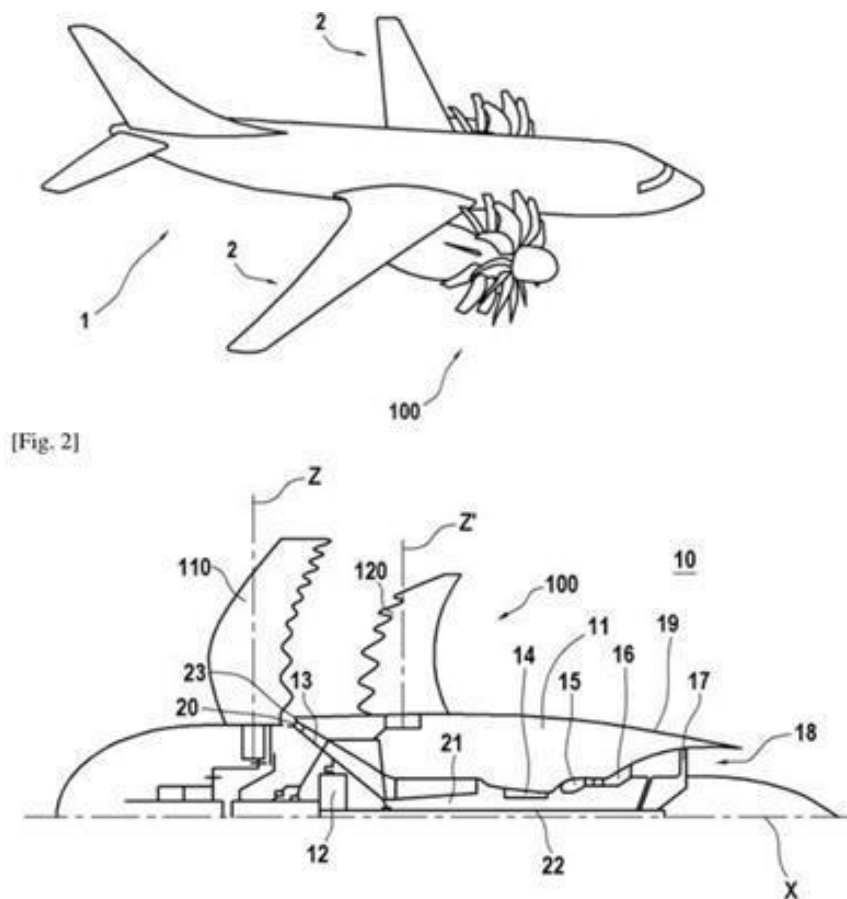


図 3.3.2-8 関連特許
(出典: Safran Aircraft Engines 社/欧州特許庁)

鋸歯状ブレード形状はダクトなしエンジンの騒音レベル低減を目的として設計されている。

[3.3 項 出典(1)~(4) : 各、資料 3 の P2025D351~P2025D354 参照]

第4章 2025年度海外調査報告

4.1 調査目的

技術開発動向調査委員会の2025年度活動における調査の一環として、主要民間航空機メーカーにおける生産・開発状況や、新興スタートアップ企業、主要研究機関等における研究開発取組状況、特に脱炭素関連対策やDX化の推進などデジタル化対応を含めた次世代や将来の機体に関する技術開発・研究開発の動向について、研究者、技術者と研究紹介や意見交換、施設調査を通して実地調査を行う。

主要調査テーマは以下の通り。

- ・将来航空機の研究開発動向：次世代単通路機、脱炭素対応（電動化、SAF対応、水素燃料等）技術開発動向、政府・規制当局・空港等インフラとの連携状況
- ・将来エンジンの研究開発動向：次世代エンジン・推進システムに関する研究取組
- ・将来航空交通システム、航空管制の研究開発動向（運航効率化、遠隔航空管制）
- ・DX関連技術動向：Certification by Analysis等を含めたDX技術の適用状況

4.2 調査概要

(1) 調査訪問先の選定

前回調査（2023年度）では欧州中心に調査したことも踏まえ、2025年度は航空機産業をリードしている米国の航空関連企業について実施した。訪問先は研究機関としてNASA、主要航空機メーカーとしてBoeing社、環境対応スタートアップ企業としてZeroAvia社、eVTOL機関連で認証フェーズに入ってきているArcher Aviation社を訪問することを計画、ただし、当初訪問予定であったNASA（Armstrong Flight Research Center, Ames Research Center）については米国政府機関閉鎖の影響で訪問がキャンセルされ実施できないこととなったため、Boeing社、ZeroAvia社、Archer Aviation社を訪問視察し、技術者を含む関係者と意見交換等を行った。

① Boeing社

米国ワシントン州シアトル近郊に拠点を置く世界の主要航空機メーカーで欧州Airbus社とならび民間旅客機市場を二分する二大巨頭のひとつ。民間用から防衛用まで、固定翼、回転翼、宇宙関連など幅広い製品群を擁する。またeVTOL機関連も子会社で開発中。

② ZeroAvia社

米国西海岸エリアと英国ケンブルとに拠点を置く境対応関連技術の新興スタートアップ企業。水素燃料電池パワートレインの開発を行っており、既存ピストンエンジン、ターボプロップ機のエンジンを水素パワートレインシステムに換装するビジネスを展開中。現在小型機向けの水素燃料電池パワートレインZA600の認証フェーズに入っている。2026年レベルでのSTC承認取得を目指している。またより大型の2-5MWクラスのパワートレインも開発中であり、アラスカエアラインから提供を受けたBombardier Dash-8機により実証試験を行う計画である。欧米の株式市場にも上場。

③ Archer Aviation 社

eVTOL 機メーカーとして現在 Midnight 機を開発中であり、2025 年大阪万博で機体展示、現在 FAA による認証試験フェーズに入っており、淘汰の進む eVTOL 機業界において Joby Aviation 社と並ぶリーディング・カンパニーの一社。2026 年 TC 取得、その後速やかに商用運航開始を目指している。米国とならび中東地域での運航開始を目指している。JAL、住友商事(株)による(株)Soracle が日本での運航事業を計画している。

(2) 調査日程及び調査団メンバー

ア 日程

- 2025 年 10 月 26 日 (日) : (移動 : 羽田 → シアトル)
2025 年 10 月 27 日 (月) : ZeroAvia 社訪問 (WA 州エバレット)
2025 年 10 月 28 日 (火) : Boeing 社訪問 (WA 州エバレット)
(移動 : シアトル → サンノゼ)
2025 年 10 月 29 日 (水) : Archer Aviation 社訪問 (CA 州サンノゼ)
(移動 : サンノゼ → シアトル)
2025 年 10 月 30 日 (木) ~ 10 月 31 日 (金)
(移動 : シアトル → 羽田)

イ 調査団メンバー

- 石川 隆司 委員長 (調査団長)
奥田 章順 委員
姫野 武洋 委員
横関 智弘 委員
成岡 優 委員
濱本 健司 事務局

(3) 調査結果概要

今年度は、従来同様、主要航空機メーカーの動向とともに、脱炭素・環境対策関連と、空飛ぶクルマと呼ばれる AAM/eVTOL 機関連の最新の開発状況等の調査を主眼として、北米地域を選定、研究機関としての NASA はキャンセルとなったため、3 企業 (うち 2 社は新興スタートアップ企業) を実地訪問調査した。

将来航空機および関連新規技術の研究開発において、各企業とも 2050 年の目標であるカーボンニュートラルを睨みながら、次世代機で必要とされる効率化、軽量化、電動化・ハイブリッド化、水素燃料化、SAF 適用、高レート生産等の実現に向けて精力的に取り組んでいる。また CO₂ 他温室効果ガスの排出量削減のための運航技術や、AAM/eVTOL 機等の機体を含めた航空管制の在り方等含め、航空輸送システムとしての脱炭素化・効率化を目指して関連技術、社会インフラ等の確立に向けた研究開発を推進している状況が伺えた。ただし、

それらが実際に機体やシステムに適用されるのはまだ先になる見通しで、現時点では技術的成熟度も考慮しながら、次期機体開発のタイミングで適用可能な技術を、他研究機関・大学・企業等との協業も含めて見極めていくといった感が強かった。

今回の訪問においても、訪問先企業から日本企業・研究機関・大学等とのコラボレーションに前向きな意見もあり、協業のテーマ、機会創出のためにもさまざまなレベルで継続的なコミュニケーションが重要であると感じられた。

我が国としても、これからの大きな革新のための技術開発、社会実装に向けた取組を強化しているが、幅広い分野を見渡しながら、将来的に強味となり得る新規技術の芽出し、研究取組を進めていく必要がある。その際、共通の目的、ビジョンを共有できる海外の研究機関、企業、大学等との連携・協業・コラボレーションは有効と考えられ、積極的に追求・活用していくことの重要性が感じられた。

<アメリカ>

ア ZeroAvia 社 (Everett, WA)

イギリスと米国に拠点を置く脱炭素関連の水素燃料電池推進システムを開発する新興スタートアップ企業で、研究開発状況、STC 取得に向けた認証関連取組状況等、施設調査並びに意見交換実施。

イ Boeing 社 (Everett, WA)

民間航空機の最新の製造及び研究開発状況等、ヒアリング、施設調査並びに意見交換実施。特に次世代航空機に関する技術研究取組や、日本を含む他国・他企業・研究団体等との共同研究などのコラボレーション機会の創出等、企業としての取組状況についてヒアリング、意見交換等を実施。

ウ Archer Aviation 社 (San Jose, CA)

アメリカの eVTOL 機新興スタートアップ企業であり、同業界の中でも開発が先行しており、認証フェーズに入っている。開発状況、生産状況、技術課題等について施設調査並びに意見交換実施。

各訪問先においては、それぞれ経営幹部や主要キーパーソンに対応頂き、工場や設備の見学、担当技術者らとのディスカッション含め、技術開発動向・研究取組状況等、きめ細かく紹介・説明を頂き、現地でなければ得られない知見・情報を得ることができた。また日本側からも大学や研究機関での研究取組等の紹介も行い、両者の課題認識、将来に向けた方向性等、幅広い情報収集・意見交換が実施できた。テーマによっては今後共同研究等の芽出しにもつながりそうな感触を持たたものもあった。総じて環境対応のみならず、新政権下での政策、認証当局対応等含め、新しい要件、激動する経営環境下において、将来を見据えた技術の創出・成熟度の向上に限られたリソースの中、優先度をつけて対応している様子が伺われ

た。特に環境対応の新技术、また次世代航空機に関する現実的なマイルストーンを念頭においた対応が進められていると感じた。我が国においても航空機産業振興のため各種取組が進められているが、現地・現場を見て、関係者と面直でコミュニケーションすることにより、より深い情報、背景を理解することもでき、大変有意義な調査が行え、現地調査の価値が実感された。

多忙な状況下で当該調査に協力・対応頂いた ZeroAvia 社、Boeing 社、Archer Aviation 社関係各位、並びに訪問先調整支援を頂いた米国ワシントン州政府商務局、同日本代表事務所、ボーイング・ジャパン株式会社関係各位に厚く御礼を申し上げます。

4.3 調査成果

4.3.1 ZeroAvia 社 ⁽¹⁾

1. ZeroAvia：米国・エバレット市、2025年10月27日訪問

John Kells 氏, General Manager, Production

Oli Watts氏, Business Development Director (オンライン)

1.1 企業概要

英国と米国に拠点を置く航空機向けの水素電動推進システム(エンジン)の開発会社。2017年に設立、2019年に英国に拠点を展開。試験用水素電動パワートレイン(H2-Electric)ZA250型を開発し、2020年には、このパワートレインを用いて6人乗機体の8分間飛行に成功。水素電動パワートレインおよび航空機OEM向けの推進システムを生産するために、米国ワシントン州エバレットに136000平方フィートの「推進センター・オブ・エクセレンス」を開設した。現在、リージョナル航空機用の600kW級ZA600型と、2-5MW級(モジュラー型)ZA2000型水素電動パワートレイン開発を推進中。

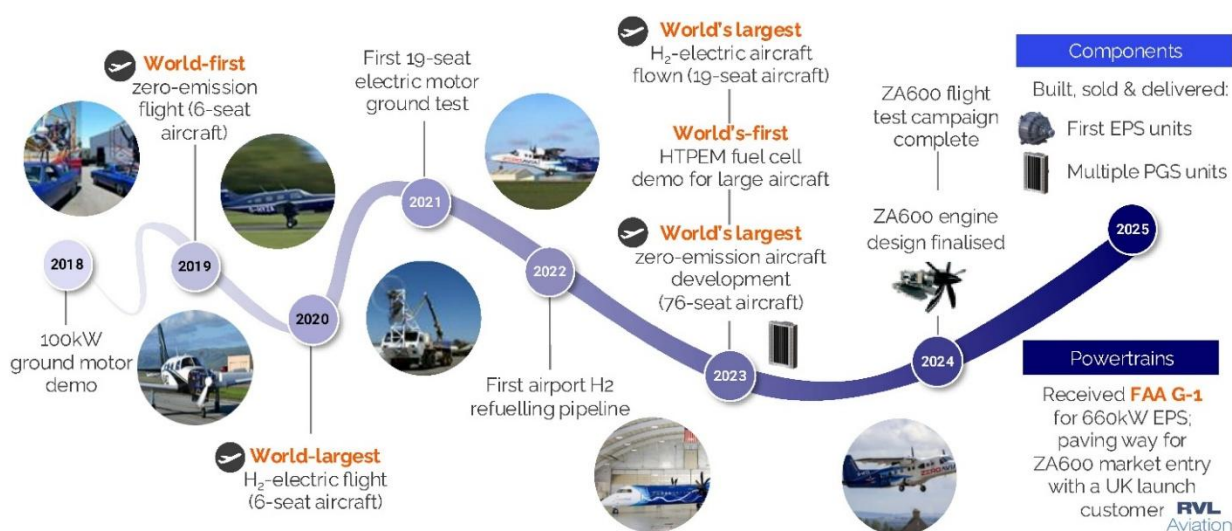


図4.3.1-1 ZeroAvia社のこれまでの道のり

1.2 開発戦略

航空機の推進システムによる気候温暖化影響の約2/3はCO₂以外に由来し、水素燃焼エンジンもまたNO_xや飛行機雲を発生する。持続可能航空燃料(SAF)の生産供給能力の見通しは、航空運輸全体の化石燃料を代替するには不十分であり、今後その調達コストが上昇すると懸念される。水素燃料電池は気候変動に対する最適解と主張。また、水素燃料電池は、内燃機関(レシプロ/ガスタービン)と比較して、可動部分が少なく、システム最高温度が低く、エネルギー効率が高い(熱効率換算で2倍)という利点があり、保守整備と運用コストの点で優位で

あると主張。民間航空用途だけでなく、防衛航空用途(無人機、練習機、固定翼機、回転翼機)および防衛陸船用途に実装する可能性もある。

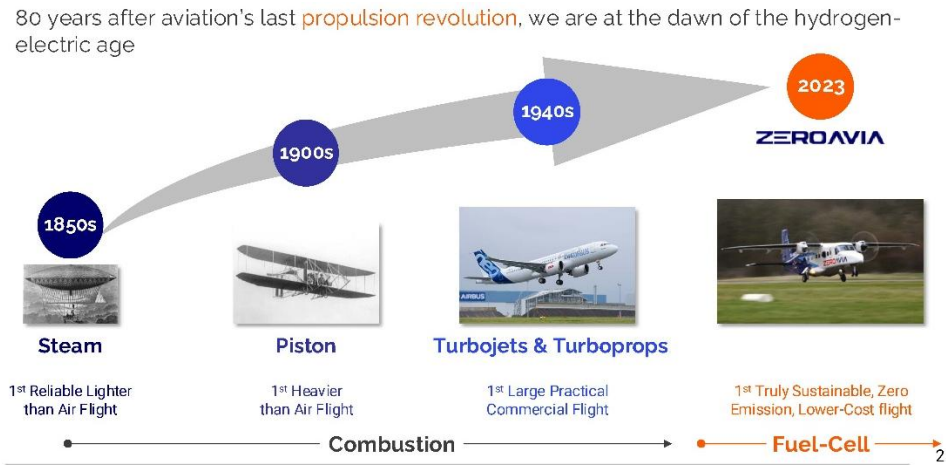


図4.3.1-2 真の「ゼロエミッション」には燃焼から燃料電池への転換が必要と主張

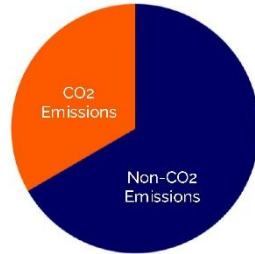
Reduction in Climate Impact						
	Direct CO ₂	Nox	Water Vapor & Contrails	Total	Technology Scalability	Net Impact
H ₂ -Electric	●	●	●	●	●	●
Battery Electric	●	●	●	●	●	●
Hybrid-Electric	●	●	●	●	●	●
Sustainable Aviation Fuels (SAF)	●	●	●	●	●	●
H ₂ -Combustion	●	●	●	●	●	●

Source: market research analyst reports ● Complete ● Moderate ● Limited

図4.3.1-3 水素電動航空機の利点(WEBページより)

And **non-CO2 Emissions** are estimated to have double the warming impact of CO2 alone

Global Aviation Effective Radiative Forcing (mW m⁻²)



*Values are subject to a 5-95% confidence interval

And the marginal **cost** of HEFA and MCW SAF is **exponential**

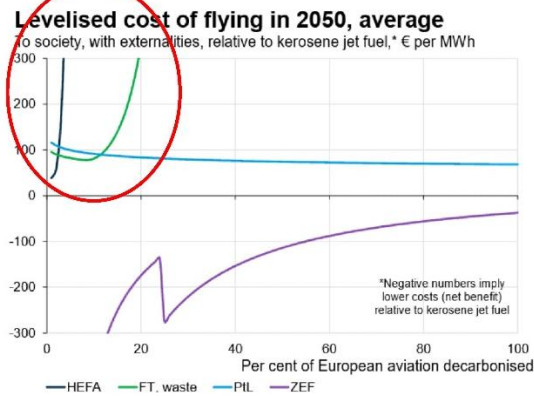


図4.3.1-4 持続的航空燃料(SAF)の生産供給能力は不十分

REDUCED COSTS

Lower operating temperature and fewer moving parts.

More **fuel efficient** systems and requiring less maintenance.

Anticipated cost reductions enable **"massive growth of regional aviation"**(NASA).

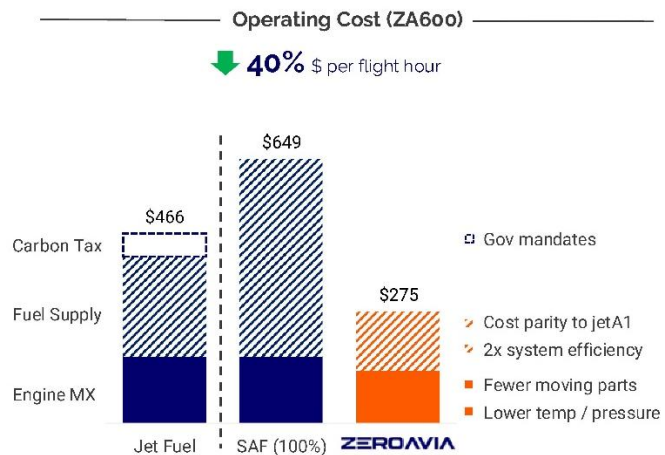



図4.3.1-5 水素燃料電池は保守整備と運用コストの点で優位

- 

Much lower thermal and noise signature
Enhanced stealth capabilities reducing detectability and increasing survivability.
- 

In-theatre fuel production
Enables independent fuel production removing reliance on third parties and simplifies fuel logistics supply chain.
- 

Extended endurance/range
Enables increased loiter times and beyond line-of-sight distances.
- 

Lower operating costs
Reduced operating temperatures and increased engine efficiency enables full lifecycle savings.
- 

Much higher electrical power for payloads
Increased power capacity for mission systems, sensors, communications, and off-board equipment.





 <p>Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) To deliver high-power solutions for extended range and enhanced stealth.</p>	
 <p>Trainer To deliver lightweight and efficient power solutions for trainer aircraft.</p>	
 <p>Fixed-wing Lightweight power generation solution for fixed-wing aircraft operations.</p>	
 <p>Rotorcraft Enabling practical electrification of helicopter platforms for quiet operation.</p>	
 <p>Ground Efficient electrification and reduced heat signature for ground vehicles.</p>	
 <p>Maritime High-efficiency and quiet propulsion for marine vessels.</p>	
 <p>Directed Energy Efficient and lightweight power systems for practical and mobile directed energy.</p>	

図4.3.1-6 防衛航空(無人機、練習機、固定翼機、回転翼機)および防衛陸船への実装可能性

1.3 コア技術

1.3.1 ZA600

同社自身は機体開発を行わず、既存機体の推進システムを水素電動パワートレインに換装する。

ZA600型は10～20席の航続450km(250NM)の民間固定翼機向けの水素電動パワートレイン。燃料は高圧気体水素で出力は600kW。ドルニエ228、セスナ208B、DHC6(ツイン・オッター)のエンジン換装を想定。

すでに、ZA600型のプロトタイプをドルニエ228に搭載して広範囲な飛行試験を実施している。

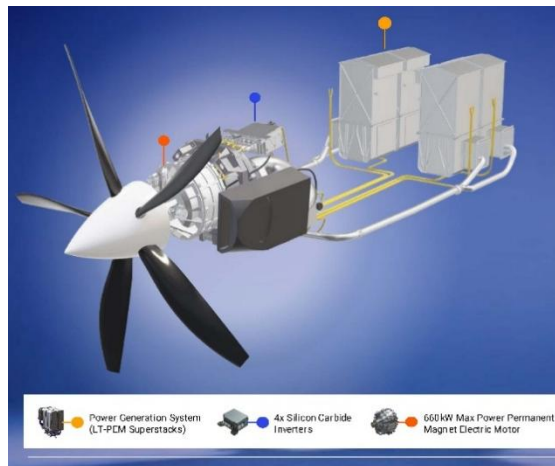


図4.3.1-7 水素電動パワートレイン ZA600型

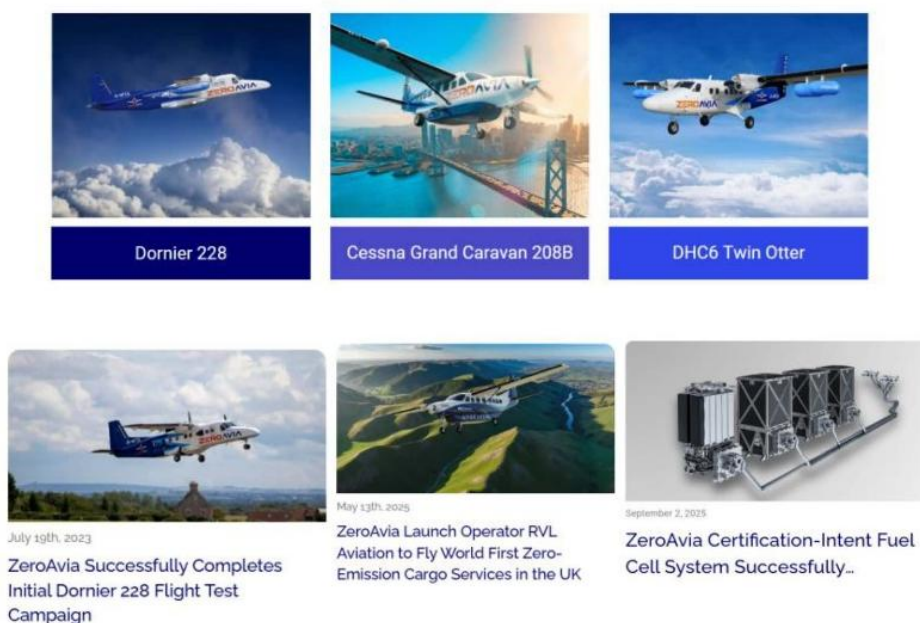


図4.3.1-8 水素電動パワートレイン ZA600型（適用機体と関連ニュース）

	ZA600	Turbine engine
Propulsion system type	Fuel Cell and Electric Motor	Internal combustion
Shaft horsepower, kW	500-750 kW	500-750 kW
Overall system efficiency	50-60% at FC level ¹	PT6A-114A is 15-20% efficient ²
Maintenance overhaul interval	10,000 hours ³	~3,600-8,000 hours ⁴
Fuel consumption per hour, kg	25-30 kg ⁵	C208B is 165 kg/FH at 250 nm ⁶
Direct CO₂ emissions per hour ⁷	Nil	3.16 kgCO ₂ /kgJA1 (ICAO 2017) with above figures is 470-540 kg/hr ⁸
NO_x emissions⁷	Nil	4.4gNO _x /kg ⁹
Contrails ⁷	60-80% reduction	No mitigation

図4.3.1-9 ZA600 水素電動パワートレインとターボプロップエンジンの比較

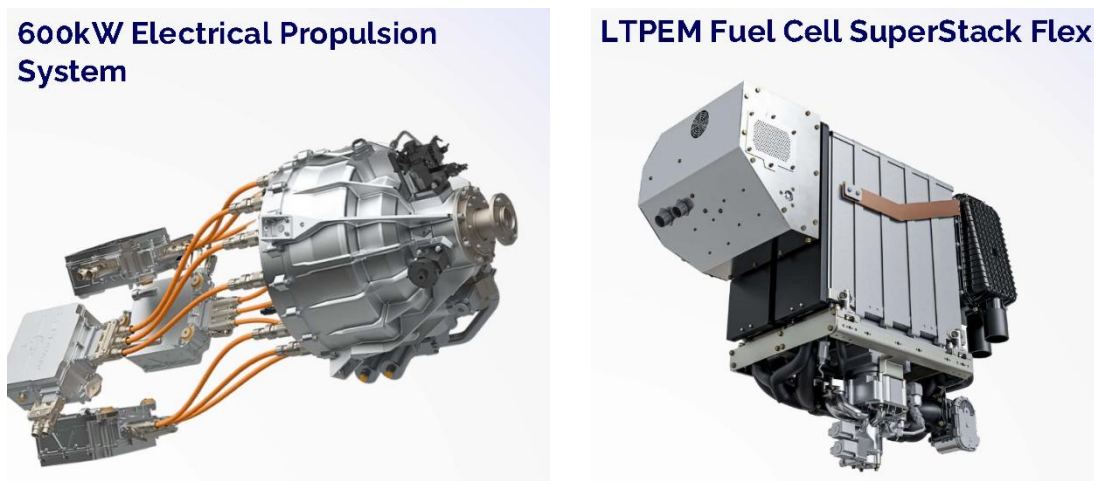


図4.3.1-10 ZA600を構成する電動推進システム(EPS) (左) と低温プロトン交換膜型燃料電池(LTPEM FC) (右)

電動推進システム(EPS)は、直流電力を交流電力へ変換するSiC パワー半導体を採用した4基の200kWインバータと、回転数2200rpmのプロペラ直結モーターで構成されている対故障性と効率に優れている。このEPSは、認証確立のための基礎事項を概説したFAA G-1 Issue Paperを受領しており、機体改造へ向けた手続を進めている。

燃料電池は、プロトン交換膜型燃料電池(PEM)で、膜の温度上限は88°C程度(低温：LTPEM)。動力源として350気圧に加圧した圧縮水素を搭載。

1.3.2 ZA2000

独自の高温プロトン交換膜型燃料電池(HTPEM FC)や大出力電気モーター設計など、40～80席級航空機向けの水素電動パワートレインとして、2～5MW 級のZA2000型の開発を行っており、主要構成要素技術の地上試験を実施している。航続距離を延ばすため、動力源として液体水素を採用する。液体水素を用いた試験は英国のケンブルにある研究施設中心に実施している。見学時にも、熱マネジメントを含むシステム成立性実証試験が進められており、トレーラーを改造して液体水素貯蔵および常温水素機体供給設備が稼働していた。



図4.3.1-11 パワートレインの将来構想(現時点では2年遅れ)



図4.3.1-12 ZA2000型

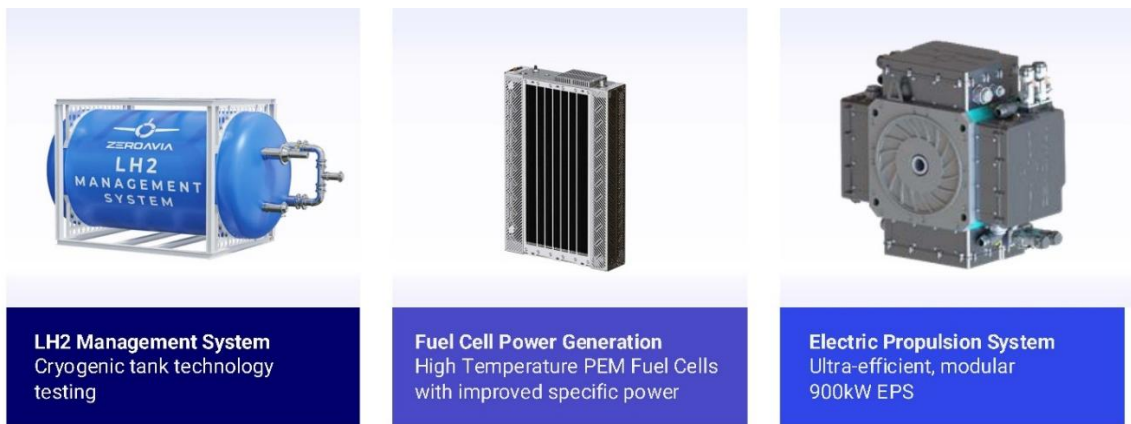


図4.3.1-13 現在進行中のコア技術開発



図4.3.1-14 液体水素タンクシステム(LHS10型 10.5kg(150L)、 $GI > 0.2$)

主要構成要素技術(コア技術)としては、極低温流体の貯蔵供給のための「液体水素マネジメントシステム」、高効率な高温 PEM を採用した「燃料電池」、超高効率 900kW 級「電動推進システム」を掲げている。

150 リットル級の液体水素タンクシステムでは、重量指標 $GI > 0.2$ を達成したとのこと。ここで、液体水素の採用によるタンクや配管を含む燃料供給系の重量増加を W_{TS} とし、重量指標(GI : gravimetric index)は

$$GI = \frac{W_f}{W_{TS} + W_f} = \frac{\text{[燃料重量(満載時)]}}{\text{[燃料供給系重量(タンク+補機)]} + \text{[燃料重量(満載時)']}}$$

で定義される。世界的には $GI > 0.35$ 程度を目指した軽量化が目指されている。

同社は、航空機の機体側システムに液体水素を採用するための技術開発だけでなく、液体水素の社会実装とサプライチェーン構築に関連する事業にも取り組んでいる。

HTPEM Unlocks Large Aircraft & Rotorcraft

ZEROAVIA

Next gen fuel cell tech offers multiple key advantages

	LTPEM	HTPEM	Key Advantages
Stack Power Density	1.5 kW/kg	3.0+ kW/kg	Powers larger aircraft – at parity with turbine engines
Operating Temperature	65 - 95 C	130 - 200 C	Lighter and more efficient cooling & compression – direct air-cooled
Electrolyte	Water	Phosphoric acid	No liquid water management issues; improves thermal management – more reliable
Impurity Tolerance	Low	High	1. Different H2 sources are acceptable 2. Can operate more readily in polluted air conditions
Membrane Chemistry	Fluorocarbon	Hydrocarbon	Lower capital cost



Complex thermal and water management systems, adding weight



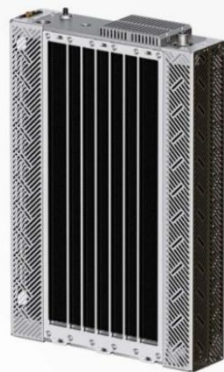
Simplified systems, lowering weight and volume

17

図4.3.1-15 高温プロトン交換膜型燃料電池(HTPEM)

High Temperature PEM Fuel Cell Stacks and Systems

ZEROAVIA



- Step-change in specific power to enable large electric aircraft and electric rotorcraft applications
- Direct turbo air-cooling enables lighter and more efficient cooling & compression
- Targeting 3 kW/kg + to ultimately support narrowbody aircraft



UAV



Fixed-wing

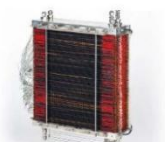


Rotorcraft



November 24th, 2023

ZeroAvia to Partner with Piasecki Aircraft Corporation to Develop Hydrogen-Electric VTOL Aircraft Following U.S. Air Force Award



March 9th, 2023

ZeroAvia High Temperature Fuel Cell Testing Shows Large Aircraft and Rotorcraft Potential for Hydrogen-Electric Propulsion

18

図4.3.1-16 HTPEM

900kW HyperCore Electric Motor





Fixed-wing



Rotorcraft



- The **most advanced** electric motor technology for aviation, scalable up to 10MW applications
- Optimized thermal, mechanical and electrical integration
- 4x integrated 200kW Silicon Carbide Inverters for optimized aircraft compartmentalization



1.8 MW Ground Test Conducted

図4.3.1-17 900kWモーターの地上試験

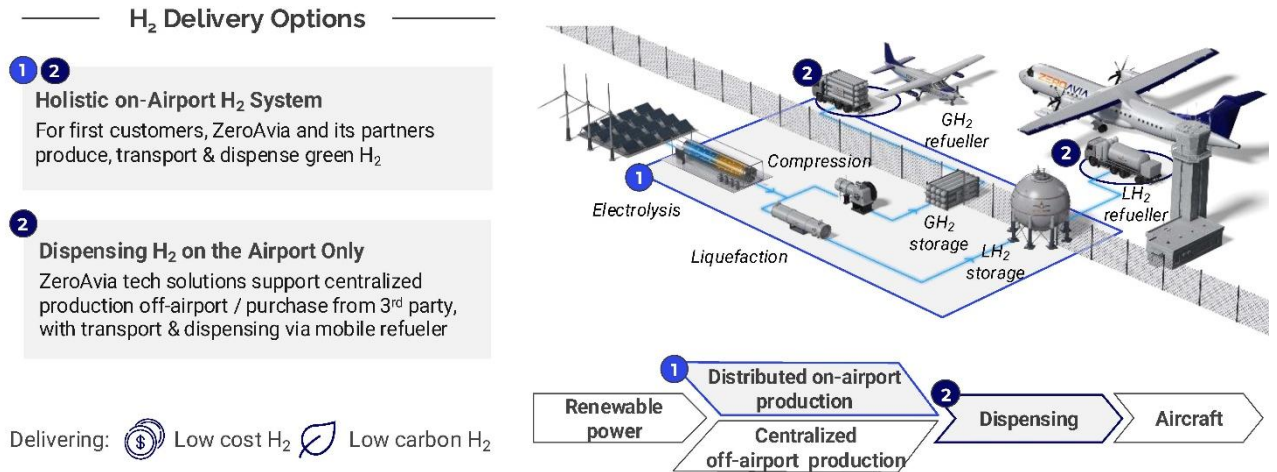


図4.3.1-18 液体水素サプライチェーン

4.3.2 Boeing 社⁽²⁾

(1) Boeing 社概要

米国ヴァージニア州アーリントンに本社を置く世界最大規模の航空宇宙企業。民間航空機分野では欧州 Airbus 社と並び世界市場をほぼ二分、米国ワシントン州シアトル近郊を中心に、米国内各地に製造拠点を有し、年間売上高約 15 兆円、世界中に従業員約 15 万人を擁する巨大企業である。JAL/ANA といった我が国主要エアラインや、1980 年代からの 767、777、787、777X 等ワイドボディ機を国際共同開発してきた我が国航空機産業との関係が深い。

(2) 訪問施設概要

調査団は 2025 年 10 月 28 日、ワシントン州エバレットにある Boeing 社エバレット工場（技術部門と 777X 製造ライン）を訪問した。IADF ではこれまで民間航空機の国際共同開発についてさまざまなプログラムに支援を行ってきた。会議では双方からの脱炭素関連新技術や次世代航空機向け研究開発取組等に関するプレゼンテーションや意見交換を行った。各分野の担当専門家らとの面直での幅広い範囲の意見交換によりトレンドを俯瞰する上で大変有意義であった。双方ともに将来的な協業の機会を見出す上でも継続的なコミュニケーションが重要であることを再確認した。併せて最新の 777X 主翼組立ラインも見学させていただき、その大きな構造体と全般的にかなり自動化が進んでいることに感銘を受けた。

（会議資料・内容は訪問先意向により非公開）

4.3.3 Archer Aviation 社⁽³⁾

(1) 会社概要

米国カリフォルニア州（本社サンノゼ）に拠点を置く eVTOL 機開発を手掛けるスタートアップ企業。2018 年に Adam Goldstein と Brett Adcock 両氏らにより創業された。（Adam Goldstein は現在も CEO）。試作機の開発を経て量産機「Midnight」の開発に着手、製造面では自動車大手ステランティスとの提携、またユナイテッド航空からの資本参加も得て、現在世界の eVTOL 機メーカーの中で認証フェーズに入っているリーディングメーカーの一つ。eVTOL 機メーカーの大きな課題とされる資金調達もこれまで \$3.0B を超える規模とされ、同業界内ではトップクラス。2026 年頃の TC 取得を目指し、米国内並びに中東地域での商用運航開始に向けて準備中。日本では JAL と(株)住友商事による(株)Soracle が連携している。2025 大阪万博でも実機展示を実施。

(2) 訪問調査結果

- ・ 訪問日時：2025 年 10 月 29 日
- ・ 場所：Archer Aviation 本社（サンノゼ）
- ・ Archer Aviation 社側出席者：

A. Cummins : Senior Director of Strategy and Business Development 他

●Archer Aviation にとって重要な取組

①「Midnight」の開発と認証取得、製造・量産、ソフトウェア

- ・量産工場：ジョージア州 Convington（2025年1月完成）

※California flight test facility：Salinas Municipal Airport

- ・認証：FAA、JCABの認証申請 ※FAAは5段階の4段階

UAEのGCAA（The General Civil Aviation Authority）とも話合い実施

②Part135による運航：Part121のユナイテッド航空による運航は、その後の海外展開にも有用（日本は(株)Soracle）

③防衛分野の取り組み

※2024年12月：Archer Defense 設立、軍用ハイブリッド次世代機で Anduril と提携

※2025年5月：Anduril、Skyport Drone Services、AtkinsRealis と共同で「Midnight」を使って軍事用途開発発表

Archer が「Midnight」、プラットフォーム提供、ハイブリッド化を手がけ、AtkinsRealis がシステム設計・開発支援

（会議資料・内容は訪問先意向により非公開）

[4章 出典(1)～(3)：各、資料3のP2025D401～P2025D403参照]

第5章 まとめ

5.1 今後の調査課題

(1) 2025年1月から2025年12月までの技術開発動向調査期間において、次の事項が注目された。

- ・ **Boeing 社 :**
一連の事故・品質問題からの信頼回復、サプライチェーン問題への取組、脱炭素化の取組、737MAXの生産状況、777X認証の進捗と派生型貨物機の開発、次期民間機への取組、TTBW等次世代機を見据えた新技術の研究取組
- ・ **Airbus 社 :**
サプライチェーン問題・生産増への取組、脱炭素化の取組、A320シリーズの生産状況、A321XLRの認証状況、A350派生型貨物機の開発、A320後継機・次期単通路機への取組、オープンローター等次世代機を見据えた新技術の研究取組
- ・ **NASA :**
政府による大幅予算削減の影響・今後の方向性、低ソニックブーム実験機X-59の進捗状況、SFD (Sustainable Flight Demonstrator : 持続可能飛行実証機) 計画の進捗状況、AAM関連取組、複合材関連取組の状況
- ・ **FAA/EASA :**
737MAXシリーズ、777Xの認証関連情報、型式証明における認証機関間の連携に関する議論と合意、ODA (Organization Designation Authorization : 指定代行組織承認) の見直し。その他eVTOL機関連の新しい認証プロセスの状況
- ・ **航空管制 :**
衛星利用型ADS-Bと地上管制ー機上のデータリンク通信、無人機の運航管理、管制の研究、遠隔型管制塔の実用化
- ・ **その他 :**
 - UAM実用化の進捗、各種形態(電動/ハイブリッド、プロペラ数、制御方式)の機体開発と認証取得の進捗
 - Embraer社の民間機(E175-E2、新型ターボプロップ機)取組状況
 - 中国の民間機(C919, C929)取組状況
 - Boom Technology社Overture超音速輸送機の製造進捗
 - ZeroAvia社の水素燃料電池推進技術の開発状況

(2) 前項を踏まえ、機体及び装備品関連の技術開発動向として、引き続き以下の項目を調査する必要がある。

- ・ 次期中小型民間輸送機の開発動向 (A320・737MAX後継等、次期単通路旅客機)
- ・ 次期大型民間輸送機の開発進捗 (777X、777X貨物機、A350貨物機)
- ・ Boeing社・Airbus社以外の民間輸送機の開発動向 (Embraer社、ATR社、

Bombardier 社、COMAC 社等)

- ・ TTBW やブレンデッド・ウィング・ボディ (BWB) 等低燃費に向けた新しい航空機機体形状の研究、開発動向
 - ・ 水素燃料航空機など脱炭素に関する研究、開発動向
 - ・ 電動化の各種技術 (システム、モーター、バッテリー、制御回路、ハイブリッド) の開発動向
 - ・ SAF への対応に関する研究、開発動向
 - ・ 複合材料技術の動向 (低コスト複合材料、熱可塑性複合材料、Hi-CAM 等高レート生産対応、新しい接着技術等)
 - ・ 高強度アルミ合金 (Al-Li 合金等)、その他の先進金属材料 (Mg 合金、Ti 合金等) の開発動向
 - ・ 3D Printing、Additive Manufacturing 技術の開発動向
 - ・ コネクティビティ技術 (衛星通信、5G、大規模データ処理、IoT) の動向
 - ・ 航空法規 (有人機、無操縦者航空機、無人機、200g 以下無人機の共存) の動向
 - ・ DX 関連技術、高レート生産・生産効率向上に関する研究、開発動向
 - ・ CbA (Certification by Analysis)に関する研究、開発動向
 - ・ 自律飛行制御関連技術の開発動向
 - ・ 新カテゴリー (eVTOL 機、無操縦者航空機など) の研究、開発動向
 - ・ 超音速輸送機開発の動向
 - ・ FAA、EASA 等航空当局の認証プロセスの厳格化
- (3) エンジン関連の技術開発動向として、引き続き以下の項目を調査する必要がある。
- ・ 次世代民間輸送機用エンジンの開発動向 (高/超高バイパス比化)
 - ・ 熱効率向上に資する先進要素技術の開発動向
 - ・ 熱可塑性複合材を含む炭素繊維強化複合材料の開発、エンジン適用拡大の動向
 - ・ セラミックス基複合材 (CMC) の開発動向
 - ・ エンジン及びナセルの騒音低減技術の開発動向
 - ・ 環境適合性向上のための先進燃焼システム関連技術の開発動向
 - ・ SAF への対応に関する研究、開発動向
 - ・ 電動ハイブリッドエンジンの開発動向
 - ・ 水素燃料電池推進、水素燃焼エンジンの開発動向
 - ・ DX 関連技術、高レート生産・生産効率向上に関する研究、開発動向
 - ・ 3D Printing、Additive Manufacturing 技術の開発動向
 - ・ CbA (Certification by Analysis)に関する研究、開発動向
 - ・ 極超音速用統合型空気吸入式ロケットエンジン (Skylon 用 SABRE) の開発動向

(4) 将来航空交通システム・航空管制等の技術開発動向として、引き続き以下の項目を調査する必要がある。

- ・ NextGen、SESAR、CARATS 各プログラムの進捗状況と相互調整状況、及び目標値達成に向けた高度航空管制システム技術の開発動向
- ・ 先進航空交通システム（ATM）、航法システムの開発動向
- ・ 有人機と無人機の空域統合（遠隔操縦・運航管理）に関する技術動向
- ・ CbA (Certification by Analysis)に関する研究、開発動向
- ・ AAM/eVTOL 機関連の認証プロセス

5.2 2025 年度調査のまとめ

2025 年は航空旅客需要が国内線、国際線ともパンデミック前の水準を超え、さらなる成長の段階に入った。新型航空機の需要は引き続き旺盛であり、Boeing 社、Airbus 社、Embraer 社等、主要 OEM は大量の受注残を抱える中、サプライチェーンがボトルネックになっており、生産量増大を最優先課題としている。しかしながら、エンジン関連、シート等客室内装関連等で特に供給が逼迫する事態となっており、エアラインへの新造機納入が計画通りに進んでいない。このような状況の中、各エアラインも既存機の延命、改装等で急場を対応せざるを得ない事態も起きており、機体関連の中古部品、エンジン関連の MRO 等の需要が急速に高まりつつある状況となってきた。パンデミックにより疲弊したのはサプライチェーンだけではなく、運航・整備等を支えるリソースにも影響が残っており、航空管制含め航空運航に係る慢性的な人手不足、スキル維持も重要な問題となってきた。航空管制の面ではリソースに加え、旧態化してきているインフラ面の問題も米国等で顕著となってきた。システム導入・更新等も課題である。また製造面では品質問題の解決の後、現行機種の大規模な生産レート向上が必要となっており、DX 技術導入をはじめ生産の効率化・高レート化も重要課題となっている。一方で次期単通路機等、後継機となる新型機の開発については、主要 OEM 各社で現行機種のほぼ 7~8 年分近くに相当する受注残を背景に、ローンチを急ぐ状況にはなく、次期機体として望まれる仕様の検討、そのような性能を満たすための新技術の熟成・見極め等検討を進めている段階である。一連の事故・品質問題等により FAA や EASA の監督・審査もより厳密・厳重なものとなってきた結果、新型機の型式証明等の認証スケジュールに大きな影響が及んでおり、これらの改善も併行して取組が必要な状況である。

2022 年に ICAO により国際航空分野で 2050 年までに CO₂ 排出を実質ゼロにする長期目標が採択されてから 3 年が経過するが、各国において SAF の実用化・適用拡大をはじめ、航空機の電動化や水素燃料化に向けた新しい技術開発が政府支援も得ながら進捗を見せている。一方で、航空分野の脱炭素化手段の方向は依然多様なものとなっているが、その社会実装への技術的・インフラ的成熟度により実現時期の見直し、優先度の変更等、各国・研究機関・企業での対応に温度差が現れつつある。特に米国では関連国際機関からの脱退も辞さない姿勢で脱炭素化への取組優先度が欧州他各国よりも後退が見受けられ、NASA をはじめとする

関係研究の計画に影響が出ている。しかしながら、恒久的には脱炭素化の方向を追求せざるを得ないと認識される状況であり、今後の動きを更に注視していきたい。

機体関連としては、脱炭素化に向けた取組は、米国での NASA と Boeing 社により進められていた Transonic Truss-Braced Wing の実証機開発は中断されることとなり、持続可能性・脱炭素化を追求する研究は若干後退の雰囲気があるが、限られたリソースを絞り込まれた研究対象に注ぐことで研究は継続していく模様であり、継続調査していきたい。

欧州では Airbus 社を中心に電動化、水素燃料化の研究が飛行実証の計画等を含め、精力的に推進されているが、こちらでも Airbus 社による水素航空機開発の ZEROe プログラムが約 10 年の遅延を発表されるなど、急激な脱炭素化技術よりも次期単通路機を対象としてより実現性の高い技術の研究取組が優先されつつある。しかしながら欧州では延期したとは言え、脱炭素の旗は降ろしておらず、将来的なカーボン・ゼロを目指して機体形状、空力改善、複合材料等による軽量化等、幅広い分野の研究開発がより長期的な視点で推進されている。

次期単通路機をはじめ次世代民間航空機等の新型機開発については、Boeing 社、Airbus 社等主要 OEM では当面現行機種的大量受注残を消化することが優先され、生産効率化・高レート生産が追求されると予想されるが、一方でその後にくる後継機についてもおよそ 2030 年代半ば以降の市場投入を目指して 2030 年前後には開発開始可能性もあり、その場合の新しい機体仕様の検討、そこに適用する新技術の研究開発としては既に動き出しているものもあり、社会実装に向けた成熟レベル等含め動向として調査していく。

小型機分野では、新興のスタートアップ企業である ZeroAvia 社などにより水素燃料電池推進システムが飛行実証に入ってきているが、当面の資金確保等、課題も多い状況である。カーボン・ゼロ宣言以降、乱立していたスタートアップ企業も淘汰されつつあり、生き残りをかけて人員削減等も行いながら各種取組が進められている。脱炭素化に向けた水素等の活用は小型航空機の方が実現性が高いとされ、Part23 レベルの小型航空機で認証等の実績を重ねながら、より大型のリージョナルクラスの民間航空機へとステップを踏んで進めていくアプローチがとられている。各国政府・航空局等認証機関との連携も行いながら規準面の整備を併行して進めているが、動力源となるグリーン水素の供給確保や空港での設備対応等、インフラ面の社会実装が追いついてくるかということが懸念材料として指摘されている。将来的に実現が必要なテーマと認識され、産官学が一丸となった取組が重要となっている。

エンジン関連では、既存エンジンのさらなる効率化、電動ハイブリッド、オープンローター、水素燃焼技術等、次世代エンジンに向けた種々の新技術の研究が活発に進められている。しかしながら、機体と同様、現行機種需要・受注残が旺盛であることと、現行エンジンの延命のための MRO 等維持・整備事業が大幅に拡大していることから、当面現行エンジンのサポートに繁忙を極めるものと想定される。一方で次期単通路機をはじめとする新型機・次世代機の開発には効率を大きく左右する新型エンジンの開発が要のひとつとなっていることから、次期機体開発に先行して新型エンジンの開発が着手されるものと想定される。各主要エンジン OEM でも先行技術研究・開発取組が始まっているものもあり動向を調査していく。

超音速機に関しては、NASA において X-59 による静粛な超音速飛行技術の実証プログラ

ムの下で、実証機がロールアウト、2025年10月には初飛行に成功し、飛行試験段階に入っている。また、民間超音速旅客機開発として、Boom社のOvertureとそれに搭載されるシンフォニーエンジンの開発が進行中である。米政府としては超音速プログラムは優先的に進めることも表明されており、これまで以上のプログラム進捗加速も期待される。

航空当局の動きとしては、737MAXの事故をはじめとする一連の事故、それに伴う製造側の品質問題等の対応がほぼ一段落しつつあり、現在認証プロセスに入っている737-7、-10や777-9の認証作業加速が期待される。しかしながら事故とその他を契機とする認証要件の追加、認証プロセスの厳格化等により、従来以上の期間と手間を要するプロセスとなってしまうため、主要OEM側からも認証プロセスの簡素化、見直しが必要との声が出ている。新型機開発の前に現行プロセスの見直しが必要との意見もあることから動向を注視していく。

AAM/eVTOL機についても、多くのスタートアップ企業が設立されたが、その後の資金確保等、多くの経営課題から、淘汰が進んでいる。残っているメーカーのうち数社は認証に向けた飛行試験に入っているものもあり、一部においてハイブリッド化等軍用での試用も進められている。さらに認証取得後のエアタクシー等、商用運航も見据えて米国内、また中東諸国での事業者との連携等を進めており、新しい交通機関としての認証をはじめ、バーティポート等インフラ面の整備、パイロット教育等、社会実装へ向けたマイルストーンを着実にクリアしつつある。2026年の型式証明取得等のターゲットもあり、動向を注視していきたい。

我が国航空機産業としても、2024年の経済産業省主導のもととりまとめられた航空機産業戦略に沿った取組を進めており、機体・エンジンともに現行機種が生産量増大をパートナーとしてもしっかり支えていくとともに、次期単通路機をはじめとする国際共同開発にも従来以上のシェア拡大を狙いながら、インテグレーション能力の向上等も見据え、パートナーとしてより上流からの開発参画を実現していくべく、主要OEMらと連携もしながら次世代新技術等の研究取組を着実に進めていくことが期待されている。

以上の調査結果を取り纏め編纂した本報告書が、我が国の航空機等の国際共同開発の促進と航空機産業の発展に貢献することができれば幸いである。

資料1 関係省庁の動向に関する関連団体の刊行物リスト (2025年1月～2025年12月)

資料番号	標 題
P2025D001	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.853
P2025D002	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.854
P2025D003	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.855
P2025D004	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.856
P2025D005	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.857
P2025D006	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.858
P2025D007	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.859
P2025D008	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.860
P2025D009	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.861
P2025D010	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.862
P2025D011	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.863
P2025D012	日本航空宇宙工業会会報「航空と宇宙」ISSN1344-1760 No.864

資料2 (公財)航空機国際共同開発促進基金の刊行物リスト(2025年1月~2025年12月)

資料番号	標 題
P2025D101	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-1 「機内エンターテインメントの最新動向」
P2025D102	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-2 「環境負荷低減に向けた旅客機へのリブレット実装の取組」
P2025D103	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-3 「エンジン高圧部技術開発動向について(En-Core プロジェクト)」
P2025D104	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-4 「オープンローター (Open Rotor) の課題と技術動向」
P2025D105	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-5 「航空機認証について」
P2025D106	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-6 「民間航空機とそのシステムを対象とする開発ガイドライン ARP4754B および安全性評価ガイドライン ARP4761A の解説」
P2025D107	IADF 航空機等に関する解説記事 2025-7 「CRM-HL ecosystem」

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（2025年1月～2025年12月）

資料番号	標 題
P2025D201	Airbus Web Site, Orders & Deliveries,
P2025D202	Boeing Web Site, Orders & Deliveries,
P2025D203	Embraer Web Site, Orders and Deliveries,
P2025D204	Aviationwire Web Site, News, May 15, 2025
P2025D205	Aviationwire Web Site, News, May 11, 2025
P2025D206	Aviation Week Web Site, Jun 16, 2025
P2025D207	Airbus Web Site, Newsroom, May 20, 2025
P2025D208	Embraer Web Site, News, Feb 25, 2025
P2025D209	Bombardier Web Site, News, May 20, 2025
P2025D210	Clean Aviation Web Site, News, Jul 26, 2025
P2025D211	Gulfstream Web Site, Newsroom, Apr 16, 2025
P2025D212	Electra Aero Web Site, News, Jun 19, 2025
P2025D213	Boom Web Site, Newsroom, Apr 25, 2025
P2025D214	Monoist Web Site, news, Jun 12, 2025
P2025D215	Aviationwire Web Site, News, Sep 13, 2025
P2025D216	Airbus Web Site, Newsroom, Jun 30, 2025
P2025D217	Embraer Web Site, News, Sep 3, 2025
P2025D218	Embraer Web Site, News, Jul 1, 2025
P2025D219	Gulfstream Web Site, News, Aug 27, 2025
P2025D220	Electra Aero Web Site, News, Aug 15, 2025
P2025D221	Jet Zero Aero Web Site, Press Release, Jun 12, 2025
P2025D222	Jet Zero Aero Web Site, Press Release, Aug 20, 2025
P2025D223	Airbus Web Site, Newsroom, Dec 3, 2025
P2025D224	Aviationwire Web Site, News, Dec 11, 2025
P2025D225	Aviationwire Web Site, News, Oct 19, 2025
P2025D226	Airbus Web Site, Newsroom, Nov 28, 2025
P2025D227	Airbus Web Site, Newsroom, Dec 1, 2025
P2025D228	Embraer Web Site, News, Nov 14, 2025
P2025D229	Bombardier Web Site, News, Dec 8, 2025
P2025D230	Gulfstream Web Site, News, Nov 17, 2025
P2025D231	Electra Aero Web Site, News, Oct 13, 2025
P2025D232	Electra Aero Web Site, News, Dec 10, 2025
P2025D233	Boom Web Site, Newsroom, Dec 9, 2025
P2025D234	Boeing Web Site, Mediaroom, Jan 27, 2026
P2025D235	Airbus Web Site, Newsroom, Jan 12, 2026

資料 3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト (2025年1月～2025年12月)

資料番号	標 題
P2025D236	Bombardier Web Site, News, Dec 19, 2025
P2025D237	Bombardier Web Site, News, Jan 23, 2026
P2025D238	Yahoo Web Site, News, Jan 30, 2026
P2025D239	https://www.nasa.gov/aeronautics/nasa-boeing-test-aircraft-wings/
P2025D240	Aerospacetesting International Web Site, News, Dec 23, 2025
P2025D241	Dassault Web Site, News, Feb 1, 2026
P2025D242	https://www.clean-aviation.eu/ultra-efficient-regional-aircraft-thrust
P2025D243	https://www.flightglobal.com/clean-aviation-digs-deep-with-latest-945-million-funding-round/164454.article
P2025D244	https://www.clean-aviation.eu/media/publications/highlights-2023/clean-aviation-2023
P2025D245	https://www.flightglobal.com/aerospace/clean-aviation-lays-out-goals-for-next-project-call-as-rise-engine-waits-for-take-off-clearance/165138.article
P2025D246	https://www.flightglobal.com/aerospace/clean-aviation-offers-reassurance-on-hydrogen-flight-test-plan/164942.article
P2025D247	https://www.nasa.gov/humans-in-space/astronauts/
P2025D248	https://www.flightglobal.com/air-transport/fuel-cell-powertrain-progress-offers-airbus-hope-for-hydrogen/162358.article
P2025D249	https://www.flightglobal.com/engines/airbus-joins-with-mtu-on-fuel-cell-powertrain-development/163497.article
P2025D250	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/armstrong/nasas-x-59-completes-electromagnetic-testing/
P2025D251	https://www.autoevolution.com/news/nasa-s-most-recent-x-plane-to-fly-for-the-first-time-from-palmdale-to-edwards-256205.html
P2025D252	https://wired.jp/article/nasas-quiet-supersonic-jet-takes-flight/
P2025D253	各社 IR 情報をもとに作成
P2025D254	https://www.nasa.gov/directorates/armd/aosp/
P2025D255	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/armstrong/nasa-tests-5g-based-aviation-network-to-boost-air-taxi-connectivity/
P2025D256	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/ames/nasa-demonstrates-safer-skies-for-future-urban-air-travel/
P2025D257	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/ames/nasas-moffett-federal-airfield-hosts-boeing-digital-taxi-tests/
P2025D258	https://www.nasa.gov/aeronautics/nasa-partners-push-forward-with-remotely-piloted-airspace-integration/
P2025D259	https://www.nasa.gov/aeronautics/nasa-works-with-boeing/

資料 3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（2025年1月～2025年12月）

資料番号	標 題
P2025D260	https://www.nasa.gov/general/nasa-develops-blockchain-technology-to-enhance-air-travel-safety-and-security/
P2025D261	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/ames/nasa-advances-high-altitude-traffic-management/
P2025D262	https://www.nasa.gov/missions/aam/nasa-makes-progress-on-advanced-drone-safety-management-system
P2025D263	https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/ames/nasa-demonstrates-new-wildland-fire-airspace-management-system/
P2025D264	https://www.sesarju.eu/projects/portal
P2025D265	https://www.autoflight.com/en/news/autoflight-achieves-aviation-milestone-with-worlds-first-2-ton-evtol-o/
P2025D266	https://www.aerotime.aero/articles/joby-aviation-teams-up-with-virgin-atlantic-to-launch-uks-first-air-taxi-service
P2025D267	Joby Aviation Web Site, Newsroom, May 12, 2025
P2025D268	https://www.flightglobal.com/airframers/toyota-secures-supplier-and-operating-rights-with-250m-joby-investment/163135.article
P2025D269	https://www.aerotime.aero/articles/joby-announces-new-1-billion-mega-order-from-saudi-group
P2025D270	https://finance.yahoo.com/news/electric-air-taxi-company-joby-110946833.html
P2025D271	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Aug 5, 2025
P2025D272	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Nov 14, 2025
P2025D273	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Nov 18, 2025
P2025D274	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Dec 16, 2025
P2025D275	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Jan 7, 2026
P2025D276	Joby Aviation Web Site, Newsroom, Jan 8, 2026
P2025D277	https://aviationweek.com/aerospace/advanced-air-mobility/joby-accepts-first-two-evtol-simulators-cae-0
P2025D278	https://www.flightglobal.com/air-transport/archer-previews-plans-for-united-supported-air-taxi-network-in-new-york/162648.article
P2025D279	https://www.iotworldtoday.com/flying-vehicles/air-taxi-hybrid-heliport-approved-for-abu-dhabi#close-modal
P2025D280	https://aviationweek.com/aerospace/advanced-air-mobility/archer-launch-piloted-midnight-flight-tests-imminently?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR7ysqDc7zaeQbfA-2J4sen-

資料 3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト (2025年1月～2025年12月)

資料番号	標 題
	qUEsMgghETRECxiAJHLzRgLgSEKbdSanlF0jVg_aem_5JyFlEb_PShI slHCobFrlw
P2025D281	Archer Aviation Web Site, News, Aug 18, 2025
P2025D282	Aviationwire Web Site, News, Sep 11, 2025
P2025D283	Archer Aviation Web Site, News, Nov 4, 2025
P2025D284	Archer Aviation Web Site, News, Dec 9, 2025
P2025D285	Archer Aviation Web Site, News, Jan 21, 2026
P2025D286	https://www.flightglobal.com/aerospace/lilium-staff-win-german-benefit-concession-amid-brief-return-to-abandoned-headquarters/163290.article
P2025D287	https://www.compositesworld.com/news/lift-aircraft-initiates-faa-type-certification-process-for-commercial-evtol-edition
P2025D288	https://www.flightglobal.com/aerospace/horizon-tweaks-cavorite-x7-design-with-new-lift-fan-arrangement/166015.article
P2025D289	Volocopter Web Site, Newsroom, Jan 30, 2026
P2025D290	Eve Air Mobility Web Site, News, Jun 11, 2025
P2025D291	Wisk Aero Web Site, News, Jun 16, 2025
P2025D292	Eve Air Mobility Web Site, News, Jun 30, 2025
P2025D293	Eve Air Mobility Web Site, News, Dec 2, 2025
P2025D294	Eve Air Mobility Web Site, News, Dec 19, 2025
P2025D295	Vertical Aerospace Web Site, News, May 27, 2025
P2025D296	Vertical Aerospace Web Site, News, Jul 17, 2025
P2025D297	Wisk Aero Web Site, News, Aug 13, 2025
P2025D298	Eve Air Mobility Web Site, News, Jun 18, 2025
P2025D299	Bristow Group Web Site, News, Aug 8, 2025
P2025D300	Vertical Aerospace Web Site, News, Dec 10, 2025
P2025D301	Wisk Aero Web Site, News, Nov 23, 2025
P2025D302	BETA Technologies Web Site, Press Release, Oct 29, 2025
P2025D303	Vertical Aerospace Web Site, News, Feb 4, 2026
P2025D304	Wisk Aero Web Site, News, Dec 16, 2025
P2025D305	BETA Technologies Web Site, Press Release, Feb 2, 2026
P2025D306	https://finance.yahoo.com/news/volocopter-delays-air-taxi-passenger-065423816.html
P2025D307	https://www.aerotime.aero/articles/archer-partners-with-nvidia-on-integrated-ai-assisted-flight-operations-tech
P2025D308	https://www.flightglobal.com/aerospace/vertical-picks-evolito-to-supply-

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（2025年1月～2025年12月）

資料番号	標 題
	electric-motors-for-valo-evtol/166221.article
P2025D311	Rolls Royce press release／4 November 2025
P2025D312	IATA press release／9 December 2025
P2025D313	LanzaJet press release／13 November 2025
P2025D314	IHI press release／Jan 09, 2026
P2025D315	https://l.smartnews.com/m-iqWsf3r/2XCou
P2025D316	https://press.jal.co.jp/ja/release/202503/008699.html
P2025D317	https://www.flightglobal.com/airlines/europes-airlines-clash-with-eu-over-feasibility-of-2030-saf-targets/162397.article
P2025D351	https://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/encore/
P2025D352	https://doi.org/10.3390/recycling10020055
P2025D353	https://doi.org/10.2514/6.2025-3754
P2025D354	https://www.flightglobal.com/engines/safran-patent-filings-offer-glimpse-of-potential-details-on-next-generation-rise-engine/163724.article
P2025D401	ZeroAvia 社資料(一部)及び HP 等公開情報
P2025D402	Boeing 社 HP 等公開情報
P2025D403	Archer Aviation 社 HP 等公開情報