

平成30年度
航空機等に関する技術開発動向調査報告書

2019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

世界の民間航空機市場はめまぐるしい変化の中にあります。その市場規模はアジア市場を中心に今後益々拡大していくと見込まれていますが、一方で航空機の開発には莫大な投資が必要であり、技術開発競争や M&A 等も激しく、世界の巨大企業といえども、もはや単独でそのリスクを取り切るのはなかなか困難なのが現状です。

このような巨大市場の中であって、我が国の航空機産業は、1973 年に YS-11 型機の生産が中止されて以降、国際共同開発の形態で機体やエンジンの開発に積極的に係わり、その主要部品のサプライヤーとして技術力を培ってきました。

日本の航空機産業をより高いステージに引き上げるためには、国際共同開発の場において我が国航空機産業の役割を揺るぎのないものにしていくことはもちろんのことですが、航空機に係る先端技術開発における確固たる戦略の下で、我が国の主要産業の一つとして高付加価値産業化を促進し、確実に育成、ステップアップを図っていくための努力が必要と考えるところです。

このような考えの下、公益財団法人航空機国際共同開発促進基金では、当基金が行う「情報収集及び情報提供事業」の一つとして、毎年、航空機等に関する世界の技術開発等の動向を調査して参りました。平成 30 年度においても、当基金に外部専門家から成る航空機等に係る「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、この成果を反映し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・発展のために大いに役立つことを期待するところです。

2019年3月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

平成30年度技術開発動向調査委員会委員名簿

区 分	氏 名	所 属 ・ 役 職
委員長	石川 隆司	名古屋大学 特任教授 ナショナル・コンポジット・センター担当 総長補佐
委 員	今村 太郎	東京大学大学院 工学系研究科航空宇宙工学専攻 准教授
	奥田 章順	株式会社三菱総合研究所 コンサルティング部門 経営イノベーション本部 客員研究員
	田岡 智毅	株式会社IHI 航空・宇宙・防衛事業領域 民間エンジン事業部 技術部 主幹
	長嶋 哲矢	三菱重工業株式会社 民間機セグメント 技術統括室 技術企画グループ グループ長
	原田 賢哉	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 次世代航空イノベーションハブ 研究領域主幹
	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 准教授
事務局	飛田 聡 横倉 修一 久留 和彦	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

平成 30 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 1
- 1.2 調査委員会の構成と運営 1

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 2
- 2.2 我が国の航空機産業に関わる政策等の動向 2
- 2.3 我が国の航空機国際共同開発の動向 4
- 2.4 民間航空機等に関する技術研究開発の主要動向 7
 - 2.4.1 民間航空機市場及び機体開発動向 7
 - 2.4.2 エンジン関係 2 1
 - 2.4.3 航空機装備品関係 2 6
 - 2.4.4 航空システム・航空管制・無人機関係 3 0

第 3 章 その他資料の分析

- 3.1 関係省庁の刊行物における動向情報 3 5
- 3.2 公益財団法人航空機国際共同開発促進基金の刊行物における動向情報 3 5
- 3.3 大学・研究機関・企業等から公表された動向情報 3 7
 - 3.3.1 国内学会等における研究開発動向 3 7
 - 3.3.2 国外学会等における研究開発動向 4 0

第 4 章 平成 30 年度海外調査報告

- 4.1 調査目的 5 3
- 4.2 調査結果 5 4
- 4.3 訪問先面会者一覧 5 5

第 5 章 まとめ

- 5.1 今後の調査課題 5 6
- 5.2 平成 30 年度調査のまとめ 5 7

添付資料

- 資料 1 関係省庁の刊行物リスト（平成 30 年 1 月～平成 30 年 12 月）
- 資料 2 関係団体の刊行物リスト（平成 30 年 1 月～平成 30 年 12 月）
- 資料 3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成 30 年 1 月～平成 30 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、開発助成金の交付の対象となる航空機、航空機用エンジン及び装備品等の国際共同開発事業を選定し、助成業務の的確な実施を遂行することにより、我が国の航空機産業の拡大を促進することを業務の主目的としている。また当基金は、同時に助成業務の的確な実施に必要な知識及び能力を有することを求められており、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、航空機等の国際共同研究開発を行う者等に対する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は有効なことである。

平成21年度から開始した技術開発動向調査事業では、外部の専門家等から成る航空機等に関する「技術開発動向調査委員会」を設置して、毎年度航空機等の技術開発動向等に関わる最新情報を収集し、現状確認と分析、更には将来展望等を取り纏めることを目的とする。

1.2 調査委員会の構成と運営

(1) 調査委員会の構成

平成30年度の技術開発動向調査委員会のメンバーは、冒頭の委員会構成表に示すとおり、学界・公的研究機関・航空機関係業界等の専門家7名から構成されている。委員長には航空宇宙分野で幅広く活躍されている名古屋大学特任教授の石川隆司氏にご就任いただき、多大のご教示とご指導を賜った。

(2) 調査委員会の運営

委員会の運営は全員参加型の委員会活動を旨とし、実際の調査活動を分担して行い、委員会にて全体の合意を形成する方針で臨んだ。具体的には以下の様な運営を実施した。

ア 活動内容の具体的イメージ創り

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り、極力中味の明確化に努めた。

イ 情報の共有化と共通化

航空機等の研究開発事業に関する技術研究開発動向について、委員会での活発な議論の展開と因るべき情報の共有化と共通化を図った。

ウ 共通課題の抽出

航空機等の技術研究開発動向に関する議論から抽出される、時宜を得た課題についての共通化を図った。

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

平成30年度の調査対象期間は、主として平成30年1月1日から平成30年12月31日の1年間とし、この期間に発刊、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。

2.2 我が国の航空機産業に関わる政策等の動向

先進国を中心とした世界的な金融緩和と各種経済施策により世界経済は緩やかに成長しており、わが国の製造業は長期にわたるデフレや過度の円高による低迷を乗り越え、本格的な復活に向けて歩み始めている様子も窺える。航空機産業においては世界的に民間航空機分野が成長を牽引しており、格安航空会社（LCC：Low Cost Carrier）の世界的な台頭やアジア・太平洋地域を中心とした航空旅客需要の継続的な増加を背景に今後20年間で3万機を越える新規需要を含む右肩上がりの成長が見込まれる中で、わが国の航空機産業は、LCC向けの旺盛な需要等を背景としたコスト競争の激化、巨大Tier1の登場等の環境変化に、官民共に新たな対応が求められている。以下に今年度の航空機産業に関わる政策動向等をまとめる。

(1) 経済産業省

経済産業省は、平成30年8月、国土交通省と合同で「空の移動革命に向けた官民協議会」を立ち上げ、12月の第4回協議会にて、空の移動革命に向けたロードマップがまとめられた。⁽¹⁾

(2) 国土交通省

CARATS^(注1) 推進協議会では、定期航空便の時刻・位置等の航跡データを活用した研究に関するフォーラムを昨年度に引き続き開催することとした。⁽²⁾

(3) 文部科学省

ア 科学技術・学術審議会 研究計画・評議分科会 航空科学技術委員会は、平成30年2月、第56回委員会にて、次世代航空科学技術の研究開発（平成30年度予算額33億4000万円）として、以下の目標を提言した。⁽³⁾

目標：2025年までに以下の目標を達成するための基盤技術を獲得

航空機事故の25%を低減する安全性の実現→乱気流事故防止機体技術

騒音を1/10に低減する環境適合性の実現→機体騒音低減技術

燃費半減による画期的な経済性の実現→コアエンジン技術

このほか、超音速機等の研究開発等を実施。

- イ 宇宙航空研究開発機構(JAXA)と日本政策投資銀行は、2016年3月に結んだ航空機産業分野における包括的な連携協定の一環として、企業や研究機関が有する航空機分野の研究開発段階の技術などについて、事業化に向けた共同支援に乗り出した。手始めに、JAXAの「航空技術イノベーションチャレンジ2018」に政投銀が協力する形で、事業化プランの募集を行った。(平成30年6月26日)⁽⁴⁾
- ウ 宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、航空機電動化コンソーシアム(ECLAIR: Electrification Challenge for AIRcraft)を発足した。最終ゴールとしては、2040年代に旅客機エンジンを電動化することを目指したい意向。このコンソーシアムはJAXAが代表・事務局を務め、その下に民間企業7社と経済産業省らが加わるステアリング会議を構成。オブザーバーとして、航空局、日本航空宇宙工業会(SJAC)、全日本航空事業連合会、防衛装備庁航空装備研究所、東京大学、文部科学省研究開発局宇宙開発利用課が参加している。(平成30年7月1日) 同コンソーシアムは、第1回オープンフォーラムを開催した。(平成30年12月21日)⁽⁵⁾

(4) 「防衛装備移転三原則」について

平成30年6月2日、日比防衛相会談で、陸上自衛隊の多用途ヘリコプターUH-1Hの補用部品をフィリピンに無償譲渡することで合意した。中国が武器供与を通じて東南アジア諸国への影響力を高めていることに対抗する狙いがある。

防衛省は改正自衛隊法に基づき、海上自衛隊がフィリピンに貸与しているTC-90練習機2機を、平成30年3月末を以って無償で譲渡することを決めており、今回のUH-1Hはそれに次ぐものである。(平成30年6月3日、読売新聞)

注1 : Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems

[2.2 項 出典(1)～(5) : 各、資料1のP2018D001～P2018D005 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

平成 22 年 12 月に欧州エアバス社が 120～220 席クラスの A320 型機のエンジン換装型 A320neo 型シリーズ機の開発を決定し、その搭載エンジンの一つとして米国プラット・アンド・ホイットニー (P&W) 社の PW1100G-JM エンジンの採用を正式決定した。その後、平成 23 年 9 月に 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 エアロ・エンジンズ社が PW1100G-JM エンジンの共同事業 (Joint Venture) 覚書に調印し、基金助成対象事業としての選定を経て、平成 23 年 10 月から共同開発が開始された。なお、平成 21 年度から P&W 社と共同で開発を開始した基金助成事業の次世代中小型民間輸送機用エンジン関連技術 (複合材ファンケース・ファン構造物) 開発事業は、PW1100G-JM エンジン開発事業の開始に伴い、平成 23 年 10 月以降に着手する作業より PW1100G-JM エンジン開発事業に統合された。平成 26 年 12 月にエンジン型式承認を取得、同エンジン搭載の A320neo 型機は平成 27 年 11 月に型式証明を取得し、商用運航を開始した。また、同エンジンを搭載した A319neo の型式証明取得は 2019 年の見込みである。

運航後に見つかった問題への対応など更なるエンジン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継続して行っている。更に、推力・燃費向上型(PIP)エンジンの開発作業も 2021 年の型式証明取得を目指し、設計作業を実施している。

PW1100G-JM エンジンは、2018 年 11 月末時点で 3,952 台の確定受注を獲得している。なお、A320neo ファミリーの選定済エンジンにおける PW1100G-JM エンジンのシェアは 43%となっている。一方、エアバス社へ納入された PW1100G-JM エンジンは 2018 年 11 月末時点で累計 845 台となった。

(2) 大型民間輸送機(777X)開発事業

平成 25 年 11 月に米国ボーイング社が 777 型機後継として 310～399 席クラスの 777X 型機の開発を正式決定し、平成 26 年 6 月にボーイング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 (三菱重工業株式会社、川崎重工業株式会社、株式会社 SUBARU (当時は富士重工業株式会社)、新明和工業株式会社、日本飛行機株式会社) が、777X 型機の開発・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。本開発事業は平成 26 年 9 月の基金助成対象事業としての選定を経て、平成 26 年 10 月から国際共同開発が開始された。なお、平成 25 年 9 月から基金助成事業としてボーイング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、平成 26 年 10 月以降に着手する作業より 777X 開発事業に統合された。

現在、2020年初号機引渡し、商用運航開始を目指して、総じてプログラムは順調に進捗している。飛行試験1号機は、2018年11月中旬に胴体結合を完了（前胴、翼中胴、後胴はスムーズに取付いた）。12月初めには「Power On」され、初飛行に向けた機上でのシステム試験が継続されている。静強度試験機は、2018年12月末から試験セットアップが施され、胴体与圧等の確認を実施。2019年1月から静強度試験が本格化する。

(3) 次世代大型民間輸送機用エンジン(GE9X)開発事業

平成25年3月にボーイング社が777X型機の搭載エンジンとして米国ゼネラルエレクトリック (GE) 社の GE9X エンジンの採用(独占搭載)を決定し、JAEC および株式会社 IHI が平成26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し、共同開発契約書(Risk and Revenue Sharing Partner)に調印した。本開発事業も平成26年9月に基金助成対象事業として選定され、平成26年10月から開発作業が開始されている。

本エンジン開発事業には GE 社と日本側の他、仏サフラングループ（仏スネクマ社とベルギー テックススペース・エアロ社）および MTU エアロ・エンジンズ社も共に参画している。

現在、エンジン型式承認取得に向けて GE 社にて各種エンジン地上試験を引き続き実施中であり、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。また、試験用エンジン部品の改良設計検討作業や飛行試験用の部品の手配・製作・組立作業なども継続して実施している。なお、エンジン型式承認取得は2019年を予定している。

(4) 中小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）を平成26年10月からボーイング社と共同開発契約を結び、基金助成事業として共同作業を開始している。平成30年は、ほぼ計画通りに供試体及び補助用具の設計製作、評価確認作業を実施中。

(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、平成29年8月から米国プラット・アンド・ホイットニー社と共同で開発を実施している。平成30年は、ほぼ計画通りに供試体及び補助用具の設計製作、評価確認作業を実施中。

(6) その他

前述(1)～(5)の助成事業の他にも幾つかの共同開発事業が実施されている。

機体関係では、助成事業としては平成23年9月に開発が終了した787-8型機関連で、派生型の長胴型787-9型機がボーイング社と日本側機体メーカー5社との間で共同開発が進められ、平成25年9月に初飛行、平成26年6月に型式証明取得、同年8月に商用運航を開始した。また、平成25年6月に正式ローンチした超長胴型派生型機787-10も同じ枠組で共同開発が進められ、平成29年4月に初飛行を実施し、平成30(2018)年5月から商用運航を開始した。

一方、エンジン関係ではPW1000Gエンジン・シリーズのPW1400G-JMエンジンがPW1100G-JMエンジン同じ枠組の中で共同開発が進められ、平成28年5月にエンジン型式承認取得、ロシアのイルクート社が開発を進めているMC-21型機に搭載され、飛行試験を実施中である。その他に、ビジネスジェット機用Passport 20エンジンがGE社とJAECを取り纏めとする日本側との間で共同開発が進められ、平成28(2016)年4月にFAAの型式承認を取得し、Passport 20エンジンを搭載したGlobal7500型機は、平成30(2018)年9月28日にカナダ運輸省から型式証明を取得、量産初号機が12月に顧客に引き渡された。

2.4 民間航空機等に関する市場の主要動向

2.4.1 民間航空機市場及び機体開発動向

2.4.1.1 市場動向

2018 年は航空機業界に大きな再編が起こった年であった。Bombardier C Series は Airbus A220 と改名され、Airbus 社 Single Aisle のラインナップに組み込まれた(純受注 706 機のうち 165 機)。また、Bombardier 社は 2019 年にターボプロップ事業部門を Viking Air 社へ売却することを発表。さらに、Embraer 社は自社の民間機部門を母体とする合弁会社を Boeing 社と設立し、その持ち分の 80% を Boeing 社が保有することを当事者間で合意。2019 年末の最終的な合意成立に向けた調整が進む。

2018 年の Airbus 社及び Boeing 社の純受注数は、それぞれ 777 機及び 893 機に減少(2017 年: Airbus 社 1,109 機、Boeing 社 912 機)。これは Single Aisle の純受注数が、それぞれ 706 機及び 675 機に減少したことが影響(2017 年: Airbus 社 1,054 機、Boeing 社 745 機)。

一方、Airbus 社及び Boeing 社の出荷数は、それぞれ 813 機及び 806 機と増加したが、Boeing 社の 43 機増加に対し、Airbus 社は 100 機近く増加しており、増え方は異なる(2017 年: Airbus 社 718 機、Boeing 社 763 機)。

リージョナル・ターボプロップ市場においても 2018 年の純受注数は減少。Bombardier 社の Single Aisle を除いた純受注数 47 機は、昨年と比較し 14 機減少(2017 年: Bombardier 社 61 機)。Embraer 社の純受注数の 19 機は、スコープクローズ緩和の見通しがいまだ不明確であることから、会計上一部の受注を除外したことが影響し 67 機減少(2017 年: 86 機)。また、ATR 社の純受注数 52 機は、2017 年と比較し半減(2017 年: 113 機)。

表 2.4.1.1-1 各メーカーにおける 2018 年の純受注数⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

	Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
Very Large	4	18	-	-	-
Twin Aisle	67	200	-	-	-
Single Aisle	706	675	-	-	-
Regional Jet	-	-	23	19	-
Turboprop	-	-	24	-	52
合計	777	893	47	19	52

表 2.4.1.1-2 各メーカーにおける 2018 年の出荷数⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

	Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
Very Large	12	6	-	-	-
Twin Aisle	142	220	-	-	-
Single Aisle	659	580	-	-	-
Regional Jet	-	-	20	90	-
Turboprop	-	-	15	-	76
合計	813	806	35	90	76

※ 旧 Bombardier C Series は、2018 年 7 月から Airbus A220 に変更されたことに伴い、2018 年 1Q から遡って Airbus 社の Single Aisle として分類する

※ 2018 年 1Q の修正箇所: [表 2.4.1.1-2(1Q 出荷数)] Airbus 社 Single Aisle 95 機→100 機、Bombardier 社 Single Aisle 5 機→該当なし

表 2.4.1.1-7 該当機体分類

Twin Aisle		Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
	Very Large	A380	747	n/a	n/a	n/a
	Large Twin Aisle	A350-1000	777 777X	n/a	n/a	n/a
	Midsized Twin Aisle	A330 ceo A330 neo A350-800/900	767 787	n/a	n/a	n/a
Single Aisle		A320 ceo A320 neo A220(CSeries)	737 737 MAX	n/a	n/a	n/a
Regional Jet		n/a	n/a	CRJ	E170 E175(含むE2) E190(含むE2) E195(含むE2)	n/a
Turboprop		n/a	n/a	Q400	n/a	ATR 72/42

2.4.1.2 Boeing 社の動向

(1) Boeing 社全般

2018 年 1 月 16 日、Boeing 社と自動車用シートを製造する Adient 社は、航空会社や航空機リース会社に航空機シートを製造、供給する合弁会社、Adient Aerospace 社を設立すると発表。本社、テクノロジーセンター、および製造工場はフランクフルト近郊のカイザースラウテルンに、カスタマーサービスセンターはシアトルに置かれる。スペアパーツの供給は Boeing 社の完全子会社である Aviall 社が担当する⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

2018 年 5 月 1 日、Boeing 社は、保守・管理等のサービス強化策の一環として、航空機部品会社の KLX 社を 10 億ドルの負債を含む 42 億 5000 万ドルで買収すると発表した。2018 年第 3 四半期までに承認取得し買収。Aviall 社と統合させる予定である⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

2018 年 7 月、Boeing 社は都市交通にフォーカスした新しいテクノロジーユニット「Boeing NeXt」を組織すると発表⁽¹²⁾。Boeing NeXt のトップは Boeing 社副社長で、内部ベンチャーキャピタル HorizonX を率いてきた Steve Nordlund 氏。

Boeing 社は、これまで複数のスタートアップへ投資し、さらに都市内無人貨物輸送など独自の開発も進めてきた。Boeing NeXt は、都市内交通の「エコシステム」を支える一連のツールとしてのそれらのプロジェクトを結びつけることを最初のタスクとする。これには無人交通マネジメント(UTM)も含まれる。

Boeing NeXt は、テキサス州のオースティンに本拠を置くスタートアップ SparkCognition 社との協業を開始した。無人機の追跡や旅客や貨物の輸送機器にルート割り当て人工知能及びブロックチェーン技術を開発する⁽¹³⁾。Boeing 社は、より効率的な航空交通マネジメント及び自動制御輸送機器の二つの分野をイノベーションのキーとし、Boeing NeXt が取り組むその他のプロジェクトには極超音速旅客機のコ概念や、人や貨物をオンデマンドで動かすことができる電気式垂直離着陸機が含

まれる⁽¹⁴⁾。

2018年10月18日、Boeing社は「Disruptive Computing and Networks (DC&N)」と呼ばれる新しい組織の立ち上げを発表。この組織は、量子・ニューロモーフィックコンピューティング、コミュニケーションの革新的技術を開発する。ニューロモーフィックプロセッシングは、人間の脳による情報処理を模倣するチップの開発によりコンピュータの性能を向上させる方法の一つであるとされる。DC&Nは、Boeing Engineering, Test & Technologyの一部として運営され、カリフォルニア州南部に拠点を置く。Boeing Research & Technologyのゼネラルマネージャーで防衛技術の開発に携わってきたToups氏が副社長兼ゼネラルマネージャーとして組織を率いる⁽¹⁵⁾。

(2) Boeing 737 MAX

【737 Max 7】

2018年2月5日、737 Max7がレントン工場でロールアウトした。737 Max 7は737 Maxシリーズの中で航続距離が最も長く、胴体は尤も短い。サウスウエスト航空への初号機引渡は2019年以降に開始される予定である⁽¹⁶⁾。

2018年3月16日、737 Max 7が3時間5分の初飛行を終え、飛行制御及び操縦装置の確認が実施された⁽¹⁷⁾。

【737 Max 9】

2018年2月16日、737 Max 9がFAAから型式設計変更(Amended Type Certification; ATC)を取得し、商用運航が認められた。

2018年3月21日、Thai Lion Airに737 Max 9の初号機が納入された。737 Max 9は、最大座席数が220席、航続距離は3,500NMで、座席数は737Max 8と比較して3列多い機体である⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾。

2018年10月15日、737 Max 9はEASAから型式証明を取得。FAAの認証取得から8か月後であった⁽²⁰⁾。

【737Max BBJ】

2018年4月16日、737 BBJ MAX8が4時間42分の初飛行を実施。初号機は2019年後半に引き渡される予定。737 BBJ MAX 8には、補助燃料タンクが搭載され、6,640NMまで飛行可能。これは、737 MAX 8よりおよそ3,000NM長く、737-800ベースのBBJ 2よりも800NM長い⁽²¹⁾⁽²²⁾。

2018年10月15日、Boeing社はBBJ Max 8の初号機を納入。航空デザイン会社であるSkyStyle社と提携した新しいインテリアコンセプト(Genesis)についても公表。737NGのBBJには4機の受注残があるが、2019年には生産終了する⁽²³⁾⁽²⁴⁾。

(3) Boeing 787

2018年1月22日、787-10はFAAからATCを取得、EASAからは同年2月28日に取得した。3月25日にシンガポール航空へ787-10の初号機を納入され、シンガポール航空は、5月3日にシンガポール - 関西国際空港間で運航を開始した。787-10は787-9から胴体を5メートル(18フィート)延長し、787-9と比較し40席増加、総座席数は通常2クラス仕様で330席である。また、787-9とのコモナリティは95%を保持(25)(26)(27)(28)。

(4) MoM (Middle-of the-Market)

構造メーカーであるSpirit Aerosystems社は、NMA(New Mid-market Airplane)の航空機構造の研究に追加で2500万ドルの投資を行うと発表。Boeing社のNMAの製造に関し、ノーズ、前胴体、主翼前後縁などで、その役割を維持することが狙い(29)。

Boeing社はNMAのローンチ決定時期を2019年に予定。EIS時期は2025年から変更なく、2019年にローンチを決めれば6年の開発期間は妥当だとする。Boeing社の最高経営責任者であるMuilenburg氏は、NMAに関し「決断を急ぐことはない。」とし、これは技術というよりも将来の生産システムについての決断になるとしている(30)(31)。

2.4.1.3 Airbus 社の動向

(1) Airbus A220 (Bombardier C Series)

2018年7月10日、エアバス社はC SeriesをA220として正式に自社のラインナップに追加したと発表。CS100はA220-100、CS300はA220-300と呼称される。仏トゥールーズではエアバス仕様に塗装されたA220が披露された(32)(33)。

2018年10月26日、Airbus社はA220の最終組立工場の建設について、Alabama州Mobile市との合意に向けた最終的な調整中であるとした。工場はモービル・ダウンタウン空港に隣接する。2019年1月16日に建設開始、2020年半ばには生産開始予定である(34)(35)。

(2) Airbus A320

【A320neo、A321neo】

2018年1月5日、Airbus社は、ドイツ、ハンブルグでA321 neo ACF(Airbus Cabin Flex)の組立を終了しロールアウトした。A321 neo ACFは、主翼の前方に配置されていたドアをなくし、主翼の上方に新しく非常口を取り付けることにより、座席を最大240席まで増加させている(36)。

2018年7月13日、ACFの初号機がトルコ航空に納入された(37)。

2018年12月7日の報道においてAirbus社は、A320neo、A321neoを含むA320シ

リーズの生産に大きな混乱が生じていたとしている。混乱の原因は、P&W 社と CFM International 社双方のエンジンの出荷遅延、生産の自動化、A321ACF の配線のルートとその認証取得などとしている。Airbus 社は、生産自動化を考慮せずに設計された機体に自動化を適用しようとしたことが「少々野心的過ぎていた」とコメント。Airbus 社は、2019 年中頃までに 60 機/月とする自動化を含む増産計画に間に合わせるため、二つの手動工程を設け、600 名を雇用した⁽³⁸⁾。

【A321LR】

2018 年 1 月 31 日、A321LR が初飛行した。CFM International 社製 Leap-1A エンジンを搭載した同機の飛行時間は 2 時間 36 分であった。今後、2018 年第 2 四半期の EASA および FAA からの型式証明取得を目指し、大西洋横断飛行を含むおよそ 100 時間の飛行試験を行い、運航開始は 2018 年第 4 四半期の予定。A321LR の最大離陸重量は 97 トンで、補助燃料タンクの追加により 4,000NM の長距離運航が可能となる⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾。

2018 年 10 月 2 日、A321LR は EASA と FAA の認証を取得。この認証には、3 つのセンタータンクの追加オプション、新しい燃料マネジメントシステム、胴体下部の構造の補強を含む。また、A321LR の ACF オプションについても認証を取得した⁽⁴¹⁾。

2018 年 11 月 13 日、A321LR 初号機がイスラエルのアルキア・イスラエル航空に納入された⁽⁴²⁾。

(3) Airbus A330

【A330-800neo】

2018 年 11 月 6 日、Airbus 社の A330-800neo は 4 時間 4 分の初飛行を終えた。Airbus 社は 2019 年中ごろに 350 時間の飛行試験を完了し、認証を取得する予定。クウェート航空への初納入は 2020 年の前半としている。確定発注している顧客はクウェート航空のみで、2018 年 10 月に 8 機を発注。ハワイアン航空はローンチカスタマーであったが、同年初頭にキャンセルし、Boeing787 に変更している⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾。

【A330-900neo】

2018 年 9 月 26 日、A330-900neo は EASA から型式証明を取得。11 月 26 日にローンチカスタマーの TAP 航空に初号機が納入された⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾。TAP 航空への初号機納入は 2017 年の終わりに予定されていたもの⁽⁴⁷⁾。この遅れは、Rolls-Royce 社の Trent 7000 エンジンの認証試験及び納入の遅れが原因とされる。なお、Trent 7000 エンジンは一部の検査を完了しておらず、A330-900neo は 180 分の ETOPS は取得したものの、耐久性を示すフライトサイクル(full start-stop cycles)は 500 回以内に限定されている。Rolls-Royce 社は、Trent 7000 エンジンの遅れは Trent 1000 エンジンの問題とは無関係で、技術よりも生産面の問題であるとする。サプライヤからの部品供給遅れや、製

造した複数のエンジンが納入前検査でやり直しになったこと、Trent 1000 エンジンの不具合の影響で、テストセルや製造現場のキャパシティ不足になったことなどが原因としている⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾。

(4) Airbus A350XWB

【A350-1000】

2018 年 2 月 20 日、Airbus 社は、カタール航空へ A350-1000 の初号機を納入。2 月 24 日にドバイ-ヒースロー間で運航を開始した。同機は当初 2017 年末に納入される予定であったが、「Qsuite」^{※1}の搭載に予想よりも時間を要したとのこと⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾。

※1 Qsuite : Airbus 機で初採用となるビジネスクラスの座席。1-2-1 席配列で、ダブルベッドにもなる。

【A350-900】

2018 年 2 月 28 日、Airbus 社は、A350-900ULR (Ultra-Long Range)の初号機をロールアウトした。飛行試験において、追加で 24,000 リットルの燃料を搭載できるよう改修した燃料システムの確認や、空力性能改善に伴う性能評価を行う予定。従来の A350-900 と比較して、最大離陸重量が 275 トンから 280 トンに、航続距離が 8,100NM から 9,700NM に増加し、20 時間以上の飛行が可能となる。

2018 年 4 月 23 日、A350-900 ULR の初号機が初飛行した。初号機は 9 月にローンチカスタマーのシンガポール航空に引き渡され、10 月 11 日からシンガポール-ニューアーク便で運航開始予定である⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾。

(5) Airbus A380

2018 年 6 月 5 日、ドイツの投資ファンド Dr. Peters 社は、A380 を 2 機解体し、部品取りすることを発表。10 年間のリース契約終了によりシンガポール航空から、A380 量産初号機(2007 年 10 月納入)を含む 4 機が返却。Dr. Peters 社は、複数の航空会社とリースまたは売却の交渉を行なったが、合意には至らなかった。部品取りには約 2 年を要し、1 機体につき約 8,000 万ドルと見積もられる。残りの 2 機はポルトガルの航空会社ハイフライが 2018 年夏及び 2019 年に中古機として受領する予定である⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾。

2.4.1.4 その他各社の動向

(1) Embraer 社

2018 年 2 月 28 日に E190-E2 は 2,000 時間以上の飛行試験と 45,000 時間の地上試験を終え、ANAC(ブラジル民間航空局)から型式証明を取得した⁽⁶¹⁾。

2018 年 4 月 4 日、E190-E2 の初号機がノルウェーの Widerøe 航空に納入され⁽⁶²⁾、

4月24日に国内線の Bergen-Tromsø 間で運航を開始した⁽⁶³⁾。

2018年5月8日、Embraer 社は Uber Elevate Summit で、電動垂直離着陸機のコネプトを初めて明らかにした。Embraer 社は電動垂直離着陸機のビジネスチャンスの検討に関し、Uber 社と基本合意していた。このコネプトは、8基のローターで垂直上昇後、水平飛行に移行するもので、新しい航空技術や市場の研究を担当する部署である Embraer X が策定した⁽⁶⁴⁾⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾。

・ Boeing 社、Embraer 社の合併

2018年7月5日、Boeing 社と Embraer 社は、Embraer 社の民間機事業を母体とした合併会社を設立し、Boeing 社が 80%、Embraer 社が 20%出資することを含む覚書(法的拘束力なし)を調印。Boeing 社は当該事業の時価総額を 47 億 5000 万ドル(約 5257 億円)と評価し、80%の持ち分に対し 38 億ドルを支払う。提携の財務及び業務上の詳細の決定や、正式な取引契約の交渉は今後数カ月間継続すると予想され、また、ブラジル政府を含む株主や法制上の承認が必要となる⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾⁽⁷⁰⁾。

2018年12月6日、及び、同年12月19日の2度にわたる連邦地裁の一時差し止め命令によって、Embraer 社の持ち分売却は一時的に中断。1度目はブラジルの左派の労働者党議員ら、2度目は Embraer 社民間機部門の Boeing 社への売却に反対する Embraer 労組の請求によるもの。しかし、いずれも差し止め命令から1週間以内にブラジル控訴裁判所により取り消された⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾。

2019年1月10日、新しい大統領が就任したブラジル政府は、Boeing 社と Embraer 社のパートナーシップを妨げる権利を行使しないという声明を発表。Embraer 社によれば、Embraer 社の取締役会の承認後、連携のプランが株主や規制当局へ提示され、早ければ2019年末に最終的な合意が成立するとのこと。Boeing 社は、Embraer 社の民間機部門とアフターマーケットサポートサービスからなる新会社の 80%のシェアに対し 42 億ドル(38 億ドルから増額)を支払う。ブラジル政府は、航空機メーカ 2 社が「ブラジル国内に現状の仕事をとどめる」意向であることをプレスリリースで伝えた⁽⁷⁵⁾⁽⁷⁶⁾。

(2) Embraer KC-390

2018年10月23日、Embraer 社の KC-390 は、ブラジルの民間航空当局から型式証明を取得。Embraer 社によれば、生産初号機は 2019 年前半にブラジル空軍に納入予定。KC-390 は軍用機としての認証を受けた後、2019 年末までには Final Operational Capability に達する予定。Embraer 社と Boeing 社は、民間機事業を母体とした合併会社とは別に防衛事業、特に KC-390 多用途機の販売・サービスに関する JV を設立する計画である⁽⁷⁷⁾。

2018年12月、Boeing 社と Embraer 社は、KC-390 の JV 設立で合意したことを発表。Embraer 社が 51%、Boeing 社が 49%の持ち分比率とのこと⁽⁷⁸⁾。

(3) Bombardier 社

2018年6月21日、Bombardier Commercial Aircraft の社長 Fred Cromer 氏は CRJ に採用した大きなオーバーヘッドビンやラバトリーを有する Atmosphere cabin を Q400 用にも開発することを検討中であると述べた。Airbus 社との C Series の取引後、Bombardier 社は CRJ と Q400 に集中する⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾。

2018年11月8日、Bombardier 社は Q400 を含む Dash 8 プログラムを、Longview Aviation Capital の子会社である Viking Air に売却すると発表。売却額は\$300M で、-100、-200、-300 も含む Dash 8 モデルの全ての資産と知的財産を含む。Bombardier 社によれば、事業の承継は 2019 年の後半には完了する予定。また Bombardier 社は、ビジネス機の訓練事業についてもケベックにあるパイロットの訓練会社 CAE 社に \$800M で売却した。これに伴い、従業員 5,000 人を削減する⁽⁸¹⁾⁽⁸²⁾。

・ブラジル政府、カナダ政府補助金で WTO に訴え

2018年12月14日、ブラジル政府は、カナダ政府が WTO の義務に違反したとして WTO に提訴。ブラジル政府の主張によれば、カナダ政府が Bombardier 社に C Series 開発の補助金総額 40 億ドルを給付したことで、Embraer 社の利益を傷つけ、また Bombardier 社は、カナダ連邦とケベック州政府の財政支援なしに、C Series 計画の開始、及び、コスト以下の価格での機体提供ができなかった(Delta 航空へ納入された 75 機の C Series は定価の 65~75%引きで提供された)としている。この訴えを受け、WTO は、2019 年後半までに最終報告書を提出する予定⁽⁸³⁾。

(4) Bombardier C Series

「2.4.1.3. Airbus 社の動向 (1)Airbus 社 Airbus A220 (Bombardier C Series)」の項目を参照のこと。

(5) Bombardier CRJ 550

2019年2月6日、Bombardier 社は CRJ 700 をベースとした 50 席バージョン CRJ 550 をローンチ。ローンチカスタマーとなるユナイテッド航空は、現行の CRJ 700 を改造して、CRJ 550 として運航する予定。Bombardier 社は、2019 年後半の認証取得を見込む。

CRJ 550 は MTOW 65,000lb (CRJ700 より 10,000lb 少ない) の 50 席機であるため、ユナイテッド航空とパイロット組合の取り決め (スコープクローズ) による機数制限がない。

なお、Bombardier 社はこの機体が、3 クラスを備える初の 50 席機となり、機内持ち込み手荷物のための十分なスペースと、より広い居住空間を設けるとしている。ま

た、ギャレーを排除し、セルフサービスの飲み物・スナックステーションを設置する⁽⁸⁴⁾⁽⁸⁵⁾。

(6) Bombardier Q400(90 席)

2018 年 8 月 1 日、Bombardier 社は 90 席コンフィギュレーションとなった Q400 がカナダ運輸省より認証を取得したと発表⁽⁸⁶⁾。

2018 年 9 月 21 日、Bombardier 社はインドの SpiceJet に初号機を納入⁽⁸⁷⁾。SpiceJet は、2017 年に本機体を 25 機発注している⁽⁸⁸⁾。

(7) COMAC C919

C919 の初号機の納入が 2021 年に延期された。Comac 社は初号機の納入に関して、2016 年時点では 2019 年を予定、2017 年時点では 2020 年を予定としていた。

Comac 社によると、試験機 6 機のうち 1 号機は高頻度で飛行試験を行っており、また試験 2 号機は、2017 年 12 月 17 日に初飛行を行ったとのこと⁽⁸⁹⁾。

Comac 社は、2013 年に複合材製主翼の開発をあきらめたが、その 5 年後の 2018 年 5 月 22 日、C919 の将来の能力向上に向け、複合材主翼の開発継続のプロジェクトの存在を明らかにしている⁽⁹⁰⁾。

(8) Irkut MC-21

2018 年 10 月の報道によると、Rostec 社の MC-21 用 PD-14 エンジンがロシア当局 (Rosaviatsia) の型式証明を取得したとのこと。EASA の認証は 2019 年になる予定。MC-21 の試験用初号機と 2 号機には PW1400G エンジンが搭載されており、PD-14 エンジン国内および CIS 諸国向けの機体に搭載される予定である。PD-14 エンジンはロシアの航空機産業において、1980 年以来最初の民間機用純ロシア製エンジンで、今後開発予定の推力 9~18t エンジンのベースとなる予定である⁽⁹¹⁾。

2018 年 12 月 3 日、Irkut 社は MC-21-300 の疲労試験用胴体をモスクワの試験場に送り、18 万サイクルの疲労試験を開始した。飛行試験用の 3 号機は艀装が完了し、4 号機は最終組立中である⁽⁹²⁾。

(9) Sukhoi Superjet 100 (SSJ100)

Sukhoi (Sukhoi Civil Aircraft Corporation) 社はロシアの航空会社 S7 と協力し、Superjet 100 の短胴型の開発を検討中。Sukhoi 社の民間航空機部門は、すでに S7 と協力して新しい機体の技術要求を作成している。Sukhoi 社はこの機体に関し、Superjet 100 の主翼および胴体を改修し、重量を 10-15%削減、空力性能を 10%改善する計画である。また、運航開始は 2022-2023 年の予定である⁽⁹³⁾。

2018 年 9 月 10 日の報道によると、Sukhoi 社と、Sukhoi 社を傘下におく UAC 社

は、完全に国産バージョンの SSJ100 の設計作業を開始したとのこと。

Sukhoi 社は、制裁関連の規制で欧米の部品が輸入できない等の事態には未だ直面してはいないが、西側のロシアへの制裁が強化された場合、プロジェクトへの国際的な協力体制が損なわれないとも限らないとのこと。SSJ100 に占める西側の部品は、ユニットコスト (List Price : \$50.5M) の 55~60%を占めている⁽⁹⁴⁾。

(10) CRAIC CR929

Comac 社と UAC 社との合弁会社の CRAIC は CR929 のベースラインとなる機体について外形形状および技術的な設計要求を発表。2015 年の概念設計の段階では A330-900 と同等の大きさであったが、現在では A330-900 よりも大型化している。ベースとなる機体の名称は CR929-600 で、胴体長は 63.3m(A330-900 より 45cm 短い)、胴体幅は 5.92m(胴体幅は A330-900 より広い)、翼幅は 63.9m、最大離陸重量は 245t である。A330-900 が 1 列 8 席配置用に設計されているのに対し、CR929 は 9 席配置が可能となる。座席数は 3 クラス仕様で 281 席、航続距離は 6,490NM(12,000km)。設計の詳細については 2019 年末までに決定し、EIS は 2025 年~2028 年の間を予定している。Sukhoi 社によれば、75,000lb から 78,000lb のエンジン推力の変更は、中国の高地に位置する複数の飛行場をベースに運航できる機体を市場が要求しているためとのこと。

2018 年 5 月 30 日、Comac 社は国内および海外のエンジンメーカ 7 社から入札があったと発表。但し、具体的な会社名は明らかにしていない⁽⁹⁵⁾⁽⁹⁶⁾⁽⁹⁷⁾⁽⁹⁸⁾。当初は西側の大手メーカのエンジンを搭載するとしているが、ロシア政府から推力 70,000lb 以上の PD-35-1 実証エンジンの開発に、2023 年まで\$1.13B の予算が当てられた⁽⁹⁹⁾。

2018 年 12 月 27 日、Comac 社は CR929 の複合材製胴体プロトタイプ(15m×6m)を製造した。複合材の胴体の製造と最終組み立ては中国で行われ、複合材主翼、尾翼、胴体尾部はロシアで製造される。なお、イタリアの Leonardo 社は、中国の Kangde Investment Group 社と協業し、CR929 の胴体部品を供給する航空機構造の製造工場を中国に設立する MOU を締結している⁽¹⁰⁰⁾。

(11) Mitsubishi Aircraft MRJ

イースタン航空が 2017 年にスウィフト航空に買収されたことにより、発注していた MRJ90 がキャンセルとなった。MRJ90 の確定受注は 233 機から 20 機減少し、213 機⁽¹⁰¹⁾⁽¹⁰²⁾。

2018 年 12 月 21 日、三菱航空機は、MRJ90 の型式検査承認(TIA)を日本の航空局から取得したことを発表⁽¹⁰³⁾。2019 年 3 月 3 日、三菱航空機は米国モーゼスレイクにて飛行試験 4 号機を用いた型式証明飛行試験を開始。審査では、国土交通省のパイロ

ットが、空中でのエンジンの再始動や APU の機能確認などを実施する⁽¹⁰⁴⁾。

- ・ Bombardier 社、三菱航空機を提訴

2018 年 10 月 19 日、Bombardier 社は三菱航空機を提訴した。Bombardier 社は、C Series の開発に関わった元社員を三菱航空機が採用し、米国とカナダの型式証明に関する情報を不正に入手したと主張。訴えによれば、Bombardier 社の元社員が退職の 1 週間前の営業時間中に個人メールにより営業秘密を送ったとのこと。三菱航空機は、「先方の主張には根拠がない」とコメントし、「Bombardier 社によるグローバルな競争の阻害行為である」としている⁽¹⁰⁵⁾⁽¹⁰⁶⁾⁽¹⁰⁷⁾。

2018 年 12 月 20 日、三菱航空機は、同社の子会社である米国三菱航空機が Bombardier 社の提訴に対し異議申し立てを実施したと発表した⁽¹⁰⁸⁾⁽¹⁰⁹⁾。また三菱航空機は、2019 年 1 月 28 日に対抗訴訟を起こし、Bombardier 社が MRJ の開発と認証を妨げるために違法な反競争的行為を行ってきたと主張⁽¹¹⁰⁾。

(12) AVIC

2018 年 12 月 7 日、Collins Aerospace 社のアビオニクスが納入され、MA700 のアビオニクス及び主要システムを統合した機能及び性能を検証する試験に向けた準備が完了した。MA700 は 2019 年中期にロールアウト、2019 年末に初飛行、2021 年に中国の TC を取得し、2022 年に就航予定である。西欧の TC 取得も目指している⁽¹¹¹⁾。

(13) その他機体開発動向

- ・ HondaJet Elite

2018 年 5 月 27 日、Honda Aircraft 社は、ホンダジェットの最新版の機体「HondaJet Elite」をロールアウトした。

後部胴体にある燃料タンクの再設計により燃料搭載量は 16 ガロン増加し、空力性能も改善されている。これにより、短距離での離陸が可能となり、4 人搭乗時の航続距離が 1,223NM から 1,437NM へ、17%延長した。さらに、エンジンインレットに客室内のノイズを低減する新構造を採用することにより、客室内および客室外の騒音を大幅に低減した⁽¹¹²⁾⁽¹¹³⁾⁽¹¹⁴⁾。

2018 年 8 月 7 日、Honda Aircraft 社は、HondaJetElite の納入を開始した。なお、初号機の納入先となった米国のローンチカスタマーは非公開である⁽¹¹⁵⁾。

- ・ An-1X8 Next

Antonov は、An-1X8 Next と称されるプログラムのもと、部品供給に関し Boeing 社傘下企業である Aviall Services 社のサポートを得て双発機をアップグレードする。An-1X8 Next には、An-148／An-158 リージョナルジェット、An-178 貨物機のアップ

グレードが含まれる。

Aviall Services 社はアフターマーケットにおけるスペア部品やサービスの提供に特化しており、サプライチェーン、新機体の生産のための部品の調達・配送をサポートする⁽¹¹⁶⁾。

【電動化・電気リージョナル】

JAXA は 2018 年 7 月 1 日、IHI、KHI、SUBARU、日立、三菱航空エンジン、三菱電機の 6 社及び経産省と連携し、電動航空機の技術開発組合「航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム」を発足。2018 年 12 月頃、一般公開型の「航空機電動化オープンフォーラム（仮称）」を開催し、将来ビジョンやコンソーシアムの活動を広く紹介する予定である⁽¹¹⁷⁾。

・ Eviation 社、電気リージョナル機 Alice

2019 年 1 月 8 日、イスラエルのスタートアップ企業である Eviation Aircraft 社が、全電動航空機「Alice」の認証取得と製造に向けた資金を獲得したと報道。プログラムへの投資資金は\$200M(約 220 億円)。2020 年中頃の TC 取得、2022 年の EIS を想定。Alice のダイレクトオペレーティングコストは、9 席機の場合飛行時間あたり\$200 とのこと。Honeywell 社が FBW 及びフライトデッキ、Hartzell 社がプロペラを提供する。900kWh のリチウムイオンバッテリーを搭載し、航続距離は 1、000km、巡航速度は 440km/h、MTOW は 6,350kg である。複合材製で 9 人の乗客と 2 人の乗務員が搭乗可能とのこと⁽¹¹⁸⁾。

・ Wright Electric

Wright Electric 社は、2 席機に続き、2019 年に 9 席機を飛行予定であり、同時に 50 席機の開発を開始する。2017 年から Wright Electric 社と提携している EasyJet 航空は、低騒音・電動航空機の EIS 時期を 2027 年から 2030 年へ変更。Wright Electric 社は、電動化によってエネルギーコストを 30%削減することができると見積もっている。また同社 CEO の Engler 氏は、50 席機の後には 150 席または 180 席機にも取り掛かりたいと述べ、EasyJet 航空が要望する 180 席機も 2030 年までに実現できる可能性を示した⁽¹¹⁹⁾。

・ ATR 社、電動ハイブリッドリージョナル機の共同研究

2018 年 11 月 9 日、ニュージーランド航空は、ATR 社とリージョナル機における電動ハイブリッド推進の可能性を探る共同研究に合意したことを発表。両社は、ハイブリッド技術の開発と、これらが将来市場に出た場合の運航サポートのあり方について検討する。ニュージーランド航空は、次の 10 年のうちに電動ハイブリッド飛行機が市

場に出ると予測しており、ターボプロップ機への適用がされるときにはニュージーランド航空のリージョナルネットワークでの使用機材の候補になると考えている⁽¹²⁰⁾⁽¹²¹⁾。

【Urban Air Mobility(空飛ぶクルマ・エアタクシー・eVTOL)】

2018年8月29日、「空飛ぶクルマ」の実現に向け、国土交通省、経済産業省の他、日本航空、SUBARU、ウーバー日本法人など20以上の企業・団体で、官民協議会を発足(「空の移動革命に向けた官民協議会」)。都内で初会合が開かれ、約150人が集まった⁽¹²²⁾。

2018年10月15日にEASAは、小型VTOL機のための耐空証明基準を提案。欧州でエアタクシーとeVTOLが安全に運航できる規制の枠組みの最初の提案となる。この新しい基準は、5席以下でMTOWが4,400lb以下のVTOL機への適用に限られる⁽¹²³⁾。

2018年11月、NASAはUAM(Urban Air Mobility)時代の到来に備えてUAM Grand Challenge計画を発表。NASAによるUAMサービスの市場調査では、2028年頃までに収益性がある運航が可能となり、2030年にはUAMが利用可能な15都市で7.5億人が空輸されるとの予測。また、小荷物のラストワンマイルの空輸宅配は2030年に年間5億個に達するとしている⁽¹²⁴⁾。

(14) その他動向

【機体部品サプライヤの動向】

・UTCによるRockwell Collins買収

2018年11月26日、UTC社はRockwell Collins社の買収を完了した。買収金額は\$30B(約3.3兆円)となった。

UTC社では買収に合わせて組織改編が行われ、UTC Aerospace Systems社はRockwell Collins社との統合によりCollins Aerospace社となる。UTC社はCollins Aerospace社とPratt & Whitney社の親会社にとどまる一方、航空以外の2つの事業部門(エレベータ事業、冷熱事業)がスピンオフすることで、独立した3社となる予定。

UTC社は、Rockwell Collins社の買収により、2020年の航空事業売上高が\$50B(約5.5兆円)に達する見込みとしている⁽¹²⁵⁾⁽¹²⁶⁾。

【エアラインの動向】

・ANAホールディングス、ビジネスジェットチャーター手配事業会社を設立

2018年7月2日、ANAホールディングスと双日は、ビジネスジェットを活用したチャーター手配事業を扱う新会社「ANA ビジネスジェット」を設立。新会社では、北米・欧州を中心としたANAの国際路線からビジネスジェットへの乗り継ぎ便や、日本から直接海外の目的地へ渡航するチャーター便の手配を行う。また、ANAホールディ

ングスは2018年3月28日にホンダエアクラフトカンパニーとビジネスジェット市場の拡大に向けた戦略的パートナーシップに関する基本合意書を締結しており、本事業に活用する。機材はHonda Jet(4~5名搭乗)の他、Bombardier Global 6000(約13名搭乗)を使用する⁽¹²⁷⁾⁽¹²⁸⁾⁽¹²⁹⁾⁽¹³⁰⁾。

・日本航空、新たに国際線中長距離LCCを設立

2018年7月31日、日本航空は成田国際空港に国際線中長距離LCCの準備会社を設立した。最初は787-8を2機使用し、アジア・欧米などの中長距離国際線に就航させるとしている。就航開始は2020年夏の予定である。

日本航空のジョイントベンチャーであるJetstar Japanは、引き続き短距離路線に重点を置く⁽¹³¹⁾⁽¹³²⁾⁽¹³³⁾。

・中国、パイロットの定年を62歳に引き上げ

中国は深刻なパイロット不足を解消するため、2021年にパイロットの定年を60歳から62歳に引き上げる。アジアにおいて中国以外では3社のエアラインがパイロットの定年を引き上げており、日本航空は2004年に62歳から64歳に、2015年に再度67歳に定年を引き上げた。マレーシア航空は2008年に55歳から60歳に、シンガポール航空は62歳から64歳に定年を引き上げた(但し、パイロットの健康と管理者の承認を条件とする)。エアアジアのパイロットの定年は65歳である。

Boeing社の需要予測によれば、今後20年で中国における機体の運航機数は現在の約3倍(7,240機)に増加し、約10万人のパイロットが必要になる⁽¹³⁴⁾。

・米国、リージョナル航空の乗客数が減少

RAA(Regional Airline Association)によれば、米国のリージョナル航空機に搭乗する乗客数は過去10年で3.45%(550万人)減少し、2017年には1億5300万人になった。これは操縦士不足とスクープクローズによる大型機の運航制限が原因となっている。過去10年でリージョナル運航会社は71社から65社に、1日の便数は13,411から10,081に減少し、平均座席数は53席から64席に増加した。ターボプロップ機は478機から129機へ、50席ジェット機は1,400機から700機に減少した⁽¹³⁵⁾。

[2.4.1 項 出典(1)~(135) : 各、資料3のP2018D201~P2017D335参照]

2.4.2 エンジン関係

(1) ゼネラル・エレクトリック と CFM インターナショナル

a. GE9X

ボーイング 777X 型機向けに唯一供給される 100,000 ポンド級のエンジンである。現在、777-300ER 型機に搭載される GE90-115B エンジンに対して、燃費 10%の改善を目指す。

燃焼ライナー、高圧タービン初段静翼、シュラウド、2 段静翼には、シリコンカーバイド (SiC) 繊維強化型 CMC が適用される。また、低圧段動翼の最終 2 段には電子ビーム金属焼結プロセスを用いた Additive manufacturing (AM) いわゆる 3D プリンティングで製造された TiAl 翼が適用される。さらに、高圧タービン動翼には次世代空冷翼が採用される。直径 134 インチのファン動翼には、第 4 世代の複合材が用いられ 16 枚のワイドコードのスウェプト翼になっている。高圧圧縮機翼には最新の 3D 空力設計が適用され、11 段で圧力比 27:1 を達成する。燃焼器には TAPSⅢと呼ばれる最新の稀薄予混合燃焼システムが採用され、最新の CAPE/8 の要求に対し NO_x を 30%低減させる。なお、燃焼器の燃焼ノズル先端にも AM が適用されている。

GE 社の 747-400 型 FTB に搭載され、カリフォルニア州ビクタービルで初飛行し、3 月 13 日に FTB 試験が開始され、5 月上旬に 2 段階の飛行試験の第 1 段階を完了した。(全 18 回の飛行で全 110 時間)。高圧段圧縮機の可変静翼 (VSV) を作動させるレバーアームの早期磨耗についての設計変更は 11 月から 2019 年 3 月まで予定されている 2 回目の飛行試験に適用される。

地上試験に関しては、アイシングテスト、クロスウインド、インレットコンパチビリティ、ファンとブースタのエアロメカ、高圧タービンのエアロメカとサーマルサーベイを完了した。必要な型式認証試験の 25%超を完了しているとのこと。GE9X エンジンは、推力 105,000 ポンドの 777-9 型機向け GE9X-105B エンジンに加えて、102,000 ポンドと 93,000 ポンド推力の開発をする予定である。これらは 777-8 ロングレンジ機や貨物機用となると見られる。(136)(137)(138)(146)



図 2.4.2-1 GE9X エンジンを搭載し離陸する 747-400 型 FTB (GE Aviation) ⁽¹³⁷⁾

b. Catalyst (Advanced Turboprop)

Advanced Turboprop (ATP)は、新たに Catalyst と命名され、2019 年初めに飛行開始予定の Textron Aviation 社の Cessna Denali に搭載される、出力 1,240 SHP の先進ターボプロップエンジンである。2017 年に詳細設計を完了させ、2018 年から認証試験を開始している。ATP は圧力比 16 : 1 であり、同クラスの競合他社製品と比較して燃料燃焼率を 20%削減し、巡航時の出力を 10%向上させる。オーバーホール間隔も 4,000 時間とし、競合他社製品に対して 33%延長する。さらに、本エンジンに取り付けられる FADEPC (Full Authority Digital Engine and Propeller Control) は、エンジンだけでなくプロペラ・ピッチ・コントロールも統合されている。

ATP は、民間のターボプロップエンジンとして本格的に 3D Printing が適用されている。その部品は全体の 35%に及び、サンプ、ベアリングハウジング、フレーム、排気ケース、燃焼器ライナー、熱交換器など 855 個の部品を 12 個にまとめた。その結果、5%の重量削減し燃費を 1 %向上させた。

3D Printing 技術により Icing に対応するための新規設計が可能となり、エンジン吸気口を覆うスクリーンには氷結が検知された場合に抽気で加熱を行う内部通路が追加されている。これにより入口空気流全体を加熱する標準的な方法と比較し氷を排除するのに必要な抽気空気量を 80%低減できる。また、堆積した氷がエンジンを破損或いは失速させる ice crystal icing (ICI) に対応するために、ブリスク 1 段翼を強化するのではなく、アクセサリ・ギヤボックスの潤滑油の発生熱を 3D Printing で作られたインレットフレームの壁面に伝達するように設計されている。GE 社のこの提案は FAA に承認された。

2017 年 12 月 22 日にプラハで初めてエンジン試験が開始され 2018 年の夏にはカナダで高度試験、同年後半にカナダの凍結試験設備でこの前述のアプローチを検証するために 2 台目の Catalyst エンジンを使用して試験が行われ、2 年かけて認定試験が行われる予定である。このエンジンの FTB 試験は予定されていない。(139)(140)

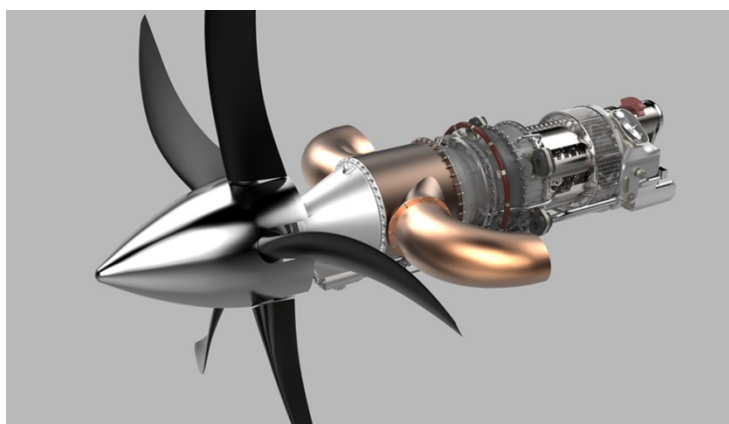


図 2.4.2-2 3D printing が本格的に適用された Advanced Turboprop

(2) プラット&ホイットニー

a. PW1100G-JM

エアバスA320neo型機向け推力35,000ポンド、バイパス比12.5:1の先進ファン駆動ギヤシステムを採用したギヤードターボファン(GTF)エンジンである。アルミリチウム合金を使った軽量のハイブリッドファン動翼、次世代ニッケル基パウダーメタルディスク、次世代単結晶材料に熱遮蔽コーティングが施されたタービン動翼、TiAl製LPT動翼などの新技術が適用されている。

昨年12月から耐久性向上のために導入された高圧コンプレッサーaft hubのナイフエッジシールの問題により、引渡し後数週間のうちに2台に飛行中のエンジン停止(IFSD: In-Flight Shut Down)、2台に滑走中断が発生した。これを受けてEASAとFAAはエンジン2台のうち1台は影響を受けないエンジンの組合せにすることと、1台でも影響のあるエンジンが搭載されている場合にはETOPSを中断するADを発行した。(141)(142)

当面は定期検査が必要な旧設計品に戻して出荷を継続する。再設計品導入による対策の完了は2019年半ばを計画している。(143)(144)

新たにfan hubに放置すると損傷に至る可能性がある錆が見つかり、FAAは90日以内に目視検査を行うADを7月11日付で発行した。インレットコーンを組み付ける際にアライメントピンを用いていなかったためにボルトにより傷が付くことが原因と考えられている。(147)(148)

b. PW1900G

エンブラエル E190-E2 型機, E195-E2 型機に搭載される推力 23,000 ポンド、バイパス比 12 : 1 のエンジンである。初期 E-Jet シリーズに比べ燃費をエンジンのみで 11%、機体と合わせて 16%改善する。

2017 年 5 月に FAA からエンジン型式証明を取得した。E190-E2 型機の初飛行は 2016 年 5 月、E195-E2 型機は 2017 年 3 月からそれぞれ開始された。商用運航開始は、E190-E2 型機が 2018 年 4 月、E195-E2 型機は 2019 年の予定である(139) (145)。

スカンジナビア最大の航空会社である Widerøe Airlines は 4 月 24 日、E190-E2 型機を定期便に就航させた。(149)



図 2.4.2-3 Widerøe Airlines の E190-E2 型機⁽¹⁴⁹⁾

(3) ロールスロイス

a. トレント 1000

ボーイング 787 型機ファミリー向けのエンジンである。767 型機に対し 20%効率向上するとしている。バイパス比 10:1、ファンは直径 112 インチ。

トレント 1000 エンジンで、中圧圧縮機 (IPC) のブレードの折損が従来の予測より大幅に早く起きることが判明した。ロールスロイス社は IPC 第 2 段ブレードの共振が、特定の温度、高度条件で高推力運転中のエンジンで発生することを確認した。この共振はブレードの疲労損傷をもたらし、結果的にエンジンを停止させる可能性がある。これを受けて FAA は、該当するエンジンの定期的なボアスコープによる点検を要求し、機体の ETOPS の制限時間を 330 分から 140 分に短縮する AD を発行した。当面は共振条件を回避する FADEC ソフトウェアの改良を優先させる。

当初は Package C エンジンのみが対象とされていたが、Package B エンジンにも同様の問題が発見された。EASA と FAA は AD により Package B エンジンに検査の対象が拡大し、機上での 1 回の検査を指示した。検査対象は全 8 段のうち最初の 2 段のロータブレードと 2 段目のダブテールポストである。⁽¹⁵⁰⁾

ボーイング 787 型機のローンチカスタマーである ANA(全日本空輸)は、保有する 787 型機全 64 機のうち半数がトレント 1000 Package B エンジン搭載機で、全航空会社で最大となった。

2016 年から問題となっていた IP タービンの腐食に対応したベース材とコーティングを修正した新しい IPT ブレードは全機体の 62%以上に適用済みで、これまで問題はなく、あるエンジンではすでに 1,000-1,500 サイクルが経過している。

IP タービンの問題は、タービンブレードの遮熱コーティングが早期に剥ぎ取られ、下地材が低サイクル疲労にさらされる「高温腐食」によって引き起こされた。分析の結果、大気中の硫黄濃度が高い大都市などの空港周辺での運航との関係が示唆された。

ロールスロイス社は、腐食性物質の存在、運航方法、飛行する都市の組合せ、特定温度範囲の運航時間に基づいて個々のエンジンの脅威を予測する腐食疲労寿命 (CFL: Corrosion Fatigue-Lifing) モデルを開発した。このモデルを用いて恒久的な修正適用まで改修ブレードを適用する順序を管理している。

一方 IP 圧縮機ロータクラック問題については、ブレードの再設計と同時に、現在の

IP 圧縮機の振動分析の結果、ファンウェイクとの相互干渉によりブレードに付加的な応答を引き起こしていることが確認された。IP 圧縮機と低圧スプールとの間の約 100Hz の周波数差により、まず 2 段の圧縮機ローターに固有モードの振動応答が誘起されることが解析で示された。この振動が時間経過とともに磨耗を引き起こし、ブレード根元に微小亀裂が発生し、最終的に亀裂進展に至る可能性がある。

この対策として、翼の質量分布を中央部から端寄りに変えることなどにより、空力的効率に影響を与えずに振り固有振動数を運転範囲から遠ざけるよう、ブレードを再設計した。

運転評価を含むテストでは、運転範囲に損傷を与える振動がないことが示された。この変更の認可に関して規制当局と協力中で年末までに承認を得る見込みである。ロールスロイス社はまた、**Trent 1000 TEN** エンジンについても同様に再設計することを決定した。

また現在の **ETOPS** 規制は過度に保守的であり、緩和可能とする主張を裏付けるデータを規制当局に提供している。

IP 圧縮機について 366 台のエンジンを検査し、約 3 分の 1 の 100 以上のエンジンが同じパターンの小さな亀裂を示したにもかかわらず、損傷まで進んだものは 1 つだけしかなかった。ブレードとディスクの間には厳しい公差があり、これらの亀裂が急速に進展する可能性はほとんどないことが確認された。

ロールスロイス社はクラックのあるローターに計装し **Trent1000** エンジンの地上試験を行い、最大連続出力で累積 10 時間の運転を行ったがそれ以上の亀裂進展はなかった。同じエンジンは 9 月中旬にメーカーの **Boeing 747-200 型 FTB** に取り付けられ飛行試験が予定されている。(152)

[2.4.2 項 出典(136)～(152)：各、資料 3 の P2018D336～P2018D352 参照]

2.4.3 航空機装備品関係

航空機装備品としては、キャビン、フライトデッキ、降着システム、電源システム等の主要装備システムとともに、近年の航空機における電動化・ICT化（コネクテッド・ネットワーク化）、さらにはデジタル化の流れを勘案して、関連する電動化、ICT化について、ハードウェアとともにサービスなどを含めて動向調査を実施した。

(1) 航空機装備品の大きな流れ：エマージング・テクノロジーの現状と将来

現在、航空機装備品が航空機1機に占める金額ベースのシェアは約4割と高く、さらに電動化やICT化の進展により、今後、そのシェアが増加すると考えられている。英国ATI（Aerospace Technology Institute）では、航空機分野のエマージング・テクノロジーとして表2.4.3-1に示す13の技術を取り上げているが、電動推進システムを除き、残りの12技術の多くは航空機装備品関連の電動化、ICTに関連した技術となっている。

表 2.4.3-1 航空機のエマージング・テクノロジー(153)

	Topic	Estimated maturity timeframe	Aerospace sector approach	Current maturity	UK competitors	UK positioning to develop	UK positioning to exploit	Key attributes impacted
+ SECURE (next five years) + EXPLOIT (next 10 years) + POSITION (next 15+ years) 1 - Cost, 2 - Environment, 3 - Fuel efficiency, 4 - Operational, 5 - Passenger experience, 6 - Safety	Whole Aircraft electrical power systems	Exploit	Drive	Medium	USA, Germany	Strong	Strong	1, 2, 3, 4
	Megawatt motor drives	Exploit	Drive	Low	Germany	Strong	Strong	1, 2, 3, 4
	Ultra-scale control integration	Exploit	Adopt	Low	USA, Taiwan	Weak	Weak	1, 5, 6
	Multi-core processors	Secure	Adopt	Medium	USA	Moderate	Weak	1
	Safety critical software	Secure	Drive	High	India	Strong	Strong	1, 6
	Artificial intelligence	Position	Watch	Low	USA	Moderate	Moderate	1, 4, 5
	Wireless sensors & energy harvesting	Exploit	Adopt	Low	USA	Moderate	Weak	1, 4
	Rotorcraft flight deck systems	Exploit	Drive	Medium	USA, Italy, France	Strong	Strong	4, 6
	Phased array antennas	Exploit	Drive	Low	USA	Strong	Moderate	4, 5
	Structural health monitoring	Exploit	Drive	Medium	USA, Germany	Moderate	Moderate	1, 4
	Additive re-manufacturing	Position	Adopt	Low	USA	Moderate	Moderate	1, 4
	Augmented reality glasses	Position	Drive	Low	USA, Japan, Italy	Weak	Weak	1
	New thermal technologies	Position	Watch	Low	USA, Germany	Moderate	Weak	2, 3
	Energy storage	Exploit	Adopt	Medium	Japan, Korea, China	Strong	Strong	2, 3, 4
	Solar energy	Position	Watch	Low	USA	Weak	Weak	2, 3

具体的には下記の航空機装備品技術（ハードウェア、ソフトウェアや製造技術を含め）が取り上げられている。

- ・ モータ（MW クラス）
- ・ 大規模（ウルトラスケール）・コントロール・インテグレーション
- ・ マルチコア・プロセッサ
- ・ セーフティ・クリティカル・ソフトウェア
- ・ AI（人工知能）
- ・ ワイヤレス方式のセンサ、エナジー・ハーベスト
- ・ ロータークラフト向けフライトデッキ
- ・ フェーズドアレイ・アンテナ
- ・ SHM（構造ヘルスモニタリング）
- ・ アディティブ・リマニュファクチャリング
- ・ AR 技術を適用したメガネ（スマートグラス）
- ・ 次世代熱制御（電動化による発熱対策としての熱制御技術）
- ・ 太陽電池

また、IATA の「FUTURE OF THE AIRLINE INDUSTRY 2035」の 2018/2019 版では、業界に変化をもたらすドライバー技術として、10 の技術を取り上げているが、この中でもサイバー・セキュリティ、VR/AR、IoT の他、ロボット/オートメーション、3D プリンティング等の先進製造技術など、装備品と関連する技術が記載されている。

（2）次世代通信でのアライアンス化：シームレス・エア・アライアンス

今後の航空機での ICT 化（コネクテッド・ネットワーク化）では、5G（第 5 世代移動通信システム）の活用が重要な開発テーマとなっている。

2018 年 2 月に Airbus 社と米国の Delta Airlines は、Sprint Corp 社（ソフトバンクが 80.1%の株式を保有）、OneWeb 社（日本のソフトバンクも出資）、インドの Bharti Airtel 社とともにシームレス・エア・アライアンス（Seamless Air Alliance）を設立した（図 2.4.3-1 参照）。シームレス・エア・アライアンスは、5G を活用したインフラ 5G サービスなどの開発を進めていく。

また、設立後、Aeromexico、Air France-KLM、Cyient 社（インドのソリューション会社）、GOL（中南米最大級のブラジルの LCC）、Intelsat 社、Nokia 社、Panasonic が「adopter members」として参加、Inmarsat Aviation 社、Kymeta 社、Latecoere 社が「associate members」として加わった。

シームレス・エア・アライアンスでは、航空機のコネクティビティの標準及びソリューション提供に関わる標準の策定、その実用化を目指しており、Wi-Fi、LTE、IoT、5G などの技術を適用して高度なアーキテクチャの実現を目標としている。

現在、下記の 3 つのワーキンググループ（技術、運航、バリューチェーン）を設置している。

TECHNICAL	OPERATIONAL	VALUE CHAIN
▪ Hardware, Operations, Deployment & Certification ▪ Responsible for crafting the portfolio of specifications. ▪ Has the authority to create working groups as required to create specification, cross working group direction, guidance & policy. ▪ Accountable for delivery of specifications per timelines	▪ Third Party Ecosystem Committee ▪ Supports the Technical Steering Committee ▪ Drives the development of third party product specifications and system performance metrics	▪ Customer Experience, authentication and billing framework ▪ Committee responsible for defining bilateral mechanisms, proposals for strategy and vision, and analysis and validation

図 2.4.3-1 シームレス・エア・アライアンスのワーキンググループの取組内容⁽¹⁵⁴⁾

(3) 新興勢力の拡大：中国 AVIC ACS 社（AVIC Cabin Systems Company Limited）

中国 AVIC 社は 7 月、航空機キャビン事業を手掛ける ACS 社（AVIC Cabin Systems Company Limited）の設立を発表、本社はロンドン。ACS 社は下記の企業から構成される。AVIC 社はこの他、2017 年 9 月、英国の Acro Aircraft Seating 社を買収、国内では 2010 年に設立された Hubei Ali Jiatai 社(湖北宇航嘉泰)がエコノミークラス向け座席を製造している。

・ Fesher Aviation Components (Zhenjiang) Company Ltd（江蘇省、鎮江市）

AVIC 傘下の西安航空機航空技術開発社(Xian Aircraft (ZhenJiang) Aviation Technology Development Co. Ltd)、江蘇省の鎮江ハイテク産業投資新地区社 (Zhenjiang New District High-Tech Industrial Investment Co. Ltd)、Hong Kong Future Aviation International Investment Co. Ltd が共同で 2011 年に設立したジョイントベンチャー。COMAC 社の ARJ21 型機、C919 型機のインテリア（床材等）やヘリコプター向けの複合材料製品その他、舵面、ウィングレット、フェアリング、その他構造部品も製造している。

・ Thompson Aero Seating 社（英国北アイルランド及び中国国内）

デルタ航空の A350 向けの Vantage XL Suite 向けのビジネスシートその他、フィリピン航空、中国東方航空、中国南方航空、マレーシア航空、TAP ポルトガル航空等向けのシートを開発・製造している北アイルランドに拠点を置く英国の航空機座席メーカー。2016 年末に AVIC 社に買収され、中国国内にも拠点を設けている。

・ FACC 社（オーストリア）

オーストリアの構造部位（ウィングレット、複合材料製品等）、キャビン・インテリア（床材等）、ナセル、MRO 事業などを手掛ける企業で、2017 年の売上額は 7.5 億ユーロ、従業員数は 3,400 名。現在は AVIC グループの企業。1981 年に事業を開始し、80 年代後半から Boeing 社、Airbus 社等の仕事を手掛け、2002 年に A380 型機の Tier1 サプライヤーとなった。2009 年に AVIC 傘下の西安航空機がオーナーとなり、COMAC C919 型機の Tier1 サプライヤー。

・ AIM Altitude 社（英国／ニュージーランド）

1939 年に英国で設立され、ヘリコプター向けの装備品やキャビン（ギャレー、荷物収容部など）を手掛けていた企業。2015 年の売上が約 1.17 億 £、従業員数は 1,000 人以上。1983 年にははじめたサーブ 340 型機向けのキャビンや塗装事業で民航機市場に参入、その後、サーブ 2000 型機のキャビンやコンポジット製品を手掛け、2004 年にはエミレーツ航空の A380 型機向けファーストクラス・シート・コンソールやバー・ラウンジなどを担当した。2008 年にニュージーランド航空のテクニカル・オペレーションを取得。設計エンジニアリング部門を設立、翌年、ヴァージン・アトランチック航空の A330-300 型機のアッパークラスを担当した。2016 年に AVIC International 社に買収された。

（Aviation Week 2018/07/18、Fesher Aviation、Thompson Aero Seating、FACC、AIM Altitude）

[2.4.3 項 出典(153)～(154)：各、資料 3 の P2018D353～P2017D354 参照]

2.4.4 航空システム、航空管制・無人機関係

(1) NASA ATM-X プロジェクト

NASA は、eVTOL 等の新たな航空機の参入や従来の航空機により効率的な運航を可能とするために Air Traffic Management – eXploration (ATM-X) プロジェクトを立ち上げた。これは、UTM の基本概念となっているサービス指向のパラダイム、すなわちスケーラブルで柔軟性のあるユーザ重視のシステムによって包括的な状況認識を提供し、アドバイザリによる協調的な意思決定に基づく新しい ATM サービスの実現を目指す研究開発で、第 1 フェーズ (FY2018～FY2020) は、「Urban Air Mobility (UAM)」及び「米国北東部における従来の運航」を想定したユースケースに対して、シミュレーションとフィールド試験によりパフォーマンスに影響するパラメータを特定し、その実現に必要な技術課題の識別と優先度付けを行うもの。初期の UAM 及び従来の運航のための技術開発とテストベッド (シミュレータ) 開発に関する 4 つのサブプロジェクト (図 2.4.4-1 参照) から構成されている。また、第 2 フェーズ (FY2021～FY2026) では、ATM-X コンセプトの構成要素を統合し、より現実的な環境に対する多様な運用を実証する。

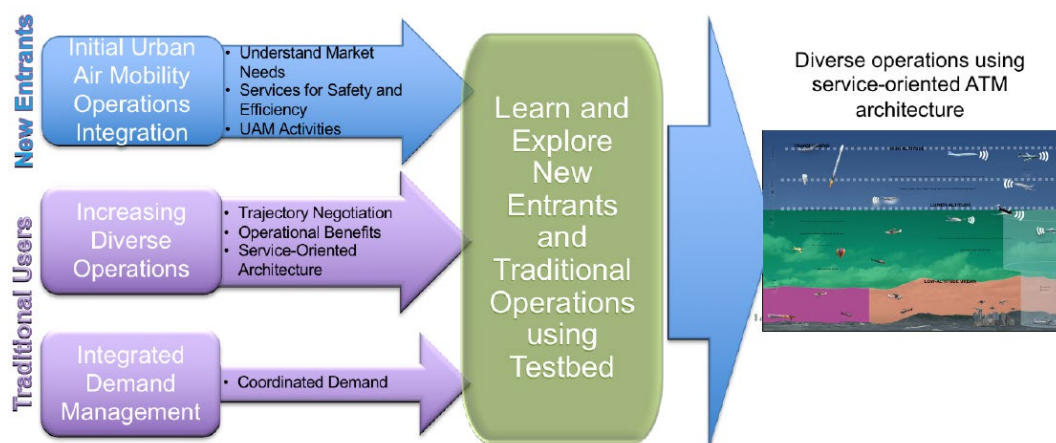


図 2.4.4-1 第 1 フェーズにおける 4 つのサブプロジェクトの関係⁽¹⁵⁵⁾

(2) JAXA スマートフライト技術の研究開発

JAXA 航空技術部門では、2018 年度より「スマートフライト (高度判断支援) 技術の研究」を開始した。これは、機上／地上の情報を統合処理してパイロットや管制官の状況監視／選択肢生成タスクを自動化、最適化することにより、航空機運航の効率性、安全性の向上に貢献することを目指した研究開発で、以下によって構成されている。

1) 低燃費 4D 飛行技術の研究

空域容量を向上させる 4D 飛行と環境負荷を低減させる低燃費飛行の両立を目

指し、気象情報を活用してパイロットに最適な経路を提案する航空機の機上システムと、航空交通流の状況に応じて最適な時間管理を行う航空管制システムのアルゴリズムを開発する（図 2.4.4-2 参照）。航空機の機上システムは、EFB（Electric Flight Bag）と呼ばれるタブレット型端末の活用により早期の実用化を目指す。

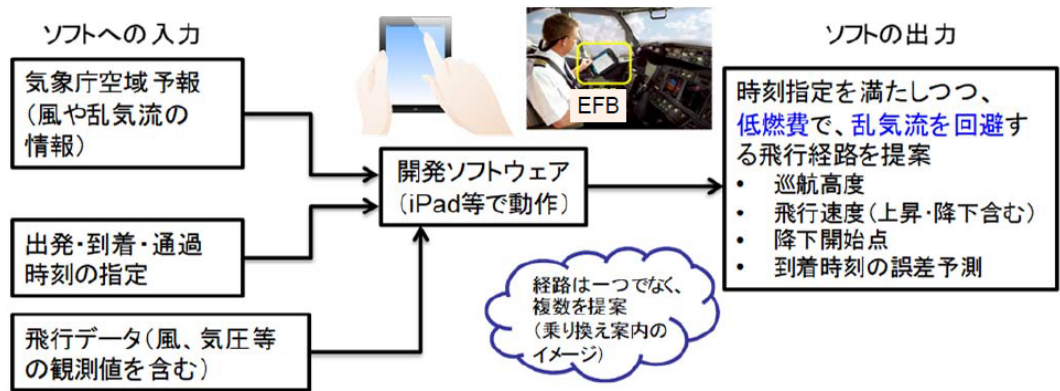


図 2.4.4-2 低燃費 4D 誘導ソフトウェアの利用イメージ

2) パイロットモニタリング技術の研究（E-Crew）

航空機事故原因の過半を占めるパイロットエラーを低減し、かつ人間の能力を最大限に活用するために、パイロットのモニタリングタスクを自動化する技術を開発する（図 2.4.4-3 参照）。将来的には、パイロットに適切なアドバイスを与える支援ツールや安全管理のための飛行データ解析ツールとしての実用化を目指す。

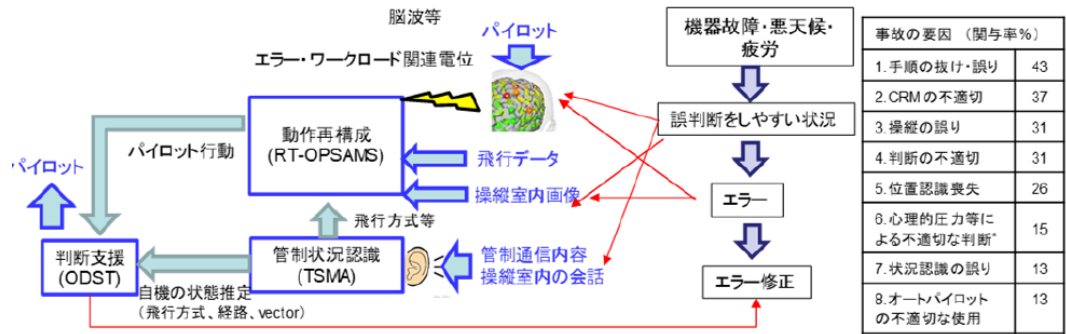


図 2.4.4-3 E-Crew 技術の構成

3) 耐障害高信頼性航法技術の研究

衛星航法における GNSS の電波干渉に対する脆弱性に対して、複数のアンテナ素子で受信した GNSS 信号を適切に合成することで電波干渉等の影響を低減し、航法の信頼性を高める技術を開発する（図 2.4.4-4 参照）。

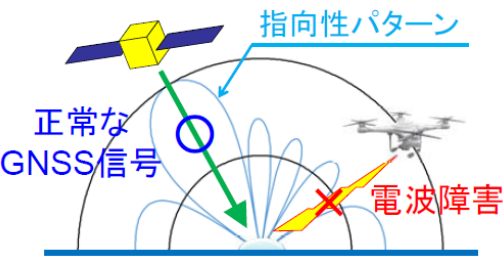


図 2.4.4-4 アンテナの指向性制御の概念^{(156) (157)}

(3) UTM/運航管理システムの研究開発

1) NASA UTM プロジェクト

NASA による UTM プロジェクトでは、2018 年 3～5 月に、米国内 6 か所の無人機テストサイトにおいて第 3 段階(TCL3)の飛行試験が行われた。同試験では、NASA による Flight Information Management System (FIMS) の研究用プラットフォームと、NASA 及び協力企業による複数の UAS Service Provider (USS) が協調し、様々なシナリオに沿って目視外を含む多数のドローンの飛行が行われた。USS 間の情報共有によるドローンの安全間隔維持には Google (Project Wig)が開発した OpenUSS Platform が用いられた。これは USS 間の In-flight Conflict Detection を可能とするもので、15 階層の Gridded System (最小となるレベル 15 は 780m 四方) を基本に、飛行しようとする空域における干渉を、Apach/Zookeeper を用いて InterUSS の Data Node にアクセスすることにより確認できる。これにより、USS 間の情報共有を、情報を一元管理する中央集権的なデータベースに依らずスケーラブルに実現することが可能となった (図 2.4.4-5 参照)。

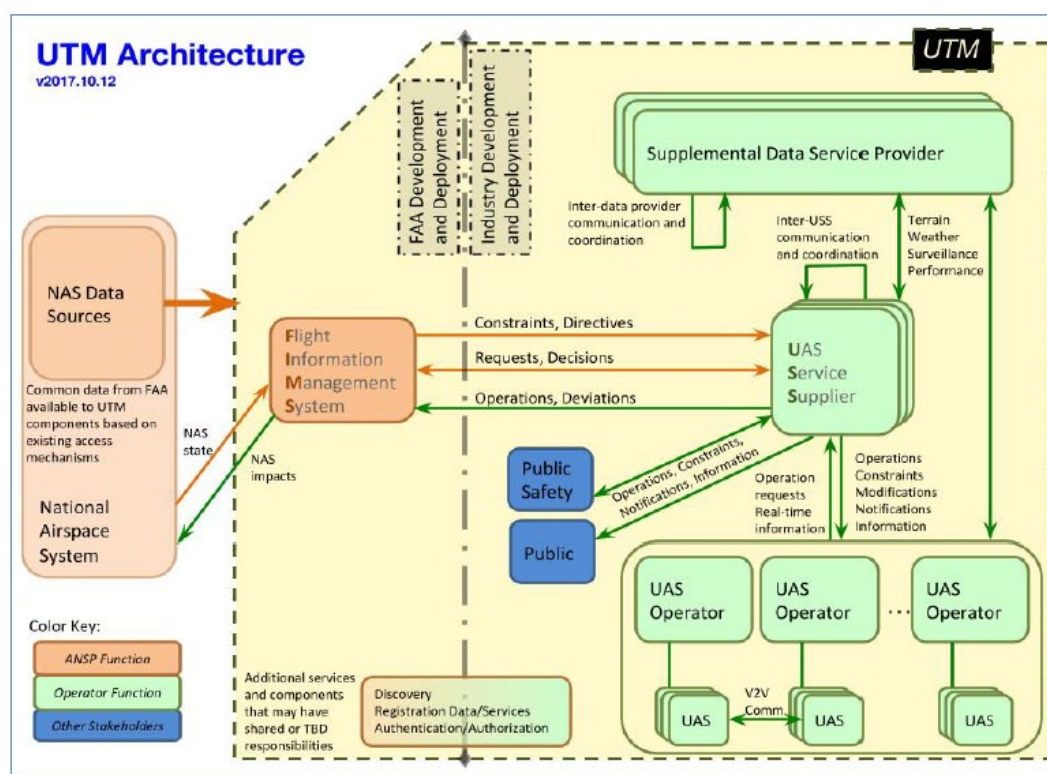


図 2.4.4-5 FAA/NASA による UTM システムアーキテクチャ(158)

FAA と NASA は、研究開発成果の技術移転を進めるために Research Transition Team (RTT) を設置する等、緊密な連携のもとで UTM の構築に向けた取組みを進めているが、2018 年 3 月には、2019 年初めに産業界と連携して統合 UTM システムの

初期版を実証することを目指した UTM Pilot Program (UPP) を発表した。また、2018 年 5 月には FAA が UTM の ConOps (Concept of Operation) V1.0 を発表した(159) (160)。

2) 欧州 SESAR U-space Program

SESAR JU は新たに 9.5 百万ユーロを投じて U-space (欧州版 UTM) の実証プログラムを開始した。採択されたのは 6 プロジェクトで、既に開始されている 4 プロジェクトとともに欧州各地の都市や地方で 18 ヶ月にわたる実証試験を実施する。その計画は多様な環境 (地方/都市部/空港周辺) とミッション (面/線/点の監視、物流、UAM) をカバーしており、殆どのプロジェクトでは有人航空機との干渉も対象としている。また、複数サービスプロバイダによる管理を想定したプロジェクト (DOMUS、GOF USPACE、VUTURA) も含まれている (表 2.4.4-1 参照)。

表 2.4.4-1 U-space 実証プログラムにおける各プロジェクトのスコープ

U-space U-space demo coverage										
Project	Country	Environment	Area survey	Parcel delivery	Linear survey	Point survey	UAM	Leisure	Emergency / SAR	External
DIODE		-Rural -Sub-urban -Airport	-Agriculture -Archaeo -Road traffic	Ad-hoc	Electricity rail	-On airport -Photography	n/a	Yes	-Firefighting -SAR	-Manned a/c -ATC -V21
DOMUS		-Rural -Urban -Maritime -Airport	-Terrain -Construction -Road traffic -Maritime patrol	-Medical -Urgent delivery	n/a	-3D modelling -Building inspection	n/a	Yes	-Firefighting -Road traffic accident	-Manned a/c -ATC -V21
EuroDRONE		-Urban -Airport	No	-Commercial	-Long distance utility	-On airport	n/a	Yes	n/a	-V2V -V21 -ATC
GOF		-Urban -Maritime -Forestry -Airport	-Drone fleet management	-International parcel delivery	-Long-range sensory data collection 100km+	-Drone fleet management	Air taxi form airport to city centre	Yes	-Maritime traffic surveillance -SAR -Police	-Manned a/c -ATC -V2V -V21
SAFIR		-Urban -Airport	-Inspection for Port Authorities	-Commercial -Medical	-Oil spill -High tension line	-Line incident intervention and Pylon inspection	n/a	Yes	-Port inspection on criminal offenses	-Manned a/c -ATC -V2V -V21
VUTURA		-Rural -Urban	-Agriculture	-Commercial	n/a	n/a	n/a	Yes	-Drone interception -Firefighting -Police	-Manned a/c -ATC
GEOSAFE		-Rural -Urban	-Agriculture	-Commercial	n/a	-On airport -Security surveillance	n/a	Yes	-Police	-ATC -V2V -V21
PODIUM		-Rural -Urban -Airport	-Agriculture	-Commercial -Urgent delivery	n/a	-On airport -Security surveillance	n/a	Yes	-Police -SAR	-Manned a/c -ATC
SAFEDROME		-Rural -Sub-urban -Airport	-Agriculture -Drone fleet management	-Commercial	n/a	-Drone fleet management	n/a	Yes	n/a	-Manned a/c -ATC -V2V -V21

3) NEDO DRESS プロジェクト

NEDO「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」(DRESS プロジェクト)では、2018年5月から、安全な目視外および第三者上空での飛行に向けた無人航空機の安全評価基準の研究開発が開始された。平成30～32年度の3年間に、機体の信頼性向上や第三者上空に対する危害を抑制する方法を検討し、福島ロボットテストフィールドなどでの試験も踏まえた上で、無人航空機の信頼性及び安全性を評価する手法を開発する。さらに、無人航空機の騒音対策に関する性能評価基準の開発にも取り組む計画である。

また、2017年度にスタートした運航管理システム及び衝突回避技術の開発では、JAXAを中心とする研究チームによって運航管理コンセプト/システムアーキテクチャの基本仕様が策定され、JapanDrone2018等において公表された。また、このアーキテクチャ設計に従って運航管理システムを構成する各機能の開発が進められ、2018年7月には、福島ロボットテストフィールドにおいて、日本電気を代表とするコンソーシアムが開発したシステムの一部を用いて3機のドローンの飛行試験が行われた。さらに2019年2-3月には、福島ロボットテストフィールドにおいて、システム開発事業者8社により運航管理システムを構成する複数の機能(運航管理統合機能、運航管理機能×4、情報提供機能)が接続した形での実証試験が行われ、4つの異なる事業者による合計10機のドローンの同時飛行が成功裏に行われた⁽¹⁶¹⁾⁽¹⁶²⁾。

[2.4.4 項 出典(155)～(162) : 各、資料3のP2018D355～P2018D362 参照]

第3章 その他資料の分析

3.1 関係省庁の刊行物における動向情報

[3.1 項 出典(1)～(5)： 資料1の P2018D001～ P2018D005 参照]

3.2 公益財団法人航空機国際共同開発促進基金の刊行物における動向情報

3.2.1 平成30年度航空機関連動向情報

(1) 平成30年度航空機業界動向情報（月次）

当基金にて毎月関係団体向けに配信の航空機業界動向情報における平成30年度の主要トピックスは、航空機メーカーの寡占化の動きが現れたこと、すなわち、エアバス社がボンバルディア社から C-Series 事業を買収し、ボーイング社はエンブラエル社と民間航空機の開発・製造・マーケティング・サービスに関して戦略的パートナーシップを構築するため合弁会社を設立することが決まったことであろう。これにより、エアバス社とボーイング社の NMA に対する考え方の違いが鮮明になり、その後の駆け引きが活発になってきた。但し、エアバス社はトム・エンダース CEO はじめ首脳陣の世代交代を迎え、新首脳部の舵取りの手腕が試される時期を迎える。中国とロシアは国策合弁会社 CRAIC を設立しワイドボディ機 CR929 型機の開発をスタートした。エアバス社とボーイング社による寡占化に対する楔になり得るか。

開発では 777X 型機の静強度試験機が形を現し、初飛行へ向けて最終段階に入った。リジョナル機では、エンブラエル社 E190-E2 型機が型式証明を取得し商用運航を開始した。MRJ も MJ-90 型機の型式証明取得の最後の詰めに入っている。話題にあまり上らなかったがイルクート社の MC-21 型機、COMAC 社の C919 型機も飛行試験を進めている。

新技術の動きとしては、Urban Air Mobility (UAM) が世界で注目されるようになり、これまでスタートアップ企業主体のデモンストレーション主眼の取組から、エアバス社やベル社などの実績のある企業が Uber 社などの企業と手を組んで実用化を視野に入れた開発を立ち上げ、地域を限定した社会実装実験を目指している。これから動きが早まると思われる。

航空事故では残念ながら、死亡事故が散発し、エンジン・カウルの飛散に対する設計基準の見直し、アップセット防止のためのシミュレータ訓練の義務付けなど、新たな取組が鮮明化するきっかけとなる年であった。また、世界的なパイロット不足に端を発するライアン・エアのストライキ問題が話題に上がった。これからの商用航空の在り方を占う先行例といえる。

社会情勢としては、英国の Brexit に対する動向が注目されている。英国・アイルランドのみならず EU の航空宇宙産業の将来が Brexit の進め方如何で変わってくる。

(2) 平成 30 年度航空機関連動向解説事項の解説概要

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解説事項として選定の上その解説概要を作成している。平成 30 年度は、以下の解説事項 7 件を選定し、各専門分野の執筆者に依頼して、その解説概要を作成している。

ア 「30-1 ジェット輸送機電源システムの変遷」⁽¹⁾ (機体・システム)

各時代の代表的なジェット輸送機である、DC-8 型機、777 型機、787 型機について、電源システム(Electrical Power System)の特徴や採用された技術について解説。

イ 「30-2 オートパイロットの最新動向」⁽²⁾ (機体・飛行制御)

オートパイロットに関する多くの最新動向の中から特に「耐故障飛行制御」に関する研究に絞り、数十年で確実に実用化されていくと思われる飛行制御の研究を解説。

ウ 「30-3 熱可塑性 CFRP の多様な製造技術と開発事例」⁽³⁾ (材料・研究開発)

熱可塑性 CFRP の基礎的な材料特性や課題について述べ、加熱プレス成形、ハイブリッド射出成形、自動テープ積層成形、連続成形および接合など、その多様な製造技術について、主に欧州での学会や展示会等で得られた情報をもとに、産学連携による開発事例を用いて解説。

エ 「30-4 航空機複合材部品の自動積層技術の動向」⁽⁴⁾ (材料・生産技術)

航空機の複合材構造の適用範囲拡大と需要増による生産レート増加に対応するため、複合材料部品の主要工程である積層工程の自動化が重要な研究開発テーマとなっている。本稿では、航空機用複合材部品の自動積層技術について、その動向を解説。

オ 「30-5 航空機メーカーの寡占化の現状」⁽⁵⁾ (機体・市場動向)

エアバス社、ボーイング社がともに大型の事業買収・提携を行い、世界市場での航空機メーカーの寡占化が進んでいる。この状況を踏まえ、航空機メーカーの寡占化が民間航空機市場で意味することを解説。

カ 「30-6 航空機の座席」⁽⁶⁾ (装備品・研究開発)

旅客機には、旅客が機内で過ごすためになくはない航空機内装品である荷物収納設備、化粧室や座席、IFE 等が装備される。我々が一般旅客として身近に目にすることができ、航空機を利用するときに最も長い時間触れることになる民間大型旅客機の座席について解説。

キ 「30-7 電動推進航空機の最新動向」⁽⁷⁾ (推進・技術動向)

今後の航空輸送需要は 20 年間で約 2.4 倍に増加し、航空機由来の CO₂ 排出量は地球規模でも無視できないほどその影響が増大することが懸念され始めており、航空機も電動化のトレンドと無縁ではない。本稿では、電動推進航空機技術の最新動向について概説。

[3.2 項 出典(1)~(7) : 各、資料 2 の P2018D101~P2018D107 参照]

3.3 大学・研究機関・企業等から公表された動向情報

3.3.1 国内学会等における研究開発動向

(1) 第 49 期定時社員総会および年会講演会

2018 年 4 月 19 日（木）～20 日（金）にかけて、第 49 期定時社員総会および年会講演会が東京大学生産技術研究所にて開催され、338 名の参加があった。一般セッション 83 件の他に、オーガナイズドセッションとしては、「航空機事故防止技術の研究開発」、「機体騒音低減技術の飛行実証 FQUROH プロジェクト～JAXA 実験用航空機「飛翔」による飛行実証～」、「航空技術認証取得体制の構築に向けて～MRJ 開発から分かったこと～」の 3 件が企画された。また、「IHI における民間航空機エンジンの技術開発の取り組みと将来に向けた活動」と題し、今村満勇氏（株式会社 IHI）より特別講演があった。

学会二日目（4 月 20 日）には代議員による社員総会が実施され、第 49 期会長の渡辺紀徳（東京大学大学院工学系研究科教授）から第 50 期会長の大林茂（東北大学流体科学研究所教授）へ引継ぎが行われた。社員総会終了後には、会員の集いが開かれ、名誉会員推挙状の贈呈、名誉会員ご挨拶、学会賞授与等が執り行われた。

論文賞（2 件）

- ・ Effectiveness of Large-Camber Circular Arc Airfoil at Very Low Reynolds Numbers, 岡本正人, 鮫名啓太(金沢工大)
- ・ 産業用無人ヘリコプタの動特性へのスタビライザの効果, 佐藤彰（ヤマハ）, 中西弘明（京大）, 大川宏久（アイエス）

技術賞（4 件）

[基礎技術部門]

- ・ 高速な非構造格子流体ソルバ FaSTAR の開発, 橋本敦, 石田崇, 村上桂一, 青山剛史(JAXA), 菱田学（菱友システムズ）
- ・ NASA Common Research Model 80%縮尺模型遷音速風洞詳細試験データの取得及び公開, 上野真, 香西政孝, 古賀星吾, 小池俊輔, 加藤裕之(JAXA)

[プロジェクト部門]

- ・ 次期輸送機（XC-2）の開発, 西村義孝（防衛装備庁）, 並木祐之（KHI）, 池田力（MHI）, 戸塚正一郎（SUBARU）
- ・ 晴天乱流検知技術および表示技術の開発と飛行実証, 町田茂, 井之口浜木, 秋山智浩, 又吉直樹, 飯島朋子(JAXA), 亀山俊平, 柳澤隆行, 田中久理, 古田匡(三菱電機)

奨励賞（3 件）

- ・ 藤田昂志 他(東北大), Dynamic Behavior of Mars Airplane with Folded-Wing Deployment
- ・ 赤嶺政仁(東大), Conditional Sampling Analysis of Acoustic Phenomena from a Supersonic Jet Impinging on an Inclined Flat Plate
- ・ 榊和樹(JAXA), Fundamental Combustion Characteristics of Ethanol/Liquid Oxygen Rocket Engine Combustor with Planar Pintle-type Injector

(2) 第 50 回流体力学講演会/第 36 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム

第 50 回流体力学講演会／第 36 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムが 2018 年 7 月 4 日（水）～6 日（金）にかけて、宮崎県宮崎市の宮崎市民プラザにて開催され、291 名の参加があった。期間中、招待講演 4 件、企画講演 33 件、一般講演 163 件が発表された。本年度は流体力学講演会が第 50 回を迎えたことを記念し、日本航空宇宙学会（JSASS）と米国航空宇宙学会（AIAA）との Joint Session、JSASS と自動車技術会との連携セッション、特別企画「流体力学講演会/ANSS の来し方行く末を考える」、等が企画され、いずれも盛況であった。また、数値流体解析技術の航空機設計への応用を念頭に置いたワークショップ（Aerodynamics Prediction Challenge IV）が開催された。

JSASS/AIAA Joint Session では、Aerodynamic Measurement Technology（空力計測技術）をテーマとして 7 件、Flow Control（流体制御）をテーマとして 8 件の口頭発表（英語）が行われた。15 件の発表の内、4 件が AIAA 側からの発表であった。

特別企画「自動車技術会との連携セッション」-車と航空機の風洞試験/CFD 技術の比較および適用事例の共有- は航空宇宙分野とは異なる業種の空力技術者／研究者との交流を目的として実施された。自動車技術会と JSASS の両者から実験や CFD の取り組みについて話題提供の講演後に、将来的な連携の可能性についてパネルディスカッションを通じて議論した。

特別企画「流体力学講演会/ANSS の来し方行く末を考える」では、“流体力学講演会の半世紀を振り返る”と題し渡辺重哉氏(JAXA, 流体力学講演会実行委員長)より、“ANSS のこれまでとこれから”と題し松尾裕一氏(JAXA, ANSS 実行委員長)より講演があった後、藤井孝藏先生(東京理大)、園田精一氏(KHI)、平邦彦先生(フロリダ州立大)をパネリストに迎えてパネルディスカッションが行われた。

招待講演

- ・麻生 茂（九州大学）“航空宇宙流体力学から学んだこと “
- ・ Dr. Paul Danehy（NASA Langley Research Center）
“Visualization and Quantification of High Speed Flows using Laser Spectroscopy“
- ・ Dr. Chris Rumsey（NASA Langley Research Center）
“Verification and Validation of Turbulence Models“
- ・ Professor Mohammad Samimy（The Ohio State University）
“Active Control of High-Speed Turbulent Shear Flows Using Excitation of Instabilities“

(3) 第 60 回構造強度に関する講演会

第 60 回構造強度に関する講演会を 2018 年 8 月 1 日（水）～3 日（金）にかけて、徳島県徳島市のあわぎんホールにて開催され、特別講演 2 件、60 周年記念企画 2 件、一般講演 93 件が発表され、160 名の参加があった。第 60 回を記念し、60 周年記念企画として基調講演とパネルディスカッションが企画された。

特別講演

- ・「航空機構造の強度計算の課題」

川崎重工業 フェロー 滝 敏美 氏

- ・「“観光客を堰き止めるダムとなる” 大塚国際美術館設立からのあゆみ」

大塚国際美術館 学芸部 部長 浅井 智誉子 氏

60 周年記念企画

- ・基調講演

「構造強度講演会における複合材料の研究動向の詳細分析」

名古屋大学 特任教授 石川 隆司 氏

- ・パネルディスカッション

テーマ「航空宇宙分野発展のために構造分野がすべきこと」

パネリスト：

横関 智弘 氏（東大）、田中 宏明 氏（防大）、有蘭 仁 氏（JAXA）、

石村 康生 氏（早大）

(4) 第 56 回飛行機シンポジウム

第 56 回飛行機シンポジウムを 2018 年 11 月 14 日（水）～11 月 16 日（金）にかけて、山形県山形市の山形テルサにて開催された。本シンポジウムは、国内における航空機関連の最大の学術会議として毎年開催されており、本年は 473 名の参加があった。本年度は、4 件の特別講演を始めとする、214 件の講演（特別企画・企画講演 16 企画 118 件、一般公演 82 件、学生講演 14 件）が実施された。特に、山形市は現川崎重工の土井武夫氏の出身地ということで、特別講演が企画され、多くの聴講者がその発表に耳を傾けた。以下に、特別講演、特別企画、企画講演のテーマのリストをまとめる。

特別講演

- ・「山形県ドクターヘリについて」

森野 一真 氏（山形県立中央病院）

- ・「航空と山形県のつながり～県出身の航空機設計者 土井武夫氏 について～」

榊 達朗 氏（川崎重工 社友）

- ・「航空機公衆通信技術の変遷、今後の動向と課題」

伊藤達郎氏，田村知紀氏，プラマニク ラキブ正氏（全日本空輸）

- ・「航空機ギヤボックスの最先端技術展望」

五井龍彦氏（川崎重工）

特別企画

- ・航空ビジョン in 2018：4 件の発表とパネルディスカッション

- ・航空教育支援フォーラム 実機飛行を通じた航空実践教育の展開：2 件の発表と全体討論

企画講演

- ・ CARATS の最新状況と研究課題 6 件
- ・ モーフィング翼の設計・解析 14 件
- ・ 飛行制御系設計技術の動向 5 件
- ・ 最新の風洞空力技術と将来展望 7 件
- ・ 大学生が考える e-VTOL の未来 4 件
- ・ 民間超音速機開発のための要素・システム統合研究 12 件
- ・ 新技術を活用した航空機の運航・整備 4 件
- ・ 先進技術実証機 X-2 の試作 2 件
- ・ 航空技術 - “いま” と “これから” 4 件
- ・ 安全を担う最新の機器・電子情報システムの動向 11 件
- ・ 低コスト機体開発を実現するための数値シミュレーション技術開発 7 件
- ・ 回転翼航空機の先進技術 16 件
- ・ 航空宇宙分野における材料技術 6 件
- ・ 航空機における生産技術の動向と課題 7 件

(5) 第 24 回スカイスポーツシンポジウム

第 24 回スカイスポーツシンポジウムを 2018 年 12 月 1 日（土）に、東京都立産業技術高等専門学校にて開催した。本シンポジウムは、人力飛行機・グライダー・模型ロケット・紙飛行機・気球・スカイスポーツ全般に関して、学術的な発表はもちろん、技術的・経験的・解説的な発表も行われている。本年度は 53 名の参加があり、一般講演 14 件と「2018 年スカイスポーツのトピックの紹介」と題してして飯野明氏（エクスペリメンタル航空機連盟）からの講演があった。

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) 2018

米国航空宇宙学会（American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA）主催による Scitech2018 が 2018 年 1 月 8 日（月）～12 日（金）にかけて、米国オーランドにて開催された。参加者は 43 カ国から約 4,000 名であり、流体力学、誘導・航法・制御、推進材と燃焼、軌道力学、構造力学等の多くの分野に関する講演が、合計 2,720 件発表された。

・ 特別講演

Digital Enterprise Business Models and their Impact on the Aerospace Industry

Data, Data Everywhere...The Power & Potential

Dude, Where's My Flying Car?

Welcome to the Holodeck

Serving our Robot Overlords

- ・技術講演会：11 件（合計 2,720 講演）

2018 AIAA Aerospace Science Meeting（1360 件）

2018 AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference（67 件）

2018 AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference（257 件）

2018 AIAA Information Systems-AIAA Infotech @ Aerospace（162 件）

2018 AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference（96 件）

2018 AIAA Non-Deterministic Approaches Conference（60 件）

2018 AIAA Spacecraft Structures Conference（48 件）

2018 AIAA/AHS Adaptive Structures Conference（31 件）

2018 AIAA/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference（426 件）

2018 Space Flight Mechanics Meeting（151 件）

2018 Wind Energy Symposium（62 件）

(2) AIAA AVATION2018

AIAA 主催による AVIATION2018 が 2018 年 6 月 25 日（月）～29 日（金）にかけて、米国アトランタにて開催された。本年度のテーマは「限界の拡大：変革のためのパートナーシップ」であり、41 カ国から 2,900 名近くの出席者（内約 700 名が学生）が参加した。340 のテクニカル・セッションの中で約 1,600 件発表があった。

本年度は、F-35 LIGHTNING II の設計、開発、飛行試験に関する 18 件の発表が初めてまとまった形で行われた。また、TRANSFORMATIONAL ELECTRIC FLIGHT WORKSHOP AND EXPO が開催され、X-57 に代表される電動航空機に関する取り組みが紹介された。

特別講演

- ・ New Paradigms in Aviation
- ・ Evolution of the F-35
- ・ Aviation Transformation – The Ultimate Team Sport
- ・ A New Era of Flight
- ・ Drone Technology: Leading the Data Revolution

Forum 360 Sessions

- ・ Rapid Spiral Development from Ground to Flight
- ・ Investment Perspectives on the Aviation Market

- Reflection on Partnerships within the F-35 Enterprise
- Inventors and Innovators
- Air Traffic Management Modernization
- Entering a New Era of General Aviation (Part 23)
- NASA Aeronautics at the Dawn of a New Era of Aviation
- Europe: Open to the World to Transform Aviation
- A Path to Supersonic Commercial Travel

(3) 31st Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS 2018)

2018年9月9日（日）～14日（金）にかけて、ブラジル、ベロ・ホリゾンテ市で国際航空科学連盟(ICAS: International Council of the Aeronautical Sciences)の総会が開催された。ICASは、日本航空宇宙学会を含む28か国の航空関係学会、36の協賛団体からなる国際航空学術団体である。航空分野の学術発展と国際連携推進を目的として、1957年にフォン・カルマン博士の提案によりオランダを本部として設立され、1958年開催のマドリッド大会から隔年で大会を開催している。本年度の総会において、鈴木真二氏（東京大学教授・日本航空宇宙学会第43期会長）が、2019・2020年のICAS会長に選出された。アジアからの会長選出は鈴木氏が最初である。

特別講演

- ICAS DANIEL & FLORENCE GUGGENHEIM MEMORIAL LECTURE, “PRODUCT DEVELOPMENT CHALLENGES IN THE COMMERCIAL AIRPLANE MARKET”, Humberto Pereira, Brasil
- TLF LECTURE, “INTELLIGENT AND AUTONOMOUS ENGINEERING IN AERONAUTICS”, Intro Prof. S. Suzuki, Dr. P.Nielsen, Mr. J.Tylko, Mr. Y.Nakagawa, Dr. G. Holmberg, Maj L. Habersfeld
- “AUTONOMY AND THE FUTURE OF AEROSPACE”, Nancy Pendleton, Boeing, USA
- ICAS CASIMIRO MONTENEGRO FILHO LECTURE FOR INNOVATION IN AERONAUTICS, “AGILE”, Björn Nagel, DLR, Germany, Pier Davide Ciampa, DLR, Italy
- “THE FUTURE OF PROPULSION”, Ric Parker, president ISABE, United Kingdom
- IFAR LECTURE, “IFAR PLENARY LECTURE GLOBAL COOPERATION LEADING TO NEW COMMERCIAL SUPERSONIC OPPORTUNITY”, NASA-Dr. Edgar J. Wagoner, TsAGI-Dr. Sergey Chernyshev, JAXA (presented by S. Chernyshev), ONERA-Ludovic Wiart, DLR-Prof. Rolf Henke, NLR-Michel Peters
- VON KARMAN LECTURE, “INTERNATIONAL COMMITTEE ON AERONAUTICAL FATIGUE AND STRUCTURAL INTEGRITY(ICAF)–ACHIEVEMENTS,

ACTIVITIES, AND FUTURE CHALLENGES”, Anders Blom, David Simpson, Carlos Chaves, Marcel Bos

- ・ MAURICE ROY AWARD WINNER LECTURE, “AEROSPACE IN 2050”, Dr. Charles Champion, Airbus retired, France

(4) アジア太平洋航空宇宙技術国際シンポジウム 2018

(2018 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology, APISAT-2018)

APISAT-2018 は日韓中豪 4 カ国の航空宇宙学会の共催により、2018 年 10 月 16 日（火）～18 日（木）にかけて、中国四川省成都で開催された。中国、オーストラリア、韓国、日本、カナダ、ベトナム、インドから、約 400 名の参加があった。4 件の特別講演と、空気力学、航空機/UAV 設計、航法、燃焼および推進、誘導および制御、構造および材料、航空交通管理などのトピックを網羅した 80 の技術セッションの中で 300 件を超える口頭発表があった。会議最終日にはテクニカルツアーが実施された。参加者は、四川省広州市にある Chengdu Tianfu International Aerotropolis と China Civil Aviation Flight University を訪問した。尚、2019 年度はオーストラリアのゴールドコーストで開催される予定とのことである。

特別講演

- ・ “Model Based Systems Engineering Transformation and Innovation”, Dr. Xinguo Zhang, Executive Vice President and CIO of Aviation Industry Corporation of China Ltd. (AVIC)
- ・ “Prospects on Space Development in Korea”, Dr. Joon-Min Choi, Executive Director of Technology R&D Head Office, Korea Aerospace Research Institute (KARI)
- ・ “Overview of JAXA’s Advanced Fan jet Research (aFJR) Project”, Dr. Toshio Nishizawa, Director, Propulsion Research Unit, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)
- ・ “Activities of the RMIT Sir Lawrence Wackett Aerospace Centre”, Prof. Pier Marzocca, Associate Dean of Engineering Aerospace Engineering and Aviation, RMIT University, Australia.

(5) Asian Joint conference on Propulsion and Power 2018 (AJCPP 2018)⁽¹⁾

日中韓を中心としたアジア各国から航空宇宙推進関連の研究発表が行われる学会。2006年の第3回以降中韓日の順で隔年開催されており、今回は2018年3月16日（金）～3月19日（月）に、CSET(中国科学院熱物理工程)の主催で中国福建省廈門市にて開催された。

特別講演

“Propulsion system of Chinese new generation launch vehicle“

Ruixiang Fan (China Academy of Launch Vehicle Technology)

“Opportunities and Challenges in Commercial Aero Engine Development“

Jinzhang Feng (AECC Commercial Aircraft Engine Co., LTD)

“R&D Activities on Aero-propulsion and Power in Japan“

Toshinori WATANABE (The University of Tokyo)

“Overview of a Pintle Injector for Liquid Rocket Engines“

Jaye Koo (Korea Aerospace University)

“Progress in Hypersonic Airbreathing Propulsion“

Riheng Zheng (Science and Technology Laboratory on Scramjet)

“Volcanic Ash: a fundamental propulsion hazard? “

Donald Dingwell (Ludwig-Maximilians-University Munich)

航空関連セッション

Rocket Engine (24 件)

Jet Engine (11 件)

Thrusters (10 件)

Hybrid Rocket (7 件)

Electric propulsion (7 件)

Non-Chemical Propulsion (8 件)

More Electric Engine and Electric Propulsion for Aircraft (6 件)

Space Propulsion (9 件)

RamJSCRamHypersonic (16 件)

CompressorITurbine (13 件)

Fluid Dynamics (10 件)

Combustion (10 件)

Acoustics (9 件)

Detonation (4 件)

Propellant (10 件)

(6) SME Turbo Expo 2018⁽²⁾

SME 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 人以上にものぼる非常に大きな講演会。近年は毎年 6 月に北米、欧州交互に開催されているが、2016 年には韓国ソウルでアジア初開催。2018 年はノルウェーのオスロで開催。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、軸受けなどの要素、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。

キーノート

“Maintenance, Repair and Overhaul in the Light of Digitalization”

+ Zuo Zhi Zhao (Chief Technology Officer Power & Gas division, Siemens Power and Gas)

+ Russel Irving (Digital Twin General Manager & Chief Engineer GE Global Research)

+ Pascal Decoussemaeker (Senior Product Manager GE Power in Switzerland)

+ Frode Abotnes (Vice President of Technical Multifield Center Equinor (former Statoil))

+ Shawn Gregg (General Manager, Propulsion Engineering Delta Air Lines)

パネルディスカッション

“Impact of Additive Manufacturing on Future Gas Turbine Engines and Parts”

+ Masahito Kataoka (Mitsubishi-Hitachi Power Systems)

+ Markus Seibold (Siemens Power & Gas)

+ Michael Winter (Pratt & Whitney)

+ Henry Bernstein (Gas Turbine Materials Associate)

パネルディスカッション

“The MRO Digital/Data Transformation”

+ Bernhard Krügel-Sprengel (Lufthansa Technik AG, HAM T/ES)

+ Jeffrey Benoit (Power Systems Mfg LLC (PSM)-Ansaldo Energia Group)

一般セッション(抜粋)

空力

Fans and Blowers: Experimental Methods

Fans and Blowers: Computational Fluid Dynamics

Centrifugal Compressors: Multistage & Pumps

Unsteady Flows in Compressors I

Unsteady Flows in Turbines III

Endwall Profiling

Propellers and Open Rotors

Surge and Stall

Tip-Clearance Flows

Casing Treatment

LES and DNS Methods and Applications

Turbulence & Transition

伝熱

Conjugate Heat Transfer II

Heat Transfer & Thermal Aspects

Hole Geometry Effects I

General Computational Heat Transfer II

General Numerical Simulation of Film Cooling

Coatings for Gas Turbine Engines

燃焼

Combustor Design & Development

Combustion Dynamics: Instability

Atomization & Sprays I

Microturbine Combustion and Fuels

Alternative Fuel Use in Gas-Turbine Engines

Combustion Dynamics: High Frequency Instabilities

Alternative Fuel Chemistry and Fundamentals

Pressure Gain Combustion Innovations

Combustion Noise

振動・動力学

Mistuning I

Blade and Airfoil Aerodynamics

Dynamics of Bladed Disks with Nonlinearities

Rotordynamics II - Model Improvements 1

Aeroelastic Design and Flutter Mitigation Mechanisms

材料

Ceramic Matrix Composites: Testing and Modeling - I

Superalloys and Advances thereof

空力流路

Passages with Turbulators and Bends

Inlets

潤滑・二次空気

Thermal Management Systems and Aero-engine Oil Systems

Oil-Free Bearing Systems

Gas Bearings

Fluid Film Bearings 1

Magnetic Bearings

Labyrinth Seals

Valves & Seals

性能

Performance and Design

Numerical Analysis and Performance Simulation

Multidisciplinary Optimization and Sensitivity Analysis (fluid,structure)

Surrogate-Assisted Approaches, Including Sampling and Data Mining

Gas Turbine Analysis & Optimization

サイクル

Fundamentals of Supercritical CO₂ Power Cycles

Cycle Innovations in Small Scale Applications I

Gas Turbine Power Augmentation and Energy Storage Technologies

High Hydrogen Combustion I

Novel Cycles and Concentrated Solar Power

Fuel Cell Driven Cycles

製造

Manufacturing Tolerances and Uncertainties

Additive Manufacturing

運用・信頼性

Probabilistic Applications

Probabilistic Method Developments

Measurement Techniques for Structural Health Monitoring

Fatigue Life Modelling

Deposition Modeling

Crack Growth Modelling

Creep and Thermo-mechanical Fatigue Modelling

Condition Monitoring and Reliability

Component Repairs

(7) IAA Propulsion and Energy Forum 2018 (AIAA P&E)⁽³⁾

米国航空宇宙学会を中心とした航空宇宙推進関連の研究発表が行われる学会。その前身である AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference の会議名も依然として掲げており第 54 回となる。例年、米国内で開催され、今回は 2018 年 7 月 9 日-11 日に、米国オハイオ州シンシナティで開催された。21 世紀に入ってから、宇宙推進（固体・液体・ハイブリッド・電気推進）関連の講演が多いが、近年は将来技術を中心に、航空推進（極超音速・電動化など）関連の講演が増えつつある。

キーノート

“Propulsion and Energy: Enabling NASA Missions Today and Tomorrow”

+ Janet Kavandi (Center Director, NASA Glenn Research Center)

“SNC Space Exploration Systems Update”

+ Steve Lindsey (Vice President, Space Exploration Systems, Sierra Nevada Corporation)

フォーラム・パネルディスカッション

※ 航空推進関連テーマ

“F135/LiftSystemR Development: How Complex Systems Integration Works in Real Life”

+ James Kenyon (Moderator)(Executive Director, Advanced Programs, Pratt & Whitney)

+ Glenn Bartkowski (F135 STOVL Chief Engineer, Pratt & Whitney)

+ Andrew Copeland (Chief Design Engineer, JSF F-35B LiftSystem, Rolls-Royce Corporation)

+ Carl McMurtry (Director, F-35 Vehicle Sciences & Systems, Lockheed Martin Corporation)

“Transition to Electric - What's Hype and What's Real?”

+ Ruben Del Rosario (Moderator)(Director of Aeronautics, NASA Glenn Research Center)

+ Mike Mekhiche (Global Head, Rolls-Royce Electrical, Rolls-Royce Corporation)

+ Alexander Simpson (Executive Engineering: Electric and Hybrid Electric Propulsion, GE Aviation)

+ Michael Winter (Senior Fellow, Advanced Technology, Pratt & Whitney)

“The Future of Hypersonics Research & Development”

+ David E. Walker (Moderator) (Director, Office of Technology, Office of Naval Research)

+ Douglas Blake (Director, Aerospace Systems Directorate, Air Force Research

Laboratory)

- + Kevin Bowcutt (Senior Technical Fellow, Chief Scientist of Hypersonics, The Boeing Company)
- + Rodney Bowersox (Professor, Department of Aerospace Engineering, Texas A&M University)
- + Christopher Clay (Program Manager, Defense Advanced Research Projects Agency)
- + Knox Millsaps (Director, Air Warfare and Weapons (Code 35), Office of Naval Research)

“Additive Transformation of Aerospace Manufacturing”

- + Christine Furstoss (Moderator) (Vice President, Engineering and Technology, GE Additive)
- + Christopher Schuppe (General Manager, AddWorks, GE Additive)
- + Paul Riehle (Executive Director, CAE & NVH Engineering, Roush Industries)
- + Dean Hackett (Vice President, Americas, Praxair Surface Technologies)
- + Sean Brown (Lead Additive Manufacturing Applications Engineer, Eaton Aerospace Fuel Motion and Control)

“Workforce Challenges & Policy Initiatives to Support the Propulsion & Energy Industry”

- + Steven Justice (Moderator)(Executive Director, Centers of Innovation Georgia Department of Economic Development)
- + Mary G. Adams (Co-Founder and Program Manager, Greater Cincinnati STEM Collaborative)
- + Awatef Hamed ((Professor Emeritus and Brian H. Rowe Chair, Department of Aerospace Engineering and Engineering Mechanics, University of Cincinnati)
- + Michael Heil (M.L. Heil Consulting LLC; President (Ret.), Ohio Aerospace Institute)
- + Gary Mercer (Vice President and General Manager, Engineering Division, GE Aviation)
- + Larry Mack (Deputy Director, Office of Human Capital, NASA Marshall Space Flight Center)

“Digital Transformation in Aviation Services”

- + Colin Parris (Vice President for Software Research, GE Global Research)

※ その他テーマ（宇宙推進関連、歴史など）タイトルのみ

“Air Force S&T 2030 Initiative”

“SLS and Orion - Progress Toward Flight”
“Energy Solutions for Surviving the Lunar Night”
“The Future of In-Space Propulsion”
“50-Year Engines”

一般セッション(航空推進関連抜粋)

電動化推進(航空)

Aircraft Electric Propulsion

Design, Modeling, and Optimization of Aircraft Electrified Propulsion

Aircraft Electrified Propulsion System Impacts and Constraints

Machines and Drives for Aircraft Electrified Propulsion Systems

Thermal Management Systems and Strategies

Innovative Concepts in Aircraft Electrified Propulsion

Superconducting/Cryogenic Machines and Power Systems

Aircraft Electrified Propulsion Sizing, Case Studies, and Design Considerations

Aircraft Power Electronics

Electrified Propulsor Dynamics, Modeling, and Control

Sensors, Materials, and Enabling Components

Power Flow Modeling and Simulation

Design and Analysis Update for Environmentally Conscious Aircraft (ECO-150)

Aircraft Electrified Propulsion Mission and Drivetrain Analysis

Superconducting Power Transmission and Storage Systems

Safety-Critical Systems

System Engineering Needs and Challenges Generated by Electrification of Air Vehicles

デトネーション利用

Detonation Theory, and Characterization and Testing of Energetic Components

Energetic Components and Systems used in Aircraft and Launch Vehicles

将来エンジン技術

Performance Assessment of Hybrid Electric Systems

Adaptive Cycle

Propulsion Control Technology Development Roadmaps

Future Vertical Lift Propulsion Systems & Associated S&T Challenges

ガスタービン技術 (一部のみ抜粋)

Novel and Combined Cycle Systems

Hydrocarbon Fueling

Flowpath Operability and Control

High-Speed Injection and Mixing

Supersonic Combustion Modeling

Design and Analysis of High-Speed Propulsion Systems

Experimental High-Speed Propulsion

Coatings

機体推進系統合設計(PSI)

Inlets - Air-Breathing Propulsion

Air-Breathing Propulsion System Integration

Nozzles and Inlets - Air-Breathing Propulsion

Supersonic Inlets

Boundary Layer Ingestion Testing

Green Liquid and Other Propulsion Elements

積層製造

Additive Manufacturing for Propulsion Systems

ITAR セッション

Scramjet School

SLS/Orion Progress to Flight

Advanced Turbine Engine Technology - from Today to 2034

Industry Perspective - The Future of Advanced Turbine Engine Technology

The Role of Scientific Research in Delivering Advanced Turbine Engine Technology

(8) GPPS (Global Power and Propulsion Society)

ASME IGTI (米国機械学会ガスタービン部門)が主催する ASME Turbo Expo とは異なる学術的な視点で、エネルギーと航空エンジンを議論することを目指した国際会議で、欧米の大学関係者を中心に 2017 年に設立。毎年 1 月にスイスでフォーラムを開催。9 月前後にアジア地区で地域フォーラムを開催。発電関係の講演に加え、航空エンジンに関する要素技術と基礎研究の話題提供が全体の 1/4～1/3 程度を占める。エネルギー・環境・運輸政策に関するパネルディスカッションも活発。

キーノート

※航空推進に関するもののみ抜粋

キーノート

“Strategic Choices for Aero-Engine Maintenance”

+ Friedhelm Kappei (MTU Aero Engines)

“Future Aero-Engine Designs Between Fleet Operation, Politics, and Technology”

+ Nico Buchholz

パネルディスカッション

“Future Business Models in Aviation”

- financial and technology issues related to future of the Civil Aviation industry.
- fleet operations (hub/spoke vs. point-point transportation),
- noise impacts (short take-off and landing aircraft),
- super/hyper-sonic commercial travel.
- actual future of this industry in the next 20-30 years

+ Scott Morris (University of Notre Dame) (Chair)

+ Olivier Brochet (Credit Suisse),

+ Helene Niedhart (CEO CAT Aviation, Board Member and Swiss representative EBAA),

+ Gian Paolo De Poli (Avio Aero),

+ Christopher Kmetz (Pratt & Whitney),

+ Friedhelm Kappei (MTU Aero Engines)

※作業部会報告

“Environmental Aspects of Power and Propulsion”

+ Prof. Thomas Sattelmayer (Technical University of Munich)

“Future of Aero Engines”

+ Dr. Mike Benzakein (The Ohio State University)

一般セッション

Advanced Cycles & Performance

Axial Compressors

Combustion

Cooling Technology & Heat Transfer

Ducts & Nozzles

Instrumentation & Testing

Oil & Gas

Radial Compressors

Seals & Secondary Flow

Turbines

[3.3 項 出典(1)～(3) : 各、資料 3 の P2018D481～P2018D483 参照]

第4章 平成30年度海外調査報告

4.1 調査目的

(1) 調査目的

平成30年度情報収集及び情報提供事業の「技術開発動向調査委員会」活動における調査の一環として、航空機工業の発展の著しいアジア・オセアニア地域の中でも特に急成長を遂げているシンガポールの航空関連企業、大学・研究機関を訪問し、航空機産業の現状と将来動向、および航空関係の最先端技術の研究開発動向について、施設調査と航空関係者との意見交換を通して実地調査を実施する。

(2) 調査訪問先の選定

前回（平成27年度）訪問した企業・団体等を除く、シンガポールを代表する以下の航空関連企業・大学・研究機関とした。位置関係を図5.1.1-1に示す。

① Association of Aerospace Industries Singapore(AAIS)

シンガポール航空産業協会。日本航空宇宙工業会(SJAC)に相当する団体。

② National Additive Manufacturing Innovation Cluster(NAMIC)

3D Printing 技術に関する研究開発を統括する国の機関。

③ Nanyang Technological University (NTU) : 南洋理工大学。

④ Advanced Remanufacturing and Technology Center(ARTC)

加工・修理技術の研究所。世界各国の民間企業が個別に参画。

⑤ National University of Singapore(NUS) : シンガポール国立大学。

⑥ Singapore University of Technology and Design(SUTD)

シンガポール工科デザイン大学 (MIT と提携)。

⑦ ST Engineering Aerospace Ltd.

エンジン及び機体の MRO 企業。特に GE とのつながりが深い。



図 5.1.1-1 調査訪問先の位置関係

4.2 調査結果

(1) 日程および調査団メンバー

ア 日程

平成 30 年 11 月 18 日 (日) : 羽田発

平成 30 年 11 月 19 日 (月) : Changi 着。AAIS 訪問

平成 30 年 11 月 20 日 (火) : NAMIC、NTU、ARTC、NUS、SUTD 訪問

平成 30 年 11 月 21 日 (水) : ST Engineering Aerospace Ltd.訪問

平成 30 年 11 月 22 日 (木) : Changi 発、羽田着

イ 調査団メンバー

石川 隆司 委員長 (調査団長)

今村 太郎 委員

姫野 武洋 委員

横倉 修一 企画調査部長 (事務局)

(2) 調査結果概要

- ・今年度は、アジア・オセアニア地域で成長著しいシンガポールの航空機産業を支える人材育成機関を主題にして実地調査した。訪問先の選定にあたっては、日本航空宇宙工業会(SJAC)国際部およびシンガポール経済開発庁(EDB)日本事務所に一方ならぬお世話になった。この場を借りて御礼を申し上げる。
- ・シンガポールは、約 130 社の企業がシンガポール航空産業協会のメンバーになっており、年間 89 億シンガポール・ドルを売り上げ、世界の MRO 市場の約 10%を占めるアジア・オセアニア地域のリーディング MRO ハブである。その玄関口として、Changi 国際空港は、100 の運航会社が毎日 940 便、15 万人を 330 の都市に運んでいる。貨物扱量は世界のトップ 10 空港に入っている。現在第 3 滑走路を建設中であり、2025 年までに空港面積が倍になる予定である。
- ・今回、最初に訪問した AAIS は、Seletar プライベート空港に隣接する、Seletar Aerospace Park に本部がある。この Park は 320ha の敷地に 65 社が立地し、6,000 人の従業員が働いている。そこには、Airbus、Bell Helicopter、GE Aviation、Safran、Rolls-Royce、Pratt & Whitney、Moog、ST Aerospace など、世界の OEM が拠点を構えている。
- ・シンガポールは国土が狭く、その誇れる資源は人材であるという。そのため、教育に力を入れており、ほとんどの国民が 2 か国語以上を話すことができ、大学進学に際しては、優秀な学生には語学力も活かせる海外留学を助成し、帰国後の就職口を準備して待つという。今回訪問した大学は 6 つある大学のうちの 3 つである。
- ・最後に訪問した ST Engineering Aerospace Ltd.は、Changi 国際空港から 6km ほど西にあるパヤ・レバー空軍基地に隣接しており、空軍の運用支援からスタートし現在は機体及びエンジンの MRO を主業務とする。セキュリティは非常に厳しかった。

4.3 訪問先面会者一覧

4.3.1 Association of Aerospace Industries Singapore(AAIS)

Mr. SIA Kheng Yok, Chief Executive, AAIS

4.3.2 National Additive Manufacturing Innovation Cluster(NAMIC)

Dr. Ho Chaw Sing, Managing Director, NAMIC

Dr. Mahendran Reddy, Deputy Director, NAMIC

4.3.3 Nanyang Technological University (NTU)

Dr. Wong Chee How, Associate Professor, NTU

4.3.4 Advanced Remanufacturing and Technology Center(ARTC)

Dr. CHIN Sai Kong, Director, Industrial Additive Manufacturing Facility

4.3.5 National University of Singapore(NUS)

Dr. Jerry FUH, Ying His, Professor, Centre Co-Director & Thrust Lead

Dr. OOI Thian Ngan, Centre Manager, NUS Centre for Additive Manufacturing

4.3.6 Singapore University of Technology and Design(SUTD)

Dr. Arlindo Silva, Associate Professor, Engineering Product Development,
Director, NAMIC)

Dr. Eric Teh Kheng Chiong, Senior Centre Manager NAMIC

4.3.7 ST Engineering Aerospace Ltd.

Mr. LIM Tau Fuie, Chief Technology Officer, ST Engineering Aerospace Ltd.

Ms. ZHENG Guo Ying, Director, Technology Office

Ms. NG Wei Ling Rosalyn, Manager, Continuous Improvement

Dr. Tan Jiak Kwang, General Manager, Vision Tech Engineering Pre Ltd.

第5章 まとめ

5.1 今後の調査課題

- (1) 平成30年度の技術研究開発動向調査期間に於いては、以下に示す動きが見られた。

新型機では、E-190E2型機が型式証明を取得した。また、MRJも型式証明取得に向けて最後の詰めに入っている。777X型機の開発では静強度試験機が形になった。

エアバス社とボンバルディア社は、C Series でパートナーシップ契約を締結することを発表した。今後、エアバス社は C Series Aircraft Limited Partnership 社の筆頭株主として、米国アラバマ州モービルに CS100 及び CS300 の最終組立ラインを開設する予定という。

ボーイング社はエンブラエル社と民間航空機の開発・製造・マーケティング・サービスに関して戦略的パートナーシップを構築するため合弁会社を設立することが決まった（ブラジル政府が正式に OK した）。

MoM と呼ばれる 767 型機と 757 型機の中距離中型機市場領域を狙った構想に関しては、ボーイング社は NMA という呼称で新たな検討部門を社内に立ち上げたが、まだローンチを決めた訳では無いという。エアバス社は、ボーイング社の出方を伺いつつ、A320neo の低コスト性を売りにした派生型で対抗する素振りを見せている。

新技術の動きとしては、Urban Air Mobility が世界で注目されるようになり、これまでスタートアップ企業主体のデモンストレーション主眼の取組から、エアバス社やベル社などの実績のある企業が Uber 社などの企業と手を組んで実用化を視野に入れた開発を立ち上げ、地域を限定した社会実装実験を目指している。これから動きが早まると思われる。

飛行安全に対する取組の面では、残念ながら死亡事故は散発しており、原因の究明とともに更なる安全向上のための努力が求められる。

技術動向とは異なるが、英国での Brexit の行方とそれが英国・アイルランド及び EU の航空宇宙産業にどのような影響を及ぼすかフォローして行く必要がある。

- (2) これらの状況を踏まえ、機体および装備品関連の技術研究開発動向として、環境、技術、機体構造、機体システムを含め、以下の項目を引き続き調査する必要がある。
- ・次期中小型民間輸送機の開発動向（NMA、A320、A320neo、737MAX 等）
 - ・次期中大型民間輸送機の開発動向（777X、CRJ929 等）
 - ・二大メーカー以外の民間輸送機開発動向（MRJ, MC-21, C919 等）
 - ・NMA 戦略（ボーイング社とエアバス社の攻防、運航会社のニーズ動向）
 - ・NMA 技術（扁平楕円断面胴体、低コスト複合材主翼&胴体構造）
 - ・電動化に向けた各種技術（モーター、バッテリー、制御回路、ハイブリッド）の動向
 - ・低コスト複合材（RTM: Resin Transfer Molding 等）、熱可塑複合材の技術動向
 - ・高強度アルミ合金（Al-Li 等）、その他先進金属材料（Mg, Ti 等）の開発動向
 - ・3D Printing、Additive Manufacturing 技術の開発動向

- ・先進操縦システム（操縦席オープン化、自律飛行、トレイグジスタンス等）の動向
 - ・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
 - ・パイロット訓練方法（航空機異常姿勢回避と回復訓練、驚愕反応耐性訓練）
- (3) 次世代航空機用エンジンの関連では、中小型民間輸送機用エンジン開発が先行するものの、今後共、以下の項目を調査する必要がある。
- ・次世代中小型民間輸送機用エンジン開発の動向（GTF 他）
 - ・セラミックス基複合材（CMC）、炭化ケイ素繊維複合材の開発動向
 - ・エンジン及びナセルの騒音低減化関連技術の開発動向
 - ・超音速ビジネス機用エンジンの開発進捗（GE Affinity）
 - ・極超音速用統合型空気吸入式ロケット・エンジン（Skylon 用 SABRE）
 - ・熱可塑複合材を含む炭素繊維複合材のエンジンへの適用拡大
 - ・環境適合性向上に資するための先進燃焼システム関連技術の開発動向
 - ・その他熱効率の向上に資する先進機械要素関連のエンジン技術開発動向
 - ・その他エンジン高効率化、CO₂/NO_x 低減、騒音低減等の環境技術の開発動向
- (4) 将来航空交通システム・航空管制等に関するものとしては、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

5.2 平成 30 年度調査のまとめ

当基金では、平成 21 年度下期から、外部の専門家等から成る航空機等に関する「技術開発動向調査委員会」を設置し、調査対象期間における航空機等の技術開発動向等に関わる情報を収集、現状確認と分析を行ない、将来展望等も含めて報告書を編纂する事業を実施している。

平成 30 年度は、昨年度に引き続き、年間を通した対象期間において、航空機等に関する技術開発動向について広く情報を集め分析する委員会活動を実施し、調査課題に対する世界的な技術研究開発動向について取り纏めた。その中で、ボーイング社とエアバス社の NMA に関する駆け引き、両社を中心とする業界内提携の動きが出てきた。また、今後航空需要の伸びが期待されるアジア太平洋地域のハブを担うシンガポールの航空産業の動向について、人材育成機関(NAMIC,NTU,ARTC,NUS,SUTD)及び MRO 最大手の ST Engineering 社を実地調査する機会を得て、有益な最新情報を入手することができたことは大きな成果であった。

これら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 関係省庁の刊行物リスト（平成 30 年 1 月～平成 30 年 12 月）

資料番号	標 題
P2018D001	https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181220007/20181220007_01.pdf
P2018D002	http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk13_000016.html
P2018D003	http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/004/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2018/03/14/1402078_2.pdf
P2018D004	http://www.aero.jaxa.jp/collabo/public-invitation/fy30-challenge-dbj.html
P2018D005	http://www.aero.jaxa.jp/publication/event/event181221_rep.html

資料2 関係団体の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D101	IADF 航空機等関する解説概要 30-1 「ジェット輸送機電源システムの変遷」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-1.pdf
P2018D102	IADF 航空機等関する解説概要 30-2 「オートパイロットの最新動向」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-2.pdf
P2018D103	IADF 航空機等関する解説概要 30-3 「熱可塑性 CFRP の多様な製造技術と開発事例」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-3.pdf
P2018D104	IADF 航空機等関する解説概要 30-4 「航空機複合材部品の自動積層技術の動向」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-4.pdf
P2018D105	IADF 航空機等関する解説概要 30-5 「航空機メーカーの寡占化の現状」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-5.pdf
P2018D106	IADF 航空機等関する解説概要 30-6 「航空機の座席」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-6.pdf
P2018D107	IADF 航空機等関する解説概要 30-7 「電動推進航空機の最新動向」 http://www.iadf.or.jp/document/pdf/30-7.pdf

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D201	FlightGlobal Flight Fleets Analyzer 2018 年 12 月 31 日
P2018D202	Airbus Orders and Deliveries 2018 年 12 月 31 日
P2018D203	Boeing Orders & Deliveries 2018 年 12 月 31 日
P2018D204	Bombardier Program Status Report 2018 年 12 月 31 日
P2018D205	ATR 2019 年 1 月 31 日
P2018D206	Boeing News Releases/Statements 2018 年 1 月 16 日
P2018D207	FlightGlobal 2018 年 1 月 17 日
P2018D208	Aviation Wire 2018 年 1 月 22 日
P2018D209	FlightGlobal 2018 年 5 月 1 日
P2018D210	日本経済新聞 2018 年 5 月 2 日
P2018D211	Boeing News Releases/Statements 2018 年 5 月 1 日
P2018D212	Boeing Features&Multimedia 2018 年 7 月 17 日
P2018D213	FlightGlobal 2018 年 7 月 18 日
P2018D214	Aviation International News 2018 年 7 月 17 日
P2018D215	FlightGlobal 2018 年 10 月 19 日
P2018D216	FlightGlobal 2018 年 2 月 5 日
P2018D217	Boeing News Releases/Statements 2018 年 3 月 16 日
P2018D218	Boeing News Releases/Statements 2018 年 2 月 16 日
P2018D219	FlightGlobal 2018 年 3 月 21 日
P2018D220	FlightGlobal 2018 年 10 月 24 日
P2018D221	FlightGlobal 2018 年 4 月 18 日
P2018D222	Aviation Wire2018 年 4 月 17 日
P2018D223	FlightGlobal 2018 年 10 月 15 日
P2018D224	FlightGlobal 2018 年 10 月 16 日
P2018D225	Aviation International News 2018 年 1 月 22 日
P2018D226	FlightGlobal 2018 年 3 月 2 日
P2018D227	FlightGlobal 2018 年 3 月 26 日
P2018D228	マイナビニュース 2018 年 5 月 4 日
P2018D229	FlightGlobal 2018 年 2 月 9 日
P2018D230	FlightGlobal 2018 年 7 月 10 日
P2018D231	Flight International 2018 年 7 月 24 日-30 日
P2018D232	FlightGlobal 2018 年 7 月 10 日
P2018D233	Aviation Wire 2018 年 7 月 10 日
P2018D234	FlightGlobal 2018 年 10 月 27 日
P2018D235	Aviation International News 2019 年 1 月 16 日
P2018D236	Airbus Newsroom 2018 年 1 月 5 日
P2018D237	Airbus Newsroom 2018 年 7 月 13 日
P2018D238	Aviation Week 2018 年 12 月 7 日
P2018D239	Airbus Newsroom 2018 年 1 月 31 日
P2018D240	FlightGlobal 2018 年 1 月 31 日
P2018D241	Aviation International News 2018 年 10 月 2 日
P2018D242	FlightGlobal 2018 年 11 月 14 日
P2018D243	FlightGlobal 2018 年 11 月 6 日
P2018D244	FlightGlobal 2018 年 11 月 6 日
P2018D245	Aviation International News 2018 年 9 月 26 日
P2018D246	FlightGlobal 2018 年 11 月 26 日
P2018D247	FlightGlobal 2018 年 11 月 15 日

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D248	Reuters 2018 年 10 月 26 日
P2018D249	FlightGlobal 2018 年 11 月 6 日
P2018D250	Aviation Week 2018 年 11 月 12 日
P2018D251	FlightGlobal 2018 年 11 月 27 日
P2018D252	Aviation Week 2018 年 2 月 20 日
P2018D253	Qatar Tribune 2018 年 2 月 25 日
P2018D254	Airbus Newsroom 2018 年 2 月 28 日
P2018D255	FlightGlobal 2018 年 4 月 23 日
P2018D256	Airbus Newsroom 2018 年 4 月 23 日
P2018D257	FlightGlobal 2018 年 5 月 30 日
P2018D258	FlightGlobal 2018 年 6 月 7 日
P2018D259	FlightGlobal 2018 年 6 月 5 日
P2018D260	Bloomberg 2018 年 6 月 6 日
P2018D261	FlightGlobal 2018 年 3 月 1 日
P2018D262	FlightGlobal 2018 年 4 月 4 日
P2018D263	FlightGlobal 2018 年 4 月 24 日
P2018D264	FlightGlobal 2018 年 5 月 8 日
P2018D265	Forecast International 2018 年 5 月 9 日
P2018D266	Uber 社 ホームページ
P2018D267	FlightGlobal 2018 年 7 月 5 日
P2018D268	Aviation Wire 2018 年 7 月 6 日
P2018D269	FlightGlobal 2018 年 7 月 6 日
P2018D270	Boeing プレスリリース 2018 年 7 月 5 日
P2018D271	Aviation International News 2018 年 12 月 6 日
P2018D272	Aviation International News 2018 年 12 月 10 日
P2018D273	FlightGlobal 2018 年 12 月 20 日
P2018D274	FlightGlobal 2018 年 12 月 26 日
P2018D275	FlightGlobal 2019 年 1 月 10 日
P2018D276	Aviation International News 2019 年 1 月 11 日
P2018D277	FlightGlobal 2018 年 10 月 24 日
P2018D278	Aviation International News 2018 年 12 月 17 日
P2018D279	FlightGlobal 2018 年 6 月 22 日
P2018D280	FlightGlobal 2018 年 6 月 22 日
P2018D281	FlightGlobal 2018 年 11 月 8 日
P2018D282	FlightGlobal 2018 年 11 月 8 日
P2018D283	FlightGlobal 2018 年 12 月 14 日
P2018D284	FlightGlobal 2019 年 2 月 6 日
P2018D285	FlightGlobal 2019 年 2 月 6 日
P2018D286	Bombardier プレスリリース 2018 年 8 月 1 日
P2018D287	Bombardier プレスリリース 2018 年 9 月 21 日
P2018D288	FlightGlobal 2018 年 8 月 2 日
P2018D289	Aviation Week 2018 年 2 月 8 日
P2018D290	FlightGlobal 2018 年 5 月 22 日
P2018D291	FlightGlobal 2018 年 10 月 19 日
P2018D292	FlightGlobal 2018 年 12 月 4 日
P2018D293	FlightGlobal 2018 年 4 月 6 日
P2018D294	AIN 2018 年 9 月 10 日

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D295	FlightGlobal 2018年5月2日
P2018D296	Aviation Week 2018年5月23日
P2018D297	FlightGlobal 2018年6月8日
P2018D298	Flight International 2018年6月5日-11日
P2018D299	FlightGlobal 2018年11月1日
P2018D300	FlightGlobal 2018年12月27日
P2018D301	FlightGlobal 2018年1月26日
P2018D302	Aviation Wire 2018年1月26日
P2018D303	三菱航空機 プレスリリース 2018年12月21日
P2018D304	Aviation Wire 2019年3月4日
P2018D305	日刊工業新聞 2018年10月23日
P2018D306	日経産業新聞 2018年10月23日
P2018D307	FlightGlobal 2018年10月22日
P2018D308	三菱航空機 プレスリリース 2018年12月20日
P2018D309	FlightGlobal 2018年12月21日
P2018D310	FlightGlobal 2019年1月29日
P2018D311	FlightGlobal 2018年12月7日
P2018D312	Aviation International News 2018年5月27日
P2018D313	Honda ニュースリリース 2018年5月28日
P2018D314	マイナビニュース 2018年5月28日
P2018D315	Aviation International News 2018年8月8日
P2018D316	FlightGlobal 2018年7月24日
P2018D317	日本経済新聞 2018年7月2日
P2018D318	FlightGlobal 2019年1月8日
P2018D319	Reuters 2018年10月29日
P2018D320	Air New Zealand Media releases 2018年11月9日
P2018D321	FlightGlobal 2018年11月9日
P2018D322	日本経済新聞 2018年8月29日
P2018D323	FlightGlobal 2018年10月15日
P2018D324	NASA 2018年11月1-2日
P2018D325	MRO Network 2018年11月28日
P2018D326	Avionics International 2018年11月28日
P2018D327	Flight International 2018年4月10日-16日
P2018D328	ANA プレスリリース 2018年3月28日
P2018D329	ANA プレスリリース 2018年3月28日
P2018D330	ANA ビジネスジェット株式会社 ホームページ
P2018D331	Aviation International News 2018年5月14日
P2018D332	日本航空 プレスリリース 2018年5月14日
P2018D333	Aviation Wire 2018年7月31日
P2018D334	Aviation International News 2018年6月22日
P2018D335	FlightGlobal 2018年9月25日
P2018D336	Flight International/20-26 March 2018
P2018D337	https://www.flightglobal.com/news/articles/ge9x-enters-flight-test-phase-446784/
P2018D338	https://www.geaviation.com/press-release/ge9x-engine-family/ge9x-engine-goes-airborne
P2018D339	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ MARCH 26-APRIL 08, 2018
P2018D340	https://www.ge.com/reports/new-name-flight-advanced-turboprop-becomes-ge-catalyst/

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D341	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ FEBRUARY 26-MARCH 11, 2018
P2018D342	Flight International/20-26 February 2018
P2018D343	http://newsroom.pw.utc.com/2018-02-12-Pratt-Whitney-Update-on-PW1100G-JM-Engine
P2018D344	http://newsroom.pw.utc.com/2018-02-21-Pratt-Whitney-Implements-Solution-to-PW1100G-JM
P2018D345	https://www.flightglobal.com/news/articles/singapore-initial-e-jet-e2s-to-require-engine-updat-445500/
P2018D346	Flight International/May 29-June 4 2018
P2018D347	https://www.flightglobal.com/news/articles/pw-targets-mid-2019-to-complete-fixes-to-in-service-449616/
P2018D348	https://www.flightglobal.com/news/articles/faa-directive-calls-for-part-changes-on-189-pw1100g-449852/
P2018D349	https://embraer.com/global/en/news/?slug=906337-norways-widere-completes-first-revenue-flight-of-an-embraer-e190-e2
P2018D350	Flight International/19-25 February 2018
P2018D351	Flight International/ June 26-July 02 2018
P2018D352	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ OCTOBER 1-14, 2018
P2018D353	EMERGING TECHNOLOGIES IN COMMERCIAL AIRCRAFT SYSTEMS
P2018D354	Seamless Air Alliance William N. Chan, Bryan Barmore, Jennifer Kibler, Paul U. Lee, Neil O'Connor, Kee Palopo, David P. Thippavong, and Shannon Zelinski."Overview of NASA's ATM-X Project",2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference,AIAA AVIATION ForumAIAA 2018-3363
P2018D355	JAXA 航空技術部門ウェブサイト「スマートフライト技術」、 http://www.aero.jaxa.jp/about/hub/smart-flight/index.html
P2018D357	JAXA 航空シンポジウム、航空交通量増大に対応する航空機運航の自動化・最適化技術スマートフライト
P2018D358	FAA ConOps
P2018D359	https://www.utm.arc.nasa.gov/upp-industry-workshop/index.html
P2018D360	FAANEXTGEN, UTM Concept of Operations v1.0
P2018D361	NEDO ニュースリリース「無人航空機の新たな安全評価基準の開発に着手」
P2018D362	NEDO ニュースリリース「同一空域・複数ドローン事業者のための運航管理システムを実証 -運航管理システムのAPIの順次公開を目指す-」
P2018D363	FlightGlobal 2018 年 3 月 28 日
P2018D364	Aviation Week 2018 年 3 月 20 日
P2018D365	FlightGlobal 2018 年 5 月 17 日
P2018D366	FlightGlobal 2017 年 11 月 17 日
P2018D367	Aviation Week 2018 年 7 月 16 日
P2018D368	Aviation Week 2018 年 7 月 20 日
P2018D369	Aviation Week 2018 年 9 月 3 日・9 月 16 日
P2018D370	EU Mahepa 2017 年 12 月
P2018D371	Aviation Week 2018 年 10 月 15 日・10 月 28 日
P2018D372	Aviation Week 2018 年 11 月 12 日・11 月 25 日
P2018D373	Aviation Week 2018 年 10 月 29 日・11 月 11 日
P2018D374	Aviation Week 2018 年 10 月 29 日・11 月 11 日
P2018D375	Aurora HP 2016 年 5 月
P2018D376	XTI Aircraft 2018 年 3 月 5 日
P2018D377	Aviation Week 2018 年 11 月 26 日・12 月 9 日

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D378	Aviation Week 2018年12月10日-12月23日
P2018D379	JEC Composite 2018年3月6日
P2018D380	JEC Composites 2018年5月2日
P2018D381	3D Printing Industry 2018年7月2日
P2018D382	Oak Ridge National Laboratory 2018年6月27日
P2018D383	JEC Composites 2018年9月4日
P2018D384	Corebon HP
P2018D385	CompositesWorld 2018年12月5日
P2018D386	3D print.com 2018年1月18日
P2018D387	FlightGlobal 2018年2月19日
P2018D388	3D Print.com 2018年4月10日
P2018D389	3D Printing Industry 2018年4月10日
P2018D390	3DPrint.com 2018年4月30日
P2018D391	Sandia National Laboratories, NEWS 2018年4月26日
P2018D392	3D Printing Industry 2018年7月13日
P2018D393	3D Print.com 2018年7月12日
P2018D394	3D Printing Industry 2018年9月21日
P2018D395	3D Print.com 2018年9月25日
P2018D396	Flight Global 2018年9月21日
P2018D397	3D Print.com 2018年10月9日
P2018D398	3D Print.com 2018年10月15日
P2018D399	3D Print.com 2018年12月10日
P2018D400	3D Print.com 2018年12月10日
P2018D401	FlightGlobal 2018年2月5日
P2018D402	Aviation Week 2018年4月10日
P2018D403	Airbus Press Release 2018年4月10日
P2018D404	Aviation Week 2018年8月20日
P2018D405	JEC Composites 2018年9月6日
P2018D406	Aviation Week 2018年9月3日-9月16日
P2018D407	NASA 2016年5月31日-6月1日
P2018D408	FlightGlobal 2018年10月17日
P2018D409	FlightGlobal 2018年11月19日
P2018D410	Spike Aerospace Press Release 2018年12月10日
P2018D411	MRO Network 2018年4月10日
P2018D412	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ FEBRUARY 26- MARCH 11, 2018
P2018D413	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ APRIL 9- 22, 2018
P2018D414	https://www.rolls-royce.com/media/our-stories/press-releases/2018/23-03-2018-rr-lean-burn-combustion-engine-starts-icing-tests.aspx
P2018D415	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ DECEMBER 24, 2017- JANUARY 14, 2018
P2018D416	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JUNE 18-JULY 01, 2018
P2018D417	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JULY 16-29, 2018
P2018D418	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ MAY 21-JUNE 03, 2018
P2018D419	https://www.reactionengines.co.uk/sabre/htx
P2018D420	Flight International/25 September -01 October 2018
P2018D421	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JULY 30-AUGUST 19, 2018

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D422	https://www.aviationtoday.com/2018/10/18/aerions-supersonic-as2-avionics-engine-confirmed-nbaa-2018/
P2018D423	https://www.geaviation.com/press-release/business-general-aviation/ge%E2%80%99s-affinity-first-civil-supersonic-engine-55-years-%E2%80%93
P2018D424	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ OCTOBER 01-14, 2018
P2018D425	https://www.forbes.com/sites/jeremybogaisky/2018/09/27/startup-magnix-takes-step-toward-ambitious-vision-of-commercializing-electric-flight/#781a0ca714b2
P2018D426	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ OCTOBER 29 NOVEMBER 11, 2018
P2018D427	https://www.flyer.co.uk/scalewings-reveals-secret-hybrid-with-multiple-redundancy/
P2018D428	https://www.hes.sg/
P2018D429	Borer, N. K., Patterson, M. D., Viken, J. K., Moore, M. D., Clarke, S., Redifer, M., Christie, R., Stoll, A., Dubois, A., Bevirt, J., Gibson, A., Foster, T., Osterkamp, P., "Design and Performance of the NASA SCEPTOR Distributed Electric Propulsion Flight Demonstrator," AIAA-2016-3920, 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, AIAA AVIATION Forum, Washington, D.C., June 2016. doi: 10.2514/6.2016-3920
P2018D430	Guy Norris Sep 5, 2018. "Motor Mounting Marks Milestone For NASA's Electric X-plane". Aviation Week & Space Technology.
P2018D431	Kurt P. Woodham, Patrick Graydon, Nicholas K. Borer, Kurt V. Papathakis, Tina Stoia, and Chellappa Balan. "FUELEAP Model-Based System Safety Analysis", 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, AIAA AVIATION Forum, AIAA 2018-3362 https://doi.org/10.2514/6.2018-3362
P2018D432	Hoover, Christian B., and Jinwei Shen. "Parametric Study of Whirl Flutter Stability of the NASA Aircraft X-57." 2018 AIAA Aerospace Sciences Meeting. 2018. AIAA paper 2018-0276.
P2018D433	https://www.nasa.gov/aero/nasa-experimental-supersonic-aircraft-x-59-quesst
P2018D434	Castner, Raymond S., Stephanie Simerly, and Michael Rankin. "Supersonic Inlet Test for a Quiet Supersonic Transport Technology Demonstrator in the NASA Glenn 8-foot by 6-foot Supersonic Wind Tunnel." 2018 Applied Aerodynamics Conference. 2018. AIAA paper 2018-2850
P2018D435	Numerical Simulations of a Quiet SuperSonic Technology QueSST Aircraft Preliminary Design, AIAA paper 2018-3861.
P2018D436	https://www.boeing.com/features/2018/08/737max10-landing-gear-08-18.page
P2018D437	Airbus Aircraft Connectivity and Digital Services
P2018D438	Airbus, Leveraging Data Analytics for Digital Strategy in Commercial Aviation
P2018D439	www.flationsJouve
P2018D440	Apex, ATW Online 2018/7/12
P2018D441	Bombardier/写真航想研
P2018D442	FutureFlite
P2018D443	Fokker、Research Frontiers
P2018D444	Lufthansa Technik
P2018D445	www.aircraftinteriorsinternational.com 2018/8/17
P2018D446	Aircraft Interior International
P2018D447	aviationsafetyindia、Flight Daily News 2018/7/17
P2018D448	IAI
P2018D449	Safran Electrical & Power

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D450	Liebherr-Aerospace、Flight Daily News 2018/7/17
P2018D451	GM
P2018D452	Liebherr-Aerospace
P2018D453	MagniX、Aviation Week
P2018D454	Siemens
P2018D455	Argonne NL/Aviation Week 2018/9/2
P2018D456	https://phys.org/news/2019-02-refillable-technology-energy-electric-car.html
P2018D457	CETC／写真：航想研
P2018D458	AvionicsInternational June/July 2018 及び Ehang ヒアリング から作成
P2018D459	Suzhou Changfeng Instruments ／写真 航想研
P2018D460	www.aircraftinteriorsinternational.com 2018/8/21
P2018D461	SkyLights
P2018D462	International Airport Review 2018/4/4
P2018D463	Airbus、Vuzix
P2018D464	Global Eagle Entertainment Inc.
P2018D465	Iridium
P2018D466	William N. Chan, Bryan Barmore, Jennifer Kibler, Paul U. Lee, Neil O'Connor, Kee Palopo, David P. Thippavong, and Shannon Zelinski."Overview of NASA's ATM-X Project",2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference,AIAA AVIATION ForumAIAA 2018-3363
P2018D467	JAXA 航空技術部門ウェブサイト「スマートフライト技術」、 http://www.aero.jaxa.jp/about/hub/smart-flight/index.html
P2018D468	JAXA 航空シンポジウム、航空交通量増大に対応する航空機運航の自動化・最適化技術スマートフライト
P2018D469	GUTMA ウェブサイト https://gutma.org/ 、他
P2018D470	FAA ウェブサイト https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/integration_pilot_program/
P2018D471	「空の産業革命に向けたロードマップ 2018～小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備～」平成30年6月15日小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会決定、 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/siryou9.pdf
P2018D472	国土交通省ウェブサイト「無人航空機の目視外及び第三者上空等の飛行に関する検討会」、 http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk1_000057.html
P2018D473	国土交通省ウェブサイト「航空機、無人航空機相互間の安全確保と調和に向けた検討会」、 http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk01_000001.html
P2018D474	福島県プレスリリース「福島ロボットテストフィールドを一部開所しました」、 https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/32021f/fukushimarobottestfield1.html
P2018D475	ニュースリリース「無人航空機の目視外飛行の実現に向けた福島ロボットテストフィールドにおける実証実験成功」、 https://utm-imgtransuv.org/work_data/20190208_newsrelease_utm.pdf
P2018D476	FAA ConOps
P2018D477	https://www.utm.arc.nasa.gov/upp-industry-workshop/index.html
P2018D478	FAANEXTGEN, UTM Concept of Operations v1.0
P2018D479	NEDO ニュースリリース「無人航空機の新たな安全評価基準の開発に着手」
P2018D480	NEDO ニュースリリース「同一空域・複数ドローン事業者のための運航管理システムを実証ー運航管理システムのAPIの順次公開を目指すー」
P2018D481	AJCPP 2018 Final Program
P2018D482	Turbo Expo 2018 Final Program

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成30年1月～平成30年12月）

資料番号	標 題
P2018D483	AIAA P&E 2018 Final Program
P2018D484	AAIS プレゼンテーション資料
P2018D485	NAMIC プレゼンテーション資料
P2018D486	NTU SC3DP Web ページより
P2018D487	ARTC プレゼンテーション資料より抜粋
P2018D488	SUTD-DManD プレゼンテーション資料
P2018D489	https://idc.sutd.edu.sg/about/facts/
P2018D490	ST Engineering Aerospace プレゼンテーション資料
P2018D491	ST Engineering Aerospace プレゼンテーション資料